



المملكة العربية السعودية
وزارة التعليم العالي
جامعة أم القرى
كلية التربية
قسم المناهج وطرق التدريس
تقنيات التعليم

فعالية برنامج تعليمي قائم على الوسائط المتعددة في إكساب طلاب الصف الثاني الثانوي مفاهيم تكنولوجيا النانو واتجاهاتهم نحوها

بحث مقدم استكمالاً لمتطلبات الحصول على درجة الدكتوراه في المناهج وتقنيات التعليم

إعداد

محمد بن فايز بن عبدالرحمن الشهري

إشراف

الأستاذ الدكتور: زكريا بن يحيى لال

أستاذ الاتصال التربوي وتكنولوجيا التعليم

١٤٣٣هـ - ٢٠١٢م

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

قَالَ تَعَالَى: ﴿وَقُلْ رَبِّ زِدْنِي عِلْمًا﴾ {سورة طه: ١١٤}

ملخص البحث

يهدف البحث الحالي إلى استقصاء فعالية برنامج تعليمي قائم على الوسائط المتعددة في إكساب طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي مفاهيم تكنولوجيا النانو عند المستويات المعرفية: (التذكر، الفهم، التحليل) وعند المستوى الكلي للاختبار التحصيلي لمفاهيم تكنولوجيا النانو، والكشف عن فعاليته في تنمية اتجاهاتهم نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو في مجالات أداة قياس الاتجاهات السبع: (القدرة على اكتساب مفاهيم تكنولوجيا النانو، والاستمتاع العلمي والمعرفي بتعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو، وتقدير الاهتمام بتعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو، وتقدير أهمية تعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو، وحب البحث والاكتشاف في تكنولوجيا النانو، واختيار مهنة مستقبلية في تكنولوجيا النانو، ومواكبة التطورات العلمية لتكنولوجيا النانو) وعلى المستوى الكلي لأداة قياس الاتجاهات.

ولتحقيق أهداف البحث تم استخدام المنهج شبه التجريبي ذي التصميم التجريبي لمجموعتين مرتبطتين باستخدام القياس (القبلي - البعدي) لأداء المجموعة التجريبية قبل تعريضها للمعالجة التجريبية وبعدها، بالاعتماد على أداتي البحث: (الاختبار التحصيلي لمفاهيم تكنولوجيا النانو، وأداة قياس الاتجاهات نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو) تم تطبيقهما على عينة عشوائية من طلاب الصف الثانوي العلمي بمدينة الطائف - المملكة العربية السعودية، مكونة من (٤٢) طالباً، بعد التحقق من صدقهما وثباتهما. وللوصول إلى نتائج البحث تم استخدام مجموعة من أساليب المعالجة الإحصائية ومنها: اختبار (T-Test) لعينتين مرتبطتين، ومعامل ارتباط بيرسون، ومعادلة إيتا تربيع (η^2) لحساب حجم الأثر.

وأظهرت النتائج وجود فرق دال إحصائياً عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$) بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي للاختبار التحصيلي لمفاهيم تكنولوجيا النانو عند المستويات المعرفية (التذكر، الفهم، التحليل) وعند المستوى الكلي للاختبار، ووجود حجم أثر كبير ذو دلالة عملية؛ لصالح التطبيق البعدي، يُعزى لفعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة. كما أظهرت النتائج وجود فرق دال إحصائياً عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$) بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي على أداة قياس الاتجاهات نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو في مجالات أداة قياس الاتجاهات السبع: (القدرة على اكتساب مفاهيم تكنولوجيا النانو، والاستمتاع العلمي والمعرفي بتعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو، وتقدير الاهتمام بتعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو، وتقدير أهمية تعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو، وحب البحث والاكتشاف في تكنولوجيا النانو، واختيار مهنة مستقبلية في تكنولوجيا النانو، ومواكبة التطورات العلمية لتكنولوجيا النانو) وعلى المستوى الكلي لأداة قياس الاتجاهات، ووجود حجم أثر كبير ذو دلالة عملية؛ لصالح التطبيق البعدي، يُعزى لفاعلية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة.

Abstract

This research aimed at investigating the effectiveness of an instructional program based on Multimedia in helping scientific secondary second grade students acquire nanotechnology concepts at these cognitive levels separately: (remembering, understanding, analysis) and at all sum of these levels in the achievement test; and exploring its effectiveness in developing students' attitudes towards nanotechnology concepts in the seven dimensions of the attitude scale: (ability to acquire nanotechnology concepts, scientific and cognitive enjoyment of learning nanotechnology concepts, appreciation of interest of learning nanotechnology concepts, appreciation of the importance of learning nanotechnology concepts, loving research and discovery in nanotechnology, choosing future career in nanotechnology, and keeping abreast of scientific developments of nanotechnology) and at the sum of these dimensions together.

To achieve the research objectives, the researcher used the quasi-experimental approach with two-paired-group design applying pre and post measures for the experimental group; depending on the two tools of this research: (achievement test for nanotechnology concepts, and the attitude scale) which were applied on a random sample consisted of (42) scientific secondary second grade students in Taif Saudi Arabia after verification of the tools' validity and reliability.

To obtain the research results, the researcher used a group of statistical methods including: (T-Test) for two paired samples, Pearson correlation coefficient, and the equation of ETA squared (η^2) to calculate the effect size.

The results showed a statistically significant difference at ($\alpha < 0.05$) level between the mean scores of the experimental group in the two (pre and post) applications of the achievement test of nanotechnology concepts at the cognitive levels of Bloom's Taxonomy: (remembering, understanding, analysis) and at the sum of all these levels together in favor of the post application attributed to the effectiveness of the instructional program based on Multimedia. The results also showed a statistically significant difference at ($\alpha < 0.05$) level between the mean scores of the experimental group in the two (pre and post) applications of the attitude scale toward nanotechnology concepts in the seven dimensions of the attitude scale: (ability to acquire nanotechnology concepts, scientific and cognitive enjoyment of learning nanotechnology concepts, appreciation of interest of learning nanotechnology concepts, appreciation of the importance of learning nanotechnology concepts, loving research and discovery in nanotechnology, choosing future career in nanotechnology, and keeping abreast of scientific developments of nanotechnology) and at the sum of all these dimensions together in favor of the post application attributed to the effectiveness of the instructional program based on Multimedia.

الشكر

- الشكر لله أولاً؛ شكراً يليق بجلال وجهه، وعظيم سلطانه، على عونه وتوفيقه لإتمام هذا البحث، وعلى نعمه الجليلة التي لا تُعد ولا تحصى؛ فله الحمد كما يحب ويرضى.
- الشكر والتقدير لوالدي على كل ما بذلاه من أجلي من تربية وتعليم ودعاء، ومهما شكرت فلن أستطيع أن أوفيهمما حقهما، فلهما مني خالص الشكر والدعاء والثناء والإجلال كما يحب ربنا ويرضى.
- الشكر والتقدير العظمين لأستاذ القدير سعادة الأستاذ الدكتور: زكريا يحيى لال، أستاذ الاتصال التربوي وتكنولوجيا التعليم، بكلية التربية - جامعة أم القرى، على إشرافه على هذا البحث، ونصحه وتوجيهاته الحكيمة، ومساعداته الكثيرة، ومتابعته المستمرة لإنجازه، فمهما شكرته فلن أستطيع أن أوفيه حقه، ولا أملك إلا أن أتقدم له بوافر الشكر والتقدير وخالص الدعاء، وأسأل المولى القدير أن يحفظه ويرعاه، وأن يجزيه عني وعن طلاب العلم خير الجزاء.
- الشكر والتقدير لسعادة الدكتور: إبراهيم أحمد عالم، الأستاذ المساعد بقسم المناهج وتقنيات التعليم، - كلية التربية - جامعة أم القرى، وسعادة الدكتور: أحمد حلمي الأستاذ المشارك بقسم المناهج وتقنيات التعليم، كلية التربية - جامعة أم القرى، على تحكيمها خطة البحث، وتوجيهاتهما السديدة التي استفدت منها كثيراً في إعداد البحث.
- كما أتقدم بجزيل الشكر والتقدير لسعادة الأستاذ الدكتور: عبدالرحمن بن إبراهيم الشاعر، أمين عام جامعة الأمير نايف للعلوم العربية والأمنية، وسعادة الأستاذ الدكتور: إحسان بن محمد كنسرة، الأستاذ بكلية التربية قسم المناهج وتقنيات التعليم، على تفضلهما بمناقشة هذا البحث، وإبداء رأيهما ومقترحاتهما لتقويمه وتطويره، وإخراجه في الصورة المأمولة، فجزاهما الله عني كل خير، ولهما مني عظيم الشكر والتقدير وخالص الدعاء.
- الشكر والتقدير لزملائي الدكتور: حمد بن حمود السواط، والدكتور: عمر عواض الشبيتي، والدكتور: محفوظ عبدالله محمد السالمي، والأستاذ: غبيش عبده الغويدي، على ما بذلوه من جهود في مراجعة التحليل الإحصائي لبيانات البحث، أو ترجمة بعض المقالات أو الدراسات السابقة، فلهم مني جزيل الشكر والتقدير.
- الشكر والتقدير لجميع من ساهم في تحكيم أدوات البحث من أساتذة الجامعات والكليات، أو مشرفين، جعل الله ذلك في موازين حسناتهم، وجزاهم عني خير الجزاء.
- الشكر والتقدير لمدير مدرسة ثانوية الحرمين: الأستاذ/ خالد محمد مستور الشبيثي، ومدير مدرسة ثانوية القيروان: خالد زاهر الفيافي، على ما قدماه لي من تسهيلات لتطبيق أدوات البحث.

المحتويات

م	الموضوع	الصفحة
١	ملخص البحث باللغة العربية.	ج
٢	ملخص البحث باللغة الإنجليزية.	د
٣	الشكر.	هـ
٤	المحتويات.	و
٥	الجدول.	ي
	الفصل الأول : مدخل البحث	
٦	تمهيد	٢
٧	أولاً : مشكلة البحث وأسئلته.	٤
٨	ثانياً : أهداف البحث.	١٠
٩	ثالثاً : أهمية البحث.	١١
١٠	رابعاً : حدود البحث.	١٢
١١	خامساً : مصطلحات البحث.	١٣
	الفصل الثاني : أدبيات البحث	
١٢	الجانب الأول : الإطار النظري.	١٩
١٣	المحور الأول: تصميم البرامج التعليمية.	١٩
١٤	أولاً: أسس بناء البرامج التعليمية في تقنيات التعليم.	١٩
١٥	ثانياً: نماذج التصميم التعليمي لبناء البرامج التعليمية والوسائط المتعددة.	٢٠
١٦	ثالثاً: خصائص أنموذج التصميم التعليمي الجيد.	٢٢
١٧	المحور الثاني: الوسائط المتعددة.	٢٣
١٨	أولاً : أهمية الوسائط المتعددة في العملية التعليمية.	٢٣
١٩	ثانياً : أسس بناء وتصميم الوسائط المتعددة.	٢٤
٢٠	ثالثاً: عناصر الوسائط المتعددة.	٢٥
٢١	رابعاً: سيكولوجية المتعلم ودورها في فهم الوسائط المتعددة	٢٥
٢٢	المحور الثالث: تكنولوجيا النانو.	٢٥
٢٣	أولاً : مفهوم تكنولوجيا النانو.	٢٦
٢٤	ثانياً: مفهوم علم النانو.	٢٨
٢٥	ثالثاً : الفكرة الأساسية لتكنولوجيا النانو.	٢٩

م	الموضوع	الصفحة
٢٦	رابعاً : تطور تكنولوجيا النانو.	٣٠
٢٧	خامساً : مراحل تطور تكنولوجيا الأجهزة الالكترونية.	٣٢
٢٨	سادساً : أجيال تكنولوجيا النانو.	٣٣
٢٩	سابعاً : أهداف تكنولوجيا النانو.	٣٤
٣٠	ثامناً: أهمية تكنولوجيا النانو.	٣٤
٣١	تاسعاً : خصائص تكنولوجيا النانو.	٣٦
٣٢	عاشرًا : علاقة تكنولوجيا النانو بالعلوم الأخرى.	٣٧
٣٣	الحادي عشر : مستقبل القوى العاملة والبرامج التعليمية وتكنولوجيا النانو	٣٩
٣٤	الثاني عشر: الأنشطة والمشروعات البحثية في تكنولوجيا النانو على المستوى العالمي.	٤١
٣٥	الثالث عشر: الاستثمارات في مجالات تكنولوجيا النانو.	٤٢
٣٦	الرابع عشر : براءات الاختراع في تكنولوجيا النانو.	٤٣
٣٧	الخامس عشر : المجالات التطبيقية لتكنولوجيا النانو.	٤٤
٣٨	١- تطبيقات تكنولوجيا النانو الطبية.	٤٤
٣٩	٢- تطبيقات تكنولوجيا النانو في الغذاء.	٤٦
٤٠	٣- تطبيقات تكنولوجيا النانو في صناعة المنسوجات.	٤٦
٤١	٤- تطبيقات تكنولوجيا النانو الالكترونية.	٤٧
٤٢	٥- تطبيقات تكنولوجيا النانو في الطاقة البديلة.	٤٧
٤٣	٦- تطبيقات تكنولوجيا النانو في قطاع التشييد والبناء.	٤٨
٤٤	٧- تطبيقات تكنولوجيا النانو في تنقية المياه.	٤٩
٤٥	٨- تطبيقات تكنولوجيا النانو في علوم الفضاء.	٤٩
٤٦	السادس عشر: الآثار والمخاطر المترتبة على تطبيقات تكنولوجيا النانو.	٥٠
٤٧	١- مخاطر تطبيقات تكنولوجيا النانو على صحة الإنسان.	٥٠
٤٨	٢- مخاطر تطبيقات تكنولوجيا النانو على البيئة.	٥١
٤٩	٣- الآثار المعرفية والأخلاقية والاجتماعية لتكنولوجيا النانو.	٥٢
٥٠	٤- الآثار الاقتصادية المترتبة على تكنولوجيا النانو في الدول النامية.	٥٣
٥١	السابع عشر: إدارة وتنظيم تكنولوجيا النانو.	٥٤
٥٢	الثامن عشر: دور مؤسسات المجتمع في توعية المجتمع بجدوى تكنولوجيا النانو ومخاطرها.	٥٧
٥٣	التاسع عشر : نماذج من مبادرات واهتمامات الدول بتكنولوجيا النانو.	٥٩

م	الموضوع	الصفحة
٥٤	١- المبادرة الأمريكية الوطنية لتكنولوجيا النانو (NNI).	٥٩
٥٥	٢- المبادرة اليابانية في تكنولوجيا النانو.	٦٠
٥٦	٣- المبادرة الألمانية في تكنولوجيا النانو.	٦٠
٥٧	٤- المبادرة الفرنسية في تكنولوجيا النانو.	٦٠
٥٨	٥- المبادرة الصينية في تكنولوجيا النانو.	٦٠
٥٩	٦- مبادرة المملكة العربية السعودية في تكنولوجيا النانو.	٦١
٦٠	المحور الرابع: الاتجاهات.	٦٢
٦١	أولاً: مكونات الاتجاهات.	٦٣
٦٢	ثانياً : عوامل تكوين الاتجاهات.	٦٣
٦٣	ثالثاً : شروط تعلم الاتجاهات.	٦٤
٦٤	رابعاً : خصائص الاتجاهات.	٦٥
٦٥	الجانب الثاني: الدراسات السابقة:	٦٦
٦٦	المحور الأول: دراسات تناولت الرأي العام نحو قضايا تكنولوجيا النانو.	٦٦
٦٧	المحور الثاني: دراسات تناولت واقع النظام التعليمي والمناهج وتكنولوجيا النانو.	٧٠
٦٨	تعقيب على الدراسات السابقة.	٨٠
٦٩	فروض البحث.	٨٢
	الفصل الثالث: منهجية البحث وإجراءاته	
٧٠	أولاً : منهج البحث.	٨٥
٧١	ثانياً : مجتمع البحث وعينته.	٨٦
٧٢	ثالثاً : تصميم البحث ومتغيراته.	٨٦
٧٣	رابعاً : إجراءات بناء قائمة مفاهيم تكنولوجيا النانو.	٨٧
٧٤	خامساً : إجراءات بناء البرنامج التعليمي لمفاهيم تكنولوجيا النانو.	٨٨
٧٥	سادساً: إجراءات تصميم برمجية الوسائط المتعددة لمفاهيم تكنولوجيا النانو.	٩٥
٧٦	سابعاً: إجراءات بناء الاختبار التحصيلي لمفاهيم تكنولوجيا النانو.	٩٨
٧٧	ثامناً: إجراءات بناء أداة قياس الاتجاهات نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو.	١٠٦
٧٨	تاسعاً: إجراءات تطبيق أدوات البحث.	١١٣
٧٩	عاشراً : المعالجة الإحصائية للبيانات.	١١٤

م	الموضوع	الصفحة
	الفصل الرابع: نتائج البحث ومناقشتها وتفسيرها	
٨٠	أولاً: نتائج البحث.	١١٧
٨١	ثانياً: مناقشة نتائج البحث وتفسيرها.	١٣٦
٨٢	ثالثاً: توصيات البحث.	١٤٤
٨٣	رابعاً: مقترحات البحث.	١٤٦
	الملاحق	
٨٤	الملحق (١) البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة لمفاهيم تكنولوجيا النانو.	١٤٨
٨٥	الملحق (٢) استمارة تحكيم برنامج تعليمي قائم على الوسائط المتعددة لمفاهيم تكنولوجيا النانو.	٣٤٠
٨٦	الملحق (٣) دليل تنفيذ البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة لمفاهيم تكنولوجيا النانو.	٣٤٢
٨٧	الملحق (٤) استمارة تحكيم قائمة مفاهيم تكنولوجيا النانو.	٣٤٤
٨٨	الملحق (٥) استمارة تحكيم برمجية الوسائط المتعددة.	٣٥٣
٨٩	الملحق (٦) استمارة تحكيم الاختبار التحصيلي لمفاهيم تكنولوجيا النانو.	٣٥٥
٩٠	الملحق (٧) مفتاح إجابات الاختبار التحصيلي لمفاهيم تكنولوجيا النانو.	٣٧٣
٩١	الملحق (٨) استمارة تحكيم أداة قياس الاتجاهات نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو.	٣٧٤
٩٢	الملحق (٩) أسماء محكمي أدوات البحث.	٣٨٣
٩٣	المصادر والمراجع	٣٨٥

الجدول

م	الجدول	الصفحة
١	الجدول (١) مواصفات الاختبار التحصيلي.	٩٩
٢	الجدول (٢) نتائج معامل ارتباط بيرسون بين فقرات الاختبار التحصيلي والدرجة الكلية للاختبار.	١٠٢
٣	الجدول (٣) نتائج قيم معامل ارتباط بيرسون بين كل مستوى من المجال المعرفي والدرجة الكلية للاختبار.	١٠٢
٤	الجدول (٤) قيم معامل ارتباط بيرسون على كل مستوى من مستويات المجال المعرفي وعلى المستوى الكلي للاختبار.	١٠٣
٥	الجدول (٥) قيم معامل ألفا كرونباخ لثبات الاختبار التحصيلي لكل مستوى من المجال المعرفي وعلى المستوى الكلي للاختبار.	١٠٤
٦	الجدول (٦) نتائج معاملات الصعوبة لمفردات الاختبار التحصيلي.	١٠٥
٧	الجدول (٧) نتائج معاملات تمييز فقرات الاختبار التحصيلي.	١٠٦
٨	الجدول (٨) مواصفات أداة قياس الاتجاهات نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو.	١٠٨
٩	الجدول (٩) نتائج معامل ارتباط بيرسون بين الدرجة لكل فقرة والدرجة الكلية لأداة قياس الاتجاهات.	١١٠
١٠	الجدول (١٠) معامل ارتباط بيرسون بين كل مجال من مجالات أداة القياس والمجال الكلي للأداة.	١١١
١١	الجدول (١١) يوضح نتائج معامل ارتباط بيرسون لكل مجال من مجالات أداة قياس الاتجاهات، وعلى المستوى الكلي للأداة.	١١٢
١٢	الجدول رقم (١٢) نتائج معامل ألفا كرونباخ لثبات أداة قياس الاتجاهات على مستوى كل مجال وعلى المستوى الكلي لأداة القياس.	١١٢
١٣	الجدول (١٣) تقدير درجة أداة قياس الاتجاهات نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو.	١١٣
١٤	الجدول (١٤) اختبار (كولموجروف - سميرونوف) لفحص اعتدالية التوزيع بمستوى التذكر.	١١٨
١٥	الجدول (١٥) نتائج اختبار (ت) لعينتين مرتبطتين لفحص دلالة الفرق بين التطبيقين القبلي والبعدي للاختبار التحصيلي عند مستوى التذكر، وقيمة (η^2).	١١٨
١٦	الجدول (١٦) اختبار (كولموجروف - سميرونوف) لفحص اعتدالية التوزيع عند مستوى الفهم.	١١٩
١٧	الجدول (١٧) نتائج اختبار (ت) لعينتين مرتبطتين لفحص دلالة الفرق بين التطبيقين القبلي والبعدي للاختبار التحصيلي على مستوى الفهم، وقيمة (η^2).	١٢٠
١٨	الجدول (١٨) اختبار (كولموجروف - سميرونوف) لفحص اعتدالية التوزيع عند مستوى التحليل.	١٢١

م	الجدول	الصفحة
١٩	الجدول (١٩) نتائج اختبار (ت) لعينتين مرتبطتين لفحص دلالة الفرق بين التطبيقين القبلي والبعدي على الاختبار التحصيلي لمستوى التحليل، وقيمة (η^2) .	١٢١
٢٠	الجدول (٢٠) اختبار (كولموجروف - سميرونوف) لفحص اعتدالية التوزيع في الاختبار التحصيلي على المستوى الكلي.	١٢٢
٢١	الجدول (٢١) نتائج اختبار (ت) لعينتين مرتبطتين لفحص دلالة الفرق بين التطبيقين القبلي والبعدي على المستوى الكلي للاختبار التحصيلي وقيمة (η^2) .	١٢٣
٢٢	الجدول (٢٢) اختبار (كولموجروف - سميرونوف) لفحص اعتدالية التوزيع بمجال الاتجاهات نحو القدرة على اكتساب مفاهيم تكنولوجيا النانو.	١٢٤
٢٣	الجدول (٢٣) نتائج اختبار (ت) لعينتين مرتبطتين لفحص دلالة الفرق بين التطبيقين القبلي والبعدي لأداة قياس الاتجاهات في مجال القدرة على اكتساب مفاهيم تكنولوجيا النانو، وقيمة (η^2) .	١٢٤
٢٤	الجدول (٢٤) اختبار (كولموجروف - سميرونوف) لفحص اعتدالية التوزيع لأداة قياس الاتجاهات في مجال الاستمتاع العلمي والمعرفي بتعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو.	١٢٦
٢٥	الجدول (٢٥) نتائج اختبار (ت) لعينتين مرتبطتين لفحص دلالة الفرق بين التطبيقين القبلي والبعدي لأداة قياس الاتجاهات في مجال الاستمتاع العلمي والمعرفي بتعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو، وقيمة (η^2) .	١٢٦
٢٦	الجدول (٢٦) اختبار (كولموجروف - سميرونوف) لفحص اعتدالية التوزيع لأداة قياس الاتجاهات في مجال تقدير الاهتمام بتعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو.	١٢٦
٢٧	الجدول (٢٧) نتائج اختبار (ت) لعينتين مرتبطتين لفحص دلالة الفرق بين متوسطي التطبيقين القبلي والبعدي لأداة قياس الاتجاهات في مجال تقدير الاهتمام بتعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو، وقيمة (η^2) .	١٢٨
٢٨	الجدول (٢٨) اختبار (كولموجروف - سميرونوف) لفحص اعتدالية التوزيع لأداة قياس الاتجاهات في مجال تقدير أهمية تعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو.	١٢٩
٢٩	الجدول (٢٩) نتائج اختبار (ت) لعينتين مرتبطتين لفحص دلالة الفرق بين التطبيقين القبلي والبعدي لأداة قياس الاتجاهات في مجال تقدير أهمية تعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو، وقيمة (η^2) .	١٢٩
٣٠	الجدول (٣٠) اختبار (كولموجروف - سميرونوف) لفحص اعتدالية التوزيع لأداة قياس الاتجاهات في مجال حب البحث والاكتشاف في تكنولوجيا النانو.	١٣١
٣١	الجدول (٣١) نتائج اختبار (ت) لعينتين مرتبطتين لفحص دلالة الفرق بين التطبيقين القبلي والبعدي في مجال حب البحث والاكتشاف في تكنولوجيا النانو، وقيمة (η^2) .	١٣١

م	الجدول	الصفحة
٣٢	الجدول (٣٢) اختبار (كولموجروف - سميرنوف) لفحص اعتدالية التوزيع لأداة قياس الاتجاهات في مجال اختيار مهنة مستقبلية في تكنولوجيا النانو.	١٣٢
٣٣	الجدول (٣٣) نتائج اختبار (ت) لعينتين مرتبطتين لفحص دلالة الفرق بين التطبيقين القبلي والبعدي لأداة قياس الاتجاهات في مجال اختيار مهنة مستقبلية في تكنولوجيا النانو، وقيمة (η^2).	١٣٣
٣٤	الجدول (٣٤) اختبار (كولموجروف - سميرنوف) لفحص اعتدالية التوزيع بمجال الاتجاهات نحو مواكبة التطورات العلمية لتكنولوجيا النانو.	١٣٤
٣٥	الجدول (٣٥) نتائج اختبار (ت) لعينتين مرتبطتين لفحص دلالة الفرق بين التطبيقين القبلي والبعدي لأداة قياس الاتجاهات في مجال مواكبة التطورات العلمية لتكنولوجيا النانو، وقيمة (η^2).	١٣٤
٣٦	الجدول (٣٦) اختبار (كولموجروف - سميرنوف) لفحص اعتدالية التوزيع على المستوى الكلي لأداة قياس الاتجاهات نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو.	١٣٥
٣٧	الجدول (٣٧) نتائج اختبار (ت) لعينتين مرتبطتين لفحص دلالة الفرق بين التطبيقين القبلي والبعدي على المستوى الكلي لأداة قياس الاتجاهات، وقيمة (η^2).	١٣٦

الفصل الأول: مدخل البحث

تمهيد:

أولاً: مشكلة البحث وأسئلته.

ثانياً: أهداف البحث.

ثالثاً : أهمية البحث.

رابعاً: حدود البحث.

خامساً: مصطلحات البحث.

الفصل الأول: مدخل البحث

تمهيد:

يعيش العالم المعاصر ظاهرة التحولات والتطورات المعرفية والتكنولوجية السريعة، والتحول العقلائي التكنولوجي؛ وتستمد هذه التحولات والتطورات جذورها من منطق التفكير والبحث العلمي المنظم، وإسهامات وجهود العلماء في التطبيقات والمكتشفات العلمية المتجددة، وقد أدت هذه التحولات والتغيرات إلى تأثيرات عميقة في مظاهر الحياة وأنشطتها، وأصبحت القوة المعرفية والتكنولوجية أبرز الظواهر العلمية، وأهم دعائم القوة التنافسية العالمية، وأعظم مقومات التطورات الاقتصادية والاجتماعية والحضارية والسياسية. وتعدُّ تكنولوجيا النانو (Nanotechnology) من أبرز معالم التحولات والتطورات العلمية والتكنولوجية في القرن الحادي والعشرين، والتي أحدثت تحولاً عميقاً في البنية الأساسية للعلم والمعرفة والتكنولوجيا؛ فتطبيقات تكنولوجيا النانو اجتاحت كافة القطاعات الصناعية والإنتاجية، وحققت تفوقاً ملحوظاً في مجال الطب، والهندسة، والغذاء، والحاسبات والالكترونيات، والبيئة، والطاقة، والمياه. وقد فاقت كل ما توصلت إليه العلوم البشرية خلال العقود الأخيرة من هذا القرن وعلى وجه الخصوص في مجال الاتصالات والمعلومات؛ فتطبيقات تكنولوجيا النانو لا تقصر على مجال علمي معين كما يعتقد البعض، ولكنها تشمل كل المجالات العلمية والاقتصادية والتنموية، ليس ذلك فحسب؛ بل إن تكنولوجيا النانو أصبحت تلقي بكل ثقلها على أبعاد الحياة الثقافية، والاجتماعية، فكما أحدثت ثورة المعلومات والاتصالات تأثيراتها على مظاهر ومناشط حياة الأمم والشعوب في القرن العشرين، فإن تكنولوجيا النانو سيكون تأثيرها أكثر عمقاً وشمولية في القرن الحادي والعشرين، وستقود العالم إلى عصر جديدة من التطورات العلمية والتكنولوجية، وستحدث تحولات غير معهودة في كافة القطاعات والمنشآت المدنية والاجتماعية.

وفي ظل هذه التحديات والتوجهات العلمية والتكنولوجية الجديدة، ستواجه الأمة العربية والإسلامية مشكلات بالغة التعقيد، ومتنوعة الأبعاد والمجالات، تتطلب منها إعداد خطط استراتيجية، ورؤى مستقبلية نحو تكنولوجيا النانو وتوجهاتها الحالية والمستقبلية، واعتماد نظرة شاملة وتكاملية تشخص الواقع الحالي، وتحدد الأولويات، من خلال تأسيس البنية الأساسية لتكنولوجيا النانو، وبناء القدرات الذاتية، واستثمار الطاقات والإمكانات البشرية، والدعم المادي غير المحدود، وتعزيز التنمية العلمية والتكنولوجية للارتقاء بمجتمعاتها علمياً وتكنولوجياً، وبناء مجتمع تنموي قادر على الاستجابة والتفاعل الإيجابي مع التطورات التكنولوجية، وتجاوز الفجوات المعرفية والتقنية والهوة السحيقة بين الدول المتقدمة والدول النامية، والانفتاح العلمي المنضبط، والنفوذ إلى العلوم والتقانات الإبداعية في ضوء فلسفة المجتمع ومبادئه وقيمه الدينية والثقافية والاجتماعية، واحتياجاته ومتطلباته التنموية والاجتماعية والحضارية؛ فالتقدم التكنولوجي والحضاري مرهون بتصميم خطط وتبني مبادرات جادة تستهدف القيام بنهضة تنموية وتكنولوجية شاملة.

والمجتمع يعتمد في نهوضه وتطوره المعرفي والعلمي والتكنولوجي على التعليم ومؤسساته التربوية والتعليمية؛ فهو ركيزة من ركائز التنمية الاقتصادية والاجتماعية، وتنمية كوارده وطاقاته البشرية، وإكسابهم الخبرات الوظيفية والنوعية العلمية والتكنولوجية، وتنمية الاتجاهات العلمية السليمة نحوها، من خلال بناء وتصميم البرامج التعليمية التي تواكب التطورات العلمية والتكنولوجية، والعمل على تقويمها وتطويرها بشكل مستمر لتستوعب التطورات العلمية والمستجدات التقنية، وإيجاد البيئة التربوية والتعليمية المحفزة على الإبداع، والقادرة على اكتشاف الموهوبين والمبتكرين، واستثمار طاقاتهم وإبداعاتهم العلمية والتكنولوجية في تطوير المجالات التنموية للمجتمع، والإسهام في حل مشكلاته المتنوعة. وقد أكد مسلم وآخران (٢٠١٠م، ص ٦٤) أن نظمنا التعليمية لابد أن تكون قادرة على إعداد الأجيال التي تمتلك القدرة على إنتاج المعرفة والتقنية المتقدمة؛ فالدول المتطورة لم تقطع شوطاً بعيداً إلا من خلال أنبائها الذين استطاعوا أن يضيفوا إلى المعرفة تراكمات وتطورات واكتشافات علمية جديدة جيلاً بعد جيل، وهم الذين ابتكروا التقنية وأدخلوا عليها إبداعات جديدة. فامتلاك المعرفة المتقدمة، والتقنية المتطورة، أصبح سلاحاً وقوة هائلة، تضع الدول في مقدمة الصدارة، والتحكم والاستيعاب السياسي والاقتصادي والثقافي. وعدم الاهتمام بتكنولوجيا النانو، والوعي بها، وعدم بلوغ المنظومة العلمية والتقنية درجة التقدم الذي آلت إليه المنظومات في الدول المتقدمة والناهضة، وخاصة فيما يتعلق برعاية الابتكار، واندماجه في النسيج الاجتماعي والاقتصادي؛ سيؤدي إلى غيبوبة علمية تامة، وشلل تام في المنظومة العلمية والتقنية.

وجودة التعليم تتطلب منظومة تعليمية متقدمة ومتكاملة، قادرة على الاستجابة مع التطورات المعرفية والتكنولوجية، وتصميم برامج تعليمية، تقابل تلك التطورات وتتفاعل معها، ويتحدد فيها دور المعلم والطالب؛ لهذا فقد اتجهت كثير من الدول المتقدمة إلى تطوير سياساتها ونظمها التربوية والتعليمية، وبرامجها التعليمية والعلمية، لإعداد أجيال من العلماء والمهندسين والمتخصصين في تكنولوجيا النانو، وتدريبهم على المهارات الأساسية للتعامل مع معطياتها العلمية، وإكسابهم القدرات التي تمكنهم من المشاركة والمنافسة العالمية في علومها وتطبيقاتها العملية في مختلف مجالاتها العلمية.

واكتساب الطلاب للعمليات المعرفية المفاهيمية لتكنولوجيا النانو؛ يمثل عمق المعرفة العلمية لهذه التقنية المتقدمة، وأساساً منطقياً لفهم قوانينها ونظرياتها، والقدرة على إدراك طبيعتها وماهيتها، وفهم واستيعاب مبادئها وقواعدها الأساسية، وخصائصها، وعواملها، وعلاقاتها المتداخلة، وتطبيقاتها العلمية متنوعة المجالات، علاوة على إدراك الوعي بجدواها في تنمية المجتمع وتطويره وحل مشكلاته، وفهم مخاطرها وتأثيراتها الاقتصادية والاجتماعية، والأخلاقية، والبيئية والصحية، والطرق الآمنة للتعامل معها، وسبل الوقاية منها.

ويُعد تعليم وتدريب الطلاب على مفاهيم تكنولوجيا النانو مدخلاً علمياً مناسباً لتكوين اتجاهات علمية إيجابية نحوها، وإثارة دوافعهم للبحث والاطلاع، وتنمية قدراتهم الذاتية، وتحفيزهم على استقصاء واكتشاف

حقائقها العلمية، لابتكار معارف علمية جديدة؛ وتكوين الاتجاهات العلمية نحو تكنولوجيا النانو في وقت مبكر من حياتهم، والعمل على تنميتها بصفة مستمرة، يسهم في التغلب على المشكلات والصعوبات التي قد تواجههم عند محاولة التعرف عليها، وفهم طبيعتها، وإدراك مضامينها وتطبيقاتها العملية، كما أن عدم فهم وإدراك هذه المفاهيم والحقائق، قد يسهم في تكوين اتجاهات سلبية نحو تكنولوجيا النانو، وشعور الطلاب بأنها فوق قدراتهم واستعداداتهم العقلية؛ مما قد يسهم في عدم الاهتمام بها وإدراك قيمتها العلمية والتكنولوجية في تنمية المجتمع، وتطوير مجالاته المعرفية والعلمية، وأنشطته الاجتماعية والاقتصادية، فضلاً عن الإسهام في تكريس غياب الوعي التام بمخاطرها وتأثيراتها السلبية على الفرد والمجتمع.

لقد أدى الاهتمام بهذه القضايا والإشكاليات إلى التفكير في بناء برنامج تعليمي قائم على الوسائط المتعددة لإكساب طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي مفاهيم تكنولوجيا النانو، وتنمية اتجاهاتهم وميولهم العلمية الإيجابية نحوها؛ للإسهام في علاج هذه القضية المهمة، وتزويدهم بالمنطلقات الأساسية التي تمكنهم من التعامل والتفاعل مع معطياتها ومستجداتها بروح علمية إيجابية، وذهنية متفتحة، والقدرة على استثمارها لتنمية وتطوير مجتمعهم، والإسهام في حل مشكلاته المختلفة الأشكال والأبعاد والمضامين، ولا سيما أن طلاب المرحلة الثانوية، تُعقد عليهم آمالٌ وتطلعات مستقبلية كبيرة لقيادة وتطوير المجتمع علمياً وتكنولوجياً.

أولاً: مشكلة البحث وأسئلته:

فرضت التطورات العلمية والتكنولوجية الحديثة تحديات عالمية جديدة، وتحولات وتغيرات كان لها أبلغ الأثر على المؤسسات التربوية والتعليمية؛ فالنظام التربوي والتعليمي الحالي يواجه صعوبات بالغة التعقيد في التعامل مع معطيات التطورات العلمية والتكنولوجية، ويبدو أنه قد أصبح عاجزاً عن تقديم إجابات كافية ومقنعة، وتكوينات متماسكة البنيان، ومكانة جديدة، تسمح له بالاستمرار في عالم سريع التطور والتغير؛ فالأنساق التربوية تتصدع وتنهار دون هوادة تحت تأثيرات التطورات العلمية والتكنولوجية الحديثة.

والعالم المعاصر على أبواب عصر جديد، والتحول العقلاني التكنولوجي، فقد ظهر في الآونة الأخيرة مفاهيم تكنولوجية حديثة، وتقنيات متطورة، وتوجهات عالمية جديدة، تمثل تحدياً حقيقياً للعملية التربوية والتعليمية، يتحتم على المفكرين والقيادات التربوية الاهتمام بهذه التحديات والتغيرات، والاضطلاع بدورهم التربوي والتعليمي الحقيقي في تهيئة وإعداد المتعلمين بما ينسجم مع الاحتياجات والمتطلبات التي يفرضها عصر التكنولوجيا والمعلومات، والتقنية متناهية الصغر، وتنمية قيم الوعي لديهم، والارتقاء بمستوى ثقافتهم العلمية والتكنولوجية، وإكسابهم المفاهيم والخبرات والاتجاهات العلمية الإيجابية التي تتلاءم مع قدراتهم واستعداداتهم المعرفية والمهارية والوجدانية، والتفاعل مع معطيات التطورات العلمية والتكنولوجية بروح علمية، وذهنية متقدمة، والاستفادة منها في تطوير إمكاناتهم وقدراتهم، وتنمية مجتمعهم في مختلف مجالات الحياة، والوعي التام

بمخاطرها الاجتماعية والاقتصادية؛ حينما لا توظف بالطرق العلمية السليمة في خدمة المجتمع الإنساني وحل مشكلاته، وتلبية احتياجاته ومتطلباته.

وأصبح تطوير البرامج التعليمية، وتنمية وتدريب الكوادر البشرية على تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها العملية في مختلف المجالات العلمية، مطلباً تكنولوجياً بالغ الأهمية والتأكيد، وضرورة تربوية وتعليمية تفرضها تحديات وتطورات المرحلة الراهنة، فقد بدأت الدول المتقدمة بإعادة النظر في برامجها التعليمية؛ لتضمن مخرجات تعليمية عالية الكفاءة؛ تستجيب وتتفاعل مع التطورات العلمية لتكنولوجيا النانو، وتصميم برامج تعليمية وتدريبية لتطوير القوى العاملة لتلبية احتياجات ومتطلبات تكنولوجيا النانو في المرحلة الراهنة والمستقبلية، وبرامج علمية أخرى لتوعية وتثقيف مجتمعاتها بتكنولوجيا النانو وأهميتها في تطوير وتنمية المجتمع في شتى المجالات العلمية والمعرفية والاجتماعية، والاقتصادية، والتفكير الجاد في دمج تكنولوجيا النانو ضمن المناهج التعليمية في جميع المراحل التعليمية؛ بهدف تكوين قواعد وأسس علمية راسخة تساعد الطلاب على التعامل مع تكنولوجيا النانو، ومكتشفاتها العلمية الحديثة، وفهم التأثيرات الكامنة للقضايا السياسية، والاجتماعية، والأخلاقية، والصحية، والبيئية المحتملة المترتبة عليها، وترصد الميزانيات الضخمة لتطوير هذه البرامج بصفة مستمرة، وفي هذا الصدد يشير براديب (٢٠١٠م، ص ٤٦٣) إلى أن العالم الأكاديمي العالمي في الدول المتقدمة، بدأ يستجيب في السنوات الأخيرة لظاهرة النانو، ويبادر بتهيئة الكوادر البشرية للفرص المستقبلية القادمة في عالم النانو؛ وذلك من خلال توفير مناهج متعددة التخصصات بحيث تستكمل البحث في العلوم الأساسية بدورات تخصصية في علوم النانو، وعلوم تصنيع المواد والبيولوجيا الجزيئية، بالإضافة إلى تبني التعليم والتدريب المستمرين في هذه المجالات.

ويؤكد فلاديمير وآخرون (٢٠١١م، ص ١٢) ضرورة أن يتصدى التعليم الحديث للجوانب المتغيرة للعلوم النانوية، والتقانة النانوية، كما ينبغي تدريب أجيال جديدة من الباحثين والتقنيين والمهندسين في المجالات النانوية الجديدة.

وسعت بعض الجامعات المتقدمة إلى وضع العديد من المقررات والبرامج الأكاديمية للنهوض بهذه التقنية من خلال دمجها في المقررات الدراسية مثل: أقسام الهندسة الكيميائية، والهندسة الكهربائية، وهندسة الحاسب الآلي. (ابن صادق، ١٤٣٤هـ، ص ٨٠).

وتعكس الحاجة التربوية في الوقت الحالي تحولاً في الفكر والممارسة، وتغييراً جذرياً في الرؤى والاستراتيجيات التربوية مع الأخذ بعين الاعتبار التطورات والتغيرات المستقبلية التي يفرضها التقدم العلمي والتكنولوجي في جميع مجالات النشاط الإنساني، وتطوير نوعي ملحوظ في بناء المناهج وتقييمها، وصياغة أهداف تعليمية جديدة، وتقديم خبرات عميقة وواقعية، ومهارات علمية متقدمة، تتلاءم مع احتياجات واستعدادات الطلاب، وتنسجم مع تطلعات المجتمع، وتستجيب للمفاهيم العلمية والتكنولوجية الحديثة،

ووتفاعل مع التحديات التكنولوجية السريعة، والتوجهات التربوية المستقبلية، والتحولات المجتمعية المعرفية والمعلوماتية الاقتصادية.

وبالرغم من التحولات والتطورات التي تفرضها التطورات العلمية والتكنولوجية على الساحة التربوية، إلا أن العملية التربوية بما تنطوي عليه من نظم وتوجهات ما زالت بعيدة عن حقل البحث العلمي، والرصد والتحليل لتأثيرات هذه الظاهرة العلمية على جميع أصعدة ومستويات عناصر المنظومة التربوية التعليمية؛ الأمر الذي قد يترتب عليه تداعيات وانعكاسات خطيرة على الفرد والمجتمع، واتساع وعمق الفجوة المعرفية والتكنولوجية بين المجتمعات المتقدمة والمجتمعات النامية، وانفصال هذه المجتمعات عن مواكبة التقدم العلمي والتكنولوجي؛ فقد حذرت منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة - اليونسكو (UNESCO) من خلال لجنة تضم (٢٦) خبيراً من جميع التخصصات العلمية أطلق عليها الكومست (COMEST) أو اللجنة العالمية لأخلاقيات المعارف العلمية والتكنولوجية، من اتساع الفجوة المعرفية المتوقع حدوثها في علم وتقنيات تكنولوجيا النانو بين دول الشمال المتقدم ودول الجنوب النامي، وعلى وجه الخصوص الدول العربية، وما قد يترتب عليها من آثار سلبية جسيمة سياسية واقتصادية واجتماعية وأخلاقية. (الاسكندراني، ٢٠١٠م [ج]).

وقد حظيت تكنولوجيا النانو باهتمام عالمي متنامٍ ومطرد في الدول المتقدمة؛ حيث لاحظت كولفين المشار إليها في ليندا وواد (٢٠٠٧م، ص ٥١) إلى أن عدد الدراسات التي تناولت تكنولوجيا النانو قد زاد من صفر في عام (١٩٩٠م) إلى (٢٠٠٠) دراسة تقريباً في عام (٢٠٠٥م).

وتحتل تكنولوجيا النانو قائمة الاهتمامات العلمية والبحثية من قبل جميع دول العالم المتقدم؛ حيث قامت (٥٢) دولة ما بين عامي (٢٠٠٠م - ٢٠٠٩م) بتأسيس (٢٤٤٦٨) برنامجاً ووحدات بحثية، وأكاديمية، ومعاهد بحوث، ومراكز تميز. (الاسكندراني، ٢٠١٠م، ص ٢٧٦).

ومن أبرز ظواهر الاهتمام العالمي بتكنولوجيا النانو؛ الميزانيات الضخمة التي ترصدها الدول المتقدمة في هذا المجال؛ لهذا يشير مسلم وآخران (٢٠١٠م، ص ٢٠٧) إلى أن تمويل اليابان لبحوث تكنولوجيا النانو وصل إلى بليون دولار، أما في الولايات المتحدة الأمريكية فقد وصل عدد العلماء إلى (٤٠٠٠٠) عالم أمريكي لديهم القدرة على العمل في هذا المجال، بينما تقدر الميزانية المخصصة لهذا العلم بترليون دولار حتى عام (٢٠١٠م). ويقدر الدعم المالي من قبل الاتحاد الأوروبي لتكنولوجيا النانو لعام ٢٠٠٣م بحوالي (١٠٣١،٣٨) مليون يورو. (ابن صادق، ١٤٣٤هـ، ص ١٣).

وثمة مشكلات وتحديات أخرى خطيرة تواجه العالم العربي في ظل تطورات تكنولوجيا النانو، ومكتشفاتها العلمية الحديثة في مختلف المجالات العلمية، من ضمنها تلك المشكلات التي رصدها الاسكندراني (٢٠١٠م، [ج]) ومنها: عدم الاهتمام بتوفير مناهج حديثة ومشوقة في مواد العلوم الأساسية لطلاب المرحلة الأساسية، وانخفاض مستوى المعلمين، وعدم قدرتهم على توصيل الحقائق العلمية الأساسية، بأسلوب علمي

مناسب يتوافق مع إمكانات الطلاب في هذه المرحلة، وتدني مستوى المعامل المدرسية في كثير من أقطار الدول العربية، وعدم إتاحة الفرصة للطلاب بإجراء التجارب العملية، وعدم إدراج علم تكنولوجيا النانو ضمن مراحل التعليم الأساسية والجامعات في معظم الدول العربية، وقلة عدد العلماء والباحثين المتخصصين في علم تكنولوجيا النانو، ودخول فئة غير متخصصة في هذا المجال من باب الواجهة الأكاديمية، وضعف المخصصات المالية الخاصة بتطوير المعامل، وتجهيز وتوصيف مواد تكنولوجيا النانو، وقصور دور الشركات وقطاع الأعمال الخاص عن تمويل الأبحاث العلمية الخاصة بتكنولوجيا النانو، وعدم الاستفادة من المخرجات البحثية للعلماء الوطنيين، والتشكيك في الدور الذي يمكن أن تلعبه تكنولوجيا النانو في تعزيز الاقتصاد الوطني، وعدم اهتمام أفراد المجتمع المدني بما يجري من بحوث علمية داخل مؤسساته الأكاديمية والبحثية الوطنية؛ علاوة على غياب ثقافة الإبداع والاختراع لدى الباحثين، وهجرة العقول المتخصصة في الأنشطة البحثية في تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها العلمية إلى دول العالم المتقدم.

كما تُشكل هذه التحديات والتحويلات العلمية والتكنولوجية المتسارعة قلقاً متزايداً لدى القيادات التربوية والتعليمية، وهاجساً اجتماعياً مؤرقاً لدى المجتمع بمختلف شرائحه وخلفياته الفكرية والثقافية والعلمية والاجتماعية؛ فقد أصبحت قضية تكنولوجيا النانو من أهم القضايا الجدلية المطروحة على الساحة التربوية والتعليمية، والإعلامية، والندوات والمؤتمرات العلمية، فالبرغم من الأهمية الكبيرة لتكنولوجيا النانو، وتأثيراتها المحتملة على مختلف مظاهر الحياة وأنشطتها، ومناداة كثير من العلماء والخبراء المتخصصين في تكنولوجيا النانو بضرورة الاهتمام بهذا المجال العلمي الحديث، وتوعية المتعلمين وتدريبهم على تكنولوجيا النانو لضمان تفاعلهم الإيجابي معها، وضرورة استيعاب المناهج واستجابتها لتطورات تكنولوجيا النانو، والتأثيرات الكامنة المصاحبة لها، وبالرغم كذلك من المحاولات الأخيرة لتطوير مناهج المواد العلمية للتعليم الثانوي، وتحسين مخرجاتها التعليمية، إلا أنها ما زالت بعيدة عن استيعاب التطورات العلمية لتكنولوجيا النانو؛ إذ لم يطرأ عليها أي تطوير يستوعب تلك المستجدات والتطورات المعرفية والعلمية والتكنولوجية، فبعد استقصاء مناهج المواد العلمية، الكيمياء، والفيزياء، والأحياء، والحاسب الآلي لعام (١٤٣٣هـ) لنظام المقررات الدراسية أو المطورة، لا توجد أي إشارة أو دلالة علمية على استجابتها لظاهرة تكنولوجيا النانو، ومكتشفاتها العلمية، وتأثيراتها المحتملة على المجتمع، والقضايا الأخرى المصاحبة لها، في الوقت الذي تؤكد فيه الاتجاهات التربوية والتعليمية الحديثة ضرورة استيعاب المناهج الدراسية لتطورات تكنولوجيا النانو، وتعليم الطلاب لمفاهيمها، وفهم طبيعتها، وتدريبهم على تطبيقاتها العملية، وتهيئة البيئة التربوية والتعليمية المحفزة على الإبداع والابتكار، وتوفير الأدوات والأجهزة المساعدة في الاكتشافات العلمية لتكنولوجيا النانو، وتدريبهم على المهارات البحثية في تكنولوجيا النانو.

ونظراً لما تشكله تكنولوجيا النانو من تحديات وإشكاليات وضغوط ملحة على المملكة العربية السعودية في المرحلة الراهنة والمستقبلية؛ فقد أكد البرنامج الوطني للتقنية المتناهية الصغر؛ تعزيز التربية والتعليم من خلال

تعليم التقنية متناهية الصغر، ووضع البرامج المناسبة لتعريف الطلاب في مختلف الأعمار بهذه التقنية المتقدمة، ووضع برامج علمية لتوعية العامة بها. (مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية، د - ت، على الموقع الإلكتروني: www.kacst.edu.sa . تاريخ الإتاحة : ١٤٣٢/٨/٥هـ).

كما أوصى المشاركون في المؤتمر الدولي لتقنيات صناعة النانو: (التقنية الرائدة في القرن الحادي والعشرين) الذي نظّمته جامعة الملك سعود، بإدخال تقنية النانو في المناهج الدراسية في المراحل الأولية؛ لما لهذه التقنية من مستقبل مأمول باعتبارها من أهم مميزات تقنية المستقبل، وأكد على ضرورة الاهتمام بالعنصر البشري باعتباره الركيزة الأساسية في التنمية الاقتصادية والاجتماعية، كما أوصى بضرورة الاهتمام والاستثمار في البنية التحتية لتقنية النانو؛ لتكون الأساس المتين للمستقبل، والركيزة الأساسية للمستقبل التقني في شتى مجالات الحياة الاقتصادية، والاجتماعية، كما أكد استمرارية العمل في مجال النانو، والتحفيز والتشجيع المادي والمعنوي لكل مشاريع النانو المستقبلية. (جامعة الملك سعود، ١٤٣٠هـ).

وقد أسهم في تكريس هذه الإشكالية بعض القضايا الأخرى؛ المتمثلة في وجود بعض الصعوبات التي تواجه طلاب المرحلة الثانوية، فمن خلال المقابلات التي أجريت مع بعض الطلاب، لوحظ أن هناك مشكلات تتمثل في صعوبة فهم التطورات العلمية والتكنولوجية الحديثة، وكيفية التعامل معها، ولاسيما تكنولوجيا النانو لما يكتنفها من غموض، وفهم غير واضح لدى الطلاب من حيث مفاهيمها، وماهيتها، وأدواتها وتقنياتها، وخصائصها، وتطبيقاتها العملية في مختلف المجالات، ومخاطرها الاقتصادية، والاجتماعية، والأخلاقية، والبيئية، والصحية، هذا بالإضافة إلى ضعف اهتمام المدرسة بتكوين الاتجاهات العلمية الإيجابية لدى الطلاب نحو هذه التقنيات والتطورات التكنولوجية، وذلك للافتقار إلى البرامج والأنشطة التعليمية التي تسهم في إكسابهم الوعي العلمي، والثقافة العلمية الرصينة لهذه التقنية المتقدمة، ودورها في تطوير المجتمع، والعمل على تنمية الاتجاهات الإيجابية نحوها.

ومن أهم أولويات المرحلة الراهنة، لمواجهة التحديات والتطورات العلمية لتكنولوجيا النانو؛ عملية تشخيص الواقع الحالي بالأبحاث والدراسات النظرية والتطبيقية لاستقصاء أبعاد هذه الظاهرة المثيرة للقلق؛ لتقديم تصورات علمية واضحة، ورؤى تربوية ناضجة، واستراتيجيات تربوية متقدمة، تسهم في وضع الآليات المناسبة للتفاعل الإيجابي والمستمر مع معطيات التقدم العلمي لتكنولوجيا النانو، وآلية لتنمية القدرات الإبداعية والابتكارية لدى الطلاب، والارتقاء بمستوياتهم العلمية والفكرية لمواكبة الاجتياح المذهل للتطور النانوتكنولوجي، والانطلاق بهم نحو الآفاق العلمية والحضارية.

وفي إطار هذه القضايا والإشكاليات التي تواجه العملية التعليمية والتربوية، وندرة الدراسات العربية التي تبحث في مجال تكنولوجيا النانو، وترصد ما تحدثه من تحولات وتأثيرات عميقة على مختلف الأنظمة التربوية والتعليمية؛ اقتضت الحاجة التربوية والتعليمية الملحة، إجراء البحث الحالي الذي قد يسهم في طرح بعض

الحلول لهذه المشكلة، والحد من تداعياتها ومخاطرها المستقبلية على الفرد والمجتمع؛ وبصياغة أكثر دقة وتحديدًا، فإن السؤال الإشكالي الرئيس الذي يستهدف البحث الحالي الإجابة عليه؛ يتمثل في السؤال المحوري الآتي:

ما فعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة في إكساب طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي مفاهيم تكنولوجيا النانو، وتنمية اتجاهاتهم نحوها ؟

هذا السؤال الجوهرى يقتضى طرح التساؤلات الفرعية الآتية:

١- ما البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة لإكساب طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي مفاهيم تكنولوجيا النانو ؟

٢- ما فعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة في إكساب طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي مفاهيم تكنولوجيا النانو عند مستوى التذكر ؟

٣- ما فعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة في إكساب طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي مفاهيم تكنولوجيا النانو عند مستوى الفهم ؟

٤- ما فعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة في إكساب طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي مفاهيم تكنولوجيا النانو عند مستوى التحليل ؟

٥- ما فعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة في إكساب طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي مفاهيم تكنولوجيا النانو على المستوى الكلى للاختبار التحصيلي ؟

٦- ما فعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة في تنمية اتجاهات طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو في مجال القدرة على اكتساب مفاهيم تكنولوجيا النانو ؟

٧- ما فعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة في تنمية اتجاهات طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو في مجال الاستمتاع العلمي والمعرفي بتعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو ؟

٨- ما فعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة في تنمية اتجاهات طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو في مجال تقدير الاهتمام بتعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو ؟

٩- ما فعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة في تنمية اتجاهات طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو في مجال تقدير أهمية تعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو ؟

١٠- ما فعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة في تنمية اتجاهات طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو في مجال حب البحث والاكتشاف في تكنولوجيا النانو ؟

١١- ما فعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة في تنمية اتجاهات طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو في مجال اختيار مهنة مستقبلية في تكنولوجيا النانو ؟

١٢- ما فعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة في تنمية اتجاهات طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو في مجال مواكبة التطورات العلمية لتكنولوجيا النانو ؟

١٣- ما فعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة في تنمية اتجاهات طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو على المستوى الكلي لأداة قياس الاتجاهات ؟

وفي ضوء المنهجية المتبعة للبحث، وللإجابة على أسئلة البحث تم صياغة فرضيات البحث بعد مراجعة الإطار النظري والدراسات السابقة ص ٨٢.

ثانياً: أهداف البحث:

يسعى البحث الحالي إلى تحقيق الأهداف التالية :

- ١- بناء برنامج تعليمي قائم على الوسائط المتعددة لإكساب طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي مفاهيم تكنولوجيا النانو.
- ٢- بناء قائمة بمفاهيم تكنولوجيا النانو تتلاءم مع قدرات واستعدادات طلاب الصف الثاني الثانوي.
- ٣- استقصاء فعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة في إكساب طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي مفاهيم تكنولوجيا النانو عند مستوى التذكر.
- ٤- استقصاء فعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة في إكساب طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي مفاهيم تكنولوجيا النانو عند مستوى الفهم.
- ٥- استقصاء فعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة في إكساب طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي مفاهيم تكنولوجيا النانو عند مستوى التحليل.
- ٦- استقصاء فعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة في إكساب طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي مفاهيم تكنولوجيا النانو على المستوى الكلي للاختبار التحصيلي لمفاهيم تكنولوجيا النانو.
- ٧- الكشف عن فعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة في تنمية اتجاهات طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو في مجال القدرة على اكتساب مفاهيم تكنولوجيا النانو.
- ٨- الكشف عن فعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة في تنمية اتجاهات طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو في مجال الاستمتاع العلمي والمعرفي بتعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو.
- ٩- الكشف عن فعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة في تنمية اتجاهات طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو في مجال تقدير الاهتمام بمفاهيم تكنولوجيا النانو.
- ١٠- الكشف عن فعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة في تنمية اتجاهات طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو في مجال تقدير أهمية تعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو.

- ١١- الكشف عن فعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة في تنمية اتجاهات طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو في مجال حب البحث والاكتشاف في تكنولوجيا النانو.
- ١٢- الكشف عن فعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة في تنمية اتجاهات طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو في مجال اختيار مهنة مستقبلية في تكنولوجيا النانو.
- ١٣- الكشف عن فعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة في تنمية اتجاهات طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو في مجال مواكبة التطورات العلمية لتكنولوجيا النانو.
- ١٤- الكشف عن فعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة في تنمية اتجاهات طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو على المستوى الكلي لأداة قياس الاتجاهات.
- ثالثاً: أهمية البحث:**

- يكتسب البحث الحالي أهميته من الدور الذي يمكن أن يؤديه من خلال ما يأتي:
- ١- طرح رؤية تربوية وتعليمية تتلاءم مع التطورات العلمية والتكنولوجية الحديثة، وتتسق مع الرؤية التعليمية المستقبلية العالمية لتطوير منظومة التعليم الثانوي، قد تفيد الخبراء والمعلمين بتطوير المناهج لوضع الخطط والاستراتيجيات المناسبة لتضمن مفاهيم تكنولوجيا النانو مناهج المرحلة الثانوية (المواد العلمية) ومنها: الكيمياء، والفيزياء، والأحياء، والحاسب الآلي، والرياضيات، بما يتلاءم مع قدرات واستعدادات طلاب المرحلة الثانوية، وينمي ميولهم واتجاهاتهم العلمية نحوها؛ بهدف إعداد جيل واعٍ من الطلاب المبدعين والمبتكرين في تكنولوجيا النانو وعلومها المتنوعة، وتلبية مطالب واحتياجات سوق العمل المستقبلية من الكوادر المتخصصة في تكنولوجيا النانو، وتزويدهم بالمعارف والمهارات العلمية لتكنولوجيا النانو، التي تمكنهم من الاستفادة من معطيات تكنولوجيا النانو، وتوظيفها في تنمية وتطوير مجتمعهم، والقدرة على المنافسة العالمية في هذا المجال العلمي الجديد.
- ٢- تقديم إضافة علمية جديدة للدراسات في مجال تخصص تقنيات التعليم، تتناول موضوعاً يحظى باهتمام علمي كبير على المستويين العالمي والمحلي من قبل العلماء والمفكرين والتربويين؛ ربما يساهم في تغطية النقص في الأبحاث والدراسات العربية في تكنولوجيا النانو ذات الصلة الوثيقة بالمجال التربوي والتعليمي.
- ٣- طرح قضايا وأفكار علمية جديدة في تكنولوجيا النانو يمكن تناولها بالأبحاث والدراسات الوصفية أو التجريبية من قبل الباحثين والدارسين في مجال تقنيات التعليم، وطرق تدريس العلوم، ولفت أنظارهم لمجالات علمية خصبة، جديدة بالبحث والاستقصاء العلمي الدقيق؛ مما قد يساهم في تطوير مخرجات العملية التربوية والتعليمية على مستوى النظرية والتطبيق من جهة، ومن جهة أخرى الارتقاء بنوعية وجود الأبحاث والدراسات التربوية في تقنيات التعليم.

٤- تكوين منظومه فكرية مفاهيمية نانوتكنولوجية متسقة، وقواعد علمية رصينة تسهم في تنمية الوعي العلمي والتكنولوجي لدى طلاب المرحلة الثانوية بأهمية تكنولوجيا النانو في التطورات العلمية والتقنية الحاضرة والمستقبلية، وتأثيراتها الإيجابية في مختلف جوانب الحياة السياسية، والاقتصادية، والاجتماعية، والتكنولوجية، وتكوين رؤية علمية لديهم تجاه مخاطرها وآثارها الاجتماعية، والأخلاقية، والصحية، والبيئية التي قد تحدث نتيجة للقصور في إدارتها، وتقنين ضوابط إنتاج مواد تكنولوجيا النانو وطرق استخدامها.

٥- تكوين اتجاهات علمية إيجابية لدى طلاب المرحلة الثانوية نحو تكنولوجيا النانو، وتهيئتهم للتخصصات العلمية المستقبلية في تكنولوجيا النانو وعلومها المتنوعة مثل: (الفيزياء، والكيمياء، والأحياء، والرياضيات، والهندسة، والطب، والغذاء، والحاسبات الالكترونية، والطاقة المتجددة، والبيئة) التي سوف يعتمد عليها سوق العمل في المستقبل، وتلبية الاحتياجات المستقبلية من الكفاءات الوطنية المؤهلة والمدرّبة على مهارات التفكير النانوتكنولوجي، والمهارات العلمية والتطبيقية لتكنولوجيا النانو.

٦- يقدم البحث أداتي قياس جديدتين وهما: اختبار تحصيلي لمفاهيم تكنولوجيا النانو، وأداة قياس اتجاهات الطلاب نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو، يمكن أن يستفاد منهما في إجراء دراسات أخرى في المجال التربوي والتعليمي لتكنولوجيا النانو، أو تطويرهما بما يتلاءم مع توجهات وغايات تلك الدراسات المستقبلية المستهدف إجراؤها.

٧- تقدم قائمة جديدة بالمفاهيم الأساسية لتكنولوجيا النانو محكمة من قبل الخبراء والمتخصصين في تقنيات التعليم، وطرق تدريس العلوم، يمكن أن تفيد في إجراء دراسات وبحوث علمية أخرى في مواد العلوم في المرحلة المتوسطة أو الثانوية.

٨- تصميم برمجية وسائط متعددة جديدة تسهم في إكساب طلاب الصف الثاني الثانوي مفاهيم تكنولوجيا النانو بيسر وسهولة.

رابعاً: حدود البحث:

تحدد نتائج البحث الحالي في إطار الحدود الآتية:

١- اقتصر البحث الحالي على برنامج تعليمي قائم على الوسائط المتعددة، لبعض مفاهيم تكنولوجيا النانو، التي تم اختيارها من مجال الأدب التربوي والدراسات في تكنولوجيا النانو.

٢- اقتصر البحث الحالي على استقصاء فعالية العامل المستقل (البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة) في العاملين التابعين: (إكساب طلاب الصف الثاني الثانوي مفاهيم تكنولوجيا النانو) و (تنمية اتجاهاتهم العلمية نحوها).

٣- اقتصر البحث الحالي على عينة عشوائية من طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي بثانوية الحرمين بمدينة الطائف التعليمية التابعة لوزارة التربية والتعليم والمنتظمين في الدراسة خلال الفصل الدراسي الثاني للعام الدراسي ١٤٣٢ - ١٤٣٣ هـ.

٤- اقتصر البحث الحالي على المنهج الوصفي التحليلي للإجابة على السؤال الأول، وبناء الإطار النظري، والمنهج شبه التجريبي لمجموعتين مرتبطتين؛ للإجابة على الأسئلة المرتبطة بفرضيات البحث.

٥- اقتصر البحث الحالي على الأدوات التالية:

أ - قائمة بمفاهيم تكنولوجيا النانو محكمة من قبل الخبراء والمتخصصين في تقنيات التعليم، وطرق تدريس العلوم.

ب - اختبار تحصيلي لمفاهيم تكنولوجيا النانو لقياس تحصيل الطلاب عند المستويات المعرفية: (التذكر، الفهم، التحليل).

ج - أداة قياس اتجاهات طلاب الصف الثاني الثانوي علمي نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو.

خامساً: مصطلحات البحث:

يعتمد البحث الحالي على جملة من المصطلحات التربوية والعلمية الأساسية الآتية:

١- الفعالية (Effectiveness):

عُرِّفَت الفعالية في الأدبيات بتعريفات متباينة ومتنوعة، ومن جملة تلك التعريفات النماذج التالية:

يُعرَّف كل من شحاته والنجار (٢٠٠٣ م) الفعالية بأنها: " مدى الأثر الذي يمكن أن تحدثه المعالجة التجريبية باعتبارها متغيراً مستقلاً في أحد المتغيرات التابعة " ص ٢٣ .

وتأييداً لهذا الاتجاه، يرى محمد (٢٠١٠م، ص ٣١) أن كلمة فعالية تستخدم للدلالة على قدرة البرنامج المستخدم على أن يحدث أو لا يحدث تغييرات معينة في اتجاه معين تبعاً لمعايير محددة مسبقاً، وتقاس هذه الفعالية بتحقيق الأهداف التي تمثل في جوهرها تعديلاً في السلوك.

ويمكن تعريف الفعالية إجرائياً بأنها: الأثر الذي يعزى للبرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة في إكساب طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي مفاهيم تكنولوجيا النانو، وتكوين اتجاهات إيجابية نحوها، ويتم تحديده إحصائياً بحساب الدلالة العملية (Significant) عن طريق استخدام معادلة إيتا تربيع (η^2) لكل من الاختبار التحصيلي لمفاهيم تكنولوجيا النانو، وأداة قياس اتجاهاتهم نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو.

٢. البرنامج التعليمي (Instruction Program):

ثمة تعريفات عديدة للبرنامج في معاجم المصطلحات التربوية والنفسية بتعريفات متقاربة في معناها ومدلولها تبعاً لغاياته، ومجالات استخداماته، ومن أهم تلك التعريفات ما يلي:

يُعرّف صبري (٢٠٠٣م) البرنامج بأنه: " مجموعة إجراءات وخطوات وتعليمات وقواعد يتم اتباعها لنقل خبرات محددة مقروءة، أو مرئية، أو مباشرة، أو غير مباشرة، تعليمية، أو ترفيهية، أو تثقيفية؛ وذلك لفرد، أو مجموعة أفراد، أو جمهور كبير في مكان واحد، أو أماكن متفرقة لتحقيق أهداف محددة ". ص ١٥٢ .

ويتسم هذا التعريف بالعمومية، فلم يحدد نوع البرنامج أو مجال استخدامه، ولكنه وضح أن للبرنامج أهدافاً يسعى لتحقيقها.

بينما صاغ كل من سمارة والعديلي (٢٠٠٧م) التعريف التالي: " هو جزء من المنهج الذي يتضمن مجموعة من الخبرات التعليمية تقدم لمجموعة من المتعلمين؛ لتحقيق أهداف تعليمية خاصة في فترة زمنية محددة ". ص ٤٨ .

ومن التعريفات المهمة للبرنامج التعليمي؛ تعريف إبراهيم (٢٠٠٩ م) الذي عرفه بأنه: " طريقة تربوية منهجية تقوم على أسس تجريبية، تستهدف وضع نظام في عرض المعلومات والمفاهيم مع توفير الأنشطة المناسبة لضمان نجاح البرنامج ". ص ١٩٥ .

ويمكن تعريف البرنامج التعليمي لمفاهيم تكنولوجيا النانو بأنه: منظومة تعليمية متكاملة مصممة في ضوء مجموعة من عناصر الوسائط المتعددة التي تستهدف إكساب طلاب الصف الثاني الثانوي مفاهيم تكنولوجيا النانو، بما يتناسب مع قدراتهم واستعداداتهم، وتنمية اتجاهاتهم الإيجابية نحوها، للارتقاء بوعيهم وثقافتهم العلمية والتكنولوجية، وتطوير مهاراتهم وقدراتهم العلمية، لتوظيفها في تنمية وتطوير مجتمعاتهم في مختلف المجالات العلمية والتكنولوجية.

٣- الوسائط المتعددة (Multimedia):

عرفت الوسائط المتعددة بتعريفات عديدة ومتنوعة، ومن بين هذه التعريفات ما يأتي:

يُعرّف الحيلة (٢٠٠٤م، ص ١٢) الوسائط المتعددة بأنها: استعمال وسيطين أو أكثر لعرض المعلومات، ويمكن أن تتضمن هذه الوسائل رسوماً ثابتة، أو متحركة، أو صوتاً، ونحوها.

ويتميز هذا التعريف بتحدد الغاية من الوسائط المتعددة بالإضافة إلى تحديد عناصرها.

بينما يُعرفها فرجون (٢٠٠٤م، ص ١٢٢) بأنها: منظومة تعليمية تتكون من مجموعة من المواد التي تتكامل مع بعضها، وتتفاعل تفاعلاً وظيفياً في برنامج تعليمي لتحقيق أهدافه، وتنظم هذه الوسائط في ترتيب متتابع محكم يسمح لكل طالب أن يسير في البرنامج التعليمي وفق إمكانياته وقدراته الخاصة، بشكل نشط وإيجابي.

وأبرز ما في هذا التعريف تركيزه على تصميم الوسائط وفق إمكانيات واستعدادات المتعلم، ودوره في عملية التعلم.

ولتحديد تعريف دقيق وشامل للوسائط المتعددة يعرف سرايا (٢٠٠٩م) الوسائط المتعددة بأنها: "مجموعة من العناصر الكمبيوترية المتفاعلة التي تتكامل معاً لعرض المحتوى التعليمي لأي مقرر دراسي على هيئة نصوص مكتوبة أو مسموعة، وصوت ومؤثرات موسيقية، ورسوم خطية ومتحركة، وصور ثابتة ومتحركة داخل مواقف التعليم المفرد والجماعي لإحداث التعلم " . ص ٧٣ .
وأهم ما في هذا التعريف أنه ركز على التفاعل والتكامل بين عناصر الوسائط المتعددة، وتحديد الغاية منها.

ويمكن تعريف الوسائط المتعددة للبرنامج التعليمي لمفاهيم تكنولوجيا النانو بما يتلاءم مع طبيعة البحث الحالي، بأنها: منظومة تعليمية قائمة على مجموعة من وسائط الاتصال التفاعلية (النصوص، الصور، الرسوم، والأشكال، والحركة، واللون، ومقاطع فيديو) المصممة وفق نسق تعليمي منظم، تستهدف تعزيز تفاعل الطلاب مع البرنامج التعليمي لإكسابهم الخبرات التعليمية المتعلقة بمفاهيم تكنولوجيا النانو، وتنمية اتجاهاتهم العلمية الإيجابية نحوها.

٤- المفاهيم (Concepts):

تناولت أدبيات المجال التربوي المفاهيم بتعريفات متنوعة غير أنها متقاربة في معناها ومدلولها العلمي، ومن أهم تلك التعريفات ما يلي:
عرّف كلوزماير (Klausmeier) المشار إليه في (القطامي ونايفة القطامي، ٢٠٠١م) المفهوم بأنه: " مجموعة من الاستدلالات الذهنية المنظمة التي يكونها المتعلم من الأشياء أو الأحداث المتوافرة في البيئة ".
ص ١٢٥ .

وفي هذا الاتجاه يُعرّف إبراهيم (٢٠٠٩م) الاتجاه بأنه: " تصور عقلي مجرد في شكل رمز، أو كلمة، أو جملة، يستخدم للدلالة على شيء أو موضوع أو ظاهرة علمية معينة، ويتكون نتيجة ربط الحقائق ببعضها البعض وإيجاد العلاقات القائمة بينها " . ص ٩٤٩ .
وأبرز ما في هذا التعريف أنه يشير إلى كيفية تكوين المفهوم من خلال ربط الحقائق ببعضها، وإيجاد العلاقات التي تربط بين هذه الحقائق.

ويمكن تعريف المفاهيم بأنها: مجموعة العمليات العقلية الاستدلالية المتعلقة بمفاهيم تكنولوجيا النانو، تجمع بينها خصائص وعلاقات علمية مشتركة، يكتسبها أفراد عينة البحث من خلال تفاعلهم مع أحداث وعمليات البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة.

٥- تكنولوجيا النانو (Nanotechnology):

مفهوم تكنولوجيا النانو من المفاهيم العلمية الحديثة التي يصعب تحديدها بدقة؛ لهذا تباينت وتعددت تعريفات تكنولوجيا النانو تبعاً لأغراضها ومجالات استخدامها، وأنواع البحوث النظرية والتطبيقية التي

استخدمت فيها؛ فمصطلح النانو في الأصل مشتق من كلمة يونانية قديمة تعني القزم (nanos) ويمثل النانومتر واحد من مليار جزء من المتر؛ فهو وحدة قياس تقاس بها الجزيئات. (الحصيني، ٢٠٠٩م، ص ٢٧). واعتمدت الجمعية الملكية البريطانية مصطلحي: (علوم النانو) و (وتقانات النانو) فعلم تقنية النانو يعني: دراسة ظواهر المواد في مستوى الذرات والجزيئات الصغرى والكبرى، بينما تشمل تقنية النانو: تصميم البنى والنظم للمواد، وتطبيقها وإنتاجها وتحديثها في إطار التحكم في مستوى النانومتر بالشكل والحجم. (رحمو، ٢٠٠٨م، ص ٣٠).

وعرّفت المبادرة الوطنية لتكنولوجيا النانو (National Nanotechnology Initiative (NNI تكنولوجيا النانو بأنها: "الفهم والسيطرة على المادة بأبعاد تتراوح تقريباً من (١ - ١٠٠) نانومتر ... وتعلق تكنولوجيا النانو بتصوير وقياس وقولية ومعالجة المواد عند هذا النطاق من الحجم". (محمد، ٢٠١٠م، ص ١٨).

ويمكن تعريف تكنولوجيا النانو بأنها: التطبيقات العلمية والعملية التي تقوم على مبدأ معالجة البنية الأساسية للمواد، وإعادة هيكلتها وتصميمها؛ بهدف الحصول على مواد ذات خواص ووظائف جديدة من خلال التحكم الدقيق في تفاعل الجزيئات عند مستوى (١ - ١٠٠) نانومتر. ويتحدد المدلول العلمي لمفاهيم تكنولوجيا النانو المقصود في هذا البحث: بالتطبيقات العلمية القائمة على مبدأ معالجة البنية الأساسية للمواد، وإعادة تشكيلها وتصميمها بغرض الوصول إلى مواد ذات خواص ووظائف جديدة من خلال عملية التحكم الدقيق في تفاعل الجزيئات عند مستوى (١ - ١٠٠) نانومتر.

٦. الاتجاهات (Attitudes):

مفهوم الاتجاهات من المفاهيم التربوية التي نالت جدلاً واسعاً بين المنظرين والباحثين؛ وذلك لأنها لا ترتبط باتجاه فكري معين، علاوة على تباين واختلاف الرؤى ووجهات النظر تبعاً لتخصصاتهم العلمية، واتجاهاتهم الفكرية والفلسفية، والتحليلات والتفسيرات التي فسر بها، واختلاف الغاية من استخدامه، والطريقة التي يستخدم بها، ومجالات استخدامه، ومن أهم تعريفات الاتجاهات ما يأتي:

يُعرف سرايا (٢٠٠٧م) الاتجاه بأنه: "نزعة وجدانية يبيدها الفرد نحو قضية أو ظاهرة، أو مادة دراسية بالقبول أو الرفض؛ نتيجة مروره بعدد من الخبرات والمواقف". (ص ٢٦٢).

ومن التعريفات التي تعطي اهتماماً واسعاً بمدخل الاستعدادات والاستجابات السلوكية تعريف خليل (٢٠٠٧م، ص ٢١) الذي يُعرف الاتجاه بأنه: حالة داخلية تؤثر في اختيار الفرد للسلوك أو عدم اختياره له نحو موضوع أو شخص معين، والاتجاه يعكس استجابة متعلمة تمتاز بالثبات النسبي، إلا أنها قابلة للتعديل أو التغيير وفق مبادئ التعلم، وقد تكون هذه الاستجابة قوية أو ضعيفة، كما أنها قد تكون سلبية أو موجبة أو محايدة.

وفي الاتجاه ذاته، يُعرّف إبراهيم (٢٠٠٩م) الاتجاه بأنه: " استجابات الفرد التي تُعبّر عن مدركاته ومعتقداته واستعداداته السلوكية نحو المواقف والموضوعات التي تعرض عليه، أو يتعرض لها بطريقة لفظية أو شكل إجراءات عملية ". ص ٢٠ .

وتتفق هذه التعريفات على أن الاتجاهات مجموعة استجابات الفرد الانفعالية والوجدانية التي تعكس اعتقاداته، وقيمه، وميوله بطريقة ايجابية أو سلبية نحو موضوع أو فكرة أو شخص معين.

ويمكن تعريف الاتجاهات إجرائياً: بأنها مجموعة استجابات الطالب المعرفية والانفعالية والسلوكية المكتسبة التي يُعبّر فيها عن مواقفه وأفكاره واهتماماته واعتقاداته بالقبول أو الرفض نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو، والتي تعكس تفاعله ومواقفه مع البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة بما يتضمنه من خبرات وأنشطة تعليمية، ومواقف تعليمية متنوعة، وتقاس بالدرجة التي يحصل عليها نتيجة استجابته على عبارات أداة قياس الاتجاهات نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو، وفقاً لمقياس ليكرت الخماسي الذي أعدّ لتحقيق هذا الغرض.

الفصل الثاني

أدبيات البحث

الجانب الأول: الإطار النظري:

المحور الأول: تصميم البرامج التعليمية.

المحور الثاني: الوسائط المتعددة.

المحور الثالث: تكنولوجيا النانو.

المحور الرابع: الاتجاهات.

الجانب الثاني: الدراسات السابقة:

المحور الأول: دراسات تناولت الرأي العام نحو قضايا تكنولوجيا النانو.

المحور الثاني: دراسات تناولت واقع النظام التعليمي والمناهج الدراسية

وتكنولوجيا النانو.

- تعقيب على الدراسات السابقة.

- فروض البحث.

الفصل الثاني

أدبيات البحث

يتناول هذا الفصل مناقشة جانبين رئيسين، وهما: الإطار النظري، والدراسات السابقة على النحو الآتي:

الجانب الأول: الإطار النظري:

في ضوء مشكلة البحث، وأهدافه، وأسئلته، وفرضياته، ومتغيراته المستقلة والتابعة، يركز الإطار النظري للبحث الحالي على مناقشة المحاور الأساسية الآتية :

المحور الأول: تصميم البرامج التعليمية:

يشكل بناء البرامج التعليمية ركيزة أساسية لتطوير العملية التربوية والتعليمية، وتحسين جودة مخرجاتها التعليمية، فجودة المخرجات التعليمية رهينة بجودة تصميم البرامج التعليمية وفق أسس علمية منظمة، تستهدف اختيار الخبرات النوعية التي تلبي حاجات الطلاب، وتشبع اهتماماتهم وميولهم العلمية، وتعالج مشكلاتهم المختلفة، وتربط حياتهم بالقضايا العالمية التي تثير اهتمامهم العلمية، وخاصة القضايا المتعلقة بالصعوبات التي تواجههم في فهم التطورات التكنولوجية السريعة، والتغيرات والتحويلات المصاحبة لها، والتأثيرات السلبية المترتبة عليها، فضلاً على التحديات شديدة التعقيد التي تفرضها على المجتمع، وكيفية التعامل معها، والتفاعل معها بروح علمية إيجابية، وذهنية واعية ومتفتحة، والقدرة على المشاركة والمنافسة فيها، وتوظيفها في تطوير وتنمية المجتمع، وتحسين خدماته وحل مشكلاته، ومن هذا المبدأ يعالج هذا المحور الأسس النظرية والعلمية لتصميم البرامج التعليمية من الجوانب الآتية:

أولاً: أسس بناء البرامج التعليمية في تقنيات التعليم:

تستند عملية بناء البرنامج التعليمي في مجال تقنيات التعليم على العديد من الأسس التربوية والتعليمية التي يمكن استخلاصها من نماذج التصميم التعليمي لبناء البرامج التعليمية، ومن ضمن هذه النماذج: أنموذج جيرولد كيمب (Gerold Kemp, 1977) وأنموذج جيرلاش (Gerlach, 1980) وأنموذج ديك وكاري (Dick & Carey, 1990) وأنموذج ميرل (Merrill) وأنموذج الجزار (٢٠٠٢م) وأنموذج بسيوني والشرقاوي (٢٠٠٨م) وأنموذج كنساره وعطار (٢٠٠٩م) وغيرها من النماذج التي اهتمت ببناء البرامج التعليمية وتتلخص هذه الأسس التربوية والتعليمية في النقاط الآتية:

- ١- تحليل خصائص المتعلمين العقلية، والنفسية، والاجتماعية لتحديد اهتماماتهم واختيار طرائق التعلم التي تتلاءم مع استعداداتهم وميولهم.
- ٢- تحديد الأهداف التعليمية بطريقة إجرائية محددة وواضحة يمكن ملاحظتها وقياسها.
- ٣- تحديد المحتوى التعليمي في ضوء أهداف البرنامج التعليمي وخصائص المتعلمين.
- ٤- اختيار خبرات التعلم وتنظيمها بطريقة تتلاءم مع خصائص المتعلمين.

٥- تحديد الأنشطة التعليمية المتنوعة التي تعزز الأهداف التعليمية من جهة، وتتلاءم مع خصائص المتعلمين من جهة أخرى.

٦- اهتمام البرنامج التعليمي بعملية التفاعل بين عناصره ومكوناته في منظومة تفاعلية متكاملة.

٧- تأكيد البرنامج التعليمي على دور الطالب في عملية المشاركة والتفاعل الإيجابي مع البرنامج التعليمي بكل ما يتضمنه من خبرات تعليمية، وأنشطة تعليمية، ووسائل متعددة، وتدريبات.

٨- تركيز البرنامج التعليمي على عملية تقويم اكتساب الطلاب لخبرات التعلم، ومعالجة المشكلات التي تعوق تقدمهم في التحصيل العلمي.

٩- تقديم التغذية الراجعة الفورية المعززة للجوانب الإيجابية ومعالجة الجوانب السلبية.

١٠- إبراز دور المعلم كمصمم ومدير للموقف التعليمي، فضلاً عن قيامه بعمليات تقويم مستمرة في سبيل ضمان تعلم كل طالب.

ثانياً: نماذج التصميم التعليمي لبناء البرامج التعليمية والوسائل المتعددة:

أورد كل من رمود والظاهري (٢٠١٢م، ص ص ١٢٦-١٤٥) وجامع (٢٠١٠م، ص ص ٢١٦-٢٤٠)

(٢٤٠) العديد من نماذج التصميم التعليمي لبناء البرامج التعليمية القديمة والحديثة ومن ضمنها ما يأتي:

١- أنموذج جيرولد كمب (Gerold Kemp, 1987):

ويتضمن هذا الأنموذج الخطوات الإجرائية المتمثلة في: (الأهداف العامة، وأنماط التعلم، والأهداف التعليمية، والقياس القبلي، ونشاطات التعليم والتعلم، والتعليمات التعليمية المساندة، وأساليب التقويم، والمراجعة المستمرة، والتغذية الراجعة).

٢- أنموذج هاميروس (Hameros, 1989):

يتكون هذا الأنموذج من ثلاث مراحل أساسية وهي: (مرحلة التعريف بالتصميم، ومرحلة التحليل، ومرحلة تطوير النظم).

٣- أنموذج جيرلاش (Gerlach, 1980):

وضع جيرلاش أنموذجاً تخطيطياً لبناء البرامج التعليمية، مركزاً على دور المعلم في العملية التعليمية ويتلخص هذا الأنموذج في سبع خطوات وهي: (تحديد استراتيجيات التدريس، وتنظيم مجموعات العمل، وتوزيع الزمن اللازم لكل استراتيجية، وتخصيص المكان وتنظيمه، والتنظيم السيكلوجي، وتقويم الأداء، وتحليل نتائج التغذية الراجعة).

٤- أنموذج دك وكاري (Deck & Carey, 1990):

يعتمد أنموذج دك وكاري على أساس أسلوب النظم ويتضمن الخطوات الإجرائية المتمثلة في: (تحديد المشكلة، وتقييم الحاجات وتحليلها، وتحليل المهام لتحديد الغايات والأغراض العامة، وصياغة الأهداف

الإجرائية، واختبار مرجعي المحك، وتطوير الاستراتيجية التعليمية، وإنتاج واختيار المواد التعليمية، وتصميم إجراءات التقويم التكويني).

٥- نموذج ميرل (Merrill):

يتكون نموذج ميرل من عشر خطوات تتمثل في: (تعلم المصطلحات التي يتناولها البرنامج التعليمي، وتحديد أهمية الدرس، وتحديد المحتوى، وتحديد المفاهيم، وإعادة تنظيم المحتوى، وتقويم صعوبات التعلم، وإعداد اختبارات التصنيف، وتصميم موجهات للمتعلم، وتصميم الاستراتيجيات، وتقويم المواد التعليمية).

٦- نموذج كافاريل (Caffarella, 1994):

يعتمد نموذج كافاريل على تعدد وتنوع البدائل التعليمية المتاحة لتقديم الخبرات للمتعلمين عن طريق الكم والكيف للأفكار المتناولة، وأسبقية عرضها بناءً على عدة عوامل منها: (السلوك المدخلي، وطبيعة المحتوى المقدم، ونواتج التعلم المرجوة، وتحديد الأفكار الأساسية للبرنامج، والقواعد الأساسية لعملية التخطيط التعليمي، وتقديم خبرات التعلم التي تتناسب مع طبيعة المحتوى التعليمي وخصائص المتعلمين وخلفياتهم المعرفية، وتحديد الأشكال والجداول، واحتياجات كل من المعلم والمتعلم، ومصادر التعلم، والإمكانات المادية والبشرية المتاحة لتصميم البرنامج التعليمي).

٧- نموذج استيفن واستالي (Stephen & Staley, 2001):

يحدد نموذج استيفن واستالي مراحل تصميم وإنتاج برمجيات الكمبيوتر التعليمية المتعددة الوسائط المتمثلة في المراحل الآتية: (مرحلة التخطيط، ومرحلة التصميم، ومرحلة التطوير والإنتاج، ومرحلة لتقويم، ومرحلة التغذية الراجعة).

٨- نموذج عبد المنعم (٢٠٠٠م):

قدم عبد المنعم نموذجاً تعليمياً لتصميم برامج الوسائط المتعددة التفاعلية وإنتاجها، ويتكون النموذج من سبع مراحل وهي: (مرحلة الدراسة والتحليل، ومرحلة التصميم التعليمي، ومرحلة التفاعل والإنتاج، ومرحلة التجريب، ومرحلة الاستخدام والتطوير، ومرحلة التغذية الراجعة).

٩- نموذج الجزار (٢٠٠٢ م):

يتكون نموذج الجزار من سبع مراحل وهي: (مرحلة التحليل، ومرحلة التصميم، ومرحلة الإنتاج، ومرحلة التقويم، ومرحلة الاستخدام، ومرحلة التغذية الراجعة، ومرحلة عمليات المراجعة والتعديل).

١٠- نموذج البيسوني والشرقاوي (٢٠٠٨ م):

يقوم نموذج البيسوني والشرقاوي على ثمان مراحل وهي: (مرحلة التحديد والتحليل، ومرحلة التخطيط والتصميم، ومرحلة الاستخدام والتنفيذ، ومرحلة الإدارة، ومرحلة النشر والعرض بالموقع، ومرحلة التقويم، ومرحلة التغذية الراجعة).

وتكمن أهمية هذه النماذج في الاستفادة منها لبناء البرامج التعليمية، أو تصميم الوسائط المتعددة، أو بناء البرامج الحاسوبية، أو برامج الإنترنت وفق خطوات علمية منظمة؛ حيث يمكن تبني إحدى هذه النماذج أو تطويرها، أو تصميم أنموذج جديد في ضوء هذه النماذج التعليمية؛ بما يحقق الغاية من تصميمها، ويسهم في تطوير العملية التربوية والتعليمية وفق خطوات علمية منهجية.

ثالثاً: خصائص أنموذج التصميم التعليمي الجيد:

- يتميز أنموذج التصميم التعليمي الجيد ببعض الخصائص التي حددها خميس (٢٠٠٣م) على النحو الآتي:
 - ١- التمثيل الصادق للواقع: فالأنموذج ليس هو الواقع، ولكنه تمثيل له كما هو، أو كما ينبغي أن يكون، وكلما كان التمثيل صادقاً كان الأنموذج جيداً.
 - ٢- البساطة في تمثيل الواقع: من خلال عرض العمليات المطلوبة، والعلاقات القائمة بينها، وإبرازها في شكل بسيط يسهل فهمه.
 - ٣- النظامية: التصميم هو طريقة عملية نظامية في التفكير، قائمة على حل المشكلات لتحقيق أهداف محددة، وهذه الطريقة العملية هي دائرة بين المدخلات والمخرجات، ونماذج التصميم التعليمي تصف هذه الطريقة؛ فالأنموذج الجيد هو الذي يعرض المكونات والعمليات بطريقة منظمة، تساعد على فهم هذه العمليات والعلاقات، وتفسيرها واكتشاف معلومات جديدة.
 - ٤- الشرح: فالأنموذج الجيد هو الذي يشرح العمليات والعلاقات بشكل يسهل فهمه وتفسيره.
 - ٥- الاتساق الداخلي: ويعني أن تكون جميع مكوناته متسقة، ومنسجمة مع بعضها البعض، دون تناقض أو تعارض بينها.
 - ٦- الشمول: بمعنى أن يشمل على جميع العمليات والعلاقات والعوامل المؤثرة فيها؛ لعرض صورة متكاملة عن العملية أو النظام يساعد على فهمها وتفسيرها.
 - ٧- التعميم: فالمصمم قد يُعد أنموذجاً لعملية أو مشروع بعينه، إلا أنه ينبغي أن يكون قادراً على تعميم العمليات؛ بحيث يمكن تطبيقها في عمليات أو مشروعات أخرى متشابهة.
 - ٨- التحديد الواضح: بحيث يكون للأنموذج محددات واضحة بشأن استخدامه وتطبيقه.
 - ٩- التأصيل: بمعنى أن يقوم الأنموذج على أصول نظرية واضحة من نظريات التعلم، وألا يتناقض مع البيانات التجريبية.
 - ١٠- قابلية التطبيق: يجب أن يكون الأنموذج التعليمي قابلاً للتطبيق، وأن يكون له فائدة عملية، وتحقيق نواتج محددة، تهدف إلى تحسين فعالية التعليم وكفاءته.

المحور الثاني: الوسائط المتعددة:

تعتبر الوسائط المتعددة من المستحدثات التكنولوجية الحديثة التي أضافت بعداً جديداً لتقنيات التعليم؛ وذلك لما تمثله من أهمية خاصة في تطوير العملية التربوية والتعليمية، وتحقيق أهدافها التعليمية المختلفة، والتغلب على بعض مشكلات وصعوبات التعلم لدى الطلاب. وهي عبارة عن مجموعة من وسائط الاتصال المتنوعة من النصوص المكتوبة، والمؤثرات الصوتية، والصور الثابتة والمتحركة، والرسوم والأشكال الثابتة والمتحركة، والألوان، ومقاطع الفيديو، المتفاعلة فيما بينها لعرض خبرات التعلم، وتقريبها إلى ذهن المتعلم ليسهل عليه فهمها واستيعابها، واسترجاعها عند الحاجة إليها. ونظراً للدور المهم الذي تمثله الوسائط المتعددة في العملية التعليمية؛ يناقش هذا المحور الأطر النظرية والأسس العلمية للوسائط المتعددة من الجوانب الآتية:

أولاً: أهمية الوسائط المتعددة في العملية التعليمية:

تمثل الوسائط المتعددة أهمية خاصة في العملية التربوية والتعليمية؛ وذلك لما تحققه من وظائف تعليمية في تنمية التحصيل العلمي في مختلف المواد الدراسية، وغيرها من الفوائد التعليمية المتنوعة، وقد وضع موسى (٢٠٠٩م، ص ٦٩-٧١) أهمية الوسائط المتعددة ووظائفها المتعددة في العملية التعليمية، والتي يمكن إيجازها في النقاط الآتية:

- ١- إثراء العملية التعليمية.
 - ٢- اقتصادية التعليم.
 - ٣- تفعيل جميع حواس المتعلم، ومشاركته الإيجابية النشطة في مواقف التعلم.
 - ٤- استشارة اهتمام المتعلم وإشباع حاجاته واهتماماته العلمية.
 - ٥- زيادة خبرة الطالب للتعلم؛ مما يجعله أكثر استعداداً للتعلم.
 - ٦- تنويع أساليب التعليم لمعالجة مشكلات الفروق الفردية بين المتعلمين.
 - ٧- ترتيب وتنظيم الخبرات التعليمية لدى المتعلم.
- وزيادة على ذلك، يرى فرجون (٢٠٠٤م، ص ١٣٠) أن الوسائط المتعددة تسهم في تحقيق الوظائف التربوية والتعليمية الآتية:

- ١- إثارة التفكير وحل المشكلات.
- ٢- إكساب المتعلمين مهارات التعلم الفعّال.
- ٣- تعلم الحقائق العلمية، والقدرة على الاحتفاظ بها.
- ٤- حل مشكلة المفاهيم المجردة، وطرق تعلمها، وتقديمها كمعلومات واقعية.
- ٥- تحويل المعلومة إلى صور ثابتة أو متحركة مثيرة لاهتمام المتعلمين.
- ٦- تحقيق عنصر التفاعل (Interaction) بين المتعلم والخبرات التعليمية.

وتعكس هذه الوظائف الدور الذي يمكن أن تحققه الوسائط المتعددة في تحقيق الأهداف المعرفية والمهارية والوجدانية بطريقة واضحة وميسرة، ومعالجة الكثير من المشكلات المتعلقة بطرق التدريس التي قد تركز على الجوانب النظرية، وتغفل الجوانب التطبيقية، وفي هذا إشارة واضحة إلى ضرورة تفعيل الوسائط المتعددة في عملية التعلم، لتحقيق احتياجات واهتمامات المتعلمين.

ثالثاً: أسس بناء وتصميم الوسائط المتعددة:

يعتمد تصميم الوسائط المتعددة على مجموعة من الأسس والقواعد التربوية والتعليمية، التي حددها فرجون (٢٠٠٤م، ص ١٤٩-١٥٥) في جملة من النقاط يمكن تلخيصها على النحو الآتي:

- ١- توجيه الانتباه لمحتوى التعلم.
 - ٢- التزامن بين عناصر التصميم في الوسائط المتعددة لتحقيق أهداف التعلم.
 - ٣- التوازن بين عناصر التصميم في الوسائط المتعددة، ليقوم كل عنصر بدوره في تحقيق الهدف التعليمي.
 - ٤- الاتساق بين أجزاء التصميم للوسائط المتعددة.
 - ٥- الوزن النسبي لعناصر تصميم الوسائط المتعددة.
 - ٦- الجاذبية بين عناصر التصميم.
 - ٧- توحيد مركز الاهتمام.
- ومن منظور علمي آخر، يرى مصطفى (٢٠٠٨م، ص ص ٢٧-٢٨) أن الوسائط المتعددة ينبغي أن يتحقق فيها بعض الخصائص المهمة عند تصميمها لتؤدي دورها بفعالية، ومنها ما يأتي:
- ١- التكامل (Integration) بين عناصر الوسائط المتعددة لتحقيق أهدافها التعليمية.
 - ٢- التزامن (Synchronization): ويهدف إلى توفير عنصر التوافق بين الأحداث المختلفة على الشاشة الواحدة التي يتم عرضها باستخدام عدد من الوسائط في الوقت نفسه، بحيث تحدث عملية الانسجام والتكامل والتفاعل بين عناصر الوسائط المتعددة.
 - ٣- التفاعلية (Interactivity): وتعني إمكانية التحكم في أسلوب العرض والمشاهدة باستخدام أنماط التفاعلية المختلفة، وذلك حسب قدرة المتعلم واستعداداته، ورغبته في التعلم.
 - ٤- الاندماج (Merging): ويقصد به دمج عناصر الوسائط المتعددة في تسلسل وترتيب معين بطريقة غير خطية، ووفقاً للنظريات المعرفية التي تستند إلى إمكانية جعل عملية التعلم ذات معنى بالنسبة للمتعلم.
- وفي هذا تأكيد على أن الوسائط المتعددة تُبنى وفق أسس تربوية وتعليمية وفنية محددة، وخطوات علمية دقيقة ومنظمة، لتحقيق الغاية التربوية والتعليمية من تصميمها، وتجاهل هذه الأسس يعتبر عائقاً واضحاً في تحقيق هذه الأهداف.

رابعاً: عناصر الوسائط المتعددة (Multimedia Elements) :

تتكون الوسائط المتعددة من العديد من العناصر التي حددها كل من منال عبد العال وإسماعيل (٢٠١٠م، ص ٢٣-٢٥) في النقاط الرئيسية الآتية:

- ١- النص (Text).
- ٢- الصور الثابتة (Images).
- ٣- الرسوم المتحركة (Animation).
- ٤- الصوت (Sound).
- ٥- الفيديو (Video).

خامساً: سيكولوجية المتعلم ودورها في فهم الوسائط المتعددة:

يمثل هذا الجانب عاملاً مهماً في استيعاب محتوى الوسائط المتعددة؛ حيث تمثل حاجات المتعلم ودوافعه وغيرها من العوامل السيكولوجية؛ دوراً جوهرياً في تحديد وتوجيه سلوك المتعلم نحو المحتوى التعليمي، والتي يمكن عن طريقها توجيه سلوكه توجيهاً إيجابياً نحو مضمون الوسائط المتعددة لكي تحقق الأثر المطلوب المستهدف من تصميمها. (فرجون، ٢٠٠٤م، ص ٣٣) .

كما أن عمليتي الانتباه والرؤية تسبق عملية الإدراك؛ لأن الرؤية والانتباه هما عمليتان نزوعيتان (Cognitive) أما الإدراك فهو عملية معرفية (Cognitive) ومن هنا تتضح أهمية تحليل عملية الإدراك الحسي والرؤية والانتباه لدى المتعلم عند تصميم الوسائط المتعددة واستخدامها في العملية التعليمية، هذا بالإضافة إلى أن هناك عاملين مهمين يؤثران في سرعة إدراك الوسائط المتعددة وهما:

العامل الأول: التركيز من خلال تقليل عدد العناصر في الصورة الواحدة، ومراعاة، الوضع، والحركة والحدث، والصوت، وتبسيط خطوط ودرجات كل عنصر في التصميم، وترتيب عناصر الوسائط المتعددة في وحدة متكاملة، وتوزيع درجات الضوء والألوان المستخدمة، والاختيار الجيد للبعد البلوري المختار للعناصر في التصميم.

أما العامل الثاني فهو التأثير: ويشمل الرسالة الخاصة بالصورة في الوسائط المتعددة ومن وسائط التأثير المناسبة: المستويات الأفقية، والمستويات الرأسية، والمناطق الجغرافية. (فرجون، ٢٠٠٤م، ص ٢٥-٣٣).

المحور الثالث: تكنولوجيا النانو:

تحتل تكنولوجيا النانو أهمية خاصة في التقنيات الحديثة؛ فقد أضافت بُعداً جديداً لدعائم التطور الحضاري والاقتصادي، والاجتماعي العالمي؛ وهي تبشر بقفزة علمية وتكنولوجية في مختلف المجالات العلمية؛ لذلك تشهد تنافساً عالمياً مطرداً، باعتبارها القوة المحركة للاقتصاد العالمي في المرحلة القادمة، وزيادة الدخل القومي للدول، والحفاظ على الأمن والاستقرار السياسي والاجتماعي للشعوب، والتنمية المستدامة للمجتمع

الإنساني؛ فامتلاك ناصية العلم والمعرفة والتكنولوجيا، هو امتلاك لأهم عناصر القوة ومركزات التنمية، هذه القضايا توجه الاهتمام إلى مناقشة الأسس الفلسفية والنظرية لتكنولوجيا النانو من الجوانب العلمية الآتية:

أولاً: مفهوم تكنولوجيا النانو (Nanotechnology):

مفهوم تكنولوجيا النانو من المفاهيم العلمية والتكنولوجية الحديثة التي برزت على الساحة العلمية، ونوقشت باستفاضة في الأوساط العلمية، وقبل تحديد هذا المفهوم تجدر الإشارة إلى توضيح مفهوم التكنولوجيا، فالتكنولوجيا كما وردت في معجم (Wester) عُرِّفت بأنها: علم تطبيق المعرفة لأغراض معينة؛ أي العلم التطبيقي. أما الأمم المتحدة ووكالاتها المتخصصة فتُعرف التكنولوجيا: بأنها مجموعة المعارف العلمية التطبيقية التي تتيح تحقيق هدف محدد على أساس التمكن من المعارف الأساسية. نقلاً عن (محمد، ١٤٣٣هـ، ص ١٣). وأول من استخدم مصطلح تكنولوجيا النانو (Nanotechnology) العالم الياباني نوريو تانيجوشي (Norio Taniguchi) في عام (١٩٧٤ م) فقد أشار إلى استخدام تكنولوجيا النانو في حدود (١٠٠) نانومتر؛ لتحسين الدقة في الصناعة، وتصنيع المواد في قياس النانو، أو على المستوى الجزيئي. (بسيوني ٢٠٠٨م، ص ١٢).

وهناك فرق بين نانو، وتكنولوجيا النانو؛ فمصطلح نانو يعني: جزء واحد من المليار من المتر، فالنانومتر صغير جداً، وعلى هذا المقياس؛ فإن قطر شعرة الإنسان يساوي (٥٠،٠٠٠) نانومتر، ويبلغ قطر خلية الجرثومة بضع مئات من النانومتر، بينما يبلغ أصغر خطوط الأشكال المحفورة على شرائح الدارات المتكاملة المكونة المصنعة في عام (٢٠٠٢م) مئة وثلاثون نانومتر، ويصل طول عشر ذرات هيدروجين مصطفة في خط مستقيم نانومتر واحد، وأصغر الأشياء التي يمكن مشاهدتها بالعين المجردة (١٠،٠٠٠) نانومتر. (مارك وادنيال، ٢٠١١م، ص ٢٠).

وبهذا يتضح أن مصطلح (نانو) يعني: وحدة قياس؛ أي واحد على المليار من المتر، أو واحد على المليون من المليمتر.

أما مصطلح تقنية النانو (Nanotechnology) فيقصد به: التقنية المبنية على الأجزاء المتناهية في الصغر، والتحكم فيها لابتكار منتجات جديدة. (مسلم وآخرون، ٢٠١٠م، ص ٤٠).

ويُعرف بسيوني (٢٠٠٨م، ص ١٧) تكنولوجيا النانو: بأنها تطبيق المفاهيم العلمية على مستوى قياس النانومتر، أو علم الجزيئات والجسيمات بأحجام تقع ضمن نطاق يتراوح بين (١-١٠٠) نانومتر، وتتعامل في إنتاج المواد عند هذا المقياس؛ حيث يحدث تغير للخواص الكهرومغناطيسية والبصرية للمادة.

أما مناسي (Manasi, 2008, p2-3) فقد أورد تعريفات عديدة لتكنولوجيا النانو، ومنها:

- تكنولوجيا النانو هي: هندسة الأنظمة الوظيفية على المستوى الجزيئي.
- تكنولوجيا النانو تعني: القدرة على بناء مواد من القاعدة إلى القمة باستخدام أساليب وأدوات متطورة وحديثة لابتكار منتجات ذات طبيعة وأداء متكامل وجودة عالية.
- تكنولوجيا النانو: مجال من مجالات العلوم التطبيقية، وتهتم بدراسة خصائص المواد وتركيبها على مستوى المقياس النانومتري.
- تكنولوجيا النانو: جزء منظم من علم الهندسة التطبيقية التي تتعامل مع التصميم، وتصنيع مكونات صغيرة للغاية، وأنظمة دقيقة جداً، وتبنى على المستوى الجزيئي للمادة، وتتمتع بأسطح كبيرة مقارنة بأحجامها الطبيعية، وتحكمها قوانين ميكانيكا الكم التي تختلف تماماً عن المواد ذات الهندسة كبيرة المقاييس التي تتحكم فيها القوانين الكلاسيكية التقليدية لعلمي الفيزياء والكيمياء.

وبتحليل هذه التعريفات يتضح ما يأتي:

- ١- إن النانومتر يعني واحداً على المليار من المتر، أو واحداً على المليون من المليمتر، وكل شيء على سلم المقياس النانومتري متناهي في الصغر، ولا يمكن رؤيته بالعين المجردة.
 - ٢- إن تكنولوجيا النانو تعني التحكم في خواص المواد على المستوى الذري أو الجزيئي؛ حيث تختلف خواص المواد الكهرومغناطيسية، والالكترونية، والفيزيائية، والكيميائية، ويزيد نشاطها وتفاعلها الكيميائي، ومن خلال عملية التحكم في الذرات يمكن ابتكار وإنتاج مواد وأجهزة وتقنيات جديدة تتميز بمواصفات عالية الجودة.
 - ٣- إن خصائص المواد عند مستوى المقياس النانومتري يمكن الاستفادة منها في تطبيقات علمية وتكنولوجية مختلفة.
 - ٤- إن مستوى المقياس النانومتري (١-١٠٠) نانومتر؛ هو الأساس لبناء مواد ومبتكرات إبداعية جديدة؛ لاختلاف خواص المواد عند وحدة المقياس النانومتري.
- وعلى مستوى التطبيق العملي، يعرف ابن صادق (١٤٣٤هـ) تكنولوجيا النانو بأنها: "تفنية الإنتاج، والتصميم، والتطبيق للبني والأجهزة، والنظم والمواد المختلفة، وذلك عن طريق تحجيم وتصغير تلك المواد؛ بحيث لا يزيد حجمها على حجم الذرة والجزيء، ويتعامل مع معظمها في مجال الجزيئات متناهية الصغر" ص ٧ .
- وفي ضوء هذه التعريفات يمكن تعريف تكنولوجيا النانو بأنها: عملية فهم خواص المواد وتركيبها عند مستوى المقياس النانومتري المحدد بين (١-١٠٠) نانومتر، ومعالجتها والتحكم فيها عند هذا الحجم؛ بهدف ابتكار وإنتاج مواد أو أجهزة جديدة، تتميز بخصائص فريدة؛ وتؤدي وظائف محددة بكفاءة وجودة عالية.

وبخصوص هذا المفهوم، يشير روبرت وآخرون (Robert et al, 2007, p217) أن أساس فهم تكنولوجيا النانو هو: أن خصائص مواد تكنولوجيا النانو على وحدة المقياس النانومتري في نطاق حجم (١-١٠٠) نانومتر، تتغير بصورة مختلفة، وهذه التغيرات غير المتوقعة تسمى: (المؤثرات الكمية) حيث تتغير خواص المادة الكهربائية، والالكترونية، والمغناطيسية، والضوئية، وعلى سبيل المثال: الكربون في شكل الجرافيت يكون ناعماً وأملس، أما على مستوى المقياس النانومتر يمكن أن يكون الكربون أقوى من الصلب، وأخف منه بمقدار (٦ مرات) وأول أكسيد الزنك يكون عادة أبيض اللون؛ ولكن على مقياس النانومتر يصبح شفافاً. والألمنيوم يتغير - أيضاً - على مستوى المقياس النانومتري، ويصبح مادة فعالة تستخدم في الوقود الخاص بالصواريخ والسفن الفضائية.

وخلاصة ما تقدم حول مفهوم تكنولوجيا النانو: إن تكنولوجيا النانو تُعبر عن فكرة ابتكار مواد أو أجهزة دقيقة، عن طريق عملية التحكم في مكونات المادة الأساسية (الذرات والجزيئات) ومعالجتها وفق ترتيب وتركيب معين، والاستفادة من خواصها الجديدة التي تتغير عند وحدة المقياس النانومتري في تطبيقات تكنولوجية جديدة، ذات مواصفات عالية الجودة.

ولهذا يصف مارك وآخرون (Mark et al, 2003, p3) تكنولوجيا النانو بأنها: تكنولوجيا جديدة واعدة تعتمد على معرفة خواص مكونات المادة الأساسية، والتحكم فيها، ومعالجتها وإعادة هندستها وتشكيلها للحصول على منتجات جديدة.

ثانياً: مفهوم علم النانو (Nanoscience):

يُعرف الشرييني (٢٠٠٨م) علم النانو بأنه: "دراسة المبادئ الأساسية للجزيئات والمركبات التي لا يتجاوز قياسها (١٠٠) نانومتر". ص ١٤ .

بينما يُعرّفه الاسكندراني (٢٠١٠م، ص ٢٥) بأنه: العلم الذي يعتني بدراسة وتوصيف مواد النانو، وتعيين خواصها الكيميائية، والفيزيائية، والميكانيكية، مع دراسة الظواهر الناشئة عن تصغير أحجامها، وتصغير أحجام ومقاييس المواد إلى مستوى النانومتر ليس هدفاً في حد ذاته؛ بل هو فلسفة علمية راقية، وانقلاب نوعي وعلمي على كلاسيكيات وثوابت النظريات الفيزيائية والكيميائية؛ بهدف إنتاج فئة جديدة من المواد تعرف باسم المواد النانوية؛ لتناسب خواصها المتميزة مع متطلبات التطبيقات التكنولوجية المتقدمة في هذا القرن، وتعزيز الأداء على نحو فريد غير مسبوق.

ومن جانب علمي آخر؛ تُعرّف صفات سلامة (٢٠٠٩ م، ص ٣) علم النانو بأنه: علم حديث يبحث في تصميم أجهزة متناهية في الصغر، ويركز أساساً على تعديل البناء الجزيئي أو الذري للمادة، وربما يحقق البناء تراكيب جديدة، وبتكلفة اقتصادية لا تتعدى المادة الخام، والطاقة المستخدمة في عملية التصنيع.

يتبين من هذه التعريفات أن علم النانو: هو العلم الذي يهتم بدراسة خواص المواد عند مستوى وحدة القياس النانومتر في نطاق (١-١٠٠) نانومتر؛ حيث تختلف خواص مواد تكنولوجيا النانو عند هذا المستوى من المقياس النانومتري، ويستهدف علماء تكنولوجيا النانو الاستفادة من هذه الخواص الجديدة في تطبيقات نانوتكنولوجية حديثة، لإنتاج وابتكار منتجات وتقنيات ذات مواصفات أكثر كفاءة وجودة.

ويمكن تعريف علم النانو بأنه: العلم الذي يعتني بدراسة وتوصيف مواد تكنولوجيا النانو وخواصها، عند مستوى أقل حجماً من (١٠٠) نانومتر، والتحكم الدقيق في تفاعل الجزيئات، وإعادة ترتيب الذرات ووضعتها في مكانها المناسب؛ بهدف إنتاج مواد جديدة غير مسبقة تتميز بخصائص أكثر فاعلية وجودة.

ويرى شميد وآخرون (Schmed et al, 2008, v-1, p1) أن علم النانو يتعامل مبدئياً مع بنية المواد واكتشاف خصائصها، وأنها تتميز ببعدها واحد على الأقل في النانومتر (١ نانومتر = ١ / المليار من المتر) في المتوسط، وتُشكل بنية المواد جسر بين الجزيئات ونظام الكتل الغير محددة، وتتضمن بنية المواد الفردية: النقاط الكمومية، وكريستالات النانو، وأسلاك النانو، والتحكم في خصائص هذه المواد يمكن أن يساهم في تطبيقات تكنولوجية جديدة.

كما يعتقد شميد وآخرون (Schmed et al, 2008, v-4, p 236) أن علوم النانو لا تهدف لتحسين النظريات، أو تغيير فهمنا للعالم فحسب، بل السيطرة الأولية والتقنية النانوية هي تطوير لمنتج، ومحاولة لتصميم وابتكار منتجات جديدة، وإيجاد حلول للمشكلات الاجتماعية، وإعادة تشكيل العالم على نحو جديد.

ثالثاً: الفكرة الأساسية لتكنولوجيا النانو:

من منطلق التعريفات لمفهوم تكنولوجيا النانو، وعلم النانو، تتحدد الفكرة أو المبدأ الأساسي الذي تعتمد عليه تكنولوجيا النانو في عملية التحكم في الذرات والجزيئات، وفهم خصائصها، وإعادة هندستها وهيكلتها من جديد، لتصنيع وابتكار منتجات جديدة تتمتع بخصائص فريدة عالية الجودة.

ولهذا يعتقد مناسي (Manasi, 2008, P21) أن تكنولوجيا النانو تعتمد على مبدأ المكونات الأساسية للمادة المتمثلة في الذرات والجزيئات؛ فالذرات هي الأجسام البنائية لكل شيء في الكون، وتتجمع الذرات والجزيئات مع بعضها البعض؛ لأنها ذات أشكال مكاملة، وشحنات جاذبة لتشكيل مواد جديدة.

وفي هذا السياق تحدد صفات سلامة (٢٠٠٩ م، ص ١٩) قاعدة التقنيات النانوية في مسألتين هما:

١- بناء المواد من لبنات صغيرة، والحرص على مادة التصغير يؤدي إلى مادة خالية من الشوائب، ومستوى عال جداً من الجودة والتشغيل.

٢- إن خصائص المواد تتغير بصورة مدهشة عندما تنجز إلى أجزاء متناهية الصغر، وخصوصاً عند الوصول إلى مقياس النانومتر أو أقل، وتظهر خصائص جديدة غير متوقعة وغير موجودة في خصائص المادة الأساسية.

وبهذا يتبين أن المبدأ الأساسي الذي تقوم عليه تكنولوجيا النانو هو التحكم والسيطرة في بنية المواد الأساسية التي تتكون منها، وإعادة تصميمها وتشكيلها وفق نسق وترتيب علمي مدروس؛ لابتكار مواد ذات خصائص جديدة؛ فالفكرة العميقة والجوهرية في تكنولوجيا النانو هي: أن العلماء يستخدمون طرقاً إبداعية جديدة غير معتادة لابتكار منتجات جديدة من المكونات الأساسية للمواد المتمثلة في الجزيئات والذرات؛ لذلك يرى براديب (٢٠١٠م) أن " التجديد العميق في العلم والتقنية في مستوى النانو؛ يتمثل في أن العلماء والتقنيين لا يبتكرون العالم بطريقة معتادة، وإنما بطريقة جديدة، يتم فيها تركيب أشياء صناعية في مكونات لا وجود لمماثل طبيعي لها". ص ٤٥٨.

رابعاً: تطور تكنولوجيا النانو:

بدأ تاريخ تكنولوجيا النانو عندما ألقى ريتشارد فينمان (Richard Feynman) محاضرته الشهيرة حول مستقبل تكنولوجيا النانو عام (١٩٥٩م) بعنوان: (يوجد غرف كثيرة في الأسفل) ووصف كيف يمكن لتكنولوجيا النانو أن تكون متناهية في الصغر، وأعطى منظوراً علمياً للتكنولوجيا متناهية الصغر لما يماثل (١٦/١) مرة من حجمها للوصول إلى تكنولوجيا الطاقة الذرية. (Jo, 2008, P8).

وجاء رائد علمي آخر في التصنيع الجزيئي وهو (إريك دريكسلر) (Eric Drexler) وألف كتابه الشهير (محركات الإنشاء والإبداع) في عام (١٩٨٦ م) مناقشاً القضايا العلمية المهمة المتعلقة بالتركيب الجزيئي لبعض المواد مثل الفحم والماس والرمل، وتغيير الترتيب الذري لها؛ لعمل مواد جديدة باستخدام عملية التصنيع الجزيئي. (Jo, 2008, P8).

ويعتبر إريك دريكسلر المؤسس الحقيقي لتكنولوجيا النانو؛ فقد أشار إلى إمكانية تصنيع أجهزة فائقة الدقة عن طريق التصنيع الجزيئي من المكونات الأساسية للمادة (الذرات والجزيئات).

كما أشار العالم الفيزيائي ريتشارد فينمان (Richard Feynman) إلى أن المادة عند مستوى المقياس النانومتري؛ تتصرف بشكل مختلف عن حالتها عندما تكون في الحجم المحسوس، وأوضح أنه يمكن تطوير طريقة لتحريك الذرات والجزيئات بشكل مستقل للوصول إلى الحجم المطلوب. (شحاته، ٢٠٠٨م، ص ١٦).

ولتكوين نظرة علمية واضحة المعالم لتطور تكنولوجيا النانو استعرض بسيوني (٢٠٠٨م، ص ٢٥ -٢٧) أشهر التطورات التاريخية لتكنولوجيا النانو من بداية ظهورها حتى وصلت إلى وضعها الراهن، ويمكن تلخيص تلك التطورات على النحو الآتي:

- في عام (١٩٥٩م) أعطى العالم الفيزيائي ريتشارد فينمان (Richard Feynman) وصفاً دقيقاً لآلات البناء الجزيئية التي تعمل بدقة الذرة.

- وفي عام (١٩٧٤م) استخدم العالم الياباني نوريو تانيجوشي (Norio Tanguchi) مصطلح تكنولوجيا النانو (Nano Technology) في ورقة بحثية عن آلية رش الآيون (Ion –Sputter Machining).
- وفي عام (١٩٧٧م) عرض دريكسلر (Drexler) مفاهيم تكنولوجيا النانو للجزيئات (Molecular Nano Technology) في معهد (MIT).
- وفي عام (١٩٨١م) قدمت ورقة بحث عن تقنية النانو لمناقشة هندسة الجزيئات للبناء بدقة ذرية، كما اخترع في هذا العام مجهر المسح النفقي الماسح (STM).
- وفي عام (١٩٨٥م) اكتشفت كرات بكي (Backyball).
- وفي عام (١٩٨٦م) اخترع مجهر القوة الذرية (AFM) وإنشاء أول مؤسسة للنانوتكنولوجيا.
- وفي عام (١٩٩٠م) صدرت أول دورية عن النانوتكنولوجيا، وبدأ اليابان في مشروعات النانو، وإنشاء مركز تكنولوجيا النانو، واعتماد ميزانية لمشروعات تكنولوجيا النانو.
- وفي عام (١٩٩١م) أعلن اليابان عن إنشاء مصنع لبناء الذرات بطريقة التصنيع التصاعدي من أسفل إلى أعلى للذرات (Botton – up atom factory) وفي هذا العام - أيضا- اكتشفت أنابيب الكربون النانوية.
- وفي عام (١٩٩٣م) حصل العالم فينمان (Feynman) على أول جائزة في تكنولوجيا النانو، وأول تغطية لتقنية النانو في البيت الأبيض، وتسليم كتاب محركات الإنشاء (Engines of creation) إلى إدارة جامعة رايس (Rice) للتحفيز على إنشاء أول مركز جامعي لتكنولوجيا النانو.
- وفي عام (١٩٩٥م) أجريت أول دراسة تحليلية عن الاستخدام الصناعي للتطبيقات العسكرية في مجال تكنولوجيا النانو.
- وفي عام (١٩٩٦م) أُقيم أول مؤتمر أوروبي لتكنولوجيا النانو، وبدأت وكالة ناسا في حوسبة تكنولوجيا النانو، وعقد أول مؤتمر للتقنية الحيوية النانوية (Nano biological).
- وفي عام (١٩٩٧م) صمم أول نظام للروبوت النانوي من قبل شركة (Zyvex).
- وفي عام (١٩٩٨م) ابتكر أول جهاز للحمض النووي (DNA) يعتمد على آلية النانو (Nanomechanical device).
- وفي عام (١٩٩٩م) نشر أول كتاب في طب النانو (Nano medicine).
- وفي عام (٢٠٠٠م) اعتمدت ميزانية مئة مليون دولار لتكنولوجيا النانو في ولاية كاليفورنيا.
- وفي عام (٢٠٠١م) صدر أول تقرير عن صناعة تكنولوجيا النانو.
- وفي عام (٢٠٠٢م) عقد أول مؤتمر عن صناعة تكنولوجيا النانو.

- وفي عام (٢٠٠٣م) عقدت جلسة اجتماع عن التأثيرات الاجتماعية لتكنولوجيا النانو.
- وفي عام (٢٠٠٤م) أنشئ أول مركز لنظم النانو الكيميائية.
- وفي عام (٢٠٠٥م) عقدت اجتماعات ومشروعات، وإعلان عن (٣٠٠) مشروع في تكنولوجيا النانو.
- وفي عام (٢٠٠٦م) أعلن استخدام تكنولوجيا النانو في التصنيع النووي.

وبهذا التاريخ الحافل يتبين كيف نشأت تكنولوجيا النانو منذ الستينات من القرن الماضي حتى وصلت إلى التقدم التكنولوجي المذهل في العصر الحديث؛ نتيجة لجهود العلماء، وتمويل الأبحاث العلمية من قبل الحكومات والمؤسسات البحثية، وكذلك الأبحاث التي أجريت على تطوير الأدوات والأجهزة لاكتشاف تكنولوجيا النانو، كما يتضح الدور الرائد لكل من علماء اليابان والولايات المتحدة الأمريكية في النهوض بمشروعات تكنولوجيا النانو، ولكن البداية الحقيقية لثورة تكنولوجيا النانو بدأت في عام (١٩٩٠م) حيث يعتبر هذا العام بداية الانطلاق لعصر تكنولوجيا النانو، وقفزة علمية تكنولوجية فاقت كل التطورات العلمية السابقة لها.

وما تم عرضه لتاريخ تكنولوجيا النانو ليس هو كل ما حدث من تطور علمي في تاريخ تكنولوجيا النانو؛ بل هي نماذج من أبرز الأحداث والتطورات التاريخية التي أمكن رصدها من خلال أدبيات البحث، كما أنها لم تتوقف عند عام (٢٠٠٦م) بل إنما حدث من تطور بعد هذا التاريخ يفوق بكثير ما سبق رصده من تطور تاريخي سواء في مجال الأبحاث العلمية أو المكتشفات النانوتكنولوجية، أو براءات الاختراع، أو منتجات تكنولوجيا النانو.

خامساً: مراحل تطور تكنولوجيا الأجهزة الالكترونية:

مرت تكنولوجيا الالكترونيات بخمسة مراحل حتى وصلت إلى تكنولوجيا النانو الحديثة، وقد حدد شحاته (٢٠١١م، ص ١٢) تلك المراحل على النحو الآتي:

- ١- المرحلة الأولى: استخدام المصباح الالكتروني ومن ضمن ذلك التلفزيون.
- ٢- المرحلة الثانية: استخدام الترانزستور.
- ٣- المرحلة الثالثة: الالكترونيات، واستخدام الدارات الالكترونية المتكاملة في الأجهزة التقنية.
- ٤- المرحلة الرابعة: المعالجات الصغيرة (Microprocessor) التي أحدثت ثورة تكنولوجية في مجال الالكترونيات بإنتاج الحاسبات الشخصية، والرقائق الكمبيوترية السيليكونية.
- ٥- المرحلة الخامسة: مرحلة تكنولوجيا النانو.

والمراحل الخمس توضح كيف تطورت التكنولوجيا أو الفكر التكنولوجي عبر التاريخ حتى وصلت إلى الفكر النانوتكنولوجي الحديث؛ وتعتبر تكنولوجيا النانو الجيل الخامس الذي سوف يستمر على الأقل لقرن من

الزمان بل يتوقع الخبراء في التكنولوجيا أنه آخر الطفرات العلمية التكنولوجية التي يتوصل إليها الإنسان؛ لأنه ينطلق من الهندسة الوظيفية لبنية المادة (الذرات، والجزيئات) لاختراع مواد وتقنيات جديدة، وما سوف يحدث من تطورات علمية وتكنولوجية سيكون امتداداً لتكنولوجيا النانو على شكل ابتكارات واكتشافات علمية جديدة في العالم المتناهي الصغر؛ لهذا يرى باشا (٢٠١٠م، ص ٥٦) أن التقدم في اتجاه الكيانات الأصغر حجماً، سوف يواصل تقدمه الطبيعي مستقبلاً إلى عالم البيكو من المتر: أي الجزء من التريليون، ثم إلى عالم الفيمتو من المتر: أي الجزء من الكواريليون، وربما إلى عالم الأتو من المتر: أي الجزء من الكونتيليون، وحينئذ يكون التعامل مع مكونات النواة الذرية من بروتونات ونيوترونات.

سادساً: أجيال تكنولوجيا النانو:

تطورت تكنولوجيا النانو عبر أربعة أجيال سريعة ومتعاقبة حددها محمد (٢٠١٠م، ص ٢٤-٢٥) على النحو الآتي:

- ١- جيل تكنولوجيا النانو المؤثر (Possible Nanotechnology Generation) ويشمل الإنتاج الأول للعديد من المنتجات النانوية التي بدأت عام (٢٠٠١م) مثل: ملطفات الجو، والمعدات البنائية النانوية، والبوليمرات، والسيراميك عالي التقنية.
- ٢- جيل تقنية النانو الفعّالة (Active Nanotechnology Generation) وبدأ هذا الجيل عام (٢٠٠٥م) واستهدف تطوير مجالين أساسيين وهما:
المجال الأول: استهدف النشاط الحيوي، والتأثيرات الصحية؛ بإنتاج الأدوية والعقاقير الموجهة، والأجهزة الحيوية.
- المجال الثاني: استهدف النشاط الفيزيائي والكيميائي بإنتاج الترانزستور ثلاثي الأبعاد (3D Transistors) والمكبرات (Amplifiers) وأذرع التحريك (Actuators).
- ٣- جيل أنظمة النانو (System of Nanotechnology Generation) وبدأ هذا الجيل عام (٢٠١٠م) ويشمل عمليات التجميع الموجه (Guided Assembling) والشبكات ثلاثية الأبعاد (3D Networks) والروبوت الطبي المتقدم للعمليات الجراحية الدقيقة، والبناءات المعمارية الدقيقة المتطورة.
- ٤- الجيل الرابع: أنظمة النانو الجزيئية (Molecular Nanotechnology) وهي أنظمة نانوية متقدمة جداً، وتحتاج إلى مزيد من الجهود البحثية لتطويرها، كما أنها تتناسب مع المتطلبات الدقيقة للإنسان، مثل: الأجهزة فعالية المنشأ التي تحاكي أنظمة الإنسان الحيوية ذات التصميم النوي (Atomic Design) ومن المتوقع أن يبدأ العمل في هذا الجيل من عام (٢٠١٥م-٢٠٢٠م).

سابعاً: أهداف تكنولوجيا النانو:

تستهدف تكنولوجيا النانو تحقيق جملة من الأهداف العلمية والتكنولوجية في كثير من المجالات العلمية، وقد حدد مناسي (Manasi, 2008 , p4) تلك الأهداف فيما يأتي :

- ١- بناء أفضل.
- ٢- عمر أطول.
- ٣- أكثر أماناً وحفاظاً على البيئة.
- ٤- منتجات ذكية.

ويقصد مناسي (Manasi) بالهدف الأول: تصميم أدوات وأجهزة ومواد دقيقة من مكونات المادة الأساسية (الذرات والجزيئات). وأما الهدف الثاني: فيقصد به ابتكار أدوات وأجهزة نانوية، وأدوية وعقاقير تسهم في معالجة الأوبئة والأمراض التي يتعرض لها الإنسان وتحسين صحته، أما الهدف الثالث فيعني أن تكنولوجيا النانو يمكن أن تسهم في الحفاظ على البيئة إذا استخدمت بالطرق العلمية الصحيحة المقننة لحل مشكلات البيئة والعكس - أيضاً - صحيح، أما الهدف الرابع : فيقصد به ابتكار أجهزة وأدوات ذكية مثل: الحاسبات النانوية، والأجهزة الدقيقة، والروبوتات النانوية، والمستشعرات النانوية بمختلف أنواعها.

فالغرض الأساسي من تكنولوجيا النانو هو الفهم الصحيح لبنية المادة عند مستوى المقياس النانومتري والاستفادة من خواصها الفريدة عن هذا المستوى من القياس؛ لتصنيع أدوات ومعدات دقيقة جداً، قد لا يزيد حجمها عن (١٠٠) نانومتر، تستطيع تأدية وظائف محددة بكفاءة عالية.

ولتحقيق هذه الغاية المهمة؛ فإن هناك ثلاث خطوات أساسية أشار إليها مناسي (Manasi, 2008 , p21) وهي:

- ١- توليد ذرات مفردة؛ وهذا يتطلب تصحيح أسلوب معين لجذب الذرات المفردة وتحريكها للأوضاع المرغوبة؛ وقد تمكن باحثون من شركة (IBM) في عام (١٩٩٠م) من كتابة شعار الشركة بوضع (٣٥) ذرة من عنصر الزينون على سطح بلورة من النيكل باستخدام مجهر القوة الذرية.
- ٢- تطوير آلات نانوية مجهرية تسمى المجمّعات التي يمكن برمجتها للتحكم في الذرات والجزيئات، وهذه العملية تتطلب بلايين من المجمّعات تعمل في وقت واحد لتجميع الذرات والجزيئات، وتطوير منتجات مرغوبة كما هو مخطط لإنتاجها.
- ٣- تعمل المجمّعات معاً مثل الأيدي لبناء منتجات بصورة آلية، وهذا سوف يقلل بشكل كبير من تكاليف التصنيع، ومن ثم يمكن إنتاج العديد من البضائع الاستهلاكية الأرخص سعراً، والأكثر جودة.

ثامناً: أهمية تكنولوجيا النانو:

حظيت تكنولوجيا النانو باهتمام وتنافس عالمي شديد لم تحظ به أي تكنولوجيا أخرى قبل هذا النوع من التكنولوجيا المتقدمة، ولعل من أهم مصادر هذا الاهتمام المتزايد بالدرجة الأولى هو الاستثمار الاقتصادي في تكنولوجيا النانو، لعوائدها الاقتصادية الضخمة التي تفوق الخيال، هذا بالإضافة إلى أنها ستعمل على تغيير

كثير من مجالات حياة الإنسان في المرحلة المستقبلية القادمة، التي ستعتمد على منتجات ومكتشفات تكنولوجيا النانو.

وقد حددت صفات سلامة (٢٠٠٩ م، ص ٣٧) جملة من العوامل التي تعتقد أنها تشكل مصدر الاهتمام الكبير بتكنولوجيا النانو في الوقت الراهن أو المرحلة القادمة، وتمثل هذه العوامل فيما يأتي:

- ١- إنها تقنية حديثة غير مكلفة مقارنة بالتقنيات المستخدمة حالياً، وعوائدها الاقتصادية مرتفعة للغاية.
- ٢- إنها تعمل على تكامل العلم والتكنولوجيا للتوجه نحو التطبيقات العلمية؛ حيث يبدأ عملها من المكونات الأساسية للمادة (الذرات والجزيئات) مما يجعل تأثيرها واسعاً وكبيراً، ويشمل جميع مجالات العلوم والتقنية.
- ٣- إن البحث والتطوير في مجال تكنولوجيا النانو سيعمل على تغيير كثير من الممارسات التقليدية في إنتاج وتصميم المنتجات والسلع الاستهلاكية والالكترونية، وأجهزة الكمبيوتر، وتكنولوجيا المعلومات والاتصالات والتكنولوجيا الحيوية، والطاقة، وغيرها من مجالات الحياة.

ومن جهة أخرى يرى مناسي (Manasi , 2008, P6) أن مصدر الاهتمام العالمي المتزايد في الوقت الراهن بتكنولوجيا النانو يعود إلى عدة عوامل من أهمها ما يأتي:

- ١- الإسهام في حل بعض المشكلات البيئية مثل ارتفاع درجة الحرارة عن طريق تخزين الطاقة في خلايا كهربائية أكثر كفاءة وفعالية في التخزين والإضاءة.
 - ٢- توظيف تكنولوجيا النانو في مجال تصنيع المواد المستخدمة وجعلها أطول عمراً، وترشيداً في الاستخدام.
 - ٣- توفير مياه شرب نقية وآمنة.
- وفي هذا الصدد يرى محمد (٢٠١٠م، ص ٥١) أن أهمية تكنولوجيا النانو تتمثل في بعض فوائدها الآتية :
- ١- المواد والمنتجات المصنعة بتكنولوجيا النانو أكثر دقة من المواد المصنعة بالطرق التقليدية.
 - ٢- نقاوة المنتج المعتمد في تصنيعه على تكنولوجيا النانو.
 - ٣- توحيد نوعية المنتج.
 - ٤- حفظ الطاقة المستهلكة في عملية التصنيع.

وفي واقع الأمر؛ فإن أهمية تكنولوجيا النانو تكمن بالدرجة الأولى في اعتمادها على الخواص المتميزة للمواد النانوية التي تختلف خصائصها بشكل كلي عن خصائصها في حجمها الطبيعي؛ حيث يستفيد خبراء وعلماء تكنولوجيا النانو من هذه الخصائص الفريدة المتميزة في ابتكار مواد ومنتجات وأجهزة أكثر فعالية وجودة؛ الأمر الذي سيحدث تحولاً كبيراً في القطاعات الإنتاجية والاقتصادية، عن طريق التوجه إلى الطرق الإنتاجية التي تعتمد على تكنولوجيا النانو في الإنتاج والتصنيع في جميع قطاعات الإنتاج والتصدير.

تاسعاً: خصائص تكنولوجيا النانو:

تتميز تكنولوجيا النانو ببعض الخصائص التي تميزها عن غيرها من العلوم التي تتعامل مع نفس المواد التي تتعامل معها تكنولوجيا النانو؛ مما جعلها تحظى باهتمام متزايد في مختلف الأوساط العلمية، ومن أهم تلك الخصائص ما يأتي:

١- المواد في أحجام النانومتر لا يمكن تفسير سلوكها على أساس قوانين الطبيعة التقليدية؛ بل يتحكم في سلوكها قوانين ميكانيكا الكم (Quantum Mechanics) التي تتميز بخصائص يطلق عليها التأثيرات الكمية (Quantum effects) ولهذه التأثيرات أهمية كبيرة في حركة الإلكترونات. (عبدالسلام، ٢٠١٠م، ص ٣٦). والمقصود بميكانيكا الكم: ميكانيكا الجزيئات والذرات ومكوناتها، ووصف حركة الجسيمات الأصغر من الذرات عبر هذه الميكانيكا. (براديب، ٢٠١٠م، ص ٥٥٤).

٢- الحركة البراونية لمواد النانو، وقوى السطح للمواد النانوية قد تكون أساساً جديدة لتراكيب ومعدات متطورة، كما أن التنظيم الذاتي (Self-assembly) يمثل جزءاً أساسياً للسلوك الطبيعي عند المقياس النانومتري. (عبدالسلام، ٢٠١٠م، ص ٣٦).

٣- تتفوق تكنولوجيا النانو في كونها التكنولوجيا الوحيدة ذات الوظائف والاستخدامات المتعددة؛ حيث يمكن توظيف منتج واحد من منتجات المواد النانوية في أكثر من مجال تطبيقي، وهذا بدوره يؤدي إلى تخفيض تكلفة الإنتاج، ومن المرجح أن تضاعف من القدرة الإنتاجية في البلدان النامية، وذلك من خلال تقديمها سبلاً جديدة لعمليات تصنيعية مبتكرة ورخيصة؛ مما يضمن الحصول على منتجات عالية القيمة، منخفضة التكلفة، تستخدم في تطبيقات علمية متنوعة لا يترتب عليها إلا بعض الآثار السلبية البسيطة من التلوث البيئي التي يمكن معالجتها بالطرق العلمية المناسبة. (الاسكندراني، ٢٠١٠م، ص ٢٨٨).

٤- إن قوة تكنولوجيا النانو لا تقتصر على كونها موجهة للمستوى المجهرى للمادة فقط؛ ولكن في فلسفتها المبنية على قدرتها في تشكيل المادة بتغير تركيبها الذري ذرة بذرة. (فقيه، ٢٠٠٣م، ص ٥٧).

٥- إن تغير خواص مواد تكنولوجيا النانو عند المقياس النانومتري نتيجة لطبيعة التفاعلات بين الذرات المكونة للمادة هو جوهر مفتاح العلم النانو تكنولوجي. (مارك ودانيال، ٢٠١١م، ص ٢٢).

ورصد مسلم وآخرون (٢٠١٠م، ص ٥٣) بعض الخصائص التي تتميز بها تكنولوجيا النانو، والتي يمكن إيجازها على النحو التالي:

- ١- تستطيع تكنولوجيا النانو أن تصنع المواد بصورة أسرع وأفضل وأرخص مقارنة بأي تقنية أخرى.
- ٢- إن تكنولوجيا النانو ترتبط بإنتاج واستخدام المواد بعد تعديل خواصها هندسياً بطريقة منظمة تقترب من أبعاد الذرات والجزيئات؛ بهدف تكوين مواد جديدة، وأجهزة ونظم تتمتع بمواصفات وخصائص جديدة.
- ٣- إن تكنولوجيا النانو ستسهم في إحداث طفرة علمية ومجتمعية غير مسبوقة في شتى المجالات العلمية.

٤- إن الاعتماد على مواد الخام سيقبل بصورة ملحوظة في العقود القليلة القادمة؛ لأنه سيتم التحول إلى الاستفادة من المواد النانوية التي ستسهم في الحصول على مواد جديدة وبأقل التكاليف.

٥- إن تكنولوجيا النانو ستسهم في رفاهية ورخاء الإنسان المعاصر في شتى مجالات الحياة العلمية والعملية. ونظراً لما تشكله هذه الخصائص والسمات من أهمية كبيرة لتطوير وتنمية المجتمع وحل مشكلاته في كثير من المجالات الحياتية؛ تهتم الدول علمياً وتكنولوجياً بهذا النوع الجديد من التكنولوجيا المتقدمة، وترصد لها الميزانيات الضخمة لمستقبلها الواعد، والعوائد الاقتصادية الكبيرة المتوقعة من الاستثمار في هذا المجال العلمي الجديد، والتي تفوق أي مجال استثماري آخر. وعلى هذا الأساس ينبغي أن تبذل الدول العربية والإسلامية كافة الجهود للاستفادة والاستثمار في المجالات العلمية لتكنولوجيا النانو، وتمويلها بسخاء حتى لا تتعرض للتمهيش والاستبداد السياسي، والاقتصادي، والاجتماعي، والحضاري.

عاشراً: علاقة تكنولوجيا النانو بالعلوم الأخرى:

فرضت تكنولوجيا النانو نفسها بقوة على أوساط المجتمع العلمي، وعلى بقية العلوم الأخرى ذات الصلة الوثيقة بها؛ وذلك لكونها تكنولوجيا تتميز بتطبيقات علمية مختلفة واسعة النطاق في شتى المجالات العلمية، وقد انعكس هذا المفهوم على كافة القطاعات الإنتاجية، والصناعية، والاقتصادية؛ لتطوير المنتجات والسلع بمواصفات تكنولوجيا النانو.

والسؤال المثير للاهتمام: هل تكنولوجيا النانو وعلومها ستؤثر على التطورات العلمية والتقانات السابقة لها ؟ أم تتكامل معها ؟ وكيف يتحقق ذلك ؟

وللإجابة على هذا السؤال المهم، تصف صفات سلامة (٢٠٠٩م، ص ٣١) وضع تكنولوجيا النانو الحالي بالنسبة للعلوم الأخرى ذات العلاقة الوثيقة بها؛ فهي ترى أن تكنولوجيا النانو: علم هجين يعتمد على التداخل بين مختلف العلوم الفيزيائية، والكيميائية، والبيولوجية، والميكانيكية، والالكترونية، وعلوم المواد الهندسية، وتقنية المعلومات؛ بهدف دراسة الهياكل البنائية للمادة؛ فالذرات والجزيئات تنجذب لبعضها؛ والأشكال متممة للأشكال الأخرى؛ بسبب الشحنات المتجاذبة تماماً كالمغناطيس؛ فالذرة موجبة الشحنة تلتصق بالذرة السالبة الشحنة، فإذا اجتمعت ملايين من الذرات إلى بعضها البعض بواسطة آلات نانوية، سوف يتكون منتج جديد له شكله الخاص، وبمواصفات جديدة.

وبخصوص هذا الشأن، يرى سرجنت (٢٠٠٨م، ص ١٥) أن تكنولوجيا النانو هي موضوع تجمع للتيارات المتدفقة في قلب العلوم المعاصرة؛ حيث تندمج آخر الاختراعات العلمية في الكيمياء، والفيزياء، والبيولوجيا، وتختلط بالهندسة والطب؛ لتنتج الرقاقات الالكترونية، ولا يمكن لأخصائي منعزل أن يفهم أسرار التشخيص والعلاج لوحده، ولكن تكنولوجيا النانو توحد الأفكار، وتعمل على تكوين لغة علمية مشتركة بين العلماء، لتوليد أفكار وإبداعات وابتكارات جديدة، واكتشافات علمية متطورة، وعلى هذا الأساس يصف

رايتنر وآخرون (Retner et al, 2003, p145) تكنولوجيا النانو بأنها طريقة لتحسين تكنولوجيا واعدة، وستجمع حتماً بين مظاهر التكنولوجيا الفائقة، والتكنولوجيا الحيوية.

ونظراً لما تمثله عملية التكامل بين علوم تكنولوجيا النانو والمجالات والحقول العلمية الأخرى من أهمية كبرى لدى الأوساط العلمية، ولتحقيق الأهداف المرجوة من التكامل بين هذه العلوم قامت مؤسسة البحوث العلمية الأمريكية (National Science Foundation) التي تشرف على السياسة العلمية للولايات الأمريكية بالتعاون مع وزارة التجارة بعقد ملتقى علمي في واشنطن عام (٢٠٠١م) حول تكامل التكنولوجيات لتحسين الوظيفة البشرية، وخلصت إلى نتيجة مفادها: أن علوم المعرفة تفكر وتصوغ، والنانوتكنولوجي تبني وتصنع وتجمع، والبيوتكنولوجي تغرس وتزرع بالأجسام، وتكنولوجيا المعلومات تراقب وتحكم. (الشريبي، ٢٠٠٨م، ص ٥٢).

ومبدأ الفكرة الجوهرية لتكامل العلوم والتقنيات وصياغاتها في قالب علمي واحد، ولغة علمية مشتركة بين العلماء، هو تلاقيها وانطلاقها من مستوى المقياس النانومتري؛ أي من البنية الأساسية للمواد: الذرات والجزيئات التي تختلف خصائصها عند هذا المستوى من المقياس، واستثمار هذه الخصائص في اكتشافات علمية جديدة غير معهودة في مختلف المجالات العلمية.

وتأسيساً على هذه الحقيقة التي تؤكد على ضرورة تكامل العلوم والتقانات في شتى المجالات العلمية؛ فمن الأهمية بمكان أن يكون هناك لغة علمية مشتركة بين العلماء والخبراء والمتخصصين على مستوى العالم العربي والعالم الإسلامي في مختلف المجالات العلمية للتنسيق بين كافة العلوم، وفق رؤية علمية مشتركة توحد بين الجهود البحثية، من منظور التفكير العلمي المشترك، للاستفادة من تكنولوجيا النانو كمنطلق أساسي لتطوير بقية العلوم، وتنمية المجتمع العربي والإسلامي وتطويره، وحل مشكلاته؛ لكون هذه المجالات العلمية غير مستقلة عن بعضها، بل هي متكاملة فيما بينها، وتستهدف غاية واحدة مشتركة، وهي الإسهام في حل مشكلات الإنسان، وتحسين أوجه نشاط حياته، وظروفه المعيشية، هذا من جانب، ومن جانب آخر، فإن التكنولوجيا بكافة أشكالها ووظائفها أصبحت ضرورة علمية، وجزءاً مهماً من حياة المجتمع وغير معزولة عنه، فهي تؤثر في حياته، وأنماط تفكير وسلوكه وتوجهاته، وهي عامل مهم لتطوير المجتمع وتنمية موارده البشرية وغير البشرية.

ومن العوامل الجيدة لتحقيق هذه الغاية المهمة، إنشاء مراكز بحثية مشتركة على مستوى العالم العربي والإسلامي لتكنولوجيا النانو، تعمل على تنسيق وتكامل البحوث العلمية في المجالات العلمية الأخرى ذات الصلة الوثيقة بتكنولوجيا النانو؛ لأن الجهود البحثية الفردية الحالية رغم أهميتها إلا أن تأثيرها مقارنة مع الجهود العلمية المشتركة محدودة، فضلاً على أن يكون لدى هذه المراكز البحثية قاعدة معلومات مشتركة لتبادل الأفكار والبحوث العلمية، وللتواصل مع المراكز البحثية العالمية للاستفادة من خبراتها وتجاربها في تكنولوجيا

النانو، وأن تفتح المجال للباحثين والمبدعين لإجراء بحوثهم وتجاربهم، وأن تشمل هذه المراكز على وحدات بحثية خاصة لترجمة البحوث والدراسات والكتب والدراسات المتخصصة في تكنولوجيا النانو، ونقطة أخرى في غاية الأهمية، وهي عملية الدعم والتمويل الحكومي والمؤسسي لهذه المراكز، والتفكير الجاد في العوائد التي تفوق بكثير التمويل المنفق عليها.

وباختصار شديد، فإن التكامل بين تكنولوجيا النانو والعلوم الأخرى ذات الصلة الوثيقة من منطلق التعامل مع بنية المادة الأساسية وخصائصها الفريدة؛ يؤدي إلى تحقيق تطورات واكتشافات علمية واسعة النطاق، مع الحفاظ على وتيرة التطور المستمر في هذه العلوم تحت مظلة تكنولوجيا النانو، بالإضافة كذلك إلى الإسهام في بناء نظريات علمية وتكنولوجية أصيلة ومتكاملة.

الحادي عشر: مستقبل القوى العاملة والبرامج التعليمية وتكنولوجيا النانو:

من المرجح أن يكون تأثير تكنولوجيا النانو على المجتمع العالمي كبيراً على المدى القريب أو البعيد؛ سواء في المجال الاقتصادي أو السياسي، غير أن تأثيرها على الجوانب الاجتماعية، والعلمية، والثقافية سيكون أشد تأثيراً؛ لأن تكنولوجيا النانو ستكون جزءاً مهماً من حياة المجتمع الذي سيعتمد عليها في كثير من مجالات القطاعات الإنتاجية والاقتصادية المرتبطة بحياة الأفراد والمجتمعات وعلاقاتهم الإنسانية؛ لهذا يعد التفكير في إعداد القوى العاملة، وتنمية الموارد البشرية، وتأهيلها وتزويدها بالمهارات العلمية والتكنولوجية العالية، حاجساً علمياً ملحاً لدى الدول المتقدمة؛ لإعداد المجتمع لمرحلة نمووية جديدة، ليكون قادراً على التعامل مع معطيات وتداعيات تكنولوجيا النانو بفعالية من جهة، وتلبية متطلبات سوق العمل من المهارات الفنية المتخصصة في تكنولوجيا النانو من جهة أخرى.

وقد أعدَّ قابر وآخرون (Gabor, et al, 2009, p827) تقريراً يصف فيه الوضع الراهن للقوى العاملة، والبرامج التعليمية في الولايات المتحدة الأمريكية، ومستقبلها في ضوء متطلبات تكنولوجيا النانو وحاجاتها من الأيدي العاملة عالية الكفاءة، يمكن إيجازه على النحو الآتي: يحظى الوضع الراهن للتعليم والقوى العاملة باهتمام فائق في ظل بزوغ تكنولوجيا النانو، فهناك برامج جديدة لإعداد علماء ومهندسين في دول العالم، إلا أن القوى العاملة الحالية الأزفة على سن التقاعد، والإعتماد على جنسيات أجنبية، والمناهج المتهالكة، وضعف التمويل الفيدرالي، والتقدم السريع، والاكتشافات العلمية؛ جميعها عوامل تدعم هذا الطلب الملح والعاجل. وهناك منافسة عالمية شرسة لبيع المنتجات القائمة على تكنولوجيا النانو، وربما تكون الولايات المتحدة الأمريكية في هذا المضمار، وقد حدد معهد تكنولوجيا النانو في ولاية بنسلفانيا المتطلبات المتعلقة بتعليم وتطوير القوى العاملة في القرن الحادي والعشرين، وأن يبدأ التركيز على علوم النانو، وتكنولوجيا النانو من سن (١٢) عاماً من النظام التعليمي، ويمتد إلى كليات المجتمع والجامعات والمدارس المهنية.

وتعتبر البرامج التي طورها معهد تكنولوجيا النانو في ولاية بنسلفانيا أمثلة جيدة في التفكير المتقدم، والشراكة متعددة المستويات التي تمت صياغتها من قبل مجموعة من الشركات التجارية والحكومية والأكاديميين، وهي جهات تعمل على تطوير تعليم تكنولوجيا النانو، وكذلك تطوير القوى العاملة، ولقد تم تلخيص مهمة تطوير القوى العاملة على النحو الآتي:

ستكون الحاجة ماسة للقوى العاملة التي تمتلك المهارات، والمدرية فنياً على تكنولوجيا النانو؛ إذا أرادت الولايات المتحدة أن تستفيد من الفرص التجارية التي توفرها تكنولوجيا النانو، وسيعمل معهد تكنولوجيا النانو بالشراكة مع كليات المجتمع الإقليمية، لجعل هذه الحاجة الملحة واقعاً ملموساً من خلال بناء الشراكات، وتأمين الأدوات والمواد، وتطوير التعليم والتدريب، وبناء استراتيجيات لتطوير القوى العاملة في مجالات تكنولوجيا النانو.

كما أن المجتمع يجب أن يستجيب ويستوعب العصر الجديد لتكنولوجيا النانو، وكذلك على المناهج أن تفتح باتجاه أفكار جديدة، وبرامج معرفية جديدة متفرعة ضمن العلوم الأساسية، عوضاً على تطوير استراتيجيات التدريس بما يتلائم مع مطالب تكنولوجيا النانو، والشراكة والاتصال المباشر بين المؤسسات التعليمية والجامعات وكليات المجتمع على وجه الخصوص، أمر ضروري وجوهري، لضمان وجود توازن بين احتياجات الصناعة، ومخرجات التعليم لطلاب مؤهلين ومدرّبين مهنيّاً على مهارات تكنولوجيا النانو الجديدة (انتهى).

وسوف تسهم تكنولوجيا النانو في توفير فرص وظيفية جديدة في كثير من القطاعات المتنوعة؛ لهذا فمن المتوقع كما يشير الاسكندراني (٢٠١٠م، ص ٢٨٧) إلى أن تطبيقات تكنولوجيا النانو ستسهم في الحد من ظاهرة البطالة بين الخريجين الجدد، وأن تكنولوجيا النانو ستوفر فرص عمل جديدة في المشروعات البحثية والإنتاجية القائمة على التطبيقات المتقدمة في تكنولوجيا النانو.

وتشير التقارير إلى أن المنتجات والخدمات التي ستنشأ عن تطبيقات تكنولوجيا النانو قد تتجاوز (٢) تريليون دولار (عام ٢٠١٥م) كما أنها ستتوفر مايقارب من (٢) مليون فرصة عمل جديدة في تكنولوجيا النانو خلال هذه الفترة. (عبدالسلام، ٢٠١٠م، ص ٢٧).

وتأسيساً على هذه التوقعات والمؤشرات المتعلقة بمستقبل القوى العاملة في تكنولوجيا النانو، وما تتطلبه من برامج تعليمية وتدريبية، تقتضي الإشارة هنا إلى ضرورة التفكير الجاد في البرامج والمناهج التعليمية الحالية وتحليلها وتقويمها؛ لتحديد مدى استيعابها للمتغيرات التي ستفرضها تكنولوجيا النانو على مجتمعنا العربي والإسلامي، وكيف يمكن إعداد الكوادر البشرية المؤهلة والمدرية علمياً ومهنيّاً على مهارات تكنولوجيا النانو وعلومها، وآلية تلبية حاجات سوق العمل الذي سيعتمد كثيراً على مهارات المتخصصة في هذا المجال، خصوصاً أن مجتمعنا العربي يتمتع بوفرة القوى البشرية في سن العمل، وكذلك توافر الموارد المادية التي يمكن

استثمارها في تعليم وتدريب المتعلمين على مهارات التعامل مع تكنولوجيا النانو؛ ومهارات البحث العلمي والمشروعات البحثية المشتركة في مرحلة مبكرة، تبدأ على الأقل من المرحلة الإعدادية، لإعدادهم لمطالب سوق العمل، وتوفير الفرص الوظيفية المناسبة لهم في مجالات تكنولوجيا النانو الخصب، لتنمية المجتمع وتطويره، والحد من مشكلات البطالة.

الثاني عشر: الأنشطة والمشروعات البحثية في تكنولوجيا النانو على المستوى العالمي:

تنفق الدول المهمة بالاستثمار في تكنولوجيا النانو ملايين الدولارات على الأنشطة البحثية والمشاريع العلمية في تكنولوجيا النانو، وذلك للاستفادة من عوائدها الاقتصادية والتنموية على مجتمعاتها، ومن أهم المؤشرات التي تؤكد هذه الحقيقة النماذج التوضيحية الآتية:

١- قامت ثنتان وخمسون دولة خلال العشر سنوات الماضية، بتأسيس برامج ووحدات بحثية وأكاديمية، ومعاهد بحوث، ومراكز تميز ومعامل، وصل عددها حتى نهاية عام (٢٠٠٩م) إلى (٢٤٤٦٨) مركزاً للبحوث العلمية، وبلغ عدد الدوريات العلمية والمحافل الدولية والمؤتمرات حتى عام (٢٠٠٩م) نحو (٤١٧٥) مؤتمراً وندوة علمية، ونشر خلال تلك الفترة نحو (١٩٣،٤٧٥) ورقة علمية وبحثية. (الاسكندراني، ٢٠١٠م، [ب] ص ١٥٦).

٢- أنفقت الولايات المتحدة الأمريكية في عام (٢٠٠٨م) على تكنولوجيا النانو (١٠٢٤،١) مليون دولار ، أما الإتحاد الأوروبي فقد دعم تكنولوجيا النانو في عام (٢٠١٢م) بمبلغ (٩٠٩،٨) مليون يورو، ومن المقرر أن يخصص لها (١٠٣١،٣٨) مليون يورو في عام (٢٠١٣م). (شحاته، ٢٠١١م، ص ٣٠).

٣- أعلنت الحكومة الروسية عن تخصيص (٧،٧) بليون دولار لمجالات النانوتكنولوجيا حتى عام (٢٠١٥م) (<http://en.rian.ru/ussia>، تاريخ الإتاحة : ١٤٣٣/٢/١ هـ).

٤- خصصت كوريا الجنوبية (٢٠٠١م) ميزانية لتكنولوجيا النانو بمقدار (١،١٤) مليار دولار، أما الصين فقد دعمت أبحاث تكنولوجيا النانو حتى نهاية عام (٢٠٠٥م) بحوالي (٢) مليار دولار. (بسيوني، ٢٠٠٨م، ص ١٣٨).

٥- يوجد في الولايات المتحدة الأمريكية (٤٠،٠٠٠) عالم أمريكي يعملون في تكنولوجيا النانو، وتقدر الميزانية الأمريكية لتكنولوجيا النانو حتى عام (٢٠١٥م) بترليون دولار. (شحاته، ٢٠١١م، ص ١٣).

٦- هناك حوالي (٤٠٠٠) شركة تعمل في تكنولوجيا النانو، سواء كانت مراكز بحثية، أو شركات تصنيع لمنتجات النانو، ويبلغ حجم الاستثمار في هذا المجال (٣٠٠) مليار، ومن المتوقع أن تصل إلى تريليون دولار في عام (٢٠١٥م). (جمعة، ٢٠٠٩م، ص ٢٠).

ومن جانب علمي آخر، قام مشروع النانوتكنولوجيا التابع لمركز وودرو ويلسون الدولي للباحثين عام (٢٠٠٥م) بدراسة الأبحاث ذات التمويل الحكومي، والتي تتعامل مع التأثيرات البيئية والصحية الناجمة عن

استخدام تكنولوجيا النانو متناهية الصغر، وتوصلت الدراسة إلى أن الاستثمار في البحوث وثيقة الصلة بالتأثيرات السلبية لتكنولوجيا النانو، كانت ضئيلة للغاية لا تتجاوز (١٪) من إجمالي الاستثمارات الفيدرالية المخصصة للبحوث في مجال تكنولوجيا متناهية الصغر التي تقدر بـ (١٠) مليار دولار أمريكي. (سلامة، ٢٠٠٩م، ص ١٨٩).

وتعكس هذه المؤشرات مدى الاهتمام العالمي المتزايد بتكنولوجيا النانو، وإنشاء المراكز البحثية، وتمويل البحوث العلمية من قبل الحكومات والدول، والمؤسسات المجتمعية، والقطاع الخاص؛ نظراً لما تمثله تكنولوجيا النانو من أهمية كبيرة في تنمية المجتمع، وتطوير منشآته، علاوة على المردود الاقتصادي الضخم من الاستثمار في هذا المجال الجديد بالمقارنة مع غيره من المجالات الاستثمارية الأخرى.

والقضية المثيرة للاهتمام هنا، مدى اهتمام العالم العربي بتمويل الأبحاث والمشروعات والمراكز البحثية لتكنولوجيا النانو؛ حيث تشير الإحصاءات أن الإنتاج العلمي العربي المنشور عالمياً بهذا المجال خلال الفترة (٢٠٠٠م - ٢٠٠٨م) لا يزيد عن (١٢٦٣) ورقة بحث علمي، وهو لا يتجاوز ثلث الأوراق العلمية التي نشرتها إسرائيل خلال الفترة نفسها (٣٣٦٣) ورقة بحث علمي. (الاسكندراي، ٢٠١٠م، ص ٢٩٠).

الثالث عشر: الاستثمارات في مجالات تكنولوجيا النانو:

تُقدّر السوق المالية للاستثمار في مجالات تكنولوجيا النانو بمليارات الدولارات، ومن الأمثلة التوضيحية على حجم الاستثمارات لمنتجات تكنولوجيا النانو ومبيعاتها في الأسواق العالمية ما يأتي:

١- تُقدّر حصة المنتجات الصيدلانية المصنعة بتقنية النانو في عام (٢٠٠٣م) بحوالي (٣٨٠) مليون دولار (توبي، ٢٠٠٩م، ص ٧٦).

٢- تُقدّر قيمة الأجهزة الالكترونية المعتمدة على تكنولوجيا النانو (١٠-٢٠) مليار جنيه استرليني ما بين عامي (٢٠٠٤م - ٢٠٠٥م). (Govexec.com, 19 April 2004).

٣- تتوقع هيئة العلوم القومية أن تمثل السلع والخدمات ذات الصلة بالتقانة النانوية سوقاً تصل قيمته تريليون دولار عام (٢٠١٥م) وهذا يجعلها أكبر من كل صناعة الاتصالات وتقانة المعلومات مجتمعة في بداية عهد ازدهارها عام (١٩٩٨م). (مارك ودانيال، ٢٠١١م، ص ١٧).

٤- بلغت النسبة الكلية لمبيعات المواد الطبية المنتجة بواسطة تكنولوجيا النانو (١٥٪) من إجمالي المبيعات الكلية للمواد والأجهزة النانوية في عام (٢٠٠٨م) ووصل الحجم الكلي لمبيعات تكنولوجيا النانو عام (٢٠٠٨م) إلى (١٤٦،٤) مليار دولار. (الاسكندراي، ٢٠١٠م، [١]).

٥- تشير الدراسات التي قامت بها المؤسسة الوطنية للعلوم في الولايات المتحدة الأمريكية (NSF) إلى أن حجم الاستثمار القائم على تكنولوجيا النانو سيصل إلى تريليون دولار أمريكي في عام (٢٠١٥م) بينما تتوقع الدراسات اليابانية المتخصصة في هذا المجال، أن يصل إلى (٣،٥) تريليونات دولار في العام نفسه،

وترجح الدراسات الاقتصادية التي أجرتها العديد من الهيئات البحثية الصناعية، وحكومات الدول الصناعية الكبرى، أن يمثل اقتصاد تكنولوجيا النانو قوة هائلة تفوق في حجم استثماراتها مجموعة حجم الاستثمارات العالمية في كل الصناعات مجتمعة. (الاسكندراني، ٢٠١٠م، [ب]، ص ١٥٦).

٦- من المتوقع أن يحتوي (١٧٪) من إجمالي إنتاج العالم من السلع في عام (٢٠١٤م) على منتجات تكنولوجيا النانو، وتقدر قيمة ما يباع في سوق تكنولوجيا النانو في الوقت الراهن بأكثر من (٧٠٠) مليار دولار، ومن المرجح أن تصل إلى ما بين (١٠٢ - ٢٠٩) تريليون دولار بحلول عام (٢٠١١م) (صفات سلامة، ٢٠٠٩م، ص ٧٤).

٧- ومن المتوقع - أيضاً- خلال الفترة ما بين (٢٠١٥م - ٢٠٢٠م) أن تحتل صناعة الأجهزة الالكترونية، والقطاع الطبي المعتمد على تكنولوجيا النانو المرتبة الأولى؛ فالقيمة السوقية المقدرة لها تعادل (٧٠) مليار جنيه استرليني في السنة الواحدة، وتبلغ نسبة النمو في تكنولوجيا النانو في مجال الاتصالات حوالي (٧٠٪) (توبي، ٢٠٠٩م، ص ٨٢).

وتعكس هذه المؤشرات والتوقعات انعكاس ظاهرة النفوذ الاقتصادي النانوتكنولوجي، وهيمنة المنتجات النانوتكنولوجية على السوق العالمية، سواء كانت من المنتجات الاستهلاكية، أو الأجهزة الالكترونية، أو الأدوات والأجهزة والعقاقير الطبية، غير أن ما ينبغي التنبيه إليه بخصوص هذا الأمر، أن الأسواق الخليجية مستهدفة بالدرجة الأولى بهذه المنتجات؛ نظراً لارتفاع مؤشرات القدرة الشرائية، وزيادة الاستهلاك، واعتماد دول الخليج على واردات الأسواق العالمية.

الرابع عشر: براءات الاختراع في تكنولوجيا النانو:

تعتبر تكنولوجيا النانو أكبر ثورة علمية سجلت فيها براءات اختراع بالمقارنة مع غيرها من الثورات العلمية السابقة لها، وفي فترة وجيزة لا تتجاوز بضع سنوات. ولقد كان للتفكير العلمي، والخيال العلمي، وتطور الأجهزة والأدوات فائقة الدقة، وتطور البحوث العلمية ودعمها وتمويلها؛ الدور الفعال في كثير من الاكتشافات العلمية الجديدة في تكنولوجيا النانو؛ فهي القوة المبدعة والمحفزة لمخترعات تكنولوجيا النانو الحديثة، وما زالت براءات الاختراع تتزايد بشكل ملحوظ في السنوات الأخيرة حتى الوقت الراهن، وتفاجئ العالم بمكتشفات علمية تفوق كل التوقعات.

وأصبحت منتجات تكنولوجيا النانو ترتبط بمعاني الإبداع والابتكار؛ لهذا تقوم الشركات والهيئات المنتجة للسلع النانوتكنولوجية بحماية منتجاتها الابتكارية عن طريق براءات الاختراع، وقد وصل عدد براءات الاختراع التي حصلت عليها تلك الشركات، كما تشير التقارير الأولية إلى تسجيل (٤٤،٨٦٧) براءة اختراع خلال الفترة الزمنية (٢٠٠٠م - ٢٠٠٧م) وبواقع زيادة سنوية تصل إلى (١٨٪). (الاسكندراني، ٢٠١٠م، [ب] ص ١٥٦).

وسجلت الولايات المتحدة الأمريكية في عام (٢٠٠٧م) ما يقارب من (٦٨٠٠) براءة اختراع في تكنولوجيا النانو. (رحمو، ٢٠٠٨م، ص ١٢٠).

ويشير بيسيوني (٢٠٠٨م، ص ٥٦) إلى أن مكتب براءات الاختراع الأمريكي (U.S. Patent Office) سجل ما يزيد عن (١٣٠٠٠) براءة اختراع في تكنولوجيا النانو.

وهناك ثلاثة براءات اختراع جديدة يتم منحها أسبوعياً للمبتكرين، ولمعاهد البحوث العاملة في هذا المجال (شحاته، ٢٠١١م، ص ٣٩) ومن أكثر المجالات العلمية التي تحقق فيها تكنولوجيا النانو تفوقاً في براءات الاختراع؛ قطاع تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، مثل: الحاسبات الآلية، وأجهزة تخزين البيانات الالكترونية، وأجهزة الاتصال والإرسال متناهية الصغر، وشاشات العرض المسطحة. (جمعة، ٢٠٠٩م، ص ١٧٨).

وتجدر الإشارة هنا إلى أن تكنولوجيا النانو لها حقوق ملكية فكرية وخلقية إبداعية (Mark et al , 2003 , P145).

تقدم الأفكار المطروحة هنا؛ تصوراً علمياً لأهمية رعاية الإبداع والابتكار، وتنمية الخيال العلمي، لدى الطلاب وتدريبهم على مهارات البحث العلمي، والتفكير العلمي، وتوفير الأدوات والأجهزة المساعدة على الاكتشافات العلمية، وإتاحة الفرصة لهم للبحث وإجراء التجارب المعملية، والتطبيقات العلمية، والبحوث والمشروعات العلمية المشتركة، والتواصل المستمر مع العلماء والخبراء والمتخصصين في تكنولوجيا النانو عن طريق عقد الندوات واللقاءات العلمية، والزيارات الميدانية لمراكز ومعاهد تكنولوجيا النانو، ودعمهم مادياً ومعنوياً. وأن تطلع المؤسسات التربوية والتعليمية بدورها الفعّال في هذا المجال، وتهيئة البيئة التربوية التي ترعى الإبداع والابتكار لدى الطلاب الموهوبين؛ لأن الإبداع والابتكار هما من أهم مرتكزات المكتشفات العلمية الحديثة لتكنولوجيا النانو.

الخامس عشر: المجالات التطبيقية لتكنولوجيا النانو:

تمثل تكنولوجيا النانو قوة تكنولوجية ومعرفية واقتصادية هائلة، تحتاج مختلف القطاعات الإنتاجية، والغذائية والصناعية، والطبية، والالكترونية، والعسكرية، وعلوم الفضاء، والإنشاء والتعمير، وذلك باعتبارها طفرة تكنولوجية حديثة، تعكس ظاهرة التحول التقني الجديد، ومن أهم المجالات التطبيقية لتكنولوجيا النانو المجالات والقطاعات الآتية:

١- تطبيقات تكنولوجيا النانو الطبية:

تستهدف تكنولوجيا النانو على وجه الخصوص تطوير مجال الطب والصيدلة وإنتاج العقاقير النانوية، والأجهزة النانوتكنولوجية المستخدمة في الأغراض الطبية ومن المتوقع أن " تصل الطلبات الطبية في مجال هذه التقنية إلى أكثر من ألف مليار بحلول عام ٢٠١٥م". (ابن صادق، ١٤٣٤هـ، ٤٢). ومن أهم تطبيقات تكنولوجيا النانو الطبية ما يأتي:

أ- سجل حوالي (١٣٠) دواء ونظام علاجي تعتمد على تطبيقات تكنولوجيا النانو. (الجبالي، ٢٠١٠م، ص١٦).

ب - زرع أعضاء طبية طويلة الأجل مثل: صمامات القلب، واستبدال العظام البشرية؛ باستخدام كريستالات النانو زيكونيا، لتقليل تكاليف العمليات الجراحية، وتستخدم كريستالات النانو لزرع صمامات قلب خفيفة وذات قوة عالية، ومقاومة للتآكل، ومن مميزات هذه المواد أنها لا تتفاعل سلباً مع أنسجة خلايا الجسم. (Manasi, 2008, p52).

ج - تعتبر كبسولات النانو (Nanocapsoules) من أهم الإنجازات النانوتكنولوجية في المجال الطبي، فهذه الكبسولات تقوم بنقل الدواء إلى مكان الإصابة في جسم الإنسان على وجه التحديد، وتهاجم الفيروسات بدقة تصل إلى (١٠٠٪) وبدون آثار جانبية وعلى سبيل المثال: فإن الكبسولات النانوية تستخدم في علاج سرطان الكبد؛ حيث تقوم هذه الكبسولات بحمل المواد المغناطيسية لتلتصق بالأورام، ثم يتم توليد حرارة لتدميرها بسرعة فائقة. (صفات سلامة، ٢٠٠٩م، ص١٤٣).

د - صرح السيد (Francois Berger) وهو عضو في الشبكة الأوربية للنانو بيوتكنولوجيا بأنه: " بفضل التقدم الحاصل في مجال النانو تكنولوجيا ستمكن من بلوغ أماكن المخ المستعصية لمعالجة بعض الأمراض مثل الزهايمر، وباركنسن، وسيتم التعرف على أسلوب نشاط الخلايا العصبية". (شربيني، ٢٠٠٨م، ص٥٣).

هـ - تتميز الجسيمات النانوية بصغر حجمها، وتحمل السطح، والكفاءة العالية لتوصيل الدواء إلى موضع الإصابة من الجسم بدرجة عالية من الدقة. (Schmed et al , 2006 ,v-1, p 638).

و- اتجهت الأبحاث الطبية الخاصة بالمقاومة الميكروبية إلى الاستفادة من تكنولوجيا النانو في مراقبة غرف العمليات، والحجر الصحي، وخصوصاً تلك المتعلقة بالأمراض الخطيرة مثل نقص المناعة المكتسب، والأمراض السرطانية شديدة العدوى. (ابن صادق، ١٤٣٤هـ، ص٣٩).

ز- أسهمت تقنية الجزيئات متناهية الدقة بشكل فعال في فهم ودراسة مرض التوحد (Parkinson Disease) حيث أمكن استخدام أجهزة طبية هندسية ذات مقاييس صغير الحجم؛ لكنها شديدة الفاعلية في القضاء على المسببات المرضية خصوصاً في حالات المرض العصبي؛ وذلك لتعزيز الأدوية الطبية والجزيئات الدقيقة بالمرور خلال حواجز الدم والدماغ؛ مما يسهم بدرجة كبيرة في السيطرة على هذا المرض. (ابن صادق، ١٤٣٤هـ، ص ص ٤٤-٤٥).

٢- تطبيقات تكنولوجيا في الغذاء:

تشمل تطبيقات تكنولوجيا النانو الصناعات الغذائية بهدف زيادة الإنتاج أو تحسين نوعيته أو تطوير طريقة تعبئته وتغليفه، ومن أبرز هذه التطبيقات ما يأتي:

أ - رصدت دراسة أجريت عام (٢٠٠٦م) بعنوان: " الغذاء النانو " (Nanofoods) تناول التطورات في استخدام تكنولوجيا النانو في التصنيع الغذائي، وأوردت أكثر من (١٨٠) تطبيقاً علمياً لتكنولوجيا النانو في مجال الغذاء، وتتوقع الدراسة بأن قيمة تطبيقات تكنولوجيا النانو المباشرة في الغذاء سوف تتجاوز (٢٠،٤) بليون دولار عام (٢٠١٠م) وأشارت إلى أن عدد المنتجات الغذائية المعتمدة في تصنيعها على تكنولوجيا النانو ستصل إلى (١٤٧٥) منتج غذائي، وأن أكثر من (٢٠٠) شركة على مستوى العالم تعمل في هذا المجال. (عبدالسلام، ٢٠١٠م، ص ٢٣٤).

ب - توصل علماء هولنديون إلى تطوير تغليف ذكي للكشف عن تلوث الغذاء، وإظهار المواد الحافظة في المنتجات الغذائية المغلفة أو المعبأة، والكشف عن مدى صلاحية الغذاء؛ وذلك عن طريق جهاز يسمى (اللسان الإلكتروني) للكشف عن الميكروبات عند مستوى دقة جزء من التريليون، باستخدام تغيير اللون لتعريف المستهلك بجودة المنتج. (Robert, et al, 2007, p217).

ج - ومن جانب علمي آخر، قدرت بعض الدراسات أن عدد منتجات التعبئة التي تستخدم فيها مواد نانوية يصل إلى ما بين (٣٠٠-٤٠٠) منتج غذائي، وأن حجم مبيعات مواد التعبئة المعتمدة على تكنولوجيا النانو، وصل إلى (٦٦) مليون دولار عام (٢٠٠٣م) بمعدل زيادة سنوية (٤٠٪) وهو ما يدل على سرعة استيعاب صناعة مواد التعبئة والتغليف للتطبيقات في مجال تكنولوجيا النانو. (عبدالسلام، ٢٠١٠م، ص ١٦١).

٣- تطبيقات تكنولوجيا النانو في صناعة المنسوجات:

لتكنولوجيا النانو العديد من التطبيقات العملية في مجال صناعة المنسوجات عالية الجودة، ومنها ما يأتي:

أ - نجح مجموعة من الباحثين في تكنولوجيا النانو في استبدال الألياف والأنسجة المستخدمة حالياً في المنسوجات بألياف على المستوى الجزيئي تتميز بخفة وزنها بنسبة (١٠٠٪) عن الموجودة حالياً، وتستخدم فقط (١/١٠) من كمية المواد المستخدمة في الألياف والمنسوجات العادية، ويمكن تحسين الألياف النانوية على المستوى الجزيئي بتدعيمها بجزيئات الكرباين، وهو عبارة عن: سلسلة طويلة من ذرات الكربون، وهذا الأمر سيجعل متانة النسيج والألياف عالية الجودة بنسبة (١٠٠٪) بسبب المستوى العالي المتجانس في المتانة والطول البيني للنسيج، ولن يتم تقطيع الألياف والأنسجة؛ لأنه سيتم توصيل الألياف المفردة كل نهاية نسيج مع الآخر، ويمكن عمل ذلك مع الحفاظ على شكل وملبس النسيج الخارجي. (Manasi, 2008, p115).

ب - تساعد تكنولوجيا النانو في تصنيع ملابس ذكية لعلاج الأمراض والحفاظ على صحة الجسم، وتعمل جامعتان بريطانيتان على الاستفادة من أكواز الصنوبر في تطوير نوع من الملابس الذكية الحساسة التي تتفاعل مع درجات الحرارة، لتجعل مستخدمها يشعر بالراحة والهدوء. (الشريبي، ٢٠٠٨ م ، ص ٤٨).

٤- تطبيقات تكنولوجيا النانو الالكترونية :

تعتمد التوجهات العالمية الحالية والمستقبلية في تطوير مجال الأجهزة الالكترونية الدقيقة على التطبيقات الحديثة لتكنولوجيا النانو، ومن الأمثلة على ذلك ما يأتي:

أ - تهدف تكنولوجيا النانو إلى تطوير نوع جديد من الحاسبات الآلية فائقة السرعة تسمى الحوسبة الكوانتية التي تعتمد على البت الكوانتمي (Qubit) وهذا النوع من الأجهزة الحاسوبية سيكون أكثر كفاءة من الحاسبات المستخدمة حالياً، وعلى سبيل المثال: فان جهاز سعته (٦٤) بت كمي سيكون أكفى بحوالي (١٨) بليون تريليون مرة من الحاسبات الحالية ذات القدرة نفسها (٦٤) بت (Treends, 2005) المشار إليه في (توي، ٢٠٠٩ م ، ص ٥٥). [الكوانتم (Quantum): كلمة لاتينية تعني المقدار]. (رولان، ٢٠٠٨ م، ص ١٠).

ب - قامت شركة انتل (Intel) العالمية أكبر مصنع للمعالجات الالكترونية بإنتاج أول رقاقة الكترونية باستخدام تقنية التصنيع النانوتكنولوجي، عند حدود (٣٢) نانومتر، وتستخدم في ترانزستورات متناهية الصغر؛ بحيث يمكن وضع أكثر من (٤) ملايين ترانزستور في مساحة لا تتجاوز حجم النقطة الواحدة. (www.intel.com).

ج - تشير التقارير إلى أن منتجات الالكترونيات ستصل الى (٣٠٠) مليار بحلول عام (٢٠١٥ م) والتي تغطي العديد من المنتجات الالكترونية، ويتوقع مركز لوكس للأبحاث أن يصل نصيب السوق لمنتجات تكنولوجيا النانو إلى (١٥٪) من إجمالي المنتجات في عام (٢٠١٤ م) وبنسبة (١٠٠٪) في تصنيع أجهزة الكمبيوتر والالكترونيات. (محمد، ١٤٣٣ هـ، ص ٤٦) .

٥- تطبيقات تكنولوجيا النانو في الطاقة البديلة:

تستهدف الأبحاث الحالية لتكنولوجيا النانو الاستفادة من الخصائص الفريدة لهذا النوع من التكنولوجيا الحديثة في توفير الطاقة البديلة النظيفة الآمنة، وتحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية قليلة التكلفة، من خلال تصنيع الخلايا الشمسية التي تعتمد في طريقة تصنيعها على تكنولوجيا النانو.

وبخصوص هذا الأمر؛ يشير الاسكندراي (٢٠١٠ م، [د]) إلى حقيقة علمية مهمة وهي: أن ما يصلنا من أشعة الشمس يمكن تحويله بصورة مباشرة إلى طاقة نظيفة تعادل ما قيمته (١٠٠،٠٠٠) تيروات (التيروات = ألف مليار وات) وهذه القيمة تعادل ما يقارب (٦٠٠٠) ضعف حجم استهلاك البشرية من الطاقة الأولية التي تقدر في عام (٢٠٠٩ م) بنحو (١٣،٧) تيروات، وأن قيمة الاستثمارات في الطاقة المتجددة ارتفعت من

(١٨) مليار دولار في عام (٢٠٠٤م) إلى (١٢٢) مليار دولار مع نهاية عام (٢٠٠٩م) وتعمل الأبحاث حالياً على إنتاج الجيل الثالث من الخلايا الفوتوفولطية عالية الجودة، التي تعتمد في طريقة تصنيعها على تقنيات تكنولوجيا النانو، وقد تضاعفت كفاءة هذا النوع من الخلايا في السنوات الماضية لتصل في عام (٢٠١٠م) إلى (١١٪) مما شجع الشركات العالمية على إنتاج هذا النوع من الخلايا الشمسية عالية الجودة التي يمكن أن تمتص أكثر من (٩٥٪) من جسيمات الفوتونات المكونة للضوء والحاملة للاشعاعات الكهرومغناطيسية القادمة من الشمس.

ومما تقتضي الإشارة إليه في هذا الصدد؛ إن المملكة العربية السعودية تمتلك مصادر طاقة شمسية هائلة يمكن استثمارها لتغطية الطلب المتزايد على الطاقة الكهربائية؛ وذلك باستخدام الخلايا الشمسية الذكية لتحويل الطاقة الشمسية إلى أنظمة طاقة كهربائية رخيصة وعالية الكفاءة، للاستهلاك المنزلي أو الاستهلاك في المؤسسات الحكومية أو المصانع من جهة، وللحفاظ على البيئة من التلوث، والحد من ارتفاع درجة الحرارة من الحد من استهلاك المخزون النفطي الذي سوف يزيد في السنوات القادمة بازدياد النمو السكاني من جانب، وزيادة المنشآت الصناعية، ومركبات القيادة من جانب آخر، فضلاً عن ذلك توفير مليارات الريالات من خلال الاستثمار في هذه الطاقة المتجددة.

٦- تطبيقات تكنولوجيا النانو في قطاع التشييد والبناء:

تتوجه أنظار العالم إلى توظيف تكنولوجيا النانو في قطاع التشييد والبناء، والهندسة المعمارية لتطوير وتحسين كفاءتها وجودتها، والإطالة من عمرها الافتراضي، وتخفيض التكلفة، ومقاومة الزلازل.

وأصبحت المباني الآن تقام بطريقة البناء الذكي (Smart Building) بنظام تكنولوجيا النانو عن طريق تصميم الأساسيات المكونة من البوليمرات، والفيبر، والألياف النانوية، والأنابيب النانوية، والإسمنت المستحدث، وهذه العناصر مصنعة بنظام النانوتكنولوجي، ومن المتوقع في ظل هذا التطور أن يكون سمك هذه الأساسيات لا يتجاوز (٣٠سم) وسمك السقف (٥سم) والحائط (٣سم) وتكون الحوائط الداخلية سهلة الفك والتركيب، حسب الرغبة والاستخدام. (جمعة، ٢٠٠٩م، ص ١٨).

أما الدهانات الخارجية لهذه الأبنية فهي مصنوعة من مواد نانوتكنولوجية، تمتص الحرارة وتحتفظ بها في الشتاء، وتعكس الحرارة في الصيف، أما الدهانات الداخلية فيتغير لونها بالريمووت حسب الرغبة والاستخدام (جمعة، ٢٠٠٩م، ص ١٨).

وباستخدام تكنولوجيا النانو يمكن ابتكار مواد عازلة للتقليل من درجة الحرارة أو البرودة، والحفاظ على الطاقة، والتقليل من التلوث البيئي المحتمل، وكذلك استخدامها كمادة للنوافذ الذكية التي تظلم عند سطوع الشمس لتعكس الحرارة، وتكون شفافة عندما يقل سطوع الشمس. (Manasi, 2008, p52).

٧- تطبيقات تكنولوجيا النانو في تنقية المياه:

نحج المركز البيولوجي والبيئي لتكنولوجيا النانو (CEN) Center of Biological Environmental Nanotechnology في إنتاج غشاء متفاعل، باستخدام أغشية أكسيد الحديد الخرفية التي تعرف باسم الفيروكسين (Ferroxane) تعمل هذه الأغشية النانوية التفاعلية على تنقية المياه من الملوثات بدرجة عالية من النقاوة. (جمعة، ٢٠٠٩ م، ص ٧٨).

٨- تطبيقات تكنولوجيا النانو في علوم الفضاء:

يسعى علماء الفضاء إلى تصميم مركبات فضائية، ومحسات الكترونية وكيميائية وبصرية، أخف وزناً وأصغر حجماً، وأقل استهلاكاً للطاقة، وأكثر متانة وكفاءة، ومقاومة للظروف المناخية، وتصميم أجهزة رقابة طبية وعلاجية متقدمة؛ للمساعدة في التغلب على الضغوط التي يتعرض لها رواد الفضاء في رحلاتهم الطويلة، بالإضافة كذلك إلى تصميم روبوتات ميكروسكوبية للمساعدة في دراسة النظم البيولوجية للأجرام السماوية. (الجبالي، ٢٠١٠ م، ص ٢٢).

وباستخدام تقنيات تكنولوجيا النانو يمكن تصنيع طائرات فضائية أخف وزناً من الطائرات الحالية بنسبة (٩٠٪) تكون أكثر قوة وأماناً، وهذا يعمل على تحسين معدل الكتلة الإجمالية للمركبات الفضائية من (١:٣) وحتى (٣:١) أو أكثر فالتغيرات الدقيقة في عملية التصنيع بتكنولوجيا النانو، تستهدف تحسين الاعتمادية والسلامة والأمان. (Manasi, 2008, p174).

استهدف العرض آنف الذكر لبعض تطبيقات تكنولوجيا النانو؛ تقديم تصوراً علمياً واضحاً لمدى تأثير تكنولوجيا النانو على كافة المجالات والقطاعات الإنتاجية، والصناعية، والطبية، والغذائية، والاقتصادية وغيرها، عوضاً عن إعطاء منظور فكري لجهود علماء وخبراء تكنولوجيا النانو في تطوير هذه المجالات، والاكتشافات العلمية التي انبثقت فكرتها من تكنولوجيا النانو. وما تم طرحه هنا عبارة عن نماذج بسيطة تعكس نفوذ تكنولوجيا النانو في كل المجالات العلمية، وكيف استفادت الدول المتقدمة من معطياتها الاستثمارية والتنموية والاجتماعية، وفي الوقت نفسه توضيح ما قد تعكسه تحديات تكنولوجيا النانو على كافة القطاعات الاقتصادية والاجتماعية والعلمية، والمشكلات التي سوف تواجه الدول التي تغفل أو تتجاهل التحولات التي تفرضها تكنولوجيا النانو على هذه المجتمعات، والحكومات التي تتخلف عن مواكبة التطور العلمي لتكنولوجيا النانو.

وقد قام باحثون في مركز (أخلاقيات الأبحاث) بجامعة (تورنتو) الكندية بدراسة نشرت عام (٢٠٠٥ م) بمجلة بلوس ميدسين (Plos Medicine) باستطلاع (٦٣) خبيراً لتحديد أهم عشر تطبيقات للنانو تكنولوجيا تحتاجها البشرية، وخاصة الدول النامية، وتوصلت الدراسة إلى أن أهم عشر تطبيقات لتكنولوجيا

النانو مرتبة على النحو الآتي (صفات سلامة، ٢٠٠٩م، ص ٧٩) :

- أ - خزن وإنتاج الطاقة .
- و - معالجة الطعام وتخزينه.
- ب - تحسين الإنتاج الزراعي.
- ز - معالجة تلوث الهواء.
- ج - معالجة تقنية المياه.
- ح - البناء .
- د - تشخيص ومعالجة الأمراض.
- ط - مراقبة الصحة..
- هـ - نظم نقل الأدوية.
- ي - مقاومة الآفات والحشرات.

السادس عشر: الآثار والمخاطر المترتبة على تطبيقات تكنولوجيا النانو:

لتكنولوجيا النانو العديد من المنافع في شتى المجالات العلمية، وتنمية المجتمع وتطوير حياته، وبالرغم من ذلك فإن لها تأثيرات وتداعيات سياسية، واقتصادية، واجتماعية، وأخلاقية، وبيئية، وصحية خطيرة، فمن المتوقع أن تؤثر في حياة المجتمع، وأنشطته المختلفة بشكل كبير، فهناك قضايا تتعلق بطبيعة المواد النانوية الدقيقة ودرجة سميتها، والأكثر أهمية من ذلك إنتاج مواد نانوية جديدة مبتكرة بشكل مضطرب لا يُعرف مدى خطورتها، فضلاً على التعقيم الإعلامي شبه الكامل من قبل الشركات المنتجة على مخاطر هذه المواد، وقصور الدراسات والأبحاث في هذا الجانب، حيث أن أغلب الدراسات توجهت لمناقشة الجوانب الإيجابية المتعقلة بالاستثمار في تكنولوجيا النانو، هذه القضايا توجه الاهتمام إلى مناقشة مخاطر تكنولوجيا النانو الآتية:

١- مخاطر تطبيقات تكنولوجيا النانو على صحة الإنسان :

يترتب على تطبيقات تكنولوجيا النانو بعض المخاطر على صحة الإنسان، ومن أهم تلك المخاطر التي أمكن رصدها من خلال أدبيات البحث ما يأتي:

أ- إن الصفات الفريدة لمواد تكنولوجيا النانو لا يمكن التنبؤ بنتائجها، فيما يتعلق بتفاعلها مع الأنظمة البيولوجية، ومدى تأثيراتها على الصحة العامة للعمال المهنيين والجمهور والبيئة بشكل عام. وقد لاحظ الباحثون عند دراسة سمية المواد النانوية أن بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لمواد النانو مهمة في فهم درجة سمية هذه المواد، بما في ذلك حجم الجسم، وتوزيع وحجم التكتل، والشكل، والبناء البلوري، والتركيب الكيميائي، ودرجة السمية، وخصائص السطح. كل هذه الخصائص مهمة لتقييم آلية حركة الآثار البيولوجية لمواد النانو على الخلايا والأنسجة في ظل ظروف معينة، وذلك من أجل فهم كيف يمكن للنتائج أن تكون مرتبطة بالآثار الصحية على الإنسان. (Jo, 2008, p131).

ويوضح جو (Jo) - هنا - العوامل الأساسية أو الأسباب الحقيقية لسمية المواد النانوية، والتي من أهمها تغير خواص المواد عند مستوى المقياس النانومتري، وزيادة تفاعلها ونشاطها الكيميائي، ومن جملة هذه الخواص: صغر ودقة حجمها، وتغير شكلها، وطريقة تكتلها وتجمعها، ونوعية تركيبها الكيميائي، وزيادة

مساحة سطحها، كل هذه الخصائص قد تتفاعل مع العوامل الأخرى تحت ظروف معينة؛ مما يؤدي إلى بعض الآثار الخطيرة على صحة الإنسان والبيئة التي يتعايش معها.

ب - تشير التقارير إلى أن الجزيئات متناهية الصغر، يمكن أن تُغيّر خصائص حاجر الدم في الدماغ، وربما تتلف الدماغ، وقد تتسبب في أمراض القلب والشرابين، وحدوث تغير في الاستجابة المناعية، وتختثر الدم. وهناك دراسات تشير إلى أن جسيمات النانو يمكن أن تصل إلى نواة الخلية، وتعمل على تحفيز الإنزيمات، وهذا سيؤدي إلى زيادة الأكسدة، ومشكلات في إصلاح الجينات. (محمد، ١٤٣٣هـ، ص ٨٧).

ج - أظهرت نتائج الأبحاث التي أجريت على الحيوانات لاختبار تأثيرات سموم مواد تكنولوجيا النانو؛ أنها قد تسبب في أضرار للرئة من خلال التعرض لأكاسيد المعادن، والجسيمات النانوية، والجزيئات الكربونية، وأشارت هذه الأبحاث إلى احتمالية تعرض العمال الذين يتعاملون مع مواد النانو لمخاطر صحية، ومدى الحاجة إلى مزيد من الأبحاث العلمية للتأكد من المخاطر التي يتعرض لها العمال من جراء تعرضهم لمواد تكنولوجيا النانوية، ومنها الحديد، وأنايب الكربون النانوية. (Jo, 2008, p70).

٢- مخاطر تطبيقات تكنولوجيا النانو على البيئة :

لتكنولوجيا النانو العديد من التطبيقات المفيدة في البيئة مثل معالجة التلوث البيئي الناتج عن النفايات، والصرف الصحي، وكذلك معالجة التربة، وتلوث المياه، وعلى سبيل المثال استخدام " تقنية الكبسولات الدقيقة لإطلاق المخصبات الزراعية، ومراقبة المبيدات، بالإضافة إلى الحساسات الدقيقة لمراقبة الحشرات والقوارض الزراعية" (ابن صادق، ١٤٣٤هـ، ص ٣٠). ورغم ذلك فإن لها بعض المخاطر البيئية، لعل من أبرزها ما أشارت إليه الدراسات والتقارير الآتية:

أ - كشفت دراسة أجريت عام (٢٠٠٧م) عن وجود جزيئات النانو المعدنية في بعض أنهار بريطانيا ناتجة عن تأثير التصريفات الزراعية والصرف الصحي، وقامت إيفا أوبردورستر (Evaoberdorster) بدراسة تأثير جزيئات الكربون النانوية (C60) على الأسماك، ووجدت مؤشرات على استجابة أكباد الأسماك لهذا التلوث، كما وجدت - أيضاً - أن لها تأثيراً واضحاً على بعض الثدييات. (بسيوني، ٢٠٠٨م، ص ١٩٧).

ب - تشير التقارير التي أجريت على اختبار مخاطر الجسيمات النانوية أنها يمكن أن تنتشر من مصادر عديدة مثل: الدخان الناتج عن عمليات التكرير، والإذابة، وكذلك الأدخنة الناتجة عن عمليات الاحتراق من وسائل النقل، وتصنيع الكربون الأسود. (Andrew & David, 2007, p8).

ج - نشر تقرير في عام (٢٠٠٦م) بعنوان: " اتخاذ إجراءات حيال المخاطر الصحية والبيئية لتكنولوجيا النانو" وناقش التأثير الجوهري للمخاطر الحقيقية للنانو من منظور تجاري، وانتهى التقرير إلى أن واحداً من التحديات الكبيرة الذي تواجهه الشركات التجارية هو السيطرة على المخاطر البيئية، والصحية، وعوامل

الأمن والسلامة لتكنولوجيا النانو، ويتطلب ذلك المزيد من المعلومات، ورؤية أشمل لمواجهة تلك المخاطر. (Andrew & David , 2007, p1).

٣- الآثار المعرفية والأخلاقية والاجتماعية لتكنولوجيا النانو:

إذا كان لتطبيقات تكنولوجيا النانو بعض المخاطر الصحية والبيئة؛ فإن هناك أبعاداً أخرى متعلقة ببعض القضايا المعرفية، والأخلاقية، والاجتماعية المترتبة عليها؛ وذلك لنفوذها المتسارع لشتى مجالات المجتمع وأنشطته العلمية والثقافية، والاجتماعية، وإعادة تشكيله من منظور تكنولوجيا النانو الجديد، هذه القضايا الإشكالية تُعد تمهيداً لطرح الأمثلة التوضيحية الآتية:

أ - من المؤكد أن الاتساع المتزايد في فجوة التطور النانوتكنولوجي سيضعاف من سوء وضع البلدان النامية؛ لارتباط النفوذ السياسي، والاقتصادي، والعسكري بالتطور التكنولوجي لدى الدول التي تمتلك قدرات تكنولوجية متقدمة، بالإضافة كذلك إلى التشدد المتزايد في حجب المعرفة الخاصة بالتكنولوجيا المتقدمة عن الدول النامية، وهذه أمور تنذر بكوارج مستقبلية بعيدة المدى، وقد رصدت بعض التقارير أنه في عام (٢٠٢٠م) سيكون عدد قليل من الدول التي تمتلك التكنولوجيا المتقدمة واحتكارها على بقية دول العالم، ومن أمثلة ذلك: تكنولوجيا هندسة الجزيئات، والأدوية الموجهة، وتكنولوجيا الطاقة البديلة، وأنظمة الحوسبة، ونظم معالجة البيانات، وتكنولوجيا المعلومات والاتصالات. (Rand-National Intelligence Council, 2006) المشار إليه في (بسيوني، ٢٠٠٨م، ص٢٠٧).

واحتكار الدول المتقدمة لتكنولوجيا النانو سيعمق الفجوة المعرفية والتكنولوجية بين الدول التي تمتلك تكنولوجيا النانو والدول النامية التي لا تمتلكها، أو أنها قد تحصل عليها بالأموال الباهظة، ولكنها عاجزة عن استثمارها وتوظيفها في الخدمات التنموية الاجتماعية؛ الأمر الذي من شأنه تكريس مزيد من التبعية السياسية والاقتصادية، والفكرية، والثقافية؛ لذلك ينبغي على الدول العربية التنسيق والتعاون فيما بينها، ووضع الخطط الاستراتيجية، وتبني رؤية مشتركة للاستفادة من الفرص التي تتيحها لتكنولوجيا النانو، واستثمارها في تنمية وتطوير مواردها وكوادرها البشرية.

ب - آثار ثيودور (Theodor et al, 2005, p100) العديد من القضايا الاجتماعية والأخلاقية المترتبة على تكنولوجيا النانو، حينما تفتقد إلى التنظيمات والتشريعات القانونية، والأخلاقية، والإدارية التي تضبط عملية التحكم في تكنولوجيا النانو، وإدارتها بالطرق العلمية السليمة، ومن أهم تلك القضايا ما يأتي :

- المساواة والعدل: من سيستفيد من التقدم في تكنولوجيا النانو؟ هل ستكون حكراً على الشعوب الغنية لتزاد ثراءً، أم يجب اتخاذ إجراءات لاستفيد الدول النامية من هذه التقنية ؟
- الخصوصية والأمان: كيف سيتم حماية الخصوصية الشخصية في عصر المكرو فونات غير المرئية؟ والكميرات؟ وأجهزة التنصت والتتبع؟ هل ستزيد هذه التقنيات من الأمان ؟ أم ستقود إلى عصر

جديد ومرحلة جديدة من الإرهاب النانوي ؟ ومن سينظم ويشرع البحث العسكري في تكنولوجيا النانو ؟

● الإنسان والآلة: في ضوء شكوك معظم الناس حول إمكانية إحداث تعديل على الأنظمة الحيوية، كيف سيُقيّمون نظرية زرع المواد الصناعية أو الآلات داخل جسم الإنسان أو العناصر البشرية ؟ كل هذه القضايا والإشكاليات التي أثارها ثيودور، تبقى مجالاً علمياً للتفكير، والبحث والاستقصاء والمناقشة الهادفة بين العلماء والباحثين على نطاق واسع، مع استمرار تطور تكنولوجيا النانو، وما سوف تفرزه من تأثيرات متباينة، وسيتم معالجة بعض هذه القضايا المثيرة للجدل عند مناقشة إدارة مخاطر تكنولوجيا النانو.

ج - ومن جانب أخلاقي آخر، وثيق الصلة بتأثيرات تكنولوجيا النانو السلبية، يوضح الجبالي (٢٠١٠م، ص ٢٣) أنه بواسطة تكنولوجيا النانو يمكن تصنيع طائرات تجسس صغيرة في حجم الحشرات الطائرة، وتصنيع أسلحة غير مرئية، يمكنها تعقب الأشخاص والقضاء عليهم بحقن جرعات من السموم النانوية في أجسامهم؛ مما يشير المخاوف والشكوك حول ما يمكن أن تمثله تكنولوجيا النانو من انتهاك الخصوصية والحرية العامة للأشخاص، وما يمكن أن تمثله أسلحة الفتك النانوية من تهديد لوجود الحياة الإنسانية.

٤- الآثار الاقتصادية المترتبة على تكنولوجيا النانو في الدول النامية :

من أكثر القضايا المثيرة للجدل على المستوى العالمي؛ هيمنة تكنولوجيا النانو ومنتجاتها على الاقتصاد العالمي خلال العقود القادمة، وخصوصاً في الدول النامية، التي لا تمتلك القدرة على المنافسة العالمية في الاقتصاد القائم على منتجات تكنولوجيا النانو المتنوعة والمتجددة بالتطور المستمر في تكنولوجيا النانو، والتي ليس أمامها خيار إلا فتح أسواقها أمام الشركات الصناعية العالمية الكبرى، التي تستهدف استثمار رؤوس أموالها في المنتجات والسلع النانوتكنولوجية، وهذا سيكون له عوائد ضخمة على الدول المصدرة لمنتجات تكنولوجيا النانو، إلا أن تداعياته وتبعاته على الدول النامية خطيرة من حيث استنزاف الموارد الاقتصادية لهذه الدول.

لهذا يرى الاسكندراني (٢٠١٠م، [ج]) أن التزايد المطرد في المنتجات والمبيعات التي تعتمد على تكنولوجيا النانو، ستجد سوقاً ضخماً لتلك المنتجات، واستهلاكها يستنزف اقتصاد العالم العربي، هذا بالإضافة إلى أن الأدوية والعقاقير ستتحول إلى منتجات نانوية، قد لا يستطيع شراءها إلا الأغنياء فقط، أما الفقراء فسيحرمون منها لتفتك بهم الأمراض، وبذلك يترسخ في المجتمع مفاهيم غير أخلاقية تتناقضها الأجيال.

كما أشار الإسكندراني (٢٠١٠م، [ب]، ص ١٥٥) إلى أن الاقتصاد النانوي (Nano Economy) - إشارة إلى الاقتصاد المبني على تكنولوجيا النانو- والأنشطة الاستثمارية القائمة على المنتجات النانوية (Nano

Product) سيزيد من هيمنته على أسواق منطقة الخليج العربي، والتي تعد هدفاً استثمارياً كبيراً للشركات الكبرى المصدرة للمنتجات والسلع النانوتكنولوجية.

السابع عشر: إدارة وتنظيم تكنولوجيا النانو:

إذا كان لتكنولوجيا النانو هذا القدر من الأهمية والتأثير على مختلف الحياة وانشطتها؛ فإن موضوع إدارة وتنظيم تكنولوجيا النانو في غاية الأهمية؛ لأنه يتناول العديد من القضايا والإشكاليات المتعلقة بتعريف تكنولوجيا النانو وموادها، وتنظيم بحوثها وإدارتها، وكذلك إدارة وتنظيم استخدام مواد تكنولوجيا النانو، ومتابعة التطورات السريعة لتكنولوجيا النانو وتطبيقاتها المختلفة، وتقييم الآثار الجانبية المتعلقة بمخاطرها، وهذا الإطار النظري يُعد تمهيداً لطرح بعض المسائل المتعلقة بقضية إدارة وتقييم مخاطر تكنولوجيا النانو على الآتي:

أ - حذرت الجمعية الملكية البريطانية التي كُلفت بإجراء دراسة شاملة لتقانات تكنولوجيا النانو، والتي أجريت عام (٢٠٠٤م) من مغبة إهمال وغياب قرارات تشريعية مناسبة تلزم مصنعي المواد ذات التركيب النانوي ومنتجاتها، باختبار مدى سميتها ومخاطرها. (محمد، ٢٠٠٨م، ص ١٠٥).

ب - ناقش المؤتمر الذي عقده البرلمان الأوروبي في بروكسل عام (٢٠٠٥م) المخاطر التي يتعرض لها الإنسان من جراء استهلاك المنتجات التي تحتوي على مواد تكنولوجيا النانو، وتقدير الخسائر التي تتعرض لها البيئة، وطالب بإيجاد إطار أخلاقي يتم بموجبه تطوير صناعات مواد تكنولوجيا النانو، وتطوير تكنولوجيا النانو، وإلزام المنتجين بتعريف المستهلك بالمخاطر التي تهدده، والوسائل الوقائية التي يجب أن يتخذها لتفادي هذه المخاطر، وتحمل المنتجين مسؤولية معالجة الإضرار التي يمكن أن تصيب الإنسان والبيئة معاً، وتحديد المواد التي تحتوي على مواد نانوية، والعمل على تفادي مخاطرها.

كما ناقش المؤتمر تقرير اللجنة البيئية والصحية والغذاء بالاتحاد الأوروبي بعنوان: "القواعد التنظيمية للمواد الدقيقة (النانو)" وأشار إلى ضرورة تقييم طبيعية المواد النانوية الدقيقة، وكشف عن النقص الواضح في المعلومات والبيانات العلمية المتعلقة بمخاطر المواد النانوية؛ مما يؤدي إلى عدم كفاءة التشريعات القانونية الحالية لتجنب المخاطر المترتبة على استخدام النانوتكنولوجي.

وطالب مكتب معلومات البحر المتوسط (MIOECSDE) المعني بحماية البيئة بإقليم البحر المتوسط، وأوروبا والشرق الأوسط، بضرورة تطبيق مبدأ الحماية الوقائية قبل نزول المنتجات التي تحتوي على مواد نانوية، وتوفير الشفافية، والقواعد الإدارية الصحيحة من أجل وضع حدود آمنة لتطبيقات تكنولوجيا النانو، وأوصى بوضع البيانات الفنية على أغلفة المنتجات النانوية؛ للتعريف بمكوناتها، والإشارة إلى مخاطرها، والطرق الآمنة لاستخدامها، وأن يكون البحث العلمي في مجال تكنولوجيا النانو مليئاً لحاجات المجتمع، وقائماً على الاعتبارات البيئية، ومعايير التنمية المستدامة بعناصرها الثلاثة: (البيئية، والاجتماعية، والاقتصادية) وأشار التقرير إلى ضرورة الربط بين تكنولوجيا النانو وبين احتياجات الدول الفقيرة لتلبية

طموحاتها في حل مشاكل نقص مياه الشرب، والصرف الصحي، ونقص الغذاء؛ حيث يمكن أن تقدم تكنولوجيا النانو حلولاً كثيرة، بما يحقق أهداف الألفية الجديدة. (جمعة، ٢٠٠٩م، ص ٢٦١-٢٦٣).

ج - وبخصوص تقييم المخاطر التي يتعرض لها العمال المهنيين الذين يتعاملون مع مواد تكنولوجيا النانو: قدم تقرير المعهد القومي للصحة المهنية بأمريكا بعنوان: " تقدم درجة أمان تقنية النانو في مجال العمل " في عام (٢٠٠٧م) إطار عمل متميز لتلخيص الأنواع والفئات الكثيرة المرتبطة بتعرض العمال لمواد النانو في المواقع المهنية، وهذا الإطار بشكل عام يتبع عناصر تقييم المخاطر المتصلة بتكنولوجيا النانو على النحو الآتي (Jo, 2003, p131) :

- تحديد المخاطر: وهو إجراء يتم من خلاله التعرف على الظروف والسيناريوهات التي تنتهي بتعرض العمال مباشرة لمواد تكنولوجيا النانو، وتكمن هذه المخاطر في المواد ذاتها أو ما قد يترتب عليها من مخاطر أخرى مثل: الحريق، والانفجارات التي يمكن أن تحدث خلال التعامل مع هذه المواد.
- توصيف المخاطر: ويتضمن الدمج بين نتائج تحديد المخاطر، ودراسة تقييم العمال لمواد النانو؛ من أجل فهم مخاطر تعرض العمال المهنيين لهذه المواد، وأهم هذه التحديات المرتبطة بتوصيف مخاطر النانو، النقص الواضح في البيانات والأبحاث المتعلقة بتعرض العمال المهنيين لمواد النانو، وأثارها المستقبلية، وسبل الوقاية منها.
- طرق السيطرة والتحكم في تلك المخاطر: وتتطلب السيطرة والتحكم في المخاطر استراتيجية شاملة للتقليل من تعرض العمال لمخاطر النانو، وتطبيق ممارسات جيدة أثناء العمل؛ باستخدام معدات الأمن والسلامة، وتحسين الإجراءات الوقائية لتجنب الحوادث من خلال تنفيذ قيود هندسية، وتطوير طرق لتقييم دورة الحياة التحليلية لمواد النانو؛ للتعرف على تأثيراتها الأساسية من بداية التصنيع وحتى إعادة التدوير، وتدريب العمال على الإجراءات الوقائية من مخاطر مواد النانو من قبل أصحاب العمل، وكيفية السيطرة عليها.
- نشر وتطوير إعلانات تستهدف تنمية الوعي بأفضل التطبيقات والممارسات للتعامل مع المواد النانوية من قبل العمال، وإجراء أبحاث، وطرح توصيات من قبل الباحثين والهيئات والمنظمات والوكالات الحكومية للوقاية من مخاطر تكنولوجيا النانو.
- ويرى ثيودور وآخرون (Theodor et al , 2005 , p17) أن من الإجراءات العلاجية للحد من مخاطر تكنولوجيا النانو الاستفادة من تقنيات تكنولوجيا النانو في هذا المجال، ومن أمثلة ذلك: أجهزة الاستشعار عن بُعد، أو ما يسمى بالحساسات النانوية، التي يمكن أن توفر حماية للإنسان، والنظام البيئي، عن طريق الكشف الدقيق والسريع عن الملوثات والميكروبات على المستوى الجزيئي، فهي تتميز بقدرتها على الفحص المستمر للعينات، ومسح مناطق كبيرة من التلوث البيئي.

٤- نشرت منظمة (Green Peace) العالمية بياناً أوضحت فيه أنها لن تدعو إلى الحظر على أبحاث النانو مشيرة إلى أن الإنسان اليوم على أبواب عصر جديد، فلا يجب الوقوف بوجه هذا التطور، ولكنها دعت إلى محاولة تقليص السلبيات قدر الإمكان. (شحاته، ٢٠١١م، ص ١٢١).

٥- تحديد إطار تنظيمي ومؤسسي يحدد نطاق نشاط العلوم والسلع والخدمات التي تمت هندستها ذرياً، أو جزيئياً، وتأسيس بحوث منهجية في نطاق السلامة والموثوقية، وإدارة المخاطر لسلع النانو، وتجهيزاتها وخدماتها. (براديب، ٢٠١٠م، ص ٤٦٧).

وتأيداً لهذا الاتجاه، يرى ابن صادق (١٤٣٤هـ، ص ١٤٤) أن من أهم أولويات المرحلة الراهنة ليس التسابق للأخذ بزمام هذه التقنية لصالح أو ضد الإنسان أو البيئة؛ وإنما تقييم الجوانب المترتبة على نتائج هذه التقنية على الإنسان والبيئة، استناداً إلى أسس تقييم السلامة الآتية:

١- تحديد المسارات المختلفة لهذه التقنية في المجالات المختلفة مثل: الطب، والصيدلة، والزراعة، والغذاء، ومجالات الصناعة المختلفة.

٢- تحديد المصادر المتعددة للتعرض المهني والتشغيلي من تطبيقات النانو المختلفة، وكشف أضرارها المتعددة؛ استناداً إلى الدراسات المتعددة في هذا المجال.

٣- تحديد مستويات التعرض المختلفة لمخرجات تقنية النانو على الإنسان والبيئة.

٤- الكشف عن التطبيقات المختلفة لتقنية النانو، ومدى تأثيرها على الإنسان والبيئة.

٥- العمل على تطوير مخرجات تقنية النانو لتخدم الإنسان والبيئة.

٦- تحديد الوسائل المختلفة للحد من الأضرار المختلفة لتطبيقات النانو.

٧- الوصف الكمي والنوعي المتوقع من هذه التقنية.

٨- تنمية الوعي بأخطار تقنية النانو.

٩- حظر استخدام تقنية النانو في الجوانب السلبية.

١٠- تطوير إدارة المخاطر، ونقاط التحكم الحرجة الناجمة من التعامل مع تطبيقات تقنية النانو.

ومما ينبغي التأكيد عليه بخصوص هذه القضية، إن مسألة إدارة تكنولوجيا النانو، وتقييم مخاطرها من التحديات البالغة الصعوبة التي ستواجهها كافة الدول، ولاسيما الدول النامية؛ لأن معدلات الإنتاج للمنتجات النانوية سترتفع بشكل مطرد، وسيكون هناك آلاف المنتجات الجديدة التي تطرح في الأسواق بشكل مستمر مع استمرار وتيرة تطور تكنولوجيا النانو ومكتشفاتها العلمية، ولمعالجة هذا التحدي الخطير فإن من الخيارات الاستراتيجية المقترحة، تأسيس هيئات ومؤسسات ومراكز بحثية لإدارة مواد تكنولوجيا النانو، وتقييم مخاطرها على صحة الإنسان وبيئته التي يتعايش معها، خاصة أن البيئة في الدول العربية لا زالت من البيئات النظيفة

- الخالية من التلوث البيئي بالمقارنة مع غيرها من الدول الصناعية والإنتاجية. وأن تستهدف هذه الهيئات والمؤسسات العلمية، إدارة تكنولوجيا النانو، وتنظيمها، وتقييم مخاطرها، والعمل على تحقيق الأهداف الآتية:
- أ - مناقشة القضايا المتعلقة بمخاطر مواد ومنتجات تكنولوجيا النانو، وتحديد درجة مخاطرها، وفهمها وتحليلها، والتعاون مع المنظمات والهيئات الدولية المتخصصة في تقييم وإدارة مخاطر تكنولوجيا النانو.
- ب - إنشاء معامل ومختبرات متقدمة لفحص وتحليل وتقييم مخاطر منتجات تكنولوجيا النانو.
- ج - إجراء أبحاث ودراسات لتقييم مخاطر تكنولوجيا النانو وآثارها على الإنسان والبيئة والغذاء، ومعالجة القضايا الشائكة في هذا المجال، خاصة أن الأبحاث في هذه المجال قليلة وغير متاحة.
- د - سن قوانين وتشريعات أخلاقية لإدارة مخاطر تكنولوجيا النانو، ووضع معايير وإجراءات وقائية من هذه المخاطر في ضوء مقاصد التشريع الإسلامي، والأطر الأخلاقية والعلمية الإسلامية الأصيلة.
- هـ - إنشاء قاعدة معلوماتية متقدمة لمناقشة ومعالجة القضايا المتعلقة بتكنولوجيا النانو ومخاطرها، ومتابعة وتقويم التطورات العلمية في هذا المجال، واتخاذ قرارات حكيمة وسديدة نحو تلك المخاطر.

الثامن عشر: دور مؤسسات المجتمع في توعية المجتمع بجدوى تكنولوجيا النانو ومخاطرها المختلفة:

أثارت قضية تكنولوجيا النانو وما صاحبها من طفرة علمية وتكنولوجية ردود أفعال المجتمع العالمي بمختلف أوساطه العلمية وشرائحه الاجتماعية، سواء كانت هذه الردود متعلقة بالمنافع التنموية المترتبة على الاستفادة من تطور تكنولوجيا النانو، أو تلك المتعلقة بالقضايا السياسية، والاقتصادية، والاجتماعية، والأخلاقية، والبيئية والصحية الشائكة ذات الصلة الوثيقة بمخاطر تكنولوجيا النانو؛ لذلك هناك اتجاهان في أوساط الرأي العام بمختلف شرائحه وأطيافه الاجتماعية نحو تأييد تكنولوجيا النانو، والاستفادة من تطبيقاتها العملية في المجالات التنموية للمجتمع. واتجاه آخر يعارض ويقاطع تكنولوجيا النانو نظراً لمخاطرها وآثارها السلبية المختلفة. والقضية المهمة المتعلقة التي قد تصاحب كلا الاتجاهين المؤيد أو المعارض هي القصور الناشئ عن قلة الوعي والإدراك والفهم الصحيح لتكنولوجيا النانو، سواءً بجدواها ومنافعها التنموية، أو مخاطرها وآثارها السلبية. ولتكوين نظرة علمية شاملة ومتزنة، وتصور علمي واضح نحو تكنولوجيا النانو ينبغي أن تتحرك مؤسسات المجتمع المدني وتضطلع بدورها لتوعية المجتمع وتثقيفه نحو تكنولوجيا النانو وعلومها؛ من حيث أبعادها، وماهيتها، وجوانبها المختلفة، ومنافعها ومخاطرها، لإزالة الغموض الذي يكتف القضايا والإشكاليات والهواجس لدى أفراد المجتمع، ومن الإجراءات المناسبة لتحقيق هذه الغاية ما يلي:

١- اقترح لويس وروبرت (Louis & Robert, 2005, p101-102) مجموعة من الإجراءات لتوعية المجتمع

بتكنولوجيا النانو، وكسب ثقة الجمهور حيال هذه التكنولوجيا المتقدمة، ومنها:

- أ - أن يقوم العلماء والخبراء في تكنولوجيا النانو بعقد لقاءات ومناظرات مع الجماهير، وصناع القرار لمناقشة القضايا المتعلقة بتكنولوجيا النانو من حيث فوائدها أو مخاطرها، وتغطية الفجوة بين العلم والأخلاقيات

- المرتبة على تكنولوجيا النانو، ومساعدة الجمهور على التفريق بين العلم والخيال العلمي.
- ب - القيام بحملات توعية إعلامية على نطاق واسع لتوعية كافة أطراف المجتمع المدني بتطورات تكنولوجيا النانو، وأهميتها، ومخاطرها المختلفة.
- ج - أن تهتم جميع مؤسسات التعليم من المرحلة الابتدائية إلى المرحلة الجامعية بدورها من خلال التعليم والتدريب المتواصل، والتوعية والتثقيف العلمي، والنشرات العلمية، لتوعية الطلاب بتكنولوجيا النانو وتطوراتها العلمية المختلفة.
- د - التأكيد على فتح مجالات بحثية جديدة، مع مراجعات علمية متخصصة، ونشرات دورية، لتوعية المجتمع بتكنولوجيا النانو.
- هـ - القيام بدراسات استطلاعية لتقييم الموضوعات الحقيقية والقضايا الشائكة لدى الرأي العام، والتعرف على انطباعاتهم وأحاسيسهم نحو مخاطر تكنولوجيا النانو، وإجراء حوارات معهم للتعرف على آرائهم وانطباعاتهم.
- و - إجراء دراسات منظمة للبحث عن المظاهر البيئية والصحية، ومعايير الأمن والسلامة المرتبطة بالمواد والأنظمة التكنولوجية ونشرها وتوعية المجتمع بها.
- ٢- أشار آندر وديفيد (Andrew & David , 2007 ,p5) إلى أن نجاح عرض التكنولوجيا الحديثة، يتطلب دراسة مدى قابلية المجتمع لتلك التكنولوجيا؛ حيث إن تكنولوجيا النانو تمثل تجربة واعدة في البحث، وتقبل الجمهور العام، مع الأخذ في الاعتبار أن العوامل الثقافية والاجتماعية المصاحبة لهذه التكنولوجيا، هي المحك الرئيس لنجاح طرح التكنولوجيا الجديدة على الجمهور. ويجب تكوين نوع من الثقة بين الجمهور والتكنولوجيا الحديثة، وتُبنى جذور هذه الثقة من خلال توعية وتوجيه إعلامي رشدين، وإذا ما حدث ذلك؛ تكون هناك فرصة لتطوير مجموعة جديدة من المنتجات التكنولوجية تخدم المجتمع في المستقبل، ومن الضروري انتهاز نظام منهجي لفهم التفاعلات المعقدة بين كل من التكنولوجيا والمجتمع، وتوعيته بتكنولوجيا النانو، ومدى كفاءتها في تنمية وتطوير المجتمع مع الأخذ بالاعتبار العوامل الاجتماعية والاقتصادية والسياسية التي يمكن أن تؤثر على إدراك ووعي المجتمع لمخاطر هذه التكنولوجيا.
- وفي هذا الاتجاه، يعتقد الاسكندراني (٢٠١٠م [ج]) أن قناعة أي مجتمع مدني بجدوى التحديث التكنولوجي، وحتمية مواكبته، تأتي من خلال التفاعل والحوار بين المؤسسات الأكاديمية والبحثية من جانب، وبين طوائف القاعدة الشعبية المتمثلة في منظمات ونقابات المجتمعات المدنية من جهة أخرى، ويجب أن تعمل المؤسسات البحثية والأكاديمية بوضع الأطر والقوانين المنظمة للبحوث التطبيقية في تكنولوجيا النانو.
- وعلى هذا الأساس؛ فإن تهيئة المجتمع وتوعيته بأهمية تكنولوجيا النانو، وجدواها في تنمية موارده الاقتصادية والاجتماعية، بالإضافة كذلك إلى تعريفه بمهايتها، وخصائصها، وتطبيقاتها العملية، ومخاطرها،

والإجراءات الاحترازية من هذه المخاطر من أولويات المرحلة الراهنة؛ بهدف تحقيق عملية التطوير والتجديد العلمي والتكنولوجي للمجتمع، وإعادة تشكيله للاستجابة مع معطيات وتحديات تكنولوجيا النانو، والحد من مقاومة التغيير والتجديد التكنولوجي. ولعل من أهم الاستراتيجيات لإقناع المجتمع بمختلف طوائفه وخلفياته الفكرية والثقافية والاجتماعية، وتوعيته بتكنولوجيا النانو؛ أن تقوم مؤسسات المجتمع المدني، بما في ذلك الجامعات والكليات، والمراكز البحثية، والمؤسسات الإعلامية، بدورها الفعّال لتحقيق هذه الغاية، واختيار الوسائل والأساليب المناسبة، لطرح ومناقشة القضايا المهمة المتعلقة بتكنولوجيا النانو، وتكوين نوع من الثقة والمصداقية والشفافية مع أفراد المجتمع، مع الأخذ في الاعتبار العوامل الاجتماعية، والثقافية، والفكرية التي قد تقاوم عملية التطوير والتجديد، ووضع تفسيرات مقنعة ومنطقية تسهم في تقبل المجتمع لتكنولوجيا النانو، وأهدافها المرحلية والمستقبلية، ومستقبلها العلمي والتكنولوجي، وفهم تأثيرها السياسية، والاقتصادية، والاجتماعية؛ لأن التفاعل الإيجابي مع تكنولوجيا النانو، والمساهمة فيها، والاستفادة من معطياتها العلمية؛ يتوقف على مدى وعي وإدراك المجتمع لهذه التقنية من جانب، وإدارتها وتنظيمها من جانب آخر.

التاسع عشر: نماذج من مبادرات واهتمامات الدول بتكنولوجيا النانو:

رغم أن تكنولوجيا النانو من المستحدثات التكنولوجية الحديثة، إلا أنها حظيت باهتمام عالمي متزايد لم تحظ به أي تكنولوجيا أخرى؛ وذلك لما تتميز به هذه التكنولوجيا من اكتشافات وتطبيقات علمية مذهلة لفتت أنظار العالم، ومن أهم التجارب والمبادرات العالمية في تكنولوجيا النانو، النماذج الآتية:

١- المبادرة الأمريكية الوطنية لتكنولوجيا النانو (NNI):

تبنت الولايات المتحدة الأمريكية إنشاء المبادرة الأمريكية الوطنية (NNI) عام (٢٠٠٠م) وتضم إحدى عشرة وكالة، وتتلخص مهام المبادرة في النقاط الآتية (لين، ٢٠٠٩م، ص ص ١١٥-١٢٥):

أ - تحديد الأهداف والأولويات والمقاييس الخاصة بتقييم الأبحاث الفيدرالية في مجال تكنولوجيا النانو وتطويرها.

ب - الاستثمار في برامج أبحاث وتطوير تكنولوجيا النانو الفيدرالية العلوم المتصلة بها، ويشمل ذلك:

- تنمية التعليم والقوى البشرية.
- تسهيل المباني والتجهيزات المعملية.
- قيادة تكنولوجيا النانو للثورة التقنية والصناعية.
- التنمية المسؤولة للحفاظ على أمن وسلامة البيئة، والصحة العامة للمجتمع من الآثار السلبية الناتجة عن تطبيقات تكنولوجيا النانو.

ج - الاهتمام بأعمال التنسيق بين الوكالات فيما يتعلق بالبحث والتطوير الفيدرالي في مجال تكنولوجيا النانو، وغيرها من الأنشطة التي وردت في البرنامج.

٢- المبادرة اليابانية في تكنولوجيا النانو:

تعتبر تكنولوجيا النانو من أولويات السياسة الحكومية اليابانية، فقد اشتركت اليابان في مرحلة مبكرة في أبحاث تكنولوجيا النانو، ومن أبرز العلماء اليابانيين الذين أسهموا في تكنولوجيا النانو العالم (ايجيما سوميو) الذي اكتشف أنابيب الكربون النانوية في عام (١٩٩١م). وموّلت الحكومة اليابانية تكنولوجيا النانو في عام (٢٠٠٢م) بما يقارب من (٧٤،٦) بليون جنيه استرليني، وتبنت اليابان استراتيجية للاستثمار في تكنولوجيا النانو وأبحاثها، وتهدف الاستراتيجية إلى دعم وتطوير البحث الأساسي في تكنولوجيا النانو، والتقنيات العامة، والتركيز على مشاريع تطوير التقنيات الأساسية، وأنظمة النانو، وبناء معامل افتراضية لتكنولوجيا النانو، وإنشاء مشروع تكنولوجيا النانو لوزارة الصحة والعمل. (نيلينا مالش، ٢٠١١م، ص ٤٦-٤٧).

٣- المبادرة الألمانية في تكنولوجيا النانو:

بدأت الحكومة الألمانية بالاهتمام بتكنولوجيا النانو منذ نهاية الثمانينات من القرن الماضي، وتبنت وثيقة استراتيجية لتكنولوجيا النانو في عام (١٩٩٨م) بعنوان: "الفرص في عالم النانو: معرفة أهمية تكنولوجيا النانو لمستقبل الصناعة في ألمانيا" وتمتلك الحكومة الألمانية بنية تحتية بحثية ضخمة لمواجهة تحديات تكنولوجيا النانو. وتستهدف الإستراتيجية الألمانية لتكنولوجيا النانو تمويل وتطوير أبحاث تكنولوجيا النانو في الطب والصيدلة، والتقنية النانوية الحيوية، والأجهزة الالكترونية، والتوسع في تكنولوجيا النانو، ودعم الباحثين في هذا المجال، والحوار الشعبي عن الفرص والمخاطر، والمنافسة الدولية في الاقتصاد النانوي. (نيلينا مالش، ٢٠١١م، ص ٣٤).

٤- المبادرة الفرنسية في تكنولوجيا النانو:

تمتلك فرنسا إمكانات كبيرة لأبحاث تكنولوجيا النانو في المركز الوطني للبحث العلمي (CNRS) وجامعاتها. وأسست الحكومة الفرنسية شبكة أبحاث تكنولوجيا المايكرو، والنانو عام (١٩٩٩م) وتهدف المبادرة الفرنسية لتكنولوجيا النانو إلى تحديث وتطوير أجهزة المراكز التقنية، وفتح المراكز لاستقبال المختبرات والشركات، والترويج لأهم المشاريع الإبداعية العلمية، وربط المراكز البحثية المتخصصة بشبكات معلوماتية؛ لتتمكن من التقدم بطرائق متعددة التخصصات، وتشجع التنقل عبر المراكز، واستقبال الباحثين الأجانب وطلاب الدكتوراه، والدارسين لما بعد الدكتوراه. (نيلينا مالش، ٢٠١١م، ص ٣١).

٥- المبادرة الصينية في تكنولوجيا النانو:

تعتبر الصين من أكثر الدول العالمية للاهتمام ببرامج تكنولوجيا النانو، ولتوضيح هذه الحقيقة فقد أعدت الصين خطة تسمى: (الخطة الوطنية ٨٦٣ للبحث والتطوير في التقنية العالمية) (National 863 Hi-Tech R&D Plan) تستهدف جعل الصين في مقدمة الدول التي تعتمد على تكنولوجيا النانو بحلول عام (٢٠١٠م) في صناعة الالكترونيات الدقيقة، وتكنولوجيا المعلومات والاتصالات، علاوة على الاستثمار في الأبحاث والتطوير، ودعم البرامج الجامعية التي تؤهل العلماء والمهندسين المتخصصين في تكنولوجيا النانو.

وتشير الخطة إلى أن حجم الإنفاق على تكنولوجيا النانو يقدر بحوالي (٢,٥٪) من الناتج المحلي على الأبحاث والتطوير في هذا المجال، ويشير تقرير (RNCOS) إلى أن منتجات تقنية النانو في عام (٢٠٠٥م) في الأسواق الصينية وصلت إلى (٥,٤) مليار دولار أمريكي، ومن المتوقع أن يزيد على (٣١,٤) مليار دولار عام (٢٠١٠م) وأن يتجاوز (١٤٤,٩) مليار دولار عام (٢٠١٥م). (الركيان، ٢٠٠٧م).

وتمتلك الصين ثلاثة مراكز وطنية لتكنولوجيا النانو، وهي: (بكين، شنغهاي، وتيانجين) ويعد المركز الوطني لعلوم تكنولوجيا النانو في بكين المركز الرئيس لأكاديمية النانومتر، ويتعاون مركز شنغهاي الوطني لتطوير وتسويق تكنولوجيا النانو مع سبع جامعات، وتسع شركات، ويمول من الجهات الحكومية والشركات الوطنية الخاصة. ويهدف إلى ابتكار منتجات نانوية جديدة، وتسويقها في الأسواق العالمية. وأعلنت حكومة شنغهاي في عام (٢٠٠١م) أنها ستقوم بإنشاء قاعدة أبحاث في مجال صناعة النانو تضم ثلاثة مراكز بحثية ومختبرات في تكنولوجيا النانو، وإحدى عشرة شركة متخصصة في البحث والتطوير، وهناك (٨٠٠) شركة تعمل في تكنولوجيا النانو، وأكثر من (٣٠٠) مؤسسة تعمل في البحث والتطوير في مجال صناعة النانو، وأكثر من (٧٠٠٠) عالم يعملون في هذا المجال. (الركيان، ٢٠٠٧م).

ومن أهم الإنجازات العلمية للحكومة الصينية في مجال تكنولوجيا النانو، كما تشير صفات سلامة (٢٠٠٩م، ص ٩) إطلاق قمر صناعي نانوي (Nano - Satellites 1) في عام (٢٠٠٤م) يزن فقط (٢٥) كغ، طورته جامعة (تشينغهو) و شركة (تشينغهو الفضائية المحدودة لتكنولوجيا الأقمار الصناعية).

٦- مبادرة المملكة العربية السعودية في تكنولوجيا النانو:

تعتبر المملكة العربية السعودية من أوائل الدول العربية التي اهتمت بتكنولوجيا النانو، لمواكبة التطورات العلمية في هذا المجال، فقد تبرع خادم الحرمين الشريفين الملك عبدالله بن عبدالعزيز آل سعود حفظه الله بمبلغ (٣٦) مليون من حسابه الخاص لتمويل التجهيزات الأساسية لمعامل تكنولوجيا النانو في ثلاث جامعات سعودية وهي: جامعة الملك سعود بالرياض، وجامعة الملك عبدالعزيز بجدة، وجامعة الملك فهد للبترول والمعادن بالظهران. وتهدف المبادرة إلى نقل وتوطين تكنولوجيا النانو في المملكة العربية السعودية، وتلبية الاحتياجات الوطنية، ومتطلبات التنمية في المجالات الصحية والزراعية والبيئية، وتحديد أولويات واستراتيجيات البحث في تكنولوجيا النانو، وتأسيس البنية التحتية لها من معامل ومختبرات وتجهيزات، لخدمة الباحثين والمتخصصين في هذا المجال، وتحفيز القطاع الخاص للاستثمار في مجال تكنولوجيا النانو. (صفات سلامة، ٢٠٠٩م، ص ٢١٠).

وتعكس هذه التجارب الرائدة؛ الاهتمام العالمي المتزايد بتكنولوجيا النانو وتوجهاته المستقبلية نحوها، وإنفاق الميزانيات الضخمة لتدعيمها، وتوجيه رؤوس المال للاستثمار في هذا القطاع الحيوي البالغ الأهمية؛ لعوائدها الضخمة على المدى البعيد، وممارسة أدوار ريادية مستقبلية، ولذلك جعلت الدول المتقدمة من

أولويات اهتماماتها، وخياراتها الاستراتيجية، تأسيس البنية التحتية المتينة لتكنولوجيا النانو، من مراكز وهيئات بحثية، ومختبرات وأجهزة علمية متطورة، ودعم البحوث العلمية، وتشجيع الباحثين للعمل في تكنولوجيا النانو، وتبني خطط استراتيجية لإعداد أجيال من العلماء والمهندسين والفنيين المتخصصين في المجالات التخصصية المختلفة في تكنولوجيا النانو.

والهدف من طرح هذه التجارب والمبادرات العالمية الاستفادة منها في الوطن العربي والإسلامي بوجه عام، والمملكة العربية السعودية على وجه الخصوص، لمعالجة مشكلات العالم العربي وتنمية موارده الاقتصادية والاجتماعية، وتطوير وتدريب كوادره البشرية، وتأهيل الأجيال للعمل في هذا المجال الجديد، وتزويدهم بالكفايات والمهارات البحثية والتكنولوجية؛ وذلك بعد دراسته وتحليل وتقويم تلك التجارب الرائدة، وتوظيفها بما يتلاءم مع حاجات وتطلعات مجتمعاتنا الحالية والمستقبلية، لمواكبة التطور العالمي في هذا المجال، وتقليص الفجوة المعرفية والتكنولوجية بين الدول المتقدمة والدول العربية؛ بكل بما تنطوي عليه هذه المشكلة من تأثيرات وتداعيات خطيرة على حياة ومستقبل مجتمعاتها العربية والإسلامية.

المحور الرابع: الاتجاهات (Attitudes):

الاتجاهات نسق من الانفعالات والاستجابات التي تعكس اعتقادات الأفراد واهتماماتهم وقيمهم حول أفكار أو موضوعات محددة بطريقة إيجابية أو سلبية، وتتكون الاتجاهات من خلال الخبرات والتجارب، أو المواقف والأحداث التي يتفاعلون معها، ويشكل موضوع الاتجاهات بمختلف مفاهيمه ومضامينه أهمية خاصة في العملية التربوية والتعليمية؛ وذلك لدوره الجوهرية في توجيه سلوك المتعلمين نحو الاتجاهات المرغوبة، ومعالجة السلوكيات السلبية، ومن هذا المنطلق سيتم مناقشة الاتجاهات من الجوانب الآتية:

أولاً: مكونات الاتجاهات (The Components of Attitudes):

يتكون الاتجاه من ثلاثة جوانب أساسية حددها سرايا (٢٠٠٧م، ص ص ٢٦٤-٢٦٥) على النحو الآتي:

١- المكون المعرفي (Cognitive Component):

يشير هذا المكون إلى الجوانب المعرفية، التي تنطوي على وجهة نظر الفرد ذات العلاقة بمواقفه من موضوع الاتجاه، ويتضمن هذا المكون المعلومات والحقائق الموضوعية المتوفرة لدى الفرد عن هذا الموضوع، وبهذا يدرك الفرد مثيرات البيئة، ويتصل بها ليتعرف عليها، ويتكون لديه مجموعة من الخبرات التي تشكل الإطار المعرفي لهذه المثيرات، ويتكون الاتجاه لدى الفرد إذا تمكن من الحصول على المعرفة المناسبة عن موضوع الاتجاه.

٢- المكون الوجداني (Affective Component):

ويشير هذا المكون إلى أسلوب شعوري عام يؤثر في استجابة الفرد لقبول موضوع الاتجاه أو رفضه؛ فبعد أن يتكون لدى الفرد مجموعة من الخبرات والمعارف عن موضوع معين؛ يظهر لديه بعض الأحاسيس والمشاعر التي تعكس اتجاهه الإيجابي أو السلبي نحو الموضوع الذي يُعبر فيه عن مواقفه واعتقاداته وتوجهاته.

٣- المكون السلوكي الإرادي النزوعي (Conative Component):

ويوضح هذا المكون نزعة الفرد نحو السلوك وفق أنماط محددة، ويشير إلى مدى التفاعل بين المكون المعرفي والمكون الوجداني؛ ليصبح أكثر ميلاً إلى أن يسلك سلوكاً محدداً تجاه موضوع أو فكرة معينة؛ بحيث يُعبر سلوك الفرد وتصرفه عن مجموعة المعتقدات والمشاعر التي تكونت لديه؛ وبذلك فإن الاتجاهات تعمل كموجهات لسلوك الفرد تدفعه إلى العمل وفق الاتجاه الذي تبناه.

من هنا تتضح أهمية العناية بتكوين الاتجاهات، بكل مكوناتها الثلاثة بشكل متكامل ومتوازن، وضمن علاقاتها الكلية المتداخلة؛ لأن كل مكون يؤثر على غيره من المكونات الأخرى، والعمل على تنميتها على نحو متكامل ومتوازن، مع مراعاة عملية التفاعل بين المكون المعرفي والوجداني التي تستهدف تشكيل السلوك وتوجيهه باتجاه معين، وهناك نقطة أخرى في غاية الأهمية وهي اختيار الخبرات النوعية الوظيفية التي تلبي حاجات الطلاب واهتماماتهم وميولهم واستعداداتهم العلمية.

ثانياً: عوامل تكوين الاتجاهات:

تتكون الاتجاهات إذا توافرت بعض العوامل الأساسية التي وضحتها سرايا (٢٠٠٧م، ص ص ٢٧٠-٢٧١) في النقاط الرئيسية الآتية:

١- حدة وتأثير الخبرة:

فالخبرة التي يصاحبها انفعالات حادة ومؤثرة، تكون أكثر فعالية في تكوين الاتجاهات؛ لأن الانفعال القوي والمؤثر يعمق الخبرة في نفس الفرد، ويجعله أكثر ارتباطاً بسلوكه في المواقف الاجتماعية المرتبطة بمحتوى الخبرة.

٢- تكرار الخبرة:

يعتمد تكوين الاتجاه على تكرار الخبرة، فعندما يجد المتعلم صعوبة متكررة في مادة دراسية معينة، ويعجز عن معالجتها؛ فإنه يكون اتجاهها سلبياً نحوها.

٣- تكامل الخبرة:

عندما ترتبط خبرة الفرد بعنصر من عناصر البيئة مع خبراته بالعناصر الأخرى، تتكامل لديه الخبرة في وحدة كلية تؤدي إلى تعميم هذه الخبرات، وتصبح إطاراً واقعياً تصدر عنه أحكامه ومواقفه واستجاباته لمواقف مشابهة بمواقف الخبرات السابقة.

٤- إشباع الحاجات:

تنمو الاتجاهات من خلال إشباع الفرد لحاجاته واهتماماته؛ فالأشياء التي تشبع حاجات الفرد العقلية والنفسية والاجتماعية، فإن اتجاهاته الإيجابية تنمو نحوها، والأشياء التي لا تشبع حاجات الفرد قد يكون اتجاهها سلبياً نحوها.

والاتجاهات قابلة للتطوير والتعديل إذا ما تم مراعاة العوامل المشار إليها أعلاه؛ فالخبرات المؤثرة والمتكاملة والمشبعة لحاجات الفرد تؤثر بقوة في استجاباته وسلوكه نحو الخبرات والمواقف التي يتفاعل معها.

ثالثاً: شروط تعلم الاتجاهات:

يتطلب تعليم الاتجاهات مجموعة من الشروط والضوابط التي ينبغي توافرها لتكوين اتجاهات إيجابية نحو موضوع أو موقف أو قضية معينة، وقد حدد كل من مرعي والحيلة (٢٠٠٢م، ص ٣٤) الشروط الآتية لتعليم الاتجاهات:

- ١- تحديد الاتجاه المستهدف تكوينه بدقة ووضوح.
 - ٢- توفير بيئة تربوية وتعليمية تحقق الأمن النفسي، والاجتماعي، لتكوين الاتجاهات المرغوبة.
 - ٣- ملاحظة أنماط السلوك التي ترتبط بالاتجاه، والعمل على تعزيزها، وتنميتها، وتوجيهها.
 - ٤- إتاحة الفرصة للطلاب لممارسة الاتجاهات المكتسبة، والتعبير عن أفكارهم، ومشاعرهم، ومواقفهم نحو الموضوع المرغوب تكوين اتجاه إيجابي نحوه.
 - ٥- اختيار طرائق التدريس التي تشجع على الحوار والمناقشة وإبداء الرأي؛ بهدف تكوين قناعات فكرية لدى الطلاب؛ وعملية الإقناع هذه تعتمد على مبدأ استخدام الأدلة والبراهين والحجج التي تسهم في تكوين اتجاهات إيجابية نحو موضوع أو فكرة معينة.
 - ٦- تزويد الطلاب بنماذج حية تمثل أنماط قيمية متنوعة، فالطلاب يتبنون الاتجاهات الإيجابية نحو النماذج الحية المؤثرة، ويحاولون ممارسة سلوكها الإيجابي والافتداء به، ومن الأمثلة على ذلك: تبني اتجاهات إيجابية نحو الخبراء والعلماء في تخصصات علمية محددة، ومحاولة الاقتداء بهم، وممارسة سلوكهم العلمي الإيجابي في البحث والاستقصاء، والاكتشاف، والدقة، والموضوعية، وممارسة أساليب التفكير العلمي، والإبداع والابتكار.
- وتعدُّ هذه الشروط ضرورية لكي تتم عملية تعلم الاتجاهات الإيجابية وتشكيلها لدى الطلاب وتوجيهها بطريقة تربوية صحيحة، واكتساب السلوكيات الإيجابية نحو قضية أو فكرة محددة، أو تبني قيم دينية، أو ثقافية علمية، أو اجتماعية مفيدة. بيد أن ما تقتضي الإشارة إليه، ضرورة إتاحة الفرصة للطلاب للتعبير عن اتجاهاتهم ومواقفهم واعتقاداتهم نحو أفكار وموضوعات معينة، سواء أكانت إيجابية أو سلبية، وفتح باب الحوار والمناقشة معهم، ومحاولة التعرف على تبريراتهم المنطقية نحو هذه الاتجاهات الإيجابية أو السلبية، وتعزيزها إذا كانت منطقية ومقنعة، وتصحيحها وتعديلها بالأدلة والحجج والبراهين إذا كانت غير سليمة.

رابعاً: خصائص الاتجاهات:

تتصف الاتجاهات ببعض الخصائص المهمة التي حددها سوسن شاكر (٢٠٠٧م، ص ٣٠٣) في النقاط الآتية:

- ١- الاتجاهات حالة عقلية وعصبية ثابتة نسبياً؛ قد تتغير عندما يقع الفرد تحت مؤثرات مختلفة؛ نتيجة لتفاعله مع البيئة المادية، والاجتماعية، والثقافية التي يتعايش معها.
 - ٢- الاتجاهات مكتسبة ومتعلمة وليست مورثة.
 - ٣- ترتبط الاتجاهات بمثيرات ومواقف اجتماعية، ويشارك عدد من الأفراد والجماعات فيها.
 - ٤- تتعدد الاتجاهات وتتنوع حسب المثيرات المرتبطة بها.
 - ٥- توضح الاتجاهات وجود علاقة بين الفرد وموضوع الاتجاه.
 - ٦- تتفاوت الاتجاهات في وضوحها وجلائها؛ فمنها ما هو واضح وصريح، ومنها ما هو غامض ومستتر.
- وهذه الخصائص تؤكد على حقيقة مهمة، وهي أن الاتجاهات رغم اتسامها بالثبات النسبي إلا أنه يمكن تعديلها وتنميتها نحو اتجاه معين مرغوب، عن طريق الخبرات والمواقف التعليمية المؤثرة في الجانب الوجداني لدى الطلاب، بالإضافة كذلك إلى تنمية الجانب المعرفي، واستخدام الأدلة والبراهين المقنعة، والشرح والتوضيح للحقائق، والتطبيقات والممارسات العملية، التي تؤثر في اتجاهات الطلاب نحو سلوك معين، أو معالجة مشكلة سلوكية، أو اجتماعية لديهم.

والاهتمام بتكوين الاتجاهات العلمية الإيجابية في وقت مبكر من حياة الطلاب في ضوء ما تم الإشارة إليه في مكونات الاتجاهات، وعوامل تشكيلها، وضوابطها وشروطها، وخصائصها؛ له أهمية بالغة في توجيه سلوكهم نحو الغايات التعليمية المستهدفة، وتجاهل هذه الحقائق قد يسهم في تكوين اتجاهات سلبية نحو ما تستهدف العملية التربوية إكسابه وتعليمه للطلاب، ومن الأمثلة على ذلك الاتجاهات السلبية لدى الطلاب نحو بعض المواد الدراسية ومعلميها؛ نتيجة بعض الممارسات الخاطئة في تعليم هذه المواد.

كما أن اهتمام المعلمين باختيار طرائق التعليم المحفزة على البحث والاستقصاء والحوار والمناقشة، وحل المشكلات، وتهيئة بيئة صفية محفزة على التعلم النشط، واختيار الخبرات الوظيفية التي تشبع حاجات الطلاب وتلبي اهتماماتهم وميولهم العلمية، وتعالج مشكلاتهم المختلفة، وتقديمها بطرق تربوية مشوقة وممتعة، وإتاحة الفرصة لهم لممارسة الأنشطة التعليمية التعاونية، وتفعيل تقنيات التعليم، وتحفيزهم وتشجيعهم على إنجاز وتحقيق الأهداف التعليمية؛ كل هذا من العوامل الأساسية التي تسهم في تكوين الاتجاهات الإيجابية لدى الطلاب نحو المدرسة والمعلمين والمواد الدراسية التي يدرسونها.

الجانب الثاني: الدراسات السابقة:

حظي موضوع تكنولوجيا النانو باهتمام كبير من قبل الدراسات التربوية الأجنبية، أما الدراسات العربية في هذا المجال فالجهود متواضعة جداً، فبعد مسح أدبيات المجال التربوي، بما في ذلك من أدلة الرسائل الجامعية للجامعات العربية، ومركز الملك فيصل للبحوث العربية والإسلامية، والمكتبات الرقمية الجامعية، وقاعدة البيانات بجامعة أم القرى، لم يتم العثور إلا على بحث واحد قدم للمؤتمر العلمي الحادي والعشرين: تطوير المناهج الدراسية بين الأصالة والمعاصرة، الجمعية المصرية للمناهج وطرق التدريس عام (٢٠٠٩م). وفيما يلي وصف لبعض الدراسات التي تناولت تكنولوجيا النانو في ضوء المحورين الآتين:

المحور الأول: دراسات تناولت الرأي العام نحو قضايا تكنولوجيا النانو:

اتجهت بعض الدراسات إلى استقصاء الرأي العام حول القضايا والإشكاليات التي أثّرت حول تكنولوجيا النانو، وردود الأفعال الاجتماعية نحوها، باعتبارها من التقانات الناشئة الحديثة التي نالت جدلاً واسعاً لدى المهتمين بتكنولوجيا النانو وعلومها، من المتخصصين في هذا المجال، أو الرأي العام لدى المجتمع بمختلف أطيافه وشرائحه الفكرية والثقافية والاجتماعية، ومن أبرز هذه الدراسات ما يأتي:

قام ميهتا (Mehta, 2004) من جامعة ساسكاتشوان (Saskatshewan) في كندا، بإجراء دراسة بعنوان: "من التكنولوجيا الحيوية إلى تكنولوجيا النانو: ماذا يمكن أن نتعلم من التكنولوجيات السابقة؟" على عينة عشوائية من الجمهور، هدفت إلى استطلاع آراء العامة من المجتمع حول مستقبل تكنولوجيا النانو، وفهم الظروف التي أحاطت بالأخطاء التي وقعت فيها تشريعات التكنولوجيا الحيوية (البيوتكنولوجي) وتشريع مبادئ للتحكم في مخاطر تكنولوجيا النانو من خلال استخدام نماذج اجتماعية واقتصادية، وتطوير آليات تكنولوجيا النانو من خلال مناهج جديدة للتعامل مع الموضوعات البحثية غير يقينية، ومحاولة إيجاد نوع من التوازن بين المخاطر والفوائد المتوقع الحصول عليها من خلال تطبيقات هذه التكنولوجيا. وكشفت نتائج الدراسة عن إخفاق كندا في اجتذاب الجماهير من العامة للدخول في مناقشات حول كيفية تنظيم ووضع تشريعات لمستقبل تكنولوجيا النانو، وأهمية اتخاذ إجراءات احترازية واحتياطية من أجل الاستفادة من الأخطاء التي وقعت فيها التكنولوجيا الحيوية ومحاولة تلافيها. وأشارت إلى أن تطبيق هذه المبادئ لا قيمة لها إذا فشل العلم في توضيح المخاطر والتحكم فيها، ولا قيمة للإجراءات الاحترازية كذلك، وأن التطبيق الحازم والصارم لمبدأ الإجراءات الاحترازية قد ينفي الفوائد المصاحبة لهذا النوع من العلوم، وربما يساعد ذلك في حدوث نفقات أعلى من المتوقع تكلفته للحصول على خدمات هذه التقنية الحديثة الواعدة.

وأجرى جورج وآخرون (George et al, 2005) من الولايات المتحدة الأمريكية دراسة بعنوان: "تحليل تكنولوجيا النانو: الدعم الثقافي للاختراعات التكنولوجية في أوروبا والولايات المتحدة الأمريكية" على عينة مكونة من (١٥,٠٠٠) شخص، هدفت إلى التعرف على آراء الناس نحو تكنولوجيا النانو، وهل ستساهم في

تحسين شكل الحياة في أمريكا وأوروبا في العشرين عاماً القادمة ؟ وهل يساهم المهتمون بتكنولوجيا النانو (الحكومة، الصناعة، علماء الجامعات، والعلماء في مجال الصناعة) في خدمة المجتمع أم لا ؟ هذا بالإضافة إلى التعرف على مدى اهتمام الناس بالعلم والتكنولوجيا الحديثة بجانب أمور حياتهم الأخرى التقليدية. وأظهرت نتائج الدراسة اختلاف الردود الاجتماعية بين مؤيد ومعارض، وأن (٥٠٪) في أمريكا مؤيدون لتكنولوجيا النانو و(٣٥٪) معارضون، والنسبة المتبقية محايدون، أما في أوروبا فإن نسبة المؤيدين (٢٩٪) أما المعارضون (٥٣٪) والنسبة المتبقية محايدون، وأشارت الدراسة إلى أن الأمريكيان أكثر تفاؤلاً من الأوروبيين. وكشفت عن ثقة عينة أفراد الدراسة في المهتمين بتكنولوجيا النانو، واستعدادهم التام للانتظار عما تسفر عنه تطبيقات هذه التقنية الحديثة من نتائج، وأن وسائل الإعلام تشكل موقف الرأي العام تجاه الاهتمام بتكنولوجيا النانو؛ فهي داعمة للثقافة الخاصة بالعلم والتكنولوجيا.

ومن الدراسات التي استهدفت قياس اتجاهات الرأي العام نحو تكنولوجيا النانو دراسة تشول وآخرون (Chul et al, 2005) بعنوان: "مواقف العامة تجاه دخول التكنولوجيا في الحياة" هدفت إلى التعرف على آراء المواطنين عن دخول التقنيات الحديثة إلى نواحي الحياة المختلفة، ومدى تأثيرها على تلك المجالات، والتعرف على تأثير المعلومات الحديثة على تغيير مواقف واتجاهات الناس نحو تكنولوجيا النانو، والكشف عن مدى أهمية اللقاءات الجماهيرية، ومحاورة الناس حول الموضوعات المستحدثة في التكنولوجيا والعلم بشكل عام. وأسفرت الدراسة عن تأثير المعلومات التي قدمت للناس حول تلك التكنولوجيا في تغيير آرائهم؛ حيث كانوا يتحدثون قبل ذلك بدون خلفيات علمية مسبقة، وأبدى الرجال اتجاهات إيجابية نحو تكنولوجيا النانو أكثر من السيدات اللاتي أبدين مواقف سلبية نحوها. وأوضحت الدراسة أهمية عقد اللقاءات والتواصل الجماهيري لمناقشة الناس حول الموضوعات العلمية بهدف تكوين فكرة حولها، واتخاذ القرارات نحو الموضوعات المهمة التي لها تأثير على الرأي العام.

ومن جامعة لانكاشير ناقشت دراسة فيل وآخرون (Phil et al, 2005) بعنوان: "تكنولوجيا النانو: الحكم والمداولات العامة: ما دور العلوم الاجتماعية؟" على عينة عشوائية من الولايات المتحدة الأمريكية وإنجلترا، هدفت إلى معرفة دور العلوم الاجتماعية في تشكيل مستقبل البحث في تكنولوجيا النانو، والكشف عن دور العلوم الاجتماعية المطلوب تحديده من أجل وضع آلية للبحث في تقنية النانو، وتحديد الدور الحكومي في تفعيل استخدام تطبيقات تقنية النانو، وتقديمها بشكل مقنع للعامة. وأظهرت نتائج الدراسة ازدياد دور العلوم الاجتماعية في توحيد العلاقات الاجتماعية، وتفعيل البحث العلمي الجاد في تكنولوجيا النانو من خلال التثقيف المجتمعي، ووضع برامج اجتماعية لتحقيق هذا الغرض، وأن العلوم الاجتماعية المطلوبة تبرز بين تكنولوجيا النانو وعلم النانو مع العلوم الاجتماعية ذات الصلة بالمجتمع، من خلال المناظرات والمناقشات مع العامة والجمهور. وتفعيل دور الدولة الحكومي في توحيد المصادر من أجل خدمة وتقديم التقنية

الجديدة للعامة في أمريكا، وكذلك المملكة المتحدة، وإظهار التحديات والفرص التي تصور هذه الظاهرة، وكيفية الاستفادة من تكنولوجيا النانو في التنمية الاقتصادية المستدامة.

وطرح ستيفن (Steven, 2007) دراسة بعنوان: " ثورة النانو - التأثير الكبير: كيف ستغير تكنولوجيا النانو الناشئة مستقبل التعليم والصناعة في أمريكا، وبشكل أكثر تحديداً في ولاية أوكلاهوما ؟ " وأثارت الدراسة العديد من التساؤلات المهمة حول القوة الاقتصادية التي ستقود عجلة الاقتصاد العالمي في المرحلة المستقبلية القادمة ؟ وكيف يمكن إعداد الأجيال لهذه المرحلة ؟ وما تأثيراتها المحتملة على مختلف المهن الفنية ؟ وكيف يمكن إعادة تخطيط المهن الفنية لتستوعب مستجدات تكنولوجيا النانو؟ وهدفت إلى إجراء مسح على المستويين المحلي والدولي، حول أخطار تكنولوجيا النانو، وفوائدها العلمية في أمريكا، والتوصل إلى توصيات للتخطيط الأكاديمي ووضع استراتيجيات معينة وأهداف لكلية المجتمع في ولاية أوكلاهوما. وتوصلت الدراسة إلى جملة من النتائج كان من أبرزها: إن تكنولوجيا النانو ستؤدي إلى تغييرات جذرية في مختلف المجالات العلمية، وأنها ستعيد تشكيل الصناعة على نحو جديد؛ وذلك لأنها سوف تنفرد بصناعات جديدة ومتميزة تتفوق على الصناعات التقليدية الأخرى، وأن تكنولوجيا النانو ليست مجرد منتج، ولكنها نظام صناعي جديد له تطبيقاته مثل التكنولوجيا الحيوية، علاوة على أنها ستقود عجلة الاقتصاد العالمي في المستقبل القريب. وأشارت إلى أهمية تخطيط وهيكلية المهن الفنية في ضوء التطورات العلمية لتكنولوجيا النانو، وضرورة إعادة وصياغة دراسة علوم الفضاء والهندسة والرياضيات ومواد العلوم، وأهمية إعداد الأجيال بما يتلاءم مع متطلبات ومستجدات الثورة العلمية القادمة تكنولوجيا النانو.

وقام ليزلي وآخرون (Leslie et al, 2007) من جامعة تكساس بالولايات المتحدة الأمريكية بإجراء دراسة بعنوان: " معرفة الآثار الاجتماعية لتكنولوجيا النانو من خلال المحاكاة: سيناريو النانو " على عينة تم جمعها بواسطة شبكة الإنترنت اشتملت على أربع مجموعات: (أكاديميون، القطاع الخاص، الحكومات، الجمهور العام) وكان من أهم أهدافها فهم الظروف الاجتماعية، والثقافية، والتاريخية، والسياسية المعقدة المصاحبة لتكنولوجيا النانو، وتشخيص الآثار الاجتماعية المترتبة على تكنولوجيا النانو، وتأثيراتها الصحية على البيئة والمجتمع ككل، ودراسة تصميم المحاكاة من خلال مجموعات للمناقشة، ومعرفة تصميم سيناريو النانو من أجل تدعيم نقاط القوة وتلافي السلبيات. وكان من أهم نتائجها: أن فهم الظروف الاجتماعية، والثقافية والتاريخية، والسياسية يؤدي إلى اكتشاف تصورات واضحة، وحلول عملية وواقعية من خلال عمل التجارب الفعلية على تطبيقات تكنولوجيا النانو، وأن دراسة الآثار الاجتماعية تسهم في تفعيل أهمية دور الفرد والمجتمع والمؤسسات والحكومات في التعامل مع هذه التقنية. وأن معرفة المحاكاة يؤدي إلى انعكاسات تطبيقية سليمة، وأكثر دقة على تطبيقات وآثار استخدام تكنولوجيا النانو الحديثة، واكتشاف التطورات الزمنية لمستقبل تكنولوجيا النانو.

ولرصد الآثار الاجتماعية لتكنولوجيا النانو تناول كل من كريستيان واستيفن (Christine & Stephen, 2007) بجامعة ليهاي - بيشليهم - بنسلفانيا، دراسة بعنوان: " مناقشات تحمل بعض المخاطر: وضع أطر لتحليل الآثار الاجتماعية لتكنولوجيا النانو " أجريت على مجموعات عمل - أنظمة مجتمعية. هدفت إلى بناء حوار بين مجموعات العمل المهتمة بتكنولوجيا النانو، والتي يصعب عليها التواصل مع بعضها البعض، والكشف عن كيف أصبحت الآثار الاجتماعية لهذه التقنية ملموسة وموجودة ؟ وكيف تُعبر هذه المجموعات عن تلك الآثار ومدلولاتها الخاصة؟ وكيف يمكن التحكم في مخاطر الآثار الاجتماعية لتكنولوجيا النانو. وتوصلت نتائج الدراسة إلى مدى الحاجة الضرورية لإزاحة الضبابية العريضة لفهم الناس لتكنولوجيا النانو، وتصحيح نظرهم إليها، ووصول مجموعات العمل لوضع تصور لقرارات يتم عرضها على المسؤولين ليتم تفعيلها وتقنينها حسب اللوائح، وتحديد الجهود المبذولة لتعليل المخاطر، والجهات المنوط بها القيام بهذا الدور، ووضع المحددات والمحاذير من الاستخدام الخاطئ لتكنولوجيا النانو، واستخدام أنابيب النانو الكربونية مفردة الألواح لثقة العملاء في استخداماتها الآمنة، ووضع معايير وقوانين لتطبيقات تكنولوجيا النانو في المجالات العسكرية وجميع المنتجات الاستهلاكية التي تعتمد على تكنولوجيا النانو للحفاظ على سلامة المستهلكين، وكذلك الحفاظ على سلامة البيئة التي تطبق فيها هذه التقنية.

واستهدفت دراسة ليزلي وإليزابيث (Leslie & Elizabeth, 2008) بجامعة تكساس في (أوستين) بعنوان: " تبادل الأدوار من أجل التعرف على الآثار الاجتماعية لتكنولوجيا النانو " تكوين فهم أعمق لدى الرأي العام للقضايا المرتبطة بتكنولوجيا النانو، واكتشاف الأنواع المختلفة من أنشطتها، وطرح أفكار داخل المدينة لمعالجة الآثار الاجتماعية الناجمة عن تطبيقات تكنولوجيا النانو، وتوعية المواطنين عن اللقاحات النانوية للوقاية من المخاطر التي قد تؤثر على الصحة العامة للمواطنين في تكساس. وكشفت الدراسة عن جملة من النتائج كان من أهمها: تشكيل أطر تحاورية وتواصل بين المواطنين والباحثين لتوعيتهم بأنشطة التقنية الحديثة وكيفية التعامل معها، وضرورة تفعيل دور القطاع الخاص والحكومة في التوعية بهذه التقنية وآثارها على الصحة العامة، وطرح اللقاحات النانوية وشرح كيفية استخدامها من خلال خطة توعوية تستخدم في وسائل الإعلام المرئية.

بينما تناولت دراسة جون وآخرون (John et al, 2008) من جامعة جنوب كاليفورنيا - كولومبيا، بعنوان: " مناقشة شخصية: تتبع اهتمام المواطنين بتكنولوجيا النانو: ماذا سيقولون ؟ " هدفت إلى التعرف على مدى اهتمام المواطنين بتكنولوجيا النانو على عينة عشوائية من شرائح المجتمع وأوساطه العلمية بمختلف مؤهلاتهم وخبراتهم، ومناقشة تكنولوجيا النانو في ضوء التقدم العلمي المذهل على قدر من الشفافية والموضوعية، والتوصل إلى آلية تحدد مواقف المشاركين في البرنامج من استخدام تطبيقات تكنولوجيا النانو في مجالات تطبيقية واسعة النطاق. وتوصلت الدراسة إلى جملة من النتائج كان من أهمها: تباين اهتمام المشاركين

من المواطنين بتكنولوجيا النانو حسب مؤهلاتهم وخبراتهم، وأن التقدم العلمي يفرض ضرورة التطرق إلى موضوع تكنولوجيا النانو في المناقشات وعقد المناظرات العلمية والسينمات. وأفصح أكثر من نصف عدد المشاركين في الدراسة عن تفاؤلهم الإيجابي واستعدادهم للتعامل مع تكنولوجيا النانو في ضوء مستجدات العلم وتطور التكنولوجيا في العالم.

وفي مجال المقارنة بين اتجاهات الجمهور العام نحو تكنولوجيا النانو أجرى كل من هولجر وبيتر (Holger & Peter, 2008) دراسة بعنوان: " تأطير إدراك مخاطر تكنولوجيا النانو " على عينة عشوائية من أمريكا وأوروبا عن طريق الاتصال بالهاتف هدفت إلى استقصاء مدى إدراك أفراد عينة الدراسة لمخاطر تكنولوجيا النانو، وانطباعاتهم نحوها، والمجالات المتأثرة بها، ومدى معرفتهم بفوائدها المتنوعة في مختلف المجالات. وأظهرت نتائج الدراسة أن (٤٠٪) يرون أن فوائدها أكثر من مخاطرها، بينما أشار (٣٨٪) أن نسبة المخاطر تعادل الفوائد وأن (٢٢٪) يعتقدون أن المخاطر أكبر من الفوائد، وأن الأوربيين أكثر تشكيكاً في فوائد تكنولوجيا النانو من الأمريكيين.

وأجرى فريدريك وآخرون (Frederic & et al, 2009) دراسة بعنوان: " فهم الجمهور لتكنولوجيا النانو في المجال الغذائي: الدور الخفي لوجهات النظر حول العلوم والتكنولوجيا والطبيعة " هدفت إلى استقصاء الفهم العام للجمهور نحو تكنولوجيا النانو، والكشف عن الأدوار الخفية لوجهات النظر المتباينة مقارنة بين الولايات المتحدة الأمريكية التي استخدمت تكنولوجيا النانو في الزراعة، والدول الأوروبية التي ظلت متحفظة حتى الآن على استخدام تكنولوجيا النانو في المجال الغذائي. وأوضحت نتائج الدراسة أن مستوى فهم الجمهور لتكنولوجيا النانو كان دون المتوقع، كما خرجت الدراسة بوجهات نظر تعارض استخدام تكنولوجيا النانو في الغذاء، وعدم رضاهم عن بعض المنظمات الحكومية التي تدعم استخدام هذا النوع من التقنية. وفي إطار تحليل الآراء المعارضة لاستخدام تكنولوجيا النانو في المجال الغذائي توصلت الدراسة إلى أن من أهم أسباب معارضتهم لها هو قلة وعيهم وفهمهم لتكنولوجيا النانو بشكل جيد.

المحور الثاني: دراسات تناولت واقع النظام التعليمي والمناهج وتكنولوجيا النانو:

اتجهت بعض الدراسات إلى مناقشة قضايا تكنولوجيا النانو ذات الصلة الوثيقة بواقع النظام التعليمي، والمناهج الدراسية، وتعليم الطلاب وتدريبهم على تكنولوجيا النانو، والتخصصات العلمية والمهن الفنية، وإعداد الكوادر البشرية في مجال تكنولوجيا النانو، ومن أهم تلك الدراسات ما يأتي:

قام جاكوب (Jacob, 1996) بإجراء دراسة بعنوان: "تصميم الحجم الصغير جداً: تكنولوجيا النانو والمايكرو - مصادر التقنية - معلم التقنية" هدفت إلى تصميم وحدة تدريسية لطلاب المرحلة الإعدادية، بالولايات المتحدة الأمريكية، وزيادة المعرفة بعلم المواد والهندسة والتكنولوجيا. وقد صممت الوحدة لتعريف التلاميذ بكيفية تصنيع الأجهزة والآلات الصغيرة جداً التي تستخدم في صناعة الساعات والكمبيوترات

والآلات الحاسبة والتي تصنع باستخدام تكنولوجيا النانو، وتكنولوجيا الميكرو، وأظهرت الدراسة فعالية الوحدة المصممة لتعريف الطلاب بكيفية تصنيع الأجهزة الدقيقة جداً بتكنولوجيا النانو، وإكسابهم للمهارات الأساسية لتحقيق ذلك.

وتعدُّ دراسة آدامز وروجرز (Adams & Rogers, 2004) بجامعة نيفادا في الولايات المتحدة الأمريكية، واحدة من الدراسات التي اهتمت بتصميم منهج لتكنولوجيا النانو في هذا المجال، والتي جاءت بعنوان: "منهج موحد لتعليم تكنولوجيا النانو" استهدفت بناء محتوى تعليمي شامل ونوعي في تكنولوجيا النانو يمكن تعديله وتطويره ليصبح قابلاً لتدريس وتثقيف عامة الناس في هذا المجال، وإعطاء الطلاب فرصة من أجل اكتشاف مجالات الدراسة قبل العودة لسنة الامتياز لتصميم منهج في تكنولوجيا النانو. وتوصلت الدراسة إلى أن تكنولوجيا النانو عبارة عن هندسة نانوية يمكن تقديمها للطلاب في شكل منهج موحد يشتمل على أساسيات وتطبيقات وآثار استخدام تكنولوجيا النانو، وتوحيد استخدام استراتيجيات التدريس؛ بحيث يكون المنهج الشامل لتكنولوجيا النانو قائم على محتوى معرفي تثقيفي للطلاب في مراحل تعليمهم المختلفة، وأن تطبيق استراتيجية المنهج الموحد يساعد في استخدام المبادئ الرئيسية لتكنولوجيا النانو وفهمها وعرضها على الجمهور والمجتمع العام، وكذلك على الطلاب الجامعيين؛ ربما يتخصص بعضهم في تكنولوجيا النانو، وتصبح المجال الأول له في التخصص والدراسة. وأن التدريب هو المحك الأساس لتدريب الأفراد على استخدامات تكنولوجيا النانو في المجالات العلمية المختلفة.

واستهدفت دراسة ستيلك وآخرون (Stelic et al, 2005) بعنوان: "تطبيقات على الليثوغرافيا الضوئية في المعمل لاكتشاف تكنولوجيا النانو" عمل موديول في العلوم لدراسة النانوتكنولوجي في التصوير الليثوغرافي المعمل، وكشفت نتائج الدراسة أن النانوتكنولوجي مادة شيقة يمكن أن تنمي الاتجاه نحو المواد العلمية مثل: الفيزياء، والكيمياء، والأحياء، وأن الموديول يقدم للطلاب دليل فحص الأساسيات الأولية للتصوير الليثوجرافي ومقياس الميكرو كبداية للفحص قبل مقياس النانو.

وناقش باتريشيا وآخرون (Patricia et al, 2007) في مقالة علمية بعنوان: "علم النانو يمكن أن يكون حافزاً لإصلاح التعليم" فهم الاكتشافات الجديدة والتكنولوجيا الناجمة عن العلوم الحديثة، بما في ذلك علم النانو. وأشاروا إلى أن طلاب الولايات المتحدة يصنفون ضمن المراتب المتأخرة في الدراسات الدولية لتقييم الأداء التعليمي في مجال العلوم، والرياضيات، كما استعرضوا الآثار المترتبة على المبادرات الوطنية لإعداد الطلاب، وتزويدهم بالعلم والمعرفة الهندسية اللازمة للعمل في التكنولوجيا المتقدمة، وتعزيز الاكتشافات والابتكارات العلمية التي من شأنها أن تحافظ على تطور الأمة والازدهار الاقتصادي. وتوصلوا إلى أن تكنولوجيا النانو يمكن أن تكون بمثابة حافزاً لإعادة النظر في كيفية تحقيق إصلاح عميق لتعليم العلوم، وأكدوا على أن التصدي لهذه التحديات يتطلب التفكير بطرق جديدة، والمشاركة بين العلماء وخبراء تكنولوجيا النانو

والقيادات التربوية والتعليمية، والمعلمين وغيرهم من المعنيين بتطوير التعليم، وأشاروا إلى أن العلوم النانومترية، والهندسة، والتكنولوجيا، قد أدت إلى تخصصات علمية جديدة، وأن عملية التطوير تحتاج إلى دراسات متأنية لتحقيق هذه الغاية، التي تستغرق سنوات طويلة.

واهتمت دراسة كريسول (Criswell, 2007) التي جاءت بعنوان: " ربط الأحماض والقواعد بالتغليف، والكيمياء بتكنولوجيا النانو" بعمل تطوير لمناهج المرحلة الثانوية في مادة الكيمياء، وذلك من خلال وصف التفاعلات النشطة من بين الأحماض والقواعد ورؤيتها من منظور جديد من خلال النانوتكنولوجي، وهذه النظرة قد تؤدي لرؤية جديدة للعلاج وتركيب الأدوية لمختلف الأمراض.

واستهدفت دراسة جونز وآخرون (Gones et al, 2007) بعنوان: "الاختلافات بين طلاب أمريكا الأفارقة وطلاب أمريكا الأوربيين في اهتماماتهم بتكنولوجيا النانو وخبراتهم: دراسة تقييمية في التدريس العلمي" إجراء مقارنة بين مناهج تعليم العلوم للمرحلة الإعدادية والثانوية وبين اتجاهات الطلاب نحو النانو تكنولوجيا من خلال المقارنة بين عينة من طلاب المرحلتين للطلاب الأمريكيين من أصل أفريقي، وأمريكيين من أصل أوروبي، وتقييم ملفات الإنجاز الخاصة بكل منهم، وتم تطبيق اختبارات في النانوتكنولوجي، وكذلك أسلوب التقييم الذاتي، وتوصلت الدراسة إلى وجود فروق دالة إحصائية في اتجاهات الطلاب نحو النانو تكنولوجيا، تعود إلى طبيعة دراسة موضوعات العلوم بالمرحلة الإعدادية والثانوية.

وأجرى بورتر (Porter, 2007) دراسة بعنوان: " تكنولوجيا النانو الكيميائية ودراسة دمج العلوم التخصصية والتكنولوجيا" هدفت إلى تضمين مفاهيم النانوتكنولوجي الكيميائية كمدخل لتدريس وحدات العلوم والتكنولوجيا، ودراسة التركيب الجزيئي للمواد، وتنمية اتجاهات الطلاب نحو مادة العلوم، وتفعيل النانو تكنولوجيا في حل المشكلات الاجتماعية، وأظهرت النتائج أهمية دمج مفاهيم النانوتكنولوجي ضمن مناهج العلوم، ودورها في تنمية الاتجاهات العلمية نحو مواد العلوم، وحل بعض المشكلات الاجتماعية المترتبة على تكنولوجيا النانو.

ومن الجهود العلمية الرامية لتطوير التعليم الثانوي في الولايات المتحدة الأمريكية في ضوء التطورات العلمية لتكنولوجيا النانو قدم مادن وآخرون (Madden et al, 2007) دراسة بعنوان: "دمج البحث العلمي المتطور في التعليم الثانوي من خلال شراكة العلماء مع المتعلمين" استهدفت: وصف كيف كان البحث العلمي المتطور ضرورياً لإدراك المحتوى العلمي لأبحاث النانو، وذلك من خلال الشراكة بين العلماء والمتعلمين معاً، وتقوية العلاقات والروابط بين البحث العلمي المتطور والفصول الدراسية الثانوية من خلال التأكيد على التأثير المتبادل لعلوم النانو، وتكنولوجيا النانو على العمليات الطبيعية الموجودة على الأرض، وتطوير منهج النانو من خلال الأبحاث والعلوم، وتدريب معلمي المرحلة الثانوية في الأحياء، والكيمياء، وعلوم الأرض، والفيزياء على تكنولوجيا النانو. ومن النتائج المهمة التي توصلت إليها الدراسة: أهمية تعليم الطلاب وتدريبهم على إجراءات

البحث العلمي؛ لأهميته في فهم تكنولوجيا النانو، وعلومها المختلفة وكيفية التعامل معها، والتأكيد على قرار المجلس القومي للأبحاث في أمريكا، من محاولة تطوير المناهج الدراسية في ضوء مستجدات تكنولوجيا النانو دون المشاركة الوثيقة مع خبراء التعليم، وأن العلاقة بين العلماء والمتعلمين ذات مكاسب حقيقية للطرفين وللمجتمع، للوصول إلى الجودة النوعية لجميع المنتجات المفيدة.

وأجرى كل من سميح و يلد (Semih& Yelda, 2008) دراسة بعنوان: "تكنولوجيا النانو في التعليم" هدفت إلى تشخيص الوضع الحالي للتعليم في ظل التطور النانوتكنولوجي، والتحديات التي تواجه المؤسسات الأكاديمية. وخلصت إلى أن تكنولوجيا النانو من أكثر التخصصات العلمية أهمية في الوقت الحالي، والتي أصبحت تنتشر وبسرعة على المستوى العالمي في كافة المجالات العلمية، وأن علم النانو، وتكنولوجيا النانو يؤديان إلى ثورة تكنولوجية في الألفية الجديدة، وأن تطبيقات تكنولوجيا النانو لديها إمكانات هائلة لتؤثر بشكل كبير على العالم الذي نعيش فيه من السلع الاستهلاكية، والالكترونيات، وأجهزة الكمبيوتر والمعلومات، والتكنولوجيا الحيوية، إلى الدفاع الجوي، والطاقة، والبيئة، والطب. وأن تكنولوجيا النانو سوف تؤثر وبعمق في جميع قطاعات الاقتصاد على المستوى العالمي، وأكدت على ضرورة اتخاذ مبادرات نحو الأبحاث سواء من قبل الحكومة أو أعضاء من القطاع الخاص لتكثيف البحث والتطوير في تكنولوجيا النانو. وأشارت إلى أهمية تثقيف وتدريب جيل جديد من المهندسين المهرة والعلماء المتخصصين، وامتلاكهم للإمكانات والقدرات على تطبيق المعرفة في الرياضيات، والعلوم، والهندسة؛ من أجل تصميم وبناء الأجهزة النانوية، التي تختلف اختلافاً جذرياً مع النظم التكنولوجية التقليدية.

وقام معهد أبحاث المواد والبرامج بجامعة نورث ويسترن (Materials Research Institute Programs, 2008) بإجراء دراسة بعنوان: "اكتشاف دافعية وفهم الطلاب في علم النانو" هدفت إلى تقويم فهم الطلاب في المدارس الإعدادية والثانوية من الصفوف (٧-١٢) لمفاهيم علوم النانو، وشملت الدراسة المسحية (٤١٦) طالباً من مختلف المناطق الريفية والمدنية؛ لتحديد أهم مطالب تحقيق وتنمية مفاهيم العلوم النانوية، وقد تم بناء استبانته لتحديد أهم تلك المطالب، كما تم إعداد أداة قياس اتجاه نحو العلوم النانومترية. وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن طلاب المرحلة المتوسطة أكثر إقبالاً ودافعية نحو مفاهيم العلوم النانومترية من طلاب المرحلة الثانوية، وكذلك طلاب الحضر أكثر إقبالاً على دراستها من طلاب الريف.

وأجرى شون وآخرون (Shawn et al, 2008) دراسة بعنوان: "استخدام التدرج والتطور في التعليم لتصميم المناهج والدراسات التقييمية" شملت عينة البحث (١٧) طالباً من المرحلة المتوسطة و(٣٦) طالباً من المرحلة الثانوية، وتنوعت العينة ما بين طلاب الريف وطلاب الحضر، واستهدفت الوقوف على مدى تحصيل الطلاب لمفاهيم علم النانو، والنانوتكنولوجي في مجال الكيمياء، وتقويم منهج الكيمياء، والتعرف على مدى تضمين مفاهيم علم النانو، والنانوتكنولوجي في المواضيع العلمية التالية: (تركيب المادة، خصائص المادة، القوة

الكهربائية، تأثيرات الكم) وتوصلت الدراسة إلى أن طلاب المرحلة الثانوية أكثر فهماً للمفاهيم الكيميائية من طلاب المرحلة الإعدادية، إلا أنهم يفتقرون إلى مفاهيم العلوم النانومترية، والنانو تكنولوجي، ولكنهم يتساوون في ذلك مع طلاب المرحلة الإعدادية.

وقدم كل من السايح ومرفت هاني (2009م) دراسة بعنوان: "تقويم منهج العلوم بالمرحلة الإعدادية على ضوء بعض مفاهيم النانوتكنولوجي" هدفت إلى التعرف على مدى تضمن منهج العلوم بالمرحلة الإعدادية مفاهيم النانو تكنولوجي، وكذلك التعرف على فعالية وحدة مقترحة متضمنة بعض مفاهيم النانوتكنولوجي في التحصيل والاتجاهات نحو النانوتكنولوجي. وتكونت عينة الدراسة من (٩٠) طالباً من طلاب الصف الثاني الإعدادي في مدرستين إحداهما: بمحافظة كفر الشيخ، والثانية بمحافظة دمياط، بجمهورية مصر، باستخدام التصميم التجريبي لمجموعتين مرتبطتين. وأظهرت نتائج الدراسة عدم وجود أية إشارة إلى مفاهيم النانوتكنولوجي في مقرر العلوم بالمرحلة الإعدادية وذلك بعد تحليل محتوى المقرر. كما كشفت النتائج عن وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين نتائج الاختبارين القبلي والبعدي عند مستوى الدلالة (٠,٠١) لصالح الاختبار البعدي، سواء في الاختبار التحصيلي لمفاهيم النانوتكنولوجي، أو أداة قياس الاتجاهات الطلاب نحو النانوتكنولوجي.

وقام ستيفن (Stephen et al, 2009) من جامعة ولاية بنسلفانيا، بإجراء دراسة بعنوان: "الربط الشبكي للتعليم التكنولوجي في تكنولوجيا النانو في الولايات المتحدة" استهدفت وضع تصور لآلية استجابة التعليم للتطور النانوتكنولوجي. وتوصلت الدراسة إلى العديد من المقترحات الاستراتيجية لتحقيق هذه الغاية، ومنها: تنمية القوى العاملة وتدريبهم على علوم تكنولوجيا النانو، وتزويد الطلاب والمعلمين بالخبرات المتقدمة في تكنولوجيا النانو، وتوفير الأجهزة والمعدات الأكثر تقدماً في هذا المجال في جميع المؤسسات التعليمية، وكذلك توفير الدعم المادي الكبير لتكنولوجيا النانو في المؤسسات التعليمية لبناء تعليم عالي الجودة للقوى العاملة.

وأجرت إليزابيث (Elizabeth, 2009) دراسة بعنوان: "تقرير تقييمي عن مشروع طفرة النانو" لطلاب الفيزياء والكيمياء. استهدفت بجميع أعضاء المشروع من قطاعات متعددة مع تزويدهم بعلوم النانو، وبناء علاقات وشبكات لبث الثقة في نفوسهم للتعليم، ومراجعة وتنقيح نتائج هذا المشروع، وتطوير الشفافية بين أعضاء المشروع، وتقييم الاحتياجات للتحقق من فروض البحث والأنشطة المقترحة لهم، وطرح فرص للتعليم الاحترافي في النانو، ومفاهيم النانو من خلال عملية التعليم، والتأكيد على المرونة في عملية التطوير ليبقى الطلاب معرضين لأي فرص وظروف غير متوقعة. وأظهرت نتائج الدراسة : أن مشروع طفرة النانو كان ناجحاً في تحقيق هدفين: الأول: ملائمة المنهج لاكتشاف ما إذا كانت علوم النانو، وتكنولوجيا النانو، والهندسة، ومفاهيم الرياضيات يمكنها أن تتكامل مع العلوم الفيزيائية والكيميائية بطريقة تكون داعمة للطلاب في تعلم

المفاهيم الأساسية والجوهرية للعلوم، وملاءمة عملية تطوير المواد لتحديد منهج فعال للمواد والأدوات، وكيفية تطويرها في مجال علوم النانو والتكنولوجيا، وكذلك مجالات الهندسة والرياضيات. والثاني: أن المشروع أتاح الفرصة للطلاب لفهم عملية التطوير الخاصة بكيفية التعامل مع تكنولوجيا النانو، وهو ما نجحوا فيه - أيضاً - حيث تعرضوا لمواقف يصعب التنبؤ بنتائجها ومعرفة الآثار المترتبة عليها.

ونظمت جامعة جنوب كاليفورنيا، لوس انجلوس (2009) ورشة عمل برعاية المؤسسة الوطنية للعلوم، تحت عنوان: "الشراكة من أجل تعليم تكنولوجيا النانو" استهدفت تحديد ودراسة الوضع الحالي لجهود تعليم تكنولوجيا النانو، والتعرف على البنية التحتية اللازمة لتحقيق تعليم فعال في تكنولوجيا النانو، وتحديد الآليات اللازمة للشراكات من أجل توفير معلومات عن علوم تكنولوجيا النانو، والعلوم والهندسة. وأوصت بتعليم تكنولوجيا النانو، وضرورة مشاركة المعلمين لإدخالها في مؤسسات التعليم، ودعم الجهود لمعالجة قضايا التعليم والقوى العاملة، وأن تعزز تكنولوجيا النانو تطوير المناهج الدراسية والتقييم الذي يتناسب مع كليات المجتمع. وإنشاء مراكز النانو لتكون مصدراً حيويًا لتوفير المواد والتدريب، والمعلومات، وإنشاء منتدى للتواصل مع المجتمع المحلي والمشاركة، وتبادل أفضل الممارسات فيه مع الجامعات وكليات المجتمع.

وتُعد دراسة جيرمي (Jeremy, 2009) بعنوان: "تعليم تكنولوجيا النانو: المحتوى والمناهج المعاصرة" واحدة من الدراسات المهمة لتشخيص مدى ملائمة المحتوى التعليمي للمناهج والنظام التعليمي في الولايات المتحدة الأمريكية للتطور العلمي في مجال تكنولوجيا النانو، وتطوير الأنظمة التعليمية لاستيعاب مفاهيم وتطبيقات التقنية الحديثة وإدخالها في المناهج الدراسية تدريجياً، وكيف يمكن للمتعلمين أن يستفيدوا من تطبيقات تكنولوجيا النانو، وتدعيم قدراتهم على مواصلة الأبحاث، ووضع مناهج عصرية لإعداد متعلمين قادرين على استيعاب تكنولوجيا النانو، وممارستهم لأنشطة الإبداع والابتكار في تكنولوجيا النانو. وأظهرت نتائج الدراسة أهمية تنمية قدرات الدارسين على إجراء البحوث وإكسابهم المهارات البحثية للاستجابة والتفاعل مع التطورات التكنولوجية الحديثة، وضرورة تطوير المناهج والنظام التعليمي لمواكبة التطور العلمي لتكنولوجيا النانو باعتبارها موضوعاً حاسماً للحفاظ على الأمن القومي، والتقدم الاقتصادي، وتحسين معايير نوعية الحياة في الولايات المتحدة الأمريكية، وتدعيم ذاتها في المجال العلمي. وأكدت على استخدام التقنيات العلمية الحديثة جداً في تكنولوجيا النانو، وكشفت عن أهمية التعامل مع تكنولوجيا النانو كمجال علمي لتطبيق المعرفة باعتبارها مجالاً علمياً يتضمن العديد من التخصصات العلمية الأخرى مثل الكيمياء، والفيزياء، والأحياء، والهندسة، وعلم المواد وغيرها، وتشجيع البحث العلمي، ووضع آليات لتطوير التعليم القائم على البحث والاكتشاف من خلال وضع الطلاب في مجموعات علمية للبحث والدراسة.

بينما أثارَت دراسة نانسي (Nancy, 2009) بعنوان: "لماذا نعلم تكنولوجيا النانو؟" العديد من التساؤلات المثيرة للاهتمام، ومنها: هل هناك حاجة لتعليم تكنولوجيا النانو؟ وهل يعتبر علم مقياس النانو

والهندسة مجالاً تعليمياً منفصلاً عن النظام التعليمي الحالي؟ أم أن تكنولوجيا النانو تصب في نفس المجال التعليمي؟ وتوصلت إلى جملة من النتائج كان من أهمها: أن هناك قلقاً متزايداً في الأوساط التعليمية والقيادات التربوية في الولايات المتحدة الأمريكية حول مدى الاهتمام بتدريس تكنولوجيا النانو، وأنه أصبح ضرورة تربوية وتعليمية ملحة تفرضها تحديات تكنولوجيا النانو، وأن تكنولوجيا النانو صارت حقائق علمية يجب أن يدرسها الطلاب في مختلف المراحل التعليمية، بالإضافة إلى أن علم مقياس النانو والهندسة بمثابة علمين متأصلين في المفاهيم الرئيسية للعلم.

وفي دراسة تحليلية لأهمية دمج تكنولوجيا النانو في مختلف المراحل التعليمية في الولايات المتحدة الأمريكية أجرى أنتي (Antti, 2010) بجامعة هلسنكي - فنلندا، دراسة بعنوان: "تحليل المدلول العلمي لعلم النانو وتكنولوجيا النانو في المجال العلمي والتكنولوجي" استهدفت مناقشة أهمية توسيع النطاق لمتطلبات تكنولوجيا النانو، وضرورة دمج القضايا ذات الصلة الوثيقة بتكنولوجيا النانو في المناهج الدراسية في مختلف المراحل التعليمية؛ لنشر الثقافة العلمية النانوتكنولوجية لدى المتعلمين من خلال تحديد الإجراءات، والوسائل، والأنشطة لتحقيق هذه الغاية، والكشف عن أهمية إعادة هيكلة الأنظمة والبنى التعليمية بما يتوافق مع متطلبات تكنولوجيا النانو. وكان من أهم نتائجها: التأكيد على تضمين المناهج الدراسية تكنولوجيا النانو؛ وفق أسس علمية منظمة وتحليلية، وإيجاد بيئة تعليمية لتدعيم البحث العلمي والتكنولوجي، وأهمية بناء نظرية تحليلية لتكنولوجيا النانو من خلال تصميم أطر نظرية وتطبيقات عملية لها، وحتمية إعادة هيكلة البنى والنظام التعليمي لاستيعاب التطورات العلمية في تكنولوجيا النانو، وضرورة دعم وتشجيع عمليتي الإبداع والابتكار في التكنولوجيا المتقدمة؛ للإسهام في تحقيق مكاسب علمية واقتصادية على الصعيد القومي والعالمي، وعمل مناظرات علمية وحوارات تثقيفية من خلال برامج تليفزيونية لشرح أبعاد هذه التكنولوجيا الواعدة، ومعالجة التحديات التقنية التي تواجه الباحثين والمواطنين، وكيفية حل مشكلات التطبيقات التكنولوجية النانوية.

وسعت دراسة إليجاندر وأخرون (Alejandra et al, 2010) بجامعة بوردو في فرنسا بعنوان: "جعل ظاهرة مقياس النانو ذات قيمة: نموذج مقترح للمعرفة والتدريب" إلى محاولة التعرف على طرق جديدة لتصميم مناهج فعالة يحتاجها العلماء لمواجهة التحديات المرتبطة بتكنولوجيا النانو؛ وذلك من أجل تجهيز خريجين مُدرّبين من الفنيين والمهندسين والعلماء المتخصصين في تكنولوجيا النانو، وتحديد المفاهيم والأفكار وطرق التفكير المطلوبة لفهم ظاهرة مقياس النانو، ومعرفة كيف يمكن لعلماء مقياس النانومتري والمهندسين جعل المفاهيم والأفكار المرتبطة بمقياس النانومتري ذات قيمة وجدوى للمدرّبين، بالإضافة كذلك إلى استخدام " المحتوى المعرفي التربوي" أو ما يسمى "PCK" وهو يعني المعرفة التي يمتلكها المدرّبون (المعلمون) لمساعدة طلابهم على فهم وتعلم طبيعة المواد النانوية، وكذلك لنقل محتوى المعرفة في صياغة علمية مفهومه للطلاب عن طريق دمجها مع الطرق التربوية والتعليمية. وأظهرت نتائج الدراسة: أهمية التقدم في تعليم فعال لتكنولوجيا النانو

على مستوى التعليم العالي، ومراحل التعليم المتقدمة، واقتُرحت ضرورة استخدام تجميعات متعددة للبيانات والمعلومات مع عمل مقابلات مع الباحثين، وتقديم محاضرات، واستخدام تقنيات بصرية، لإيجاد مصادر متعددة لجمع البيانات والمعلومات، وسهولة الحصول عليها. والتأكيد على دمج تكنولوجيا النانو ضمن المناهج الدراسية لفهم ظاهرة المقياس النانومتري، وإيجاد الطرق التربوية والتعليمية الفعّالة التي تشكل إطار عمل لمناهج الهندسة. وأشارت الدراسة إلى استخدام تطبيقات المحتوى المعرفي التربوي كإطار عمل نظري لفحص وتقييم مظاهر التدريس (وعلى وجه الخصوص عملية تدريب المعلمين) في تعليم الهندسة ومعرفة المواد، وكذلك البحث في مجال الهندسة، وهذا يتطلب مدرّبين ذوي تعليم عالي، ومحتوى معرفي للباحثين على المقياس النانومتري في الهندسة.

وفي إطار الجهود العلمية لإدخال تكنولوجيا النانو ضمن المناهج الدراسية في المدارس الفرنسية جاءت إسهامات فرجيني (Virginie, 2011) من فرنسا - المركز القومي للأبحاث العلمية - بإجراء دراسة بعنوان: "تعليم علوم النانو وتقنيات النانو: معرفة المعلمين" طبقت على معلمي المرحلة الثانوية، واستهدفت محاولة تصميم منهج تعليمي شامل لتكنولوجيا النانو من الروضة وحتى المرحلة الجامعية، ومحاولة تطوير أجهزة نانوية لتدريب وتعليم المعلمين على النانو في المدارس الصيفية، هذا بالإضافة إلى محاولة الإسهام في عملية فهم معرفة المعلمين بالعلوم، وعمل بعض المقدمات الخاصة بعلوم النانو، وتكنولوجيا النانو، وتكاملهما معاً من حيث التضمين في عملية تدريس العلوم، وتوثيق معرفة المعلمين بها، وتكوين اتجاهات إيجابية لتدريس علوم النانو وتكنولوجيا النانو، وفهم تأثير ذلك على الطلاب. وكشفت نتائج الدراسة عن وجود معارضين لفكرة تضمين تكنولوجيا النانو في المناهج؛ لأن ذلك يُعد أكبر وأشمل من أهداف عملية التعلم بمفهومها الشامل، وأشارت إلى وجود أجهزة حديثة تستخدم تكنولوجيا النانو يمكن إدخالها كوسائط في عملية تبسيط شرح العلوم للطلاب، وأوضحت أن الاهتمام كان موجهاً حول تعريف المعلمين بالخصائص النانوتكنولوجية، ثم بدأ الاهتمام يتحول إلى تكنولوجيا النانو وتطورها مع ربطها بالمعدات الكمية من حيث القدرة على تقديم المادة العلمية، وتدريس هذا العلم الجديد. وأوضح المعلمون أنه من خلال العمل في المدارس الصيفية اكتسبوا المعرفة عن علوم النانو، وتكنولوجيا النانو، وأفصح أغلبيتهم أنهم في ذلك الوقت لم يكونوا يدرسون علوم النانو، وبينوا أن يمكن ربط المناهج ومحتوياتها بعلوم النانو، ومن الأمثلة على ذلك موضوعات: الحجم، والمقياس، والمفاهيم الكيميائية (علم الكيمياء).

وأجرى كل من قورازد وجينز (Gorazd & Janez, 2011) بجامعة ليوجوليانا - سلوفينيا في الولايات المتحدة الأمريكية دراسة بعنوان: "وصول تكنولوجيا النانو إلى المدارس: نموذج لتدريس القوة الذرية (مجهر القوة الذرية) " هدفت إلى تعريف الطلاب على التراكيب الداخلية لجسيمات النانو، واكتشاف خصائصها، باستخدام أدوات وطرق معينة مثل: (المجهر النفقي الماسح)، وتدريبهم على فحص العينات

البيولوجية والعوازل للوصول إلى طبيعتها الذرية باستخدام (مجهر القوة الذرية) وكيفية معالجة سطح العينات من خلال تكنولوجيا النانو في الطباعة الحجرية باستخدام مجهر القوة الذرية بواسطة التيار أو الفلوت. وأثبتت الدراسة فعاليتها في تدريب الطلاب على استخدام أدوات وأجهزة تكنولوجيا النانو: مجهر القوة الذرية، والمجهر النفقي الماسح في فحص وتحليل العينات البيولوجية، وعينات مواد تكنولوجيا النانو، وفهم طبيعة عمل هذه المجاهر، والقدرة على وصف نتائج تحليل العينات، بالإضافة كذلك إلى فهم جوهر الاختلاف بين المجهر النفقي الماسح ومجهر القوة الذرية في التعامل مع العينات، والكشف عن خصائصها وطبيعة مواصفات السطح.

وناقشت دراسة سكوناتشي (Skonchal, 2011) بانجوك - تايلاند، بعنوان: "تطوير البرنامج المعرفي لعلوم النانو وتكنولوجيا النانو من خلال ألعاب كمبيوتر لطلاب المستوى الرابع" التطوير والبحث عن المنحى المعرفي لتعليم العلوم من خلال ألعاب كمبيوتر لطلاب المستوى الرابع فيما يتعلق بعلوم النانو، وتكنولوجيا النانو، ومحاولة تطوير المنحى المعرفي، ووضع منهج موحد مقسم إلى ثلاث وحدات تعليمية تغطي جميعها المحتويات الأساسية لعلوم النانو، وتكنولوجيا النانو، ويستهدف المنهج كوحدة لتدعيم التعلم الخاص بالطلاب والقدرة على استخدام استراتيجيات حل المشكلة، وتحديد موقفهم من العلوم. ووضع المنهج كإطار عمل في شكل ألعاب كمبيوتر لجعل الطلاب يهتمون في طرق المحاكاة للعالم الواقعي بالمحتوى المقدم لهم؛ من أجل اكتساب العلم والمعرفة. وأسفرت نتائج الدراسة عن اكتساب الطلاب للمهارات والمعارف المتعلقة بتقنة النانو، وأن تعلمهم من خلال وحدة المنهج أظهر تحسناً ملحوظاً فيما يتعلق بموقفهم من التعلم، وجعل الطلاب يعملون في مجموعات عمل تعاونية من خلال ألعاب الكمبيوتر لتعلم تكنولوجيا النانو.

وقدم كل من بان وكوسيجانسك (Ban & Kocijancic, 2011) من جامعة ليوبليانا - سلوفينيا بالولايات المتحدة الأمريكية ورقة بحث بعنوان: "إدراج موضوعات تكنولوجيا النانو في مناهج المدارس المتوسطة والثانوية" وناقشت أمثلة من الممارسات الجيدة في مجال التعليم وتكنولوجيا النانو، والأنشطة، وبرامج الكمبيوتر التي تدعمها، بالإضافة إلى التجارب البسيطة، والموارد اللازمة التي تتوفر عادة. وأوضحت أن تكنولوجيا النانو أصبحت واقعاً علمياً ينبغي أن تدرج في المناهج الدراسية في مراحل ما قبل التعليم العالي، وكشفت عن عدم وجود أية مواضيع حالياً تتعلق بتكنولوجيا النانو في مجال التعليم السلوفيني على مستوى المدارس المتوسطة. وأشارت إلى أن هناك مقترحات لإدراج بعض الموضوعات ذات الصلة بتكنولوجيا النانو في المناهج الدراسية للمرحلة المتوسطة في الهندسة كمادة إلزامية، وفي مادة واحدة من المواد الاختيارية؛ لأن تكنولوجيا النانو أصبحت أكثر تأثيراً في الحياة اليومية، وأنه من المناسب أن تعرض هذه المواضيع على الطلاب الذين تتراوح أعمارهم بين (١٢ - ١٨) عاماً قبل دخولهم التعليم العالي؛ للحد من الأمية العلمية والتكنولوجية. كما أشارت نتائج الدراسة إلى أن هناك عدداً من البرامج المختلفة والمشاريع عبر العالم تتعامل مع تكنولوجيا النانو

في مجال التعليم في عدة بلدان أوروبية، ويتم حالياً تدريس مواد تعليمية في تكنولوجيا النانو، والتي يتم تجربتها في إطار المشروع (Nanoyou) وخلصت إلى أن تكنولوجيا النانو من الاتجاهات الحديثة التي قد يكون من الحكمة أن تدرس للطلاب في وقت مبكر في المدارس الابتدائية، وأن تنفيذ تعليم تكنولوجيا النانو في المدارس عملية مشتركة في جميع أنحاء العالم؛ لهذا فإن سلوفينيا لا يمكنها تأخير ذلك بالمقارنة مع بقية دول العالم.

وأجرى هوى (Hui, 2011) بانجوك - تايلاند، دراسة بعنوان: " تكنولوجيا النانو والغذاء والتعليم عن بُعد في تايوان وخدمة التعليم" شملت (٢٧٧) طالباً شاركوا في التعليم عن بُعد ودرسوا (أساسيات وتطبيقات النانو تكنولوجيا في مجال صناعة الغذاء) وتم وضع ذلك في كتاب يُعد الأول من نوعه في العالم في مثل هذا المجال، وشارك بعض الطلاب في التعليم الخدمي، وشارك معهم (٣) من المعلمين وخبيران من خبراء تكنولوجيا النانو، وقاموا بتصميم وبناء المناهج الخاصة بتكنولوجيا النانو، واحتوى المخطط الأخير للدروس على اختبارات ومحاضرات وتجارب، وتضمن الاختبار (١٥-٢٠) سؤالاً، وتم حصر الإجابات في جداول إحصائية أعدت لهذا الغرض، وطبقت أنشطة تعليمية في تكنولوجيا النانو شملت (٨٥٨) طالباً من طلاب المدارس الابتدائية والثانوية. وتوصلت الدراسة إلى ضرورة وجود قوى عاملة في البحث العلمي من أجل الإسهام في تطوير الغذاء والصناعة في العالم، وأنه لا بد من مشاركة التعليم غير الرسمي بجانب المدارس النظامية بما في ذلك المتاحف والتلفزيون، والمحاضرات، ووسائل الإعلام، والشبكة المعلوماتية لتعليم الطلاب وتدريبهم على تكنولوجيا النانو. واستخدام طرق تدريس تكاملية من خلال مناهج أكاديمية ذات خدمات حقيقية للطلاب، وأن تشمل تقنيات الغذاء بالنانو موارد بشرية، وتعليم لعلوم النانو من خلال أنشطة تعليمية وتثقيفية للطلاب حتى يتمكنوا من تطوير استخدام تكنولوجيا النانو على نطاق واسع. كما أظهرت النتائج - أيضاً - عن وجود تقدم ملحوظ في المستوى العلمي للطلاب بعد دخولهم في هذه الأنشطة التعليمية لتكنولوجيا النانو.

وهدف دراسة بان و كوجانسس (Ban & Kocijanss, 2011) بجامعة سلوفينيا في الولايات المتحدة الأمريكية، بعنوان: "تقديم موضوعات تقنيات النانو في مناهج المتوسط والثانوي" تعريف الطلاب بطبيعة تكنولوجيا النانو، وتقديمها إليهم من خلال عرضها داخل موضوعات تثير اهتمامهم. ووضع ألعاب تفاعلية، ووسائط تعليمية في مراحل التعليم المتوسط والثانوي، وإجراء تجارب لتعريفهم بتكنولوجيا النانو، وتقديم مناهج هندسة وتقنية للصف التاسع، بالإضافة إلى تصميم مناهج في تكنولوجيا النانو للمعلمين لتأهيلهم للعمل بكفاءة في هذا المجال. وأشارت نتائج الدراسة إلى الحاجة لوضع أنشطة تعليمية في المدارس الثانوية خاصة لمن تجاوز سنهم الرابعة عشر؛ وذلك للدمج بين الشرح النظري والتطبيقات العملية. كما أثبتت النتائج فعالية إدراج مواضيع تكنولوجيا النانو ضمن المناهج الدراسية في المرحلتين الثانوية والمتوسطة، وكذلك فعالية استخدام الوسائط التعليمية، والألعاب التعليمية، والتجارب العملية في تعليم الطلاب تكنولوجيا النانو، وأوصت بتطبيق تعليم تكنولوجيا النانو في المرحلة الابتدائية، ووضع مقترحات لتضمين بعض الموضوعات المرتبطة بتكنولوجيا

النانو في مناهج التعليم في المرحلة المتوسطة والثانوية كمواد إجبارية مثل: الهندسة والتكنولوجيا مع اختيار مواد أخرى تخدم نفس الموضوع.

وفي مجال تعليم طلاب المرحلة الثانوية تكنولوجيا النانو في فرنسا، جاءت إسهامات بنيديكت وفرجيني (Benedicte & Virginie, 2012) "دراسات في تعليم العلوم" هدفت إلى محاولة وضع إطار جديد لتعليم وتدرّس علم النانو، وتعريف الجماهير والطلاب بالخلفية العلمية لهذه التقنية الحديثة، وفهم شامل لتكنولوجيا النانو من قبل الطلاب في المدارس الثانوية، ومعرفة آثارها المجتمعية والأخلاقية، والمقارنة بين كل من القيم والصراعات المحتملة من جراء تطبيقات هذه التكنولوجيا، ومحاولة عقد مناظرات لتوضيح الرؤية أمام الناس وطريقة تعاملهم مع هذه التقنية الجديدة وفهم تطبيقاتها. وأسفرت الدراسة عن عدد من النتائج كان من أهمها: نقص المعرفة، وقصور الدراسات العلمية المتعلقة بكل من التكنولوجيا والمجتمع في المدارس الثانوية، وضرورة إعداد الأجيال القادمة وتعريفهم بتكنولوجيا النانو، وتدريبهم عليها، وصياغة محتوى المناهج التي يدرسها طلاب المرحلة الثانوية لتستجيب مع مطالب تكنولوجيا النانو، وإيجاد البرامج الاحترافية المدعمة لهذه المناهج. وأشارت إلى أن تكنولوجيا النانو سوف يكون لها تأثير كبير على الطلاب ومجتمعهم، وأن التأثير سوف يمتد إلى البيئة المحيطة بهم، هذا بالإضافة إلى تأثيراتها الصحية والاجتماعية.

- تعقيب على الدراسات السابقة:

من خلال استقراء وتحليل الدراسات السابقة، اتضح أنها عاجلت قضية تكنولوجيا النانو من أبعاد ومنظورات علمية متباينة ومتداخلة أحياناً، وتنوعت عينات الدراسات لتشمل شرائح مختلفة من المجتمع الذي أجريت عليه هذه الدراسات، ما بين عينات عشوائية من الجمهور العام، والمؤسسات الحكومية، والقطاع الخاص، وأكاديميين وخبراء ومتخصصين، ومعلمين؛ حسب تنوع خبراتهم ومؤهلاتهم العلمية، وطلاب من مختلف المراحل الدراسية، من المدن والقرى والأرياف. واستخدمت هذه الدراسات أدوات متنوعة لجمع المعلومات والبيانات، ما بين مقابلات، واستبانات لاستطلاع الرأي، واختبارات تحصيلية. وتنوعت منهجياتها العلمية من بين دراسات وصفية تحليلية، ودراسات تجريبية، ودراسات تقويمية حسب أهداف كل دراسة. وقد استهدفت معالجة وتحليل قضايا وأفكار ونظريات علمية مختلفة وثيقة الصلة بظاهرة تكنولوجيا النانو؛ حيث اتجهت بعض هذه الدراسات إلى استطلاع آراء مجتمعات وشرائح متباينة حول مدى فهمهم لتكنولوجيا النانو، ووعيهم واهتمامهم بها، ومدى مساهمتها في تطوير مجالات الحياة، وتأثيراتها المستقبلية على مختلف المجالات الاجتماعية، والاقتصادية، والبيئية، والصحية. بيد أن هناك دراسات اتجهت إلى مقارنة اتجاهات الرأي العام في الولايات المتحدة الأمريكية وبعض الدول الأوروبية، ومدى اهتمامهم بتكنولوجيا النانو؛ بهدف التعرف على وجهات النظر المتباينة نحو هذا النوع من التكنولوجيا الحديثة، ومستوى فهم الجمهور العام لها. ومن جانب علمي آخر اهتمت بعض الدراسات بمعالجة قضية في غاية الأهمية تتمثل في ضرورة وضع القوانين

والتشريعات العلمية والأخلاقية والاجتماعية للتعامل الآمن مع تكنولوجيا النانو. بينما اتجهت بعض هذه الدراسات بمناقشة تكنولوجيا النانو من منظور تربوي وتعليمي؛ حيث ناقشت مشكلة واقع المنظومة التعليمية، والمناهج الدراسية في جميع المراحل الدراسية من الروضة وحتى المرحلة الجامعية في ضوء التطورات والمكتشفات العلمية لتكنولوجيا النانو، وكيفية تصميم المحتوى التعليمي للمناهج في إطار تكنولوجيا النانو وعلومها. وتناولت بعض الدراسات الأخرى تصميم وحدات تعليمية في تكنولوجيا النانو، واستقصاء فعاليتها في تعليم الطلاب المهارات العلمية لتكنولوجيا النانو وتطبيقاتها في مختلف المجالات العلمية، واستهدفت تطوير برامج علمية جديدة مثل ألعاب الكمبيوتر، وبرامج المحاكاة، والبرامج الافتراضية، والتجارب العملية، والأنشطة التعليمية المتنوعة، وإجراء البحوث؛ لتدريب الطلاب على التعامل والتفاعل الإيجابي مع التطبيقات العملية لتكنولوجيا النانو. ومن منظور علمي آخر، حاولت بعض الدراسات معالجة قضية إعداد القوى العاملة، وتأهيلها وتدريبها لتستجيب مع مطالب تكنولوجيا النانو الحالية والمستقبلية، وإعادة هيكلة وتخطيط المهن الفنية؛ لإعداد خريجين وفنيين ومهندسين وعلماء؛ بما يتلاءم مع احتياجات ومتطلبات سوق العمل من المهارات المهنية والفنية المتخصصة في تكنولوجيا النانو في مختلف مجالاتها العلمية المتنوعة. واتجهت بعض الدراسات إلى محاولة استقصاء دافعية الطلاب، وقياس اتجاهاتهم نحو تكنولوجيا النانو، ومدى فهمهم لمفاهيم علوم النانو، وعالجت قضية إعداد المعلمين وتدريبهم لتدريس تكنولوجيا النانو في مراحل التعليم العام وفق الطرق العلمية الحديثة المناسبة لتدريس تكنولوجيا النانو. وبشكل عام فقد اتفقت أغلب هذه الدراسات على أهمية توعية المجتمع بتكنولوجيا النانو بكل ما تنطوي عليه من مضامين خفية وظواهر علمية، ومن حيث ماهيتها، وأهميتها في تنمية وتطوير حياة المجتمع الإنساني، ومعالجة مشكلاته، فضلاً عن توعيتهم بتأثيراتها ومخاطرها السياسية والاجتماعية، والاقتصادية، والأخلاقية، والبيئية، والصحية، علاوة على ضرورة تعليم الطلاب تكنولوجيا النانو، وإدراجها ضمن المناهج الدراسية في جميع المراحل التعليمية، بما يتلاءم مع كل مرحلة تعليمية من خصائص عقلية، واجتماعية، ووجدانية.

وبالرغم من أن هذا البحث يُعدُّ امتداداً للدراسات السابقة، إلا أنه يستمد أهميته من الموضوع الذي يستهدف معالجته؛ حيث يناقش قضية تكنولوجيا النانو من جانب تربوي وتعليمي آخر؛ وهو استقصاء فعالية برنامج تعليمي قائم على الوسائط المتعددة في إكساب طلاب الصف الثانوي العلمي مفاهيم تكنولوجيا النانو، وتنمية اتجاهاتهم العلمية نحوها. ومن المفارقات بين البحث الحالي والدراسات السابقة اعتماده على وضع مفاهيم تكنولوجيا النانو في أطر تعليمية واضحة ومحددة المعالم، وبناء برنامج تعليمي بطريقة علمية منظمة، واعتماده في تعليم وتدريب الطلاب على مفاهيم تكنولوجيا النانو على برمجية الوسائط المتعددة.

وكما تبين من العرض المتقدم لمناقشة الدراسات السابقة ندرة الدراسات العربية التي تعالج ظاهرة تكنولوجيا النانو من ناحية تربوية وتعليمية، بالمقارنة مع الدراسات الأجنبية المستفيضة في هذا المجال كماً ونوعاً، ونظراً لما

تمثله هذه القضية من تداعيات وتأثيرات خطيرة على مستقبل العملية التربوية والتعليمية في مجتمعنا العربي والإسلامي، ومخرجاتها التعليمية في ظل التحديات التي سوف تفرضها تكنولوجيا النانو؛ يأتي البحث الحالي للإسهام في تغطية هذا القصور الواضح، وتلبية حاجة تربوية وتعليمية قائمة وملحة.

- فروض البحث:

من منطلق الدراسات السابقة، يحاول البحث الحالي التحقق من صحة الفروض الآتية:

- ١- لا يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$) بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي للاختبار التحصيلي لمفاهيم تكنولوجيا النانو عند مستوى التذكر، يُعزى لفاعلية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة.
- ٢- لا يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$) بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي للاختبار التحصيلي لمفاهيم تكنولوجيا النانو عند مستوى الفهم، يُعزى لفاعلية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة.
- ٣- لا يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$) بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي للاختبار التحصيلي لمفاهيم تكنولوجيا النانو عند مستوى التحليل، يُعزى لفاعلية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة.
- ٤- لا يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$) بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي للاختبار التحصيلي لمفاهيم تكنولوجيا النانو على المستوى الكلي للاختبار التحصيلي، يُعزى لفاعلية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة.
- ٥- لا يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$) بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي على أداة قياس الاتجاهات نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو في مجال القدرة على اكتساب مفاهيم تكنولوجيا النانو، يُعزى لفاعلية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة.
- ٦- لا يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$) بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي على أداة قياس الاتجاهات نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو في مجال الاستمتاع العلمي والمعرفي بتعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو، يُعزى لفاعلية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة.
- ٧- لا يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$) بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي على أداة قياس الاتجاهات نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو في مجال تقدير الاهتمام بتعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو، يُعزى لفاعلية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة.

- ٨- لا يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$) بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي على أداة قياس الاتجاهات نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو في مجال تقدير أهمية تعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو، يُعزى لفاعلية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة.
- ٩- لا يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$) بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي على أداة قياس الاتجاهات نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو في مجال حب البحث والاكتشاف في تكنولوجيا النانو، يُعزى لفاعلية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة.
- ١٠- لا يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$) بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي على أداة قياس الاتجاهات نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو في مجال اختيار مهنة مستقبلية في تكنولوجيا النانو، يُعزى لفاعلية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة.
- ١١- لا يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$) بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي على أداة قياس الاتجاهات نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو في مجال مواكبة التطورات العلمية لتكنولوجيا النانو، يُعزى لفاعلية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة.
- ١٢- لا يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$) بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي على المستوى الكلي لأداة قياس الاتجاهات نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو، يُعزى لفاعلية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة.

الفصل الثالث

منهجية البحث وإجراءاته

أولاً: منهج البحث.

ثانياً: مجتمع البحث وعينته.

ثالثاً: تصميم البحث ومتغيراته.

رابعاً: إجراءات بناء قائمة مفاهيم تكنولوجيا النانو.

خامساً: إجراءات بناء البرنامج التعليمي لمفاهيم تكنولوجيا النانو.

سادساً: إجراءات تصميم برمجية الوسائط المتعددة لمفاهيم تكنولوجيا النانو.

سابعاً: إجراءات بناء الاختبار التحصيلي لمفاهيم تكنولوجيا النانو.

ثامناً: إجراءات بناء أداة قياس الاتجاهات نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو.

تاسعاً: إجراءات تطبيق أدوات البحث.

عاشراً: المعالجة الإحصائية للبيانات.

الفصل الثالث

منهجية البحث وإجراءاته

للإجابة على أسئلة البحث الحالي، والتحقق من صحة فرضياته، تم استخدام الإجراءات المنهجية الآتية:

أولاً: منهج البحث:

يستهدف البحث الحالي استقصاء فعالية برنامج تعليمي قائم على الوسائط المتعددة في إكساب طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي مفاهيم تكنولوجيا النانو، وتنمية اتجاهاتهم العلمية نحوها، ولتحقيق هذين الغرضين تم استخدام المنهجين الآتيين:

١- المنهج الوصفي التحليلي:

ويقصد بالمنهج الوصفي التحليلي: نوع من مناهج التحليل والتفسير العلمي المنظم لوصف ظاهرة أو مشكلة محددة، والتعبير عنها كمياً عن طريق جمع بيانات ومعلومات مقننة عن الظاهرة أو المشكلة وتصنيفها وتحليلها وإخضاعها للدراسة الدقيقة (Fraenkle & Wallen, 1993) المشار إليهما في (ملحم، ٢٠٠٢م، ص ٣٥٢).

واستخدم البحث الحالي المنهج الوصفي التحليلي الذي يعتمد على مدخل الاستقصاء والتحليل؛ وذلك للإجابة على السؤال الأول من أسئلة البحث، ووضع التصور المناسب للإطار النظري، وتحديد الأسس والمبادئ العلمية التي يستند إليها، وتحديد عناصره المرتبطة بالمتغيرات المستقلة والتابعة، بالإضافة كذلك إلى بناء البرنامج التعليمي، وتحديد عناصره ومكوناته، وتحديد قائمة المفاهيم وتحليلها، وتصميم الأطر النظرية لبرمجية الوسائط المتعددة، وبناء أداة الاختبار التحصيلي، وأداة قياس الاتجاهات نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو.

٢- المنهج شبه التجريبي:

ويقصد بالمنهج شبه التجريبي: نوع من التصميمات التجريبية التي لا تعتمد التعيين العشوائي للمجموعات، وكذلك لا يتم فيها ضبط المتغيرات الخارجية مثل التصميمات التجريبية الأخرى. (أبو علام، ٢٠٠٦م، ص ٢١٣).

ولاستقصاء فعالية العامل المستقل (البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة) على العاملين التابعين (إكساب طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي مفاهيم تكنولوجيا النانو) و (تنمية اتجاهاتهم نحوها) تم استخدام المنهج شبه التجريبي المعتمد على التصميم التجريبي ذي المجموعة الواحدة (One Group Pretest Pottest Design) أو ما يسمى بالمجموعتين المرتبطتين، باستخدام القياس (القبلي - البعدي) لأداء المجموعة التجريبية قبل تعريضها للمعالجة التجريبية وبعدها، ثم قياس الأثر الناتج عن المعالجة التجريبية باستخدام اختبار (T-Test) لمجموعتين مرتبطتين، واستنتاج الفرق في الأداء على الاختبارين القبلي والبعدي لمفاهيم تكنولوجيا النانو، وقياس اتجاهات الطلاب نحوها.

ثانياً: مجتمع البحث وعينته:

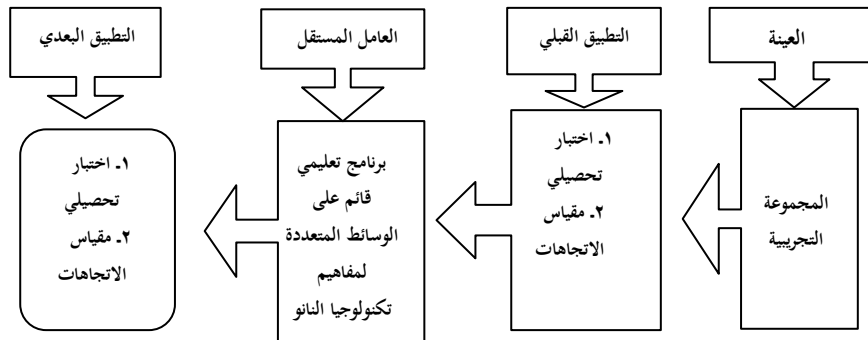
تكوّن مجتمع البحث من جميع طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي بإدارة التربية والتعليم بمدينة الطائف البالغ عددهم (٣٤٦٥) طالباً، حسب إحصائية قاعدة البيانات للفصل الدراسي الثاني لعام (١٤٣٢ هـ - ١٤٣٣ هـ) لإدارة التربية والتعليم بمحافظة الطائف.

أما عينة البحث فقد تم اختيار عينة عشوائية من طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي بثانوية الحرمين بمدينة الطائف التي تضم ستة فصول للصف الثاني الثانوي العلمي؛ وذلك لتحقيق أغراض البحث الحالي، وتوفير الإمكانيات اللازمة لتنفيذ البرنامج التعليمي لمفاهيم تكنولوجيا النانو، وتم اختيار الفصلين (١/٢) و (٢/٢) وضمهم في مجموعة واحدة، وبذلك يكون عدد المجموعة التجريبية (٤٢) طالباً من طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي.

ثالثاً: تصميم البحث ومتغيراته:

١ - تصميم البحث:

استخدم البحث الحالي التصميم شبه التجريبي لمجموعتين مرتبطتين بإجراء القياس القبلي والبعدي لأداء المجموعة التجريبية في الاختبار التحصيلي، وأداة قياس الاتجاهات نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو، والشكل التخطيطي رقم (١) يوضح طريقة التصميم التجريبي:



الشكل (١) التصميم شبه التجريبي لعينتين مرتبطتين

ويتضمن هذا التصميم مجموعة واحدة تختبر قبلياً ثم تتلقى المعالجة التجريبية ثم يعاد اختبارها، ويتحدد نجاح المعالجة بمقارنة درجات الاختبار القبلي بدرجات الاختبار البعدي.

٢ - متغيرات البحث: تحدد متغيرات البحث فيما يأتي:

أ - المتغير المستقل (Independent Variables): ويتمثل في البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة.

ب - المتغيران التابعان (Dependent Variables) وهما:

- إكساب طلاب الصف الثاني الثانوي مفاهيم تكنولوجيا النانو.

- اتجاهات طلاب الصف الثاني الثانوي نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو.

رابعاً: إجراءات بناء قائمة مفاهيم تكنولوجيا النانو:

لبناء قائمة مفاهيم تكنولوجيا النانو، تم تحديد الأسس والإجراءات العلمية والتربوية الآتية:

أ - إجراء دراسة تحليلية للأدب التربوي والعلمي المتعلق بتكنولوجيا النانو من حيث مفاهيمها، وخصائصها، وتطبيقاتها العلمية؛ بهدف بناء قائمة مفاهيم تكنولوجيا النانو، ومن أهم هذه المصادر والدراسات ومواقع الشبكة المعلوماتية، المصادر الآتية: ليندا وواد (٢٠٠٧م) وبسيوني (٢٠٠٨م) والمركز السعودي لتقنية النانو (٢٠٠٩م) والسايح ومرفت حامد (٢٠٠٩م) وصفات سلامة (٢٠٠٩م) وستورس (٢٠٠٩م) والاسكندراني (٢٠١٠م) وبراديب (٢٠١٠م) ومحمد (٢٠١٠م) ومسلم وآخران (٢٠١٠م) والخزرجي وآخران (٢٠١٠م) ومارك وادنيال راتنز (٢٠١١م) وشحاته (٢٠١١م) وهناء مهدي (٢٠١١م) وفي ضوء هذه المصادر والمراجع، وتعريف البحث لمفاهيم تكنولوجيا النانو؛ تم اختيار بعض النماذج لمفاهيم تكنولوجيا النانو في ضوء المحكات الآتية:

- أن تمثل المفاهيم المختارة أساساً منطقياً للبنية المعرفية لتكنولوجيا النانو؛ بحيث تساعد الطلاب على فهم الأسس والمبادئ، والقوانين، والنظريات العلمية لتكنولوجيا النانو.
- أن تكون مبنية على براهين وحقائق علمية أثبتت الأبحاث والدراسات التجريبية حقيقتها كمكتشفات علمية حديثة؛ لها تطبيقاتها العملية في كثير من المجالات العلمية.
- أن تُشكل اهتماماً علمياً لدى الخبراء والباحثين في تكنولوجيا النانو؛ بهدف الوصول إلى ابتكارات واكتشافات علمية جديدة تسهم في تنمية المجتمع، وحل مشكلاته.
- ملاءمتها للخصائص العقلية والنفسية والاجتماعية لطلاب الصف الثاني الثانوي العلمي.
- أن تكون ذات قيمة علمية بالنسبة للطلاب، وأن تعمل على تنمية أنماط تفكيرهم العلمي، وتنمية عمليات البحث والاستقصاء العلمي الدقيق لديهم، وتعزيز عمليات الإبداع والابتكار، هذا بالإضافة إلى تنمية ميولهم واتجاهاتهم العلمية، وإذكاء الوعي لديهم بأهمية تكنولوجيا النانو في المرحلة الراهنة وتحدياتها المستقبلية الاجتماعية، والأخلاقية، والاقتصادية، والصحية، وتداعياتها على مجتمعاتهم.
- أن تناقش قضايا علمية ينبغي أن يلمَّ بها طلاب المرحلة الثانوية، وأن تكون لديهم الوعي العلمي المناسب، والمهارات العلمية الكافية للتعامل مع معطيات تكنولوجيا النانو، والاستفادة منها في حياتهم العلمية والعملية، وسبل الوقاية من مخاطرها وآثارها الاجتماعية، والاقتصادية، والصحية.
- أن تكون ثرية بالأمثلة التوضيحية، والخصائص والسمات المتنوعة، والتطبيقات العملية في كثير من المجالات العلمية المتنوعة.

وفي إطار هذه المحكات تم اختيار (٣٤) أنموذجاً من مفاهيم تكنولوجيا النانو، تم تصنيفهما تحت خمسة محاور أساسية، متضمنة وصفاً دقيقاً لها من حيث مدلولها العلمي، وأمثلتها، وخصائصها المتميزة بها، وأهم تطبيقاتها العملية في مختلف المجالات العلمية؛ وذلك بهدف تشكيل أطر مفاهيمية واضحة تعمل على تعميق عمليات الفهم والاستيعاب لدى الطلاب، وتنمية اتجاهاتهم العلمية الإيجابية نحوها.

ب - تحكيم قائمة مفاهيم تكنولوجيا النانو من قبل المتخصصين في تقنيات التعليم، والفيزياء، والكيمياء، ومناهج وطرق تدريس العلوم، واستطلاع آرائهم حول مدى ملاءمتها، وتقييمها في ضوء المحكات الآتية:

- وضوح مفاهيم تكنولوجيا النانو، ودقة صياغتها العلمية واللغوية.
 - القيمة العلمية لمفاهيم تكنولوجيا النانو بالنسبة للطلاب.
 - تكامل المفاهيم مع حقائق ومبادئ تكنولوجيا النانو.
 - اتساق مفاهيم تكنولوجيا النانو مع أهداف ومحتوى البرنامج التعليمي.
 - قدرتها على تنمية المهارات المفاهيمية النانوتكنولوجية لدى الطلاب.
 - ملاءمة مفاهيم تكنولوجيا النانو لخصائص طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي.
 - ملاءمة مفاهيم تكنولوجيا النانو لاهتمامات وميول الطلاب العلمية.
- وقد أبدى المحكمون موافقتهم على قائمة المفاهيم وصلاحياتها للتطبيق مع إجراء التعديلات المناسبة في الصياغة العلمية لبعض المفاهيم التي تم تعديلها في ضوء مقترحاتهم وملحوظاتهم، ينظر الملحق (٤).

خامساً: إجراءات بناء البرنامج التعليمي لمفاهيم تكنولوجيا النانو:

لتحقيق أهداف البحث الحالي المتمثلة في استقصاء فعالية برنامج تعليمي قائم على الوسائط المتعددة في إكساب طلاب الصف الثاني الثانوي مفاهيم تكنولوجيا النانو، وتنمية اتجاهاتهم العلمية نحوها، تم بناء البرنامج التعليمي وفق المراحل والإجراءات الآتية:

المرحلة الأولى: تحديد الأسس التربوية والتعليمية للبرنامج التعليمي:

يقوم البرنامج التعليمي لمفاهيم تكنولوجيا النانو على الأسس التربوية والتعليمية الآتية:

١- بناء البرنامج التعليمي لمفاهيم تكنولوجيا النانو في ضوء منظومة المبادئ، والقيم الدينية، والاجتماعية والأخلاقية، والثقافة الإسلامية التي تؤكد على الاهتمام بتعلم كافة العلوم، والمعارف، والفنون، والمهارات التي قد تسهم في تنمية المجتمع وتطويره، وبناء قدرات وإبداعات أفراده، وصقل مهاراتهم في مختلف المجالات العلمية؛ وذلك بهدف تطوير المجتمع الإسلامي والنهوض به فكرياً، واجتماعياً، وحضارياً، وتكنولوجياً فضلاً عن توجيه الدين الإسلامي الحنيف إلى الانفتاح الفكري وفق ضوابط وثوابت المجتمع، ومتغيرات الحياة ومستجداتها، وجعل التفكير السليم والتدبر، والتأمل، والحكمة، ودقة الملاحظة، والبحث والاكتشاف، أدوات المعرفة اليقينية، لرصد الظواهر العلمية، والسعي لفهم القوانين لتفسير تلك الظواهر من منظور علمي

وفكري إسلامي، فرغم أن تكنولوجيا النانو من المكتشفات العلمية الحديثة التي قاد إليها الفهم الصحيح لقوانين الحياة؛ إلا أنها موجودة منذ أن خلق الله الكون والحياة والإنسان.

ومن هذا المنطلق فإن البرنامج سيقدم للطلاب رؤية علمية جديدة في ضوء مبادئ وقيم المجتمع الإسلامي ومنهجية التفكير الإيماني السليم؛ وذلك بربط خبرات البرنامج وما يتضمنه من مكتشفات علمية بدلائل قدرة الله (عز وجل) وعظيم إبداعه وصنعه؛ لتعميق أسس التفكير العلمي السليم.

٢- بناء البرنامج التعليمي لمفاهيم تكنولوجيا النانو على ثلاثة جوانب تربوية وتعليمية متكاملة الأبعاد والعناصر، وهي:

أ- الجانب المعرفي : ويتمثل في الخبرات والمعارف المتضمنة في البرنامج التعليمي، والذي يتناول بشكل أساسي أهم مفاهيم تكنولوجيا النانو، وخصائصها، ومجالات تطبيقاتها العلمية والتكنولوجية.

ب- الجانب الوجداني: ويتمثل في تكوين اتجاهات علمية إيجابية سليمة لدى طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي المتضمنة في الخبرات والمعارف وأنشطة التعلم للبرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة.

ج - جانب التدريب: المتمثل في ممارسة اكتساب الطلاب للمعارف والمهارات لتعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو، المتضمنة في الأنشطة التعليمية للبرنامج التعليمي، والأسئلة التقويمية التي تشخص مدى اكتساب الطلاب لمفاهيم تكنولوجيا النانو، والتغذية الراجعة التي تهدف إلى معالجة جوانب القصور في تعلم المفاهيم بطريقة فعالة ومؤثرة.

٣- بناء البرنامج التعليمي لمفاهيم تكنولوجيا النانو على أساس البنية المعرفية القائمة على الترابط والتكامل بين الحقائق، والمفاهيم، والمبادئ، والتعميمات، والقوانين، والنظريات لتكنولوجيا النانو، التي تتناسب مع المرحلة العمرية لطلاب الصف الثاني الثانوي العلمي.

٤- بناء البرنامج التعليمي لمفاهيم تكنولوجيا النانو استناداً إلى أطر نظرية، وحقائق علمية واضحة، مدعمة بنتائج البحوث، والدراسات، والأدبيات، والمواقع الالكترونية المتخصصة في مناقشة قضايا المتعلقة بتكنولوجيا النانو من حيث مدلولها العلمي، وخصائصها، ومكوناتها الأساسية، وتطبيقاتها في مختلف المجالات العلمية، وآثارها الجانبية الصحية والبيئية.

٥- بناء البرنامج التعليمي لمفاهيم تكنولوجيا النانو على أهداف تعليمية واضحة ومحددة، ومنسجمة مع محتوى البرنامج وأنشطته، وصياغتها بطريقة إجرائية يمكن قياسها في نهاية تطبيق البرنامج.

٦- صياغة البرنامج التعليمي لمفاهيم تكنولوجيا النانو بلغة علمية مبسطة مدعمة بتقنيات التعليم المتطورة مثل: الحاسب الآلي، وجهاز الداتا شو، وبرمجية الوسائط المتعددة المتضمنة لبعض مقاطع الفيديو، والأفلام الوثائقية، والنصوص، والصور الثابتة والمتحركة، والرسوم التخطيطية، والتأثيرات الصوتية والحركية والألوان، والخلفيات المرئية الملونة، بالإضافة كذلك إلى الأنشطة والتدريبات المتنوعة، والأمثلة التوضيحية المختلفة،

وطريقة التدريس المبنية على مبدأ التعلم الاستقصائي النشط، مع مراعاة التكامل بين عناصر ومكونات البرنامج؛ كل ذلك بهدف إكساب الطلاب مفاهيم تكنولوجيا بلغة علمية مبسطة وتنمية اتجاهاتهم العلمية السليمة نحوها.

٧- بناء البرنامج التعليمي لمفاهيم تكنولوجيا النانو وفق مبدأ التكامل بين التنظيم السيكلوجي الذي يراعي في تقديم الخبرات والمعارف والحقائق المرتبطة بمفاهيم تكنولوجيا النانو، قدرات واستعدادات طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي، وتلبية حاجاتهم واهتماماتهم وميولهم العلمية، وبين التنظيم المنطقي الذي يراعي في تقديم الخبرات التعليمية مبدأ التدرج من السهولة إلى الصعوبة؛ لأن مراعاة التكامل بين التنظيمين يسهم في تعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو بطريقة أفضل.

٨- بناء البرنامج التعليمي لمفاهيم تكنولوجيا النانو على أساس أن يقدم للطلاب من خلال تهيئة بيئة تعليمية نشطة ومحفزة على اكتساب الخبرات، والمعارف، والحقائق المرتبطة بمفاهيم تكنولوجيا النانو، وتشجيع العمليات المفاهيمية المعرفية المحفزة على الإبداع والابتكار، والتفكير العلمي الرصين، وتعزيز حرية التفكير وتبادل الأفكار، وطرح التساؤلات العلمية المثيرة للتفكير، والبحث والاستقصاء، ودقة الملاحظة؛ مما يقود ضمناً لتحقيق أهداف البرنامج التعليمي بدرجة مناسبة من الجودة والإتقان.

٩- بناء البرنامج لمفاهيم تكنولوجيا النانو على أساس عمليات التعلم الاستقصائي النشط التي يتكامل فيها دور المعلم (المنفذ للبرنامج) والمتعلم المستفيد من البرنامج، وكذلك العملية التعليمية التعاونية بين المتعلمين بعضهم مع البعض الآخر، لمناقشة المفاهيم، وطرح التساؤلات، وتوليد الأفكار، وحل المشكلات وغيرها من عمليات التعلم النشط؛ فدور المعلم الحقيقي يتمثل في مساعدة الطلاب للتوصل إلى الحلول العلمية الصحيحة، وتدريبهم على تحليل مفاهيم تكنولوجيا النانو، وإعادة صياغتها بطريقتهم الخاصة، واستنتاج خصائصها، والكشف عن عناصرها، وعلاقتها المتداخلة، وتشجيع عمليات التفكير الإبداعي والابتكاري، والبحث والاكتشاف، وإثارة الأسئلة التي تتحدى تفكيرهم، وتشير اهتماماتهم العلمية، وتقييم الحلول والإجابات، ومساعدتهم على فرض الفروض واختبارها، وتنمية حب الاستطلاع والاكتشاف لديهم، وتنمية مهارات التفكير العلمي، وتكوين الاتجاهات العلمية السليمة نحو تعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو من خلال توفير بيئة تعليمية نشطة آمنة تثير التفكير وتعزز الإبداع والابتكار.

١٠- بناء البرنامج لمفاهيم تكنولوجيا النانو في ضوء الاتجاهات العلمية الحديثة التي تعكس ظاهرة التحول العقلائي والتكنولوجي المعاصر، وتؤكد على أهمية ربط حياة المتعلمين وحاجاتهم، ومطالب مجتمعهم، بالتطورات العلمية والتكنولوجية المعاصرة، باعتبار أن تكنولوجيا النانو هي امتداد للتطورات العلمية والمعرفية والتكنولوجية المتنامية بشكل مطرد؛ فتكنولوجيا النانو تعتبر الجيل الخامس لهذه التطورات، علاوة على أنها تكنولوجيا المستقبل، والأكثر أهمية من ذلك كله؛ أنها أكثر الثورات العلمية والتكنولوجية هيمنة في المرحلة

المستقبلية القادمة؛ وذلك لما ستؤول إليه من اكتشافات علمية مذهلة غير مسبوقة، ولنفوذها العميق في جميع التخصصات والمجالات العلمية والمعرفية، فضلاً عن انعكاساتها الخطيرة والمتسارعة على البنية الاقتصادية، والاجتماعية، والثقافية على الدول والشعوب.

المرحلة الثانية: مرحلة التحديد والتحليل :

تتضمن هذه المرحلة الخطوات والإجراءات الآتية:

١- تحديد الفئة المستهدفة من البرنامج التعليمي لمفاهيم تكنولوجيا النانو وهم طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي بإدارة التربية والتعليم بمحافظة الطائف المنتظمين في الفصل الدراسي الثاني للعام الدراسي ١٤٣٢ / ١٤٣٣هـ، وتم اختيار هذه الفئة لنضجهم العقلي، وبداية توجهاتهم العلمية الانتقالية في هذه المرحلة العمرية.

٢- تحديد مدى الحاجة للبرنامج التعليمي لمفاهيم تكنولوجيا النانو المتمثلة في قصور البرامج التعليمية الحالية التي يمكن أن تسهم في إكساب طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي مفاهيم تكنولوجيا النانو، وتنمية اتجاهاتهم العلمية الإيجابية نحوها، وتنمية الوعي العلمي بأهميتها، وفوائدها، ومخاطرها، وتحدياتها الراهنة والمستقبلية على حياة الفرد والمجتمع.

٣- تحديد خصائص نمو طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي، وتهدف هذه الخطوة إلى التعرف على خصائص الطلاب من حيث قدراتهم العقلية، وميولهم واهتماماتهم العلمية، وانفعالاتهم الوجدانية، وخصائصهم الاجتماعية؛ وذلك بهدف تنظيم خبرات البرنامج التعليمي وأنشطته وفق هذه الخصائص النمائية، وتحديد في خصائص النمو التي حددها كل من مريم سليم (٢٠٠٢م، ص ٤٠٧ - ٤٠٩) والريماوي وآخرون (٢٠٠٤م، ص ٤٤٤)، على النحو التالي:

أ- القدرة على التفكير التحريدي؛ حيث يصبح الفرد أكثر تنظيمًا في مقارنته للمشكلات وتحليلها، وتطويراً للفرضيات والحلول الاستنباطية للمشكلات.

ب- الاستعداد لتقبل وجهات النظر المتعددة، والمداخل المتنوعة في مناقشة الأفكار والآراء، والكشف عن العلاقات المتبادلة بين وجهة نظره وبين وجهات نظر الآخرين.

ج- القدرة على التفكير الاستدلالي والاستقصاء والاستنتاج، والقدرة على التصور والتخيل، وفهم التعميمات، واكتشاف المفاهيم المجردة، ومناقشة المبادئ والنظريات، والتفكير الواقعي الموجه نحو الهدف؛ وذلك لفهم ما يجري حوله من قضايا وأمور، والسعي إلى النجاح المهني والاجتماعي.

د- الميل إلى التجارب العلمية والتفسير، وصياغة الفروض، ومحاولة التثبت من نتائجها المنطقية، واكتشاف المفاهيم والقوانين، والربط بين الأسباب والمسببات.

هـ- الميل إلى التطلعات المهنية والمستقبلية.

ويرى الطيبي (٢٠٠٤م، ص ٣٧) - بناءً على نظرية بياجيه في التطور المعرفي لدى المتعلم - إنه حينما يصل المتعلم إلى مرحلة العمليات المجردة، يستطيع أن يفكر تجريدًا، ويحل المشكلات، ويضع الفرضيات، ويختار الحل الأفضل، ويبني النظريات، كما يقوم في هذه المرحلة ببناء العمليات الإدراكية الآتية:

- بناء المفاهيم، والمبادئ، والنظريات الجيدة التي لم ترتبط مباشرة بمواقف حقيقية سابقة.
- تقويم صحة الأفكار والأشياء من خلال مراجعة وتحليل تركيبها أو علاقاتها المنطقية.
- كشف العلاقات أو الارتباطات المنطقية بين الأشياء بعضها مع بعض أو بين العناصر المكونة للأشياء نفسها.
- تفسير الظواهر والتنبؤ بمستقبلها.
- استخلاص النتائج المنطقية للحوادث والأشياء.
- استخلاص التعميمات بناءً على نوع واحد من المحتوى أو العوامل أو الحوادث.

٤- تحليل بيئة ومكان تنفيذ البرنامج التعليمي، والمواد ومصادر التعلم، والإمكانات المتاحة التي يجب توافرها في مكان تنفيذ البرنامج، وتم اختيار قاعة ملائمة تتوفر بها الشروط اللازمة لتحقيق أهداف البرنامج.

٥- تحديد نموذج التصميم التعليمي المناسب للبرنامج:

ولتحديد نموذج التصميم التعليمي المناسب، لبناء البرنامج التعليمي لمفاهيم تكنولوجيا النانو تم تحليل الأدب التربوي والدراسات المتعلقة بتصميم البرامج التعليمية؛ وذلك بهدف بناء البرنامج التعليمي لمفاهيم تكنولوجيا النانو، وتحديد الهدف العام، والأهداف الإجرائية، وتنظيم المحتوى التعليمي، والخبرات التعليمية المناسبة، وطريقة تنفيذ البرنامج، وتقنيات ومصادر التعلم، والأنشطة التعليمية، وأساليب التقويم، والتغذية الراجعة، ومن هذه الدراسات: دراسة فتح الله (٢٠٠٠م) وعبد المنعم وحسن (٢٠٠٠م) والجزار (٢٠٠٢م) وعبد الكريم (٢٠٠٣م) والجنزوي (٢٠٠٥م) ودعاء محمد (٢٠٠٧م) وأبو شقير (٢٠٠٧م) والبسيوني والشرقاوي (٢٠٠٨م) ويسرية عبد الحميد وسليمان (٢٠٠٩م) والنوفل (٢٠١٠م) والزين والظاهري (٢٠١٠م) وفي ضوء هذه الدراسات والنماذج المتضمنة بها، تم بناء البرنامج التعليمي لمفاهيم تكنولوجيا النانو في صورته الأولى من حيث الإطار العام وتحديد خطواته الرئيسة.

المرحلة الثالثة: مرحلة التخطيط والتنظيم لمكونات البرنامج التعليمي:

تتضمن عملية تخطيط وتنظيم مكونات البرنامج التعليمي الإجراءات الآتية:

- ١- صياغة الأهداف الإجرائية في ضوء الأسس والمعايير التربوية والتعليمية التي حددها كل من يونس وآخرون (٢٠٠٤م، ص ٨٥) وسليم وآخرون (٢٠٠٦م، ص ص ١٤٦ - ١٥٣) وتتلخص في النقاط الآتية:

- أ - الصياغة الإجرائية للأهداف التعليمية بحيث تكون قابلة للقياس والتقييم.
- ب - شمولية الأهداف التعليمية للمستويات المعرفية المستهدف قياسها (التذكر، والفهم، والتحليل).
- ج - أن تكون الأهداف التعليمية واضحة ومبنية على مهارات محددة.
- د - الانسجام بين الأهداف التعليمية والمحتوى التعليمي للبرنامج.
- هـ - مناسبة الأهداف التعليمية لخصائص نمو الطلاب العقلية والانفعالية والاجتماعية.
- و - ارتباط الأهداف التعليمية باهتمامات وحاجات الطلاب.
- ٢- اختيار المحتوى التعليمي وتنظيم الخبرات التعليمية لبرنامج مفاهيم تكنولوجيا النانو، وقد تم اختيار المحتوى البرنامج التعليمي في ضوء الأسس والمعايير التربوية والتعليمية الآتية:
- أ- تنظيم المحتوى التعليمي وفقاً للبنية المعرفية الترابطية والتكاملية بين حقائق ومفاهيم ومبادئ تكنولوجيا النانو.
- ب - دقة المحتوى وسلامته اللغوية والعلمية؛ وذلك بالرجوع للمصادر العلمية الموثوقة من مراجع ومجلات علمية ومواقع متخصصة في تكنولوجيا النانو، ومقارنتها ببعضها، واختيار أكثرها دقة وموضوعية.
- ج - مراعاة الاتساق بين مكونات البرنامج التعليمي من حيث الأهداف الإجرائية، وطريقة تنفيذه، وتقنيات التعليم، والأنشطة التعليمية، وأساليب التقويم، والتغذية الراجعة.
- د - اختيار الموضوعات الرئيسية للبرنامج التعليمي المتمثلة في جملة من نماذج مفاهيم تكنولوجيا النانو، وفي إطار هذه الموضوعات تم اختيار الأفكار الأساسية لمحتوى البرنامج، ثم اختيار الخبرات التعليمية لمحتوى البرنامج، وتم اختيار الخبرات التعليمية في ضوء المحكات التربوية والتعليمية التي حددها (نيكولاس) المشار إليه في طعيمة (٢٠٠٦م، ص ١٢٠) ومن أهمها:
- معيار الصدق: ويعتبر المحتوى صادقاً عندما يكون واقعياً وصحيحاً علمياً، فضلاً عن تمثيه مع الأهداف الموضوعية.
 - معيار الأهمية: ويعتبر المحتوى مهماً عندما يكون ذا قيمة حياتية بالنسبة للطلاب، مع تغطيته الجوانب المختلفة من ميادين المعرفة والقيم والمهارات التي تهتم بتنمية المهارات العقلية، وأساليب تنظيم المعرفة، وجعلها مفيدة للمتعلم، وتنمية الاتجاهات الإيجابية لديه.
 - معيار الميول والاهتمامات: ويكون المحتوى متمشياً مع اهتمامات الطلاب عندما يختار على أساس من دراسة هذه الاهتمامات والميول فيعطيهما الأولوية.
 - معيار القابلية للتعليم: ويكون المحتوى قابلاً للتعليم عندما يراعي قدرات الطلاب، متمشياً مع الفروق الفردية بينهم، مراعيًا لمبدأ التدرج في عرض المادة التعليمية.

● معيار العالمية: ويكون المحتوى جيداً عندما يشمل أنماطاً من التعليم لا تعترف بالحدود الجغرافية بين البشر، ويقدر ما يعكس المحتوى الصبغة المحلية للمجتمع ينبغي أن يربط الطالب بالعالم المعاصر من حوله.

هذا بالإضافة إلى أن تكون الخبرات التعليمية جديدة ومرتبطة بالتطورات المعرفية والتكنولوجية الحديثة لتكنولوجيا النانو، وأن تتسم بالشمولية وتغطي أهم جوانب مفاهيم تكنولوجيا النانو، وأن تكون قابلة للتطبيق.

٣- تضمين البرنامج التعليمي الأنشطة التعليمية المتنوعة الفردية والجماعية، القائمة على عمليات البحث والاستقصاء العلمي الدقيق، وفحص القضايا العلمية المرتبطة بمفاهيم تكنولوجيا النانو، وتحليل العناصر والعلاقات القائمة بين مفاهيم ومبادئ تكنولوجيا النانو؛ وذلك بهدف تنمية مهارات التفكير العلمي المنظم، وتدريبهم على الحوار والمناقشة، وطرح التساؤلات، والتعبير عن اتجاهاتهم ومواقفهم وآرائهم حول المفاهيم التي تعلموها.

٤- استخدام الطريقة الاستقصائية لتنفيذ البرنامج التعليمي، وتحقيق أهدافه التعليمية الإجرائية، ومن دواعي استخدام هذه الطريقة ملاءمتها لطبيعة البرنامج التعليمي، بالإضافة كذلك لما تتميز به من سمات مثل: تنمية التفكير العلمي المنظم لدى الطلاب، وتحفيزهم على التفكير والإبداع، وتنمية القدرة على البحث والاكتشاف والتجريب، ودقة الملاحظة، وتكوين الفرضيات لتفسير الموقف المشكل، وجمع الأدلة والبراهين، والقيام بعمليات التحليل والتركيب، واختبار الفرضيات ومناقشتها، واستخلاص النتائج المناسبة لتفسير الفرضيات، واتخاذ القرار بشأن ما تم مناقشته والتحقق منه. (أبو زينة، ٢٠١١م) و (قطيط، ٢٠١١م).

٥- تزويد البرنامج بأسلوب التقويم البنائي؛ لتقويم أداء التلاميذ في اكتساب العمليات المعرفية المتعلقة بمفاهيم تكنولوجيا النانو.

٦- توفير التغذية الراجعة الفورية؛ لتزويد الطلاب بالخبرات التعليمية التي يحتاجونها، ومعالجة جوانب القصور لديهم.

المرحلة الرابعة: الضبط العلمي للبرنامج التعليمي:

للتحقق من صلاحية البرنامج التعليمي للتطبيق تم عرضه على مجموعة من المتخصصين في مجال تقنيات التعليم، وطرق تدريس العلوم، لتحكيمه وتقييمه في ضوء المحكات الآتية:

- ١- وضوح أهداف البرنامج التعليمي لمفاهيم تكنولوجيا النانو.
- ٢- دقة المادة العلمية للبرنامج التعليمي لمفاهيم تكنولوجيا النانو.
- ٣- شمولية البرنامج التعليمي لقائمة المفاهيم تكنولوجيا النانو.
- ٤- القيمة العلمية للخبرات التعليمية المتضمنة في البرنامج التعليمي لمفاهيم تكنولوجيا النانو.

- ٥- طريقة تصميم البرنامج التعليمي لمفاهيم تكنولوجيا النانو.
 - ٦- التكامل بين عناصر البرنامج التعليمي لمفاهيم تكنولوجيا النانو.
 - ٧- تنظيم الخبرات وملاءمتها لاهتمامات وميول الطلاب.
 - ٨- وضوح إجراءات تنفيذ البرنامج التعليمي لمفاهيم تكنولوجيا النانو.
 - ٩- ملائمة أنشطة التعلم للبرنامج لتعزيز عملية اكتساب الطلاب لمفاهيم تكنولوجيا النانو.
 - ١٠- شمولية الأنشطة التعليمية لجميع جوانب البرنامج التعليمي لمفاهيم تكنولوجيا النانو.
- وفي ضوء هذه المحركات تم إجراء التعديلات المناسبة لتطوير البرنامج لمفاهيم تكنولوجيا النانو، وإخراجه في صورته النهائية القابلة للتطبيق، ينظر الملحق (١) والملحق (٢).

المرحلة الخامسة: مرحلة التجريب:

للتحقق من صلاحية البرنامج التعليمي لمفاهيم تكنولوجيا النانو، تم تجريبه على عينة استطلاعية عشوائية من طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي قوامها (٢٥) طالباً بمدرسة ثانوية القيروان التابعين لإدارة التربية والتعليم بمحافظة الطائف؛ وذلك بهدف التعرف على جوانب القصور في البرنامج، ومدى مناسبه للتطبيق، وتم إجراء التعديلات اللازمة، وبذلك أصبح البرنامج التعليمي جاهزاً للتطبيق.

المرحلة السادسة: بناء دليل تنفيذ البرنامج التعليمي، ينظر الملحق (٣).

سادساً: إجراءات تصميم برمجية الوسائط المتعددة لمفاهيم تكنولوجيا النانو:

مرت عملية تصميم برمجية الوسائط المتعددة لمفاهيم تكنولوجيا النانو بالمراحل الآتية:

المرحلة الأولى: دراسة وتحليل الأسس النظرية لتصميم برمجية الوسائط المتعددة:

بعد الانتهاء من تحديد قائمة مفاهيم تكنولوجيا النانو، وبناء البرنامج التعليمي لمفاهيم تكنولوجيا النانو، تم وضع تصور مبدئي لتصميم برمجية الوسائط المتعددة من خلال إجراء دراسة تحليلية للبحوث والدراسات والنماذج التي تناولت تصميم برمجيات الوسائط المتعددة؛ بهدف الاستفادة منها في تصميم البرمجية الحالية، ومنها دراسة عبد المنعم ونعيم (٢٠٠٠م) وأنهار محمد (٢٠٠١م) والجزار (٢٠٠٢م) ولال (٢٠٠٤م) وسعاد أحمد (٢٠٠٤م) وعبد السلام (٢٠٠٥م) وجليلة (٢٠٠٧م) وأبو شقير وحسن (٢٠٠٧م) والبسيوني (٢٠٠٨م) وفي إطار هذه الدراسات، ونماذج تصميم برمجيات الوسائط المتعددة التي أوردتها رمود والظاهري (٢٠١٢م، ص ١٦٣ - ١٤٢) مثل: أنموذج (زينب أمين) وأنموذج (برين بلوم) وأنموذج (ستيفن واستانلي) وأنموذج (البراوي) وأنموذج (عطية) تم وضع تصور مبدئي لتصميم برمجية الوسائط المتعددة لمفاهيم تكنولوجيا النانو.

المرحلة الثانية: مرحلة التصميم والتخطيط:

تتضمن هذه المرحلة تحديد أسس وضوابط تصميم برمجية الوسائط المتعددة من حيث تصميم محتوى البرمجية، وواجهة الاستخدام، ومن أهمها ما يأتي:

١- تحديد الهدف من تصميم برمجية الوسائط المتعددة المتمثل في إكساب طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي مفاهيم تكنولوجيا النانو، باعتبار أن البرمجية تسهم في عملية اكتساب الطلاب لمفاهيم واستيعابها بطريقة جيدة.

٢- تقسيم المحتوى التعليمي للبرمجية إلى نماذج مفاهيمية، وأطر تعليمية محددة المعالم؛ تتلاءم مع مضمون البرنامج التعليمي لمفاهيم تكنولوجيا النانو.

٣- تصميم سيناريو برمجية الوسائط من حيث النصوص المكتوبة (Texts Written) والصور الثابتة (Still Pictures) والصور المتحركة (MotionPicture) والرسوم الخطية (Graphics) والرسوم المتحركة (AnimationS) ومقاطع الفيديو، مع مراعاة التفاعل والتكامل بين هذه العناصر، وقد تم الاستعانة بمختص في تصميم البرمجيات وبرمجة الحاسب الآلي لتصميم برمجية الوسائط المتعددة.

٤- تصميم برمجية الوسائط المتعددة في ضوء المعايير التي أشار إليها كل من سعاد أحمد (٢٠٠٤م، ص ص ٧٩ - ٨٠) والسويدان ومنال عبد العال (٢٠٠٧م، ص ص ١٩٢ - ١٩٨) ومصطفى (٢٠٠٨م، ص ص ٤٩ - ٥٠) على النحو الآتي:

أ - المعايير الفنية لتصميم البرمجية التعليمية:

- التكامل (Integration) بين عناصر الوسائط المتعددة من حيث النصوص المكتوبة، والصور الثابتة، والصور المتحركة، والرسوم الخطية، والرسوم المتحركة، ولقطات الفيديو في منظومة إلكترونية متكاملة ومتناسقة.
- التزامن (Synchronization) ويقصد به: التوافق بين الأحداث المختلفة على الشاشة الواحدة التي يتم عرضها باستخدام عدد من الوسائط المتعددة.
- الاندماج (Merging) ويقصد به: دمج عناصر الوسائط المتعددة في تسلسل وترتيب معين بطريقة غير خطية.
- التوافق مع متطلبات التشغيل.
- سلامة البرمجية من الأخطاء البرمجية.
- تصميم الشاشات بطريقة جيدة لجذب انتباه المتعلمين، ويتطلب ذلك توافر بعض الخصائص ومنها:

- مناسبة كمية المعلومات المعروضة في الشاشة الواحدة.
- وضوح الرسومات والصورة والخطوط المستخدمة.
- سهولة قراءة النصوص المعروضة.
- إبراز النصوص المهمة بشكل واضح لجذب انتباه المتعلمين.
- تنوع قوالب شاشات البرمجية.

ب - المعايير التربوية والتعليمية لتصميم البرمجية التعليمية:

- التشويق وجذب انتباه المتعلمين عن طريق التنوع بين الألوان، والرسوم، والصور، المتحركة.
- مناسبة مستوى البرمجية لمستوى المتعلم وخبراته.
- عرض الخبرات التعليمية بطريقة مشوقة تحقق الاستفادة القصوى من البرمجية.
- قدرة البرمجية على تحقيق التفاعل النشط بين المتعلم والبرمجية.
- صحة المحتوى التعليمي، وعرضه بتسلسل وتتابع منطقي.
- تضمينها أساليب التقويم المناسبة.

المرحلة الثالثة: مرحلة البرمجة والإنتاج:

تتضمن هذه المرحلة تنفيذ سيناريو برمجية الوسائط، وإخراج واجهة التفاعل من خلال استخدام عناصر الوسائط المتعددة التفاعلية، وإخراج المحتوى التعليمي للبرنامج من خلال عملية معالجة السيناريو، وتنفيذه بواسطة لغات البرمجة المرتبطة بإنتاج الوسائط المتعددة، وإنتاج الخريطة الانسيابية لمحتوى البرنامج التعليمي بشكل تسلسلي ومنطقي؛ لتيسير عملية اكتساب الطلاب لمفاهيم تكنولوجيا النانو، وتنمية الاتجاهات الإيجابية نحوها.

المرحلة الرابعة: مرحلة التقويم والتجريب:

تهدف مرحلة التجريب والتقويم إلى تطوير برمجية الوسائط المتعددة، والتحقق من سلامتها من الأخطاء الفنية والتقنية المتعلقة بالتصميم، وسلامتها من الناحية التربوية والتعليمية، والتأكد من صلاحيتها للتطبيق؛ وذلك عن طريق تحكيمها من قبل المتخصصين في مجال تقنيات التعليم في ضوء المحكات الآتية:

- ١ - دقة محتوى برمجية الوسائط المتعددة.
- ٢ - طريقة تصميم برمجية الوسائط المتعددة لتحقيق أهداف البرنامج التعليمي لمفاهيم تكنولوجيا النانو.
- ٣ - الجودة الفنية لبرمجية الوسائط المتعددة.
- ٤ - تضمين البرمجية أساليب عرض متنوعة لجذب اهتمامات الطلاب.
- ٥ - الاتساق بين النصوص، والصور، والأشكال، والحركة، والألوان، ولقطات الفيديو.
- ٦ - سهولة قراءة النصوص على شاشة العرض.

- ٧- اتساق مضمون البرمجية مع أهداف البرنامج التعليمي لمفاهيم تكنولوجيا النانو.
- ٨- الانسجام بين مكونات البرمجية ومحتوى البرنامج التعليمي لمفاهيم تكنولوجيا النانو.
- ٩- مراعاة البرمجية لخصائص نمو الطلاب المختلفة. ينظر الملحق (٥).
- وبناءً على آراء المحكمين ومقترحاتهم تم إجراء التعديلات المناسبة على البرمجية سواء الجوانب المتعلقة بالنواحي الفنية أو الجوانب التربوية والتعليمية، وإخراجها في صورتها المطلوبة، ثم تطبيقها على عينة استطلاعية للتحقق من مناسبتها للتطبيق العملي.

سابعاً: إجراءات بناء الاختبار التحصيلي لمفاهيم تكنولوجيا النانو:

- تم بناء الاختبار التحصيلي لمفاهيم تكنولوجيا النانو وفقاً للخطوات الإجرائية الآتية:
- ١- تحديد الهدف من الاختبار التحصيلي لمفاهيم تكنولوجيا النانو:
- يستهدف الاختبار التحصيلي قياس اكتساب طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي لمفاهيم تكنولوجيا النانو المتضمنة في البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة، واقتصر على ثلاثة مستويات معرفية (التذكر، الفهم، التحليل) باعتبار أن الأهداف الإجرائية لهذه المستويات المعرفية هي المحك المرجعي لقياس أداء الطالب في اكتساب المهارات، والعمليات المعرفية ذات الصلة الوثيقة بمفاهيم تكنولوجيا النانو.
- ٢- تحديد المفهوم الإجرائي للاختبار التحصيلي لمفاهيم تكنولوجيا النانو:
- يمكن تعريف الاختبار التحصيلي لمفاهيم تكنولوجيا النانو إجرائياً بأنه: قدرة الطالب على اكتساب المعارف، والحقائق، والمبادئ، والتعميمات المتعلقة بمفاهيم تكنولوجيا النانو المتضمنة في البرنامج التعليمي، وتقاس بالدرجة التي يحصل عليها في الاختبار التحصيلي الذي تكوّن من المستويات المعرفية (التذكر، الفهم، التحليل).
- ٣- إعداد جدول المواصفات للاختبار التحصيلي لمفاهيم تكنولوجيا النانو:
- تم بناء جدول المواصفات للاختبار التحصيلي لمفاهيم تكنولوجيا النانو في ضوء الأهداف الإجرائية للبرنامج التعليمي، التي تستهدف قياس اكتساب الطلاب لمفاهيم تكنولوجيا النانو عند المستويات المعرفية (التذكر، الفهم، التحليل).
- ويشير مستوى التذكر على وجه التحديد إلى قدرة الطالب على تذكر المفاهيم، والحقائق، والمبادئ، والقوانين، واسترجاعها بأشكالها التي سبق له أن تعلمها من خلال تزويده ببعض القرائن التي تسهل عملية التذكر، ويكون الاستدعاء في هذه الحالة ناجحاً. (عطا الله، ٢٠١٠ م، ص ٩٤).
- أما مستوى الفهم فيقصد به قدرة الطالب على استيعاب الخبرات التعليمية بأنواعها، وصياغة المفاهيم العلمية، وتفسير المادة العلمية، وشرحها، وتلخيصها، وفهم الحقائق، والقوانين، والتعبير عن المعنى، وتفسير

العلاقات القائمة بين العوامل والعناصر، وترجمة المادة العلمية من صورة إلى أخرى، وتفسير أجزائها، والتنبؤ بالنتائج. (عطا الله، ٢٠١٠م، ص ٩٥).

أما مستوى التحليل فيشير إلى قدرة الطالب على تجزئة أو تفكيك موقف أو معرفة علمية، أو حدث أو مشكلة إلى عناصرها الأولية، وإدراك ما بينها من علاقات وروابط؛ مما يساعد على فهم بنيتها والعمل على تنظيمها في مرحلة لاحقة. (القالا؛ وآخرون، ٢٠٠٦م، ص ٤٣٠).

وبناءً على هذه المستويات المعرفية تم بناء جدول مواصفات الاختبار التحصيلي كما يوضح الجدول (١).

جدول (١)

مواصفات الاختبار التحصيلي لمفاهيم تكنولوجيا النانو

الأوزان النسبية للموضوعات	مجموع الأسئلة	توزيع المفردات على المستويات المعرفية			محاور محتوى البرنامج التعليمي
		تحليل	فهم	تذكر	
١١،٤٢٪	٨	٥،٤	٦،١	٨،٧،٣،٢	نماذج مفاهيمية نانوتكنولوجية عامة.
١٨،٥٧٪	١٣	١١،١٠،٩ ١٥،١٤،١٢ ١٨،١٧،١٦	١٩،١٣ ٢١،٢٠	-	نماذج مفاهيمية متعلقة بالأدوات والتقنيات المستخدمة في دراسة المواد النانوية .
٧،١٤٪	٥	٢٣،٢٢	٢٦،٢٥،٢٤	-	نماذج مفاهيمية متعلقة بالمواد النانوية وتقنيات إنتاجها .
٤٢،٨٥٪	٣٠	٥٥،٤٤	٣٢،٣١ ٣٨،٣٥ ٤٢،٣٩ ٤٦،٤٣ ٥٠،٤٧ ٥٤،٥٢	٣٠،٢٩،٢٨،٢٧ ٣٧،٣٦،٣٤،٣٣ ٤٨،٤٥،٤١،٤٠ ٥٦،٥٣،٥١،٤٩	نماذج مفاهيمية متعلقة بأنواع المواد النانوية.
٢٠٪	١٤	٦١،٦٠		٦٢،٥٩،٥٨،٥٧ ٦٦،٦٥،٦٤،٦٣ ٧٠،٦٩،٦٨،٦٧	نماذج مفاهيمية متعلقة بتقنيات وأجهزة تكنولوجيا النانو المستخدمة في الكشف عن الأمراض ومعالجتها.
١٠٠٪	٧٠	١٧	٢١	٣٢	المجموع الكلي للأسئلة
	-	٢٤،٢٩٪	٣٠٪	٤٥،١٧٪	الأوزان النسبية للمستويات المعرفية

٤- صياغة أسئلة الاختبار التحصيلي :

تم صياغة أسئلة الاختبار التحصيلي إنطلاقاً من الأهداف الإجرائية للبرنامج التعليمي لمفاهيم تكنولوجيا النانو، بالإضافة كذلك إلى جدول المواصفات في الخطوة السابقة، وقد تكون الاختبار من (٧٠) سؤالاً من نوع اختيار من متعدد، تستهدف قياس ثلاثة مستويات معرفية من المجال المعرفي، بواقع (٣٢) سؤالاً لمستوى التذكر، و(٢١) سؤالاً لمستوى الفهم، و(١٧) سؤالاً لمستوى التحليل.

وصيغت فقرات الاختبار في ضوء الأسس والضوابط التي حددها أبو علام (٢٠٠٥م، ص ٢٤٣ - ٢٥٢) المتضمنة القواعد المتعلقة بأصل السؤال للاختبار من متعدد، بالإضافة كذلك إلى القواعد المتعلقة بالبدايل الخاصة بالإجابات؛ وذلك بهدف بناء اختبار تحصيلي منظم مبني على أسس علمية، يقيس بدقة وموضوعية الأهداف المستهدف قياسها.

٥- صياغة تعليمات الاختبار التحصيلي:

تضمن الاختبار التحصيلي لمفاهيم تكنولوجيا النانو التعليمات المهمة التي تساعد الطلاب على فهم طبيعة الاختبار، وتحديد الهدف منه، وكيفية الإجابة على الأسئلة، والوقت المحدد للاختبار، والدرجة المستحقة عليه.

٦- صدق الاختبار التحصيلي:

تم التحقق من دلالات صدق الاختبار التحصيلي لمفاهيم تكنولوجيا النانو بالطرق الآتية:

أ - صدق المحتوى:

يقصد بصدق المحتوى مدى تمثيل مفردات الاختبار التحصيلي لجوانب المجال السلوكي المستهدف قياسه.

(الكيلاني والشريفين، ٢٠٠٥م، ص ٨٨).

ويعتمد صدق المحتوى على " تقدير الخبراء والمحكمين لمدى اتفاق محتوى الأداة أو المقياس للمجال الذي يستهدف قياسه، ويعتمد هذا التقدير على رؤى وتقديرات أساسها المعرفة والخبرة بالموضوع أو مجال هذا الموضوع أو المحتوى ". (عبد الحميد، ٢٠٠٨م، ص ٤٣٢).

وللتحقق من صدق المحتوى للاختبار التحصيلي تم عرضه في صورته الأولية على (١٤) محكماً من المتخصصين في القياس والتقويم، والمناهج وطرق تدريس العلوم، وتقنيات التعليم، والملحق (٩) يوضح أسماء المحكمين وتخصصاتهم العلمية، وقد طُلب منهم تقييم الاختبار التحصيلي وفق الضوابط الآتية:

- وضوح تعليمات الاختبار التحصيلي.
- صياغة فقرات الاختبار التحصيلي بلغة علمية سهلة بعيدة عن الغموض.
- دقة الصياغة العلمية لأسئلة الاختبار التحصيلي.
- ملائمة الاختبار التحصيلي لمستوى طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي.
- صدق فقرات الاختبار التحصيلي في قياس المفاهيم المستهدف قياسها.
- تغطية الاختبار التحصيلي لمحتوى البرنامج التعليمي.
- تمثيل الاختبار التحصيلي للمستويات المعرفية المستهدف قياسها (التذكر، الفهم، التحليل).

وكشفت نتائج التحكيم على ملاءمة الاختبار لأغلبية المحكمين، مع إجراء التعديلات المناسبة على صياغة بعض مفردات الاختبار، وبهذا يكون تم التحقق من صدق المحتوى للاختبار التحصيلي، وصلاحيته للتطبيق، وقياس الأهداف المستهدف قياسها. ينظر إلى الملحق رقم (٦) ومفاتيح الإجابة الملحق (٧).

ب - الصدق الذاتي للاختبار:

يقاس الصدق الذاتي بحساب الجذر التربيعي لمعامل ثبات الاختبار، ويتأثر معامل الصدق بارتفاع أو انخفاض معامل الثبات. (عبد الحميد، ٢٠٠٨م، ص ٤٣٢).

وللتحقق من مؤشر الصدق الذاتي للاختبار التحصيلي لمفاهيم تكنولوجيا النانو، تم حساب الجذر التربيعي لمعامل ألفا كرونباخ؛ وعليه فإن الصدق الذاتي = $\sqrt{\text{الثبات}} = \sqrt{0.86} = 0.93$ وذلك بالرجوع للجدول رقم ٥، ص ١٠٤، مما يدل على أن الاختبار يتسم بدرجة عالية من الصدق الذاتي، ويعدُّ صالحاً للتطبيق.

ج - صدق الاتساق الداخلي:

يقصد بالاتساق الداخلي: " درجة تجانس محتوى الاختبار لمعرفة ما إذا كان الاختبار يقيس سمة أو خاصية واحدة ". (أبو علام، ٢٠٠٦م، ص ٤٦٠).

وللتحقق من تجانس الاختبار التحصيلي داخلياً، وقدرته على قياس اكتساب الطلاب للمفاهيم المستهدف قياسها، تم استخدام طريقة الاتساق الداخلي، وهي إحدى طرق صدق التكوين (Construct Validity) وذلك بتجربته على عينة استطلاعية مكونة من (٤٠) طالباً من طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي، لعينة مماثلة من خارج المجموعة التجريبية بمدرسة (ثانوية القيروان) التابعين لإدارة التربية والتعليم للبنين بمحافظة الطائف، وتم حساب معامل الارتباط بين الدرجة لكل سؤال والدرجة الكلية للاختبار، والجدول (٢) يوضح نتائج معاملات الارتباط بين الدرجة لكل سؤال والدرجة الكلية للاختبار التحصيلي.

جدول (٢)

نتائج معامل ارتباط بيرسون بين فقرات الاختبار التحصيلي والدرجة الكلية للاختبار

رقم الفقرة	معامل الارتباط	رقم الفقرة	معامل الارتباط	رقم الفقرة	معامل الارتباط	رقم الفقرة	معامل الارتباط	رقم الفقرة	معامل الارتباط	رقم الفقرة	معامل الارتباط
1	*0.46	13	**0.57	25	**0.59	37	**0.73	49	**0.59	61	*0.39
2	**0.72	14	**0.73	26	*0.33	38	**0.51	50	**0.58	62	**0.60
3	**0.55	15	**0.47	27	*0.44	39	**0.67	51	**0.51	63	**0.55
4	**0.63	16	**0.63	28	**0.71	40	*0.41	52	**0.59	64	*0.40
5	**0.61	17	**0.61	29	**0.72	41	**0.54	53	*0.37	65	*0.36
6	*0.42	18	**0.67	30	**0.53	42	**0.64	54	**0.61	66	**0.50
7	*0.39	19	**0.48	31	*0.39	43	**0.50	55	**0.57	67	**0.49
8	**0.70	20	**0.65	32	*0.40	44	*0.37	56	**0.53	68	**0.63
9	**0.65	21	**0.56	33	**0.51	45	**0.68	57	**0.70	69	**0.61
10	**0.66	22	*0.36	34	**0.63	46	**0.65	58	**0.50	70	*0.44
11	*0.41	23	**0.60	35	**0.71	47	**0.70	59	*0.44	-	-
12	*0.40	24	**0.76	36	**0.48	48	*0.39	60	*0.40	-	-

*دالة إحصائية عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$) ** دالة إحصائية عند ($\alpha < 0.01$)

توضح البيانات الواردة في الجدول (٢) إلى أن قيم معاملات الارتباطات بين كل فقرة من فقرات الاختبار التحصيلي والدرجة الكلية له تراوحت بين (0.33—0.76) مما يشير إلى وجود ارتباطات ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$) و ($\alpha < 0.01$) وجميعها قيم معاملات ذات ارتباطات موجبة، ويعدُّ هذا مؤشراً إيجابياً على صدق الاتساق الداخلي للاختبار التحصيلي، ومناسبته للتطبيق.

كما تم حساب قيم معاملات الارتباطات بين كل مستوى من مستويات المجال المعرفي، المتمثلة في: (التذكر، والفهم، والتحليل) والدرجة الكلية للاختبار التحصيلي، باستخدام معامل ارتباط بيرسون كما يوضح الجدول (٣).

جدول (٣)

نتائج قيم معامل ارتباط بيرسون بين كل مستوى من مستويات المجال المعرفي والدرجة الكلية للاختبار

م	المستويات المعرفية	معامل ارتباط بيرسون
١	مستوى التذكر	**0.90
٢	مستوى الفهم	**0.89
٣	مستوى التحليل	**0.86

** دالة إحصائية عند ($\alpha < 0.01$)

تشير البيانات الواردة في الجدول (٣) إلى وجود ارتباط ذي دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha < 0.01$) لكل مستوى من مستويات المجال المعرفي: (التذكر، الفهم، التحليل) مع الدرجة الكلية للاختبار؛ حيث كانت على التوالي (0.86، 0.89، 0.90) وجميعها قيم معاملات ذات ارتباط إيجابي مرتفع، ويعد ذلك - أيضاً - مؤشراً مرتفعاً لصدق الاتساق الداخلي للاختبار التحصيلي، وبذلك يكون قد تم التحقق من صدق الاتساق الداخلي للاختبار التحصيلي لمفاهيم تكنولوجيا النانو.

٧ - ثبات الاختبار التحصيلي:

تم التوصل إلى مؤشرات ثبات الاختبار التحصيلي باستخدام المعاملين الآتيتين:

أ - طريقة معامل الثبات بالإعادة (Reliability Test-Retest) والذي يعكس مدى الاستقرار في الدرجات التي حصل عليها الطلاب في مرتقي تطبيق الاختبار (التل وآخرون، ٢٠٠٧م، ص ١٣٥) حيث تم تطبيق الاختبار التحصيلي على عينة مؤلفة من (٤٠) طالباً من مجتمع البحث، ومماثلة لعينته من طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي بثانوية القيروان، وبعد مرور أسبوعين من زمن التطبيق الأول، أعيد تطبيق الاختبار التحصيلي على نفس أفراد العينة مرة أخرى، وتم التحقق من ثباته من خلال استخراج معامل ارتباط بيرسون بين مرتقي التطبيق، والجدول (٤) يوضح قيم معامل ارتباط بيرسون بين مرتقي التطبيق لثبات الاختبار التحصيلي على كل مستوى من مستويات المجال المعرفي: (التذكر، الفهم، التحليل) وعلى المستوى الكلي للاختبار.

جدول (٤)

قيم معامل ارتباط بيرسون على كل مستوى من مستويات المجال المعرفي وعلى المستوى الكلي للاختبار

م	مستويات المجال المعرفي	معامل ارتباط بيرسون
١	مستوى التذكر	0.81
٢	مستوى الفهم	0.86
٣	مستوى التحليل	0.86
٤	الكلي	87.67

يتضح من الجدول (٤) أن معاملات ثبات الاختبار التحصيلي على كل مستوى من مستويات المجال المعرفي: (التذكر، الفهم، التحليل) وفقاً لطريقة (Test-Retest) قد تراوحت بين (0.81-0.86)، أما معامل الثبات على المستوى الكلي للاختبار فكانت (87.67) وهي معاملات ارتباطات مرتفعة تقترب من (١) صحيح، وتعطي دلالة على أن ثبات الاستجابات على الاختبار عالية.

ب - استخدام معامل ألفا كرونباخ للتحقق من ثبات الاختبار التحصيلي على كل مستوى من مستويات المجال المعرفي: (التذكر، الفهم، التحليل) ومعامل الثبات على المستوى الكلي للاختبار، والجدول (٥) يوضح قيم

معامل ألفا كرونباخ لثبات الاختبار التحصيلي على كل مستوى من مستويات المجال المعرفي وعلى مستوى المجال الكلي للاختبار.

جدول (٥)

قيم معامل ألفا كرونباخ لثبات الاختبار التحصيلي لكل مستوى من المجال المعرفي وعلى المستوى الكلي للاختبار

م	مستويات المجال المعرفي	معامل ثبات (ألفا كرونباخ)
١	مستوى التذكر	0.83
٢	مستوى الفهم	0.88
٣	مستوى التحليل	0.86
٤	الكلي	0.86

يتضح من الجدول (٥) أن معاملات ثبات الاختبار التحصيلي على كل مستوى من مستويات المجال المعرفي (التذكر، الفهم، التحليل) بطريقة معامل ألفا كرونباخ تراوحت بين (0.83-0.88) وعلى المستوى الكلي للاختبار (0.86) وهي تشير إلى أن الاختبار التحصيلي يتمتع بدرجة عالية من الثبات.

٦- معاملات الصعوبة والتمييز لمفردات الاختبار التحصيلي:

أ - معاملات الصعوبة لمفردات الاختبار التحصيلي:

يشير مفهوم معامل الصعوبة لمفردات الاختبار إلى نسبة عدد الطلاب الذين أجابوا على المفردة إجابة صحيحة إلى عدد الطلاب الذين حاولوا الإجابة على المفردة؛ فكلما زادت هذه النسبة دلّ ذلك على سهولة المفردة، وكلما قلت دل ذلك على صعوبة المفردة. (علام، ٢٠٠٦م، ص ١١٣).

والاختبار التحصيلي الجيد، هو الذي يضم تدرجاً واسعاً من درجات السهولة والصعوبة في أسئلته للتمييز بين المفحوصين، وللتوصل إلى مؤشرات معامل الصعوبة لفقرات الاختبار التحصيلي تم حساب نسبة الطلاب الذين أجابوا على المفردة إجابة صحيحة، على العدد الكلي الذين طبق عليهم الاختبار، من خلال تطبيق المعادلة التالية: معامل صعوبة المفردة = عدد الطلاب الذين أجابوا على المفردة ÷ العدد الكلي الذي طبق عليهم الاختبار، والجدول (٦) يوضح نتائج معامل الصعوبة لمفردات الاختبار التحصيلي.

جدول (٦)

نتائج معاملات الصعوبة لمفردات الاختبار التحصيلي

رقم الفقرة	معامل الصعوبة	رقم الفقرة	معامل الصعوبة	رقم الفقرة	معامل الصعوبة	رقم الفقرة	معامل الصعوبة	رقم الفقرة	معامل الصعوبة	رقم الفقرة	معامل الصعوبة
1	0.21	13	0.40	25	0.49	37	0.57	49	0.68	61	0.71
2	0.37	14	0.40	26	0.50	38	0.59	50	0.68	62	0.72
3	0.38	15	0.41	27	0.50	39	0.59	51	0.68	63	0.73
4	0.38	16	0.41	28	0.50	40	0.59	52	0.68	64	0.73
5	0.38	17	0.42	29	0.51	41	0.60	53	0.69	65	0.74
6	0.39	18	0.44	30	0.51	42	0.60	54	0.69	66	0.76
7	0.39	19	0.45	31	0.52	43	0.61	55	0.69	67	0.80
8	0.39	20	0.46	32	0.53	44	0.65	56	0.70	68	0.81
9	0.39	21	0.47	33	0.53	45	0.66	57	0.70	69	0.82
10	0.40	22	0.47	34	0.53	46	0.66	58	0.70	70	0.83
11	0.40	23	0.47	35	0.55	47	0.66	59	0.70	-	-
12	0.40	24	0.48	36	0.56	48	0.68	60	0.71	-	-

تشير البيانات الواردة بالجدول (٦) إلى أن معاملات صعوبة مفردات الاختبار التحصيلي قد تراوحت بين (0.21—0.83) وهي قيم تعطي دلالة على أن توزيع قيم معاملات الصعوبة تتوزع توزيعاً متعادلاً على مفردات الاختبار التحصيلي، ويعد ذلك مؤشراً على جودة مفردات الاختبار، وفعاليتها في قياس قدرات الطلاب في اكتساب مفاهيم تكنولوجيا النانو.

ب - معاملات تمييز مفردات الاختبار التحصيلي:

يشير مفهوم معامل تمييز المفردات (Difficulty Index) إلى درجة تمييز كل مفردة من مفردات الاختبار التحصيلي؛ للتحقق من فعاليتها في التمييز بين الطلاب الأعلى تحصيلاً، والطلاب الأقل تحصيلاً. (علام، ٢٠٠٦م، ص١١٤).

ولحساب معامل تمييز مفردات الاختبار تم استخدام معامل الفروق الطرفية للمجموعات، فبعد ترتيب نتائج الطلبة وفقاً للدرجة الكلية ترتيباً تنازلياً تم تحديد المجموعة العليا (27٪) في مقابل المجموعة الدنيا (27٪) وللوصول إلى مؤشر تمييز المفردات تم إيجاد الفرق بين نسبة عدد طلاب المجموعة العليا الذين أجابوا على المفردة إجابة صحيحة، ونسبة عدد طلاب المجموعة الدنيا الذين أجابوا على المفردة إجابة صحيحة، وقسمتها على عدد الأفراد في إحدى المجموعتين من خلال المعادلة الآتية:

معامل تمييز المفردة = عدد الطلاب الذين أجابوا على المفردة من المجموعة العليا - عدد الطلاب الذين أجابوا على المفردة من المجموعة الدنيا ÷ عدد الطلاب في إحدى المجموعتين. والجدول (٧) يوضح معاملات تمييز مفردات الاختبار التحصيلي.

جدول (٧)

نتائج معاملات تمييز فقرات الاختبار التحصيلي

رقم الفقرة	معامل التمييز	رقم الفقرة	معامل التمييز	رقم الفقرة	معامل التمييز	رقم الفقرة	معامل التمييز	رقم الفقرة	معامل التمييز	رقم الفقرة	معامل التمييز
1	0.13	13	0.50	25	0.23	37	0.44	49	0.19	61	0.15
2	0.21	14	0.19	26	0.26	38	0.32	50	0.61	62	0.33
3	0.33	15	0.31	27	0.30	39	0.29	51	0.62	63	0.41
4	0.29	16	0.37	28	0.24	40	0.18	52	0.40	64	0.18
5	0.44	17	0.20	29	0.39	41	0.25	53	0.38	65	0.21
6	0.60	18	0.41	30	0.56	42	0.30	54	0.62	66	0.25
7	0.51	19	0.36	31	0.46	43	0.61	55	0.20	67	0.18
8	0.25	20	0.50	32	0.17	44	0.40	56	0.31	68	0.36
9	0.19	21	0.41	33	0.12	45	0.13	57	0.47	69	0.41
10	0.66	22	0.19	34	0.29	46	0.19	58	0.35	70	0.35
11	0.42	23	0.31	35	0.37	47	0.50	59	0.19	-	-
12	0.54	24	0.44	36	0.41	48	0.42	60	0.28	-	-

يتضح من الجدول (٧) أن قيم معاملات التمييز تراوحت ما بين (0.12 - 0.66) وجميعها قيم معاملات تمييز موجب، تؤكد على أن مفردات الاختبار التحصيلي تتمتع بمعامل تمييز جيد، كما تعطي هذه المعاملات مؤشراً إيجابياً على فعالية مفردات الاختبار في التمييز بين الطلاب الذين كان أدائهم مرتفعاً، والطلاب الذين كان أدائهم منخفضاً، وتعكس هذه المؤشرات - أيضاً - جودة الاختبار التحصيلي في قياس الأهداف الإجرائية المرتبطة بمفاهيم تكنولوجيا النانو المستهدف قياسها.

وبهذا تكون أداة الاختبار التحصيلي ذات دلالة مقبولة، وجاهزة للتطبيق مكونة من (٧٠) فقرة كما يوضح الملحق (٦).

ثامناً: إجراءات بناء أداة قياس الاتجاهات نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو:

تم بناء أداة قياس الاتجاهات نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو وفقاً للخطوات الإجرائية الآتية :

١- تحديد الهدف من أداة قياس الاتجاهات نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو:

تستهدف أداة قياس الاتجاهات في البحث الحالي قياس اتجاهات الطلاب الإيجابية والسلبية نحو مفاهيم

تكنولوجيا النانو المتضمنة في البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة.

٢- تحديد التعريف الإجرائي للاتجاهات نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو، كما سبق تعريفه (ص ١٦).

٣- تحديد مجالات أداة قياس الاتجاهات نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو:

ولتحديد مجالات أداة قياس الاتجاهات نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو، تم إجراء دراسة تحليلية للأدبيات والدراسات ذات الصلة الوثيقة بموضوع البحث الحالي، ولاسيما الدراسات التي أولت اهتماماً بقياس اتجاهات الطلاب نحو بعض المواد العلمية، ومنها: دراسة رواشدة (٢٠٠٤م) ومندور (٢٠٠٧م) وتيسير (٢٠٠٧م) وسرايا (٢٠٠٧م) والصمادي (٢٠٠٨م) وصوافطة (٢٠٠٨م) وتغريد عبد الرحمن (٢٠١٠م).

كما تم الرجوع إلى بعض الدراسات والبحوث التي تناولت قياس اتجاهات الطلاب نحو بعض المستحدثات التكنولوجية أو التعليم الإلكتروني، ومنها: دراسة عبد العاطي (٢٠٠٦م) وأمبوسعيدى والبلوشي (٢٠٠٦م) ومحمد وآخرون (٢٠٠٨م) والشناق ودومي (٢٠١٠م) وصوافطة والفشتكي (٢٠١٠م).

وفي ضوء هذه الدراسات التي تناولت قياس جوانب مختلفة من اتجاهات الطلاب نحو بعض المواد العلمية أو المستحدثات التكنولوجية تم استنتاج سبع مجالات تقيس اتجاهات الطلاب نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو تتمثل فيما يأتي:

أ - الاتجاه نحو القدرة على اكتساب مفاهيم تكنولوجيا النانو.

ب - الاتجاه نحو الاستماع العلمي والمعرفي بتعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو.

ج - الاتجاه نحو تقدير الاهتمام بتعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو.

د - الاتجاه نحو تقدير أهمية تعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو.

هـ - الاتجاه نحو حب البحث والاطلاع والاكتشاف في تكنولوجيا النانو.

و - الاتجاه نحو اختيار مهنة مستقبلية في تكنولوجيا النانو.

ز - الاتجاه نحو مواكبة التطورات العلمية في تكنولوجيا النانو.

٤ - صياغة عبارات أداة قياس الاتجاهات:

وبعد تحديد مجالات أداة قياس الاتجاهات نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو، والرجوع إلى الدراسات المشار إليها في الخطوة السابقة، تم صياغة (١٧٠) عبارة، ثم اختيار (٦٥) عبارة منها؛ تقيس اتجاهات الطلاب المعرفية، والانفعالية، والسلوكية؛ بطريقة تختلف حولها وجهات نظر الطلاب بصور متباينة، منها (٤٠) عبارة تعكس تفضيل واستحسان الطلاب للفكرة أو الموضوع بصورة إيجابية، و (٢٥) عبارة تعكس رفض الفكرة أو الموضوع، وعدم استحسانها بصورة سلبية.

وصيغت العبارات في ضوء المحكات التي حددها كل من أبي حلو والعمر(د-ت، ص ص ٥٠- ٥١) وسوسن شاكر (٢٠٠٧م، ص ٣٢١) ومن أهمها ما يأتي:

- أ - مراعاة خصائص الأفراد المستهدف قياس اتجاهاتهم.
- ب - صياغة عبارات متناسقة وواضحة في المحتوى؛ بحيث تقيس كل عبارة مفهوماً أو فكرة واحدة.
- ج - أن تتميز بسهولة التطبيق والتصحيح، واستخراج النتائج بعد اختبار صدقها وثباتها.
- د - اختيار العبارات التي يعتقد أنها تغطي المدى الكلي من المقياس.
- هـ - صياغة العبارات في صيغة الحاضر.
- و - تجنب العبارات التي يمكن أن تفسر بأكثر من معنى.
- ز - تجنب العبارات التي قد يوافق عليها جميع أفراد العينة أو التي تحتمل ألا يوافق عليها الجميع.
- ح - اختيار العبارات التي تغطي المجال المستهدف قياسه.
- ط - أن تكون لغة العبارات بسيطة وواضحة ومباشرة.

٥- تحديد مواصفات أداة قياس الاتجاهات نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو:

ويوضح الجدول (٨) توزيع العبارات التي تقيس الاتجاهات الإيجابية نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو، وكذلك العبارات التي تقيس الاتجاهات السلبية تبعاً لمجالات أداة قياس الاتجاهات المحددة :

جدول (٨)

مواصفات أداة قياس الاتجاهات نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو

م	المجالات	العبارات		المجموع	الوزن النسبي
		العبارات الموجبة	العبارات السالبة		
١	القدرة على اكتساب مفاهيم تكنولوجيا النانو.	5	3	8	12.30 %
٢	الاستماع العلمي والمعرفي بتعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو.	4	2	6	9.23 %
٣	الاهتمام بتعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو.	10	6	16	61.24 %
٤	أهمية تعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو.	7	3	10	15.38 %
٥	حب البحث والاطلاع والاكتشاف في تكنولوجيا النانو.	5	3	8	12.30 %
٦	اختيار مهنة مستقبلية في تكنولوجيا النانو.	4	3	7	10.76 %
٧	مواكبة التطورات العلمية لتكنولوجيا النانو.	5	5	10	15.38 %
	المجموع	40	25	65	100 %

٦- ضبط أداة قياس الاتجاهات نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو:

تم التحقق من أداة قياس الاتجاهات نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو باستخدام الطرق الآتية:

أ - صدق الاتساق الظاهري لأداة قياس الاتجاهات:

للتحقق من صدق الاتساق الظاهري لأداة قياس الاتجاهات تم عرضه على (١٤) محكماً من المتخصصين في القياس والتقويم، والمناهج وطرق التدريس، وتقنيات التعليم، وذلك بعد تعريف الاتجاهات إجرائياً، وتوضيح الهدف من الأداة، وطلب منهم تقييمها في ضوء المحكات الآتية:

- وضوح تعليمات أداة قياس الاتجاهات للطلاب.
- سلامة الصياغة اللغوية لفقرات أداة قياس الاتجاهات.
- الدقة العلمية لفقرات أداة قياس الاتجاهات.
- ملائمة فقرات أداة قياس الاتجاهات لخصائص الطلاب.
- انتماء فقرات أداة قياس الاتجاهات للمجال المستهدف قياسه.
- قدرة فقرات أداة قياس الاتجاهات على قياس الاتجاهات المستهدف قياسها.

وتم تحديد نسبة (80٪) فأكثر مؤشراً إيجابياً لمدى مناسبة عبارات أداة قياس الاتجاهات، وإذا قلت النسبة عن ذلك، فعندئذ تعدل الفقرات في ضوء مقترحات وملحوظات المحكمين، وتم إخراج الأداة في صورتها النهائية كما يوضح الملحق (٩).

ب - الصدق الذاتي لأداة قياس الاتجاهات:

تم التحقق من مؤشر الصدق الذاتي لأداة قياس الاتجاهات نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو بحساب الجذر التربيعي لمعامل ثبات ألفا كرونباخ وفقاً للمعادلة الرياضية التي تُعبر عن ذلك؛ حيث يعبر عنه رياضياً بأنه: (الجذر التربيعي لمعامل الثبات) وبناء على ذلك، تم حساب الصدق الذاتي لأداة قياس الاتجاهات وفقاً للمعادلة الرياضية التالية: الصدق الذاتي = $\sqrt{\text{الثبات}} = \sqrt{0.91} = 0.95$ ، وذلك بالرجوع للجدول رقم (١١) ص ١١٢، وهي قيمة مرتفعة، وتعطي دلالة إيجابية على مدى صدق أداة قياس الاتجاهات.

ج- صدق الاتساق الداخلي لأداة قياس الاتجاهات:

يهدف الاتساق الداخلي لأداة البحث إلى معرفة مدى قياس الأداة للظاهرة المستهدف قياسها، وتعتمد فكرته على حساب معاملات الارتباط بين كل عبارة والعبارات الأخرى. (سوسن شاكر، ٢٠٠٧م، ص ١٠٤).

وللتحقق من تجانس أداة قياس الاتجاهات داخلياً، وقدرتها على قياس الاتجاهات المستهدف قياسها، تم استخدام طريقة الاتساق الداخلي، وهي إحدى طرق صدق التكوين (Construct Validity) وذلك بتجربة الأداة على عينة استطلاعية مكونة من (٣٨) طالباً من طلاب الصف الثاني الثانوي علمي، لعينة

مماثلة من خارج المجموعة التجريبية بمدرسة (ثانوية القيروان) التابعين لإدارة التربية والتعليم للبنين بمحافظة الطائف، وتم حساب معامل ارتباط بيرسون (Pearson) بين الدرجة لكل فقرة من فقرات أداة قياس الاتجاهات والدرجة الكلية للأداة، والجدول (٩) يوضح نتائج معاملات الارتباط بين الدرجة لكل فقرة من فقرات أداة قياس الاتجاهات والدرجة الكلية له.

جدول (٩)

نتائج معامل ارتباط بيرسون بين الدرجة لكل فقرة والدرجة الكلية لأداة قياس الاتجاهات

رقم الفقرة	معامل الارتباط	رقم الفقرة	معامل الارتباط	رقم الفقرة	معامل الارتباط	رقم الفقرة	معامل الارتباط	رقم الفقرة	معامل الارتباط
1	**0,66	14	**0,47	27	**0,49	40	**0,66	53	*0,41
2	**0,65	15	**0,60	28	*0,40	41	**0,54	54	**0,83
3	**0,49	16	*0,36	29	**0,54	42	*0,41	55	**0,74
4	**0,60	17	**0,67	30	*0,41	43	**0,60	56	**0,49
5	**0,63	18	**0,69	31	**0,54	44	*0,44	57	**0,50
6	*0,39	19	**0,50	32	**0,60	45	*0,39	58	**0,64
7	**0,50	20	*0,41	33	**0,50	46	**0,56	59	**0,51
8	**0,63	21	*0,39	34	**0,61	47	**0,79	60	*0,33
9	**0,55	22	**0,50	35	**0,70	48	**0,81	61	**0,69
10	**0,61	23	**0,52	36	*0,43	49	**0,52	62	**0,49
11	**0,48	24	**0,60	37	**0,60	50	**0,60	63	**0,70
12	**0,60	25	**0,66	38	*0,48	51	**0,73	64	**0,69
13	**0,70	26	*0,41	39	**0,63	52	**0,81	65	*0,44

* دالة إحصائية عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$) **دالة إحصائية عند ($\alpha < 0.01$)

تشير البيانات الواردة في الجدول (٩) إلى وجود ارتباطات ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$) و ($\alpha < 0.01$) بين كل فقرة من فقرات أداة قياس الاتجاهات نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو والدرجة الكلية له؛ حيث تراوحت قيم معاملات الارتباط المحسوبة بين (0.33—0.83) وهي قيم مرتفعة؛ مما يعدُّ مؤشراً إيجابياً على صدق الاتساق الداخلي لأداة قياس الاتجاهات نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو. كما تم استخراج معامل ارتباط بيرسون بين كل مجال من مجالات أداة قياس الاتجاهات مع الدرجة الكلية له، والجدول (١٠) يوضح معاملات الاتساق الداخلي لمجالات لأداة قياس الاتجاهات.

جدول (١٠)

معامل ارتباط بيرسون بين كل مجال من مجالات أداة قياس الاتجاهات والمجال الكلي للأداة

م	مجالات أداة قياس الاتجاهات	معامل ارتباط بيرسون
١	الاتجاه نحو القدرة على اكتساب مفاهيم تكنولوجيا النانو.	**0.91
٢	الاتجاه نحو الاستمتاع العلمي والمعرفي بتعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو.	**0.93
٣	الاتجاه نحو تقدير الاهتمام بتعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو.	**0.85
٤	الاتجاه نحو تقدير أهمية تعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو.	**0.80
٥	الاتجاه نحو حب البحث والاكتشاف في تكنولوجيا النانو.	**0.91
٦	الاتجاه نحو اختيار مهنة مستقبلية في تكنولوجيا النانو.	**0.86
٧	الاتجاه نحو مواكبة التطورات العلمية لتكنولوجيا النانو.	**0.84

** دالة إحصائية عند ($\alpha < 0.01$)

تشير البيانات الواردة في الجدول (١٠) إلى وجود ارتباط ذي دلالة إحصائية عند ($\alpha < 0.01$) لكل مجال من مجالات أداة قياس الاتجاهات نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو والدرجة الكلية للأداة، حيث تراوحت قيم معاملات الارتباط بين (0.80-0.93) مما يعزز صدق الاتساق الداخلي لأداة قياس الاتجاهات نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو.

٧- ثبات أداة قياس الاتجاهات نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو:

للتحقق من ثبات أداة قياس الاتجاهات تم استخدام طريقة إعادة الاختبار (Test-Retest Reliability) على عينة استطلاعية من طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي ممثلة للمجموعة التجريبية، مكونة من (٣٨) طالباً من طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي بمدرسة القيروان الثانوية على فترتين يفصل بينهما (١٤) يوماً؛ وذلك لحساب معامل الارتباط بين التطبيقين، باستخدام معامل ارتباط بيرسون، والجدول (١١) يوضح نتائج معامل ارتباط بيرسون على مستوى كل مجال من مجالات أداة قياس الاتجاهات، وعند المستوى الكلي للأداة.

جدول (١١)

يوضح نتائج معامل ارتباط بيرسون لكل مجال من مجالات أداة قياس الاتجاهات، وعلى المستوى الكلي للأداة

م	مجالات أداة قياس الاتجاهات	معامل ارتباط بيرسون
١	القدرة على اكتساب مفاهيم تكنولوجيا النانو.	0.90
٢	الاستمتاع العلمي والمعرفي بتعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو.	0.93
٣	تقدير الاهتمام بتعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو.	0.90
٤	تقدير أهمية تعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو.	0.90
٥	حب البحث والاكتشاف في تكنولوجيا النانو.	0.92
٦	اختيار مهنة مستقبلية في تكنولوجيا النانو.	0.89
٧	مواكبة التطورات العلمية لتكنولوجيا النانو.	0.92
	الكلي	0.91

يتضح من الجدول (١١) أن معاملات ثبات مجالات أداة قياس الاتجاهات وفق طريقة (Test-Retest) قد تراوحت بين (0.89- 0.93) وعلى المستوى الكلي للأداة (0.91) وهي معاملات ارتباط مرتفعة، تقترب من (١) صحيح، وتعطي دلالة صادقة على ثبات أداة قياس الاتجاهات، ومدى مناسبتها للتطبيق، وتحقيق أهداف البحث الحالي.

كما تم استخدام معامل ألفا كرونباخ للتحقق من ثبات أداة قياس الاتجاهات على مستوى كل مجال من مجالات أداة قياس الاتجاهات، ومعامل الثبات على المستوى الكلي للأداة، والجدول (١٢) يوضح نتائج معامل ألفا كرونباخ للثبات على مستوى كل مجال، وعلى المستوى الكلي للأداة.

الجدول رقم (١٢)

نتائج معامل ألفا كرونباخ لثبات أداة قياس الاتجاهات على مستوى كل مجال وعلى المستوى الكلي للأداة

م	مجالات أداة قياس الاتجاهات	معامل ثبات (ألفا كرونباخ)
١	القدرة على اكتساب مفاهيم تكنولوجيا النانو.	0.91
٢	الاستمتاع العلمي والمعرفي بتعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو.	0.90
٣	تقدير الاهتمام بتعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو.	0.87
٤	تقدير أهمية تعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو.	0.89
٥	حب البحث والاكتشاف في تكنولوجيا النانو.	0.92
٦	اختيار مهنة مستقبلية في تكنولوجيا النانو.	0.88
٧	مواكبة التطورات العلمية لتكنولوجيا النانو.	0.90
	الكلي	0.90

يتضح من الجدول (١٢) أن قيم معاملات ثبات مجالات أداة قياس الاتجاهات باستخدام طريقة معامل ألفا كرونباخ تراوحت بين (0.87-0.92) وعلى المستوى الكلي لأداة القياس (0.90) وهي قيم معاملات ارتباط مرتفعة، تشير إلى ثبات الاتساق الداخلي، واستقرار استجابات الطلاب على أداة القياس، ومن ثم يمكن الاعتماد عليه لقياس اتجاهات الطلاب نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو بدرجة عالية من الدقة والضبط.

٨ - تقدير زمن أداة قياس الاتجاهات:

لتقدير زمن أداة قياس الاتجاهات نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو تم حساب متوسط الزمن للإجابة على عبارات الأداة بالمعادلة الآتية:

متوسط الزمن = الزمن الذي استغرقه جميع الطلاب ÷ عدد الطلاب الذين طبقت عليهم أداة قياس الاتجاهات

$$= 38 \div 90 = 25 \text{ دقيقة، وبهذا يتضح أن معدل الزمن للإجابة على الأداة يقدر بـ } (25) \text{ دقيقة.}$$

٩ - تقدير درجة أداة قياس الاتجاهات:

تم تصحيح استجابات الطلاب على أداة قياس الاتجاهات في ضوء مقياس ليكرت ذي التدرج الخماسي، كما يوضح الجدول (١٣).

جدول (١٣)

تقدير درجة أداة قياس الاتجاهات نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو

درجة الموافقة					العبارات
أوافق بشدة	أوافق	أوافق بدرجة متوسطة	غير موافق	غير موافق بشدة	
5	4	3	2	1	الموجبة
1	2	3	4	5	السالبة

تاسعاً: إجراءات تطبيق أدوات البحث:

تهدف هذه الخطوة إلى تطبيق البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة؛ للتحقق من فعاليته في إكساب طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي مفاهيم تكنولوجيا النانو، وتنمية اتجاهاتهم العلمية نحوها، وتم تطبيق البحث وفق الإجراءات المنهجية الآتية:

أ - التمهيد لتطبيق تجربة البحث:

تم عقد لقاء تمهيدي مع طلاب المجموعة التجريبية يستهدف تهيئتهم لتطبيق البرنامج التعليمي لمفاهيم تكنولوجيا النانو؛ حيث تم تعريفهم بفكرة البرنامج، وأهدافه، وأهميته، وفوائده بالنسبة لهم، وطريقة تنفيذه، كما تم عرض بعض الأفلام العلمية الوثائقية بواسطة برمجية الوسائط المتعددة التي تناقش بعض القضايا العلمية والاجتماعية، والاقتصادية، والأخلاقية ذات العلاقة الوثيقة بتكنولوجيا النانو، وتأثيراتها الحالية والمستقبلية،

والتغييرات التي يمكن أن تحدثها على الدول والشعوب في مختلف المجالات العلمية؛ وذلك بهدف جذب اهتمامهم وتهيئتهم ذهنياً ونفسياً لإجراء تجربة البحث.

ب - التطبيق القبلي لأداتي البحث:

بعد التأكد من صدق وثبات أداتي البحث وملاءمتها للتطبيق، ولتقصي فعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة في إكساب طلاب الصف الثاني الثانوي مفاهيم تكنولوجيا النانو، وتنمية اتجاهاتهم العلمية نحوها، تم تطبيق أداتي البحث: (الاختبار التحصيلي لمفاهيم تكنولوجيا النانو، وأداة قياس الاتجاهات نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو) على المجموعة التجريبية المكونة من (٤٢) طالباً من طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي بمدرسة ثانوية الحرمين بإدارة التربية والتعليم بمحافظة الطائف؛ وذلك بهدف قياس أدائهم على الأداتين قبل تطبيق البرنامج التعليمي لمفاهيم تكنولوجيا النانو.

ج - إجراء المعالجة التجريبية:

تم تطبيق البرنامج التعليمي على المجموعة التجريبية خلال الفصل الدراسي الثاني للعام الدراسي (١٤٣٢هـ - ١٤٣٣هـ) لمدة شهرين بداية من ٢ / ٥ / ١٤٣٣هـ إلى ٦ / ٦ / ١٤٣٣هـ؛ أي إن تطبيق البرنامج استغرق ما يقارب (١٦) حصة بواقع حصتين أسبوعياً؛ وذلك بتدريب الطلاب على أنموذجين - تقريباً - كل حصة، واستهدف التدريب إكساب الطلاب مفاهيم تكنولوجيا النانو، من حيث الفكرة الأساسية للمفهوم، ومدلولها العلمي، وتحليلها إلى عناصرها وأفكارها الأساسية، وتحديد العلاقات القائمة بين عواملها، وعلاقاتها مع المفاهيم الأخرى في تكنولوجيا النانو، والأمثلة الموضحة لها، وخصائصها، وتطبيقاتها العملية في مختلف المجالات العلمية.

د - إعادة تطبيق أداتي البحث:

تم إعادة تطبيق أداتي البحث الاختبار التحصيلي لمفاهيم تكنولوجيا النانو، وأداة قياس الاتجاهات نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو على المجموعة التجريبية بعد الانتهاء من تطبيق البرنامج التعليمي؛ وذلك بهدف تقصي فعاليته في إكساب طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي مفاهيم تكنولوجيا النانو، وتنمية اتجاهاتهم العلمية نحوها، عن طريق قياس الفرق بين التطبيقين القبلي والبعدي، باستخدام الأساليب الإحصائية المحددة في الإجراء الآتي.

عاشراً: المعالجة الإحصائية للبيانات:

لمعالجة بيانات البحث، والإجابة على أسئلته، والتحقق من صحة فروضه، تم استخدام معامل (ألفا كرونباخ) لحساب معامل الثبات لأداتي البحث بطريقة الاتساق الداخلي، ومعامل ارتباط بيرسون لحساب ثباتهما وفقاً لأسلوب ثبات الاستقرار (Test- Retest). لتأكد من صلاحية أداتي البحث للتطبيق، وبعد

ذلك تم استخدام الرزمة الإحصائية للعلوم الاجتماعية (SPSS) الإصدار (16) لإجراء المعالجات الإحصائية الآتية :

- ١ - المتوسطات الحسابية، والانحرافات المعيارية، لحساب استجابات أفراد المجموعة التجريبية على كل من الاختبار التحصيلي، وأداة قياس الاتجاهات نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو.
- ٢- استخدم اختبار (T-Test) لعينتين مرتبطتين (Paired sample) بهدف تحديد الفرق بين متوسطي أداء الطلاب لكل من التطبيقين القبلي والبعدي على الاختبار التحصيلي لمفاهيم تكنولوجيا النانو، وكذلك على أداة قياس الاتجاهات نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو.
- ٣- اختبار كولموغوروف - سميرونوف (Komogrove-smirnov Test) لفحص اعتدالية التوزيع.
- ٤- استخدام معادلة إيتا تربيع (η^2) لحساب حجم الأثر، وتفسير نسبة تباين المتغير التابع التي ترجع إلى العامل المستقل.

الفصل الرابع

نتائج البحث ومناقشتها وتفسيرها

أولاً: نتائج البحث.

ثانياً: مناقشة نتائج البحث وتفسيرها.

ثالثاً: توصيات البحث.

رابعاً: مقترحات البحث.

الفصل الرابع

نتائج البحث ومناقشتها وتفسيرها

استهدف البحث الحالي استقصاء فعالية برنامج تعليمي قائم على الوسائط المتعددة في إكساب طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي مفاهيم تكنولوجيا النانو، وتنمية اتجاهاتهم العلمية نحوها، وفيما يلي عرض للنتائج التي تم التوصل إليها، ومناقشتها وتفسيرها في ضوء أسئلة البحث، والتحقق من صحة فروضه:

أولاً: نتائج البحث:

أسفرت نتائج التحليل الإحصائي المتعلقة بأسئلة البحث والتحقق من صحة فرضياته عن النتائج الآتية:

١- النتائج المتعلقة بالسؤال الأول:

نص السؤال الأول على: ما البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة لمفاهيم تكنولوجيا النانو؟ تمت الإجابة على هذا السؤال من خلال الإجراءات المنهجية لبناء قائمة مفاهيم تكنولوجيا النانو، والإجراءات المنهجية لبناء البرنامج التعليمي، بالإضافة كذلك للإجراءات المنهجية لتصميم برمجية الوسائط المتعددة في الفصل الثالث، هذا بالإضافة إلى تحديد مفهومه وفلسفته، وأهدافه العامة، ومسوغاته، وخصائصه، وأهدافه الإجرائية، والأدوات والتقنيات المساعدة في تنفيذه، وإجراءات تنفيذه، ومحتواه التعليمي، وأنشطة التعلم، وأساليب التقويم، وعملية التغذية الراجعة، والتدريبات المنزلية، كما هو موضح في الملحق (١)

٢ - النتائج المتعلقة بالسؤال الثاني:

ينص السؤال الثاني على الآتي:

ما فعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة في إكساب طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي مفاهيم تكنولوجيا النانو عند مستوى التذكر؟ وللإجابة على هذا السؤال، تم صياغة الفرض الصفري الآتي:

" لا يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$) بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي للاختبار التحصيلي لمفاهيم تكنولوجيا النانو عند مستوى التذكر يعزى لفعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة ".

ولاختبار صحة هذا الفرض تم التحقق من اعتدالية التوزيع باستخدام اختبار (كولموجروف - سميرونوف) (Kolmogrove - smirnov Test) لفحص اعتدالية التوزيع للبيانات، والجدول (١٤) يوضح نتائج اختبار اعتدالية التوزيع للبيانات عند مستوى التذكر.

جدول (١٤)

اختبار (كولموجروف - سميرونوف) لفحص اعتدالية التوزيع لمستوى التذكر

مستوى الدلالة	اختبار (كولموجروف - سميرونوف)	مستوى المجال المعرفي
Sig	Kolmogorov-Smirnova	
0.065	0.140	التذكر

تظهر البيانات الواردة في الجدول (١٤) مطابقة نتائج المجموعة التجريبية في الاختبار التحصيلي لمستوى التذكر للتوزيع الطبيعي؛ حيث كانت قيمة المعنوية للاختبار (كولموجروف - سميرونوف) تساوي (0.06) وهي غير دالة إحصائياً عند مستوى دلالة (0.05) مما يشير إلى اعتدالية التوزيع للبيانات، وأنه توزيع طبيعي.

وبعد التحقق من اعتدالية التوزيع تم استخدام اختبار (T-Test) لعينتين مرتبطتين (Paired Samples Statistics) لفحص دلالة الفرق في مستوى أداء أفراد المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي للاختبار التحصيلي عند مستوى (التذكر) كما تم إيجاد قيمة إيتا تربيع (η^2) لتحديد أثر المعالجة التجريبية على العامل التابع : $\eta^2 = \frac{T^2}{T^2+N-1}$ ويمكن تفسير قيمة إيتا تربيع عن طريق الإشارات التي قدمها (Cohen) وهي: من (0.01 - 0.06) تأثير ضئيل، وأعلى من (0.06) إلى أقل من (0.14) تأثير معتدل، وأعلى من (0.16) تأثير كبير. (بالانت، ٢٠٠٧ م ، ص٢٣٧) والجدول (١٥) يوضح هذه النتائج.

جدول (١٥)

نتائج اختبار (ت) لعينتين مرتبطتين لفحص دلالة الفرق بين التطبيقين القبلي والبعدي للاختبار

التحصيلي عند مستوى التذكر، وقيمة (η^2)

القياس	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	درجات الحرية	قيمة (ت) المحسوبة	مستوى الدلالة	حجم الأثر إيتا تربيع
القبلي	13.92	3.139	36	-15.14	*0.00	0.86
البعدي	23.68	4.090				

*دالة إحصائية عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$)

تشير البيانات الواردة في الجدول (١٥) إلى وجود فرق دال إحصائياً عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$) وبالرجوع إلى المتوسطات الحسابية يتضح أن متوسط أداء المجموعة التجريبية على الاختبار التحصيلي البعدي (23.68) أعلى من متوسط درجاتها في الاختبار التحصيلي القبلي (13.92) وأن قيمة (ت) المحسوبة (-15.14) ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha < 0.05$) ودرجة حرية (36). وأظهرت النتائج أن حجم الأثر المحسوب لإيتا تربيع (η^2) والبالغ قيمته (0.86) ذي دلالة عملية مرتفعة؛ وذلك حسب تصنيف كوهن (Cohen) وهذا يعني أن أكثر من (86٪) من التباين الكلي من المتغير التابع (التحصيل في مستوى التذكر) يرجع للمتغير المستقل (البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة) مما يشير إلى فعالية البرنامج التعليمي

القائم على الوسائط المتعددة في إكساب طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي مفاهيم تكنولوجيا النانو، والتي تقع ضمن مستوى التذكر؛ وهذا يقود ضمناً إلى رفض الفرض الصفري الأول للبحث؛ حيث تبين وجود فرق دال إحصائياً عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$) بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي عند مستوى التذكر لصالح التطبيق البعدي، يعزى لفعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة.

٣ - النتائج المتعلقة بالسؤال الثالث:

ينص السؤال الثالث على الآتي:

ما فعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة في إكساب طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي مفاهيم تكنولوجيا النانو عند مستوى الفهم ؟

ولإجابة على هذا السؤال، تم صياغة الفرض الصفري الآتي:

" لا يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$) بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي للاختبار التحصيلي لمفاهيم تكنولوجيا النانو عند مستوى الفهم يعزى لفعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة "

ولاختبار صحة هذا الفرض؛ تم التحقق من اعتدالية التوزيع باستخدام - اختبار (كولموجروف - سميرونوف) (Kolmogrove - smirnov Test) لفحص اعتدالية التوزيع للبيانات عند مستوى الفهم، والجدول (١٦) يوضح هذه النتائج.

جدول (١٦)

اختبار (كولموجروف - سميرونوف) لفحص اعتدالية التوزيع عند مستوى الفهم

مستوى الدلالة Sig	اختبار (كولموجروف - سميرونوف) Kolmogorov-Smirnova	مستوى المجال المعرفي
0.067	0.139	مستوى الفهم

يوضح الجدول (١٦) مطابقة نتائج المجموعة التجريبية في الاختبار التحصيلي لمستوى الفهم للتوزيع الطبيعي، وقد تبين عند اختبار قيمة معنوية التوزيع أنها تساوي (0.06) وهي غير دالة إحصائياً عند مستوى دلالة (0.05) مما يشير إلى اعتدالية التوزيع للبيانات.

وبعد التحقق من اعتدالية التوزيع تم استخدام اختبار (T-Test) لعينتين مرتبطتين (Paired Samples Statistics) لفحص دلالة الفرق بين مستوى أداء أفراد المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي للاختبار التحصيلي لمفاهيم تكنولوجيا النانو عند مستوى (الفهم) كما تم حساب قيمة إيتا تربيع (η^2) لتحديد تأثير المعالجة التجريبية على العامل التابع، والجدول (١٧) يوضح نتائج هذا الاختبار.

جدول (١٧)

نتائج اختبار (ت) لعينتين مرتبطتين لفحص دلالة الفرق بين التطبيقين القبلي والبعدي للاختبار

التحصيلي عند مستوى الفهم، وقيمة (η^2)

القياس	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	درجات الحرية	قيمة (ت) المحسوبة	مستوى الدلالة	حجم الأثر إيتا تربيع
القبلي	9.86	2.637	36	-12.313	*0.00	0.81
البعدي	15.57	2.387				

* دالة إحصائية عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$)

تشير البيانات الواردة في الجدول (١٧) إلى وجود فرق بين متوسط درجات المجموعة التجريبية على الاختبار التحصيلي لمستوى الفهم في التطبيق القبلي، ومتوسط درجاتهم في التطبيق البعدي، حيث كان متوسط درجاتهم في الاختبار التحصيلي البعدي (15.57) وهو أعلى من متوسط درجاتها في الاختبار التحصيلي القبلي (9.86) وأن قيمة (ت) المحسوبة (-12.31) دالة إحصائية عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$) ودرجة حرية (36) وأظهرت النتائج: أن حجم الأثر المحسوب لإيتا تربيع (η^2) والبالغ قيمته (0.81) ذو دلالة عملية مرتفعة؛ وذلك حسب تصنيف كوهن (Cohen) حيث إن (81٪) من التباين الكلي يعود لتأثير البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة على العامل التابع (التحصيل في مستوى الفهم) مما يؤكد على فعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة في إكساب طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي مفاهيم تكنولوجيا النانو، والتي تقع ضمن مستوى الفهم، وهذه النتيجة تثبت عدم صحة الفرض الصفري الثاني؛ بمعنى أنه يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$) بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي للاختبار التحصيلي لمفاهيم تكنولوجيا النانو عند مستوى الفهم لصالح التطبيق البعدي، يعزى لفعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة.

٤- النتائج المتعلقة بالسؤال الرابع:

ينص السؤال الرابع على الآتي:

ما فعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة في إكساب طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي مفاهيم تكنولوجيا النانو عند مستوى التحليل؟

وللإجابة على هذا السؤال، تم صياغة الفرض الصفري الآتي:

" لا يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$) بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي للاختبار التحصيلي لمفاهيم تكنولوجيا النانو عند مستوى التحليل يعزى لفعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة ".

ولاختبار صحة هذا الفرض تم التحقق من اعتدالية التوزيع باستخدام اختبار (كولموجروف-سميرنوف) (Kolmogrove - smirnov Test) لفحص اعتدالية التوزيع للبيانات عند مستوى التحليل، والجدول (١٨) يوضح نتائج هذا التحليل.

جدول (١٨)

اختبار (كولموجروف-سميرنوف) لفحص اعتدالية التوزيع عند مستوى التحليل

مستوى الدلالة	اختبار (كولموجروف-سميرنوف)	مستوى المجال المعرفي
Sig	Kolmogorov-Smirnova	
0.200	0.112	التحليل

تشير البيانات الواردة في الجدول (١٨) لاختبار (كولموجروف-سميرنوف) مطابقة نتائج المجموعة التجريبية في الاختبار التحصيلي عند مستوى التحليل للتوزيع الطبيعي؛ حيث كانت قيمة المعنوية للاختبار تساوي (0.20) وهي غير دالة إحصائياً عند مستوى دلالة (0.05) مما يشير إلى اعتدالية التوزيع للبيانات.

وبعد التحقق من اعتدالية التوزيع تم استخدام اختبار (T-Test) لعينتين مرتبطتين (Paired Samples Statistics) لفحص دلالة الفرق بين مستوى أداء أفراد المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي للاختبار التحصيلي لمفاهيم تكنولوجيا النانو عند مستوى (التحليل) كما تم إيجاد قيمة إيتا تربيع (η^2) لتحديد تأثير المعالجة التجريبية على العامل التابع، والجدول (١٩) يوضح نتائج هذا الاختبار.

جدول (١٩)

نتائج اختبار (ت) لعينتين مرتبطتين لفحص دلالة الفرق بين التطبيقين القبلي والبعدي على الاختبار

التحصيلي لمستوى التحليل، وقيمة (η^2)

القياس	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	درجات الحرية	قيمة (ت) المحسوبة	مستوى الدلالة	حجم الأثر إيتا تربيع
القبلي	6.65	2.058	36	-14.046	*0.00	0.84
البعدي	11.54	2.834				

*دالة إحصائياً عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$)

يتضح من الجدول (١٩) وجود فرق دال إحصائياً عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$) بين متوسطي درجات التطبيقين القبلي والبعدي لأداء أفراد المجموعة التجريبية على الاختبار التحصيلي عند مستوى التحليل، وبمقارنة المتوسطات الحسابية بالجدول يتضح أن: متوسط أداء المجموعة التجريبية على الاختبار التحصيلي البعدي (11.54) أعلى من متوسط درجاتهم في الاختبار التحصيلي القبلي (6.65) وأن قيمة (ت) المحسوبة (-14.04) دالة إحصائياً عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$)، ودرجة حرية (36) وكشفت النتائج أن حجم الأثر المحسوب لإيتا تربيع (η^2) والبالغ قيمته (0.84) وحسب تصنيف كوهن (Cohen) أنها ذات دلالة عملية مرتفعة؛ أي إن

(84%) من التباين الكلي يعود لأثر المعالجة التجريبية؛ مما يشير إلى فعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة في إكساب طلاب الصف الثاني الثانوي علمي مفاهيم تكنولوجيا النانو عند مستوى التحليل، وهذه النتيجة تثبت عدم صحة الفرض الصفري الثالث؛ حيث تبين وجود فرق دال إحصائياً عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$) بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي للاختبار التحصيلي لمفاهيم تكنولوجيا النانو عند مستوى التحليل لصالح التطبيق البعدي، يعزى لفعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة.

٥ - النتائج المتعلقة بالسؤال الخامس:

ينص السؤال الخامس على الآتي:

ما فعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة في إكساب طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي مفاهيم تكنولوجيا النانو على المستوى الكلي للاختبار التحصيلي؟

وللإجابة على هذا السؤال، تم صياغة الفرض الصفري التالي:

" لا يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$) بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي للاختبار التحصيلي لمفاهيم تكنولوجيا النانو على المستوى الكلي للاختبار يعزى لفعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة "

ولاختبار صحة هذا الفرض تم التحقق من اعتدالية التوزيع باستخدام اختبار (كولموجروف - سميرنوف) (Kolmogorov-smirnov Test) لفحص اعتدالية التوزيع للبيانات على المستوى الكلي للاختبار التحصيلي، والجدول (٢٠) يوضح نتائج هذا الاختبار.

جدول (٢٠)

اختبار (كولموجروف - سميرنوف) لفحص اعتدالية التوزيع في الاختبار التحصيلي على المستوى الكلي

المستويات المعرفية	اختبار (كولموجروف - سميرنوف) Kolmogorov-Smirnova	مستوى الدلالة Sig
المستوى الكلي (التذكر، الفهم، التحليل)	0.109	0.200

تظهر البيانات الواردة في الجدول (٢٠) لاختبار (كولموجروف - سميرنوف) مطابقة نتائج المجموعة التجريبية للتوزيع الطبيعي؛ حيث تبين أن قيمة المعنوية للاختبار تساوي (0.20) وهي غير دالة إحصائياً عند مستوى دلالة (0.05) مما يشير إلى اعتدالية التوزيع للبيانات على المستوى الكلي للاختبار التحصيلي.

وبعد التحقق من اعتدالية التوزيع تم استخدام اختبار (T-Test) لعينتين مرتبطتين (Paired Samples Statistics) لفحص دلالة الفرق بين مستوى أداء أفراد المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي للاختبار التحصيلي لمفاهيم تكنولوجيا النانو عند المستويات المعرفية: (التذكر، الفهم، التحليل) مجتمعة، ولتحديد قوة

تأثير المعالجة التجريبية على العامل التابع تم حساب حجم الأثر باستخدام معادلة إيتا تربيع (η^2) والجدول (٢١) يوضح هذه النتائج.

جدول (٢١)

نتائج اختبار (ت) لعينتين مرتبطتين لفحص دلالة الفرق بين التطبيقين القبلي والبعدى على المستوى الكلي للاختبار

التحصيلي، وقيمة (η^2)

القياس	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	درجات الحرية	قيمة (ت) المحسوبة	مستوى الدلالة	حجم الأثر إيتا تربيع
القبلي	30.43	5.096	36	-23.577	*0.00	0.93
البعدى	50.78	6.065				

*دالة إحصائية عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$)

يتضح من الجدول (٢١) وجود فرق دال إحصائياً عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$) بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدى على المستوى الكلي للاختبار التحصيلي.

وبالرجوع إلى المتوسطات الحسابية يتبين أن متوسط أداء المجموعة التجريبية على الاختبار التحصيلي البعدى (50.78) أعلى من متوسط درجاتهم في الاختبار التحصيلي القبلي (30.43) وأن قيمة (ت) المحسوبة (-23.57) ودرجة حرية (36) وتشير النتائج إلى أن حجم الأثر المحسوب لإيتا تربيع (η^2) والبالغ قيمته (0.93) يُعبر عن أن حجم الأثر للعامل المستقل مرتفع، حسب تصنيف كوهن (Cohen) وهذا يعني أن (93%) من التباين الكلي لدرجات التحصيل البعدى على المستوى الكلي للاختبار التحصيلي يعود لتأثير البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة؛ مما يشير إلى فعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة في إكساب طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي مفاهيم تكنولوجيا النانو على المستوى الكلي للاختبار التحصيلي؛ وهذه النتيجة تثبت عدم صحة الفرض الصفري الرابع؛ أي إن هناك فرقاً ذا دلالة إحصائية عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$) بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدى للاختبار التحصيلي لمفاهيم تكنولوجيا النانو على المستوى الكلي له، لصالح التطبيق البعدى، يعزى لفعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة.

٦- النتائج المتعلقة بالسؤال السادس:

ينص السؤال السادس على الآتي:

ما فعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة في تنمية اتجاهات طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو في مجال القدرة على اكتساب مفاهيم تكنولوجيا النانو؟ وللإجابة على هذا السؤال، تم صياغة الفرض الصفري الذي ينص على أنه:

" لا يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$) بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي على أداة قياس الاتجاهات نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو في مجال القدرة على اكتساب مفاهيم تكنولوجيا النانو، يعزى لفعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة ". ولاختبار صحة هذا الفرض تم التحقق من اعتدالية التوزيع باستخدام اختبار (كولموجروف - سميرونوف) (Kolmogorov - smirnov Test) لفحص اعتدالية التوزيع لبيانات أداة قياس الاتجاهات نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو في مجال القدرة على اكتساب مفاهيم تكنولوجيا النانو، والجدول (٢٢) يبين هذه النتائج.

جدول (٢٢)

اختبار (كولموجروف - سميرونوف) لفحص اعتدالية التوزيع بمجال الاتجاهات نحو القدرة على اكتساب مفاهيم تكنولوجيا النانو

مستوى الدلالة	اختبار (كولموجروف - سميرونوف)	مجال الاتجاهات
Sig	Kolmogorov-Smirnova	
0.200	0.110	القدرة على اكتساب مفاهيم تكنولوجيا النانو.

توضح البيانات الواردة في الجدول (٢٢) لاختبار (كولموجروف - سميرونوف) مطابقة نتائج المجموعة التجريبية لأداة قياس الاتجاهات في مجال القدرة على اكتساب مفاهيم تكنولوجيا النانو للتوزيع الطبيعي؛ حيث كانت قيمة المعنوية للاختبار تساوي (0.20) وهي غير دالة إحصائياً عند مستوى دلالة (0.05) مما يشير إلى اعتدالية التوزيع للبيانات.

وبعد التحقق من اعتدالية التوزيع للبيانات، تم استخدام اختبار (T-Test) لعينتين مرتبطتين (Paired Samples Statistics) لفحص دلالة الفرق بين أداء أفراد المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي على أداة قياس الاتجاهات في مجال القدرة على اكتساب مفاهيم تكنولوجيا النانو، وليبيان مقدار تأثير المعالجة التجريبية على العامل التابع تم حساب حجم الأثر باستخدام معادلة إيتا تربيع (η^2) والجدول (٢٣) يوضح نتائج هذا التحليل.

جدول (٢٣)

نتائج اختبار (ت) لعينتين مرتبطتين لفحص دلالة الفرق بين التطبيقين القبلي والبعدي لأداة قياس الاتجاهات في مجال القدرة

على اكتساب مفاهيم تكنولوجيا النانو، وقيمة (η^2)

القياس	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	درجات الحرية	قيمة (ت) المحسوبة	مستوى الدلالة	حجم الأثر إيتا تربيع
القبلي	17.70	2.459	36	-11.322	*0.00	0.78
البعدي	22.68	2.096				

*دالة إحصائياً عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$)

توضح نتائج تحليل البيانات الواردة في الجدول (٢٣) أن متوسط أداء المجموعة التجريبية على أداة قياس الاتجاهات نحو القدرة على اكتساب مفاهيم تكنولوجيا النانو على القياس البعدي (22.68) أعلى من متوسط الدرجات في القياس القبلي (17.70) وأن قيمة (ت) المحسوبة (-11.32) دالة إحصائياً عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$) ودرجة حرية (36) كما تظهر النتائج أن حجم الأثر المحسوب لإيتا تربيع (η^2) والبالغ قيمته (0.78) ذو دلالة عملية مرتفعة؛ وذلك حسب تصنيف كوهن (Cohen) وهذا يعني أن (78٪) من التباين الكلي في المتغير التابع يعود لأثر العامل المستقل؛ مما يشير إلى فعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة في تنمية اتجاهات المجموعة التجريبية نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو في مجال القدرة على اكتساب مفاهيم تكنولوجيا النانو؛ وتفيد هذه النتيجة، رفض الفرض الصفري الخامس؛ أي إنه يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$) بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي على أداة قياس الاتجاهات نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو في مجال القدرة على اكتساب مفاهيم تكنولوجيا النانو لصالح التطبيق البعدي، يعزى لفعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة.

٧- النتائج المتعلقة بالسؤال السابع:

ينص السؤال السابع على الآتي:

ما فعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة في تنمية اتجاهات طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو في مجال الاستمتاع العلمي والمعرفي بتعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو؟ ولإجابة على هذا السؤال، تم صياغة الفرض الصفري الآتي:

" لا يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$) بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي على أداة قياس الاتجاهات نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو في مجال الاستمتاع العلمي والمعرفي بتعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو يعزى لفعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة ".

ولاختبار صحة هذا الفرض تم التحقق من اعتدالية التوزيع باستخدام اختبار (كولموجروف - سميرونوف) (Kolmogrove - smirnov Test) لفحص اعتدالية توزيع البيانات لأداة قياس الاتجاهات في مجال الاستمتاع العلمي والمعرفي بتعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو، والجدول (٢٤) يبين نتائج هذا التحليل.

جدول (٢٤)

اختبار (كولموجروف - سميرنوف) لفحص اعتدالية التوزيع لأداة قياس الاتجاهات في مجال الاستمتاع العلمي والمعرفي بتعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو

مستوى الدلالة Sig	اختبار (كولموجروف - سميرنوف) Kolmogorov-Smirnova	مجال أداة قياس الاتجاهات
0.200	0.117	الاستمتاع العلمي والمعرفي بتعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو.

تظهر نتائج التحليل الإحصائي الواردة في الجدول (٢٤) لاختبار (كولموجروف - سميرنوف) مطابقة نتائج المجموعة التجريبية لأداة قياس الاتجاهات في مجال الاستمتاع العلمي والمعرفي بتعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو للتوزيع الطبيعي؛ حيث كانت قيمة المعنوية للاختبار تساوي (0.20) وهي غير دالة إحصائياً عند مستوى دلالة (0.05) مما يشير إلى اعتدالية التوزيع للبيانات.

وتم استخدام اختبار (T-Test) لعينتين مرتبطتين (Paired Samples Statistics) لفحص دلالة الفرق بين متوسطي أداء أفراد المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لأداة قياس الاتجاهات في مجال الاستمتاع العلمي والمعرفي بتعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو، وحساب حجم الأثر باستخدام معادلة إيتا تربيع (η^2) والجدول (٢٥) يوضح نتائج هذا التحليل.

جدول (٢٥)

نتائج اختبار (ت) لعينتين مرتبطتين لفحص دلالة الفرق بين التطبيقين القبلي والبعدي لأداة قياس الاتجاهات في مجال الاستمتاع العلمي والمعرفي بتعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو، وقيمة (η^2)

القياس	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	درجات الحرية	قيمة (ت) المحسوبة	مستوى الدلالة	حجم الأثر إيتا تربيع
القبلي	15.81	4.42	36	-2.974	*0.005	0.20
البعدي	18.73	2.85				

*دالة إحصائياً عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$)

توضح البيانات الواردة في الجدول (٢٥) وجود فرق دال إحصائياً عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$) بين متوسطي درجات أفراد المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي على أداة قياس الاتجاهات نحو تكنولوجيا النانو في مجال الاستمتاع العلمي والمعرفي بتعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو، وبالرجوع إلى المتوسطات الحسابية، يتبين أن متوسط أداء المجموعة التجريبية على القياس البعدي (18.73) أعلى من متوسط درجاتها في القياس القبلي (15.81) وأظهرت نتائج التحليل الإحصائي أن حجم الأثر المحسوب لإيتا تربيع (η^2) والبالغ قيمته (0.20) ذو دلالة عملية مرتفعة؛ مما يشير إلى أن (20%) من التباين الكلي يعود لتأثير العامل المستقل في

العامل التابع؛ مما يؤكد فعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة في تنمية اتجاهات المجموعة التجريبية نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو في مجال الاستمتاع العلمي والمعرفي بتعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو، وهذا النتيجة تثبت عدم صحة الفرض الصفري السادس؛ أي أنه يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$) بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي على أداة قياس الاتجاهات نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو في مجال الاستمتاع العلمي والمعرفي بتعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو، لصالح التطبيق البعدي، يعزى لفعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة.

٨ - النتائج المتعلقة بالسؤال الثامن:

ينص السؤال الثامن على الآتي:

ما فعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة في تنمية اتجاهات طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو في مجال تقدير الاهتمام بمفاهيم تكنولوجيا النانو؟

وللإجابة على هذا السؤال، تم صياغة الفرض الصفري الذي ينص على أنه:

" لا يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$) بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي على أداة قياس الاتجاهات نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو في مجال تقدير الاهتمام بتعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو يعزى لفاعلية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة ". ولاختبار صحة هذا الفرض تم التحقق من اعتدالية التوزيع باستخدام اختبار (كولموجروف - سميرنوف) (Kolmogorov-smirnov Test) لفحص اعتدالية توزيع البيانات لأداة قياس الاتجاهات في مجال تقدير الاهتمام بتعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو، والجدول (٢٦) يوضح نتائج هذا الاختبار.

جدول (٢٦)

اختبار (كولموجروف - سميرنوف) لفحص اعتدالية التوزيع لأداة قياس الاتجاهات في مجال تقدير الاهتمام بتعلم مفاهيم

تكنولوجيا النانو

مستوى الدلالة Sig	اختبار (كولموجروف - سميرنوف) Kolmogorov-Smirnova	مجال أداة قياس الاتجاهات
0.102	0.132	تقدير الاهتمام بتعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو.

توضح البيانات الواردة في الجدول (٢٦) لاختبار (كولموجروف - سميرنوف) مطابقة نتائج المجموعة التجريبية لأداة قياس الاتجاهات في مجال تقدير الاهتمام بتعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو للتوزيع الطبيعي؛ حيث كانت قيمة المعنوية للاختبار تساوي (0.10) وهي غير دالة إحصائياً عند مستوى دلالة (0.05) مما يدل على اعتدالية التوزيع للبيانات.

وبعد التحقق من اعتدالية التوزيع تم استخدام اختبار (T-Test) للعينتين مرتبطتين (Paired Samples Statistics) لفحص دلالة الفرق بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي على أداة قياس الاتجاهات في مجال تقدير الاهتمام بمفاهيم تكنولوجيا النانو، وحساب حجم الأثر باستخدام معادلة إيتا تربيع (η^2) وكانت النتائج على النحو المبين في الجدول (٢٧).

جدول (٢٧)

نتائج اختبار (ت) لعينتين مرتبطتين لفحص دلالة الفرق بين متوسطي التطبيقين القبلي والبعدي لأداة قياس الاتجاهات في مجال تقدير الاهتمام بتعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو، وقيمة (η^2)

القياس	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	درجات الحرية	قيمة (ت) المحسوبة	مستوى الدلالة	حجم الأثر إيتا تربيع
القبلي	37.46	6.18	36	-7.158	*0.00	0.59
البعدي	45.84	6.34				

*دالة إحصائية عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$)

تظهر البيانات الواردة في الجدول (٢٧) وجود فرق دال إحصائياً عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$) بين متوسطي درجات أفراد المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي على أداة قياس الاتجاهات نحو تكنولوجيا النانو في مجال تقدير الاهتمام بتعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو، وتشير المتوسطات الحسابية إلى أن متوسط أداء المجموعة التجريبية على القياس البعدي (45.84) أعلى من متوسط درجاتها في القياس القبلي (37.46) وأن قيمة (ت) المحسوبة (-7.15) وكشفت نتائج التحليل الإحصائي - أيضاً - أن حجم الأثر المحسوب لإيتا تربيع (η^2) والبالغ قيمته (0.59) ذو دلالة عملية مرتفعة حسب تصنيف كوهن (Cohen) مما يشير إلى فعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة في تنمية اتجاهات المجموعة التجريبية نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو في مجال تقدير الاهتمام بتعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو؛ وهذه النتيجة تقود إلى رفض الفرض الصفري السابع؛ أي إنه يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$) بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي على أداة قياس الاتجاهات نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو في مجال تقدير الاهتمام بتعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو، لصالح التطبيق البعدي يعزى، لفعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة.

٩ - النتائج المتعلقة بالسؤال التاسع:

ينص السؤال التاسع على الآتي:

ما فعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة في تنمية اتجاهات طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو في مجال تقدير أهمية تعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو؟

وللإجابة على هذا السؤال، تم صياغة الفرض الصفري الآتي:

" لا يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$) بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي على أداة قياس الاتجاهات نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو في مجال تقدير أهمية تعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو، يعزى لفعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة ". ولاختبار صحة هذا الفرض تم التحقق من اعتدالية التوزيع باستخدام اختبار (كولموجروف - سميرونوف) (Kolmogorov - smirnov Test) لفحص اعتدالية توزيع البيانات لأداة قياس الاتجاهات في مجال تقدير أهمية تعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو، والجدول (٢٨) يوضح هذه النتائج.

جدول (٢٨)

اختبار (كولموجروف - سميرونوف) لفحص اعتدالية التوزيع لأداة قياس الاتجاهات في مجال تقدير أهمية تعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو

مستوى الدلالة Sig	اختبار (كولموجروف - سميرونوف) Kolmogorov-Smirnova	مجال أداة قياس الاتجاهات
0.133	0.128	تقدير أهمية تعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو.

تظهر البيانات الواردة في الجدول (٢٨) مطابقة نتائج المجموعة التجريبية لأداة قياس الاتجاهات في مجال تقدير أهمية تعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو للتوزيع الطبيعي؛ حيث كانت قيمة المعنوية للاختبار تساوي (0.133) وهي غير دالة إحصائياً عند مستوى دلالة (0.05) مما يشير إلى اعتدالية التوزيع للبيانات.

وتم استخدام اختبار (T-Test) لعينتين مرتبطتين (Paired Samples Statistics) لفحص دلالة الفرق بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي على أداة قياس الاتجاهات في مجال تقدير أهمية تعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو، كما تم إيجاد قيمة إيتا تربيع (η^2) لبيان تأثير المعالجة التجريبية على العامل التابع، والجدول (٢٩) يوضح هذه النتائج.

جدول (٢٩)

نتائج اختبار (ت) لعينتين مرتبطتين لفحص دلالة الفرق بين التطبيقين القبلي والبعدي لأداة قياس الاتجاهات في مجال تقدير أهمية تعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو، وقيمة (η^2)

القياس	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	درجات الحرية	قيمة (ت) المحسوبة	مستوى الدلالة	حجم الأثر إيتا تربيع
القبلي	25.27	5.12	36	-5.69	*0.00	0.47
البعدي	30.11	4.04				

*دالة إحصائياً عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$)

كشفت نتائج التحليل الإحصائي الواردة في الجدول (٢٩) عن وجود فرق دال إحصائياً عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$) بين متوسطي درجات أفراد المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي على أداة قياس الاتجاهات نحو تكنولوجيا النانو في مجال تقدير أهمية تعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو، وتشير المتوسطات الحسابية إلى أن متوسط أداء المجموعة التجريبية على القياس البعدي (30.11) أعلى من متوسط الدرجات في القياس القبلي (25.27) وأن قيمة (ت) المحسوبة (-5.69) كما تظهر البيانات أن حجم الأثر المحسوب لإيتا تربيع (η^2) والبالغ قيمته (0.47) ذو دلالة عملية مرتفعة؛ بمعنى أن (47٪) من التباين الكلي في المتغير التابع، يعود لأثر العامل المستقل؛ مما يشير إلى فعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة في تنمية اتجاهات المجموعة التجريبية نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو في مجال تقدير أهمية تعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو؛ وهذه النتيجة تؤدي إلى رفض الفرض الصفري الثامن؛ أي إنه يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$) بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي على أداة قياس الاتجاهات نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو في مجال تقدير أهمية تعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو، لصالح التطبيق البعدي، يعزى لفعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة.

١٠ - النتائج المتعلقة بالسؤال العاشر:

ينص السؤال العاشر على الآتي:

ما فعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة في تنمية اتجاهات طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو في مجال حب البحث والاكتشاف في تكنولوجيا النانو؟ وللإجابة على هذا السؤال، تم صياغة الفرض الصفري الذي ينص على أنه:

" لا يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$) بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي على أداة قياس الاتجاهات نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو في مجال حب البحث والاكتشاف في تكنولوجيا النانو يعزى لفاعلية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة ".

ولاختبار صحة هذا الفرض تم التحقق من اعتدالية التوزيع باستخدام اختبار (كولموغروف - سميرونوف) (Kolmogrove-smirnov Test) لفحص اعتدالية توزيع البيانات لأداة قياس الاتجاهات في مجال حب البحث والاكتشاف في تكنولوجيا النانو، والجدول (٣٠) يوضح نتائج اختبار اعتدالية التوزيع لهذا المجال.

جدول (٣٠)

اختبار (كولموجروف - سميرنوف) لفحص اعتدالية التوزيع للأداة في مجال حب البحث والاكتشاف في تكنولوجيا النانو

مستوى الدلالة	اختبار (كولموجروف - سميرنوف)	مجال أداة قياس الاتجاهات
Sig	Kolmogorov-Smirnova	
0.146	0.126	حب البحث والاكتشاف في تكنولوجيا النانو.

تظهر النتائج الواردة في الجدول (٣٠) مطابقة نتائج المجموعة التجريبية على أداة قياس الاتجاهات في مجال حب البحث والاكتشاف في تكنولوجيا النانو للتوزيع الطبيعي؛ حيث كانت قيمة المعنوية للاختبار تساوي (0.146) وهي غير دالة إحصائياً عند مستوى دلالة (0.05) مما يشير إلى اعتدالية التوزيع للبيانات.

وبعد التحقق من اعتدالية التوزيع، تم استخدام اختبار (T-Test) لعينتين مرتبطتين (Paired Samples Statistics) لفحص دلالة الفرق بين متوسطي المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي على أداة قياس الاتجاهات في مجال حب البحث والاكتشاف في تكنولوجيا النانو، كما تم حساب قيمة إيتا تربيع (η^2) لتحديد أثر المعالجة التجريبية على العامل التابع، والجدول (٣١) يبين خلاصة هذه النتائج.

جدول (٣١)

نتائج اختبار (ت) لعينتين مرتبطتين لفحص دلالة الفرق بين التطبيقين القبلي والبعدي لأداة قياس الاتجاهات في

مجال حب البحث والاكتشاف في تكنولوجيا النانو، وقيمة (η^2)

القياس	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	درجات الحرية	قيمة (ت) المحسوبة	مستوى الدلالة	حجم الأثر إيتا تربيع
القبلي	19.11	3.82	36	-7.52	*0.00	0.61
البعدي	24.24	4.26				

*دالة إحصائية عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$)

تظهر نتائج التحليل الإحصائي في الجدول (٣١) وجود فرق دال إحصائياً عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$) بين متوسطي درجات أفراد المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي على أداة قياس الاتجاهات نحو تكنولوجيا النانو في مجال حب البحث والاكتشاف في تكنولوجيا النانو، ويتضح من المتوسطات الحسابية أن متوسط أداء المجموعة التجريبية على القياس البعدي (24.24) أعلى من متوسط الدرجات في القياس القبلي (19.11) وأن قيمة (ت) المحسوبة (-7.52) دالة عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$) ودرجة حرية (36) كما تظهر البيانات أن حجم الأثر المحسوب لإيتا تربيع (η^2) والبالغ قيمته (0.61) ذو دلالة عملية مرتفعة حسب تصنيف كوهن (Cohen) أي إن (0.61٪) من التباين الكلي في المتغير التابع يعود لتأثير المعالجة التجريبية؛ مما يشير إلى فعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة في تنمية اتجاهات المجموعة التجريبية نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو في مجال حب البحث والاكتشاف في تكنولوجيا النانو؛ مما يعني رفض الفرض الصفري التاسع؛ بمعنى أنه يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$) بين متوسطي درجات المجموعة

التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي على أداة قياس الاتجاهات نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو في مجال حب البحث والاكتشاف في تكنولوجيا النانو لصالح التطبيق البعدي، يعزى لفعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة.

١٠. النتائج المتعلقة بالسؤال الحادي عشر:

ينص السؤال الحادي عشر على الآتي:

ما فعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة في تنمية اتجاهات طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو في مجال اختيار مهنة مستقبلية في تكنولوجيا النانو؟

وللإجابة على هذا السؤال، تم صياغة الفرض الصفري الآتي:

" لا يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$) بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي على أداة قياس الاتجاهات نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو في مجال اختيار مهنة مستقبلية في تكنولوجيا النانو يعزى لفعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة".

ولاختبار صحة هذا الفرض تم التحقق من اعتدالية التوزيع باستخدام اختبار (كولموجروف - سميرونوف) (Kolmogrove - smirnov Test) لفحص اعتدالية توزيع البيانات لأداة قياس الاتجاهات في مجال اختيار مهنة مستقبلية في تكنولوجيا النانو، والجدول (٣٢) يوضح هذه النتائج.

جدول (٣٢)

اختبار (كولموجروف - سميرونوف) لفحص اعتدالية التوزيع للأداة في مجال اختيار مهنة مستقبلية في تكنولوجيا النانو

مستوى الدلالة Sig	اختبار (كولموجروف - سميرونوف) Kolmogorov-Smirnova	مجال مقاس الاتجاهات
0.160	0.123	اختيار مهنة مستقبلية في تكنولوجيا النانو

توضح البيانات الواردة في الجدول (٣٢) مطابقة نتائج المجموعة التجريبية لأداة قياس الاتجاهات في مجال اختيار مهنة مستقبلية في تكنولوجيا النانو للتوزيع الطبيعي؛ حيث إن قيمة المعنوية للاختبار تساوي (0.16) وهي غير دالة إحصائياً عند مستوى دلالة (0.05) مما يدل على اعتدالية التوزيع للبيانات.

وبعد التحقق من اعتدالية التوزيع تم استخدام اختبار (T-Test) لعينتين مرتبطتين (Paired Samples Statistics) لفحص دلالة الفرق بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي على أداة قياس الاتجاهات في مجال اختيار مهنة مستقبلية في تكنولوجيا النانو، كما تم إيجاد قيمة إيتا تربيع (η^2) لتحديد أثر المعالجة التجريبية على العامل التابع، والجدول (٣٣) يوضح خلاصة النتائج التي تم التوصل إليها.

جدول (٣٣)

نتائج اختبار (ت) لعينتين مرتبطتين لفحص دلالة الفرق بين التطبيقين القبلي والبعدي لأداة قياس الاتجاهات في مجال اختيار مهنة مستقبلية في تكنولوجيا النانو، وقيمة (η^2)

القياس	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	درجات الحرية	قيمة (ت) المحسوبة	مستوى الدلالة	حجم الأثر إيتا تربيع
القبلي	16.97	2.42	36	3.086	*0.004	0.21
البعدي	19.08	3.26				

*دالة إحصائية عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$)

تشير البيانات الواردة في الجدول (٣٣) إلى وجود فرق بين متوسطي درجات أفراد المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي على أداة قياس الاتجاهات نحو تكنولوجيا النانو في مجال اختيار مهنة مستقبلية في تكنولوجيا النانو، وبالرجوع إلى الجدول يتضح أن متوسط أداء المجموعة التجريبية على القياس البعدي (19.08) أعلى من متوسط درجاتها في القياس القبلي (16.97) وأن قيمة (ت) المحسوبة تساوي (3.08) وهذا الفرق دال إحصائياً عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$) ودرجة حرية (36) كما تظهر البيانات أن حجم الأثر المحسوب لإيتا تربيع (η^2) والبالغ قيمته (0.21) ذو دلالة عملية مرتفعة؛ أي إن (21٪) من التباين الكلي في المتغير التابع يعود لتأثير المعالجة التجريبية؛ مما يشير إلى فعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة في تنمية اتجاهات المجموعة التجريبية نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو في مجال اختيار مهنة مستقبلية في تكنولوجيا النانو؛ مما يقود إلى رفض الفرض الصفري العاشر؛ أي إنه يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$) بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي على أداة قياس الاتجاهات نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو في مجال اختيار مهنة مستقبلية في تكنولوجيا النانو، لصالح التطبيق البعدي، يعزى لفاعلية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة.

١٢. النتائج المتعلقة بالسؤال الثاني عشر:

ينص السؤال الثاني عشر على الآتي:

ما فعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة في تنمية اتجاهات طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو في مجال مواكبة التطورات العلمية لتكنولوجيا النانو؟

ولإجابة على هذا السؤال، تم صياغة الفرض الصفري الذي ينص على أنه:

" لا يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$) بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي على أداة قياس الاتجاهات نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو في مجال مواكبة التطورات العلمية لتكنولوجيا النانو يعزى لفاعلية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة ".

ولاختبار صحة هذا الفرض تم التحقق من اعتدالية التوزيع باستخدام اختبار (كولموجروف - سميرونوف) (Kolmogorov - smirnov Test) لفحص اعتدالية توزيع البيانات لأداة قياس الاتجاهات في مجال مواكبة التطورات العلمية لتكنولوجيا النانو، والجدول (٣٤) يبين هذه النتائج.

جدول (٣٤)

اختبار (كولموجروف - سميرونوف) لفحص اعتدالية التوزيع بمجال الاتجاهات نحو مواكبة التطورات العلمية لتكنولوجيا النانو

مستوى الدلالة	اختبار (كولموجروف - سميرونوف)	مجال أداة قياس الاتجاهات
Sig	Kolmogorov-Smirnov	
0.193	0.121	مواكبة التطورات العلمية لتكنولوجيا النانو.

يتبين من النتائج التي يعرضها الجدول (٣٤) مطابقة نتائج المجموعة التجريبية لأداة قياس الاتجاهات في مجال مواكبة التطورات العلمية لتكنولوجيا النانو للتوزيع الطبيعي؛ حيث كانت قيمة المعنوية للاختبار تساوي (0.193) وهي غير دالة إحصائياً عند مستوى دلالة (0.05) وهذا يدل على اعتدالية التوزيع للبيانات.

وتم استخدام اختبار (T-Test) لعينتين مرتبطتين (Paired Samples Statistics) لفحص دلالة الفرق بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي على أداة قياس الاتجاهات في مجال مواكبة التطورات العلمية لتكنولوجيا النانو، ولفحص ما إذا كان هذا الفرق بين المتوسطين حقيقياً تم اختبار فرضية البحث الصفرية عند معامل إيتا تربيع (η^2) لقياس حجم الأثر، والجدول (٣٥) يوضح نتائج هذا التحليل.

جدول (٣٥)

نتائج اختبار (ت) لعينتين مرتبطتين لفحص دلالة الفرق بين التطبيقين القبلي والبعدي لأداة قياس الاتجاهات في

مجال مواكبة التطورات العلمية لتكنولوجيا النانو، وقيمة (η^2)

القياس	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	درجات الحرية	قيمة (ت) المحسوبة	مستوى الدلالة	حجم الأثر إيتا تربيع
القبلي	25.49	4.56	36	- 4.41	*0.00	0.35
البعدي	27.70	4.04				

*دالة إحصائياً عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$)

يتضح من النتائج الواردة في الجدول (٣٥) وجود فرق بين متوسطي درجات أفراد المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي على أداة قياس الاتجاهات نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو في مجال مواكبة التطورات العلمية لتكنولوجيا النانو؛ حيث تشير المتوسطات الحسابية إلى أن متوسط أداء المجموعة التجريبية على القياس البعدي (27.70) أعلى من متوسط درجاتهم في القياس القبلي (25.49) وأن قيمة (ت) المحسوبة (-4.41) دالة إحصائياً عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$) ودرجة حرية (36) كما تظهر البيانات أن قيمة إيتا تربيع (η^2) والبالغ (0.35) يشير إلى أن حجم الأثر للمتغير المستقل كبير؛ مما يشير إلى فعالية البرنامج التعليمي القائم على

الوسائط المتعددة في تنمية اتجاهات المجموعة التجريبية نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو في مجال مواكبة التطورات العلمية لتكنولوجيا النانو؛ وهذا يدل على أن الفرق بين المتوسطين له دلالة عملية؛ مما يقتضي رفض الفرض الصفري الحادي عشر؛ أي إنه يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$) بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي على أداة قياس الاتجاهات نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو في مجال مواكبة التطورات العلمية لتكنولوجيا النانو، لصالح التطبيق البعدي، يعزى لفعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة.

١٣ - النتائج المتعلقة بالسؤال الثالث عشر:

ينص السؤال الثالث عشر على الآتي:

ما فعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة في تنمية اتجاهات طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو على المستوى الكلي لأداة قياس الاتجاهات ؟

وللإجابة على هذا السؤال، تم صياغة الفرض الصفري التالي:

" لا يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$) بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي على المستوى الكلي لأداة قياس الاتجاهات نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو يعزى لفعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة."

ولاختبار صحة هذا الفرض تم التحقق من اعتدالية التوزيع باستخدام اختبار (كولموجروف - سميرنوف) (Kolmogrove - smirnov Test) لفحص اعتدالية التوزيع للبيانات على المستوى الكلي لأداة قياس الاتجاهات نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو، والجدول (٣٦) يوضح نتائج هذا الاختبار.

جدول (٣٦)

اختبار (كولموجروف - سميرنوف) لفحص اعتدالية التوزيع على المستوى الكلي لأداة قياس الاتجاهات نحو مفاهيم

تكنولوجيا النانو

مستوى الدلالة	اختبار (كولموجروف - سميرنوف)	مجال أداة قياس الاتجاهات
Sig	Kolmogorov-Smirnova	
0.200	0.075	الكلي

توضح البيانات الواردة في الجدول (٣٦) مطابقة نتائج المجموعة التجريبية على المستوى الكلي لأداة قياس الاتجاهات نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو للتوزيع الطبيعي؛ حيث كانت قيمة المعنوية للاختبار تساوي (0.20) وهي غير دالة إحصائياً عند مستوى دلالة (0.05) مما يدل على اعتدالية التوزيع للبيانات.

وبعد التحقق من اعتدالية التوزيع تم استخدام اختبار (T-Test) لعينتين مرتبطتين (Paired Samples Statistics) لفحص دلالة الفرق بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي على

المستوى الكلي لأداة قياس الاتجاهات نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو، ولفحص ما إذا كان هذا الفرق بين المتوسطين حقيقياً تم اختبار فرضية البحث الصفرية عند معامل إيتا تربيع (η^2) لقياس حجم الأثر، والجدول (٣٧) يوضح هذه النتائج.

جدول (٣٧)

نتائج اختبار (ت) لعينتين مرتبطتين لفحص دلالة الفرق بين التطبيقين القبلي والبعدي على المستوى الكلي لأداة قياس الاتجاهات، وقيمة (η^2)

القياس	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	درجات الحرية	قيمة (ت) المحسوبة	مستوى الدلالة	حجم الأثر إيتا تربيع
القبلي	157.81	11.26	36	14.58	*0.00	0.85
البعدي	188.38	12.39				

*دالة إحصائية عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$)

تشير البيانات في الجدول (٣٧) إلى وجود فرق بين متوسطي درجات أفراد المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي على المستوى الكلي لأداة قياس الاتجاهات نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو، ويتبين من المتوسطات الحسابية أن متوسط أداء المجموعة التجريبية على القياس البعدي (188.38) أعلى من متوسط درجاتها في القياس القبلي (157.81) وأن قيمة (ت) المحسوبة (14.58) دالة عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$) ودرجة حرية (36) وأشارت نتائج التحليل الإحصائي أن حجم الأثر المحسوب لإيتا تربيع (η^2) وبالبلغ قيمته (0.85) ذو دلالة عملية مرتفعة حسب تصنيف كوهن (Cohen) وهذا يشير إلى أن (85٪) من التباين الكلي في المتغير التابع يعود لتأثير العامل المستقل؛ مما يشير إلى فعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة في تنمية اتجاهات المجموعة التجريبية نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو على المستوى الكلي لأداة قياس الاتجاهات؛ وهذه النتيجة تشير إلى رفض الفرض الصفرية الثاني عشر؛ أي إنه يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$) بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي على المستوى الكلي لأداة قياس الاتجاهات نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو، لصالح التطبيق البعدي، يعزى لفاعلية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة.

ثانياً: مناقشة نتائج البحث وتفسيرها:

يمكن تفسير نتائج البحث التي تم التوصل إليها في ضوء ما تم ملاحظة أثناء تطبيق البرنامج، وما أسفرت عنه المعالجة الإحصائية لاختبار صحة فروض البحث من نتائج على النحو التالي:

١ - مناقشة وتفسير النتائج المتعلقة بالسؤال الأول:

سبق الإشارة إلى ما تم من إجراءات بخصوص الإجابة على هذا السؤال (ص ١١٧) حيث إن الإجابة على هذا السؤال تقتصر على الجوانب النظرية الوصفية المتعلقة ببناء قائمة مفاهيم تكنولوجيا النانو، وبناء

البرنامج التعليمي، وتصميم الوسائط المتعددة؛ لهذا تقتصر مناقشة وتفسير نتائج البحث على الأسئلة المرتبطة باختبار صحة فروضه.

٢ - مناقشة وتفسير النتائج المتعلقة بالسؤال الثاني:

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فرق دال إحصائياً بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي للاختبار التحصيلي لمفاهيم تكنولوجيا النانو عند مستوى التذكر لصالح التطبيق البعدي، ووجود حجم أثر مرتفع ذو دلالة عملية؛ يعزى لفعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة، ويمكن تفسير هذه النتيجة على ضوء المؤثرات الآتية:

- جودة تصميم البرنامج التعليمي لمفاهيم تكنولوجيا النانو وفق خطوات علمية منظمة، وأسس تربوية وتعليمية محددة متكاملة العناصر، ربما أسهمت في اكتساب الطلاب لمفاهيم تكنولوجيا النانو، وتحقيق الأهداف الإجرائية المعرفية عند مستوى التذكر، فالطلاب يدركون ما يقوم به من نشاط ومهام بداية من تحديد الأهداف الإجرائية حتى النتائج المستهدف تحقيقها.

- التركيز على المفاهيم الأساسية لتكنولوجيا النانو، وجعلها محور تنظيم البناء المعرفي لإكساب الطلاب مفاهيم تكنولوجيا النانو، وتعلمها بطريقة أفضل، وتدريبهم على تعلم المبادئ والقوانين التي تقوم عليها هذه المفاهيم، وتنظيم الخبرات التعليمية بطريقة تسهل عليهم عملية إدراك المفاهيم ومدلولها العلمي، وشرحها، وتفسيرها، وطرح الأمثلة التوضيحية لكل مفهوم؛ لتكوين صورة أعمق للمفهوم عند الطلاب، وبناء استدلالات ذهنية منظمة تساهم في استيعابها والقدرة على تذكرها.

- وربما يعود اكتساب الطلاب لمفاهيم تكنولوجيا النانو إلى تركيز البرنامج على المثيرات البصرية والسمعية، واهتمامه بتوظيف حواس وقدرات الطلاب المختلفة، واستناده في تحقيق الأهداف الإجرائية على برمجية الوسائط المتعددة بكل ما تتضمنه من مقاطع فيديو علمية ووثائقية، وصور ثابتة ومتحركة، ونصوص، ورسوم ثابتة ومتحركة، وألوان، وخلفيات مرئية متنوعة في منظومة تعليمية تفاعلية متكاملة؛ ربما أسهمت في تبسيط عملية اكتساب الطلاب للعمليات المعرفية المتعلقة بمفاهيم تكنولوجيا النانو، وترجمة المفاهيم والحقائق، والمبادئ، والأحداث العلمية إلى واقع افتراضي يشاهده الطلاب ويلاحظونه، ويتفاعلون مع مواقفه وأحداثه، وربط خبرات التعلم بعناصر الوسائط المتعددة لتكوين أنساق فكرية واضحة المعالم، ومجال بصري متكامل لتعزيز عملية اكتساب المفاهيم؛ وتتفق هذه النتيجة مع دراسة بان وكوسيجانيسك (Ban & Kocijanss, 2011) وما يعزز هذه التفسير؛ الدراسات التي أثبتت فعالية الوسائط المتعددة في تحقيق الأهداف التعليمية، وتنمية التحصيل العلمي لدى الطلاب في مختلف التخصصات العلمية التي أجريت عليها تلك الدراسات، ومنها: دراسة الجزار (٢٠٠٢م) ومرسي (٢٠٠٢م) والجنزوي (٢٠٠٥م) وجيهان محمد (٢٠٠٦م) وجليلة محمود (٢٠٠٧م) ودعاء أبو راشد (٢٠٠٧م) وبسيوني والشرقاوي (٢٠٠٨م).

٣ - مناقشة وتفسير النتائج المتعلقة بالسؤال الثالث:

كشفت نتائج البحث عن وجود فرق دال إحصائياً بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي للاختبار التحصيلي لمفاهيم تكنولوجيا النانو عند مستوى الفهم لصالح التطبيق البعدي، ووجود حجم أثر مرتفع ذو دلالة عملية؛ يعزى لفعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة، ويمكن تفسير هذه النتيجة في ضوء المؤشرات الآتية:

- اعتماد البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة على تفعيل دور المتعلم في عملية اكتساب مفاهيم تكنولوجيا النانو، والتوصل إلى الخبرات التعليمية بنفسه، واكتشاف الأفكار، وتوليدها، وتنظيمها، وتحقيق التكامل بينها؛ وذلك من خلال استخدام الطريقة الاستقصائية لتدريب الطلاب على تعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو، وفق خطوات علمية منظمة، تتمثل في عرض الموقف المفاهيمي المشكل، وطرح الأسئلة المثيرة للتفكير، وفرض الفروض، وجمع الأدلة والبراهين، ودقة الملاحظة، والتحليل، والتفسير، والاستنتاج، والتوصل إلى الحلول المناسبة، والتحقق من صحتها؛ مما قد يسهم في فهم الطلاب لمفاهيم تكنولوجيا النانو واستيعابها، وجعلها ذات قيمة علمية للطلاب؛ ومما يعزز هذه التفسير الأدبيات والدراسات التي تؤكد على تدريب الطلاب على عمليات التعلم الاستقصائي، والاكتشاف المبني على ممارسة عمليات التفكير العلمي، واكتشاف الحقائق وتنظيمها، وتحقيق التكامل بين أجزائها وتكوينها؛ إذ أن هذه العملية تكسب الطلاب الخبرات التعليمية القائمة على الفهم والإدراك وممارسة عمليات العلم؛ مما يسهم في تنمية مستويات الفهم لديهم، وتوليد الأفكار واكتشافها، ومن هذه الدراسات: دراسة الحكيمي (٢٠٠٠م) والحيلة (٢٠٠٣م) ومساعدة (٢٠٠٣م) وسهام صالح (٢٠٠٤م) وآمال كمال (٢٠٠٦م) والجهوري وآخرون (٢٠١١م).

- ويمكن إرجاع هذه النتيجة - أيضاً - إلى تضمين البرنامج التعليمي لمفاهيم تكنولوجيا النانو العديد من التطبيقات العملية للمفاهيم، المتمثلة في الابتكارات والإبداعات العلمية التي انبثقت فكرتها من دراسة مفاهيم تكنولوجيا النانو في المجالات العلمية المختلفة، هذا بالإضافة إلى تعزيز كل مفهوم ببعض التجارب العلمية المتمثلة في مقاطع الفيديو الوثائقية المتضمنة في برمجية الوسائط المتعددة؛ مما يسهم في تحسين قدرة الطلاب على استيعاب المفاهيم بشكل أفضل.

- إتاحة الفرصة للطلاب لممارسة أنشطة التعلم التي تعزز استيعاب مفاهيم تكنولوجيا النانو؛ حيث تضمن البرنامج التعليمي العديد من أنشطة التعلم المتنوعة الملائمة لقدرات واستعدادات واهتمامات الطلاب، وتتطلب هذه الأنشطة من الطلاب، ممارسة العديد من عمليات الفهم والإدراك المعرفي، والمعالجة الذهنية للمفاهيم، ومنها: شرح المفهوم، وتحديد مدلوله، وتفسيره العلمي، ومقارنته مع غيره من المفاهيم الأخرى ذات العلاقة الوثيقة به؛ وتحديد أوجه الشبه والاختلاف بينها، وطرح الأمثلة التوضيحية له، واستنتاج المبدأ الذي يقوم عليه المفهوم، وإعادة صياغته وفق طريقة الطالب الخاصة، كل هذه العمليات المفاهيمية يحتمل أن

تكون أسهمت في فهم الطلاب لمفاهيم تكنولوجيا النانو، واستيعابها وإدراك معانيها ومضامينها، ومدلولاتها العلمية.

٤ - مناقشة وتفسير النتائج المتعلقة بالسؤال الرابع:

أظهرت نتائج البحث عن وجود فرق دال إحصائياً بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي للاختبار التحصيلي عند مستوى التحليل، لصالح التطبيق البعدي، ووجود حجم أثر مرتفع ذو دلالة عملية؛ يعزى لفعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة، ويمكن عزو هذه النتيجة، لاهتمام البرنامج التعليمي لمفاهيم تكنولوجيا النانو بتدريب الطلاب على عملية توصيف المفهوم، وتحليله إلى عناصره ومبادئه؛ حيث إن هذه العملية تسهم في تشكيل البناء التنظيمي للمفهوم، واكتشاف خصائصه وعناصره التي تميزه عن غيره من المفاهيم الأخرى، وتحليل العلاقات القائمة بين عناصره من جهة، والعلاقات الأخرى تربطه بمفاهيم تكنولوجيا النانو من جهة ثانية، وأوجه الاتفاق والاختلاف بينها، واستنتاج القاعدة التي يقوم عليها، وتقديم الشواهد والأمثلة التوضيحية للمفهوم، وتعزيز ذلك ببعض التطبيقات العملية التي تترجم المفهوم إلى واقع عملي ملموس يلاحظه الطلاب، كل ذلك يحتمل قد أسهم في تكوين صورة ذهنية واضحة ومحددة المعالم لمفاهيم تكنولوجيا النانو، وتعميق الفكرة الأساسية للمفاهيم لدى الطلاب، وتعلمها بطريقة جيدة.

٥ - مناقشة وتفسير النتائج المتعلقة بالسؤال الخامس:

أسفرت نتائج البحث، عن وجود فرق دال إحصائياً بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي عند المستوى الكلي للاختبار التحصيلي لمفاهيم تكنولوجيا النانو، لصالح التطبيق البعدي، ووجود حجم أثر مرتفع ذو دلالة عملية؛ يعزى لفعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة، ويمكن تفسير هذه النتيجة على ضوء المؤشرات الآتية:

- بالإضافة إلى المؤشرات التي سبق الإشارة إليها عند مناقشة وتفسير النتائج المتعلقة بالسؤال الثاني، والثالث، والرابع، يمكن إرجاع هذه النتيجة - أيضاً - إلى عملية اهتمام البرنامج التعليمي بمعالجة مفاهيم تكنولوجيا النانو في ضوء الأهداف الإجرائية للمفاهيم في أطر تعليمية متكاملة، وربط الخبرات التعليمية الجديدة بالخبرات السابقة، وتحديد العلاقات القائمة بينها، والتركيز على المفاهيم الأساسية؛ لبناء مستويات معرفية مفاهيمية تمكن الطلاب من استنتاج المبادئ، والقوانين، والتعميمات التي تعتمد عليها تلك المفاهيم، وفهم البنية التركيبية لها من حيث أهدافها، وخصائصها المشتركة، وتطبيقاتها العملية المتنوعة، والتي ربما أسهمت في زيادة النمو المعرفي لدى الطلاب في اكتساب مفاهيم تكنولوجيا النانو عند المستويات المعرفية المستهدف تحقيقها؛ إذ إن هذه المستويات المعرفية مترابطة فيما بينها كمنظومة تعليمية متكاملة.

- ويمكن تفسير هذه النتيجة - أيضاً - بتفاعل العديد من عمليات وعناصر التعلم لتحقيق وظائف تعليمية واضحة ومحدد؛ ومن هذه العمليات اتساق مكونات عناصر البرنامج التعليمي من حيث تحديد الأهداف، واختيار الخبرات التعليمية المناسبة للطلاب، وتنويع أنشطة التعلم، وطريقة تنفيذ البرنامج، وأساليب تقويمه لتشخيص مدى إتقان الطلاب لتعلم المفاهيم، وتقديم عمليات التغذية الراجعة لتنشيط عملية التعلم، مع مكونات وعناصر برمجية الوسائط المتعددة في منظومة تعليمية تفاعلية متكاملة الجوانب، وربما يعود السبب كذلك إلى توفير بيئة تعليمية محفزة على التعلم النشط؛ مما أسهم في إتقان الطلاب لاكتساب مفاهيم تكنولوجيا النانو. وتتفق هذه النتيجة مع دراسة جاكوب (Jacob, 1996) ودراسة لون (Lon, 2007) ودراسة استيفنس وآخرون (Stevens, 2008) والسايح ومرفت هاني (2009) وشانونان (Chanounan, 2011).

٦ - مناقشة وتفسير النتائج المتعلقة بالسؤال السادس:

كشفت نتائج البحث عن وجود فرق دال إحصائياً بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي على أداة قياس الاتجاهات نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو في مجال الاتجاه نحو القدرة على اكتساب مفاهيم تكنولوجيا النانو، لصالح التطبيق البعدي، ووجود حجم أثر مرتفع ذو دلالة عملية؛ يعزى لفعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة.

ويمكن أن تعزى هذه النتيجة إلى مناسبة البرنامج التعليمي لخصائص الطلاب العقلية والنفسية والاجتماعية، وتركيزه على تنمية قدراتهم واستعداداتهم العقلية، والتدريب المستمر على تنمية المهارات المعرفية المتعلقة بمفاهيم تكنولوجيا النانو، وإتاحة الفرصة لهم للبحث والتجريب، والكشف عن الأسباب وتحليلها، واكتشاف الأفكار، وتنظيمها، وتحليلها، وتقويمها، وتنظيم المفاهيم والحقائق المرتبطة بها، واكتساب طرقاً جديدة للتفكير، كل هذه العوامل أو بعضها ربما كونت لديهم شعوراً وقيماً واعتقادات إيجابية بالقدرة على تعلمها، وفهم طبيعتها، وبنيتها المعرفية والعلمية، كما يحتمل أن تكون عملية تبسيط المفاهيم كونت لديهم الثقة بأنفسهم لتعلمها بطريقة جيدة.

٧ - مناقشة وتفسير النتائج المتعلقة بالسؤال السابع:

أسفرت نتائج البحث عن وجود فرق دال إحصائياً بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي على أداة قياس الاتجاهات في مجال الاتجاه نحو الاستماع العلمي والمعرفي بتعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو، لصالح التطبيق البعدي، ووجود حجم أثر مرتفع ذو دلالة عملية؛ يعزى لفعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة.

وقد تعود هذه النتيجة إلى تفاعل الطلاب مع أحداث البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة، وتقديم المفاهيم على شكل مواقف تعليمية تثير تفكيرهم للبحث عن الحلول المناسبة لها، وممارسة أنشطة التعلم

الاستقصائي لاكتشاف الحقائق العلمية بأنفسهم، وجمع المعلومات وتحليلها وتفسيرها، واختبار الفروض والتحقق من صحتها، وجمع الأدلة والبراهين، واستخلاص النتائج، ومشاركة الطالب مع زملائه في ممارسة عمليات التعلم، بالإضافة كذلك إلى جعل عملية اكتساب الطلاب للمفاهيم عملية ممتعة ومشوقة؛ عن طريق دمج المثيرات الحسية السمعية والبصرية الممتثلة في برمجية الوسائط المتعددة مع المحتوى التعليمي للبرنامج، واختيار وتنظيم الخبرات التي تلبي حاجات الطلاب واهتماماتهم وميولهم العلمية، كل هذه العوامل ربما كونت اتجاهاً إيجابياً لدى الطلاب للاستماع بالبرنامج التعليمي بما يتضمنه من أحداث ومواقف مشوقة لاكتساب المزيد من خبرات التعلم المتعلقة بمفاهيم تكنولوجيا النانو.

٨ - مناقشة وتفسير النتائج المتعلقة بالسؤال الثامن:

أظهرت نتائج البحث وجود فرق دال إحصائياً بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي على أداة قياس الاتجاهات في مجال الاتجاه نحو تقدير الاهتمام بتعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو، لصالح التطبيق البعدي، ووجود حجم أثر مرتفع ذو دلالة عملية؛ يعزى لفعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة.

ويمكن أن تعود هذه النتيجة إلى اهتمام البرنامج التعليمي بتقديم خبرات تعليمية جديدة تلبي حاجات الطلاب وطموحاتهم العلمية، وتثير دوافعهم واهتماماتهم، وتنمي ميولهم العلمية، علاوة على إثارة قضايا علمية تكنولوجياية حديثة تثير تفكيرهم وخيالهم العلمي، وتكوين الرغبة في التفاعل معها والاستفادة منها، وجذب اهتمامهم لاكتشاف عالم تكنولوجيا النانو؛ حيث إن الطلاب في هذه المرحلة يميلون للبحث والاكتشاف عن كل جديد في المجال التقني، خاصة إذا كان مرتبطاً بحياتهم، وحياة مجتمعهم، ومؤثراً فيها، كما يمكن أن يكون لتفعيل دور الطلاب في عملية اكتساب المفاهيم، وممارسة عمليات التعلم الاستقصائي النشاط أثر في تكوين بعض الميول العلمية لديهم مثل دقة الملاحظة، والتفكير العلمي، وإتاحة الفرصة لهم للتعبير عن مواقفهم واتجاهاتهم وميولهم العلمية. لعل بعض هذه العوامل أسهم في تكوين استجابات انفعالية نحو الاهتمام بتعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو لارتباطها بحياتهم وحياة مجتمعهم حالياً أو مستقبلاً، وتلبية احتياجاتهم وطموحاتهم وميولهم العلمية.

٩ - مناقشة وتفسير النتائج المتعلقة بالسؤال التاسع:

كشفت نتائج البحث عن وجود فرق دال إحصائياً بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي على أداة قياس الاتجاهات في مجال الاتجاه نحو تقدير أهمية تعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو، لصالح التطبيق البعدي، ووجود حجم أثر مرتفع ذو دلالة عملية؛ يعزى لفعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة.

ويمكن عزو هذه النتيجة إلى دور البرنامج التعليمي لمفاهيم تكنولوجيا النانو في تنمية الوعي العلمي لدى الطلاب بأهمية تكنولوجيا النانو في تقدم الدول والشعوب وتطوير مجالات الحياة، وتكوين قناعات فكرية لديهم بتأثيراتها الإيجابية والسلبية على مختلف مجالات الحياة السياسية، والاقتصادية، والاجتماعية، والأخلاقية والصحية، وتنمية إحساسهم بأهمية تعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو، والتفكير في القضايا والمشكلات التي تثيرها هذه التقنية المتقدمة، والتغيرات المتوقعة أن تحدثها على مجتمعهم والمجتمع العالمي من حولهم، وكيفية التعامل معها بوعي وبصيرة، وربما يعود السبب إلى أن البرنامج التعليمي أتاح للطلاب فرصة للتعبير عن مواقفهم واعتقاداتهم عن أهمية تعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو، هذه العوامل ربما أدت إلى تكوين استجابات إيجابية، وقيم واعتقادات بأهمية تعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو في الوقت الحاضر، نظراً لأهميتها في حياتهم العلمية والعملية الراهنة والمستقبلية.

١٠ - مناقشة وتفسير النتائج المتعلقة بالسؤال العاشر:

أشارت نتائج البحث إلى وجود فرق دال إحصائياً بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي على أداة قياس الاتجاهات في مجال الاتجاه نحو حب البحث والاطلاع والاكتشاف في تكنولوجيا النانو، لصالح التطبيق البعدي، ووجود حجم أثر مرتفع؛ يعزى لفعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة.

ويمكن إرجاع هذه النتيجة إلى أن البرنامج التعليمي لمفاهيم تكنولوجيا النانو أسهم في فتح آفاق علمية جديدة لدى الطلاب لم تكن معروفة لديهم من قبل، وأسهم في تشكيل عقلية علمية واعية ومنفتحة على التطورات العلمية لتكنولوجيا النانو، وأتاح لهم الفرصة للبحث والاطلاع على الخبرات الجديدة لهذه التقنية المتقدمة، وممارسة أساليب التفكير العلمي المنظم أثناء دراستهم للبرنامج، وتنفيذ أنشطته وتدريباته؛ وإكسابهم طرقاتاً جديدة للتفكير في موضوعات تكنولوجيا النانو، وإثارة دوافعهم للبحث والاطلاع على حقائق علمية جديدة، والتعرف على مكتشفاتها العلمية؛ لاشباع حاجاتهم وميولهم العلمية، وكيفية الاستفادة منها لتطوير إمكاناتهم وقدراتهم، من خلال البحث في المصادر العلمية، والشبكة المعلوماتية. ومن المحتمل - أيضاً - أن يكون للتدريبات المنزلية التي يكلف بها الطلاب دور إيجابي في هذه الجانب؛ حيث إن بعض هذه التدريبات تتطلب البحث في مصادر علمية مختلفة للإجابة عليها، وخاصة تلك التي تستدعي البحث عن الإبداعات والابتكارات الجديدة لتكنولوجيا النانو في مجالات علمية متنوعة.

كل هذه العوامل أو بعضها، يحتمل أن تكون أدت إلى تنمية اتجاهات وتكوين قيم واعتقادات إيجابية لدى الطلاب للبحث والاطلاع، والاستفادة من وقت فراغهم لاكتشاف أسرار تكنولوجيا النانو، بهدف تنمية خبراتهم في هذا المجال الجديد، وإشباع اهتماماتهم وميولهم العلمية، وتنمية خيالهم العلمي في هذه المرحلة العمرية التي ينشط فيها الخيال العلمي، والذي يقود ضمناً إلى الإبداعات والابتكارات في تكنولوجيا النانو،

والبحث عن الأجوبة للأسئلة التي تثير تفكيرهم العلمي، والتعرف على القضايا التي قد تثار حول تكنولوجيا النانو ومستقبلها العلمي ومخاطرها الاجتماعية، والاقتصادية، والأخلاقية، والصحية، والبيئية.

١١- مناقشة وتفسير النتائج المتعلقة بالسؤال الحادي عشر:

أسفرت نتائج البحث عن وجود فرق دال إحصائياً بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي على أداة قياس الاتجاهات في مجال الاتجاه نحو اختيار مهنة مستقبلية في تكنولوجيا النانو، لصالح التطبيق البعدي، ووجود حجم أثر مرتفع؛ يعزى لفعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة. ويمكن أن تعود هذه النتيجة إلى أن البرنامج أثار العديد من القضايا العلمية المرتبطة بالمجالات العلمية التخصصية الجديدة لتكنولوجيا النانو، فبالرغم من أن تكنولوجيا النانو انبثقت فكرتها من علمي الكيمياء والفيزياء؛ إلا أنها مع التطورات العلمية الحديثة اجتاحت كل التخصصات العلمية مثل: الطب، والهندسة، والرياضيات، والحاسبات الآلية، والأجهزة الإلكترونية الدقيقة، والتعمير والإنشاء، وصناعة المواد الغذائية وتغليفها، والمنسوجات، والمنتجات الاستهلاكية، والأدوية، وعلوم الفضاء، والقطاع العسكري، والبتروك والمعادن، والطاقة، والتقنية الحيوية، وغيرها من المجالات الاستثمارية الاقتصادية والتجارية، وأصبحت الآن تنفذ بعمق إلى كل هذه المجالات العلمية، ومن هذا المنطلق يحتمل أن يكون البرنامج أدى إلى تكوين رؤية مستقبلية لدى الطلاب للتفكير في التخصص المهني في إحدى هذه المجالات العلمية، وتكوين استجابات إيجابية تعكس توجهاتهم المستقبلية نحو هذه التخصصات العلمية الخصبية؛ لما لها من مكانة علمية واجتماعية ومادية مرموقة على غيرها من التخصصات العلمية والمهنية الأخرى في المستقبل.

١٢- مناقشة وتفسير النتائج المتعلقة بالسؤال الثاني عشر:

أشارت نتائج البحث إلى وجود فرق دال إحصائياً بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي على أداة قياس الاتجاهات في مجال الاتجاه نحو مواكبة التطورات العلمية لتكنولوجيا النانو، لصالح التطبيق البعدي، ووجود حجم أثر مرتفع؛ يعزى لفعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة.

ويمكن أن تعود هذه النتيجة إلى إسهام البرنامج في تكوين ثقافة علمية لدى الطلاب نحو تكنولوجيا النانو؛ وذلك من خلال ربط الخبرات المعرفية في البرنامج بواقعهم الذين يعيشونه من جهة، وبتطورات تكنولوجيا النانو التي يشهدها العالم في مختلف المجالات العلمية من جهة أخرى، وتكوين ارتباطات إيجابية نحو مواكبة هذه التطورات والاستفادة من معطياتها العلمية المتقدمة في تطوير قدراتهم وإبداعاتهم من جانب، وتنمية وتطوير مجتمعهم من جانب آخر، وتكوين طموحات علمية لمواكبة هذه التطورات العلمية والتكنولوجية، وتوعيتهم بآلية التعامل مع التغيرات التي ستحدثها تكنولوجيا النانو في مجتمعهم والمجتمع العالمي، وتحديد مواقفهم واتجاهاتهم منها، وتوليد شعور إيجابي بتحمل مسؤولياتهم نحو تلك التحولات والتطورات، وكيفية

الاستفادة من معطياتها العلمية والتقنية، وسبل الوقاية من مخاطرها وآثارها السلبية الاجتماعية، والاقتصادية والصحية، والبيئية.

١٣. مناقشة وتفسير النتائج المتعلقة بالسؤال الثالث عشر:

أشارت نتائج البحث إلى وجود فرق دال إحصائياً بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيق القبلي والبعدي على المستوى الكلي لأداة قياس الاتجاهات نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو، لصالح التطبيق البعدي، ووجود حجم أثر مرتفع ذو دلالة عملية؛ يعزى لفعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة.

فضلاً عن العوامل والمؤشرات التي أدت إلى تكوين اتجاهات إيجابية لدى الطلاب في المجالات السبع لأداة قياس الاتجاهات نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو، يمكن عزو هذه النتيجة - أيضاً - إلى تفاعل الطلاب مع العديد من العوامل المعرفية، والانفعالية، والاجتماعية، والسلوكية أثناء تدريبهم على البرنامج التعليمي لمفاهيم تكنولوجيا النانو، والتي يحتمل أن تكون أسهمت بطريقة غير مباشرة في تكوين استعدادات واستجابات معرفية وانفعالية، وقيم واعتقادات إيجابية، وقناعات فكرية، تعكس مواقفهم واتجاهاتهم نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو المتضمنة في البرنامج التعليمي بكل ما تنطوي عليه من خبرات تعليمية، وأحداث ومواقف وإشكالات تعكس انطباعاتهم ومداركهم العقلية نحو تكنولوجيا النانو، وتحديد مواقفهم وقراراتهم من التغيرات الفكرية، والثقافية والحضارية، والاجتماعية، والصحية التي يمكن تحديثها تكنولوجيا النانو. وتتفق هذه النتيجة مع دراسة سكوت وآخرون (Scott et al, 2005) ودراسة ستيلك (Stelic, 2005) ودراسة جاكيل وآخرون (Gail et al, 2007) ودراسة لون (Lon, 2007) ودراسة السايح ومرفت هاني (2009).

ثالثاً: توصيات البحث:

في ضوء أهداف البحث الحالي، وأهميته ومشكلته وحدوده، وفي إطار ما توصل إليه من نتائج يمكن تقديم التوصيات الآتية:

١- تبني وزارة التربية والتعليم خطة استراتيجية لتضمين مناهج التعليم الثانوي للمواد العلمية (الفيزياء، والكيمياء، والأحياء، والرياضيات، والحاسب الآلي) مفاهيم تكنولوجيا النانو المتضمنة في البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة، واستخدام التقنيات الحديثة مثل الوسائط الفائقة لتدريس هذه المفاهيم. وتوفير مساقات علمية أكاديمية اختيارية لدراسة تكنولوجيا النانو، بما يتلاءم مع خصائص النمو العقلية والنفسية، والاجتماعية لطلاب المرحلة الثانوية، وذلك بالتعاون مع الخبراء والمتخصصين في تكنولوجيا النانو. وتهيئة الطلاب لاستكمال دراستهم الجامعية في أحد تخصصات تكنولوجيا النانو في الجامعات السعودية أو الابتعاث إلى الجامعات العالمية المتقدمة في هذا المجال، والاستفادة من قدراتهم ومواهبهم بعد تخرجهم في تنمية وتطوير مجتمعهم، وتلبية حاجات ومتطلبات سوق العمل من الخبرات والطاقات البشرية

المؤهلة والمتخصصة في تكنولوجيا النانو؛ لأن سوق العمل على المدى المتوسط والبعيد سيعتمد بشكل كبير على هذه التخصصات العلمية الدقيقة؛ وذلك للتطورات والتحديات التي سوف تفرضها تكنولوجيا النانو على مختلف المجالات العلمية.

٢- تطوير المختبرات المدرسية، ومراكز مصادر التعلم في المدارس الثانوية، وتجهئتها وتزويدها بالمختبرات الافتراضية، وأدوات وأجهزة تكنولوجيا النانو مثل: الميكروسكوبات المستخدمة في تحليل وتشخيص عينات مواد تكنولوجيا النانو، ونماذج من عيناتها مثل: أنابيب الكربون النانوية، والجسيمات النانوية، والأسلاك النانوية، والأجهزة الدقيقة مثل: الحساسات النانوية البيولوجية، والفيزيائية، والكيميائية، والكهرومغناطيسية، وبعض النماذج من المكتشفات والمبتكرات النانوتكنولوجية، بالإضافة إلى تزويد مراكز مصادر التعلم بالمجلات العلمية، والأفلام الوثائقية، والمصادر والمراجع التي تناقش تكنولوجيا النانو؛ بهدف تنمية الوعي العلمي لدى الطلاب بأهمية تكنولوجيا النانو، والارتقاء بمستوى ثقافتهم العلمية التكنولوجية.

٣- اهتمام مؤسسات التعليم في مختلف مراحل التعليم ولا سيما المرحلة الثانوية بتنمية الاتجاهات العلمية الإيجابية نحو تعلم علوم تكنولوجيا النانو، وكيفية الاستفادة من معطياتها العلمية في تطوير قدراتهم وإمكاناتهم العلمية، وسبل الوقاية من مخاطرها الصحية والبيئية، وتأثيراتها الاجتماعية، والأخلاقية؛ من خلال عقد الندوات، والمؤتمرات العلمية، واللقاءات التربوية، وتفعيل الأنشطة التربوية الصفية وغير الصفية، وإقامة المعارض العلمية لمبتكرات وإبداعات تكنولوجيا النانو، والزيارات الميدانية لمراكز البحوث، ومختبرات تقنية النانو المتوفرة في بعض الجامعات السعودية؛ وذلك بهدف تنمية الوعي العلمي لدى الطلاب بتكنولوجيا النانو، وتزويدهم بمهارات التفكير النانوتكنولوجي، وتنمية اتجاهاتهم العلمية نحوها في وقت مبكر من حياتهم.

٤- إعداد وتدريب المعلمين على تدريس تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها العملية، وتزويدهم بالكفايات والمهارات العلمية والمهنية لتدريس تكنولوجيا النانو، وتوعيتهم وتثقيفهم علمياً، ومهنياً، بأهميتها في المرحلة الراهنة والمرحلة المستقبلية، وكيف ستؤثر على حياة مجتمعهم إيجابياً أو سلبياً من الناحية الاقتصادية، والاجتماعية، والأخلاقية والثقافية، والصحية؛ وذلك بتبني البرامج التعليمية لإذكاء الوعي لديهم بأهميتها وفوائدها العظيمة في تنمية المجتمع في مختلف المجالات العلمية، وكيفية الاستفادة من الفرص المتاحة في تطوير موارد المجتمع المادية والبشرية، وأهمية المنافسة العالمية في هذا المجال، من خلال الدورات التدريبية، واللقاءات التربوية، والندوات العلمية، واستضافة الخبراء والمتخصصين في هذا المجال العلمي، وإعداد النشرات والمجلات العلمية، والزيارات الميدانية لمراكز ومعاهد تكنولوجيا النانو.

٥- إنشاء مراكز بحثية متخصصة في تكنولوجيا النانو على مستوى الكليات والجامعات السعودية؛ لتقليص الفجوة المعرفية والتكنولوجية الناتجة عن القصور في البحوث والدراسات المتخصصة في تكنولوجيا النانو،

والتغلب على المعوقات والصعوبات التي قد تحول دون الاستفادة من معطياتها العلمية في تطوير المجتمع، ودراسة القضايا والمشكلات المتعلقة بتكنولوجيا النانو، وتأثيراتها الإيجابية والسلبية، الاقتصادية، والسياسية والاجتماعية، والثقافية، والأخلاقية، والصحية على المجتمع السعودي، ووضع الخطط والاستراتيجيات لآلية الاستفادة من معطياتها العلمية في مختلف المجالات العلمية، واختيار منها ما يتلاءم مع مجتمعنا ويلبي حاجاته وطموحاته الراهنة والمستقبلية، وتحليل المخاطر الصحية والبيئية المترتبة عليها، وسبل الوقاية منها، وغيرها من القضايا والإشكالات التي قد تثيرها هذه التكنولوجيا المتقدمة، واستقبال البحوث والدراسات التي تناقش القضايا العلمية المتعلقة بتكنولوجيا النانو وتقومها، وإصدار النشرات والدوريات، وتفعيل النشر الإلكتروني لتوعية المجتمع بتكنولوجيا النانو، واستقبال براءات الاختراع النانوتكنولوجية ودعمها، واستقطاب المبدعين والموهوبين، وتدريبهم على ممارسة منهجيات البحث العلمي المنظم الذي يقود على التطورات العلمية النانوتكنولوجية.

رابعاً: مقترحات البحث:

امتداداً لفكرة البحث الحالي وعلى ضوء ما أثاره من قضايا وإشكالات، وما توصل إليه من نتائج وتوصيات، يُقترح إجراء البحوث العلمية الآتية:

١- استقصاء فعالية برنامج تعليمي في إكساب طلاب الصف الثاني الثانوي مفاهيم تكنولوجيا النانو التي لم يتطرق إليها البحث الحالي؛ حيث إنه اقتصر على أربعة وثلاثين أنموذجاً من مفاهيم تكنولوجيا النانو، وكذلك المستويات المعرفية التي لم يتطرق إليها.

٢- استقصاء فعالية الوسائط الفائقة في إكساب طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي التطبيقات العملية لتكنولوجيا النانو.

٣- تقويم وتحليل محتوى مناهج العلوم في المرحلة الثانوية في ضوء مفاهيم تكنولوجيا النانو.

٤- استطلاع آراء واتجاهات أساتذة الجامعات والمتخصصين والخبراء في تكنولوجيا النانو حول تضمين المناهج الدراسية للمرحلة الثانوية مفاهيم تكنولوجيا النانو.

٥- بناء تصور مقترح لتطوير مناهج التعليم الثانوي (المواد العلمية) في ضوء مطالب وتحديات تكنولوجيا النانو.

٦- قياس اتجاهات طلاب المرحلة الثانوية نحو تضمين مفاهيم تكنولوجيا النانو في المناهج الدراسية.

٧- قياس مدى الوعي العلمي لدى طلاب المرحلة الثانوية نحو تكنولوجيا النانو، وتأثيراتها المختلفة على المجتمع السعودي مقارنة مع بعض الدول الرائدة في تكنولوجيا النانو.

الملاحق

- ١- الملحق (١) البرنامج التعليمي لمفاهيم تكنولوجيا النانو.
- ٢- الملحق (٢) استمارة تحكيم البرنامج التعليمي لمفاهيم تكنولوجيا النانو.
- ٣- الملحق (٣) دليل تنفيذ البرنامج التعليمي لمفاهيم تكنولوجيا النانو.
- ٤- الملحق (٤) استمارة تحكيم قائمة مفاهيم تكنولوجيا النانو.
- ٥- الملحق (٥) استمارة تحكيم برمجية الوسائط المتعددة.
- ٦- الملحق (٦) استمارة تحكيم الاختبار التحصيلي لمفاهيم تكنولوجيا النانو.
- ٧- الملحق (٧) مفتاح إجابات الاختبار التحصيلي لمفاهيم تكنولوجيا النانو.
- ٨- الملحق (٨) استمارة تحكيم أداة قياس الاتجاهات نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو.
- ٩- الملحق (٩) أسماء محكمي أدوات البحث.

الملحق (١)

البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة لإكساب طلاب الصف الثاني الثانوي

مفاهيم تكنولوجيا النانو، وتنمية اتجاهاتهم نحوها

ظهر في العقدين الأخيرين من القرن العشرين ثورة علمية وتكنولوجية جديدة، فرضت نفسها بقوة وجدارة على جميع مؤسسات المجتمع ومنشآته، واجتاحت جميع التخصصات المهنية والفنية، وخاصة الطب والهندسة وتكنولوجيا الاتصالات والمعلومات، والتقنية الالكترونية، والمنتجات الغذائية والاستهلاكية، وامتدت آثارها لتشمل العديد من جوانب الحياة السياسية، والاقتصادية، والاجتماعية، والبيئية. هذه الثورة هي ثورة تكنولوجيا النانو التي هيمنت على كل الثورات العلمية والتكنولوجية والالكترونية السابقة والرائنة. ولعل من أهم مصادر قوتها التنافسية العالمية يعود لابتكاراتها ومكتشفاتها العلمية التي لم يضاهيها نظير في كفاءتها ودقتها وسرعتها وقلة تكلفتها واستهلاكها للطاقة، هذا بالإضافة إلى انبثاق مكتشفاتها العلمية من البنية الأساسية للمادة المتمثلة في الذرات والجزيئات، والتحكم فيها وإعادة هيكلتها وهندستها بطرق علمية وتجريبية جديدة، وبأدوات وتقنيات فائقة الدقة؛ لابتكار مواد وتقنيات وأجهزة نانوية جديدة تفوق كل التقنيات المعهودة؛ لتحقيق أغراض علمية وتكنولوجية واقتصادية تخدم الحياة الإنسانية في مختلف المجالات التنموية، وإيجاد الحلول والبدائل الملائمة للمشكلات والقضايا الاقتصادية، والاجتماعية التي يعاني منها المجتمع الإنساني في مختلف مجالات الحياة.

ومن المرجح أن تؤدي ثورة تكنولوجيا النانو إلى إحداث تغيرات وتحولات اجتماعية، وثقافية، واقتصادية والكترونية عميقة الأثر على المجتمعات المحلية والعالمية؛ هذه التطورات والتغيرات تنمو بشكل مطرد ومتسارع في ظل غياب الوعي العلمي والثقافي المتزن لدى مؤسسات المجتمع التربوية والتعليمية والاجتماعية بهذه التكنولوجيا المتقدمة، وإدراك مدى تأثيرها على حياة المتعلمين الراهنة والمستقبلية، وخاصة طلاب التعليم الثانوي الذين سيواجهون تحديات تكنولوجيا النانو في الوقت القريب، بكل ما تنطوي عليه من تداعيات خطيرة على الدول والشعوب التي تتجاهلها أو تقلل من شأنها، أوتضع الخطط الاستراتيجية التنموية لتطوير بنيتها التكنولوجية، والاقتصادية، والاجتماعية، وخاصة الدول النامية. كما أنها تحمل في طياتها فرصاً استثمارية وتنموية كبيرة، لمن يستفيد منها ويتفاعل معها بروح علمية وتكنولوجية إيجابية؛ للنهوض بالمجتمع بمختلف شرائحه وأطيافه ومؤسساته التعليمية، والاجتماعية، والثقافية، والاقتصادية، والإنتاجية.

ومن أجل تكوين منظومة معرفية متسقة، وتشكيل رؤية علمية مترنة، وتنمية الوعي العلمي، لدى طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي على وجه التحديد نحو تكنولوجيا النانو، وتكوين اتجاهات علمية إيجابية نحوها؛ يأتي هذا البرنامج التعليمي ليربط حياة الطلاب بآخر المستجدات والتطورات العلمية والتكنولوجية التي

يشهدها العالم في الوقت الراهن، وفي المرحلة المستقبلية القادمة، بكل ما تتضمنه من مفاهيم وحقائق، ومبادئ، وقوانين، ونظريات، واكتشافات وابتكارات علمية وتكنولوجية جديدة، وما تتطلبه من قدرات، ومهارات إبداعية وإمكانات للتعامل معها بكفاءة وجدارة. بالإضافة كذلك إلى تنمية حب البحث والاطلاع والاكتشاف لديهم، وطرح التساؤلات العلمية التي تثير تفكيرهم واهتماماتهم، وتنمي ميولهم واتجاهاتهم العلمية بطريقة علمية هادفة ومنظمة في إطار منظومة تعليمية متكاملة المكونات والعناصر، مدعمة بالتقنيات التعليمية المتطورة، لتكون عملية تعليم مفاهيم تكنولوجيا النانو عملية تربوية وتعليمية نشطة وهادفة ذات قيمة ومعنى بالنسبة للمتعلمين.

أولاً: مفهوم البرنامج التعليمي لمفاهيم تكنولوجيا النانو:

يقصد بالبرنامج التعليمي لمفاهيم تكنولوجيا النانو هنا: منظومة تعليمية متكاملة مصممة في ضوء مجموعة من عناصر الوسائط المتعددة، التي تستهدف إكساب طلاب الصف الثاني الثانوي مفاهيم تكنولوجيا النانو، بما يتناسب مع قدراتهم واستعداداتهم، وتنمية اتجاهاتهم نحوها، للارتقاء بوعيهم وثقافتهم العلمية والتكنولوجية، وتطوير مهاراتهم وقدراتهم العلمية، وبما يتلاءم مع أحدث التطورات المعرفية والتكنولوجية العالمية، وتوظيفها في تنمية وتطوير مجتمعاتهم في مختلف المجالات العلمية والتكنولوجية.

ثانياً: فلسفة البرنامج التعليمي لمفاهيم تكنولوجيا النانو:

ينطلق البرنامج التعليمي لمفاهيم تكنولوجيا النانو من مبدأ فلسفة تربوية وتعليمية؛ مفادها أن العالم المعاصر على أبواب عصر جديد، وظواهر تكنولوجية حديثة، وتحولات عقلية تكنولوجية، ومفاهيم تقنية متطورة، تختلف كثيراً عن المفاهيم والتقنيات السابقة، من أبرزها تكنولوجيا النانو، وما صاحبها من تقدم علمي وتكنولوجي سريع، فرضت تحديات وتغييرات عالمية جديدة على المجتمع العالمي بشكل عام، وعلى الدول النامية بشكل خاص، وهذه التحديات لها تداعياتها العلمية والتكنولوجية، والاجتماعية، والاقتصادية، والفكرية، والثقافية، والصحية، والبيئية، والأمنية، في ظل القصور في الخطط والرؤى والاستراتيجيات المستقبلية، والبرامج التعليمية التي تسهم في إعداد الطلاب للتعامل معها بكفاءة وجدارة، وكيفية الاستفادة منها في تنمية مهاراتهم وقدراتهم وإبداعاتهم من جانب، وتطوير مجتمعاتهم والنهوض به في مختلف المجالات العلمية والمعرفية من جانب آخر، فلم يعد الهدف من العملية التربوية والتعليمية في الوقت الحالي تزويد الطلاب بالمعارف والمعلومات أو الخبرات النظرية فقط، وإنما أصبح الهدف تدريب الطلاب على مهارات التعامل مع المستحدثات التكنولوجية والمعلوماتية، ومن ضمنها تكنولوجيا النانو، ومعطياتها العلمية والتقنية؛ لتنمية وتطوير مجتمعاتهم في جميع جوانب الحياة.

كما ينطلق البرنامج التعليمي لمفاهيم تكنولوجيا النانو من " السياسة الوطنية للعلوم والتقنية في المملكة العربية السعودية التي انبثق عنها اعتماد إحدى عشرة تقنية استراتيجية ... منها التقنيات المتناهية الصغر (النانو) " (فلادمير وآخرون، ٢٠١١م، ص ٩) وذلك بتوعية طلاب المرحلة الثانوية بهذه التقنية الحديثة.

ثالثاً: الأهداف العامة للبرنامج التعليمي لمفاهيم تكنولوجيا النانو:

يستهدف البرنامج التعليمي لمفاهيم تكنولوجيا النانو تحقيق الأهداف العامة الآتية:

١- بناء شخصية إسلامية علمية واعية قادرة على التفاعل الإيجابي النشط مع التطورات العلمية والمعرفية والتكنولوجية الحديثة، والانفتاح الواعي على التجارب والخبرات العالمية في مجال تكنولوجيا النانو، والاستجابة الفعالة والمؤثرة مع أحداثها وتطوراتها وقضاياها، ضمن إطار منظومة المبادئ، والقيم الإسلامية الأصيلة، التي تؤكد على اكتساب أنواع المعارف والعلوم، وإتقان كافة المهارات، والفنون والمهن الضرورية؛ لتنمية وتطوير المجتمع، والمنافسة العالمية، والقيادة الأممية والمجتمعية بكفاءة وجدارة في جميع مناشط الحياة، وإكساب الطلاب قدراً مشتركاً من المسؤولية والاهتمام، للنهوض بالمستوى العلمي والتكنولوجي، والثقافي، والحضاري للأمة الإسلامية، واستعادة مكانتها الرائدة، ودورها القيادي بين الدول والشعوب.

٢- الإسهام في تطوير مناهج المواد العلمية للصف الثاني الثانوي العلمي وفق أحدث النظريات والاتجاهات العالمية المعاصرة التي تهتم بالقضايا والمستجدات العلمية والتكنولوجية، وتأثيراتها الاجتماعية، والاقتصادية والثقافية المحتملة على حياة الأمم والشعوب، وربط حياة المتعلمين بالتطورات والتغيرات التكنولوجية العالمية، والقضايا التي تعكسها هذه التطورات المعرفية والتكنولوجية على الفرد والمجتمع، بالإضافة إلى تطوير وتحسين نوعية مخرجات التعليم الثانوي؛ ليكونوا قادرين على المشاركة الفعالة والمنافسة في الابتكارات والاكتشافات العلمية لتكنولوجيا النانو، وتهيئتهم للمهن والفرص الوظيفية التي يتطلبها سوق العمل في المرحلة المستقبلية.

٣- تطوير العمليات المعرفية لدى طلاب الصف الثاني الثانوي علمي وإكسابهم المفاهيم الأساسية لتكنولوجيا النانو من خلال بناء منظومة مفاهيمية متسقة؛ تعدّ مدخلاً أساسياً لفهم تكنولوجيا النانو، وتطبيقاتها العملية في مختلف المجالات العلمية، وإذكاء الوعي لديهم بتأثيراتها الأخلاقية، والاجتماعية، والاقتصادية، والسياسية، علاوة على تنمية مهارات التفكير العلمي المنظم، ومنها: البحث والتقصي، ودقة الملاحظة، والاكتشاف، والاستنتاج، والاستدلال، والتحليل والتفسير، وفرض الفروض العلمية واختبارها، والتحقق من صحتها؛ لكونها عمليات معرفية أساسية في اكتساب مفاهيم تكنولوجيا النانو، وتنمية الاتجاهات العلمية السليمة نحوها.

٤- إكساب طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي منظوراً علمياً وفكرياً نحو تكنولوجيا النانو، وإثراء الوعي العلمي والثقافي لديهم بمعطياتها العلمية الراهنة والمستقبلية، وكيفية التعامل مع هذه المعطيات، والاستفادة من جوانبها الإيجابية التنموية في تطوير قدراتهم وإبداعاتهم لتطوير وتنمية مجتمعهم، باعتبارها ثورة تكنولوجية

جديدة تفرض هيمنتها وسيطرتها على جميع التخصصات العلمية والمهنية والأكاديمية، وتزويدهم بالخبرات والمعارف التي تساعدهم على التعرف على المجالات العلمية التطبيقية لتكنولوجيا النانو، والفرص الوظيفية المهنية الحالية والمستقبلية لسوق العمل، مثل: الرياضيات، والفيزياء، والكيمياء، والطب، والهندسة الالكترونية والحاسوبية، وتكنولوجيا المعلومات والاتصالات، والصناعات البترولية والكيميائية، والطاقة المتجددة؛ والبيئة، باعتبارها تخصصات علمية دقيقة تعتمد بشكل كبير على التطورات العلمية في مجال تكنولوجيا النانو، وتتطلب الكثير من القدرات الإبداعية والمهارات الفنية المتخصصة التي تتقن فنون التعامل مع تكنولوجيا النانو، وما تُسفر عنه من اختراعات وابتكارات علمية مذهلة.

٥- تنمية الاتجاهات الإيجابية نحو تكنولوجيا النانو ومعطياتها العلمية، وذلك من خلال تنمية ميولهم العلمية لممارسة أنشطة البحث والاطلاع والاستكشاف، والانفتاح العقلي، واتساع الأفق، ودقة الملاحظة، والموضوعية، علاوة على إتاحة الفرصة لهم لطرح آرائهم والتعبير عن مواقفهم واتجاهاتهم نحو تكنولوجيا النانو ومعطياتها العلمية، وتوقعاتهم نحوها، وكيفية الاستفادة منها في تحسين وتطوير مجتمعهم في جميع مجالات المجتمع التنموية والبشرية.

رابعاً: مبررات البرنامج التعليمي لمفاهيم تكنولوجيا النانو:

ينطلق البرنامج التعليمي لمفاهيم تكنولوجيا النانو من المبررات والمسوغات الآتية:

١- ظهور مفاهيم وأدوات تكنولوجية جديدة؛ نتيجة للتطورات العلمية والمعرفية والتكنولوجية التي اجتاحت مختلف المجالات العلمية والمعرفية؛ وترتب عليها تطورات وتغيرات عميقة الأثر على أوجه نشاط حياة المجتمع الإنساني الاجتماعية، والاقتصادية، والثقافية، والفكرية، والسياسية، وهذه التحولات والتغيرات تستدعي برامج تعليمية منظمة ومخططة تستهدف معالجة القضايا والتحديات التكنولوجية الجديدة، بكل انعكاساتها وتداعياتها العميقة على شتى مجالات الحياة، وتتفاعل معها بإيجابية وحيوية؛ فبالرغم من التطويرات الأخيرة لمناهج المواد العلمية للمرحلة الثانوية إلا أنها ما زالت بعيدة عن مشهد التطورات العلمية والمعرفية والتكنولوجية الحديثة، وافتقارها لربط واقع حياة الطلاب وحياة مجتمعهم بتلك التطورات العلمية والتكنولوجية، وتنمية الاتجاهات الإيجابية نحوها، وإغفالها لحاجات وميول واهتمامات الطلاب العلمية، واقتصارها على معالجة القضايا والمفاهيم النظرية المجردة، وهذه العوامل بدورها تؤدي إلى تخريج طلاب عاجزين عن تفسير وتحليل الظواهر العلمية والتكنولوجية، ورصد التطورات والتغيرات والقضايا الأخرى المرتبطة بها، والعلاقات القائمة بينها، وتفسيرها بالطرق العلمية الصحيحة، وإخضاعها للبحث والتجريب، والنقد والتحليل، ودقة الملاحظة والاستنتاج؛ لذلك يفقد الطلاب إلى الاهتمامات العلمية والتكنولوجية، وعدم الرغبة والاهتمام بالبحث عنها ومتابعتها، ورصد التطورات والتغيرات الاجتماعية، والثقافية والاقتصادية التي تعكسها تلك التطورات والتحولات على مجتمعهم، والأكثر خطورة من ذلك كله تكوين اتجاهات سلبية تجاه

هذه التطورات العلمية والتكنولوجية، وعدم الاستفادة منها في تطوير إمكاناتهم وقدراتهم وإبداعاتهم، أو تسخيرها بكل تنطوي عليه من إمكانيات هائلة في تطوير وتنمية مجتمعاتهم، والمشاركة في حل مشكلاته وقضاياه، كما أن البرامج التعليمية الحالية لم تحظ بعناية كبيرة بحاجات ومتطلبات مجتمعاتهم من معطيات التقدم العلمي والتكنولوجي للارتقاء بمناشطه التنموية، في الوقت الذي تسعى فيه الدول بخطى متسارعة في تطوير برامجها التعليمية بما يتلاءم مع أحدث التطورات العلمية والتكنولوجية، وإدراج مفاهيم ومبادئ ونظريات تكنولوجيا النانو وأدواتها وتطبيقاتها التكنولوجية المختلفة ضمن برامجها التعليمية، باعتبارها علوم ممتدة للفيزياء، والكيمياء، والرياضيات، والهندسة، والكرونيات، ومتكاملة معها؛ لتزويد الطلاب بالخبرات والمعارف والمهارات النانوتكنولوجية، وتنمية اتجاهاتهم واهتماماتهم العلمية نحوها؛ لأنها أصبحت تجذب القوى العاملة، والمهارات العلمية المتخصصة للتعامل مع معطياتها بكفاءة عالية، وتوظيفها في الجوانب التنموية للمجتمع.

٢- إن تكنولوجيا النانو أصبحت اليوم تقنية عالمية تحظى باهتمام وتنافس عالمي متزايدين، وتُعقد عليها الدول المتقدمة آمالاً وتطلعات مستقبلية؛ لتنمية البنية الاجتماعية؛ والاقتصادية، والصناعية لدى شعوبها، وقيادة الاقتصاد العالمي الجديد، عبر فرض منتجاتها على الأسواق العالمية، ولعل من أهم المؤشرات التي تؤكد هذه الحقيقة، الميزانيات الضخمة التي تنفق على البحوث والمعاهد والمراكز العلمية المعنية بتكنولوجيا النانو وعلومها، وابتكاراتها ومنتجاتها وتطبيقاتها العلمية في مختلف مجالات الحياة. وإغفال مثل هذه التوجهات العالمية له انعكاساته الخطيرة على المجتمعات والدول التي لا تواكب وتتفاعل معها بإيجابية وفعالية، ومنها على سبيل المثال: اتساع الفجوة المعرفية والتكنولوجية بين الدول المتقدمة والدول النامية، والتهميش الحضاري والاجتماعي، وتكريس التبعية المعرفية والتكنولوجية، والاستلاب والاستبداد الفكري، والاقتصادي، والاجتماعي، والسياسي؛ للدول التي لا تتعايش وتأخذ بأسباب التطور التكنولوجي والحضاري، والثقافي.

٣- رغم طغيان وتعاضم الدور الريادي والمعطيات الإيجابية التي تنتجها تكنولوجيا النانو في العديد من المجالات الطبية والصحية، وتكنولوجيا المعلومات والاتصالات، والأدوات والأجهزة الإلكترونية وغيرها من جوانب التقدم الاقتصادي، إلا أن لها - أيضاً - مخاطرها وتأثيراتها الجانبية على صحة الإنسان وبيئته؛ فقد بدأت تكنولوجيا النانو تقتحم بقوة المنتجات الغذائية، والصحية، والاستهلاكية في ظل غياب الوعي العلمي والصحي لدى أفراد المجتمع بهذه المخاطر الصحية، والبيئية، فضلاً عن المخاطر الأخلاقية، والاجتماعية والاقتصادية؛ لهذا يأتي هذا البرنامج التعليمي لمعالجة هذه القضية، وتزويد الطلاب بالخبرات والمعارف والحقائق العلمية لإدراك بعض مخاطر تكنولوجيا النانو مدعمة بنتائج البحوث والدراسات؛ للتعامل منتجاتها بوعي وحكمة، والوقاية من مخاطرها وتأثيراتها السلبية الصحية، والبيئية، والأخلاقية، والاجتماعية والاقتصادية.

٤- الحاجة الماسة للقوى العاملة الوطنية المتخصصة في تكنولوجيا النانو؛ فالمهنيون في المستقبل القريب ستعتمد كثيراً على الكفاءات والمهارات العالية، والمحترفين والمبدعين في المجالات العلمية لتكنولوجيا النانو التي ستفرض هيمنتها على شتى المجالات التنموية للمجتمع. والوضع الراهن للمؤسسات التعليمية لا يحظى باهتمام واسع بهذا الجانب بداية من مرحلة التعليم الأساسي إلى المرحلة الجامعية، ولعل من أهم الشواهد على ذلك مناهج التعليم الحالية التي افتقرت لهذا المجال العلمي المهم، وتزويد المتعلمين بالمهارات والخبرات التعليمية، هذا بالإضافة إلى قصور البرامج التعليمية في تأهيل المعلمين وتدريبهم على تدريس المفاهيم الأساسية لتكنولوجيا النانو، وتطبيقاتها العملية المتنوعة؛ بهدف إعداد جيل واعٍ من المتعلمين، والعلماء والخبراء والمهندسين الذين يساهمون بقدراتهم وإبداعاتهم في تطوير مجتمعهم، والنهوض به في شتى المجالات العلمية المتعلقة بتكنولوجيا النانو، وتلبية احتياجات المجتمع المحلي من معطياتها التقنية المتقدمة، ومواكبة التطورات العلمية المطردة لتكنولوجيا النانو، والتعامل مع تحدياتها وإشكالياتها بوعي وبصيرة، وتجنب أثارها السلبية الأخلاقية، والاجتماعية، والاقتصادية.

هذه المسوغات تعدّ دافعاً عميقاً لبناء برنامج تعليمي هادف ومنظم تساهم في إكساب الطلاب مفاهيم تكنولوجيا النانو، وتنمية الاتجاهات الإيجابية نحوها.

خامساً: خصائص البرنامج التعليمي لمفاهيم تكنولوجيا النانو:

يتميز البرنامج التعليمي لمفاهيم تكنولوجيا النانو بالخصائص الآتية:

- ١- تنظيم محتوى البرنامج بطريقة تحليلية استقصائية وفقاً للبنى المعرفية القائمة على الترابط والتكامل بين المفاهيم، والمبادئ، والحقائق، والتعميمات لتكنولوجيا النانو.
- ٢- التركيز على المفاهيم، والمبادئ، والحقائق الأساسية لتكنولوجيا النانو، مع مراعاة طبيعة المفاهيم والمبادئ من جهة، وطريقة اكتساب الطلاب لها من جهة أخرى.
- ٣- يشجع البرنامج الطلاب على الاهتمام بتكنولوجيا النانو، لدورها المهم في تطوير الجوانب التنموية للمجتمع، ويؤكد على أهمية تعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو، واكتساب العمليات المعرفية المفاهيمية لتنمية مهارات التفكير العلمي والتكنولوجي، ومنها دقة الملاحظة، والموضوعية، والاستقصاء العلمي، كما يعمل على تنمية الاتجاه العلمي الإيجابي نحو تكنولوجيا النانو على اعتبار أنها مطلبٌ تكنولوجي تفرضه التحديات المعرفية والتكنولوجية المعاصرة.

- ٤- مرونة البرنامج التعليمي، واتسامه بالبساطة والوضوح، ومواكبته للتطورات العلمية والتكنولوجية الحديثة.
- ٥- تقديم البرنامج من خلال برمجية الوسائط المتعددة التي تعمل كمنظومة إلكترونية تعليمية متكاملة العناصر، وعرض مفاهيم تكنولوجيا النانو على شكل نماذج تعليمية مبسطة لتيسير عملية تعلمها للطلاب.

٦- يتميز البرنامج بمراعاة الفروق الفردية بين الطلاب من حيث قدراتهم، واستعداداتهم، واهتماماتهم العلمية، باعتبار أن لها دور إيجابي في اكتساب العمليات المعرفية المتعلقة بمفاهيم تكنولوجيا النانو، فقد زود البرنامج بطرق تعليمية نشطة ومحفزة على التعلم، ووسائل تقنية سمعية وبصرية متنوعة، وأنشطة تعليمية إثرائية مختلفة، وأساليب تقويم، وعملية التغذية الراجعة التي تزود الطلاب بخبرات تعليمية نشطة ومستمرة أثناء تقديم البرنامج لمعالجة جوانب القصور في تعلم مفاهيم النانو تكنولوجيا النانو المستهدف تحقيقها، واستمرار اكتساب الطلاب للعمليات المعرفية والمفاهيمية لتكنولوجيا النانو.

٧- يقوم البرنامج على نسق تعليمي نشط مدعم بأنشطة التعلم التي تثير نوازع الإبداع والابتكار، وإتاحة الفرصة للطلاب للبحث والاستقصاء العلمي الدقيق، وجمع المعلومات والحقائق، ومواجهتهم بمواقف تعليمية تتحدى تفكيرهم وفضولهم العلمي، واستخدام مهارات تفكيرهم العلمي في إيجاد الحلول العلمية للمشكلات التي تثير اهتماماتهم العلمية، وممارسة العمليات العقلية؛ لتوليد حقائق وأفكار علمية جديدة.

٨- تركيز البرنامج على دور الطالب في العملية التعليمية لاكتساب مفاهيم تكنولوجيا النانو، وتحليلها، والكشف عن مكوناتها وعلاقاتها المترابطة، وتحديد خصائصها، والدلالة العلمية للمفهوم، والتعرف على مجالات تطبيقها، وكيف التعامل مع معطياتها الإيجابية، وآثارها الجانبية، علاوة على مواجهة الطلاب بمواقف تعليمية نشطة تتحدى تفكيرهم، وتستثير اهتماماتهم العلمية، وتشجعهم على البحث والاستكشاف، والتأمل والاستدلال، وإحضار القضايا المرتبطة بمفاهيم تكنولوجيا النانو للنقد والتحليل، وإبداء الرأي والمقترحات، وطرح الحلول للمشكلات، واتخاذ القرار، وغيرها من مهارات التفكير العلمي.

٩- صُمم البرنامج على شكل جلسات عمل تدريبية، تعتمد على طريقة التعلم الاستقصائي الذي يعتمد على تدريب الطلاب على خطوات التفكير العلمي المنظم، وذلك بإشعار الطلاب بوجود مشكلة تحتاج إلى حل، وتقديم مسائل مثيرة للتفكير، تتطلب منهم تقديم إجابات مبدئية، وتكوين فرضيات، وجمع الأدلة والمعلومات، وتصنيفها وترتيبها وتحليلها، ومناقشة الفرضيات، والتحقق منها واختبارها، واستخلاص النتائج النهائية، والتأكد من صحتها.

المحور الأول

نماذج مفاهيمية نانوتكنولوجية عامة

(تكنولوجيا النانو، علم النانو، قياس النانو، الذرات، الجزيئات)

تكنولوجيا النانو من أحدث الاكتشافات العلمية الحديثة، التي ظهرت نتيجة للتقدم السريع في مجال البحوث العلمية والتكنولوجية والمعرفية، وكذلك تطور الأجهزة والأدوات الدقيقة مثل: أجهزة الميكروسكوبات المتقدمة عالية الدقة التي أسهمت بدرجة كبيرة في ظهور هذه التكنولوجيا المتقدمة التي أذهلت العالم بمكتشفاتها العلمية والتكنولوجية المتطورة.

ورغم حداثة تكنولوجيا النانو إلا أنها استأثرت باهتمام كثير من العلماء، واستقطبت جيل جديد من المفكرين والباحثين، وأطراف واسعة من شرائح المجتمع؛ وذلك بعد أن كانت الهيمنة للشبكة المعلوماتية وتكنولوجيا المعلومات والاتصالات.

وكان من أهم العوامل التي أدت إلى هذه الهيمنة الواسعة النطاق؛ تميزها ببعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية، والكهرومغناطيسية، والالكترونية، وغيرها من الخصائص الفردية التي كانت محركها الفعال، أسفرت عن تطبيقات واكتشافات علمية جديدة في جميع المجالات الطبية، والهندسية، والالكترونية، والصناعية، والاقتصادية، ونحوها من المجالات التنموية؛ لذلك يتوقع العلماء والخبراء في مجال تكنولوجيا النانو أن تحدث تحولات عميقة وتأثيرات قوية على جميع أوجه وأنشطة حياة المجتمعات.

وقد أسهم التفكير العلمي الدقيق، والبحث والتحليل والاستقصاء إلى بروز تكنولوجيا النانو لحيز الوجود بكفاءة وجدارة، والفكرة الجوهرية لبروزها كتقنية حديثة تفرض وجودها هي التأمل والتفكير المبدع المنتج في آيات الله وحكمه البالغة في مخلوقاته ومحاوله الاستفادة منها ومحاكاتها لابتكار أدوات وأجهزة ومواد ومنتجات نانوية متناهية الصغر.

فالأنظمة البيولوجية في جسم الكائن الحي تقوم بتصنيع بعض الأجهزة الدقيقة التي تصل إلى حدود أبعاد المقياس النانومتري، فالخلايا الحية تعد أنموذجاً فريداً لتكنولوجيا النانو في تأدية وظائفها الطبيعية، حيث تعد الخلية الحية مستودعاً لعدد كبير من الآلات البيولوجية بحجم النانو؛ فهي تعمل على تصنيع البروتينات داخلها على شكل خطوط مجتمعة بحجم النانو تسمى ريبوزومات، ويتم تشكيلها بواسطة جهاز نانوي آخر جيولوجي، بل إن الإنزيمات نفسها تعد آلة نانوية تقوم بفصل الجزيئات أو جمعها حسب حاجة الخلية، ومن هذا المبدأ استوحى علماء تكنولوجيا النانو فكرة ابتكار آلات نانوية بحجم هذه الخلايا تتفاعل معها، وتقوم بتحليل محتوياتها، وإيصال الدواء إليها، أو التخلص منها عندما تكون مصابة بالفيروسات، أو البكتيريا، أو الفطريات الضارة بالجسم. (<http://knoll.google.com> . تاريخ الاسترجاع: ١٤٣٢/٧/٩هـ).

وهذا المنظور العلمي؛ يعدُّ تمهيداً لمناقشة بعض المفاهيم التي تشكل البنية الأساسية لمفاهيم تكنولوجيا النانو، ومن أهم تلك المفاهيم: تكنولوجيا النانو، وعلم النانو، وقياس النانو، والذرات، والجزيئات.

الأنموذجان (١، ٢)

(تكنولوجيا النانو، وعلم النانو)

الفئة المستهدفة: طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي.

منفذ البرنامج: الباحث.

المدة الزمنية لتنفيذ البرنامج: ٤٥ دقيقة.

أولاً: الأهداف الإجرائية للبرنامج التعليمي:

يتوقع من الطالب في نهاية البرنامج التعليمي أن يكون قادراً على:

١- ذكر خمسة مسميات لتكنولوجيا النانو.

٢- صياغة مفهوم لتكنولوجيا النانو.

٣- تحليل مفهوم تكنولوجيا النانو إلى عناصره الأساسية.

٤- تعريف علم النانو.

٥- تحليل مفهوم علم النانو إلى عناصره الأساسية.

ثانياً: المواد والأدوات وتقنيات التعليم المساعدة في تنفيذ البرنامج:

١- جهاز الكمبيوتر.

٢- جهاز الداتا شو.

٣- برمجية الوسائط المتعددة.

٤- دليل المعلم.

٥- حقيبة البرنامج المتضمنة المحتوى التعليمي للبرنامج.

٦- أوراق العمل المتضمنة أنشطة البرنامج التعليمي.

ثالثاً : طريقة تنفيذ البرنامج :

الطريقة الاستقصائية:

يعرّف قطييط (٢٠١١م) الاستقصاء بأنه : " تدريس المفاهيم من خلال عرض موقف مُشكل، وإعطاء

الطالب الحرية في ممارسة بعض عمليات العلم بدءاً بملاحظته للمشكلة، وانتهاءً بالاستنتاجات " . ص ٨٩ .

والمقصود بالطريقة الاستقصائية المستخدمة في تنفيذ البرنامج: أنموذج من نماذج التعلم الاستكشافي تعتمد

على وضع الطلاب في مواقف تعليمية إشكالية محيرة، مرتبطة بمفاهيم تكنولوجيا النانو، وتقديم مسائل وقضايا

تثير اهتمامهم وتفكيرهم، وتدفعهم إلى استخدام حواسهم، ومهارات تفكيرهم، وخيالهم العلمي، لممارسة

أنشطة التعلم الاستقصائي، والتعمق في دراسة الموقف المشكل المتعلق بمفاهيم تكنولوجيا النانو، من خلال دقة

الملاحظة، وتحديد المشكلة، وتكوين فرضيات، وجمع المعلومات والحقائق وتنظيمها ومقارنتها، ومناقشة

الفرضيات، والتحقق منها واختبار أدلتها، واستخلاص النتائج وتحليلها وتفسيرها، والتحقق منها للوصول إلى

النتيجة النهائية الصحيحة؛ بهدف تكوين منظومه فكرية مفاهيمية متسقة نانوتكنولوجية لدى الطلاب، من خلال ممارسة أنشطة التعلم الاستقصائي، وتطبيقها في مواقف تعليمية جديدة.

رابعاً : الخطوات الإجرائية لتنفيذ البرنامج التعليمي لمفهومى تكنولوجيا النانو، وعلم النانو:

١ - التهيئة التحفيزية:

تهدف هذه الخطوة إلى تحفيز وتشويق الطلاب، واستثارة تفكيرهم نحو البرنامج التعليمي لمفهومى تكنولوجيا النانو، وعلم تكنولوجيا النانو، وذلك بعرض مجموعة من مقاطع الفيديو بواسطة برمجية الوسائط المتعددة المتضمنة بعض البرامج العلمية الوثائقية، التي تتناول بعض المفاهيم العامة لتكنولوجيا النانو، بهدف بناء أطر مفاهيمية نانوتكنولوجية عامة لدى الطلاب، تمثل مدخلاً عاماً لبقية النماذج المفاهيمية المتضمنة في البرنامج التعليمي؛ بحيث تثير اهتمامهم وتفكيرهم نحو تعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو.

٢- تقسيم الطلاب إلى مجموعات عمل تعاونية صغيرة يتراوح أفراد كل مجموعة ما بين (٤ - ٥) طلاب، بحيث يتعاون أفراد كل مجموعة لتحقيق مهمات وأنشطة البرنامج من خلال الحوار والمناقشة، وطرح التساؤلات حول موضوعات البرنامج.

٣- عرض المفهومين على الطلاب من خلال تقديم المحتوى التعليمي للبرنامج للطلاب عبر برمجية الوسائط المتعددة، ومناقشتهم حولهما من حيث تعريفهما، والدلالة العلمية للمفهوم، وتحليلهما إلى مبادئهما الأساسيتين، والكشف عن العلاقات القائمة بينهما.

٤- إتاحة الفرصة للطلاب لطرح تساؤلاتهم حول مفهومى تكنولوجيا النانو، وعلم تكنولوجيا النانو، والإجابة عليها، ومناقشتهم حولهما لاكتشاف القاعدة أو المبدأ الأساسي الذي يقوم عليها كل مفهوم، لتشكيل تصور علمي واضح ومحدد نحو المفهومين.

٥- عرض مقاطع فيديو علمية عن تكنولوجيا النانو عبر برمجية الوسائط المتعددة؛ لتعزيز اكتساب الطلاب للعمليات المعرفية المفاهيمية والمهارات المتعلقة بالمفهومين.

٦- تطبيق أنشطة التعلم الاستقصائي الجماعية والفردية في إطار الهدف المحدد من كل نشاط، ويتم تنفيذ الأنشطة من خلال أوراق العمل المقدمة للطلاب لممارسة عمليات التعلم الاستقصائي، ومتابعتهم أثناء ممارستهم للأنشطة، ومساندتهم، وإرشادهم لإنجاز النشاط، وتحقيق الهدف المحدد منه.

٧- تقويم عملية اكتساب الطلاب للمفهوم، ويستهدف هذا الإجراء التحقق من اكتساب الطلاب للعمليات والمهارات المعرفية للمفهوم عن طريق إجراء الاختبار التقويمي البنائي.

٨- إجراء عملية التغذية الراجعة الفورية للطلاب، وتزويدهم بمعلومات وصفية عن مدى تقدمهم نحو الأهداف المحددة، وتزويدهم بالمعارف والخبرات التي يحتاجونها، وتصحيح معارفهم نحو المفهومين في ضوء نتائج ومؤشرات عملية التقويم البنائي.

٩- تكليف الطلاب بصياغة المفهوم صياغة علمية دقيقة في ضوء دراستهم له.

١٠- تحديد اتجاهات الطلاب الإيجابية والسلبية نحو تعلم المفهومين من خلال إجراء حوار معهم، أو تكليفهم بكتابة تقرير مصغر يعبرون فيه عن اتجاهاتهم، واهتماماتهم، وأهمية تعلمهما بالنسبة لهم، وتقديم معززات مناسبة لتدعيم الاتجاهات الإيجابية بتوضيح وشرح قيمة تعلمهم له، ومناقشتهم حول ارتباطهما بحياتهم وواقعهم. وكذلك استخدام طرق تعليمية مشوقة، ووسائل تعليمية متنوعة؛ وتنمية ميولهم لممارسة أنشطة البحث والاطلاع، والانفتاح العقلي، وإثارة دوافعهم للاستفسار والتساؤل حول الخبرات والمعارف والأحداث المتعلقة بالمفهومين؛ لتكوين اتجاهات إيجابية نحوها.

خامساً: محتوى البرنامج التعليمي لمفهوم تكنولوجيا النانو وعلم النانو:

١- مسميات تكنولوجيا النانو:

يُطلق على تكنولوجيا النانو عدة مسميات منها: النانوتكنولوجي، تقنية المواد متناهية الصغر، التكنولوجيا المجهرية الدقيقة، تكنولوجيا المنمنمات، تقنية الجيل الخامس، التكنولوجيا النانوية، تقنية النانو، أو التقنية فائقة الصغر. (لين، ٢٠٠٩م، ص ٢٤).

وهذه المصطلحات العلمية بمعنى واحد، فليس هناك مفهوم واحد متفق عليه، وسيتم استخدام مفهوم تكنولوجيا النانو باعتباره من المصطلحات الأساسية والأكثر استخداماً في الأوساط العلمية، كما سيتم مناقشته من الجوانب العلمية الآتية:

٢- مفهوم تكنولوجيا النانو (Nanotechnology):

تتكون عبارة تكنولوجيا النانو من كلمتين: الأولى كلمة: نانو (Nano) وهي في الأصل كلمة يونانية تعني (القرمز) وتستعمل في الرياضيات كوحدة قياس للتعبير عن جزء من المليار متر، ويعادل النانو الواحد طول خمس ذرات من الكربون إذا وضعت الواحدة تلو الأخرى. (صفات سلامة، ٢٠٠٩م، ص ١٧).

أما الكلمة الثانية فهي: تكنولوجيا (Technology) وتعني التقنية، ويقصد بتقنية النانو: تطبيق المفاهيم العلمية على مستوى القياس النانومتري، أو على الجزيئات والجسيمات بأحجام تقع ضمن نطاق يتراوح بين (١ - ١٠٠) نانومتر (nm). (بسيوي، ٢٠٠٨م، ص ١٧).

وتُعرّف تكنولوجيا النانو بأنها: الهندسة الوظيفية على مستوى الجزيئات أو التطبيقات المرغوبة لعمليات الإنتاج والتكنولوجيا على مستوى الجزيئات؛ من أجل التوصل إلى النتائج المستهدفة من تصنيع المواد والمنتجات ذات الخصائص الفريدة. (بسيوي، ٢٠٠٨م، ص ١٨).

ويمكن تعريف تكنولوجيا النانو في ضوء هذين التعريفين بأنها: التطبيقات العلمية لإنتاج وتصميم أجهزة وأدوات ومواد متناهية الصغر، تتسم بخصائص ووظائف جديدة، وذلك عن طريق التحكم في الذرات والجزيئات داخل المادة في مستوى أبعاد (١ - ١٠٠) نانومتر (nm).

- تحليل مفهوم تكنولوجيا النانو:

يتأسس مفهوم تكنولوجيا النانو على جملة من العناصر والأفكار الآتية:

أ - النانومتر وحدة قياس تساوي واحد من المليون مليمتر، ولا يمكن رؤيته بالعين المجردة، وإنما يمكن مشاهدته بواسطة مجاهر الكترونية فائقة الدقة، قادرة على اكتشاف عالم النانو.

ب - يُعبر مفهوم تكنولوجيا النانو عن التطبيقات العلمية التي تستهدف ابتكار أجهزة أو مواد ذات خصائص ووظائف جديدة؛ وذلك عن طريق التحكم في مكوناتها الأساسية مثل الذرات والجزيئات، وإعادة تصميمها وتركيبها وفق طريقة معينة لإنتاج تلك المواد لتكون أكثر فعالية وكفاءة ودقة وسرعة، وأقل تكلفة واستهلاكاً للطاقة.

ج - التعامل مع المادة على مستوى وحدة قياس النانو يعطي المادة خصائص، فيزيائية، وكيميائية وكهرومغناطيسية، ومواصفات جديدة تختلف عن خصائصها في وضعها الطبيعي، وقد استفاد العلماء من هذه الخصائص لابتكار مواد وأجهزة وأدوات جديدة غير موجودة مسبقاً. وبهذا يتضح أن الهدف ليس تصغير الحجم وإنما الهدف إيجاد نوع من التقانات وابتكار مواد جديدة أكثر كفاءة وجودة.

٣ - علم النانو (Nanosciene):

أ - نظرة تاريخية:

ترجع البدايات الأولى لعلم تكنولوجيا النانو إلى عالم الفيزياء الأمريكي ريتشارد فينمان (Richard Feynman) الحاصل على جائزة نوبل في الفيزياء عام (١٩٦٥ م) فقد توقع فينمان في عام (١٩٥٩ م) بأن العلماء سيتمكنون يوماً من صنع أدوات متناهية الصغر في حجم ذرات التراب، ثم يستخدمونها في صنع معدات وأدوات أصغر منها، وألقى محاضراته الشهيرة بعنوان: (هناك متسع كبير في القاع) وتساءل عما يمكن أن يفعله الإنسان في حالة السيطرة على الذرة المنفردة، وتحريكها بحرية وسهولة لصناعة مواد وآلات لها خصائص نادرة ومتميزة؛ مما سيُتيح أمام العلماء فرصاً غير مسبوقة في تصميم مواد متطورة لها خصائص متنوعة ومتغيرة مع تغير حجم المكونات فقط. (صفات سلامة، ٢٠٠٩م، ص ٢٠).

أما المؤسس الفعلي لتكنولوجيا النانو فهو العالم الفيزيائي أريك دريكسلر (Eric Drexler) عندما نشر كتابه الشهير بعنوان: (محركات الإنشاء: عصر تقنية النانو القادم) عام (١٩٨٦ م) الذي وضع فيه أفكاره ورؤيته المستقبلية للقرن الحادي والعشرين، واستخدم هذا المفهوم للدلالة على الأبعاد ما بين (١، ٠ - ١٠٠) نانومتر. (محمد، ٢٠١٠م، ص ١٧).

ب - مفهوم علم النانو:

مجال علمي من مجالات تكنولوجيا النانو يهتم بدراسة وتوصيف مواد النانو، وتحديد خواصها الكيميائية والفيزيائية، والميكانيكية مع دراسة الظواهر المرتبطة والناشئة عن تصغير أحجام الجسيمات. (محمد، ٢٠١٠م، ص ١٧).

ويمكن تعريف علم النانو بأنه : مجال علمي دقيق يختص بدراسة المواد وخصائصها المختلفة عند مستوى مقياس النانومتر، بهدف ابتكار تقنيات ومواد متناهية الدقة من خلال عملية التحكم الدقيق في الذرات والجزيئات أثناء عملية التفاعل داخل المادة، ووضعها في مكانها المناسب؛ مما يؤدي إلى ابتكارات وتطبيقات علمية نانوتكنولوجية جديدة متقدمة في مختلف المجالات العلمية.

- تحليل مفهوم علم النانو:

يعتمد مفهوم علم النانو جملة من العناصر والأفكار الآتية:

- علم النانو حقل أو مجال علمي يختص بدراسة العالم متناهي الصغر على مستوى المقياس النانومتري، عن طريق إعادة وهيكلة وبناء الذرات والجزيئات داخل المادة، والتحكم في تفاعلاتها، باستخدام أجهزة نانوية دقيقة قادرة على توجيه الذرات، ووضعها في مكانها المناسب أثناء عملية التفاعل داخل المادة.
- من المبادئ الأساسية التي تعتمد عليها تكنولوجيا النانو، أن خواص المواد النانوية عند وحدة المقياس النانومتري تختلف عن خواصها عندما تكون في حجمها وشكلها الطبيعي، وهذا بدوره يتيح تطبيقات تكنولوجية جديدة تتلاءم مع متطلبات وحاجات الإنسان في الوقت الراهن أو المرحلة المستقبلية. أما الطريقة المستخدمة حالياً في تصنيع المواد التقليدية فتعتمد على الخلط بين مكونات المواد المتفاعلة بنسب معينة دون الأخذ في الاعتبار التحكم في الذرات والجزيئات أثناء تفاعل المادة.
- يمكن توصيف علم تكنولوجيا النانو بأنه إعادة إنتاج وتصميم تقنيات دقيقة متناهية الصغر انطلاقاً من مكوناتها الأساسية من الذرات والجزيئات بناء على خصائص ومواصفات معينة.

سادساً : الأنشطة التعليمية:

النشاط (١):

الهدف: صياغة مفهوم علمي واضح لتكنولوجيا النانو.

المهمة: بالتعاون مع أفراد مجموعتك، اكتب تعريفاً علمياً محدداً لتكنولوجيا النانو في حدود ثلاثة أسطر بأسلوبك الخاص. حلل المفهوم إلى عناصره الأساسية. ما القاعدة الرئيسة التي يُستند إليها هذا المفهوم ؟

النشاط (٢):

الهدف: التعرف على مفهوم علم النانو.

المهمة: عرّف مفهوم علم النانو في ضوء دراستك له، ثم حدد المبدأ الأساسي الذي يقوم عليه هذا المفهوم.

سابعاً: التقويم البنائي:

١- اكتب تعريفاً علمياً دقيقاً لمفهوم تكنولوجيا النانو، ثم حدد العلاقات القائمة بين عناصره، وما القاعدة الأساسية التي ينطلق منها هذا المفهوم؟

١- عرّف علم النانو. وما الهدف من دراسة علم النانو في الوقت الحاضر؟

٣- اكتب ملخصاً في حدود ثلاثة أسطر موضحاً فيه وجهة نظرك واتجاهاتك نحو تعلم هذين المفهومين.

٤ - ما الفرق بين مفهوم تكنولوجيا النانو، وعلم النانو؟ وما العلاقة بين المفهومين؟

ثامناً: التغذية الراجعة:

في إطار إجابة الطلاب على الأسئلة المتضمنة في التقويم البنائي، يتم الكشف عن مدى تحقق من الأهداف التعليمية، وتقديم التغذية الراجعة، بتصحيح إجابات الطلاب، وتعزيز الجوانب التي أبدعوا فيها، وتشخيص جوانب القصور ومعالجتها، وتزويدهم بالخبرات التي يحتاجونها، لتحسين أدائهم في اكتساب العمليات المعرفية لمفهوم تكنولوجيا النانو، ومفهوم علم النانو.

تاسعاً: تدريب منزلي:

في ضوء دراستك لمفهوم تكنولوجيا النانو، وعلم النانو، اكتب تقريراً علمياً في حدود صفحة واحدة موضحاً فيه مفهوم تكنولوجيا النانو، ومفهوم علم النانو، والقاعدة التي يقوم عليها كل مفهوم، ومفسراً العلاقة بينهما، مستعيناً بمصادر البحث الالكترونية.

النماذج (٣، ٤، ٥)

(مقياس النانومتر، الذرات، الجزيئات)

الفئة المستهدفة: طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي.

منفذ البرنامج: الباحث.

المدة الزمنية لتنفيذ البرنامج: ٤٥ دقيقة .

أولاً: الأهداف الإجرائية لمفهوم مقياس النانومتر:

يتوقع من الطالب في نهاية البرنامج التعليمي أن يكون قادراً على :

- ١- تعريف المقياس النانومتري بطريقة صحيحة.
 - ٢- تحليل مفهوم مقياس النانومتر إلى عناصره الأساسية.
 - ٣- تحديد الغاية من استخدام مقياس النانومتر.
 - ٤- تحديد القيمة القياسية لوحدة مقياس النانومتر بين وحدات المقاييس المترية المستخدمة في قياس المواد والمعطيات العلمية.
 - ٥- ذكر ثلاثة أمثلة توضيحية مختلفة لوحدة مقياس النانومتر.
 - ٦- المقارنة بين وحدة قياس النانومتر، ووحدة مقياس الميكرومتر، ووحدة مقياس البيكومتر من خلال جدول معطيات المقاييس العلمية المترية.
 - ٧- صياغة جيدة لمفهوم مقياس النانومتر.
 - ٨- تعريف الذرات تعريفاً علمياً صحيحاً.
 - ٩- تحديد مكونات الذرات.
 - ١٠- تصميم مخطط تفصيلي لأنموذج الذرة ومكوناتها.
 - ١١- صياغة مفهوم واضح للجزيئات.
 - ١٢- استنتاج العلاقة بين مفهوم الذرات، ومفهوم الجزيئات.
 - ١٣- استنتاج العلاقة بين مفهوم الذرات، ومفهوم مقياس النانومتر.
- ثانياً: المواد وتقنيات التعليم المساعدة في تنفيذ البرنامج:
- ١- جهاز الكمبيوتر.
 - ٢- جهاز الداتا شو.
 - ٣- برمجية الوسائط المتعددة.
 - ٤- دليل المعلم.

٥- حقيقة البرنامج المتضمنة المحتوى التعليمي للبرنامج الخاص بمفهوم مقياس النانومتر.

٦- أوراق العمل المتضمنة أنشطة البرنامج التعليمي لمفهوم مقياس النانو.

ثالثاً: طريقة تنفيذ البرنامج :

الطريقة الاستقصائية: وهي عبارة عن أنموذج من نماذج التعلم الاستكشافي تعتمد على وضع الطلاب في مواقف تعلم إشكالية متعلقة بمفاهيم تكنولوجيا النانو، وتقديم مسائل وقضايا تثير اهتمامهم وتفكيرهم، وتدفعهم إلى استخدام حواسهم، ومهارات تفكيرهم، وخيالهم العلمي، لممارسة أنشطة التعلم الاستقصائي، والتعمق في دراسة الموقف المشكل من خلال دقة الملاحظة، وتحديد المشكلة، وتكوين فرضيات، وجمع المعلومات، والحقائق، وتنظيمها، ومقارنتها، ومناقشة الفرضيات، والتحقق منها، واختبار أدلتها، واستخلاص النتائج، وتحليلها وتفسيرها، والتحقق منها للوصول إلى النتيجة النهائية الصحيحة؛ بهدف تكوين منظومه فكرية مفاهيمية متسقة نانوتكنولوجية لدى الطلاب من خلال ممارسة أنشطة التعلم الاستقصائي، وتطبيقها في مواقف تعليمية جديدة.

رابعاً: الخطوات الإجرائية لتنفيذ البرنامج التعليمي للمفاهيم (مقياس النانومتر، الذرات، الجزيئات):

- ١- تحديد الأهداف التي ينبغي على الطلاب تحقيقها، وإخبارهم بها.
- ٢- التهيئة التحفيزية: وتهدف هذه الخطوة إلى الكشف عن الاستعداد المفاهيمي لدى الطلاب من خلال مناقشتهم في الخبرات المتعلقة بمفهوم تكنولوجيا النانو، وعلم النانو، وربطها بخبرات المفاهيم الجديد، كما تستهدف تنشيط العمليات الذهنية لدى الطلاب لاكتساب العمليات المعرفية المفاهيمية المتعلقة بمفهوم المقياس النانومتري، ومفهوم الذرات والجزيئات، ولتحقيق هذه الغاية، يتم عرض مجموعة من مقاطع الفيديو عبر برمجية الوسائط المتعددة التي تناقش هذه المفاهيم من جميع أبعادها ومكوناتها.
- ٣- تقسيم الطلاب إلى مجموعات عمل تعاونية صغيرة يتراوح أفراد كل مجموعة ما بين (٤ - ٥) طلاب، بحيث يتعاونون لتحقيق مهمات وأنشطة البرنامج من خلال الحوار والمناقشة، وطرح التساؤلات حول موضوعات البرنامج.
- ٤- تحديد كل مفهوم وعرضه على الطلاب، ومساعدتهم على اكتشاف القاعدة الأساسية التي يقوم عليها كل مفهوم، ومناقشتهم في تحليل المفهوم إلى عناصره وأفكاره الأساسية، والكشف عن العلاقات القائمة بين مكوناته الرئيسية.
- ٥- تقديم الخبرات المتعلقة بمفاهيم البرنامج للطلاب من خلال عرض المحتوى التعليمي على الطلاب بواسطة برمجية الوسائط المتعددة، ومناقشتهم حولها، وإتاحة الفرصة لهم لطرح تساؤلاتهم حول كل مفهوم، والإجابة عليها، وإجراء حوار معهم؛ لتشكيل تصور مفاهيمي واضح ومحدد نحوها من حيث مدلولها العلمي، وتحليلها إلى عناصرها الأساسية، والتعرف عن العلاقات القائمة بينها.

٦- تقديم أمثلة توضيحية مدعمة بالصور المتنوعة، ومقاطع الفيديو العلمية الوثائقية عن مفاهيم البرنامج الثلاثة، ومناقشتهم حولها، وتعرضهم لخبرات تعليمية وتعليمية واسعة وعميقة، تشير لديهم أسئلة واستفسارات تقود إلى البحث والاستقصاء للكشف عن أجوبة مقنعة لها.

٧- تطبيق أنشطة التعلم الاستقصائي الجماعية والفردية في إطار الهدف المحدد من كل نشاط، وتحديد المهمات التي ينبغي إنجازها من قبل الطلاب، ويتم تنفيذ الأنشطة من خلال أوراق العمل الخاصة بالأنشطة التعليمية، ومتابعتهم أثناء ممارستهم للأنشطة، ومساندتهم وإرشادهم لإنجاز النشاط وتحقيق الهدف المحدد منه.

٨- تقوم عملية اكتساب المفهوم، وتهدف إلى التأكد من اكتساب الطلاب للعمليات المعرفية المفاهيمية، عن طريق طرح أسئلة تشخيصية للكشف عن مدى تحقق أهداف الدرس، واكتساب الطلاب للعمليات المعرفية المفاهيمية.

٩- إجراء عملية التغذية الراجعة للطلاب وتزويدهم بمعلومات وصفية عن مدى تقدمهم نحو الأهداف المحددة، وتزويدهم بالمعارف والخبرات التي يحتاجونها، وتصحيح معارفهم للمفهوم المحدد، وذلك في ضوء نتائج التقويم البنائي.

١٠- تكليف الطلاب بصياغة المفاهيم صياغة علمية جديدة بطريقتهم الخاصة في ضوء دراستهم لها.

١١- التعرف على اتجاهات واهتمامات الطلاب الإيجابية والسلبية نحو المفاهيم من خلال إجراء حوار معهم، أو تكليفهم بكتابة تقرير مصغر يُعبرون فيه عن اتجاهاتهم ومواقفهم نحو مفاهيم البرنامج.

خامساً: محتوى البرنامج التعليمي للمفاهيم (مقياس النانومتر، الذرات، الجزيئات):

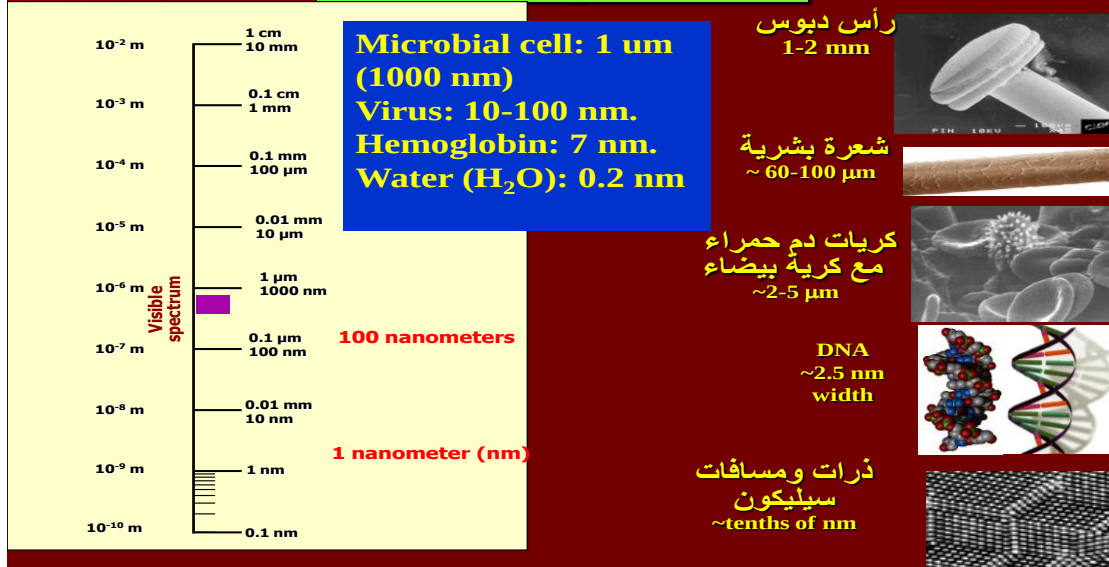
تعتمد تكنولوجيا النانو على وحدة قياس نانوية بالغة الدقة، ويعمل العلماء على تطويرها باستمرار؛ بهدف فهم أفضل للحيز النانوي، وابتكار مواد وأجهزة ومنتجات نانوية دقيقة أكثر كفاءة وفعالية.

١ - مفهوم مقياس النانومتر (Nano Scale):

يُعرَّف مقياس النانومتر بأنه: قياس وتوصيف المواد، ومعرفة أشكالها، وأحجامها، وكتلتها، وقوتها، وخواصها الفيزيائية، والكيميائية، والكهربائية، والميكانيكية، والمغناطيسية عند مستوى النانو، وهذا القياس ضروري لإنتاج المواد والأجهزة النانوية بدرجة كبيرة من الموثوقية، ولتحقيق تطبيقاتها واستخداماتها. (مسلم وآخرون، ٢٠١٠م، ص ٤٣).

ويمكن تعريف المقياس النانومتري بأنه: وحدة قياس متناهية الدقة لحساب الأبعاد التي يتراوح مداها على المستوى الذري والجزيئي بين (١-١٠٠) نانومتر؛ بهدف إنتاج مواد وأجهزة نانوية أكثر دقة وكفاءة لاستخدامها في تطبيقات علمية متنوعة، والشكل (١) يوضح أبعاد بعض المواد بوحدة قياس النانومتر.

الأبعاد فى المقياس



شكل (١) أبعاد بعض عينات المواد بوحدة المقياس النانومتري
www.hcsr.gov.sy

- تحليل مفهوم مقياس النانو:

يتضمن مفهوم مقياس النانومتر المحددات الآتية:

أ - المقياس النانومتري عبارة عن وحدة قياس نانومترية تعمل على المستوى الذري والجزيئي لقياس المواد التي تتراوح أبعادها بين (١ - ١٠٠) نانومتر.

ب - القياس النانوي عملية تهتم بتوصيف المواد النانوية بدرجة عالية من الدقة من حيث حجمها، وأشكالها وكتلتها، وقوتها، بالإضافة إلى خواصها الفيزيائية، والكيميائية، والكهربائية، والمغناطيسية، والميكانيكية.

ج - الغاية من استخدام وحدة قياس النانو هو إنتاج وابتكار مواد وأجهزة نانوية أكثر كفاءة ودقة، واستخدامها أيضاً في تطبيقات علمية تكنولوجية متنوعة.

٢ - تحديد مكانة وحدة المقياس النانومتري بين وحدات المقاييس المترية المستخدمة في قياس المعطيات العلمية المختلفة:

تحدد مكانة وحدة مقياس النانومتر بين أدوات المقاييس المترية التي تسجل عليها معظم المعطيات من

خلال الجدول (١) الذي أورده كل من ليندا وواد (٢٠٠٧م، ص ص ٤٢-٤٣):

الجدول (١)

وحدات المقاييس المترية التي تسجل بها معظم المعطيات العلمية

وحدة المقياس	مضاعفات العشرة	العدد بالأرقام	العدد بالحروف
إكزا	١٨ ١٠	١,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠	كونتليون
بيتا	١٥ ١٠	١,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠	ألف كوادريليون
تيرا	١٢ ١٠	١,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠	تريليون
جيجا	٩ ١٠	١,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠	مليار
ميغا	٦ ١٠	١,٠٠٠,٠٠٠	مليون
كيلو	٣ ١٠	١,٠٠٠	ألف
سنتي	٢- ١٠	١٠٠/١	جزء من مئة
ملي	٣- ١٠	١,٠٠٠/١	جزء من الألف
ميكرو	٦- ١٠	١,٠٠٠,٠٠٠ / ١	جزء من المليون
نانو	٩- ١٠	١,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠ / ١	جزء من المليار
بيكو	١٢- ١٠	١,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠ / ١	جزء من الترليون
فمتو	١٥- ١٠	١,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠ / ١	جزء من الكوادريليون
أتو	١٨- ١٠	١,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠ / ١	جزء من الكونتيليون

يتبين من الجدول (١) أن واحداً على مقياس النانومتر يساوي جزء المليار من المتر، وهذا يعني أن واحداً من النانومتر يساوي جزءاً من المليون مليمتر (١ / ١,٠٠٠,٠٠٠) ملم، ويرمز للنانومتر بالرمز (nm).
ويُمثل القياس (١-١٠٠) نانومتر أهمية علمية خاصة بالنسبة لتكنولوجيا النانو؛ فعند هذا المقياس النانوي تتغير خواص المواد النانوية الفيزيائية، والكيميائية، والكهرومغناطيسية، والميكانيكية؛ مما يسفر عن تطبيقات نانوتكنولوجية جديدة في مجالات علمية متنوعة، ومنها الطب، والغذاء، والهندسة، والطاقة، والالكترونيات والاتصالات، ونحوها من المجالات العلمية المختلفة.

٣- الأمثلة التوضيحية لوحدة المقياس النانومتري:

توضح الأمثلة الآتية وحدة قياس النانومتر لبعض عينات المواد المتنوعة:

مثال (١):

تتباين أبعاد المواد الدقيقة على وحدة المقياس النانومتري، والجدول (٢) يوضح أقطار بعض عينات المواد تبعاً لأحجامها وأشكالها. (نحى الحبشي، ١٤٣٠ هـ، ص ٣٦):

الجدول (٢)

أقطار بعض عينات المواد بوحدة المقياس النانومتري

نوع عينة المادة	طولها بوحدة المقياس النانومتري
قطر جزيء	(٠,٠١) نانومتر (0.01 nm)
قطر غشاء نواة الخلية	(٣٠-١٠) نانومتر (10 nm – 30 nm)
قطر خلية الدم الحمراء	(٢٠٠٠) نانو متر (2000 nm)
قطر خلية الدم البيضاء	(١٠,٠٠٠) نانومتر (10.000 nm)
طول قطر فيروس الإنفلونزا	(٨٠ - ١٢٠) نانومتر (80 - 120 nm)

مثال (٢):

ومن الأمثلة الأخرى لأبعاد بعض عينات المواد على مستوى المقياس النانومتري ما يوضحه الجدول (٣) (بسيوني، ٢٠٠٨م، ص ١٥):

الجدول (٣)

أمثلة لأبعاد بعض المواد بوحدة مقياس النانومتر

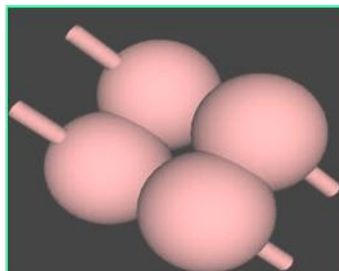
نوع المادة	طولها بوحدة مقياس النانومتر
قطر جزيء حامض (DNA)	(٢-٢,٥) نانومتر
قطر الذرة	(٠,١) نانومتر
حجم الذرة	(٠,١-٠,٥) نانومتر
نواة الذرة	(٠,٠٠٠,٠٠١) نانومتر

وعند مقارنة نانومتر واحد بحجم الذرة فإن: نانومتراً واحداً يساوي عشر ذرات هيدروجين مرصوفة بجانب بعضها البعض طولياً، بمعنى أن قطر ذرة الهيدروجين يساوي (٠,١) نانومتر (<http://nano.ksu.edu>). تاريخ الإتاحة: ٢٠١٤/٦/٢هـ.

وعلى ذلك، فإن الذرة أصغر من النانومتر؛ لأن ذرة الهيدروجين على سبيل المثال: تساوي واحداً من عشرة أجزاء من النانومتر، أما قطر نواة الذرة فيساوي واحداً من مئة ألف جزء من النانومتر، وأصغر الأشياء التي يمكن للعين المجردة رؤيتها مقطوع عرضه (١٠,٠٠٠) نانومتر.

مثال (٣):

أبعاد أربع ذرات كربون متراسة بجانب بعضها داخل حيز أبعاده واحد نانومتر بالطول والعرض، كما يوضح الشكل (٢).

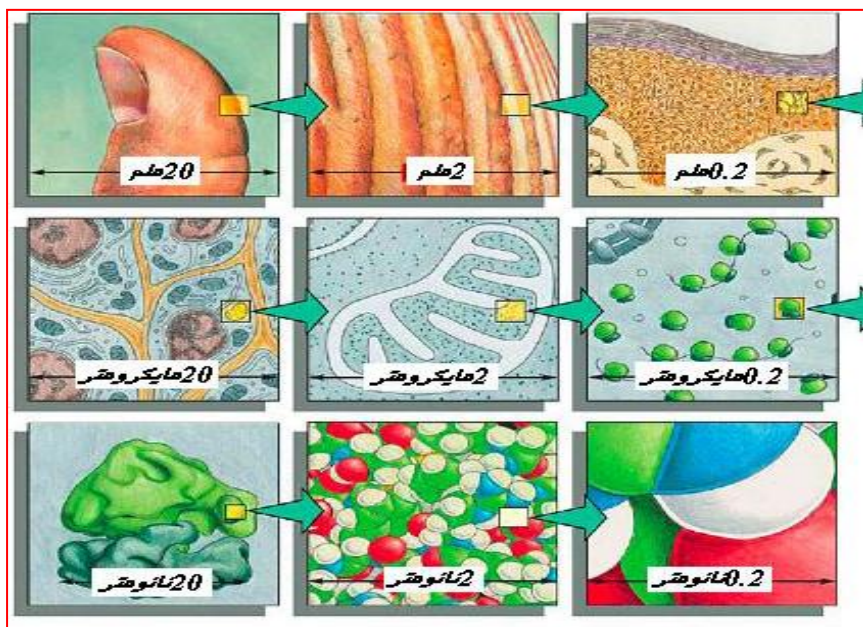


الشكل (٢) أبعاد أربع ذرات كربون بوحدة المقياس النانومتري

<http://www.absba.org>

مثال (٤):

يوضح الشكل (٣) مقطع من الإبرام بطول (٢٠) ملم إلى (٢،٠) نانومتر.



الشكل (٣) أبعاد عينة دقيقة من الإبرام

مثال (٥):

يوضح الشكل (٤) طول (١ سم) من بشرة اليد إلى مقياس (١ نانومتر).



الشكل (٤) أبعاد عينة من بشرة اليد

<http://www.oloommagazine.com>

٤- مفهوم الذرات والجزيئات (Atom and Molecules):

تعدُّ الذرة الوحدة الأساسية لبناء جميع أنواع المواد، ومن الذرة تتكون الجزيئات، والذرة أصغر جزء من العنصر، ولا يمكن مشاهدتها بالعين المجرد، بل تشاهد بميكروسكوبات عالية الدقة، وتتجمع الذرات لتتكون منها الجزيئات، وفيما يأتي توضيح لمفهوم الذرات ومكوناتها، ومفهوم الجزيئات:

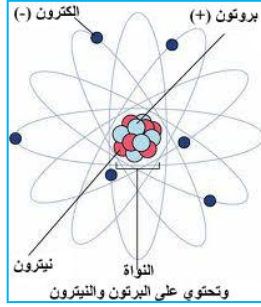
أ - مفهوم الذرة (Atom):

مصطلح الذرة مشتق من الكلمة اليونانية (Atom) وتعني غير قابل للانقسام (العويس وآخرون،

١٤٢٥ هـ، ص ٩٩).

ويعرّف بالبيد (٢٠٠٥م، ص ٣) الذرة بأنها: أصغر جزء من العنصر وتحفظ بخصائصه الكيميائية، ويمكن أن يدخل في التفاعلات دون أن ينقسم، وذرات العنصر الواحد متشابهة، والعناصر تختلف عن بعضها البعض باختلاف ذراتها.

ب - مكونات الذرة:



الشكل (٥) نموذج تركيب الذرة
http://aralkoon.alnomrosi.net

حدد عويس وآخرون (١٤٢٥هـ، ص ص ١٠٢-١٠٣) ثلاثة جسيمات صغيرة تتكون منها الذرة، كما يوضح الشكل (٥) وهي :

- البروتون (Proton): وهو جسيم صغير موجب الشحنة يوجد داخل النواة.
- النيوترون (Neutron): عبارة عن جسيم متعادل الشحنة، يوجد داخل النواة.
- الإلكترون (Electron): وهو جسيم صغير جداً يحمل شحنة سالبة، ويتواجد في مدارات محددة خارج نواة الذرة.

ج - مفهوم الجزيئات (Molecules):

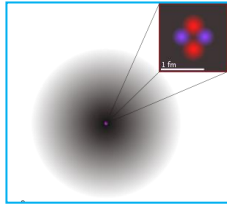
يعرّف سلطان (٢٠٠٤م، ص ٤٠) الجزيئات بأنها: مركبات أو عناصر تنتج عن اتحاد ذرتين أو أكثر ترتبط ببعضها البعض بما يسمى بالروابط الكيميائية، وتوضح فيها خواص المادة.

د - أقسام الجزيئات:

تنقسم الجزيئات إلى قسمين وضحهما بالبيد (٢٠٠٥م، ص ص ٣-٤) على النحو الآتي:

أ - جزيئات العناصر (Molecules of Elements) وهي التي تحتوي على ذرات من نوع واحد وتنقسم إلى ثلاثة أنواع :

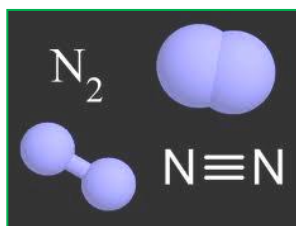
أ - ١: جزيئات أحادية الذرة (Mono atomic Molecules):



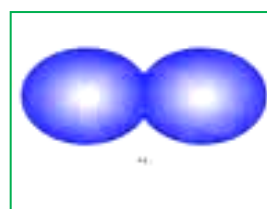
الشكل (٦) نموذج جزيء الهيليوم He
http://ar.wikipedia.org

وهي الجزيئات التي تحتوي على ذرة واحدة مثل الغازات الخاملة ومن أمثلتها: جزيء هيليوم (He) كما يوضح الشكل (٦) وجزيء نيون (Ne) وجزيء كريبتون (Kr).

أ - ٢: جزيئات ثنائية الذرات (Di atomic Molecules): وهي الجزيئات التي تحتوي على ذرتين فقط، مثل: جزيء هيدروجين (H₂) كما يبين الشكل (٧) وجزيء الأكسجين (O₂) وجزيء نيتروجين (N₂) كما يبين الشكل (٨).



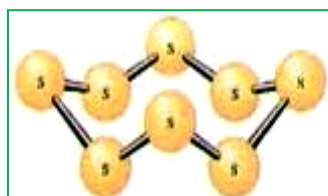
الشكل (٨) أنموذج جزيء النيتروجين (N_2)
<http://www.windows2universe.org>



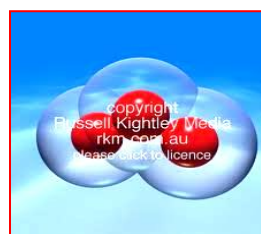
الشكل (٧) أنموذج جزيء الهيدروجين
<http://www.noor.com>

أ - ٣: جزيئات عديدة الذرات (Poly atomic Molecules):

وهي الجزيئات التي تحتوي على أكثر من ذرتين، مثل: جزيء الأوزون (O_3) كما يبين الشكل (٩) وجزيء الكبريت (S_8) كما يتضح من الشكل (١٠) وجزيء الفسفور (P_4).



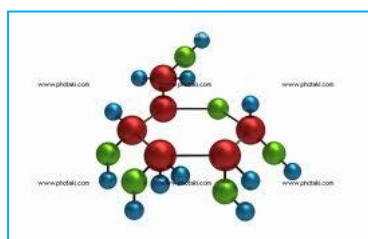
الشكل (١٠) أنموذج جزيء الكبريت (S_8)
<http://global-colleges.com>



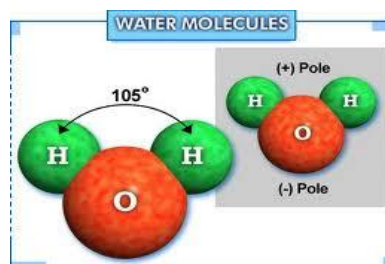
الشكل (٩) أنموذج جزيء الأوزون (O_3)
<http://www.rkm.com.au>

ب - جزيئات المركبات (Molecules of Compounds):

وهي التي تحتوي على ذرات من نوع مختلف، مثل: جزيء الماء (H_2O) كما يبين الشكل (١١) وجزيء الجلوكوز ($C_6H_{12}O_6$) كما يوضح الشكل (١٢).



الشكل (١٢) أنموذج جزيء الجلوكوز ($C_6H_{12}O_6$)
<http://www.photaki.com>



الشكل (١١) أنموذج جزيء الماء يتكون من ذرتين

هيدروجين وذرة واحدة أكسجين (H_2O)

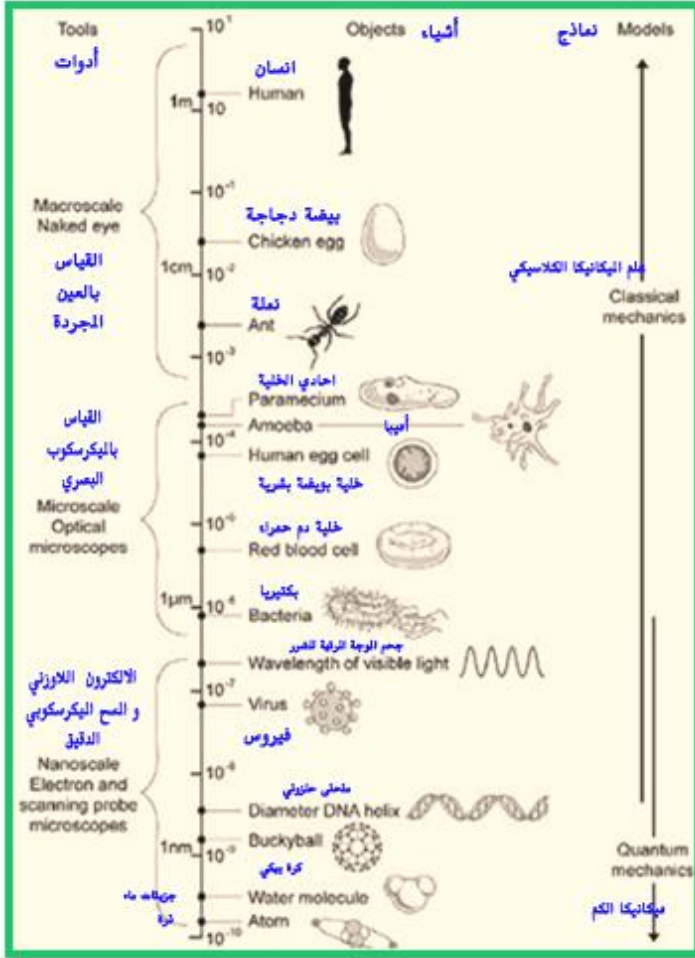
<http://www.alabkari.com>

سادساً: الأنشطة التعليمية:

النشاط (١):

الهدف: تحديد أبعاد العينات استعانة بالمعطيات المرفقة.

المهمة: بالتعاون مع أفراد مجموعتك، حدد أبعاد العينات الموضحة بالجدول مستعيناً بالمعطيات المتضمنة في الشكل الآتي:



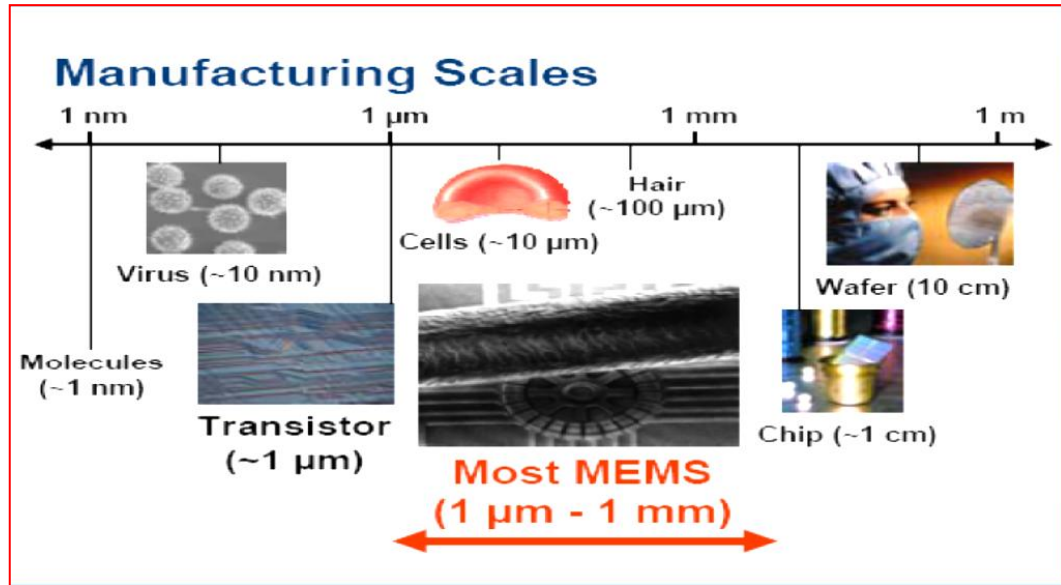
م	نوع العينة	مقياسها
١	إنسان	
٢	بيضة	
٣	نملة	
٤	براميسيوم	
٥	أميبا	
٦	خلية البويضه البشرية	
٧	خلية الدم الحمراء	
٨	بكتيريا	
٩	طول موجة الضوء المرئي	
١٠	فيروس	
١١	الحمض النووي DNA	
١٢	كرة الباي بول (الفوليرين)	
١٣	جزيء الماء	
١٤	الذرة	

<http://www.almhml.com/articles>

النشاط (٢):

الهدف: المقارنة بين وحدات المقياس المتري: (سم، الميكرو، النانومتر) اعتماداً على المعطيات المتضمنة في الشكل المرفق.

المهمة: أكمل بيانات الجدول المعطى مقارنةً بين أبعاد العينات المتضمنة في الشكل الآتي:



<http://explore.com/nanometre>

أبعادها	نوع العينة	م
	فيروس	١
	الجزيئات	٢
	ترانزستور	٣
	شعرة	٤
	خلية	٥
	رقاقة	٦
	شريحة بطاطس	٧

النشاط (٣):

الهدف: تحديد أبعاد خمس عينات على مستوى وحدة المقياس النانومتري استعانة بالشكل المرفق.

المهمة: حدد أبعاد كل صورة كما يوضح الشكل الآتي:



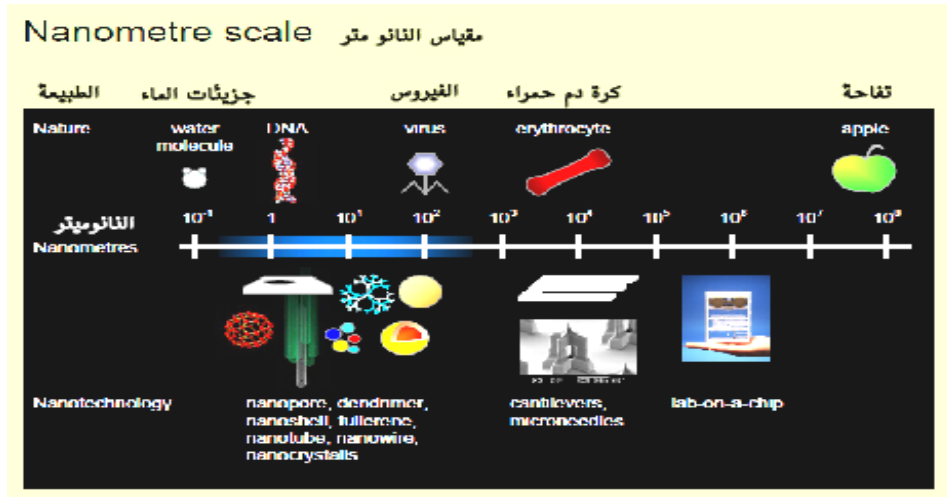
مجلة النانو، العدد: الأول: ٢٠٠٨، ص ١٥

قطر الجزيء = (.....) قطر الفيروس = (.....) قطر البكتيريا = (.....) ، قطر الخلية الحيوانية = (.....) ، قطر الخلية النباتية = (.....).

النشاط (٤):

الهدف: تحديد أبعاد العينات بوحدة النانومتر من خلال البيانات المعطاة.

المهمة: بالتعاون مع أفراد مجموعتك حدد أبعاد العينات الموضحة بالشكل الآتي:



<http://www.tatrc.org>

النشاط (٥):

الهدف: التعرف على مفهوم الذرات.

المهمة: عرّف الذرات تعريفاً علمياً دقيقاً.

النشاط (٦):

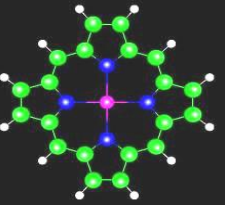
الهدف: التعرف على مكونات الذرة.

المهمة: حدد على الشكل المرفق مكونات الذرة.

النشاط (٧):

الهدف: صياغة مفهوم يُعبر عن المدلول العلمي للشكل المرفق.

المهمة: يُمثل الشكل الآتي مدلولاً علمياً لأحد المفاهيم التي درستها، حدد هذا المفهوم، ثم صيغ تعريفاً علمياً له.



<http://www.chemistryland.com>

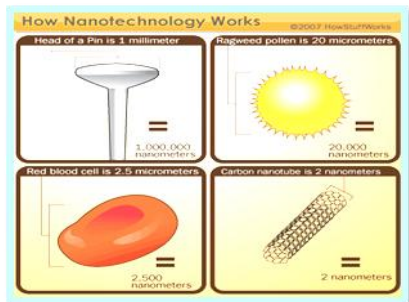
النشاط (٨):

الهدف: إعطاء أمثلة توضيحية لأنواع الجزيئات.

المهمة: بالتعاون مع أفراد مجموعتك، اذكر مثلاً توضيحياً لكل نوع من أنواع الجزيئات.

سادساً: التقويم البنائي:

١- حدّد أبعاد عينات المواد المتضمنة في الشكل الآتي بوحدة المقياس النانومتري.



<http://www.freegrab.net/nantech.htm>

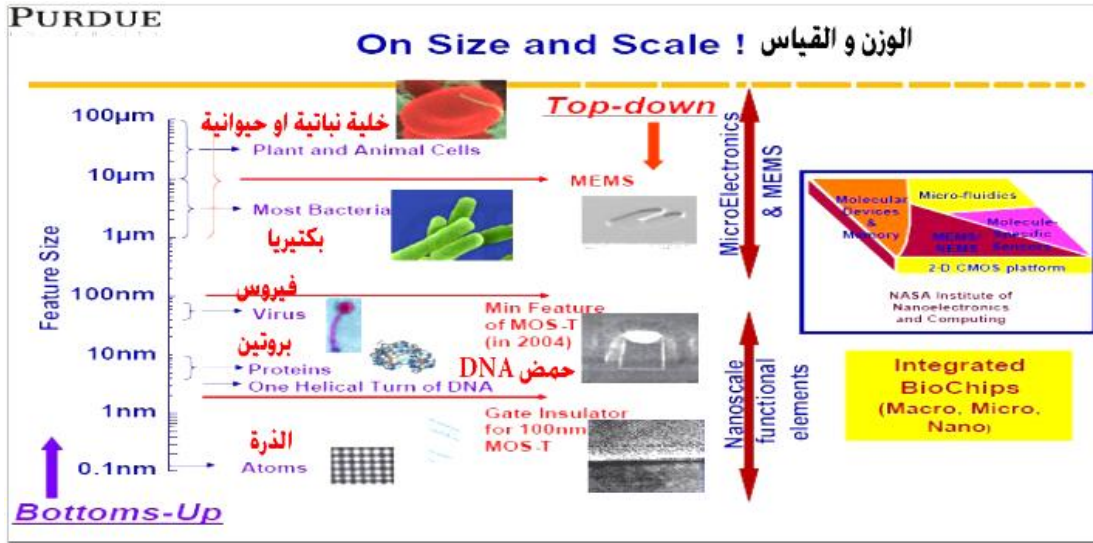
أ - قطر رأس الدبوس = (..... nm).

ب - قطر حبة اللقاح = (..... nm).

ج - قطر كرة الدم الحمراء = (..... nm).

د - قطر أنبوب كربون نانوي = (..... nm).

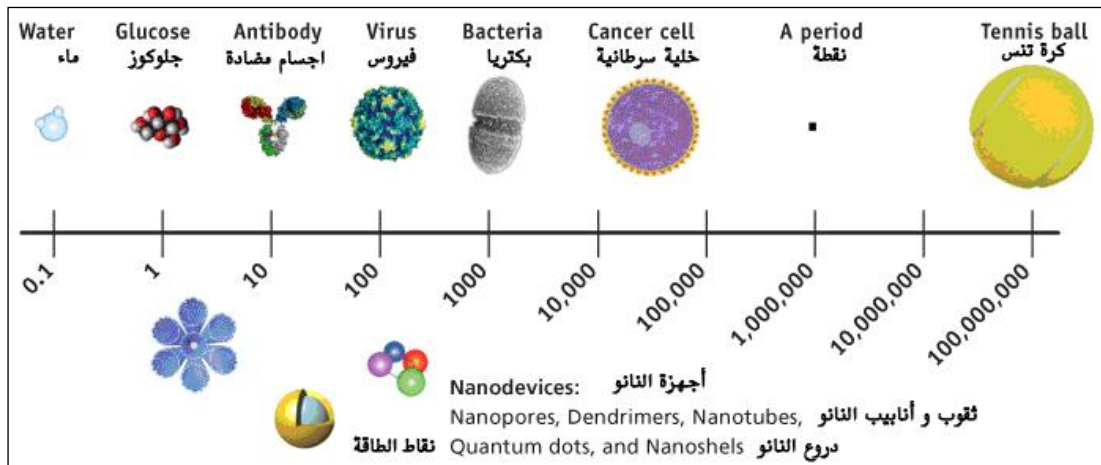
٢_ تأمل في الشكل الآتي، ثم حدّد أبعاد العينات الموضحة بالجدول المرفق.



<http://faculty.kfupm.edu.sa>

أبعادها بوحدة النانو	نوع العينة	م
	خلية نباتية أو حيوانية	١
	بكتيريا	٢
	فيروس	٣
	بروتين	٤
	الحمض النووي DNA	٥
	الذرة	٦

(٣) حدد أبعاد العينات المعطاة بالشكل المرفق على وحدة المقياس النانومتر.



<http://www.cancer.gov>

(٤) أكمل الفراغات الآتية:

نانومتر واحد = ... من المتر، بينما = ... من المليمتر.

الميكرومتر واحد = ... نانومتر.

(٥) عرّف مفهوم المقياس النانومتري تعريفاً علمياً واضحاً بأسلوبك الخاص في ضوء دراستك لهذا المفهوم. دعم إجابتك بمثالين.

(٦) ما أهمية المقياس النانومتري لتكنولوجيا النانو ؟

(٧) عرّف الذرة، ثم حدد مكوناتها. ارسم مخططاً تفصيلياً لمكونات الذرة.

(٨) عرّف الجزيئات، ثم وضع أقسامها.

(٩) وضع العلاقة بين مفهومي الذرات والجزيئات.

(١٠) وضع العلاقة بين مفهومي المقياس النانومتري والذرات، وأيهما أكبر الذرة أم النانومتر؟

سابعاً: التغذية الراجعة:

في ضوء استجابة الطلاب لأسئلة التقويم البنائي، يتم تشخيص مدى تحقق الأهداف التعليمية، وتقديم عملية التغذية الراجعة، بتصحيح إجابات الطلاب، وتعزيز الجوانب التي أبدعوا فيها، وتشخيص جوانب القصور ومعالجتها، وتزويدهم بالخبرات التي يحتاجونها، لتحسين أدائهم لاكتساب العمليات المعرفية المفاهيمية للمدخل العلمي للمقياس النانومتري.

ثامناً: تدريب منزلي:

١- اكتب ملخصاً مختصراً موضحاً فيه مفهوم المقياس النانومتري، مدعماً إجابتك بالأمثلة التوضيحية، والصور والأشكال التي تبين المدلول العلمي لهذا المفهوم.

٢- عرّف كلاً من المفاهيم الآتية: مقياس النانومتر، الذرات، الجزيئات. وضع العلاقة بينها.

٣- في ضوء دراستك لمفهوم المقياس النانومتري، وضع أهمية دراسته بالنسبة لك، محدداً اتجاهك نحو تعلمه، والفائدة من دراسته.

المحور الثاني

نماذج مفاهيمية نانوتكنولوجية

متعلقة بالأدوات والتقنيات المستخدمة في دراسة المواد النانوية

تعتمد تكنولوجيا النانو على أدوات علمية عالية الدقة، مصممة لدراسة أسطح المواد، وتركيباتها، وخواصها المتنوعة عند مستوى وحدة القياس النانومتري. وتعمل هذه الأدوات على تزويد علماء تكنولوجيا النانو بصور واضحة ومفصلة، وبدرجة عالية من الدقة عن التركيب الدقيق للبنى النانوية للذرات والجزيئات؛ مما يسهم في اكتشاف أسرار الذرات والجزيئات والتحكم فيها، وتوظيفها في ابتكار مواد جديدة.

ومن أهم الأدوات العلمية التي يستخدمها العلماء في دراسة تراكيب المواد والتعرف على خواصها الكيميائية، والفيزيائية، والكهرومغناطيسية؛ المجهر الإلكتروني الماسح (SEM) Scanning Electron Microscope) والمجهر النفقي الماسح (STM) Scanning Tunneling Microscope) والمجهر الإلكتروني النفاذ (TEM) Transmission Electron Microscope) ومجهر القوة الذرية (AFM) Atomic force Microscope) وجهاز المعالج النانوي مانيبيولاتور (Nano Manipulator) وأجهزة الرواصف أو المجمعات النانوية (Assemblers) من هذا المنطلق يناقش هذا المحور تلك الأدوات والأجهزة من حيث مفهومها، ومزاياها، وطريقة عملها، وبعض تطبيقاتها العملية بشكل مختصر.

النموذج (١)

المجهر الالكتروني الماسح (SEM) (Scanning Electron Microscope)

الفئة المستهدفة: طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي.

منفذ البرنامج: الباحث.

المدة الزمنية لتنفيذ البرنامج : ٤٥ دقيقة.

أولاً: الأهداف الإجرائية لمفهوم المجهر الالكتروني الماسح :
يتوقع من الطالب في نهاية البرنامج التعليمي أن يكون قادراً على:

- ١- صياغة مفهوم علمي للمجهر الالكتروني الماسح.
 - ٢- وصف خمس مزايا يتميز بها المجهر الالكتروني الماسح.
 - ٣- تحديد مكونات المجهر الالكتروني الماسح.
 - ٤- شرح طريقة عمل المجهر الالكتروني الماسح.
 - ٥- استنتاج ثلاثة تطبيقات علمية للمجهر الالكتروني الماسح.
 - ٦- توضيح أهمية المجهر الالكتروني الماسح في الاكتشافات العلمية الحديثة لتكنولوجيا النانو.
 - ٧- التعبير عن اتجاهه واهتمامه نحو تعلم مفهوم المجهر الالكتروني الماسح.
- ثانياً: المواد وتقنيات التعليم المساعدة في تنفيذ البرنامج التعليمي لمفهوم المجهر الالكتروني الماسح:
- ١- جهاز الكمبيوتر.
 - ٢- جهاز الداتا شو.
 - ٣- برمجية الوسائط المتعددة.
 - ٤- دليل المعلم.
 - ٥- حقيبة البرنامج المتضمنة المحتوى التعليمي الخاص بمفهوم المجهر الالكتروني الماسح.
 - ٦- أوراق العمل المتضمنة أنشطة البرنامج التعليمي لمفهوم المجهر الالكتروني الماسح.

ثالثاً: طريقة تنفيذ البرنامج التعليمي:

الطريقة الاستقصائية: وهي عبارة عن أنموذج من نماذج التعلم الاستقصائي، تعتمد على وضع الطلاب في موقف تعلم مُشكل متعلق بمفاهيم تكنولوجيا النانو، وتقديم مسائل وقضايا تثير اهتمامهم وتفكيرهم، وتدفعهم إلى استخدام حواسهم، ومهارات تفكيرهم، وخيالهم العلمي، لممارسة أنشطة التعلم الاستقصائي، والتعمق في دراسة الموقف المشكل من خلال دقة الملاحظة، وتحديد المشكلة، وتكوين

الفرضيات، وتقديم إجابات مبدئية لحل المشكلة، وجمع المعلومات، والحقائق، وتنظيمها، ومقارنتها، ومناقشة الفرضيات، والتحقق منها واختبار أدلتها، واستخلاص النتائج وتحليلها وتفسيرها، والتحقق منها للوصول إلى النتيجة النهائية الصحيحة؛ بهدف تكوين منظومه فكرية مفاهيمية متسقة نانوتكنولوجية لدى الطلاب، من خلال ممارسة أنشطة التعلم الاستقصائي، وتطبيقها في مواقف تعليمية جديدة.

رابعاً: الخطوات الإجرائية لتنفيذ البرنامج التعليمي لمفهوم المجهر الالكتروني الماسح:

- ١- التهيئة التحفيزية: وتهدف هذه الخطوة إلى الكشف عن الاستعداد المفاهيمي لدى الطلاب من خلال مناقشتهم في الخبرات المتعلقة بمفهوم تكنولوجيا النانو، ومفهوم علم النانو، ومفهوم المقياس النانومتري، وربطها بخبرات المفهوم الجديد. كما تستهدف تنشيط العمليات الذهنية لدى الطلاب لاكتساب العمليات المعرفية المفاهيمية لمفهوم المجهر الالكتروني الماسح، ولتحقيق هذه الغاية تعرض مجموعة من مقاطع الفيديو للمجهر الالكتروني الماسح عبر برمجية الوسائط المتعددة، باستخدام جهاز الكمبيوتر وجهاز الداتاشو.
- ٢- تقسيم الطلاب إلى مجموعات عمل تعاونية صغيرة يتراوح عدد أفراد كل مجموعة ما بين (٤ - ٥) طلاب، لتنفيذ أنشطة البرنامج، والتحاور والمناقشة فيما بينهم، وطرح التساؤلات حول مفهوم المجهر الالكتروني الماسح؛ لاكتساب الخبرات التعليمية والتعليمية المتعلقة بهذا المفهوم.
- ٣- تحديد المفهوم وعرضه على الطلاب، ومساعدتهم على اكتشاف القاعدة الأساسية التي يقوم عليها، وتحليله إلى عناصره، وأفكاره الأساسية، وتحديد التصورات والتراكيب والعلاقات التي يتأسس عليها المفهوم.
- ٤- عرض الخبرات التعليمية المتعلقة بمفهوم المجهر الالكتروني الماسح من خلال برمجية الوسائط المتعددة، ومناقشتهم حولها، وإتاحة الفرصة لهم لطرح تساؤلاتهم، ومساعدتهم للتوصل إلى الإجابات المناسبة لها؛ وذلك بهدف تشكيل بنية معرفية رصينة نحو مفهوم المجهر الالكتروني الماسح، من حيث مدلوله العلمي، وتحليله إلى مبادئه الأساسية، والتعرف عن العلاقات القائمة بين مكوناته، ومزاياه، وطريقة عمله، وبعض تطبيقاته العملية.
- ٥- عرض الصور التوضيحية للمجهر الالكتروني الماسح، مدعمة بالرسومات المتنوعة، ومناقشتهم حولها، وتعريضهم لخبرات تعليمية واسعة وعميقة، تثير لديهم أسئلة واستفسارات تقودهم إلى البحث والاستقصاء للإجابة عليها.
- ٦- عرض مقاطع فيديو موضحة للمجهر الالكتروني الماسح من حيث شكله الخارجي، ومكوناته الأساسية، وتطبيقاته العملية الدقيقة في الكشف عن عينات المواد النانوية، وطريقة معالجتها للوصول إلى اكتشافات علمية جديدة ومبتكرة.

٧- تطبيق أنشطة التعلم الجماعية والفردية في ضوء الهدف المحدد من كل نشاط، وتحديد المهمات التي ينبغي إنجازها من قبل الطلاب، ومعيار النجاح لكل نشاط، وتنفيذ الأنشطة من خلال أوراق العمل الخاصة بها، ومتابعتهم أثناء ممارستهم لها، ومساندتهم وإرشادهم لإنجاز النشاط، وتحقيق الغاية المحدد منه.

٨- تقويم عملية اكتساب الطلاب للمفهوم، وتهدف هذه العملية إلى التأكد من اكتسابهم للعمليات المعرفية المفاهيمية للمجهر الإلكتروني الماسح، ويتم إجراء عملية التقويم باستخدام أسلوب التقويم البنائي، المتضمن بعض الأسئلة للكشف عن مدى تحقق أهداف البرنامج، واكتسابهم للعمليات المعرفية المفاهيمية المتعلقة بالمجهر الإلكتروني الماسح.

٩- إجراء عملية التغذية الراجعة للطلاب، وتزويدهم بمعلومات وصفية عن مدى تقدمهم نحو الأهداف المحددة، وتزويدهم بالمعارف والخبرات التي يحتاجونها، وتصحيح معارفهم نحو المفهوم، وذلك في ضوء نتائج عملية التقويم البنائي.

١٠- تكليف الطلاب بصياغة المفهوم صياغة علمية جديدة بطريقتهم الخاصة في ضوء دراستهم له.

١١- التعرف على اتجاهات واهتمامات الطلاب الإيجابية والسلبية نحو تعلم مفهوم المجهر الإلكتروني الماسح من خلال إجراء حوار معهم، والاستماع إلى آرائهم، والتعرف على أفكارهم، وأهمية تعلمهم له، وقيمتهم من حيث ارتباطه بواقع التطورات التكنولوجية من حولهم، أو تكليفهم بكتابة تقرير مصغر يعبرون فيه عن اتجاهاتهم نحو تعلمهم لهذا المفهوم .

خامساً: محتوى البرنامج التعليمي لمفهوم المجهر الإلكتروني الماسح:

المجهر الإلكتروني الماسح (SEM) من الأدوات العلمية التحليلية الدقيقة المستخدمة في دراسة وتوصيف المواد عند مستوى تركيبها الذري والجزيئي، من هذا المنظور العلمي سيتم مناقشة مفهوم المجهر الإلكتروني على وجه التحديد مدلوله العلمي، وأهم مزاياه، ومكوناته، وطريقة عمله، وجانباً علمياً من تطبيقاته العملية في معالجة وتحليل العينات، مدعمة بالصور، ولقطات الفيديو الوثائقية المتضمنة في برمجية الوسائط المتعددة.

١ - مفهوم المجهر الإلكتروني الماسح (SEM):

عبارة عن ميكروسكوب إلكتروني متقدم يقوم بتركيز حزمة إلكترونية عالية الطاقة على سطح العينة، تتفاعل مع ذراتها؛ مما يُولد إشارة كهربائية تكشف عن التركيب الدقيق للجزيئات متناهية الصغر، وتكوين صورة ثلاثية الأبعاد على شكل قطاعات في شكل شبكي، وتتميز هذه الصورة بدرجة عالية من الدقة، تتراوح ما بين (٥ - ١٠) نانومتر تقريباً، وقد تصل دقة الصورة إلى (١) نانومتر أو إلى (٥٠،٠٥) نانومتر، كما يتميز بقدرته العالية لتكبير العينة بين (١٠ - ١٠٠،٠٠٠،٠٠٠) مرة، وهذا يعطي صورة واضحة لتفاصيل تركيب العينة المفحوصة.



الشكل (١) المجهر الإلكتروني الماسح (SEM)
<http://blog.lib.umn.edu>

(ليندا وواد، ٢٠٠٧م، ص ٧٥-٧٦) انظر الشكل (١).

٢- مزايا المجهر الالكتروني الماسح (SEM):

يتضح من مفهوم المجهر الالكتروني الماسح أنه يتميز بالخصائص الآتية:

أ- يستخدم شعاع الكتروني عالي الطاقة بدلاً من الضوء لتحليل العينة، وتكوين صورة دقيقة واضحة ثلاثية الأبعاد، تكشف عن خصائص الجزيئات المتناهية الصغر.

ب- له قدرة عالية على تكبير حجم العينة إلى (١,٠٠٠,٠٠٠) مرة، والحصول على صورة مجهرية ذات تركيز أعمق تصل ما بين (٠,١ - ٠,٥) نانومتر؛ مما يسهم في توصيف العينة، وتحديد خصائصها بدقة ووضوح.

ج- يُعتبر المجهر الالكتروني الماسح أكثر دقة ووضوحاً من المجهر الضوئي؛ لأنه يعتمد بشكل كبير على توظيف عدة إشارات الكترونية ثانوية والكترونية مرتدة، وأشعة سينية، وموجهاً كهرومغناطيسية. (أبو عزيز،

٢٠٠٩م، ص ٤٥).

ثالثاً: مكونات المجهر الالكتروني الماسح:

يتكون المجهر الالكتروني الماسح من مكونات أساسية، كما يتضح من الشكل (٢) حددها أبو عزيز



الشكل (٢) تركيب المجهر الالكتروني الماسح.

<http://www.purdue.edu>

(٢٠٠٩م، ص ٤٣) في النقاط الآتية:

١- قاذف الالكترونات (Electron Gun).

٢- المصعد (الأنود) (Anode).

٣- العدسة المغناطيسية (Magnetic Lens).

٤- ملفات المسح (Scanning coils).

٥- كاشف الالكترونات (Electron Detector).

٦- غرفة العينة (Specimen Chamber).

انظر الشكل (٣).



الشكل (٤) غرفة عينة المجهر الالكتروني الماسح

٤- طريقة عمل المجهر الالكتروني الماسح:



الشكل (٤) طريقة عمل المجهر الإلكتروني الماسح

تحدد طريقة عمل المجهر الالكتروني الماسح؛ للكشف عن التركيب الدقيق للعينات - كما يوضح الشكل (٤) - من خلال الخطوات العملية التالية:

أ - ينبعث شعاع الالكترونات من المهبط (Cathode) أو قاذف الالكترونات (Electron Gun) بفعل الحرارة الناتجة عن تسخين الفتيلة بتطبيق جهد كهربائي بين طرفيها، ويتم تعجيل الشعاع بتسليط جهد عال على المصعد (Anode).

ب - يمر الشعاع من خلال المصعد في مسار رأسي داخل المجهر المفرغ تماماً من الهواء إلى غرفة العينة، ويتم تركيز الشعاع بواسطة عدسات مغناطيسية (Magnetic Lens) وقبل عبور الشعاع الالكتروني بسطح العينة يمر من خلال ملفات المسح (Scanning coils) التي تقوم بتحريك الشعاع على سطح العينة، ثم يمر الشعاع في عدسة شبيئية لتركيز الشعاع على الجزء المستهدف فحصه، وعندما يصطدم الشعاع الالكتروني بسطح العينة ينبعث منها الكترونات ثانوية (Secondary Electrons) وترتد بعض الالكترونات الساقطة على سطح العينة وتسمى الالكترونات المرتدة (Back Scattered Electron).

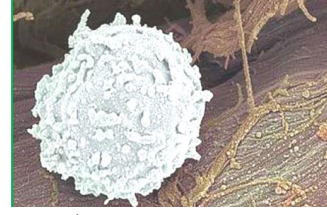
ج - تقوم الكواشف بتجميع الالكترونات وتكبيرها وإرسالها إلى شاشة إظهار العينة على شكل صور فيديو رقمية، وعادة ما يتم تزويد المجهر بشاشتي عرض أحدهما: لعرض صور واضحة للعينة، والأخرى لأخذ صور فوتوغرافية، وتخزينها. (أبو عزيز، ٢٠٠٩م، ص ص ٤٣-٤٤).

٥ - التطبيقات العملية للمجهر الالكتروني الماسح في فحص العينات:

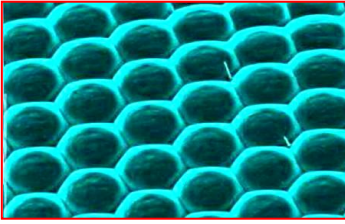
أ- من أهم التطبيقات العملية للمجهر الالكتروني الماسح توظيفه في المجال الطبي مثل: تحليل وتشخيص العينات، والكشف عن الميكروبات والفيروسات، أو تحليل عينات من الدم أو الأنسجة والخلايا، وكذلك دراسة أسطح المواد المختلفة، ومن الأمثلة على ذلك الأشكال (٥، ٦، ٧، ٨، ٩، ١٠) الآتية:



الشكل (٦) لكريات الدم الحمراء بواسطة المجهر الإلكتروني الماسح
<http://www.ibda3world.com>



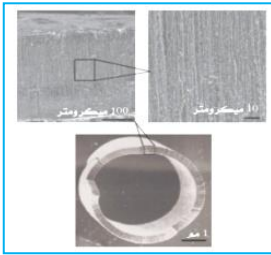
الشكل (٥) كرة دم بيضاء بواسطة المجهر الإلكتروني الماسح
<http://technologie789.blogspot.com>



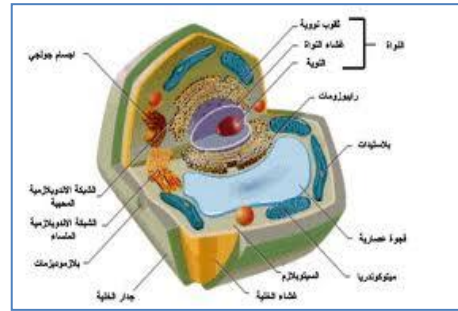
الشكل (٨) تركيب عين حشرة الذباب بواسطة المجهر الإلكتروني الماسح
<http://technologie789.blogspot.com>



الشكل (٧) حبيبات لقاح بواسطة المجهر الإلكتروني الماسح
<http://www.hazemsakeek.info>



الشكل (١٠) مرشح أنبوب كربوني نانوي
 بواسطة المجهر الإلكتروني الماسح
 مجلة العلوم والتقنية العدد: ٨٣، ص ١٠



الشكل (٩) خلية نباتية بواسطة المجهر الإلكتروني الماسح
<http://www.ibtesama.com>

ب - عرض بعض التطبيقات العملية للمجهر الإلكتروني الماسح بواسطة برمجية الوسائط المتعددة المتضمنه مقاطع فيديو علمية وثائقية.

خامساً: الأنشطة التعليمية:

النشاط (١):

الهدف: صياغة تعريف محدد لمفهوم المجهر الإلكتروني الماسح .

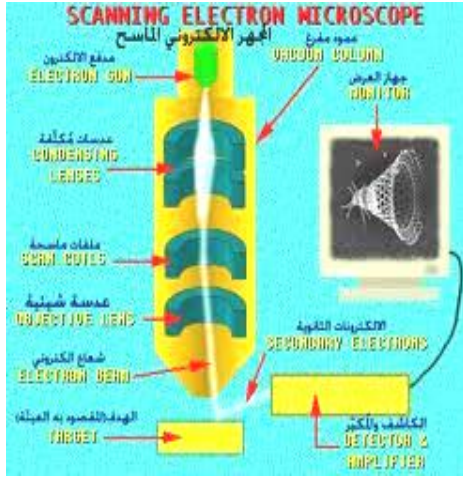
المهمة: بالتعاون مع أفراد مجموعة. اكتب تعريفاً محدداً لمفهوم المجهر الإلكتروني الماسح في ضوء دراستك له.

النشاط (٢):

الهدف: تحديد أربع مميزات للمجهر الإلكتروني الماسح.

المهمة: اذكر أربع مميزات للمجهر الإلكتروني الماسح.

النشاط (٣):



الشكل (١١) الأجزاء الرئيسة للمجهر الإلكتروني المساح
<http://www.science-hour.com>

الهدف: شرح طريقة عمل المجهر الإلكتروني المساح في فحص العينات، والكشف عن تركيبها الدقيق، بعد مشاهدة برمجية الوسائط المتعددة.

المهمة: أمامك الشكل (١١) يوضح الأجزاء الرئيسة للمجهر الإلكتروني المساح، بالتعاون مع أفراد مجموعتك، ناقش طريقة عمل المجهر الإلكتروني المساح في تشخيص العينات والكشف عن تفاصيلها الدقيقة.

النشاط (٤):

الهدف: تحديد المكونات الرئيسة للمجهر الإلكتروني المساح بعد مشاهدة برمجية الوسائط المتعددة.

المهمة: بالتعاون مع أفراد مجموعتك، حدد مكونات المجهر الإلكتروني المساح من خلال مشاهدتك لبرمجية الوسائط المتعددة.

سادساً: التقويم البنائي:

- ١- عرّف المجهر الإلكتروني المساح تعريفاً علمياً دقيقاً في ضوء دراستك له.
- ٢- اذكر ثلاث مميزات للمجهر الإلكتروني المساح.
- ٣- بيّن أهمية المجهر الإلكتروني المساح في تطوير تكنولوجيا النانو.
- ٤- اشرح في حدود أربعة أسطر طريقة عمل المجهر الإلكتروني المساح في تحليل العينات.
- ٥- في ضوء دراستك لمفهوم المجهر الإلكتروني المساح، ومشاهدتك لبرمجية الوسائط المتعددة، وضح اتجاهك واهتمامك نحو تعلم هذا المفهوم، وأهمية تعلمه بالنسبة لك، والفوائد التي استفدتها من تعلمه.

سابعاً: التغذية الراجعة:

من منطلق نتائج التقويم، يتم تزويد الطلاب بالخبرات التعليمية المناسبة، ومعالجة جوانب القصور لديهم في تعلم المفهوم، من خلال الحوار والمناقشة، أو أنشطة التعلم الإثرائية، أو التدريبات حول المفهوم، لتحسين أدائهم لاكتساب العمليات المعرفية لمفهوم المجهر الإلكتروني المساح.

النموذج (٢)

المجهر النفقي الماسح (STM)

(Scanning Tunneling Microscope)

الفئة المستهدفة: طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي.

منفذ البرنامج: الباحث.

المدة الزمنية لتنفيذ البرنامج: ٤٥ دقيقة.

أولاً: الأهداف الإجرائية لمفهوم المجهر النفقي الماسح:

يتوقع من الطالب في نهاية البرنامج التعليمي أن يكون قادراً على:

- ١- صياغة مفهوم علمي للمجهر النفقي الماسح.
- ٢- اكتشاف مبدأ الفكرة الأساسية التي يقوم عليها المجهر النفقي الماسح.
- ٣- تعرّف مكتشفي المجهر النفقي الماسح.
- ٤- وصف ثلاث مزايا يتميز بها المجهر النفقي الماسح.
- ٥- توضيح طريقة عمل المجهر النفقي الماسح.
- ٦- تصميم مخطط توضيحي دقيق لكيفية عمل المجهر النفقي الماسح في ضوء دراسة النماذج التخطيطية لطريقة عمل المجهر النفقي الماسح.
- ٧- تعرّف ثلاثة تطبيقات عملية للمجهر النفقي الماسح.
- ٨- توضيح أهمية المجهر النفقي الماسح في الاكتشافات العلمية لتكنولوجيا النانو.
- ٩- التعبير عن اتجاهه واهتمامه نحو تعلم مفهوم المجهر النفقي الماسح.

ثانياً: المواد وتقنيات التعليم المساعدة في تنفيذ البرنامج التعليمي لمفهوم المجهر النفقي الماسح:

- ١- جهاز الكمبيوتر.
- ٢- جهاز الداتاشو.
- ٣- برمجية الوسائط المتعددة.
- ٤- دليل المعلم.
- ٥- حقيبة البرنامج المتضمنة المحتوى التعليمي للبرنامج الخاص بمفهوم المجهر النفقي الماسح.
- ٦- أوراق العمل المتضمنة أنشطة البرنامج التعليمي لمفهوم المجهر النفقي الماسح.

ثالثاً: طريقة تنفيذ البرنامج التعليمي:

الطريقة الاستقصائية: وهي عبارة عن أنموذج من نماذج التعلم الاستكشافي، تعتمد على وضع الطلاب في موقف تعلم مشكل متعلق بمفاهيم تكنولوجيا النانو، وتقديم مسائل وقضايا تثير اهتمامهم وتفكيرهم، وتدفعهم إلى استخدام حواسهم، ومهارات تفكيرهم، وخيالهم العلمي، لممارسة أنشطة التعلم الاستقصائي، والتعمق في دراسة الموقف المشكل من خلال دقة الملاحظة، وتحديد المشكلة، وتكوين فرضيات، وتقديم إجابات مبدئية لحل المشكلة، وجمع المعلومات والحقائق، وتنظيمها، ومقارنتها، ومناقشة الفرضيات، واختبار أدلتها، واستخلاص النتائج وتحليلها وتفسيرها، والتحقق منها للوصول إلى النتيجة النهائية الصحيحة؛ بهدف تكوين منظومه فكرية مفاهيمية متسقة نانوتكنولوجية لدى الطلاب، من خلال ممارسة أنشطة التعلم الاستقصائي، وتطبيقها في مواقف تعليمية جديدة.

رابعاً: الخطوات الإجرائية لتنفيذ البرنامج التعليمي لمفهوم المجهر النفقي الماسح:

- 1- التهيئة التحفيزية: وتهدف هذه الخطوة إلى الكشف عن الاستعداد المفاهيمي لدى الطلاب، من خلال مناقشتهم في الخبرات السابقة المتعلقة بمفهوم المجهر الإلكتروني الماسح، وربطها بخبرات المفهوم الجديد. كما تستهدف تنشيط العمليات الذهنية لدى الطلاب؛ لاكتساب العمليات المعرفية المفاهيمية لمفهوم المجهر النفقي الماسح، ولتحقيق هذه الغاية تم عرض مجموعة من مقاطع الفيديو للمجهر النفقي الماسح عبر برمجية الوسائط المتعددة باستخدام جهاز الحاسب الآلي، وجهاز الداتاشو.
- 2- تقسيم الطلاب إلى مجموعات عمل تعاونية صغيرة يتراوح أفراد كل مجموعة ما بين (4- 5) طلاب لتنفيذ أنشطة البرنامج، وطرح التساؤلات حول مفهوم المجهر النفقي الماسح.
- 3- تحديد المفهوم وعرضه على الطلاب، ومساعدتهم على اكتشاف القاعدة الأساسية التي يقوم عليها، ومناقشتهم حوله، وتحليله إلى عناصره ومبادئه الأساسية، والكشف عن العلاقات بين عناصره ومكوناته الرئيسة.
- 4- تقديم الخبرات التعليمية المتعلقة بمفهوم المجهر النفقي الماسح من خلال عرض المحتوى التعليمي للبرنامج على الطلاب عبر برمجية الوسائط المتعددة، ومناقشتهم حوله، وإتاحة الفرصة لهم لطرح استفساراتهم حول مفهوم المجهر النفقي الماسح، والإجابة عليها، وذلك بهدف بناء تصور مفاهيمي واضح ومحدد نحو المفهوم من حيث دلالاته العلمية، وتحليله إلى مبادئه الأساسية، والتعرف عن العلاقات القائمة بين مكوناته، ومزاياه، وطريقة عمله، وبعض تطبيقاته العملية.
- 5- عرض بعض الصور التوضيحية، والرسوم التخطيطية، للمجهر النفقي الماسح، ومناقشتهم فيها، وتعريضهم لخبرات تعليمية وتعليمية واسعة وعميقة؛ تشير لديهم أسئلة واستفسارات تقود إلى البحث والاستقصاء للإجابة عليها.

٦- عرض مقاطع فيديو تعليمية موضحة للمجهر النفقي الماسح من حيث شكله الخارجي، ومكوناته الأساسية، وتطبيقاته العملية الدقيقة في الكشف عن عينات المواد النانوية، وطريقة معالجتها للتوصل إلى إكتشافات علمية جديدة مبتكرة.

٧- تطبيق أنشطة التعلم الجماعية والفردية في إطار الهدف المحدد من كل نشاط، وتحديد المهام التي ينبغي إنجازها من قبل الطلاب، ويتم تنفيذ الأنشطة من خلال أوراق العمل المقدمة للطلاب، ومتابعتهم أثناء ممارستهم لها ومساندتهم وتحفيزهم لإنجاز النشاط، وتحقيق الهدف المحدد منه.

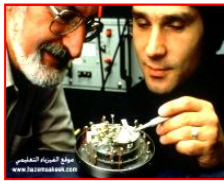
٨- تقويم عملية اكتساب الطلاب للعمليات والمهارات المعرفية للمجهر النفقي الماسح، عن طريق التقويم البنائي للكشف عن مدى تحقق أهداف البرنامج، واكتسابهم للعمليات المعرفية المفاهيمية المتعلقة بمفهوم المجهر النفقي الماسح.

٩- تقديم عملية التغذية الراجعة الفورية للطلاب وتزويدهم بمعلومات وصفية عن مدى تقدمهم نحو الأهداف المحددة، وتزويدهم - أيضاً - بالمعارف والخبرات التي يحتاجونها، وتصحيح معارفهم نحو تعلم المفهوم، وذلك في ضوء مؤشرات عملية التقويم البنائي.

١٠- تكليف الطلاب بصياغة تعريف دقيق لمفهوم المجهر النفقي الماسح، صياغة علمية دقيقة جديدة بأسلوبهم الخاص في ضوء دراستهم له.

١١- التعرف على اتجاهات واهتمامات الطلاب الإيجابية والسلبية نحو تعلم مفهوم المجهر النفقي الماسح من خلال إجراء حوار معهم، أو تكليفهم بكتابة تقرير مصغر يُعبّرون فيه عن اتجاهاتهم وآرائهم نحو تعلم المفهوم.

خامساً: محتوى البرنامج التعليمي لمفهوم المجهر النفقي الماسح:



الشكل (١) صورة لميكرو المجهر النفقي الماسح لينينج وروهر

<http://www.hazemsake>

يعتبر المجهر النفقي الماسح (STM) من الأجهزة والأدوات العلمية الدقيقة التي تعتمد عليها تكنولوجيا النانو في تشخيص وتحليل المواد النانوية، انطلاقاً من مبدأ تكبير الصورة إلى أعلى حدٍ ممكن؛ للتعرف على تفاصيلها، وتركيبها الدقيق، وقد ابتكره العالمان: الألماني لينينج، والسويسري روهر، كما يتضح من الشكل(١).

١ - مفهوم المجهر النفقي الماسح (STM):



الشكل (٢) المجهر النفقي الماسح

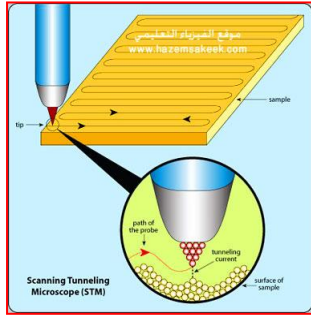
<http://www.hazemsakeek.com>

عبارة عن تقنية ميكروسكوبية تستخدم في مسح العينات، كما يتضح من الشكل (٢) ويتكون هذا الميكروسكوب من إبرة رأسها معدني وحاد جداً، مخصصة للتصوير على السطوح، وتستخدم هذه الإبرة للكتابة والتصوير وتحريك الذرات الواحدة بعد الأخرى، ووضعها في المكان

المناسب، وبتكرار هذه العملية بطريقة منظمة يمكن بناء تراكيب في القياس الذري.(Binnig & Rohrer) المشار إليهما في (صفات سلامة، ٢٠٠٩م، ص ٢٤).

٢ - مزايا المجهر النفقي الماسح (STM):

يمتاز المجهر النفقي الماسح (STM) بخصائص فريدة، تميزه عن غيره من المجاهر الأخرى ومن أهم تلك المزايا ما يأتي:



الشكل (٣) إبرة تنجستن للمجهر النفقي الماسح
<http://lmsat3.com>

أ - يحتوي على إبرة مسبار ثابتة لقياس الخصائص الكهربائية لسطح العينة تسمى إبرة (تنجستن) كما يوضح الشكل (٣) تُرفع الإبرة وتخفض للحفاظ على تدفق التيار بقيمة ثابتة، ويتولد الجهد بين إبرة المسبار وسطح العينة فيؤدي ذلك إلى تدفق الإلكترونات عبر فجوة النفق. (ليندا وواد، ٢٠٠٧م، ص ٨١).

ب - يعتمد الميكروسكوب النفقي على ظاهرة النفق الكمي، فإذا ما تم تقريب الإبرة الموصلة (تنجستن) من سطح العينة، وتم تطبيق فرق جهد بينهما فإن الإلكترونات يمكنها أن تشق نفقاً خلال الفراغ مكونة تياراً نفقياً دون تلامس السطحين. (الحصيني، ٢٠٠٩م، ص ٤٥).

ج - باستخدام هذا النوع من المجاهر يمكن الحصول على صورة عالية الدقة، وتفاصيل واضحة للجزيئات أو الذرات، كما يمكن تحريك الذرات بشكل فردي ذرة ذرة والتأثير عليها، وإعادة تركيبها لابتكار مواد وأجهزة جديدة.

٣ - طريقة عمل المجهر النفقي الماسح (STM):

تعتمد فكرة عمل المجهر النفقي الماسح على مبدأ النفق الكمي (Quantum tunneling) فعندما يقترب طرف المحس الموصل للكهرباء من سطح العينة، ويتم تطبيق فرق جهد بينهما (بين العينة وطرف المحس) فإن الإلكترونات تشق نفقاً الكترونياً من خلال الفراغ بينهما، مكونة تياراً نفقياً دون تلامس رأس المحس وسطح العينة، والشكل (٤) يوضح كيفية عمل المجهر النفقي الماسح.

ب - عرض بعض التطبيقات العملية للمجهر النفقي الماسح بواسطة برمجية الوسائط المتعددة.
سادساً: الأنشطة التعليمية:

نشاط (١):

الهدف: صياغة مفهوم علمي للمجهر النفقي الماسح.

المهمة: عرف المجهر النفقي الماسح تعريفاً علمياً دقيقاً في ضوء دراستك لهذا المفهوم.

نشاط (٢):

الهدف: توضيح مبدأ الفكرة الأساسية التي يقوم عليها المجهر النفقي الماسح.

المهمة: يقوم المجهر النفقي الماسح على فكرة مبدئية أساسية في تحليل العينات، والكشف عن التركيب الدقيق لمكوناتها. حدد هذه الفكرة. ثم وضح كيف يعمل المجهر النفقي الماسح في ضوء هذا المبدأ ؟

نشاط (٣):

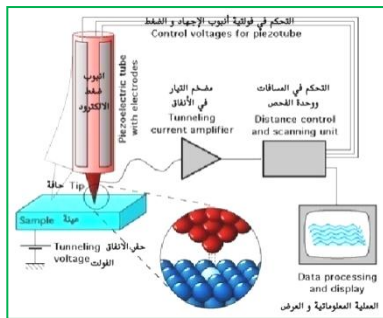
الهدف: وصف ثلاث مميزات للمجهر النفقي الماسح.

المهمة: يتميز المجهر النفقي الماسح ببعض المميزات، اذكر ثلاث من مزايا المجهر النفقي الماسح.

نشاط (٤):

الهدف: شرح طريقة عمل المجهر النفقي الماسح في فحص وتحليل العينات.

المهمة: أمامك مخطط تفصيلي، كما يوضح الشكل (٩) يوضح طريقة عمل المجهر النفقي الماسح في تحليل العينات، بالتعاون مع أفراد مجموعتك، اشرح طريقة عمل المجهر النفقي الماسح على شكل خطوات عملية واضحة ومحددة.



الشكل (٩) طريقة عمل المجهر النفقي الماسح

<http://ar.wikipedia.org>

نشاط (٥):

الهدف: رسم مخطط تفصيلي مبتكر لطريقة عمل المجهر النفقي الماسح في الكشف عن التركيب الدقيق للعينات المفحوصة في ضوء الأشكال التخطيطية التي درسها الطالب، ومشاهدته لبرمجية الوسائط المتعددة التي عرضت عليه.

المهمة: بالتعاون مع أفراد مجموعتك صمم مخططاً تفصيلياً مبتكراً لطريقة عمل المجهر النفقي الماسح لتحليل العينات والكشف عن تفصيلاتها الدقيقة.

سابعاً: التقويم البنائي :

- ١- عرّف الجهر النفقي الماسح تعريفاً علمياً محدداً.
- ٢- ما الفكرة الأساسية التي يعتمد عليها الجهر النفقي الماسح في تحليل العينات، والكشف عن تركيبها الدقيق؟
- ٣- وضح خطوات عمل الجهر النفقي الماسح في تشخيص العينات الدقيقة.
- ٤- يتميز الجهر النفقي الماسح ببعض المزايا. اذكر ثلاثاً من تلك المزايا.
- ٥- قارن بين الجهر النفقي الماسح والجهر الالكتروني الماسح.
- ٦- اكتب تقريراً مختصراً موضحاً فيه اهتمامك واتجاهك نحو تعلم مفهوم الجهر النفقي الماسح.

ثامناً: التغذية الراجعة:

انطلاقاً من استجابة الطلاب لأسئلة التقويمي البنائي، يتم تقديم عملية التغذية الراجعة، بتصحيح استجاباتهم، ومعالجة جوانب القصور لديهم، وتزويدهم بالخبرات التي يحتاجونها، لتحسين اكتسابهم للعمليات المفاهيمية المرتبطة بالجهر النفقي الماسح.

تاسعاً: التدريب المنزلي:

اكتب تقريراً علمياً مختصراً موضحاً فيه مدلول الجهر النفقي الماسح، وأهم مميزاته، وطريقة عمله في الكشف عن التركيب الدقيق للعينات، وبعض تطبيقاته العملية، مدعماً إجابتك بالصور أو الرسوم التخطيطية.

النموذج (٣)

المجهر الالكتروني النفاذ (TEM)

(Transmission Electron microscop)

الفئة المستهدفة: طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي.

منفذ البرنامج: الباحث.

المدة الزمنية لتنفيذ البرنامج : ٤٥ دقيقة.

أولاً: الأهداف الإجرائية لمفهوم المجهر الالكتروني النفاذ :

يتوقع من الطالب في نهاية البرنامج التعليمي أن يكون قادراً على:

- ١- صياغة مفهوم واضح للمجهر الالكتروني النفاذ.
 - ٢- وصف مزايا المجهر الالكتروني النفاذ.
 - ٣- التمييز بين المجهر الالكتروني النفاذ وبين المجهر الضوئي.
 - ٤- اكتشاف مبدأ الفكرة الأساسية التي تقوم عليها طريقة عمل المجهر الالكتروني النفاذ في تحليل العينات.
 - ٥- تصميم مخطط توضيحي للأجزاء الرئيسة للمجهر الالكتروني النفاذ.
 - ٦- وصف طريقة عمل المجهر الالكتروني النفاذ في تشخيص العينات الدقيقة.
 - ٧- شرح أنظمة تشغيل المجهر الالكتروني النفاذ.
 - ٨- تعرّف ثلاثة تطبيقات عملية للمجهر الالكتروني النفاذ.
 - ٩- التعبير عن اهتمامه واتجاهه نحو تعلم مفهوم المجهر الالكتروني النفاذ.
- ثانياً: المواد وتقنيات التعليم المساعدة في تنفيذ البرنامج التعليمي لمفهوم المجهر الالكتروني النفاذ:
- ١- جهاز الكمبيوتر.
 - ٢- جهاز الداتاشو.
 - ٣- برمجية الوسائط المتعددة.
 - ٤- دليل المعلم.
 - ٥- حقيبة البرنامج المتضمنة محتوى البرنامج التعليمي لمفهوم المجهر الالكتروني النفاذ.
 - ٦- أوراق العمل المتضمنة أنشطة البرنامج التعليمي لمفهوم المجهر الالكتروني النفاذ.

ثالثاً: طريقة تنفيذ البرنامج التعليمي:

الطريقة الاستقصائية: وهي عبارة عن أنموذج من نماذج التعلم الاستكشافي، تعتمد على وضع الطلاب في مواقف تعلم إشكالية، متعلقة بمفاهيم تكنولوجيا النانو، وتقديم مسائل وقضايا تثير اهتمامهم وتفكيرهم، وتدفعهم إلى استخدام حواسهم، ومهارات تفكيرهم، وخيالهم العلمي، لممارسة أنشطة التعلم الاستقصائي، والتعمق في دراسة الموقف المشكل من خلال دقة الملاحظة، وتحديد المشكلة، وتكوين فرضيات، وجمع المعلومات، والحقائق، وتنظيمها، ومقارنتها، ومناقشة الفرضيات، واختبار أدلتها، واستخلاص النتائج، وتحليلها، وتفسيرها، والتحقق منها للوصول إلى النتيجة النهائية الصحيحة؛ بهدف تكوين منظومه فكرية مفاهيمية متسقة نانوتكنولوجية لدى الطلاب، من خلال ممارسة أنشطة التعلم الاستقصائي، وتطبيقها في مواقف تعليمية جديدة.

رابعاً: الخطوات الإجرائية لتنفيذ البرنامج التعليمي لمفهوم المجهر الالكتروني النفاذ:

- 1- التهيئة التحفيزية : وتهدف هذه الخطوة إلى الكشف عن الاستعداد المفاهيمي لدى الطلاب من خلال مناقشتهم في الخبرات السابقة المتعلقة بمفهوم المجهر النفقي الماسح، وربطها بخبرات المفهوم الجديد. كما تستهدف تنشيط العمليات الذهنية لدى الطلاب لاكتساب العمليات المعرفية المفاهيمية لمفهوم المجهر الالكتروني النفاذ، ولتحقيق هذه الغاية يتم عرض مجموعة من مقاطع الفيديو التعليمية الوثائقية للمجهر الالكتروني النفاذ عبر برمجية الوسائط المتعددة المعروضة بواسطة الحاسوب.
- 2- تقسيم الطلاب إلى مجموعات عمل تعاونية صغيرة يتراوح عدد أفراد كل مجموعة ما بين (٤ - ٥) طلاب، لتنفيذ أنشطة البرنامج، والمناقشة وطرح التساؤلات حول مفهوم المجهر الالكتروني النفاذ.
- 3- تحديد المفهوم وعرضه على الطلاب، ومساعدتهم على اكتشاف القاعدة الأساسية التي يقوم عليها، وتحليله إلى عناصره ومبادئه الأساسية، والكشف عن العلاقات بين مكوناته الرئيسية.
- 4- تقديم الخبرات التعليمية المتعلقة بمفهوم المجهر الالكتروني النفاذ من خلال عرضها عبر برمجية الوسائط المتعددة، ومناقشتهم حولها، وإتاحة الفرصة لهم لطرح تساؤلاتهم حول مفهوم المجهر الالكتروني النفاذ، والإجابة عليها؛ وذلك بهدف بناء تصور مفاهيمي واضح ومحدد نحو المفهوم من حيث مدلوله العلمي، وتحليله إلى مبادئه الأساسية، والتعرف عن العلاقات القائمة بين عناصره، ومزاياه وطريقة عمله، وبعض تطبيقاته العملية.
- 5- عرض الصور التوضيحية للمجهر الالكتروني النفاذ، مدعمة بالرسوم التخطيطية، ومناقشتهم حولها، وتعرضهم لخبرات تعليمية واسعة وعميقة، تثير لديهم أسئلة واستفسارات تقودهم إلى البحث والاستقصاء للإجابة عليها.

٦- عرض مقاطع فيديو موضحة للمجهر الالكتروني النفاذ من حيث شكله الخارجي، ومكوناته الأساسية، وطريقة عمله، وبعض تطبيقاته العملية الدقيقة في الكشف عن عينات المواد النانوية، وطريقة معالجتها للوصول إلى اكتشافات علمية جديدة.

٧- تطبيق أنشطة التعلم الجماعية والفردية في إطار الهدف المحدد لكل نشاط، وتحديد المهام التي ينبغي إنجازها من قبل الطلاب. ويتم تنفيذ الأنشطة من خلال الأوراق الخاصة بتحقيق هذا الغرض، ومتابعتهم أثناء ممارستهم للأنشطة ومساندتهم لإنجازها، وتحقيق الهدف المحدد منه.

٨- تقويم عملية اكتساب الطلاب للمفهوم، ويهدف هذا الإجراء إلى التأكد من اكتساب الطلاب للعمليات المعرفية المفاهيمية للمجهر الالكتروني النفاذ، وذلك بإجراء عملية التقويم البنائي المتضمن أسئلة مقالية للكشف عن مدى تحقق أهداف البرنامج، واكتساب الطلاب للعمليات المعرفية المفاهيمية المتعلقة بالمجهر الالكتروني النفاذ.

٩- تقديم عملية التغذية الراجعة الفورية للطلاب، وتزويدهم بمعلومات وصفية عن مدى تقدمهم نحو الأهداف المحددة، وتزويدهم بالمعارف والخبرات التي يحتاجونها، وتصحيح معارفهم للمفهوم، وذلك في ضوء نتائج عملية التقويم البنائي.

١٠- تكليف الطلاب بصياغة مفهوم للمجهر الالكتروني النفاذ صياغة علمية دقيقة جديدة بطريقتهم الخاصة في ضوء دراستهم للمفهوم.

١١- التعرف على اتجاهات واهتمامات الطلاب الإيجابية والسلبية نحو تعلم مفهوم المجهر الالكتروني النفاذ من خلال إجراء حوار معهم، أو تكليفهم بكتابة تقرير مصغر يُعبرون فيه عن اتجاهاتهم نحو تعلمهم للمفهوم الذي درسوه.

خامساً: محتوى البرنامج التعليمي لمفهوم المجهر الالكتروني النفاذ:

المجهر الالكتروني النفاذ من أكثر الأدوات العلمية الدقيقة التي تستخدم في تكنولوجيا النانو؛ لاختبار وفحص العينات، والحصول على صورة دقيقة وواضحة، تساعد العلماء على اكتشافات علمية جديدة، يتم توظيفها لتحقيق غايات علمية محددة، أو حل بعض المشكلات التي قد تواجه الإنسان في بيئته، أو ابتكار أدوات ووسائل لتحسين وتطوير مجالات الحياة؛ وفيما يلي توضيح للمجهر الالكتروني النفاذ (TEM) من حيث مفهومه، ومزاياه، ومكوناته الأساسية، وبعض تطبيقاته التقنية في مجال تكنولوجيا النانو.

١ - مفهوم المجهر الإلكتروني النفاذ (TEM):



الشكل (١) المجهر الإلكتروني النفاذ .

<http://www.saudicnt.org>

عبارة عن نوع من المجاهر الإلكترونية، يستخدم حزمة من شعاع الإلكترونات، تنفذ عبر شريحة رقيقة من العينة، وتتفاعل معها، مكونة صورة لها، يتم تكبيرها بواسطة عدسة شبيئية، وعرضها على شاشة تصوير أو فيلم تصوير أو كاشف حساس مثل كاميرا (CCD) وتتراوح دقة الصورة بين (٠,٢ - ٠,١) نانومتر تقريباً، كما يتبين من الشكل (١). (<http://kcol.google.com>).

تاريخ الإتاحة: ١٤٣٢/٧/٩هـ).

٢- مزايا المجهر الإلكتروني النفاذ (TEM):

يتميز المجهر الإلكتروني النفاذ (TEM) بالعديد من الخصائص من أهمها ما يأتي:

أ - يستخدم حزمة من الأشعة الإلكترونية تنفذ من خلال العينة المفحوصة بفعل المغناطيسية، تعكس صورة تحليلية عالية الدقة؛ وهذه الخاصية تكسب المجهر الإلكتروني النفاذ أهمية خاصة لاستخدامه في كثير من التطبيقات الطبية، والكيميائية، والفيزيائية.

ب - يتميز بتكوين صورة دقيقة تتراوح دقتها بين (٠,٢ - ٠,١) نانومتر.

ج - يُسهّم المجهر الإلكتروني النفاذ في تحديد التركيب الكيميائي الدقيق للمواد، وتحديد مواقع البنى الفيزيائية لها؛ فالذرات المختلفة تتفاعل بطريقة متميزة مع الإلكترونات ذوات الطاقات المختلفة. (سرجنت ، ٢٠٠٨م ، ص ٤٢).

د - يتميز هذا المجهر بإمكانات عالية؛ نتيجة استخدامه أكثر من نظام للتشغيل يؤدي كل نظام إلى وظائف معينة، وبالتالي الحصول على عدة معلومات حسب نظام التشغيل المستخدم، ومن هذه الأنظمة ما يلي (الشراب، ١٤٢٩هـ، ص ص ٥-٦):

- نظام التصوير العادي: فمن خلال الأشعة النافذة (Transmitted Beam) يتم تكوين صورة مكبرة تصل إلى (٣٩٠,٠٠٠) مرة.

- نظام ظاهرة الانحراف (Diffraction Mode): ويتمثل في قيام العدسة الشبيئية ببعثرة الإلكترونات للحصول على نوع معين من الانحراف (Diffraction Pattern) ثم تكوين صورة لها تستقبل على شاشة فسفورية، أو تطبع على فيلم، وتكمن أهمية استخدام نظام الانحراف في معرفة مدى التبلور في العينات المستهدف دراستها، أو معرفة ما إذا كانت الذرات مرتبة بشكل بلوري أو عشوائي، كما يتم عن طريق هذا النظام معرفة ما إذا كانت العينة تتكون من بلورة واحدة أو من بلورات متعددة.

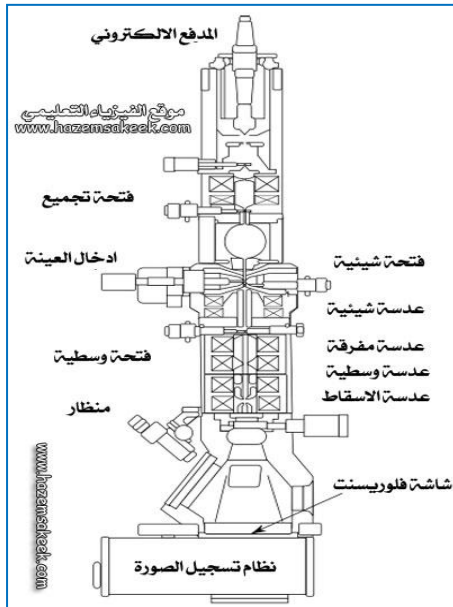
- نظام التصوير عالي الدقة (High Resolution Imaging): ويعمل هذا النظام على تكوين صورة للعينات على مستوى الذرات، أي إن قوة تكبيره تصل إلى (٥٠٠,٠٠٠) مرة فأكثر، حيث تتكون الصورة

من كلا الشعاعين النافذ والمنحرف؛ ولذا يكون هذا الجهاز على درجة عالية من الموازنة (Alignment) كما يجب أن تكون نسبة الاهتزاز أو الضوضاء أقل ما يمكن.

هـ - يختلف المجهر الإلكتروني النفاذ عن المجهر الضوئي في أن عدساته الكترومغناطيسية، يتم التحكم بينها البؤري أو قوتها عن طريق التحكم في التيار المار عبرها؛ لهذا يمكن رؤية الذرات بشكل مباشر عن طريق تكوين حزمة من الإلكترونات ذات أقطار معينة، كما يمكن تحريكها فوق مساحة معينة تعطي معلومات عن التركيب الكيميائي للمادة المراد فحصها. (الشراب، ١٤٢٩هـ، ص ٤).

٣- التركيب الدقيق للمجهر الإلكتروني النفاذ (TEM):

يتكون المجهر الإلكتروني النفاذ من عدة مكونات رئيسية، وضّحها (الشراب، ١٤٢٨هـ، ص ٤) على النحو الآتي:



الشكل (٣) الأجزاء الرئيسة للمجهر الإلكتروني النفاذ

أ - مصدر الإلكترونات يسمى الفتيلة مصنوع من مادة سداسي لانتيموم البورون (LaB₆) أو التنجستون.

ب - فتحة تجميع حزمة الإلكترونات.

ج - عدسة شبيبية لتكوين الصورة الأولية للنموذج.

د - عدسة مفرقة.

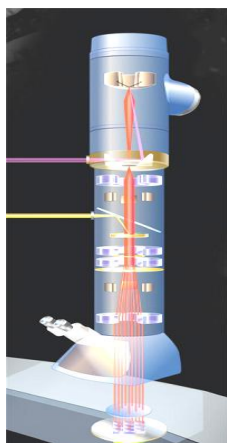
هـ - عدسة وسطية لتكوين الصورة الوسطية الثانية للنموذج مكبرة.

و - عدسة إسقاطية لتكوين الصورة النهائية للنموذج.

ز - شاشة فلوريسنت لتحويل الصورة الإلكترونية إلى صورة ضوئية

مرئية. انظر الشكل (٣).

٤ - طريقة عمل المجهر الالكتروني النفاذ:



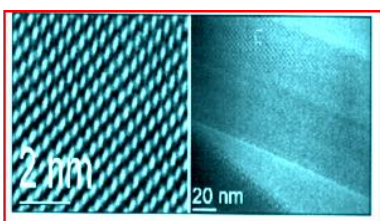
الشكل (٤) طريقة عمل المجهر
الالكتروني النفاذ

<http://www.hazemsakeek.com>

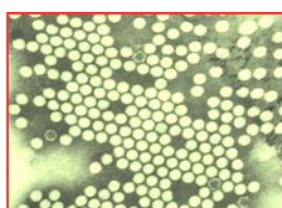
يعمل المجهر الالكتروني النفاذ وفق مبدأ الفكرة التي تقوم على استخدام حزمة من الالكترونات، كما يوضح الشكل (٤) منبعثة من مصدر الكترونات معين يسمى الفتليه (Filament) ويكون عادة مصنوع من مادة سداسي لانيثيوم البورون (LaB_6) أو التنجستون، ويتم تسريع هذه الالكترونات في أنبوب مفرغ تحت ضغط (١، ٠ - ٧) تور (Torr) [وهي وحدة ضغط تساوي ضغط عمود من الزئبق ارتفاعه ١ ملم] على عدة مراحل لتوليد طاقة تتراوح بين (١٠٠ - ٤٠٠) كيلو فولت، ثم تمر هذه الالكترونات خلال عدسة شبيعية (Objective lens) ثم تمر خلال العينة ويجب أن يكون سمك العينة أقل من (١٠٠) نانومتر للحصول على معلومات دقيقة، وبعد ذلك تمر الالكترونات عبر عدسة وسطية، وعلى أساس هذا المبدأ يتم تكوين صورة نهائية على لوحة فسوريه أو على سطح (CCD) بحيث تظهر الصورة على جهاز الحاسوب (CCD Camera). (الشراب، ١٤٢٩ هـ، ص ٤).

٦ - التطبيقات العملية للمجهر الالكتروني النفاذ (TEM):

أ - يُستخدم المجهر الالكتروني النفاذ في الكشف الدقيق عن البنية التركيبية للعينة قيد الفحص والتحليل، ومن هذه التطبيقات ما توضحه الأشكال (٥، ٦، ٧) الآتية:



الشكل (٧) أسلاك نانوية من كبريتيد البورون بواسطة المجهر
الالكتروني النفاذ

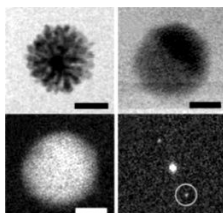


الشكل (٦) صورة لفيروس بوليوب المسبب
لشلل الأطفال حجمه ٣٠ نانومتر بواسطة
المجهر الالكتروني النفاذ



الشكل (٥) صورة ثلاثية الأبعاد لفيروس Parapoxa
بواسطة المجهر الالكتروني النفاذ

<http://www.hazemsakeek.com>



الشكل (٨) كبريتيد الرصاص بواسطة
المجهر الالكتروني النفاذ

<http://arabic.alibaba.com>



الشكل (٧) تبلور الحديد من نوع fcc بواسطة المجهر الالكتروني النفاذ .

مجلة العلوم والتقنية العدد ٨٣، ص ٥

ب - عرض بعض التطبيقات العملية للمجهر الالكتروني النفاذ بواسطة برمجية الوسائط المتعددة.
سادساً: الأنشطة التعليمية:

النشاط (١):

الهدف: صياغة تعريف دقيق لمفهوم المجهر الالكتروني النفاذ.
المهمة: في ضوء دراستك لمفهوم المجهر الالكتروني النفاذ، أعد صياغة المفهوم صياغة علمية جديدة بطريقتك الخاصة.

النشاط (٢):

الهدف: المقارنة بين المجهر الالكتروني النفاذ والمجهر النفقي الماسح.
المهمة: في ضوء دراستك لمفهوم المجهر الالكتروني النفاذ، والمجهر النفقي الماسح، قارن بينهما من حيث المدلول العلمي، والمزايا، ومبدأ الفكرة الأساسية التي يقوم عليها عمل كل منهما.

النشاط (٣):

الهدف: تصميم مخطط تفصيلي يوضح المكونات الأساسية للمجهر الالكتروني النفاذ بعد مشاهدة برمجية الوسائط المتعددة.
المهمة: بالتعاون مع أفراد مجموعتك صمم مخططاً تفصيلياً للمكونات الرئيسة للمجهر الالكتروني النفاذ في ضوء مشاهدتك لبرمجية الوسائط المتعددة.

النشاط (٤):

الهدف: شرح طريقة عمل المجهر الالكتروني النفاذ في تحليل العينات بعد مشاهدة برمجية الوسائط المتعددة.
المهمة: بالتعاون مع أفراد مجموعتك، وضح كيفية عمل المجهر الالكتروني النفاذ في تحليل العينات من خلال ملاحظتك لبرمجية الوسائط المتعددة ؟
سابعاً: التقويم البنائي:

- ١- عرّف المجهر الالكتروني النفاذ.
- ٢- اذكر مميزات المجهر الالكتروني النفاذ.
- ٣- ما مكونات المجهر الالكتروني النفاذ ؟
- ٤- ما مبدأ الفكرة الأساسية التي تقوم عليها طريقة عمل المجهر الالكتروني النفاذ في تحليل العينات ؟
- ٥- اشرح خطوات عمل المجهر الالكتروني النفاذ في تحليل العينات.
- ٦- ما الفرق بين المجهر الالكتروني النفاذ والمجهر الضوئي ؟
- ٧- صف ثلاثة تطبيقات عملية للمجهر الالكتروني النفاذ.

٨- اكتب تقريراً مختصراً موضحاً فيه أهمية دراسة مفهوم المجهر الالكتروني النفاذ.

ثامناً: التغذية الراجعة:

تهدف عملية التغذية الراجعة إلى تعديل وتطوير العمليات المعرفية التي اكتسبها الطلاب من تعلم مفهوم المجهر الالكتروني النفاذ، ولتحقيق هذه الغاية يتم استعراض الأعمال التي قام بها الطلاب، والتعقيب عليها وتعزيز الجوانب الإيجابية التي أُبجرت بنجاح، ومعالجة الجوانب الأخرى التي لم تتحقق. وفي ضوء الإجابة على الأسئلة التقييمية يتم تعديل استجابات الطلاب، وتزويدهم بالخبرات التي يحتاجونها لتحسين أدائهم لاكتساب العمليات المعرفية لمفهوم المجهر الالكتروني النفاذ.

تاسعاً: التدريب المنزلي:

- اكتب تقريراً علمياً مختصراً موضحاً فيه مدلول المجهر الالكتروني النفاذ، وأهم مميزاته، وطريقة عمله في الكشف عن التركيب الدقيق للعينات، وبعض تطبيقاته العملية، مدعماً إجابتك بالصور أو الرسوم التخطيطية.

النموذج (٤)

مجهر القوة الذرية (A F M)

(Atomic Force Microscope)

الفئة المستهدفة: طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي.

منفذ البرنامج: الباحث.

المدة الزمنية لتنفيذ البرنامج: ٤٥ دقيقة.

أولاً: الأهداف الإجرائية لمفهوم مجهر القوة الذرية:

يتوقع من الطالب في نهاية البرنامج التعليمي أن يكون قادراً على:

١- صياغة مفهوم علمي لمجهر القوة الذرية.

٢- وصف أربع مزايا يتميز بها مجهر القوة الذرية.

٣- المقارنة بين مجهر القوة الذرية وبين المجهر الإلكتروني النفاذ.

٤- توضيح طريقة عمل مجهر القوة الذرية في تحليل العينات الدقيقة بدقة تامة.

٥- تصميم مخطط توضيحي لطريقة عمل مجهر القوة الذرية في تحليل العينات.

٦- تعرّف ثلاثة تطبيقات عملية لمجهر القوة الذرية.

٧- التعبير عن اهتمامه واتجاهه نحو مفهوم مجهر القوة الذرية.

ثانياً: المواد والأدوات وتقنيات التعليم المساعدة في تنفيذ البرنامج التعليمي لمفهوم مجهر القوة

الذرية:

١- جهاز الكمبيوتر.

٢- جهاز الداتاشو.

٣- برمجية الوسائط المتعددة.

٤- دليل المعلم.

٥- حقيبة البرنامج المتضمنة المحتوى التعليمي للبرنامج الخاص بمفهوم مجهر القوة الذرية.

٦- أوراق العمل المتضمنة أنشطة البرنامج التعليمي لمفهوم مجهر القوة الذرية.

ثالثاً: طريقة تنفيذ البرنامج:

الطريقة الاستقصائية: وهي عبارة عن نموذج من نماذج التعلم الاستكشافي، تعتمد على وضع الطلاب في مواقف تعلم إشكالية متعلقة بمفاهيم تكنولوجيا النانو، وتقديم مسائل وقضايا تثير اهتمامهم وتفكيرهم، وتدفعهم إلى استخدام حواسهم، ومهارات تفكيرهم، وخيالهم العلمي، لممارسة أنشطة التعلم الاستقصائي،

والتعمق في دراسة الموقف المشكل من خلال دقة الملاحظة، وتحديد المشكلة، وتكوين فرضيات، وتقديم إجابات مبدئية لحل المشكلة، وجمع المعلومات والحقائق، وتنظيمها، ومقارنتها، ومناقشة الفرضيات واختبار أدلتها، واستخلاص النتائج، وتحليلها، وتفسيرها، والتحقق منها للوصول إلى النتيجة النهائية الصحيحة؛ بهدف تكوين منظومه فكرية مفاهيمية متسقة نانوتكنولوجية لدى الطلاب، من خلال ممارسة أنشطة التعلم الاستقصائي، وتطبيقها في مواقف تعليمية جديدة.

رابعاً: الخطوات الإجرائية لتنفيذ البرنامج التعليمي لمفهوم مجهر القوة الذرية :

- ١- التهيئة التحفيزية: وتهدف هذه الخطوة إلى الكشف عن الاستعداد المفاهيمي لدى الطلاب من خلال مناقشتهم في الخبرات السابقة المتعلقة بمفهوم المجهر الإلكتروني النفاذ، وربطها بخبرات المفهوم الجديد، كما تستهدف تنشيط العمليات الذهنية لدى الطلاب لاكتساب العمليات المعرفية المفاهيمية لمفهوم مجهر القوة الذرية، ولتحقيق هذه الغاية يتم عرض مقاطع فيديو وثائقية لمجهر القوة الذرية عبر برمجية الوسائط المتعددة.
- ٢- تقسيم الطلاب إلى مجموعات عمل تعاونية صغيرة يتراوح أفراد كل مجموعة ما بين (٤- ٥) طلاب لتنفيذ أنشطة البرنامج التعليمي وتدريباته من خلال الحوار والمناقشة، وطرح التساؤلات حول مفهوم مجهر القوة الذرية.
- ٣- تحديد المفهوم وعرضه على الطلاب، ومناقشتهم حوله، وتحليله إلى عناصره، ومبادئه الأساسية، وتوضيح العلاقات والتصورات التي يتألف منها المفهوم.
- ٤- عرض الخبرات التعليمية المتعلقة بمفهوم مجهر القوة الذرية على الطلاب عبر برمجية الوسائط المتعددة، ومناقشتهم حولها، وإتاحة الفرصة لهم لطرح تساؤلاتهم حول المفهوم، والإجابة عليها، لتشكيل تصور علمي واضح ومحدد نحو المفهوم من حيث مدلوله العلمي، وتحليله إلى عناصره الأساسية، ومزاياه، وطريقة عمله، وبعض تطبيقاته العملية.
- ٥- عرض الصور التوضيحية لمجهر القوة الذرية، مدعمة بالرسوم التخطيطية، ومناقشتهم حولها، وتعرضهم لخبرات تعليمية واسعة وعميقة، تثير لديهم أسئلة واستفسارات، تقودهم إلى البحث والاستقصاء للإجابة عليها.
- ٦- عرض مقاطع فيديو تعليمية وثائقية موضحة لمجهر القوة الذرية من حيث شكله الخارجي، ومكوناته الأساسية، وطريقة عمله، وبعض تطبيقاته العملية الدقيقة في الكشف عن عينات المواد النانوية، وطريقة معالجتها لاكتشافات علمية جديدة مبتكرة.

٧- تطبيق أنشطة التعلم الجماعية والفردية في إطار الهدف المحدد من كل نشاط، وتحديد المهمات التي ينبغي إنجازها من قبل الطلاب، ويتم تنفيذ الأنشطة من خلال أوراق العمل المقدمة للطلاب، ومتابعتهم أثناء ممارستهم للأنشطة، ومساندتهم، وإرشادهم لإنجاز النشاط، وتحقيق الهدف المحدد منه.

٨- تقويم عملية اكتساب الطلاب للمفهوم، وتهدف هذه العملية إلى التأكد من اكتساب الطلاب للعمليات المفاهيمية لمجهر القوة الذرية، عن طريق إجراء التقويم البنائي المتضمن أسئلة تشخيصية للكشف عن مدى تحقق أهداف البرنامج التعليمي.

٩- تقديم عملية التغذية الراجعة للطلاب، وتزويدهم بمعلومات عن مدى تقدمهم نحو الأهداف المحددة، وتزويدهم بالمعارف والخبرات التي يحتاجونها، وتصحيح معارفهم للمفهوم المحدد، ومعالجة جوانب القصور لديهم، وذلك في ضوء مؤشرات عملية التقويم البنائي.

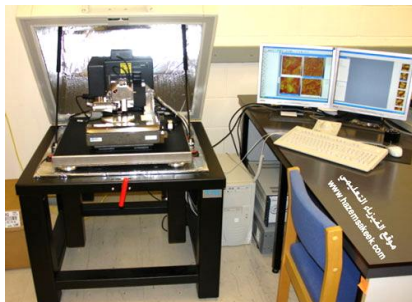
١٠- تكليف الطلاب بصياغة علمية جديدة لمفهوم مجهر القوة الذرية، بطريقتهم الخاصة في ضوء دراستهم له.

١١- التعرف على اتجاهات واهتمامات الطلاب نحو تعلم مفهوم مجهر القوة الذرية من خلال إجراء حوار معهم، والتعرف على آرائهم ووجهات نظرهم، أو تكليفهم بكتابة تقرير مصغر يُعبرون فيه عن اتجاهاتهم نحو تعلم المفهوم.

خامساً: محتوى البرنامج التعليمي لمفهوم مجهر القوة الذرية:

يعدُّ مجهر القوة الذرية من أكثر المجاهر دقة وكفاءة في تحليل وتركيب عينات المواد النانوية؛ وذلك لما يتميز به مواصفات نوعية تختلف عن غيره من المجاهر الإلكترونية التي تستخدم في تكنولوجيا النانو. وللتعرف على هذا النوع من المجاهر الدقيقة سيتم إلقاء الضوء عليه من حيث مفهومه، وخصائصه، وكيفية عمله في تحليل العينات، بالإضافة إلى بعض تطبيقاته النانوتكنولوجية المتنوعة:

١ - مفهوم مجهر القوة الذرية (A F M):



الشكل (١) مجهر القوة الذرية

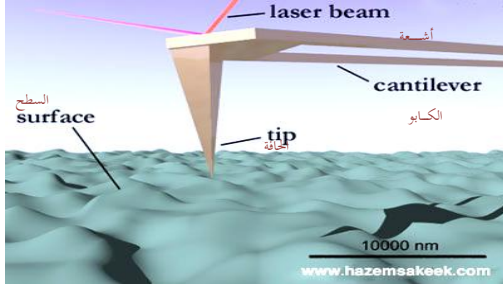
مجهر القوة الذرية، كما يوضح الشكل (١): أحد أنواع مجاهر الحساسات المسحية ذات التحليل عالي الدقة التي لها قدرة تحليل تصل إلى أجزاء من النانومتر، ويمكن بواسطته الحصول على صورة طبوغرافية ثلاثية الأبعاد للعينة المدروسة، ويعتبر من الأدوات الرئيسة في تصوير وقياس وتحريك المادة عند مستويات النانو. (محمد، ٢٠١٠م، ص ١٩).

٢ - مزايا مجهر القوة الذرية (A F M):

يتميز مجهر القوة الذرية بالعديد من السمات ومنها:

أ- يستخدم مجهر القوة الذرية أشعة الليزر؛ لتكوين صورة دقيقة وواضحة للعينة المفحوصة.

ب- لمجهر القوة الذرية قدرة تحليل عالية للعينة تصل إلى أجزاء من النانومتر، ويفوق المجاهر الضوئية بألف مرة.



ج - يتميز بقدرة تحليل فائقة؛ لتحديد نوع التركيب الكيميائي، ونوع كل ذرة، ومكان تواجدها على مخطط ثلاثي الأبعاد لتضاريس سطح العينة على المستوى الذري. انظر الشكل (٢).

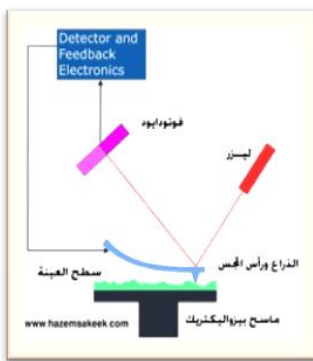
الشكل (٢) مجس مجهر القوة الذرية

د- يمكن بواسطة الحصول على صورة للذرات، وتحريكها على أسطح المواد، فالذرة على رأس المجس تتحسس الذرات ذرة ذرة، وتشكل قوة كيميائية مع كل ذرة، كما يمكن بواسطته التفريق بين المركبات عن طريق فحص خصائصها الفيزيائية مثل: الالتصاق، والاحتكاك، والكشف عن الخصائص الكهربائية، والمغناطيسية، والتوزيع الحراري، والمقاومة. (<http://knol.google.com>). تاريخ الاسترجاع: ١٤٣٢/٧/٩هـ).

هـ - يقوم عمل مجهر القوة الذرية على مبدأ قياس محصلة التغيرات في التفاعل بين المسبار وسطح العينة. (عبد السلام، ٢٠١٠م، ص ١٨٣).

٣ - طريقة عمل مجهر القوة الذرية (A F M):

يحتوي مجهر القوة الذرية على ذراع طوله بحدود الميكرو، وفي نهايته يوجد رأس حاد منحنى (مجس) ذو



الشكل (٣) مجس لمسح سطح العينة

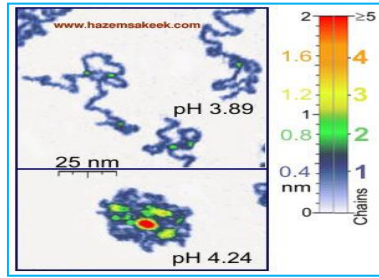
<http://ar.wikipedia.org>

نصف قطر انحناء في حدود نانومتر واحد. ويصنع هذا الرأس من مادة السيليكون أو نترات السيليكون، ويستخدم لمسح سطح العينة، كما يتبين من الشكل (٣) وعندما يقترب السطح الحاد ليلامس سطح العينة؛ تنشأ قوة بين الرأس والسطح؛ مما يؤدي إلى حدوث انحراف في ذراع المجهر طبقاً لقانون هوك، ويتم قياس هذه القوة عن طريق انعكاس شعاع ليزر من فوق سطح الذراع عند انحرافه، ومن ثم يسقط هذا الشعاع على شبكة من الكشافات الشائبة الضوئية لتكوين صورة دقيقة للسطح. (محمد، ٢٠١٠م، ص ١٩).

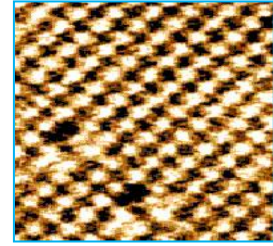
٤ - التطبيقات العملية لمجهر القوة الذرية:

أ- عرض بعض تطبيقات مجهر القوة الذرية بواسطة برمجية الوسائط المتعددة المتضمنة لمقاطع الفيديو الوثائقية التي توضح التطبيقات العملية لمجهر القوة الذرية، وإرشاد الطلاب إلى تدوين ملحوظاتهم، ومشاهداتهم ومناقشتهم حولها.

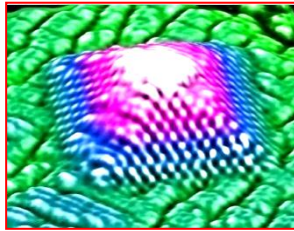
ب - يستخدم مجهر القوة الذرية في دراسة الفلزات والمركبات والمواد الحيوية، والفيروسات، ونحوها من العينات الدقيقة، ومن الأمثلة على ذلك الأشكال التوضيحية (٤، ٥، ٦، ٧) الآتية:



الشكل (٥) صورة لسلسلة بوليمر بواسطة مجهر القوة الذرية
<http://ar.wikipedia.org>

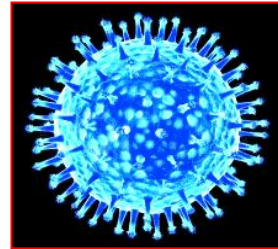


الشكل (٤) صورة لبلورة كلوريد الصوديوم
بواسطة مجهر القوة الذرية
<http://ar.wikipedia.org>



الشكل (٧) نقطة كمومية بواسطة مجهر
القوة الذرية .

<http://www.crezeman.com>



الشكل (٦) صورة لفيروس بواسطة مجهر القوة الذرية
<http://www.crezeman.com>

سادساً: الأنشطة التعليمية:

النشاط (١):

الهدف: صياغة مفهوم علمي دقيق لمجهر القوة الذرية.

المهمة: في ضوء دراستك لمفهوم مجهر القوة الذرية، أعد صياغة المفهوم صياغة علمية محددة وفقاً لفهمك وأسلوبك الخاص.

النشاط (٢):

الهدف: تحديد أربع سمات يتميز بها مجهر القوة الذرية.

المهمة : اذكر أربع سمات يتميز بها مجهر القوة الذرية.

النشاط (٣):

الهدف: المقارنة بين مجهر القوة الذرية والمجهر الالكتروني النفاذ.

المهمة: بالتعاون مع أفراد مجموعتك قارن بين مجهر القوة الذرية والمجهر الالكتروني النفاذ من حيث المفهوم، ومبدأ الفكرة الأساسية التي يقوم عليها كل منهما، والمزايا التي يتميزان بها ؟

النشاط (٤):

الهدف: توضيح طريقة عمل مجهر القوة الذرية في تحليل العينات بعد مشاهدة برمجية الوسائط المتعددة.

المهمة: بالتعاون مع أفراد مجموعتك، وضح خطوات عمل مجهر القوة الذرية في ضوء مشاهدتك لبرمجية الوسائط المتعددة.

النشاط (٥):

الهدف: رسم مخطط توضيحي مبسط لكيفية عمل مجهر القوة الذرية في تحليل العينات.

المهمة: بالتعاون مع أفراد مجموعتك، ارسم مخططاً توضيحياً لطريقة عمل لمجهر القوة الذرية في تحليل العينات.

النشاط (٦):

الهدف: تحديد اتجاهات الطلاب نحو مفهوم مجهر القوة الذرية.

المهمة: اكتب تقريراً مختصراً موضحاً فيه اهتمامك واتجاهك نحو مفهوم مجهر القوة الذرية ؟

سابعاً: التقويم البنائي:

١- عرّف مجهر القوة الذرية.

٢- عدد مميزات مجهر القوة الذرية.

٣- ما الفرق بين مجهر القوة الذرية والمجهر الالكتروني النفاذ ؟

٤- ناقش خطوات عمل مجهر القوة الذرية في تحليل العينات.

٥- وضح أهمية مجهر القوة الذرية في الاكتشافات العلمية لتكنولوجيا النانو.

ثامناً: التغذية الراجعة :

في ضوء استجابة الطلاب للأسئلة التقييمية؛ يتم تطوير وتعديل استجابات الطلاب نحو تعلم المفهوم، وتزويدهم بالخبرات التي تستهدف معالجة جوانب القصور لديهم في اكتساب العمليات المعرفية لمفهوم مجهر القوة الذرية.

تاسعاً: التدريب المنزلي:

اكتب تقريراً علمياً عن مجهر القوة الذرية من حيث المفهوم، والخصائص، والمكونات، وطريقة عمله في تحليل العينات مدعماً تقريرك بالصور والرسوم التوضيحية، مستعيناً بمصادر الشبكة المعلوماتية.

الأنموذجان (٥ ، ٦)

جهاز المعالج النانوي مانيبيولاتور

(Nano Manipulator)

وجهاز الراصف النانوي (Assmlers)

الفئة المستهدفة: طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي.

منفذ البرنامج: الباحث.

المدة الزمنية لتنفيذ البرنامج : ٤٥ دقيقة.

أولاً: الأهداف الإجرائية :

يتوقع من الطالب في نهاية البرنامج التعليمي أن يكون قادراً على:

- ١- تعريف جهاز المعالج النانوي مانيبيولاتور تعريفاً علمياً دقيقاً.
 - ٢- وصف ثلاث خصائص لجهاز المعالج النانوي مانيبيولاتور.
 - ٣- مقارنة جهاز المعالج النانوي مانيبيولاتور بمجهر القوة الذرية من حيث أوجه الشبه والاختلاف.
 - ٤- استنتاج وظيفة جهاز المعالج النانوي مانيبيولاتور.
 - ٥- صياغة تعريف دقيق للراصف النانوي.
 - ٦- تحليل مفهوم الراصف النانوي إلى عناصره الأساسية.
 - ٧- اكتشاف وظيفة الراصف النانوي في عملية التصنيع الجزيئي.
 - ٨- المقارنة بين جهاز المعالج النانوي مانيبيولاتور، والراصف النانوي من حيث أوجه الشبه والاختلاف .
 - ٩- تعرّف بعض التطبيقات العملية للراصف النانوي.
- ثانياً: المواد وتقنيات التعليم المساعدة في تنفيذ البرنامج التعليمي لمفهومي جهاز المعالج النانوي مانيبيولاتور والراصف النانوي:

- ١- جهاز الكمبيوتر.
- ٢- جهاز الداتاشو.
- ٣- برمجية الوسائط المتعددة.
- ٤- دليل المعلم.
- ٥- حقيبة البرنامج المتضمنة المحتوى التعليمي لمفهومي جهاز المعالج النانوي مانيبيولاتور والراصف النانوي.
- ٦- أوراق العمل المتضمنة أنشطة البرنامج التعليمي لمفهومي جهاز المعالج النانوي مانيبيولاتور والراصف النانوي.

ثالثاً: طريقة تنفيذ البرنامج التعليمي:

الطريقة الاستقصائية: وهي عبارة عن أنموذج من نماذج التعلم الاستكشافي، تعتمد على وضع الطلاب في مواقف تعلم إشكالية متعلقة بمفاهيم تكنولوجيا النانو، وتقديم مسائل وقضايا تثير اهتمامهم وتفكيرهم، وتدفعهم إلى استخدام حواسهم، ومهارات تفكيرهم، وخيالهم العلمي، لممارسة أنشطة التعلم الاستقصائي، والتعمق في دراسة الموقف المشكل من خلال دقة الملاحظة، وتحديد المشكلة، وتكوين فرضيات، وجمع المعلومات والحقائق، وتنظيمها، ومقارنتها، ومناقشة الفرضيات، والتحقق منها واختبار أدلتها، واستخلاص النتائج، وتحليلها، وتفسيرها، والتحقق منها للوصول إلى النتيجة النهائية الصحيحة؛ بهدف تكوين منظومه فكرية مفاهيمية متسقة نانوتكنولوجية لدى الطلاب، من خلال ممارسة أنشطة التعلم الاستقصائي، وتطبيقها في مواقف تعليمية جديدة.

رابعاً: الخطوات الإجرائية لتنفيذ البرنامج التعليمي لمفهومي جهاز المعالج النانوي مانيبيولاتور والرافص النانوي:

- 1- التهيئة التحفيزية: تستهدف عملية التهيئة التحفيزية تنشيط العمليات الذهنية لدى الطلاب؛ لاكتساب العمليات المعرفية المفاهيمية لمفهومي جهاز المعالج النانوي مانيبيولاتور، والرافص النانوي، ولتحقيق هذه الغاية يتم عرض مجموعة من مقاطع الفيديو العلمية الوثائقية للمفهومين عبر برمجية الوسائط المتعددة.
- 2- تقسيم الطلاب إلى مجموعات عمل تعاونية صغيرة يتراوح أفراد كل مجموعة ما بين (٤ - ٥) طلاب، لتنفيذ أنشطة البرنامج، والمناقشة والتحاور حول مفهومي المعالج النانوي مانيبيولاتور، والرافص النانوي.
- 3- تحديد المفهومين وعرضهما على الطلاب، ومناقشتهم حولهما، وتحليل كل مفهوم إلى عناصره الأساسية، وتوضيح العلاقات القائمة بين عناصر كل مفهوم.
- 4- تقديم الخبرات التعليمية المتعلقة بمفهوم جهاز المعالج النانوي مانيبيولاتور بواسطة برمجية الوسائط المتعددة، ومناقشتهم حولها، وإتاحة الفرصة لهم لطرح تساؤلاتهم، والإجابة عليها، وذلك بهدف تشكيل تصور مفاهيمي واضح ومحدد نحو المفهوم من حيث مدلوله العلمي، وتحليله إلى مبادئه الأساسية، والتعرف على مزاياه، وطريقة عمله، وبعض تطبيقاته العملية، ثم عرض الخبرات التعليمية المتعلقة بمفهوم الرافص النانوي على غرار طريقة عرض مفهوم جهاز المعالج النانوي مانيبيولاتور.
- 5- عرض برمجية الوسائط المتعددة الموضحة لمفهوم جهاز المعالج النانوي مانيبيولاتور، ومفهوم الرافص النانوي من حيث شكلهما الخارجي، ومكوناتهما الأساسية، وطريقة عملهما، وبعض تطبيقاتهما العملية الدقيقة في الكشف عن عينات المواد النانوية، وطريقة معالجتها للوصول إلى مكتشفات علمية جديدة مبتكرة.

٦- تطبيق أنشطة التعلم الجماعية والفردية في ضوء الهدف المحدد من كل نشاط، وتحديد المهام التي ينبغي إنجازها من قبل الطلاب، وتنفيذ الأنشطة من خلال أوراق العمل المقدمة لهم، ومتابعتهم أثناء تنفيذهم للأنشطة وتحفيزهم لإنجاز النشاط وتحقيق الهدف المحدد منه.

٧- تقويم عملية اكتساب الطلاب لمفهوم جهاز المعالج النانوي مانيبيولاتور، والراصف النانوي، وتهدف هذه العملية إلى التأكد من اكتساب الطلاب للعمليات المعرفية المفاهيمية للمفهومين، عن طريق إجراء تقويم بنائي يتضمن أسئلة مقالية للكشف عن مدى تحقق أهداف البرنامج.

٨- تقديم التغذية الراجعة للطلاب في ضوء نتائج التقويم البنائي، وتزويدهم بمعلومات عن مدى تقدمهم نحو الأهداف المحددة، وتزويدهم بالمعارف والخبرات التي يحتاجونها، وتصحيح معارفهم نحو اكتساب مهارات المفهومين.

٩- التعرف على اتجاهات واهتمامات الطلاب الإيجابية والسلبية نحو مفهوم جهاز المعالج النانوي مانيبيولاتور، ومفهوم الراصف النانوي من خلال إجراء حوار معهم، أو تكليفهم بكتابة تقرير مصغر يُعبرون فيه عن اتجاهاتهم نحو المفهومين.

خامساً: المحتوى التعليمي لمفهوم المجس النانوي مانيبيولاتور والراصف النانوي :

من الأدوات المتقدمة التي تستخدم في تشخيص ومسح وتحليل العينات، وتصوير ذرات وجزيئات المواد النانوية بدرجة عالية من الدقة والوضوح جهاز المعالج النانوي: مانيبيولاتور، ولتحديد معنى دقيق ودلالة علمية واضحة للمعالج النانوي، والرواصف النانوية سيتم مناقشتها من حيث مفهومهما، ومميزتهما، وبعض تطبيقاتهما النانوتكنولوجية.

١- مفهوم المجس النانوي مانيبيولاتور (Nano Manipulator):



الشكل (١) المعالج النانوي مانيبيولاتور
<http://www.3rdtech.com>

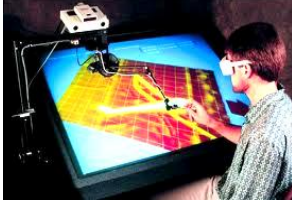
عبارة عن مجس حساس دقيق، يساعد العلماء في دراسة العينات بدقة متناهية، ويشتمل على آلة تشبه عصا قيادة السيارة، كما يوضح الشكل (١) وتتصل الآلة بكمبيوتر شخصي مزود ببطاقة رسم بياني متقدمة للغاية، تقوم بتحويل البيانات وعرضها على هيئة صور مجسية ثلاثية الأبعاد بألوان متعددة، يمكن تكبيرها إلى أحجام تزيد عن المليون ضعف، بالرغم من أنه لا يزيد

حجمها عن بضعة نانومترات، وبواسطة هذه الجهاز يمكن تحسس سطح العينة مباشرة، والشعور بمعالم الأشياء الصغيرة وحوافها، وكذلك الفجوات الموجودة في جزيئات البروتين ولزوجة بعض أنواع البكتيريا الممرضة. (صفات سلامة، ٢٠٠٩م، ص ٣٠).

ثانياً: مزايا جهاز المعالج النانوي مانيبيولاتور:

يتميز جهاز المعالج النانوي بالعديد من الخصائص التي تساعد العلماء في دراسة خصائص عينات المواد النانوية، وقد حدد الخرجي وأخريان (٢٠١٠م، ص ٢٣٧) بعض الخصائص الفريدة التي يتميز بها جهاز المعالج النانوي ومنها:

- ١- للمعالج النانوي قدرة عالية لتكوين صورة ثلاثية الأبعاد للجزئيات متناهية الصغر تصل إلى مليون مرة.
- ٢- يحتوي على مجس حساس عالي الدقة، يمكن العلماء من تحسس الجزئيات متناهية الصغر، ووخزها وتحريكها، ودراسة سماتها المختلفة.

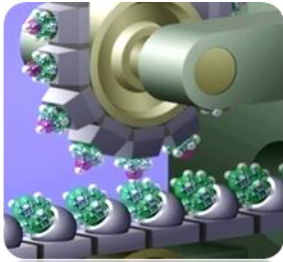


الشكل (٢) مجس مانيبيولاتور لتحسس
الجزئيات الدقيقة

<http://internet2.njit.edu>

- ٣- يشتمل الجهاز على آلة مشيرة مثل عصا قيادة السيارة، تتصل بحاسوب شخصي مزود ببطاقة رسم بياني متقدمة للغاية، تقوم بتحويل بيانات المجهر لتعرضها على شكل صورة ثلاثية الأبعاد، ذات ألوان متعددة، كما يتبين من الشكل (٢).

ثالثاً: الراصف النانوي (Assembler):



الشكل (٣) الراصف النانوي

<http://www.alwatan.sy>

الراصف النانوي أو جهاز التجميع، كما يوضح الشكل (٣) هو: جهاز روبوت (Robot) متناهي الصغر لا يرى بالعين المجردة، وله أذرع للامساك بالذرة أو الجزيء، وتفكيك المادة إلى مكوناتها الذرية، وله القدرة على رصف الذرات بجوار بعضها لصناعة المادة أو المنتج المرغوب، وهو مزود بنظام الكتروني مبرمج، يساعد العلماء على التحكم في الرواصف، ويمكن برمجته لإنتاج نسخة مشابهة له بالتكاثر أو الاستنساخ. (بسيوني، ٢٠٠٨م، ص ١٥٠).

● تحليل مفهوم الراصف النانوي:

يتضمن مفهوم الراصف النانوي الأفكار التالية:

- ١- يُعبر مفهوم الرواصف أو المجمعات النانوية عن وجود أجهزة دقيقة متناهية الصغر لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة، تقوم بعملية التصنيع الجزيئي (Molecular Manufacturing) أي التصنيع على مستوى الذرات والجزيئات، ويتم التحكم في الرواصف عن طريق البرمجة الالكترونية، لتقوم الرواصف بوضع الذرات أو الجزيئات في مكانها المناسب؛ لتصميم وهيكله مواد وأجهزة مبتكرة عالية الكفاءة والدقة.
- ٢- لكي تكون عملية تصميم وهندسة المواد والأجهزة دقيقة وفعالة، من خلال عملية التصنيع الجزيئي التي تقوم بها الرواصف النانوية؛ فإن هذه العملية تحتاج إلى ملايين من الرواصف النانوية المبرمجة، التي تعمل في وقت واحد بطريقة سريعة ومنظمة، لإنتاج تلك المواد والأجهزة المستهدف تصميمها.

٣- الرواصف النانوية يمكن برمجتها إلكترونياً؛ لإنتاج أجهزة نانوية مشابهاً لها تماماً عن طريق الاستنساخ أو التكاثر المبرمج، لتقوم هذه الرواصف المستنسخة بتأدية وظائف محددة وفق مبدأ البرمجة الإلكترونية.

سادساً: الأنشطة التعليمية:

النشاط الأول (١):

الهدف: صياغة مفهوم علمي لجهاز المعالج النانوي مانيبيولاتور.

المهمة: أعد صياغة مفهوم جهاز المعالج النانوي مانيبيولاتور صياغة علمية واضحة ومحددة في ضوء دراستك لهذا المفهوم ؟

النشاط (٢):

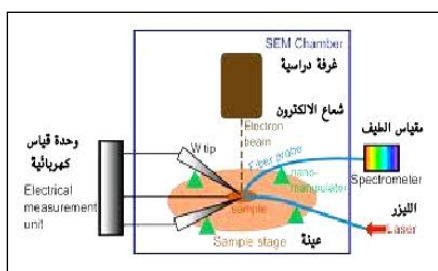
الهدف: تحديد مزايا جهاز المعالج النانوي مانيبيولاتور.

المهمة: يتميز جهاز المعالج النانوي مانيبيولاتور بالعديد من المزايا لمعالجة العينات وتحليلها. اذكر ثلاثاً منها؟

النشاط (٣):

الهدف: شرح طريقة عمل جهاز المعالج النانوي مانيبيولاتور في تحليل العينات والكشف عن تركيبها الدقيق.

المهمة: بالتعاون مع أفراد مجموعتك، وضع باختصار الفكرة الأساسية لكيفية عمل جهاز المعالج النانوي مانيبيولاتور في تحليل العينات والكشف عن تركيبها الدقيق، مستعيناً بالشكل (٤) ؟



الشكل (٤) مسح سطح العينة بواسطة المعالج النانوي مانيبيولاتور

<http://nanotechweb.org>

النشاط (٤):

الهدف: استنتاج وظيفة جهاز المعالج النانوي مانيبيولاتور، من خلال عرض بعض تطبيقات جهاز المعالج النانوي مانيبيولاتور في تحليل العينات بواسطة الوسائط المتعددة.

المهمة: ما وظيفة جهاز المعالج النانوي مانيبيولاتور ؟

النشاط (٥):

الهدف: تعريف مفهوم الراصف النانوي.

المهمة: عرّف جهاز الراصف النانوي في ضوء دراستك لهذا المفهوم بأسلوبك الخاص.

النشاط (٦):

الهدف: شرح طريقة الراصف النانوي في عملية التصنيع الجزئي.

- عرض طريقة الراصف النانوي في عملية التصنيع الجزئي من خلال برمجية الوسائط المتعددة.

المهمة: بالتعاون مع أفراد مجموعتك، وضّح طريقة عمل الراصف في عملة التصنيع الجزئي من خلال مشاهدتك لبرمجية الوسائط المتعددة.

النشاط (٧):

الهدف: المقارنة بين جهاز المعالج النانوي مانيبيولاتور، وجهاز الراصف النانوي من حيث أوجه الشبه والاختلاف بينهما.

المهمة: بالتعاون مع أفراد مجموعتك، قارن بين جهاز المعالج النانوي مانيبيولاتور، وجهاز الراصف النانوي من حيث أوجه الشبه والاختلاف بينهما.

سابعاً: التقويم البنائي:

- ١- عرّف جهاز المعالج النانوي مانيبيولاتور .
- ٢- عدّد ثلاثاً من مميزات لجهاز المعالج النانوي مانيبيولاتور .
- ٣- ما وظيفة جهاز المعالج النانوي مانيبيولاتور ؟
- ٤- عرف مفهوم الراصف النانوي من خلال مفهومك الخاص .
- ٥- ما وظيفة الراصف النانوي في عملية التصنيع الجزئي؟
- ٦- ما المبدأ الذي تقوم عليه فكرة أجهزة الرواصف النانوية ؟
- ٧- قارن بين جهاز المعالج النانوي مانيبيولاتور، والراصف النانوي من حيث وظيفة كل منهما في تكنولوجيا النانو.

ثامناً: التغذية الراجعة:

في ضوء استجابة الطلاب لأسئلة التقويم البنائي، يتم تطوير وتعديل استجابات الطلاب، وتزويدهم بالخبرات التي تستهدف معالجة جوانب القصور لديهم في اكتساب العمليات المعرفية لمفهوم المعالج النانوي مانيبيولاتور، والراصف النانوي.

المحور الثالث

نماذج مفاهيمية نانوتكنولوجية متعلقة بالمواد النانوية وتقنيات إنتاجها

(المواد النانوية، تقنية الهبوط في تصنيع المواد النانوية، تقنية الصعود في تصنيع المواد النانوية)

الفئة المستهدفة: طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي.

منفذ البرنامج: الباحث.

المدة الزمنية لتنفيذ البرنامج : ٤٥ دقيقة.

أولاً: الأهداف الإجرائية:

يتوقع من الطالب في نهاية البرنامج التعليمي أن يكون قادراً على:

- ١- تعريف مصطلح المواد النانوية تعريفاً علمياً دقيقاً.
 - ٢- تحليل مفهوم المواد النانوية إلى عناصره الأساسية.
 - ٣- اكتشاف القاعدتين الأساسيتين لتكنولوجيا النانو.
 - ٤- استنتاج خصائص المواد النانوية.
 - ٥- ذكر ثلاثة أمثلة متنوعة لخصائص المواد النانوية.
 - ٦- استنتاج أهمية خصائص المواد النانوية بالنسبة لتكنولوجيا النانو.
 - ٧- تحليل تغير خصائص المواد النانوية.
 - ٨- التمييز بين طريقة تصنيع المواد بالطرق التقليدية، وطريقة تصنيعها بتقنية تكنولوجيا النانو.
 - ٩- وصف المراحل الأساسية لتصنيع المواد النانوية.
 - ١٠- تحديد المبادئ الأساسية التي يعتمد عليها علماء تكنولوجيا النانو في تصنيع المواد النانوية.
 - ١١- صياغة تعريف لطريقة تصنيع المواد النانوية من الأعلى إلى الأسفل (تقنية الهبوط).
 - ١٢- صياغة تعريف لطريقة تصنيع المواد النانوية من الأسفل إلى الأعلى (تقنية الصعود).
 - ١٣- وصف طريقة تصنيع المواد النانوية.
- ثانياً: المواد وتقنيات التعليم المساعدة في تنفيذ البرنامج التعليمي لمفهوم المواد النانوية، وتقنيات إنتاجها:

- ١- جهاز الداتا شو.
- ٢- دليل المعلم.
- ٣- برمجية الوسائط المتعددة.
- ٤- حقيبة البرنامج المتضمنة المحتوى التعليمي للبرنامج الخاص بمفهوم المواد النانوية وتقنيات إنتاجها.
- ٥- أوراق العمل المتضمنة أنشطة البرنامج التعليمي لمفهوم المواد النانوية وتقنيات إنتاجها.

ثالثاً: طريقة تنفيذ البرنامج:

الطريقة الاستقصائية: وهي عبارة عن أنموذج من نماذج التعلم الاستكشافي، تعتمد على وضع الطلاب في مواقف تعلم إشكالية متعلقة بمفاهيم تكنولوجيا النانو، وتقديم مسائل وقضايا تثير اهتمامهم وتفكيرهم، وتدفعهم إلى استخدام حواسهم، ومهارات تفكيرهم؛ لممارسة أنشطة التعلم الاستقصائي، والتعمق في دراسة الموقف المشكل من خلال دقة الملاحظة، وتحديد المشكلة، وتكوين الفرضيات، وجمع المعلومات والحقائق، وتنظيمها، ومقارنتها، ومناقشة الفرضيات، والتحقق منها، واختبار أدلتها، واستخلاص النتائج، وتحليلها، وتفسيرها، والتحقق منها للوصول إلى النتيجة النهائية الصحيحة؛ بهدف تكوين منظومه فكرية مفاهيمية متسقة نانوتكنولوجية لدى الطلاب، من خلال ممارسة أنشطة التعلم الاستقصائي، وتطبيقها في مواقف تعلمية جديدة.

رابعاً: الخطوات الإجرائية لتنفيذ البرنامج التعليمي لمفهوم المواد النانوية وتقنيات إنتاجها:

- ١- التهيئة التحفيزية: تستهدف عملية التهيئة التحفيزية تنشيط العمليات الذهنية لدى الطلاب لاكتساب العمليات المعرفية لمفهوم المواد النانوية وتقنيات إنتاجها، ولتحقيق هذه الغاية يتم مناقشة الطلاب في بعض المفاهيم المتعلقة بأدوات وأجهزة تكنولوجيا النانو، ومنها مجاهر تكنولوجيا النانو، والراصف النانوي، والكشف عن العلاقة القائمة بين هذه المفاهيم ومفاهيم المواد النانوية وتقنيات إنتاجها.
- ٢- تقسيم الطلاب إلى مجموعات عمل تعاونية صغيرة يتراوح أفراد كل مجموعة ما بين (٤- ٥) طلاب لتنفيذ أنشطة البرنامج، والتحاور والمناقشة فيما بينهم حول مفهوم المواد النانوية وتقنيات إنتاجها.
- ٣- تحديد مفهوم المواد النانوية، ومفاهيم تقنيات إنتاجها، وعرضها على الطلاب، ومناقشتهم حولها وتحليلها لتحديد التصورات والعلاقات والتراكيب التي يتكون منها المفهوم.
- ٤- تقديم الخبرات التعليمية المتعلقة بمفهوم المواد النانوية وتقنيات إنتاجها، من خلال عرض المحتوى التعليمي للبرنامج على الطلاب بواسطة برمجية الوسائط المتعددة، ومناقشتهم حولها، وإتاحة الفرصة لهم لطرح تساؤلاتهم، والإجابة عليها، وذلك بهدف تشكيل أطر مفاهيمية واضحة ومحددة نحو مفهوم المواد النانوية، والتعرف على القاعدتين الأساسيتين اللتين تعتمدان عليهما تكنولوجيا النانو، وخصائص المواد النانوية البصرية، والكهربائية، والفيزيائية، وأمثلتها، ومراحل تصنيع المواد النانوية، وتقنيات تصنيعها، والمبادئ الأساسية التي تؤخذ في الاعتبار عند تصنيع المواد النانوية أو الأجهزة النانوية.
- ٥- عرض بعض التطبيقات النانوية العملية لتصنيع المواد النانوية والأجهزة النانوية عبر برمجية الوسائط المتعددة.
- ٦- تطبيق أنشطة التعلم الفردية والجماعية في إطار الهدف المحدد لكل نشاط، وتحديد المهمات التي ينبغي إنجازها من قبل الطلاب، ويتم تنفيذ الأنشطة من خلال أوراق العمل الخاصة بالأنشطة التعليمية، ومتابعتهم أثناء ممارستها للأنشطة التعليمية، ومساندتهم وتحفيزهم لإنجاز النشاط، وتحقيق الهدف المحدد منه.

- ٧- تقويم عملية اكتساب الطلاب لمفهوم المواد النانوية وتقنيات إنتاجها، وتهدف هذه العملية إلى التأكد من اكتساب الطلاب للعمليات المعرفية المفاهيمية المتعلقة بمفهوم المواد النانوية، وتقنيات إنتاجها عن طريق إجراء تقويم بنائي، يتضمن بعض الأسئلة المقالية للكشف عن مدى تحقق أهداف البرنامج.
- ٨- تقديم التغذية الراجعة الفورية للطلاب وتزويدهم بالمعارف والخبرات التي يحتاجونها، ومعالجة جوانب القصور لديهم في اكتساب المهارات والمعارف المتعلقة بالمفهوم.
- ٩- التعرف على اتجاهات واهتمامات الطلاب الإيجابية أو السلبية نحو مفهوم المواد النانوية وتقنيات إنتاجها من خلال إجراء حوار معهم للتعرف على آرائهم واتجاهاتهم، والفوائد التي استفادوها منه، أو تكليفهم بكتابة تقرير مصغر يعبرون فيه عن اتجاهاتهم نحو المفهوم الجديد وأهمية تعلمه بالنسبة لهم.

خامساً: محتوى البرنامج التعليمي لمفهوم المواد النانوية وتقنيات إنتاجها:

تُشكل المفاهيم التي سبق مناقشتها في المحور الأول: المتمثلة في مفهوم تكنولوجيا النانو، وعلم النانو، ومقياس النانو، ومفهومي الذرات والجزيئات، ومفاهيم المحور الثاني المتعلقة بالمجاهر الإلكترونية والأجهزة الأخرى لتحليل العينات والكشف عن خصائصها، بالإضافة إلى المفاهيم المتعلقة بالمواد النانوية وخصائصها وتقنيات إنتاجها، البنية الأساسية لتكنولوجيا النانو، وفهمها بطريقة أكثر عمقاً وشمولية من جميع عناصرها وأبعادها المتعددة.

ولبناء تصور علمي دقيق واسع النطاق لمفاهيم تكنولوجيا النانو، وإدراك العلاقات القائمة بين المبادئ الأساسية لمفاهيم تكنولوجيا النانو؛ سيتم إلقاء الضوء على بعض النماذج المفاهيمية المتعلقة بالمواد النانوية وقواعدها الأساسية، وخصائصها، ومراحل تصنيعها، وطرق وتقنيات إنتاج المواد والأجهزة النانوية التي نالت اهتماماً علمياً متزايداً من قبل علماء تكنولوجيا النانو، ومختلف شرائح المجتمع في جميع التخصصات العلمية، باعتبار أنها من المبادئ الأساسية لتكنولوجيا النانو، ومن هذه المفاهيم مايلي:

١- مفهوم المواد النانوية (Nano materials):

المواد النانوية: مواد متقدمة ذات تركيب نانوي، تتألف من مكون واحد أو أكثر، له بُعد واحد على الأقل يتراوح بين (١-١٠٠) نانومتر، وتحتوي هذه المواد على جسيمات النانو، وألياف نانوية، وأنايب نانوية، ومواد مركبة، وسطوح بُنى نانوية. (مسلم وآخرون، ٢٠١٠م، ص٨).

- تحليل مفهوم المواد النانوية:

يتضمن مفهوم المواد النانوية على فكرتين أساسيتين هما:

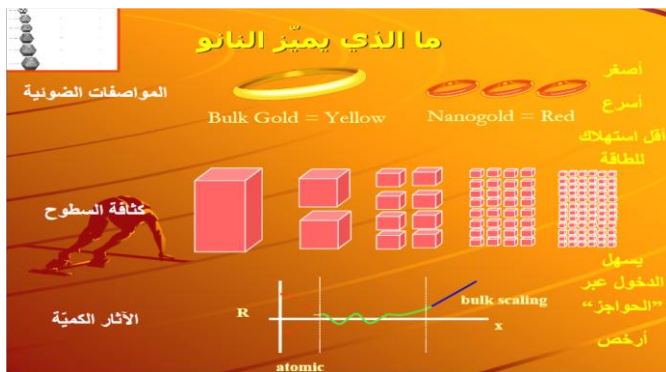
أ - المواد النانوية عبارة عن مواد متناهية الصغر يتراوح بعدها بين (١-١٠٠) نانومتر، وهي على أنواع متعددة، فمنها مواد أحادية البعد مثل: المرشحات النانوية، والألياف النانوية، ومنها مواد ثنائية البعد مثل: الأنابيب النانوية، ومنها مواد ثلاثية الأبعاد مثل: الجسيمات النانوية، والنقاط الكمية.

ب - تعدد أشكال مواد النانو التي تستخدم في منتجات تكنولوجيا النانو ومنها على سبيل المثال: جسيمات النانو، وألياف النانو، وأنابيب النانو، وغيرها من المواد النانوية التي تشكل البنية الأساسية لتكنولوجيا النانو.

٢- القواعد الأساسية لتكنولوجيا النانو:

تقوم تكنولوجيا النانو على قاعدتين رئيسيتين تعدّان من المبادئ الأساسية لفهم وإدراك الحقائق العلمية لتكنولوجيا النانو، بالإضافة إلى فهم واستيعاب خصائصها، وتطبيقاتها التكنولوجية، وقد حدد بسيوني (٢٠٠٨م، ص ٨٨-٩٠) تلك القاعدتين على النحو التالي:

أ - اختلاف المساحة السطحية لمواد النانو نسبياً عند مقارنتها مع نفس الكتلة المنتجة في قياس أكبر؛ مما يجعل



المواد أكثر تفاعلاً ونشاطاً كيميائياً، وهذا بدوره ينعكس على خواصها الكهربائية والمغناطيسية والبصرية؛ فكلما نقص حجم الجسيمات فإن نسبة أكبر من الذرات تتواجد على السطح بالمقارنة مع تلك الموجودة في الداخل. ومثال ذلك :

الشكل (١) يوضح أنه كلما نقص حجم الجسيمات تزداد نسبة الذرات على السطح وسيطرة آثار الكم على سلوك المادة واختلاف خصائصها الضوئية (http://faculty.kfupm.edu.sa)

الجسيم الذي يكون حجمه (٣٠) نانومتراً، يمتلك حوالي (٥٠٪) من

الذرات على سطحه، وعندما يكون حجمه (١٠٪) نانومتراً؛ فإن نسبة الذرات على سطحه تصل إلى (٢٠٪) وعندما يكون حجم الجسيم (٣) نانومتراً فإن نسبة الذرات على سطحه تصل إلى (٥٠٪) انظر الشكل (١).

ب - تبدأ آثار الكم (Quantum effects) في الهيمنة على سلوك المادة عند مستوى المقياس النانومتري؛ مما يؤثر على سلوكها البصري، والكهربائي، والمغناطيسي، أي إنه كلما نقص حجم المادة إلى مستوى المقياس

النانومتري، تغيرت خصائصها البصرية، والكهربائية، والمغناطيسية، ومثال ذلك: البلورات الصلبة إذا اقترب حجمها من القياس (١-١٠٠) نانومتر تتغير خصائصها الميكانيكية، والكهربائية، والبصرية، والمغناطيسية. ومن هاتين القاعدتين تمكن علماء تكنولوجيا النانو من ابتكار مواد وأجهزة ومنتجات نانوية ذات خصائص فريدة ليس لها مثيل بالنسبة للتقنيات الحديثة.

٣- خصائص المواد النانوية:

تتغير خصائص المواد النانوية عند مستوى المقياس النانومتري، ومن أهم عوامل هذا التغير هو طبيعة التفاعلات بين الذرات المكونة للمادة، وقد حدد الحصيني (٢٠٠٩م، ص ص ٥٠-٥٢) بعض خصائص المواد النانوية على النحو الآتي:

أ- الخصائص البصرية:

تختلف الخصائص البصرية للمواد عند مستوى قياس النانومتري، فمادة الذهب ذات اللون الأصفر تظهر باللون الأحمر عند مستوى المقياس النانومتري، انظر الشكل (١) السابق، والسبب في ذلك يعود إلى الطريقة التي تتفاعل بها الإلكترونات مع الضوء، فالإلكترونات في حالة الكتل الكبيرة تتحرك بحرية، بينما تعاني نفس الإلكترونات من تقييد كبير في الحجم النانومتري؛ مما يجعلها تتفاعل بصورة مختلفة مع فوتونات الضوء فيظهر الذهب خصائص بصرية مختلفة.

ب- الخصائص الكهربائية:

يمكن للمواد النانوية أن تمتلك خصائص كهربائية فريدة كتلك التي تمتلكها أنابيب الكربون النانوية، فالإلكترونات يمكنها السير خلال هذه الأنابيب دون وجود أي مقاومة، متجاوزة بذلك قانون أوم الذي يربط بين التيار والجهد والمقاومة؛ بحيث يتساوى عدد الإلكترونات الداخلة للأنبوب مع تلك الإلكترونات الخارجة منه، بغض النظر عن طوله وسمكه، ويستفاد من هذه الخاصية في تصنيع دوائر إلكترونية مثالية.

ج- الخصائص الفيزيائية:

تزداد الخصائص الفيزيائية للمواد عند المستوى النانومتري مثل القوة والصلابة، ومن الأمثلة على ذلك: معامل القوة والصلابة لأنابيب الكربون النانوية يصل أحياناً إلى (١٠^{١٢}) نيوتن/م^٢، أي حوالي خمسة أضعاف صلابة مادة الفولاذ، وأخف منه وزناً بحوالي ست مرات تقريباً، وزيادة مرونتها نتيجة ازدياد طولها بالمقارنة مع قطرها.

ومن الخصائص الفيزيائية التي تبدو واضحة للمواد على مستوى المقياس النانومتري درجة الانصهار، حيث تنخفض بشكل كبير في صورتها النانوية مقارنة بصورتها المحسوسة؛ والسبب في ذلك يعود إلى أن ذرات السطوح في المواد النانوية تمتلك روابط ذرية وجزيئية أقل؛ مما يؤدي إلى انخفاض درجة الحرارة.

٤- أهمية خصائص المواد النانوية في التطبيقات العملية لتكنولوجيا النانو:

تختلف الخصائص الفيزيائية، والكيميائية، والكهرومغناطيسية، والميكانيكية للمواد عند مستوى المقياس النانومتري عن خواصها في وضعها الطبيعي؛ وسبب هذا الاختلاف يعود إلى طبيعة التفاعلات العالية بين الذرات المكونة للمادة، والاستفادة من هذه الخصائص الجديدة، يقود إلى تطبيقات علمية وتكنولوجية جديدة واسعة النطاق، ومن الأمثلة على ذلك ما يأتي:

المثال (١):

لو تم إعادة ترتيب وضع ذرات الكربون في الفحم عند إجراء عملية التفاعل؛ فإنه يمكن إنتاج الألماس. وكذلك ولو تم إعادة ترتيب ذرات الرمل عند إجراء عملية التفاعل؛ فإن هذه العملية ستؤدي إلى إنتاج شرائح الكمبيوتر. (صفات سلامة، ٢٠٠٩م، ص ٢٠).

مثال (٢):

إذا أمكن إعادة ترتيب ذرات السيليكون مع إضافة بعض الشوائب لتحويله إلى شبه موصل؛ فإن هذا الإجراء يؤدي إلى تصنيع الدوائر المتكاملة المجهزة في الرقائق المستخدمة في الحواسيب والأجهزة الإلكترونية. وإذا ما تم إعادة ترتيب ذرات الهيدروجين والأكسجين والكربون؛ فيمكن الحصول على أنواع متنوعة من المواد الغذائية. (بسيوني، ٢٠٠٨م، ص ٢١).

مثال (٣):

يتحول النحاس الأصفر من مادة ثابتة كيميائياً إلى مادة قابلة للاحتراق، ويتحول لون حبيبات السليكون المعروف بعنصره الشديدة إلى اللون الأزرق المتألق عندما يكون قطرها (١) نانومتر، أما إذا كان قطرها (١،٧) نانومتر فسيتحول لونها إلى اللون الأخضر، أما عند قطر (٢،١) نانومتر فتتألق باللون الأصفر. وتتألق باللون الأحمر عندما يكون قطرها (٢،٩) نانومتر، وكذلك فإن الكربون يتحول من حالته الهشة إلى مادة أصلب من الحديد عند مستوى المقياس النانومتري. (لين، ٢٠٠٩م، ص ٢٤-٢٥).

ومن الأمثلة السابقة، يتضح الفرق بين الطريقة التقليدية، وتقنية تكنولوجيا النانو في تصنيع المواد المختلفة؛ فالطرق التقليدية تعتمد على عملية الخلط بين مكونات المواد الداخلة في التفاعل بنسب معينة لإنتاج مواد جديدة، بينما تختلف هذه الطريقة تماماً باستخدام تقنيات تكنولوجيا النانو التي تعتمد على إنتاج المواد الجديدة، بواسطة التحكم في عملية وضع الذرات والجزيئات الداخلة في التفاعل، وإعادة ترتيبها بدقة متناهية؛ لابتكار أجهزة ومواد نانوية جديدة، وكلما تغير ترتيب الذرات، فإنها تكتسب خواص متنوعة جديدة، ويستثمر علماء تكنولوجيا النانو هذه الخصائص في ابتكار مواد وأجهزة نانوية جديدة أكثر كفاءة، وسرعة ودقة، وأقل تكلفة، واستهلاكاً للطاقة.

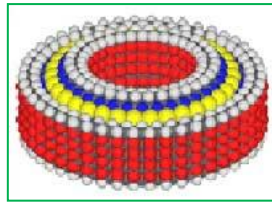
٥- المراحل الأساسية لتصنيع المواد والأجهزة النانوية:

تمر عملية تصنيع المواد والأجهزة النانوية استناداً إلى تقنيات تكنولوجيا النانو، بثلاث مراحل أساسية لخصها مسلم وآخران (٢٠١٠م، ص ٣٥) على النحو التالي:



وتحريكها إلى المكان المناسب، وقد تمكنت شركة (International Business Machines) في عام (١٩٩٠م) من كتابة اسم الشركة (IBM) بواسطة ترتيب (٣٥) ذرة من ذرات عنصر الزينون على سطح بلورة من النيكل، كما يبين الشكل (٢) واستخدم العلماء في ذلك جهاز الميكروسكوب الذري (AFM) وباستخدام هذه التقنية يمكن ابتكار أدوات وأجهزة نانوية متقدمة جداً أكثر كفاءة وجودة من الأدوات والأجهزة المستخدمة حالياً، انظر الشكلين (٣) و (٤).

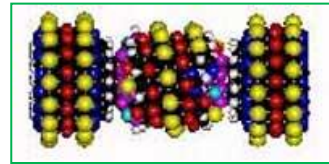
الشكل (٢) يوضح عملية التحكم في الذرات



الشكل (٤) يوضح عملية التحكم في الذرات لابتكار

تقنيات جديدة .

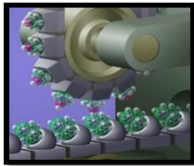
<http://www.hazemsakeek.com>



الشكل (٣) يوضح عملية التحكم في الذرات

لابتكار تقنيات جديدة .

<http://www.hazemsakeek.com>



الشكل (٥) الراسف النانوي

<http://www.alwatan.sy>

ب - تطوير آلات نانوية تسمى المجمع (Assembler) كما يوضح الشكل (٥) يتم برمجتها مسبقاً للتحكم في الذرات والجزيئات، والمجمع الواحد يحتاج إلى ملايين من السنين، لصنع مادة من نوع واحد من الذرات؛ لهذا يتطلب الأمر إنتاج ملايين من هذه المجمعات التي تعمل معاً في وقت واحد لتصنيع جهاز أو مادة ما بطريقة عملية.

ج - التقنية النانوية تحتاج إلى بلايين من المستنسخات؛ لبناء البلايين من المجمعات، وهذه لن يزيد حجمها عن مكعب بحجم (١ ملم^٣) وبعد ذلك تقوم بدورها في التحكم بالذرات.

٥- تقنيات تصنيع المواد النانوية:

من المبادئ الأساسية التي يعتمد عليها علماء تكنولوجيا النانو في تصنيع المواد النانوية أو المنتجات النانوية؛ التحكم في بعض خصائص المواد النانوية التي حددها محمد (٢٠١٠م، ص ٤٢) في النقاط الآتية:

١- حجم الجزيئات (Molecules size).

٢- شكل الجزيئات (Molecules shape) هل هو سداسي ؟ أم كروي ؟ أم ثلاثي ؟ ...).

٣- توزيع الجزيئات (Molecules distribution) هل هو منتظم ؟ أم غير منتظم ؟ أم مستقر ؟ أم غير مستقر ؟.

٤- تركيب الجزيئات (Molecules Composition).

٥- درجة تجمع الجزيئات (Degree of Molecules Agglomeration).

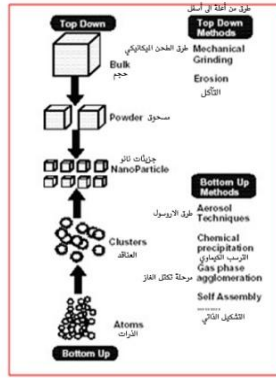
وتضيف نهي الحبشي (٢٠٠٩م، ص ٢٤) خاصية سادسة وهي:

٦- الحصر الكمي، فبعض المواد تكون ذراتها محصورة في بعدين فتكون حركة الالكترونات في اتجاه واحد، كحركة الماء في الأنابيب، وبعض المواد تكون ذراتها محصورة في بعدين، فتكون حركة الالكترونات في اتجاهين مثل البئر الكمي؛ لأن تغير هذه الخصائص يؤثر في نوعية الخصائص الفيزيائية والكيميائية والكهربائية والمغناطيسية للمواد، والتحكم فيها يؤدي إلى منتجات نانوية عالية الجودة.

❖ تقوم طريقة تصنيع المواد النانوية على طريقتين رئيسيتين هما:

الطريقة الأولى: تقنية التصنيع من الأعلى إلى الأسفل أو تقنية الهبوط (Top down) ويطلق عليها أحياناً طريقة التقسيم .

الطريقة الثانية: فهي تقنية التصنيع من الأسفل إلى الأعلى أو تقنية الصعود (Bottom up) وتسمى - أيضاً - طريقة (التجميع) كما يوضح الشكل (٦) وتتفرع من هاتين الطريقتين مجموعة متنوعة من الطرق النانوية ومنها: طريقة الحفر بالحامض، والطريقة الالكتروكيميائية، وطريقة الاستئصال الليزري، وطريقة التشتيت، وطريقة الترسيب الكيميائي أو الفيزيائي، وسيقتصر البحث هنا على مفهومي طريقتي تقنية الهبوط، وتقنية الصعود على اعتبار أنهما الطريقتان الرئيسيتان في تصنيع المواد والتقنيات النانوية:



شكل (٦) طريقة تصنيع المواد النانوية الهبوط والصعود .

<http://prfo.taifedu.gov.sa>

١- مفهوم طريقة تصنيع المواد النانوية من الأعلى إلى الأسفل (تقنية الهبوط) أو تقنية التقسيم:

تقنية تصنيع المواد النانوية من الأعلى إلى الأسفل (Top down) عبارة عن: عملية تتجه فيها طريقة تصنيع المواد النانوية من القمة إلى القاعدة؛ للوصول إلى الشكل والحجم المطلوبين، وتقوم على تقسيم المواد الكبيرة، وتحويلها إلى مواد ذات بُعد نانوي باستخدام طرق ووسائل فيزيائية ميكانيكية مثل: الطحن، والبرد، والحفر الضوئي، أو وسائل كيميائية مثل: طريقة الحفر ببعض الأحماض. (صفات سلامة، ٢٠٠٩، ص ٣٣). ومن الأمثلة التي تستخدم فيها هذه الطريقة: تصنيع الرقائق الالكترونية، ووحدات التخزين في الكمبيوتر، وصناعة المواد أشباه الموصلات، والدوائر الالكترونية.

٢- مفهوم طريقة تصنيع المواد النانوية من الأسفل إلى الأعلى (Bottom up) أو تقنية الصعود (التجميع):

وهي طريقة معاكسة للطريقة الأولى في تصنيع المواد النانوية، حيث تبدأ عملية التصنيع من التحكم في الذرات والجزيئات وفصلها عن بعضها، ثم تجميعها لتصل إلى الحجم أو الشكل المطلوب، باستخدام التفاعلات الكيميائية أو استخدام طريقة تبادل المواد (أي مادة تشكل منها مادة أخرى). (Guozhong) المشار إليه في (صفات سلامة، ٢٠٠٩م، ص ٣٣) وهذه الطريقة باختصار عبارة عن تجميع للمواد النانومترية من بُنيّتها الأساسية ذرة مع ذرة، أو جزيء مع جزيء، باستخدام إحدى التقنيات النانوية مثل: مجهر القوة الذرية (AFM) الذي بإمكانه التحكم في هذه الذرات أو الجزيئات ونقلها من مكان إلى آخر.

سادساً: الأنشطة التعليمية:

نشاط (١):

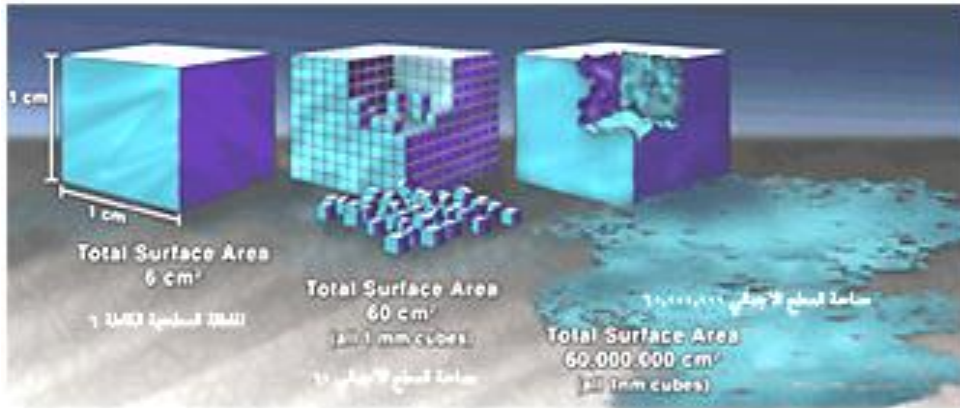
الهدف: تعريف المواد النانوية.

المهمة: عرّف مفهوم المواد النانوية في ضوء دراستك له.

النشاط (٢):

الهدف: التعرف على القاعدتين الأساسيتين اللتين تقومان عليهما تكنولوجيا النانو.

المهمة: تقوم تكنولوجيا النانو على قاعدتين أساسيتين، بالتعاون مع أفراد مجموعتك حدد هاتين القاعدتين مستعيناً بالشكل التالي، ثم فسرهما مبيناً أهميتهما في تكنولوجيا النانو، ثم صيغ تسمية علمية مناسبة لمدلّول الشكل الآتي:



النشاط (٣):

الهدف: إعطاء أمثلة توضيحية لخصائص المواد النانوية.

المهمة: أعط مثلاً توضيحياً واحداً لكل من خصائص المواد النانوية البصرية، والكهربائية، والفيزيائية.

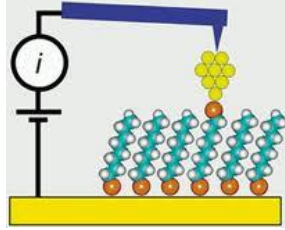
النشاط (٤):

الهدف: اكتشاف مراحل تصميم وهندسة المواد والأجهزة النانوية من خلال الأشكال المعطاة.

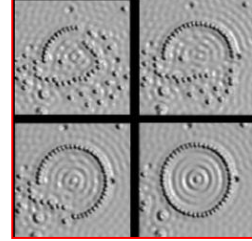
المهمة: تأمل في الأشكال الآتية، ثم استنتج من مدلولها العلمي، مراحل تصميم وهندسة المواد والأجهزة النانوية، ثم اكتب تعليقاً علمياً مختصراً مناسباً لكل شكل.



<http://nanotechnology.picture>



<http://www.saudicnt.org>



<http://www.dorar-aliraq.net>

النشاط (٥):

الهدف: صياغة تعريف لمفهوم تقنية الهبوط (من القمة إلى القاعدة) لتصنيع المواد والأجهزة النانوية.

المهمة: اكتب تعريفاً علمياً لمفهوم تقنية الهبوط لتصنيع المواد والأجهزة النانوية، وفقاً لمفهومك الخاص لهذا المصطلح؟

النشاط (٦):

الهدف: صياغة تعريف لمفهوم تقنية الصعود (من القاعدة إلى القمة) لتصنيع المواد والأجهزة النانوية.

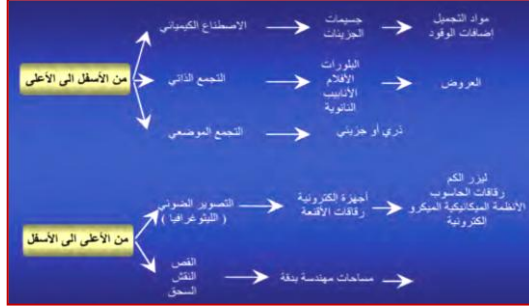
المهمة: اكتب تعريفاً علمياً واضحاً لمفهوم تقنية الصعود لتصنيع المواد والأجهزة النانوية، وفقاً لمفهومك الخاص لهذا المصطلح.

النشاط (٧):

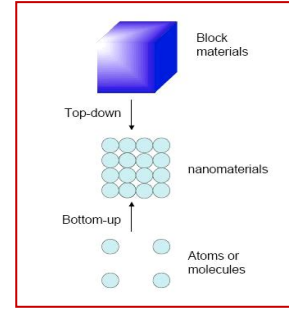
الهدف: اكتشاف طريقتي تصنيع المواد والأجهزة النانوية من خلال الشكّلين المعطّيين.

المهمة: بالتعاون مع أفراد مجموعتك، ومن خلال الشكّلين الآتيين استنتج طريقتي تصنيع المواد والأجهزة النانوية، ثم اكتب تعليقاً علمياً مختصراً على لكل شكل، مدعماً إجابتك بالأمثلة التوضيحية، ثم صغ

تسمية علمية مناسبة لكل منهما.



مجلة العلوم والتقنية، العدد: ٨٣، ص ٤٤



<http://nano-products.blogspot.com>

النشاط (٨):

الهدف: التعرف على بعض أنواع أجهزة وتقنيات المستقبل النانوية.

المهمة: يُمثّل الشكل المرفق مصنعاً لتكنولوجيا النانو في حجم كف اليد لإنتاج أدوات وأجهزة نانوية دقيقة



عالية الكفاءة، بالتعاون مع أفراد مجموعتك، اكتب تعليقاً علمياً مختصراً على هذا الشكل، وكيف تتوقع أن تكون مصانع المستقبل؟ اذكر بعض الأمثلة على ذلك.

سابعاً: التقويم البنائي:

١- عرّف المواد النانوية تعريفاً علمياً دقيقاً في ضوء دراستك لهذا المفهوم .

٢- اكمل الفراغ الآتي:

تقوم تكنولوجيا النانو على قاعدتين أساسيتين هما:

أ -

ب -

٣- اذكر ثلاثاً من خصائص المواد النانوية مدعماً إجابتك بالأمثلة التوضيحية.

٤- ما أهمية خصائص المواد النانوية ؟

٥- علّل سبب تغيّر خصائص المواد النانوية عند مقياس النانومتر؟

٦- ما الفرق بين طريقة تصنيع المواد بالطرق التقليدية المستخدمة حالياً، وطريقة تصنيعها بتكنولوجيا النانو.

٧- صف المراحل الأساسية لتصنيع المواد النانوية أو الأجهزة النانوية.

٨- ما المبادئ الأساسية التي يعتمد عليها علماء تكنولوجيا النانو في تصنيع المواد النانوية:

٩- عرّف مفهوم طريقة تصنيع المواد النانوية من الأعلى إلى الأسفل (تقنية المهبوط) تعريفاً دقيقاً تبعاً لفهمك الخاص لهذا المفهوم. دعم إجابتك بالأمثلة التي توضح بعض المنتجات النانوتكنولوجية التي تعتمد على هذا النوع من التقنية.

١٠- عرّف مفهوم طريقة تصنيع المواد النانوية من الأسفل إلى الأعلى (تقنية الصعود) تعريفاً دقيقاً تبعاً لفهمك الخاص لهذا المفهوم، دعم إجابتك بالأمثلة التي توضح بعض المنتجات النانوتكنولوجية التي تعتمد على هذا النوع من التقنية.

١١- تحدث عن اتجاهك واهتمامك نحو مفهوم المواد النانوية وتقنيات إنتاجها. وماذا يُشكل تعلم هذا المفهوم بالنسبة لك ؟

ثامناً: التغذية الراجعة:

في ضوء إجابة الطلاب على أسئلة التقويم البنائي يتم تقديم عملية التغذية الراجعة، لتدعيم ما حققه الطلاب من أهداف، ومعالجة الجوانب التي أخفقوا فيها، وتزويدهم بالخبرات والمعارف التي يحتاجونها؛ بهدف تشكيل تصورات علمية لمفهوم المواد النانوية، ومفاهيم تقنيات إنتاجها.

تاسعاً: تدريب منزلي:

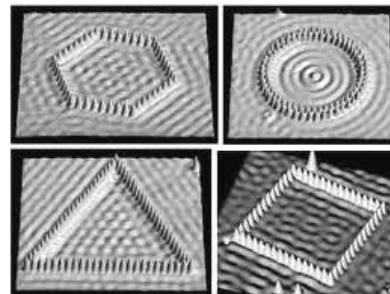
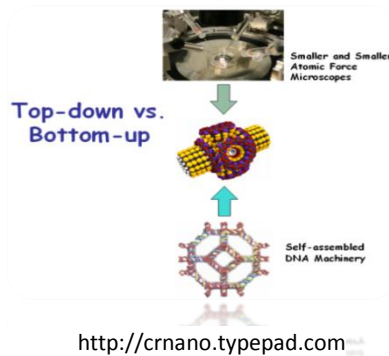
١- عرّف المواد النانوية تعريفاً واضحاً.

٢- اذكر بعض خصائص المواد النانوية (غير التي درست) من خلال اطلعائك على الشبكة المعلوماتية، مدعماً إجابتك بالبراهين العلمية.

٣- صمم مخططاً توضيحياً لأحدى تقنيات تصنيع المواد والأجهزة النانوية.

٤- كيف تتوقع أن تكون الأدوات والأجهزة في المستقبل التي تعتمد في صناعتها على تكنولوجيا النانو ؟

٥- اكتب تعليقاً علمياً مدلول الشكلين الآتين، ثم صيغ تسمية علمية مناسبة لكل منهما.



<http://cph-theory.persianguig.com>

المحور الرابع

نماذج مفاهيمية نانوتكنولوجية متعلقة بأنواع المواد النانوية

المواد النانوية مواد متناهية الصغر تتراوح أبعادها بين (١-١٠٠) نانومتر، تسمى أحياناً بمواد تكنولوجيا النانو، ويمكن إنتاجها بإحدى طرق تقنيات تكنولوجيا النانو. وللمواد النانومترية أهميتها النانوتكنولوجية الخاصة؛ وذلك لما تتميز به من خصائص كيميائية، وفيزيائية، وكهربائية، ومغناطيسية، والإلكترونية تختلف عن خصائص نفس المادة في حجمها وشكلها الطبيعي، وهذه المواد النانوية بخصائصها الفريدة المتميزة، لم تكن متاحة للتطبيقات التكنولوجية قبل ظهور تكنولوجيا النانو، ولكنها أصبحت الآن متاحة لكثير من التطبيقات العلمية الصناعية والإلكترونية، وتقنية المعلومات والاتصالات، والقطاعات الطبية والدوائية، وغير ذلك من المجالات العلمية الأخرى.

وتتنوع أشكال المواد النانوية فلكل نوع له خصائصه وتطبيقاته المختلفة، وبالإجمال تنحصر المواد النانومترية تحت ثلاثة أنواع رئيسية: فمنها المواد النانوية أحادية البعد، والمواد النانوية ثنائية البعد، والمواد النانوية متعددة الأبعاد، وامتداداً لمفاهيم تكنولوجيا النانو السابقة، سيتم مناقشة بعض النماذج من مفاهيم تكنولوجيا النانو ذات العلاقة الوثيقة بالمواد النانوية الأكثر استخداماً في الأوساط العلمية، والتطبيقات العلمية التكنولوجية، حسب ترتيبها واندراجها تحت هذه الأنواع الرئيسية الثلاثة.

الأنموذج (١)

المرشحات النانوية (Nano filters)

الفئة المستهدفة: طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي.

منفذ البرنامج: الباحث.

المدة الزمنية لتنفيذ البرنامج: ٤٥ دقيقة.

أولاً: الأهداف الإجرائية لمفهوم المرشحات النانوية:

يتوقع من الطالب في نهاية البرنامج التعليمي أن يكون قادراً على:

١- تعريف المرشحات النانوية تعريفاً علمياً صحيحاً.

٢- استنتاج ثلاث مزايا للمرشحات النانوية.

٣- ذكر أنواع المرشحات النانوية.

٤- تعرّف بعض التطبيقات العملية للمرشحات النانوية.

٥- التعبير عن اتجاهه واهتمامه نحو مفهوم المرشحات النانوية.

ثانياً: المواد وتقنيات التعليم المساعدة في تنفيذ البرنامج التعليمي لمفهوم المرشحات النانوية :

١- جهاز الداتاشو.

٢- برمجية الوسائط المتعددة.

٣- دليل المعلم.

٤- حقيبة البرنامج المتضمنة المحتوى التعليمي لمفهوم المرشحات النانوية.

٥- أوراق العمل المتضمنة أنشطة البرنامج التعليمي لمفهوم المرشحات النانوية.

ثالثاً : طريقة تنفيذ البرنامج:

الطريقة الاستقصائية: وهي عبارة عن أنموذج من نماذج التعلم الاستقصائي، تعتمد على وضع الطلاب في مواقف تعلم إشكالية متعلقة بمفاهيم تكنولوجيا النانو، وتقديم مسائل وقضايا تثير اهتمامهم وتفكيرهم، وتدفعهم إلى استخدام حواسهم، ومهارات تفكيرهم، وخيالهم العلمي، لممارسة أنشطة التعلم الاستقصائي، والتعمق في دراسة الموقف المشكل من خلال دقة الملاحظة، وتحديد المشكلة، وتكوين فرضيات، وجمع المعلومات والحقائق، وتنظيمها، ومقارنتها، ومناقشة الفرضيات، والتحقق منها، واختبار أدلتها، واستخلاص النتائج، وتحليلها، وتفسيرها، والتحقق منها للوصول إلى النتيجة النهائية الصحيحة؛ بهدف تكوين منظومه فكرية مفاهيمية نانوتكنولوجية لدى الطلاب من خلال ممارسة أنشطة التعلم الاستقصائي، وتطبيقها في مواقف تعليمية جديدة.

رابعاً: الخطوات الإجرائية لتنفيذ البرنامج التعليمي لمفهوم المرشحات النانوية :

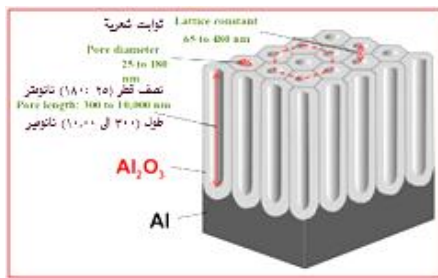
- ١- إشعار الطلاب بالأهداف التعليمية التي ينبغي تحقيقها في نهاية البرنامج.
- ٢- التهيئة التحفيزية: تستهدف عملية التهيئة التحفيزية تنشيط العمليات الذهنية لدى الطلاب؛ لاكتساب العمليات المعرفية المفاهيمية لمفهوم المرشحات النانوية. ولتحقيق هذه الغاية يتم مناقشة الطلاب في بعض المفاهيم المتعلقة بالمواد النانوية، وتقنيات إنتاجها التي تعلموها في الدرس السابق، والكشف عن العلاقة القائمة بين تلك المفاهيم ومفهوم المرشحات النانوية، ثم عرض مقاطع فيديو علمية عن المرشحات النانوية بواسطة برمجية الوسائط المتعددة لجذب اهتمام الطلاب، وإثارة دوافعهم نحو تعلم المفهوم الجديد.
- ٣- تقسيم الطلاب إلى مجموعات عمل تعاونية صغيرة يتراوح عدد أفراد كل مجموعة ما بين (٤ - ٥) طلاب، لتنفيذ أنشطة البرنامج من خلال الحوار وتبادل الأفكار، وطرح التساؤلات حول مفهوم المرشحات النانوية.
- ٤- تحديد مفهوم المرشحات النانوية، وعرضه على الطلاب، ومناقشتهم حوله وتحليله إلى مكوناته ومبادئه الأساسية، وتحديد العلاقات القائمة بين مكوناته.
- ٥- تقديم الخبرات التعليمية المتعلقة بمفهوم المرشحات النانوية من خلال عرض المحتوى التعليمي للبرنامج على الطلاب عبر برمجية الوسائط المتعددة، ومناقشتهم حولها، وإتاحة الفرصة لهم لطرح تساؤلاتهم والإجابة عليها، وذلك بهدف تشكيل قاعدة علمية مفاهيمية رصينة نحو مفهوم المرشحات النانوية، وخصائصها، وأنواعها، وأهم تطبيقاتها العملية.
- ٦- تطبيق أنشطة التعلم الفردية والجماعية في إطار الهدف المحدد لكل نشاط، وتحديد المهمات التي ينبغي إنجازها من قبل الطلاب، ويتم تنفيذ الأنشطة من خلال أوراق العمل الخاصة بالأنشطة التعليمية، ومتابعتهم أثناء ممارستهم للأنشطة وتحفيزهم، وتقديم التغذية الراجعة، لإنجاز النشاط وتحقيق الهدف المحدد منه.
- ٧- تقويم عملية اكتساب الطلاب لمفهوم المرشحات النانوية، وتهدف هذه العملية إلى التأكد من اكتساب الطلاب للعمليات المعرفية لمفهوم المرشحات النانوية، بإجراء عملية التقويم البنائي المتضمن أسئلة تشخيصية للكشف عن مدى تحقق أهداف البرنامج التعليمي.
- ٨- إجراء عملية التغذية الراجعة الفورية للطلاب في ضوء مؤشرات التقويم البنائي، وتزويدهم بمعلومات عن مدى تقدمهم نحو الأهداف المحددة، وكذلك تزويدهم بالمعارف والخبرات التي يحتاجونها، وتصحيح معارفهم لمفهوم المرشحات النانوية.

٩- التعرف على اتجاهات واهتمامات الطلاب الإيجابية والسلبية نحو مفهوم المرشحات النانوية من خلال الحوار والمناقشة، وتوضيح أهمية تعلمهم له، وقيمتها العلمية في واقع حياتهم، أو تكليفهم بكتابة تقرير مصغر يُعبّرون فيه عن اتجاهاتهم ومشاعرهم نحو تعلمهم إياد، وأهمية تعلمه بالنسبة لهم.

خامساً: محتوى البرنامج التعليمي لمفهوم المرشحات النانوية:

المرشحات النانوية من المواد النانوية أحادية البعد، ويطلق عليها أحياناً الأغشية النانوية، وهي إحدى أنواع المواد النانوية الدقيقة، وفيما يلي توضيح لمفهوم المرشحات النانوية وأهم خصائصها، وأنواعها، وبعض تطبيقاتها العملية النانوتكنولوجية:

١- مفهوم المرشحات النانوية:



الشكل (١) يوضح التركيب الدقيق لمرشح نانوي
<http://ar.wikipedia.org>

المرشحات النانوية (Nano filters) عبارة عن أغشية متناهية الصغر مصممة من دقائق النانو، كما يوضح الشكل (١) وتتكون من مسام صغيرة جداً أقل من (١٠) نانومتر، وتستخدم لعزل المواد الدقيقة الذائبة في الماء. (صفات سلامة، ٢٠٠٩م، ص ٩٥).

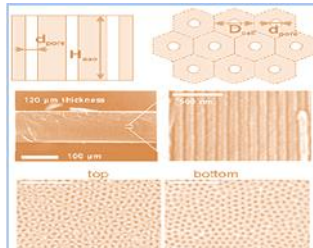
٢- مزايا المرشحات النانوية:

تتصف المرشحات النانوية ببعض المزايا ومنها:

أ- تتكون المرشحات النانوية من ثقب مسامية متناهية الدقة، كما يُبين الشكل (٢) مما يجعلها أكثر كفاءة في تنقية المياه الملوثة والشوائب والعوالق المائية.

ب - تعمل بين أحجام تتراوح بين (١٠-١٠٠) نانو متر.

(<http://ar.wikipedia.org>. تاريخ الإتاحة: ٢٠١٤/٨/٢هـ).



الشكل (٢) يوضح أحجام بعض المرشحات النانوية .
<http://ar.wikipedia.org>

ج - المرشحات النانوية أقل تكلفة في تحلية المياه المالحة من الطرق التقليدية الفيزيائية والكيميائية العالية التكلفة

بالإضافة إلى مضارها البيئية . (<http://www.suadicn.org>. تاريخ الإتاحة: ٢٠١٤/٨/٥هـ).

د - يمكن تطوير مرشحات نانوية ذكية مضادة للترسيب باستخدام أغشية النانو الكربونية، وتتميز هذه الأغشية بخاصية التنظيف الذاتي؛ فهي تتصف بلزوجة منخفضة؛ مما يقلل من التصاق الملوثات، وتسهم هذه

الخاصية في تقليل نسبة استهلاك الطاقة في تحلية المياه إلى (٥٠٪). (<http://www.suadcn.org>). تاريخ الإتاحة: ١٤٣٢/٨/٥ هـ).

٣ - أنواع المرشحات النانوية:

تنقسم المرشحات النانوية إلى قسمين رئيسين حددهما الدريهم (١٤٢٨ هـ ، ص ١١) على النحو التالي :
أ- مرشحات أنابيب الكربون النانوية:

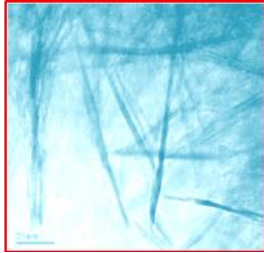
وهي نوع من المرشحات النانوية ذات كفاءة عالية في إزالة الملوثات بأحجام الميكرومتر والنانومتر، كما يوضح الشكل (٣) مثل: إزالة فيروسات شلل الأطفال، وبكتيريا الإيكولا، وهي أكثر مرونة في إعادة استخدامها من المرشحات التقليدية وذلك لإمكانية تعقيمها.



الشكل (٣) صف من أنابيب الكربون لتكوين مرشحات نانوية .
مجلة التقدم العلمي، عدد ٦٦ ص ٢١

ب- ألياف أكسيد الألمنيوم:

وهي عبارة عن ألياف بيضاء اللون مصنوعة من أكسيد الألمنيوم (الألمونيا) على شكل مسحوق بمقياس قطري (٢) نانومتر، وأطوال تتراوح بين (١٠ - ١٠٠) نانومتر كما يوضح الشكل (٤) تُرشح على طبقة تحتية مكونة من نسيج زجاجي، ويضمن المرشح نتائج تنقية عالية الجودة. وأهم ميزة لهذا النوع من المرشحات قدرته على جذب الملوثات من الماء المتدفق عبر المرشحات النانومترية، وتعمل فراغات النسيج الزجاجي على حجز الجراثيم ذات الأحجام الأكبر من (١) ميكرومتر، بينما تتولى ألياف الألومينا مسؤولية عزل الجراثيم الأصغر من (١) ميكرومتر.



الشكل (٤) مرشح أكسيد الألمنيوم .
<http://www.premium-water-filters.com>

٤- التطبيقات العملية للمرشحات النانوية:

تستخدم المرشحات النانوية في بعض التطبيقات العملية لتكنولوجيا النانو ومن أهم تلك الاستخدامات ما يأتي:



الشكل (٥) كبسولة نانوية لتوصيل الدواء
<http://www.sciencesclub.com>

أ - تستخدم أغشية النانو المنفذة (Nano Porous Membranes) - وهي نوع من الرقائق الدقيقة تحتوي على مسام دقيقة في حدود (١٠) نانومتر - لتوصيل الأدوية المكونة من جزيئات صغيرة أو من مواد غروية من بروتينات، وتستخدم هذه الأغشية كأداة لتوصيل هرمون الأنسولين المعبأ في كبسولة إلى خلايا البنكرياس، كما يبين الشكل (٥). (لين، ٢٠٠٩م، ص ٣١٥).

ب - يستخدم مرشح نانو ألومينا أو أكسيد الألمنيوم (Nano alumina Filter) كما يوضح الشكل (٦)



الشكل (٦) مرشح نانوسيرم .
http://www.premium-water-filters.com

وهو أحد المرشحات النانوية، ويسوق الآن كمنتج طبي يسمى نانوسيرم (Nanoceram) يمكنه ترشيح أصغر جزء في الجسيمات الدقيقة، وهو مفيد في تعقيم الأمصال الطبية والدوائية، وفصل البروتين، ومكثف في أجهزة الكشف التي تستخدم في الحروب البيولوجية. (صفات سلامة، ٢٠٠٩م، ص ٩٦).

ج - ومن جانب طبي آخر تستخدم المرشحات النانوية في عمليات الغسيل الكلوي.

http://ar.wikipedia.org. تاريخ الإتاحة: ١٥/٨/١٤٣٢هـ.

د - طلاء أسطح المنتجات الفلزية بغرض حمايتها من التآكل بالصدأ. كما تستخدم الأغشية النانوية في الأفلام رقيقة السمك المستخدمة في تغليف المنتجات الغذائية؛ بهدف وقايتها من التلوث والتلف، وكذلك تصنيع رقائق مواد أشباه الموصلات مثل: رقائق السيليكون لتوظيفها في صناعة الخلايا الشمسية. (الاسكندراني، ٢٠١٠م، ص ٦٧).

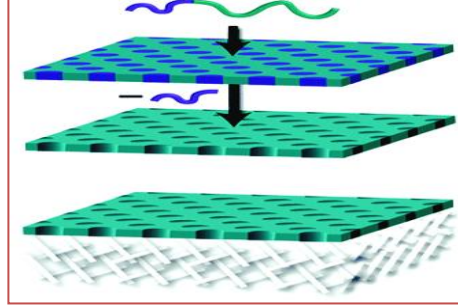
هـ - استفادت المملكة العربية السعودية من تقنية المرشحات النانوية في معالجة مياه البحر، وقد أثبتت نتائج التجارب انخفاض ملوحة المياه بنسبة تتراوح بين (٣٠٪ - ٦٠٪) من مجموع الأملاح الذائبة، وإزالة (٩٨٪) من المواد العسرة مثل: الكبريتات، والمواد العالقة، والبكتيريا. وارتفعت نسبة استخلاص الماء العذب من (٥٠٪ إلى ٧٠٪) مقارنة بالطرق التقليدية التي تصل إلى (٣٥٪) فقط، وارتفع إنتاج محطات التحلية التي تعمل بهذه التقنية بنسبة (٢١٪) وبتكلفة لا تتجاوز (٤٪) من التكلفة الرئيسة لإنشاء المحطة. (الدريهم، ١٤٢٨هـ، ص ١١) والشكل (٧) يوضح فعالية المرشحات النانوية في تنقية المياه الملوثة.



الشكل (٧) يوضح دور المرشحات النانوية في تنقية المياه

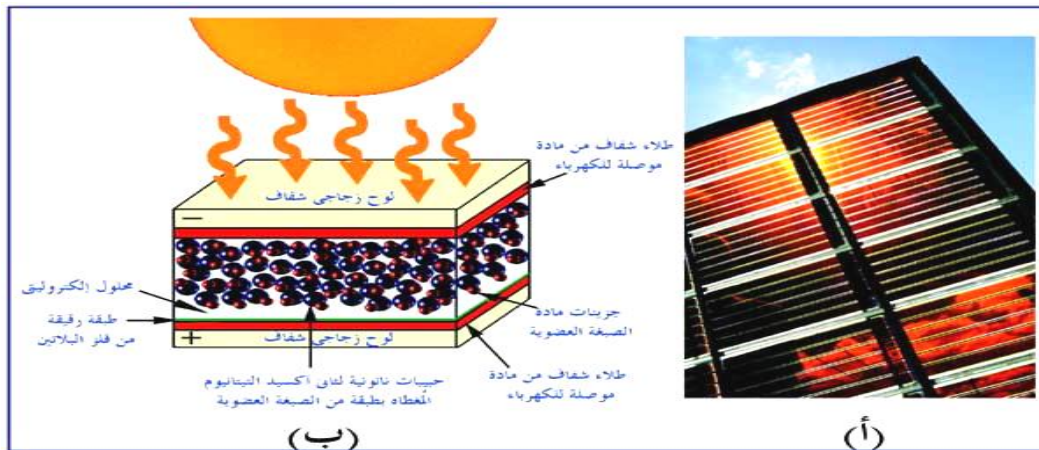
http://www.nature.com

و- ومن جانب علمي آخر، يمكن توظيف البوليمرات، كما يوضح الشكل (٨) في تصنيع الأغشية النانوية لتنقية المياه من الملوثات والشوائب والفطريات بدرجة نقاوة عالية جداً.



الشكل (٨) توظيف البوليمرات في تصنيع الأغشية النانوية

ز - إنتاج وحدات الجيل الثالث من الخلايا الفوتوفولطية المصنعة من الأغشية النانوية الرقيقة، كما يوضح الشكل (٩) وقد أثبتت التجارب العملية كفاءتها العالية في توليد الطاقة من أي نوع من مصادر الفوتونات، فنظرية عمل هذه الخلايا تعتمد في التشغيل على أي مصدر من مصادر الإضاءة. ومن أجود هذا الأنواع من الخلايا، ما يسمى بالخلايا الفوتوفولطية متعددة الوصلات (Multifunction) التي تُعدُّ أكثر النماذج كفاءة في إنتاج الطاقة، وتقوم فكرتها على تجميع العديد من الخلايا الفوتوفولطية، وترتيبها فوق بعضها البعض في منظومة واحدة متسقة؛ وذلك بوضع الخلايا التي لها قيم عالية من فجوات الحزم (Bandgap) في المقدمة تليها الخلايا الأقل وهكذا، وبهذه الطريقة فإن الخلايا تقوم بامتصاص أكثر من (٩٥٪) من جسيمات الفوتونات المكونة للضوء والحاملة للاشعاعات الكهرومغناطيسية المأخوذة من الشمس، كما تؤدي هذه الطريقة إلى تقليل الفاقد من طاقة الفوتونات التي يتم استيعابها بالكامل، وهذا بدوره يؤدي إلى رفع كفاءة الخلية الفوتوفولطية النانوية. (الاسكندراني، ٢٠١٠م، [د]).



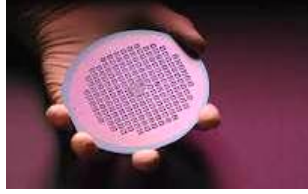
الشكل (٩) [أ] نموذج حقيقي للخلايا الشمسية الصبغية [ب] شكل تخطيطي يوضح التركيب الداخلي للخلية الفوتوفولطية (مجلة العربي، العدد: ٦٢٤)

سادساً: الأنشطة التعليمية:

النشاط (١):

الهدف: صياغة تعريف لمفهوم المرشحات النانوية.

المهمة: تأمل في الشكل المرفق، ثم عرف المرشحات النانوية تعريفاً علمياً دقيقاً.



مرشح نانوي

<http://www.ece.rochester.edu>

النشاط (٢):

الهدف: استنتاج مزايا المرشحات النانوية.

المهمة : استنتاج ثلاث سمات للمرشحات النانوية.

النشاط (٣):

الهدف: التعرف على أنواع المرشحات النانوية.

المهمة: عدد أنواع المرشحات النانوية، ثم اذكر مثلاً لكل نوع منها.

النشاط (٤):

الهدف: اكتشاف بعض التطبيقات العملية للمرشحات

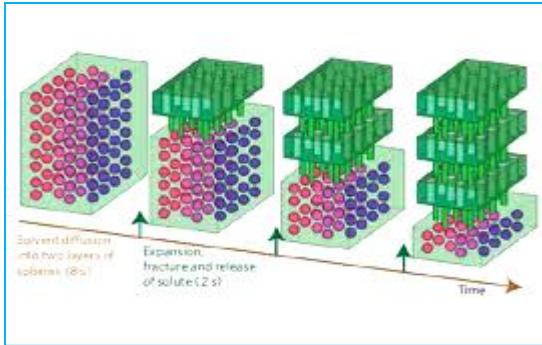
النانوية.

المهمة: بالتعاون مع أفراد مجموعتك، اذكر بعض

التطبيقات العملية للمرشحات النانوية مستعيناً

بالشكل الآتي. وضح كيفية عمل المرشحات

النانوية. صغ تسمية علمية مناسبة لها.



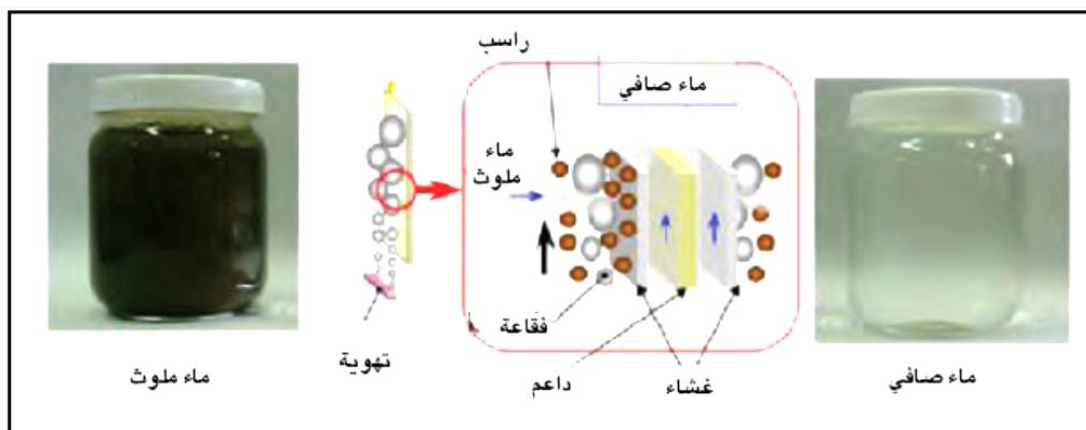
<http://www.liquidsonline.com>

النشاط (٥) :

الهدف: اكتشاف التطبيق العلمي من خلال الشكل

المعطى.

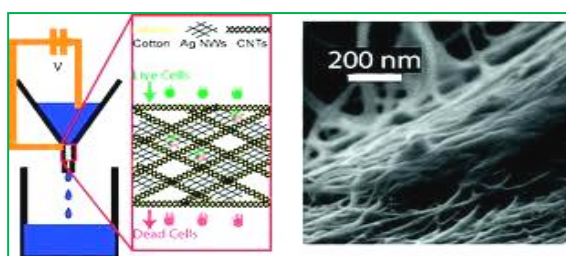
المهمة: يُعبر الشكل الآتي عن تطبيق علمي للمرشحات النانوية، حدد نوع هذا التطبيق.



مجلة العلوم والتقنية العدد: ٨٣، ص ١٢

سابعاً: التقويم البنائي:

- ١- عرّف المرشحات النانوية.
- ٢- اذكر ثلاث مزايا للمرشحات النانوية. وما أهمية هذه المزايا ؟
- ٣- عدّد أنواع المرشحات النانوية. وما وظيفة كل نوع ؟
- ٤- عدّد ثلاث وظائف للمرشحات النانوية.
- ٥- اكتب تعليقاً علمياً دقيقاً على الشكل الآتي. ثم صيغ تسمية علمية مناسبة له.



<http://www.gizmag.com>

- ٦- علل: اهتمام علماء تكنولوجيا النانو بالمرشحات النانوية.
- ٧- اكتب تقريراً موجزاً معبراً فيه عن اتجاهك نحو مفهوم المرشحات النانوية، وأهمية تطبيقاتها العملية في معالجة بعض المشكلات الحياتية.

ثامناً: التغذية الراجعة:

في ضوء إجابة الطلاب على أسئلة التقويم البنائي تتم عملية تقديم التغذية الراجعة، لتدعيم ما حققه الطلاب من أهداف، ومعالجة الجوانب التي لم يتقنوها، وتزويدهم بالخبرات والمعارف التي يحتاجونها؛ بهدف تحسين تعلمهم لمفهوم المرشحات النانوية، واكتساب العمليات والمهارات المعرفية المتعلقة بهذا المفهوم ؟

تاسعاً: تدريب منزلي: ناقش باختصار مفهوم المرشحات النانوية، وخصائصها، وتطبيقاتها العملية. موضحاً اتجاهك واهتمامك نحو تعلم هذا المفهوم.

النموذج (٢) الألياف النانوية (Nano fiber)

الفئة المستهدفة: طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي.

منفذ البرنامج: الباحث.

المدة الزمنية لتنفيذ الدرس: ٤٥ دقيقة.

أولاً: الأهداف الإجرائية لمفهوم الألياف النانوية:

يتوقع من الطالب في نهاية البرنامج أن يكون قادراً على:

١- صياغة تعريف علمي لمفهوم الألياف النانوية.

٢- إعطاء مثالين توضيحيين لتصنيع الألياف النانوية.

٣- استنتاج خصائص الألياف النانوية.

٤- شرح بعض التطبيقات العملية للألياف النانوية.

٥- تعرّف بعض مخاطر الألياف النانوية على صحة الإنسان.

٦- التعبير عن اتجاهه واهتمامه نحو مفهوم الألياف النانوية.

ثانياً: المواد وتقنيات التعليم المساعدة في تنفيذ البرنامج التعليمي لمفهوم الألياف النانوية:

١- جهاز الداتاشو.

٢- برمجية الوسائط المتعددة.

٣- دليل المعلم.

٤- حقيبة البرنامج المتضمنة محتوى البرنامج التعليمي لمفهوم الألياف النانوية.

٥- أوراق العمل المتضمنة أنشطة البرنامج التعليمي لمفهوم الألياف النانوية.

ثالثاً: طريقة تنفيذ البرنامج :

الطريقة الاستقصائية: وهي عبارة عن نموذج من نماذج التعلم الاستقصائي، تعتمد على وضع الطلاب في مواقف تعلم إشكالية متعلقة بمفاهيم تكنولوجيا النانو، وتقديم مسائل وقضايا تثير اهتمامهم وتفكيرهم، وتدفعهم إلى استخدام حواسهم، ومهارات تفكيرهم، وخيالهم العلمي، لممارسة أنشطة التعلم الاستقصائي، والتعمق في دراسة الموقف المشكل من خلال دقة الملاحظة، وتحديد المشكلة، وتكوين فرضيات، وجمع المعلومات والحقائق، وتنظيمها، ومقارنتها، ومناقشة الفرضيات، والتحقق منها، واختبار أدلتها، واستخلاص النتائج، وتحليلها، وتفسيرها، والتحقق منها للوصول إلى النتيجة النهائية الصحيحة؛ بهدف تكوين منظومه

فكرية مفاهيمية نانوتكنولوجية لدى الطلاب من خلال ممارسة أنشطة التعلم الاستقصائي، وتطبيقها في مواقف تعليمية جديدة.

رابعاً: الخطوات الإجرائية لتنفيذ البرنامج التعليمي لمفهوم الألياف النانوية:

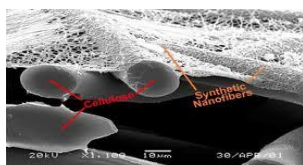
- ١- إعلام الطلاب بالأهداف التعليمية التي يتعين عليهم تحقيقها في نهاية البرنامج.
- ٢- التهيئة التحفيزية: تستهدف عملية التهيئة التحفيزية تنشيط العمليات الذهنية لدى الطلاب لاكتساب العمليات المعرفية لمفهوم الألياف النانوية. ولتحقيق هذه الغاية يتم مناقشة الطلاب حول مفهوم المرشحات النانوية التي تعلموها في الدرس السابق، والكشف عن العلاقة القائمة بين مفهوم الألياف النانوية ومفهوم المرشحات النانوية، ثم عرض مقاطع فيديو علمية وثائقية عن الألياف النانوية بواسطة برمجية الوسائط المتعددة؛ لجذب اهتمامهم وإثارة تفكيرهم نحو اكتساب المعارف والمهارات المتعلقة بمفهوم الألياف النانوية.
- ٣- تقسيم الطلاب إلى مجموعات عمل تعاونية صغيرة يتراوح عدد أفراد كل مجموعة ما بين (٤ - ٥) طلاب، لتنفيذ أنشطة البرنامج من خلال أوراق العمل المعدة لذلك، والتعاون في إجراء عمليات التعلم الاستقصائية، والحوار والمناقشة وطرح التساؤلات حول مفهوم الألياف النانوية.
- ٤- تحديد مفهوم الألياف النانوية، وعرضه على الطلاب، ومناقشتهم حوله، وتحليله إلى عناصره ومبادئه الأساسية، والكشف عن العلاقات القائمة بين مكوناته.
- ٥- تقديم الخبرات التعليمية المتعلقة بمفهوم الألياف النانوية من خلال عرض المحتوى التعليمي للبرنامج على الطلاب عبر برمجية الوسائط المتعددة، ومناقشتهم حولها، وإتاحة الفرصة لهم لطرح استفساراتهم الاستقصائية حول المفهوم، والإجابة عليها، وإرشادهم للكشف عن إجابات مقنعة لها؛ وذلك بهدف تشكيل منظور علمي واضح ومحدد نحو مفهوم الألياف النانوية، والمواد الأساسية لتصنيعها، وخصائصها، وأهم تطبيقاتها العملية الحالية والمستقبلية.
- ٦- تطبيق أنشطة التعلم الفردية والجماعية في ضوء الهدف المحدد من كل نشاط، وتحديد المهمات التي ينبغي إنجازها من قبل الطلاب، وتحفيزهم لإنجازها، ويتم تنفيذ الأنشطة من خلال أوراق العمل الخاصة بذلك، ومتابعتهم أثناء ممارستهم للأنشطة وإرشادهم، وتقديم التغذية الراجعة المباشرة، لتحقيق الهدف المحدد من كل نشاط.
- ٧- تقويم عملية اكتساب الطلاب لمفهوم الألياف النانوية. وتهدف هذه العملية إلى التحقق من اكتساب الطلاب للعمليات المعرفية المرتبطة بمفهوم الألياف النانوية، عن طريق إجراء عملية التقويم البنائي الذي يتضمن أسئلة تشخيصية؛ للكشف عن مدى تحقق أهداف البرنامج التعليمي لمفهوم الألياف النانوية.

٨- التعرف على اتجاهات واهتمامات الطلاب الإيجابية أو السلبية نحو مفهوم الألياف النانوية، من خلال الحوار والمناقشة، أو تكليفهم بكتابة تقرير مصغر، يعبرون فيه عن اتجاهاتهم نحو تعلم المفهوم الجديد، وأهمية تعلمه بالنسبة لهم.

خامساً: محتوى البرنامج التعليمي لمفهوم الألياف النانوية:

تُعتبر الألياف النانوية من المواد النانوية أحادية البُعد التي يقل قطرها عن (١٠٠) نانومتر، كما يوضح الشكل (١) ويُعدُّ اكتشاف الألياف النانوية من الإنجازات العلمية المهمة في تكنولوجيا النانو، نظراً لتطبيقاتها النانوتكنولوجية العديدة في عالم الإلكترونيات، والحاسبات الإلكترونية، وتكنولوجيا المعلومات والاتصالات السلوكية وغير السلوكية، ولتكوين أطر نظرية محددة المعالم للألياف النانوية، سيتم إلقاء الضوء عليها بشيء من الإيجاز من حيث مدلولها العلمي، ومواد تصنيعها، وخصائصها، وتطبيقاتها العملية، وبعض مخاطرها على صحة الإنسان.

١- مفهوم الألياف النانوية (Nano fibers):



الشكل (٢) يوضح التركيب الدقيق للألياف النانوية
<http://ar.wikipedia.org>

الألياف النانوية: مواد نانوية على شكل ألياف ذات بُعد واحد تقل أقطارها عن (١٠٠) نانومتر، كما يبين الشكل (٢) ويمكن تصنيعها من خلال عملية التدوير الكهربائي (Electro-spinning) أو البلمرة. (الحصيني، ٢٠٠٩هـ، ص ٦٣).

٢- مواد تصنيع الألياف النانوية:

تُصنع الألياف النانوية من مواد مختلفة مثل: ثاني أكسيد التيتانيوم (TiO_2) كما يبين الشكل (٣) وثاني أكسيد السيليكون (SiO_2) كما يتضح من الشكل (٤) والبلاطين (PT) وثاني الزركونيوم (ZrO_2) كما يوضح الشكل (٥). (<http://ar.wikipedia.org>). تاريخ الإثابة: ١٠/٩/١٤٣٢هـ).



الشكل (٥) ثاني الزركونيوم
<http://ar.wikipedia.org>



الشكل (٤) ثاني أكسيد السيليكون
<http://ar.wikipedia.org>

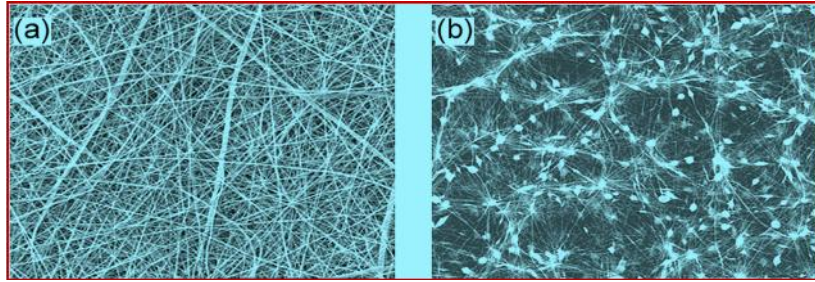


الشكل (٣) ثاني أكسيد التيتانيوم .
<http://ar.wikipedia.org>

٣- خصائص الألياف النانوية:

تتميز الألياف النانوية بخاصيتين أساسيتين وهما:

أ - الألياف النانوية: مواد أحادية البعد، كما يتضح من الشكل (٦) تقل أقطارها عن (١٠٠) نانومتر؛ نظراً للنسبة العالية بين الطول والسُمك. (الحصيني، ٢٠٠٩م، ص ٦٣).



الشكل (٦) ألياف نانوية .

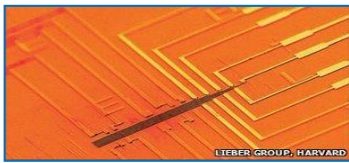
<http://ar.wikipedia.org>

ب - نسبة السطح إلى الحجم كبيرة؛ فعدد ذرات السطح أكبر بالمقارنة مع العدد الكلي، وهذا يُكسب الألياف النانوية خواص ميكانيكية مميزة، كالصلابة، والشدة وغيرهما؛ مما يؤهلها إلى تطبيقات عملية متنوعة في كثير من المجالات العلمية مثل: مرشحات السوائل، والغازات، وكذلك استخدامها في مجال الطب الحيوي، وزراعة الأعضاء، ونقل الأدوية. (محمد، ٢٠١٠م، ص ٤٠).

٤- التطبيقات العملية للألياف النانوية:

تستخدم الألياف النانوية في كثير من التطبيقات العملية لتكنولوجيا النانو، ومن أهم تلك التطبيقات ما يأتي :

أ - صناعة الترانزستورات، كما يوضح الشكل (٧) كما تستخدم في التقنية والتعقيم، وتخزين الطاقة، وخلايا الوقود. (الحصيني، ٢٠٠٩م، ص ٦٣).



الشكل (٧) استخدام الألياف النانوية في صناعة الترانزستور.

<http://science-wired.blogspot.com>

ب - استخدام ألياف البوليمر النانوية لإجراء الجراحات الترقيعية للأوعية الدموية، والجهاز العصبي المركزي، كما يمكن استخدامها في علاج الجروح والحروق، وكذلك صناعة المستحضرات التجميلية. (<http://faculty.ksu.edu.sa>). تاريخ الاسترجاع: ١٤٣٢/٩/٩هـ).



الشكل (٨) مضادات حيوية
ملفوفة في ألياف نانوية .
<http://www.arsco.org>

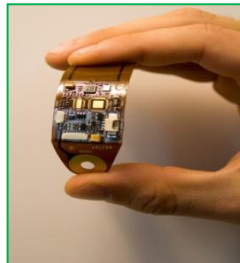
ج - تمكن فريق علمي من جامعة الملك سعود، من تغليف مضادات حيوية بألياف نانوية، مصنوعة من كحول البولي فينيل، وأكسيد البولي اثيلين، كما يوضح الشكل (٨) وهذا يجعل الدواء أكثر فعالية وتركيزاً من الطرق العلاجية التقليدية في تدمير البكتيريا المقاومة للعقاقير تماماً، ويمكن استخدام هذه الطريقة العلاجية الجديدة ضد أنواع مختلفة من البكتيريا، ومنع التلوث الجرثومي والفطري في الصناعات الغذائية، ومنع نمو الميكروبات في مياه الشرب، وتدعيم الجوانب الإيجابية للعلاج الكيميائي.

<http://www.arsco.org> تاريخ الاسترجاع: ١٠/٩/١٤٣٢هـ).

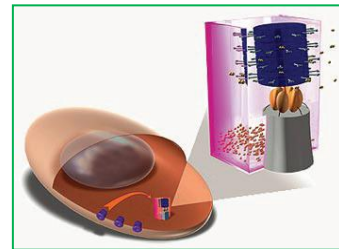
د - تمكن العلماء من استخدام طريقة طبية حديثة لتجديد العظام من خلال دعامة (تصقيل) جزئية (Scaffogding) ذات تدرج نانوي يتمثل في تقليد التركيب الطبيعي للعظام، والتصقيل الصناعي عبارة عن تركيب من ألياف نانوية عضوية قطرها (٨) نانومتر، وطولها قد يصل عدد قليل من الميكرومتر، وهذه الألياف بمثابة ركائز لنمو بلورات من الهيدروكسيباتيت على نحو يعيد الهيكل الأصلي للعظام. (نيلينا مالش ، ٢٠١١هـ، ص ٢٩٢).

هـ - من المتوقع أن يتوصل علماء تكنولوجيا النانو إلى ابتكار ألياف نانوية طبية مصنوعة من الكربون يمكن تجميعها ولفها على بعضها البعض؛ لتكوين ما يشبه الإبرة التي يمكن استخدامها في صناعة ضمادات تساعد المصابين في الحوادث على إيقاف النزيف، وباستطاعة هذه الإبرة حفر تجاويف دقيقة في الضمادة، وتركيب أجهزة إرسال دقيقة ترسل إشارات استغاثة إلى أقرب وحدة إسعاف. (الخرجي وأخريان، ٢٠١٠م، ص ١٩٧).

و- تعتبر الألياف البصرية التي تعتمد على تقنية النانو ذات فائدة كبيرة في صناعة الدارات الضوئية، كما يبين الشكل (٩) بحيث تكون صغيرة جداً، وعملية في الوقت نفسه، كما يمكن استخدامها في صناعة الالكترونيات وأجهزة الحاسوب، كما يتضح من الشكل (١٠) وتكنولوجيا المعلومات والاتصالات السلكية واللاسلكية، وتخزين كم كبير من المعلومات على حزم ضوئية لا يتجاوز قطرها سمك شعرة الإنسان. (الكريم ، ٢٠٠٩م ، ص ٣٦).



الشكل (١٠) دائرة إلكترونية بتقنية النانو .
<http://www.articalwiki.com>



الشكل (٩) دائرة ضوئية بتقنية النانو .
<http://www.aawsat.com>

و- من التطبيقات العلمية الواعدة لهذه التقنية في مجال الاتصالات وتقنية المعلومات " تصنيع ألياف بصرية تكون قادرة على إرسال المعلومات والمكالمات مباشرة بدون الحاجة إلى تحويلها من ضوء إلى كهرباء، وبالتالي تزداد سرعة النقل إلى حوالي (١٠٠) ضعف لما هو مستخدم في الوقت الراهن، وسيكون هناك ليزرات نانوية؛ مما يجعل أجهزة الاتصالات المستخدمة صغيرة جداً. (<http://faculty.ksu.edu.sa>) تاريخ الإنجاز : ١٠/٩/١٤٣٢ هـ).

٦- المخاطر الصحية للألياف النانوية:

للألياف النانوية العديد من الفوائد الكبيرة في الكثير من التطبيقات العلمية، ورغم ذلك فإنها لا تخلو من بعض المخاطر الصحية على صحة الإنسان، ومن أهم تلك المخاطر ما أشار إليه توبي (٢٠٠٩ م ، ص ١١٦) بأن الألياف النانوية المصنوعة من الأسبستوس قد تدخل إلى الجسم، ويصعب إخراجها منه، وقد يسبب ذلك في الإصابة بأنواع من السرطانات التي تؤثر في أجزاء مختلفة من جسم الإنسان، أما استنشاق هذه الألياف فقد يصيب الرئة بأمراض خطيرة تؤدي في النهاية إلى منع التنفس.

سادساً: الأنشطة التعليمية:

النشاط (١):

الهدف: صياغة تعريف علمي للألياف النانوية.

المهمة: عرّف الألياف النانوية تعريفاً علمياً دقيقاً بأسلوبك الخاص.

النشاط (٢):

الهدف: إعطاء أمثلة توضيحية لبعض المواد التي تصنع منها الألياف النانوية.

المهمة: اذكر مثالين لبعض المواد التي تصنع منها الألياف النانوية.

النشاط (٣):

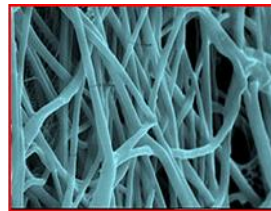
الهدف: اكتشاف خاصيتين للمواد النانوية من خلال الصور المعطاة.

المهمة: بالتعاون مع أفراد مجموعتك، تأمل في الشكلين الآتيين للألياف النانوية، ثم استنتج خاصيتين تميز

بهما الألياف النانوية.



<http://www.arabslaptop.net>



<http://www.arabslaptop.net>

النشاط (٤):

الهدف: التعرف على ثلاثة تطبيقات عملية للألياف النانوية.

المهمة: اذكر ثلاثة تطبيقات عملية للألياف النانوية من خلال مشاهدتك لبرمجية الوسائط المتعددة.

سابعاً: التقويم البنائي:

- ١- ما المقصود بمفهوم الألياف النانوية ؟
- ٢- قارن بين مفهومي الألياف النانوية والمرشحات النانوية من حيث أوجه الشبه والاختلاف بينهما.
- ٣- تُصنع الألياف من بعض المواد، اذكر مثالين على ذلك.
- ٤- عدد خصائص الألياف النانوية.
- ٥- للألياف النانوية العديد من التطبيقات النانوتكنولوجية، اذكر ثلاثاً منها. اقترح بعض التطبيقات العملية الأخرى للألياف النانوية.
- ٦- هل للألياف النانوية مخاطر على صحة الإنسان ؟ ما نوعية هذه المخاطر؟ اقترح بعض التدابير للوقاية من تلك المخاطر.
- ٧- اكتب ملخصاً موجزاً موضحاً فيه اتجاهك واهتمامك نحو مفهوم الألياف النانوية، وما اكتسبته من معارف ومعلومات من خلال دراستك لهذا المفهوم.

ثامناً: التغذية الراجعة:

تستهدف عملية التغذية الراجعة تحسين أداء الطلاب لاكتساب العمليات المعرفية المتعلقة بمفهوم الألياف النانوية؛ وذلك من خلال تقديم معلومات وخبرات تعزز من اكتساب الطلاب لتلك العمليات المعرفية. ومناقشتهم في إجاباتهم على أسئلة التقويم البنائي، وإتاحة الفرصة لهم لتصحيح إجاباتهم عليها، واكتشاف المعلومات التي يمكن أن تحسن من أدائهم لاستمرار نشاطهم وزيادة اكتسابهم للعمليات المعرفية، وإحداث التغيير الإيجابي المرغوب نحو تعلم المفهوم.

تاسعاً: تدريب منزلي:

اكتب تقريراً علمياً مختصراً يتناول مفهوم الألياف النانوية من حيث مدلوله العلمي، وخصائصه، وتطبيقاته العملية، والمخاطر التي يمكن أن تؤثر على صحة الإنسان، مدعماً تقريرك بالأمثلة والصور التوضيحية والبراهين العلمية.

الأنموذج (٣)

الأسلاك النانوية (Nano wires)

الفئة المستهدفة: طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي.

منفذ البرنامج: الباحث.

المدة الزمنية لتنفيذ البرنامج: ٤٥ دقيقة.

أولاً: الأهداف الإجرائية لمفهوم الأسلاك النانوية:

يتوقع من الطالب في نهاية البرنامج التعليمي أن يكون قادراً على:

- ١- صياغة تعريف دقيق للأسلاك النانوية.
 - ٢- إعطاء مثالين توضيحيين لبعض المواد المستخدمة في تصنيع الأسلاك النانوية.
 - ٣- استنتاج خصائص الأسلاك النانوية.
 - ٤- استنتاج بعض التطبيقات العملية للأسلاك النانوية.
 - ٥- تحديد أنواع الأسلاك النانوية.
 - ٦- إبداء رأيه واتجاهه نحو مفهوم الأسلاك النانوية.
- ثانياً: المواد وتقنيات التعليم المساعدة في تنفيذ البرنامج التعليمي لمفهوم الأسلاك النانوية :

- ١- جهاز الداتا شو.
- ٢- برمجية الوسائط المتعددة.
- ٣- دليل المعلم.
- ٤- المحتوى التعليمي للبرنامج الخاص بمفهوم الأسلاك النانوية.
- ٥- أوراق العمل المتضمنة أنشطة البرنامج التعليمي لمفهوم الأسلاك النانوية.

ثالثاً: طريقة تنفيذ البرنامج :

الطريقة الاستقصائية: وهي عبارة عن أنموذج من نماذج التعلم الاستقصائي، تعتمد على وضع الطلاب في مواقف تعلم إشكالية مرتبطة بمفاهيم تكنولوجيا النانو، وتقديم مسائل وقضايا تثير اهتمامهم وتفكيرهم، وتدفعهم إلى استخدام حواسهم، ومهارات تفكيرهم، وخيالهم العلمي، لممارسة أنشطة التعلم الاستقصائي، والتعمق في دراسة الموقف المشكل من خلال دقة الملاحظة، وتحديد المشكلة، وتكوين فرضيات، وجمع المعلومات والحقائق، وتنظيمها، ومقارنتها، ومناقشة الفرضيات، والتحقق منها، واختبار أدلتها، واستخلاص النتائج، وتحليلها، وتفسيرها، والتحقق منها للوصول إلى النتيجة النهائية الصحيحة؛ بهدف تكوين منظومه

فكرية مفاهيمية نانوتكنولوجية لدى الطلاب من خلال ممارسة أنشطة التعلم الاستقصائي، وتطبيقها في مواقف تعليمية جديدة.

رابعاً: الخطوات الإجرائية لتنفيذ البرنامج التعليمي لمفهوم الأسلاك النانوية:

- ١- إخبار الطلاب بالأهداف التعليمية التي يتعين عليهم تحقيقها في نهاية البرنامج.
- ٢- التهيئة التحفيزية: تستهدف عملية التهيئة التحفيزية تنشيط العمليات الذهنية لدى الطلاب؛ لاكتساب العمليات المعرفية لمفهوم الأسلاك النانوية؛ ولتحقيق هذه الغاية يتم مناقشة الطلاب حول مفهوم الألياف النانوية الذي تعلموه في الدرس السابق، والكشف عن العلاقة القائمة بين مفهوم الأسلاك النانوية والألياف النانوية، ثم عرض مقطع فيديو وثائقي عن الأسلاك النانوية بواسطة برمجية الوسائط المتعددة؛ لتشويقهم وجذب اهتمامهم نحو تعلم المفهوم.
- ٣- تقسيم الطلاب إلى مجموعات عمل تعاونية صغيرة يتراوح أفراد كل مجموعة ما بين (٤ - ٥) طلاب، لتنفيذ أنشطة البرنامج من خلال الحوار والمناقشة، وتبادل الأفكار، وطرح التساؤلات حول مفهوم الأسلاك النانوية.
- ٤- تحديد مفهوم الأسلاك النانوية، وعرضه على الطلاب، ومناقشتهم حوله، وتحليله إلى عناصره ومبادئه الأساسية، وتحديد العلاقات القائمة بين مكوناته.
- ٥- تقديم الخبرات التعليمية المتعلقة بمفهوم الأسلاك النانوية من خلال عرضها عبر الوسائط المتعددة، ومناقشتهم، وإتاحة الفرصة لهم لطرح استفساراتهم، والإجابة عليها؛ وذلك بهدف تكوين أسس معرفية واضحة ومحددة نحو مفهوم الأسلاك النانوية، والمواد الأساسية لتصنيعها، وخصائصها، وأهم تطبيقاتها العملية في مختلف المجالات العلمية.
- ٦- تطبيق أنشطة التعلم في إطار الهدف المحدد من كل نشاط، وتحديد المهام التي ينبغي إنجازها من قبل الطلاب، ويتم تنفيذ الأنشطة من خلال أوراق العمل المعدة لذلك، ومتابعتهم أثناء ممارستها لهم، وتقديم التغذية الراجعة، وتعزيز تقدمهم لإنجاز النشاط، وتحقيق الهدف المحدد منه.
- ٧- تقويم عملية اكتساب الطلاب لمفهوم الأسلاك النانوية. وتهدف هذه العملية إلى التأكد من اكتساب الطلاب للعمليات المعرفية لمفهوم الألياف النانوية، بإجراء تقويم تكويني يتضمن بعض الأسئلة المقالية للكشف عن مدى تحقق أهداف البرنامج التعليمي لمفهوم الأسلاك النانوية.
- ٨- التعرف على اتجاهات واهتمامات الطلاب الإيجابية والسلبية نحو مفهوم الأسلاك النانوية، من خلال إجراء حوار معهم، أو تكليفهم بكتابة تقرير مصغر يعبرون فيه عن اتجاهاتهم نحوه، وأهمية تعلمه بالنسبة لهم.

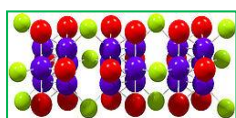
خامساً: محتوى البرنامج التعليمي لمفهوم الأسلاك النانوية:

تُعد الأسلاك النانوية (Nanowires) نوعاً آخر من أنواع المواد النانوية أحادية البعد، وتسمى بالأسلاك الجزيئية (Molecular Nano Wires) أو الأسلاك الكمية (Quantum wires) ولكن أكثرها استخداماً في الأوساط العلمية هو مفهوم الأسلاك النانوية.

تصنع الأسلاك النانوية - وهي أسلاك شبه موصلة - من السيلكون، ونيترد الجاليوم (Nitride Gallium) وفوسفيد الأنديموم (Indium Phosphide). (بسيوي، ٢٠٠٨م، ص ٩٤).

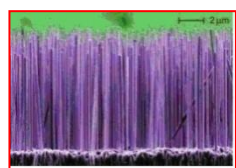
هذه الحقائق توجه الاهتمام إلى مناقشة مفهوم الأسلاك النانوية من الجوانب العلمية الآتية:

١- مفهوم الأسلاك النانوية (Nano wires):



الشكل (١) تركيب سلك جزيئي .
<http://ar.wikipedia.org>

الأسلاك النانوية عبارة عن بُنى (Structures) تمتلك حجماً جانبياً محدداً بعشرة نانومترات أو أقل، وحجماً طويلاً غير محدد. وبهذه القياسات تكون التأثيرات الميكانيكية الكمية (Quantum Mechanics) مهمة؛ لذلك تسمى بالأسلاك الكمية (Quantum wires) (الخرجي وأخريان، ٢٠١٠م، ص ٣٦) والشكل (١) يوضح التركيب الجزيئي للأسلاك النانوية.

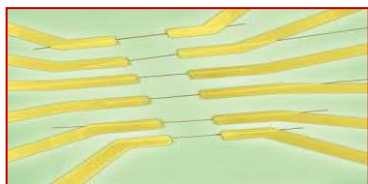


الشكل (٢) ميكروسكوبية لأسلاك نانوية.
<http://prfo.taifedu.gov.sa>

ويعرفها الاسكندراني (٢٠١٠م، ص ١٨٠) بأنها: عبارة عن أسلاك رقيقة جداً، ذات أقطار نانوية الأبعاد، تتخذ أشكالاً قائمة ومستقيمة، كما يتضح من الشكل (٢) وتتميز تلك الأسلاك بإمكانية تصنيعها من مصادر متنوعة وفقاً للخواص المستهدف الوصول إليها أو الاستخدامات المقترحة، فقد تكون أسلاكاً فلزية مصنعة من عناصر الفلزات الحرة للنيكل (Ni) أو النحاس (Cu) أو الذهب (Au) أو البلاتين (Pt) كما يمكن تصنيعها - أيضاً - من عناصر مواد أشباه الموصلات مثل: السيليكون (Si) أو الجاليوم (Ga) أو من مركباتها المختلفة، كما يمكن إنتاجها من مواد المحفزات الكهروضوئية للأكاسيد مثل: ثاني أكسيد السيليكون (SiO₂) وأول أكسيد الزنك (Zno) وغيرهما.

- تحليل مفهوم أسلاك النانو:

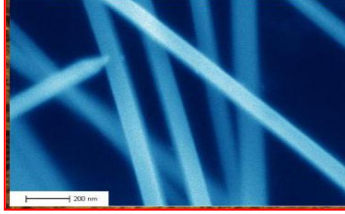
يتأسس مفهوم الأسلاك النانوية الأفكار الآتية:



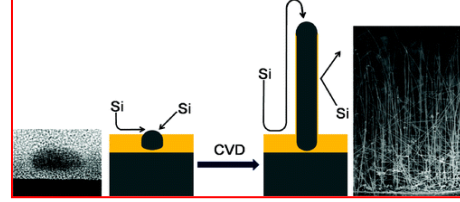
الشكل (٣) أسلاك نانوية تتراوح أقطارها بين ١٠ إلى ١٠٠ نانومتر
<http://www.oloommagazine.com>

أ- الأسلاك النانوية أسلاك دقيقة جداً لها تركيب نانوي أحادية البعد، تمتلك حجماً جانبياً محدداً بعشرة نانومترات، وقد تقل أقطارها عن نانومتر واحد، ولكن أطولها تصل إلى مئات من النانومترات، انظر الشكل (٣).

ب - تُحضّر الأسلاك النانوية في المختبر، وتصنع من عناصر بعض الفلزات مثل: النيكل، أو النحاس، أو الذهب، أو السيليكون، كما يبين الشكل (٤) أو الفضة كما يوضح الشكل (٥) أو البلاتين، كما يمكن تصنيعها من مواد شبه موصلة مثل: السليكون، و نترات الجاليوم، أو مواد عازلة مثل: أكسيد التيتانيوم وغيرها من المواد الأخرى التي تصلح لتصنيع الأسلاك النانوية.



الشكل (٥) أسلاك فضة نانوية قطرها ٢٠٠ nm
http://www.nanotrons.com.



الشكل (٤) أسلاك السيليكون .
http://www.cfn.kit.edu

ج - تخضع الأسلاك النانوية لمبدأ الحصر الكمي، أي إن الإلكترونات تنحصر في اتجاه جانبي واحد؛ مما يجعلها تكتسب مستويات طاقة محددة مختلف عن مستويات الطاقة الموجود في أصل نفس المادة في حجمها الطبيعي.

٢- خصائص الأسلاك النانوية:

تتميز الأسلاك النانوية ببعض الخصائص الفيزيائية، والكيميائية، والكهربائية، حددها مناسي (Manasi, 2008, p73) على النحو الآتي:

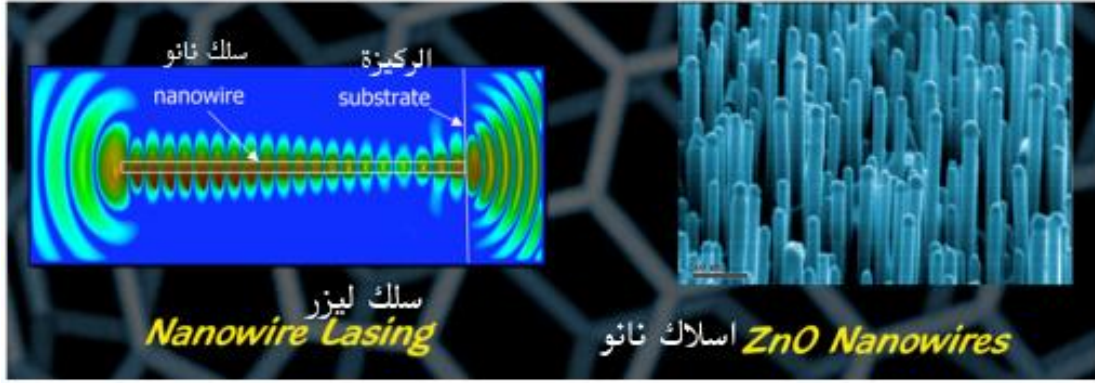
أ - تتراوح أبعادها بين (١ - ١٠٠) نانومتر أو أكثر.

ب - يشار إليها بالمواد ذات الأبعاد المفردة.

ج - تتميز عن المواد النانوية ثلاثية الأبعاد بأنها ذات إلكترونات كمية تنقل الطاقة بمستوياتها المختلفة من المجال التقليدي إلى مستويات الطاقة أو الموجات الموجودة في الكتل من المواد.

د - لها قيم متباينة من التوصيل للكهرباء، وهذه القيم المتباينة تنشأ عن مقاومة كمية ميكانيكية على عدد من الإلكترونات التي تنقل خلال الأسلاك على المقياس النانومتري.

ومن أكثر الخصائص أهمية، أنها موصلة وشبه موصلة للتيار الكهربائي، مما يؤهلها لتطبيقات علمية واسعة النطاق في مجال الإلكترونيات، كما يوضح الشكل (٦) وزيادة سرعة الحاسبات الآلية بدرجة عالية تفوق الطرق المستخدمة حالياً، ومن أهم الأسباب لتحقيق هذه الغاية إمكانية وضع ملايين الترانزستورات في معالج الكتروني واحد عند مستوى ميكرومتر واحد [الميكرو يساوي ألف نانومتر] والتي تكون أكثر فعالية في صناعة النانو روبوت.



الشكل (٦) الركيزة في الأسلاك النانوية الموصلة للتيار الكهربائي

<http://www.nasa.gov>

هـ - تخضع لمبدأ الحصر الكمي المبني على ميكانيكا الكم. (نهي الحبشي، ١٤٣٠هـ، ص ٢٩).

٣- أنواع الأسلاك النانوية:

هناك أربعة أنواع من الأسلاك النانوية وضحتها مناسي (Manasi, 2008, P73) على النحو الآتي:

أ - أسلاك نانو معدنية.

ب - أسلاك نانو شبه موصلة للكهرباء والحرارة.

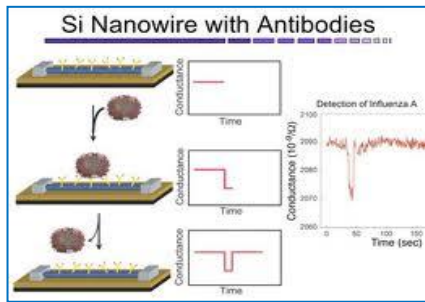
ج - أسلاك نانو معزولة.

د - أسلاك نانو جزيئية مكونة من وحدات جزيئية مكررة أو عضوية مثل الحمض النووي.

٤- التطبيقات العملية للأسلاك النانوية:

تعتبر الأسلاك النانوية البنية الأساسية للعديد من التطبيقات العملية لتكنولوجيا النانو، ومن جملة تلك

التطبيقات ما يأتي:



الشكل (٧) يوضح استخدام أسلاك النانو في الكشف عن الفيروسات
<http://physicsworld.com>

أ - يمكن استخدام أسلاك السيليكون النانوية في المجالات الطبية

للكشف عن الفيروسات، واكتشاف مكان كل فيروس على حدة

بشكل كهربائي، وتستطيع المستشعرات النانوية، كما يوضح الشكل

(٧) المصنعة من أسلاك السيليكون النانوية التمييز بين أنواع

الفيروسات وأماكنها بدقة عالية، وبتجميع عدد كبير من الأسلاك

النانوية يمكن تصميم مصفوفات معقدة قادرة على استشعار

آلاف من الفيروسات المختلفة، وبهذا سيتمكن الأطباء من

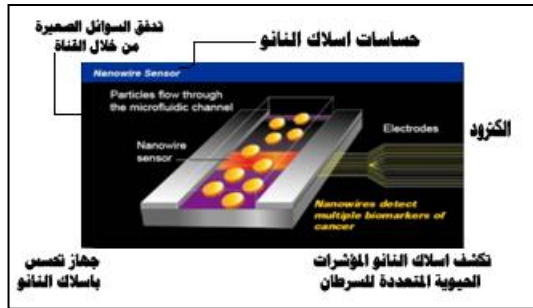
اكتشاف العدوى الفيروسية في وقت مبكر والعمل على معالجتها. (ليندا وواد، ٢٠٠٧م، ص ١٤١).

ب - طور علماء من معهد جورجيا للتكنولوجيا بالولايات المتحدة الأمريكية أجهزة استشعار من متحسسات أسلاك نانوية (Nano wire sensors) يمكن زرعها في الذراع من جسم الإنسان لمراقبة ضغط الدم. (الخرجي وأخريان، ٢٠١٠م، ص ٢٤٤).



الشكل (٨) ذاكرة من أسلاك نانوية
http://www.tech.net

ج - تمكن علماء من جامعة بنسلفانيا في الولايات المتحدة الأمريكية من تطوير ذاكرة حاسوبية جديدة كما يوضح الشكل (٨) تستطيع استرجاع المعلومات الحاسوبية، وتخزينها أسرع من الذاكرات الالكترونية المستخدمة حالياً بـ (١٠٠,٠٠٠) مرة، وتستخدم طاقة أقل تكلفة، وأقل مساحة، وذلك من خلال تطوير أسلاك نانوية يتراوح عرضها ما بين (٣٠ - ٥٠) نانومتر، وقد أثبتت الاختبارات الأولية قدرة هذه التقنية الجديدة على تخزين المعلومات وحفظها من أي ضياع أو تشوية حتى بعد عشرات السنين (http://www.tech.net). تاريخ الاسترجاع: ١٤٣٢/٩/٨ هـ).



الشكل (٩) جهاز استشعار مصنوع من أسلاك نانوية للكشف عن
العلامات البيولوجية . http://kco.google.com

د - يمكن استخدام أسلاك النانو المصنوعة من الكربون أو السيليكون التي تتميز بدرجة عالية من الحساسية في أجهزة الاستشعار، كما يبين الشكل (٩) للكشف عن العلامات البيولوجية لمرض السرطان. (http://kco.google.com). تاريخ الإتاحة: ١٤٣٢/٩/١٠ هـ).

و- تُستخدم الأسلاك النانوية كمجسات حيوية نانوية؛ وذلك لحساسيتها العالية في اكتشاف بعض الأمراض في مراحلها الأولى حيث يتم طلاء الأسلاك النانوية بأجسام مضادة مصنعة، تلتصق فقط بجزيئات حيوية محددة مثل: الحمض النووي (DNA) أو البروتينات، أو الجسيمات البيولوجية الأخرى الموجودة داخل الجسم دون غيرها من الجزيئات الأخرى، وعندما ترتبط هذه البروتينات بالأسلاك النانوية المطلية فسوف تتغير توصيلتها الكهربائية، وبذلك يمكن استخدام هذا الحساسات في اكتشاف الأمراض عن طريق إدخال أعداد كبيرة من الأسلاك النانوية داخل الجسم، وتطلى بأجسام مضادة مختلفة تمثل مجسات مختلفة. (الضويان، ٢٠٠٨م، ص ٢٤).

ز- تمكن علماء في مؤسسة جورجيا للتكنولوجيا في مدينة أتلانتا الأمريكية من تصنيع شريحة نانوية، مصنوعة من بلايين من أسلاك النانو أصغر من سمك شعرة الإنسان بـ (٥٠٠) مرة، قادرة على توليد طاقة كهربائية من الحركة الطبيعية لجسم الإنسان، وتستطيع خمس شرائح من مولدات النانو (Nanogenerators) أن

تنتج كمية من الطاقة مماثلة لما تنتجه بطاريتان من مقاس (AA) ولها تطبيقات مستقبلية مختلفة لتشغيل الأجهزة التي تعتمد على البطاريات المشحونة أو نقل الإشارات اللاسلكية، وتشغيل شاشات (LCD) (<http://mbc.nth/portal/site.com>). تاريخ الاسترجاع: ١٢/٩/١٤٣٢هـ).

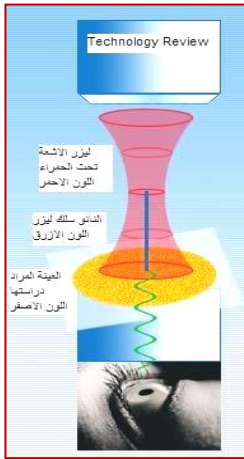


الشكل (١٠) خلايا شمسية مصنوعة من أسلاك نانوية

<http://www.hazemsakeek.info>

ح - تمكن علماء في جامعة هارفرد من تطوير خلايا شمسية من أسلاك نانوية، كما يوضح الشكل (١٠) يصل قطرها إلى (٣٠٠) نانومتر، وتمتلك الخلية الشمسية النانوية على نواة من السيلكون البلوري، وعدة طبقات متمركزة من السيلكون، ذات خصائص الكترونية مختلفة، تؤدي كل طبقة نفس الوظيفة التي تؤديها الطبقات شبه الموصلة في الخلايا الشمسية التقليدية عندما تمتص الضوء وتلتقط الإلكترونات لتوليد الكهرباء. (مسلم وآخرون، ٢٠١٠م، ص ١٣٠).

ط - استطاع علماء وباحثون في جامعة كاليفورنيا من تطوير ميكروسكوب النانو سلك ليزر، كما يتبين من



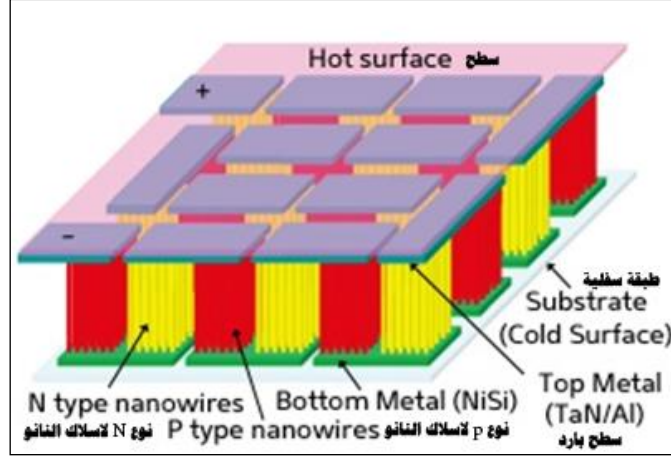
الشكل (١١) ميكروسكوب نانو مصنوع من أسلاك نانوية ليزرية .

<http://www.suadicn.org>

الشكل (١١) يعتمد على تقنية نانو سلك ليزري (Nono wire laser) وهي عبارة عن أسلاك متناهية الصغر، لها أبعاد أصغر من قطر خلية الدم الحمراء، ولها تركيب أحادي البعد، وتتميز بخصائص كهربائية وضوئية مذهلة. ويستخدم الميكروسكوب النانو سلك ليزري في دراسة وتقصي الخلايا الحية عن طريق تسليط قوة مقننة، وفي الوقت نفسه يتم مراقبة كيف تغير هذه القوة المسألة من أشكال الخلايا الحية، وكذلك مواضع البروتين في الخلايا، هذه التغيرات تعطي الباحثين تصوراً واضحاً عما يجري في داخل الخلايا، كما أنها

تعطي تفسيرات واضحة لما يحدث عندما تسوء الأمور كما يحدث مع مرض السرطان. (<http://www.suadicn.org>). تاريخ الاسترجاع: ٢٤/٦/١٤٣٢هـ).

ي - تُولد الأجهزة الالكترونية بقق حرارية تسبب انخفاض كفاءة الأجهزة، وقد ركز الكثير من الباحثين اهتمامهم على تطوير طرق لتبريد هذه الأجهزة، وتبديد الحرارة المتولدة، ولكن هذه الطرق لم تنجح بكفاءة عالية، وفكر علماء تكنولوجيا النانو في تحويل الحرارة إلى كهرباء باستخدام التأثير الكهربائي الحراري (Thermoelectric effect) لأن التدرج الحراري يتسبب في حركة حاملات الشحنة، وتمكن العلماء من توليد كهرباء حرارية على المقياس النانوي باستخدام مصفوفة أسلاك نانوية من السيلكون، كما يوضح الشكل (١٢). (www.trgma/index.php.com). تاريخ الاثاحة: ٢٢/٢/١٤٣٣هـ).



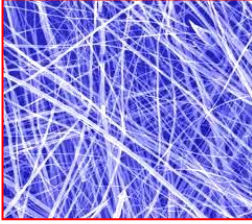
الشكل (١٢) أسلاك نانوية من السيليكون لتوليد طاقة كهربائية
www.trgma/index.php.com

خامساً: الأنشطة التعليمية:

النشاط (١):

الهدف: صياغة تعريف دقيق لمفهوم الأسلاك النانوية.

المهمة: تأمل في الشكل المقابل، ثم عرف الأسلاك النانوية تعريفاً علمياً في ضوء فهمك له. حلل المفهوم إلى مكوناته الأساسية.



النشاط (٢):

الهدف: إعطاء ثلاثة أمثلة توضيحية لبعض المواد لتصنيع الأسلاك النانوية.

المهمة: تُصنع الأسلاك النانوية من بعض المواد متناهية الصغر، اذكر ثلاثة أمثلة توضيحية تصنع منها الأسلاك النانوية.

النشاط (٣):

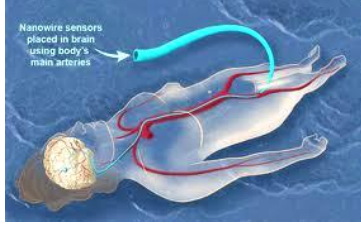
الهدف: التعرف على خصائص الأسلاك النانوية.

المهمة: اذكر خاصيتين للأسلاك النانوية، ثم اقترح بعض التطبيقات العملية لهما.

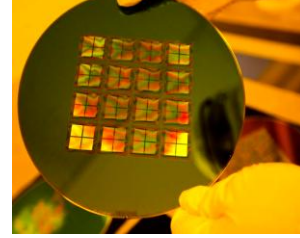
النشاط (٤):

الهدف: اكتشاف التطبيق العملي للأسلاك النانوية من خلال الشكلين الآتيين.

المهمة: بالتعاون مع أفراد مجموعتك، اكتشف نوع التطبيق العملي لكل من الشكلين الآتيين.



<http://science.howstuffworks.com>



<http://www.statesman.com>

سابعاً: التقويم البنائي:

- ١- عرّف الأسلاك النانوية بأسلوبك الخاص في ضوء دراستك لهذا المفهوم.
- ٢- تعتمد الأسلاك النانوية على مبدأ أساسي من مبادئ تكنولوجيا النانو، حدد هذا المبدأ، ثم فسر في ضوء دراستك له.
- ٣- ما الفرق بين مفهوم الألياف النانوية والأسلاك النانوية ؟
- ٤- اذكر ثلاث خصائص تتميز بها الأسلاك النانوية.
- ٥- تتميز الأسلاك النانوية بالعديد من التطبيقات العملية، اذكر تطبيقين منها.
- ٦- اكتب تقريراً مختصراً موضحاً فيه اتجاهاتك، واهتماماتك نحو مفهوم الأسلاك النانوية.

ثامناً: التغذية الراجعة:

تستهدف عملية التغذية الراجعة تحسين أداء الطلاب لاكتساب العمليات المعرفية المتعلقة بمفهوم الألياف النانوية، وذلك من خلال تقديم معلومات وخبرات تعزز من اكتساب الطلاب لتلك العمليات المعرفية. ومناقشة الطلاب في إجاباتهم على أسئلة التقويم البنائي، وإتاحة الفرصة لهم لتصحيح استجاباتهم لتلك الأسئلة، واكتشاف المعلومات التي يمكن أن تحسن من أدائهم للاستمرار نشاطهم، وإحداث عملية التغيير الإيجابي المرغوب.

تاسعاً: التدريب المنزلي:

- قارن بين المفاهيم الثلاثة الآتية من حيث أوجه الشبه والاختلاف: مفهوم المرشحات النانوية، ومفهوم الألياف النانوية، ومفهوم الأسلاك النانوية. (تصاغ الإجابة على شكل جدول).

النموذج (٤)

أنابيب الكربون النانوية

(Carbon Nanotubes)

الفئة المستهدفة: طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي.

منفذ البرنامج: الباحث.

المدة الزمنية لتنفيذ الدرس : ٤٥ دقيقة.

أولاً: الأهداف الإجرائية لمفهوم أنابيب الكربون النانوية:

يتوقع من الطالب في نهاية البرنامج التعليمي أن يكون قادراً على:

- ١- صياغة تعريف واضح لأنابيب الكربون النانوية.
- ٢- تحليل مفهوم الأنابيب الكربون النانوية إلى مكوناته الأساسية.
- ٣- توضيح كيف تم اكتشاف أنابيب الكربون النانوية.
- ٤- استنتاج خصائص أنابيب الكربون النانوية.
- ٥- شرح طريقة واحدة من طرق تصنيع أنابيب الكربون النانوية.
- ٦- توضيح بعض التطبيقات العملية لأنابيب الكربون النانوية.
- ٧- إعطاء مثالاً واحداً على مخاطر أنابيب الكربون النانوية على صحة الإنسان.
- ٨- التعبير عن موقفه واتجاهه نحو مفهوم أنابيب الكربون النانوية.

ثانياً: المواد وتقنيات التعليم المساعدة في تنفيذ البرنامج التعليمي لمفهوم أنابيب الكربون النانوية:

- ١- جهاز الداتا شو.
- ٢- برمجية الوسائط المتعددة.
- ٣- دليل المعلم.
- ٤- المحتوى التعليمي للبرنامج الخاص بمفهوم أنابيب الكربون النانوية.
- ٥- أوراق العمل المتضمنة أنشطة البرنامج التعليمي لمفهوم أنابيب الكربون النانوية.

ثالثاً: طريقة تنفيذ البرنامج:

الطريقة الاستقصائية: وهي عبارة عن نموذج من نماذج التعلم الاستقصائي، تعتمد على وضع الطلاب في مواقف تعلم إشكالية، متعلقة بمفاهيم تكنولوجيا النانو، وتقديم مسائل وقضايا تُثير اهتمامهم وتفكيرهم، وتدفعهم إلى استخدام حواسهم، ومهارات تفكيرهم، وخيالهم العلمي، لممارسة أنشطة التعلم الاستقصائي، والتعمق في دراسة الموقف المشكل من خلال دقة الملاحظة، وتحديد المشكلة، وتكوين فرضيات، وجمع

المعلومات والحقائق، وتنظيمها، ومقارنتها، ومناقشة الفرضيات، والتحقق منها، واختبار أدلتها، واستخلاص النتائج وتحليلها وتفسيرها، والتحقق منها للوصول إلى النتيجة النهائية الصحيحة؛ بهدف تكوين منظومه فكرية مفاهيمية لتكنولوجيا النانو لدى الطلاب من خلال ممارسة أنشطة التعلم الاستقصائي، وتطبيقها في مواقف تعليمية جديدة.

رابعاً: الخطوات الإجرائية لتنفيذ البرنامج التعليمي لمفهوم أنابيب الكربون النانوية:

- ١- تنبيه الطلاب بالأهداف التعليمية التي يتعين عليهم تحقيقها في نهاية البرنامج.
- ٢- التهيئة التحفيزية: تستهدف عملية التهيئة التحفيزية تنشيط العمليات الذهنية لدى الطلاب لاكتساب العمليات المعرفية المفاهيمية لمفهوم أنابيب الكربون النانوية. ولتحقيق هذه الغاية يتم مناقشة الطلاب في مفهوم الأسلاك النانوية الذي تعلموه في الدرس السابق، والكشف عن العلاقة بين مفهوم الأسلاك النانوية ومفهوم أنابيب الكربون النانوية، ثم عرض مقاطع فيديو علمية وثائقية عن أنابيب الكربون النانوية؛ لجذب اهتمامهم وتشويقهم إلى اكتساب العمليات المعرفية لمفهوم أنابيب الكربون النانوية.
- ٣- تقسيم الطلاب إلى مجموعات عمل تعاونية صغيرة يتراوح أفراد كل مجموعة ما بين (٤ - ٥) طلاب، لتنفيذ أنشطة البرنامج، والتحاور فيما بينهم والمناقشة، وطرح التساؤلات حول مفهوم أنابيب الكربون النانوية.
- ٤- تحديد مفهوم أنابيب الكربون النانوية، وعرضه على الطلاب، ومناقشتهم حوله وتحليله إلى عناصره الأساسية، وتحديد العلاقات القائمة بين عناصره.
- ٥- تقديم الخبرات التعليمية المتعلقة بمفهوم أنابيب الكربون النانوية من خلال عرض المحتوى التعليمي للبرنامج على الطلاب عبر برمجية الوسائط المتعددة، ومناقشتهم حولها، وإتاحة الفرصة لهم لطرح تساؤلاتهم حول المفهوم، وتحليله والتعمق في دراسته، وجمع الأدلة وتنظيمها وتحليلها، وإتاحة الفرصة للطلاب ليتعلموا عن طريق الاستقصاء العلمي الدقيق، وتفحص الحقائق، واستخلاص النتائج المعقولة، والكشف عن علاقات جديدة، والبرهنة عليها، وذلك بهدف تشكيل أطر فكرية مفاهيمية واضحة ومحددة المعالم نحو مفهوم أنابيب الكربون النانوية، وتقنيات تصنيعها، وخصائصها، وأهم تطبيقاتها العملية، وبعض مخاطرها على صحة الإنسان.
- ٦- ممارسة الطلاب لأنشطة التعلم الاستقصائي الفردي والجماعي في إطار الهدف المحدد لكل نشاط، وتحديد المهمات التي ينبغي إنجازها من قبل الطلاب، ويتم تنفيذ الأنشطة من خلال أوراق العمل التي تقدم لهم، ومتابعتهم أثناء ممارستهم للأنشطة، ومساندتهم وتحفيزهم، وتقديم التغذية الراجعة المباشرة، لإنجاز النشاط وتحقيق الهدف المحدد منه.

٧- تقويم اكتساب الطلاب للمهارات المعرفية المرتبطة بمفهوم أنابيب الكربون النانوية، عن طريق إجراء تقويم بنائي يتضمن أسئلة تشخيصية للكشف عن مدى تحقق أهداف البرنامج التعليمي لمفهوم أنابيب الكربون النانوية.

٨- التعرف على اتجاهات واهتمامات الطلاب الإيجابية والسلبية نحو مفهوم الأسلاك النانوية، من خلال إجراء حوار معهم، أو تكليفهم بكتابة تقرير مصغر يُعبرون فيه عن اتجاهاتهم، ووجهات نظرهم، نحو مفهوم أنابيب الكربون النانوية، وأهمية تعلمه بالنسبة لهم.

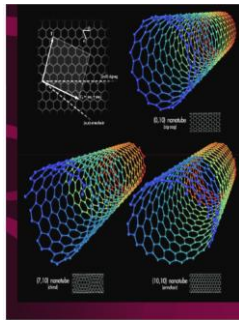
خامساً: محتوى البرنامج التعليمي لمفهوم أنابيب الكربون النانوية:

تُعتبر الأنابيب النانوية نوعاً من أنواع المواد النانوية المتقدمة ثنائية البعد التي تتراوح أقطار أبعادها بين (١-١٠٠) نانومتر، وتنتمي الأنابيب الكربونية إلى مجموعة الفوليرين الكربوني، ويُعد الكربون الذي تصنع منه الأنابيب النانوية من أقدم العناصر اللافلزية التي اكتشفها الإنسان. وقد أوجد الله (سبحانه وتعالى) عنصر الكربون في الطبيعة بأشكال مختلفة مثل: الجرافيت، والفحم الحجري، أو النباتي، أو الحيواني، بنسب متوازنة مع العناصر الطبيعية الأخرى؛ للحفاظ على النظام الكوني الطبيعي.

ويُشكل مفهوم أنابيب الكربون النانوية اهتماماً متزايداً لدى علماء وخبراء تكنولوجيا النانو، باعتباره حافزاً قوياً لكثير من الاكتشافات والتطبيقات العلمية لتكنولوجيا النانو، ونظراً لما تمثله أنابيب الكربون النانوية من مكانة علمية وتطبيقية في تكنولوجيا النانو، سيتم التعرّيج على هذا المفهوم بنوع من التحليل والتفسير من الجوانب العلمية الآتية:

١- مفهوم أنابيب الكربون النانوية (Carbon Nanotubes):

عبارة عن شرائح من الجرافيت يتم طيها حول محور معين لتأخذ شكلاً اسطوانياً، كما يتبين من الشكل



الشكل (١) أنابيب الكربون النانوية .

<http://news.softpedia.com>

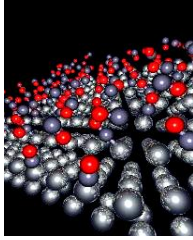
(١) حيث ترتبط ذرات نهايتي الشريحة بعضها بعض لتغلق الأنبوب، وتكون إحدى نهايتي الأنبوب في الغالب مفتوحة، والأخرى مغلقة على شكل نصف كرة، كما يكون جدار الأنبوب فردي الذرات، وتسمى في هذه الحالة بالأنابيب وحيدة الجدار (Single wall Nanotube) أو يكون ثنائي الجدار أو أكثر، وتسمى في هذه الحالة بالأنابيب متعددة الجدران (Multi Wall Nanotube) ويتراوح قطر الأنابيب بين أقل من (١ - ١٠٠) نانومتر ليشكل سلكاً نانوياً. (محمد، ٢٠١٠م

، ص ٤٠).

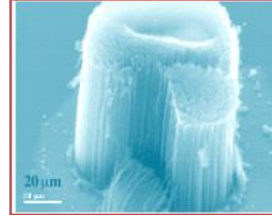
• تحليل مفهوم الأنابيب الكربونية النانوية :

يتضمن مفهوم الأنابيب الكربونية النانوية الحقائق العلمية الآتية:

أ- الأنابيب الكربونية النانوية عبارة: عن شعيرات نانوية دقيقة، كما يتضح من الشكل (٢) أو شرائح مكونة من ذرات عنصر الكربون اسطوانية الشكل الخارجي، كما يبين الشكل (٣).

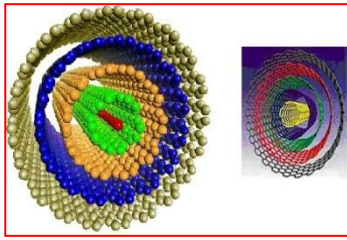


الشكل (٣) جزيئات الكربون النانوية .
<http://news.softpedia.com>

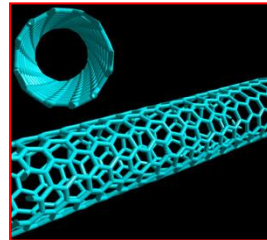


الشكل (٢) أنابيب كربون نانوية قطرها ٢٠ ميكرومتر .
<http://news.softpedia.com>

ب - الأنابيب الكربونية النانوية نوعان: النوع الأول: أنابيب الكربون أحادية الجدار، كما يوضح الشكل (٤) والنوع الثاني: أنابيب الكربون متعددة الجدران، كما يتبين من الشكل (٥).



الشكل (٥) أنابيب كربون نانوية متعددة الجدران .
<http://prfo.taifedu.gov.sa>

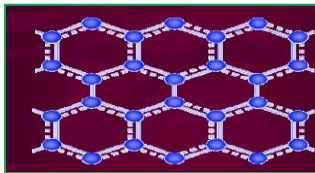


الشكل (٤) أنابيب كربون أحادية الجدار
<http://www.saudicnt.org>

ج - الأنابيب النانوية فارغة ومجووفة يتراوح قطرها ما بين (١ - ١٠٠) نانومتر، ولكن أطوالها تصل إلى مئات من النانومترات.

٢- اكتشاف أنابيب الكربون النانوية:

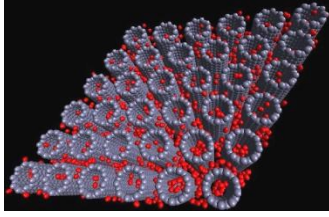
اكتشف العالم الياباني سوميو ليجيما (Sumio Iijima) أنابيب الكربون النانوية في عام (١٩٩١م)



شكل (٦) الوضع الافتراضي لترتيب جزيئات الكربون .
<http://www.arabswell.com>

حينما كان يدرس الرماد الناتج عن عملية التفريغ الكهربائي بين قطبين من الكربون، باستخدام ميكروسكوب الكتروني عالي الدقة، ولاحظ أن هناك بعض اللمعان داخل هذا الرماد، فاعتقد أن الكربون تحول إلى ألماس، فقام بفحصه بطريقة أكثر دقة، فوجد أن جزيئات الكربون في وضع غير طبيعي، فمن المفترض أن يكون ترتيب جزيئات الكربون، كما يتضح من الشكل (٦).

ولكنه تفاجأ بشيء آخر، وهو أن جزيئات الكربون قد التفت ليتصل بعضها ببعض مكونة ما يشبه الأنبوب، كما هو موضح في الشكل (٧). (محمد، ٢٠١٠م، ص ١٠٣-١٠٤).



شكل (٧) جزيئات الكربون مكونة أنبوب كربوني .
<http://news.softpedia.com>

٣- خصائص أنابيب الكربون النانوية :

تتمتع أنابيب الكربون النانوية بالعديد من الخصائص الميكانيكية، والكهربائية، والحرارية، والضوئية الآتية:

أ- تتميز الأنابيب النانوية بقوة ومرونة عاليتين، كما يوضح الشكل (٨) فهي أقوى من الفولاذ بـ (١٠٠)

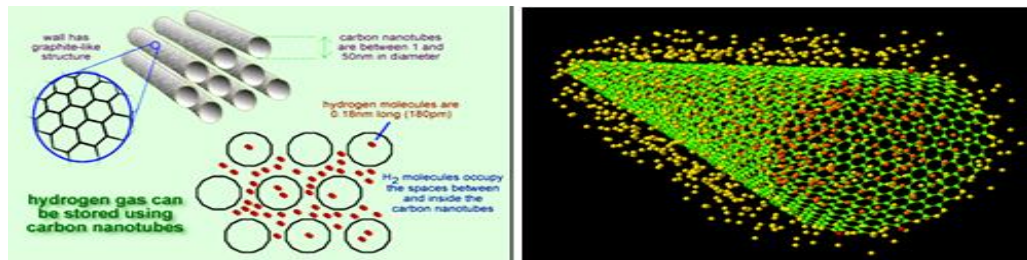


الشكل (٨) مرونة وقوة أنابيب الكربون النانوية
<http://www.grc.nasa.gov>

مرة، وأخف من الحديد (٦) مرات، وتعتبر من الموصلات الحرارية الممتازة، كما أنها خاملة كيميائياً. ومهما تعرضت للكبس والضغط فإنها تنثني وتلتوي دون أن تنكسر وتعود لشكلها الأصلي. (صفات سلامة، ٢٠٠٩م، ص ٦٣).

ب - مستقرة حرارياً في الفراغ إلى حد (٢٨٠٠ م) وتمتلك قدرة لتوصيل التيار الكهربائي أفضل من الأسلاك النحاسية بألف مرة، وتمتلك توصيلة حرارية ضعف الألماس. (الخزرجي وأخريان، ٢٠١٠م، ص ٣٥).

ج - تتميز الأنابيب الكربونية النانوية ببعض الخصائص البصرية مثل الامتصاص، والإضاءة، ويمكن الاستفادة من هاتين الخاصيتين في صناعة الصمامات الثنائية الباعثة للضوء، وكذلك في إنتاج الحساسات الضوئية، وتخزين غاز الهيدروجين في تقنيات خلايا الطاقة الهيدروجينية، كما يوضح الشكل (٩) (<http://ar.wikipedia.org>).

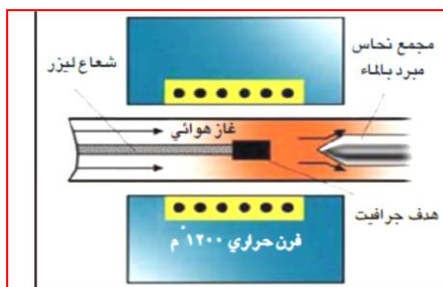


الشكل (٩) تخزين غاز الهيدروجين في تقنيات خلايا الطاقة الهيدروجينية.
<http://ar.wikipedia.org>

د - تمتاز الأنابيب النانوية بأنها لا تتآكل، ولا يمكن أن تحترق في الظروف العادية، ويمكن أن تستخدم في البلاستيك ليكون موصلاً جيداً للكهرباء. (<http://ienagah.com>). تاريخ الاسترجاع: ٢٣/٦/١٤٣٢هـ).

٤- تقنيات تصنيع أنابيب الكربون النانوية:

- أ- تصنيع أنابيب الكربون النانوية بإحدى التقنيات الآتية (Manasi, 2008, P69) :
- ب - تقنية التبخير بالليزر (Laser aided vaporization) كما يبين الشكل (١٠).

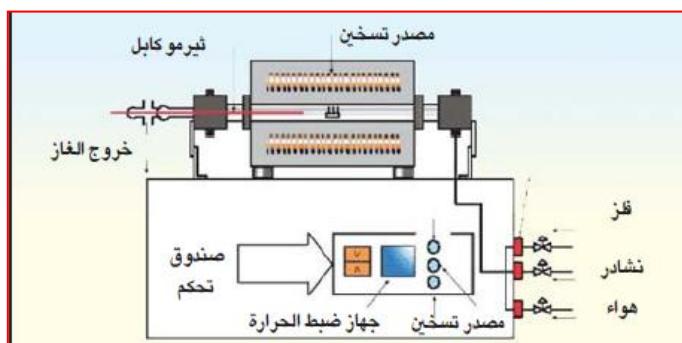


شكل (١٠) جهاز إنتاج أنابيب الكربون النانوية باستخدام التبخير بالليزر .
مجلة التقدم العلمي العدد: ٦٦ ، ص ١٩

ج - تحليل الكربونات الجافة فوق المواد الحافظة.

د - التحليل الكهربائي الالكتروني للجرافيت في الأملاح الذائبة.

ومن الطرق الأخرى لإنتاج أنابيب الكربون النانوية، تقنية ترسيب الأبخرة الكيميائية (Chemical Vapor Deposition) كما يوضح الشكل (١١).



شكل (١١) جهاز الترسيب بالتبخير الكيميائي الحراري .
<http://nanoq8.com/index.php>

٥. التطبيقات العملية لأنابيب الكربون النانوية:

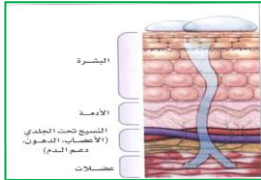
حظيت أنابيب الكربون النانوية بتطبيقات عملية واسعة النطاق في المجال الطبي، ومجال الكمبيوتر والالكترونات بالإضافة إلى مجالات علمية أخرى، ومن أهم تلك التطبيقات النانوتكنولوجية ما يأتي:



الشكل (١٢) كاميرا نانوية للتشخيص الطبي
<http://clickit3.ort.org>

أ- استخدام الأنابيب الكربونية النانوية في علاج الخلايا السرطانية، وتصنيع آلات نانومترية تستخدم كبسولات نانومترية تغوص مع الدم في الشرايين والأوردة؛ بهدف التشخيص أو العلاج. (محمد ، ٢٠١٠هـ، ص ١٢٩). كما يمكن استخدامها في تصنيع أجهزة نانوية دقيقة للتشخيص الدقيق دون تدخل جراحي مثل: كاميرا نانوية في حجم كبسولة يمكن بلعها؛ لتقوم بدورها بتصوير الأجزاء الدقيقة من جسم الإنسان، كما يوضح الشكل (١٢). (<http://clickit3.ort.org.il>). تاريخ الإثابة ٨ / ٧ / ١٤٣٢هـ).

ب - تُعد أنابيب الكربون النانوية أدوات جيدة لتوصيل الدواء إلى الجسم؛ لأنها تتميز بدقتها، والتقليل من

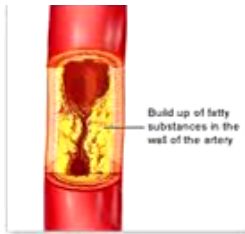


الشكل (١٣) استخدام أنابيب النانو لتوصيل الأدوية عن طريق الجلد.

مجلة العلوم والتقنية، ج٢ عدد: ٩٣، ص ٥٠

الألم الناتج عن الدواء، وانخفاض معدل السمية المحتملة للدواء، ومن الأمثلة على استخدام الأنابيب النانوية لتوصيل الدواء، إضافة مركبات الإنسولين إلى الأنابيب المثبتة داخل لاصقات طبية جلدية، بحيث تعمل اللاصقات الطبية على إفراز الأنسولين حسب احتياج الجسم، من خلال الجلد دون الحاجة لاستخدام طريقة الإبر التقليدية كما يوضح الشكل (١٣). (المهنا، ٢٠١٠هـ، ص ٥٠).

ج - توظيف أنابيب الكربون النانوية في تصنيع أدوات جراحية دقيقة لها القدرة على التحرك بين الخلايا والأنسجة السليمة في المخ، وإصلاح الخلايا المريضة دون أن تتعرض الخلايا والأنسجة السليمة للضرر (الشيخ وموسى ، ٢٠٠٩م ، ص ص ٣٦ - ٣٧).



الشكل (١٤) ترسبات الدهون داخل الشرايين
<http://people.bath.ac.uk>

د - يمكن استخدام أنابيب الكربون النانوية كدعامات للقلب بغرض فتح وتوسيع شرايين القلب المصابة بضيق شديد نتيجة التراكم المستمر لطبقات الكولسترول على جدرانها الداخلية الذي يحول دون سريان الدم المحمل بالأكسجين كما يوضح الشكل (١٤) وتعتبر مثالية لتحقيق هذا الغرض؛ لأنها تتميز بالمرونة والمتانة، بالإضافة إلى عدم مقاومة الجهاز المناعي لها. (الاسكندراني، ٢٠١٠م، ص ٢٠٩).

هـ - ومن جانب علمي آخر، تستخدم الأنابيب النانوية في تصنيع البطاريات النانوية (Nano Battery)

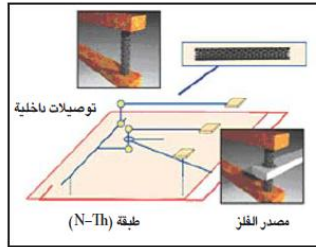


الشكل (١٤) بطارية نانوية.

<http://www.gizmowatch.com>

كما يبين الشكل (١٤) حيث يمكنها تخزين الهيدروجين في مركزها الأجو، وتحرره تدريجياً في خلايا وقود بطارية عالية الكفاءة، ورخيصة التكلفة. (الخرجي وأخريان،

٢٠١٠م، ص ٢٠٢).



الشكل (١٥) استخدام أنابيب الكربون النانوية في التوصيل

الداخلي للدوائر المتكاملة.

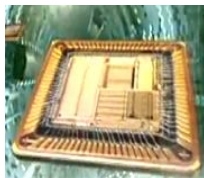
التقدم العلمي العدد ٦٦ ص ٢١

ز- تعتبر الأنابيب الكربونية النانوية مثالية في صناعة شرائح سريعة متناهية الصغر، كما يمكن استخدامها في الدوائر المتكاملة ثلاثية الأبعاد التي ترص فيها الترانزستورات فوق بعضها البعض كما يوضح الشكل (١٥) وهذه تقنية حديثة لا تتحقق في التقنيات المستخدمة حالياً. (أبو عزيز،

٢٠٠٨م، ص ٤٠).

ح - يمكن أن تعمل الأنابيب الكربونية النانوية كأسلاك صغيرة ودقيقة في الحواسيب الجزيئية لوجود خاصية كمية تدعى نفق الإلكترون (Electron tunneling) تسمح للأنابيب ببث الإشارات الكهربائية على مستوى يستحيل أن يسري فيها التيار العادي. (<http://ienajah.com>. تاريخ الاسترجاع : ١٤٣٢/٦/٢٣هـ).

ط - تستخدم أنابيب الكربون النانوية في صناعة ترانزستور الأثر المجالي، والقفلات في الحاسوب، كما يتضح من الشكلين (١٦، ١٧) أي إن زمن القفل سيكون أسرع من (٤١٠) مرة لما هو موجود حالياً. ومن المرجح أن تستخدم أنابيب الكربون النانوية ذات المقاومة المنخفضة جداً والتوصيلة العالية، كتوصيلات داخلية في القفلات بدلاً من أسلاك النحاس، وسوف تكون أجهزة الحاسوب المستقبلية عبارة عن شبكة أنابيب كربونية نانوية متوازنة موضوعة على قاعدة معينة. وقد أثبت ترانزستور الأثر المجالي المصنوع من أنابيب الكربون شبه الموصلة فعاليته ككاشف حساس لعدد من الغازات المختلفة (<http://Faculty.ksa.edg>. تاريخ الاسترجاع : ١٤٣٢/١١/١٣هـ).



الشكل (١٧) ترانزستور مصنوع من

أنابيب الكربون النانوية

مجلة التقدم العلمي العدد ٦٦ ص ٩



الشكل (١٦) استخدام أنابيب الكربون النانوية في صناعة الترانزستور

<http://science-wired.blogspot.com>



الشكل (١٨) الشبكة النانوية .

<http://www.printedelectronicsworld.com>

ي - وفي مجال علمي آخر تستخدم أنابيب النانو في تصميم الدوائر الإلكترونية؛ لتفسير وتحليل البيانات ومنها الشبكة النانوية (Nanonet) كما يتضح من الشكل (١٨) وهي عبارة عن دوائر مكونة من العديد من أنابيب النانو. (صفات سلامة، ٢٠٠٩م ، ص ٧٠).



الشكل (١٩) استخدام أنابيب الكربون النانوية

في ابتكار مصعد فضائي .

<http://vb.tgareed.com>

ق - تسعى وكالة الفضاء الأمريكية (NASA) إلى ابتكار مصعد فضائي من أنابيب الكربون النانوية، كما يوضح الشكل (١٩) يصل ما بين الأرض والفضاء الخارجي لرحلات المستقبل، وهو عبارة عن كابل يمتد في الفضاء يمكن أن يستخدم لنقل الأشخاص والسفن الفضائية، ويمكن استخدامه - أيضاً - كنظام إطلاق عن طريق سحب المركبة الفضائية خارج نطاق الجاذبية، وإطلاقها خارج المجال الجوي بسرعة تصل إلى (٧) ميل في الثانية، ويصل طول الكابل (١٠,٠٠٠) ميل، ويتطلب ذلك عدد من المدعّمات الهائلة التي يصل طولها إلى (٥٠) كلم؛ لتدعيم الكابل المتصل بالأرض. (Manasi, 2008, p175).

٦- مخاطر الأنابيب الكربونية النانوية:

يترتب على أنابيب الكربون النانوية بعض المخاطر الصحية ومن الأمثلة على ذلك ما يأتي:

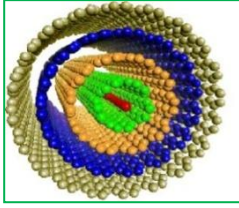
أ - أظهرت دراسة علمية حديثة من مركز جونسون للفضاء التابع لوكالة ناسا أن أنابيب الكربون النانوية تعد أكثر ضرراً من غبار الكوارتز الذي يسبب مرض السيليكوسيس المميت الذي يحصل بكثرة في أماكن العمل. (<http://konl.google.com> . تاريخ الاسترجاع: ١٠/٩/١٤٣٢هـ).

ب - كشفت دراسة أجراها أليكسندر بوتر من جامعة كامبريدج أن الأنابيب الكربونية لها القدرة على اختراق خلايا الجسم البشري، وتتجمع في الهيولي للخلية مما يؤدي إلى موتها، كما أنها قد تتسبب في التهابات وتليف الرئة، وإصابة بطانة الرئة بأورام متوسطة. (<http://ar.wikipedia.org> . تاريخ الإثارة: ١٠/٨/١٤٣٢هـ).

ج - " كشفت دراسة حديثة مشتركة بين جامعة فرجينيا الغربية، والوطنية للملاحة الجوية والفضاء الأمريكي (وكالة ناسا) والمعهد الوطني للسلامة المهنية والصحية (NIOSH) عن وجود علامات سمية بعد التعرض للأنابيب النانومترية الكربونية أحادية الجدران على الخلايا البشرية، وفسروا سبب الاستجابة للسمية من قبل خلايا الجلد البشري إلى وجود الحديد، وكنتيحة ثانوية لتصنيع الأنابيب الجزيئية بدلاً من أنابيب الكربون النانوية في حد ذاتها " . (نيلينا مالش ، ٢٠١١م ، ص ٢٩٩).

سادساً: الأنشطة التعليمية:

النشاط (١):



<http://www.aip.org/png>

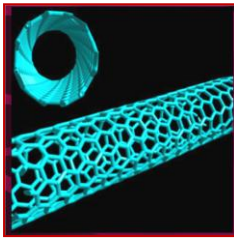
الهدف: صياغة تعريف دقيق لمفهوم الأنابيب الكربونية النانوية؟

المهمة: أعد صياغة مفهوم الأنابيب الكربونية النانوية الذي درست مستعيناً بالشكل المرفق ؟

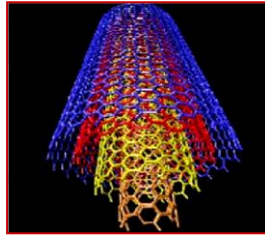
النشاط (٢):

الهدف: تحديد أنواع الأنابيب الكربون النانوية.

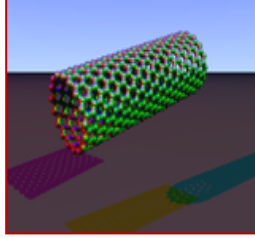
المهمة: بالتعاون مع أفراد مجموعتك حدد نوع أنابيب الكربون النانوية لكل من الأشكال الآتية:



<http://io9.com/carbon-nanotubes>



<http://www.nanotech-now.com>



<http://egyptscholars.org>



<http://news.discovery.com>

النشاط (٣):

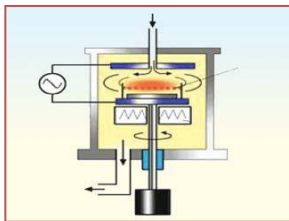
الهدف: تحديد خصائص أنابيب الكربون النانوية.

المهمة: حدد أربع خصائص تتميز بها أنابيب الكربون النانوية.

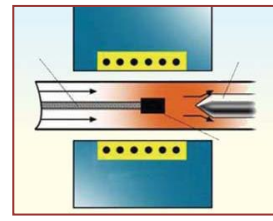
النشاط (٤):

الهدف: اكتشاف طريقة تصنيع الأنابيب الكربونية.

المهمة: أمامك شكلان يوضحان طريقتين من طرق تصنيع الأنابيب النانوية، بالتعاون مع أفراد مجموعتك، حدد هاتين الطريقتين، موضحاً على كل شكل المعلومات المطلوبة كما تشير الأسهم، ومفسراً طريقة تصنيع كل منهما.



مجلة التقدم العلمي، عدد: ٦٦، ص ٢٠

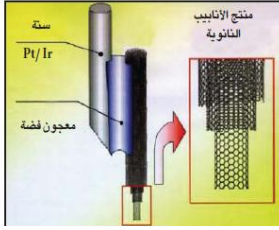


مجلة التقدم العلمي، عدد: ٦٦، ص ١٩

النشاط (٥):

الهدف: اكتشاف تطبيق من تطبيقات أنابيب الكربون النانوية.

المهمة: بالتعاون مع أفراد مجموعتك تأمل في الشكل الآتي محاولاً اكتشاف نوع الابتكار الذي يشير إليه الشكل.

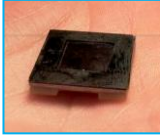


مجلة التقدم العلمي، عدد: ٦٦، ص ٢١

النشاط (٦):

الهدف: استنتاج وظيفة البطاريات النانوية.

المهمة: يمثل الشكل المقابل أحد أنواع البطاريات النانوية، وضح وظيفة هذا النوع من البطاريات.



سابعاً: التقويم البنائي:

- ١ - عرف أنابيب الكربون النانوية.
- ٢ - من هو العالم مكتشف أنابيب الكربون النانوية ؟ وضح كيف تم اكتشافها ؟
- ٣ - تتميز أنابيب الكربون النانوية بالعديد من الخصائص الفريدة، اذكر ثلاثاً منها.
- ٤ - اشرح طريقة واحدة من طرق تصنيع أنابيب الكربون النانوية.
- ٥ - اذكر تطبيقين من التطبيقات العملية لأنابيب الكربون النانوية.
- ٦ - لأنابيب الكربون النانوية بعض الآثار الجانبية على صحة الإنسان. اذكر بعضاً من تلك المخاطر.
- ٧ - اكتب تقريراً مختصراً معبراً فيه عن اتجاهاتك، نحو مفهوم أنابيب الكربون النانوية، والفوائد التي استفدتها من دراستك له.

ثامناً: التغذية الراجعة:

تستهدف عملية التغذية الراجعة تحسين أداء الطلاب لاكتساب العمليات المعرفية المتعلقة بمفهوم أنابيب الكربون النانوية، وذلك من خلال تقديم معلومات وخبرات تعزز من اكتساب الطلاب لتلك العمليات المعرفية، ومناقشة الطلاب في إجاباتهم على أسئلة التقويم، وإتاحة الفرصة لهم لتصحيح استجاباتهم لتلك الأسئلة، واكتشاف المعلومات التي يمكن أن تحسن من أدائهم، للاستمرار نشاطهم وإحداث التغيير الإيجابي المرغوب في سلوكهم لاكتساب المهارات المعرفية المرتبطة بمفهوم أنابيب الكربون النانوية.

تاسعاً : التدريب المنزلي: اكتب تقريراً علمياً يتناول مفهوم أنابيب الكربون النانوية من جميع جوانبه كما درست، مدعماً تقريرك بالأدلة والبراهين العلمية، والأمثلة التوضيحية، مفسراً لما تقول.

النموذج (٥)

الجسيمات النانوية (Nano particles)

الفئة المستهدفة: طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي.

منفذ البرنامج: الباحث.

المدة الزمنية لتنفيذ البرنامج : ٤٠ دقيقة.

أولاً: الأهداف الإجرائية لمفهوم الجسيمات النانوية:

يتوقع من الطالب في نهاية البرنامج التعليمي أن يكون قادراً على:

- ١- صياغة تعريف علمي للجسيمات النانوية.
 - ٢- تحليل مفهوم الجسيمات النانوية إلى حقائقه وعناصره الأساسية.
 - ٣- إعطاء أمثلة توضيحية للجسيمات النانوية.
 - ٣- اكتشاف خصائص الجسيمات النانوية.
 - ٤- مناقشة طريقة واحدة من طرق تصنيع الجسيمات النانوية.
 - ٥- توضيح بعض التطبيقات العملية لجسيمات النانو.
 - ٦- ذكر أمثلة توضيحية لمخاطر الجسيمات النانوية.
 - ٧- تحليل مخاطر الجسيمات النانوية.
 - ٩- إبداء موقفه واتجاهه نحو مفهوم الجسيمات النانوية.
- ثانياً: مواد وتقنيات التعليم المساعدة في تنفيذ البرنامج التعليمي لمفهوم الجسيمات النانوية:

- ١- جهاز الداتاشو.
- ٢- برمجية الوسائط المتعددة.
- ٣- دليل المعلم.
- ٤- المحتوى التعليمي للبرنامج الخاص بمفهوم الجسيمات النانوية.
- ٥- أوراق العمل المتضمنة أنشطة البرنامج التعليمي لمفهوم الجسيمات النانوية.

ثالثاً: طريقة تنفيذ البرنامج التعليمي:

الطريقة الاستقصائية: وهي عبارة عن نموذج من نماذج التعلم الاستقصائي تعتمد على وضع الطلاب في موقف تعلم إشكالي مرتبط بمفاهيم تكنولوجيا النانو، وتقديم مسائل وقضايا تثير اهتمامهم وتفكيرهم، وتدفعهم إلى استخدام حواسهم، ومهارات تفكيرهم، وخيالهم العلمي، لممارسة أنشطة التعلم الاستقصائي، والتعمق في دراسة الموقف المشكل من خلال دقة الملاحظة، وتحديد المشكلة، وتكوين فرضيات، وتقديم

إجابات مبدئية لحل المشكلة، وجمع المعلومات والحقائق، وتنظيمها، ومقارنتها، ومناقشة الفرضيات، والتحقق منها، واختبار أدلتها، واستخلاص النتائج، وتحليلها، وتفسيرها، والتحقق منها للوصول إلى النتيجة النهائية الصحيحة؛ بهدف تكوين منظومه فكرية مفاهيمية لتكنولوجيا النانو لدى الطلاب من خلال ممارسة أنشطة التعلم الاستقصائي، وتطبيقها في مواقف تعليمية جديدة.

رابعاً: الخطوات الإجرائية لتنفيذ البرنامج التعليمي لمفهوم الجسيمات النانوية:

- ١- إشعار الطلاب بالأهداف التعليمية التي يتعين عليهم تحقيقها في نهاية البرنامج.
- ٢- التهيئة التحفيزية: تستهدف عملية التهيئة التحفيزية تنشيط العمليات الذهنية لدى الطلاب لاكتساب العمليات المعرفية المفاهيمية لمفهوم الجسيمات النانوية. ولتحقيق هذه الغاية يتم مناقشة الطلاب حول مفهوم أنابيب الكربون النانوية الذي تعلموه في الدرس السابق، ثم عرض مقاطع فيديو وثائقية عن الجسيمات النانوية بواسطة برمجية الوسائط المتعددة لجذب اهتمامهم وتشويقهم إلى اكتساب المعارف والمهارات المتعلقة بمفهوم الجسيمات النانوية.
- ٣- تقسيم الطلاب إلى مجموعات عمل تعاونية صغيرة يتراوح عدد أفراد كل مجموعة ما بين (٤-٥) طلاب، لتنفيذ أنشطة البرنامج، والمناقشة والتحاور فيما بينهم حول مفهوم الجسيمات النانوية.
- ٤- تحديد مفهوم الجسيمات النانوية، وعرضه على الطلاب، وطرح أسئلة تقود إلى استخلاص مدلوله العلمي، وتحليله إلى عناصره الأساسية، والكشف عن العلاقات القائمة بين مكوناته.
- ٥- تقديم الخبرات التعليمية المتعلقة بمفهوم الجسيمات النانوية من خلال عرض المحتوى التعليمي للبرنامج على الطلاب عبر برمجية الوسائط المتعددة، ومناقشتهم حولها، وإتاحة الفرصة لهم لطرح تساؤلاتهم، وتحليله والتعمق في دراسته، وجمع الأدلة وتنظيمها وتحليلها، عن طريق الاستقصاء العلمي الدقيق، وتفحص الحقائق، واستخلاص النتائج المعقولة، والكشف عن علاقات جديدة، والبرهنة عليها، وذلك بهدف اكتساب المهارات المعرفية، والاتجاهات الإيجابية المرتبطة بمفهوم الجسيمات النانوية، من حيث مدلوله، وأمثله، وخصائصه، والتعرف على تقنيات تصنيع الجسيمات النانوية، وأهم تطبيقاتها النانوتكنولوجية، ومخاطرها على صحة الإنسان، وبيئته.
- ٦- ممارسة الطلاب لأنشطة التعلم الاستقصائي الفردي والجماعي في إطار الهدف المحدد من كل نشاط، وتحديد المهمات التي ينبغي إنجازها من قبل الطلاب، ويتم تنفيذ الأنشطة من خلال أوراق العمل المعدة لذلك، ومتابعتهم أثناء إجراء تنفيذها، ومساندتهم وإرشادهم، وتقديم التغذية الراجعة المباشرة، لإنجاز النشاط، وتحقيق الهدف المحدد منه.

٧- تقويم اكتساب الطلاب للعمليات والمهارات المعرفية المرتبطة بمفهوم الجسيمات النانوية عن طريق إجراء تقويم بنائي، يتضمن أسئلة تشخيصية؛ للكشف عن مدى إتقان الطلاب للعمليات العقلية، والمهارات المعرفية لمفهوم الجسيمات النانوية.

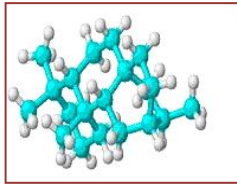
٨- التعرف على اتجاهات واهتمامات الطلاب الإيجابية أو السلبية نحو مفهوم الجسيمات النانوية، من خلال مناقشتهم مناقشة استقصائية، تسهم في التعرف على اتجاهاتهم ومواقفهم نحو مفهوم الجسيمات النانوية، وما اكتسبوه من خبرات تعليمية جديدة، وكيفية الاستفادة منها في تطوير قدراتهم وإبداعاتهم، أو تكليفهم بكتابة تقرير مصغر يُعبرون فيه عن اتجاهاتهم، وأفكارهم، واهتماماتهم نحو مفهوم الجسيمات النانوية، وأهمية تعلمه بالنسبة لهم.

خامساً: محتوى البرنامج التعليمي لمفهوم الجسيمات النانوية:

حظيت الجسيمات النانوية باهتمامات علمية واسعة النطاق، وقد استقطب هذا الاهتمام كثير من المهتمين بتكنولوجيا النانو وتطبيقاتها العملية متنوعة المجالات؛ ومصدر هذه الاهتمام يعود لخصائصها الفريدة الكيميائية، والفيزيائية، والكهربائية والمغناطيسية، والالكترونية عالية الكفاءة، التي أهلتها لأن تكون أنموذجاً مثالياً للعديد من التطبيقات العلمية الطبية، والهندسية، والالكترونية ونحوها، علاوة على أنها فتحت آفاقاً علمية واسعة أمام جيل جديد من الباحثين في مختلف المجالات العلمية والمعرفية لاكتشافات علمية جديدة. ونظراً لما تمثله الجسيمات النانوية من مكانة بالغة الأهمية في تكنولوجيا النانو، تجدر الإشارة هنا إلى إلقاء الضوء على الجسيمات النانوية من حيث مفهومها، وخصائصها، وكيفية تصنيعها، وتطبيقاتها العملية المتنوعة، وبعض آثارها السلبية على صحة الإنسان؛ بهدف تكوين قاعدة معرفية ومفاهيمية تتلاءم مع قدرات المتعلمين، وتعميق الفهم لديهم لمفهوم الجسيمات النانوية، وإعطائه بُعداً ذا معنى له دلالة العلمية في نفوس الطلاب.

١- مفهوم الجسيمات النانوية (Nano particles) :

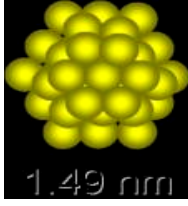
الجسيمات النانوية هي: تجمع ذري أو جزيئي ميكروسكوبي يتراوح عددها ما بين بضع من الذرات أو الجزيئات إلى مليون ذرة مرتبط ببعضها بشكل كروي تقريباً بنصف قطر أقل من (١٠٠) نانومتر، كما يوضح الشكل (١) فجسيم نصف قطره نانومتر واحد مثل: السليكون يحتوي على (٢٥) ذرة أغلبها على سطح الجسيم، وهذا يختلف عن الجزيء الذي قد يتضمن عدداً من الذرات، حيث إن أبعاد الجسيم النانوي تقل عن أبعاد حرجة لازمة لحدوث ظواهر فيزيائية معينة مثل: متوسط المسار الحر الذي تقطعه الالكترونات بين تصادمين متتاليين مع الذرات المهتزة، وهذا يحدد التوصيلة الكهربائية. (محمد، ٢٠١٠م، ص ٣٧).



الشكل (١) التركيب الجزيئي لجسيمات السليكون النانوية
<http://prfo.taifedu.gov>

❖ تحليل مفهوم الجسيمات النانوية :

يتضمن مفهوم الجسيمات النانوية الحقائق العلمية الآتية:



الشكل (٢) جسيمات الذهب

<http://communitynano.com>

أ- الجسيمات النانوية نوع من أنواع المواد نانوية تقل أقطارها عن (١٠٠) نانومتر تتجمع مع بعضها البعض على شكل كتل بنائية، فيرتبط بعضها مع البعض الآخر بقوة كبيرة، والشكل (٢) يوضح التركيب الجزيئي لجسيمات الذهب.

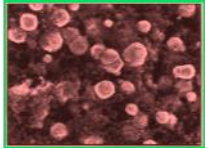
ب - الجسيمات النانو هي مواد نانوية تقاس بوحدة النانومتر، وتتميز ببعض الخصائص الفيزيائية، والكيميائية والكهربائية، والهندسية، وتعتمد هذه الخصائص على حجم الجسيمات النانوية متناهية الصغر مقارنة مع الجسيمات الأكبر من نفس المواد.

ج - تختلف الجسيمات النانوية عن الجزيئات النانوية؛ لأنه كلما تغير الحجم تغيرت الخصائص الفيزيائية والكيميائية، والكهربائية ونحوها من خصائص المواد النانوية.

٢- أمثلة توضيحية للجسيمات النانوية:

تعدد أشكال الجسيمات النانوية ومنها: جسيمات الذهب، وجسيمات الفضة، وجسيمات البلاتين، وجسيمات الحديد، ولكل من هذه الجسيمات خصائصها الفريدة، وتطبيقاتها العلمية، ومن الأمثلة على ذلك ما يأتي:

مثال (١):



الشكل (٣) جسيمات البلاتين المرسبة

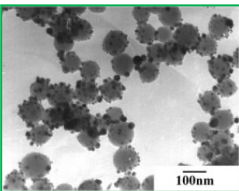
كهروكيميائياً

<http://ar.wikipedia.org>

جسيمات البلاتين (Platinum nanoparticles) النانوية، كما يوضح الشكل (٣) تتراوح أحجامها ما بين (٢-٣) نانومتر، في شكل معلق أو مادة غروية، ولها تطبيقات علمية واسعة في مجال الطب.

<http://ar.wikipedia.org>. تاريخ الاسترجاع : ١١/٢٥/١٤٣٢هـ .

مثال (٢):

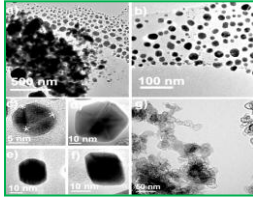


الشكل (٤) جسيمات الحديد النانوية

<http://ar.wikipedia.org>

جسيمات الحديد النانوية (nanoscale iron particles) المكونة من عنصر الحديد تقل أقطارها عن ميكرومتر واحد شديدة التفاعل؛ لزيادة نسبة مساحتها السطحية بالمقارنة مع حجمها الطبيعي كما يوضح الشكل (٤) وتستخدم في كثير من التطبيقات الطبية والمختبرية. <http://ar.wikipedia.org>. تاريخ الاسترجاع : ١١/٢٥/١٤٣٢هـ .

مثال (٣):



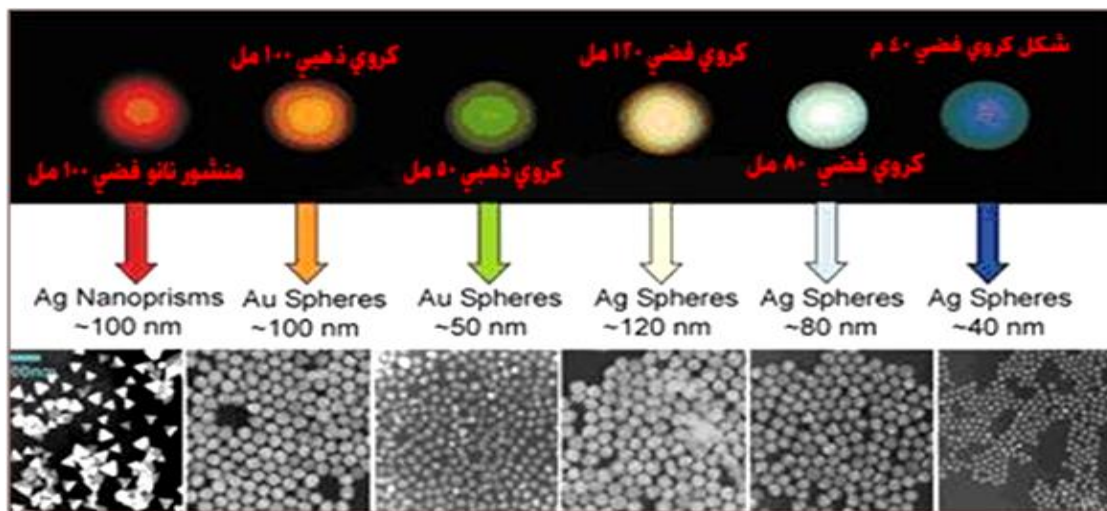
الشكل (٥) جسيمات الفضة النانوية
<http://ar.wikipedia.org>

جسيمات الفضة النانوية: وهي عبارة عن جسيمات متناهية الصغر يتراوح حجمها ما بين (١-١٠٠) نانومتر، كما يوضح الشكل (٥) تتميز بخواص كهربائية ومغناطيسية فريدة، ولها تطبيقات واسعة في مجال المواد المحفزة، والبصريات والالكترونيات، وتستعمل كمضادات للبكتيريا والفطريات، كما تستخدم في بعض المنتجات الاستهلاكية. <http://ar.wikipedia.org>. تاريخ الاسترجاع: ١٤٣٢/١١/٢٥هـ.

٣- خصائص الجسيمات النانوية:

تتميز الجسيمات النانوية بالعديد من الخصائص الفيزيائية، والكيميائية، والكهربائية، والمغناطيسية، وقد حدد الاسكندراني (٢٠١٠م، ص ص ٨٠-٨٢) بعض خصائص الجسيمات النانوية من أهمها ما يأتي:

أ - تختلف خصائص الجسيمات النانوية كلما قلت أبعاد أقطارها عن نظائرها من المواد كبيرة الجسيمات، ومن هذه الخواص؛ خاصيتي التشتت والانكسار الضوئي (light scattering) لسطح المادة، وعلى سبيل المثال: فإن اللون المعروف لجسيمات الذهب النقي التي تزيد أقطارها عن (٢٠٠) نانومتر هو اللون الذهبي الأصفر المعروف، ولكن إذا ما تم تصغير هذه الجسيمات إلى أقل من (٢٠) نانومتر؛ فإنها تكون شفافة عديمة اللون، وكلما صغرت أبعاد أقطار الجسيمات النانوية؛ فإن هذه الجسيمات تظهر بألوان مختلفة من الأخضر إلى البرتقالي ثم الأحمر، وذلك وفقاً لقيم مقاييس أبعاد أقطارها كما يوضح الشكل (٦) ويعد مجال الالكترونيات والبصريات أهم المجالات التطبيقية لهذه الخاصية.



الشكل (٦) تغير لون محلول جسيمات النانو الذهبية والفضية تبعاً لأحجام وأشكال الجسيمات
<http://www.almhml.com>

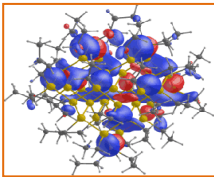
ب - تتأثر قيم درجات حرارة انصهار المادة بتصغير أبعاد مقاييس حبيباتها، ومن الأمثلة على ذلك: فلز الذهب يتحول إلى الحالة السائلة عند درجة حرارة (١٠٦٤م) ولكن عندما تقل أقطار حبيباته إلى (١،٣٥) نانومتر تنخفض درجة انصهاره إلى (٥٠٠م) رغم تساوي حبيبات الذهب ذات الأقطار المختلفة في التركيب الكيميائي وخلوها من الشوائب، ومن هذه العلاقة يتضح أنه بالإمكان التأثير في خواص وسلوك المادة من خلال تصغير مقاييس حبيباتها؛ مما يسفر عن تطبيقات نانوتكنولوجية متعددة المجالات، دون إضافة أي مواد أو عناصر أخرى إليها، كما هو متبع في تكنولوجيا تصنيع المواد التقليدية. ويرر علماء الفيزياء سبب تناقص قيم نقط انصهار المادة مع تناقص مقاييس حبيباتها إلى الزيادة الطارئة على مساحات أسطحها الخارجية، واختلاف ترتيب ذرات فلز الحديد عما كانت عليه سابقاً في وضعها الطبيعي.

ج - تعتمد قوة المغناطيس اعتماداً كلياً على مقاييس جسيمات المادة المصنوع منها المغناطيس؛ فكلما صغرت تلك الجسيمات وتزايدت مساحة أسطحها الخارجية - بالإضافة إلى تزايد عدد الذرات على تلك الأسطح - كلما زادت قوة وفعالية المغناطيس وشدته. وتعد المواد النانوية ذات الخواص المغناطيسية أهم مصادر المواد التي تدخل في إنتاج المغناطيسيات فائقة الشدة المستخدمة في المولدات الكهربائية الضخمة، ومحركات السفن، والبواخر العملاقة، كما تدخل الجسيمات النانوية للمواد المغناطيسية في صناعة أجهزة التحليل فائقة الدقة، وكذلك في صناعة أجهزة التصوير بالرنين المغناطيسي (Magnetic Resonance Imaging) بالإضافة كذلك إلى أجهزة التشخيص الطبي (Medical Diagnostics).

د - تتميز الجسيمات النانوية بقدرتها الفائقة على توصيل التيار الكهربائي، وقد أسهمت هذه الخاصية في استخدام المواد النانوية في صناعة أجهزة الحساسات الدقيقة، والشرائح الإلكترونية، كما يبين الشكل (٧) في كثير من الأجهزة الإلكترونية الحديثة، كما تستخدم بدرجة كبيرة في صناعة مكونات الهواتف الخلوية والحاسبات؛ مما كان له أبلغ الأثر في ابتكار أجهزة خفيفة الوزن، وعالية الجودة، وأقل تكلفة.



الشكل (٧) شريحة إلكترونية نانوية
<http://syrbook.gov.sy/content>

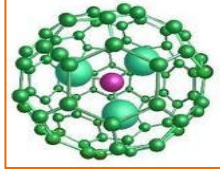


الشكل (٨) التركيب الجزيئي لجسيمات السيليكون

<http://ugu.edu.sa>

هـ - إضافة إلى الخواص الأربع الآتية الذكر؛ فإن صلابة الجسيمات النانوية تفوق صلابة مثيلاتها من الجسيمات كبيرة الحجم، فمثلاً: صلابة جسيمات النانو المصنعة من السيليكون كما يوضح الشكل (٨) تفوق مادة السيليكون مئات المرات فقد تصل إلى صلابة الياقوت والماس. (<http://ugu.edu.sa>). تاريخ الاسترجاع: ١١/٢٤/١٤٣٢هـ).

و- جسيمات النانو ذات أبعاد أقل من الأطوال الموجية للضوء المرئي؛ ولذلك لا تعكس أو تكسر الضوء المرئي؛ مما يجعلها ذات شفافية عالية، يمكن استخدامها في تغليف كثير من المنتجات الغذائية والاستهلاكية دون أن يؤثر على لونها، مثل الأغلفة الشفافة ومواد التجميل (<http://ugu.edu.sa>). تاريخ الاسترجاع : ١٤٣٢/١١/٢٤هـ).



الشكل (٩) زيادة مساحة السطح بالنسبة لحجم الجسيمات
<http://ugu.edu.sa>

ز- كلما صغر حجم الجسيمات النانوية فإن نسبة وجود الذرات على السطوح الخارجية لهذه الجسيمات تزداد بدرجة كبيرة إذا ما قورنت نسبة وجودها على السطوح الخارجية للجسيمات كبيرة الحجم، كما يوضح الشكل (٩) وهذا من أهم العوامل في زيادة نشاطها الكيميائي. (الاسكندراني، ٢٠٠٩م، ص ٢٦) .

٤- طرق تصنيع جسيمات النانو:



الشكل (١٠) جهاز التبخر الكيميائي لتصنيع الجسيمات النانوية.
<http://ar.wikipedia.org>

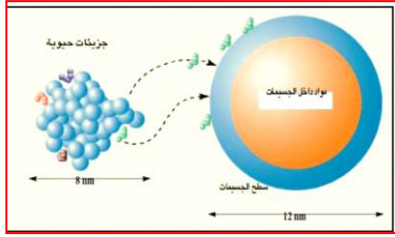
تُصنع الجسيمات النانوية بأكثر من طريقة ومنها: طريقة الاحتكاك؛ فبواسطة عملية الطحن تحتك الجزيئات الكبيرة والدقيقة ببعضها في طاحونة كروية كوكبية خاصة، أو بطريقة الانحلال الحراري التي يتم فيها توجيه السوائل والغازات عبر فتحة صغيرة تحت ظروف خاصة من الضغط العالي أو الاحتراق، وغالباً ما ينتج من عملية الانحلال الحراري تجمعاً وتكتلاً من الجسيمات

الدقيقة بدلاً من الجزيئات الأولية المنفردة، أو عبر جهاز التبخر الكيميائي، كما يوضح الشكل (١٠) (<http://ar.wikipedia.org>). تاريخ الاسترجاع : ١٤٣٢/١١/٢٥هـ).

٥- التطبيقات العملية للجسيمات النانوية:

الجسيمات النانوية مواد على مقياس النانومتر تتمتع بخصائص متميزة، تؤهلها لتطبيقات طبية، وتكنولوجية، والإلكترونية، وبيئية متعددة المجالات، ومن أهم تلك التطبيقات ما يأتي:

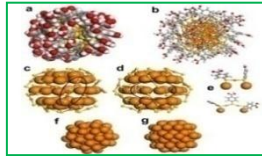
أ - استخدام الطرق العلاجية التقليدية في توصيل الأدوية الطبية إلى جسم الإنسان، يواجه العديد من المشكلات الطبية مثل: صعوبة امتصاصها في الأمعاء، وانخفاض مستوى تركيزها في معالجة الخلايا المستهدفة، ومقاومة الجسم لها؛ لهذه الأسباب يبحث الأطباء عن طرق جديدة لإيصال الدواء إلى الخلايا المصابة على وجه التحديد.



الشكل (١١) توظيف الجسيمات النانوية لتوصيل الدواء إلى موضع الإصابة من الجسم .
مجلة العلوم والتقنية ج ١ العدد ٦٦، ص ٣٢

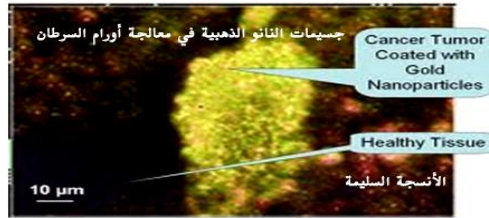
وقد كشفت الأبحاث المنشورة حديثاً في التطبيقات الطبية لتكنولوجيا النانو، أن الجسيمات النانوية متناهية الصغر أفضل الأنظمة لتوصيل العلاج إلى أجزاء محددة من جسم الإنسان، والقدرة على التحكم في جرعات العلاج على فترات زمنية مختلفة، ومتابعة استجابة العضو أو النسيج المصاب للدواء، علاوة على التقليل من الآثار الجانبية للدواء، وإعطاء كفاءة امتصاص عالية للعلاج. وهذا يعود بطبيعة الحال إلى صغر حجم الجسيمات النانوية، وسهولة التحكم في شكلها وحجمها، وسهولة انتقالها عبر الشعيرات الدموية الدقيقة، والأغشية الحيوية، وإيصال الدواء إلى الموضع المستهدف معالجته من الجسم. (الهدلق، ٢٠٠٧م، ص ٣٤) انظر الشكل (١١).

ب - تمكن العالم العربي المصري الأصل، الأمريكي الجنسية البروفسور: مصطفى السيد من توظيف حبيبات الذهب النانوية (Nano Gold particles) في معالجة الأورام السرطانية. وقد ارتبطت الحبيبات الذهبية باسم القذائف؛ لأنها تنطلق عند حقنها بالجسم مثل: طلقات القذائف الموجهة لتصيب الورم السرطاني دون أن تتضرر الخلايا السليمة المجاورة. (الإسكنداري، ٢٠١٠م، ص ٢٠٢). انظر الشكلين (١٢) و(١٣).



الشكل (١٤) صورة مكبرة للجسيمات الذهب النانوية

<http://www.livbit.com>

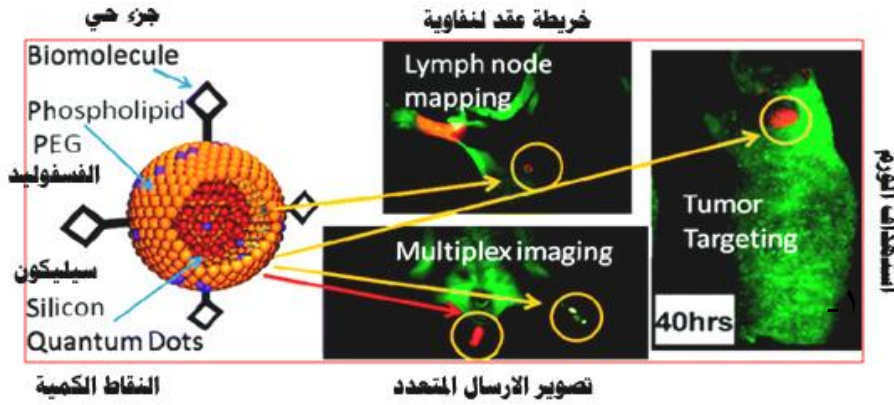


الشكل (١٣) صورة توضح استخدام الجسيمات

النانوية في معالجة الأورام السرطانية

<http://www.arabinvent.com>

ج - تستخدم جسيمات النانو حالياً في معالجة أحد السرطانات الأكثر شيوعاً وفتكاً بالأطفال، ويعرف بسرطان الخلايا النجمية (Astrocytome) ويمثل هذا النوع من الأمراض (٤٠٪) من الأورام الدماغية، ويأتي في المرتبة الثالثة بين سرطانات الأطفال (رمو، ٢٠٠٨م، ص ٦) والشكل (١٤) يوضح كيفية استخدام جسيمات السيليكون في معالجة الأورام السرطانية.



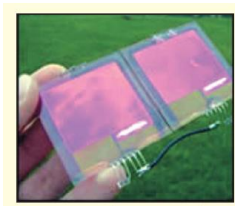
الشكل (١٤) استخدام جسيمات السيليكون في معالجة الأورام السرطانية <http://www.sciencedirect.com>

د - يمكن أن تسهم جسيمات النانو المرتبطة بالمواد المتباينة (Contrast agents) في رفع كفاءة التصوير الطبي التشخيصي ودقته في اكتشاف النسيج المريض قبل انتشاره في الجسم؛ حيث تتغير الخصائص الفيزيائية لهذه الجسيمات، وبالإمكان التحكم فيها ومتابعتها من حين دخولها للجسم وحتى وصولها للخلايا المريضة وارتباطها بها. (الهدلق، ٢٠٠٨م، ص ٣١).



الشكل (١٥) أشكال بلورية ثاني أكسيد التيتانيوم (مجلة التقدم العلمي العدد ٦٦، ص ٢٦)

هـ - تم توظيف حبيبات ثاني أكسيد التيتانيوم (TiO_2) النانوية، كما يتبين من الشكل (١٥) في طلاء جدران غرف العمليات الجراحية وغرف المرضى بالمستشفيات. وقد أثبتت التجارب الميدانية التي أجريت لاختبار فعالية تلك الحبيبات قدرتها على القضاء على أنواع مختلفة من البكتيريا والميكروبات، وبعض الفيروسات التي قد تتراكم على أسطح تلك الجدران. (الاسكندراني، ٢٠١٠م، ص ١٦١).



الشكل (١٦) تطوير خلايا شمسية باستخدام بلورات ثاني أكسيد التيتانيوم (مجلة التقدم العلمي العدد ٦٦، ص ٢٨)

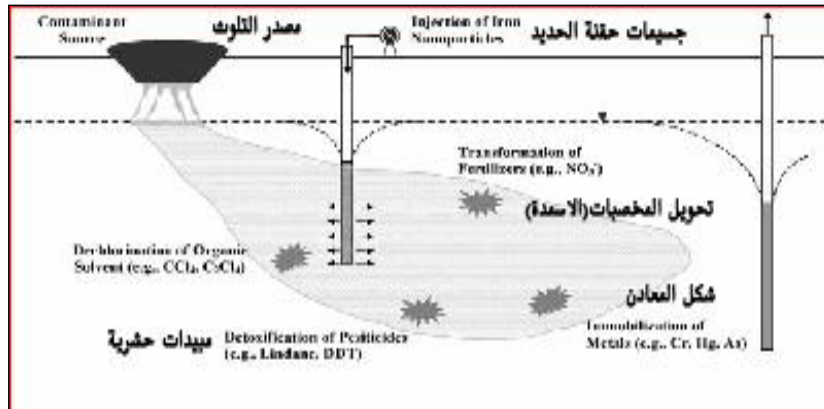
و- صناعة أشباه موصلات في عملية تعرف باسم التلميع الكيميائية والميكانيكية التي تدخل في الحاسبات الالكترونية عن طريق تغليف أسطح الرقائق الالكترونية الموصلة بجسيمات النانو لتكون أكثر كفاءة وفعالية. (لين، ٢٠٠٩م، ص ٢٢٦).

ح - إنتاج الخلايا الشمسية ذات الصبغة الحساسة التي تعتبر أقل تكلفة من حيث الإنتاج، كما يوضح الشكل (١٦) وقد أنشئ مصنع لهذا النوع من الخلايا الشمسية في استراليا عام (٢٠٠١م). (لين، ٢٠٠٩م، ص ٢٤).

ط - توظيف الجسيمات النانوية مرتفعة الصلابة والمتانة مثل: جسيمات أكسيد الألمنيوم، وأكسيد الزركونيوم في تغليف الأسطح الداخلية لاسطوانات المحركات؛ بهدف زيادة العمر الافتراضي لتلك المحركات، ووقايتها من التآكل بالاحتكاك الذي تتعرض له أثناء عمليات التشغيل؛ نتيجة لتلامس مكوناتها الفلزية بعضها مع بعض

في الأماكن المرتفعة الحرارة، والتي تفقد معها الزيوت المستخدمة في التبريد كفاءتها؛ وذلك نظراً إلى انخفاض معدلات استهلاك الوقود، وزيوت التشحيم والتبريد، وهذا بدوره يؤدي إلى انخفاض نسبة كمية الكربون الناتجة من عوادم المحركات. (الاسكندراني، ٢٠١٠م، ص ٧٧).

ي - أثبتت التجارب التي أجريت على جسيمات الحديد النانوية فاعليتها في معالجة المياه الجوفية الملوثة أو التربة الملوثة، كما يوضح الشكل (١٧) وأظهرت الاختبارات الأولية انخفاض نسبة المركبات العضوية المتطايرة إلى أكثر من (٩٠٪) وانخفاض الملوثات الأخرى إلى مستويات متدنية وصلت بجودة المياه الجوفية إلى المعايير المطلوبة. (توي، ٢٠٠٩م، ص ١٣٧).



الشكل (١٧) طريقة استخدام جسيمات الحديد في معالجة المياه الجوفية والتربة الملوثة.

<http://www.lehigh.edu>

ق - تستخدم الجسيمات النانوية لشحن البطاريات عن طريق تصنيع أقطاب من جسيمات نانوية لا يزيد بعدها عن (٢٥) نانومتر، تقوم خلال ست دقائق أو أقل بشحن البطارية القديمة، بدلاً من ساعتين وهي الفترة التي تستغرقها البطاريات المستخدمة حالياً، وهي قابلة للشحن بمعدل (١٠,٠٠٠ - ٢٠,٠٠٠) مرة مقابل (٦٠٠ - ٧٠٠) مرة للبطارية الحالية، وسبب سرعة الشحن هو أن الجسيمات النانوية المستخدمة في هذا النوع من البطاريات لها مساحة سطحية كبيرة بالنسبة لوزنها؛ فالجسيمات النانوية المستخدمة في هذه البطاريات لها مساحة تعادل (٢١٠٠) لكل غرام بالمقارنة ب (٢٣) لكل غرام من المواد المستعملة حالياً. (ليلي العلي، ٢٠٠٩م، ص ١٦).

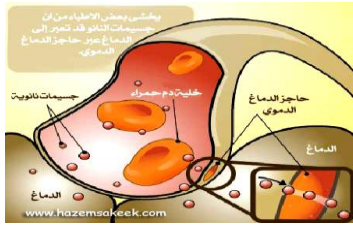
٦- المخاطر الصحية للجسيمات النانوية:

تقدم الجسيمات النانوية للإنسان الكثير من الفوائد والتطبيقات العملية واسعة النطاق، وبالرغم من ذلك فإنها لا تخلو من بعض الآثار الجانبية على صحة الإنسان، والكائنات الحية الأخرى، ومن أهم العوامل التي تجعل الجسيمات النانوية تُشكل مصدراً محتملاً لبعض المخاطر الصحية؛ أنها شديدة التفاعل مع غيرها من المواد الأخرى؛ بسبب نسبة مساحة السطح العالية التي يتواجد عليها عدد كبير من الذرات بالمقارنة إلى حجم

الجسيمات، وقدر رصد كل من توبي (٢٠٠٩م، ص ١١٧-١١٨) ومحمد (٢٠١٠م، ص ١٣١) بعض مخاطر الجسيمات النانوية والتي يمكن إيجازها في النقاط الآتية:

أ- الجسيمات النانوية العالقة في الهواء الناتجة من الدهانات أو البخاخات أو الغبار يمكن أن يستنشقها الإنسان؛ مما قد يؤدي إلى تهيج الرئتين وتعطيل وظائفها الحيوية، وبسبب صغر حجم الجسيمات النانوية؛ فإنها قد تتسلل إلى جسم الإنسان حتى مع استخدام وسائل الوقاية التقليدية مثل كمادات الوجه.

ب - تمتلك بعض الجسيمات النانوية تأثيراً محفزاً يمكنه أن يولد جذوراً حرة، وهذه قد تؤدي إلى أورام في جسم الإنسان.



الشكل (١٨) عبور جسيمات النانو الحاجز الدموي الدماغي

ج - يمكن للجسيمات النانوية المستخدمة في مستحضرات التجميل ودهانات الحمامات الشمسية أن تخترق البشرة؛ نظراً لدقة حجمها وزيادة نشاطها التحفيزي، وتحايلها على الجهاز المناعي للإنسان؛ حيث يمكنها العبور من خلال الحاجز الدموي الدماغي مسببة أضراراً بالغة لصحة الإنسان. انظر الشكل (١٨).

د - إذا ما تم امتصاص الجسيمات النانوية عبر جذور النباتات أو الأشجار أو الهواء فإنها ستصل حتماً إلى الإنسان والحيوان عن طريق الغذاء، ويمكن الخطورة هنا إذا احتوت هذه الجسيمات خلال مراحل تصنيعها على مواد ضارة، والأكثر خطورة في هذا الموضوع أن تكنولوجيا النانو بدأت تقتحم حقل المواد الغذائية والمنتجات الزراعية دون معرفة المستهلكين أو حتى فتح باب النقاش المجتمعي حول مخاطر تكنولوجيا النانو وإجراء الاختبارات الكامنة حول سلامتها.

ورغم هذه المخاطر الصحية إلا أنه لا يمكن الجزم أو التأكيد بأنها تمثل خطراً حقيقياً محدقاً بصحة الإنسان، وبيئته، والكائنات الحية الأخرى؛ نظراً لغياب الدراسات الدقيقة المتخصصة التي تثبت مدى خطورة هذه الجسيمات على صحة الإنسان وبيئته؛ لهذا فإن هناك حاجة ماسة لمزيد من الأبحاث والدراسات العلمية التي تؤكد مدىسمية هذه الجسيمات على صحة الإنسان، وبيئته.

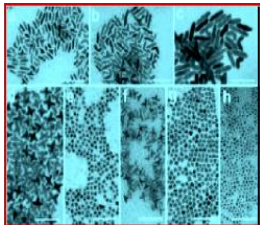
سابعاً: الأنشطة التعليمية:

النشاط (١):

الهدف: صياغة تعريف لمفهوم الجسيمات النانوية.

المهمة: بالتعاون مع أفراد مجموعتك، أعد صياغة مفهوم الجسيمات النانوية

بأسلوبك الخاص مستعيناً بالشكل المقابل.



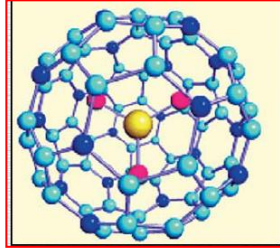
جسيمات متعددة الأشكال والأحجام

مجلة النانو العدد الأول، ٢٠٠٨م، ص ١٦

النشاط (٢):

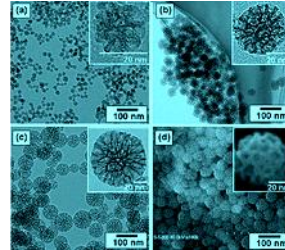
الهدف: استنتاج خاصيتين من خواص الجسيمات النانوية استناداً إلى الشكلين الآتيين.

المهمة: تأمل في الشكلين الآتيين، ثم استنتج خاصيتين من خصائص الجسيمات النانوية.



جسيمات نانوية

<http://ar.wikipedia.org>



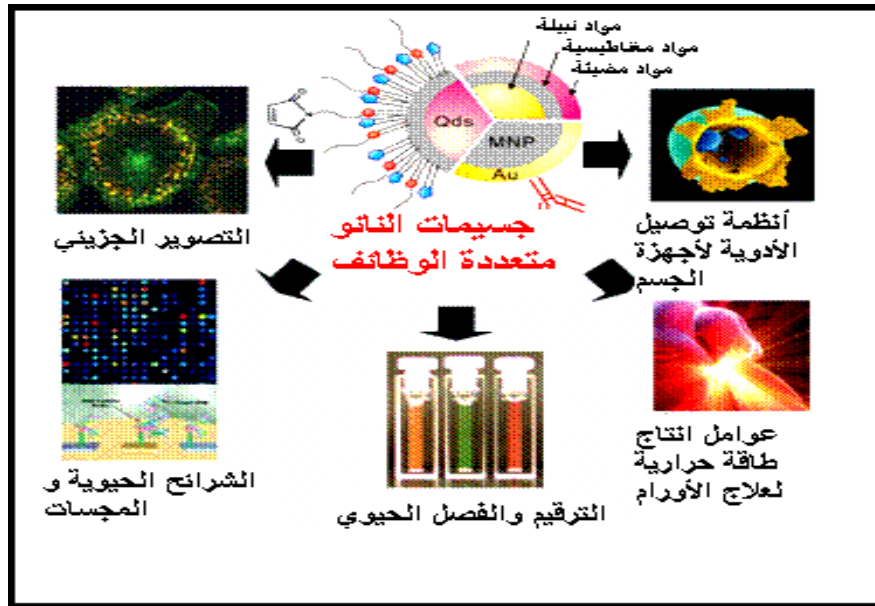
جسيمات السيليكا

<http://ar.wikipedia.org>

النشاط (٣):

الهدف: استنتاج خمس وظائف للجسيمات النانوية من خلال الشكل المرفق.

المهمة: استنتاج خمس وظائف للجسيمات النانوية استناداً إلى الشكل المرفق. صغ تسمية علمية واضحة لمضمون الشكل.



<http://knol.google.com>

النشاط (٤):

الهدف: تحليل سبب تغير ألوان جسيمات النانوية للذهب مستعيناً بالشكل المرفق.

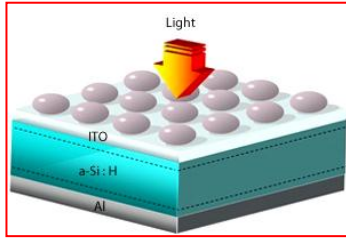
المهمة: يُمثل الشكل الذي أمامك جسيمات الذهب النانوية، ما سبب تباين ألونها؟ اقترح تسمية مناسبة للشكل؟



<http://www.zeitnews.org>

النشاط (٥):

الهدف: اكتشاف وظيفة من وظائف جسيمات أكسيد الألمنيوم من خلال الشكل المرفق.



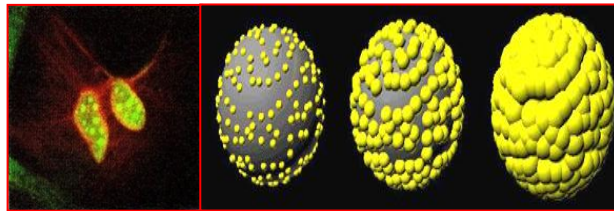
<http://qatana.net/paged:>

المهمة: يُمثل الشكل المقابل وظيفة من وظائف جسيمات أكسيد الألمنيوم، بالتعاون مع أفراد مجموعتك، وضح هذه الوظيفة مستعيناً بالشكل المرفق. اكتب تسمية علمية لمدلول هذا الشكل.

النشاط (٦):

الهدف: أن يفسر الطالب كيف يمكن توظيف جسيمات النانو الذهبية في معالجة الأورام السرطانية.

المهمة: بالتعاون مع أفراد مجموعتك، فسّر كيف يمكن معالجة الأورام السرطانية بواسطة جسيمات الذهب النانوية مستعيناً بالشكل المرفق.

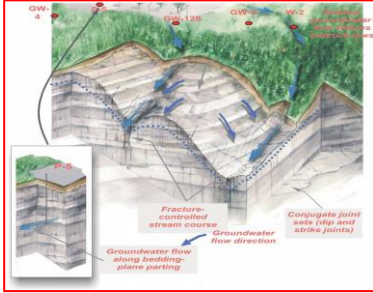


<http://www.saudicnt.org>

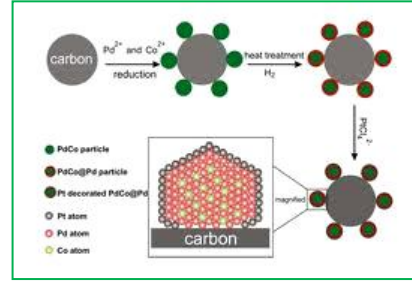
النشاط (٧) :

الهدف: اكتشاف بعض التطبيقات العملية للجسيمات النانوية من خلال الشكلين المرفقين.

المهمة: يُمثل كل شكل من الشكلين الآتين تطبيقاً علمياً للجسيمات النانوية، بالتعاون مع أفراد مجموعتك اكتشف نوع التطبيق العملي من خلال الدلالة العلمية لمضمون الشكل .



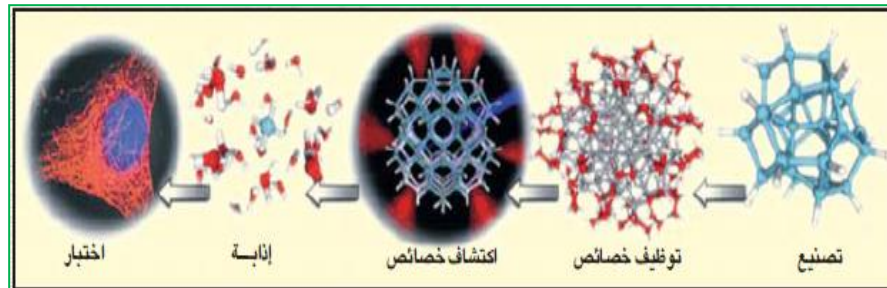
<http://www.lehigh.edu>



<http://www.genistra.com>

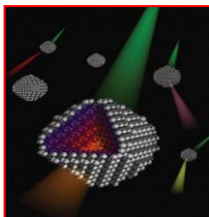
ثامناً: التقويم البنائي:

- ١- عرف مفهوم الجسيمات النانوية تعريفاً علمياً محدداً بأسلوبك وفهمك الخاص في ضوء دراستك له.
- ٢- أعط مثالين توضيحيين لمفهوم الجسيمات النانوية.
- ٣- ما طرق تصنيع الجسيمات النانوية ؟ ناقش طريقة واحدة منها ؟
- ٤- اكتب تعليقاً علمياً مناسباً على الشكل الآتي، ثم صيغ تسمية علمية تُعبر عن مدلوله العلمي.



مجلة التقدم العلمي العدد: ٦٦، ص ١٤

٥- تتميز الجسيمات النانوية بالعديد من الخصائص الفيزيائية، والكيميائية، والمغناطيسية، والضوئية، اذكر ثلاثاً منها، مفسراً لما تقول.



<http://pubs.acs.org>

٦- تُصدر الجسيمات النانوية ألواناً ضوئية متباينة كما يوضح الشكل المرفق، وضح كيف يمكن الاستفادة من هذه الخاصية في ابتكار أجهزة وأدوات تعتمد في إنتاجها على تقنية النانو ؟ اكتب تسمية علمية مناسبة لمضمون الشكل.

٧- للجسيمات النانوية بعض المخاطر على صحة الإنسان وبيئته، اذكر ثلاثة أمثلة لتلك المخاطر. علل لما تقول.

٨ - اكتب تقريراً مختصراً معبراً فيه عن اتجاهك، واهتمامك نحو مفهوم الجسيمات النانوية.

ثامناً: التغذية الراجعة:

استناداً إلى استجابات الطلاب في عملية التقويم التكويني يتم تقديم خبرات تعليمية ومقترحات تستهدف تطوير العمليات والمهارات المعرفية المتعلقة بمفهوم الجسيمات النانوية.

تاسعاً: تدريب منزلي:

اكتب تقريراً علمياً مفصلاً مناقشاً فيه مفهوم الجسيمات النانوية من حيث مدلول المصطلح، وخصائصه، ومخاطر جسيمات النانو على صحة الإنسان وبيئته، وتطبيقاتها النانوتكنولوجية، مدعماً تقريرك بالأمثلة والأدلة والبراهين.

النموذج (٦) المحفزات النانوية (Nanocatalysis)

الفئة المستهدفة: طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي.

منفذ البرنامج: الباحث.

المدة الزمنية لتنفيذ البرنامج : ٤٥ دقيقة.

أولاً: الأهداف الإجرائية لمفهوم المحفزات النانوية:

يتوقع من الطالب في نهاية البرنامج التعليمي أن يكون قادراً على:

- ١- تعريف المحفزات النانوية تعريفاً علمياً واضحاً.
 - ٢- تحليل مفهوم المحفزات النانوية إلى مكوناته الأساسية.
 - ٣- استنتاج القاعدة الأساسية التي يقوم عليها مفهوم المحفزات النانوية.
 - ٤- تحديد الهدف من استخدام المحفزات النانوية في تكنولوجيا النانو.
 - ٥- إعطاء أمثلة توضيحية للمحفزات النانوية.
 - ٦- تعرّف خصائص المحفزات النانوية.
 - ٧- تحديد أهم العوامل التي تحدد سلوكيات المواد النانوية المحفزة.
 - ٨- توضيح بعض التطبيقات العملية للمحفزات النانوية.
 - ٩- التعبير عن اتجاهه واهتمامه نحو مفهوم المحفزات النانوية.
- ثانياً: مواد وتقنيات التعليم المساعدة في تنفيذ البرنامج التعليمي لمفهوم المحفزات النانوية:

- ١- جهاز الداتاشو.
- ٢- برمجية الوسائط المتعددة.
- ٣- دليل المعلم.
- ٤- المحتوى التعليمي للبرنامج الخاص بمفهوم المحفزات النانوية.
- ٥- أوراق العمل المتضمنة أنشطة البرنامج التعليمي لمفهوم المحفزات النانوية.

ثالثاً: طريقة تنفيذ البرنامج :

الطريقة الاستقصائية: وهي عبارة عن نموذج من نماذج التعلم الاستقصائي، تعتمد على وضع الطلاب في مواقف تعلم إشكالية مرتبطة بمفاهيم تكنولوجيا النانو، وتقديم مسائل وقضايا تثير اهتمامهم وتفكيرهم، وتدفعهم إلى استخدام حواسهم، ومهارات تفكيرهم، وخيالهم العلمي، لممارسة أنشطة التعلم الاستقصائي

والتعمق في دراسة الموقف المشكل من خلال دقة الملاحظة، وتحديد المشكلة، وتكوين فرضيات، وجمع المعلومات والحقائق، وتنظيمها ومقارنتها، ومناقشة الفرضيات، والتحقق منها واختبار أدلتها، واستخلاص النتائج، وتحليلها، وتفسيرها، والتحقق منها للوصول إلى النتيجة النهائية الصحيحة؛ بهدف تكوين منظومه فكرية مفاهيمية لتكنولوجيا النانو لدى الطلاب من خلال ممارسة أنشطة التعلم الاستقصائي، وتطبيقها في مواقف تعليمية جديدة.

رابعاً: الخطوات الإجرائية لتنفيذ البرنامج التعليمي لمفهوم المحفزات النانوية:

- ١- إعلام الطلاب بالأهداف التعليمية التي يتعين عليهم تحقيقها في نهاية البرنامج.
- ٢- التهيئة التحفيزية: تستهدف عملية التهيئة التحفيزية تنشيط العمليات الذهنية لدى الطلاب؛ لاكتساب العمليات المعرفية والمهارات لمفهوم المحفزات النانوية؛ ولتحقيق هذه الغاية يناقش الطلاب حول مفهوم الجسيمات النانوية الذي تعلموه في الدرس السابق، وتحديد العلاقة القائمة بين مفهوم الجسيمات النانوية، ومفهوم المحفزات النانوية، ثم عرض مقطع فيديو علمي وثائقي عن المحفزات النانوية بواسطة برمجية الوسائط المتعددة؛ لجذب اهتمامهم وتشويقهم لاكتساب الخبرات التعليمية لمفهوم المحفزات النانوية.
- ٣- تقسيم الطلاب إلى مجموعات عمل تعاونية صغيرة يتراوح أفراد كل مجموعة ما بين (٤-٥) طلاب، لتنفيذ أنشطة البرنامج، والتحاور فيما بينهم، وإجراء عملية التعلم الاستقصائي التعاوني بينهم، وطرح التساؤلات حول مفهوم المحفزات النانوية.
- ٤- تحديد مفهوم المحفزات النانوية، وعرضه على الطلاب، وطرح أسئلة تقود إلى استخلاص المدلول العلمي للمفهوم، وتحليله إلى مبادئه ومكوناته الأساسية، والكشف عن العلاقات القائمة بين عناصره، واستنتاج الخصائص المميزة للمفهوم التي تميزه عن غيره من المفاهيم الأخرى المتعلقة بتكنولوجيا النانو.
- ٥- تقديم الخبرات التعليمية المتعلقة بمفهوم المحفزات النانوية، من خلال عرض المحتوى التعليمي للبرنامج على الطلاب بواسطة برمجية الوسائط المتعددة، ومناقشتهم حولها، وإتاحة الفرصة لهم لطرح تساؤلاتهم حول المفهوم، وتحليله إلى مكوناته الأساسية، وجمع الأدلة وتنظيمها، وتحليلها، وإتاحة الفرصة للطلاب ليتعلموا عن طريق الاستقصاء العلمي الدقيق، وتفحص الحقائق، واستخلاص النتائج المعقولة، والكشف عن العلاقات الجديدة التي يتأسس عليها المفهوم، والبرهنة عليها، وذلك بهدف اكتساب المهارات المعرفية، والاتجاهات الإيجابية المرتبطة بمفهوم المحفزات النانوية، من حيث مدلوله العلمي، وأمثلته، وخصائصه، وأبرز العوامل التي تحدد سلوكيات المواد النانوية المحفزة، وأهم تطبيقاتها النانوتكنولوجية.
- ٦- ممارسة الطلاب لأنشطة التعلم الاستقصائي الفردي والجماعي في إطار الهدف المحدد من كل نشاط، وتحديد المهمات التي ينبغي إنجازها من قبل الطلاب، ويتم تنفيذ الأنشطة من خلال أوراق العمل الخاصة

بالأنشطة التعليمية، ومتابعتهم أثناء تنفيذها وإرشادهم، وتقديم التغذية الراجعة المباشرة، لإنجاز النشاط وتحقيق الهدف المحدد منه.

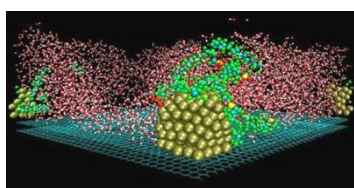
٧- تقويم اكتساب الطلاب للعمليات والمهارات المعرفية المرتبطة بمفهوم المحفزات النانوية عن طريق إجراء تقويم تكويني يتضمن أسئلة تستهدف التحقق من إتقان الطلاب وممارستهم للعمليات العقلية، والمهارات المعرفية المتعلقة بمفهوم المحفزات النانوية.

٨- التعرف على اتجاهات الطلاب الإيجابية والسلبية نحو تعلم مفهوم المحفزات النانوية، من خلال مناقشتهم وتبادل الأفكار معهم حوار معهم، للتعرف على اتجاهاتهم واهتماماتهم نحو تعلم مفهوم المحفزات النانوية، وما اكتسبوه من خبرات تعليمية جديدة، وكيفية الاستفادة منها في تطوير قدراتهم وإبداعاتهم، أو تكليفهم بكتابة تقرير مصغر يعبرون فيه عن اتجاهاتهم وأفكارهم نحو تعلم مفهوم المحفزات النانوية، وأهمية تعلمه بالنسبة لهم.

خامساً: محتوى البرنامج التعليمي لمفهوم المحفزات النانوية:

المحفزات النانوية (Nanocatalysis) نوع من المواد النانوية لها بُعد واحد على الأقل، ولا تقل أهمية عن غيرها من المواد النانوية الأخرى؛ نظراً لفوائدها الكبيرة في عملية النشاط التحفيزي للمواد والمنتجات التي تعتمد عليها تكنولوجيا النانو، ولتكوين خلفية معرفية، ومفاهيمية واضحة ومحددة المعالم للمحفزات النانوية، وأهميتها، وعلاقتها الوثيقة بتكنولوجيا النانو، تجدر الإشارة إلى تناول المحفزات النانوية من حيث مفهومها، وبعض الأمثلة عليها، وخصائصها، وأهم العوامل التي تحدد سلوكيات المواد النانوية المحفزة، وتطبيقاتها النانوتكنولوجية المختلفة.

١- مفهوم المحفزات النانوية (Nanocatalysis):



الشكل (١) محفزات نانوية على خلايا الوقود
<http://www.sciencephoto.com>

يُعرّف التحفيز بأنه: العملية الكيميائية التي يسرع فيها التفاعل بواسطة مادة كيميائية تعرف بالعامل الحفّاز، كما يتضح من الشكل (١) وبخلاف بقية المواد التي تشترك في العملية الكيميائية لا يتم استهلاك العامل الحفّاز. ويعمل العامل الحفّاز من خلال تقليل مقدار طاقة الاصطدام التي تحتاجها الجزيئات لكسر الأواصر ولتشكيل جزيئات جديدة، وبهذا فإنه يزيد من

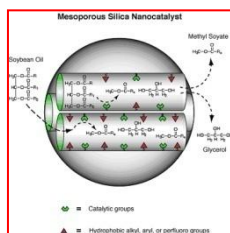
نسبة الاصطدام الفعالة، ويتضمن إنتاج معظم المواد الكيميائية صناعياً استخدام عوامل حفّازة؛ لأن ذلك يقلل زمن التفاعل والطاقة المطلوبة لإكمالها، وما قد يترتب على ذلك أيضاً من تقليل حجم المعدات المستخدمة في العملية الصناعية. (ستورس، ٢٠٠٩م، ص ٤٥٥).

وفي ضوء هذا المفهوم يمكن تعريف المحفزات النانوية بشكل مبسط بأنها: مواد نانوية متناهية الصغر يتم استخدامها بهدف زيادة معدلات التفاعلات الكيميائية دون أن تُستهلك هذه المحفزات أو يحدث لها أي

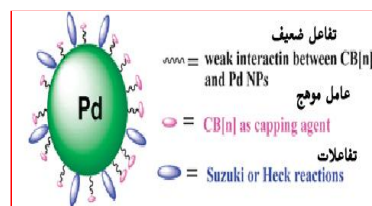
تغيرات في بنيتها الأساسية الكيميائية أثناء زيادة معدلات تفاعلها الكيميائي مثل: محفز البلاتينوم، كما يبين الشكل (٢) ومحفز السيليكا، كما يوضح الشكل (٣) ومحفز الألومينا، كما يوضح الشكل (٤).



الشكل (٤) محفز الألومينا
http://www.petro-catalyst



الشكل (٣) محفز السيليكا
http://www.iprt.iastate.edu



الشكل (٢) محفز البلاتينوم
http://www.rsc.org

- تحليل مفهوم المحفزات النانوية:

يتأسس مفهوم المحفزات النانوية على الأفكار الآتية:

أ- المحفزات النانوية هي مواد دقيقة متناهية الصغر، يتم توظيفها تقنياً لزيادة معدلات التفاعل الكيميائي على أسطح المواد، وتحدث عملية التفاعل الكيميائي من خلال عملية تصادم الجسيمات النانوية بعضها ببعض، فتنتشر المواد المتفاعلة على أسطح المواد.

ب - من أهم خواص المحفزات النانوية أنها أثناء عملية تفاعلها ونشاطها الكيميائي لا تُستهلك أو يحدث لها أي تأثيرات في بنيتها الكيميائية.

ج - يمكن زيادة معدلات النشاط التحفيزي الكيميائي للمواد النانوية، وذلك بالتحكم في تغيير تركيب اللب، والحجم، والشكل، وخواص السطح. (براديب، ٢٠١٠م، ص ٣١٧).

د - المادة الحافزة تشارك في التفاعل بالاتحاد مع مادة فعالة أو أكثر، وفي نهاية العملية يعاد توليدها ثانية بدون تغيير؛ أي إنه يعاد تدوير مادة الحفز الكيميائي عند تقدم التفاعل الكيميائي، وعند تفاعل مادتين كيميائياً أو أكثر يمكن لمادة الحفز أن تلعب دورها في تسريع حدة التفاعل أو تبطئ من سرعته، وهناك نوعان من المواد الكيميائية المحفزة المتجانسة وغير المتجانسة. (Charles & Frank, 2003, P264).

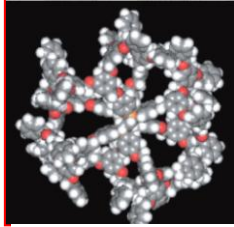
هـ - الهدف من استخدام المحفزات النانوية في تكنولوجيا النانو هو زيادة عملية التفاعل الكيميائي على أسطح المواد النانوية، والتقليل قدر الإمكان من الزمن الذي تستغرقه عملية التفاعل الكيميائي، بالإضافة كذلك إلى التقليل من استهلاك الطاقة، وابتكار مواد ومنتجات نانوية جديدة ومبتكرة من خلال توظيف هذه الخاصية للمحفزات النانوية.

٢- أمثلة لأنواع المحفزات النانوية:

تتعدد أنواع محفزات المواد النانوية، ومن أهمها تلك التي أوردتها الكناي (١٤٢٨هـ، ص ص ١٩-٢٠):

المثال (١):

محفزات ثنائية الفلز مثل البلاتين، كما يوضح الشكل (٥):



الشكل (٥) محفز البلاتين

<http://www.rsc.org>

تعتمد جميع المواد المحفزة المستخدمة حالياً على البلاتين، وتُصنع مثل هذه المواد من الفلزات على شكل تركيبات ثنائية من فلز البلاتين (Pt) إما مع القصدير (Sn) أو مع الرينيوم (Re).

المثال (٢):



الشكل (٦) محفزات أكسيد التيتانيوم

<http://www.made-in-china.com>

محفزات فلزات وأكاسيد فلزات مدعمة مثل: فلز أكسيد التيتانيوم (TiO) كما يوضح الشكل (٦) تحضر مثل: هذه الأنواع من الفلزات على شكل جسيمات بمقياس يتراوح بين (٢٥-٢٨) نانومتر، ولهذه المحفزات تطبيقات علمية متنوعة في تفاعلات التحفيز الضوئي التي هي من أهم التفاعلات لمعالجة الملوثات والنفايات، بالإضافة إلى استخدامها في إنتاج الطاقة الشمسية.

المثال (٣):



الشكل (٧) مسحوق السيليكون

<http://ar.wikipedia.org>

محفزات نانوية من مادة السيليكون، كما يتبين من الشكل (٧):

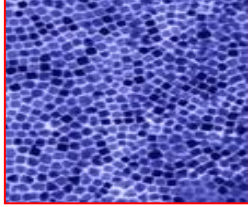
وهي عبارة عن جسيمات نانوية من السيليكون أو أكسيد السيليكون بمقياس النانومتر تكون على شكل كريات تتراوح أقطارها بين (٤٠-٤٥) نانومتر. ويستخدم أكسيد السيليكون كمادة داعمة لحاله، أو ممزوجاً مع ألومينا الفلزات وأكاسيد الفلزات، وذلك في عمليات تحويل البترول إلى جازولين.

٣- خصائص المحفزات النانوية:

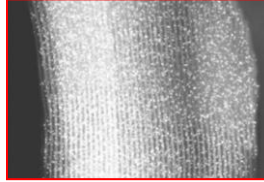
تتصف المحفزات النانوية بخصائص متميزة تفوق نظائرها من محفزات المواد الصناعية التقليدية، ومن أهمها تلك الخصائص التي حددها كل من ليندا وواد (٢٠٠٧م، ص ١٧٥) والكناي (١٤٢٨هـ، ص ١٨) على النحو الآتي:

أ - تتميز المحفزات النانوية بـبعد نانوي واحد على الأقل، ويمكن تعديلها من الناحية التركيبية لتحسين نشاطها التحفيزي.

ب - المحفزات النانوية تتصف بمساحة سطح عالية قد تتجاوز (٢٠٠ ١٦٠) لكل جرام واحد، وأقطار مسامات في مجال يصل إلى (٢ - ٥٠) نانومتر بترتيب فراغي منتظم؛ مما يؤدي إلى تلامس الذرات والجزيئات الموجودة على أسطح حبيباتها مع ذرات وجزيئات المواد الداخلة في التفاعل، وتعد هذه الخاصية أهم خاصية تعتمد عليها معدلات أي تفاعلات كيميائية. انظر الأشكال (٨، ٩، ١٠).



الشكل (١٠) محفز أول أكسيد ييلريد
http://today.lbl.gov



الشكل (٩) محفز الذهب
http://techportal.eere



الشكل (٨) محفز الألومينا
http://www.petro-catalyst.asia

ج - تلعب المحفزات النانوية دوراً بارزاً في تغيير درجات الحرارة والضغط التي تتم عندها معظم التفاعلات الكيميائية المختلفة؛ مما يجعلها ذات فائدة اقتصادية كبيرة. (الاسكندراني، ٢٠١٠م، ص ١٨٣).

د - تتيح تكنولوجيا النانو التحكم في مقاييس أبعاد التجاويف الداخلية للجزيئات هياكل المحفزات التي تمر عليها عبر المواد المتفاعلة وفقاً لمقاييس أبعاد أقطار تلك الجزيئات. (الاسكندراني، ٢٠١٠م، ص ١٨٣). وبهذا يتضح أنه كلما صغر حجم جسيمات المادة الحافزة زادت نسبة السطح بالمقارنة مع حجمها في وضعها الطبيعي، وكلما زاد مساحة سطح المادة، زادت عملية تفاعلها الكيميائي نتيجة احتكاك الذرات والجزيئات الموجود على أسطح المواد مع المواد الداخلة في التفاعل.

٤- أهم العوامل التي تحدد سلوكيات المواد النانوية المحفزة:

حدد الكناي (١٤٢٨هـ، ص ١٨) عدة عوامل تشكل تأثيراً بارزاً في سلوك المواد النانوية المحفزة، ومنها العوامل التالية:

أ - تعديل البنية الإلكترونية.

ب - تداخل سطوح بنوية مختلفة.

ج - توزيع الفلز أو أكسيد الفلز على سطح الداعم والتداخلات فيما بينها.

د - الاختلاف في خصائص انتقال الطور السائل.

خامساً: التطبيقات العملية للمحفزات النانوية:

المحفزات النانوية مواد متناهية الصغر، تعمل على تسريع معدلات التفاعل الكيميائي على أسطح المواد، ومعظم العمليات الصناعية يتم التحكم فيها عن طريق عمليات التحفيز الكيميائي. وقد اهتمت تكنولوجيا

النانو بتوظيف المحفزات النانوية في قطاع البترول والوقود والبتروكيميائيات، ومن جملة التطبيقات النانوتكنولوجية التي تم فيها توظيفت المحفزات النانوية التطبيقات العملية الآتية:

١- توظيف المحفزات النانوية في تكرير النفط عن طريق الاستفادة المثلى من خاصية وجود عدد كبير من الذرات على الأسطح الخارجية لحبيبات المحفزات النانوية؛ وهذا بدوره يزيد من نشاطها وتفاعلها الكيميائي، فهي تشارك بأسطح حبيباتها الخارجية في تلك العمليات الكيميائية. (الاسكندري، ٢٠١٠م، ص ٧٩).

وتشير التقارير إلى أن السوق العالمية للمحفزات النانوية في قطاع تكرير النفط والبتروكيميائيات بلغ حوالي (٣،٧) بليون دولار في عام (٢٠٠٤م) ووصل إلى (٥) بليون دولار تقريباً عام (٢٠٠٩م) بمعدل زيادة سنوية (٦،٣٪) يقابلها زيادة في سوق تقنية النانو تصل إلى (٣٠،٤٪). (الكناني، ١٤٢٨هـ، ص ١٨).

٢- تعد خلايا الوقود (Fuel Cells) من أهم التطبيقات للمحفزات النانوية المصنوعة من الفلزات النبيلة (Nanolmetals) مثل: فلز البلاتين (PT) ومجموعته، ومن المتوقع أن تسهم هذه الاكتشافات العلمية في استخدام حبيبات النانو المصنعة من السبائك الفلزية في خفض تكاليف خلايا الوقود كأحد أهم مصادر الطاقة الجديدة، علاوة على الحد من التلوث البيئي الناتج من استخدام مركبات القيادة. (الاسكندري، ٢٠١٠م، ص ٧٨).

٣- حققت جامعة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية إنجازاً علمياً كبيراً يسهم في الحد من التلوث البيئي، يتمثل في تطوير مواد محفزة بتقنية النانو لإنتاج وقود نظيف متوافق مع البيئة، ورخيص الثمن، ويحسن من نوعية وقود الكازولين، ووقود الطائرات، والديزل. (الخزرجي وآخرين، ٢٠١٠م، ص ١٥٣).

٤- ومن التطبيقات العملية المهمة للمحفزات النانوية استخدام عملية التحفيز الضوئي النانوي في تقنية المياه المستعملة، أو الملوثة بدلاً من استخدام الكلور الذي قد يترتب عليه بعض الآثار الجانبية على صحة الإنسان. وتعتمد التقنية الجديدة على استخدام أشعة الشمس والمحفزات الضوئية لتنقية المياه الملوثة دون أن يترتب على ذلك آثار جانبية تذكر، وتعد هذه التقنية اقتصادية بالمقارنة بالطرق المستخدمة حالياً التي تعتمد على عملية التعقيم بالكلور. (المهنا وآخرين، ٢٠٠٧م، ص ٩).

٥ - تستخدم المواد الحافزة لعمل الجازولين والوقود، والعديد من الجزيئات الهيدروكربونية التي يمكن استخدامها لصنع مواد البلاستيك، والبتروكيمياويات. (Mark & Daniel, 2003, p90).

وفي واقع الأمر فإن التطبيقات العملية للمحفزات النانوية لا يمكن حصرها؛ فهناك الكثير من المجالات التي توظف فيها هذه التقنية، كالمواد الكيميائية، ومعالجة تلوث التربة، والهواء، والمواد الاستهلاكية، والغذائية، والطبية، والصيدلانية، وما زالت البحوث والتجارب تكشف في الوقت الراهن عن مزيد من الاكتشافات العلمية الرائدة في هذا المجال، ومن المرجح أن تكشف المرحلة القادمة مزيداً من هذه

التطبيقات في مجالات علمية متنوعة، نظراً للاهتمام العالمي المتزايد بها من قبل العلماء والمتخصصين في تكنولوجيا النانو.

سادساً: الأنشطة التعليمية:

النشاط (١):

الهدف: صياغة تعريف دقيق لمفهوم المحفزات النانوية.

المهمة: عرف مفهوم المحفزات النانوية تعريفاً علمياً محدداً ووضوحاً.

النشاط (٢):

الهدف: تحليل مفهوم المحفزات النانوية إلى مبادئه وعناصره الأساسية.

المهمة: يتأسس مفهوم المحفزات النانوية على مجموعة من العناصر والمبادئ، بالتعاون مع أفراد مجموعتك،

وضح هذه المبادئ والعناصر، ما القاعدة التي يقوم عليها المفهوم ؟ وما القيمة التي تميزه عن غيره من

مفاهيم تكنولوجيا النانو ؟ وما الغاية من المحفزات النانوية ؟

النشاط (٣):

الهدف: إعطاء أمثلة توضيحية للمحفزات النانوية.

المهمة: اذكر مثالين توضيحيين للمحفزات النانوية.

النشاط (٤):

الهدف: تحديد الخصائص المميزة للمحفزات النانوية.

المهمة: تتميز المحفزات النانوية بالعديد من الخصائص الفريدة، اذكر ثلاثاً من هذه الخصائص.

النشاط (٥):

الهدف: اكتشاف تطبيق واحد من تطبيقات تكنولوجيا النانو من خلال الصورة المرفقة.

المهمة: توظف محفزات البلاتين في ابتكار تقنيات حديثة، بالتعاون مع أفراد مجموعتك، حدد نوع الابتكار

في الشكل الآتي، ثم صغ تسمية علمية مناسبة له.



<http://ar.wikipedia.org>

سابعاً: التقويم البنائي :

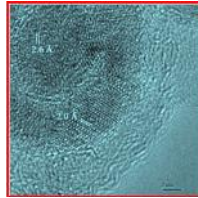
- ١ - عرف مفهوم المحفزات النانوية.
- ٢- ما القاعدة الأساسية التي يقوم عليها مفهوم المحفزات النانوية ؟
- ٣- اذكر ثلاثاً من الخصائص التي تتميز بها المحفزات النانوية.
- ٤- أعط مثالين للمحفزات النانوية. وضح بعض تطبيقاتهما العملية.
- ٥- ما أهمية المحفزات النانوية في تكنولوجيا النانو ؟
- ٦- علل: زيادة النشاط الكيميائي للمحفزات النانوية ؟
- ٧- ما أهم العوامل التي تحدد سلوك المواد النانوية المحفزة ؟
- ٨- اذكر تطبيقين عمليين للمحفزات النانوية.

ثامناً: التغذية الراجعة:

استناداً إلى إجابات الطلاب في عملية التقويم البنائي، يتم تقديم خبرات تعليمية ومقترحات تستهدف تطوير العمليات والمهارات المعرفية المتعلقة بمفهوم المحفزات النانوية.

تاسعاً: التدريب المنزلي:

- ١- يشير الشكل الآتي للمحفز النانوي لمادة الحديد، تأمل في هذه الشكل، ثم وضح التطبيقات العملية لهذا النوع من المحفزات من خلال البحث في شبكة المعلوماتية.



محفز الحديد

- ٢- اكتب تقريراً علمياً موضحاً فيه اتجاهك واهتمامك نحو مفهوم المحفزات النانوية. وما الفوائد التي استفدتها من دراستك له ؟

النموذج (٧)

النقاط الكمية

(Quantum Dots)

الفئة المستهدفة: طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي .

منفذ البرنامج: الباحث .

المدة الزمنية لتنفيذ البرنامج : ٤٥ دقيقة.

أولاً: الأهداف الإجرائية لمفهوم النقاط الكمية:

يتوقع من الطالب في نهاية البرنامج التعليمي أن يكون قادراً على:

١- صياغة تعريف دقيق لمفهوم النقاط الكمية.

٢- تحليل مفهوم النقاط الكمية إلى مكوناته الأساسية.

٣- استنتاج الوظيفة الأساسية للنقاط الكمية.

٤- اكتشاف خصائص النقاط الكمية.

٥- تحليل تأثير مستويات الطاقة في النقاط الكمية.

٦- شرح طريقة تحضير النقاط الكمية.

٧- توضيح بعض التطبيقات العملية للنقاط الكمية.

٨- التعبير عن موقفه واتجاهه نحو مفهوم النقاط الكمية.

ثانياً: مواد وتقنيات التعليم المساعدة في تنفيذ البرنامج التعليمي لمفهوم النقاط الكمية:

١- جهاز الداتاشو .

٢- برمجية الوسائط المتعددة.

٣- دليل المعلم.

٤- المحتوى التعليمي للبرنامج الخاص بمفهوم النقاط الكمية.

٥- أوراق العمل المتضمنة أنشطة البرنامج التعليمي لمفهوم النقاط الكمية.

ثالثاً : طريقة تنفيذ البرنامج :

الطريقة الاستقصائية: وهي عبارة عن نموذج من نماذج التعلم الاستقصائي، تعتمد على وضع الطلاب في مواقف تعلم إشكالية مرتبطة بمفاهيم تكنولوجيا النانو، وتقديم مسائل وقضايا تثير اهتمامهم وتفكيرهم، وتدفعهم إلى استخدام حواسهم، ومهارات تفكيرهم، وخيالهم العلمي، لممارسة أنشطة التعلم الاستقصائي، والتعمق في دراسة الموقف المشكل من خلال دقة الملاحظة، وتحديد المشكلة، وتكوين فرضيات لحلها ، وجمع

المعلومات والحقائق، وتنظيمها، ومقارنتها، ومناقشة الفرضيات، والتحقق منها، واختبار أدلتها، واستخلاص النتائج، وتحليلها وتفسيرها، والتحقق منها للوصول إلى النتيجة النهائية الصحيحة؛ بهدف الوصول بالطلاب إلى منظومه فكرية مفاهيمية لتكنولوجيا النانو من خلال ممارسة أنشطة التعلم الاستقصائي، وتطبيقها في مواقف تعليمية جديدة.

رابعاً: الخطوات الإجرائية لتنفيذ البرنامج التعليمي لمفهوم النقط الكمية:

- ١- إشعار الطلاب بالأهداف التعليمية التي يتعين عليهم تحقيقها في نهاية البرنامج.
- ٢- التهيئة التحفيزية: تستهدف عملية التهيئة التحفيزية تنشيط العمليات الذهنية لدى الطلاب لاكتساب العمليات المعرفية المفاهيمية لمفهوم النقط الكمية؛ ولتحقيق هذه الغاية يتم مناقشتهم حول مفهوم الجسيمات النانوية لتوضيح العلاقة القائمة بين هذا المفهوم وبين مفهوم النقط الكمية، ثم عرض مقاطع فيديو علمية وثائقية عن مفهوم النقط الكمية؛ لجذب اهتمامهم وتشويقهم إلى اكتساب المعارف والمهارات المتعلقة بمفهوم النقط الكمية.
- ٣- تقسيم الطلاب إلى مجموعات عمل تعاونية صغيرة يتراوح عدد أفراد كل مجموعة ما بين (٤-٥) طلاب، لتنفيذ أنشطة البرنامج، والمناقشة، وطرح التساؤلات فيما بينهم حول مفهوم النقط الكمية.
- ٤- تحديد مفهوم لمفهوم النقط الكمية، وعرضه على الطلاب، وطرح أسئلة تقود إلى استخلاص مدلوله العلمي، وتحليله إلى عناصره الأساسية، واستخلاص الخصائص التي تميزه عن غيره من المفاهيم الأخرى المتعلقة بتكنولوجيا النانو.
- ٥- عرض الخبرات التعليمية المتعلقة بمفهوم النقط الكمية من خلال برمجية الوسائط المتعددة، ومناقشتهم حولها، وإتاحة الفرصة لهم لطرح تساؤلاتهم حول المفهوم، واستقصاء حقائقه، وتحليله والتعمق في دراسته، وجمع الأدلة، وتنظيمها وتحليلها، وإتاحة الفرصة لهم ليتعلموا عن طريق الاستقصاء العلمي الدقيق، وتفحص الحقائق، واستخلاص النتائج المعقولة، والكشف عن العلاقات الجديدة، والبرهنة عليها، وذلك بهدف اكتساب المهارات المعرفية المرتبطة بمفهوم النقط الكمية من حيث مدلوله العلمي، ووظيفته الأساسية، وخصائصه المميزة له، وأهم تطبيقاته النانوتكنولوجية، وتنمية اتجاهاتهم الإيجابية، واهتمامهم العلمية نحوه.
- ٦- ممارسة الطلاب لأنشطة التعلم الاستقصائي الفردي والجماعي في إطار الهدف المحدد من كل نشاط، وتحديد المهمات التي ينبغي إنجازها من قبل الطلاب، ويتم تنفيذ الأنشطة التعليمية من خلال أوراق العمل المقدمة لهم، ومتابعتهم أثناء ممارستهم لها وتحفيزهم، وتقديم التغذية الراجعة المباشرة لإنجاز النشاط، وتحقيق الهدف المحدد منه.

٧- تقويم اكتساب الطلاب للعمليات والمهارات المعرفية المرتبطة بمفهوم النقاط الكمية عن طريق إجراء تقويم يتضمن أسئلة تستهدف التحقق من إتقان الطلاب وممارستهم للعمليات العقلية، والمهارات المعرفية المتعلقة بمفهوم النقاط الكمية.

٨- التعرف على اتجاهات واهتمامات الطلاب الإيجابية والسلبية نحو مفهوم النقاط الكمية، من خلال مناقشتهم مناقشة استقصائية تقود للتعرف على اتجاهاتهم ووجهة نظرهم نحو مفهوم النقاط الكمية، وما اكتسبوه من خبرات تعليمية جديدة، وكيفية الاستفادة منها في تطوير قدراتهم وإبداعاتهم، أو تكليفهم بكتابة تقرير مصغر يعبرون فيه عن اتجاهاتهم وأفكارهم نحو مفهوم النقاط الكمية، وأهمية تعلمهم له.

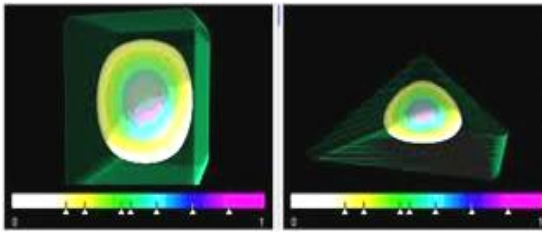
خامساً: محتوى البرنامج التعليمي لمفهوم النقاط الكمية:

النقاط الكمية إحدى أشكال المواد النانوية ثلاثية الأبعاد، وعلى وجه التحديد تعتبر إحدى أنواع الجسيمات النانوية، وتسمى: نقاط الكم، أو النقاط الكمومية، أو البلورات النانوية أو بلورات أشباه الموصلات، وكل هذه المصطلحات العلمية تفيد معنى أو غاية واحدة. وقد اكتشفت في عام (١٩٨٠م). ويُعد هذا الاكتشاف قفزة علمية متقدمة في عالم تكنولوجيا النانو، نظراً لما تتميز به النقاط الكمية من خصائص فريدة أهلتها إلى تطبيقات علمية متعددة المجالات.

ولتشكيل قاعدة معرفية علمية عميقة لدى الطلاب نحو مفهوم النقاط الكمية، يقتضي مناقشة من الجوانب العلمية الآتية:

١- مفهوم النقاط الكمية (Quantum Dots):

عبارة عن بلورات نانوية، شبه موصلة تقوم بتقييد الإلكترونات في مساحات صغيرة تحتوي على وحدة



الشكل (١) نقطة كمومية تقيّد حركة الإلكترونات وتبعث ألوان متباينة
<http://en.wikipedia.org>

شحن واحدة، تنبعث منها ألوان ضوئية متباينة حسب حجمها ومستويات الطاقة الخاصة بها، كما يتضح من الشكل (١) وتتأثر مستويات الطاقة بتغيير الحجم، والشكل وجهد الشحنة، ويعتبر تغير اللون المرتبط بتغير حجم الجسم خاصية تنفرد بها تكنولوجيا النانو. (ليندا وواد، ٢٠٠٧م، ص ٢٠٩).

• تحليل مفهوم النقاط الكمية:

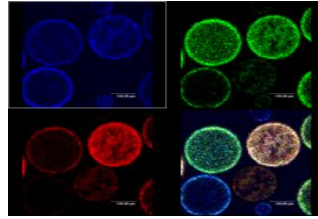
يتضمن مفهوم النقاط الكمية الأفكار الآتية:

أ - كلمة الكم مصطلح يستخدم لوصف أصغر كمية يمكن تقسيم الأشياء إليها، وتستخدم - أيضاً - للإشارة إلى كميات الطاقة المحددة التي تنبعث بشكل متقطع وليس بشكل مستمر. (هناء مهدي، ٢٠١١م، ص ٨٩).

ب - النقاط الكمية عبارة عن بلورات نانوية، أو نوع من الجسيمات النانوية، ثلاثية ومنتظمة الأبعاد، تمتص الضوء بمجال طيفي واسع، يتم تحضيرها معملياً بتقنية النانو على هيئة جسيمات كروية من الذهب أو الفضة أو البلاتينيوم أو الكاديوم سليناد.

ج - الوظيفة الأساسية للنقاط الكمية تتمثل في تقييد حركة الإلكترونات داخل مساحات ضيقة جداً؛ لتكميم طاقة هذه الإلكترونات، فتظهر خواص جديدة يستفاد منها في تطبيقات نانوتكنولوجية مثل قياس مستويات الطاقة والشحنات الكهربائية.

د - تتأثر مستويات الطاقة في النقاط الكمية بتغير الحجم، والشكل، وجهد الشحنة، وتغير الألوان الضوئية حسب الحجم ومستويات الطاقة، كما يتضح من الشكل (٢)



الشكل (٢) صورة مجهرية للبوليمر تحتوي على أحجام مختلفة من نقاط الكم

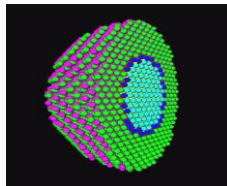
<http://www.nanocotechnologies.com>

٢- اكتشاف النقاط الكمية:

اكتشف العالم لويس براس (Louis Braus) وفريقه البحثي النقاط الكمية في بداية الثمانينات، وهي عبارة عن بلورات نانوية شبه موصلة تعمل على التقييد الكمي الإلكتروني الذي يؤدي إلى ظواهر كهرومغناطيسية، وبصرية جديدة للمادة عند مستوى المقياس النانومتري، والتقييد الكمي يوضح العلاقة بين الحجم، واللون للبلورات النانومترية. (هناء مهدي، ٢٠١١م، ص ١٠٦).

٢- خصائص النقاط الكمية:

تتميز النقاط الكمية بالخصائص الآتية:



الشكل (٣) نقطة الكم متحدة المركز
<http://math.nist.gov>

أ - مواد نانوية ثلاثية الأبعاد شبه موصلة تتراوح أبعادها بين (٢ - ١٠) نانومتر وهذا يقابل (٥٠) ذرة في القطر الواحد، أو (١٠٠ - ١٠٠,٠٠٠) ذرة في حجم النقطة الكمية الواحدة، وعندما يكون قطر النقطة الكمية (١٠) نانومتر فإنه يمكن رصف (٣,٠٠٠,٠٠٠) نقطة كمية بجانب بعضها، كما يوضح الشكل (٣).

(محمد، ٢٠١٠م، ص ٣٥ - ٣٦).

ب - أهم خاصية للنقاط الكمية قدرتها الهائلة في حصر آلاف الإلكترونات في أبعاد نقطية كمية واحدة، كما



الشكل (٤) نقطة كمومية تحصر
الإلكترونات

<http://math.nist.gov>

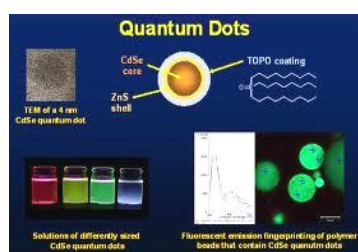
يوضح الشكل (٤) مما ينتج عنه تكميم لطاقة هذه الإلكترونات، وانتقالها داخل حيز مغلق ذي أبعاد شبه ذرية، وهذا بدوره يؤدي إلى زيادة في طاقة الإلكترونات فتظهر خواص كهرومغناطيسية، وبصرية جديدة للمادة عند مستوى المقياس

النانومتري، والتقييد الكمي يوضح العلاقة بين الحجم واللون للبلورات النانومترية

الحجم. (هناء مهدي، ٢٠١١هـ، ص ١٠٦).

ج - تحتوي النقطة الكمية على وحدة شحنة واحدة تنبعث منها ألوان ضوئية مختلفة، حسب حجمها ومستويات الطاقة الخاصة بها. (ليندا وواد، ٢٠٠٧م، ص ٢٠٩).

د - للنقاط الكمية مستويات متميزة من الطاقة يمكن التحكم بها بواسطة حجم البلورة إضافة إلى نوع مادة



الشكل (٥) تغير مستويات الطاقة تبعاً لتغير حجم البلورة

<http://www.missingremote.com>

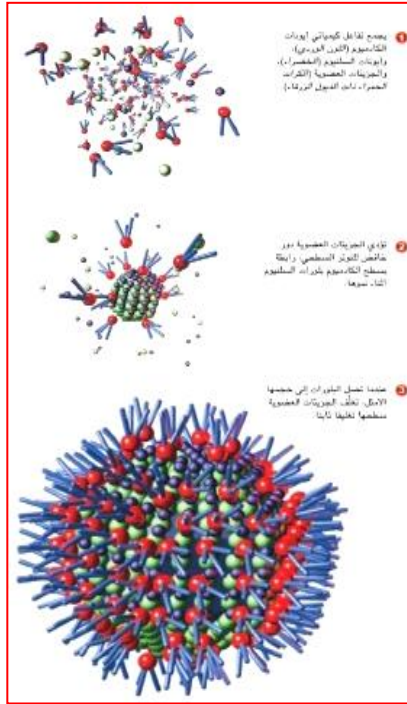
البلورة؛ فكلما زاد حجم البلورة اقترب الضوء الناتج من اللون الأحمر، وكلما صغر حجم البلورة فإن اللون يميل إلى اللون الأزرق. (ستورس، ٢٠٠٩م، ص ٤٦٠) انظر الشكل (٥). ويستفاد من هذه الخاصية في مجالات علمية مختلفة مثل: تصوير وتشخيص الخلايا والأنسجة الحيوية داخل جسم الإنسان.

هـ - للنقاط الكمية خصائص كهربائية متميزة تمكنها من تخزين الإلكترونات، وتحويل لون الضوء حيث تعمل على امتصاص اللون الأبيض، وإعادة انبعائه خلال نانو ثانية بلون مميز. (<http://nano-products.blogspot.com>. تاريخ الاسترجاع : ١٤٣٢/٥/٢٥ هـ). {النانو ثانية = جزء من ألف مليون من الثانية }.

٣- طرق تحضير النقاط الكمية:

النقاط الكمية عبارة عن تركيبات بلورية فائقة الصغر، يمكن الحصول عليها عن طريق إحدى ثلاث تقنيات حددها ستورس (٢٠٠٩م، ص ٤٥٩-٤٦٠) على النحو الآتي:

أ - مزج مادة تصنيع نقاط الكم في محاليل خاصة حيث تصبح معلقة فيها، ثم يتم ترسيبها بمعالجة كيميائية خاصة، ويمكن من خلال التحكم بهذه العملية الحصول على بلورات تحتوي من (١٠٠ - ١٠٠,٠٠٠) ذرة وبحجم يتراوح بين (٢ - ١٠) نانومتر وتستخدم هذه الطريقة لإنتاج أعداد كبيرة من نقاط الكم.



الشكل (٦) عملية التجميع الذاتي لتحضير النقاط الكمية

<http://www.oloommagazine.com>

ب - تقنية التصنيع وتتم هذه الطريقة من خلال عملة التجميع الذاتي لذرات مادة نقاط الكم ويتراوح حجم هذه النقاط بين (١٠ - ٥٠) نانومتر، انظر الشكل (٦).

ج - التجميع الالكتروكيميائي.

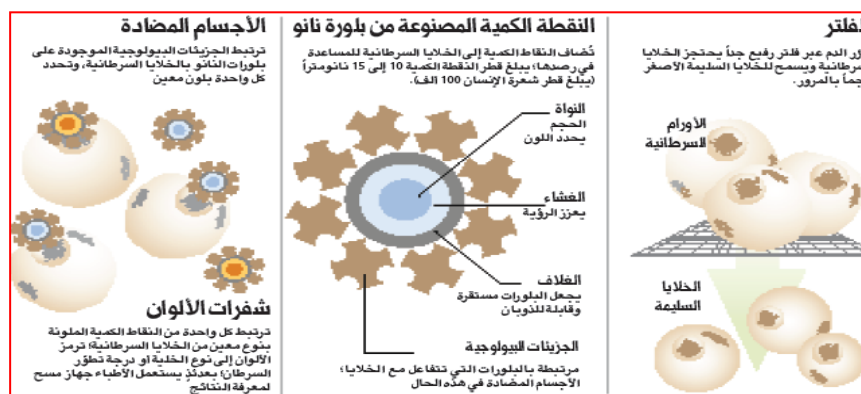
٤- التطبيقات العملية للنقاط الكمية:

يُعد اكتشاف النقاط الكمية قفزة علمية متقدمة في تكنولوجيا النانو، نظراً لما تتميز به من خصائص ضوئية، وكهربائية، وإلكترونية، وتكنولوجية تؤهلها للعديد من التطبيقات النوعية المتميزة في مجال الطب والالكترونيات، وغيرها من المجالات العلمية المختلفة، ومن أهم تلك التطبيقات العملية ما يأتي:

أ - التحكم في تعديل خصائص البلورات الكمية لتكون بمثابة علامات بيولوجية لتشخيص وعلاج الخلايا المصابة بالفيروسات، كما يمكن استخدامها في ابتكار مجسات أو مسابير وعائية مهمتها التصوير الوميضي للأوعية الدموية ونقل الدواء إليها. وقد أثبتت التجارب التي قام بها فريق من الأطباء إمكانية تغليف البلورات النانوية بطبقة من البيتيد؛ بهدف توجيهها لمعالجة الأنسجة الرئوية، والأوعية الدموية، والمفاوية لبعض الأورام دون إلحاق الضرر بالأنسجة السليمة. (ليندا وواد، ٢٠٠٧م، ص ٢١١ - ٢١٢).

ب - " يمكن أن يساعد استخدام نقاط الكم في تطوير عقاقير أفضل لطائفة من الأمراض مثل: الاكتئاب وانفصام الشخصية، والاحتمالات التطبيقية الأخرى في علاج سرطان الثدي " (نيلينا مالش ، ٢٠١١م ، ص ٢٩٣).

ج - يمكن الاستفادة من صغر حجم البلورات الكمية في اكتشاف الأورام، بالاعتماد على التنظير الطيفي التآلقي أثناء إجراء العمليات الجراحية (ليندا وواد، ٢٠٠٧م، ص ٢١١) انظر

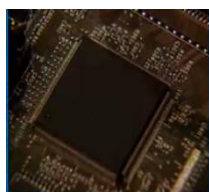


الشكل (٧).

الشكل (٧) توظيف النقاط الكمية في معالجة الخلايا السرطانية

د - الكشف عن فيروس المخلا التنفسي (Respiratory Syncytial Virus) وهو فيروس واسع الانتشار يصيب المسنين، والأطفال تحت سن الخمس سنوات متسبباً في وفاة قرابة (١,٠٠٠,٠٠٠) فرد سنوياً، وتستغرق عملية وسائل الكشف الراهنة لهذا الفيروس من يومين إلى ثلاثة أيام، بينما يستغرق الوقت باستخدام نقاط الكم التي ترتبط بالبنية الجزيئية الخاصة بالفيروس وقتاً قصيراً لا يتجاوز بضع دقائق. (المهنا وآخرون، ٢٠٠٧م، ص ٧).

هـ - تمثل الحبيبات الكمومية (البلورات النانوية) أملاً كبيراً للبشرية في تحقيق قفزة تكنولوجية غير معهودة فيما يُعرف باسم الحاسبات الكمومية في الحالة الصلبة (Solid - state Quantum Computing) وتُجرى الآن أبحاث مكثفة تهدف إلى استخدام تلك الحبيبات الكمومية في تخزين البيانات، والقيام بالعمليات الحسابية المعقدة، بواسطة ذاكرة حاسوب كمومية، كما يوضح الشكل (٨) وذلك لتفوق الحبيبات الكمومية على أشباه الموصلات التقليدية بخواص الكترونية نوعية فريدة. وقد تمكن فريق علمي تابع لجامعة ييل الأمريكية (Yale

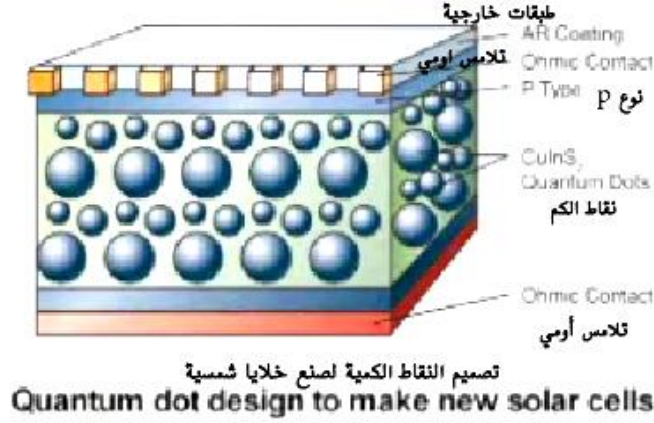


الشكل (٨) ذاكرة الحاسب الكومومي
http://www.marefa.org

University) من إنتاج النموذج الأولي من أول معالج حاسبات كمومية للحالة الصلبة ينتج على مستوى العالم. (الاسكندراني، ٢٠١٠م، ص ١٦٩ - ١٧٠).

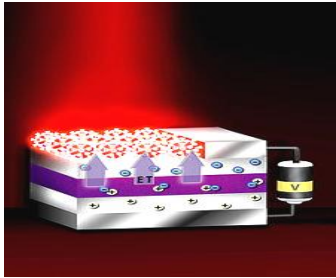
و- من المرجح أن توظف الحبيبات الكمومية (بلورات نانوية) في تصنيع الجيل الثالث من الخلايا الشمسية الفوتوفولطية (Photovoltaic cells) نظراً لكفاءتها الفائقة في توليد الطاقة بنسبة تتجاوز (٦٠٪) بالمقارنة مع كفاءة مادة السيلكون التقليدية للغرض نفسه، والذي لا تزيد كفاءته على (٣٣٪) ويتضح من

هذه النسبة مدى أهمية الحبيبات الكمومية في مجال الطاقة الشمسية، كما يوضح الشكل (٩).
(الاسكندراني، ٢٠١٠م، ص ١٦٩).



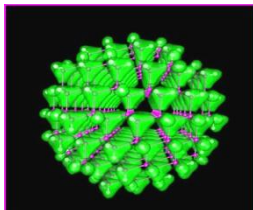
الشكل (٩) توظيف الحبيبات الكمومية في تصنيع الخلايا الشمسية الضوئية
<http://www.dailytech.com>

ز- ومن جانب علمي آخر، تم توظيف النقاط الكمومية في تطوير منظومة الاتصالات الضوئية المحمية، وصناعة ليزرات نقطية تستخدم في المجال العسكري، وكشف الملوثات في الهواء، وصناعة أقراص (DVD) ليزرية تتسع لتخزين أكثر من (٢٠٠٠) فيلم سينمائي. (<http://www.al.q.com>). تاريخ الاسترجاع: ١٤٣٢/٦/٢٥هـ.



الشكل (٩) جهاز لاسلكي ينتج طيفاً مرئياً فائق الجودة
<http://ar.wikipedia.org>

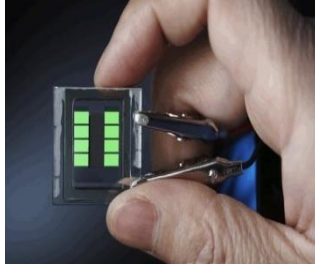
ح - طور باحثون في معمل لوس آلاموس القومي جهازاً لاسلكياً يُنتج طيفاً مرئياً عالي الجودة، من خلال نقل الطاقة من الطبقات الرقيقة للحزم الكمومية إلى البلورات فوق الطبقات، كما يوضح الشكل (٩).
(<http://ar.wikipedia.org>). تاريخ الاسترجاع: ١٤٣٣/٢/٧هـ.



الشكل (١٠) نقاط الكم من زرنيخيد الغاليوم تحتوي على ٤٦٥ ذرة
<http://translate.google.com>

ط - تتألف بلورات النقاط الكمومية المصنوعة من زرنيخيد الغاليوم، كما يشير الشكل (١٠) من مئات الذرات المتألقة، يمكن استخدامها في أجهزة الكمبيوتر الكمومي، والبصريات والأجهزة الإلكترونية، كما يمكن استخدامها كعلامات للكشف عن عمليات التزوير. (<http://translate.google.com>). تاريخ الإثابة ١٤٣٣/٢/٢٥هـ.

ي - تمكن علماء بريطانيون من تطوير شاشات تلفزيون (LEDs) مصنوعة من بلورات مشعة، تعرف باسم النقاط الكمومية، تتميز بألوانها الفائقة، وانخفاض استهلاكها للطاقة، متناهية في صغر سمكها الذي يماثل سمك الورقة، يمكن لفها وحفظها في الجيب، كما يمكن تكبيرها لإنتاج شاشة كبيرة بحجم جدران الغرفة، انظر الأشكال (١١، ١٢، ١٣).



الشكل (١٣) نوع آخر الشاشات التلفزيونية المصنوعة من النقاط الكمومية
http://www.oled-display.net



الشكل (١٢) نوع آخر من الشاشات التلفزيونية المصنوعة من النقاط الكمومية
http://fazza.ae



الشكل (١١) شاشة تلفزيون مصنوعة من نقاط الكمومية
http://www.oled-display.net

سادساً: الأنشطة التعليمية:

النشاط (١):

الهدف: صياغة تعريف لمفهوم النقاط الكمومية.

المهمة: عرف مفهوم النقاط الكمومية تعريفاً علمياً دقيقاً.

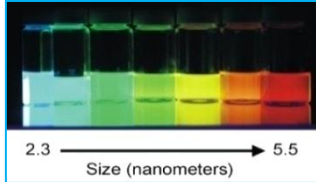
النشاط (٢):

الهدف: اكتشاف خاصية واحدة من خواص نقاط الكم.

المهمة: تمييز نقاط الكم بخاصية فريدة، بالتعاون مع أفراد مجموعتك،

تأمل في الشكل المرفق، ثم استنتج هذه الخاصية. صيغ تسمية علمية

مناسبة له.



http://igemwatch.net

النشاط (٣):

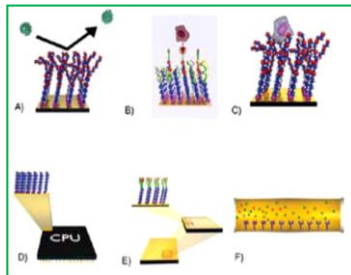
الهدف: اكتشاف طريقة تحضير النقاط الكمومية استناداً إلى المعطيات

المرفقة.

المهمة: يمثل الشكل المرفق طريقة من طرق ابتكار نقاط الكم، بالتعاون

مع أفراد مجموعتك حدد نوعية هذه الطريقة، ثم صيغ تسمية علمية

مناسبة لها.

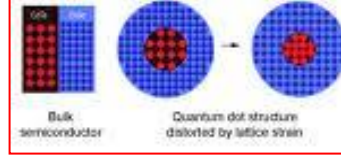


http://www.rsc.org

النشاط (٤):

الهدف: اكتشاف وظيفة نقاط الكم مستعيناً بالصورة المعطاة.

المهمة: يُعبر الشكل الآتي عن تطبيق علمي من تطبيقات نقاط الكم في تكنولوجيا النانو، بالتعاون مع أفراد مجموعتك حاول اكتشاف هذا النوع من التطبيق. ثم صيغ تسمية علمية مناسبة لمدلولة العملي.



<http://whsc.emory.edu>

النشاط (٥):

الهدف: اكتشاف نوع التطبيق للنقاط الكمية.

المهمة: يُمثل الشكل الآتي أحد التطبيقات العملية للنقاط الكمية. ما نوع هذا التطبيق ؟



سابعاً: التقويم البنائي:

- ١- عرّف النقاط الكمية.
- ٢- ما الوظيفة الأساسية للنقاط الكمية في تكنولوجيا النانو ؟
- ٣- اذكر ثلاث خصائص تتميز بها النقاط الكمية.
- ٤- علل لما يأتي:
 - أ - تغير ألوان البلورات الكمومية النانوية.
 - ب - تأثير مستويات الطاقة في النقاط الكمية.
- ٥- وضح كيف يتم تحضير النقاط الكمية.
- ٦- يمثل الشكل الآتي أحد التطبيقات العملية للنقاط الكمية، ما نوع هذا التطبيق.



٧- اكتب تقريراً مختصراً معبراً فيه عن اتجاهك، واهتمامك نحو مفهوم النقاط الكمية.

ثامناً: التغذية الراجعة:

يتم تقديم الخبرات التعليمية في ضوء التقويم التكويني لتعزيز وتدعيم الاستجابات الصحيحة، ومعالجة جوانب التعلم التي لم يتقنوها، وتصحيحها، بهدف إكساب الطلاب المهارات المعرفية المتعلقة بمفهوم النقاط الكمية.

تاسعاً: تدريب منزلي:

اكتب تقريراً علمياً عن مفهوم النقاط الكمية، مناقشاً فيه المبدأ الأساسي الذي تقوم عليه النقاط الكمية، وأهم خصائصها وتطبيقاتها العملية.

النموذج (٨)

الفوليرين (Fulleren)

الفئة المستهدفة: طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي.

منفذ البرنامج: الباحث.

المدة الزمنية لتنفيذ البرنامج : ٤٥ دقيقة.

أولاً: الأهداف الإجرائية لمفهوم الفوليرين:

يتوقع من الطالب في نهاية البرنامج التعليمي أن يكون قادراً على:

١- تعريف الفوليرين تعريفاً علمياً محدداً.

٢- تحليل مفهوم الفوليرين إلى مكوناته الأساسية.

٣- تحديد مكتشف الفوليرين.

٤- اكتشاف خصائص الفوليرين.

٥- إعطاء أمثلة توضيحية لأنواع الفوليرين.

٧- تعرّف بعض التطبيقات العملية للفوليرين.

٩- التعبير عن اتجاهه واهتمامه نحو مفهوم الفوليرين.

ثانياً: مواد وتقنيات التعليم المساعدة في تنفيذ البرنامج التعليمي لمفهوم الفوليرين:

١- جهاز الداتاشو.

٢- برمجية الوسائط المتعددة.

٣- دليل المعلم.

٤- المحتوى التعليمي للبرنامج الخاص بمفهوم الفوليرين.

٥- أوراق العمل المتضمنة أنشطة البرنامج التعليمي لمفهوم الفوليرين.

ثالثاً: طريقة تنفيذ البرنامج:

الطريقة الاستقصائية: وهي عبارة عن نموذج من نماذج التعلم الاستقصائي، تعتمد على وضع الطلاب في مواقف تعلم إشكالية مرتبطة بمفاهيم تكنولوجيا النانو، وتقديم مسائل وقضايا تثير اهتمامهم وتفكيرهم، وتدفعهم إلى استخدام حواسهم، ومهارات تفكيرهم، وخيالهم العلمي، لممارسة أنشطة التعلم الاستقصائي، والتعمق في دراسة الموقف المشكل من خلال دقة الملاحظة، وتحديد المشكلة، وتكوين فرضيات، أو تقديم إجابات مبدئية لحل المشكلة، وجمع المعلومات والحقائق، وتنظيمها ومقارنتها، ومناقشة الفرضيات، والتحقق منها، واختبار أدلتها، واستخلاص النتائج، وتحليلها، وتفسيرها، والتحقق منها للوصول إلى النتيجة النهائية

الصحيحة؛ بهدف تكوين منظومة فكرية متسقة من مفاهيم تكنولوجيا النانو لدى الطلاب، من خلال ممارسة أنشطة التعلم الاستقصائي، وتطبيقها في مواقف تعليمية جديدة.

رابعاً: الخطوات الإجرائية لتنفيذ البرنامج التعليمي لمفهوم الفوليرين:

- ١- إشعار الطلاب بالأهداف التي يتعين عليهم تحقيقها في نهاية البرنامج.
- ٢- التهيئة التحفيزية: تستهدف عملية التهيئة التحفيزية تنشيط العمليات الذهنية لدى الطلاب لاكتساب العمليات المعرفية لمفهوم الفوليرين؛ ولتحقيق هذه الغاية يتم عرض فيلم علمي وثائقي عن مفهوم الفوليرين بواسطة برمجية الوسائط المتعددة، لجذب اهتماماتهم وتشويقهم إلى الخبرات التعليمية ذات العلاقة الوثيقه بمفهوم الفوليرين.
- ٣- تقسيم الطلاب إلى مجموعات عمل تعاونية صغيرة يتراوح أفراد كل مجموعة ما بين (٤-٥) طلاب لتنفيذ أنشطة البرنامج، والحوار والمناقشة، وتبادل الأفكار، وطرح التساؤلات فيما بينهم حول مفهوم الفوليرين.
- ٤- تحديد مفهوم الفوليرين وعرضه على الطلاب، وطرح أسئلة تساعدهم في استخلاص مدلوله العلمي، وتحليله إلى مكوناته الأساسية، وتوضيح العلاقة القائمة بين عناصره، واستخلاص الخصائص التي تميزه عن غيره من المفاهيم الأخرى المتعلقة بتكنولوجيا النانو.
- ٥- عرض الخبرات التعليمية المتعلقة بمفهوم الفوليرين على الطلاب عبر برمجية الوسائط المتعددة، ومناقشتهم حولها، وإتاحة الفرصة لهم لطرح تساؤلاتهم حول مضمون المحتوى، وتحليله والتعمق في دراسته، وجمع الأدلة وتنظيمها، وتحليلها، وإتاحة الفرصة لهم، ليتعلموا عن طريق الاستقصاء العلمي المفتوح، وتفحص الحقائق، واستخلاص النتائج المعقولة، والكشف عن علاقات جديدة، والبرهنة عليها؛ وذلك بهدف اكتساب المهارات المعرفية، ومهارات التفكير النانوتكنولوجي، المرتبطة بمفهوم الفوليرين من حيث مدلوله العلمي، ووظيفته الأساسية، وخصائصه المميزة له، وأهم تطبيقاته العملية، وتنمية اتجاهاتهم الإيجابية واهتماماتهم العلمية نحوه.
- ٦- ممارسة الطلاب لأنشطة التعلم الاستقصائي الفردي والجماعي في إطار الهدف المحدد من كل نشاط، وتحديد المهام التي ينبغي إنجازها من قبلهم، ويتم تنفيذ الأنشطة من خلال أوراق العمل المعدة لتحقيق هذه الغاية، ومتابعتهم أثناء ممارستهم لها، ومساندتهم وتحفيزهم، وتفعيل عملية التغذية الراجعة المباشرة، لإنجاز النشاط وتحقيق الهدف المحدد منه.
- ٧- تقويم عملية اكتساب الطلاب للعمليات والمهارات المعرفية المتعلقة بمفهوم الفوليرين عن طريق إجراء التقويم البنائي الذي يتضمن أسئلة تستهدف التحقق من إتقان الطلاب وممارستهم للعمليات العقلية، والمهارات المعرفية المتعلقة بمفهوم الفوليرين.

٨- تحديد اتجاهات الطلاب الإيجابية أو السلبية نحو مفهوم الفوليرين، من خلال مناقشتهم مناقشة علمية استقصائية، تقود إلى التعرف على اتجاهاتهم ووجهة نظرهم نحو مفهوم الفوليرين، وما اكتسبوه من خبرات تعليمية جديدة، وكيفية الاستفادة منها في تطوير قدراتهم وإبداعاتهم، أو تكليفهم بكتابة تقرير مصغر، يعبرون فيه عن اتجاهاتهم، وأفكارهم نحو مفهوم الفوليرين، وأهمية تعلمه بالنسبة لهم.

خامساً: محتوى البرنامج التعليمي لمفهوم الفوليرين:

الفوليرين من المواد النانوية متناهية الصغر، ويطلق عليه أحياناً كرات باكي أو بكي بول (Buck balls) أو الكربون الستيني (C60) ويطلق عليه أحياناً فوليرين (بكمينستر) ولكن المصطلح الأكثر استخداماً في الأوساط العلمية مصطلح (الفوليرين) نسبة إلى مكتشفه المهندس المعماري (ريتشارد بكمينستر فولر) الذي اشتهر بتصميم القباب الجيوديسية التي تشبه في مظهرها الكرات الكربونية. (الاسكندراني، ٢٠١٠م، ص ١٤٢).

ويُعتبر الفوليرين (Fulleren) من أهم المفاهيم العلمية المستخدمة في تكنولوجيا النانو. ولتشكيل تصور علمي لهذا المفهوم، وفهم أفضل، تجدر الإشارة إلى مناقشة من الجوانب العلمية الآتية:

١- اكتشاف الفوليرين:

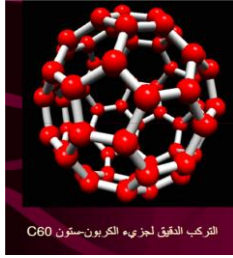
تمكن ثلاثة من العلماء البارزين في الكيمياء وهم : روبرت كورل (Robert F.Cutl) وهارولد كروتو (Harold Kroto) وريتشارد سمالي (Richard Errett Smalley) بجامعة راييس الأمريكية في عام (١٩٨٥م) من اكتشاف نوع جديد من صور الكربون أطلق عليه الكربون الستيني (C60) وبهذا الاكتشاف العلمي الجديد نالوا جائزة نوبل في الكيمياء عام (١٩٩٦م).

وشارك مع هذا الفريق طالبان من طلاب الدراسات العليا في الجامعة نفسها، وتمثل دورهما في إجراء الاختبارات العملية للفوليرين، واستغرق هذا الاكتشاف تسع سنوات، وكان لهذا الاكتشاف دوراً بالغ الأهمية في ترسيخ قواعد تكنولوجيا النانو، وإثبات قدرتها على اكتشافات علمية جديدة لم تكن متاحة من قبل عن، طريق التحكم في الذرات والجزيئات، وفتح آفاق علمية عريضة من التطبيقات التكنولوجية الرائدة. (الاسكندراني، ٢٠١٠م، ص ١٤١-١٤٢).

وقد تم اكتشاف أكثر من (٩٠٠) مركب فلورين منذ عام (١٩٩٦م) حتى الوقت الراهن، ومنها : الفوليرين المخروطي، والفولورين الأنبوبي، وتم إحراز تقدم كبير في التطبيقات العلمية واسعة النطاق لكل من هذه المركبات نظراً لما تتميز به من خصائص فريدة متنوعة. ([http:// www.uotechnology.edu.iq](http://www.uotechnology.edu.iq)) تاريخ الإتاحة: ١٤٣٢/٩/٣هـ).

٢- مفهوم الفوليرين (Fulleren):

الفوليرين عبارة عن جزيئات نانوية مكونة من ذرات الكربون مترابطة ثلاثياً، على شكل كريات لها بناء



الشكل (١) التركيب الدقيق للفوليرين C60
<http://knol.google.com/k>

يمثل الجرافيت، وتحتوي على أشكال خماسية وسداسية من ذرات الكربون؛ مما ينتج عنه انثناء الطبقات إلى كريات أو اسطوانات. وأكثر الفوليرينات شهرة هو الجزيء (C60) حيث تترتب (٦٠) ذرة من الكربون على رؤوس مجس عشري ناقص يشبه شكل الكرة، ويتميز بأنه جزيء ممغنط وغير قابل للاحتكاك. انظر الشكل (١).

<http://knol.google.com/k>. تاريخ الإتاحة: ٢٧/٦/١٤٣٢هـ).

❖ تحليل مفهوم الفوليرين:

يتضمن مفهوم الفوليرين الأفكار والحقائق العلمية الآتية:



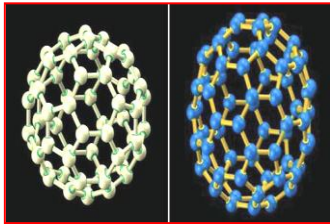
الشكل (٢) الفوليرين C60 مبین فی التركيب الجزيئي وصورته البلورية يسار

<http://www.uotechnology.edu.iqy>

أ - الفوليرين عبارة عن جزيئات نانوية مكونة من ذرات الكربون ويحتوي على (٦٠) ذرة من الكربون الخالص مرتبة على شكل قفص كروي ويمكن توصيفه بأنه كرة مجوفة ذات أبعاد متناهية الصغر، انظر الشكل (٢).

ب - فوليرين الجزيء (C60) ويسمى (الفولورين الستيني) يتألف الجزيء الواحد من (٦٠) ذرة كربون ترتبط كل واحدة منها بثلاث ذرات أخرى مماثلة. (الاسكندراني، ٢٠١٠م، ص ١٤٢).

ج - الفوليرين أشكال متعددة ولكل منها خصائصه وتطبيقاته الخاصة، ومن الأمثلة على ذلك الفوليرين (C36) و (C48) و (C70) وهناك ما يصل عدد ذراته ما بين (٧٠ إلى ٥٠٠) ذرة من الكربون. انظر



الشكل (٣) فوليرين C70 مبین وفوليرين C60 يسار

<http://www.uotechnology.edu.iqy>

الشكل (٣). (<http://www.uotechnology.edu.iqy>).

تاريخ الاسترجاع : ٣/٩/١٤٣٢هـ).

وهناك جزيئات الفوليرينات العالية مثل: (C76, C78, C82). (براديب، ٢٠١٠م، ص ١٣٦) إلا أن العلماء أبدوا اهتماماً علمياً كبيراً بالفوليرين الستيني (C60) نظراً لخصائصه المتميزة، وتطبيقاته النانوتكنولوجية المتنوعة.

٤- خصائص الفوليرينات:

تتميز الفوليرينات بالعديد من الخصائص ومنها:

أ - يتميز الفوليرين بخاصية نادرة، وهي أن ذرات الكربون المؤلفة للجزيء الواحد، تُكوّن هيكلاً هندسياً يبلغ قطره نحو (١) نانومتر، وتسهم تلك الذرات في ترابطها لتكوين (٣٢) شكلاً منها (٢٠) شكلاً سداسياً، و(١٢) شكلاً خماسياً، لتشبه في مظهرها كرة القدم المستديرة الشكل. (الاسكندراني ، ٢٠١٠م، ص ١٤٢).

ب - يحتوي الفوليرين على تجاويف كروية، وبيضاوية، وأنبوبية تحتوي على (٦٠) ذرة كربون أو أكثر تمتاز ببعدها الزوجي، ويمكن مد هذه الكرات على شكل أنابيب لإنتاج ألياف أو أشكال أخرى متنوعة. (علي، ٢٠٠٩م، ص ٢٤)

ج - الفوليرين جزيء مغنط وغير قابل للاحتكاك. (<http://knol.google.com/k>).

د - تتمتع الفوليرينات بمرونة كبيرة جداً وتحمل الضغط العالي، وإذا زاد الضغط عليها بسرعة هائلة يمكن أن تتحول إلى ألماس. (مجلة العلوم والتقنية ، ٢٠٠٧م ، ص ٣٩).

هـ - يتميز الفوليرين بأنه ناقل جيد للكهرباء ذو موصلية فائقة (Super Conductive) في درجات حرارية مرتفعة نسبياً، ويمكن الاستفادة من هذه الخاصية في تصنيع معادن الفوليرينات وبأحجام صغيرة (سرجنت، ٢٠٠٨م، ص ٢٧٨).

٥- التطبيقات العملية للفوليرين:

يتمتع الفوليرين بخواص فيزيائية، وكيميائية، وميكانيكية، وكهربائية، ومغناطيسية مميزة، ولهذه الخصائص الفريدة انعكاساتها الإيجابية في كثير من التطبيقات النانوتكنولوجية، والعلمية المختلفة، في كثير من المجالات العلمية، والقطاعات الصناعية، والالكترونية والطبية، وخلايا الوقود، ومن أبرز تلك التطبيقات ما يأتي:

أ - أظهرت نتائج البحوث الطبية لدى أكبر الشركات الدوائية العالمية مدى فعالية الفوليرين عند استخدامه في إنتاج عقاقير السيطرة على الآثار التدميرية الناجمة عن اعتلال الدماغ بأحد الأمراض الدماغية مثل الزهايمر (Alzheimer) ومرض اعتلال الأعصاب الحركية. كما برهنت النتائج على فعالية الفوليرين في وقف أنشطة الشقائق داخل الجسم، وتحييده عن أداء تأثيراته السلبية على الوظائف الحيوية داخل الجسم. (الاسكندراني ، ٢٠١٠م ، ص ١٤٤).

ب - تشير التقارير إلى أن (٦٠٠٠) شخصاً يلقون حتفهم يومياً بسبب نقص المناعة المكتسبة، وقد تمكن علماء روس من إنتاج دواء فوليرين (C60) لعلاج مرض المناعة المكتسبة. ويتميز هذا الدواء بقوته العالية ضد الفيروسات، ويستخدم المريض هذا الدواء إلى جانب أدوية أخرى مدى الحياة مثلما يتناول المصاب بمرض السكر هرمون الأنسولين. (<http://uqu.edu.sa>). تاريخ الإتاحة: ١٤٣٢/٦/٧هـ).

ج - يستخدم الفوليرين طبيًا كمضاد حيوي لمقاومة البكتيريا وبعض أنواع الخلايا السرطانية ومنها الميلانوما (Melanoma) بالإضافة إلى استخدامه كمضاد للميكروبات النشطة ضوئياً.

<http://ar.wikipedia.org>. تاريخ الإثابة: ١٤٣٢/٥/٢٤هـ).

د - تستخدم الفوليرينات في المحفزات الكيميائية (Catalysis) وصناعة المستشعرات الحساسة في علوم الصيدلة، وكما مادة لاحتراق أغشية خلايا البكتيريا الخارجية، وصناعة أنواع الدهانات التي تعالج بطريقة كيميائية، بالإضافة كذلك إلى استخدامها في صناعة إطارات السيارات لرفع كفاءتها وإطالة عمرها الزمني. (صفات سلامة، ٢٠٠٩م، ص ٦٦).

هـ - " قد تنجح جسيمات الفوليرين - حيث أخفقت العديد من الأدوية التقليدية - في عبور حاجز الدم في الدماغ لنقل الدواء من مجرى الدم إلى الدماغ، كما أن جسيمات الفوليرين قد تتحول إلى مرشح لا مثيل له في محاربة اضطرابات في المخ مثل الزهايمر، وأمراض لوجيهريج ". (نيلينا مالش، ٢٠١١م، ص ٢٩٤).

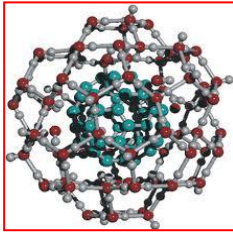
و- من المرجح أن يكون للفوليرينات دور مهم في إنتاج زيوت التشحيم المخففة للاحتكاك، والصناعات الدوائية، وتصميم آلات رقائق النانو وهي ما تمثل تكنولوجيا المستقبل. (محمد، ٢٠١٠م، ص ١٠١).

سادساً: الأنشطة التعليمية:

النشاط (١):

الهدف: صياغة تعريف واضح لمفهوم الفوليرين.

المهمة: بالتعاون مع أفراد مجموعتك، ومستعيناً بالشكل المرفق، اكتب تعريفاً محدداً وواضحاً لمفهوم الفوليرين. ثم صغ تسمية علمية معبرة عن مدلوله العلمي.



<http://www.lsbu.ac.uk>

النشاط (٢):

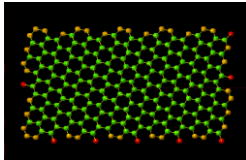
الهدف: طرح أمثلة لأشكال الفوليرين.

المهمة: للفوليرينات أشكال متنوعة، اذكر ثلاثة أمثلة منها.

النشاط (٣):

الهدف: استنتاج خاصيتين من خصائص الفوليرين من خلال الشكل المعطى.

المهمة: تتميز الفوليرينات ببعض الخصائص النادرة، تأمل في الشكل المرفق ثم استنتج هذه الخاصية، موضحاً كيف يمكن الاستفادة منها في التطبيقات النانوتكنولوجية. ثم صغ تسمية علمية معبرة عن المدلول العلمي للشكل.



<http://www.genistra.com>

سابعاً: التقويم البنائي:

- ١- عرف مفهوم الفوليرين تعريفاً علمياً دقيقاً .
- ٢- من هم العلماء الذين اكتشفوا الفوليرين ؟
- ٣- أعطِ مثالين لأنواع الفوليرين.
- ٤- علل: اهتمام العلماء بالفوليرين الستيني على وجه التحديد.
- ٥- يتميز الفوليرين بالعديد من الخصائص الفريدة، اذكر ثلاثاً منها.
- ٦- ما أهم التطبيقات العملية النانوتكنولوجية للفوليرين؟
- ٧- اكتب فقرة مختصرة معبراً فيها عن اتجاهك واهتمامك نحو مفهوم الفوليرين، وما استفدته من دراستك له ؟

ثامناً : التغذية الراجعة:

تتضمن عملية التغذية الراجعة تعديل استجابات الطلاب وتصحيحها، ومعالجة نواحي القصور لديهم في ضوء أدائهم للتقويم البنائي، وتدعيم استجاباتهم الصحيحة، لتحسين اكتسابهم للمهارات والمعارف المتعلقة بمفهوم الفوليرين.

تاسعاً: تدريب منزلي:

اكتب تقريراً علمياً عن مفهوم الفوليرين، مناقشاً فيه القاعدة التي يقوم عليها هذا المفهوم، وخصائصه، وأهم تطبيقاته النانوتكنولوجية، مدعماً تقريرك بالأمثلة التوضيحية والصور والأشكال التوضيحية.

النموذج (٩)

علم سموم المواد النانوية (Nano Toxicology)

الفئة المستهدفة: طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي.

منفذ البرنامج: الباحث .

المدة الزمنية لتنفيذ البرنامج: ٤٥ دقيقة.

أولاً: الأهداف الإجرائية لمفهوم علم سموم المواد النانوية:

يتوقع من الطالب في نهاية البرنامج التعليمي أن يكون قادراً على:

- ١- تعريف علم سموم المواد النانوية تعريفاً علمياً دقيقاً.
 - ٢- تحليل مفهوم علم سموم المواد النانوية إلى عناصره ومبادئه الأساسية.
 - ٣- تحليل سميّة المواد النانوية.
 - ٤- إعطاء أمثلة توضيحية لبعض أنواع سموم المواد النانوية.
 - ٥- ذكر أربعة من مخاطر سموم المواد النانوية على صحة الإنسان وبيئته التي يعيش فيها.
 - ٦- اقتراح ثلاثة إجراءات وقائية من سموم المواد النانوية.
 - ٧- التعبير عن مواقفه واتجاهاته نحو تعلم مفهوم علم سموم المواد النانوية.
- ثانياً: مواد وتقنيات التعليم المساعدة في تنفيذ البرنامج التعليمي لمفهوم علم سموم المواد النانوية:
- ١- جهاز الداتاشو.
 - ٢- برمجية الوسائط المتعددة.
 - ٣- دليل المعلم.
 - ٤- المحتوى التعليمي للبرنامج الخاص بمفهوم علم سموم المواد النانوية.
 - ٥- أوراق العمل المتضمنة أنشطة البرنامج التعليمي لمفهوم علم سموم المواد النانوية.

ثالثاً: طريقة تنفيذ البرنامج:

الطريقة الاستقصائية: وهي عبارة عن نموذج من نماذج التعلم الاستقصائي، تعتمد على وضع الطلاب في مواقف تعلم إشكالية مرتبطة بمفاهيم تكنولوجيا النانو، وتقديم مسائل وقضايا تثير اهتمامهم وتفكيرهم، وتدفعهم إلى استخدام حواسهم، ومهارات تفكيرهم، وخيالهم العلمي، لممارسة أنشطة التعلم الاستقصائي، والتعمق في دراسة الموقف المشكل من خلال دقة الملاحظة، وتحديد المشكلة، وتكوين الفرضيات، وجمع المعلومات والحقائق، وتنظيمها، ومقارنتها، ومناقشة الفرضيات، والتحقق منها، واختبار أدلتها، واستخلاص النتائج، وتحليلها، وتفسيرها، والتحقق منها للوصول إلى النتيجة النهائية الصحيحة؛ بهدف الوصول تكوين

منظومة فكرية متسقة من مفاهيم تكنولوجيا النانو لدى الطلاب من خلال ممارسة أنشطة التعلم الاستقصائي، وتطبيقها في مواقف تعليمية جديدة.

رابعاً: الخطوات الإجرائية لتنفيذ البرنامج التعليمي لمفهوم السموم النانوية:

- ١- تحديد الأهداف التي يتعين على الطلاب تحقيقها في نهاية البرنامج.
- ٢- التهيئة التحفيزية: تستهدف عملية التهيئة التحفيزية تنشيط العمليات الذهنية لدى الطلاب، لاكتساب العمليات المعرفية لمفهوم علم سموم المواد النانوية، ولتحقيق هذه الغاية يتم مناقشتهم حول بعض الجوانب الإيجابية لتكنولوجيا النانو، وطرح أسئلة استقصائية تساعدهم على استنتاج بعض فوائد تكنولوجيا النانو التي تعلموها في الدروس السابقة، ثم توضيح أن تكنولوجيا النانو من التكنولوجيات الناشئة الحديثة، ولها تداعياتها وآثارها السلبية على صحة الإنسان وبيئته. كما أن البحوث والدراسات التي تتناول هذا الآثار الخطيرة لازالت في مهدها كي تبرهن بالأدلة العملية على مدى خطورتها على حياة الإنسان وبيئته التي يعيش فيها، وبلي هذا عرض مقطع فيديو وثائقي يوضح مفهوم سموم المواد متناهية الصغر عبر برمجية الوسائط المتعددة، ومناقشتهم حول مضمونه، بهدف بناء إطار مفاهيمي واضح نحو مفهوم سموم المواد متناهية الصغر.
- ٣- تقسيم الطلاب إلى مجموعات عمل تعاونية صغيرة يتراوح أفراد كل مجموعة ما بين (٤-٥) طلاب، لتنفيذ أنشطة البرنامج من خلال الحوار والمناقشة، وطرح التساؤلات حول مفهوم علم سموم المواد النانوية.
- ٤- تحديد مفهوم علم سموم المواد النانوية وعرضه على الطلاب، وطرح أسئلة تقود إلى استنتاج مدلول المفهوم وتحليله إلى عناصره الأساسية والعلاقات القائمة بينها، واستنتاج الخصائص المميزة للمفهوم التي تميزه عن غيره من المفاهيم الأخرى لتكنولوجيا النانو.
- ٥- عرض الخبرات التعليمية المتعلقة بمفهوم علم سموم المواد النانوية المتضمنة في البرنامج عبر برمجية الوسائط المتعددة، ومناقشتهم حولها، وإتاحة الفرصة لهم لطرح تساؤلاتهم حول المفهوم، وتحليله والتعمق في دراسته، وجمع الأدلة، وتنظيمها، وتحليلها، ليتعلموا عن طريق الاستقصاء العلمي الدقيق، وتفحص الحقائق، واستخلاص النتائج المعقولة، والكشف عن العلاقات الجدلية، والبرهنة عليها، وذلك بهدف اكتساب المهارات المعرفية، المرتبطة بمفهوم علم سموم المواد النانوية من حيث مدلوله العلمي، وخصائصه المميزة له، وأهم عواملسمية المواد النانوية. وتنمية الوعي المتزن نحو تكنولوجيا النانو من حيث جوانبها الإيجابية، وآثارها السلبية على حياة الإنسان وبيئته.
- ٦- ممارسة الطلاب لأنشطة التعلم الاستقصائي الفردي والجماعي في إطار الهدف المحدد من كل نشاط، وتحديد الأدوار التي ينبغي إنجازها من قبل الطلاب، ويتم تنفيذ الأنشطة من خلال أوراق العمل الخاصة

بأنشطة التعلم، ومتابعتهم أثناء تنفيذهم لهذه الأنشطة، وإرشادهم وتحفيزهم، وتقديم التغذية الراجعة المباشرة، لإنجاز النشاط وتحقيق الهدف المحدد منه.

٧- تقويم اكتساب الطلاب للعمليات والمهارات المعرفية المرتبطة بمفهوم علم سموم المواد النانوية، عن طريق إجراء التقويم البنائي المتضمن بعض الأسئلة التي تستهدف التحقق من إتقان الطلاب للعمليات العقلية، والمهارات المعرفية المتعلقة بمفهوم علم سموم المواد النانوية.

٨- التعرف على اتجاهات الطلاب الإيجابية أو السلبية نحو مفهوم سموم المواد النانوية، من خلال مناقشتهم مناقشة استقصائية، تسهم في التعرف على اتجاهاتهم، مواقفهم نحو تعلم مفهوم علم سموم المواد النانوية، وما اكتسبوه من خبرات تعليمية جديدة، وكيفية الاستفادة منها في اقتراح إجراءات وقائية من سموم المواد النانوية، ووسائل تطبيقها، أو تكليفهم بكتابة تقرير مصغر يعبرون فيه عن اتجاهاتهم، وأفكارهم نحو مفهوم سموم المواد النانوية، وأهمية تعلمه بالنسبة لهم.

خامساً: محتوى البرنامج التعليمي لمفهوم سموم المواد النانوية:

تقدم تكنولوجيا النانو للبشرية كثيراً من الفوائد العظيمة، في العديد من المجالات الطبية، والهندسية، والالكترونية، وتقنية المعلومات، والاتصالات، ونحوها من القطاعات الصناعية، والاقتصادية، والإنتاجية، فهي بحق تمثل طفرة تكنولوجية غير مسبوقة، ويتوقع خبراء تكنولوجيا النانو أن مستقبل البشرية في المرحلة القادمة سيكون رهين هذه الثورة التكنولوجية المتقدمة، وأنها ستقود كل التطورات المعرفية، والعلمية، والمعلوماتية مستقبلاً دون منافس.

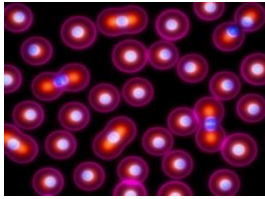
ورغم تعاضد الدور الريادي الذي تقدمه تكنولوجيا النانو للمجتمع الإنساني من خدمات واسعة النطاق، إلا أنها كأي تقنية أخرى لها انعكاساتها ومخاطرها الصحية، والبيئية، والاجتماعية، ويجب أن لا تحجب تلك الفوائد العظيمة عن الأذهان مناقشة هذه المخاطر وتحليلها وتفسيرها في ضوء أطر فكرية، وأنساق علمية، ومحكات ومعايير عالمية مقننة، وتوضيح كيفية التعامل معها بالطرق الآمنة، وسبل الوقاية منها.

ولعل من أهم تداعيات تزايد القلق والشكوك نحو مخاطر تكنولوجيا النانو أنها بدأت تقتحم مجالات علمية حساسة تتعلق بحياة الإنسان وبيئته التي يتعايش معها، فقد بدأت تتدخل في صناعة المواد الغذائية، والمنتجات الزراعية، والمنتجات الاستهلاكية الأخرى؛ لأهداف استثمارية بحتة، دون وعي من المستهلك بمخاطرها على صحته من ناحية، وبيئته المحيطة به من ناحية أخرى.

ويعدُّ استخدام تكنولوجيا النانو والتلاعب بالذرات والجزيئات لأحداث تفاعلات كيميائية شديدة، دون قيود وقوانين أخلاقية واجتماعية من أكثر المخاطر المحدقة بحياة الإنسان وبيئته، والتي قد يصعب معالجتها مستقبلاً.

هذه القضايا توجه الاهتمام إلى مناقشة مفهوم علم سموم المواد النانوية، وتحليله من حيث مدلوله العلمي، وأبعاده الصحية والبيئية، والتعرف على أدلته وبراهينه، والأمثلة على مخاطر أنواع سموم المواد النانوية؛ بهدف تكوين قاعدة علمية معرفية رصينة نحو هذا المفهوم، علاوة على إذكاء الوعي لدى الطلاب بمخاطر المواد النانوية عندما تغيب القوانين، والتنظيمات الأخلاقية، والاجتماعية الدولية لتكنولوجيا النانو، أو لا تطبق بالطرق الصحيحة الآمنة؛ ليتعامل مع منتجاتها، وابتكاراتها التكنولوجية بنظرة علمية وموضوعية واعية؛ ويختار منها ما يتلاءم مع اهتماماته واحتياجاته وطموحات مجتمعه، ويستفيد منها بطرق صحية آمنة دون إلحاق الضرر بحياته أو حياة مجتمعه.

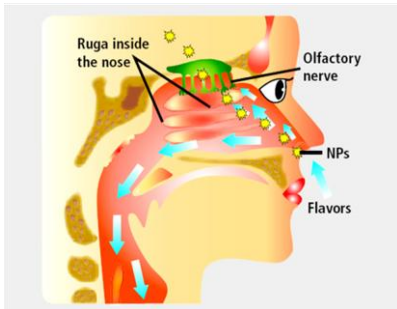
١- مفهوم علم سموم المواد النانوية (Nanotoxicology):



الشكل (١) صورة مجهرية توضح سمية الجسيمات النانوية

<http://ar.wikipedia.org>

علم سموم المواد النانوية: مجال علمي يختص بدراسة سمية المواد النانوية الناتجة عن تأثيرات الحجم الكمي للمساحة السطحية الكبيرة للمواد المتناهية الصغر، التي تزيد من نشاط المواد النانوية وتفاعلها الكيميائي، ومدى خطورة هذه المواد على صحة الإنسان، وقدرة الجسم على امتصاصها، وكيفية التعامل مع الجسيمات النانوية فائقة الصغر حينما تدخل إلى الجسم البشري، ومدى قدرة الجسم على مقاومتها وتفاعلها مع العمليات الحيوية داخل الجسم، والآثار الجانبية المترتبة عليها، بالإضافة إلى خطورة هذه المواد على بيئة الإنسان. <http://ar.wikipedia.org>. تاريخ الإثارة: ١٤٣٢/٨/٢٤ هـ انظر الشكل (١).



الشكل (٢) دخول سموم المواد النانوية إلى جسم الإنسان

<http://pollutionfree.wordpress.com>

وترتبط سمية المواد متناهية الصغر كما تشير نيلينا مالش (٢٠١١) بعدة عوامل تشمل: " التركيب الكيميائي، والحجم، والشكل، والكيمياء السطحية، كما أن مسارات دخول هذه المواد متعددة ومشاركة مثل: الاستنشاق من خلال الجهاز التنفسي، أو البلع، أو الحقن في مجرى الدم، أو عن طريق وسائل النقل خلال الجلد " ص ٢٩٥. انظر الشكل (٢).

- تحليل مفهوم علم السموم النانوية:

يتضمن مفهوم علم سموم المواد النانوية الأفكار والمعايير الآتية:

أ - علم السموم النانوية مجال علمي يهتم بدراسة الجوانب التالية:

- مخاطر المواد النانوية فائقة الصغر على صحة الإنسان، وبيئته المحيطة به.
- تحديد مدى خطورتها على صحة الإنسان.

- كيفية التعامل مع المواد النانوية عند تسللها داخل جسم الإنسان.

- مدى مقاومة الجهاز المناعي لها.

ب - من أهم أسباب مخاطر المواد النانوية؛ تغير خصائصها عند مستوى المقياس النانومتري، حينما تصل إلى درجة متناهية من الصغر؛ مما ينتج عنه زيادة في نشاطها، وتفاعلها الكيميائي، وهذا بدوره يؤدي إلى ظهور بعض الآثار الجانبية، وكذلك بعض الجوانب الإيجابية كما سبق توضيحه عند مناقشة خصائص المواد النانوية، وكذلك مناقشة أنواع المواد النانوية، وتطبيقاتها التكنولوجية المختلفة.

ج - إن أحد مصادر القلق بشأن مخاطر المواد النانوية دقة حجمها، وغير قابليتها للتحلل، فمن الصعوبة بمكان ملاحظتها بالوسائل والطرق التقليدية؛ فهذه المواد قد تتطاير في الهواء بكميات كبيرة وسرعة هائلة، فيستنشقها الإنسان أو الكائنات الحية الأخرى التي يعتمد عليها الإنسان في غذائه، وقد تحترق هذه المواد المتناهية في الصغر الخلايا الحوية أو النباتية ملحقه أضراراً بالغة بصحة الإنسان وبيئته.

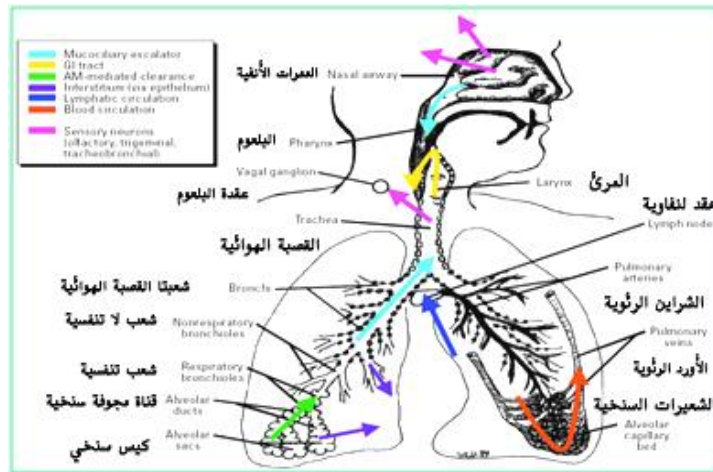
د - يستهدف علم سموم المواد النانوية التحقق من مدى خطورتها على حياة الإنسان وبيئته التي يتعايش معها، بالإضافة إلى وضع الضوابط والقوانين المنظمة للتعامل الآمن والعقلاني مع تكنولوجيا النانو، ومختلف المنتجات والصناعة التي تعتمد على هذا النوع من التقنية.

٢- مخاطر سموم المواد النانوية:

رصد تقرير أعده جورج وجيم (٢٠٠٩م) العديد من المخاطر الناشئة عن سوء استخدام تكنولوجيا النانو وإدارتها ومنتجاتها الصناعية المختلفة ومنها ما يأتي:

أ - استنشاق الهواء الملوث بجسيمات النانو يلحق الضرر بالرئتين وبطانة الشرايين، والجهاز القلبي انظر الشكل

(٣).



الشكل (٣) تأثير الجهاز التنفسي بملوثات النانوية

<http://pollutionfree.wordpress.com>

ب - قد تنفذ بعض الجسيمات النانوية من خلال مسامات الجلد البشري، ولا يستطيع الجهاز المناعي للإنسان مقاومتها؛ مما قد يعرض الخلايا الحية لمخاطر محتملة؛ فالتقارير الأولية تشير إلى الإجهاد التأكسدي، والاستجابات الالتهابية، وتمزق الأغشية الخلوية بسبب البيروكسيد الشحمي الذي تسببه الجسيمات النانوية عند دخولها لجسم الإنسان.

ج - كشفت الدراسات أن بعض الجسيمات النانوية قد تكون قابلة للانتقال مباشرة من الأجهزة الحساسة في حسة الشم إلى الجهاز العصبي المركزي؛ وذلك بالمرور عبر الحاجز الدموي الدماغي، إلا أن هذه التأثيرات المحتملة غير مؤكدة حتى الوقت الراهن، وثمة حاجة لمزيد من الأبحاث والدراسات للوصول إلى نتائج دقيقة ومؤكدة.

د - طبقاً للمعلومات المتوافرة حالياً بتعرض العمال في أماكن العمل للجسيمات النانوية، والتعامل مع المنتجات التي تعتمد على تكنولوجيا النانو، وعمليات التخلص من النفايات وطرق تناولها، أو أثناء تنظيف المعدات، أو خلال عملية التغليف، ونقل المنتجات وتداولها، كلها تمثل مصدر خطورة على صحة الإنسان.

هـ - قام باحثون من معهد كارولينسكا في السويد بدراسة نشرت عام (٢٠٠٨م) توصلوا فيها إلى الجزيئات النانوية لأكسيد التيتانيوم، وأكسيد الزنك الموجودة في المراهم الواقية من الشمس، وأدوات التجميل، قد تسبب في قتل الخلايا أو تلف في الحمض النووي (DNA) وأن المواد النانوية للنحاس (Copper Nano materials) كانت أكثر سمية وتلفاً للحمض النووي (DNA). (Karlsson & Gustafsson and lennatt) المشار إليهما في صفات سلامة. (٢٠٠٩م، ص ١٩٨).

و - قام معهد التكنولوجيا في نيوجرسي بدراسة نشرت عام (٢٠٠٥م) كشفت أن الجزيئات النانوية من مادة الألومينا أو (أكسيد الألمنيوم) تبطن من نمو جذور خمسة أنواع من النباتات وهي: (الذرة، والخيار، والكرنب، والجزر، وفول الصويا) (Wahs and yang) المشار إليهما في (صفات سلامة، ٢٠٠٩م، ص ص ١٩٦-١٩٧).

ز- يمكن لجزيئات النانو الوصول إلى التربة والماء والهواء، وليس من المعروف على وجه اليقين مدى تأثيرها على المناخ. وإذا ما تم امتصاص جزيئات النانو عبر جذور النباتات أو الأشجار أو من خلال عملية التمثيل الضوئي؛ فإنها سوف تصل إلى الإنسان أو الحيوان عن طريق الغذاء، أو من خلال عملية تبخر الماء ونزول الأمطار على الأرض، وتسربها إلى مياه الأنهار، والمياه الجوفية، وتتدفق إلى المحيطات. (بسيوني، ٢٠٠٨م، ص ٢٠٩).

ح - أثبتت التجارب أن غراماً واحداً، من الغبار النانوي كافٍ لتلويث مساحة لا تقل عن (٢١٠٠٠) وهي قادرة على الانتقال بكميات كبيرة وبسرعة هائلة إلى طبقات مختلفة من التربة، وخاصة إذا كانت التربة رطبة وسرعة جريان الماء فيها كبيرة نسبياً. (محمد، ٢٠١٠م، ص ١٤٩).

ط - تشير النتائج الأولية التي أجريت على اختبار مخاطر خمس مواد نانوية وهي: أنابيب النانو الكربونية وحيدة الطبقة، والكربون الستيني (C60) والبلورات الكمية، وجسيمات الألوموكسين متناهية الصغر، وثاني أكسيد التيتانيوم متناهي الصغر، أن مخاطر تصنيع هذه المواد مقارنة إلى حدٍ ما مخاطر تصنيع المواد الأخرى العادية. (ليندا وواد، ٢٠٠٧م، ص ٣٥٨).

ي - " كشفت دراسة مخبرية أجريت عام (١٩٩٧م) ضمن ظروف معينة، أن كلاً من الجسيمات النانوية، من أكسيد الزنك، وأكسيد التيتانيوم تعمل كمحفز في عملية تدمير الحمض النووي (DNA) بالرغم من ذلك فإن مصير المواد النانوية خلال الجلد غير محدد ". (نيلينا مالش، ٢٠١١م، ص ٢٩٧).

وفي إطار هذه التداعيات المترتبة على مخاطر تكنولوجيا النانو على صحة الإنسان وبيئته والكائنات الحية الأخرى التي يتعايش معها، تجدر الإشارة إلى عدة اعتبارات نحو تكنولوجيا النانو من أهمها ما يأتي:

١- إن تكنولوجيا النانو من القضايا العلمية الحديثة الناشئة؛ نتيجة لتطور البحوث والتقدم المعرفي والتكنولوجي، وتطور الأدوات والأجهزة الدقيقة التي تكشف عن الحقائق العلمية لتكنولوجيا النانو، وهي بلا شك لها جوانب إيجابية كثيرة تتمثل في التطبيقات العملية لتكنولوجيا النانو في مختلف المجالات المعرفية، والعلمية والتقنية، والالكترونية. ولها أيضاً تبعاتها وانعكاساتها الخطيرة على صحة الإنسان وبيئته، علاوة على جوانب حياته الاجتماعية والاقتصادية؛ ولذلك يجب تبني اتجاه فكري عقلائي متزن تجاه القضايا العلمية والاجتماعية المرتبطة بتكنولوجيا النانو؛ لانتقاء منها ما يتلاءم مع حاجتنا وطموحاتنا ومتطلبات العصر، ويسهم بكفاءة في تطوير وتنمية مواردنا البشرية والاقتصادية.

٢- ينبغي الأخذ في الاعتبار أنه رغم تزايد القلق بشأن مخاطر تكنولوجيا النانو إلا أن الأبحاث والدراسات التي تؤكد مدى خطورتها نادرة جداً، وأنها لا زالت في مراحلها الأولية. كما أن دعم البحوث العلمية في هذا الاتجاه قليلة جداً بالمقارنة مع البحوث والدراسات التي تستثمر في عمليات الإنتاج والتصنيع لأغراض علمية وتكنولوجية وإلكترونية وطبية، وأغراض اقتصادية أخرى.

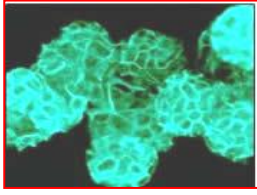
٣- يتعين على الحكومات والدول المعنية بالقضايا الناشئة ذات الصلة الوثيقة بتكنولوجيا النانو، وضع قوانين وتنظيمات أخلاقية، واجتماعية تضمن الاستخدام الآمن لتكنولوجيا النانو، وكيفية التعامل معها بداية من عمليات إنتاجها إلى نهاية دورتها في الحياة، وكيفية معالجتها والتخلص منها بالسبل الآمنة.

وبخصوص هذه الاعتبارات أوردت صفات سلامة (٢٠٠٩م، ص ٢٠١) نقلاً عن مجلة بيتشر التي نشرت عام (٢٠٠٦م) جملة من التحديات الكبرى ذات العلاقة الوثيقة بالتنمية الآمنة لتكنولوجيا النانو منها:

- ١- التوصل إلى السبل اللازمة لقياس كمية المواد متناهية الصغر في الهواء والماء.
- ٢- تعلم كيفية تقييم مدى الضرر الناتجة عن المواد متناهية الصغر.
- ٣- تنمية السبل اللازمة للتنبؤ بالأضرار الناتجة عن المواد متناهية الصغر الجديدة ومنعها.
- ٤- امتلاك المهارات اللازمة لتقييم التأثيرات المحتملة للمنتجات متناهية الصغر على كافة المستويات.
- ٥- بناء استراتيجيات وتوفير التمويل اللازم لدعم الأبحاث المطلوبة لمواجهة هذه التحديات.

سادساً: التقويم البنائي:

- ١- عرّف علم سموم المواد النانوية، ثم حلل هذا المفهوم إلى أفكاره الأساسية.
- ٢- يوضح الشكل المرفق سمية بعض المواد النانوية. فسر أسباب سمية المواد النانوية. صغ تسمية علمية لدلول الشكل المعطى.
- ٣- اذكر ثلاثاً من مخاطر المواد النانوية على صحة الإنسان.
- ٤- اقترح ثلاثة إجراءات وقائية من مخاطر سموم المواد النانوية.
- ٥- اكتب تقريراً موضحاً فيه اتجاهك نحو مفهوم تعلم علم السموم المواد النانوية.



<http://www.washington.edu>

سابعاً: التغذية الراجعة:

تتضمن عملية التغذية الراجعة تعديل استجابات الطلاب وتصحيحها، ومعالجة نواحي القصور لديهم في ضوء أدائهم لاختبار التقويم البنائي، وتدعيم استجاباتهم الصحيحة، لتحسين اكتسابهم للمهارات والمعارف المتعلقة بمفهوم علم السموم المواد النانوية.

ثامناً: تدريب منزلي:

اكتب تقريراً علمياً موجزاً عن علم سموم المواد النانوية، موضحاً دلالاته العلمية، وأنواع سموم المواد متناهية الصغر، ومخاطرها، وطرق الوقاية منها.

المحور الخامس

نماذج مفاهيمية نانوتكنولوجية متعلقة بتقنيات وأجهزة تكنولوجيا النانو المستخدمة في

الكشف ومعالجة بعض الأمراض التي يتعرض لها الإنسان

من أهم أهداف تكنولوجيا النانو ابتكار أدوات، وأجهزه، ومواد دقيقة تعمل على مستوى أبعاد المقياس النانومتري، عن طريق التحكم في البنى النانوية للذرات والجزيئات؛ لتأدية وظائف جديدة بدرجة عالية من الكفاءة، والسرعة، والدقة، وأقل تكلفة واستهلاكاً للطاقة.

وقد أسفرت البحوث والتجارب العملية عن ابتكار أجهزة، وأدوات، ومواد نانوية لم تكن معروفة قبل سطوع ثورة تكنولوجيا النانو، بل كانت مجرد تصورات، ونظريات، تتداولها أدبيات الخيال العلمي، ولكنها غدت في الوقت الراهن حقائق علمية مدعومة بالبراهين والأدلة العلمية، والمكتشفات العلمية، وأنشئت لها المؤسسات والمعاهد والمراكز العلمية المتخصصة التي يشرف عليها علماء وخبراء متخصصون، وتنفق عليها الدول مليارات الدولارات لاستثمارها في زيادة دخلها القومي، وتنمية مواردها البشرية والاقتصادية. وتعد عليها الدول آمالاً وطموحات مستقبلية في النفوذ والهيمنة على الأسواق العالمية بمختلف أجهزتها ومنتجاتها المتنوعة. ومن هذا المنطلق سيناقش هذا المحور بعض تلك الأدوات والأجهزة والمواد من حيث مفاهيمها العلمية، وطرق استخدامها؛ بهدف تكوين منظور علمي واضح يكشف أهمية تكنولوجيا النانو في تطوير مجالات الحياة، والتقدم العلمي الذي حظيت به تكنولوجيا النانو، والدور الريادي المستقبلي لهذه التقنية المتقدمة.

الأنموذج (١) روبوتات النانو (Nanorobot)

الفئة المستهدفة: طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي.

منفذ البرنامج: الباحث.

المدة الزمنية لتنفيذ البرنامج : ٤٥ دقيقة.

أولاً: الأهداف الإجرائية لمفهوم روبوت النانو:

يتوقع من الطالب في نهاية البرنامج التعليمي أن يكون قادراً على:

١- تعريف روبوت النانو تعريفاً علمياً دقيقاً.

٢- تحليل مفهوم روبوت النانو إلى مكوناته الأساسية.

٣- إعطاء أمثلة توضيحية لمفهوم الروبوتات النانوية.

٤- اكتشاف طريقة الاتصال بالروبوتات النانوية.

٥- تحديد ثلاث وظائف عملية للروبوتات النانوية.

٦- إبداء موقفه واتجاهه نحو مفهوم الروبوتات النانوية.

ثانياً: مواد وتقنيات التعلم المساعدة في تنفيذ البرنامج التعليمي لمفهوم الروبوتات النانوية:

١- جهاز الداتاشو.

٢- برمجية الوسائط المتعددة.

٣- دليل المعلم.

٤- حقيبة البرنامج الخاص بمفهوم الروبوتات النانوية.

٥- أوراق العمل المتضمنة أنشطة البرنامج التعليمي لمفهوم الروبوتات النانوية.

ثالثاً: طريقة التدريس المقترحة:

الطريقة الاستقصائية: وهي عبارة عن أنموذج من نماذج التعلم الاستقصائي، تعتمد على وضع الطلاب في موقف تعليمي مشكل يثير اهتمامهم وتفكيرهم، ويدفعهم إلى استخدام حواسهم، ومهارات تفكيرهم، وخيالهم العلمي، لممارسة أنشطة التعلم الاستقصائي، والتعمق في دراسة المشكلة من خلال دقة الملاحظة، وجمع المعلومات، والحقائق، وتنظيمها، ومقارنتها، وفرض الفرضيات، والتحقق من صحتها، واستخلاص النتائج، وتحليلها، وتفسيرها؛ بهدف تكوين منظومة فكرية متسقة لمفاهيم تكنولوجيا النانو لدى الطلاب من خلال ممارسة أنشطة التعلم الاستقصائي، وتطبيقها في مواقف تعليمية جديدة.

رابعاً: الخطوات الإجرائية لتنفيذ البرنامج التعليمي لمفهوم الروبوتات النانوية:

- ١- إشعار الطلاب بالأهداف التعليمية المطلوب تحقيقها في نهاية البرنامج.
- ٢- التهيئة التحفيزية: تستهدف عملية التهيئة التحفيزية تنشيط العمليات الذهنية لدى الطلاب؛ لاكتساب العمليات المعرفية لمفهوم الروبوتات النانوية، ولتحقيق هذه الغاية يتم طرح أسئلة استقصائية تساعدهم على التعرف على الروبوتات النانوية كفكرة علمية، واكتشاف الفرق بين الروبوت النانوي، والروبوتات الالكترونية الموجودة حالياً، ثم عرض فيلم تعليمي وثائقي عن مفهوم الروبوتات النانوية عبر برمجية الوسائط المتعددة؛ لجذب اهتماماتهم وتشويقهم إلى الخبرات التعليمية الجديدة ذات العلاقة الوثيقة بالمفهوم.
- ٣- تقسيم الطلاب إلى مجموعات عمل تعاونية صغيرة يتراوح أفراد كل مجموعة ما بين (٤-٥) طلاب، لتنفيذ أنشطة البرنامج من خلال الحوار والمناقشة، وطرح التساؤلات حول مفهوم الروبوتات النانوية.
- ٤- تحديد مفهوم الروبوتات النانوية وعرضه على الطلاب، وطرح أسئلة تؤدي استخلاص مدلوله العلمي وتحليله إلى عناصره الأساسية، والكشف عن الخاصية التي تميزه عن غيره من المفاهيم الأخرى المتعلقة بتكنولوجيا النانو.
- ٥- عرض الخبرات التعليمية المتعلقة بمفهوم الروبوتات النانوية من خلال برمجية الوسائط المتعددة، ومناقشتهم حولها، وإتاحة الفرصة لهم لطرح تساؤلاتهم حول المفهوم، وتحليله والتعمق في دراسته، وجمع الأدلة وتنظيمها وتحليلها، عن طريق الاستقصاء العلمي الدقيق، وتفحص الحقائق، واستخلاص النتائج المعقولة، والكشف عن العلاقات الجديدة، والبرهنة عليها، وذلك بهدف اكتساب العمليات المعرفية، المرتبطة بمفهوم الروبوتات النانوية من حيث مدلوله العلمي، وخاصيته المميزة له، وأمثله، وكيفية تعامل العلماء مع الروبوتات النانوية، وتطبيقاتها العملية.
- ٦- ممارسة الطلاب لأنشطة التعلم الاستقصائي الفردي والجماعي في إطار الهدف المحدد من كل نشاط، وتحديد الأدوار التي ينبغي إنجازها من قبلهم، ويتم تنفيذ الأنشطة من خلال أوراق العمل الخاصة بها، ومتابعتهم أثناء ممارستهم للأنشطة ومساندتهم وإرشادهم، وتقديم التغذية الراجعة المباشرة، لإنجاز النشاط وتحقيق الهدف المحدد منه.
- ٧- تقويم اكتساب الطلاب للعمليات والمهارات المعرفية المرتبطة بمفهوم الروبوتات النانوية عن طريق إجراء التقويم البنائي المتضمن أسئلة تستهدف التحقق من إتقان الطلاب للعمليات العقلية، والمهارات المعرفية المتعلقة بمفهوم الروبوتات النانوية.
- ٨- التعرف على اتجاهات الطلاب الإيجابية والسلبية نحو تعلم مفهوم الروبوتات النانوية، من خلال مناقشتهم مناقشة استقصائية تساهم في التعرف على اتجاهاتهم، واهتماماتهم، نحو تعلم مفهوم الروبوتات النانوية، وما اكتسبوه من خبرات تعليمية وتعليمية جديدة، وكيفية الاستفادة منها في ابتكار وتقنيات نانوية جديدة، أو

تكليفهم بكتابة تقرير مصغر يعبرون عن اتجاهاتهم، وأفكارهم، نحو تعلم مفهوم الروبوتات النانوية، وأهمية تعلمه بالنسبة لهم.

خامساً: محتوى البرنامج التعليمي لمفهوم الروبوتات النانوية:

أسهم التقدم والتطور العلمي السريع في مجال تكنولوجيا النانو، وتقنياتها المتطورة في تصميم روبوتات نانوية بأبعاد ومقاييس نانومترية أقرب إلى حجم الذرة، تختلف أشكالها وأحجامها بحسب الغرض الذي صممت من أجله، ومن أهم أغراض تصميم الروبوتات النانوية استخدامها في معالجة بعض الأمراض الخطيرة. وهي مصممة ومبرمجة إلكترونياً بحيث تكون قادرة على تنفيذ أوامر ومهام محددة، وتسجيل وتخزين البيانات، ومراقبة وقياس التطورات والتغيرات التي تطرأ على بعض أعضاء الجسم قيد الفحص والتحليل. ولتكوين فكرة واضحة ومبسطة عن الروبوتات النانوية، سيتم تناولها من ثلاثة جوانب أساسية وهي: مفهومها، وطريقة الاتصال والتعامل معها، وبعض تطبيقاتها الراهنة والمستقبلية.

١- مفهوم الروبوتات النانوية :



الروبوت النانوي: عبارة عن جهاز آلي ذي أبعاد بحجم النانو يعمل بطريقة ميكانيكية أو كهروميكانيكية، ويتألف من شرائح ذكاء نانوية يمكن من خلالها برمجته والتحكم به لأداء وظائف علمية محددة. (الخرجي وأخريان، ٢٠١٠م، ص ٢٥١) انظر الشكل (١).

الشكل (١) روبوت نانوي
<http://tech.dir.groups.yahoo.com>

• تحليل مفهوم الروبوتات النانوية:

يتضمن مفهوم الروبوتات النانوية الأفكار الآتية:

أ- الروبوتات النانوية أدوات وأجهزة دقيقة متناهية الصغر، قد تصل إلى حجم الذرة أو حجم الفيروسات، لا ترى بالعين المجردة، مصممة بدقة متناهية، ومصنوعة من مواد نانوية مثل: الأنابيب النانوية، أو الأسلاك النانوية ونحوهما؛ لتحقيق أغراض تقنية دقيقة تعجز عنها طرق وأدوات التقنية الحديثة كالنفوذ إلى الخلايا المصابة بالمرض على وجه التحديد دون تدخل جراحي.

ب - من أهم مكونات الروبوتات النانوية الشرائح الذكية متناهية الدقة، والتي يمكن من خلالها برمجة الروبوتات وتخزين المعلومات، وتنفيذ أوامر محددة مثل: مراقبة وقياس التطورات الطارئة التي تحدث لأعضاء وأجهزة الجسم.

ج - تتنوع الروبوتات النانوية فمهما الروبوتات الميكانيكية، والروبوتات الكهروميكانيكية.

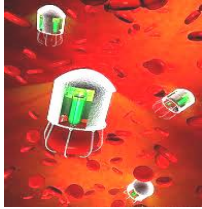
د - تستخدم الروبوتات في أغراض طبية في المقام الأول، بالإضافة إلى تطبيقات أخرى في مجالات علمية مختلفة.

٢- طريقة الاتصال بالروبوتات النانوية:

يمكن الاتصال بالروبوتات النانوية من خلال عملية إرسال إشارات كهرومغناطيسية، أو موجات الرنين المغناطيسي، وهي داخل جسم الإنسان، بواسطة مسبار خاص يرسل ترددات تتراوح ما بين (١ - ١٠) ميغاهرتز، وبذلك يتمكن الأطباء من إرسال أوامر إلى الروبوتات، وتقوم هذه الروبوتات باستقبال تلك الأوامر عن طريق مجسات مثبتة على سطحها، وتتفاعل معها بواسطة الحواسيب النانوية التي تحملها، وتتصرف تبعاً لذلك. (ليلي العلي، ٢٠٠٩م، ص ٢٠).

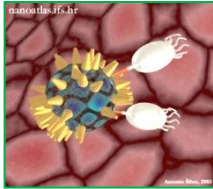
٣- التطبيقات العملية للروبوتات النانوية:

تستخدم الروبوتات النانوية في تطبيقات علمية وتكنولوجية متعددة الأغراض، ويعتبر المجال الطبي المستهدف الأول من ابتكار الروبوتات النانوية، وذلك لتشخيص الأمراض ومعالجتها، ومن أهم تلك التطبيقات العملية ما يأتي:



الشكل (٢) روبوت نانوية تحاكي
الخلايا السرطانية
<http://db2.photoresearchers.com>

أ- يحاول متخصصون في تكنولوجيا النانو والطب تصميم روبوتات نانوية يمكن إدخالها إلى الجسم، عن طريق الشرايين، وتوجيهها إلى الخلايا السرطانية، لنزعها وحملها إلى مجرى الدم وإخراجها خارج الجسم على شكل مخلفات. (الشيخ وموسى، ٢٠٠٩م، ص ٤٣). انظر الشكل (٢).



الشكل (٣) روبوت نانوي مبرمج للقضاء
على الفيروسات
<http://www.bariumblues.com>

ب - يمكن برمجة روبوتات النانو لأداء العمليات الجراحية الدقيقة، ويمكن للجراح الذي يستخدم تقنية النانو أن يعمل بمستوى دقة يزيد عن أكثر من (١٠٠٠) مرة بالمقارنة مع الأجهزة والأدوات الجراحية المستخدمة حالياً، ومن خلال هذه العملية الدقيقة المتناهية، يمكن للروبوت تأدية وظيفته الخاصة دون أن يترك وراءه أية جروح أو آثار جانبية على المريض. (بسيوني، ٢٠٠٨م، ص ١٥٥-١٥٦) انظر الشكل (٣).



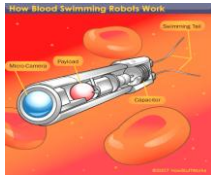
الشكل (٤) روبوت نانوي مجهرى
<http://mylifescop.com>

ج - صمم علماء استراليون روبوت نانوي مجهرى قطره (٢٥٠) نانومتر؛ أي ما يقابل سمك شعرتين أو ثلاث، كما يوضح الشكل (٤) بهدف إجراء عمليات في الدماغ عن طريق إدخاله عبر الشرايين، ويتم التحكم فيه عن بُعد عبر موجات بقوة (٢/٣) واط، أي بقوة موجات هاتف محمول عادي، ويستخدم الروبوت الحديد؛ بغرض المراقبة والمتابعة لأداء وظائف الجسم. (الخزرجي وآخرين، ٢٠١٠م، ص ١٤١).



الشكل (٥) روبوت ميكروبيفور
http://ddsdvtv.blogspot.com

د - تمكن العالم فريتاس (Freitas) من ابتكار روبوت نانوي دفاعي يسمى أكل الجراثيم أو الميكروبيفور (Microbivore) كما يوضح الشكل (٥) وهو عبارة عن روبوت متناهي الصغر يقوم بإتلاف البكتيريا والفيروسات والفطريات التي تدخل إلى جسم الإنسان؛ ويمتلك أيدي روبوتية على شكل صوامع على سطح الأداة تحقق رسواً مضموناً على غشاء البلازما للجرثومة، ثم يقوم باحتواء الجرثومة في حجرة الفرغ التي يبلغ حجمها (٢) مايكرو مكعب، وبعد عملية الفرغ يتم كبس بقايا الخلايا المفرومة في حجرة الهضم، ثم حقن سلسلة متعاقبة من الإنزيمات الخاصة لاختزال البقايا المفرومة وتحويلها إلى حوامض أمينية أحادية الترسيب، وحوامض دهنية بسيطة وسكريات، وبعد ذلك يتم التخلص من هذه الجزيئات البسيطة في مجرى الدم دون أن يترتب على ذلك أضرار جانبية. (ستورس، ٢٠٠٩م، ص ص ٣٨٥-٣٨٦).



الشكل (٦) روبوت نانوي بكاميرا نانوية

http://electronics.howstuffworks.com

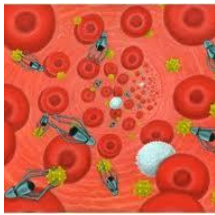
هـ - ابتكر علماء صينيون روبوت بحجم كبسولة يتم بلعها لتقوم الكاميرا الداخلية لها بتصوير الأجزاء الداخلية للإنسان، كما يوضح الشكل (٦) ويتم التحكم بها لاسلكياً، للتعرف على وجود إصابات داخل الجسم، وتحديد موقعها على وجه الدقة، وتُجرى حالياً أبحاث حول إمكانية علاج الأمراض باستخدام نفس الروبوت أو بواسطة روبوت آخر. (فخر الدين، ١٤٣٠هـ، ص ٩٦).

و- تمكن العلماء من ابتكار غواصة نانوية، وهي عبارة عن: روبوت نانوي، يتم برمجته إلكترونياً؛ ليقوم بعمليتين عند وصوله إلى منطقة الورم، العملية الأولى: تتمثل في قفل الشعيرات الدموية التي تغذي الورم السرطاني، والعملية الثانية: تتمثل في إطلاق بعض المواد الكيميائية أو الإشعاعية للقضاء على الخلايا السرطانية فقط. (خليل، ٢٠٠٩م، ص ١٨). انظر الشكل (٧).

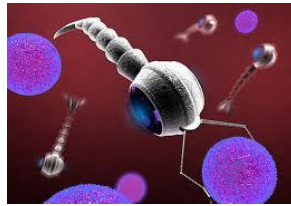
ز- تطور بعض الشركات المتخصصة في مجال الطاقة والنفط روبوتات نانوية يمكن أن تسهم في الكشف عن مستوى المخزون النفطي وموقعه في الحقول؛ حيث تُعبّر هذه الروبوتات من خلال الفسحات المسامية والأماكن الضيقة في الصخور للوصول إلى مكان النفط. وتُصنع الروبوتات بأعداد كبيرة، وتضخ مع الماء الذي يحقن في المكمن لدفع النفط، وتمضي محمولة بالنفط والماء خلال المكمن، وتجمع خلال رحلتها معلومات عن ضغط وحرارة ونوع السوائل، وتخزن المعلومات في ذاكرتها الحاسوبية، ويتم متابعة الروبوتات والتقاطها من النفط، واستخلاص المعلومات من ذاكرتها. (القطان، ٢٠٠٩م، ص ٣٦).

سادساً: التقويم البنائي:

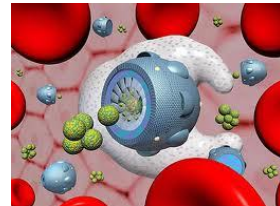
- ١- صيغ تعريفاً دقيقاً لمفهوم الروبوت النانوي. حلل المفهوم إلى مكوناته وعناصره الأساسية.
- ٢- ما الفكرة الأساسية التي تقوم عليها طريقة عمل الروبوتات النانوية؟
- ٣- اذكر مثالين لأنواع الروبوتات النانوية.
- ٤- وضح كيف يتعامل العلماء مع الروبوتات النانوية المنتهية في الصغر.
- ٥- عدد ثلاثة تطبيقات عملية للروبوتات النانوية.
- ٦- تأمل في الأشكال الآتية، ثم اكتب تعليقاً علمياً مناسباً لمدلول كل شكل، ثم صيغ تسمية علمية مناسبة لكل منها.



<http://www.masterfile.com>



<http://heartypinnamaneni.blogspot.com>



<http://archives.universcience>

- ٧- اكتب تقريراً مختصراً معبراً فيه عن اتجاهك. واهتمامك نحو تعلم مفهوم الروبوتات النانوية، وأهمية تعلمه، والفوائد التي استفدتها من دراستك لهذا المفهوم.

سابعاً: التغذية الراجعة:

تتضمن عملية التغذية الراجعة تعديل وتطوير استجابات الطلاب، وتصحيحها، ومعالجة نواحي القصور لديهم في ضوء أدائهم للاختبار البنائي، وتدعيم استجاباتهم الصحيحة، لتحسين اكتسابهم للمهارات والمعارف المتعلقة بمفهوم الروبوتات النانوية.

ثامناً: تدريب منزلي:

اكتب تقريراً علمياً عن الروبوتات النانوية، موضحاً فيه دلالة المفهوم، وبعض الأمثلة على أنواع الروبوتات النانوية، وفوائدها التطبيقية، وتوقعاتك المستقبلية للتطبيقات العلمية.

الإنموذج (٢)

الحساسات النانوية (Nanosensors)

الفئة المستهدفة: طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي.

منفذ البرنامج: الباحث.

المدة الزمنية لتنفيذ الدرس: ٤٥ دقيقة.

أولاً: الأهداف الإجرائية لمفهوم الحساسات النانوية :

يتوقع من الطالب في نهاية البرنامج التعليمي أن يكون قادراً على:

- ١- صياغة تعريف علمي دقيق لمفهوم الحساسات النانوية.
- ٢- تحليل مفهوم الحساسات النانوية إلى مكوناته الأساسية.
- ٣- اكتشاف مبدأ الفكرة الأساسية التي تعتمد عليها طريقة عمل الحساسات النانوية.
- ٤- إعطاء أمثلة توضيحية لأنواع الحساسات النانوية.
- ٥- اكتشاف ثلاث خصائص تميز بها الحساسات النانوية.
- ٦- شرح المكونات الأساسية للحساسات النانوية.
- ٧- تصميم مخطط توضيحي للحساسات النانوية.
- ٨- تفسير طريقة عمل الحساسات النانوية.
- ٩- تحديد أربع وظائف عملية للحساسات النانوية.
- ١٠- التعبير عن موقفه واتجاهه نحو مفهوم الحساسات النانوية.

ثانياً: مواد وتقنيات التعليم المساعدة في تنفيذ البرنامج التعليمي لمفهوم الحساسات النانوية :

- ١- جهاز الداتاشو.
- ٢- برمجية الوسائط المتعددة.
- ٣- دليل المعلم.
- ٤- محتوى البرنامج التعليمي الخاصة بمفهوم الحساسات النانوية.
- ٥- أوراق العمل المتضمنة أنشطة البرنامج التعليمي لمفهوم الحساسات النانوية.

ثالثاً: طريقة تنفيذ البرنامج:

الطريقة الاستقصائية: وهي عبارة عن أنموذج من نماذج التعلم الاستكشافي، تعتمد على وضع الطلاب في موقف تعليمي مشكل متعلق بمفاهيم تكنولوجيا النانو، وتقديم مسائل وقضايا تثير اهتمامهم وتفكيرهم، وتدفعهم إلى استخدام حواسهم، ومهارات تفكيرهم، وخيالهم العلمي، لممارسة أنشطة التعلم الاستقصائي، والتعمق في دراسة الموقف المشكل من خلال دقة الملاحظة، وتحديد المشكلة، وتكوين فرضيات، وجمع المعلومات والحقائق، وتنظيمها، ومقارنتها، ومناقشة الفرضيات، والتحقق منها، واختبار أدلتها، واستخلاص النتائج، وتحليلها، وتفسيرها، والتحقق منها للوصول إلى النتيجة النهائية الصحيحة؛ بهدف تشكيل منظومة فكرية متسقة لمفاهيم تكنولوجيا النانو لدى الطلاب، من خلال ممارسة أنشطة التعلم الاستقصائي، وتطبيقها في مواقف تعليمية جديدة.

رابعاً: الخطوات الإجرائية لتنفيذ البرنامج التعليمي لمفهوم الحساسات النانوية:

- 1- توضيح الأهداف التعليمية التي يتعين على الطلاب تحقيقها في نهاية البرنامج.
- 2- التهيئة التحفيزية: تستهدف عملية التهيئة التحفيزية تقريب محتوى البرنامج التعليمي لأذهان الطلاب، وجذب انتباههم واهتماماتهم لاكتساب العمليات المعرفية المتعلقة بمفهوم الحساسات النانوية. ولتحقيق هذه الغاية يتم طرح أسئلة استقصائية تساعد الطلاب على التعرف على مفهوم الحساسات النانوية، وربط الخبرات التعليمية الجديدة بالخبرات التي تعلموها في الدرس السابق، المتعلقة بمفهوم الروبوتات النانوية، لاكتشاف العلاقة القائمة بينها، وتوضيح الفرق بين المفهومين؛ لاستمرار عميلة التعلم في اكساب الطلاب المهارات والمعارف المتعلقة بمفاهيم تكنولوجيا النانو، ثم عرض مقاطع فيديو علمية وثائقية عن مفهوم الحساسات النانوية بواسطة برمجية الوسائط المتعددة لجذب اهتماماتهم وتشويقهم إلى الخبرات التعليمية ذات العلاقة الوثيقة بمفهوم.
- 3- تقسيم الطلاب إلى مجموعات عمل تعاونية صغيرة يتراوح أفراد كل مجموعة ما بين (4-5) طلاب، لتنفيذ أنشطة البرنامج، والمناقشة، وتبادل الأفكار، وطرح التساؤلات حول مفهوم الحساسات النانوية.
- 4- تحديد مفهوم الحساسات النانوية وعرضه على الطلاب، وطرح أسئلة تساعد على استخلاص مدلول المفهوم، وتحليله إلى عناصره ومكوناته الأساسية، والكشف عن خصائصه التي تميزه عن غيره من المفاهيم الأخرى المتعلقة بتكنولوجيا النانو.

5- عرض الخبرات التعليمية المتعلقة بمفهوم الحساسات النانوية عن طريق برمجية الوسائط المتعددة، ومناقشتهم حولها، وصياغة المفهوم في إطار مشكلة علمية تستدعي البحث والاستقصاء العلمي الدقيق، وإتاحة الفرصة لهم لطرح تساؤلاتهم حول المفهوم، وتحليله والتعمق في دراسته، وجمع الأدلة وتنظيمها، وتحليلها، وتفحص الحقائق، واستخلاص النتائج المعقولة، والكشف عن العلاقات الجديدة، والبرهنة عليها؛ وذلك

بهدف اكسابهم المهارات المعرفية، ومهارات التفكير العلمي المرتبطة بمفهوم الحساسات النانوية من حيث دلالاته العلمية، وخصائصه المميزة له، وأمثله وأنواع الحساسات النانوية، ومكوناتها الرئيسية، وطريقة عملها في الكشف عن العينات وتحليلها، وتطبيقاتها العملية متعددة المجالات.

٦- إتاحة الفرصة للطلاب لممارسة أنشطة التعلم الاستقصائي الفردي والجماعي في إطار الهدف المحدد من كل نشاط، ويتم تنفيذ الأنشطة من خلال أوراق العمل الخاصة بها، ومتابعة الطلاب أثناء تنفيذهم للأنشطة، وتقديم التغذية الراجعة المباشرة، لإنجاز النشاط وتحقيق الهدف المحدد منه.

٧- تقويم اكتساب الطلاب للعمليات والمهارات المعرفية المرتبطة بمفهوم الحساسات النانوية عن طريق إجراء التقويم التكويني، المتضمن أسئلة تستهدف التحقق من إتقان الطلاب وممارستهم للعمليات العقلية، والمهارات المعرفية المتعلقة بمفهوم الحساسات النانوية.

٨- التعرف على اتجاهات واهتمامات الطلاب الإيجابية أو السلبية نحو مفهوم الحساسات النانوية، من خلال مناقشتهم مناقشة استقصائية تسهم في التعرف على اتجاهاتهم واهتماماتهم نحو المفهوم، وما اكتسبوه من خبرات تعليمية جديدة، وكيفية الاستفادة منها في واقع حياتهم. أو تكليفهم بكتابة تقرير مصغر يعبرون فيه عن اتجاهاتهم وأفكارهم نحو مفهوم الحساسات النانوية وأهمية تعلمه بالنسبة لهم.

خامساً: محتوى البرنامج التعليمي لمفهوم الحساسات النانوية:

تعدُّ مشكلة تلوث الهواء والبيئة والغذاء بالمواد الكيميائية أو الإشعاعية وما يترتب عليها من تداعيات من أهم المشكلات التي تواجه الإنسان في العالم المعاصر؛ حيث إن هذه المشكلات تتفاقم بشكل مطرد في البلدان الصناعية والبتروولية؛ نظراً لتزايد العدد السكاني، وازدحام المدن بمركبات القيادة، وتنوع مصادر التلوث البيئي، مع القصور الواضح في اهتمام الإنسان ببيئته، والإلتزام بالقوانين والقواعد التي تشرعها الهيئات والمنظمات العالمية للحفاظ على المقومات الطبيعية للبيئة.

ولمعالجة هذه المشكلات أو الحد من آثارها الخطيرة على صحة الإنسان وبيئته، يبذل الخبراء والمتخصصون جهوداً علمية جادة، ومتواصلة، للبحث عن طرق وتقنيات متطورة، ذات كفاءة وجودة عالية؛ لرصد مستويات التلوث البيئي والغذائي، والكشف عن التطورات والتغيرات التي تحدث لصحة الإنسان نتيجة تعرضه للميكروبات والفيروسات، وتوفير بيانات دقيقة للكشف عن هوية تلك الملوثات وقياس مستوى سميتها وخطورتها على صحته.

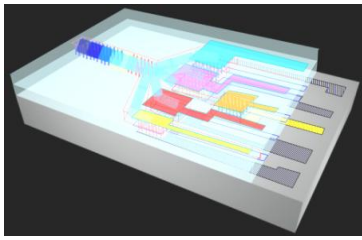
وقد ثبت لعلماء وخبراء تكنولوجيا النانو أن الخصائص التي تتميز بها مواد تكنولوجيا النانو؛ ترشحها كمواد نموذجية لتصميم وهندسة أدوات وأجهزة استشعار دقيقة عالية الكفاءة؛ لتشخيص وتحليل الميكروبات والفيروسات بدقة متناهية، وفي زمن قياسي؛ لتحديد نوعيتها سواء كانت ملوثات كيميائية أو ميكروبية أو بكتيرية، ورصد التدهور الصحي والبيئي والتنبيؤ بأخطارها الآنية والمستقبلية، واقتراح الحلول العلمية المناسبة لها.

وبرهنت البحوث والدراسات التي أجريت على الحساسات النانوية بالأدلة العملية على فعاليتها في تحقيق الأغراض المستهدفة من تصميمها، وما زالت كثير من الجهود متواصلة في ابتكار حساسات نانوية يمكن استخدامها في مجالات علمية متنوعة، خاصة في المجال الطبي الذي حظي باهتمام كبير لتوظيف الحساسات النانوية في تشخيص وتحليل الأمراض التي يتعرض لها الإنسان.

كما أثبتت الحساسات النانوية قدرتها وكفاءتها كمنتجات تسويقية على غيرها من المنتجات النانوية الأخرى بسبب خواصها ووظائفها الرائدة. حيث تشير الإحصاءات إلى أن حجم الاستثمارات في مجال الحساسات النانوية وصل إلى أكثر من ثلاثة مليارات دولار في عام (٢٠٠٨م) ومن المحتمل أن يتضاعف هذا الرقم ليصل إلى نحو ثمانية مليارات في عام (٢٠١٣م). (الاسكندراي، ٢٠١٠م، ص ٢٦١).

هذه الأهمية الكبيرة للحساسات النانوية التي تعتبر من أهم إبتكارات تكنولوجيا النانو توجه الاهتمام مناقشة الحساسات النانوية من حيث مفهومها، ومكوناتها، وطريقة عملها، وبعض تطبيقاتها النانوتكنولوجية المتنوعة.

١- مفهوم الحساسات النانوية (Nanosensors):

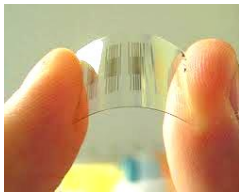


الشكل (١) جهاز استشعار نانوي
<http://medgadget.com>

الحساسات النانوية عبارة عن: أجهزة استشعار شديدة الحساسية دقيقة الحجم لا يتجاوز قطرها (١٠٠) نانومتر، تستخدم مواد كيميائية نشطة، أو مكونات تولد إشارات تكشف عن تواجد الجزيء قيد التحليل؛ وتستخدم هذه الإشارات - إما مباشرة أو بعد تضخيمها بشكل مناسب - بهدف إجراء التحليل الدقيق عن العينات قيد الفحص أو التحليل، كما يوضح الشكل (١). (براديب، ٢٠١٠م، ص ٣٨٠).

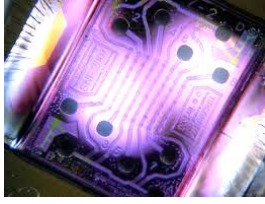
- تحليل مفهوم الحساسات النانوية:

يتضمن مفهوم الحساسات النانوية الحقائق والأفكار التالية:



الشكل (٢) حساس نانوي
<http://www.topnews.in>

أ - الحساسات أدوات أو أجهزة دقيقة مصنوعة من مواد نانوية مثل الأسلاك النانوية لا تتجاوز أقطارها (١٠٠) نانومتر تستخدم للكشف الفيزيائي أو الكيميائي عن العينات قيد التحليل، انظر الشكل (٢).



الشكل (٣) حساس نانوي يولد إشارات ضوئية
<http://news.stanford.edu>

ب - الحساسات النانوية عبارة عن مستشعرات متناهية الصغر لاسلكية شديدة الحساسية، تولد إشارات كهربائية، أو ضوئية، أو الكترونية، كما يوضح الشكل (٣) يتم عرضها بواسطة أجهزة الحاسوب؛ لتحديد نوع العينة قيد التحليل، أو الكشف عن الميكروبات، أو الفيروسات، أو البكتيريا وغيرها مما يستهدف رصده وتحليله والكشف عن هويته.

ج - تحتوي الحساسات على أجزاء للرصد الحيوي، أو أجزاء للكشف الفيزيائي، أو الكيميائي. (صفات سلامة، ٢٠٠٩م، ص ١٦٧).

د - تقوم الحساسات بقياس عملية التفاعل داخل العينة المفحوصة، أو قياس التغير الذي يطرأ على الحجم، أو قياس مستوى التركيز، أو قوة الجاذبية، أو انخفاض وارتفاع درجة الحرارة، أو الضغط، أو المقاومة الكهربائية ونحو ذلك؛ مما يشير إلى حدوث أي تطورات أو تغيرات للعينة. (الشيخ وموسى، ٢٠٠٩م، ص ٧٥).



الشكل (٤) حساس نانوي بيولوجي
<http://www.electronics-lab.com>

هـ - تتنوع الحساسات النانوية حسب وظائفها فمنها الحساسات الكيميائية، والحساسات البيولوجية، كما يشير الشكل (٤) التي تستخدم في الأغراض الطبية، أو الحساسات الكهرومغناطيسية، أو الحساسات الفيزيائية، أو " الكواشف الحيوية الضوئية التي تعتمد على قياس الكثافة الضوئية المنبعثة من بعض الميكروبات مثل البكتريا". (مسلم وآخران، ٢٠١٠م، ص ١٠٧).

و- تعتمد الحساسات النانوية بمختلف أشكالها وأنواعها على عملية التفاعل المتبادل داخل العينة على مستوى الذرات والجزيئات.

ثانياً: مكونات الحساسات النانوية:

تتكون الحساسات النانوية من ثلاثة أجزاء أساسية حددها براديب (٢٠١٠م، ص ٣٨١) في النقاط التالية:

١- عنصر حيوي حساس (Sensitive biological element).

ويمثل دور هذا العنصر في الكشف عن نوع المادة قيد التحليل، وتوليد إشارة تدل عليها، ويعتبر المكون الرئيس للحساس النانوي، ويجب أن يتوفر فيه المتطلبات الآتية:

أ - أن يكون قادراً على تفصيل المادة قيد التحليل بطريقة نوعية وكمية.

ب - أن تكون الإشارة التي يولدها قابلة للتكرار.

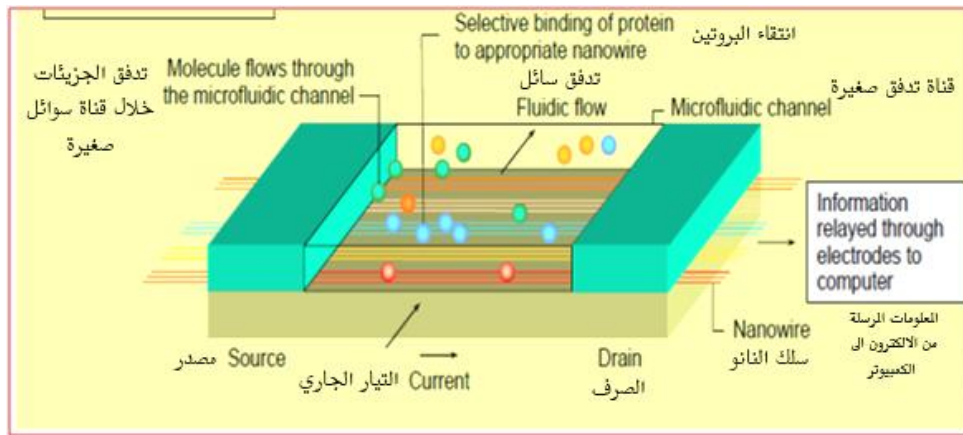
ج - أن يكون المحس انتقائياً جداً ونوعياً في استجابته تجاه الجزيء المستهدف.

د - المضخم الذي يستقبل الإشارة من المجس كمدخل ويضخمها إلى مستوى مقبول من أجل معالجتها عبر الكاشف.

هـ - الكاشف الذي يستقبل مخرجات المضخم، ويحولها بشكل مسبق البرمجة إلى علاقة تمثل المادة قيد التحليل أو التركيز أو كليهما، ويشتمل الكاشف على ضابط رجعي، يتم بواسطته إرسال إشارة للمجس تؤكد وصول ومعالجة المدخل، وهذا يعمل على تحريض المجس على تحرير الجزيء قيد التحليل.

ثالثاً: طريقة عمل الحساسات النانوية:

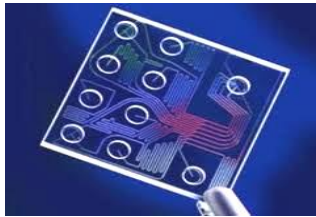
تعتمد طريقة عمل معظم الحساسات النانوية على قياس تفاعلات عينة الاختبار، باستخدام إحدى المواد التي تساعد على تنشيط التفاعل الكيميائي للعينة، وتقوم الحساسات بالتقاط عملية التفاعل وتحويلها إلى إشارات كهربائية أو الكترونية بواسطة مُحوّل لهذه الطاقة، ويتم تضخيم الإشارات في جهاز الإحساس لتعطي دلالة أو مؤشرات يمكن قراءتها من خلال شاشات رقمية معينة. (مسلم وآخرون، ٢٠٠٩م، ص ١٠٥). انظر الشكل (٥).



الشكل (٥) طريقة عمل الحساسات النانوية في الكشف عن العينات
<http://www.rachelheil.com>

رابعاً: التطبيقات العملية للحساسات النانوية:

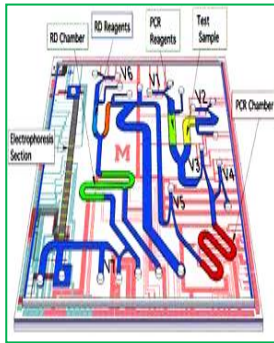
تتميز الحساسات النانوية بأنها مواد متناهية الصغر، ولكنها شديدة الحساسية لتشخيص العينات المستهدفة الخاضعة للفحص بدقة عالية وزمن قياسي؛ لذلك فهي تعتبر أدوات نموذجية لتشخيص وتحليل العينات الطبية، أو الغذائية، أو البيئية، أو البيولوجية، ومن أمثلتها ما يأتي:



الشكل (٦) مختبر على شريحة
<http://www.directindustry.com>

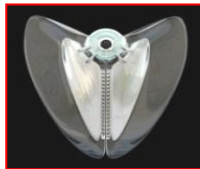
١- تستخدم الحساسات النانوية في تشخيص أجزاء الجسم التي تحتاج إلى رعاية طبية، ومنها: المجس البيولوجي (مختبر على شريحة) (Lap on a chip) كما يتضح من الشكل (٦) وهو عبارة عن مختبر كيميائي مدمج في رقاقة نانوية دقيقة، له قدرة على تحليل الدم، والكشف عن مواد

كيميائية معينة يدل وجودها على إصابة المريض بمرض محدد، ومن أمثلة ذلك: رقاقة تحليل تريونين (Troponin) لتشخيص الإصابة بالنوبات القلبية. (صفات سلامة، ٢٠٠٩م، ص ١٦٨).



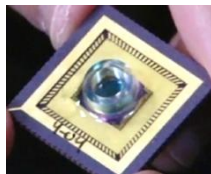
٢- ومن التطبيقات المهمة للحساسات النانوية تحليل الحمض النووي (DNA) وتستخدم هذه المتحسسات ضمن مفهوم (مختبر على رقاقة) كما يوضح الشكل (٧) ويشير هذا المفهوم إلى إمكانية تجميع عدد من الأجهزة الحيوية النانوية المختلفة على رقاقة واحدة صغيرة.(المهنا وآخرون ، ٢٠٠٧م، ص ٨).

الشكل (٧) معمل على شريحة لاختبار حمض DNA
http://www.niaid.nih.gov



الشكل (٨) جهاز استشعاري
لاكتشاف الأزمات قبل حدوثها
http://ksu.edu.sa

٣- ابتكر علماء متخصصون في تكنولوجيا النانو بالتعاون مع الأطباء جهاز استشعاري دقيق يقوم بمتابعة تدفق الدم عند الأشخاص الذين يعانون من مشاكل صحية في القلب، كما يتضح من الشكل (٨) وتُجرى الآن دراسات معملية لتطوير هذا النوع من الأجهزة للكشف عن الأزمات القلبية قبل حدوثها. ويقوم العالم البيولوجي ديرو رستربو (Deero Restribo) بتطوير جهاز استشعار، دقيق جداً يمكنه الولوج إلى داخل المخ لمتابعة الخلايا العصبية، وتشخيص موضع الإصابة بالمرض. (الخزرجي وأخريان، ٢٠١٠م، ص ١٦٧).

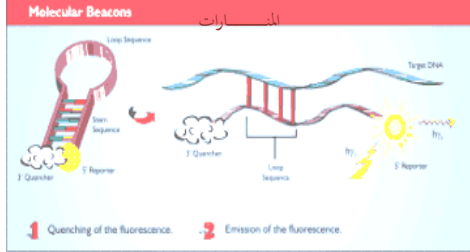


الشكل (٩) جهاز استشعار نانوي للكشف
المبكر عن الأورام السرطانية
www.stanford.edu

٤- ابتكر باحث من جامعة ستانفورد جهاز استشعار نانوي، كما يوضح الشكل (٩) يساعد العلماء في الكشف المبكر عن الأورام السرطانية؛ وذلك بهدف تشخيصها ومعالجتها قبل انتشارها في أجزاء الجسم، وهذا بدوره يقلل من احتمالات الإصابة بهذا النوع من الأمراض والحفاظ على صحة الإنسان (www.stanford.edu).

ورصد الاسكندراي (٢٠١٠ م) العديد من التطبيقات للحساسات النانوية يمكن تلخيصها في النقاط الآتية:

١- الحساسات البيولوجية التي تسمى بالمنار الجزيئي (Molecular Beacon) كما يبين الشكل (١٠) وهي



الشكل (١٠) جهاز استشعار (منار جزيئي) لرصد النوع الجيني المسؤول عن ترسب الدهون في الجسم

<http://www.sigmaaldrich.com>

عبارة عن أجهزة استشعار دقيقة تتراوح أبعادها ما بين (٤-٥) نانومتر، يتم حقنها داخل جسم الإنسان لتبحر في الدم وتصل إلى الأوعية والشرابين؛ لتقوم بدور المراقبة لرصد النوع الجيني بالجسم المسؤول عن ترسب الدهون، وترسل ومضات تسجل على أجهزة متابعة خارج الجسم، ومن خلال هذه الحساسات تتم مراقبة الجينات وتتبع

سلوكها، ورصد ميكانيكية تكوّن طبقات الدهون على جدران الأوعية الدموية؛ بهدف تحديد الأسلوب الأمثل الذي يجب اتباعه لمنع تلك الجينات عن تأدية وظيفتها في تكوين ترسبات دهنية في جدران الأوعية الدموية. ومن المرجح أن يتم تطوير هذا النوع من الحساسات النانوية لتصميم حبيبات مواد العقاقير الطبية النانوية، وتحديد المواد الكيميائية المناسبة لإزالة طبقات الدهون المتراكمة على الأسطح الداخلية لجدران الشرايين. (ص ٢٠٨).

٢ - توصل خبراء تكنولوجيا النانو إلى ابتكار حساسات عضوية نانوية (Nano Biosensors) متناهية الصغر، كما يوضح الشكل (١١) تستشعر حدوث أي انخفاضات حادة في مستوى نسبة الجلوكوز في الدم وتوضع تلك الحساسات في كبسولات ميكرومترية مصنوعة من البلمر مسامي التركيب بحيث يتم تثبيتها على أي موضع من الجسم، وعند انخفاض مستوى الجلوكوز في الدم تقوم تلك الحساسات بإرسال إشارات معينة إلى الهاتف الجوال الخاص بالمريض، لتناول جرعة من الأنسولين. وتجري حالياً تجارب لتطوير هذه الحساسات بحيث تضاف خزانات صغيرة تحتوي على جرعة من الأنسولين، تحقن داخل الجسم من خلال إبرة تتصل بالخزان، تقوم بضخ الجرعة الملائمة بناءً على إشارات معينة ترسل من الحساسات العضوية النانوية (ص ٢٠٧).



الشكل (١١) كبسولة نانوية لمراقبة مستوى الجلوكوز في الدم

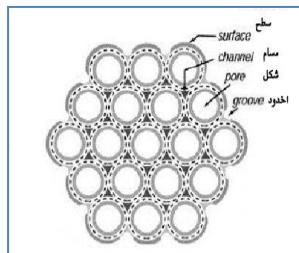
٣- ومن أهم التطبيقات النانوتكنولوجية للحساسات النانوية الكشف السريع والدقيق عن الظواهر المصاحبة لتعرض الأغذية الصحية لأي ملوثات. ويعمل العلماء والمتخصصون في مجال إنتاج وتجهيز الأغذية إلى محاولة دمج الحساسات النانوية لتكون مكوناً أساسياً في العبوات الغذائية، بحيث يستطيع المستهلك العادي تحديد مدى صلاحية المادة الغذائية الموجودة بها، ورصد ومتابعة أي تغيرات غير طبيعية قد تضر بالطعام

نتيجة إصابته بملوثات بكتيرية، وذلك عن طريق ملاحظة التغير في لون الحساس الذي قد يظهر بلون أحمر - على سبيل المثال - في هذه الحالة.(ص ٢٢).

٤- تقييم البيئة البحرية ورصد الملوثات البحرية والمخلفات الهيدروكربونية. ومن الحساسات النانوية التي يمكن أن تقوم بمثل هذه المهمة بكفاءة عالية حساسات الهيدروكربون النانو كيميائية التي تكشف بدقة عن الملوثات الهيدروكربونية في مجال البيئة البحرية ليتم معالجتها بالطرق الأكثر فعالية.(ص ٢٦٧).

٥- استخدمت وكالة الفضاء الأمريكية ناسا (NASA) أنواعاً من الحساسات الحرارية نانوية التركيب (Thermal Nanosensors) في رصد وتعقب حرائق الغابات التي اندلعت بولاية كاليفورنيا الأمريكية عام (٢٠٠٧م) وذلك باستخدام تقنية التصوير الحراري، وقد استخدمت في هذه المهمة مركبة جوية بدون طيار، مزودة بأجهزة استشعار حراري نانوية متقدمة لرصد الحرائق، وتمكنت بواسطة هذه الحساسات المتقدمة من التقاط صور الحرائق، ورسم خرائط لأماكن انتشارها، وإرسال البيانات والخرائط إلى مراكز المراقبة والمتابعة الأرضية مباشرة فور التقاطها ومعالجتها على متن المركبة؛ مما أسهم في إخماد الحرائق وتبع امتدادها في وقت قياسي.(ص ٢٦٨).

٥- بإمكان الحساسات النانوية المصنوعة من أنابيب الكربون النانوية خلال ثوان قليلة اكتشاف وتعيين الملوثات الكيميائية الموجودة على هيئة أبخرة كيميائية في الهواء الجوي بدقة متناهية، كما يبين الشكل (١١) وتعتمد طريقة عمل هذه الحساسات على رصد التغير الواقع في القيم الموصلة الكهربائية لأنابيب الكربون النانوية، كما يوضح من الشكل (١٢) وذلك عندما تصطدم مع جزيئات ملوثات البيئة الهوائية من الأبخرة الكيميائية، ويتوقف مقدار الزيادة أو النقص في القيم الموصلة الكهربائية على نوعية الجزيء الغازي الذي ترتبط به جزيئاتها (ص ٢٦٢-٢٦٣).



الشكل (١٢) طريقة عمل أنابيب الكربون النانو في حساسات الكشف عن الغازات
<http://lmsat3.com>



الشكل (١١) حساس نانوي مصنوع من أنابيب الكربون النانوية
<http://lmsat3.com>

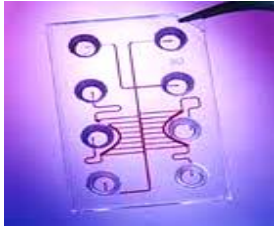
٦- ومن جانب علمي آخر؛ فإن من أهم التطبيقات العملية للحساسات النانوية حساسات بيرفاسيف (Pervasive) في الكشف المبكر عن الأسلحة الكيميائية في حالة التعرض للهجوم المفاجئ أو حدوث تسرب لها، والكشف عن المتفجرات والألغام من أطراف معادية، وزيادة قدرات الدفاع العسكرية على

الإشراف والمراقبة، وتتميز هذه الحساسات المتقدمة بقدرتها على التحسس على مستوى الجزيء الواحد؛ مما يتيح استخدامها في مراقبة تلوث الهواء، ومياه الشرب، واكتشاف المواد السامة في البيئة. (السيبي، ١٤٢٨هـ، ص ٦٤).

٧- الكشف عن وجود المياه، والتعرف على الكائنات والأجسام العالقة فيها وإن كانت صغيرة بحجم الخلية الحية أو حتى وإن كان حجمها بحجم الذرة، وتعمل هذه الحساسات وفق مبدأ تحويل كمية من المادة الكيميائية أو الإحيائية إلى إشارة كهربائية يمكن قياسها. (http://knoll.google.com. تاريخ الاطلاع : ١٤٣٢/٧/٩هـ).

سادساً: الأنشطة التعليمية:

النشاط (١):



الهدف: صياغة تعريف واضح لمفهوم الحساسات النانوية.
المهمة: عرّف الحساسات النانوية مستعيناً بالشكل المرفق، ثم صغ تسمية علمية مناسبة له.

النشاط (٢):

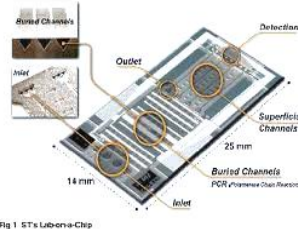


Fig 1 STs Lab-on-a-Chip

<http://techon.nikkeibp.co>

الهدف: التعرف على الحساسات النانوية.
المهمة: اكتب تعليقاً علمياً على الشكل المرفق. ثم اقترح تسمية علمية توضيحية له.

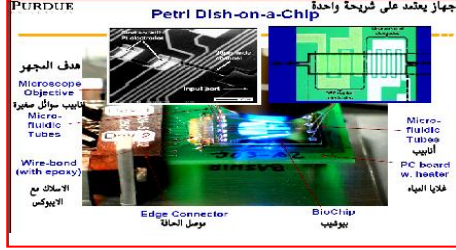
النشاط (٣):

الهدف: التعرف على أنواع الحساسات النانوية.
المهمة: اذكر ثلاثة أمثلة توضيحية لأنواع الحساسات النانوية.

النشاط (٤):

الهدف: التعرف على الحساسات النانوية (معمل على شريحة).

المهمة: تأمل في الشكلين المرفقين، ثم اكتب تفسيراً علمياً لما تلاحظه وذلك بالتعاون مع أفراد مجموعتك.



<http://article.wn.com>



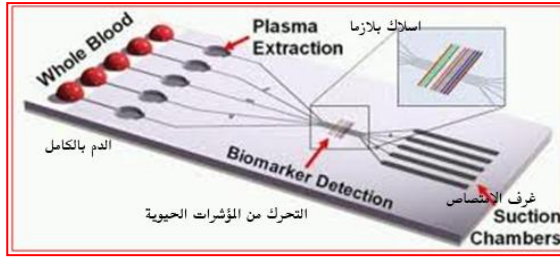
<http://www.gene-quantification>

النشاط (٥):

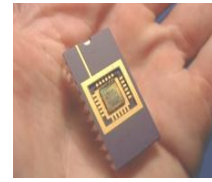
الهدف: التعرف على مكونات الحساسات النانوية.

المهمة: بالتعاون مع أفراد مجموعتك، وضح مكونات الحساسات النانوية من خلال الشكلين المرفقين ثم

اكتب تسمية توضيحية لهما.



<http://www.theengineer.co.uk>



<http://www.scribd.com>

النشاط (٦):

الهدف: تصميم مخطط توضيحي لمكونات الحساسات النانوية.

المهمة: بالتعاون مع أفراد مجموعتك، صمم مخططاً تفصيلياً لمكونات الحساسات النانوية، ثم اشرح طريقة

عملها في الكشف الدقيق عن العينات.

النشاط (٧):

الهدف: اكتشاف ثلاث خصائص للحساسات النانوية.

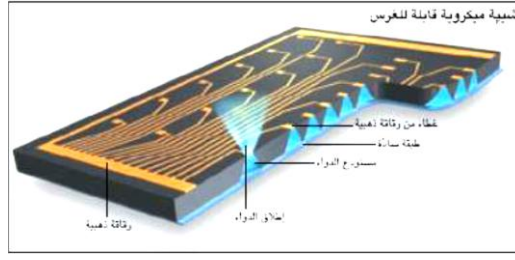
المهمة: تتميز الحساسات النانوية بخصائص فريدة تميزها عن غيرها من الكواشف التكنولوجية المستخدمة

حالياً، بالتعاون مع أفراد مجموعتك، اذكر ثلاثاً منها.

النشاط (٨):

الهدف: اكتشاف نوع التطبيق العلمي للحساس النانوي.

المهمة: حدد نوع التطبيق العلمي للحساس النانوي من خلال الشكل المرفق.



<http://www.oloommagazine.com>

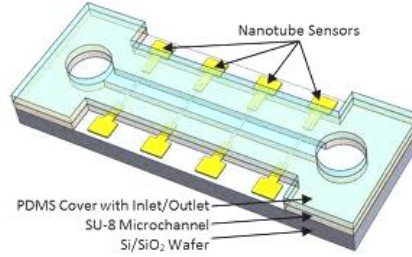
النشاط (٩):

الهدف: اقتراح ثلاث تطبيقات علمية للحساسات النانوية.

المهمة: بالتعاون مع أفراد مجموعتك، اقترح ثلاث تطبيقات علمية جديدة، يمكن أن توظف فيها الحساسات النانوية لمعالجة بعض المشكلات البيئية أو الصحية في مجتمعك ؟

سابعاً: التقويم البنائي:

- ١- عرّف الحساسات النانوية. اشرح هذا المفهوم.
- ٢- ما مبدأ الفكرة الأساسية التي تعتمد عليها طريقة عمل الحساسات النانوية ؟
- ٣- بماذا تختلف الحساسات النانوية عن الحساسات التقنية المستخدمة حالياً ؟
- ٤- اذكر ثلاثة أمثلة توضيحية لأنواع الحساسات النانوية.
- ٥- اكتب تعليقاً علمياً على الشكل الآتي:



<http://research.vancouver.wsu.edu>

- ٦- بماذا تتميز الحساسات النانوية ؟
- ٧- وضح المكونات الأساسية للحساسات النانوية.
- ٨- اشرح طريقة عمل الحساسات النانوية.
- ٩- كيف يمكن الاستفادة من الحساسات النانوية في المدرسة ؟ أو المنزل ؟ أو الأماكن العامة ؟
- ١٠- اكتب تقريراً مختصراً معبراً فيه عن اتجاهك نحو تعلم مفهوم الحساسات النانوية.

ثامناً: التغذية الراجعة:

في ضوء استجابة الطلاب لأسئلة التقويم البنائي، يتم تقديم التغذية الراجعة ومعالجة جوانب القصور لديهم في اكتساب المهارات والمعارف ذات العلاقة بمفهوم الحساسات النانوية، وتزويدهم بالخبرات المناسبة التي تدعم اكتسابهم للعمليات المعرفية والمفاهيمية المتعلقة بالحساسات النانوية.

تاسعاً: التدريب المنزلي:

اكتب تقريراً علمياً مناقشاً فيه مفهوم الحساسات النانوية، وخصائصها، ومكوناتها، وطريقة عملها، وبعض تطبيقاتها العملية، مدعماً تقريرك بالصور والأمثلة التوضيحية.

النماذج المفاهيمية النانوتكنولوجية

(٣، ٤، ٥، ٦، ٧، ٨)

(الدينديميزر، الكانتيليفر، أصداف النانو، المضادات الحيوية النانوبوتكس،

الليوزومات، الخلية التنفسية النانوية)

الفئة المستهدفة: طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي.

منفذ البرنامج: الباحث.

المدة الزمنية لتنفيذ البرنامج: ٩٠ دقيقة ، تقسم على فترتين كل فترة ٤٥ دقيقة.

أولاً: الأهداف الإجرائية:

يتوقع من الطالب في نهاية البرنامج التعليمي أن يكون قادراً على:

- ١- صياغة تعريف علمي دقيق لمفهوم جهاز الدينديميزر النانوي.
- ٢- توضيح وظيفة جهاز الدينديميزر النانوي.
- ٣- تعريف جهاز الكانتيليفر النانوي.
- ٤- تحديد وظيفة جهاز الكانتيليفر النانوي.
- ٥- تعريف أصداف النانو.
- ٦- اكتشاف وظائف أصداف النانو.
- ٧- تعريف المضادات الحيوية النانوية.
- ٨- تعرّف وظيفة المضادات الحيوية النانوية.
- ٩- صياغة تعريف علمي دقيق لمفهوم الليوزومات النانوية.
- ١٠- تعرّف وظيفة الليوزومات النانوية.
- ١١- صياغة تعريف علمي دقيق لمفهوم الخلية التنفسية النانوية.
- ١٢- تعرّف وظيفة الخلية التنفسية النانوية.
- ١٣- التعبير عن مواقفه واتجاهاته نحو المفاهيم المتعلقة بالأدوات والأجهزة الطبية النانوية التي تستخدم في تشخيص وعلاج الأمراض التي تصيب جسم الإنسان.

ثانياً: مواد وتقنيات التعليم المساعدة في تنفيذ البرنامج التعليمي:

١- جهاز الداتاشو.

٢- برمجية الوسائط المتعددة.

٣- دليل المعلم.

٤- المحتوى التعليمي للبرنامج الخاص المتعلقة بالأدوات والأجهزة الطبية النانوية التي تستخدم في تشخيص وعلاج الأمراض التي تصيب جسم الإنسان.

ثالثاً : طريقة تنفيذ البرنامج :

الطريقة الاستقصائية: وهي عبارة عن نموذج من نماذج التعلم الاستكشافي، تعتمد على وضع الطلاب في مواقف تعلم إشكالية مرتبطة بمفاهيم تكنولوجيا النانو، وتقديم مسائل وقضايا تثير اهتمامهم وتفكيرهم، وتدفعهم إلى استخدام حواسهم، ومهارات تفكيرهم، وخيالهم العلمي، لممارسة أنشطة التعلم الاستقصائي، والتعمق في دراسة الموقف المشكل من خلال دقة الملاحظة، وتحديد المشكلة، وتكوين فرضيات، وتقديم إجابات مبدئية لحل المشكلة، وجمع المعلومات والحقائق وتنظيمها ومقارنتها، ومناقشة الفرضيات، والتحقق منها، واختبار أدلتها، واستخلاص النتائج، وتحليلها، وتفسيرها، والتحقق منها للوصول إلى النتيجة النهائية الصحيحة؛ بهدف تكوين منظومة فكرية متسقة لمفاهيم تكنولوجيا النانو لدى الطلاب من خلال ممارسة أنشطة التعلم الاستقصائي، وتطبيقها في مواقف تعليمية جديدة.

رابعاً: الخطوات الإجرائية لتنفيذ البرنامج التعليمي:

- ١- إشعار الطلاب بالأهداف التعليمية التي يتعين على تحقيقها في نهاية البرنامج.
- ٢- التهيئة التحفيزية: تستهدف عملية التهيئة التحفيزية تقريب محتوى البرنامج لأذهان الطلاب، وجذب انتباههم واهتمامهم؛ لاكتساب العمليات المعرفية للمفاهيم المتعلقة بالأدوات، والأجهزة النانوية التي تستخدم في تشخيص وعلاج الأمراض التي تصيب جسم الإنسان، ولتحقيق هذه الغاية يتم طرح أسئلة استقصائية تساعدهم على التعرف على هذه المفاهيم، وربط الخبرات التعليمية الجديدة بالخبرات التي تعلموها في الدرس السابق لاستمرار عميلة التعلم في اكتساب المهارات والمعارف لمفاهيم تكنولوجيا النانو، ثم عرض أفلام تعليمية وثائقية عن بعض المفاهيم المتعلقة بالأدوات والأجهزة النانوية التي تستخدم في تشخيص وعلاج الأمراض التي تصيب جسم الإنسان بواسطة برمجية الوسائط المتعددة لجذب اهتماماتهم وتشويقهم إلى الخبرات التعليمية الجديدة.
- ٣- تحديد المفاهيم المتعلقة بالأدوات والأجهزة النانوية، التي تستخدم في تشخيص وعلاج الأمراض التي تصيب جسم الإنسان، وعرضها على الطلاب واحداً بعد الآخر، وطرح أسئلة تساهم في استخلاص المدلول العلمي لكل مفهوم وتحليله إلى مكوناته الأساسية، والكشف عن الخاصية التي تميزه عن غيره من المفاهيم النانوتكنولوجية الأخرى المستخدمة في علاج وتشخيص والأمراض التي تصيب جسم الإنسان.
- ٤- تقديم الخبرات التعليمية المتعلقة بالأدوات والأجهزة النانوية التي تستخدم في تشخيص وعلاج الأمراض التي تصيب جسم الإنسان، من خلال عرض المحتوى التعليمي للبرنامج على الطلاب، عن طريق برمجية الوسائط المتعددة، ومناقشتهم حولها، وصياغة المفاهيم في إطار مشكلات علمية تستدعي البحث

والاستقصاء العلمي الدقيق، وإتاحة الفرصة لهم لطرح تساؤلاتهم حول المفاهيم، وتحليلها والتعمق في دراستها، وجمع الأدلة وتنظيمها وتحليلها، وتفحص الحقائق، واستخلاص النتائج المعقولة، والكشف عن علاقات جديدة، والبرهنة عليها، وذلك بهدف اكتساب المهارات المعرفية، ومهارات التفكير النانوتكنولوجي، المرتبطة بهذه المفاهيم من حيث مدلولها، وخصائصها المميزة لها، وطريقة عملها في علاج الأمراض، وتطبيقاتها العملية المختلفة متعددة المجالات.

٥- تقويم اكتساب الطلاب للعمليات والمهارات المعرفية، المتعلقة بالمفاهيم الخاصة بالأدوات والأجهزة النانوية التي تستخدم في تشخيص وعلاج الأمراض، التي تصيب جسم الإنسان، عن طريق إجراء تقويم بنائي يتضمن أسئلة تستهدف التحقق من إتقان الطلاب، وممارستهم للعمليات العقلية، والمهارات المعرفية المتعلقة بهذه المفاهيم.

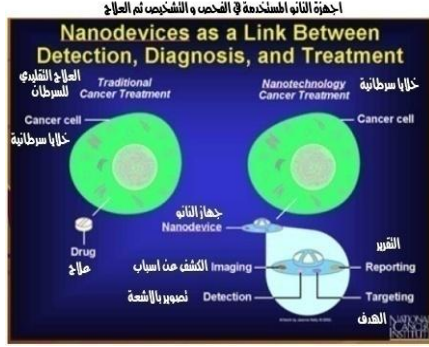
٦- التعرف على اتجاهات واهتمامات الطلاب الإيجابية أو السلبية نحو المفاهيم المتعلقة بالأدوات والأجهزة النانوية التي تستخدم في تشخيص وعلاج الأمراض التي تصيب جسم الإنسان، من خلال مناقشتهم مناقشة استقصائية تقود للتعرف على اتجاهاتهم واهتماماتهم نحو هذه المفاهيم، وما اكتسبوه من خبرات تعليمية جديدة، وكيفية الاستفادة منها في معالجة الأمراض التي يتعرض لها الإنسان، أو تكليفهم بكتابة تقرير مصغر يعبرون فيه عن اتجاهاتهم، وأفكارهم نحو هذه المفاهيم، وأهمية تعلمها بالنسبة لهم.

خامساً: محتوى البرنامج التعليمي:

ثمة مفاهيم نانوتكنولوجية متعلقة ببعض الأجهزة والأدوات التي تستخدم في توصيل الدواء إلى مواضع محددة من أعضاء الجسم أو إلى الخلايا المصابة على وجه التحديد؛ حيث إن طريقة العلاج بتكنولوجيا النانو تختلف كثيراً عن الطرق العلاجية المستخدمة في الوقت الراهن سواء من حيث طريقة المعالجة، أو نوعية الدواء، أو من ناحية التقنيات المستخدمة في توصيل الدواء إلى الجسم. وأهم ما تتميز به تكنولوجيا النانو في هذا المجال؛ الدقة المتناهية في الأدوات والأجهزة المستخدمة في معالجة المريض، والأكثر أهمية من ذلك هو استهداف الخلايا المصابة بالمرض على وجه التحديد دون غيرها من الخلايا السليمة، وهذا يزيد من فعالية الدواء، وسرعة استجابة العضو المصاب، علاوة على التقليل من الآثار الجانبية للدواء، أما الطرق العلاجية المستخدمة حالياً فهي في الغالب تعتمد على توصيل الدواء إلى جميع أعضاء وأنسجة وخلايا الجسم، وهذه الطريقة لها آثارها السلبية على أعضاء الجسم السليمة.

ومن أهم المفاهيم النانوتكنولوجية ذات العلاقة الوثيقة بالأجهزة والأدوات الخاصة بتوصيل الأدوية والعقاقير إلى الجسم ومعالجة افضابات المختلفة، المفاهيم الآتية:

١- مفهوم جهاز الدينديرميرز (Dendrimers):



نوع من أجهزة النانو متناهية الصغر، تتميز بقدرتها على اكتشاف الخلايا المصابة، وتشخيص نوع الإصابة، كما يوضح الشكل (١) بالإضافة إلى قدرتها على معالجتها، وتحديد مدى فعالية الدواء المستخدم لمعالجة الخلايا المصابة. (خليل، ٢٠٠٩، ص ٢٩).

الشكل (١) الدينديرميرز لعلاج وتشخيص الخلايا المصابة

<http://www.cancer.gov>

٢- مفهوم جهاز الكانتيليفر (Cantilevers):

أجهزة نانوية خاصة تتميز بقدرتها الفائقة على تشخيص الخلايا السرطانية في مراحلها المبكرة، كما يتبين من الشكل (٢) وتتصف بدقتها المتناهية التي تصل إلى حد اكتشاف خلية سرطانية واحدة، وهذه الأجهزة ما زالت في مراحل تطويعها الأولى. (خليل، ٢٠٠٩، ص ٢٤).



الشكل (٢) جهاز الكانتيليفر المستخدم في علاج الخلايا السرطانية

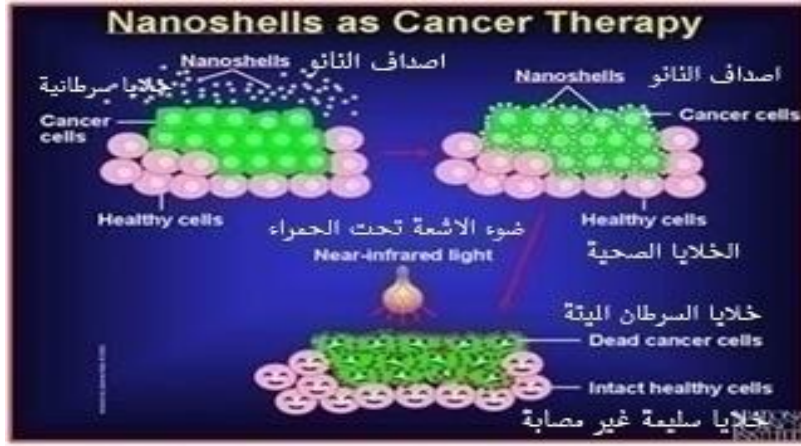
<http://www.saudicnt.org>

ويُعرّف - أيضاً - بأنه: جهاز دقيق جداً بمقياس النانومتر، تقارب أبعاده أبعاد كرات الدم البيضاء، ويستخدم في إيصال الدواء إلى الخلايا المصابة، وتوصيلها بالكميات المناسبة، دون أن يترتب على ذلك أي نتائج سلبية، وإعطاء تقرير عن مدى فاعلية الدواء. (شحاته، ٢٠١١، ص ٨٩).

٣- أصداف النانو (Nanoshells):

كريات نانو تصنع عادة من السيليكا، مغطاة بقشرة رقيقة جداً من الذهب، تستخدم في معالجة الخلايا السرطانية، كما يشير الشكل (٣) وتتميز بقدرتها العالية للتعرف على الخلايا المصابة بالسرطان عن طريق إسقاط شعاع كهرومغناطيسي مثل: الأشعة تحت الحمراء باستخدام الليزر، حيث تتفاعل هذه الجسيمات مع

الإشعاع، وتقوم بتحويله إلى طاقة حرارية تصل إلى أكثر من (١٠٠ م) مما يؤدي إلى تدمير الورم كلياً دون المساس بالخلايا السليمة. (خليل، ٢٠٠٩، ص ٢٩).



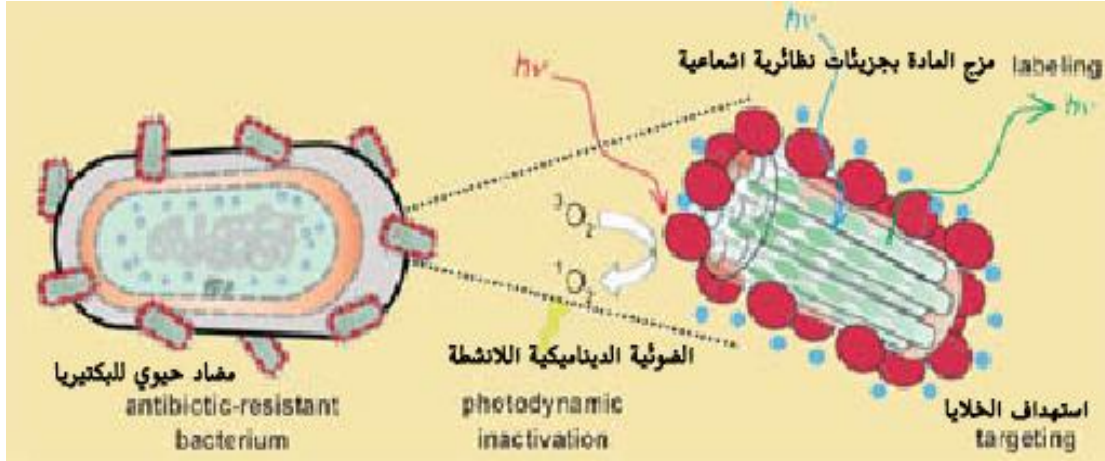
الشكل (٣) أصداف النانو لمعالجة الخلايا السرطانية

<http://www.cancer.gov>

٤- المضادات الحيوية النانوبيوتيكتس: (Nano Antibiotics):

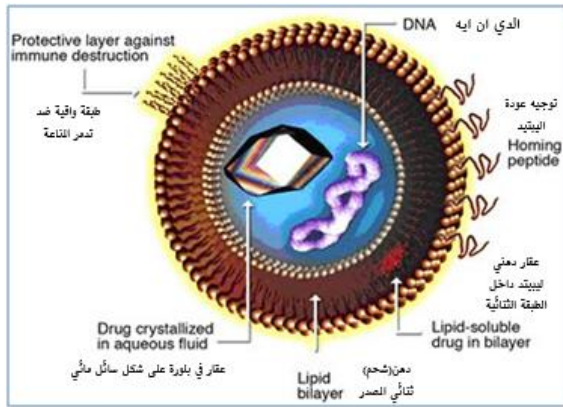
عبارة عن أنابيب متناهية الصغر، مصنوعة من أحماض أمينية، تقوم باختراق الجدار الهلامي للبكتيريا، كما يوضح الشكل (٤) وتنجذب كيميائياً إلى بعضها البعض لتكون أنابيب طويلة ومتجمعة ذاتياً؛ لفتح مسام أكبر في جدار الخلية البكتيرية؛ مما يؤدي إلى القضاء على الخلية البكتيرية؛ نتيجة لتشتيت الجهد الكهربائي الخارجي لغشائها، وتعرض عُصياتها الداخلية للضغوط الخارجية، وهذا بدوره ينهي حياة الخلية. (محمد، ٢٠١٠م، ص ٦٢).

ويعتمد دواء النانوبيوتيكتس على بيتيدات حلقة ذاتية التجمع، منتجة صناعياً من الممكن أن تتجمع على هيئة أنابيب أو دبابيس نانوية متناهية الصغر؛ لتقوم بثقب جدار البكتيريا المقاومة للمضادات الحيوية. (شحاته، ٢٠١١م، ص ٨٩).



الشكل (٤) المضادات الحيوية النانوبويوتكس (http://faculty.smu.edu)

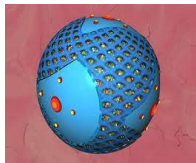
٥- الليبوزومات (Liposome):



الشكل (٥) الليبوزوم

http://en.wikipedia.org

٦- الخلية التنفسية النانوية (Nano Respirocyte):



الشكل (٦) خلية تنفسية نانوية
http://archives.univer
science.fr

عبارة عن آلة نانوية، أو جهاز ميكانيكي مصمم ليعمل على مستوى الجزيئات، ويصل نصف قطر هذه الخلية ما بين (٢،٢ - ٢) نانومتر، كما يتبين من الشكل (٦) وتقوم هذه الخلية بعمل نفس وظيفة خلايا الدم الحمراء، وذلك بنقل الأكسجين وثنائي أكسيد الكربون إلى جميع أجزاء الجسم، وتستخدم كبديل لخلايا الدم الحمراء بشكل مؤقت في حالات الطوارئ عندما ينقص مستوى الأكسجين في الدم، ليتم إمداد المريض بالأكسجين المعبأ مسبقاً بحيث تطلقه الخلية التنفسية أثناء دورانها في الأوعية الدموية. (مسلم وآخرون، ٢٠١٠م، ص ١٦٥).

سادساً: الأنشطة التعليمية :

النشاط الأول:

الهدف: التعرف على وظيفة الديندريميرز.

المهمة: بالتعاون مع أفراد مجموعتك، تأمل في الشكل المقابل، ثم صغ تعريفاً علمياً للديندريميرز، محدداً أهم وظائفه.

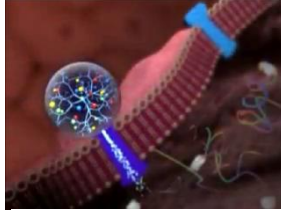


<http://www.cisncancer.org>

النشاط (٢):

الهدف: اكتشاف وظيفة الديندريميرز من خلال الشكل المعطى.

المهمة: يُعبر الشكل المقابل عن إحدى وظائف الديندريميرز الطبية، ما نوع هذه الوظيفة ؟



<http://w3.unisa.edu.au>

النشاط (٣):

الهدف: اكتشاف وظيفة أصداف النانو.

المهمة: بالتعاون مع أفراد مجموعتك، عرف أصداف النانو. ثم حدد أهم وظيفة لها من خلال الشكل المرفق.

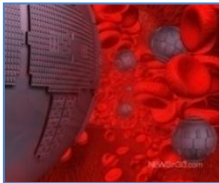


<http://www.cancer.gov>

النشاط (٤):

الهدف: التعرف على نوعية الشكل المرفق، وتحديد أهم وظائفه.

المهمة: تأمل في الشكل المقابل، ثم صغ تسمية علمية مناسبة تشير لمذلول المفهوم حدد أهم وظيفة له.



<http://www.e-spaces.com>

النشاط (٥) :

الهدف: اكتشاف الفرق بين المضادات الحيوية التقليدية، والمضادات النانوية بيوتكس.

المهمة: وضح الفرق بين المضادات الحيوية المستخدمة حالياً في مقاومة الفيروسات، والبكتيريا، والمضادات النانوية بيوتكس ؟

سادساً: التقويم البنائي:

- ١- ما المقصود بجهاز الديندريميرز النانوي ؟ حدد وظيفته؟
- ٢- عرّف جهاز الكانتيليفر النانوي، وما وظيفته ؟ وما الخاصية التي يتميز بها ؟
- ٣- اكتب تعريفاً علمياً لمفهوم أصداف النانو، وما وظيفتها ؟ وما نوع المادة التي تدخل في صنعها ؟
- ٤- عرّف المضادات الحيوية النانوية، وما نوع المادة التي تُصنع منها ؟ وما الفرق بين وظيفة المضادات الحيوية النانوية، والمضادات الحيوية المستخدمة حالياً في علاج الأمراض ؟
- ٥- عرّف الليوزومات النانوية، وما وظيفتها ؟
- ٦- عرّف الخلية التنفسية النانوية، وما وظيفتها ؟
- ٧- اكتب تقريراً مختصراً معبراً فيه عن مواقفك واتجاهاتك نحو المفاهيم المتعلقة بالأدوات، والأجهزة الطبية النانوية، التي تستخدم في تشخيص وعلاج الأمراض التي تصيب الإنسان.

سابعاً: التغذية الراجعة:

في ضوء استجابة الطلاب لأسئلة التقويم، يتم تقديم التغذية الراجعة، ومعالجة جوانب القصور لديهم في اكتساب المهارات والمعارف المتعلقة بالمفاهيم، وتزويدهم بالخبرات المناسبة التي تدعم اكتسابهم للمهارات المعرفية والمفاهيمية لهذه المفاهيم.

ثامناً: التدريب المنزلي:

بالبحث في الشبكة المعلوماتية، اجمع بعض الصور العلمية عن أهم معطيات تكنولوجيا النانو، ومنتجاتها من الأدوات والأجهزة أو التقنيات الحديثة التي تستخدم في معالجة الأمراض، وتوصيل الدواء إلى جسم الإنسان، مع التعليق المختصر عليها من حيث مفهومها، وخصائصها، ووظائفها.

الملحق (٢)

استمارة تحكيم

برنامج تعليمي قائم على الوسائط المتعددة لمفاهيم تكنولوجيا النانو

سعادة الدكتور:

المحترم

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته وبعد :

يقوم الباحث بإعداد بحث تكميلي للحصول على درجة الدكتوراه في المناهج وتقنيات التعليم بكلية التربية بجامعة أم القرى ، بعنوان " فعالية برنامج تعليمي قائم على الوسائط المتعددة في إكساب طلاب الصف الثاني الثانوي مفاهيم تكنولوجيا النانو واتجاهاتهم نحوها " لتحقيق أهداف البحث المتمثلة في :

١- بناء برنامج تعليمي قائم على الوسائط المتعددة لمفاهيم تكنولوجيا النانو .
٢- استقصاء فعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة في إكساب طلاب الصف الثاني الثانوي مفاهيم تكنولوجيا النانو .

٣- الكشف عن فعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة في تنمية اتجاهات طلاب الصف الثاني الثانوي نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو .

وتم تصميم برنامج تعليمي قائم على الوسائط المتعددة لإكساب طلاب الصف الثاني الثانوي مفاهيم تكنولوجيا النانو . وقد تضمن البرنامج خمسة محاور رئيسة يندرج تحتها (٣٤) أمودجاً مفاهيمياً تعتبر من المفاهيم الأساسية لتكنولوجيا النانو، وقد روعي في تصميم البرنامج طبيعة المفاهيم النانوتكنولوجية من جانب، وخصائص طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي من جانب آخر؛ بما يحقق أهداف البحث الحالي .

ويعرف الباحث البرنامج التعليمي لمفاهيم تكنولوجيا النانو بأنه: منظومة تعليمية متكاملة مصممة في ضوء مجموعة من عناصر الوسائط المتعددة، تستهدف إكساب طلاب الصف الثاني الثانوي مفاهيم تكنولوجيا النانو، وتنمية اتجاهاتهم نحوها، بما يتلاءم مع قدراتهم واستعداداتهم، والارتقاء بوعيهم وثقافتهم العلمية والتكنولوجية، وتطوير مهاراتهم وقدراتهم العلمية، لتوظيفها في تنمية وتطوير مجتمعهم في مختلف المجالات العلمية والتكنولوجية .

ونظراً لأهمية رأيكم في تطوير أداة البحث الحالي وتحقيق أهدافه، نأمل من سعادتكم التكرم بتحكيمها، وإبداء رأيكم وملحوظاتكم حول مدى ملاءمتها من حيث جوانب التحكيم المتضمنة في الجدول الآتي:

م	عناصر التحكم	مدى الملائمة		ملحوظات
		ملائمة	غير ملائمة	
١	دقة أهداف البرنامج التعليمي لمفاهيم تكنولوجيا النانو.			
٢	دقة المادة العلمية للبرنامج التعليمي لمفاهيم تكنولوجيا النانو.			
٣	تمثيل البرنامج التعليمي للمفاهيم الأساسية لتكنولوجيا النانو.			
٤	القيمة العلمية للخبرات التعليمية المتضمنة في البرنامج التعليمي لمفاهيم تكنولوجيا النانو بالنسبة للطلاب.			
٥	طريقة تصميم البرنامج التعليمي بما يحقق أهدافه.			
٦	وضوح إجراءات تنفيذ البرنامج التعليمي لمفاهيم تكنولوجيا النانو.			
٧	التكامل بين عناصر محتوى البرنامج التعليمي لمفاهيم تكنولوجيا النانو.			
٨	تنظيم الخبرات التعليمية للبرنامج التعليمي لتيسير عملية اكتساب الطلاب لمفاهيم تكنولوجيا النانو.			
٩	ملاءمة الخبرات التعليمية في البرنامج التعليمي لمفاهيم تكنولوجيا النانو لاهتمامات الطلاب.			
١٠	قدرة الأنشطة التعليمية على تعزيز اكتساب الطلاب لمفاهيم تكنولوجيا النانو.			
١١	شمولية الأنشطة التعليمية لجميع جوانب البرنامج التعليمي لمفاهيم تكنولوجيا النانو.			
١٢	ملاءمة تقنيات التعليم لتحقيق أهداف البرنامج التعليمي لمفاهيم تكنولوجيا النانو.			
١٣	ملائمة أساليب التقويم للتحقق من اكتساب الطلاب لمفاهيم تكنولوجيا النانو.			
١٤	ملاءمة البرنامج التعليمي لتنمية الاتجاهات العلمية الإيجابية نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو.			
١٥	ملاءمة الزمن المقترح لتطبيق البرنامج.			
ملحوظات أخرى :				

الباحث : محمد فايز الشهري

شاكرًا لكم حسن تعاونكم

ملحق (٣)

دليل المعلم لتنفيذ البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة لمفاهيم تكنولوجيا النانو

يهدف الدليل إلى توضيح دور كل من منفذ البرنامج والطلاب في البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة، الممثلة في الخطوات والإجراءات الآتية:

يتحدد دور المعلم في تنفيذ البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة لإكساب الطلاب مفاهيم تكنولوجيا النانو، وتنمية الاتجاهات العلمية نحوها في الخطوات الآتية:

- ١- تحديد الأهداف الإجرائية للمفهوم المستهدف إكسابه للطلاب.
- ٢- توزيع الطلاب على مجموعات صغيرة يتراوح عددها ما بين (٤ - ٥) طلاب، وتحديد الأدوار المطلوبة من كل مجموعة.

٣- التهيئة الذهنية، عن طريق طرح المفهوم النانوتكنولوجي على شكل موقف تعليمي مشكل، أو طرح سؤال يتطلب من الطلاب التفكير في إيجاد الحل المناسب له، من خلال عملية البحث والاستقصاء الدقيق.

٤- عرض محتوى البرنامج التعليمي للمفهوم النانوتكنولوجي على الطلاب بواسطة جهاز الكمبيوتر، وجهاز الداتاشو، وبرمجية الوسائط المتعددة المتضمنة: (النصوص المكتوبة، والصور الثابتة والمتحركة، والرسوم الثابتة والمتحركة، ومقاطع الفيديو).

٥- استخدام الطريقة الاستقصائية لتدريب الطلاب على اكتساب المفهوم النانوتكنولوجي، وتحليله إلى مكوناته، وخصائصه، ومبادئه التي يقوم عليها، والعلاقات القائمة بين مكوناته، وأمثله، وتطبيقاته العملية المتنوعة.

٦- تدريب الطلاب على ممارسة عمليات التعلم الاستقصائي في تعلم المفهوم النانوتكنولوجي، وتوضيح الأدوار الإيجابية للطلاب الممثلة في الخطوات الإجرائية الآتية:

أ - تحديد المشكلة المستهدف حلها (الموقف المشكل).

ب - صياغة الفرضيات وهي عبارة عن اقتراح من الإجابات المحتملة، أو التخمينات الذكية.

ج - جمع المعلومات وتحليلها وتفسيرها وتقويمها للتحقق من صحة الفروض المقترحة.

د - اختبار الفروض المقترحة والتحقق من صحتها عن طريق تقديم الأدلة والبراهين التي تؤكد صحة الفروض أو دحضها.

هـ - تحديد النتائج التي تم التوصل إليها، وصياغتها على شكل مفهوم واضح ومحدد بطريقتهم الخاصة، وتقويمه وصياغته صياغة علمية واضحة في ضوء أمثله، وخصائصه، والعلاقات القائمة بين عناصره، وعوامله، وعلاقاته بمفاهيم تكنولوجيا النانو الأخرى ذات العلاقة الوثيقة.

- ٧- توزيع أوراق عمل أنشطة التعلم المعززة لتعلم المفهوم النانوتكنولوجي المستهدف تحقيقه، وتزويدهم بالتعليمات اللازمة لتنفيذها على شكل أنشطة فردية أو جماعية في ضوء عمليات التعلم الاستقصائي.
- ٨- إجراء عملية التقويم البنائي، وتشخيص مدى اكتساب الطلاب للمفهوم النانوتكنولوجي، وتحديد جوانب القوة، والعمل على تدعيمها، وجوانب القصور والعمل على معالجتها.
- ٩ - إجراء عملية التغذية الراجعة التصحيحية في ضوء نتائج ومؤشرات التقويم البنائي.
- ١٠- التعرف على اتجاهات وآراء الطلاب ومواقفهم، واهتماماتهم الإيجابية، أو السلبية نحو المفهوم النانوتكنولوجي الذي تعلموه، وإتاحة الفرصة لهم للتعبير عن تلك الاتجاهات والمواقف وتبريرها، والعمل على تصحيحها وتوجيهها باستخدام الأدلة والبراهين المقنعة، بهدف تنمية الاتجاهات العلمية الإيجابية نحو تكنولوجيا النانو.
- ١١- تكليف الطلاب بالإجابة على التدريبات المنزلية، وتقويمها، ومتابعتها.

ملحق رقم (٤)
استمارة تحكيم
" قائمة مفاهيم تكنولوجيا النانو "

سعادة الدكتور :

المحترم

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته وبعد :

يقوم الباحث بإعداد بحث تكميلي للحصول على درجة الدكتوراه في المناهج وتقنيات التعليم بكلية التربية بجامعة أم القرى ، بعنوان " فعالية برنامج تعليمي قائم على الوسائط المتعددة في إكساب طلاب الصف الثاني الثانوي مفاهيم تكنولوجيا النانو واتجاهاتهم نحوها " لتحقيق أهداف البحث المتمثلة في:

- ١ - بناء برنامج تعليمي قائم على الوسائط المتعددة لمفاهيم تكنولوجيا النانو.
 - ٢ - استقصاء فعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة في إكساب طلاب الصف الثاني الثانوي مفاهيم تكنولوجيا النانو.
 - ٣ - الكشف عن فعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة في تنمية اتجاهات طلاب الصف الثاني الثانوي نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو.
- وتم إعداد قائمة لمفاهيم تكنولوجيا النانو، عن طريق اختيارها من مصادرها الأولية، وصياغتها بما يتلاءم مع طبيعة البحث الحالي من جهة، ويتلاءم مع الخصائص العمرية لطلاب الصف الثاني الثانوي العلمي ؛ لتحقيق أهداف البحث الحالي.
- وقد تكونت قائمة المفاهيم من خمسة محاور رئيسية، يندرج تحت كل محور مجموعة من النماذج المفاهيمية لتكنولوجيا النانو تعتبر من المفاهيم الأساسية لتكنولوجيا النانو.
- ويُعرف الباحث مفاهيم تكنولوجيا النانو بأنها :** التطبيقات العلمية القائمة على مبدأ معالجة البنية الأساسية للمواد، والتحكم الدقيق في تفاعلات الذرات والجزيئات عند مستوى (١٠-١٠٠) نانومتر، وإعادة هيكلتها وهندستها؛ بهدف الحصول على ابتكارات وتقنيات جديدة أكثر فعالية وجودة.
- ونظراً لأهمية رأيكم في تطوير أداة البحث الحالي وتحقيق أهدافه، نأمل من سعادتكم التكرم بتحكيماها، وإبداء رأيكم وملحوظاتكم حول مدى ملاءمتها من حيث جوانب التحكيم المتضمنة في الجدول الآتي:

م	عناصر التحكيم	مدى الملائمة		ملحوظات
		ملائمة	غير ملائمة	
١	وضوح مفاهيم تكنولوجيا النانو.			
٢	دقة الصياغة العلمية لمفاهيم تكنولوجيا النانو.			
٣	القيمة العلمية لمفاهيم تكنولوجيا النانو بالنسبة للطلاب.			
٤	تكامل المفاهيم مع حقائق ومبادئ تكنولوجيا النانو.			
٥	اتساق مفاهيم تكنولوجيا النانو مع أهداف البرنامج التعليمي.			
٦	اتساق مفاهيم تكنولوجيا النانو مع محتوى البرنامج التعليمي.			
٧	قدرتها على تنمية المهارات المعرفية المفاهيمية النانوتكنولوجية لدى الطلاب.			
٨	تنظيم مفاهيم تكنولوجيا النانو بطريقة تساعد الطلاب على فهمها.			
٩	مناسبة مفاهيم تكنولوجيا النانو لقدرات الطلاب.			
١٠	ملاءمة مفاهيم تكنولوجيا النانو لاهتمامات وميول الطلاب العلمية.			
ملحوظات أخرى :				

قائمة مفاهيم تكنولوجيا النانو

م	المفهوم	دلالة المفهوم	ملحوظات
١	تكنولوجيا النانو (Nanotechnology)	التطبيقات العلمية لإنتاج وتصميم أجهزة وأدوات، تعتمد على استخدام مواد متناهية الصغر، تتسم بخصائص ووظائف جديدة، وذلك عن طريق التحكم في الذرات والجزيئات داخل المادة في مستوى أبعاد (١ - ١٠٠) نانومتر (nm).	
٢	علم النانو (Nanosciene)	مجال علمي من مجالات تكنولوجيا النانو، يهتم بدراسة وتوصيف مواد النانو، وتحديد خواصها الكيميائية، والفيزيائية، والميكانيكية مع دراسة الظواهر المرتبطة والناشئة عن تصغير أحجام الجسيمات.	
٣	مقياس النانومتر (Nano Scale)	وحدة قياس متناهية الدقة لحساب الأبعاد التي يتراوح مداها على المستوى الذري والجزيئي بين (١-١٠٠) نانومتر؛ بهدف إنتاج مواد وأجهزة نانوية أكثر دقة وكفاءة لاستخدامها في تطبيقات علمية متنوعة.	
٤	الذرة (Atom)	أصغر جزء من العنصر ويحتفظ بخصائصه الكيميائية، ويمكن أن يدخل في التفاعلات دون أن ينقسم. وذرات العنصر الواحد متشابهة، والعناصر تختلف عن بعضها البعض باختلاف ذراتها.	
٥	الجزيئات (Molecules)	مركبات أو عناصر تنتج عن اتحاد ذرتين أو أكثر ترتبط ببعضها البعض بما يسمى بالروابط الكيميائية، وتتضح فيها خواص المادة.	
٦	المجهر الإلكتروني الماسح (SEM)	ميكروسكوب إلكتروني، متقدم يقوم بتركيز حزمة الكترونية عالية الطاقة على سطح العينة تتفاعل مع ذراتها؛ مما يولد إشارة كهربائية، تكشف عن التركيب الدقيق للجزيئات متناهية الصغر، وتكوين صورة ثلاثية الأبعاد على شكل قطاعات في شكل شبكي، وتتميز هذه الصورة بدرجة عالية من الدقة تتراوح ما بين (٥ - ١٠) نانومتر تقريباً، وقد تصل دقة الصورة إلى (١) نانومتر أو إلى (٥٠،٠٥) نانومتر، كما يتميز بقدرته العالية لتكبير العينة ما بين (١٠ - ١٠٠،٠٠٠،٠٠٠) مرة، وهذا يعطي صورة واضحة لتفاصيل تركيب العينة المفحوصة.	

م	المفهوم	دلالة المفهوم	ملحوظات
٧	المجهر النفقي الماسح (STM)	تقنية ميكروسكوبية تستخدم في مسح العينات، ويتكون هذا الميكروسكوب من إبرة رأسها معدني وحاد جداً، مخصصة للتصوير على السطوح، وتستخدم هذه الإبرة للكتابة والتصوير وتحريك الذرات الواحدة بعد الأخرى، ووضعتها في المكان المناسب، وبتكرار هذه العملية بطريقة منظمة يمكن بناء تراكيب في القياس الذري.	
٨	المجهر الإلكتروني النفاذ (TEM)	نوع من المجاهر الإلكترونية، يستخدم حزمة من شعاع الإلكترونات، تنفذ عبر شريحة رقيقة من العينة، وتتفاعل معها مكونة صورة لها، يتم تكبيرها بواسطة عدسة شبيئية، وعرضها على شاشة تصوير أو فيلم تصوير أو كاشف حساس مثل كاميرا (CCD) وتتراوح دقة الصورة بين (٠,١ - ٠,٢) نانومتر تقريباً.	
٩	مجهر القوة الذرية (AFM)	أحد أنواع مجاهر الحساسات المسحية ذات التحليل عالية الدقة، التي لها قدرة تحليل تصل إلى أجزاء من النانومتر، ويمكن بواسطته الحصول على صورة طبوغرافية ثلاثية الأبعاد للعينة المدروسة، ويعتبر من الأدوات الرئيسة في تصوير وقياس وتحريك المادة عند مستويات النانو.	
١٠	المجس النانوي مانيبولاتور Nano Manipulator	مجس حساس دقيق، يساعد العلماء في دراسة العينات بدقة متناهية، ويشتمل على آلة تشبه عصا قيادة السيارة، وتتصل هذه الآلة بكمبيوتر شخصي مزود ببطاقة رسم بياني متقدمة للغاية، تقوم بتحويل البيانات وعرضها على هيئة صور مجسية ثلاثية الأبعاد بألوان متعددة، يمكن تكبيرها إلى أحجام تزيد عن المليون ضعف، بالرغم من أنه لا يزيد حجمها عن بضعة نانومترات. وبواسطة هذا الجهاز يمكن تحسس سطح العينة مباشرة، والشعور بمعالم الأشياء الصغيرة وحوافها، وكذلك الفجوات الموجودة في جزيئات البروتين ولزوجة بعض أنواع البكتيريا الممرضة.	
١١	الراصف النانوي (Assembler)	جهاز روبوت (Robot) متناهي الصغر لا يرى بالعين المجردة، وله أذرع للإمساك بالذرة أو الجزيء وتفكيك المادة إلى مكوناتها الذرية، وله القدرة على رصف الذرات بجوار بعضها لصناعة المادة أو المنتج المرغوب، وهو مزود بنظام إلكتروني مبرمج يساعد العلماء على التحكم في الرواصف، ويمكن برمجته لإنتاج نسخة مشابهة له بالتكاثر أو الاستنساخ.	

م	المفهوم	دلالة المفهوم	ملحوظات
١٢	المواد النانوية (Nanomaterials)	مواد متقدمة ذات تركيب نانوي، تتألف من مكون واحد أو أكثر، له بُعد واحد على الأقل يتراوح ما بين (١ - ١٠٠) نانومتر، وتحتوي هذه المواد على جسيمات النانو، وألياف نانوية، وأنابيب نانوية، ومواد مركبة، وسطوح بُنى نانوية.	
١٣	تقنية تصنيع المواد النانوية من الأعلى إلى الأسفل (Top down)	عملية تقنية تتجه فيها طريقة تصنيع المواد النانوية من القمة إلى القاعدة للوصول إلى الشكل والحجم المطلوبين، وتقوم على تقسيم المواد الكبيرة وتحويلها إلى مواد ذات بُعد نانوي باستخدام طرق ووسائل فيزيائية ميكانيكية مثل: الطحن، والتبرّد، والحفر الضوئي، أو وسائل كيميائية مثل: بعض الأحماض.	
١٤	طريقة تصنيع المواد النانوية من الأسفل إلى الأعلى (Bottom up)	عملية تقنية تتجه فيها طريقة في تصنيع المواد النانوية، حيث تبدأ عملية التصنيع من التحكم في الذرات والجزيئات، وفصلها عن بعضها، ثم تجميعها لتصل إلى الحجم والشكل المطلوبين، باستخدام التفاعلات الكيميائية أو استخدام طريقة تبادل المواد، أي: (مادة تشكل منها مادة أخرى).	
١٥	المرشحات النانوية (Nano filters)	أغشية متناهية الصغر مصممة من دقائق النانو، وتتكون من مسام صغيرة جداً أقل من (١٠) نانومتراً، وتستخدم لعزل المواد الدقيقة الذائبة في الماء.	
١٦	الألياف النانوية (Nano fibers)	مواد نانوية على شكل ألياف ذات بُعد واحد تقل أقطارها عن (١٠٠) نانومتر، ويمكن تصنيعها من خلال عملية التدوير الكهربائي (Electro-spinning) أو البلمرة.	
١٧	الأسلاك النانوية (Nano wires)	بُنى (Structures) تمتلك حجماً جانبياً محدداً بعشرة نانومترات أو أقل، وحجماً طويلاً غير محدد، وبهذه القياسات تكون التأثيرات الميكانيكية الكمية (Quantum Mechanics) مهمة؛ لذلك تسمى مثل هذه الأسلاك بالأسلاك الكمية (Quantum wits).	

م	المفهوم	دلالة المفهوم	ملحوظات
١٨	أنابيب الكربون النانوية Carbon Nanotubes	شرائح من الجرافيت، يتم طيها حول محور معين، لتأخذ شكلاً اسطوانياً، حيث ترتبط ذرات نهايتي الشريحة ببعضها البعض، لتغلق الأنبوب، وتكون إحدى نهايتي الأنبوب في الغالب مفتوحة، والأخرى مغلقة على شكل نصف كرة، كما يكون جدار الأنبوب فردي الذرات، وتسمى في هذه الحالة بالأنابيب وحيدة الجدار (Single wall Nano tube) أو يكون ثنائي الجدار أو أكثر، وتسمى في هذه الحالة بالأنابيب متعددة الجدران (Multi Wall Nanotube) ويتراوح قطر الأنبوب بين أقل من (١ - ١٠٠) نانومتر؛ ليشكل سلكاً نانوياً.	
١٩	الجسيمات النانوية (Nano particles)	تجمع ذري أو جزيئي ميكروسكوبي يتراوح عددها ما بين بضع من الذرات أو الجزيئات إلى مليون ذرة، مرتبطة ببعضها البعض بشكل كروي - تقريباً - بنصف قطر أقل من (١٠٠) نانومتر، فجسيم نصف قطره نانومتر واحد مثل السليكون يحتوي على (٢٥) ذرة أغلبها على سطح الجسيم، وهذا يختلف عن الجزيء الذي قد يتضمن عدداً من الذرات، حيث إن أبعاد الجسيم النانوي تقل عن أبعاد حرجة لازمة لحدوث ظواهر فيزيائية معنية مثل متوسط المسار الحر الذي تقطعه الإلكترونات بين تصادمين متتاليين مع الذرات المهتزة، وهذا يحدد التوصيلة الكهربائية.	
٢٠	المحفّزات النانوية (Nanocatalysis)	العملية الكيميائية التي يُسرّع فيها التفاعل بواسطة مادة كيميائية تعرف بالعامل الحفّاز، وبخلاف بقية المواد التي تشترك في العملية الكيميائية لا يتم استهلاك العامل الحفّاز، ويعمل العامل الحفّاز من خلال تقليل مقدار طاقة الاصطدام التي تحتاجها الجزيئات لكسر الأواصر ولتشكيل جزيئات جديدة، وبهذا فإنه يزيد من نسبة الاصطدام الفعالة، ويتضمن إنتاج معظم المواد الكيميائية صناعياً استخدام عوامل حفّازة، إذ إن ذلك يقلل من زمن التفاعل والطاقة المطلوبة لإكماله، وما قد يترتب على ذلك أيضاً من تقليل حجم المعدات المستخدمة في العملية الصناعية .	

م	المفهوم	دلالة المفهوم	ملحوظات
٢١	النقاط الكمية (Quantum Dots)	بلورات نانوية شبه موصلة تقوم بتقييد الإلكترونات في مساحات صغيرة، تحتوي على وحدة شحن واحدة، وتنبعث منها ألوان ضوئية متباينة حسب حجمها ومستويات الطاقة الخاصة بها، وتتأثر مستويات الطاقة بتغيير الحجم والشكل وجهد الشحنة، ويعتبر تغير اللون المرتبط بتغير حجم الجسم خاصية تنفرد بها تكنولوجيا النانو.	
٢٢	الفوليرين (Fulleren)	جزيئات نانوية مكونة من ذرات الكربون مترابطة ثلاثياً، تعطي شكل كريات لها بناء يماثل الجرافيت، وتحتوي على أشكال خماسية وسداسية من ذرات الكربون مما ينتج عنه انثناء الطبقات إلى كريات أو أسطوانات. وأكثر الفوليرينات شهرة هو الجزيء (C60) حيث تترتب (٦٠) ذرة من الكربون على رؤوس محس عشري ناقص يشبه شكل الكرة، ويتميز بأنه جزيء ممغنط وغير قابل للاحتكاك.	
٢٣	علم سموم المواد النانوية (Nan toxicology)	مجال علمي يختص بدراسة سمية المواد النانوية الناتجة عن تأثيرات الحجم الكمي للمساحة السطحية الكبيرة للمواد المتناهية الصغر التي تزيد من نشاط المواد النانوية وتفاعلها الكيميائي، ومدى خطورة هذه المواد على صحة الإنسان وقدرة الجسم على امتصاصها، وكيفية التعامل مع الجسيمات النانوية فائقة الصغر حينما تدخل الجسم البشري، ومدى قدرة الجسم على مقاومتها وتفاعلها مع العمليات الحيوية داخل الجسم، والآثار الجانبية المترتبة عليها، بالإضافة إلى خطورة هذه المواد على بيئة الإنسان.	
٢٤	روبوت النانو (Nanorobot)	جهاز آلي ذي أبعاد بحجم النانو، يعمل بطريقة ميكانيكية أو كهروميكانيكية، ويتألف من شرائح ذكاء نانوية، يمكن من خلالها برمجته، والتحكم فيه؛ لأداء وظائف علمية محددة.	

م	المفهوم	دلالة المفهوم	ملحوظات
٢٥	روبوت الميكروبيفور (Microbivore)	جهاز متناهي الصغر، يقوم بإتلاف البكتيريا والفيروسات والفطريات التي تدخل إلى جسم الإنسان، ويمتلك أيدي روبوتية على شكل صوامع على سطح الأداة، تحقق رسواً مضموناً على غشاء البلازما للجرثومة، يقوم باحتواء الجرثومة في حجرة الفرم التي يبلغ حجمها (٢) مايكرو مكعب، وبعد عملية الفرم يتم كبس بقايا الخلايا المفرومة في حجرة الهضم، ثم حقن سلسلة متعاقبة من الإنزيمات الخاصة لاختزال البقايا المفرومة وتحويلها إلى حوامض أمينية أحادية الترسيب، وحوامض دهنية بسيطة وسكريات، وبعد ذلك يتم التخلص من هذه الجزيئات البسيطة في مجرى الدم دون أن يترتب على ذلك أضرار جانبية.	
٢٦	الحساسات النانوية (Nanosensors)	أجهزة استشعار شديدة الحساسية دقيقة الحجم لا يتجاوز قطرها (١٠٠) نانومتر، تستخدم مواد كيميائية نشطة، أو مكونات تولد إشارات تكشف عن تواجد الجزيء قيد التحليل، وتستخدم هذه الإشارات إما مباشرة، أو بعد تضخيمها بشكل مناسب، بهدف إجراء التحليل الدقيق عن العينات قيد الفحص أو التحليل.	
٢٧	معمل على شريحة (Lap on ahip)	مختبر كيميائي مدمج في رقاقة نانوية دقيقة، له قدرة على تحليل الدم، والكشف عن مواد كيميائية معينة يدل وجودها على إصابة المريض بمرض محدد، ومن أمثلة ذلك: رقاقة تحليل تريونين (Troponin) لتشخيص الإصابة بالنوبات القلبية.	
٢٨	المنار الجزيئي Molecular Beacon	أجهزة استشعار دقيقة تتراوح أبعادها ما بين (٤-٥) نانومترات، يتم حقنها داخل جسم الإنسان؛ لتبحر في الدم وتصل إلى الأوعية والشرابين، وتقوم بدور المراقبة لرصد النوع الجيني بالجسم المسؤول عن ترسيب الدهون، وترسل ومضات تسجل على أجهزة متابعة خارج الجسم، ومن خلال هذه الحساسات تتم مراقبة الجينات وتتبع سلوكها، ورصد ميكانيكية تكون طبقات الدهون على جدران الأوعية الدموية، بهدف تحديد الأسلوب الأمثل الذي يجب اتباعه لمنع تلك الجينات عن تأدية وظيفتها في تكوين ترسبات دهنية في جدران الأوعية الدموية.	
٢٩	جهاز الدينديرمرز (Dendrimers)	نوع من أجهزة النانو متناهية الصغر تتميز بقدرتها على اكتشاف الخلايا المصابة، وتشخيص نوع الإصابة بالإضافة إلى قدرتها على معالجتها، وتحديد مدى فعالية الدواء المستخدم لمعالجة الخلايا المصابة.	

م	المفهوم	دلالة المفهوم	ملحوظات
٣٠	جهاز الكانتيليفر (Cantilevers)	جهاز نانوي خاص، يتميز بقدرته الفائقة على تشخيص الخلايا السرطانية في مراحلها المبكرة، ويتصف بدقته المتناهية التي تصل إلى حدّ اكتشاف خلية سرطانية واحدة.	
٣١	أصداف النانو (Nanoshells)	كريات نانو تصنع عادة من السيليكا مغطاة بقشرة رقيقة جداً من الذهب تستخدم في معالجة الخلايا السرطانية، وتتميز بقدرتها العالية للتعرف على الخلايا المصابة بالسرطان عن طريق إسقاط شعاع كهرومغناطيسي مثل الأشعة تحت الحمراء باستخدام الليزر؛ حيث تتفاعل هذه الجسيمات مع الإشعاع وتقوم بتحويله إلى طاقة حرارية تصل إلى أكثر من (١٠٠ م°) مما يؤدي إلى تدمير الورم كلياً دون المساس بالخلايا السليمة.	
٣٢	المضادات الحيوية النانو انتبيــــــــــــــــوتكس (Antibiotics)	أنابيب متناهية الصغر، مصنوعة من أحماض أمينية، تقوم باختراق الجدار الهلامي للبكتيريا، وتنجذب كيميائياً إلى بعضها البعض؛ لتكوّن أنابيب طويلة ومتجمعة ذاتياً لفتح مسام أكبر في جدار الخلية البكتيرية؛ مما يؤدي إلى القضاء على الخلية البكتيرية نتيجة لتشتيت الجهد الكهربائي الخارجي لغشائها، وتعرض عُصياتها الداخلية للضغط الخارجية، وهذا بدوره ينهي حياة الخلية.	
٣٣	الليبوزومات (Liposomes)	جسم كروي مغلق مكون من طبقتين دهنيتين يحيطان بطبقة مائية، وهو من أكثر الجسيمات النانوية استخداماً في توصيل العقار حيث وجد أنها تزيد من كفاءة العقار المحمل عليها.	
٣٤	الخلية التنفسية النانوية Nano Respirocyte	جهاز نانوي ميكانيكي مصمم ليعمل على مستوى الجزيئات، ويصل نصف قطر هذه الخلية ما بين (٢ - ٠,٢) نانومتراً، وتقوم هذه الخلية بعمل نفس وظيفة خلايا الدم الحمراء، وذلك بنقل الأكسجين وثاني أكسيد الكربون إلى جميع أجزاء الجسم، وتستخدم كبديل لخلايا الدم الحمراء بشكل مؤقت في حالات الطوارئ عندما ينقص مستوى الأكسجين في الدم، ليتم إمداد المريض بالأكسجين المعبأ مسبقاً بحيث تطلقه الخلية التنفسية أثناء دورانها في الأوعية الدموية.	

ملحق (٥)

استمارة تحكيم

" برمجية الوسائط المتعددة للبرنامج التعليمي لمفاهيم تكنولوجيا النانو "

سعادة الدكتور:

المحترم

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته وبعد:

يقوم الباحث بإعداد بحث تكميلي للحصول على درجة الدكتوراه في المناهج وتقنيات التعليم بكلية التربية بجامعة أم القرى، بعنوان: " فعالية برنامج تعليمي قائم على الوسائط المتعددة في إكساب طلاب الصف الثاني الثانوي مفاهيم تكنولوجيا النانو واتجاهاتهم نحوها " لتحقيق أهداف البحث المتمثلة في:

١- بناء برنامج تعليمي قائم على الوسائط المتعددة لمفاهيم تكنولوجيا النانو.
٢- استقصاء فعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة في إكساب طلاب الصف الثاني الثانوي مفاهيم تكنولوجيا النانو.

٣- الكشف عن فعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة في تنمية اتجاهات طلاب الصف الثاني الثانوي نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو.

وتم تصميم برمجية الوسائط المتعددة التفاعلية، والمتضمنة على محتوى البرنامج التعليمي، والصور، والأشكال، والرسوم، والألوان، والحركة، ولقطات الفيديو، بهدف إكساب طلاب الصف الثاني الثانوي مفاهيم تكنولوجيا النانو، وتنمية اتجاهاتهم نحوها.

ويمكن تعريف برمجية الوسائط المتعددة للبرنامج التعليمي لمفاهيم تكنولوجيا النانو بما يتلاءم مع طبيعة البحث الحالي، بأنها: منظومة تعليمية قائمة على مجموعة من وسائط الاتصال التفاعلية (النصوص، الصور، الرسوم، والأشكال، والحركة، الألوان، ومقاطع فيديو) المصممة وفق نسق تعليمي منظم، تستهدف تعزيز تفاعل الطلاب مع البرنامج التعليمي واكتسابهم للخبرات التعليمية المتعلقة بمفاهيم تكنولوجيا النانو، وتنمية اتجاهاتهم الإيجابية نحوها.

ونظراً لأهمية رأيكم في تطوير أداة البحث الحالي وتحقيق أهدافها، نأمل من سعادتكم التكرم بتحكيماها، وإبداء رأيكم وملحوظاتكم حول مدى ملاءمتها من حيث جوانب التحكيم المتضمنة في الجدول الآتي:

م	عناصر التحكيم	مدى الملائمة		ملحوظات
		ملائمة	غير ملائمة	
١	دقة محتوى برمجية الوسائط المتعددة.			
٢	طريقة تصميم برمجية الوسائط المتعددة لتحقيق أهداف البرنامج التعليمي لمفاهيم تكنولوجيا النانو.			
٣	الجودة الفنية لبرمجية الوسائط المتعددة.			
٤	تضمن برمجية الوسائط المتعددة على أساليب عرض متنوعة لجذب اهتمامات الطلاب.			
٥	الاتساق بين النصوص والصور والأشكال والحركة والألوان ولقطات الفيديو.			
٦	سهولة قراءة النصوص على شاشة العرض.			
٧	اتساق مضمون برمجية الوسائط المتعددة مع أهداف البرنامج.			
٨	الانسجام بين مكونات برمجية الوسائط المتعددة ومحتوى البرنامج التعليمي لمفاهيم تكنولوجيا النانو.			
٩	تركيز برمجية الوسائط المتعددة على المفاهيم الأساسية لتكنولوجيا النانو.			
١٠	مراعاة برمجية الوسائط المتعددة لخصائص الطلاب المختلفة.			
١١	الزمن المقترح لتطبيق برمجية الوسائط المتعددة.			
ملحوظات أخرى :				

الباحث : محمد فايز الشهري

شاكرًا لكم حسن تعاونكم

ملحق (٦)

استمارة تحكيم اختبار تحصيلي

لقياس

" فعالية برنامج تعليمي قائم على الوسائط المتعددة في

إكساب طلاب الصف الثاني الثانوي مفاهيم

تكنولوجيا النانو "

سعادة الدكتور :..... المحترم

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته وبعد :

يقوم الباحث بإعداد بحث تكميلي للحصول على درجة الدكتوراه في المناهج وتقنيات التعليم بكلية التربية جامعة أم القرى بعنوان: " فعالية برنامج تعليمي قائم على الوسائط المتعددة في إكساب طلاب الصف الثاني الثانوي مفاهيم تكنولوجيا النانو واتجاهاتهم نحوها " لتحقيق أهداف البحث المتمثلة في:

١- بناء برنامج تعليمي قائم على الوسائط المتعددة لإكساب طلاب الصف الثاني الثانوي مفاهيم تكنولوجيا النانو.

٢- استقصاء فعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة في إكساب طلاب الصف الثاني الثانوي مفاهيم تكنولوجيا النانو.

٣- الكشف عن فعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة في تنمية اتجاهات طلاب الصف الثاني الثانوي نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو.

وتم بناء اختبار تحصيلي يتكون من (٧٠) سؤالاً من نوع اختيار من متعدد تقيس ثلاثة مستويات معرفية (التذكر، الفهم، التحليل) بواقع درجة واحدة لكل سؤال، تتناول (٣٤) نموذجاً من مفاهيم تكنولوجيا النانو من حيث : مدلولها، وأمثلتها، وخصائصها، وعواملها، وتطبيقاتها العملية في مختلف المجالات العلمية.

ويُعرّف الباحث الاختبار التحصيلي لمفاهيم تكنولوجيا النانو إجرائياً بأنه : قدرة الطالب على اكتساب، المعارف، والحقائق، والمبادئ، والتعميمات المتعلقة بمفاهيم تكنولوجيا النانو، المتضمنة في البرنامج التعليمي، وتقاس بالدرجة التي يحصل عليها الطالب في اختبار التحصيل الذي تكون من المستويات المعرفية: (التذكر، الفهم، التحليل).

ويُعرّف مفاهيم تكنولوجيا النانو بأنها: التطبيقات العلمية القائمة على مبدأ معالجة البنية الأساسية للمواد، والتحكم الدقيق في تفاعلات الذرات والجزيئات عند مستوى (١-١٠٠) نانومتر، وإعادة هيكلتها وهندستها بهدف الحصول على ابتكارات وتقنيات جديدة أكثر فعالية وجودة.

ونظراً لأهمية رأيكم في تطوير أداة البحث الحالي لتحقيق هدفها، نأمل من سعادتكم التكرم بإبداء رأيكم وملحوظاتكم حول مدى مناسبة أداة البحث من حيث عناصر التحكيم المتضمنة في الجدول الآتي:

م	عناصر التحكيم	مدى الملاءمة		ملحوظات
		ملائمة	غير ملائمة	
١	وضوح تعليمات الاختبار التحصيلي للطلاب.			
٢	صياغة فقرات الاختبار التحصيلي بلغة علمية سهلة بعيدة عن الغموض.			
٣	الدقة العلمية لفقرات الاختبار التحصيلي.			
٤	ملاءمة الاختبار التحصيلي لمستوى الطلاب.			
٥	صدق فقرات الاختبار التحصيلي في قياس المفاهيم المستهدف قياسها.			
٦	تغطية الاختبار التحصيلي لمحتوى البرنامج التعليمي.			
٧	تمثيل فقرات الاختبار التحصيلي للمستويات المعرفية المفاهيمية المستهدف قياسها (التذكر، الفهم، التحليل).			
	ملحوظات أخرى:			

شاكراً لكم حسن تعاونكم

الباحث : محمد فايز عبد الرحمن الشهري

تعليمات الاختبار التحصيلي لمفاهيم تكنولوجيا النانو

عزيزي الطالب: تحية طيبة وبعد:

يهدف هذا الاختبار إلى قياس تحصيلك العلمي في مفاهيم تكنولوجيا النانو، التي أصبحت مطلباً علمياً وتكنولوجياً عالمياً؛ لمواكبة التطورات العلمية والتكنولوجية التي اجتاحت كافة المجالات العلمية والمعرفية، وإتقان التعامل معها بوعي وبصيرة.

وبين يديك اختبار تحصيلي يشتمل على (٧٠) سؤالاً، من نوع اختيار من متعدد، تتناول بعض مفاهيم تكنولوجيا النانو، ولكل سؤال أربعة خيارات رمز لها بالرموز (أ ، ب ، ج ، د) والمطلوب منك ما يأتي:

١- قراءة السؤال بدقة متناهية، ثم اختيار إجابة واحدة فقط هي الصحيحة، وذلك بوضع علامة (✓) في الدائرة أمام العبارة المناسبة.

٢- لا تترك سؤالاً دون أن تجيب عليه.

٣- زمن الإجابة ساعة واحدة.

٤- مجموع الدرجات على الاختبار (٧٠) درجة بواقع درجة واحدة لكل إجابة صحيحة.

٥- لا توجد علاقة بين درجتك في هذا الاختبار ودرجتك في أي مادة أخرى.

٦- لن يُستخدم هذا الاختبار إلا لأغراض البحث العلمي.

مع تمنياتي لك بالتوفيق والنجاح

اختبار تحصيلي لمفاهيم تكنولوجيا النانو

اسم الطالب : الرقم :
المدرسة : الصف :

الأسئلة

اختر الإجابة الصحيحة، وذلك بوضع علامة (✓) أمام العبارة التي تمثل الإجابة الصحيحة فيما يأتي :

١- يقوم علم النانو على مبدأ :

- ☐ أ- اختلاف خواص المواد عند وحدة المقياس النانومتري.
- ☐ ب- ثبات خواص المواد عند وحدة المقياس النانومتري.
- ☐ ج- اختلاف خواص المواد الفيزيائية فقط عند وحدة المقياس النانومتري.
- ☐ د- ثبات الخواص الفيزيائية واختلاف الخواص الكيميائية عند وحدة المقياس النانومتري.

٢- العلم الذي يهتم بدراسة سمية المواد النانوية وخطورتها على صحة الإنسان وبيئته هو علم سموم المواد :

- ☐ أ- الكيميائية.
- ☐ ب- النانوية.
- ☐ ج- النووية.
- ☐ د- الفيزيائية.

٣- من أهم العوامل التي تسهم في تغيير خواص المواد عند مستوى المقياس النانومتري:

- ☐ أ- انخفاض سيطرة آثار الكم على المواد النانوية.
- ☐ ب- زيادة حجم الجسيمات النانوية.
- ☐ ج- انخفاض المساحة السطحية للمواد النانوية.
- ☐ د- زيادة المساحة السطحية للمواد النانوية.

٤- يعتمد عمل الحساسات النانوية في تحليل العينات عند مستوى الذرات والجزيئات على مبدأ:

- ☐ أ- حجم الجسيمات النانوية.
- ☐ ب- التفاعل داخل العينة.
- ☐ ج- مساحة سطح الجسيمات النانوية.
- ☐ د- درجة حرارة الجسيمات النانوية.

٥- تُسمى الجسيمات الكروية المغلقة المكونة من طبقتين دهنيتين تحيطان بطبقة مائية تستخدم في

توصيل الدواء إلى موضع الإصابة وتزيد من فعاليته ب :



أ- الكروزومات.



ب- الليبوزومات.



ج- المضادات الحيوية النانوية.



د- أصداف النانو.

٦- المجهر الذي يعتمد على أشعة الليزر لتكوين صورة دقيقة للعينة هو:



أ- المجهر الإلكتروني النفاذ.



ب- المجهر الإلكتروني الماسح.



ج- المجهر النفقي الماسح.



د- مجهر القوة الذرية.

٧- يمكن تحضير النقاط الكمية بإحدى تقنيات التجميع:



أ- المغناطيسي.



ب- الالكتروكيميائي.



ج- الفيزيائي.



د- الضوئي.

٨- يُسمى المختبر الكيميائي المدمج في رقاقة نانوية وله قدرة عالية في تحليل العينات ب :



أ- ترانزستور.



ب- روبوت نانوي.



ج- معمل على شريحة.



د- شريحة نانوية.

٩- الجهاز الذي هو عبارة عن آلة نانوية مصممة لتعمل على مستوى الجزيئات ويصل نصف قطر الخلية فيه

إلى (٢، ٠ - ٢) نانومتر، ويقوم بنفس وظيفة خلايا الدم الحمراء عندما ينقص مستوى الأكسجين في الدم هو:



أ- الخلية التنفسية النانوية.



ب- الليبوزومات.



ج- الديندريميرز.



د- أصداف النانو.

١٠- يُطلق العلماء على أجهزة الاستشعار التي لا يتجاوز قطرها (١٠٠) نانومتر، وتستخدم مواد كيميائية نشطة في تحليل العينات مفهوم الحساسات:

- ☐ أ- النانوية.
- ☐ ب- الالكترونية.
- ☐ ج- الفيزيائية.
- ☐ د- الكيميائية.

١١- تُستخدم المرشحات النانوية في الوظائف التالية ماعدا:

- ☐ أ- الجيل الثاني من الخلايا الفوتوفولطية.
- ☐ ب- معالجة المياه الملوثة.
- ☐ ج- الكبسولة النانوية.
- ☐ د- عمليات الغسيل الكلوي.

١٢- من خصائص الأسلاك النانوية أنها:

- ☐ أ- غير موصلة للتيار الكهربائي.
- ☐ ب- مواد متعددة الأبعاد.
- ☐ ج- تخضع لمبدأ لحصر الكمي.
- ☐ د- مواد ثنائية الأبعاد.

١٣- الهدف من تكنولوجيا النانو هو ابتكار تقنيات:

- ☐ أ- أصغر حجماً .
- ☐ ب- أكبر حجماً .
- ☐ ج- أكثر كفاءة وجودة .
- ☐ د- أقل كفاءة وجودة .

١٤- أكثر الفوليرينات شهرة واستخداماً هو فوليرين:

- ☐ أ- الجزيء (C60) .
- ☐ ب- الجزيء (C70) .
- ☐ ج- الجزيء (C48) .
- ☐ د- الجزيء (C36) .

١٥- ترتبط سمية المواد النانوية عندما تصل إلى درجة متناهية من الصغر بعدة عوامل من أهمها:

- ☐ أ- زيادة تفاعلها الكيميائي.
- ☐ ب- اختلاف بُنيته المغناطيسية.
- ☐ ج- اختلاف تركيبها الفيزيائي.
- ☐ د- زيادة تفاعلها الفيزيائي.

١٦- أيُّ الخصائص الآتية لا ينطبق على أنابيب الكربون النانوية ؟

- ☐ أ- متعددة الجدران.
- ☐ ب- أحادية البعد.
- ☐ ج- الامتصاص والإضاءة.
- ☐ د- القوة والمرونة.

١٧- أيُّ المكونات الآتية ليست من مكونات الحساسات النانوية ؟

- ☐ أ- عنصر حيوي حساس.
- ☐ ب- مضخم يستقبل الإشارة.
- ☐ ج- الكاشف مستقبل مخرجات المضخم.
- ☐ د- المولد الالكتروني.

١٨- التسمية العلمية للمركبات التي تنتج عن اتحاد ذرتين أو أكثر:

- ☐ أ- البروتونات.
- ☐ ب- إلكترونات.
- ☐ ج- الجزيئات.
- ☐ د- النيوترونات.

١٩- المجهر الذي تتراوح دقة صورته التحليلية للعينة ما بين (٠,١ - ٠,٢) نانومتر هو:

- ☐ أ- المجهر النفقي الماسح.
- ☐ ب- المجهر الالكتروني الماسح.
- ☐ ج- المجهر الالكتروني التّفاذ.
- ☐ د- مجهر القوة الذرية.

٢٠- من الأمثلة على تقنية تصنيع المواد النانوية من الأسفل إلى الأعلى تصنيع:

- ☐ أ- الدوائر الإلكترونية.
- ☐ ب- الأنابيب النانوية.
- ☐ ج- الرقائق الإلكترونية.
- ☐ د- وحدات تخزين البيانات.

٢١- الجهاز الذي يمكنه الإمساك بالذرات، والجزيئات، وتفكيك المادة إلى مكوناتها الذرية،

وتجميع الذرات بجوار بعضها البعض هو جهاز:

- ☐ أ- معالج القوة الذرية.
- ☐ ب- المعالج النانوي مانيبيولاتور.
- ☐ ج- الراصف النانوي.
- ☐ د- المعالج الإلكتروني النفاذ.

٢٢- يُعبّر عن المواد التي تتميز بمكوّن له بُعد واحد أو أكثر يتراوح ما بين (١-١٠٠) نانومتر

بمفهوم المواد:

- ☐ أ- النانويه.
- ☐ ب- الفيزيائية.
- ☐ ج- الكيميائية.
- ☐ د- الضوئية.

٢٣- الجهاز النانوي متناهي الصغر الذي يتميز بقدرته على اكتشاف الخلايا المصابة، وتشخيص نوع

الإصابة، وتحديد فعالية الدواء المستخدم هو جهاز:

- ☐ أ- الديندريميرز.
- ☐ ب- الكانتليفز.
- ☐ ج- المستشعر النانوي.
- ☐ د- الروبوت النانوي.

٢٤- يُطلق على الأنابيب متناهية الصغر المصنعة من أحماض أمينية بهدف القضاء على الجراثيم العنقودية والبكتيريا والفيروسات مفهوم المضادات:

- ☐ أ- الحيوية.
- ☐ ب- البيولوجية.
- ☐ ج- الحيوية النانوية.
- ☐ د- الكيميائية.

٢٥- يختلف المجهر الإلكتروني النَّقَّاذ عن المجهر الضوئي في إن عدساته:

- ☐ أ- مغناطيسية.
- ☐ ب- الكترومغناطيسية.
- ☐ ج- الكترونية.
- ☐ د- ضوئية.

٢٦- من أهم خصائص المحفزات النانوية أنها:

- ☐ أ- كلما زادت مساحة سطح المادة الحافزة زادت عملية تفاعلها الكيميائي.
- ☐ ب- كلما زادت مساحة سطح المادة الحافزة قلت عملية تفاعلها الكيميائي.
- ☐ ج- كلما انخفضت مساحة سطح المادة الحافزة زادت عملية تفاعلها الكيميائي.
- ☐ د- كلما زادت مساحة سطح المادة الحافزة زادت عملية ثبات تفاعلها الكيميائي.

٢٧- المجهر الذي يتميز بتكوين صورة ثلاثية الأبعاد للعينة، وتحديد نوع التركيب الكيميائي للذرة والقدرة على تحريكها هو:

- ☐ أ- المجهر الإلكتروني الماسح.
- ☐ ب- مجهر القوة الذرية.
- ☐ ج- المجهر النفقي الماسح.
- ☐ د- المجهر الإلكتروني النفاذ.

٢٨- يُستخدم الفوليرين في جميع التطبيقات العملية الآتية ما عدا:

- ☐ أ- علاج مرض الزهايمر.
- ☐ ب- علاج مرض نقص المناعة المكتسبة.
- ☐ ج- كمضاد حيوي لمقاومة البكتيريا والميكروبات.
- ☐ د- علاج مرض السكر.

٢٩- أصداف النانو التي تستخدم في معالجة الخلايا السرطانية عبارة عن كريات مصنعة من:

- ☐ أ- الألومينا مغطاه بطبقة رقيقة من الذهب.
- ☐ ب- التيتانيوم مغطاه بطبقة رقيقة من الذهب.
- ☐ ج- الفوليرين مغطاه بطبقة رقيقة من الذهب.
- ☐ د- السيليكا مغطاة بقشرة رقيقة من الذهب.

٣٠- أيُّ الخطوات الآتية ليست من طريقة عمل المجهر الالكتروني الماسح في تحليل العينات ؟

- ☐ أ- مرور الشعاع الالكتروني من القاذف.
- ☐ ب- عبور الشعاع الالكتروني من قاذف الالكترونات.
- ☐ ج- مرور الشعاع الضوئي من المهبط.
- ☐ د- تقوم الكواشف بتجميع الالكترونات.

٣١- يُطلق علماء تكنولوجيا النانو على العملية التي تستهدف زيادة معدلات التفاعلات الكيميائية في

المواد النانوية دون أن تُستنفذ أو يحدث لها تغيرات في بُنيته الأساسية الكيميائية مفهوم:

- ☐ أ- البلورات النانوية.
- ☐ ب- المحفزات النانوية.
- ☐ ج- الجسيمات النانوية.
- ☐ د- النقاط الكمية.

٣٢- من أهم العوامل الرئيسة التي تُحدد سلوك المواد النانوية الحافرة:

- ☐ أ- تشتت السطوح البُنيوية.
- ☐ ب- تجمّع السطوح البُنيوية.
- ☐ ج- ثبات البُنية الالكترونية.
- ☐ د- تعديل البُنية الالكترونية.

٣٣- تُعرّف أنابيب الكربون النانوية بأنها الشرائح المكونة من عنصر:

- ☐ أ- الأكسجين وتأخذ شكلاً خماسياً.
- ☐ ب- النيتروجين وتأخذ شكلاً رباعياً.
- ☐ ج- الكربون وتأخذ شكلاً ثلاثياً.
- ☐ د- الكربون وتأخذ شكلاً اسطوانياً.

٣٤- أكثر ما تستخدم الجسيمات النانوية الذهبية في معالجة:

- ☐ أ- الجروح.
- ☐ ب- ترميم العظام.
- ☐ ج- الخلايا السرطانية.
- ☐ د- بناء أنسجة الجسم.

٣٥- أيُّ الخصائص الآتية لا ينطبق على النقاط الكمية:

- ☐ أ- غير موصلة للتيار الكهربائي.
- ☐ ب- شبه موصلة للتيار الكهربائي.
- ☐ ج- حصر الإلكترونات في أبعاد نقاط كميه ضيقة.
- ☐ د- تحتوي على شحنة واحدة.

٣٦- يُطلق العلماء على أصغر جزء في العنصر مفهوم:

- ☐ أ- الجزيء.
- ☐ ب- البروتون.
- ☐ ج- النيوترون.
- ☐ د- الذره.

٣٧- المجهر الذي يستخدم حزمة الكترونية عالية الطاقة ويستطيع تكبير العينة بين

(١٠ - ١,٠٠٠,٠٠٠) مرة هو:

- ☐ أ- المجهر الالكتروني التّفاذ.
- ☐ ب- المجهر الالكتروني الماسح.
- ☐ ج- المجهر النفقي الماسح.
- ☐ د- مجهر القوة الذرية.

٣٨- يمكن استخدام الروبوتات النانوية لتأدية الوظائف الطبية الآتية ما عدا:

- ☐ أ- معالجة الخلايا السرطانية.
- ☐ ب- القضاء على البكتيريا والفيروسات.
- ☐ ج- معالجة نقص المناعة المكتسبة.
- ☐ د- إجراء العمليات الجراحية.

٣٩- الألياف النانوية عبارة عن مواد نانوية على شكل ألياف ذات:

- ☐ أ- بُعد واحد يقل قطره عن (١٠٠) نانومتر.
- ☐ ب- بُعد واحد يزيد قطره عن (١٠٠) نانومتر.
- ☐ ج- أبعاد ثنائية تقل أقطارها عن (١٠٠) نانومتر.
- ☐ د- بُعد واحد يقل قطره عن (١٠٠٠) نانومتر.

٤٠- من خصائص الجسيمات النانوية:

- ☐ أ- التشتت والانكسار الضوئي.
- ☐ ب- انخفاض قوة المغناطيسية.
- ☐ ج- ارتفاع درجات انصهار المادة.
- ☐ د- غير موصلة للتيار الكهربائي.

٤١- من خصائص الفوليرين:

- ☐ أ- التوصيل غير الجيد للتيار الكهربائي.
- ☐ ب- انخفاض قوة تحمل الضغط العالي.
- ☐ ج- جزيء مُغْنَط غير قابل للاحتكاك.
- ☐ د- جزيء غير مُغْنَط قابل للاحتكاك.

٤٢- يُطلق العلماء على التَّجمُّع الجزيئي بين عدد كبير من الذرات المترابطة بشكل كروي نصف قطره

أقل من (١٠٠) نانومتر مفهوم:

- ☐ أ- الجسيمات النانوية.
- ☐ ب- الأسلاك النانوية.
- ☐ ج- الألياف النانوية.
- ☐ د- الأنابيب النانوية.

٤٣- أيُّ مما يأتي لا يعدُّ من مخاطر سموم المواد النانوية على صحة الإنسان ؟

- ☐ أ- إتلاف الحمض النووي (DNA).
- ☐ ب- التهاب وتليف الرئة.
- ☐ ج- عبور الحاجز الدموي الدماغي.
- ☐ د- الحروق الجلدية.

٤٤- يُطلق العلماء على العملية التي تتجه فيها طريقة تصنيع المواد النانوية من القمة إلى القاعدة

مفهوم تقنية التصنيع:

- ☐ أ- بالهبوط.
- ☐ ب- بالصعود.
- ☐ ج- بالتجميع.
- ☐ د- بالتسريع.

٤٥- علم النانو هو العلم الذي يهتم بدراسة المواد وخصائصها عند مستوى:

- ☐ أ- المليمتر.
- ☐ ب- النانومتر.
- ☐ ج- الميكرومتر.
- ☐ د- البيكومتر.

٤٦- من التطبيقات العملية للمحفزات النانوية:

- ☐ أ- صناعة الأنسجة.
- ☐ ب- صناعة البلاستيك.
- ☐ ج- تكرير النفط.
- ☐ د- صناعة الألمنيوم.

٤٧- أيُّ مما يأتي لا يُعدُّ من مكونات المجهر الإلكتروني الماسح ؟

- ☐ أ- قاذف الإلكترونات.
- ☐ ب- العدسة المغناطيسية.
- ☐ ج- غرفة العينات.
- ☐ د- العدسة الضوئية.

٤٨- أيُّ التطبيقات العملية الآتية لا ينطبق على الألياف النانوية ؟

- ☐ أ- صناعة الترانزستورات.
- ☐ ب- الخلايا الشمسية النانوية.
- ☐ ج- تغليف المضادات الحيوية.
- ☐ د- الجراحات الترقيعية للأوعية الدموية.

٤٩- المجهر الذي يتميز بإبرة مسبار ثابتة لقياس الخصائص الكهربائية لسطح العينة (تنجستن) هو:

- ☐ أ- مجهر القوة الذرية.
- ☐ ب- المجهر الإلكتروني الماسح.
- ☐ ج- المجهر الإلكتروني التفاضلي.
- ☐ د- المجهر النفقي الماسح.

٥٠- الجهاز الذي يمكن بواسطته تحسس سطح العينة، والشعور بمعالم الأشياء الدقيقة، والفجوات

داخل الجزيئات المختلفة هو جهاز:

- ☐ أ- الراصف النانوي.
- ☐ ب- المعالج النانوي مانيبيولاتور.
- ☐ ج- المجمعات النانوية.
- ☐ د- معالج القوة الذرية.

٥١- الفوليرين عبارة عن الجزيئات النانوية المكونة من ذرات:

- ☐ أ- الهيدروجين المترابطة ثلاثياً.
- ☐ ب- الكربون المترابطة ثلاثياً.
- ☐ ج- الكربون المترابطة خماسياً.
- ☐ د- النيتروجين المترابطة ثلاثياً.

٥٢- يُعبر عن الجهاز الآلي الذي يصل حجمه إلى حجم الذرات، ويعمل بطريقة ميكانيكية أو

كهروميكانيكية، ويتم برمجته من خلال الشرائح النانوية الذكية لتأدية وظائف علمية محددة بمفهوم

الروبوت:

- ☐ أ- الإلكتروني.
- ☐ ب- النانوي.
- ☐ ج- الميكانيكي.
- ☐ د- الكهرومغناطيسي.

٥٣- واحد على المقياس النانومتري يعادل جزءاً من :

- ☐ أ- مئة ملم.
- ☐ ب- ألف ملم.
- ☐ ج- المليون ملم.
- ☐ د- المليار ملم.

٥٤- تعتمد فكرة عمل المجهر النفقي الماسح على مبدأ النفق:

- ☐ أ- الكمي.
- ☐ ب- المسحي.
- ☐ ج- الضوئي.
- ☐ د- المغناطيسي.

٥٥- أيُّ التطبيقات العملية الآتية لا يُعدُّ من تطبيقات الأسلاك النانوية ؟

- ☐ أ- الطلاء الشمسي النانوي.
- ☐ ب- الحساسات النانوية.
- ☐ ج- الذاكرة الحاسوبية النانوية.
- ☐ د- الشرائح النانوية.

٥٦- المفهوم الذي يطلق على أجهزة الاستشعار الدقيقة التي تتراوح أبعادها ما بين (٤-٥) نانومترات وتحقق داخل الجسم بهدف رصد النوع الجيني بالجسم المسؤول عن ترسب الدهون هو:

- ☐ أ- المنار الجزيئي.
- ☐ ب- الروبوت النانوي.
- ☐ ج- الحساس الكيميائي.
- ☐ د- الحساس الضوئي.

٥٧- أيُّ الأنظمة الآتية لا يُعدُّ من أنظمة تشغيل المجهر الإلكتروني التفاضل ؟

- ☐ أ- نظام التصوير المغناطيسي.
- ☐ ب- نظام التصوير العادي.
- ☐ ج- نظام ظاهرة الانحراف.
- ☐ د- نظام التصوير عالي الدقة.

٥٨- تقنية تصنيع المواد النانوية من الأسفل إلى الأعلى تستخدم عادة طرق:

- ☐ أ- فيزيائية.
- ☐ ب- كهرومغناطيسية.
- ☐ ج- كيميائية.
- ☐ د- ميكانيكية.

٥٩- يمكن تصنيع أنابيب الكربون النانوية بإحدى التقنيات الآتية ماعدا تقنية:

- ☐ أ- قوس التفريغ الكهربائي.
- ☐ ب- التبخير بالليزر.
- ☐ ج- التجميع الالكتروني.
- ☐ د- التبخير الكيميائي.

٦٠- أيُّ التطبيقات العملية الآتية ليست من تطبيقات النقاط الكمية:

- ☐ أ- الحاسبات الكمومية.
- ☐ ب- الحساسات النانوية البيولوجية.
- ☐ ج- الشبكة الكمومية.
- ☐ د- الشاشات التلفزيونية الكمومية.

٦١- المفهوم الذي يُطلق على الأسلاك النانوية هو البُنى التي تمتلك حجماً جانبياً محدداً:

- ☐ أ- ب (١٠) نانومتر أو أقل.
- ☐ ب- ب (١٠) نانومتر أو أكثر.
- ☐ ج- ب (١٠٠) نانومتر أو أقل.
- ☐ د- ب (١٠٠٠) نانومتر أو أقل.

٦٢- من التطبيقات العملية التي تُستخدم فيها أنابيب الكربون النانوية:

- ☐ أ- الأسلاك النانوية.
- ☐ ب- الألياف النانوية.
- ☐ ج- الكمبيوتر النانوي.
- ☐ د- الشبكة النانوية.

٦٣- مقياس النانومتر هو وحدة قياس لحساب أبعاد المواد بين:

- ☐ أ- (١-١٠٠) نانومتر.
- ☐ ب- (١-١٠٠٠) نانومتر.
- ☐ ج- (١٠٠-١٠٠٠) نانومتر.
- ☐ د- (١ - ١٠٠٠،٠٠٠) نانومتر.

٦٤- المرشحات النانوية مصممة من مواد نانوية تتكون من مسام متناهية الدقة أقل من:

- ☐ أ- (١) نانومتر.
- ☐ ب- (١٠) نانومتر.
- ☐ ج- (١٠٠) نانومتر.
- ☐ د- (١٠٠٠) نانومتر.

٦٥- المفهوم الذي يُطلق على العملية التي تقوم بتقييد الالكترونات في مساحات صغيرة لتكميم طاقة

الالكترونات هو النقاط:

- ☐ أ- الالكترونية.
- ☐ ب- المغناطيسية.
- ☐ ج- الضوئية.
- ☐ د- الكمية.

٦٦- من الأمثلة على المحفزات النانوية ثنائية الفلز ما يأتي ماعدا محفز فلز:

- ☐ أ- أكسيد التيتانيوم.
- ☐ ب- البلاتين.
- ☐ ج- السيليكون.
- ☐ د- الألومينا.

٦٧- أيُّ المكونات الآتية ليست من مكونات المجهر الالكتروني النفاذ ؟

- ☐ أ- عدسة شبيئية.
- ☐ ب- عدسة إسقاطية.
- ☐ ج- فتحه لتشيت حزمه الالكترونات.
- ☐ د- شاشة فلوريست.

٦٨- تُستخدم الحساسات النانوية في جميع التطبيقات العملية الآتية ماعدا الكشف عن:

- ☐ أ- الملوثات الكيميائية.
- ☐ ب- المواد غير المتفاعلة.
- ☐ ج- مستوى الجلوكوز في الدم.
- ☐ د- تلوث الأغذية الصحية.

٦٩- الجهاز النانوي الذي يتميز بقدرته الفائقة على تشخيص الخلايا السرطانية في مراحلها المبكرة، وتصل درجة دقته إلى درجة اكتشاف خلية سرطانية واحدة هو جهاز:

- ☐ أ- الرقاقة النانوية.
- ☐ ب- الحساس النانوي.
- ☐ ج- معمل على شريحة.
- ☐ د- الكانتليفير.

٧٠- يُطلق على عملية التحكم في الذرات والجزيئات، وتفاعلاتها لتصميم أجهزة وأدوات متناهية الصغر تكنولوجيا:

- ☐ أ- الالكترونات.
- ☐ ب- الجيل الثالث.
- ☐ ج- الجيل الرابع.
- ☐ د- النانو.

انتهت الأسئلة مع تمنياتي لك بالتوفيق

الملحق (٧)

مفتاح الإجابات على الاختبار التحصيلي

رقم السؤال	الإجابة	رقم السؤال	الإجابة	رقم السؤال	الإجابة	رقم السؤال	الإجابة	رقم السؤال	الإجابة
١	أ	١٥	أ	٢٩	د	٤٣	د	٥٧	أ
٢	ب	١٦	ب	٣٠	ج	٤٤	أ	٥٨	ج
٣	د	١٧	د	٣١	ب	٤٥	أ	٥٩	ج
٤	ب	١٨	ج	٣٢	د	٤٦	ج	٦٠	ج
٥	ب	١٩	ج	٣٣	د	٤٧	د	٦١	أ
٦	د	٢٠	ب	٣٤	ج	٤٨	ب	٦٢	د
٧	ب	٢١	ج	٣٥	أ	٤٩	د	٦٣	أ
٨	ج	٢٢	أ	٣٦	د	٥٠	ب	٦٤	ب
٩	أ	٢٣	أ	٣٧	ب	٥١	ب	٦٥	د
١٠	أ	٢٤	ج	٣٨	ج	٥٢	ب	٦٦	ب
١١	أ	٢٥	ب	٣٩	أ	٥٣	ب	٦٧	ج
١٢	ج	٢٦	أ	٤٠	أ	٥٤	أ	٦٨	ب
١٣	ج	٢٧	ب	٤١	ج	٥٥	أ	٦٩	د
١٤	أ	٢٨	د	٤٢	أ	٥٦	أ	٧٠	د

الملحق (٨)

استمارة تحكيم

" أداة قياس اتجاهات طلاب الصف الثاني الثانوي

نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو "

سعادة الدكتور:

المحترم

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته، وبعد:

يقوم الباحث بإعداد بحث تكميلي للحصول على درجة الدكتوراه في المناهج وتقنيات التعليم، بكلية التربية بجامعة أم القرى، بعنوان " فعالية برنامج تعليمي قائم على الوسائط المتعددة في إكساب طلاب الصف الثاني الثانوي مفاهيم تكنولوجيا النانو واتجاهاتهم نحوها " لتحقيق أهداف البحث المتمثلة في:

١- بناء برنامج تعليمي قائم على الوسائط المتعددة.

٢- استقصاء فعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة في إكساب طلاب الصف الثاني الثانوي مفاهيم تكنولوجيا النانو.

٣- الكشف عن فعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة في تنمية اتجاهات طلاب الصف الثاني الثانوي نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو.

وتم بناء أداة قياس اتجاهات الطلاب نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو من نوع " ليكرت " ذي التدرج الخماسي في الاستجابة عنه: (موافق بشدة ، موافق ، موافق ، بدرجة متوسطة، غير موافق، غير موافق بشدة).

وقد تكونت أداة قياس الاتجاهات من سبع مجالات، تقيس اتجاهات الطلاب نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو، تمثل في مجموعها (٦٥) عبارة منها (٤٠) عبارة تُشكل اتجاهًا إيجابيًا و(٢٥) عبارة تُشكل اتجاهًا سلبيًا.

ويُعرف الباحث الاتجاهات إجرائياً: بأنها مجموعة استجابات الطالب المعرفية والانفعالية والسلوكية التي يُعبر فيها عن مواقفه، وأفكاره، واهتماماته، واعتقاداته، بالقبول، أو الرفض نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو، والتي تعكس تفاعله ومواقفه مع البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة بما يتضمنه من خبرات وأنشطة تعليمية،

ومواقف تعليمية متنوعة، وتقاس بالدرجة التي يحصل عليها نتيجة استجابته على عبارات أداة قياس الاتجاهات نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو وفقاً لمقياس ليكرت الخماسي الذي أعد بخصوص هذا الغرض.

ونظراً لأهمية رأيكم في تطوير أداة البحث الحالي، وتحقيق أهدافه، نأمل من سعادتكم التكرم بتحكيماها، وإبداء رأيكم وملحوظاتكم حول مدى ملاءمتها من حيث جوانب التحكيم المتضمنة في الجدول الآتي:

م	عناصر التحكيم	مدى الملائمة		ملحوظات
		ملائمة	غير ملائمة	
١	وضوح تعليمات أداة قياس الاتجاهات للطلاب.			
٢	سلامة الصياغة اللغوية لفقرات أداة قياس الاتجاهات.			
٣	الدقة العلمية لفقرات أداة قياس الاتجاهات.			
٤	ملاءمة فقرات أداة قياس الاتجاهات لخصائص الطلاب.			
٥	انتماء فقرات أداة قياس الاتجاهات للمجال المستهدف قياسه.			
٦	تمثيل أداة قياس للاتجاهات المستهدف قياسها.			
٧	قدرة فقرات الأداة على قياس الاتجاهات المستهدف قياسها.			
	ملحوظات أخرى:			

الباحث : محمد فايز الشهري

شاكراً لكم حسن تعاونكم

تعليمات أداة قياس الاتجاهات نحو

مفاهيم تكنولوجيا النانو

عزيزي الطالب:

تهدف الأداة التي أمامك إلى قياس اتجاهاتك نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو، وتتضمن الأداة مجموعة من العبارات التي تشمل على بعض القضايا العلمية، والمعرفية المتعلقة بمفاهيم تكنولوجيا النانو، والمطلوب منك أن تحدد مدى موافقتك أو عدم موافقتك بناءً على رأيك الشخصي، نحو كل عبارة من هذه العبارات بصدق وموضوعية وأمانه، حيث تتوقف دقة قياس اتجاهك على مدى صدقك ودقتك في الإجابة على كل عبارة من عبارات الأداة، علماً بأن إجابتك لن تستخدم إلا لأغراض هذا البحث.

واليك بعض التعليمات الخاصة بأداة القياس :

- ١- تتكون الأداة من (٦٥) عبارة.
- ٢- قراءة كل عبارة بدقة وعناية ثم تحديد اتجاهك وموقفك منها.
- ٣- لا تضع أكثر من علامة واحدة أمام كل عبارة من عبارات أداة القياس. ٤ - لا تترك أي عبارة دون إبداء رأيك نحوها.
- ٥- لا توجد إجابات صحيحة وأخرى خاطئة.
- ٦- لا توجد علاقة بين درجتك في أداة القياس ودرجاتك في أي مادة أخرى.
- ٧- التعبير عن رأيك الشخصي نحو كل عبارة بوضع إشارة (✓) أمام العبارة في الخانة التي تُعبر عن اتجاهك، مثال توضيحي:

درجة الموافقة					العبارة	رقم العبارة
غير موافق بشدة	غير موافق	موافق بدرجة متوسطة	موافق	موافق بشدة		
			✓		اعتقد أن مفاهيم تكنولوجيا النانو تكون لدي اتجاه إيجابياً نحو تكنولوجيا النانو.	١

مع تمنياتي لك بالتوفيق

أداة قياس اتجاهات طلاب الصف الثاني الثانوي نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو

بيانات شخصية/ الاسم : الصف : المدرسة :

مجال الاتجاهات	رقم العبارة	العبارة	درجة الموافقة			
			موافق بشدة	موافق	موافق بدرجة متوسطة	غير موافق بشدة
أولاً : الاتجاه نحو القدرة على اكتساب مفاهيم تكنولوجيا النانو	١	أشعر بارتفاع معنوياتي عند تعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو.				
	٢	أستطيع تعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو بشكل جيد.				
	٣	أجد صعوبة في تعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو.				
	٤	أشعر أنني قادر على الاستفادة من مفاهيم تكنولوجيا النانو في حياتي العلمية.				
	٥	أعتقد أن مفاهيم تكنولوجيا النانو لا تتلاءم إلا مع الطلاب المتميزين.				
	٦	أرى أن مفاهيم تكنولوجيا النانو مصدر علمي مناسب لتطوير قدراتي العلمية.				
	٧	أعتقد أن مفاهيم تكنولوجيا النانو تساعدني على فهم تكنولوجيا النانو.				
	٨	أرى أن تعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو تحتاج إلى ذاكرة قوية.				
ثانياً : الاتجاه نحو الاستمتاع العلمي والمعرفي بتعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو	٩	أشعر بممتعة علمية عند تعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو.				
	١٠	أستمتع بإثراء خبراتي المعرفية بتعلم بمفاهيم تكنولوجيا النانو.				
	١١	أرى أن تعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو غير ممتعة بالنسبة لي.				
	١٢	أحب ممارسة أنشطة مفاهيم تكنولوجيا النانو.				
	١٣	أشعر بعدم الرغبة في الحوار مع زملائي حول مفاهيم تكنولوجيا النانو.				
	١٤	أجد نفسي متفاعلاً مع مفاهيم تكنولوجيا النانو.				

أداة قياس اتجاهات طلاب الصف الثاني الثانوي نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو

مجال الاتجاهات	رقم العبارة	العبارة	درجة الموافقة			
			موافق بشدة	موافق	موافق بدرجة متوسطة	غير موافق بشدة
ثانياً : الاتجاه نحو تقدير الاهتمام بتعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو	١٥	أعتقد أن مفاهيم تكنولوجيا النانو تلبي طموحاتي العلمية.				
	١٦	أرى أن مفاهيم تكنولوجيا النانو مجال علمي جدير بالاهتمام.				
	١٧	أشعر بأني لست متحمساً لتعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو.				
	١٨	أرى أنني مهتم بالاكتشافات العلمية لمفاهيم تكنولوجيا النانو.				
	١٩	أتمنى أن تُدرس مفاهيم تكنولوجيا النانو في مناهجنا الدراسية.				
	٢٠	أعتقد أنني لا أحب منافسة زملائي في تعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو.				
	٢١	أتمنى أن أقدم دوراً علمياً ريادياً في مفاهيم تكنولوجيا النانو.				
	٢٢	أعتقد أن مفاهيم تكنولوجيا النانو لا تُثير اهتماماتي العلمية.				
	٢٣	أرغب في ممارسة بعض التطبيقات العلمية لمفاهيم تكنولوجيا النانو.				
	٢٤	لا أشجع زملائي على دراسة مفاهيم تكنولوجيا النانو.				
	٢٥	أتمنى أن توفر المدرسة بعض البرامج العلمية لمفاهيم تكنولوجيا النانو.				
	٢٦	أعتقد أن مفاهيم تكنولوجيا النانو تشكل عائقاً لتحصيلي العلمي.				
	٢٧	أتمنى إقامة معارض علمية لتوعية الطلاب بمفاهيم تكنولوجيا النانو.				
	٢٨	أتمنى أن يناقش المعلمون الطلاب حول مفاهيم تكنولوجيا النانو.				
	٢٩	اعتقد أنني لا أعرف لماذا أتعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو.				
	٣٠	أتمنى أن يكون هناك مبادرات جادة للاستفادة من معطيات تكنولوجيا النانو.				

أداة قياس اتجاهات طلاب الصف الثاني الثانوي نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو

مجال الاتجاهات	رقم العبارة	العبارة	درجة الموافقة			
			موافق بشدة	موافق	موافق بدرجة متوسطة	غير موافق بشدة
رابعاً : الاتجاه نحو تقدير أهمية تعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو .	٣١	أعتقد أن تعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو ضرورة علمية لجميع الطلاب.				
	٣٢	أرى أن تعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو تُنمي الوعي العلمي بأهمية تكنولوجيا النانو في حياتنا العملية.				
	٣٣	أرى أن تعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو لا يكسني خبرات علمية جديدة.				
	٣٤	أعتقد أن تعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو ينمي قدراتي على فهم المبادئ الأساسية لتكنولوجيا النانو.				
	٣٥	أرى أن تعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو يُساعدني على فهم التطبيقات العلمية لتكنولوجيا النانو.				
	٣٦	أرى أن تعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو يُنمي الوعي بمخاطر تكنولوجيا النانو على صحة الإنسان				
	٣٧	أعتقد أن تعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو يساعدني على التعرف على انجازات علماء تكنولوجيا النانو.				
	٣٨	أرى أن تعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو يُسهم في التعرف على المجالات العلمية لتطبيقات تكنولوجيا النانو.				
	٣٩	أعتقد أن تعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو لا يُنمي الوعي العلمي للتعامل مع معطيات تكنولوجيا النانو بالطرق العلمية السليمة.				
	٤٠	أشعر أن تعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو لا تجعلني متميزاً عن الآخرين.				

أداة قياس اتجاهات طلاب الصف الثاني الثانوي نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو

مجال الاتجاهات	رقم العبارة	العبارة	درجة الموافقة			
			موافق بشدة	موافق	موافق بدرجة متوسطة	غير موافق بشدة
تكنولوجيا النانو خامساً : الاتجاه نحو حب البحث والاطلاع والاكتشاف في	٤١	أعتقد أن مفاهيم تكنولوجيا النانو تُنمي الرغبة في البحث عن مفاهيم نانو تكنولوجية جديدة.				
	٤٢	أرغب في الاستفادة من وقت فراغي؛ للاطلاع على أحدث التطورات في تكنولوجيا النانو.				
	٤٣	أعتقد أن مفاهيم تكنولوجيا النانو لا تحفزني على دراسة القضايا المختلفة المتعلقة بتكنولوجيا النانو.				
	٤٤	أرى أن مفاهيم تكنولوجيا النانو تفتح لي آفاقاً علمية جديدة.				
	٤٥	أشعر أن مفاهيم تكنولوجيا النانو لا تدفعني للبحث عن حقائق علمية جديدة في تكنولوجيا النانو.				
	٤٦	أشعر أنني لا أحب الاطلاع على مفاهيم نانوتكنولوجية جديدة.				
	٤٧	أتمنى التواصل مع الخبراء في تكنولوجيا النانو.				
	٤٨	أحب البحث عن مصادر علمية جديدة تناقش مفاهيم تكنولوجيا النانو.				

أداة قياس اتجاهات طلاب الصف الثاني الثانوي نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو

مجال الاتجاهات	رقم العبارة	العبارة	درجة الموافقة			
			موافق بشدة	موافق	موافق بدرجة متوسطة	غير موافق بشدة
سادساً : الاتجاه نحو اختيار مهنة مستقبلية في تكنولوجيا النانو	٤٩	أتمنى أن أخصص في إحدى المجالات العلمية لتكنولوجيا النانو.				
	٥٠	تُسهم مفاهيم تكنولوجيا النانو في التعرف على تخصصات علمية جديدة.				
	٥١	لا أحب أن أواصل دراستي في تكنولوجيا النانو.				
	٥٢	أتوقع أن أستفيد من مفاهيم تكنولوجيا النانو في حياتي المهنية.				
	٥٣	المواد الأخرى أكثر أهمية لتوجهاتي المستقبلية.				
	٥٤	أعتقد أن مفاهيم تكنولوجيا النانو تساعدني في اختيار مهنة تناسب طموحاتي العلمية.				
	٥٥	أشعر أن مفاهيم تكنولوجيا النانو مهمة فقط لمن يريد التخصص في هذا المجال.				

أداة قياس اتجاهات طلاب الصف الثاني الثانوي نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو

مجال الاتجاهات	رقم العبارة	العبارة	درجة الموافقة			
			موافق بشدة	موافق	موافق بدرجة متوسطة	غير موافق
سابعاً : الاتجاه نحو مواكبة التطورات العلمية لتكنولوجيا النانو	٥٦	أعتقد أن مفاهيم تكنولوجيا النانو تُنمي الوعي بتطورات تكنولوجيا النانو السريعة.				
	٥٧	أشعر أن مفاهيم تكنولوجيا النانو لا تُسهم في ربط خبراتي المعرفية بالتطورات العلمية لتكنولوجيا النانو.				
	٥٨	أرى أن مفاهيم تكنولوجيا النانو تُسهم في تكوين نظرة مستقبلية للتغيرات التي ستحدثها تكنولوجيا النانو في مختلف مجالات الحياة.				
	٥٩	أعتقد أن الوقت غير مناسب للاستفادة من تطورات تكنولوجيا النانو.				
	٦٠	أظن أن مفاهيم تكنولوجيا النانو لا تجعلني أفكر فيما يجري في العالم من تطورات نانوتكنولوجية سريعة.				
	٦١	أعتقد أن تعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو ليست ضرورة لمواكبة التطورات العالمية النانو تكنولوجية .				
	٦٢	أعتقد أن الدول تتقدم لاهتمامها الكبير بتطورات تكنولوجيا النانو العلمية .				
	٦٣	أرى أن تكنولوجيا النانو سيكون لها اسهامات كبيرة في مختلف المجالات العلمية.				
	٦٤	أرى أن تكنولوجيا النانو لن تسهم في تطوير مجتمعا العربي .				
	٦٥	أعتقد أن تكنولوجيا النانو مجال علمي جديد يرتقي بالمجتمع تكنولوجيا .				

مع تمنياتي لك بالتوفيق والسداد

الملحق (٩)

أسماء محكمي أدوات البحث

م	الاسم	التخصص	الدرجة العلمية	الجامعة/ جهة العمل	الأدوات المحكّمة				
					البرنامج التعليمي	قائمة المفاهيم	برمجية الوسائط	الاختبار التحصيلي	أداة قياس الاتجاهات
١	أ.د. علياء عبدالله الجندي	الاتصال التربوي تكنولوجيا التعليم	أستاذ	جامعة أم القرى/ كلية التربية	—	✓	—	✓	✓
٢	أ.د. إحسان بن محمد كنسارة	تكنولوجيا التعليم والاتصال	أستاذ	جامعة أم القرى/ كلية التربية	—	✓	—	✓	✓
٣	أ.د. عبدالعظيم فاروق جاد	بيولوجيا جزئية وتقنية حيوية	أستاذ	جامعة الطائف/ كلية العلوم	✓	✓	—	—	—
٤	د. عبدالله بن إسحاق عطار	تكنولوجيا التعليم والاتصال	أستاذ	جامعة أم القرى/ كلية التربية	—	✓	✓	✓	✓
٥	د. إلهامي عبدالعزيز إمام	علم نفس	أستاذ مشارك	جامعة أم القرى/ كلية التربية	—	✓	—	✓	✓
٦	د. محمد غازي الجودي	تقنيات التعليم	أستاذ مشارك	جامعة الطائف/ كلية التربية	—	✓	—	✓	✓
٧	د. موسى عبد العليم ابراهيم	فيزياء	أستاذ مشارك	جامعة الطائف/ كلية العلوم	✓	✓	—	✓	✓

م	الإسم	التخصص	الدرجة العلمية	الجامعة/ جهة العمل	الأدوات المحكّمة				
					البرنامج التعليمي	قائمة المفاهيم	برمجية الوسائط	الاختبار التحصيلي	أداة قياس الاتجاهات
٨	د. عمرو جلال	تقنيات التعليم	أستاذ مشارك	جامعة الحدود الشمالية/ كلية التربية	✓	✓	✓	✓	✓
٩	د. عطية مشرف البردي	فيزياء	أستاذ مشارك	جامعة الطائف/ كلية العلوم	✓	✓	—	✓	✓
١٠	د. نجيب حمزة أبو عظمة	اتصالات وتكنولوجيا التعليم	أستاذ مشارك	جامعة طيبة/ كلية التربية	—	✓	—	✓	✓
١١	د. عبدالرحيم دفع السيد	طرق تدريس علوم	أستاذ مساعد	جامعة الحدود الشمالية/ كلية التربية	✓	✓	—	✓	✓
١٢	د. حسن احمد محمود نصر	تقنيات التعليم	أستاذ مساعد	جامعة الملك عبدالعزيز/ كلية التربية	✓	—	✓	✓	✓
١٣	د. محمد خير محمود	طرق تدريس علوم	أستاذ مساعد	جامعة الطائف/ كلية التربية	✓	✓	—	✓	✓
١٤	د. نبيل السيد محمد حسن	تقنيات التعليم	استاذ مساعد	جامعة أم القرى/ كلية التربية	✓	✓	✓	✓	✓
١٥	عبدالهادي خلف الطويرقي	تقنيات التعليم	مشرف تربوي	مركز التقنيات/ إدارة التربية والتعليم بالطائف	✓	✓	✓	✓	✓

المصادر والمراجع

أولاً: المصادر والمراجع العربية:

- إبراهيم، مجدي عزيز (٢٠٠٩م). معجم مصطلحات ومفاهيم التعليم والتعلم (ط ١). القاهرة - مصر: عالم الكتب للنشر والتوزيع.
- الاسكندراني، محمد شريف (٢٠١٠م [أ]). طب النانو سيمفونية القرن لقهر المرض والسرطان مجلة العربي، وزارة الإعلام بدولة الكويت، العدد: ٦١٥ .
- الاسكندراني، محمد شريف (٢٠١٠م [ب]). تكنولوجيا النانو وآثارها الاقتصادية والاجتماعية على المجتمع العالمي. مجلة العربي، وزارة الإعلام بدولة الكويت، العدد: ٦٢٠ .
- الاسكندراني، محمد شريف (٢٠١٠م [ج]). الفجوة النانو- معرفية وآثارها على العالم العربي. مجلة العربي، وزارة الإعلام - الكويت، العدد: ٦٢١ .
- الاسكندراني، محمد شريف (٢٠١٠م [د]). تكنولوجيا النانو لانتاج الخلايا الشمسية مستقبل الطاقة المتجددة. مجلة العربي، وزارة الإعلام بدولة الكويت، العدد: ٦٢٤ .
- الاسكندراني، محمد شريف (٢٠١٠م). تكنولوجيا النانو من أجل غدٍ أفضل. سلسلة عالم المعرفة، المجلس الوطني للثقافة والآداب والفنون، الكويت ، عدد: ٣٧٤ .
- آمال كمال البعجاوي (٢٠٠٧م). أثر استراتيجيتي الاستقصاء الفردي والاستقصاء التعاوني في اكتساب مهارات الاتصال والتحصيل في الرياضيات لدى طالبات المرحلة الأساسية المتوسطة في الأردن. رسالة دكتوراه غير منشورة، جامعة عمان العربية للدراسات العليا، الأردن.
- أمبوسعيد، عبدالله خميس؛ البلوشي، محمد علي (٢٠٠٦م). قياس فاعلية استخدام خريطة الشكل (Vee) في تدريس العلوم على تحصيل طلبة الصف التاسع من التعليم العام واتجاهاتهم نحوها. مجلة كلية التربية، جامعة الإمارات العربية نحوها، العدد: (٢٣)، ١ - ٣٠ .
- أنهار الإمام (٢٠٠١م). أثر تصميم منظومة تعليمية قائمة على الكمبيوتر التعليمي متعدد الوسائط على تحصيل الطالب المعلم لبعض المفاهيم العلمية. رسالة ماجستير غير منشورة، القاهرة، كلية البنات، جامعة عين شمس.
- باشا، أحمد فؤاد (٢٠١٠م). تكنولوجيا النانو وتوقعات المستقبل. الموسوعة الثقافية للشباب، العدد: ١٦، المجلس القومي للشباب، الاسكندرية.
- بالبيد، سعيد عبدالله (٢٠٠٦م). تبسيط الكيمياء العامة (ط ١). الرياض: مكتبة الرشد، ج ١.

- براديب.ت (٢٠١٠ م). أساسيات النانو: إدراك علم النانو وتقنياته (ط١). (ترجمة: آصف دياب؛ وعبدالقادر رحمو). دمشق : دار علاء للنشر والتوزيع والترجمة.
- بسيوني، عبد الحميد (٢٠٠٨م). مفاهيم تكنولوجيا النانو (ط١). القاهرة : دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع.
- البسيوني، محمد رفعت؛ والشرقاوي، جمال مصطفى (٢٠٠٨م). فعالية برنامج الوسائط الفائقة في تنمية مهارات العروض التقديمية لدى طلاب كليات التربية واتجاهاتهم نحوها. تكنولوجيا التعليم: سلسلة دراسات وبحوث محكمة، القاهرة، الجمعية المصرية لتكنولوجيا التعليم، المجلد: ١٨، العدد: (٣)، ٣- ٦٦
- البطش، محمد وليد؛ وأبو زينة، فريد كامل (٢٠٠٧م) مناهج البحث العلمي تصميم البحث والتحليل الإحصائي (ط١). عمان: دار المسيرة.
- بلانت، جولي (٢٠٠٧م). التحليل الإحصائي باستخدام برنامج spss. (ترجمة: خالد العامري) ط١، دار الفاروق للطباعة والنشر، مصر.
- تغريد عبدالرحمن حجازي (٢٠٠٨م). بناء مقياس اتجاهات نحو الكيمياء لطلبة الصفين الحادي عشر والثاني عشر. مجلة العلوم التربوية والنفسية، جامعة اليرموك - الأردن، المجلد: ٩، العدد: (١)، ٧٤- ٩٠.
- سرجنت.تد (٢٠٠٨م). رقص الجزيئات: كيف تغير التكنولوجيا من حياتنا (ط١). (ترجمة : صباح صديق الدمولوجي) . لبنان : المنظمة العربية للترجمة.
- تويي، شيللي (٢٠٠٩م). تقنية النانو آمال ومخاطر جديدة (ط١). (ترجمة: عقلا الحريص؛ وعبدالله الحاج). الرياض : مكتبة الملك فهد للنشر والتوزيع.
- جامع، حسن (٢٠١٠م). تصميم التعليم (ط٢). عمّان: دار الفكر.
- جامعة الملك سعود، (١٤٣٠ هـ) المؤتمر الدولي لتقنيات صناعة النانو: التقنية الرائدة في القرن الواحد والعشرين، الرياض، ٩- ١١/٤/١٤٣٠ هـ.
- الجبالي، هشام (٢٠١٠م). تكنولوجيا النانو (ط١). المنيا : دارا لهدى للنشر والتوزيع.
- الجزائر، عبداللطيف الصفي (٢٠٠٢م). فعالية استخدام التعليم بمساعدة الكمبيوتر متعدد الوسائط في اكتساب بعض مستويات تعلم المفاهيم العلمية وفق نموذج (فراير) لتعلم المفاهيم. مجلة التربية، كلية التربية، جامعة الأزهر، العدد: ١٠٥، ٣٩- ٨٣ .
- ستورس، هول (٢٠٠٩م). المستقبل النانوي (ط١). (ترجمة : صباح صديق الدمولوجي) بيروت: المنظمة العربية للترجمة.

- جلييلة، محمود محسوب (٢٠٠٧م). العلاقة بين الأنماط المختلفة لشاشات برمجيات الوسائط الفائقة واكتساب المفاهيم والاتجاه في مادة الحاسب للصف الأول الثانوي. رسالة دكتوراه غير منشورة معهد الدراسات والبحوث التربوية، قسم تكنولوجيا التعليم، جامعة القاهرة.
- جمعة، حسين (٢٠٠٩م). النانوتكنولوجيا في قطاع التشييد والبناء (ط١). القاهرة : مكتب الدراسات والاستشارات الهندسية.
- الجمل، عبدالباسط (٢٠٠٧م). تكنولوجيا النانو الفائقة (ط١). القاهرة - مصر: دار نُهضة مصر للطباعة والنشر والتوزيع.
- الجنزوي، عباس عبدالعزيز (٢٠٠٥م). فعالية برنامج وسائط متعددة تفاعلية في تحقيق أهداف منهج الحاسب الآلي لتلاميذ المرحلة الإعدادية. رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية النوعية، قسم تكنولوجيا التعليم، جامعة عين شمس.
- الجمهوري، ناصر علي؛ والسعيد، أحمد بن محمد؛ والبريكي، سعيد بن محمد؛ خطايبه؛ عبدالله (٢٠١١م). أثر تدريس العلوم بطريقة الاستقصاء الموجه في اكتساب طلاب الصف العاشر الأساسي للمفاهيم العلمية بنسق العلوم في سلطنة عمان. رسالة الخليج العربي، العدد: ١١٩، مكتب التربية العربي لدول الخليج العربي، الرياض.
- جورج، كارلاغانيس؛ و جيم، ويللس (٢٠٠٩م). النهج الاستراتيجي للإدارة الدولية للمواد الكيميائية. بحث مقدم للمؤتمر الدولي المعني بإدارة المواد الكيميائية، الدورة الثانية، جنيف ، ١١-١٥ أيار/ مايو، ٢٠٠٩م. على الرابط الإلكتروني: www.saicm.org ، تاريخ الاثاحة: ٢/٣/١٤٣٣هـ
- جيهان محمد عفيفي (٢٠٠٦م). أثر استخدام الوسائط الفائقة على تحصيل طلاب الصف الثالث الثانوي. رسالة ماجستير غير منشورة، معهد الدراسات والبحوث التربوية: قسم تكنولوجيا التعليم، جامعة القاهرة.
- الحصيني، نجم مسفر (٢٠٠٩م). قصة تقنية النانو (ط١). الرياض: دار عالم الكتب للطباعة والنشر والتوزيع.
- الحكيمي، وليد (٢٠٠٠م). أثر استخدام الاستقصاء الموجه على تحصيل المفاهيم البيولوجية والاحتفاظ بالمعرفة العلمية. رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة عدن، الجمهورية العربية اليمنية.
- أبو الحلو، يعقوب عبدالله؛ والعمر، علي أحمد (د - ت). تطوير مقياس للاتجاهات نحو الدراسات الاجتماعية. جامعة اليرموك، إربد - الأردن.
- حمودة، عبدالباسط (٢٠٠٦م). النانو علم لا يزال في المهد. على الرابط الإلكتروني:

[http://faculty.kfupm.edu.sa\(pdf\)](http://faculty.kfupm.edu.sa(pdf))

- الحيلة، محمد محمود (٢٠٠٤م). تكنولوجيا التعليم بين النظرية والتطبيق (ط٤). عمان: دار المسيرة.
- الحيلة، محمد محمود (٢٠٠٣م). أثر برنامج استقصائي معتمد على الوسائل التعليمية البيئية في التحصيل المباشر والمؤجل لطلبة الصف السابع الأساسي في مادة العلوم وتنمية تفكيرهم الإبداعي. دراسات العلوم التربوية، الجامعة الأردنية، ج١، العدد: ٣٠ .
- الخزرجي، قحطان خلف؛ ورنا عفيف عنائي؛ وأسيل باسم الزبيدي (٢٠١٠م). التقنية النانوية (ط١) . عمان: دار دجلة ناشرون وموزعون.
- خليل، أجمد (٢٠٠٩م). التطبيقات الطبية للنانو تكنولوجيا. جامعة الملك فهد للبترول والمعادن. على الرابط الإلكتروني: <http://faculty.kfupm.edu.sa>.(pdf).
- خليل، كمال محمد (٢٠٠٧م). مهارات التفكير التباعدي (ط١). عمان: دار المناهج للنشر والتوزيع.
- خميس، محمد عطية (٢٠٠٣م). عمليات تكنولوجيا التعليم (ط١). القاهرة: دار الكلمة.
- الدريهم، أسامة بن جاسم (٢٠٠٧م). تطبيقات تقنية النانو في المياه. مجلة العلوم والتقنية، جامعة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية، ج٢، العددان: ٨٣، و٨٤ .
- دعاء محمد أبو راشد (٢٠٠٧م). فعالية برنامج مقترح متعدد الوسائط لتنمية مهارات صفحات الويب التعليمية لدى طلاب قسم إعداد معلم الحاسب الآلي لتلاميذ المرحلة الإعدادية، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم تكنولوجيا التعليم، كلية التربية النوعية بدمياط.
- دنيلينا مالش (٢٠١١م). التقنية الطبية الحيوية النانوية (ط١). (ترجمة : أحمد بن هاشم الحموي؛ وطارق ضيف السرنجاوي). الرياض: جامعة الملك سعود .
- رحو، عبدالقادر (٢٠٠٨م). قيادة ثورة النانو: إعادة ترتيب العالم وإنتاجه (ط١). دمشق: دار علاء للنشر والتوزيع والترجمة.
- الركيان، سليمان عبدالعزيز (٢٠٠٧م). صناعة النانو: دراسة للتجربة العالمية. الرياض: جامعة الملك سعود.
- رمود، ربيع عبدالعزيز؛ والظاهري، يحي حميد (٢٠١٢م). مدخل لمناهج البحث في تقنيات التعليم (ط١). جده: مكتبة خوارزم للنشر والتوزيع.
- رواشدة، إبراهيم (٢٠٠٤م). مستوى تقدير طلبة الصف التاسع في الأردن لمناهج علومهم المطورة. مجلة دراسات مستقبلية، جامعة أسيوط - أسيوط، العدد: (٩).
- رولان، أوميس (٢٠٠٨م). فلسفة الكوانتم: فهم العلم المعاصر وتأويله (ترجمة: أحمد فؤاد باشا، وبمى طريف الخولي) سلسلة عالم المعرفة، المجلس الوطني للثقافة والآداب والفنون، الكويت ، عدد: ٣٥٠ .

- الريماوي، محمد عودة؛ وآخرون (٢٠٠٤م). علم النفس العام (ط١). عمان: دار المسيرة.
- زين الدين، محمد محمود؛ الظاهري، يحيى بن حميد (٢٠١٠م). فعالية برنامج تدريبي مقترح في تنمية مهارات استخدام بعض وسائط التعليم الالكترونية في تعليم العلوم لدى معلمي المرحلة الابتدائية في منطقة مكة المكرمة. بحث مقدم للندوة الأولى في التعليم والتدريب، كلية التربية، جامعة الملك سعود، خلال الفترة: ٢٧- ٢٩ / ربيع الثاني، ١٤٣١هـ .
- أبو زينة، فريد كامل (٢٠١١م). النموذج الاستقصائي في التدريس والبحث وحل المشكلات (ط١). عمان: دار وائل.
- السايح، السيد محمد؛ مرفت حامد هاني (٢٠٠٩م). تقويم منهج العلوم بالمرحلة الإعدادية على ضوء بعض مفاهيم النانوتكنولوجي. بحث مقدم للمؤتمر العلمي الحادي والعشرين: تطوير المناهج الدراسية بين الأصالة والمعاصرة. القاهرة، مصر.
- السبيعي، بدر فايز (٢٠٠٧م). تقنية النانو في التطبيقات العسكرية. مجلة العلوم والتقنية، جامعة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية، ج٢، العددان: ٨٣، و٨٤ .
- سرايا، عادل السيد محمد (٢٠٠٧م). تكنولوجيا التعليم المفرد وتنمية الابتكار: رؤية تطبيقية (ط١). عمان : دار وائل للنشر والتوزيع.
- سرايا، عادل السيد محمد (٢٠٠٩م). تكنولوجيا التعليم ومصادر التعليم الالكتروني مفاهيم وتطبيقات عملية (ط١). الرياض : مكتبة الرشد للنشر والتوزيع، ج٢ .
- سعاد أحمد شاهين (٢٠٠٤م). تقويم برمجيات الوسائط المتعددة لوزارة التربية والتعليم في ضوء معايير الجودة. الجمعية المصرية لتكنولوجيا التعليم. تكنولوجيا التعليم: سلسلة دراسات وبحوث محكمة، القاهرة، الجمعية المصرية لتكنولوجيا التعليم، المجلد: ١٤، العدد: (٣)، ٧٦- ١٤٤ .
- سلطان، صلاح مصطفى (٢٠٠٤م). الكيمياء العامة (ط٢). الرياض: مكتبة العبيكان.
- سليم، محمد صابر؛ وآخرون (٢٠٠٦م). بناء المناهج وتخطيطها (ط١). بيروت: دار الفكر.
- سمارة، نواف أحمد؛ العديلي، عبدالسلام موسى (٢٠٠٨م). مفاهيم ومصطلحات في العلوم التربوية (ط١). عمّان: دار المسيرة.
- سهام صالح نصير (٢٠٠٤م). أثر التعليم بالمنحى الاستقصائي والعروض العملية في الاستدلال العلمي والتحصيل لدى طالبات الصف التاسع في مبحث الأحياء. رسالة دكتوراة غير منشورة، جامعة عمان العربية للدراسات العليا، الأردن.

- سوسن شاكر مجيد (٢٠٠٧م). أسس بناء الاختبارات والمقاييس النفسية والتربوية (ط١). عمان : دار ديو للنشر والتوزيع.
- شحاتة، حسين؛ وزينب النجار(٢٠٠٣م). معجم المصطلحات التربوية النفسية (ط١). القاهرة: الدار المصرية اللبنانية.
- شحاتة، حسن أحمد (٢٠١١م). تقنية النانو ومستقبل البشرية (ط١). القاهرة: دار طيبة للنشر والتوزيع.
- الشراب، جعفر بن فرحان (٢٠٠٧م). مجاهر تقنية النانو. مجلة العلوم والتقنية، جامعة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية، ج٢، العددان: ٨٣، و ٨٤ .
- الشربيني، زكريا (٢٠٠٩م). عبقرية من الطفولة وشخصية متميزة: نانوسيكولوجي: إزاحة الجليد عن علم النفس (ط١). القاهرة : دار الفكر العربي للطبع والنشر.
- أبو شقير، محمد سليمان؛ وحسن، منير سليمان (٢٠٠٧م). فاعلية برنامج بالوسائط المتعددة على مستوى التحصيل في مادة التكنولوجيا لدى طلبة الصف التاسع، كلية التربية، قسم المناهج وتكنولوجيا المعلومات، مجلة الجامعة الإسلامية (سلسلة الدراسات الإنسانية) المجلد: ١٦، العدد (١)، ٤٤٥- ٤٧١ .
- الشناق، قسيم محمد؛ ودومي، حسن علي (٢٠١٠م). اتجاهات المعلمين والطلبة نحو استخدام التعلم الالكتروني في المدارس الثانوية الأردنية. مجلة جامعة دمشق، العددان (١ ، ٢)، ٢٣٥- ٢٧١ .
- الشيخ، فتح الله؛ وموسى، محمود (٢٠٠٩م). قصة تكنولوجيا النانو حاضرها ومستقبلها (ط١). القاهرة : المكتبة الأكاديمية.
- ابن صادق، عبد الوهاب رجب (١٤٣٤هـ). تقنية النانو: الإنسان - البيئة (ط١). المملكة العربية السعودية، جامعة الملك سعود.
- صبري، ماهر إسماعيل (٢٠٠٢م). الموسوعة العربية لمصطلحات التربية وتكنولوجيا التعليم (ط ١). الرياض: مكتبة الرشد.
- صفات سلامة (٢٠٠٩م). النانوتكنولوجيا عالم صغير ومستقبل كبير: مقدمة في فهم علم النانوتكنولوجيا (ط١). بيروت : الدار العربية للعلوم ناشرون.
- الصمادي، عبدالله (٢٠٠٨م). مقياس اتجاهات الطلبة نحو الإحصاء. مجلة جامعة دمشق، المجلد: ٢٤، العدد: (٢)، ١٤٥- ١٦٤ .
- صوافطة، وليد عبدالكريم (٢٠٠٨م). تنمية مهارات التفكير الإبداعي واتجاهات الطلبة نحو العلوم (ط١). عمان : دار الثقافة للنشر والتوزيع.

- صوافطة، وليد عبدالكريم؛ والفشتكي، هاشم عدنان(٢٠١٠م). أثر تدريس الأحياء بمساعدة الحاسوب (CAI) في تحصيل طلاب العلوم بكلية العلوم ببنوك واتجاهاتهم نحو استخدام الحاسوب. *مجلة جامعة دمشق*، العددان (١ ، ٢)، ٣٧٧- ٤٣٥ .
- الضويان، عبدالله صالح (٢٠٠٨م). تطبيقات تقنية النانو. *مجلة النانو*، معهد الملك عبدالله لتقنية النانو، جامعة الملك سعود، ج ١، العدد : (١).
- طعيمة، أحمد رشدي (٢٠٠٦م). معايير جودة الأصالة والمعاصرة للعناصر التربوية (المحتوى). *بحث مقدم لندوة نحو رؤية مستقبلية لمسار التعليم العام في العالم الإسلامي ومجتمعات الأقليات المسلمة*. الخرطوم - السودان، ٢٤- ٢٧ ربيع أول ١٤٢٧هـ.
- الطيطي، محمد حمد (٢٠٠٤م). البنية المعرفية لاكتساب المفاهيم تعلمها وتعليمها، (ط ١) دار الأمل للنشر والتوزيع: إربد.
- عبد الكريم، محمود أحمد (٢٠٠٣م). فاعلية تصميم برنامج كمبيوتر متعدد الوسائط في ضوء معايير التصميم المستخلصة من التحليل البعدي على التحصيل والتفكير الابتكاري لدى طلاب تكنولوجيا التعليم بكلية التربية جامعة الأزهر. رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية التربية ، جامعة الأزهر.
- عبد الحميد، محمد (٢٠٠٨م). البحث العلمي في تكنولوجيا التعليم (ط ٢). القاهرة: عالم الكتب.
- عبدالسلام، محمد الحسيني (٢٠١٠م). تكنولوجيا النانو والتصنيع الغذائي (ط ١). القاهرة: المكتبة الأكاديمية.
- عبدالسلام، أسامة محمد (٢٠٠٥م). فاعلية برنامج تدريبي بواسطة الوسائط المتعددة لتنمية مهارات المعلوماتية والاتصالات والاتجاهات نحو التعلم الذاتي. رسالة دكتوراه غير منشورة، معهد الدراسات التربوية، القاهرة.
- عبدالعاطي، حسن الباتع (٢٠٠٦م). تصميم مقرر عبر الإنترنت من منظورين مختلفين البنائي والموضوعي وقياس فاعليته في تنمية التحصيل والتفكير الناقد والاتجاه نحو التعلم القائم على الإنترنت لدى طلاب كلية التربية جامعة الإسكندرية. رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية التربية، جامعة الإسكندرية.
- عبدالمنعم، علي محمد ؛ وحسن، عرفة أحمد (٢٠٠٠م). توظيف تكنولوجيا الوسائط المتعددة في تعليم العلوم الطبيعية بمرحلة التعليم الأساسي، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم. *بحث مقدم لندوة تطوير أساليب تدريس العلوم في مرحلة التعليم الأساسي باستخدام تكنولوجيا التعليم*. سلطنة عمان - مسقط.

- أبو عزيز، سعيد يوسف (٢٠٠٩م). الجهر الالكتروني في تطبيقات النانو. مجلة النانو، معهد الملك عبدالله لتقنية النانو، جامعة الملك سعود، ج٣، العدد : (٣).
- عطا الله، ميشيل كامل (٢٠١٠م). طرق وأساليب تدريس العلوم (ط١). عمان: دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة.
- أبو علام، رجاء محمود (٢٠٠٥م). تقويم التعلم (ط١). عمان: دار المسيرة.
- أبو علام، رجاء محمود (٢٠٠٦م). مناهج البحث في العلوم النفسية والتربوية (ط١). مصر: دار النشر للجامعات.
- علام، صلاح الدين محمود (٢٠٠٦م). الاختبارات والمقاييس التربوية والنفسية (ط١). الأردن: دار الفكر.
- العويس، أحمد بن عبدالعزيز؛ والخويطر، سليمان بن حماد؛ والواصل، عبدالعزيز إبراهيم؛ والسحيباني (١٤٢٥م) الكيمياء العامة (ط١). الرياض: دار الخريجي للنشر والتوزيع.
- فتح الله، مندور عبدالسلام (٢٠٠٠م). أثر برنامج مقترح في التربية التكنولوجية على تحصيل التلاميذ ومهاراتهم واتجاهاتهم وتفكيره الابتكاري في الحلقة الثانية من التعليم الأساسي بمصر. رسالة دكتوراه غير منشورة، جامعة المنفوية، كلية التربية، مصر.
- فخر الدين، محمد باقر (١٤٣٠م). عصر التقنية فائقة الصغر رائدة القرن الواحد والعشرين بن الواقع والطموح. مجلة ينباع، العدد: ٣٢
- فرجون، خالد محمد (٢٠٠٤م). الوسائط المتعددة بين التنظير والتطبيق (ط١). الكويت: مكتبة الفلاح للنشر والتوزيع.
- فقيه، أشرف إسان جعفر (٢٠٠٣م). تقنيات النانو: إبداع على مستوى الجزيء. مجلة التدريب والتقنية. المؤسسة العامة للتدريب المهني والتقني ، العدد: ٥٥
- فلادمير، ف ميتين؛ وكوشلاب، فياتشسلاف؛ وستروسكيو، ميكائيل (٢٠١١م). مدخل إلى الالكترونيات النانوية: علم وهندسة وتطبيقات (ط١). (ترجمة : علي سكاف). بيروت : المنظمة العربية للترجمة.
- قطامي، يوسف؛ نايفة قطامي (٢٠٠١م) سيكولوجية التدريس (ط١). عمان: دار الشروق.
- القطان؛ محمد (٢٠٠٩م). التقانة النانوية في الصناعة النفطية. مجلة التقدم العلمي، مؤسسة الكويت للتقدم العلمي. العدد: ٦٦
- قطيط، غسان يوسف (٢٠١١م). الاستقصاء (ط١). عمان: دار وائل.

- القلا، فخر الدين؛ وناصر، يونس؛ وجل، محمد جهاد (٢٠٠٦م). طرائق التدريس العامة في عصر المعلومات (ط١). الإمارات العربية المتحدة: دار الكتاب الجامعي.
- الكريم، جمال فضل (٢٠٠٩م). تقنية النانو وصناعة كوابل الألياف البصرية. مجلة النانو، معهد الملك عبدالله لتقنية النانو، جامعة الملك سعود، ج٣، العدد: (٣).
- الكنان، محمد شفيق (٢٠٠٧م). المحفزات النانوية في الصناعة البترولية والبتروكيميائية. مجلة العلوم والتقنية، جامعة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية، ج٢، العددان: ٨٣، و٨٤ .
- كنساره، إحسان محمد؛ وعطار، عبدالله إسحاق (٢٠٠٩). الحاسوب وبرمجيات الوسائط (ط١). مكة المكرمة: مؤسسة بهادر للإعلام المتطور.
- الكيلاني، عبدالله زيد؛ والشريفين، نضال كمال (٢٠٠٥م). مدخل إلى البحث في العلوم التربوية والاجتماعية (ط١). عمان: دار المسيرة.
- لال، زكريا يحي (٢٠٠٤م) فعالية الوسائط المتعددة في التحصيل وتنمية مهارات إنتاج الشرائح المتزامنة صوتياً لدى طلاب كلية التربية جامعة أم القرى بالمملكة العربية السعودية. رسالة الخليج العربي، مكتب التربية العربي لدول الخليج، الرياض، (٩٣)، ١٣٥-١٦٣
- ليلي صالح العلي (٢٠٠٩م). التقانة النانوية مسيرة وتطبيقات. مجلة التقدم العلمي، مؤسسة الكويت للتقدم العلمي. العدد: ٦٦
- ليندا ويليامز؛ وواد، آدمز (٢٠٠٧م). تكنولوجيا النانو بوضوح: دليلك للتعلم الذاتي (ط١). (ترجمة :خالد العامري). القاهرة : دار الفاروق للاستثمارات الثقافية.
- لين، فوستر (٢٠١١م). تقنية النانو: علم - وإبداع - وفرص وأعدة (ط١). (ترجمة : مصطفى موسى) الرياض: دارا لمريخ للنشر.
- مارك، راتنز؛ ودانيال راتنر (٢٠١١م). التقانة النانوية: مقدمة مبسطة للفكرة العظيمة القادمة (ط١). (ترجمة : حاتم النجدي) بيروت: المنظمة العربية للترجمة.
- محمد، محمد هاشم (٢٠١٠م). تكنولوجيا النانو: مقدمة إلى أنابيب النانو الكربونية وتطبيقاتها (ط١). القاهرة: إيتراك للطباعة والنشر والتوزيع.
- محمد، محمد هاشم (٢٠١٢م). مخاطر تكنولوجيا النانو (ط١). عمان : دار الحامد للنشر والتوزيع.
- محمد، عادل عبدالله (٢٠١٠م). أسس البحث العلمي في ضوء التعديلات الواردة في APA5 (ط١). الرياض: دار الزهراء.
- مرعي، توفيق أحمد؛ والحيلة، محمد محمود (٢٠٠٢م). طرائق التدريس العامة (ط١). عمان: دار المسيرة.

- مريم سليم (٢٠٠٢م). علم نفس النمو (ط١). لبنان: دار النهضة.
- مساعدة، رافع (٢٠٠٣م). تطور عمليات الاستقصاء العلمي وعلاقتها بمستوى التعليم الصفّي ونمط التعليم والتحصيل العلمي لدى طلاب المرحلة الأساسية. رسالة دكتوراه غير منشورة، جامعة عمان العربية للدراسات العليا، الأردن.
- مسلم، محمد عبده؛ وعبدالمجيد، أحمد عبدالفتاح ؛ وبهكلي، علي حسن (٢٠١٠م). تقنية النانو: الواقع والنظرة المستقبلية (ط١). الرياض: جامعة الملك سعود.
- مصطفى، أكرم فتحي (٢٠٠٨م). الوسائط المتعددة التفاعلية: رؤية تعليمية في التعلم عبر برمجيات الوسائط المتعددة التفاعلية (ط١). القاهرة : عالم الكتب للنشر والتوزيع.
- ملحم، سامي محمد (٢٠٠٦م) سيكولوجية التعلم والتعليم الأسس النظرية والتطبيقية (ط٢). عمان: دار المسيرة.
- ملحم، سامي محمد (٢٠٠٢م). مناهج البحث في التربية وعلم النفس (ط٢). عمّان: دار المسيرة.
- منال عبدالعال مبارز؛ وإسماعيل، سامح سعيد (٢٠١٠م). تطبيقات تكنولوجيا الوسائط المتعددة (ط١). عمّان: دار الفكر.
- المهنا، عبدالرحمن علي؛ والعاني، دحام إسماعيل؛ والسليمان، حسن (٢٠٠٧م). تطبيقات التقنية متناهية الصغر. مجلة العلوم والتقنية، جامعة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية، ج١، العدد: ٨٢ .
- المهنا، كمال مهنا (٢٠١٠م). الطب الحيوي النانوي. مجلة العلوم والتقنية، جامعة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية، ج٢، العدد: ٩٣
- موسى، حسين حسن (٢٠٠٩م). استخدام الوسائط المتعددة في البحث العلمي (ط١). القاهرة : دار الكتاب الحديث.
- نهي علوي الحبشي (٢٠٠٩م). ما هي تقنية النانو (ط١). الرياض: مكتبة العبيكان.
- نوفل، خالد محمود (٢٠١٠م). برنامج مقترح لإكساب طلاب قسم تكنولوجيا التعليم بعض مهارات إنتاج برمجيات الواقع الافتراضي التعليمية. رسالة دكتوراه غير منشورة، جامعة عين شمس، كلية التربية النوعية، مصر.
- الهدلق، هشام عبد العزيز (٢٠٠٧م). تطبيقات النانو في العلاج. مجلة العلوم والتقنية، جامعة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية، ج٢، العددان: ٨٣، و٨٤
- هدلق، هشام عبدالعزيز (٢٠٠٨م). تقنية النانو والتشخيص الطبي. مجلة النانو، معهد الملك عبدالله لتقنية النانو، جامعة الملك سعود، ج١، العدد : (١).

- هناء مهدي أبو زيد (٢٠١١م). تكنولوجيا النانو (ط١). الاسكندرية: مؤسسة حورس الدولية للنشر والتوزيع.
- يسرية عبد الحميد فرج؛ وسليمان، صبحي أحمد (٢٠٠٩م). فاعلية برنامج تعليمي قائم على خرائط التفكير لتنمية مهارات التفكير الإبداعي في تصميم المواقف التعليمية لدى طلاب شعبة تكنولوجيا التعليم. بحث مقدم للمؤتمر العلمي الثاني عشر: تكنولوجيا التعليم الالكتروني بين تحديات الحاضر وآفاق المستقبل. الجمعية المصرية لتكنولوجيا التعليم: القاهرة.
- يونس، فتحي؛ وآخرون (٢٠٠٤م). المناهج: الأسس - المكونات - التنظيمات - التطوير (ط١) عمان: دار الفكر.

ثانياً: المصادر والمراجع الأجنبية:

- A. S. Madden and et al (2007). Nano2earth: Incorporating Cutting-edge Research into Secondary Education Through Scientist-educator Partnerships. **Journal of Geoscience Education**. Vol. 55. Issue: 5. Page Number: 402. www.questia.com.
- Alejandra J. Magana Ruth A. & Streveler Natalie Barrett (2010). Marketing Science of Nanoscale Phenomena: A proposed Model of Knowledge and Thinking. Purdue University.
- Andrew D. Maynard & David Y. H Pui(2007). Nano Technology and Occupational Health. Netherlands, Published by Springer, reprinted from the **Journal of nanoparticle Research** Volume 9, No. 1 2007.
- Antti Laherto(2010). An Analysis of the Education Significance of Nanoscience and Nanotechnology in Scientific and Technical Literacy. **Science Education International**, Vol. 21. No. 3, September (2010). University of Helsinki, Finland.
- at Umm AL-QURA UNIVERSITY ON March 29,2011.
- Benedicate Hingant & Virginie Albe (2012). Nanoscience and Nanotechnologies Learning and Teaching in Secondary Education: A Review of Literature. Routledge Informa Ltd. Registered in England and Wales.

- Charles P. Poole, Jr. & Frank J. Owens (2003). **Introduction to Nanotechnology**. Copyright and Published by Wiley and Son Inc. Hoboken, New Jersey.
- Christine M. Pense and Stephen H. Cutcliffe. **Bulletin of Science, Technology & Society**. Volume 27 No. 5, October (2007). Published By SAGE. <http://bst.sagepublications.com> Lehigh University, Bethlehem, Pennsylvania. U.S.
- Chul-Joo, Dietram A. Secheufele and Bruce V. Lewenstein (2005). Public Attitude Toward Emerging Technologies: Examining The Interactive Effects of Connotations and Affect on Public Attitudes Toward Nanotechnology. **Science Communication, Vol. 27 No. 2**, Published By SAGE. On Line Version Of This Article Can Be Found At: <http://scx.sagepub.com/content/27/2/240>
- Criswell, Brett (2007). Connecting Acids and Bases with Encapsulation and Chemistry with Nanotechnology. **Journal of Chemical Education**, v84 n7 p1136-1139.
- Dr. James S. Murday (2009). Partnership for Nanotechnology Education. University of Southern California, Los Angeles 26-28 April 2009.
- Elisabeth A. Palmer (2009). **The Nanoleap Project Evaluation Report**. The National Science Foundation.
- Frederic Vandermoere and et al (2009). Public Understanding of Science, The Public Understanding of Nanotechnology in the Food Domain: The Hidden Role of Views on Science, Technology and Nature. Published By SAGE. <http://Ppus.sagepub.com/content/20/2/195>

- Schmid H. Krug and et al. **Nanotechnology, Volume 1: Principles and Fundamentals** (2008). WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA. Printed in Federal Republic of Germany.
- Schmid H. Krug and et al (2008). **Nanotechnology, Volume 4: Information Technology**. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA. Printed in Federal Republic of Germany.
- Gabor L. Hornyak, John Moore, Harry F. Tibbals and Joydeep Dutta (2009). **Fundamentals of Nanotechnology**. CRC Press, Taylor & Francis Group Boca Ratoon London New York.
- George Gaskell, Toby Ten Eyck, Jonathan Jackson and Giuseppe Veltri (2005). Public Understanding of Science, Imagining nanotechnology: Cultural support for Technological Innovation in Europe and United States. Published By SAGE. Online version of this article can be found at: <http://pus.sagepub.com/content/14/1/81>
- Gorazd Planinsic and Janez Kovac(2008). Nano Goes To School: A Teaching Model Of The Atomic Force Microscope. IOP Publishing Ltd. University of Ljubljana and the House of Experiments. Ljubljana, Slovenia.
- Holger Schutz and Peter M. Wiedemann (2008). Public Understanding of Science, Framing Effects On Risk Perception of Nanotechnology. Published By SAGE. Online version of this article can be found at: <http://pus.sagepub.com/content/17/3/369>
Downloaded From: www.sag.sagepub.com at Umm AL-QURA UNIVERSITY ON March 29,2011.
- Hui-Huang Chen (2011). Food Nanotechnology Education in Taiwan-Distance Learning and Service Learning The 12 Asean **Food Conference**. Bangkok – Thailand 16-18 June 2011.

- J.D. Adams & B. Rogers. A Unified Approach to Nanotechnology Education (2004). American Society for Engineering.
- Jabor L. and et al. Introduction to Nanoscience & Nanotechnology (2009). CRC Press Taylor & Francis Press Group Coca Raton London New York.
- Jacob, James A (1996). Designing the very small: Micro and Nanotechnology. Resources in Technology, Technology Teacher, v55 n8 p22-27.
- Jeremy V. Ernst (2009). Nanotechnology Education: Contemporary Content and Approaches. **The Journal of Technology Studies**. Property of Epsilon Pi Tau Inc.
- Jo Anne Shatkin(2008). **Nanotechnology Health and Environmental Risks**. CRC Press Taylor & Francis Press Group Coca Raton London New York.
- John C. Besley, Victoria L. Krarner, Qingjiang Yao and Chris Tourney (2008). Science Communication, Interpersonal Discussion Following Citizen Engagement About Nanotechnology: What, If Anything, Do They Say? Published By SAGE. On Line Version Of This Article Can Be Found At: <http://scx.sagepub.com/content/30/2/209>
- Jones, M. Gail and et al (2007). Differences in African-American and European-American Students–Engagement with Nanotechnology Experiences: Perceptual Position or Assessment Artifact? **Journal of Researching Science Teaching**, v44 n6 p787-799.
- K. Ban & S. Koeijaneic (2011). Introducing topics on nanotechnologies to middle and high school curricula **2ad World Conference on Technology and Engineering Education**. Ljubljana, Slovenia, 5-8 September 2011.

- Leslie Jarmon, Elizabeth Keating and Paul Toprac (2008). Simulation & Gaming, Examining the Social Impacts of Nanotechnology Through Simulation, Nano Scenario Published By SAGE. **Simulation & Gaming** Vol. 39 No. 2. June 2008. University of Texas at Austin. Downloaded From: www.sag.sagepub.com
- Louis Theodore & Robert G. Kunz (2005). **Nanotechnology: Environmental Implications and Solutions**. Publish by John Wiley & Sons. Inc. New Jersey. Published simultaneously in Canada.
- Manasi Karkare (2008). **Nanotechnology Fundamentals and Applications**. I.K. International Publishing House Pvt. Ltd. New Delhi – India.
- Mark Ratner & Daniel Rantner (2003). **Nano Technology: A gentle introduction to the next big idea**. New jersey, U.S the Publisher – Bernard Goodwin.
- Materials Research Institute, (MRI) Programs, (2008). **Exploration of Student Understanding and Motivation in Nanoscience**. (<http://www.nanoed.org>).
- Michael D. Mehta (2004). From Biotechnology to Nanotechnology: What Can We Learn From Earlier Technologies? **Bulletin of Science, Technology & Society**. Vol. 24. No. 1, February 2004, 34 -39.
- Meyyappan M (2004) Nanotechnology Education and Train . **Journal of Materials Education**, Vol. 26 (3-4), P-P:311-320.
- Nancy Healy (2009).Why Nano Education?. **Journal of Nano Education**, Vol. 1, 6-7. American Scientists Publishers. U.S.

- Patricia Schank, Joseph Krajcik, Molly Yunker. Can Nanotechnology Be a Catalyst for Education Reform? The ethnical and social implications – (2007). Wiley Publishing.
- Phil Macnaghten, Matthew B. Kearnes and Brian Wynne (2005). Science Communication, Nanotechnology, Governance and Public Deliberation: What Role for the Social Sciences? Vol. 27. No.2. December 2005. 268-291, Published By SAGE. On Line Version Of This Article Can Be Found At: <http://scx.sagepub.com/content/27/2/2086>
- Porter, Lon A., Jr (2007). Chemical Nanotechnology Liberal Arts Approach to a Basic Course in Emerging Interdisciplinary Science and Technology. **Journal of Chemical Education**, v84 n2 p259.
- Robert Preidt, Laura Costlow and April Peter – (2007). **Nano Technology and Industrial Future**. (Volume 1) New Delhi – India 11 0002, Dominant Publishers and Distributors.
- SEMIH OZEL, YELDA OZEL(2008). Nanotechnology in Education: Nanoeducation Herklion, Greece. **International Conference on Engineering Education** July 22 – 24.
- Shawn Stevens, Namsoo Shin, Cesar Delgado & Joseph Krajcik. (2008). Using Learning Progressions to Inform Curriculum, Instruction and Assessment design. (<http://www.nanoed.org>).
- Skonchal Chanunan (2011). **The Development of an epistemic platform nanoscience and nanotechnology with come for level a students**. At Srinakharinwirot University.
- Stelick, Scott J. and et al. (2005). Hands On Classroom Photolithography Laboratory Module to Explore Nanotechnology. **Journal of Chemical Education**. V 82 n9 p1361-1364.

- Stephen J. Fonash NSF NACK Center (2009). Networking for Technological Education in Nanotechnology. U.S. Penn State University.
- Steven E. Holley (2007). Nano Revolution – Big Impact: How Emerging Nanotechnologies Will Change the Future of Education and Industry in America (And More Specifically in Oklahoma) An Abbreviated Account. **The Journal of Technology Studies.** Steve.holley@okstste.edu.
- Virginie Albe (2011). Nanoscience and Nanotechnologies Education STEF, Ecole Normale Supérieure de Cachan.

ثالثاً: الشبكة المعلوماتية:

- [http:// www.uotechnology.edu.iq](http://www.uotechnology.edu.iq)
- <http://.faculty.ksu.edu.sa>
- <http://ar.wikipedia.org>
- <http://clickit3.ort.org.il/apps/ww/page.aspx>
- <http://en.rian.ru/ussia>
- <http://Faculty.ksa.edg>
- <http://ienajah.com>
- <http://kcol.google.com>
- <http://mbc.nth/portal/site.com>
- <http://nano.ksu.edu>
- <http://nano-products.blogspot.com>
- <http://translate.google.com>
- <http://ugu.edu.sa>
- <http://www.al.q.com>
- <http://www.arsco.org>
- <http://www.suadicn.org>
- <http://www.tech.net>
- <http://www.uotehnolog.edu.iqy>
- www.intel.com

- www.kacst.edu.sa
- www.stanford.edu
- www.trgma/index.php.com