IUGJEPS
Vol 28, No 2, 2020, pp 174 -201

ISSN 2410-3152

مجلة الجامعة الإسلامية للدراسات التربوية والنفسية

تاريخ الإرسال (2018-11-21)، تاريخ قبول النشر (2019-01-12)

تصور مقترح لتضمين مفاهيم تقنية النانو في مناهج الرياضيات المطورة بمراحل التعليم العام

اسم الباحث: د. عثمان بن علي القحطاني * 1

اسم الجامعة والبلد: 1 قسم المناهج وطرق التدريس كلية التربية والآداب جامعة تبوك - السعودية

البريد الالكتروني للباحث المرسل: * E-mail address: othman1435@yahoo.com

الملخص:

هدفت الدراسة الحالية إلى بناء تصور مقترح لتضمين مفاهيم تقنية النانو (النانو تكنولوجي)، وما يرتبط بها من تطبيقات في عناصر الخبرة التعليمية والمعرفة الرياضية بمستوياتها (المعرفة المفاهيمية والمعرفة الإجرائية وحل المشكلة الرياضية). وبعد الاطلاع على التجارب والدراسات السابقة، تم الوصول لقائمة مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو المراد تضمينها في مناهج الرياضيات في مراحل التعليم العام، واعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي، كما اعتمدت إجراءات الدراسة على بناء استمارة تحليل محتوي الرياضيات المدرسية في ضوء تقنية النانو، بالإضافة إلى استبيان حول واقع تضمين خبرات تقنية النانو، حيث تكونت العينة من (73) معلماً، (19) مشرفاً تربوياً في تخصص الرياضيات، تم اختيارها وفق نمط العينة العشوائية الطبقية من محافظات منطقة تبوك وفق متغيرات المحافظات والمراحل التعليمية. وبعد إجراءات تحليل المضمون وإجراءات التطبيق الميداني تبين قصور مناهج الرياضيات المطورة في إدماج ومعالجة المفاهيم والتطبيقات، وذلك في معايير العمليات والمعرفة والأهداف العامة لتعليم الرياضيات، وندرتها في عناصر المحتوى العلمي، وعدم وجود رؤية واضحة حول مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو في استراتيجيات التدريس والتقويم، ووفقاً لنتائج الدراسة، تم بناء التصور المقترح متضمناً الأسس والأهداف والمحتوي والأنشطة وآليات واستراتيجيات المعالجة، وأساليب التقويم.

كلمات مفتاحية: تقنية النانو، مناهج الرياضيات المطورة.

A suggested proposal to include the nanotechnology experiences in the developing mathematics curriculum at the educational stages

Abstract:

The main aim of current study is developing a suggested proposal to include the nanotechnology experiences (Nanotechnology's concepts and its Applications) in the mathematics knowledge (conceptual knowledge, procedure knowledge, and problem solving) at the educational stages in Saudi Arabia. The literature and previous studies have be studied and analyzed to describe the nanotechnology's concepts and its Applications Life. The instruments of this study are content analysis Form for assessing the mathematics curriculum components (aims & content), and questionnaire for assessing teaching practices to assessing mathematics curriculum in the light of nanotechnology experiences.

In addition, the current study depends on the analytical descriptive method, and the sample was selected from mathematics teachers, and supervisors of Tabuk region. The study consisted of (73) teachers and (19) supervisors. The main finding is the weakness of the mathematics curriculum related to inclusion nanotechnology's concepts and its applications on the components: aims, content, and teaching practices. Also, there is no clear perspective related to setting Nanotechnology's concepts and its Applications. In the light of this finding, suggested proposal was prepared including its components. The study recommended design modules in nanotechnology through a multidisciplinary approach, teacher training, using social media in building to determine the relation between mathematics and nanotechnology.

Keywords: (mathematics curriculum& nanotechnology)

المقدمة:

تعد سلسلة ماجروهل من مخرجات تطوير التعليم في الرياضيات المدرسية، حيث تم مواءمة أدواتها التعليمية بما يناسب النظام التعليمي بالمملكة العربية السعودية، وتجريبها عام 2009/2008م، وفيها تنطلق الرياضيات من المعايير الدولية: معايير المحتوي، والعمليات، والقدرات المعرفية، مع التركيز على النقاط المحورية في تعليم الرياضيات، ودمج قيم وقضايا المجتمعي على مستوى الأهداف والمحتوى والتدريس، والقضية المحورية في المناهج المعاصرة تنتقل من التركيز على المحتوى إلى المخرجات المرتبطة بتنمية مهارات التفكير، ومهارات العمل والتعلم، وحل المشكلات، واتخاذ القرار، وصناعة المعرفة في ظل مجتمع رقمي قائم على استمرارية تغير تكنولوجيا المعلومات والاتصال.

ومن المصطلحات المعاصرة المرتبطة بتطوير النظام التعليمي (مدخلاته وعملياته، ومخرجاته) مصطلح النانوتكنولوجي، أو ما يطلق عليه تقنية النانو أو تكنولوجيا النانو أو التكنولوجيا متناهية الصغر أو التكنولوجيا المجهرية، وتعد نوعاً متقدماً من أنواع التكنولوجيا قائم على التكامل بين عديد من التخصصات، ترتبط في دمجها بالنظام التعليمي على استيعاب ودراسة علم النانو، والعلوم الأساسية الأخرى المرتبطة به من قبل الطلاب، مع الاستفادة من تطبيقاته، والانتقال إلى مرحلة إنتاج المعرفة النانونية، من خلال آليات التحكم في بنية المواد المختلفة، وإعادة العمل على صياغتها للحصول على بنية كيميائية وفيزيائية جديدة.

وانطلاقاً من أهمية التعليم في بناء القدرات لدى الطلاب، أشارت خطة العلوم والتقنية بالمملكة العربية السعودية بمتابعة تقنية النانو على مستوى البحوث والدراسات والتعليم وبناء الوعي المجتمعي بمفاهيم تقنية النانو وتطبيقاتها، وربطه بتحقيق التنمية على مستوى المجتمع(مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية، 2005: 6)، كما أوضحت دراسة المهنا والعاني (2007: 2) تركيز هذه الخطة الوطنية لتقنية النانو على التعليم والتدريب، والبحث والتطوير، مع تشكيل الطلاب المبتكرين والباحثين وتزويدهم بالخلفية العلمية والمهارات التقنية المتقدمة، مع بناء برامج تعليمية تركز على تقنية وعلوم النانو لطلاب المدارس والجامعات، بالإضافة إلى تطوير مناهج المواد الدراسية وتعزيزها بالأنشطة والوسائل الداعمة لتدريب الطلبة على تقنية النانو.

وتعد مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو من مصطلحات العالم الرقمي والقرن الحادي والعشرين، ترتبط هذه التقنية بتنمية مهارات أكاديمية ووظيفية لدى الطلاب، وتعرف بكونها مدخلاً في قياسات الكم، تكمن أهميته بكونه من مقومات صناعة المعرفة في مقابل صناعات تقليدية، له تأثيراته في البحوث والصناعات، وتأثيراته المجتمعية التي تتطلب استيعاب مفاهيمه (Hersam, Melissa, and Gregory, 2004).

وظهرت مصطلحات علوم النانو، والمواد متناهية الصغر، وتقنية النانو، ومقاييس النانو، ووحدات النانو في النظم التعليمية عن طريق مدارس (STEM)، حيث تبنت تصميم موديولات بناء قدرات الطلاب في ثقافة النانو على مستوى المفاهيم والتطبيقات، وتوكيد أخلاقيات تقنية النانو، واستقصاء تطبيقاته، والربط بين تقنية النانو وعالم القياس الكمي بوحدات النانو، مع تمييز المصطلحات التالية:

النانوتكنولوجي كمصلح: تقنية المواد متناهية الصغر/ المواد المجهرية، ويتعامل الباحثون فيها على مستوى الذرات والجزيئات، ويرتبط مقياس النانو بالأطوال في المدى (1–100) نانومتر (درويش، وأبوعمرة، 2018).

النانوتكنولوجي كمصفوفة مفاهيم علمية: وتشير إلى تصورات ذهنية في مجال تقنية النانو، تجمع خصائص مشتركة، لها اسم ودلالة، وتوصيف لفظي(تعريف)، يمكن اكسابه للطلاب من خلال التعلم (خضر، أبوشقير، 2016).

النانوتكنولجي كتطبيقات حياتية: المعرفة الوظيفية لمخرجات تقنية النانو، بما يلبي احتياجات القرن الحادي والعشرين.

ويتكون مصطلح تقنية النانو من جزأين بمعني (تقنية النانو)، والنانو وهو كلمة دالة على أشياء متناهية في الصغر، ويعرفه غياضة (2016: 9) "بالعلم التطبيقي والتقني متعدد التخصصات الذي يهتم بالتحكم والسيطرة على المادة، في مستوى الذرة والجزيء في المدى (1–100) نانومتر، تهدف لابتكار وإنتاج مواد أو أجهزة جديدة، تتميز بخواص فريدة، وتؤدي وظائف محددة بكفاءة عالية، أدى إلى ظهور تطبيقات حديثة في جميع المجالات".

ويعرفه بان وكوجنيسيا (Ban K. & Kocijancic, 2011:78)، "بمجال علمي يركز على دراسة معالجات مواد الذرة، وقياسات المواد الجزئية والجزيئات، حيث تختلف في قياساتها وخصائصها ودلالتها عن القياسات الكبيرة، ويجب التمييز بين تقنية النانو Nanotechnologies والمواد متناهية الصغر Nanomaterial حيث تمثل الثانية مواد متناهية الصغر لها بعد واحد على الأقل على مقياس النانومتر".

ويعرفه ليو وسونج(Lu& Sung, 2010: 67) "بمجموعة من المفاهيم المرتبطة بعمليات دمج وتجميع المواد متناهية الصغر المنحصرة بين أطوال (1–100) نانومليمتر للحصول على مواد جديدة في مختلفة الخصائص الفيزيائية والكيميائية".

ويعرفه الدوسري (2012: 62) بتقنية تتعامل مع الأجسام ذات الأبعاد التي تتراوح بين 0,1 ، 100 نانومتر كالماء مثلاً، يبلغ قطر جزيئاته حوالي 1 نانومتر، في حين يبلغ قطر كرية دم حمراء بشرية حوالي 7000 نانو متر، ويبلغ قطر الشعرة الواحدة من شعر الإنسان حوالي 1000 نانو متر.

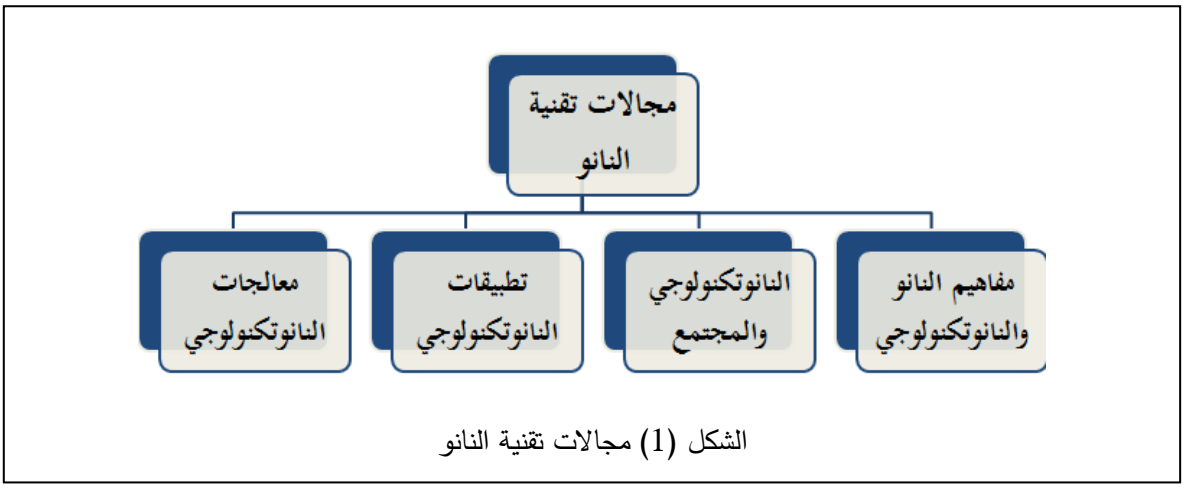
وتعرفه دراسة مهدي (2016: 87) "بالعلم الذي يهتم بدراسة وإنتاج الأشكال الهندسية المختلفة عبر تجميعها على المستوى الصغير من مكوناتها الأساسية عبر تدريج النانو (1– 100) نانومتر، وتهدف دراسته إلى توجه الطلاب نحو البناء والممارسات الأفضل، والأكثر دقة، والمنتجات الذكية ذات الأمان العالي والعمر الأطول".

وتشير دراسة حبيب (2017) أن علوم النانو ستظل عبر بدايات القرن (21) ثورة في مجال العلم، يشير مصطلح (nano) إلى الحجم الصغير (القزم – من أصول لاتينية)، وتستخدم للتعبير عن جزء من المليار من وحدة القياس في الرياضيات، والنانو متر (10^{-9}) من المتر، أما علم النانو فيركز على معالجة المادة على قياسات (0,1 حتى 100 نانومتر)، كما أن تقنية النانو تعالج في نطاق العلوم متعددة التخصصات multidisciplinary.

وحول تضمين تقنية النانو في مجالات الدراسة والتعلم، يتضح أنها بمثابة مدخل لتطوير المناهج الدراسية على مستويات الأهداف الدراسية، حيث يجب اعتباره أحد الأهداف العامة للمنظومة التعليمية، وربطه بمقررات العلوم والرياضيات والتكنولوجيا، مع دراسة أخلاقيات تقنية النانو خلال المواد الأخرى، وتحديث الخبرات التعليمية والأنشطة التعليمية بمحتوى المناهج في ضوء مفاهيم النانو، وتصميم أنشطة تعليمية توضح أهمية التجريب والدقة في القياسات والتقدير، وأهمية قياسات النانو في العلوم والطب والصناعات المختلفة (Ban & Kocijancic, 2011).

كما تؤكد نتائج دراسات أحمد، بسمة، وعبدالكريم (2017)، ودراسة أحمد (2015)، وفنونة (2012) إلى قصور مستويات المعرفة بتقنية النانو لدى الطلبة، نتيجة قصور مستويات تضمينها في مكونات المناهج، وأوصت بضرورة تطوير النظم التعليمية لمواكبة مجتمعات صناعة المعرفة، والتغيرات العلمية والتقنية، ومراعاة شمولية آليات الإصلاح والتطوير لمدخلات المناهج الدراسية، وتضمينها بالمفردات العلمية والتقنية المعاصرة، لتعزيز قدرات الطلبة في مجال تقنية النانو، مع مراعاة عناصر المعالجات واستراتيجيات التدريس والأنشطة واستراتيجيات التقويم.

وأوضحت نتائج دراسة كل من بينديكيت وفيرجين(Bénédicte,Virginie, 2010) مبررات تضمين مفاهيم النانو تكنولوجي، حيث تعد من متطلبات الحياة الوظيفية والأكاديمية في القرن الحادي والعشرين، والذي يطلق عليه العصر الرقمي في عالم رقمي، وأوصت الدراسة بتدريس وتعليم النانو تكنولوجي في النظام التعليمي وفق مجموعة محاور يمثلها الشكل التالي:



الشكل (1) مجالات تقنية النانو

ويوضح ميلو وآخرون (Milo, et.al, 2007) أهمية تطوير النظم التعليمية في ضوء ما يتم استحداثه من مفاهيم التقنية، والتي أضافت عديد من تطبيقات مجالات المعرفة الكمية. ويمكن للبرامج التعليمية تضمين مفاهيم النانو خلال مناهج مستقلة لتدريس هذه المفاهيم في مراحل مبكرة والتعرف عليها، أو تضمين هذه المفاهيم في أنشطة المواد الدراسية، خلال أنشطة وتجارب عملية داخل المدرسة، أو توظيف البيئات ومواد التعلم الافتراضية لاستيعاب مفاهيم تقنية النانو، كما يمكن توظيفها من خلال تقديم خبرات تعليمية مرتبطة بتطبيقات تقنية النانو في المجتمع.

وعلى الرغم من أهمية تنمية مفاهيم وتطبيقات النانو تكنولوجي لدى الطلبة، يلاحظ وجود تدني مستويات الطلاب في استيعاب مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو، ويعزى ذلك إلى قصور المناهج الدراسية على مستوى التعليم العام والجامعي في تضمينها داخل المقررات الدراسية (درويش وأبو عمرة، 2018).

كما أوضحت نتائج دراسة ميشيل وآخرون (Michael, et.al, 2010) أهمية تدريس مفاهيم تقنية النانو، حيث تعزو إلى تأثيراتها السريعة وتطبيقاتها المنتشرة في الحياة الاجتماعية والوظيفية، حيث إن كثير من المهن المستحدثة تتطلب اكتساب الطلاب مفاهيم تقنية النانو، بالإضافة إلى ضرورة اعتبارها من المهارات الحياتية للقرن الحادي والعشرين، ويجب تناولها وفقا للمفاهيم والمهارات والتطبيقات لبناء اتجاهات ايجابية نحو ما يستحدث من مفاهيم.

كما أوضح باتريكا وآخرون (Patricia, et.al, 2009) في دراسة هدفت إلى تقييم إمكانية تدريس مفاهيم النانو للطلاب في المرحلة الثانوية، وقياس اتجاهاتهم نحوها، وأكدت نتائج الدراسة إمكانية تدريس مفاهيم النانو مع مراعاة تدريب المعلمين على آليات تقديمها خلال الأنشطة والتجارب العملية، وتفسيرها خلال المواقف التعليمية الواقعية.

وحول أهمية تقويم المناهج الدراسية في التعليم العام في ضوء تضمين مفاهيم وتطبيقات النانو تكنولوجي أوضح كين (Ken, 2004) قصور المناهج الدراسة في تناول مفاهيم وتطبيقات النانو تكنولوجي، وحدد مجموعة من الخطوات لتدريس النانو تكنولوجي وفقاً لما يلي:

- صياغة مجالات النانو تكنولوجي.
- كتابة معايير تدريس النانو تكنولوجي.
- صياغة مفاهيم وموضوعات النانو تكنولوجي في المحتوى العلمي.
- بناء الأدوات التعليمية والمواد والوسائل والنماذج النانونية.

وحول واقع تضمين خبرات تقنية النانو في المناهج، أشار فولي وهيرسام (Foley & Hersam, 2006) إلى قصور عناصر المناهج في تضمين مفاهيم تقنية النانو، وضرورة مراجعتها. كما توصلت نتائج دراسة تشاو، وتشاي (Chow, Chia-Chi, 2011) إلى غياب مفاهيم تقنية النانو عن مناهج المرحلة الثانوية في المحتوى العلمي، ومعالجات التدريس، وتم تصميم مجموعة من الأنشطة للطلاب والمعلمين حول تقنية النانو، وبعد تدريسها للطلاب تبين اكتساب الطلاب للعديد من مفاهيم تقنية النانو في حالة تقديمها في صورة مشكلات واقعية أو مواقف توضح إمكانية توظيفها.

كما أشارت نتائج دراسة كيرت (Kurt, 2014) إلى أهمية تعليم تقنية النانو بغرض تنمية قدرات الطلاب في مراحل مبكرة على تطبيقاتها الحياتية. في حين أشار لويس وآخرون (Luis, et.al, 2014) إلى أهمية بناء مكونات تقنية النانو في المرحلة الثانوية من خلال مداخل تدريسية تتمركز حول الطالب بصورة أساسية.

كما أوضحت دراسة شلبي (2011) إلى قصور مناهج التعليم العام عن دمج وتضمين مفاهيم تقنية النانو، وتوصلت إلى خريطة توزيع هذه المفاهيم، وأوصت بتدريس تقنية النانو وتدريب المعلمين على معالجتها ومناقشتها داخل الفصول، وأكدت على مجالات تقنية النانو: علم وتقنية النانو، وخصائص مواد النانو، والصناعات على مقياس النانو، وأشكال مواد النانو، وأدوات وأجهزة وتقنيات قياس خصائص مواد النانو، وتطبيقات النانو الحالية والمستقبلية.

وبصفة عامة أشارت العديد من الدراسات منها دراسة (عسكر، 2017) أهمية تضمين مفاهيم تقنية النانو في المناهج الدراسية لارتباطها بالعديد من المهارات منها البحث والاستقصاء والتفكير وحل المشكلات، كما أوضحت نتائج دراسة عليان والعرفج (2015) أهمية وجود برامج تدريبية ترتبط بتطبيقات تقنية النانو في المجالات المعرفية والحياتية، وتوعية الطلاب بها، كما أوضحت دراسة (لبد، 2013) ، ودراسة الدوسري (2012) قصور المناهج الدراسية عن تضمين مفاهيم ومكونات وتطبيقات النانو تكنولوجي وتطبيقاته، وضرورة تضمين هذه المفاهيم في المناهج الدراسية بصفة عامة، وفي المرحلة الثانوية على وجه الخصوص، وأشارت دراسة (شلبي وآخرون، 2012: 7) باعتباره مجال متعدد التخصصات يستلزم تدريب المعلمين وتوجيه مسارات الطلاب

العلمية نحو هذه التخصصات في ضوء وجود برامج تعليمية وتدريبية، وبصفة عانة امكن استنتاج أهمية تضمين مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو في المناهج الدراسية بصفة عامة، ومناهج الدراسات على وجه الخصوص.

وانطلاقا من دور المناهج الدراسية بالتعليم قبل الجامعي في بناء ثقافة النانو تكنولوجي لدى طلابها، هدفت الدراسة الحالية بناء تصور مقترح لتضمين خبرات تقنية النانو في مناهج الرياضيات المطورة، وفق نتائج تحليل الأدبيات والدراسات، وتقييم المناهج المطورة في ضوء قائمة مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو من وجهة نظر المعلمين والمشرفين التربويين.

مشكلة الدراسة

من خلال الاطلاع على الدراسات السابقة منها دراسة ملكاوي (2017)، تبين ضرورة مراجعة المناهج الدراسية في جميع المراحل التعليمية في ضوء تقنية النانو، وتبين من دراسة أحمد (2015) قصور البرامج التعليمية، وبرامج إعداد المعلم عن تلبية حاجات الطلاب في مجالات تقنية النانو، وأوصت بضرورة تضمينها في مراحل التعليم قبل الجامعي والتعليم الجامعي.

كما تبين من نتائج دراسة سلامة (2017)، أهمية التركيز على تضمين مفاهيم وتقنية النانو في المواد العلمية (العلوم والرياضيات والتكنولوجيا)، مع مراعاة التدرج العلمي عبر مصفوفة المنهج خلال المراحل والمستويات التعليمية، فيما بينت نتائج دراسة مهدي (2016) أهمية تلبية مناهج الرياضيات للمستحدثات في تقنيات النانو، وأن المناهج الحالية قاصرة عن دمج المفاهيم والتطبيقات، وأشارت دراسة غياضة (2016) ضرورة دراسة متطلبات وآليات تضمين مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو في المناهج الدراسية، نظراً لقصور المناهج الحالية عن تضمين هذه المفاهيم والتطبيقات، مما انعكس على تدني مستويات الطلاب في الجوانب المعرفية والمهارية والوجدانية المرتبطة بالبناء المفاهيمي والمهاري لتقنية النانو.

كما أشارت نتائج دراسة (Gorghiu, et.al, 2013: 319) إلى قصور مستويات المعرفة لدى الطلاب حول مفاهيم النانو تكنولوجي نظراً للقصور في معالجتها في عناصر وأنشطة التدريس، ونتائج دراسة (Murcia, 2013) والتي تشير إلى تدني مستوى أداء الطلاب، وتدني اتجاهاتهم نحو تعلم مفاهيم تقنية النانو، كما أكدت دراسة (Olteanu, 2017) على ضرورة دمج مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو في انشطة التعليم والتعلم.

وانطلاقاً مما سبق، حول أهمية تضمين مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو من جانب، وقصور مستويات الطلاب في الجوانب المعرفية والمهارية والوجدانية حول هذه المفاهيم، تحددت مشكلة الدراسة الحالية في دراسة مدى تضمين هذه المفاهيم في مناهج الرياضيات كأحد العوامل الرئيسة في تنميتها وقياسها لدى الطلاب.

أسئلة الدراسة: أمكن صياغة مشكلة الدراسة الحالية في الأسئلة التالية:

1. ما مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو المراد تضمينها في منهج الرياضيات المطور بمراحل التعليم العام؟
2. ما مستوى تضمين مفاهيم وتطبيقات النانو في عناصر مناهج الرياضيات المطورة (الأهداف العامة والإجرائي، عناصر الخبرة التعليمية بالمحتوي والأنشطة والتمارين، والمعالجات واستراتيجيات التدريس والتقويم)؟
3. ما آليات تضمين مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو في منهج الرياضيات المطورة من وجهة نظر المعلمين والمشرفين التربويين؟
4. ما التصور المقترح لتضمين تقنية النانو في مناهج الرياضيات المطورة بمراحل التعليم العام؟

أهداف الدراسة:

- الكشف عن مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو الملائمة لتضمينها في عناصر مناهج الرياضيات بمراحل التعليم العام بالمملكة العربية السعودية.
- تقييم مستوى دمج مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو في عناصر منهج الرياضيات المدرسية بمراحل التعليم العام.
- بناء تصور مقترح لتضمين مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو في عناصر منهج الرياضيات المطورة.

أهمية الدراسة:

تنطلق أهمية الدراسة نظرياً من العلاقة الوطيدة بين مناهج الرياضيات ومجالات تقنية النانو، كما تنطلق من التوجهات العالمية والمحلية نحو ضرورة تعليم وتدريب الطلبة على التقنيات المستحدثة كمتطلب للحياة في القرن الحادي والعشرين، في حين تتحدد اهمية الدراسة الحالية إجرائياً فيما يلي:

- قد تفيد خبراء بناء مناهج الرياضيات في تضمين مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو في منهج الرياضيات المدرسية عبر مصفوفة المدى والتتابع، ووثائق معايير تطوير المنهج وأدواته التعليمية.
- قد تفيد القائمين على بناء برامج التنمية المهنية في إعداد مجموعة من الممارسات لبناء مهارات معلمي الرياضيات والمشرفين التربويين، حيث يقدم لهم إطاراً إجرائياً لتضمين ومعالجة مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو في محتوى منهج الرياضيات خلال عمليات تخطيط وتنفيذ التدريس.
- يقدم للباحثين في مجالات تعليم الرياضيات المدرسية رؤية مقترحة حول تضمين مفاهيم والتطبيقات تقنية النانو في عناصر المنهج.

منطلقات الدراسة:

- تقنية النانو من المفاهيم المعاصرة المرتبطة بصورة مباشرة بخبرات تعلم الرياضيات المدرسية.
- تعد مناهج الرياضيات أداة فاعلة لاستيعاب مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو.
- التكامل بين عناصر منهج الرياضيات ضرورة لتضمين ومعالجة مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو.

حدود الدراسة:

- **الحدود الموضوعية:** عينة من الأدوات التعليمية في الرياضيات التابعة للوزارة بمراحل التعليم العام الابتدائية والمتوسطة والثانوية، وتشمل (كتب الطالب وكتب التمارين وأدلة المعلم وأدلة التقويم وأدلة الأنشطة الصفية للمعلمين).
- **الحدود البشرية:** عينة من معلمي الرياضيات والمشرفين التربويين بمدارس التعليم العام بمنطقة تبوك التعليمية التابعة للمنطقة الشمالية بالمملكة العربية السعودية.
- **الحدود الزمانية:** تطبيق أدوات البحث في نهاية الفصل الدراسي الثاني بالعام الدراسي 1439/1438هـ، 2018/2017م.
- **الحدود المكانية:** تطبيق أداة البحث في مدينة تبوك التابعة للمنطقة الشمالية بالمملكة العربية السعودية.

مصطلحات الدراسة إجرائياً:

مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو

يعرف إجرائياً في الدراسة بمجموعة المفاهيم الرئيسة والفرعية المرتبطة بمجالات تقنية النانو وعلومه المختلفة وتطبيقاته في الحياة اليومية داخل المجتمع والتي يمكن توظيفها كمدخل لتقويم المناهج الدراسية بالمرحلة الثانوية.

التصور المقترح:

يعرفه التميمي (2018: 50) بصيغة تعليمية تتضمن مجمل المعارف والمعلومات والحقائق والقضايا والمهارات والاتجاهات والميول لبناء فهم واضح وعميق تجاه مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو.

ويعرف إجرائياً بصيغة تعليمية ترتكز على تقنية النانو، تتضمن مجموعة من المفاهيم والتطبيقات يمكن معالجتها عبر الخبرات التعليمية في عناصر منهج الرياضيات (الأهداف العامة والإجرائية، والمحتوي العلمي والأنشطة، والمعالجات واستراتيجيات التخطيط، وأدوات ومصادر التعلم والتقويم).

إجراءات الدراسة:

منهج الدراسة

اعتمدت الدراسة الحالية على المنهج الوصفي التحليلي لوصف الظاهر وتحليلها خلال عمليات استقراء الأدبيات والدراسات السابقة والتجارب والخبرات المرتبطة بمفاهيم تقنية النانو وتطبيقاته، وتقويم المناهج الدراسية، بهدف بناء قائمة مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو وتطبيقاته الحياتية وتوظيفها في بناء أدوات البحث لتقييم عناصر المناهج الدراسية بالمرحلة الثانوية، كما اعتمد على أسلوب تحليل المحتوي العلمي لتقييم المحتوى كأحد عناصر منهج الرياضيات، بغية بناء التصور المقترح لتضمين هذه القائمة من المفاهيم والتطبيقات.

عينة الدراسة والمجتمع الأصلي:

عينة الدراسة في إجراءات تحليل المحتوي: تمثل المجتمع الأصلي في جميع الأدوات التعليمية المرتبطة بتصميم وبناء مناهج الرياضيات المطورة وتشمل (كتاب الطالب، وكتاب التمارين، ودليل المعلم، ودليل التقويم، وكتاب مصادر المعلم للأنشطة الصفية)، وتكونت العينة كتب الرياضيات للطلاب في الصفوف (الرابع الابتدائي والثاني متوسط والأول الثانوي) بالفصلين الدراسيين الأول والثاني، ثم اختيارها بصورة مقصودة لارتباط هذه المستويات بالمسابقات الدولية في الاختبارات والمسابقات، كما تعد كل منها بداية الانتقال من مرحلة إلى مرحلة أعلى، ويوضح جدول (1) وصف عينة الدراسة من كتب الرياضيات كما يلي:

جدول (1): وصف عينة الدراسة لكتب الرياضيات والمستهدف تحل محتواها

المستويات	الكتب	عدد الصفحات	عدد الفصول/ الوحدات
الرابع الابتدائي	الرياضيات– الفصل الدراسي الأول	190	6
	الرياضيات– الفصل الدراسي الثاني	206	6
الثاني متوسط	الرياضيات– الفصل الدراسي الأول	215	5
	الرياضيات– الفصل الدراسي الثاني	211	2
الأول الثانوي	الرياضيات– الفصل الدراسي الأول	274	4
	الرياضيات– الفصل الدراسي الثاني	252	4

عينة الدراسة في إجراءات التطبيق الميداني للاستبيان:

تمثل المجتمع الأصلي من جميع معلمي الرياضيات والمشرفين التربويين لمادة الرياضيات بالمرحلة الثانوية بمنطقة تبوك التعليمية، وتكونت عينة الدراسة من (92) من المعلمين والمشرفين، وشملت (73) معلماً، (19) مشرفاً تربوياً موزعة بطريقة عشوائية طبقية وفقاً لمحافظات منطقة تبوك التعليمية (تبوك، الوجه، حقل، ضبا، تيما، أوملج، البدع)، بالإضافة إلى متغير المرحلة التعليمية: ابتدائية ومتوسطة وثانوية.

بناء قائمة مفاهيم وتطبيقات (تقنية النانو)

هدفت القائمة الكشف عن المفاهيم الرئيسة والفرعية والتطبيقات في مجال النانو تكنولوجي، والتي يمكن دمجها في عناصر منهج الرياضيات المدرسية في مستويات الأهداف والمحتوي العلمي والأنشطة والمعالجات التدريسية، واستراتيجيات التقويم، تم استخلاص قائمة من المفاهيم الرئيسة والمرتبطة وما يرتبط بها من مهارات وحقائق وتعميمات ترتبط بالنانو تكنولوجي من خلال استقراء الأدبيات والدراسات السابقة منها دراسات إميل ونرتين (Emel,& Nurettin, 2010) ومحمد وآخرين (Mohammad, et.al, 2012)، وشلبي وآخرين (2012)، والدوسري(143هـ)، وعليان، والعرفج، (2015)، وروس (Ross,2015)، ومتولي (2017)، ومهدي(2016)، ودراسة (Krabbenborg, 2016)، ورودجرز (Rodgers,2016) وعسكر (2017)، وكونج وأخرين (Kong, et.al, 2017)، والتميمي (2018)، حيث تمثلت قائمة مفاهيم تقنية النانو فيما يلي:

جدول (2): المفاهيم الرئيسة وتطبيقات تقنية النانو

مفاهيم رئيسة	مفاهيم فرعية وما يرتبط بها من مهارات وحقائق وتعميمات
النانو وعلم النانو	ويرتبط بتقديم مفاهيم تقنية المواد الدقيقة، ومفهوم النانو، ومفهوم علم النانو، ومفهوم مقياس النانو، ومجالاته، وجزئيات ثنائية وعديدة الذرات والمركبات، وبعض العلوم المرتبطة منها علم ميكانيكا النانو.
تقنية النانو	مفهوم تقنية النانو كعلم، وطبيعته، وخصائصه ومجالاته ومبرراته، ومفاهيم الإلكترونات النانوينة،

	والخلايا الضوئية، والألياف والأسلاك والمرشحات، وتقنية المجاهر الذرية، والدوائر الضوئية وتقنية النانو، والتقنية الحيوية، والأدوات الذكية، والمجسمات الذكية، وتأثيرات تقنية النانو على الخواص الميكانيكية، والخواص المغناطيسية، والخواص الكهربائية، والخواص الكيميائية، ودرجة الانصهار.
تاريخ تقنية النانو	تعرف أهم مراحل تطور علم النانو كمفهوم علمي وكعلم، وتطور علوم تقنية النانو ومجالاته، وتاريخ تطور تطبيقاته، وأشهر علماء مجالات تقنية النانو.
مقاييس النانو	ويقدم مفاهيم وحدات القياس خاصة المايكرو والنانو كوحدات قياس للأشياء الدقيقة ومتناهية في الصغر، وعلاقتها بتطور مفهوم القياس منها على سبيل المثال (نانو متر = 10^{-9} متر)، (نانو ثانية = 10^{-9} ثانية)، مع قياسات سمك الأشياء الدقيقة منها الأنابيب الكربونية.
المواد النانونية	مفهوم المادة النانونية، وتمييزها، مع استيعاب تصنيف المواد النانونية بحسب خصائصها الفيزيائية والكيميائية، والعلاقة بين المادة النانونية وتطبيقاتها، مع استيعاب (الفوليرينيات، والجسيمات النانونية غير العضوية).
الأجهزة النانونية	مفهوم الأجهزة والمواد النانونية، وخاصة المجهر النانوني، وأجهزة تخزين البيانات النانوينة، مع تمييز بعض نماذج للأجهزة النانوية في مجالات الغذاء، والرياضة، والصحة، والشاشات، والسيارات والطيران، مع تصميم معمل لتقنية النانو بصورة تقليدية، أو معمل بصورة افتراضية.
أشكال المادة النانونية	دراسة خصائص المادة النانونية وتأثيراتها على الشكل، مع دراسة خصائص المادة ممن الناحية المغناطيسية والضوئية والكهروضوئية...
تطبيقات تقنية النانو	تقديم تطبيقات تقنية النانو في مجالات الطب والصناعة خاصة صناعة الأثاث والمساكن النانونية، وهندسة السيراميك، والهياكل النانوينة، وتقانة الصغائر، وتحلية المياه، والتعدين، وأجهزة الرصد والمراقبة، والروبوتات وغيرها من التطبيقات لتطوير حياة الأفراد والمجتمع
تقنية النانو في المملكة	تقديم انجازات المملكة العربية السعودية في توظيف تقنية النانو، وتطورها مع تمييز بعض التطبيقات في مجالات تقنية النانو.
مخاطر النانو	ترتبط باستيعاب الجوانب السلبية لتقنية النانو، والتحديات حولها، وآليات بناء اتجاهات إيجابية نحو إنتاج المعرفة النانونية.

تم عرض القائمة على مجموعة من المختصين في مجالات المناهج وطرق التدريس وتكنولوجيا التعليم، لتحديد مدى ارتباطها بتقنية النانو، ومدى ملاءمتها للتضمين خلال منهج الرياضيات، وجاءت ملاحظات المحكمين مؤكدة أهمية تتابعها عبر المراحل التعليمية، مع الاكتفاء بمجالات قياسات النانو في المرحلة الابتدائية، وتدرج باقي المجالات عبر المرحلتين المتوسطة والثانوية. وبذلك تمت الإجابة عن السؤال الأول: ما مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو المراد تضمينها في منهج الرياضيات المطور بمراحل التعليم العام؟

استمارة تحليل المضمون:

لتقصي مدى دمج مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو في الرياضيات المطورة بالمملكة العربية السعودية، تم إعداد استمارة تحليل محتوي الرياضيات، وذلك وفق الخطوات التالية:

الهدف من استمارة التحليل:

هدفت استمارة تحليل المحتوى إلى تقييم محتوى كتب الرياضيات المقررة على طلبة مراحل التعليم العام، بغية تحديد مستوى تضمين قائمة مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو عبر: الأهداف العامة للفصول والاهداف على مستوى الدروس، وعناصر الخبرات التعليمية (الأنشطة والأمثلة والتدريبات وتمارين العمليات والمهارات، والاختبارات الدورية والفصلية والتراكمية).

محتوى استمارة تحليل المحتوى:

تم توظيف قائمة مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو في صورتها النهائية، في بناء استمارة تحليل مضمون المقررات الدراسية في الرياضيات، حيث ارتبطت بمدى تضمين مفردات القائمة السابقة، وتم تحكيم الاستمارة لدراسة مدى قياسها لما وضعت لقياسها بعرضها على عدد(7) من المحكمين المختصين في المناهج وطرق التدريس، ولقياس الثبات تم الاعتماد على قياس معامل الاتفاق بين التحليل، وإعادة التحليل مرة أخرى بفارق زمني محدود (أسبوعين)، واعتمدت آلية التحليل على عينة من كتب الرياضيات بالمرحلتين الإعدادية والثانوية، ووحدة التحليل على مراجعة الأمثلة والمسائل والتدريبات وكتاب الأنشطة والتمارين ودليل المعلم، ودليل التقويم.

استبيان معلمي ومشرفي الرياضيات

لتحقيق أهداف الدراسة، تم بناء استبيان لتحديد مدى تضمين مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو في منهج الرياضيات وفقاً لمعرفة عينة من معلمي الرياضيات والمشرفين التربويين، وذلك وفق الخطوات التالية:

- **الهدف من الاستبيان:** قياس مدى تضمين مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو في مناهج الرياضيات المطورة بمراحل التعليم الابتدائي والمتوسط والثانوي بالمملكة العربية السعودية، وذلك وفق تحديد آراء عينة من المعلمين والمشرفين التربويين بالإدارة العامة للتعليم بمنطقة تبوك التعليمية.
- **محتوى الاستبيان:** تم بناء الأداة باستخدام قائمة مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو، وتكونت الأداة من ثلاثة أبعاد رئيسية كما في جدول (2)، ارتبط البعدان الأول والثاني بمدى تضمين تقنيات تقنية النانو في مناهج الرياضيات المطورة، في حين ارتبط المحور الثالث بآليات تضمينها من وجهة نظر عينة البحث. ويمكن توصيف محتويات الاستبيان كما في جدول (2) التالي:

جدول (3): أبعاد ومفردات أداة البحث (الاستبيان)

م	الأبعاد الرئيسية	توضيح الأبعاد	المفردات
1	دمج مفاهيم تقنية النانو في الأهداف العام والإجرائية وعناصر المحتوي العلمي والأنشطة والتمارين الرياضية.	تقصي مستوى تضمين مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو في الأهداف وفي المفاهيم والمهارات والتعميمات الرياضيات والقضايا المتضمنة عبر الأنشطة والتمارين من وجهة نظر المعلمين والمشرفين	10
2	تضمين مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو في معالجات واستراتيجيات تدريس الرياضيات، وأساليب تقويم الأداء.	استيضاح مدى مراعاة معلمي الرياضيات لمفاهيم وتطبيقات تقنية النانو عند تخطيط وتنفيذ التدريس وذلك من وجهة نظر المعلمين والمشرفين التربويين.	9
3	تصور حول أساليب وأدوات تضمين مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو في منهج الرياضيات المدرسية.	تقصي آليات تضمين مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو في عناصر منهج الرياضيات المطورة والمعالجات التدريسية، لتوظيفها في بناء التصور المقترح	8
إجمالي الأداة			27

وتم كتابة الأداة، حيث انقسمت إلى جزأين، الأول البيانات الأساسية والمتغيرات الخاصة بعينة الدراسة، وتعليمات الاستجابة، والجزء الثاني محتوى بالأداة ذاتها في عرض الأبعاد والمفردات على كل بعد. واعتمدت الأداة على مقياس ليكرت التدريج الرباعي (موجودة بدرجة كبيرة جداً=4، وموجودة بدرجة كبيرة = 3، موجودة بدرجة متوسطة =2، موجودة بدرجة ضعيفة=1).

قياس صدق الأداة (الاستبيان): تم قياس الصدق بعرض الأداة على (7) من المتخصصين في مجالات المناهج وطرق التدريس لدراسة مدى ارتباط المفردات والأبعاد بهدف الأداة، وارتباط المفردات بقياس البعد التي تنتمي إليه، وتم إجراء التعديلات لوضع الأداة في صورتها الأولية، وتهيئتها للتطبيق الاستطلاعي.

قياس ثبات الأداة (الاستبيان): تم تطبيق الاستبيان في صورته الأولية على عينة عددها (37) من معلمي الرياضيات بمدارس مدينة تبوك، وذلك لقياس ثبات الأداة، كما تم حساب ثبات الأداة باستخدام معامل ألفا كرونباخ وكانت قيمه كما في جدول (4) التالي:

جدول (4): نتائج معامل ألفا كرونباخ لقياس ثبات مفردات الاستبيان

م	الأبعاد الرئيسة	المفردات	معامل ألفا كرونباخ
1	تضمين مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو في الأهداف العام والإجرائية وعناصر المحتوي العلمي والأنشطة والتمارين الرياضية.	10	0,857
2	تضمين مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو في معالجات واستراتيجيات تدريس الرياضيات، وأساليب تقويم الأداء.	9	0,809
3	أساليب وأدوات تضمين مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو في منهج الرياضيات المدرسية.	8	0,744
	إجمالي الأداة	27	0,882

يتضح من جدول (4) أن قيم معامل ألفا كرونباخ لقياس الاتساق الداخلي للمفردات مقبولة في الأبعاد الرئيسة، وعلى مستوى الأداة ككل، مما يشير إلى ثبات الأداة، وصلاحيتها للتطبيق الميداني.

إجراءات تحليل المحتوى:

- الهدف من التحليل: تحديد مدى تضمين مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو في مناهج الرياضيات المطورة بمراحل التعليم العام بالمملكة العربية السعودية.
- عينة التحليل: كتب الرياضيات المقررة على الطلاب بالصفوف: الرابع الابتدائي، والثاني متوسط، والأول الثانوي بالفصلين الدراسيين بالعام 2017/2016م
- فئات التحليل: تم تحليل عدد (6) كتب رياضيات، واعتمدت وحدات التحليل على مستويين، الأول ارتبط بمكونات عناصر المنهج داخل كتب الرياضيات وشملت (الأهداف العامة للوحدة، والدروس الرئيسة، والمحتوى، والتقويم)، والمستوى الثاني من التحليل ارتبط بعناصر الخبرات التعليمية في كتب الرياضيات والتي شملت: المطويات، والتهيئة للفصل، والدروس، وأنشطة الاستعداد في المرحلتين الابتدائية والمتوسطة، أو أنشطة (لماذا) في المرحلة الثانوية، والأمثلة، وتمارين تحقق من فهمك، وأمثلة من واقع الحياة، وتدريبات العمليات الرياضية وتشمل التواصل والترابط والاستدلال الرياضي، مع التمارين والمراجعة التراكمية واختبار الفصل.
- حدود التحليل: اقتصر التحليل على كتاب الطالب، وتم التركيز على تضمين مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو بصورة صريحة، كما تم التركيز على عناصر تنظيم المحتوى العلمي في كتاب الطالب وفق تتابع الوحدة الدراسية (تهيئة الوحدة، المفردات والفكرة العامة بالوحدة، وأنشطة المطوية، وعناوين الدروس)، كما تم التدرج وفق تنظيم المحتوى داخل كل درس (نشاط استعد، أمثلة، نشاط تأكد، تحدث، تدرب وحل المسائل، مسائل من واقع الحياة، مسائل مهارات التفكير العليا، نشاط الكتابة الرياضية).

كما تم التركيز في التحليل على المسائل اللفظية خاصة في عمليات الترابط الرياضية بمستوياته: الترابط بين مجالات الرياضيات المدرسية، والترابط بين المعرفة المفاهيم والمعرفة الإجرائية، والترابط بين الرياضيات وفروع المعرفة مثل الفلك والفيزياء

والكيمياء، والإدارة، والتكنولوجيا، والإلكترونيات، والرياضية، بالإضافة إلى الترابط بين محتوى الرياضيات والحياة، مع مراعاة القضايا الضمنية، حيث تمر تقصي مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو على المستوى الصريح للمفاهيم والتطبيقات، والمستوى الضمني لما يرتبط بعا من قضايا ضمنية، كما روعي التركيز على تدريبات الكتابة الرياضية، وتنمية المهارات العليا في التفكير.

إجراءات تطبيق الاستبيان

تم تطبيق الاستبيان على عينة الدراسة (معلمي الرياضيات والمشرفين التربويين)، حيث تم توزيعه من خلال مقابلة عينة الدراسة، ووصف الهدف من الدراسة، والهدف من تطبيق الأداة، والتعليمات وكيفية الاستجابة. ولوحظ أثناء التطبيق الميداني ومناقشة معلمي الرياضيات والمشرفين التربويين، درجة عالية من الدافعية لاستيعاب مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو، ومناقشة علاقتها بالرياضيات خاصة فيما يرتبط بقياسات ووحدات قياس النانو، وأهمية دراستها في القرن الحادي والعشرين، كما أشار بعض المعلمين إمكانية تقديمها في وحدات إثرائية لجميع الطلاب في جميع المراحل التعليمية. وتم مراجعة أوراق العينة للتأكد من إكمال البيانات والاستجابات تمهيداً لمعالجتها.

المعالجات الإحصائية:

اعتمدت الدراسة الحالية على تحليل البيانات باستخدام SPSS، وتم استخدام معامل ألفا كرونباخ لدراسة الثبات خلال حساب معامل اتساق الاستبيان، وتم تحديد مستوى تضمين مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو وفقاً لشمولية تضمينها في عناصر منهج الرياضيات (الأهداف، المحتوى، والأنشطة، والتقويم)، كما تم استخدام الأوساط الحسابية والانحرافات المعيارية، واستخدام تدريج ليكرت المتصل الرباعي ويتم حسابه وفقا لما يلي:

المدى = (الحد الأقصى للاستجابات– الحد الأدنى للاستجابات) / عدد الاستجابات في التدريج، المدى

= (4−1) /4= 0,75 ويتم تفسير الوسط الحسابي وفقا للتدريج المتصل التالي:

- ✓ متضمنة بدرجة كبيرة جداً: وتعني توافر المفردة بصورة دائمة: 4,00 ≥ الوسط الحسابي> 3,25
- ✓ متضمنة بدرجة كبيرة: وتعني توافر المفردة في أغلب المواقف: 3,25 ≥ الوسط الحسابي > 2,25
- ✓ متضمنة بدرجة متوسطة: وتعني توافر المفردة أحياناً: 2,50 ≥ الوسط الحسابي > 1,75
- ✓ متضمنة بدرجة ضعيفة: وتعني ندرة توافر المفردة أو عدم توافرها 1,75≥ الوسط الحسابي > 1,00

نتائج الدراسة وتوصياتها:

الإجابة عن السؤال الثاني:

ما مستوى تضمين مفاهيم وتطبيقات النانو في عناصر مناهج الرياضيات المطورة (الأهداف العامة والإجرائي، عناصر الخبرة التعليمية بالمحتوي والأنشطة والتمارين، والمعالجات واستراتيجيات التدريس والتقويم)؟

نتائج تحليل المحتوي: من خلال تحليل محتوي عينة من كتب الرياضيات حول قائمة مفاهيم، تم تحديد درجة تضمين المفاهيم وفق التدريج التالي:

- متضمنة بدرجة كبيرة: وتعني تضمين (مفهوم أو تطبيق) تقنية النانو في منهج الرياضيات على مستوى الأهداف العامة أو الإجرائية، وداخل المحتوي، والأنشطة والتدريبات، وتدريبات التقويم) بتكرار بين كتب الرياضيات.

- متضمنة بدرجة كبيرة: وتعني تضمين (مفهوم أو تطبيق) تقنية النانو في منهج الرياضيات على مستوى الأهداف العامة أو الإجرائية، وداخل المحتوي، والأنشطة والتدريبات، وتدريبات التقويم)، بدون تكرار للمفهوم أو التطبيق بين كتب الرياضيات.
- متضمنة بدرجة متوسطة: وتعني تضمين (مفهوم أو تطبيق) لتقنية النانو في منهج الرياضيات على مستوى أحد عناصر المنهج: الأهداف العامة أو الإجرائية، أو داخل المحتوي، أو الأنشطة والتدريبات، أو تدريبات التقويم).
- متضمنة بدرجة ضعيفة: وتعني عدم ظهور مفهوم أو تطبيق تقنية النانو سوي في أحد الأنشطة أو التدريبات النادرة أو عدم توافره داخل عناصر مناهج الرياضيات المطورة، وكانت نتائج تحليل المحتوي كما في جدول (5) التالي:

جدول (5): نتائج تحليل المحتوي على مستوى عناصر منهج الرياضيات

مفاهيم رئيسية		الأهداف	المحتوى	الأنشطة	التقويم	
النانو وعلم النانو	تقديم مفهوم النانو، ومفهوم علم النانو، ومجالاته، وبعض العلوم المرتبطة منها علم ميكانيكا النانو.	–	1	2	–	ضعيفة
تقنية النانوتكنولوجي	مفهوم تقنية النانو كعلم، وطبيعته، وخصائصه ومجالاته ومبرراته.	–	–	2	–	ضعيفة
تاريخ تقنية النانو	تعرف أهم مراحل تطور علم النانو كمفهوم علمي وكعلم، وأشهر علماء مجالات تقنية النانو	–	–	–	–	ضعيفة
مقاييس النانو	مفاهيم وحدات القياس خاصة المايكرو والنانو كوحدات قياس للأشياء الدقيقة ومتناهية في الصغر، وعلاقتها بتطور مفهوم القياس منها على سبيل المثال (نانو متر = 10^{-9} متر)، (نانو ثانية = 10^{-9} ثانية)،...الخ	–	2	3	1	متوسطة
المواد النانونية	مفهوم المادة النانونية، وتمييزها، مع استيعاب تصنيف المواد النانونية بحسب خصائصها الفيزيائية والكيميائية، والعلاقة بين المادة النانونية وتطبيقاتها، مع استيعاب (الفوليرينيات، والجسيمات النانونية غير العضوية).	–	–	2	–	ضعيفة
الأجهزة النانونية	مفهوم الأجهزة والمواد النانونية، مع تمييز نماذج الأجهزة النانوية وخاصة المجهر النانوني، مع تصميم معمل لتقنية النانو بصورة تقليدية، أو معمل بصورة افتراضية.	–	3	1	–	متوسطة
أشكال المادة النانونية	دراسة خصائص المادة النانونية وتأثيراتها على الشكل، مع دراسة خصائص المادة ممن الناحية المغناطيسية والضوئية والكهروضوئية...	–	–	–	–	ضعيفة
تطبيقات تقنية النانو	تقديم تطبيقات تقنية النانو في مجالات الطب والصناعة مثل هندسة السيراميك، والهياكل النانوينة، وتقانة الصغائر، وتحلية	–	–	4	2	متوسطة

مفاهيم رئيسية		الأهداف	المحتوى	الأنشطة	التقويم	
	المياه، والتعدين، وأجهزة الرصد والمراقبة وغيرها من تطبيقات تطوير الحياة					
تقنية النانو في المملكة	تقديم انجازات المملكة العربية السعودية في توظيف تقنية النانو، وتطورها مع تمييز بعض التطبيقات في مجالات تقنية النانو.	–	–	–	–	ضعيفة
مخاطر النانو	استيعاب الجوانب السلبية لتقنية النانو، والتحديات حولها، وآليات بناء اتجاهات إيجابية نحو إنتاج المعرفة النانونية.	–	–	–	–	ضعيفة

تبين من جدول (5) أن تضمين معظم مفاهيم تقنية النانو جاء بدرجة ضعيفة، فيما عدا وحدات قياس النانو وتقنية النانو، جاءت بدرجة متوسطة، مما يشير كما في جدول (5) إلى تضمينها في أحد عناصر المنهج أو أكثر دون شمول جميع العناصر، كما أتت تطبيقات بدرجة متوسطة، حيث تكررت في الأنشطة وتدريبات التقويم، ويعزي ذلك لارتباط وحدات قياس النانو بمفردات وعناصر الخبرة الرياضية، كما أن بعض التمارين والتدريبات والمسائل الرياضية ارتبطت بتطبيقات تقنية النانو، خاصة المسائل اللفظية، ولتحقيق عمليات الترابط الرياضي. ولدراسة مستوى التضمين على مستوى الصفوف الدراسية، يوضح جدول (6) ما يلي:

جدول (6): نتائج تحليل المحتوي على مستوى الصفوف الدراسية

مفاهيم رئيسية	مفاهيم فرعية وما يرتبط بها من مهارات وحقائق وتعميمات	التكرارات			التكرارات
		الرابع ابتدائي	الثاني متوسط	الأول ثانوي	
النانو وعلم النانو	ويرتبط بتقديم مفهوم النانو، ومفهوم علم النانو، ومجالاته، وبعض العلوم المرتبطة منها علم ميكانيكا النانو.	–	1	2	3
تقنية النانوتكنولوجي	مفهوم تقنية النانو كعلم، وطبيعته، وخصائصه ومجالاته ومبرراته.	–	–	2	2
تاريخ تقنية النانو	تعرف أهم مراحل تطور علم النانو كمفهوم علمي وكعلم، وأشهر علماء مجالات تقنية النانو	–	–	–	–
مقاييس النانو	ويقدم مفاهيم وحدات القياس خاصة المايكرو والنانو كوحدات قياس للأشياء الدقيقة ومتناهية في الصغر، وعلاقتها بتطور مفهوم القياس منها على سبيل المثال (نانو متر = 10^{-9} متر)، (نانو ثانية = 10^{-9} ثانية)،الخ	3	2	1	6
المواد النانونية	مفهوم المادة النانونية، وتمييزها، مع استيعاب تصنيف المواد النانونية بحسب خصائصها الفيزيائية والكيميائية، والعلاقة بين المادة النانونية وتطبيقاتها، مع استيعاب (الفوليرينيات، والجسيمات النانونية غير العضوية).	–	1	1	2

مفاهيم رئيسية	مفاهيم فرعية وما يرتبط بها من مهارات وحقائق وتعميمات	التكرارات			التكرارات
		الرابع ابتدائي	الثاني متوسط	الأول ثانوي	
الأجهزة النانونية	مفهوم الأجهزة والمواد النانونية، مع تمييز بعض نماذج للأجهزة النانوية وخاصة المجهر النانوني، مع تصميم معمل لتقنية النانو بصورة تقليدية، أو معمل بصورة افتراضية.	–	1	3	4
أشكال المادة النانونية	دراسة خصائص المادة النانونية وتأثيراتها على الشكل، مع دراسة خصائص المادة ممن الناحية المغناطيسية والضوئية والكهروضوئية...	–	–	–	–
تطبيقات تقنية النانو	تقديم تطبيقات تقنية النانو في مجالات الطب والصناعة مثل هندسة السيراميك، والهياكل النانوينة، وتقانة الصغائر، وتحلية المياه، والتعدين، وأجهزة الرصد والمراقبة وغيرها من التطبيقات لتطوير حياة الأفراد والمجتمع	–	2	4	6
تقنية النانو في المملكة	تقديم انجازات المملكة العربية السعودية في توظيف تقنية النانو، وتطورها مع تمييز بعض التطبيقات في مجالات تقنية النانو.	–	–	–	–
مخاطر النانو	ترتبط باستيعاب الجوانب السلبية لتقنية النانو، والتحديات حولها، وآليات بناء اتجاهات إيجابية نحو إنتاج المعرفة النانونية.	–	–	–	–

يتضح من جدول(6) تباين في تضمين مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو بين الصفوف في المراحل التعليمية، حيث اقتصر التضمين في الصف الرابع الابتدائي على بعض التدريبات المتضمنة لمقاييس النانو، في حين تضمن محتوى مناهج الصف الثاني الإعدادي، والصف الاول الثانوي على بعض الأنشطة والتدريبات في مفاهيم النانو والأجهزة النانونية، وتطبيقات تقنية النانو، في حين تضمنت تقنية النانو كعلم على نشاط في الصف الأول الثانوي، وإجمالاً يلاحظ قصور في تضمين مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو في مجالات تاريخ تقنية النانو وأشكال المادة النانونية، وتقنية النانو في المملكة ومخاطر النانو وتقنية النانو، ويرتبط ذلك بقصور عام في تضمين مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو في مناهج الرياضيات المطورة بالمملكة العربية السعودية.

نتائج التطبيق الميداني:

البعد الأول: تضمين مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو في الأهداف العام والإجرائية وعناصر المحتوي العلمي والأنشطة والتمارين الرياضية.

جدول (7): نتائج الوسط الحسابي والانحراف المعياري لآراء العينة (ن= 92) في البعد الأول

م	المفردات	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري	المستوى
1	تضمين مفاهيم وتطبيقات النانو في الأهداف العامة لمنهج الرياضيات	1,54	0,89	ضعيف
2	تضمين مفاهيم وتطبيقات النانو في الأهداف العامة للوحدات الدراسية	1,49	1,01	ضعيف
3	تضمين مفاهيم النانو في وثيقة معايير مناهج الرياضيات المطورة	1,57	1,32	ضعيف
4	تضمين مفاهيم وتطبيقات النانو في مصفوفة المدى والتتابع لمنهج الرياضيات	1,69	0,95	ضعيف
5	ربط محتوي الموضوعات الدراسية بمفاهيم وتطبيقات النانو تكنولوجي	1,35	1,12	ضعيف
6	بناء ترابطات رياضية بين الخبرة الرياضيات وتطبيقات النانو عبر المسائل والتمارين	1,81	0,75	متوسط
7	دمج وحدات قياس النانو في محتوي مجالات القياس أو في الأنشطة الرياضية	1,92	0,83	متوسط
8	دمج أشكال وأنماط مواد وأدوات النانو في موضوعات المحتوى العلمي.	1,66	0,67	ضعيف
9	تقديم نماذج وأمثلة تطبيقات تقنية النانو في عناصر الخبرة الرياضية	1,72	0,107	ضعيف
10	تقديم انجازات المملكة العربية في مجالات تقنية النانو عبر المسائل اللفظية	1,32	0,94	ضعيف
	متوسط الدرجة الكلية للبعد الرئيسي الأول =1,60			ضعيف

يتضح من جدول (7) أن استجابة عينة الدراسة أتت بوسط حسابي ضعيف على البعد الأول، ويلاحظ أن المفردات انحصرت قيم الوسط الحسابي لها بين (1,32–1,92)، وأتت معظم المفردات بدرجة ضعيفة فيما عدا مفردة (تضمين وحدات قياس النانو في محتوي مجالات القياس أو في الأنشطة الرياضية)، ومفردة (بناء ترابطات رياضية بين الخبرة الرياضيات وتطبيقات النانو عبر المسائل والتمارين)، ويعزى ذلك لارتباط وحدات قياس تقنية النانو بمجالات الرياضيات المدرسية، بالإضافة إلى أن الترابطات الرياضية بين الرياضيات وباقي العلوم، والرياضيات والحياة تركز عليها سلسة ماجروهل في المناهج المطورة بدرجة كبيرة، والتي تعمل على مستويات: المعرفة المفاهيمية والمعرفة الإجرائية، والترابطات بين مجالات الرياضيات المدرسية(الجبر والأعداد والعمليات عليها، والهندية والقياس، والإحصاء والاحتمال)، وبين الرياضيات وباقي فروع المعرفة من خلال الأنشطة في مراحل (استعد)، (اكتب)، بالإضافة إلى المسائل والتطبيقات الرياضية، وتتفق هذه النتيجة ما مع توصلت إليه نتائج تحليل محتوي كتب الرياضيات المدرسية.

- **البعد الثاني:** تضمين مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو في معالجات واستراتيجيات تدريس الرياضيات، وأساليب التقويم

جدول (8): نتائج الوسط الحسابي والانحراف المعياري لآراء العينة (ن= 92) في البعد الثاني

م	المفردات	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	المستوى
.1	معالجة مفاهيم النانو على مستوى صياغة الأهداف الإجرائية في خطة الدرس	1,27	0,74	ضعيف
.2	صياغة بعض الأسئلة أو التساؤلات حول المستحدثات في تقنية النانو في مرحلة التهيئة	1,79	0,76	متوسط
.3	تصميم أنشطة تعليمية ترتبط بتقديم وحدات قياس النانو في مجال القياس	1,84	0,82	متوسط
.4	بناء الترابطات بين المعرفة الرياضية ومفاهيم وتطبيقات تقنية النانو	1,67	1,18	ضعيف
.5	توضيح بعض استخدامات النانو عبر القضايا المتضمنة في التدريس	1,58	1,08	ضعيف
.6	تقدير دور العلماء في إنجازات الرياضيات وعلاقتها بتقنية النانو	1,43	0,93	ضعيف
.7	توضيح مبررات المعرفة النانونية في حل بعض المشكلات وفق خطوات حل المسألة	1,60	0,72	ضعيف
.8	عرض بعض إنجازات المملكة في تقنية النانو عبر القيم والقضايا المجتمعية	1,41	0,97	ضعيف
.9	تصميم بعض التدريبات كأنشطة تعاونية أو فردية حول مفاهيم رياضية نانونية	1,29	0,86	ضعيف
	متوسط الدرجة الكلية للبعد الثاني = **1,54**			ضعيف

يتضح من جدول (8) أن استجابة عينة الدراسة أتت بدرجة ضعيفة على البعد الثاني بصفة عامة، ومعظم مفرداته كل على حدة، وانحصرت قيم متوسطات المفردات بين (1,27–1,84)، وأتت مفردة: تصميم أنشطة تعليمية ترتبط بتقديم وحدات قياس النانو في مجال القياس، ومفردة: صياغة بعض الأسئلة أو التساؤلات حول المستحدثات في تقنية النانو في مرحلة التهيئة بدرجة متوسطة، في حين أتت باقي مفردات البعد الثاني بدرجة ضعيفة، مما يشير إلى اتساق نتائج البعد الثاني مع نتائج البعد الأول، واتساقها مع نتائج تحليل محتوي المقررات الدراسية، والملاحظ تضمين معظم المفردات المرتبطة بوحدات قياس النانو وتقنية النانو في المناهج المطورة.

الإجابة على السؤال (الثالث)

ما آليات تضمين مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو في منهج الرياضيات المطورة من وجهة نظر المعلمين والمشرفين التربويين؟ تم حساب المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية وكانت النتائج كما في جدول (8) التالي:

جدول(9): نتائج الوسط الحسابي والانحراف المعياري لآراء العينة (ن= 92) في البعد الثالث

م	المفردات	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	المستوى
.1	تصميم وحدة دراسية عامة في تقنية النانو كأنشطة إثرائية لجميع الطلاب	2,83	1,15	كبير
.2	تصميم وحدة دراسة عبر مجال القياس في مراحل التعليم العام	2,78	1,52	كبير
.3	معالجة مفاهيم وتطبيقات النانو عبر مدخل المنهج متعدد التخصصات	2,37	1,37	متوسط
.4	معالجة قضايا وتطبيقات تقنية النانو خلال الأنشطة المدرسية.	2,93	1,19	كبير
.5	ربط تقنية النانو (مفاهيم وتطبيقات) بمعمل متخصص في العلوم والرياضيات	2,14	1,28	متوسط
.6	دمج مفاهيم وتطبيقات النانو في كتيب مصادر الأنشطة كأنشطة صفية	2,88	1,37	كبير
.7	معالجة مفاهيم وتطبيقات النانو في مرحلة التهيئة في خطط التدريس بدليل المعلم	3,42	1,44	كبير جداً
.8	دمج مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو كقضايا مجتمعية وعلمية في المحتوى العلمي	3,37	1,08	كبير جداً
	متوسط الدرجة الكلية للمحور الثالث = 2,84			كبير

يتضح من جدول (9) أن استجابة عينة الدراسة من المعلمين والمشرفين أتت بدرجة كبيرة على المحور الثالث، وانحصرت قيم المتوسطات الحسابية بين قيم (2,14–3,42)، تباينت مستويات المفردات بين متوسط، وكبير، وكبير جداً، حيث أتت المفردات المرتبطة بالتكامل بين العلوم والرياضيات والمنهج متعدد التخصصات بدرجة متوسطة، وربما تعزي النتيجة إلى قصور في استيعاب مدخل التكامل بين المواد الدراسية، وأهميته في وحدة بناء المعرفة، وعلاقته بتقنية النانو والمرتبطة بتخصصات معرفية متنوعة، في حين أتت باقي المفردات بدرجات كبيرة، وكبيرة جداً، وتشير النتيجة إلى إمكانية تنويع آليات دمج مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو على مستوى مكونات منهج الرياضيات وما يرتبط به من معالجات.

جدول (9): نتائج الوسط الحسابي ومستواه على الأبعاد

م	الأبعاد	الوسط النسبي	المستوى	الترتيب
.1	تضمين مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو في الأهداف العام والإجرائية وعناصر المحتوي العلمي والأنشطة والتمارين الرياضية.	1,60	ضعيف	2
.2	دمج مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو في معالجات واستراتيجيات تدريس الرياضيات، وأساليب تقويم الأداء.	1,54	ضعيف	3
.3	تصور حول أساليب وأدوات دمج مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو في منهج الرياضيات المدرسية.	2,84	كبير	1
	إجمالي الأداة	1,99	متوسط	

يلاحظ من جدول (9) أن الوسط الحسابي أتى بدرجة متوسطة للأداة ككل، كما يلاحظ بصفة عامة تباين مستوى الأبعاد، حيث جاءت درجة البعد الأول ضعيفة، وجاء البعد الثاني بدرجة ضعيفة، في حين جاء البعد الثالث بدرجة كبيرة، وهي نتائج متسقة ومنطقية، حيث تشير إلى قصور مناهج الرياضيات المطورة في تضمين مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو بصور أكثر تخصصية على مستوى الأهداف والمحتوى، والمعالجات التدريسية، ويقدم البعد الثالث مجموعة من آليات واستراتيجيات دمج هذه المفاهيم والتطبيقات في عناصر ومعالجة منهج الرياضيات.

مناقشة وتفسير النتائج:

للإجابة على السؤال الأول: ما قائمة مفاهيم وتطبيقات النانو تكنولوجي وتطبيقاتها الحياتية والملائمة للدمج في منهج الرياضيات المطورة وفق سلسة ماجروهل بالمملكة العربية السعودية؟ تم تقصي مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو عبر الدراسات والأدبيات، وتم تحديد قائمة من المفاهيم الرئيسة لتقنية النانو، ووصف ما يرتبط بها من مفاهيم فرعية وتطبيقات ملائمة لمنهج الرياضيات المدرسية، كما تم توظيفها في بناء استطلاع رأي المعلمين والمشرفين التربويين في الرياضيات. ووفقاً لاستقراء الدراسات تم اختيار المفاهيم المرتبطة بالرياضيات، ويمكن تضمينها بصورة مباشرة/ صريحة أو صورة ضمنية داخل محتوى الرياضيات خاصة في الأنشطة والتطبيقات الرياضية.

وللإجابة على السؤال الثاني: ما درجة دمج مفاهيم وتطبيقات النانو تكنولوجي في عناصر مناهج الرياضيات المطورة (الأهداف العامة والإجرائي، عناصر الخبرة التعليمية بالمحتوي والأنشطة والتمارين، والمعالجات واستراتيجيات التدريس والتقويم)؟ تبين من خلال نتائج الدراسة : قصور دمج مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو في منهج الرياضيات على مستوى الأهداف والمحتوى، وقصورها على مستوى استراتيجيات التدريس والتقويم، مما يعني قصور منهج الرياضيات في دمج هذه المفاهيم كجزء رئيسي من مصفوفة المدى والتتابع، وربما يعزي ذلك لارتباط المناهج المطورة بسلسة ماجروهل والمبنية على المعايير الدولية في مناهج الرياضيات، والتي تم إصدارها في نهايات القرن العشرين، وتم العمل عليها في المملكة العربية السعودية من عام 2004م، وتجريبها في عام 2008م، هذه النسخة تحتاج إلى تنقيح خاصة فيما يرتبط بالعمليات الرياضيات، وتضمين بعض المفاهيم والتطبيقات والقضايا العلمية والتقنية المستحدثة، ومنها مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو.

وتتفق نتائج الدراسة الحالية مع العديد من الدراسات منها نتائج دراسة إجيولار (Aguilar, 2010) والتي أكدت قصور المناهج الدراسية عن دمج المستحدثات العلمية بما يلبي تنمية مهارات القرن (21) باعتباره العصر الرقمي والمعرفي، ومن بين تلك المستحدثات التي تربط بين العلم والتكنولوجيا مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو، كما أوضحت نتائج دراسة مينيز (Muniz, 2014) على أهمية الاتساق بين تضمين مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو داخل المحتوى العلمي، وبين المعالجات التدريسية، والتي تركز على تضمين مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو في أنشطة وعمليات تخطيط وتنفيذ تدريس الرياضيات.

كما تتفق مع نتائج دراسة غطاس (Ghattas, 2015) والتي أكدت قصور مناهج الرياضيات المبنية على معايير تعليم الرياضيات في تضمين مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو، مما انعكس على قصور ممارسات المعلمين في معالجتها في أنشطة وعمليات التدريس، وأوصت بضورة تضمينها في عناصر المنهج بصورة مباشرة، كما تتفق مع نتائج دراسة (Gorghiu, &Gorghiu, 2014)، ودراسة (Gorghiu, Gorghiu,Petrescu, 2017) والتي أكدت على ضرورة توظيف العديد من آليات

دمج مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو منها الأدوات الرقمية، ونتائج دراسة (Moradi, 2018) والتي أكدت ضرورة تضمين مفاهيم قياس النانو في منهج الرياضيات، وبصفة عامة مراجعة المنهج وفق مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو.

الإجابة عن السؤال(الثالث): ما آليات تضمين مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو في منهج الرياضيات المطورة من وجهة نظر المعلمين والمشرفين التربويين؟ وأشارت نتائج الدراسة إلى تعزيز مجموعة من الآليات ترتبط بتضمين مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو داخل منح الرياضيات من خلال وحدات عامة، ووحدات داخل مجال القياس، وأنشطة، وعلى مستوى معالجات التدريس. ويمكن توضيح آليات تضمين مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو وفق الأولويات التالية:

1. معالجة مفاهيم وتطبيقات النانو في مرحلة التهيئة في خطط التدريس بدليل المعلم
2. دمج مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو كقضايا مجتمعية وعلمية في المحتوي العلمي
3. معالجة قضايا وتطبيقات تقنية النانو خلال الأنشطة المدرسية.
4. دمج مفاهيم وتطبيقات النانو في كتيب مصادر الأنشطة كأنشطة صفية
5. تصميم وحدة دراسية عامة في تقنية النانو كأنشطة إثرائية لجميع الطلاب
6. تصميم وحدة دراسة عبر مجال القياس في مراحل التعليم العام
7. معالجة مفاهيم وتطبيقات النانو عبر مدخل المنهج متعدد التخصصات
8. ربط تقنية النانو (مفاهيم وتطبيقات) بمعمل متخصص في العلوم والرياضيات

الإجابة عن السؤال(الرابع) ما أسس وعناصر التصور المقترح لتضمين تقنية النانو في مناهج الرياضيات المطورة بمراحل التعليم العام؟ تم بناء التصور وفق الإجراءات التالية:

أسس التصور المقترح

ينطلق التصور المقترح لتضمين مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو في عناصر منهج الرياضيات مما يلي:

- **طبيعة الرياضيات المدرسية**، وارتباطها بمفاهيم وتطبيقات النانو، وإمكانية تضمين العديد من المفاهيم المستحدثة خلال عناصر الخبرة الرياضية، خاصة في أنشطة بناء العمليات الرياضية، كما توجد مفاهيم وتطبيقات مباشرة يمكن تضمينها في المحتوى العلمي، فعلي سبيل المثال يمكن تضمين وحدات قياس النانو منها النانو متر وتقديم أنشطة وتدريبات رياضية تتضمن وحدات متناهية الصغر تعتمد على قياسات النانومتر.
- تدرج تقديم المفاهيم والتطبيقات، حيث يمكن تضمين مقاييس ووحدات النانو وتقنية النانو في مجالات القياس في المرحلة الابتدائية، في حين يتم المفاهيم المتقدمة المرتبطة بالأسس العلمية لهذه التقنية، وارتباطها بالخبرة الرياضية في مراحل متقدمة، كما يمكن تضمين الأجهزة النانونية في معمل الرياضيات بصورة تقليدية أو بصورة مباشرة، ويمكن توظيف المدخل التاريخي في تطور المفاهيم والقياسات لتقديم تاريخ النانو بصفة عامة، وتوظيفه في المملكة العربية السعودية داخل مناهج الرياضيات المطورة.
- تتضمن تقنية النانو العديد من الأبنية الكمية، تتطلب تحديد عناصرها لدمجها في مراحل متقدمة خلال محتوى مجالات الرياضيات التطبيقية.

أهداف التصور المقترح:

بناء رؤية واضحة حول تضمين مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو في عناصر مناهج الرياضيات المطورة لدى المختصين والقائمين على المناهج وبرامج التنمية المهنية، والبرامج التعليمية للفئات الخاصة (الموهوبين)، ومعلمي الرياضيات والمشرفين التربويين، بهدف معالجتها على مستوى الأهداف والمحتوي والتدريس والتقويم، بما ينعكس على تنمية المعرفة الرياضية المرتبطة بها لدى الطلاب.

المحتوي العلمي وآليات التضمين والمعالجة:

ترتبط عملية تضمين مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو على المرحلة التعليمية، ويمكن تبنى قائمة المفاهيم والتطبيقات في الدراسة الحالية، مع ربطها بوثيقة معايير منهج الرياضيات، ومصفوفة القضايا المتضمنة، ومصفوفة المدى والتتابع، وتتحدد آليات تضمينها في المقترحات التالية:

- ترتبط مفاهيم تقنية النانو بدرجة كبيرة بمجالي الهندسة والقياس، وتوضح الدراسات أن التجارب الدولية بدأت بتضمينها في برامج مدارس STEM كمرحلة أولية، ثم نقلها إلى مدارس الطلبة العاديين، حيث يتم تبنى المدخل متعدد التخصصات/ التكامل بين مجالات المعرفة داخل المواد الدراسية، وذلك في تقديم مواقف حياتية ترتبط بتقنية النانو وقياساته، وذلك في مجالات الرياضية والطب والطاقة البديلة والنظيفة، ومجالات الفضاء، هذه المواقف ترتبط بعمليات حسابية ومعادلات رياضية يمكن تقديمها بما تتضمن من مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو في مجال الرياضيات.
- تبني أنشطة العمليات الرياضية خاصة الترابطات الرياضية لدمج تطبيقات تقنية النانو في هذه الأنشطة والمسائل الرياضية، وهذا المدخل يعد من أسس بناء المناهج المطورة الحالية، لذا يمكن في فقرة (استعد) تقديم نشاط يربط بين الطب والرياضيات يتضمن تقنية النانو منها (قياسات وأبعاد الأنابيب النانونية) وتوظيفها في علاج الأنسجة داخل الجسم، وفي مجال الطاقة توجد أجهزة قياسات النانو كبديل في الطاقة المنزلية، يعتمد على قياسات وقوانين يمكن تضمينها في مجال الرياضيات التطبيقية في المرحلة الثانوية، وغيرها من مجالات الزراعة والمجالات العسكرية خاصة في حركة الأجسام.
- تدريب معلمي الرياضيات على تضمين مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو خلال خطط الدروس، خاصة ما يرتبط بالتطبيقات والقضايا المرتبطة بها، وتطورها في المملكة العربية السعودية.

توصيات الدراسة:

- مراجعة مصفوفة المدى والتتابع بداية من الصف الرابع الابتدائي حتى الثالث الثانوي، وتضمين مفاهيم وحدات قياس النانو وتطبيقاته عبر مجالات القياس في مراحل التعليم العام، حيث يمكن تقديم وحدات النانو متر في قياسات الطول في المرحلة الابتدائية، وتضمين أنشطة وتطبيقات على هذه القياسات في المرحلتين الابتدائية والمتوسطة، في حين يتم تقديم قوانين قياسات تقنية النانو المتقدمة في المرحلة الثانوية
- تصميم العديد من أدوات وبرامج التنمية المهنية لبناء مستويات الوعي لدى معلمي الرياضيات حول مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو، حيث يمكن تصميم جلسات مناقشة بين المشرفين التربويين والمعلمين حول كيفية تضمينها كأنشطة داخل عمليات

التدريس والتعليم، كما يمكن تصميم نماذج لدروس متضمنة تقنية النانو، أو استخدام وسائط مصورة لعرض تاريخ تقنية النانو في المملكة وتوضيح علاقتها بالرياضيات.

- التركيز في مراحل متقدمة/ المرحلة الثانوية على ميكانيكا النانو والتي ترتبط بموضوعات معدلات التغير والحركة والتناظر والنماذج الرياضية وسلوك الدوال وغيرها من الموضوعات.
- تدريب معلمي الرياضيات لاستيعاب مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو، وآليات معالجتها في خطط الدروس: في التهيئة، والأنشطة، والتدريبات، ومسائل الترابطات الرياضية، مع ضرورة التركيز على تضمينها في عناصر المنهج: الأهداف والمحتوى والتدريس والتقويم، ودمجها في المعرفة الرياضية لتنميتها وقياسها لدى الطلاب.

مقترحات الدراسة:

- برنامج تدريبي قائم على مدخل التكامل لتنمية مستويات الوعي بمفاهيم وتطبيقات تقنية النانو لدى معلمي الرياضيات بالمرحلة الثانوية.
- فاعلية وحدة مقترحة قائمة على تضمين مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو في تنمية مهارات القرن الحادي والعشرين لدى طلاب فصول الموهوبين.

المصادر والمراجع

أحمد، بسمة محمد، وعبد الكريم، عصام. (2017). أثر برنامج تعليمي- تعلمي وفقاً لمفاهيم الطاقة المتجددة والنانو تكنولوجي على التنور التكنولوجي عند طلبة قسم الكيمياء. *مجلة البحوث التربوية والنفسية -العراق، ع55*، 175-192.

أحمد، شيماء أحمد. (2015). فاعلية برنامج مقترح في النانو تكنولوجي لتنمية المفاهيم النانو تكنولوجية والوعي بتطبيقاته البيئية لدى طلاب شعبة العلوم بكلية التربية .*مجلة التربية العلمية -مصر، 18(6)، 39-74.*

التميمي، عبدالرحمن بن إبراهيم. (2018). مستوى الوعي بمفاهيم تقنية النانو التكنولوجي لدى الطلاب والطالبات المسجلين في الدبلوم التربوي بجامعة حائل. *رسالة الخليج العربي*، 39(148)، 41-57.

حبيب، ناهد محمد. (2017). فعالية وحدة مقترحة في علوم وتكنولوجيا النانو لتنمية التحصيل والقدرة على اتخاذ القرار والاتجاه نحو علوم وتكنولوجيا النانو لدى طالبات المرحلة الثانوية. *العلوم التربوية* – مصر، 25(3)، 312-343.

خضر، آيات حسن، وأبو شقير، محمد سليمان. (2016). *أثر استخدام حقيبة تعليمية إلكترونية في تنمية مفاهيم تكنولوجيا النانو والاتجاه نحوها لدى طالبات الصف التاسع الأساسي* بغزة. رسالة ماجستير غير منشورة، الجامعة الإسلامية غزة.

الدوسري، محمد عتيق. (2012). التقنية متناهية الصغر (النانو)، *مجلة الأمن والحياة*، جامعة نايف العربية للعلوم الامنية، عدد 358، 62-67

درويش، عطا حسن، وأبو عمرة، هالة حميد. (2018). مستوى المعرفة بتطبيقات النانو تكنولوجي لدى طلبة كليات التربية تخصص علوم في جامعات غزة واتجاهاتهم نحوها. *مجلة الجامعة الإسلامية للدراسات التربوية والنفسية* – شئون البحث العلمي والدراسات العليا بالجامعة الإسلامية – غزة – فلسطين، 26(1)، 200-229.

سلامة، مريم رزق. (2017). برنامج مقترح قائم على النانو بيولوجي لتنمية المفاهيم النانو بيولوجية لدى طلبة كلية التربية. *مجلة التربية العلمية، القاهرة، 2(11)، 211-238.*

السايح، السيد محمد، وهاني، مرفت حامد. (2009). *تقويم منهج العلوم بالمرحلة الإعدادية على ضوء بعض مفاهيم النانوتكنولوجي*. المؤتمر العلمي الحادي والعشرون بعنوان (تطوير المناهج الدراسية بين الاصالة والمعاصرة)، الجمعية المصرية للمناهج وطرق التدريس، والمنعقد في الفترة (26-2009/7/27) *بدار الضيافة جامعة عين شمس: القاهرة، مج(1)*، 205 - 255.

شلبي، نوال محمد، وآخرون. (2011): *تصور مقترح لدمج النانو تكنولوجىNanotechnology في مناهج العلوم في التعليم العام*. المركز القومي للبحوث التربوية والتنمية، القاهرة.

شلبي، نوال محمد، وآخرون. (2012): *مقرر مقترح في تقنية النانو للمرحلة الثانوية قائم على المدخل البيني*. المركز القومي للبحوث التربوية والتنمية، القاهرة.

عسكر، أحمد عبد الله. (2017). فعالية وحدة مقترحة في منهج الكيمياء وفق مفاهيم تقنية النانو في تنمية التحصيل لطلاب الصف الأول الثانوي .*مجلة كلية التربية ببورسعيد* – مصر، ع22، 681-696.

عليان، شاهر ربحي والعرفج، ماهر محمد. (2015). دراسة فعالية برنامج تدريبي مقترح في تنمية الوعي بالقضايا المرتبطة بعلم "النانو" والاتجاهات نحوها لدى طلبة المرحلة الثانوية في مدينة الإحساء. *المجلة العربية للتربية العلمية والتقنية* – اليمن، ع3، 2-22.

غياضة، هديل نبيل (2016). متطلبات النانو تكنولوجي المتضمنة في كتب الكيمياء للمرحلة الثانوية ومدى اكتساب طلبة الصف الحادي عشر لها. رسالة ماجستير غير منشورة، الجامعة الإسلامية (غزة)، غزة.

فنونة، زاهر نمر. (2012). أثر استخدام نموذج التعلم التوليدي والعصف الذهني في تنمية المفاهيم والاتجاه نحو الأحياء لدى طلاب الصف الحادي عشر بمحافظات غزة، رسالة ماجستير غير منشورة، الجامعة الإسلامية، غزة.

لبد، أمل إبراهيم. (2013). إثراء بعض موضوعات منهاج العلوم بتطبيقات النانو تكنولوجي وأثره على مستوى الثقافة العلمية لطلبة الصف الحادي عشر في غزة، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية جامعة الأزهر بغزة.

متولي، شيماء بهيج. (2016). فاعلية برنامج مقترح في الاقتصاد المنزلي بتطبيقات النانو تكنولوجي على تنمية التنور العلمي والتفكير التخيلي لدى طالبات المرحلة الإعدادية واتجاههن نحو العلم وتقنية النانو. *دراسات العلوم التربوية*، مصر، 24(3)، 111-166.

مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية. (2005). *الأولويات الاستراتيجية لبرنامج التقنية المتناهية الصغر (تقنية النانو)*. مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية، الرياض، المملكة العربية السعودية.

ملكاوي، آمال رضا حسن. (2017). فاعلية دراسة مساق تكنولوجيا المواد النانوية في اكتساب أساسيات النانوتكنولوجي والاتجاه نحوها. *المجلة الأردنية في العلوم التربوية –الأردن،13(3)، 327-338.*

مهدي، إيمان عبد الله محمد. (2016). فاعلية استخدام نموذج التعلم التفارغى لتدريس تكنولوجيا النانو لتنمية التفكير الإبداعي والتحصيل والميل نحو الرياضيات لدى طلاب المرحلة الثانوية. *تربويات الرياضيات*، مصر، 19(12)، 67-126.

المهنا، عبد الرحمن على، والعاني، دحام إسماعيل. (2007). المبادرة الوطنية السعودية لتقنية النانو، *مجلة العلوم والتقنية*، مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية، السنة الحادية والعشرون، عدد82، (2-6).

Aguilar, G. (2010). *The role of the school district toward preparing students for the 21st century*. PHD, University of Southern California. Retrieved from https://search.proquest.com/docview/750328383?accountid=178282

Ban K. & Kocijancic S. (2011). *Introducing topics on nanotechnologies to middle and high school curricula.* 2nd World Conference on Technology and Engineering Education, Ljubljana, Slovenia, 5-8 September, (Pp. 78-83)

Bénédicte H. and Virginie A. (2010). Nanosciences and nanotechnologies learning and teaching in secondary education: a review of literature, *Studies in Science Education*, Vol.46(2), (Pp121-152)

Chow, L., Chia-Chi S (2011). Effect of nanotechnology instructions on senior high school students, *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 12(2), (1-118).

Emel E., Nurettin S. (2010). Science teachers and teacher candidates' basic knowledge, opinions and risk perceptions about nanotechnology. *Procedia Social and Behavioral Sciences*,Vol. 2, 2667–2670

Foley, E., & Hersam, M. (2006). Assessing the need for nanotechnology education reform in the United States. *Nanotechnology Law and Business*, vol.3, 467–484.

Ghattas, N. (2015). *Middle and high school science teachers' attitudes toward nanotechnology and intention to implement it in science classrooms*. Doctor of Education, West Virginia University*:* Morgantown, West Virginia.

Gorghiu, G., Bizoi, M., Gorghiu, L.& Dogan, Z (2013). A repository designed to raise the students' Knowledge and Awareness on Nanoscience and Nanotechnology. *Journal of Science & Arts*, *13*(3), 319-325.

Gorghiu, L.& Gorghiu, G. (2014). Related Aspects on Using Digital Tools in the Process of Introducing Nanotechnology in Science Lessons. *Acta Physica Polonica, A, 125*(2), 544-547. doi:10.12693/APhysPolA.125.544

Gorghiu, L., Gorghiu, G., & Petrescu, A. (2017). Digital Resources Designed for Increasing the Romanian Students' Interest for Nanoscience and Nanotechnology. *Journal of Science & Arts*, *17*(1), 155-162

Hersam C., Melissa L., and Gregory L. (2004). "Implementation of Interdisciplinary Group Learning and Peer Assessment in a Nanotechnology Engineering Course," *J. Eng. Edu.* Vol. 86, (49).

Ken B. (2004). Teaching Nanotechnology in the High School Curriculum: A Teacher's Guide, *Almaden Research Center in San Jose*, California, (Pp.1- 43).

Kong, Y., Douglas, K., Rodgers, K., Diefes-Dux, H., & Madhavan, K. (2017). A Size and Scale Framework for Guiding Curriculum Design and Assessment. *Journal Of Engineering Education*, *106*(3), 431-453. doi:10.1002/jee.20172

Krabbenborg, L. (2016). Creating Inquiry Between Technology Developers and Civil Society Actors: Learning from Experiences Around Nanotechnology. *Science & Engineering Ethics*, *22*(3), 907-922. doi:10.1007/s11948-015-9660-2

Kurt W. (2014). A Ten-Year Review of the National Science Foundation Nanotechnology in Undergraduate Education (NUE) Program, *Journal of Nano Educatio*, 6(2), 109-116

Lu C., Chang C., & Sung C. (2010). *Development of Expert conception in senior high school nanotechnology curriculum in Taiwan*. Paper presented at Scientific Committee of World Conference STE 2010, Tartu, Estonia, and June, 28-July, 2.

Luis Avila., de Avila., Bront Elena Bront., Fine, Leonard (2014): A Student-Centered Approach to Materials Science for High School Students: The Introduction to Materials Science and Nanotechnology Summer Program, *Journal of Nano Educatio*, Vol.6(2),139-147

Milo K., Danielle A., Shoichi K., Alexandre Y. (2007) Development of a Nanotechnology Curriculum at Oregon State University, *American Society for Engineering Education*, (Pp 1-17).

Michael A., Elaine L., Daniel F., Santosh K., Sean R. (2010*). Work in Progress - Integrating Semiconductor and Nanotechnology Fundamentals into a High School Science Curriculum Module*. 40th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, Washington, D, October 27, (Pp.1-2).

Mohammad A., Lau., A., Mohd Z. (2012). Elements of Nanotechnology Education in Engineering Curriculum Worldwide, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Vol. 60, 405 – 412.

Moradi, M. (2018). *Mathematical modeling of lithium-ion batteries and improving mathematics learning experience for engineering students.* degree of Master of Science, University of

Kansas. Available from ProQuest Dissertations & Theses Global. (2046842022). Retrieved from https://search.proquest.com/docview/2046842022?accountid=178282

Muniz, M. (2014). *Teaching tools for pedagogy at the nanoscale: Towards the understanding of concepts through experience and experimentation.* Doctor of Philosophy: North Carolina State University.

Murcia, K. (2013). Secondary school students' attitudes to nanotechnology: What are the implications for science curriculum development? *Teaching Science: The Journal Of The Australian Science Teachers Association*, *59*(3), 15-21.

Olteanu, R., Gorghiu, G., & Gorghiu, L. (2017). Introducing Responsible Research and Innovation Dimensions in Non-Formal Education Activities Dedicated to Industrial Application of Nanomaterial's. *Journal of Science & Arts*, *17*(2), 331-340.

Patricia S., Wise A., Stanford T., Anders R. (2009). *Can High School Students Learn Nanoscience*? An Evaluation of the Viability and Impact of the NanoSense Curriculu, SRI International, Washington, DC: National Research Council.

Rodgers, K. (2016). *Development of first-year engineering teams' mathematical models through linked modeling and simulation projects*. Doctor of Philosophy: Purdue University.

Ross, S. (2015). *Two projects in nanobiotechnology: Regulation of cellular signaling processes using nanotechnology; A new and creative method for teaching nanobiotechnology in undergraduate education.* Doctor of Philosophy*:* Norfolk State University.