تصوُّرٌ مقترَحٌ لوحدة دراسية في الرياضيات للمرحلة المتوسِّطة في ضوء معايير تكنولوجيا النانو

أ. رحمه سليمان هادي ذاكر
طالبة دكتوراه
قسم المناهج وطرق التدريس
جامعة الملك خالد

أ. أسماء أحمد يحيى المسرحي
طالبة دكتوراه
قسم المناهج وطرق التدريس
جامعة الملك خالد

تصوُّرٌ مقترَحٌ لوحدة دراسية في الرياضيات للمرحلة المتوسِّطة في ضوء معايير تكنولوجيا النانو

أ. رحمه سليمان هادي ذاكر أ. أسماء أحمد يحيى المسرحي
طالبة دكتوراه في قسم المناهج وطرق التدريس
جامعة الملك خالد

تاريخ تقديم البحث: ٢٥/ ٧/ ١٤٤١ هـ تاريخ قبول البحث:٢٦/ ٨/ ١٤٤١ هـ

ملخص الدراسة:

هدف البحث إلى تقديم تصوُّرٍ مُقترَحٍ لوحدة دراسية في الرياضيات للمرحلة المتوسطة في ضوء معايير تكنولوجيا النانو. تكوّن مجتمعُ البحث من الموضوعات الرئيسةِ والفرعية المتضمَّنةِ في محتوى الكتب الستَّة للمرحلة المتوسِّطة بفصليها الأوَّل والثاني للعام (١٤٤٠/١٤٤١هـ)، وقد تحدَّدت عيّنةُ البحث في جميع عناصر مجتمع البحث (المسح الشامل). واستُخدِم المنهجُ الوصفيُّ التحليلي؛ لتحقيق أهداف البحث، وذلك بإعداد قائمة بمعايير تكنولوجيا النانو لتحليل مضامين كتُب الرياضيات للصفوف الثلاثة بالمرحلة المتوسِّطة في ضوء هذه المعايير، وباستخدام التكرارات والأوزان النِّسبيَّة كمعالجات إحصائية، أسفرت نتائجُ البحث عن عشرة معايير لتكنولوجيا النانو التي يلزم توافرُها في مناهج الرياضيات للمرحلة المتوسِّطة، كما بيَّنت النتائجُ عدم تضمين مُعظم معايير تكنولوجيا النانو في كتُب الرياضيات المستهدَفَة عدا المؤشِّرات الآتية: (٢)، (٦)، (١٩)، (٢٢)، (٢٣)، (٥١)، (٥٥)، (٥٦)؛ حيث توفَّرت هذه المؤشراتُ في كتُب الرياضيات التي تمَّ تحليلُها بدرجة منخفضة، كما توفَّر معيارُ (القياس عند عرض تكنولوجيا النانو)، ومعيارُ (الاستدلال عند عرض تكنولوجيا النانو) في كتُب الرياضيات بدرجة منخفضة، وفي ضوء هذه النتائج تمَّ بناءُ تصوُّر لوحدة مُقترَحة في رياضيات المرحلة المتوسِّطة قائمة على معايير مفاهيم تكنولوجيا النانو، وقد أوصى البحثُ -بالاستناد إلى التصوُّر المقترَح في هذا البحث- ببناء وحداتٍ دراسية في الرياضيات؛ تُساعد في تنمية تطبيقات تكنولوجيا النانو في الرياضيات لدى الطلبة.

الكلمات المفتاحية: تصوُّر مُقترَح، وحدة دراسية، تكنولوجيا النانو، معايير تكنولوجيا النانو، المرحلة المتوسِّطة.

A Suggested Perception for A Unit in Mathematics at Middle School in Light of the Nanotechnology Standards

Rahma Suliman Hadi Tker **Asma Ahmad Yahya Al Masrah**
PhD student of Curricula and Methods Department
King Khalid University

Abstract:

The research aims to present A Suggested perception for a unit in mathematics at middle school in light of the nanotechnology standards. The research community formed from the main and sub-topics included in the content of the six books for the intermediate stage in its first and second semesters of the academic year (1440/1441 AH), and the research sample was defined in all elements of the research community (comprehensive survey). The descriptive-analytical approach was used to achieve the objectives of the research, by preparing a list of nanotechnology standards to analyze the contents of mathematics books for the three grades in the intermediate stage in the light of these standards. By using the iterations and relative weights as statistical treatments, the results of the research resulted in ten standards for nanotechnology that are required in the mathematics curricula for the intermediate stage, and the results also showed that most of the nanotechnology standards are not included in the targeted mathematics books except for the following indicators: (2), (6), (19) (22), (23), (51), (55), (56) where these indicators are available in math books that have been analyzed to a low degree. Also, the criterion (measurement when displaying nanotechnology) and the criterion (reasoning when displaying nanotechnology) were found in mathematics books with a low degree, and in light of these results, a concept for a proposed unit in intermediate-level mathematics was built based on standards of nanotechnology concepts. The research recommended based on the suggested perception in this research to build units of study in mathematics that help in developing applications of nanotechnology in mathematics among students.

key words: A Suggested Perception, A Unit of Study, Nanotechnology, Standards of Nanotechnology, Middle School.

المُقدِّمة:

تسعى الكثيرُ من الدول إلى الاهتمام بالرياضيات ووسائل تعلُّمِها؛ لِما تؤدِّيه من دور مُهمٍّ بين المقرَّرات الدراسية في التعليم وفي الحياة العملية، وكذلك لأهميتها في تنمية المجتمعات والدخول في عالَمِ المنافسة العلمية وتطوير التقنية؛ من هنا يتَّضح ضرورة إدخال التقنيات الحديثة في مناهج الرياضيات، وإمداد الطلبة بمعلوماتٍ عن مفاهيمها وتطبيقاتها، ولا سيما في مناهج الرياضيات؛ من أجل تقليل الفجوة بين ما يُدرَّس للطلبة والواقع الذي يعيشونه.

وقد أصبح للتكنولوجيا في العصر الحالي تأثيرٌ في جميع جوانب حياتنا اليومية، كما أنَّ تقدُّم الأمم وتطوُّرها أصبح يُقاس بمدى امتلاكها للتقنيات والتكنولوجيا، وتفعيل دورها في المجالات العلمية والحياتية المختلفة، ومن ثَمَّ فلا بُدَّ من اهتمام الأنظمة التعليمية بالتقنيات والتكنولوجيا (سعيد، ٢٠١٨:٢٠).

ويشهد العصر الحالي تغيُّراتٍ متعددةً في شتَّى المجالات العلمية والتكنولوجية، من أبرز تلك التغيُّرات ما يُسمَّى بتكنولوجيا النانو (Nanotechnology)، التي انتشرت بسرعة كبيرة؛ بما يفرض على الأنظمة التعليمية والتربوية ضرورةَ مُواكبة المستحدَثات التكنولوجية المتسارِعة، بحيث يكون للمناهج عامَّة دورٌ إيجابي وفاعِلٌ في ذلك.

ولقد تعدَّدت أسماء تكنولوجيا النانو، فيُمكن تسميتُها بتقنية المواد متناهية الصِّغَر، تكنولوجيا الجيل الخامس، علم الصغائر، تقنية النانو، أو تكنولوجيا النانو.

وعلى الرغم من التنبُّؤات المتفائلة بما تُحقِّقه تكنولوجيا النانو من تقدُّم وتطوُّر ورفاهية للإنسانية، إلا إنَّها تُمثِّل تحدِّيًا حقيقيًّا للأنظمة التعليمية؛ بما يجعل الحاجة إلى تطوير وإصلاح التعليم أولويَّةً قصوى للتغلُّب على هذه التحديات، لذلك كان من الضروري إعادة هندسة وتطوير النظام التعليمي، حيث إن أيَّ مبادرة جادَّة تسعى لتطوير الجوانب المختلفة لتكنولوجيا النانو لا بُدَّ أن تجعل من التعليم قاعدة أساسية للانطلاق والشروع في تجهيز طلابنا لعصر تكنولوجيا النانو.

وقد أكَّد ستيفنز وشاين ودلغادو وكراجسيك (Stevens, Shine, Delgado, Krajcik, 2007) أنَّ دمجَ مفهوم العلوم النانونية مع مفاهيم فروع العلوم الأخرى سيُعزِّز من فهم وتعليم العلوم النانوية لطلبة المراحل الدراسية المختلفة.

لذلك لا بُدَّ من دور بارز لوزارة التعليم، بالمتابعة المستمِرَّة في تقويم وتطوير المناهج الدراسية؛ لتبقى مواكِبَةً للتطوُّرات المعرفية والتكنولوجية؛ كي لا يشعر الطلبةُ بفجوة بين الواقع الذي يعيشونه وما تُقدِّمه لهم المدرسة، فهم يتعاملون مع الهواتف النقَّالة النانونية، ويسمعون ويرون ويقرؤون على شاشات التلفاز والإنترنت عن مُنتجات تمَّت معالجتُها بتقنية النانو، وتارَةً يسمعون عن المنتجات الذكيّة من أجهزة إلكترونيّة، وملابسَ، ومبانيَ دون أن يعلموا ماهيتها، وكيف تُصنع وتُنتَج.

ويُشير سلامة (٢٠٠٨) إلى أهمية وضرورة تعليم وتدريس ونشر ثقافة تكنولوجيا النانو في المدارس والجامعات، خصوصًا في الدول النامية، وتدريب

المعلِّمين على كيفية تدريس علوم وأبحاث تكنولوجيا النانو، على اعتبار أنَّ برامج التوعية العلمية بتكنولوجيا النانو والتواصُل مع العامَّة أصبحت ضرورةً عالمية مُهمَّة، تسير جنبًا إلى جنبٍ مع السياسات العلمية والتكنولوجية للدول، كما يتحتَّمُ إقامةُ وُرش عمل للمُعلِّمين والمختصِّين بالشؤون العلمية والمراكز العلمية وواضعي السياسات؛ تُعرَض فيها تجاربُ الدول المتقدِّمة في تعريف عامَّة الناس على نِطاقٍ واسع بمفهوم النانو.

وفي هذا الإطار تُؤكِّد شلبي (٢٠١٢: ٥٠) أهمية تعليم طلبة المراحل المختلفة مفاهيم وتطبيقات تكنولوجيا النانو، وذلك بمساعدتهم على الإلمام بلغة النانو والمهارات الأساسية المرتبطة بالواقع الذي يعيشونه، إضافةً إلى العمل على توجيه الطلبة لاختيار مِهَنٍ مستقبلية ترتبط بمجال النانو أو مِهَنٍ أخرى ذات علاقة.

ويُشير أحمد (٢٠١٢) إلى أهمية إسهام ودمج تكنولوجيا النانو، من خلال بيئات التعلُّم في التعرُّف على هذا العِلم ودوره الكبير في النهوض بالمجتمع وتوفير حياة ومستقبل أفضلَ، وقد أصبح من الضروري إدراجُ هذه التكنولوجيا في التعليم، واكتشاف المفاهيم الحديثة في المناهج الدراسية، وتدريس تكنولوجيا النانو.

وهو ما يتطلَّب ضرورةَ وضع تصوُّرات ذهنية وأُطُر مُعتَمَدة؛ لتضمين المعارف والمفاهيم المتعلِّقة بتكنولوجيا النانو في النواتج التعليمية المتمثِّلة فيما يجب أن يتعلَّمه الطلبة، والتي تتمثَّل في مجموعةٍ من المعايير والمؤشرات المرتبطة

بموضوعات تكنولوجيا النانو ومفاهيمها المتعدِّدة، التي من المفترض أن تكون مُتضمَّنة في مناهج المرحلة المتوسِّطة.

ويُشير الطناوي (٢٠٠٥: ٦٠) إلى أنَّ معايير تكنولوجيا النانو تتمثَّل في تقديم رؤية للأفراد علميًّا وتكنولوجيًّا، وتلخيص ما يحتاج الطلبة إلى معرفته وفهمه، وما يجب أن يكونوا قادرين على أدائه في الصفوف الدراسية المختلفة؛ لكي يتحقَّق لديهم التنوُّرُ العلمي المطلوب، وتكوين مجتمع متنوِّرٍ علميًّا وتكنولوجيًّا، بحيث يكون أفرادُه قادرين على استخدام المعلومات العلمية ومناقشة القضايا المهمَّة المتعلِّقة بالعلم والتكنولوجيا، وتوجيه الأسئلة المتعلِّقة بحياتهم اليومية، ووصف الظواهر وتفسيرها والتنبُّؤ بها، ومناقشة الاستنتاجات وحلِّ المشكلات، واتخاذ القرارات.

كما يُشير سعيد (٢٠١٨: ٢٧) إلى أنَّ معايير تكنولوجيا النانو هي مجموعة النواتج التعليمية المتمثِّلة فيما يجب أن يتعلَّمه ويفعله الطلبة، ويكونوا قادرين عليه خلال عملية التعلُّم، والتي ترتبط بموضوعات تكنولوجيا النانو.

وقد بدأت العديد من الدول بخطوات عملية رائدة في العناية بنشر التوعية بتكنولوجيا النانو، كمجلَّة (النانو) التي تُعدُّ أوَّلَ مجلَّة عربية تُعنَى بنشر ثقافة النانو، والتي تصدُر عن معهد الملك عبد الله لتقنية النانو، بجامعة الملك سعود، وتُعَدُّ بوابةً رئيسةً ومُهمَّة في نشر ثقافة النانو في أوساط المجتمع السعودي.

وفي هذا السياق فقد عُقِدت عِدَّة مؤتمرات من أهمِّها: "المؤتمر الدولي لصناعة تقنية النانو"، الذي نظَّمته جامعةُ الملك سعود في أبريل (٢٠٠٩)،

والذي دعا –ضِمْن توصياتِه– إلى إدخال تقنية النانو في المناهج الدراسية للمراحل الأوَّليَّة؛ نظرًا لِمَا لهذه التقنية من مستقبل مأمول، باعتبارها من أهمِّ مميزات تقنية المستقبل (جامعة الملك سعود، ٢٠٠٩).

وكذلك اللقاء الخامس والعشرون الذي نظَّمته الجمعية السعودية لعلوم الحياة تحت عنوان: "تقنية النانو في علوم الحياة"، والذي أوصى بضرورة إدراج العلوم النانونية ضِمْن المقرَّرات الدراسية العلميَّة في مناهج التعليم العام والتعليم العالي (صحيفة عكاظ، ٢٠١٠).

وضِمن جلسات "الملتقى الخليجي الأوَّل للتثقيف بتقنية النانو في التعليم العام"، أوصى أكاديميون ومُتخصِّصون بأهمية تطوير النظام التعليمي، والاهتمام بالطلبة، وإعداد المعلمين، وإدخال تقنية النانو في المناهج الدراسية للمراحل التعليمية المختلفة، وتدريب المعلمين على تدريسها (آل ماطر، ٢٠١١).

بالإضافة إلى المؤتمر الدولي الفلسطيني الثاني لعلوم المواد وتكنولوجيا النانو، الذي عُقِد في (٢٣ مارس، ٢٠١٦م) في جامعة النجاح بمشاركة كافَّة الجامعات، وقد عُرِضَت إنجازات في جميع مجالات علوم المواد وتكنولوجيا النانو، مع التركيز على القضايا التطبيقية التي تُساعد في بناء اقتصادٍ قائم على المعرفة (درويش وأبو عمرة، ٢٠١٨: ٢٠٣).

وقد كانت من أبرز الأوراق العلمية التي قُدِّمت في هذا السياق في المؤتمر الدولي الفلسطيني؛ ورقةُ عمل بعنوان: "أين المناهج الدراسية من علم وتقنية النانو؟"، تلكَ التي قدَّمَها السبوع (٢٠١٢)، مؤكِّدًا فيها أنَّه بات لِزامًا على

مؤسَّساتنا التعليمية المدرسية والجامعية أن تستعدَّ لمواكبة هذا العلم، ونشر ثقافته، وتزويد الطلبة بالمعلومات الأساسية عنه، بما في ذلك مصطلحاته وطُرُق صناعته وأدوات قياسه، مُشيرًا إلى أنَّ ذلك يتِمُّ من خلال: إعادة صياغة الأهداف، واختيار المحتوى والأنشطة؛ بحيث تسمح بإدخال وحدات تعليمية/ تعلُّمية عن تكنولوجيا النانو في المناهج المختلفة، إضافةً إلى تدريب المعلِّمين ضِمْن برامجَ تدريبية تثقيفية عن تكنولوجيا النانو، وكذلك تطوير البيئة التعليمية، وتوفير الوسائل التعليمية والتقنية الحديثة.

وعلم تكنولوجيا النانو يدخل في كثير من العلوم، ولكن من الناحية الرياضية فإنَّه يُوجَد عِدَّة مفاهيم يعتمد عليها هذا العلم، ومنها مفهومُ النانومتر (وهي أصغر وِحدة قياسٍ مترية، تبلغُ واحدًا من مليارٍ من المتر)، ومقياس النانو (Nano Scale) وهو مقياس يستخدم لقياس وحساب أبعادٍ تتراوح بين (١ – ١٠٠ نانومتر)، ومفهوم أعلى لأسفل (Top down) الذي يُمثِّل تجزئةً للشكل الهندسي إلى أجزاء، كُلٌّ منها يُشبِه الشكل الأصلي، ثمَّ تكرار هذه العملية على كلِّ جزء من أجزائه مرَّةً أُخرى وهكذا، وبتكرار ذلك حتى يُصبح كلُّ جزء في مقياس النانومتر، وعند هذا المقياس تتغيَّر خاصية التشابُه الذاتي، ويصبح الجزء لا يُشبه الكلَّ، كذلك هناك مفاهيم أخرى شبيهة، كمفهوم أسفل لأعلى (Bottom up)، وهو عكس عملية (Top down)، وكذلك مفهوم التصنيع الدقيق (Nano Fabrication) الذي يُعنى بتصنيع أجهزةٍ بأبعاد النانو متر، والتي يُمكن أن تكون على صورة أشكال

هندسية كالمكعب ومتوازي المستطيلات والأسطوانة والمنشور (Carolyn, 2008, p208; Remanowicz, 2009, p10).

وتُعدُّ التطبيقات الرياضية لتكنولوجيا النانو من ضِمن التطبيقات التي يجبُ توعية الطلاب بها، والتي تتمثَّل في إمكانية تكوين العديد من الأشكال الهندسية من أشكال هندسية أُخرى، بتفكيك المجسَّم الهندسي إلى بنيته الأساسية في مقياس النانومتر (١:١٠٠ نانومتر)، ثم إعادة ترتيب هذه البنية مرَّةً أخرى؛ للحصول على مجسَّم هندسي جديد (Francisco Bulnes, 2013, P.101).

وتُؤكِّد خضر (٢٠٠٤) أهمية تدريس التطبيقات الرياضية للمستحدَثات التكنولوجية للطلبة؛ لأنَّها تجعل الرياضيات أكثر حيوية ومعلوماتية وأكثر إتاحة وواقعية وحداثة، وتجعل دراستَها ذات معنى للطلبة، وذات دلالة علمية ملموسة في الحياة، وذات نفع في تطبيقات تمسُّ أرجاء الحياة الواقعية، وتعمل على الربط بين الرياضيات المدرسية ورياضيات فيما حول الطالب في الصناعة والتكنولوجيا الحديثة، بالإضافة لتنميتها حماسةَ الطلبة وتحدّيهم واستقلاليتهم ومثابرتهم وتشويقهم وابتكارهم أثناء دراستهم موضوعات الرياضيات المدرسية (ص: ٤٣).

بِناءً على ما سبق، ظهرت الحاجة الماسَّةُ لإدخال بعض المتغيّرات في محتوى مناهج الرياضيات السعودية؛ لتتلاءم مع ثورة النانو، في محاولة إثراء الموضوعات التي أصبحت قديمةً، ولا تتماشى مع طبيعة العصر الحالي، إن لم يُضَف إليها عنصرُ التطوُّر القادم من تطبيقات تكنولوجيا النانو، وهذا كان أحدَ مبرّرات البحث الحالي، والذي يتلخَّص في محاولة تقديم تصوُّرٍ مُقترَح

لوحدة دراسية في الرياضيات للمرحلة المتوسِّطة في ضوء معايير تكنولوجيا النانو، كمُحاولة من الباحثتين للوصول بطلبة المرحلة المتوسِّطة إلى واقعٍ علميٍّ متجدِّد مرتبط بالتوجُّهات العالمية لمناهج الرياضيات، وبواقع الطلبة وممارساتهم الحياتية.

●مشكلة البحث:

من خلال الاطّلاع على توصيات بعض الدراسات السابقة، مثل دراسة: (أحمد، ٢٠٠٩؛ Richard, 2011; Jack, 2012; John, 2012؛ حسن، ٢٠١٣؛ Kurapati, 2014; Jacinta, 2014; Doriel, 2015)، التي نادت بضرورة تدريس التطبيقات الرياضية لتكنولوجيا النانو للطلبة؛ لِمَا لها من أهمية لمواكبة التطوُّر العلميّ والتكنولوجيّ، كذلك ما أكَّده مؤتمرُ (تعليم وتدريس تكنولوجيا النانو، ٢٠٠٨) في توصياته بأهمية تعليم ثقافة النانو وتدريسه ونشره في المدارس والجامعات، وتدريب المعلِّمين على كيفية تدريس علوم وتطبيقات تكنولوجيا النانو.

وضِمن المتطلَّبات والمهارات اللازمة للقرن الواحد والعشرين يبرُزُ التطوُّر التكنولوجي كضرورة حيوية، ومتطلَّب ينبغي أخذُه بعين الاعتبار عند تطوير مناهج الرياضيات في مراحل التعليم كافَّة؛ إذ أكَّدت وثيقة معايير الرياضيات (NCTM, 2000) مبدأ التكنولوجيا ضِمن ستة مبادئ أساسية؛ لضمان جودة برامج تعليم وتعلُّم الرياضيات، كما أكَّدت توصيات البحوث والمؤتمرات على أهمية التوجُّه نحو التكنولوجيا وتوظيفها في مناهج الرياضيات؛ لمواكبةً المستجَدَّات العالمية (جامعة الملك سعود، ٢٠١٥)؛ ومن هذا المنطلَق يتبيَّن

أهمية تكنولوجيا النانو كأساسٍ لربط المعرفة العلمية؛ وأهميتها كأحد أهمِّ مجالات تكنولوجيا المستقبل، وتتجلَّى ضرورة توفير قدْر من التنوير التكنولوجي المتعلِّق بالمستجَدَّات والتطوُّرات المتعلِّقة بتكنولوجيا النانو وتأثيراتها على الإنسان (Yawson, 2012)، كما يتبيَّن أهمية تضمين مفاهيمها وتطبيقاتها في المناهج بشكل عام، وفي مناهج الرياضيات على وجه الخصوص؛ سعياً لتكامُل المعرفة بين الرياضيات والعلوم الأخرى، بما يُسهِّل على الطلبة توظيفُها وربطُها بالواقع والاستفادة منها في حلِّ المشكلات الحياتية. وهو ما أكَّدته العديدُ من البحوث والدراسات من ضرورة الاهتمام بتكنولوجيا النانو، وكذلك ضرورة تسهيل فهمها واستيعابها لدى الطلبة؛ ببناء وحدات أو برامج تعليمية، كدراسات كلٍّ من: (التقبي، ٢٠١٦؛ التميمي، ٢٠١٨؛ خضر، ٢٠١٦؛ الرفاعي، ٢٠١٩؛ عبد الفتاح، ٢٠١٧؛ عسكر، ٢٠١٧؛ القحطاني وآل كحلان، ٢٠١٧؛ محمد، ٢٠١٥؛ Hill & Koshka & Mayers, 2013).

وعليه؛ واستجابةً للرؤية الطموحة لتطوير التعليم (٢٠٣٠)، وتوصيات البحوث والدراسات؛ سعَى البحثُ إلى مُواكَبة المستجَدَّات في تعليم الرياضيات، وتوجيه الاهتمام لمفاهيم تكنولوجيا النانو، وربطها بتعليم الرياضيات، ببناء معايير لتضمين مفاهيم تكنولوجيا النانو في رياضيات المرحلة المتوسِّطة، واستقصاء درجة تضمين هذه المعايير في مناهج رياضيات المرحلة المتوسِّطة، ومن ثَمَّ تقديم تصوُّر مُقترَح لوحدة دراسية في الرياضيات للمرحلة

المتوسِّطة؛ لتضمين هذه المعايير بما يضمن تكامُل المعرفة، ومواكبة المستجدَّات على المستوى العالمي.

- **أسئلة البحث:**

سعَى البحث إلى الإجابة عن الأسئلة الآتية:

١) ما معايير تكنولوجيا النانو اللازم توافرها في مناهج الرياضيات للمرحلة المتوسِّطة؟

٢) ما درجة توافر معايير تكنولوجيا النانو في مناهج الرياضيات للمرحلة المتوسِّطة؟

٣) ما التصوُّر المقترَح لوحدة دراسية في الرياضيات للمرحلة المتوسِّطة قائمة على معايير تكنولوجيا النانو؟

- **أهداف البحث:**

هدف البحث إلى:

١) تعَرُّف معايير تكنولوجيا النانو اللازم توافرها في مناهج الرياضيات للمرحلة المتوسِّطة.

٢) تحديد درجة توافر معايير تكنولوجيا النانو في مناهج الرياضيات للمرحلة المتوسِّطة.

٣) تقديم تصوُّر مقترَح لوحدة دراسية في الرياضيات للمرحلة المتوسِّطة قائمة على معايير تكنولوجيا النانو.

- **أهمية البحث:**

تبرز أهمية البحث مما يأتي:

١) يُعَدُّ استجابةً للتوجُّهات الحديثة عالميًّا ومحلِّيًّا التي تُنادي بتضمين المقرَّرات العلمية الأساسية -كالرياضيات والفيزياء والكيمياء والأحياء- مفاهيمَ تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها العملية.

٢) يُقدِّم قائمةً بمعايير تكنولوجيا النانو، يُمكن الإفادة منها في تقويم وتطوير مقرَّرات الرياضيات.

٣) تقديم تصوُّر مُقترَح لوحدة دراسية؛ لتضمين مفاهيم تكنولوجيا النانو في مناهج الرياضيات للمرحلة المتوسِّطة، يُمكن الإفادة منها من قِبَل المختصِّين في تعليم الرياضيات في إعداد وحدات مماثلة.

٤) توجيه أنظار الباحثين نحو إجراء الدراسات والبحوث حول تكنولوجيا النانو، ومفاهيمها وتطبيقاتها العملية، وكيفية دمجها في العديد من المناهج والمقرَّرات الدراسية؛ لتحقيق الربط والتواصُل بين الواقع والدراسة.

- **حدود البحث:**

اقتصر البحث على الحدود الآتية:

١) الحدود الموضوعية: مقرَّرات الرياضيات للمرحلة المتوسِّطة بجزئيها (الأول، والثاني).

٢) الحدود المكانية: المملكة العربية السعودية.

٣) الحدود الزمانية: طبعة ١٤٤١هـ-٢٠١٩م، والذي يدرس في العام الدراسي ١٤٤٠-١٤٤١هـ.

التعريفات الاصطلاحية والإجرائية:

تضمن البحث التعريفات الآتية:

١) معايير تكنولوجيا النانو (Standards of Nanotechnology Concepts**)**

تُعرَف معايير تكنولوجيا النانو إجرائياً بأنَّها: مجموعة المؤشِّرات والمحكّات والأُطُر المعتَمَدة لتضمين المعارف والمفاهيم المتعلِّقة بتكنولوجيا النانو في النواتج التعليمية المتمثِّلة فيما يجب أن يتعلَّمه ويفعله الطالب، ويكون قادراً عليه خلال تعلُّم الرياضيات بالمرحلة المتوسِّطة، والمرتبطة بموضوعات تكنولوجيا النانو، والتي من المفترض أن تكون مُتضمَّنة في مناهج رياضيات المرحلة المتوسِّطة، وتمثَّلت في البحث في عشرة معايير، يندرج تحت كلِّ معيار منها مجموعةٌ من المؤشِّرات.

٢) تصوُّر مُقترَح لوحدة دراسية في الرياضيات للمرحلة المتوسِّطة

(A proposed unit in the Intermediate Stage Mathematics**)**

تُعرِّفُه الباحثتان بأنه: مُخطَّط عام لوحدة دراسية قائمة على معايير تكنولوجيا النانو في الرياضيات للمرحلة المتوسِّطة؛ للارتقاء بوعي الطلبة، واكتسابهم لمفاهيم ومفردات تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها في الرياضيات، ورفع ثقافتهم العلمية والتكنولوجية، ومواكبة الاتجاهات الحديثة في تعلُّم الرياضيات.

الإطار النظري والدراسات السابقة:

مفهوم تكنولوجيا النانو

تكنولوجيا النانو أو ما يُسمَّى بتقنية المواد المتناهية في الصغر، أو التكنولوجيا المجهرية الدقيقة، أو تكنولوجيا المنمنمات هو الجيل الخامس الذي

ظهر في علم الإلكترونيات، وهو علم يهتمُّ بدراسة المواد على مستوى الجزئيات والذرَّات، وهذا لم يكن متاحًا للعلماء في العصور الماضية؛ لعدم توفُّر التقنيات الحديثة، التي مكّنتهم من العمل على مستوى الذرَّات.

وقد ظهرت العديد من التعاريف لتكنولوجيا النانو، وذلك حسب الاهتمامات والسياقات المختلفة؛ ولتفادي الاختلافات في التعريفات فقد أُنشِئت لجنة في أمريكا تحت مُسمَّى (اللجنة الوطنية لتقنية النانو)؛ لتضع تعريفًا مُوحَّدًا لتكنولوجيا النانو، حيث عرّفتها بأنَّها: "تقنية تشمل الأبحاث والتطوُّرات التقنية في مجالٍ أقلَّ من (١٠٠ نانومتر)؛ بهدف الحصول على موادَّ لها خواص جديدة، تُساعد في تحسين الحياة" (Baek, 2007, p120).

وعرّفها لوك وآخرون (Lok, et al, 2008) بأنَّها: التقنية التي تهتمُّ بالتعامُل مع المواد والأشكال في مستواها الذرّي والجزئي بمقياس لا يتعدَّى ١٠٠ نانومتر، وهي التقنية التي تهتمُّ باكتشاف مواد جديدة من مواد أخرى، ودراسة الخصائص المميّزة لموادّ وأشكال النانو" (p.13).

ويُعرِّفها دوميترو (Dumitru, 2010) بأنَّها: تقنية التعامُل مع أشياء أصغر من الصِّغَر نفسه، فتكنولوجيا النانو هي منطقة مسافتها (١٠-٩)، وتُؤثِّر في أنشطة حياة عديدة.

كما تُعرّفها شلبي (٢٠١١) بأنَّها: عِلْم يهتمُّ بتعديل الجزئيات والذرَّات؛ لصُنع منتجات جديدة، وهو من مجالات العلوم التطبيقية، ويُعنَى بالسيطرة على المواد في حجمٍ أصغر من الميكرومتر، وكذلك تصنيع أجهزة في نفس

الحجم، وهو مجال مُتعدِّد الاختصاصات المعرفية (الفيزياء، الكيمياء، الرياضيات، الهندسة، البيولوجي) (ص:١٢).

التطبيقات الحياتية لتكنولوجيا النانو:

تكنولوجيا النانو كأيِّ علم تطبيقي آخر تتعدَّدُ تطبيقاتُه الحياتية وتتنوَّع، فقد وجد العلماء مثلًا أنَّ هناك علاقةً بين حجم الجسم وسرعته –كُلَّما قلَّ حجم الجسم زادت سرعته –؛ ومن ثَم تزداد قوَّة اختراقه للأجسام الأخرى، وأنَّ صِغَر حجم هذه الجزيئات يجعلُها شبه شفَّافة؛ مِمَّا يُتيح المجال إلى دراسة الأجسام المجاورة لها بكُلِّ سُهولة، وأنَّ صِغَر حجم النانومتر يُتيح استخدامَه في تطبيقات مُتعدِّدة، حيث إنَّه كُلَّما صغُر حجم الجسيم كان الإنسان قادرًا على تشكيله كما يُريد (Rojas, 2009).

وتتعدَّد تطبيقات علم النانو في مجالات الطِّبِّ والأحياء والطاقة والإلكترونيات والفضاء والصناعة وغيرها، فعلماء الفضاء أيضًا يأملون صناعة مركباتٍ فضائية أخفَّ وأوفَرَ كثيرًا من الحالية، وعلماء البيئة يأملون صناعة خلايا شمسية لتوليد الطاقة أكثرَ كفاءة، وأقلَّ صيانة، وأرخصَ ثمنًا من المستخدمة حاليًا؛ ليحافظوا على البيئة خالية من الملوِّثات (Sun, 2009, p97).

ويُشير جورجيو وجورجيو (Gorghiu & Gorghiu, 2013) إلى أنَّ الباحثين في مركز جونيت للأبحاث بجامعة تورنتو قاموا بتشكيل لجنة مكوّنة من (٦٣) خبيرًا لتحديد أهمِّ عشرة تطبيقات لتكنولوجيا النانو تحتاجُها البشرية في مجالات: المياه، الزراعة، الصحّة، الطاقة، والبيئة في السنوات العشر

القادمة، وكان الترتيب كالآتي: تخزين الطاقة وإنتاجها وتحويلها، تحسين الإنتاج الزراعي، مُعالجة مياه الشرب، تشخيص الأمراض ومُتابعتها، تسليم الأدوية، مُعالجة الطعام وتخزينه، مُعالجة تلوُّث الهواء، البناء، مُراقبة الصحّة، ومُقاومة الآفات والحشرات (P.4).

وفي الاستخدامات الحربية لتكنولوجيا النانو، يُشير كارلسون وإنجاج (Karlsson & Enghag, 2014) إلى أنَّ العلماء يأملون صنع غواصةٍ في حجم البعوضة، أو طائرة في حجم البرغوث، بقوانين التشابُه الرياضية، وقد وجد أنَّ أكثر استخدامات تكنولوجيا النانو خطورةً هو استخدامُها في المجال الحربي، فالدول المتقدِّمة توصَّلت لصنع طائرات تجسُّس بحجم اليد بواسطة تقنية النانو، وفي مجال صناعة الأسلحة والقنابل الميدان خصْبٌ لذلك.

واكتشف العلماء بعض الخواصِّ الجديدة للذهب في مستوى النانو، أفادت كثيرًا في مجال الطبِّ، خاصَّة في عمليتي التشخيص والعلاج، فالذهب في مستوى النانو له القدرة على امتصاص الضوء وتحويله إلى طاقة حرارية، وقد تَمَّ الاستفادة من ذلك في علاج السرطان؛ بحقن الورم بجزئيات نانو الذهب التي تُوضَع داخل جزئيات خاصَّةٍ تمكِّنه من دخول الخلايا السرطانية فقط دون الخلايا السليمة، ثم يُسلَّط على الورم كِميَّةٌ مُعيَّنة من الضوء؛ فتمتصّه جزيئات الذهب، وتحوِّله إلى حرارة كافية لقتل وتدمير الخلايا السرطانية دون الإضرار بالخلايا السليمة، وتُعرف هذه التقنية باسم "العلاج الضوء- حراري" (Laherto, 2010, P161).

كما وجد العلماء أيضًا أنَّه لكي يتمَّ التوصُّل إلى حاسبٍ آلي سريع وأكثر فاعلية لا بُدَّ من التوصُّل إلى ترانزستور صغير جدًّا، حيث كُلَّما قلَّ حجم الترانزستور زادت فاعلية الجهاز، لذلك تمكَّن العلماء من تصغير حجم الترانزستور؛ حتى وصل إلى حجم النانو (Trichtchenko, 2009).

ولاحظ العلماء أنَّ ورقة نبات اللوتس عندما تسقط الأمطار عليها لا تبتلُّ، وأنَّ جزئيات المطر تتجمَّع على سطحها وتسقط دون أن تمتصَّها الورقةُ، وعند فحص الورقة اكتشف العلماء وجود شُعيرات دقيقة جدًّا في مستوى النانو من مادة كارهة للماء؛ تقوم بحمل جزئيات الماء دون أن تمتصَّها، ومن هنا استوحى العلماءُ الفكرة لصناعة أنسجة مُقاومة للمياه والصبغات اعتمادًا على الفكرة نفسها، وذلك عن طريق معالجة الأقمشة بموادَّ كارهة للمياه في مستوى النانو؛ تجعلها غيرَ قابلة للصبغة، ومقاومة للمياه (Donald, 2007, p178).

الرياضيات وتكنولوجيا النانو:

الموادُّ عند مقياس النانو تُظهِر خواصَّ مختلفة تمامًا عن الأحجام الكبيرة، إذ يطرأ هذا التغيُّر على خصائص المواد نانونية الأبعاد؛ بسبب الزيادة النسبية في مساحة السطح بالنسبة لحجمِها، وسيطرة تأثير ميكانيكا الكَمِّ بدلًا من ميكانيكا نيوتن التقليديَّة، فزيادة مساحة السطح يُعزِّز التفاعُل الكيميائي للمادَّة، ويُغيِّر الخصائص الضوئية والمغناطيسية، لذا تهدف تقنية النانو إلى الاستفادة من هذه التأثيرات المرتبِطة بالأبعاد النانونية للمادة؛ لتكوين نُظُمٍ

وأجهزة وبِنى ذات خصائص ووظائف جديدة تبعًا لهذه الأبعاد والأحجام الجديدة.

وتتغيَّر –أيضًا– الخواصُّ الهندسية للمادَّة، وهنا تكمُن العلاقة بين علم الرياضيات وتكنولوجيا النانو، فالشكل الهندسي يتغيَّر كُلِّيًّا عند تجزئته لمقياس النانومتر، ومن ثم يُمكن إعادة بناء هذه الأجزاء مرَّة أخرى؛ للحصول على شكل هندسي جديد، كما أنَّ مساحة الشكل الهندسي تزيد لتصبح أكبر ما يُمكن عند تجزئته، وبِناءً عليه فإنَّ علم تكنولوجيا النانو قدَّم مبدأً هامًّا لعلم الرياضيات، وهو "عدم التقيُّد بشكل هندسي مُعيَّنٍ" (Becker, 2011, p17).

يتَّضِح الارتباط بين الرياضيات وتكنولوجيا النانو فيما يأتي (Marinelle, 2014, p59; Doriel, 2015):

١) يتمُّ استخدام القوانين والنظريّات الرياضية والمحاكاة بالكمبيوتر في دراسة سلوك الموادِّ المتناهية في الصِّغَر، التي لا تخضع للقوانين المعروفة لدينا عند مقياس النانومتر، ومن ثم أصبح العلماء في احتياج للنماذج الرياضية التي تُساعدهم في فهم سلوك جسيمات النانو.

٢) دور أحد فروع الرياضيات –وهو هندسة الفراكتال– في وصف تراكيب الجزئيات عند مقياس النانومتر، وتحديد البُعد الفراكتالي تمهيدًا لإعادة تركيب هذه الجزئيات، ومعرفة كيف يمكن تجزئة الشكل الهندسي والوصول به لمقياس النانومتر، وتساعد على معرفة عدد الأجزاء النانونية التي تنتج من شكلٍ محدَّدٍ، وكذلك استخدام طريقة هندسة الفراكتال لتصنيع مواد النانو من مواد أكبر، حيث إنَّها طريقة رياضية يتمُّ فيها تجزئة

الشكل بأداة حادَّة؛ ليصبح الجزء يُشبه الكُلَّ، وتستمِرُّ هذه التجزئة حتى مقياس النانومتر الذي عنده يُصبح الجزءُ لا يشبه الكُلَّ.

٣) استخدام نظرية الاحتمالات في التنبُّؤ بالخواصِّ الجديدة التي يمكن أن تكون عليها المادة عند تفكيكها لمقياس النانومتر.

٤) تحديد مدى التغيُّر الكبير في مساحة المادة الذي ينتج من عملية (Top down)، وهذا التغيُّر يُفيد في كثير من العلوم مثل علم الكيمياء، وفيه: كُلَّما زادت مساحة المادة زاد معها نشاطُها الكيميائي.

٥) استخدام بعض المفاهيم الرياضية التي يقوم عليها علم تكنولوجيا النانو كمفهوم النانومتر ومقياس النانومتر.

٦) استخدام التمثيلات الرياضية والبصرية لتفسير حجم الموادِّ عند مقياس النانو.

٧) صناعة بعض الأشكال النانونية مثل الكرات النانونية والأنابيب النانومترية، وهي أنابيب أسطوانية الشكل، تحتاج صناعتها لفهم قوانين المجسَّمات الهندسية، كالأسطوانة الدائرية والكرة التي تستخدم لنقل المواد النانونية.

أهمية تدريس بعض مفاهيم تكنولوجيا النانو لطلبة المرحلة المتوسِّطة:

تتَّضِح أهمية دراسة طلبة المرحلة المتوسِّطة للمفاهيم المرتبِطة بتكنولوجيا النانو في تعريفهم بما يأتي:

١) وحدة مقياس النانو والتي تقيس الأشياء المتناهية في الصِّغَر الموجودة في الحياة، مثل: قُطر شعرة الرأس، وسُمك ورقة الكتاب، وغيرها من الأشياء.

٢) الخصائص الهندسية للأشكال المتناهية في الصِّغَر التي لا تُرى بالعين المجرَّدة، والتي يُمكن التحكُّم فيها، والحصول منها على أشكالٍ هندسة جديدة.

٣) دور المجسَّمات الهندسية التي يدرسونها -مثل: الأسطوانة والمنشور والكرة- في صناعة الأنابيب النانونية.

٤) إمكانية زيادة مساحة الشكل الهندسي بتجزئته إلى مقياس النانومتر.

٥) استخدامات تكنولوجيا النانو لعلاج بعض الأمراض الخطيرة، ومعرفة أحدث طرُق التجسُّس، وصناعة المتفجِّرات، وطرُق تحويل المواد الرخيصة إلى المواد الثمينة؛ مثل تحويل الفحم إلى الماس من خلال دراستهم للأنشطة الرياضية؛ مِمَّا يُشعِرهم بأهمية الرياضيات ودورها في الحياة، ومن ثم تنمية ميولهم نحو دراسة الرياضيات؛ لإدراكهم مدى أهميتها في المجالات المختلفة، وفي التطور العلمي.

ومن الدراسات التي تُؤَكِّد ضرورة إدخال التطبيقات الرياضية لتكنولوجيا النانو في المناهج الدراسية، خاصَّة منهج الرياضيات؛ دراسة (أحمد، ٢٠٠٩) التي هدفت إلى وضع تصوُّر مُقترَح لمنهج الرياضيات بالمدرسة الثانوية الصناعية، في ضوء احتياجات سوق العمل المعاصرة، قائم على بعض الموضوعات الرياضية، ومن ضِمنها رياضيات تكنولوجيا النانو، حيث وضّح دور النماذج الرياضية والمحاكاة بالكمبيوتر في فهم خواصِّ الموادِّ متناهية الصغَر، وبعض القوانين والنظريات الرياضية والمحاكاة بالكمبيوتر في فهم

خواصّ الموادّ متناهية الصغر، وبعض القوانين والنظريات الرياضية اللازمة لدراسة سلوك هذه المواد.

كما أجرى "هلنتال" (Helenthal, 2010) دراسةً هدفت إلى تجريب تقديم مفاهيم تكنولوجيا النانو إلى الطلاب أثناء التدريس باستخدام التجارب العملية، حيث يقوم المعلمون المشاركون في التجربة –وعددُهم (٨) معلمين– بإدخال تكنولوجيا النانو في الغرفة الصفيَّة الخاصَّة بهم، وذلك باستخدام التجارب العملية لتدريس الطلبة حول تطبيقات بعض الجُسَيمات الصغيرة المعروفة.

وهدفت دراسة جون (John, 2012) إلى تحفيز طلبة المدارس الثانوية لدراسة مادة الرياضيات من خلال تضمينها العديدَ من التطبيقات الرياضية لتكنولوجيا النانو.

وأجرى جاسيتنا (Jacinta, 2014) دراسةً أوصت بدمج تطبيقات تكنولوجيا النانو في مناهج الرياضيات للمرحلة الجامعية؛ حيث إنَّها تعمل على تخريج طلبة لديهم كفاءة في حياتهم المهنية، وتُنمِّي لديهم مهارات التفكير الناقد والتفكير المركَّب، وتُنمِّي اتجاههم نحو دراسة الرياضيات لإدراكهم لتطبيقاتها الحياتية.

ودراسة هيل وكوشكا ومايرز وهينينغتون وثيبودو (Hill, Koshka, Myers, Henington, Thibaudeau, 2013) التي أوصت بضرورة تطوير المناهج الدراسية في ضوء معايير تكنولوجيا النانو.

كما هدفت الدراسة التي قدَّمها "المعهد التكنولوجي بفلوريدا" (Florida Institute of Technology, 2011) لتطوير تدريس تكنولوجيا النانو في مُقرَّر الدراسات المعملية، الذي يهتم بمساعدة طلاب قسم الهندسة الكيميائية بالجامعة على تطوير المهارات اليدوية لديهم، وقد تَمَّ تدريس مُقرَّر تكنولوجيا النانو، وهندسة المواد، وارتبط المحتوى بأجهزة الأشعَّة، وأجهزة فحص التشخيص بالطِّبِّ الحيوي، وتطوير النفط الخامِ، وتصنيع الأجهزة الإلكترونية النانونية، وقد أدَّى الطلبة في نهاية التدريس امتحانا عمليًّا أمام الأساتذة وأثبتوا فاعلية التدريس.

كذلك أجرى درويش وأبو عمرة (٢٠١٨) دراسةً هدفت إلى تقصِّي مستوى المعرفة بتطبيقات تكنولوجيا النانو لدى طلبة كلية التربية تخصّص العلوم في جامعات غزة واتجاهاتهم نحوها، وأوضحت الدراسة أن اتجاهات الطلبة نحو تطبيقات تكنولوجيا النانو مرتفعة، كما أنَّ هناك ارتباطًا إيجابيًّا دالًّا بين المعرفة بتكنولوجيا النانو والاتجاه نحوها.

وتوصَّلت بعضُ الدراسات إلى فاعلية التدريب، ودمج معايير تكنولوجيا النانو في العملية التعليمية، مثل دراسة "ساخنيني وبلوندر" (Sakhnini & Blonder, 2016) التي توصَّلت إلى فاعلية برنامج مُقترَح في تكنولوجيا النانو؛ لتنمية مفاهيم تكنولوجيا النانو.

ودراسة عبد الفتاح (٢٠١٧) التي هدفت إلى التحقُّق من فاعلية وحدة مُقترَحة في علوم تكنولوجيا النانو، وأثرها في تنمية التحصيل الدراسي، والقدرة على اتِّخاذ القرار، والاتجاه نحو علوم وتكنولوجيا النانو لدى طلبة المرحلة

الثانوية، وتوصَّلت الدراسة إلى فاعلية الوحدة المقترَحة في العديد من المتغيِّرات.

أمَّا دراسة ملكاوي (٢٠١٧) فقد هدفت للتحقق من فاعلية دراسة مساق تكنولوجيا المواد النانوية في اكتساب أساسيات تكنولوجيا النانو والاتجاه نحوها، وقد توصَّلت إلى فاعلية الدراسة وأثرها في إكساب الطلبة أساسيات ومفاهيم تكنولوجيا النانو.

كذلك هدفت دراسة عسكر (٢٠١٧) إلى إثراء بعض موضوعات منهج الكيمياء بتطبيقات تكنولوجيا النانو، وقياس أثره على الاتجاهات العلمية نحو العلم والتكنولوجيا لدى طلبة الصف الأول الثانوي، وتوصَّلت الدراسة إلى تفوُّق طلبة المجموعة التجريبية على المجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لاختبار التحصيل لمفاهيم تكنولوجيا النانو.

التعقيب على الدراسات السابقة، وعلاقتها بالبحث الحالي:

في إطار إجراءات البحث الحالي فقد تَمَّ استقراءُ نتائج وتوصيات هذه الدراسات، وتحديد معايير تكنولوجيا النانو اللازم توافُرها في محتوى كتُب الرياضيات للمرحلة المتوسِّطة، ثم وضعها في صورة قائمة تتضَمَّن المعايير والمؤشِّرات، وعرضها على مجموعة من المختصّين، حيث تُمَّ بذلك التوصُّل إلى معايير تكنولوجيا النانو اللازم توافُرها في مناهج رياضيات المرحلة المتوسِّطة، وقد ذُكِرت في الجزء الخاصِّ بإجراءات البحث الحالي.

- **الطريقة والإجراءات:** تضمَّنت إجراءاتُ البحث وصْفاً للخطوات المتَّبَعة لتحقيق أهدافِه والإجابة عن أسئلته؛ والتي تشمل منهج البحث، وعيّنته، وأدواته، وخطوات تنفيذه، كما تتضمَّن أساليبه الإحصائية، وفيما يلي عرضٌ لتلك الإجراءات:
- **منهج البحث:** اعتمد البحث استخدام المنهج الوصفي التحليلي؛ لتحليل مضامين كتُب الرياضيات للصفوف الثلاثة بالمرحلة المتوسِّطة (بفصليها الأول والثاني)، في ضوء معايير ومؤشِّرات تكنولوجيا النانو.
- **مجتمع البحث وعيّنته:** تمثّلَ مجتمعُ البحث في الموضوعات الرئيسَةِ والفرعيَّة المتضمَّنة في محتوى الكتُب السِتَّة للمرحلة المتوسِّطة بفصلَيْها الأوَّل والثاني لعام (١٤٤٠-١٤٤١هـ)، وقد تحدَّدت عيِّنة البحث في جميع عناصر مجتمع البحث (المسح الشامل)، حيث حُلِّل محتوى جميع كتُب مجتمع البحث في ضوء معايير تكنولوجيا النانو.
- **أداة البحث وبناؤُها:** تمثَّلت أداة البحث في قائمة معايير تكنولوجيا النانو اللازم توافُرها في مناهج الرياضيات للمرحلة المتوسِّطة، حيث أُعدَّت باستقراء الأدبيات النظرية والبحوث والدراسات ذات العلاقة بالموضوع، كدراسة كُلٍّ من: (الطناوي، ٢٠٠٥؛ أحمد، ٢٠٠٩؛ Helenthal, 2010؛ Sakhnini & Blonder, 2016؛ سعيد، ٢٠١٨)، والتي تقوم على أساس ملاءمتها لطبيعة البحث، والاعتماد على المعيار كأداةٍ لتحليل محتوى كتُب الرياضيات بالمرحلة المتوسِّطة؛ لتحقيق أهداف

البحث، حيث تضمَّنت بصورتها النهائية (١٠) معايير تندرج تحتها مجموعةٌ من المؤشِّرات:

١) **الهدف من التحليل**: هدف تحليل محتوى كتُب الرياضيات بالمرحلة المتوسِّطة إلى التعرُّف على مدى توافُر معايير تكنولوجيا النانو في محتوى منهج الرياضيات للمرحلة المتوسِّطة في المملكة العربية السعودية.

٢) **فئات التحليل**: تتمثَّل في ثلاث فئات؛ الأولى: تتضمَّن المفاهيم الأساسية لتكنولوجيا النانو التي تضمَّنت بطريقة مباشرة. والثانية: تتضمَّن المفاهيم الفرعية التي تضمَّنت بطريقة مباشرة ومختصرة. والثالثة: تتضمَّن المفاهيم الثانوية لتكنولوجيا النانو ووحدات القياس بطريقة غير مباشرة. واستُخدمت مفردات للمفاهيم والفقرات التي تضمَّنتها المقرَّرات بطريقة مباشرة أو غير مباشرة كفئات للتحليل، كما يلي (طعيمة، ٢٠٠٤؛ الهاشمي وعطية، ٢٠١٤):

- عالية: إذا تَمَّ تناوُل المفهوم بشكل مباشر وتفصيلي، بمعنى: أن يَرِدَ المفهومُ في محتوى مناهج الرياضيات بشكل صريح مع وجود شرح أو تعريف أو تفصيل لمعنى المفهوم، كتعريفه أو أمثلة تطبيقية لعلاقته بالرياضيات ...إلخ.
- متوسِّطة: إذا تَمَّ تناوُل المفهوم تناولًا مباشِرًا وبإيجاز، بمعنَى: أن يَرِدَ المفهومُ في محتوى مناهج الرياضيات كمُصطلح أو مؤشِّر لعلاقة تكنولوجيا النانو بالرياضيات، ولكن دون تفصيل أو توضيح لذلك.

- منخفِضة: إذا تَمَّ تناوُل المفهوم بشكل غير مباشر، بمعنَى: أن يُشار إلى علاقة مفهوم أو تطبيق رياضي بذلك المفهوم تكنولوجيا النانو دون الإشارة إلى ذلك إشارةً مباشرة أو صريحة.
- غير متوافِر: إذا كان المفهوم غيرَ واردٍ بصورة مباشرة أو غير مباشرة في محتوى منهج الرياضيات للمرحلة المتوسِّطة.

٣) **وحدات التحليل**: تَمَّ اختيار وحدات التحليل بحسب الوحدات، وموضوعات الرياضيات، والمفاهيم والمفردات، حيث تمَّ تحليلُ كتُب الرياضيات للمرحلة المتوسِّطة على أساسها.

٤) **مُكوِّنات الأداة**: تكوَّنت الأداة من (١٠) معايير، يندرج تحت كُلِّ معيار مجموعةٌ من المؤشِّرات الفرعية، وهي كما هو مُبيّن في الجدول (1):

جدول (1): المعايير المتضمَّنة في القائمة، وعدد المؤشِّرات الفرعية

	المعايير	عدد المؤشرات
١	تضمين مفاهيم تكنولوجيا النانو بالمرحلة المتوسِّطة	٥
٢	توظيف مفاهيم تكنولوجيا النانو بمقرَّر الرياضيات بالمرحلة المتوسِّطة	٤
٣	البحث والاستقصاء في تكنولوجيا النانو	٥
٤	أساليب تدريس مفاهيم تكنولوجيا النانو	٤
٥	مواكبة التطوُّرات الحديثة لتكنولوجيا النانو	٣
٦	توصيف مفاهيم تكنولوجيا النانو	٦
٧	استخدام الأرقام عند عرض تكنولوجيا النانو	٦
٨	القياس عند عرض تكنولوجيا النانو	٨
٩	الاستدلال عند عرض تكنولوجيا النانو	٦
١٠	الاتّصال عند عرض تكنولوجيا النانو	٩
	المجموع	**٥٦**

٥) التحقُّق من الشروط السيكومترية للأداة:

أ) الصدق: يُعنِي الصدقُ في هذا البحث: إلى أيّ مدى تستطيع الأداة (قائمة المعايير) قياسَ ما قُصد أن يُقاس بها. وقد تَمَّ التحقُّق من صدق القائمة من خلال ما يأتي:

- **الصدق الظاهري:** يقوم على فكرة مدى مناسبة الأداة لِمَا قِيس، ولِمَن يُطبَّق عليهم، ويتمثَّل في مدى وضوح المحاور والمؤشِّرات، ومدى علاقتها بالبُعد الذي تقيسُه، ويُعرف بصدق المحكّمين. وقد عُرضَت في هذا البحث الأداة (قائمة المعايير) على مجموعة من أساتذة الجامعات والمختصِّين في مجال البحث العلمي؛ للحُكم على مناسبتها لِمَا وُضعت لأجله، ووضوح المحاور والمؤشِّرات فيها، وارتباط كُلِّ مؤشِّر بالمعيار الْمُدرَج فيه، حيث اعتُمدت المؤشِّرات التي حصلت على نسبة (٨٥٪) باتِّفاق المحكِّمين على المؤشِّر، فيما عُدِّلت صياغة بعض الفقرات كما ورد في ملاحظات المحكِّمين وتعديلاتهم لقائمة المعايير والمؤشِّرات.
- **صدق المحتوى:** يعني مدى تمثيل الأداة للمؤشِّرات المختلفة للبُعد الذي يقيسُه، والتوازُن بينها، فيكون المقياس صادقًا طالما يشمل جميعَ عناصر الأبعاد المطلوب قياسها، ويقدَّر بصدق مجموعة المحكِّمين.

ب) الثبات: تَمَّ التحقُّق من ثبات الأداة باستخدام (الثبات عبر الأفراد)، حيث قامت الباحثتان بتحليل محتوى كتُب الرياضيات للمرحلة المتوسِّطة وفقًا للقائمة، ثم تَمَّ التأكد من ثبات التحليل بحساب معامل الاتّفاق بين نتائج تحليل الباحثتين باستخدام معادلة كوبر (Cooper):

$$\text{نسبة الاتّفاق} = \frac{\text{عدد مرّات الاتّفاق}}{\text{عدد مرات الاتّفاق + عدد مرّات الاختلاف}} \times ١٠٠$$

وقد جاءت نسبة الاتّفاق (٩٦ %)، وهي نسبة عالية تدُلُّ على ثبات بطاقة التحليل.

٦) **خطوات التحليل:**

في ضوء ما سبق قامت الباحثتان بقراءة كتُب الرياضيات بالمرحلة المتوسِّطة قراءةً متأنِّيةً؛ لتحديد الأفكار التي تدُلُّ على تضمُّن كتُب الرياضيات بالمرحلة المتوسِّطة لمعايير تكنولوجيا النانو الواردة في المحتوى والأنشطة العلميّة المتضمَّنة؛ اعتمادًا على المعايير التالية:

أ) إذا كانت الفكرة امتدادًا لفكرة سابقة، تعاملتَا معها على أنَّها فكرةٌ واحدة.

ب) إذا احتوت الفكرة على أفكار سابقة، تعاملتَا معها على أنَّها فكرةٌ واحدة.

ج) إذا لم تكن الفكرة محدَّدة بوضوح، يتِمُّ قراءةُ النصِّ مجَدَّدًا مرَّاتٍ عديدة، أو الرجوع إلى الأشكال والصور المتعلِّقة بها؛ لتشخيصها بدِقَّة؛ لكي تخدم أغراضَ البحث.

- **تنفيذ البحث:**

نُفِّذ البحث وفقاً للخطوات الآتية:

١) قراءة كتُب الرياضيات لكُلِّ صَفٍّ من صفوف المرحلة المتوسِّطة قراءةً دقيقة مُتأنِّية فاحصة.

٢) تحديد المفاهيم والمفردات الواردة في كتُب الرياضيات للمرحلة المتوسِّطة.

٣) الحكم على مدى توافُر معايير تكنولوجيا النانو بوضع إشارة (√) تحت أحد البدائل وفقًا لدرجة توفُّر المعيار (عالية، مُتوسِّطة، مُنخفضة، غير مُتوفر).

٤) حساب التكرارات والنسب المئوية للبدائل؛ لمعرفة مدى توفُّر معايير النانو في كتُب رياضيات للمرحلة المتوسِّطة.

٥) بناء تصوُّر مُقترَح لوحدة دراسية قائمة على معايير تكنولوجيا النانو في كتُب الرياضيات، في ضوء واقع نتائج تحليل كتُب الرياضيات للصفوف الثلاثة بالمرحلة المتوسِّطة.

المُعالجات والأساليب الإحصائية المُستخدَمة في البحث:

عُولجت البيانات باستخدام برنامج (SPSS)، وباستخدام الأساليب الإحصائية الآتية:

١) التكرارات والنسب المئويّة (Frequencies and Percentage).

٢) مُعادلة كوبر (Cooper).

- **نتائج البحث ومُناقشتُها:**

تضمَّنت النتائجُ الإجابةَ عن أسئلة البحث ومناقشتَها على النحو الآتي:

١) النتائج المُتعلِّقة بالسؤال الأوَّل:

للإجابة عن السُّؤال الأوَّلِ الذي ينصُّ على: "ما معايير تكنولوجيا النانو اللازم توافُرها في مناهج الرياضيات للمرحلة المتوسِّطة؟"، تمَّت مُراجعة الدراسات السَّابقة ذات العلاقة بمجال البحث، وتحديدًا تلك التي تناولت تكنولوجيا النانو، وما يرتبط بها من مُتغيِّرات كأحد مُتغيِّراتها، مثل دراسة كُلٍّ من: (طعيمة، ٢٠٠٤؛ السايح وهاني، ٢٠٠٩؛ خضر، ٢٠١٦؛ التقبي، ٢٠١٦؛ الرفاعي، ٢٠١٩؛ عسكر، ٢٠١٧؛ التميمي، ٢٠١٨)، حيث تمَّ استقراء نتائج وتوصيات تلك الدراسات، وتحديدُ معايير تكنولوجيا النانو اللازم توافُرها في كتُب الرياضيات للمرحلة المتوسِّطة، ثم وضعها في قائمة تتضمَّن المعايير والمؤشِّرات. والجدول (٢) يُبيِّن ذلك.

جدول (٢): قائمة معايير تكنولوجيا النانو الواجب توافُرها في مناهج الرياضيات للمرحلة المتوسِّطة

المعايير	م	المؤشِّرات
تضمين مفاهيم تكنولوجيا النانو بالمرحلة المتوسِّطة	١	يتضمَّن محتوى المقرَّر مفاهيمَ تكنولوجيا النانو باعتباره مجالا علميًّا جديرًا بالاهتمام.
	٢	تتضمَّن أنشطة المقرَّر تطبيقاتٍ علمية لممارسة بعض التطبيقات العلميةِ لمفاهيم تكنولوجيا النانو.
	٣	تتوسَّع مفاهيمُ النانو بمقرَّرات الرياضيات من مستوى إلى مستوى.
	٤	يتضمَّن محتوى المقرَّر مجالاتٍ متنوِّعة لتكنولوجيا النانو؛ لاختيار الطالب ما يُناسب تخصُّصَه في المستقبل.
	٥	تُعرض مفاهيم تكنولوجيا النانو بالمقرَّر بطريقة تُساعد الطالب على التحمُّس لدراستها.
توظيف مفاهيم تكنولوجيا النانو بمقرَّر الرياضيات بالمرحلة	٦	يوظِّف المقرَّر مفاهيمَ تكنولوجيا النانو في نواحي الحياة المختلفة.
	٧	يعرض المقرَّر مفاهيمَ تكنولوجيا النانو بطريقة تحبِّس الطلاب للتخصُّص في المستقبل.
	٨	يعرض المقرَّر مفاهيمَ تكنولوجيا النانو بطريقةٍ تُنمِّي الحياة المهنيّة للطالب في المستقبل.

المتوسّطة	٩	يعرض المقرَّر مفاهيمَ تكنولوجيا النانو لإدراك الطالب أهميتها في الحياة.
البحث والاستقصاء في تكنولوجيا النانو	١٠	يعرض محتوى المقرَّر تكنولوجيا النانو بطريقةٍ تُشعِر الطلاب بفتح آفاق علميّة جديدة في المجتمع.
	١١	يعرض محتوى المقرَّر تكنولوجيا النانو بطريقةٍ تجعل الطالبَ يبحث ويطَّلع على ما هو جديد.
	١٢	يوظِّف محتوى المقرَّر تكنولوجيا النانو بطريقةٍ تجعل الطالب يتواصل مع المتخصِّصين في المجال.
	١٣	يتضمَّن محتوى المقرَّر مادة علمية تُسهم في قيام الطلاب بعمل بحوث عن تكنولوجيا النانو.
	١٤	يعرض المحتوى تكنولوجيا النانو بطريقةٍ تُساعد الطلاب للبحث عن حقائق علميّة جديدة في المجال.
أساليب تدريس مفاهيم تكنولوجيا النانو	١٥	طريقة عرض مفاهيم النانو بالمقرَّر تُساعد على اختيار طرق التدريس التي تُشجِّع على البحث والاطّلاع.
	١٦	يعرض محتوى المقرَّر أهدافَ تدريس تكنولوجيا النانو بطريقةٍ تتعارض مع طُرُق التدريس السائدة.
	١٧	يتمُّ عرض مفاهيم تكنولوجيا النانو بطريقةٍ تُيسِّر للمُعلِّم اختيار طريقة التدريس المناسبة.
	١٨	طريقة عرض مفاهيم تكنولوجيا النانو بالمقرَّر تُساعد على التعلُّم الذاتي من قِبَل الطالب.
المعايير	**م**	**المؤشّرات**
مواكبة التطوُّرات الحديثة لتكنولوجيا النانو	١٩	يتضمَّن محتوى المقرَّر التطوُّرات الحديثة لتكنولوجيا النانو التي تُساعد على تقدُّم المجتمع.
	٢٠	يتضمَّن محتوى المقرَّر مفاهيم تكنولوجيا النانو المواكبة للتطوُّرات العلميّة الحديثة.
	٢١	يعرض محتوى المقرَّر مفاهيم تكنولوجيا النانو بطريقةٍ تُنمِّي الوعي بتطوُّرات تكنولوجيا النانو.
توصيف مفاهيم تكنولوجيا النانو	٢٢	يُصنِّف محتوى المقرَّر مفاهيم تكنولوجيا النانو في مجموعات، وذلك طبقاً للخواص التي تجمع بينها.
	٢٣	يُصنِّف محتوى المقرَّر المعلومات المتشابهة في مجموعات خلال عرض الموضوعات ذات العلاقة بالنانو.
	٢٤	تُصنَّف مفاهيم تكنولوجيا النانو في المقرَّر بطريقة مرتَّبة ذات معنى.
	٢٥	يُصنَّف محتوى المقرَّر المعلومات والمشاهدات واستقصاء الاستنتاجات ذات العلاقة بتكنولوجيا النانو.
	٢٦	تُوزَّع المعلومات والبيانات ذات العلاقة بتكنولوجيا النانو إلى فئات أو مجموعات في ضوء معايير مُشتركة بينها.
استخدام الأرقام عند عرض تكنولوجيا النانو	٢٨	يُوظَّف محتوى المقرَّر العلاقات الكَمِّيَّة للمهارات الرياضية لتكنولوجيا النانو.
	٢٩	يستخدم محتوى المقرَّر الأرقام عند التعبير عن ظاهرة علميّة ذات علاقة بتكنولوجيا النانو.
	٣٠	يُوظِّف محتوى المقرَّر لغة الرياضيات في التعبير عن مستوى الدلالة ذات العلاقة بتكنولوجيا النانو.
	٣١	يستخدم محتوى المقرَّر التعبير عن النتائج بواسطة الرسم والأرقام ذات العلاقة بتكنولوجيا النانو.
	٣٢	يستخدم محتوى المقرَّر الأرقام بطريقة صحيحة لوصف الحقائق والبيانات ذات العلاقة بتكنولوجيا النانو.

	٣٣	يربط محتوى المقرَّر بين الأرقام وما بينها من علاقات عددية ذات علاقة بمفاهيم تكنولوجيا النانو العلميّة.
القياس عند عرض تكنولوجيا النانو	٣٤	يستخدم المقرَّر ملاحظات كَمّيَّة، وكيفيَّة عند حساب قياس الظواهر العلميّة ذات العلاقة بتكنولوجيا النانو.
	٣٥	يُوظِّف محتوى المقرَّر أدوات القياس المختلفة لإعطاء قيم كَمّيّة لخصائص تكنولوجيا النانو المراد دراستها.
	٣٦	يُوظِّف المقرَّر أدوات القياس لإجراء العمليات الحسابية المرتبطة بهذه القياسات ذات العلاقة بتكنولوجيا النانو.
	٣٧	يُعالج محتوى المقرَّر المعلومات ذات العلاقة بتكنولوجيا النانو رياضيًّا وإحصائيًّا؛ لتُصبح ذات معنى.
	٣٨	يُوظِّف أدوات القياس عند عرض أنشطة تتضمَّن العوامل المتغيّرة لتكنولوجيا النانو.
	٣٩	يُوظِّف المقرَّر أدوات القياس لقياس المتغيّرات التابعة والمستقلَّة والضابطة في الأنشطة ذات العلاقة بالنانو.
	٤٠	يحدِّد محتوى المقرَّر وحدات القياس المناسبة بدِقَّة في تسجيل القياسات ذات العلاقة بتكنولوجيا النانو.
	٤١	يعرض محتوى المقرَّر الوحدات الكَمّيَّة لتكنولوجيا النانو بطريقة يَسهُل مقارنتها.
الاستدلال عند عرض تكنولوجيا النانو	٤٢	يعرض محتوى المقرَّر الأحداث ذات العلاقة بتكنولوجيا النانو بطريقةٍ تُساعِد على الاستنتاج العلمي.
	٤٣	يُوظِّف المقرَّر النتائج العلمية المستنتَجة ذات العلاقة بتكنولوجيا النانو بطريقةٍ يسهل تطبيقُها في مواقف أخرى.
	٤٤	يُوظِّف المقرَّر النتائج ذات العلاقة بتكنولوجيا النانو بالاعتماد على الأدلَّة والحقائق والملاحظات العلمية.
	٤٥	يعرض محتوى المقرَّر تكنولوجيا النانو بطريقةٍ تُساعد الطالب على استنباط النتائج من الملاحظات العلمية.
	٤٦	يربط محتوى المقرَّر بين الخصائص العلمية الظاهرة وغير الظاهرة لتكنولوجيا النانو.
	٤٧	يتضمَّن المقرَّر الرسوم التوضيحية والبيانية والمعادلات الرياضية حسب طبيعة الموضوعات ذات العلاقة بالنانو.
الاتّصال عند عرض تكنولوجيا النانو	٤٨	يُوظِّف المقرَّر التقنيات الحديثة لعرض مفاهيم تكنولوجيا النانو لتبادل المعلومات ونتائج الدراسات والأفكار.
	٤٩	يُوظِّف المحتوى الدوريات والمجلّات العلمية ومصادر التعلُّم العلمية ذات العلاقة ببحوث تكنولوجيا النانو.
	٥٠	يتضمَّن المقرَّر أساليب نقل الأفكار والمعلومات والنتائج العلمية التي تَوصَّل إليها علماء تكنولوجيا النانو.

	٥١	يعرض المقرَّر المشكلة، التصميم، والحلول ذات العلاقة بالنانو بصور الاتصال المتنوِّعة (شفوي، كتابي، ...إلخ).
	٥٢	يصف محتوى المقرَّر مفاهيم تكنولوجيا النانو لفظيًّا بدِقَّة ووضوحٍ؛ ليستوعبَها الطلاب.
	٥٣	يعرض المقرَّر أنشطة النانو بطريقةٍ تُساعد في تسجيل الملاحظات بطريقةٍ مُنظَّمة باستخدام أدوات مناسبة.
	٥٤	يعرض المقرَّر أنشطة النانو بطريقةٍ تُساعد الطلاب على تحويل الملاحظات إلى صور أو رموز أو مُعادلات.
	٥٥	يعرض المقرَّر أنشطة النانو بطريقةٍ تُساعد في تصميم الجداول والرسومات البيانية عند عرض النتائج وتفسيرها.
	٥٦	يستخدم المقرَّر التحليل الرياضي لدراسة العلاقات بين المتغيِّرات لوصف النتائج ذات العلاقة بتكنولوجيا النانو.

٢) النتائج المتعلِّقة بالسّؤال الثاني:

للإجابة عن السّؤال الثاني الذي ينصُّ على: "ما درجةُ توافُر معايير تكنولوجيا النانو في مناهج الرياضيات للمرحلة المتوسِّطة؟"، تَمَّ تحليلُ محتوى كتُب الرياضيات للمرحلة المتوسِّطة استنادًا إلى قائمة التحليل التي تَمَّ إعدادُها في ضوء قائمة المعايير الْمُعَدَّة مسبقًا ضِمن إجراءات البحث، حيث تَمَّ حِساب التكرارات والنسب المئوية لكُلِّ بند من بنود القائمة في ضوء نتائج تحليل محتوى كتُب الرياضيات الثلاثة للمرحلة المتوسِّطة. والجدول (٣) يُوضِّح ذلك.

جدول (٣): التكرارات والنسب المئوية لتحليل كتُب الرياضيات بالمرحلة المتوسِّطة في ضوء معايير تكنولوجيا النانو

المعايير	المؤشّر	الصف الأوَّل متوسِّط						الصف الثاني متوسِّط						الصف الثالث متوسِّط					
		عالية		متوسِّطة		منخفضة		عالية		متوسِّطة		منخفضة		عالية		متوسِّطة		منخفضة	
			ت	%	ت	%			ت	%	ت	%			ت	%	ت	%	
تضمين مفاهيم تكنولوجيا النانو	١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
	٢	٠	٠	٠	١٣	٨١	٠	٠	٠	٠	٢	١٢,٥	٠	٠	٠	٠	١	٦,٤	٠
	٣	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠

	٤	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
	٥	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
توظيف مفاهيم تكنولوجيا النانو	٦	٠	١	٨	١٢	٩٢	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
	٧	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
	٨	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
	٩	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
البحث والاستقصاء في تكنولوجيا النانو	١٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
	١١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
	١٢	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
	١٣	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
	١٤	٠																
أساليب تدريس مفاهيم النانو ١	١٥	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
	١٦	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
	١٧	٠	٠	٠	.	.	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
	١٨	٠	٠	٠	.	.	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
مُواكبة التطوُّرات	١٩	٠	٠	.	١٣	١٠٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
	٢٠	٠	٠	٠	.	.	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
	٢١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
توصيف مفاهيم تكنولوجيا النانو	٢٢	٠	٠	٠	٢	١٠٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
	٢٣	٠	١	٥٠	١	٥٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
	٢٤	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
	٢٥	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
	٢٦	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
	٢٧	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠

المعايير	المؤشّر	الصف الأول متوسّط						الصف الثاني متوسّط						الصف الثالث متوسّط					
		عالية	متوسّطة		منخفضة			عالية	متوسّطة		منخفضة			عالية	متوسّطة		منخفضة		
			ت	%	ت	%			ت	%	ت	%			ت	%	ت	%	
استخدام الأرقام عند عرض تكنولوجيا النانو	٢٨	٠	٠	٠	٨	٥٣,٤	٠	٠	٠	٠	٤	٢٦,٦	٠	٠	٠	٠	٣	٢٠	
	٢٩	٠	٠	٠	١٣	١٠٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	
	٣٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٢	٦٦,٦	٠	١	٣٣,٤	٠	٠	٠	٠	٠	٠	
	٣١	٠	٤	٣١	٩	٦٩	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	
	٣٢	٠	٠	٠	٣	١٠٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	

	٣٣	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
القياس عند عرض تكنولوجيا النانو	٣٤	٠	٠	٠	١٣	١٠٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
	٣٥	٠	٠	٠	٢٠	٨٠	٠	٠	٠	٥	٢٠	٠	٠	٠	٠	٠
	٣٦	٠	٠	٠	١	٢٥	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٣	٧٥
	٣٧	٠	٥	٥٥,٦	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٤	٤٤,٤
	٣٨	٠	١١	٣٦,٦	٨	٢٦,٦	٠	٦	٢٠	٣	١٠	٠	٠	٠	٢	٦,٦٧
	٣٩	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
	٤٠	٠	٠	٠	٩	٤٥	٠	٠	٠	٥	٢٥	٠	٠	٠	٦	٣٠
	٤١	٠	٠	٠	٢	١٠٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
الاستدلال عند عرض تكنولوجيا النانو	٤٢	٠	٠	٠	٨	٥٣,٣	٠	٠	٠	٣	١٩,٣	٠	٠	٠	٤	٢٦,٧
	٤٣	٠	.	.	١١	٥٨	.	٠	.	٤	٢١	.	.	.	٤	٢١
	٤٤	٠	٠	.	٣	١٠٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
	٤٥	٠	.	.	٢	١٠٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
	٤٦	٠	٠	٠	٢	١٠٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
	٤٧	٠	٠	٠	٨	٢٥	٠	٠	٠	١٠	٣١	٠	٠	٠	١٤	٤٤
الاتصال عند عرض تكنولوجيا النانو	٤٨	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
	٤٩	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
	٥٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
	٥١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	.	٥	١٠٠
	٥٢	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
	٥٣	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
	٥٤	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
	٥٥	٠	٠	٠	١٠	١٠٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
	٥٦	٠	٠	٠	٥	٣٣,٣	٠	٠	٠	٥	٣٣,٤	٠	٠	٠	٥	٣٣,٣

يتَّضح من الجدول (٣) ما يأتي:

- **نتائج المعيار الأول: تضمين مفاهيم تكنولوجيا النانو بكتُب الرياضيات بالمرحلة المتوسِّطة:** أظهرت النتائج عدم تضمين مؤشِّرات هذا المعيار عدا المؤشِّر رقم (٢)؛ "تتضمَّن أنشطة المقرَّر تطبيقاتٍ علميَّةً لممارسة بعض التطبيقات العلميَّةِ لمفاهيم تكنولوجيا النانو"، لكنَّها

تحقَّقت بدرجة منخفضة في الكتُب الثلاثة، بطريقة غير مباشرة ومختصَرة، في الصفِّ الأوَّل بنسبة (٨١٪)، والصفِّ الثاني بنسبة (١٢,٥٪)، والصفِّ الثالث بنسبة (٦,٤٪)، وكان ذلك في موضوعات الجبر والدوالِّ، تحليل الأشكال، والقُوى والأسس، والعوامل.

- **نتائج المعيار الثاني: توظيف مفاهيم تكنولوجيا النانو بمقرَّر الرياضيات بالمرحلة المتوسِّطة:** أظهرت النتائج عدمَ تضمين مؤشِّرات هذا المعيار عدا المؤشِّر رقم (٦)؛ "يُوظِّف المقرَّر مفاهيم تكنولوجيا النانو في نواحي الحياة المختلفة"، فقد توفر في الصف الأول بدرجة متوسطة بنسبة (٨٪)، وبدرجة منخفضة بنسبة (٩٢٪)، حيث تضمَّنَها منهج الرياضيات في الصفِّ الأول المتوسِّط فقط بطريقة منخفضة وغير مباشرة في موضوع النسب، وعدم تضمينها في الصفَّين الثاني والثالث.
- **نتائج المعيار الثالث: البحث والاستقصاء في تكنولوجيا النانو:** أظهرت النتائج عدم تضمين مؤشِّرات هذا المعيار جميعها في كتب الرياضيات في الصفوف الثلاثة، سواء بطريقة مباشرة أو غير مباشرة.
- **نتائج المعيار الرابع: أساليب تدريس مفاهيم تكنولوجيا النانو:** أظهرت النتائج عدم تضمين مؤشِّرات هذا المعيار جميعها في كتب الرياضيات في الصفوف الثلاثة، سواء بطريقة مباشرة أو غير مباشرة.
- **نتائج المعيار الخامس: مواكبة التطوُّرات الحديثة لتكنولوجيا النانو:** أظهرت النتائج عدمَ تضمين مؤشِّرات هذا المعيار جميعها في كتُب الرياضيات في الصفوف الثلاثة، سواء بطريقة مباشرة أو غير مباشرة، عدا

المؤشِّر رقم (١٩)؛ "يتضمَّن محتوى المقرَّر التطوُّرات الحديثة لتكنولوجيا النانو التي تُساعد على تقدُّم المجتمع"، حيث تَوفَّر هذا المؤشِّر بدرجة منخفضة في منهج الصف الأوَّل فقط بنسبة (١٠٠٪)، وذلك في موضوعات الأُسِّ، والأساس، والقُوى، وعدم توافُرها في الصفَّين الثاني والثالث.

- **نتائج المعيار السادس: توصيف مفاهيم تكنولوجيا النانو:** أظهرت النتائج عدم تضمين مؤشِّرات هذا المعيار جميعها في كتُب الرياضيات في الصفوف الثلاثة، سواء بطريقة مباشرة أو غير مباشرة، عدا المؤشر رقم (٢٢)؛ "يُصنِّف محتوى المقرَّر مفاهيم تكنولوجيا النانو في مجموعات، وذلك طِبقاً للخواص التي تجمع بينها في موضوع"، حيث توفَّر بدرجة متوسِّطة في الصفِّ الأول المتوسِّط في موضوع جمع الأعداد. والمؤشِّر رقم (٢٣)؛ "يُصنِّف محتوى المقرَّر المعلومات المتشابهة في مجموعاتٍ خِلال عرض الموضوعات ذات العلاقة بتكنولوجيا النانو"، حيث توفَّر هذا المؤشِّر بدرجة منخفضة وبدرجة متوسِّطة في منهج الصف الأوَّل فقط في موضوع الإشارات المتشابهة والمختلفة، وعدم توافرها في الصفين الثاني والثالث.
- **نتائج المعيار السابع: استخدام الأرقام عند عرض تكنولوجيا النانو:** أظهرت النتائج تضمين معظم مؤشِّرات هذا المعيار جميعها، عدا المؤشِّر رقم (٣٣)؛ "يربط محتوى المقرَّر بين الأرقام وما بينها من علاقات عددية ذات علاقة بمفاهيم تكنولوجيا النانو العلمية"، وكذلك توفَّر المؤشِّر (٢٨)

"يُوظِّف محتوى المقرَّر العلاقات الكَمِّيَّة للمهارات الرياضية لتكنولوجيا النانو" بدرجة مُنخفضة في الصفَّ الأوَّل بنسبة (٥٣,٤٪)، وذلك في موضوعات المعادَلات الخطِّيَّة ومُعادلة الضرب، الدوالِّ الخطية، والمعادلات ذات خطوتين، وفي الصفِّ الثاني بنسبة (٢٦,٦٪) في موضوع الدوالِّ، وفي الصفِّ الثالث بنسبة (٢٠٪) في موضوعات الدوالِّ، ورسم الدوالِّ بيانيًّا، والمعادلات. والمؤشِّر رقم (٢٩)؛ "يستخدم محتوى المقرَّر الأرقام عند التعبير عن ظاهرة علمية ذات علاقة بتكنولوجيا النانو"، فقد توفَّر بدرجة منخفضة في الصفَّ الأوَّل بنسبة (١٠٠٪) في موضوع ترتيب العمليات، وعدم توافُرها في الصفين الثاني والثالث. والمؤشِّر رقم (٣٠)؛ "يُوظِّف محتوى المقرَّر لغة الرياضيات في التعبير عن مستوى الدلالة ذات العلاقة بتكنولوجيا النانو"، فقد توفَّر بدرجة متوسِّطة ومنخفضة وغير مباشرة في الصف الثاني بنسبة (١٠٠٪) في موضوع لغة الرياضيات، ولم تتوافر في الصفين الأول والثالث. والمؤشِّر رقم (٣١)؛ "يستخدم محتوى المقرِّر التعبير عن النتائج بواسطة الرسم والأرقام ذات العلاقة بتكنولوجيا النانو"، فقد توفَّر بدرجة متوسِّطة ومنخفضة بنسبة (١٠٠٪) في الصف الأول في موضوع ضرب الأعداد، ومقياس الرسم، والمسافة، وعدم توافُرها في الصفين الثاني والثالث. والمؤشِّر رقم (٣٢) "يستخدم المقرَّر الأرقام بطريقة صحيحة لوصف الحقائق والبيانات ذات العلاقة بتكنولوجيا النانو"، فقد توفَّر

بدرجة منخفضة بنسبة (١٠٠٪) في الصف الأول، في موضوعات، قسمة الأعداد، وقطع العدّ، وعدم توفُّرها في الصفين والثاني والثالث.

- **نتائج المعيار الثامن: القياس عند عرض تكنولوجيا النانو:** أظهرت النتائج توافُر جميع مؤشِّرات المعيار بدرجة منخفضة وغير مباشرة عدا المؤشر رقم (٣٩)؛ "يُوظِّف محتوى المقرَّر أدوات القياس؛ لقياس المتغيرات التابعة والمستقلَّة والضابطة في الأنشطة ذات العلاقة بتكنولوجيا النانو"، حيث لم يتوافرْ في جميع الكتب بالصفوف الثلاثة. وقد تباينت درجة توافُر باقي المؤشِّرات في الصفوف الثلاثة، حيث: توفَّر المؤشِّر رقم (٣٤)؛ "يستخدم محتوى المقرَّر ملاحظات كَمِّيَّة، وكيفيّة عند حساب قياس الظواهر العلمية ذات العلاقة بتكنولوجيا النانو" بدرجة منخفضة في الصف الأول فقط في موضوع المتغيّرات والمؤشِّرات الجبرية، وعدم توافُرها في الصفين والثاني والثالث. والمؤشِّر رقم (٣٥)؛ "يُوظِّف محتوى المقرَّر أدوات القياس المختلفة؛ لإعطاء قيم كَمِّيَّة لخصائص تكنولوجيا النانو المراد دراستها"، فقد توفَّر بدرجة منخفضة في الصفِّ الأوَّل بنسبة (٨٠٪) في موضوع القياس، وفي الصف الثاني بنسبة (٢٠٪) في موضوع القياس غير المباشر، وعدم توافُرها في الصف الثالث. كما توفَّر المؤشِّر رقم (٣٦) "يُوظِّف محتوى المقرَّر أدوات القياس عند إجراء العمليات الحسابية المرتبطة بهذه القياسات ذات العلاقة بتكنولوجيا النانو" بدرجة منخفضة بنسبة (٢٥٪) في الصف الأول في موضوعات القياس، وحدات إنجليزية، والصف الثالث بنسبة (٧٥٪) في موضوع العمليات، وعدم توافُرها في

الصف الثاني. والمؤشِّر رقم (٣٧)؛ "يُعالج محتوى المقرَّر المعلومات ذات العلاقة بتكنولوجيا النانو رياضيًّا وإحصائيًّا؛ لتُصبح ذات معنى"، توفَّر في الصف الأول بدرجة متوسِّطة بنسبة (٥٥,٦٪) في موضوع قياسات مِتريَّة، وفي الصف الثالث بدرجة منخفضة بنسبة (٤٤,٤٪) في موضوع الإحصاء والاحتمال، وعدم توافُرها في الصف الثاني. والمؤشِّر رقم (٣٨)؛ "يُوظِّف أدوات القياس عند عرض أنشطة تتضمَّن العوامل المتغيِّرة لتكنولوجيا النانو"، تحقَّق بدرجاتٍ منخفضة وغير مباشرة في الصف الأول بنسبة (٦٣٪) في موضوعات الكسور والنسب المئوية، والنسب المئوية، والصف الثاني بنسبة (٣٠٪)، في موضوع النسب المئوية والتقدير، وإيجاد النسب المئوية ذهنيًّا، والصف الثالث بنسبة (٧٪) في موضوع مُعدَّل التغيُّر. أمَّا المؤشر رقم (٤٠)؛ "يحدِّد محتوى المقرَّر وحدات القياس المناسبة بدِقَّة في تسجيل القياسات ذات العلاقة بتكنولوجيا النانو"، فقد توفَّر بدرجة منخفضة وغير مباشرة في الصف الأول بنسبة (٤٥٪) في موضوع التحويل بين الوحدات الإنجليزية والمترية، والعلاقات بينها، وفي الصف الثاني بنسبة (٢٥٪) في موضوع العلاقات والدوالِّ- تمثيل الدوالِّ، وفي الصف الثالث بنسبة (٣٠٪) في موضوعات العلاقات والدوالِّ الخطية، وتمثيل المعادلات بيانيًّا، والدوالِّ التربيعية. كما توفَّر المؤشِّر رقم (٤١) في الصف الأوَّل فقط بنسبة (١٠٠٪) في موضوع مقارنة الأعداد، وعدم توافُرها في الصفين الثاني والثالث.

- **نتائج المعيار التاسع: الاستدلال عند عرض تكنولوجيا النانو:** أظهرت النتائج توافُر جميع مؤشِّرات هذا المعيار في الكتُب الثلاثة بدرجات منخفضة، حيث توفَّر المؤشِّر رقم (٤٢)؛ "يعرض محتوى المقرَّر الأحداث ذات العلاقة بتكنولوجيا النانو بطريقةٍ تُساعد على الاستنتاج العلمي" بدرجة منخفضة في الصف الأول بنسبة (٥٣,٣٪) في موضوع المستوى الإحداثي، وفي الصف الثاني بنسبة (١٩,٣٪) في موضوع التمثيل الإحداثي، وفي الصف الثالث بنسبة (٢٦,٧٪) في موضوع العلاقات. والمؤشِّر رقم (٤٣)؛ "يُوظِّف محتوى المقرَّر النتائج العلمية المستنتَجة ذات العلاقة بتكنولوجيا النانو بطريقةٍ يسهل تطبيقُها في مواقف أخرى" توفَّر بدرجات مُنخفضة في الصفوف الثلاثة وبطريقة مباشرة في الصف الأول بنسبة (٥٢٪) في موضوع التناسُب، والنسبة والتناسُب، والتناسُبات، النسبة، وفي الصف الثاني بنسبة (١٩٪) في موضوع حلِّ التناسُب، والاستدلال المكاني، والتناسُب، وفي الصف الثالث بنسبة (١٩٪) في موضوع إحصائيات العيِّنة، ومعالم المجتمع. أمَّا المؤشِّر رقم (٤٤)؛ "يُوظِّف محتوى المقرَّر النتائج ذات العلاقة بتكنولوجيا النانو بالاعتماد على أساس من الأدلَّة والحقائق والملاحظات العلمية"، فقد توفَّر بدرجة منخفضة في الصف الأوَّل فقط بنسبة (١٠٠٪) في موضوع التحقُّق، وعدم توافُرها في الصفين الثاني والثالث. وكذلك المؤشِّر رقم (٤٥)؛ "يعرض محتوى المقرَّر تكنولوجيا النانو بطريقةٍ تُساعد الطالب على استنباط النتائج من الملاحظات العلمية"، توفَّر بدرجة منخفضة في الصف الأوَّل فقط في

موضوع قطع العدِّ، وعدم توافُرها في الصفين الثاني والثالث. والمؤشِّر رقم (٤٦)؛ "يربط محتوى المقرَّر بين الخصائص العلمية الظاهرة وغير الظاهرة لتكنولوجيا النانو"، توفَّر بدرجة مُنخفضة في الصف الأوَّل فقط في موضوع الخصائص، وعدم توافُرها في الصفين الثاني والثالث. أمَّا المؤشِّر رقم (٤٧)؛ "يتضمَّن محتوى المقرَّر الرسوم التوضيحية والبيانية والمعادلات الرياضية حسب طبيعة الموضوعات ذات العلاقة بتكنولوجيا النانو"، فقد توفَّر في الصفوف الثلاثة بدرجة منخفضة وبطريقة غير مباشرة، في الصف الأوَّل بنسبة (٢٥٪) في موضوع المعادلات، حلِّ المعادلة، تحديد التمثيل البياني للدوالِّ، وفي الصف الثاني بنسبة (٣١٪) في موضوعات: قراءة الرسم البياني، والمعادلات والمتباينات، وحلِّ المتباينات، وفي الصف الثالث بنسبة (٤٤٪) في موضوعات المتغيِّرات، وحلِّ المعادلات والمتباينات، وتمثيل الدوالِّ بيانيًّا.

○ **نتائج المعيار العاشر: الاتّصال عند عرض تكنولوجيا النانو:** أظهرت النتائج عدم توافُر مؤشِّرات هذا المعيار، عدا المؤشِّر رقم (٥١)؛ "يعرض محتوى المقرَّر المشكلة، التصميم، والحلول ذات العلاقة بتكنولوجيا النانو بصور الاتّصال المتنوِّعة (شفوي، كتابي، صور...إلخ)"، حيث توفَّر في الصف الثالث بدرجة مُنخفضة وغير مباشرة بنسبة (١٠٠٪) في موضوعات تصميم دراسة مسحية، وتحليل نتائج البحث المسحية، وعدم توافُرها في الصفين الأوَّل والثاني. والمؤشِّر رقم (٥٥)؛ "يعرض محتوى المقرَّر أنشطة تكنولوجيا النانو بطريقةٍ تُساعد الطلاب على

تصميم الجداول والرسومات البيانية عند عرض النتائج وتفسيرها"، توفَّر بدرجة منخفضة في الصف الأوَّل بنسبة (١٠٠٪) في موضوع حلِّ مسألة الأعداد الصحيحة، وعدم توافُرها في الصفين الثاني والثالث. أمَّا المؤشِّر رقم (٥٦)؛ "يستخدم محتوى المقرَّر التحليل الرياضي عند دراسة العلاقات بين المتغيِّرات لوصف وتفسير النتائج ذات العلاقة بتكنولوجيا النانو"، فقد توفَّر في الصفوف الثلاثة بدرجة مُنخفضة في الصف الأوَّل بنسبة (٣٣,٣٪) في موضوعات القُوى والأسُس، والمتغيّرات والعبارات الجبرية، وتمثيل العلاقات، وفي الصف الثاني بنسبة (٣٣,٤٪) في موضوعات القُوى والأُسُس، وتبسيط المؤشِّرات، وفي الصف الثالث بنسبة (٣٣,٣٪) في موضوع، التحليل، والمعادلات التربيعية.

وبوجه عام، فقد توفَّرت بعض المؤشِّرات في الصفوف الثلاثة وفي المحاور بدرجة مُنخفضة وغير مباشرة، في المقرَّرات الثلاثة لرياضيات المرحلة المتوسِّطة، وتتَّفِق هذه النتائج مع نتائج دراسة كُلٍّ من: (أحمد، ٢٠٠٩؛ John, 2012؛ Jacinta, 2013).

٣) النتائج المُتعلِّقة بالسؤال الثالث:

للإجابة عن السُّؤال الثالث الذي ينصُّ على: "ما التصوُّر المقترَح لوحدة دراسية في الرياضيات للمرحلة المتوسِّطة قائمة على معايير تكنولوجيا النانو؟" تَمَّ استعراض نتائج تحليل محتوى رياضيات المرحلة المتوسِّطة التي تَمَّ التوصُّل إليها، وبالاستفادة من الأدبيات النظرية والبحثية ذات العلاقة بتكنولوجيا النانو، والتكامُل بين العلوم والرياضيات والتكنولوجيا، وكذلك في ضوء قائمة

معايير تكنولوجيا النانو؛ بُني التصوُّر المقترَح للوحدة الدراسية لتضمين مفاهيم ومفردات النانو في رياضيات المرحلة المتوسِّطة كما يأتي:

- **الإطار الفلسفي للتصوُّر المقترَح للوحدة الدراسية:**

يتحدَّد الإطار الفلسفي للتصوُّر المقترَح للوحدة الدراسية في الرياضيات للمرحلة المتوسِّطة في أهمية تكامُل المعرفة في العملية التعليمية، وتعليم الرياضيات بشكل خاصٍّ، ودورها في إعداد الطلاب للتعامُل مع التحديات والتغيُّرات العالمية الجديدة في المجتمع العالمي والدول النامية بكفاءة وجدارة، وتنمية مهاراتهم وقدراتهم وإبداعاتهم من جانب، وتطوير مجتمعهم والنهوض به في مختلف المجالات، وتدريبهم على التعامُل مع المستحدَثات العلمية والتكنولوجية، ومن ضِمنها تكنولوجيا النانو، ومعطياتها العلمية والتقنية.

- **المبادئ التي يقوم عليها التصوُّر المقترَح:**

يقوم التصوُّر المقترَح للوحدة الدراسية على المبادئ الآتية:

١) المكانة المركزية الهامَّة للمرحلة المتوسِّطة، بصفتها مرحلة لتشكيل الوعي والإسهام المجتمعي.

٢) أهمية تكنولوجيا النانو وإسهاماتها وتطبيقاتها، وارتباطها بفروع المعرفة المختلفة كافة.

٣) أهمية الرياضيات وارتباطها الوثيق بالمجالات العلمية الأخرى، ودورها فيما يشهده العالم من تقدُّم علمي وتقني.

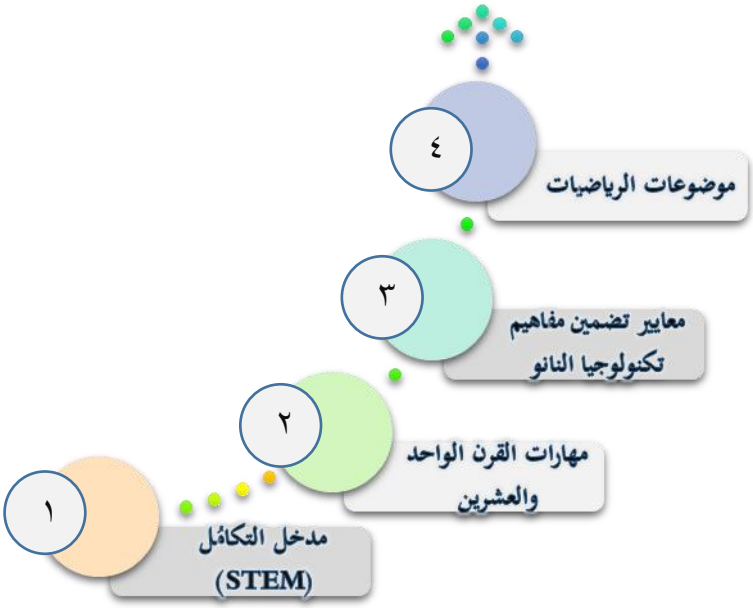
٤) الاتجاهات الحديثة في تعليم الرياضيات كمدخل (STEM).

٥) توصيات المؤتمرات والتوجُّهات العالمية للاهتمام بتكنولوجيا النانو وتضمينها في المقرَّرات الدراسية.

٦) توصيات المؤتمرات والتوجُّهات العالمية للاهتمام بتقويم وتطوير مقرَّرات الرياضيات.

٧) القصور في تضمين منهج الرياضيات بالمرحلة المتوسِّطة لمفاهيم ومفردات تكنولوجيا النانو.

ويمكن توضيح مبادئ التصوُّر المقترَح للوحدة الدراسية في النموذج (١):



نموذج (١): نموذج لمبادئ بناء الوحدة الدراسية (NANO MATH)

- **أهداف التصوُّر المُقترَح:**

إن تحديد الأهداف أمرٌ بالغ الأهمية في أيِّ عمل، فهي الأساس الذي ينطلق منه واضعو المناهج، ومطوِّروها، والمعلمون، والمعنيّون بالعملية التعليمية التربوية، وفي هذا التصوُّر المقترَح للوحدة الدراسية يُعَدُّ تحديد الأهداف البداية التي تنطلق منها، ويُبنى في ضوئِها مضمونُها، إذ يسعى هذا التصوُّر لتحقيق ما يأتي:

- **الهدف العام:**

يهدف إعداد التصوُّر المقترَح للوحدة الدراسية لتضمين مفاهيم تكنولوجيا النانو في رياضيات المرحلة المتوسِّطة.

- **الأهداف العامَّة للتصوُّر المقترَح للوحدة الدراسية:**

١) بناء شخصية إسلامية علمية واعية قادرة على التفاعُل الإيجابي النشط مع التطوُّرات العلمية والتكنولوجية.

٢) تكامُل المعرفة القائم على الربط بين العلوم والرياضيات والتكنولوجيا.

٣) الانفتاح الواعي على التجارب والخبرات العلمية في مجال تكنولوجيا النانو، والاستجابة الفاعِلة والمؤثِّرة مع أحداثها وتطوُّراتها وقضاياها.

٤) تحسين مُخرَجات التعليم؛ ليكونوا قادرين على المشاركة الفاعِلة في الابتكارات العلمية لتكنولوجيا النانو.

٥) تطوير مقرَّرات الرياضيات بالمرحلة المتوسِّطة وفق أحدث النظريَّات والاتجاهات العالمية المعاصرة المهتمَّة بالقضايا والمستجَدَّات العلمية والتكنولوجية، وتأثيراتها المحتملة في نواحي الحياة كافَّة.

٦) توجيه الاهتمام بتكنولوجيا النانو كتوجُّهٍ مهني مُستقبلي.

٧) تطوير العمليات المعرفية لدى طلاب المرحلة المتوسِّطة، وإكسابهم مفاهيم تكنولوجيا النانو.

٨) بناء منظومة مفاهيم مُتَّسِقة تُعَدُّ مدخلًا لفهم تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها في مختلَف المجالات.

٩) توظيف الرياضيات من خلال ربطها بمفاهيم تكنولوجيا النانو؛ لتكون أكثر ارتباطاً بالواقع ومُستجَدَّاته.

١٠) تحقيق التوازُن في تضمين مفاهيم تكنولوجيا النانو في منهج الرياضيات بالمرحلة المتوسِّطة.

١١) رفع الوعي بتكنولوجيا النانو وقضاياها وتأثيراتها المختلفة.

١٢) تنمية مفاهيم التفكير العلمي المنظَّم، ومنها البحث والتقصِّي والاستكشاف والاستدلال والتحليل والتفسير؛ لكونها عمليات معرفية أساسية في اكتساب مفاهيم تكنولوجيا النانو.

١٣) إكساب مهارات القرن الواحد العشرين.

١٤) تنمية الاتجاهات الإيجابية نحو الرياضيات وتكنولوجيا النانو ومعطياتها العلمية.

١٥) الإسهام في الرفع من مستوى أداء طلاب المملكة في المنافسات الدولية القادمة.

❖ **التصوُّر المُقترَح للوحدة الدراسية: الرياضيات وتكنولوجيا النانو (NANO MATH)**

- **الفئة المستهدَفة:** طلبة المرحلة المتوسِّطة.
- **خصائص التصوُّر المُقترَح للوحدة الدراسية:**

١) تنظيم المحتوى وفقاً للترابُط والتكامُل بين مفاهيم النانو والمفاهيم الرياضية.
٢) تشجيع الطلبة على الاهتمام بتكنولوجيا النانو، وتأكيد أهمية تعلُّم مفاهيم تكنولوجيا النانو.
٣) المرونة والبساطة والوضوح ومواكبة التطوُّرات العلمية الحديثة.
٤) تقديم التصوُّر المقترَح للوحدة الدراسية في صورة متكامِلة تدمج بين الرياضيات ومفاهيم تكنولوجيا النانو في نماذج وأنشطة تعلمية، ومشاريع مبسَّطة؛ لتيسير عملية تعليمها للطلاب.
٥) مُراعاة الفروق الفردية من حيث القدرات والاستعدادات والاهتمامات العلمية، بتنويع إستراتيجيات تعليم ووسائل وأنشطة وأساليب تقويم.
٦) أنشطة تعلُّم ومهام تقوم على الربط بين الرياضيات ومفاهيم النانو.
٧) التركيز على التعلُّم الذاتي والتعلُّم المستمِرّ ومهارات التواصُل والتشارُك.
٨) التركيز على الدور الإيجابي للطالب في اكتساب وتوظيف مفاهيم النانو.
٩) اعتماد مدخل (STEM)، ومعايير النانو، كأساس لتصميم وبناء التصوُّر المقترَح.

- **خطوات إعداد التصوُّر المُقترَح للوحدة الدراسية:**

بُني التصوُّر المقترَح للوحدة الدراسية كما يأتي:

١) تحديد الفلسفة والأسس والمنطلَقات لبناء التصوُّر المقترَح للوحدة الدراسية.

٢) تحديد الهدف العام من الوحدة الدراسية.

٣) تحديد الأهداف الخاصَّة للوحدة الدراسية.

٤) تحديد الفئة المستهدَفة في الوحدة الدراسية.

٥) تحديد معايير تكنولوجيا النانو اللازم توافُرها في منهج الرياضيات للمرحلة المتوسِّطة.

٦) اختيار موضوعات الرياضيات في الوحدة الدراسية.

٧) دمج موضوعات الرياضيات المحدَّدة ومعايير تكنولوجيا النانو بصورة تكامُلية.

٨) توضيح العلاقات بين معايير النانو ومفاهيم وعمليات موضوعات الرياضيات.

٩) تنظيم الموضوعات المحدَّدة داخل الوحدة الدراسية.

١٠) تحديد الإستراتيجيات والأنشطة الملائِمة.

١١) تحديد مصادر التعلُّم.

١٢) تحديد أساليب التقويم المناسِبة لتحقيق الوحدة الدراسية.

١٣) بناء التصوُّر المقترَح للوحدة الدراسية.

- **مكوِّنات الوحدة الدراسية**

تتضمَّن الوحدة الدراسية في الرياضيات –في ضوء معايير تكنولوجيا النانو– مَا يلي:

١) الأهداف العامَّة والخاصَّة.

٢) الأهداف التعليمية السلوكية.

٣) محتوى الوحدة ونشاطات التعليم والتعلُّم.

٤) طرق وإستراتيجيات التعليم.

٥) المواد والأدوات ومصادر التعلم.

٦) أساليب التقويم.

- **الأهداف الخاصَّة للوحدة الدراسية:**

١) الوعي بمفاهيم ومفردات تكنولوجيا النانو الأساسية والفرعية ووحدات القياس.

٢) الوعي بقضايا النانو المرتبطة بمفاهيم النانو وتطبيقاتها.

٣) ربط موضوعات الرياضيات المتمثِّلة في تبسيط الكسور، العمليات على الأعداد الصحيحة، مقارنة وحدات القياس والتحويل بينها بمفاهيم ومُفردات تكنولوجيا النانو.

٤) إيجاد علاقة بين مفاهيم وعمليات الرياضيات وربطها بتكنولوجيا النانو في إنجاز أنشطةٍ ومهامَّ ومشاريعَ.

٥) حلُّ مسائل رياضية ومشكلاتٍ حياتية بالاستفادة من تكنولوجيا النانو في التوصُّل للحلِّ الأمثل.

٦) تنمية مهارات التفكير ومهارات حلِّ المشكلات المرتبطة بمهارات القرن الواحد والعشرين.

٧) اكتساب مهارات البحث والتعلُّم الذاتي والتعلُّم المستمِرِّ.

٨) المتعة في تعلُّم الرياضيات بربطها بالنانو، واكتساب الاتجاهات الإيجابية نحوها.

- **الأهداف الإجرائية (السلوكية):**

يُتوقَّع من الطلبة في نهاية دراستهم للوحدة الدراسية أن يكونوا قادرين على:

١) تعرُّف مفاهيم تكنولوجيا النانو الأساسية.

٢) تعرُّف الأعداد الصحيحة والعمليات عليها.

٣) إجراء العمليات الحسابية على الأعداد الصحيحة بربطها بمفاهيم تكنولوجيا النانو الأساسية.

٤) تعرُّف المفاهيم الفرعية المرتبطة بتكنولوجيا النانو.

٥) تبسيط الكسور لأبسط صورة.

٦) إيجاد العلاقة بين تبسيط الكسور ومفاهيم تكنولوجيا النانو في المعالجة للوصول لأبسط صورة.

٧) حلّ المسائل الرياضية بخطوات منطقية وأكثر من طريقة؛ للتوصُّل للحلِّ الأفضل.

٨) توظيف طرُق معالجة تكنولوجيا النانو لحلِّ المسائل الرياضية.

٩) تعرُّف مفاهيم وحدات القياس المرتبطة بتكنولوجيا النانو.

١٠) المقارنة بين الوحدات المترية المختلفة ووحدة النانو.

١١) التحويل بين الوحدات المترية المختلفة.

١٢) حساب الحجوم باستخدام وحدات القياس المختلفة.

١٣) المقارنة بين الحجوم المختلفة والحجم النانوي.

- **المفاهيم التي تتناولها الوحدة الدراسية:**

تتضمَّن الوحدة الدراسية بعضَ المفاهيم الرياضية، ومفاهيم تكنولوجيا النانو موضَّحة في جدول (٤).

جدول (٤): المفاهيم المُتضمَّنة بالوحدة الدراسية

دروس الرياضيات	مفاهيم الرياضيات	مفاهيم النانو	
الأوَّل	تبسيط الكسور	أساسية	النانو، علم النانو، تكنولوجيا النانو، الذرَّة، البروتون، الإلكترون، النيترون، الجزيء، قضايا النانو
الثاني	الأعداد الصحيحة العدد الموجب العدد السالب		
الثالث	حلُّ المسألة، ناتج الحلِّ، أفضل طريقة	فرعية	التحليل، المعالجة، الدقَّة، أفضل نتيجة، طرق المعالجة، ناتج جديد، الأمان.
الرابع	وحدات القياس المترية	وحدات قياس	مقياس النانو، النانومتر، صغيرة أو كبيرة جداً
الخامس	الحجم		الحجم النانوي

- **المهارات المُتضمَّنة في الوحدة الدراسية:**

١) حلُّ المشكلات.

٢) التعلُّم الذاتي.

٣) الاتِّصال التعاوني.

٤) الطلاقة الرقمية (الثقافة التكنولوجية).

٥) التفكير الناقد.

٦) المهارات الحياتية، وتتكوَّن من: (المرونة، المبادرة والتوجيه الذاتي، والإنتاجية).

- **موضوعات الوحدة الدراسية:**

١) الدرس الأوَّل: تقنية النانو وتبسيط الكسور الاعتيادية.

٢) الدرس الثـاني: النانو والعمليات على الأعداد الصحيحة.

٣) الدرس الثالث: معالجة تكنولوجيا النانو وحلُّ المشكلات الرياضية.

٤) الدرس الرابـع: مقياس النانو كوحدة من وحدات القياس المترية.

٥) الدرس الخامس: حساب الحجوم (الحجم النانوي).

نموذج (٢): موضوعات الوحدة الدراسية (NANO MATH)

- **المهمّات والأنشطة:**

تتضمَّن الوحدة مهمَّات وأنشطة متنوِّعة، تقوم على التكامُل بين الرياضيات ومفردات ومفاهيم النانو، وربط المفاهيم وإيجاد العلاقات بين الرياضيات والنانو، يستخدم فيها الطلبة مهارات البحث بالوسائل والمصادر المتاحة، ومهارات التفكير الناقد، والتعلُّم الذاتي والتعاوني، وأسلوب حلِّ

المشكلات، وتستهدف هذه المهمَّات والأنشطة إكسابَ الطالب الوعي الكافي بمفاهيم ومفردات النانو الأساسية والفرعية في موضوعات مادة الرياضيات (نموذج ٣).

نموذج (٣): توضيح للتكامُل والعلاقات بين موضوعات الرياضيات ومفاهيم النانو

- **طرق وإستراتيجيات التدريس المقترحة:**

تحدَّدت الطرُق والإستراتيجيات التدريسية للوحدة الدراسية في الآتي: المناقشة، النمذجة، الاستقصاء والاكتشاف، إستراتيجية جدول المعرفة (KWL)، المنظَّمات المتقدِّمة، التلخيص، التعلُّم التعاوني، حلُّ المشكلات، التعلُّم الذاتي، المشاريع.

- **المواد والأدوات اللازمة لتدريس الوحدة:**

تحدَّدت المواد والأدوات اللازمة لتدريس الوحدة الدراسية في: العروض التقديمية، أوراق عمل، مصادر تعلُّم (المكتبة، معمل الرياضيات، معمل الحاسب الآلي).

- **أساليب التقويم:**

تعتمد أساليب تقويم التعلُّم في الوحدة الدراسية على الوعي بمفاهيم ومفردات تكنولوجيا النانو وعلاقتها بالمفاهيم والعمليات الرياضية، واكتساب مهارات القرن ٢١؛ لذا فهي لا تركِّز على الاختبارات التي تقيس المستويات الدنيا كالتذكر والحفظ، وإنَّما تقيس الوعي والتحليل، وإدراك العلاقات، وتوظيف واستخدام المهارات المختلفة في اكتساب المعرفة. فهي تستخدم (قوائم الملاحظة، المنظّمات المتقدِّمة، التقارير، المشاريع، البحوث، ملف الإنجاز)؛ لتقويم وعي ومعرفة ومهارات الطلاب المكتسَبَة، وتكامُل المعرفة في أذهانهم، ويتضمَّن التقويم المراحل الثلاثة: المبدئي، التكويني، الختامي.

- **خطوات التدريس للوحدة الدراسية:**

يتِمُّ التدريس للوحدة الدراسية كما يأتي:

١) تقديم تهيئة تحفيزية تهدف لرفع الدافعية وتشويق الطلاب، واستثارة التفكير والدافعية لتعلُّم الموضوع، بتقديم بعض البرامج العلمية التي تتناول تكنولوجيا النانو، أو بعض الأنشطة التي تتطلَّب الاستكشاف.

٢) تقسيم الطلبة في مجموعات تعاونية مُصغَّرة، بحيث يتعاون أفراد كُلِّ مجموعة معًا؛ لإنجاز المهام والأنشطة والمشاريع والتقارير المطلوبة التي يتِمُّ تكليفهم بها.

٣) إتاحة الفرصة للطلبة للنقاش وطرح الأسئلة وإبداء الآراء، والتفكير حول ما تعلَّموه.

٤) استخدام المنظَّمات المتقدِّمة (الخرائط الذهنية، وخرائط المفاهيم) كأساسٍ؛ لتوضيح العلاقات بين المفاهيم الرياضية وبين مفاهيم النانو.

٥) استخدام الوسائط المتعددة؛ لتعزيز اكتساب الطلبة لمفاهيم النانو، وربطها بالمفاهيم والعمليات الرياضية.

٦) تطبيق أنشطة تعلُّم جماعية وفردية، وإعطاء الفرصة للطلبة لإثراء معلوماتهم كتعلُّم ذاتي.

٧) استخدام أساليب تقويم متنوِّعة للتحقُّق من وعي الطلبة، واكتسابهم للمفاهيم والمهارات الرياضية ومفاهيم تكنولوجيا النانو.

٨) إعطاء الطلبة تغذية راجعة فورية، تحول دون بناء خبرة معرفية خاطئة.

- **إعداد الدروس في الوحدة الدراسية:**

أُعدت دروس الوحدة الدراسية، بحيث حُدِّدت (الأهداف، المفاهيم، المحتوى، إستراتيجيات التدريس، والتقويم) لكلِّ درس من الدروس، والجدول (٥) يُبيِّن ذلك.

جدول (٥): دروس الوحدة الدراسية

الدرس الأول: تقنية النانو وتبسيط الكسور الاعتيادية	
الأهداف	١) تعرُّف مفاهيم تكنولوجيا النانو الأساسية. ٢) إيجاد العلاقة بين تبسيط الكسور ومفاهيم تكنولوجيا النانو في المعالجة؛ للوصول لأبسط صورة. ٣) تبسيط الكسور بالقسمة؛ للوصول لأبسط صورة. ٤) حلُّ مسائل لتبسيط الكسور بطرق النانو؛ للتوصُّل لأبسط صورة.
المفاهيم	النانو، علم النانو، تكنولوجيا النانو، الجزيء، تبسيط الكسور، أبسط صورة.
المحتوى	**التعريف بالمفاهيم:** ١) مفهوم النانو: مُصطلح يوناني بمعنى: الصغير، ويُمثِّل وحدة قياس. ٢) علم النانو: علم المواد المتناهية في الصِّغَر. ٣) تكنولوجيا النانو: التقنية التي تتعامَل مع موادَّ وأدوات الحجم النانوي التي تتراوح بين (١–١٠٠) نانومتر؛ لإنتاج مواد مميزة وفريدة، تُستخدم في مجالات مختلفة. ٤) الجزيء: أصغر جزيء من المادة يحتفظ بتركيبها الكيميائي. ٥) تبسيط الكسور: كتابة الكسر في أبسط صورة. ٦) أبسط صورة: الكسر المكتوب بأبسط صورة هو الكسر الذي لا يمكن قسمة بسطه ومقامه على عدد غير الواحد. **أنشطة التعليم والتعلُّم:** ١) مسائل من واقع الحياة، ومسائل تتضمَّن مهارات التفكير في تبسيط الكسور، وتربط بين عملية تبسيط الكسور ومفاهيم تكنولوجيا النانو في المعالجة للوصول لأبسط صورة. ٢) أنشطة قائمة على التعلُّم التعاوني والبحث والاستقصاء؛ للربط بين تبسيط الكسور ومفاهيم النانو.
الإستراتيجيات	المناقشة، التعلُّم التعاوني، النمذجة، الاستقصاء، التعلُّم الذاتي.
التقويم	مشاريع قائمة على البحث عن مفاهيم النانو الأساسية، واستخدامات تطبيقات النانو في مجالات الحياة المختلفة.
الدرس: الثاني: النانو والعمليات على الأعداد الصحيحة.	
الأهداف	١) تعرُّف الأعداد الصحيحة الموجبة، والسالبة، والصفر، والعمليات عليها ٢) تعرُّف مكوِّنات الذرَّة وشحناتها (البروتون الموجب، الإلكترون السالب، النيوترون مُتعادل الشحنة). ٣) تمييز أوجه الشَّبه والاختلاف بين مكوِّنات الذرَّة وبين الأعداد الصحيحة. ٤) تطبيق العمليات الأربع على الأعداد الصحيحة. ٥) تنمية الوعي بقضايا النانو المرتبطة بمفاهيم النانو وتطبيقاتها.
المفاهيم	الذرَّة، البروتون، الإلكترون، النيترون، قضايا النانو
المحتوى	**التعريف بالمفاهيم:** ١) الذرَّة: هي أصغر وحدةٍ في المادة، وتتألَّف نواة الذرَّة من بروتونات، ونيوترونات، وإلكترونات.

	٢) البروتون+: مُكوّنات الذرّة وهو مُوجب الشُّحنة دائماً. ٣) الإلكترون-: مُكوّنات الذرّة وهو سالب الشُّحنة دائماً. ٤) النيترون+_: مُكونات الذرّة وهو مُتعادل الشُّحنة دائماً. ٥) العدد الصحيح الموجب والسالب. **أنشطة التعليم والتعلُّم:** ١) مسائل من واقع الحياة؛ للربط بين العمليات على الأعداد الصحيحة ومكونات الذرة، ومسائل تُنمّي التفكير. ٢) مسائل تهدف لإجراء العمليات (الجمع والطرح) على الأعداد الصحيحة. ٣) أنشطة تتضمَّن توضيح العلاقات وأوجه الشَّبه والاختلاف بين مُكوّنات الذرّة، والأعداد الصحيحة.
الإستراتيجيات	المناقشة، النمذجة، الاكتشاف، KWL، التلخيص، التعلُّم التعاوني، التعلُّم الذاتي.
التقويم	تكليف الطلبة بعمل البحث وعمل نماذج ومجسَّمات؛ لتوضيح أوجه الشَّبه بين مُكوّنات الذرّة والأعداد الصحيحة.
الدرس: الثالث: معالجة تكنولوجيا النانو وحلُّ المشكلات الرياضية.	
الأهداف	١) حلُّ المسائل الرياضية بخطوات منطقية وأكثر من طريقة؛ للتوصُّل للحلّ الأفضل. ٢) استخدام طرق معالجة تكنولوجيا النانو لحلّ المسائل الرياضية. ٣) حلُّ المسائل الرياضية بدقَّة وبطرُق تحليلية مُتعدّدة؛ للوصول لأفضل حلٍّ. ٤) البحث في القضايا والمشكلات المتعلّقة بتقنية النانو.
المفاهيم	تحليل، المعالجة، الدقَّة، أفضل نتيجة، طرق المعالجة، ناتج جديد، الأمان.
المحتوى	**التعريف بالمفاهيم:** ١) المعالجة: إجراء العمليات؛ للوصول للنتائج. ٢) الدقة: المهارة العالية في أداء العمل. ٣) الأمان: اتّباع أفضل الممارسات السليمة. ٤) أفضل نتيجة: الحلُّ الأفضل بين مجموعة حلول. ٥) طرق المعالجة: الوصول لقيمة جديدة من معطيات موجودة مُسبَقاً. ٦) ناتج جديد: التجديد في الطرُق المستخدَمة لإجراء العمليات. ٧) قضايا النانو: المسائل والمشكلات المتعلِّقة بتقنية النانو. **أنشطة التعليم والتعلُّم:** ١) مسائل من واقع الحياة تتضمَّن خطوات حلّ المشكلات؛ للوصول للناتج الأفضل. ٢) تكليف الطلبة بعمل تقارير تتضمَّن خطوات المعالجة بتكنولوجيا النانو، وعمليات حلّ المسائل والمشكلات الرياضية.
الإستراتيجيات	المناقشة، KWL، التلخيص، حلُّ المشكلات، التعلُّم التعاوني، التعلُّم الذاتي.
التقويم	تكليف الطلبة بالتلخيص لخطوات حلّ المشكلات، وعمل منظَمات متقدّمة، والبحث لعمل تقارير حول

	أهمية تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها والقضايا المرتبطة بها.
الدرس الرابع: مقياس النانو كوحدة من وحدات القياس المترية.	
الأهداف	١) تعرُّف مفاهيم وحدات القياس المرتبطة بتكنولوجيا النانو. ٢) المقارنة بين الوحدات المترية المختلفة ووحدة النانو. ٣) التحويل بين الوحدات المترية المختلفة.
المفاهيم	مقياس النانو، النانومتر، صغيرة أو كبيرة جداً
المحتوى	**التعريف بالمفاهيم:** ١) صغيرة أو كبيرة جداً: صفةٌ للمقارنة. ٢) النانومتر: وحدة قياس تُقدَّر بجزء من المليار من المتر= $١٠^{-٩}$ متر. ٣) مقياس النانو: وحدة قياس النانو، وتقيس الأشياء المتناهية في الصغر. **أنشطة التعليم والتعلُّم:** ١) مسائل مرتبطة بواقع الحياة تتطلَّب التحويل بين الوحدات المترية لحلِّها. ٢) أنشطة للمقارنة بين وحدات القياس المختلفة ووحدة النانو. ٣) مسائل تتضمَّن مهارات التفكير العليا.
الإستراتيجيات	المناقشة، KWL، التلخيص، حلُّ المشكلات، التعلُّم التعاوني، التعلُّم الذاتي.
التقويم	تكليف الطلبة بإعداد تقارير حول وحدات القياس ووحدة قياس النانو، وإعداد مشاريع؛ لتوضيح العلاقة بين وحدات القياس المترية، ووحدة النانو.
الدرس الخامس: حساب الحُجوم والحجم النانوي	
الأهداف	١) تعرُّف مفهوم الحجم النانوي. ٢) حساب الحجم باستخدام وحدات القياس المختلفة. ٣) المقارنة بين الحجوم المختلفة والحجم النانوي.
المفاهيم	الحجم، الحجم النانوي.
المحتوى	**التعريف بالمفاهيم:** الحجم النانوي: حجم يتراوح بين (١-١٠٠) نانومتر. **أنشطة التعليم والتعلُّم:** ١) مسائل لحساب الحجوم مرتبطة بواقع الحياة. ٢) مسائل مرتبطة بواقع الحياة تتطلَّب حساب الحجم لحلِّها. ٣) أنشطة تتطلَّب المقارنة بين أحجام المجسَّمات والحجم النانوي.
الإستراتيجيات	المناقشة، KWL، النمذجة، الاستقصاء، حلُّ المشكلات، التعلُّم التعاوني، التعلُّم الذاتي.
التقويم	تكليف الطلبة بإعداد تقارير ونماذج؛ لتوضيح الحجم النانوي.

- **مُقترحَات البحث:**

في ضوء نتائج البحث يُمكن تنفيذ ما يأتي:

١) إعداد وحدات تعليمية في الرياضيات في مراحل التعليم المختلفة قائمة على التكامل بين الرياضيات والعلوم والتكنولوجيا، وقياس فاعليتها.

٢) تقويم محتوى مناهج الرياضيات في ضوء معايير تكنولوجيا النانو.

٣) إعداد برامج تدريبية لمعلِّمي الرياضيات؛ لرفع وعيهم بأهمية مفاهيم تكنولوجيا النانو، وتوظيفها في التعليم.

٤) بناء تصوُّر مُقترَح لمقرَّرٍ في الرياضيات قائمٍ على معايير تكنولوجيا النانو.

- **توصيات البحث:**

في ضوء نتائج البحث يُوصَى بما يأتي:

١) الأخذ بقائمة معايير تكنولوجيا النانو التي تَمَّ بناؤُها في هذا البحث؛ لتقويم محتوى مناهج الرياضيات للمراحل الدراسية المختلفة، ومدى تضمُّنها لمفاهيم وتطبيقات تكنولوجيا النانو.

٢) الاعتماد على قائمة المعايير في هذا البحث؛ لإعداد وتطوير مناهج الرياضيات بالمراحل الدراسية المختلفة، وتضمينها مفاهيم تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها المتعددة.

٣) الاستناد إلى التصوُّر المقترَح في هذا البحث؛ لبناء وحدات دراسية في الرياضيات، تُساعد في تنمية تطبيقات تكنولوجيا النانو في الرياضيات لدى الطلبة.

قائمة المراجع

أولاً: المراجع العربية

أحمد، رحاب (٢٠١٢). تكنولوجيا النانو في مجال المعلومات والاتصالات. *مجلة اعلم*، ع١١، ٤٥–٨٧.

أحمد، محمد (٢٠٠٩). تطوير مناهج الرياضيات في المدرسة الثانوية الصناعية في ضوء احتياجات سوق العمل المعاصرة، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية التربية، جامعة عين شمس.

آل ماطر، محمد (٢٠١١). *متخصصون يدعون إلى إدراج تقنية النانو في المناهج الدراسية*. الوطن أونلاين، استرجع في (٨ مارس، ٢٠٢٠م)، http://www.alwatan.com.sa/Politics/News_Detail.aspx?ArticleID=38019

التقبي، هدى (٢٠١٦). *وحدة في العلوم في ضوء النانو تكنولوجي وفقا لنموذج الاستقصاء لتنمية الاستيعاب المفاهيمي ومهارة حل المشكلة لدى طلاب المرحلة الإعدادية*، رسالة ماجستير، جامعة عين شمس.

التميمي، عبد الرحمن (٢٠١٨). مستوى الوعي بمفاهيم تقنية النانو تكنولوجي لدى الطلاب والطالبات المسجلين في الدبلوم التربوي بجامعة حائل. *رسالة الخليج العربي، بحوث ودراسات*،٤١ (١٤٨)،١ –١٨.

جامعة الملك سعود (٢٠٠٩). *المؤتمر الدولي لصناعة تقنيات النانو*. (٥ – أبريل ٢٠٠٩)، استرجع في (٧ مارس، ٢٠٢٠م). http://nano.ksu.edu.sa/ar/icni.

جامعة الملك سعود (٢٠١٥). *مؤتمر التميز في تعليم العلوم والرياضيات الأول توجه التقنية والعلوم والهندسة والرياضيات*. المملكة العربية السعودية.

خضر، آيات (٢٠١٦). *أثر استخدام حقيبة تعليمية إلكترونية في تنمية مفاهيم تكنولوجيا النانو والاتجاه نحوها لدى طالبات الصف التاسع الأساسي بغزة*، رسالة ماجستير، كلية التربية، الجامعة الإسلامية بغزة.

خضر، نظلة (٢٠٠٤). *معلم الرياضيات والتجديدات الرياضية: هندسة الفراكتال وتنمية الابتكار التدريسى لمعلم الرياضيات*. القاهرة، عالم الكتب.

درويش، عطا حسن؛ أبو عمرة، هالة حميد (٢٠١٨). مستوى المعرفة بتطبيقات النانو تكنولوجى لدى طلبة كليات التربية تخصص علوم في جامعات غزة واتجاهاتهم نحوها. *مجلة الجامعة الإسلامية للدراسات التربوية والنفسية*. ٢٦. (١)، ٢٠٠ ـ ٢٢٦.

الرفاعي، رانيا (٢٠١٩). مستوى المعرفة بتقنية النانو لدى طالبات المرحلة الثانوية في مدينة جدة واتجاهاتهن نحوها، *مجلة العلوم التربوية والنفسية*، ٣(٩)، ٢٣ – ٤٩.

السايح، السيد محمد؛ هاني، مرفت حامد (٢٠٠٩). تقويم منهج العلوم بالمرحلة الإعدادية على ضوء بعض مفاهيم النانو تكنولوجي. *المؤتمر العلمي الحادي والعشرون –تطوير المناهج الدراسية بين الاصالة والمعاصرة*. الجمعية المصرية للمناهج مصر.١. ٢٠٥ـ ٢٥٥.

السبوع، محمد (٢٠١٢). أين المناهج المدرسية من علم وتقنية النانو؟ *المؤتمر الدولي الفلسطيني الأول حول النانوتكنولوجي وعلم المواد*، جامعة النجاح الوطنية، فلسطين، ٣١ مارس.

سعيد، فهد محمد (٢٠١٨) تضمين موضوعات التكنولوجيا ومعايير تعلمها بمحتوى مناهج العلوم لطلاب المرحلة الابتدائية بمنطقة القصيم، دراسة وصفية. *المجلة العربية للعلوم ونشر الأبحاث*، ٢ (١)، ١٩– ٣٧.

سلامة، صفاء (٢٠٠٨). ضرورة تعليم وتدريس تكنولوجيا النانو. *صحيفة الشرق الأوسط*، ع١٠٩٥٧.

شلبي، نوال محمد (٢٠١٢). وحدة مقترحة لتنمية مفاهيم النانوتكنولوجي والتفكير البيئي لدى طلاب المرحلة الثانوية. *المؤتمر العلمي الثاني والعشرون للجمعية المصرية للمناهج وطرق التدريس: مناهج التعليم في مجتمع المعرفة*، الجمعية المصرية للمناهج وطرق التدريس، ٨ – ٩ أغسطس، مصر.

صحيفة عكاظ (٢٠١٠). *مطالب بإدراج النانو في المناهج*. صحيفة الكترونية، العدد (٣٢٦٢)، استرجع في (٧ مارس، ٢٠٢٠م)،

https://www.okaz.com.sa/new/Issues/20100523/PrinCon20100523351771

طعيمه، رشدي (٢٠٠٤). *تحليل المحتوى في العلوم الإنسانية؛ مفهومه، أسسه، استخداماته*. ط٤، دار الفكر العربي، القاهرة.

الطناوي، عفت (٢٠٠٥). معايير محتوى العلوم، مدخل لتطوير مناهج العلوم بالمرحلة الاعدادية، *المؤتمر العلمي التاسع للجمعية المصرية للتربية العلمية، معوقات التربية العلمية في الوطن العربي، التشخيص والحلول*، فندق المرجان، فايد الإسماعيلية، ٣١- ٣ أغسطس، المجلد الأول، ٥٥، ٩٤.

عبد الفتاح، ناهد محمد (٢٠١٧). فعالية وحدة مقترحة في علوم وتكنولوجيا النانو لتنمية التحصيل والقدرة على اتخاذ القرار والاتجاه نحو النانو لدى طالبات المرحلة الثانوية. *مجلة العلوم التربوية*، ٣، ٣١٢- ٣٤٣.

عسكر، أحمد عبده (٢٠١٧). فعالية وحدة مقترحة من منهج الكيمياء وفق مفاهيم النانو تكنولوجي في تنمية التحصيل لطلاب الأول الثانوي. *مجلة كلية التربية*، جامعة بور سعيد، يونيو، (٢٢)،٦٨١- ٦٩٦.

القحطاني، حسين؛ آل كحلان، ثابت (٢٠١٧). معوقات تطبيق منحى STEM في تدريس الرياضيات في المرحلة المتوسطة من وجهة نظر المعلمين والمشرفين بعسير، *المجلة العربية للأبحاث*، ١(٩)، ٢٣-٤٢.

محمد، شيماء أحمد (٢٠١٥). فاعلية برنامج في النانو تكنولوجي لتنمية المفاهيم النانو تكنولوجية والوعي بتطبيقاته البيئية لدى طلاب شعبة العلوم بكلية التربية. *مجلة التربية العلمية*، الجمعية المصرية للتربية العلمية، ١٨(٦)، ٣٩- ٧٤.

ملكاوي، آمال (٢٠١٧). فاعلية دراسة مساق تكنولوجيا المواد النانوية في اكتساب أساسيات النانو تكنولوجي والاتجاه نحوها. *المجلة الأردنية في العلوم التربوية*، ١٣(٣)، ٣٢٧- ٣٣٨.

الهاشمي، عبد الرحمن؛ عطية، محسن (٢٠١٤). *تحليل مضمون المناهج المدرسية*، دار صفاء للنشر والتوزيع.

***