مجلة جامعة ام القرى للعلوم التربوية والنفسية

الموقع الإلكتروني: https://uqu.edu.sa/jep

أثر برنامج تدريبي مقترح قائم على تقنية النانو لاكتساب مفاهيمها وتنمية تطبيقاتها لدى معلمي الرياضيات

أيمن رأفت عباس[1]، سامي مصبح الشهري[2]

[1] ماجستير مناهج وطرق التدريس، كلية التربية، جامعة الملك خالد، المملكة العربية السعودية

[2] أستاذ المناهج وطرق تدريس الرياضيات المشارك، كلية التربية، جامعة الملك خالد، المملكة العربية السعودية

Impact of a proposed training program based on Nanotechnology to acquire its concepts and develop its applications among math teachers

Ayman Rafat Abass[1], Sami Musbah Alshehri[2]

[1] Master of Curriculum and Instruction, College of Education, King Khalid University, Saudi Arabia

[2] Associate Professor in Curriculum and Instructions of Mathematics, College of Education, King Khalid University, Saudi Arabia

تاريخ الاستلام: 2022/08/18م تاريخ القبول: 2022/12/23م

Received: 18/08/2022 Accepted: 23/12/2022

الملخص:

هدف البحث إلى معرفة أثر برنامج تدريبي مقترح قائم على تقنية النانو لاكتساب مفاهيمها وتنمية تطبيقاتها لدى معلمي الرياضيات في التعليم العام، بالإضافة إلى قياس مستوى المعرفة بمفاهيم وتطبيقات تقنية النانو لديهم. ولتحقيق أهداف البحث تم استخدام المنهج التجريبي لمجموعتين مرتبطتين باستخدام التطبيق (القبلي–والبعدي)؛ لأداء المجموعة التجريبية قبل تعريضها للمعالجة التجريبية وبعدها، وذلك بالاعتماد على أداة البحث: الاختبار التحصيلي لقياس مستوى المعرفة بمفاهيم وتطبيقات تقنية النانو، والتي تم تطبيقها على عينة عشوائية من معلمي الرياضيات في التعليم العام بمدينة أبها بالمملكة العربية السعودية، مكونة من (30) معلماً. استخدم الباحثان مجموعة من المعالجات الإحصائية ومنها: اختبار (T-Test) لعينتين مرتبطتين، ومعامل ارتباط بيرسون لحساب حجم الأثر، وقد أظهرت النتائج ما يلي: انخفاض مستوى المعرفة بمفاهيم وتطبيقات تقنية النانو لدى معلمي الرياضيات، ووجود اختلاف في مستوى المعرفة بمفاهيم وتطبيقات تقنية النانو بالنسبة للمرحلة التعليمية. كما توصلت النتائج إلى أن البرنامج التدريبي المقترح القائم على تقنية النانو كان له أكبر الأثر في إكساب مفاهيم تقنية النانو وتنمية تطبيقاتها لدى معلمي الرياضيات في التعليم العام بالمراحل الثلاث.

الكلمات المفتاحية: برنامج تدريبي مقترح، تقنية النانو، المعلم، الرياضيات، التعليم العام.

Abstract:

The research aims to get the knowledge about the impact of a proposed training program based on nanotechnology to acquire its concepts and develop its applications among mathematics teachers in public education. It also aims to measure the level of knowledge of nanotechnology concepts and applications. To achieve the objectives of the research, the experimental approach was used for two-paired-groups related to the use of the (before - after) application; To perform the experimental group before and after exposing it to the experimental treatment, depending on the research tool: the achievement test to measure the level of knowledge of concepts and applications of nanotechnology which were applied to a random sample of mathematics teachers in public education in the city of Abha, Saudi Arabia. It is made up of (30) teachers. To reach the results of the research, a set of statistical treatments were used, including T-Test for two related samples, Pearson correlation coefficient to calculate the effect size. The results showed the following: Low level of knowledge of concepts and applications of nanotechnology among mathematics teachers. There is also a difference in the level of knowledge of nanotechnology concepts and applications for the educational stage. The proposed training program based on nanotechnology had the greatest impact on acquiring the concepts of nanotechnology and developing its applications among mathematics teachers in public education in the three stages.

Keywords: Proposed training program, Nanotechnology, Teacher, Mathematics, Public education.

معلومات التواصل: **سامي مصبح الشهري**

البريد الالكتروني الرسمي smshehrie@kku.edu.sa

Doi: https://doi.org/10.54940/ep50657692

المقدمة:

إزداد تسارع وتيرة الحياة في العصر الحديث، وأصبحت السرعة سمة لكل شيء، فما يكاد ينقضي الوقت حتى نسمع باكتشاف جديد وتقدم علمي آخر، ومن التطورات العلمية التي أصبحت ذات حضور كبير هي تقنية النانو. لقد حظيت هذه التقنية باهتمام واسع المجال من قبل المختصين والعلماء في مختلف المجالات والتخصصات العلمية، من أجل السعي في توسيع نطاقات التطبيقات والتوظيفات لها، لأنها من أسباب التقدم العلمي في المستقبل. لذلك نجد أن هذه التقنية أصبحت تحتل المراتب الأولى في أولويات البحث العلمي في مختلف الدول، لأنها العامل المكون للمستقبل، وقيام ثورة صناعية جديدة (سلامة، 2009).

تعد تقنية النانو قفزة علمية كبيرة في عالم المعرفة، نظراً لاتصالها بحياة الإنسان في مختلف الجوانب الاقتصادية والاجتماعية والتعليمية والمعرفية. وقد أشار (الركيان، 2008؛ داود، 2013) إلى أن أهمية هذه التقنية تعود إلى إمكانية استخدام تطبيقاتها في شتى المجالات والتخصصات، وأن لها تأثيراً بارزاً في الاقتصاد العالمي، بالإضافة إلى إعطاء الفرصة للدول لاستغلالها في تطوير أنظمتها التعليمية، وملاحقة التطور العلمي والتقني الحديث. وقد أوضح ميلو وآخرون (Milo et.al, 2007) ضرورة تطوير النظم التعليمية في ضوء ما يتم استحداثه من مفاهيم التقنية. إن تضمين تقنية النانو في النظام التعليمي، هو بمثابة المدخل لتطوير المناهج الدراسية، وتحديث الخبرات والأنشطة التعليمية فيها في ضوء مفاهيم النانو (Ban & Kocijancic, 2011)، حيث يمكن تدريس هذه المفاهيم في مراحل مبكرة، كما يمكن توظيفها من خلال تقديم برامج تعليمية مرتبطة بتطبيقات تقنية النانو في المجتمع (داود، 2013). وترتبط مفاهيم تقنية النانو بدرجة كبيرة بمجالي الهندسة والقياس، حيث أوضح (القحطاني، 2019) إلى 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 المجالات الرياضية والطب والطاقة البديلة والنظيفة، ومجالات الفضاء، وهذه المواقف ترتبط بعمليات حسابية ومعادلات رياضية يمكن تقديمها بما تتضمن من مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو في مجال الرياضيات.

وتعتبر الرياضيات من أهم الحقول الدراسية في العصر لحديث، وذلك لارتباطها الوثيق بمختلف العلوم والمجالات. إن للرياضيات دور كبير في تنشيط العقل الإنساني من خلال المسائل المختلفة، وعن طريق حل الكثير من المشكلات، لإنها تعمل على تحويل الإنسان من شخص ذو عقلية خاملة إلى شخص متفتح الذهن (الرفاعي، 2019). وفي هذا الشأن، أشار (إبراهيم، 2009) إلى أن الرياضيات ساهمت قد بفروعها المختلفة في مساعدة الإنسان منذ القدم وحتى وقتنا الحاضر، من خلال تحليل العلاقات بين الظواهر الطبيعية المختلفة، بالتالي التعرف على بعض القوانين التي تحكم الكون المليء بالأسرار الذي يكتشفه التقدم العلمي من وقت إلى آخر، لذلك تعتبر الأساليب الرياضية الدعامة الأساسية التي يستند عليها تطور وتقدم العلوم الطبيعية المتنوعة.

إن تنمية معلمو الرياضيات في مراحل التعليم العام يحتاج إلى برامج تدريبية تستهدف المتغيرات المستقبلية، وتعمل على ربط الجوانب النظرية بالجوانب التطبيقية، وذلك من أجل الجمع بين المعرفة الرياضية والتربوية، واستخدامها في إكساب الطلاب المعارف والمهارات والاتجاهات الإيجابية المستهدفة. ومن هنا تبرز أهمية البرامج التدريبية التي تسعى إلى تطوير المعلمين، وتزويدهم بالجدارات التي تمكنهم من حل المشكلات الرياضية، والحصول على نتائج واقعية (إبراهيم، 2009). بالإضافة إلى ذلك، تعمل البرامج التدريبية القائمة على تقنية النانو على زيادة دافعية المعلمين، وتحسين قدراتهم على حل المشكلات، وتنمية مهارات التفكير لديهم (القحطاني، 2019).

ومن خلال ما تقدم؛ يمكننا القول بأن تقنية النانو تعتبر من التغيرات والتطورات العالمية التي حدثت في العصر الحالي، بل هي ثورة علمية لا تقل أهمية عن الثورة الصناعية التي كانت سبباً في نقل البشرية إلى عصر الآلات، ودخلت تلك التقنية في العديد من المجالات والتطبيقات، لذلك كان لزاماً على المعلمين بصفة عامة ومعلمي الرياضيات بصفة خاصة الاستعداد لمواكبة هذا العلم والوعي بأبعاده المختلفة.

الإطار النظري للدراسة:

يتضمن هذا المحور عرضاً للأدبيات المرتبطة بمجال البحث، والتي اشتملت على محورين، وهي: محور تقنية النانو، ومحور البرنامج التدريبي المقترح القائم على تقنية النانو لاكتساب مفاهيمها وتنمية تطبيقاتها لدى معلمي الرياضيات بالتعليم العام. اشتمل كلا المحورين على مجموعة من الدراسات التي تم الحصول عليها من محرك الباحث العالمي Google Scholar، ومن القواعد البحثية المندرجة تحت المكتبة السعودية الرقمية، وفيما يلي عرض مفصل لها.

المحور الأول: تقنية النانو

ذكر كل من ولندر (Waldner, 2007) إلى أن أصل كلمة نانو مشتقة من الكلمة الإغريقية نانوس فهي معناها القزم، أو كل شيء صغير، وهنا يمكن أن نقول إنها تعني تقنية المواد المتناهية الصغر، أو التقنية المجهرية الدقيقة، أو تقنية المنمنمات، والنانومتر= الواحد من البليون متر أي (1÷ 1000000000م). كما أشار مارك ودان (Mark and Dan, 2003) إلى أن النانو يعني التحكم التام والدقيق في إنتاج المواد، وذلك من خلال التحكم في تفاعل الجزيئات الداخلية في التفاعل، وتوجيه هذه الجزيئات، والقيام بوضع الذرات أثناء التفاعل في مكانها أو الصحيح.

وفي هذا الجانب، أشار غياضه (2016) إلى أن "تقنية النانو تعتبر علماً تطبيقياً وتقنياً متعدد التخصصات، والذي يهتم بالتحكم والسيطرة على المادة، في مستوى الذرة والجزيء في المدى (1–100) نانومتر، فهو يهدف الي إنتاج وابتكار أجهزة أو مواد جديدة، فاهي تتميز بخواص فريدة، وتؤدي وظائف محددة بكفاءة عالية، أدى ذلك إلى ظهور تطبيقات حديثة في جميع المجالات" (ص.9). كما أوضح مهدي (2016) إلى أن النانو تهتم بدراسة وإنتاج الأشكال الهندسية المختلفة عبر تجميعها على المستوى الصغير من مكوناتها الأساسية عبر تدريج النانو (1–100) نانومتر. ويمكننا القول بأن تقنية النانو تعني التحكم في خواص المواد على المستوى الذري أو الجزيئي، مهما كان اختلاف خواص المواد الكهرومغناطيسية والإلكترونية والفيزيائية والكيميائية، والتي يمكن من خلالها ابتكار وإنتاج أجهزة ومواد وتقنيات جديدة تتميز بمواصفات وسمات عالية الجودة، والاستفادة من خصائص المواد عند المقياس النانومتري في بناء تطبيقات عملية وتقنية مختلفة.

لقد أصبحت تقنية النانو ذات اهتمام وتنافس عالمي شديد لم تصل إليه أي تقنية أخرى من هذا النوع من التقنيات المتقدمة، ومن أهم أسباب الاهتمام الكبير هو الاستثمار الاقتصادي في تقنية النانو، نظراً لعوائدها الاقتصادية الضخمة، بالإضافة إلى أنها تعمل على إحداث تغيير كبير في مجالات حياة الإنسان في المراحل المستقبلية القادمة، والتي ستعتمد اعتمادا كبيرا على منتجات ومكتشفات تقنية النانو. وقد حدد سلامة (2009) عدد من العوامل التي يعتقد أنها سبب ومصدر الاهتمام الكبير بتقنية النانو في الوقت الراهن، والتي تتمثل قيامها على التكامل بين العلم والتقنية في التطبيقات العلمية الحديثة، بالإضافة إلى إسهامها في تغيير الكثير من الممارسات التقليدية في تصميم وإنتاج المنتجات والسلع الاستهلاكية والإلكترونية، بالإضافة إلى تكلفتها المادية وعوائدها الاقتصادية المرتفعة مقارنة بالتقنيات المستخدمة حالياً.

هناك القليل من الدراسات المحلية التي ركزت على تقنية النانو في التعليم، وجميع هذه الدراسات تختلف عن هذه الدراسة من حيث أهدافها ومتغيراتها ومجتمعها البحثي، فقد هدفت دراسة الرفاعي (2019) إلى تقصي مستوى المعرفة بتقنية النانو لدى طالبات المرحلة الثانوية في مدينة جدة واتجاهاتهن نحوها وإيجاد العلاقة بين مستوى المعرفة بتقنية النانو والاتجاه نحو تقنية النانو لدى أفراد العينة، وكانت أداة البحث اختبار يقيس مستوى المعرفة بتقنية النانو ومقياس يقيس الاتجاه نحو تقنية النانو، وأظهرت النتائج أن المستوى المعرفي لطالبات المرحلة الثانوية بمدينة جدة لتقنية النانو منخفض حيث بلغ (42%)، كما أوضحت النتائج أن متوسط درجات الطالبات في مقياس الاتجاه نحو تقنية النانو مرتفع حيث بلغ (93,3) كما يوجد علاقة طردية قوية بين مستوى المعرفة بتقنية النانو والاتجاه نحو النانو لدى أفراد العينة.

كما هدفت دراسة القحطاني (2019) إلى بناء تصور مقترح لتضمين مفاهيم تقنية النانو، وما يرتبط بها من تطبيقات في عناصر الخبرة التعليمية والمعرفية والرياضية بمستويات (المعرفة المفاهيمية والإجرائية وحل المشكلات الرياضية)، واستخدم الباحث كل من استمارة تحليل المحتوى واستبيان لمعلمي ومشرفي الرياضيات كأداتين للبحث، وأظهرت النتائج قصور دمج مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو في مناهج الرياضيات على مستوى الأهداف والمحتوى، وقصور على مستوى استراتيجيات التدريس والتقويم، كما أشارت نتائج البحث إلى تعزيز مجموعة من الآليات ترتبط بتضمين مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو داخل منهج الرياضيات من خلال وحدات عامة ووحدات داخل مجال القياس وأنشطة وعلى مستوى معالجات التدريس، وكان أيضا من نتائج البحث وضع أسس وعناصر التصور المقترح لتضمين تقنية النانو في مناهج الرياضيات المطورة بمراحل التعليم العام.

أما دراسة التميمي (2018) فقد سعت إلى التعرف على مستوى وعي طلاب وطالبات الدبلوم التربوي بجامعة حائل بمفاهيم تقنية النانو وتطبيقاتها المختلفة، وتم إعداد اختبار لقياس مستوى الوعي تكون من (21) سؤالا، وأظهرت النتائج تدني وانخفاض مستوى الوعي بمفاهيم تقنية النانو وتطبيقاتها المختلفة، حيث بلغت النسبة المئوية للمتوسط الحسابي العام (63,21%)، وعدم وجود اختلاف في مستوى الوعي يعزى لمتغير التقدير بالبكالوريوس، والتخصص، والنوع، ودراسة الفيفي (2016) هدفت إلى وضع تصور مقترح لتضمين مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو في كتب العلوم في الصفوف العليا بالمرحلة الابتدائية، واستخدم الباحث استمارة تحليل المحتوى كأداة لبحثه، وأظهرت النتائج أن مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو وردت في كتب العلوم بشكل مختصر حيث وردت (98) مرة، كما أظهرت نتائج البحث أن تكرارات المفاهيم المرتبطة بتطبيقات تقنية النانو في الفضاء جاءت في المرتبة الأولى بنسبة (19,4%)، بينما جاءت تطبيقات تقنية النانو في الإلكترونيات في المرتبة السابعة بنسبة بلغت (4,1%).

كما هدفت دراسة لبد (2013) إلى إثراء بعض موضوعات منهاج العلوم بتطبيقات تقنية النانو وقياس أثرها على مستوى الثقافة العلمية لطالبات الصف الحادي عشر، واستخدمت الباحثة اختبار مستوى الثقافة العلمية (الجانب المعرفي)، ومقياس اتجاه نحو تقنية النانو (الجانب الوجداني) كأداتين للبحث، وتوصلت الدراسة إلى نتيجة وهي أن مستوى الثقافة العلمية للطالبات وصل إلى (73,75%) وهذه النسبة أعلى من المعدل الافتراضي (70%) والذي حدد كمعدل مقبول تربوياً.

المحور الثاني: برنامج تدريبي مقترح قائم على تقنية النانو لاكتساب مفاهيمها وتنمية تطبيقاتها لدى معلمي الرياضيات بالتعليم العام

أشار إبراهيم (2009) إلى أن البرنامج التدريبي هو عبارة عن: "طريقة تربوية منهجية تقوم على أسس تجريبية، تستهدف وضع نظام في عرض المعلومات والمفاهيم مع توفير الأنشطة المناسبة لضمان نجاح البرنامج" (ص.195). كما عرفه صبري (2003) إلى أنه: "مجموعة من الإجراءات والخطوات والتعليمات والقواعد التي يتم اتباعها لنقل خبرات محددة مقروءة، أو مرئية، أو مباشرة، أو غير مباشرة، تعليمية، أو ترفيهية، أو تثقيفية؛ وذلك لفرد، أو مجموعة أفراد، أو جمهور كبير في مكان واحد، أو أماكن متفرقة لتحقيق أهداف محددة" (ص.152). ويعرف الباحثان البرنامج التدريبي بأنه: مجموعة من الأنشطة المخططة المنظمة، والتي تستهدف إكساب معلمي الرياضيات معارف وخبرات حول مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو، بحيث يملكون القدرة على ربطها بمناهج الرياضيات، وإكسابها لطلابهم، وكذلك ربط حياة الطلاب بالتطورات التقنية السريعة وتقدم خلال فترة زمنية محددة.

ومما لاشك فيه أن البرنامج التدريبي يكتسب أهميته من كونه يعمل على إثارة دافعية المتعلمين وفضولهم نحو التعلم، والذي لا يعتمد على الكتاب المدرسي فقط، بل يتعداه إلى مصادر أخرى كالإنترنت مثلاً، كما أنه يساهم في توفير بيئة تفاعلية مبنية على عناصر المتعة والتشويق كالصوت والصورة والحركة والألوان والمحاكاة، ويعمل على تنمية مهارات البحث والاستقصاء لدى المتعلمين، من خلال البحث في المصادر المتعددة، بالإضافة إلى تنمية التفكير العلمي للمتعلمين، من خلال عملية البحث والاستقصاء، والتي يقومون بها من مصادر مختلفة للمعرفة، كما أنه ينقل المعلم والمتعلم من أدوارهم الاعتيادية إلى أدوار جديدة، فالمعلم يوجه ويرشد المتعلمين، والمتعلمون ينفذون الأنشطة ويناقشون ويحاورون ويبحثون عن المعلومات والمعارف (بني عواد، ٢٠٠٦).

هناك مجموعة من الأهداف العامة للبرامج التدريبية، فقد ذكر الشناق وبني دومي (٢٠٠٩) إلى أن البرامج تقوم بإعطاء الفرصة للمتعلم للتعلم الذاتي، وتقديم عينات من أعماله وأنشطته، وتوفير الفرصة للمعلم بأن يحكم على مدى تعلم المتعلم وذلك بقياس مخرجات التعلم من خلال الأعمال والأنشطة التي أنتجها المتعلم، بالإضافة إلى سهولة تبادل المعلومات والخبرات بين المتعلمين. أما ما يتعلق بالبرنامج التدريبي المقترح للدراسة الحالية، فقد هدف إلى إكساب معلمو الرياضيات لمفاهيم تقنية النانو، وتنمية تطبيقاتها لديهم، وتمكين معلمي الرياضيات من تطويع مفاهيم النانو وتطبيقاتها المختلفة في مادة الرياضيات، بالإضافة إلى تمكين المعلمين من معالجة مشكلات الطلاب في الرياضيات، وربطها بالقضايا العالمية التي تثير اهتماماتهم العلمية، وتطوير العملية التعليمية وتحسين جودة مخرجاتها.

إن عملية بناء البرنامج التدريبي تستند على مجموعة من الأسس التربوية والتعليمية، والتي يمكن استخلاصها من نماذج التصميم التعليمي المختلفة. فقد ذكر الشهري (٢٠١٢) إلى أن بناء البرنامج يقوم على عملية تحليل خصائص المتعلمين العقلية والنفسية والاجتماعية لتحديد اهتماماتهم واختيار طرائق التعلم التي تلائم استعداداتهم وميولهم، وكذلك تحديد الأهداف التعليمية بطريقة إجرائية واضحة ومحددة ويمكن ملاحظتها وقياسها، وتحديد المحتوى التعليمي في ضوء أهداف البرنامج التدريبي وخصائص المتعلمين، واختيار خبرات التعلم وتنظيمها بطريقة تلائم خصائص المتعلمين، وتحديد الأنشطة التي تعزز الأهداف التعليمية، والاهتمام بعملية التفاعل بين عناصر البرنامج ومكوناته في منظومة تفاعلية متكاملة، والتأكيد على دور المتعلم في عملية المشاركة والتفاعل الإيجابي مع البرنامج التدريبي بكل ما يتضمنه من أنشطة وخبرات تعليمية ووسائط متعددة وتدريبات، والتركيز في عملية التقويم على اكتساب المتعلمين لخبرات التعلم ومعالجة المشكلات التي تعوق التقدم في البرنامج التدريبي، والاستمرار في تقديم التغذية الراجعة الفورية المعززة للجوانب الإيجابية ومعالجة الجوانب السلبية.

وفيما يتعلق بالدراسات السابقة التي ترتبط بالبرامج التدريبية القائمة على تقنية النانو وتطبيقاتها، فقد وجد الباحثان عدداً قليلاً من الدراسات المحلية والعربية والدولية، والتي من ضمنها دراسة السعداوي (٢٠١٩)، والتي هدفت إلى تطوير برنامج إعداد معلمي الكيمياء بكليات التربية في ضوء مفاهيم تقنية النانو وتطبيقاتها، واستخدمت الباحثة مجموعة من الأدوات في بحثها وهي اختبار مفاهيم تقنية النانو وتطبيقاتها، ومقياس اتخاذ القرار نحو تطبيقات تقنية النانو، ومقياس الاتجاه نحو تقنية النانو وتطبيقاتها، وتوصلت الدراسة لمجموعة من النتائج وهي تدني مستوى تناول أهداف ومحتوى برنامج إعداد معلمي الكيمياء بكليات التربية جامعات (بنها، عين شمس، الإسكندرية) لمعايير ومؤشرات أهداف ومحتوى تقنية النانو وتطبيقاتها، وجود فرق دال إحصائيا عند مستوى دلالة (0,05) بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبيتين الأولى والثانية في أدوات الدراسة في التطبيق القبلي والبعدي لصالح التطبيق البعدي لكلا المجموعتين، عدم وجود فرق دال إحصائيا في أدوات الدراسة لدى طلاب المجموعة التجريبية الأولى والمجموعة التجريبية الثانية.

كما هدفت دراسة خضر (2016) إلى استخدام حقيبة تعليمية إلكترونية في تنمية مفاهيم تقنية النانو لدى طالبات الصف التاسع الساسي بغزة، وتمثلت أدوات الدراسة باختيار مفاهيم تقنية النانو، ومقياس الاتجاه نحو تقنية النانو، وتوصلت الدراسة إلى النتائج التالية: أولا: توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة ($\alpha = 0.05$) بين متوسطي درجات الطالبات في المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار مفاهيم تقنية النانو لصالح المجموعة التجريبية يعزى للحقيبة التعليمية الإلكترونية. ثانيا: توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة ($\alpha = 0.05$) بين متوسطي استجابا الطالبات في المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لمقياس

الاتجاه نحو تقنية النانو لصالح المجموعة التجريبية يعزي للحقيبة التعليمية الإلكترونية. ثالثا: يوجد أثر إيجابي للحقيبة التعليمية الإلكترونية في تنمية مفاهيم تقنية النانو لدى طالبات المجموعة التجريبية. رابعا: يوجد أثر إيجابي للحقيبة التعليمية الإلكترونية في تنمية الاتجاه نحو تقنية النانو لدى طالبات المجموعة التجريبية.

وأما دراسة كل من العليان والعرفج (2015) فقد هدفت إلى استقصاء حجم الأثر الذي يمكن أن يتركه برنامج تدريبي يتكون من أربعة محاور هي: ماهية علم النانو وتاريخه، تطبيقاته في مجالات الحياة المختلفة، الإيجابيات والسلبيات المرتبطة بالتطبيقات، واتجاهات المجتمع نحو مستقبل تقنية النانو، واستخدما اختبار تحصيلي كأداة للبحث لقياس درجة الوعي بالقضايا المرتبطة بعلم (النانو)، وكذلك مقياس اتجاهات الطلبة نحو القضايا المرتبطة بعلم النانو كأداة أخرى، وأظهرت النتائج وجود فاعلية كبيرة للمعالجة التجريبية نتيجة تطبيق البرنامج التدريبي في تحسين أداء الطلبة في الاختبار التحصيلي المعد، ما يشير إلى زيادة وعيهم بقضايا علم وتقنية النانو، في حين لم تظهر النتائج فروق دالة إحصائيا بين اتجاهات الطلبة قبل وبعد تطبيق البرنامج.

وقام الشهري (2012) بدراسة هدفت إلى استقصاء فعالية برنامج تعليمي قائم على الوسائط المتعددة في إكساب طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي مفاهيم تقنية النانو عند المستويات المعرفية: (التذكر، الفهم، التحليل) وعند المستوى الكلي للاختبار التحصيلي لمفاهيم تقنية النانو، والكشف عن فعاليته في تنمية اتجاهاتهم نحو مفاهيم تقنية النانو في مجالات أداة قياس الاتجاهات السبع: (القدرة على اكتساب مفاهيم تقنية النانو، وتقدير أهمية تعلم مفاهيم تقنية النانو، وحب البحث والاكتشاف في تقنية النانو، واختيار مهنة مستقبلية في تقنية النانو، ومواكبة التطورات العلمية لتقنية النانو) وعلى المستوى الكلي لأداة قياس الاتجاهات، واستخدم الباحث أداتي البحث : (الاختبار التحصيلي لمفاهيم تقنية النانو، وأداة قياس الاتجاهات نحو مفاهيم تقنية النانو)، وأظهرت النتائج وجود فرق دال إحصائياً عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$) بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي للاختبار التحصيلي لمفاهيم تقنية النانو عند المستويات المعرفية (التذكر، الفهم، التحليل) وعند المستوى الكلي للاختبار، ووجود حجم أثر كبير ذو دلالة عملية؛ لصالح التطبيق البعدي، يعزى لفعالية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة، كما أظهرت النتائج وجود فرق دال إحصائيا عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$) بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي على أداة قياس الاتجاهات نحو مفاهيم تقنية النانو في مجالات أداة قياس الاتجاهات السبع: (القدرة على اكتساب مفاهيم تقنية النانو، والاستمتاع العلمي والمعرفي بتعلم مفاهيم تقنية النانو، وتقدير الاهتمام بتعلم مفاهيم تقنية النانو، وتقدير أهمية تعلم مفاهيم تقنية النانو، وحب البحث والاكتشاف في تقنية النانو، واختيار مهنة مستقبلية في تقنية النانو، ومواكبة التطورات العلمية لتقنية النانو) وعلى المستوى الكلي لأداة قياس الاتجاهات، ووجود حجم أثر كبير ذو دلالة عملية؛ لصالح التطبيق البعدي، يعزى لفاعلية البرنامج التعليمي القائم على الوسائط المتعددة.

كما هدفت دراسة ألفورد (Alford, 2007) إلى تطوير مناهج تقنية النانو لطلاب المرحلة الثانوية في أستراليا، وذلك عن طريق تصميم برنامج لتعليم تقنية النانو لطلاب المرحلة الثانوية في أستراليا، وقد تميز البرنامج بأنه يركز على تطبيقات تقنية النانو ومشاركة الصناعيين في تعليم تقنية النانو وتناول المنهاج بتوسع لتطبيقات تقنية النانو وأثرها على المجتمع، وهدفت دراسة شي–كوان (Chih-Kuan, 2006) لبناء برنامج لتطوير خبرات معلمي المرحلة الثانوية في مجال تقنية النانو، وقد طبق البرنامج على (169) مدرسة في تايوان، وقد ظهر من خلال النتائج ازدياد في اتجاهات المعلمين نحو البرنامج، وقد ناقشت الدراسة الاستمرار في استخدام هذا البرنامج.

كما هدفت دراسة آدمز وروجرز (Adams & Rogers, 2004) إلى بناء محتوى تعليمي شامل ونوعي في تقنية النانو يمكن تعديله وتطويره ليصبح قابلا لتدريس وتثقيف عامة الناس في هذا المجال، وأعطي الطلاب فرصة من أجل اكتشاف مجالات الدراسة قبل العودة لسنة الامتياز لتصميم منهج في تقنية النانو، وتوصلت الدراسة إلى أنه تقنية النانو عبارة عن هندسة نانوية يمكن تقديمها للطلاب في شكل منهج موحد يشمل على أساسيات وتطبيقات تقنية النانو، وتوحيد استخدام استراتيجيات التدريس بحيث يشمل المنهج على محتوى معرفي تثقيفي للطلاب في مختلف مراحلهم الدراسية.

مشكلة البحث:

أظهرت العديد من الدراسات ضرورة الاهتمام بتقنية النانو وضرورة إدراك المعلمين لها وإدخال مضامينها في المناهج الدراسية ومن ثم نقل هذا الوعي الى الطلاب، فقد أشارت دراسة الشهري (2012) إلى ضرورة تبني وزارة التعليم خطة استراتيجية؛ لتضمين مناهج التعليم الثانوي للمواد العلمية (الفيزياء، والكيمياء، والأحياء، والرياضيات، والحاسب الآلي) مفاهيم تقنية النانو، وإعداد وتدريب المعلمين على تدريس تقنية النانو وتطبيقاتها العملية، وتزويدهم بالكفايات والمهارات العلمية والمهنية لتدريس تقنية النانو. كما أشارت دراسة القحطاني (2019) إلى الاتجاه لتدريب معلمي الرياضيات لاستيعاب مفاهيم وتطبيقات تقية 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.

كما أكدت بعض الدراسات على ضرورة ربط المناهج الدراسية بتقنية

النانو، ويبدو ذلك جلياً في دراسة الفيفي (2016) والتي تؤكد على ضرورة توعية فرق تأليف المناهج بأهمية ترابط وتكامل مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو على مستوى المراحل الدراسية المختلفة، وتزويد المعلمين بقائمة مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو ليستفيدوا منها عند تنفيذ المنهج والأنشطة المختلفة. كما أشارت دراسة العليان والعرفج (2015) إلى ضرورة تضمين المناهج الدراسة والجامعية وخاصة العلوم والرياضيات والهندسة لمفاهيم النانو وتطبيقاته وآثاره الاجتماعية والأخلاقية، والعمل على تأهيل العدد الكافي من أعضاء هيئة التدريس بالجامعات والمعلمين في المدارس؛ لتقديم الوعي والإرشاد بعلم النانو والقضايا المرتبطة به. 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.

إن معرفة معلمي الرياضيات بتقنية النانو وما تحتويه من مفاهيم وتطبيقات أصبح ضرورة حتمية في العصر الحالي، وهذه نتيجة من نتائج وتوصيات العديد من الدراسات المذكورة أعلاه والتي ظهرت في السنوات الأخيرة، والتي ترى أهمية تقنية النانو في العصر الحالي، وما يقع على المعلمين من مسؤولية كبيرة في ربط تلك التقنية بالمناهج الدراسية. وبناءً على ما سبق، قام الباحثان بالعمل على قياس مستوى المعرفة بمفاهيم وتطبيقات تقنية النانو لمعلمي الرياضيات بمدينة أبها، والذي ساهم بدوره في تصميم البرنامج التدريبي المقترح لاكتساب مفاهيم تقنية النانو وتنمية تطبيقاتها لدى معلمي الرياضيات.

أسئلة البحث:

سعى الباحثان للإجابة عن الأسئلة التالية:

١. ما مستوى المعرفة لدى معلمي الرياضيات في التعليم العام بمفاهيم وتطبيقات تقنية النانو؟

٢. ما الاختلافات بين مستوى المعرفة بمفاهيم وتطبيقات تقنية النانو لدى معلمي الرياضيات باختلاف المرحلة التعليمية؟

٣. ما البرنامج التدريبي المقترح لإكساب مفاهيم تقنية النانو وتنمية تطبيقاتها لدى معلمي الرياضيات في التعليم العام؟

٤. ما أثر البرنامج التدريبي المقترح في إكساب مفاهيم تقنية النانو وتنمية تطبيقاتها لدى معلمي الرياضيات في التعليم العام؟

أهداف البحث:

سعى الباحثان من خلال هذه الدراسة إلى التعرف على:

١. مستوى المعرفة لدى معلمي الرياضيات في التعليم العام بمفاهيم وتطبيقات تقنية النانو.

٢. درجة اختلاف مستوى المعرفة لدى معلمي الرياضيات بمفاهيم وتطبيقات تقنية النانو باختلاف المرحلة التعليمية.

٣. تصميم برنامج تدريبي مقترح لإكساب مفاهيم تقنية النانو وتنمية تطبيقاتها لدى معلمي الرياضيات في التعليم العام.

٤. أثر البرنامج التدريبي المقترح في إكساب مفاهيم تقنية النانو وتنمية تطبيقاتها لدى معلمي الرياضيات في التعليم العام.

أهمية البحث:

يمكن إيجاز أهمية هذا البحث في النقاط الآتية:

١. يعد البحث الحالي استجابة لتوصيات المؤتمرات والبحوث والدراسات في مجال تقنية النانو.

٢. يسعى البحث الحالي إلى لفت أنظار معلمي الرياضيات لاكتساب مفاهيم تقنية النانو وتنمية تطبيقاتها، وأخذها في الاعتبار عند التدريس، مما يربط الطالب بالمتغيرات والتطورات العالمية والتي تساعد بدورها في رفع كفاءته.

٣. استفادة معلمي الرياضيات في التعليم العام بقائمة مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو التي سيتم إعدادها في هذا البحث.

٤. قد يستفيد من نتائج هذا البحث كل من مطوري المناهج بصفة عامة، وفي مجال مناهج الرياضيات بصفة خاصة.

فروض البحث:

سعى الباحثان للتحقق من صحة الفروض الآتية:

١. لا يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى دلالة $(\alpha < 0.05)$ في درجة المعرفة لدى معلمي الرياضيات في التعليم العام لاكتساب مفاهيم تقنية النانو وتنمية تطبيقاتها، يعزى لاختلاف المرحلة التعليمية.

٢. لا يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى دلالة $(\alpha < 0.05)$ بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي، يعزى لأثر البرنامج التدريبي المقترح القائم على تقنية النانو.

حدود البحث:

اقتصر البحث على الحدود التالية:

الحدود الموضوعية: مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو.

الحدود البشرية: معلمو الرياضيات بالمراحل التعليمية المختلفة (الابتدائية، المتوسطة، الثانوية).

الحدود المكانية: مدينة أبها بمنطقة عسير بالمملكة العربية السعودية.

الحدود الزمانية: الفصل الدراسي الأول للعام الدراسي 1443هـ – 2022م.

مصطلحات البحث:

تضمن البحث المصطلحات التالية:

١. تقنية النانو:

يعرف صالح (2015) تقنية النانو بأنها: "مجموعة من الأدوات والتقنيات والتطبيقات التي تتعلق بتصنيع بنية معينة، وتركيبها باستخدام مقاييس متناهية في الصغر" (ص.37).

ويعرفها الباحثان إجرائياً بأنها: كشف لتلك المفاهيم المرتبطة بمجالات تقنية النانو وعلومها المختلفة في الحياة اليومية وداخل المجتمع، والتي يمكن إكسابها لمعلمي الرياضيات بمدينة أبها.

٢. مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو:

يعرفها عرف طه (2014) بأنها "التقنيات متناهية الصغر، والتي يتم بواسطتها التحكم والسيطرة على الجزيئي، ويكون له تطبيقات في جميع مجالات العلوم المتنوعة؛ مما يحدث ثورة علمية وتقنية متعددة." (ص.18).

ويعرفها الباحثان إجرائياً بأنها: مجموعة المفاهيم الرئيسية والفرعية المرتبطة بتقنية النانو وتطبيقاتها المتعددة في المجالات المختلفة المرتبطة بالمجتمع، والتي يمكن إكسابها لمعلمي الرياضيات بمدينة أبها عن طريق برنامج تدريبي مقترح قائم على تقنية النانو لرفع كفاءاتهم وزيادة خبراتهم.

٣. البرنامج التدريبي:

يعرفه إبراهيم (2009) بأنه: "طريقة تربوية منهجية تقوم على أسس تجريبية، تستهدف وضع نظام في عرض المعلومات والمفاهيم مع توفير الأنشطة المناسبة لضمان نجاح البرنامج" (ص.195).

ويعرفه الباحثان إجرائياً بأنه: مجموعة من الأنشطة المخططة المنظمة والتي تستهدف إكساب معلمي الرياضيات بمدينة أبها معارف وخبرات حول مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو بحيث يملكون القدرة على ربطها بمناهج الرياضيات وإكسابها لطلابهم، وتقدم خلال فترة زمنية محددة.

منهجية البحث وإجراءاته:

أولاً: منهج البحث

اقتضت الدراسة الحالية استخدام كل من:

١. المنهج الوصفي: من خلال قياس مستوى المعرفة لدى معلمي الرياضيات بمدينة أبها بمفاهيم وتطبيقات تقنية النانو، وذلك بعد إعداد قائمة بأهم مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو.

٢. المنهج التجريبي: من خلال تطبيق البرنامج التدريبي المقترح على مجموعة من معلمي الرياضيات للمراحل الثلاثة، والتحقق من فاعلية البرنامج التدريبي المقترح القائم على تقنية النانو في اكتساب مفاهيمها وتنمية تطبيقاتها لديهم.

ثانياً: مجتمع البحث وعينته

تكون مجتمع الدراسة من جميع معلمي الرياضيات بمدينة أبها بالمدارس الحكومية والأهلية، وذلك للمراحل التعليمية الثلاثة: المرحلة الابتدائية، والمرحلة المتوسطة، والمرحلة الثانوية، وقد بلغ عددهم (310) معلماً، وذلك حسب إحصائية الفصل الدراسي الثاني لعام (1442هـ-2021م) لإدارة التعليم بمدينة أبها.

ولقياس مستوى معرفة معلمي الرياضيات بمفاهيم وتطبيقات تقنية النانو، تكونت عينة الدراسة العشوائية من (105) معلماً من معلمي الرياضيات بمدينة أبها بالمراحل التعليمية الثلاثة، والذين تم اختيارهم عشوائياً من قوائم إدارة تعليم مدينة أبها، على أن تكون الأعداد متساوية في المراحل الثلاثة، وذلك بواقع (35) معلماً لكل مرحلة.

وللتحقق من فاعلية البرنامج التدريبي المقترح القائم على تقنية النانو، تكونت عينة الدراسة العشوائية من (30) معلماً من معلمي الرياضيات بمدينة أبها بالمراحل التعليمية الثلاثة، والذين تم اختيارهم بطريقة عشوائية، حيث كانت الأعداد متساوية، وذلك بواقع (10) معلمين لكل مرحلة.

ثالثاً: إجراءات بناء قائمتي مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو

لبناء قائمتي مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو، تم إتخاذ الخطوات التالية:

أولاً: إجراء دراسة تحليلية للأدب التربوي المتعلق بتقنية النانو من حيث مفاهيمها وتطبيقاتها العلمية والعملية بهدف بناء قائمتي مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو، ومن هذه الدراسات ما يلي: دراسة القحطاني (2019) ودراسة الرفاعي (2019) ودراسة السعداوي (2019) ودراسة التميمي (2018) ودراسة غياضة (2016) ودراسة لبد (2013) ودراسة الشهري (2012) ودراسة براديب (2010) ودراسة بسيوني (2008)، وقد قام الباحثان باختيار تلك المفاهيم والتطبيقات في ضوء بعض الأسس التالية:

١. أن تكون تلك المفاهيم والتطبيقات مبنية على حقائق علمية قد أثبتتها الأبحاث والتجارب العملية.

٢. أن تكون المفاهيم سهلة بسيطة في الأسلوب والتطبيقات، ومرتبطة بالواقع التي نعيش فيه، مما يسهل على المعلم جمعها ونقلها لجميع الطلاب، وربطها بحياتهم، مما يكون لها أكبر الأثر على دراستهم في الرياضيات.

٣. أن يكون لهذه المفاهيم والتطبيقات قاعدة واسعة من المهتمين بها، والباحثين عنها في علم تقنية النانو.

٤. أن تهتم هذه المفاهيم والتطبيقات بموضوعات ومسائل علمية يجدر بمعلمي الرياضيات الإلمام بها.

٥. أن ترتبط تلك المفاهيم والتطبيقات بمناهج الرياضيات التي يقوم المعلمون بتدريسها للطلاب.

وفي ضوء تلك الأسس، قام الباحثان ببناء قائمة بمفاهيم تقنية النانو مكونة من (28) مفهوم، والتي تستهدف تحقيق أهداف الدراسة، وشمولها لكافة الأسس الواردة أعلاه، مع مراعاة ارتباطها بعلم الرياضيات،

كما تم عمل قائمة بتطبيقات تقنية النانو في (6) مجالات من مجالات الحياة، وكل مجال يشمل مجموعة من التطبيقات، كل هذه التطبيقات قائمة على علم الرياضيات.

ثانياً: تحكيم قائمتي مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو من قبل المتخصصين في مجال الرياضيات ومناهج وطرق تدريس الرياضيات والفيزياء والكيمياء وتطلع آرائهم حول تقيمها في ضوء بنود التحكيم الآتية:

١. سلامة اللغة المكتوب بها قائمتي مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو.

٢. تغطية قائمة المفاهيم لأهم مفاهيم تقنية النانو.

٣. تغطية قائمة التطبيقات لأهم تطبيقات تقنية النانو.

٤. الدقة العلمية لما ورد من مفاهيم وتطبيقات في القائمتين.

وقد أبدى المحكمون موافقتهم على قائمتي مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو، وإمكانية تقديمها لمعلمي الرياضيات بالتعليم العام للاستفادة منها، مع إجراء بعض التعديلات على الصياغة اللفظية والعلمية لبعض المفاهيم والتطبيقات التي تم تعديلها وفق مقترحاتهم.

رابعاً: إجراءات بناء الاختبار التحصيلي لقياس مستوى المعرفة بمفاهيم وتطبيقات تقنية النانو

قام الباحثان بإعداد اختبار تحصيلي بمفاهيم وتطبيقات تقنية النانو من خلال الاطلاع على الأدب التربوي في مجال تقنية النانو وقائمتي المفاهيم والتطبيقات المرتبطة بتقنية النانو التي قام الباحثان بإعدادهما، والإفادة من آراء بعض الخبراء والمختصين من خلال مقابلات متعددة معهم، وقد تم إعداد الاختبار التحصيلي وفقاً للخطوات التالية:

١. الهدف من الاختبار التحصيلي:

قام الباحثان بإعداد الاختبار التحصيلي للوقوف على مستوى المعرفة بمفاهيم وتطبيقات تقنية النانو لدى معلمي الرياضيات بالتعليم العام للمراحل الثلاث؛ الابتدائي، والمتوسط، والثانوي، وبالتالي معرفة ما يجب أن يحتويه البرنامج التدريبي من مادة علمية تدعم وترفع مستوى المعرفة بمفاهيم وتطبيقات تقنية النانو لديهم.

٢. مكونات الاختبار التحصيلي:

تم إعداد فقرات الاختبار التحصيلي على صورة اختيار من متعدد، بحيث تحتوي كل فقرة على أربعة بدائل ويقوم المتعلم باختيار الصحيح منها، وقد روعي في بناء فقرات الاختبار التنوع بحيث تشمل فقرات عن مفاهيم تقنية النانو، وأخرى عن تطبيقات تقنية النانو، وقد تكون الاختبار التحصيلي من (30) فقرة في صورته المبدئية على أن تكون كل فقرة من فقرات الاختبار لها درجة واحدة.

٣. التجربة الاستطلاعية للاختبار التحصيلي:

تم تطبيق الاختبار التحصيلي على (20) معلماً من معلمي الرياضيات بالتعليم العام بمدينة أبها، وهذه العينة بخلاف العينة النهائية التي طبق عليها الاختبار التحصيلي لقياس مستوى المعرفة في صورته النهائية، وذلك للأغراض التالية:

أ. تحديد مدى وضوح فقرات الاختبار التحصيلي.

ب. تحديد زمن أداء الاختبار التحصيلي، حيث تم حساب متوسط الزمن الذي استغرقه المعلمون في الإجابة على فقرات الاختبار التحصيلي متضمنا بذلك الوقت الذي استغرقوه في قراءة التعليمات، فبلغ الزمن (20) دقيقة.

ج. حساب ثبات الاختبار التحصيلي.

د. حساب صدق الاختبار التحصيلي.

٤. ثبات الاختبار التحصيلي:

قام الباحثان بحساب معامل الثبات من خلال طريقة التجزئة النصفية، حيث تم تقسيم فقرات الاختبار إلى نصفين، ثم تطبيق معاملات الارتباطات عليها، وكانت قيمة معامل الثبات (.88)، وهذه القيمة تدل على أن الاختبار يتميز بثبات مرتفع.

٥. صدق الاختبار التحصيلي:

أ. الصدق الظاهري للاختبار التحصيلي:

تم عرض الاختبار التحصيلي المكون من (30) فقرة على مجموعة من المحكمين من قسم المناهج وطرق التدريس، وبالأخص المختصين في المناهج وطرق تدريس الرياضيات، وذلك للتعرف على درجة صدق الاختبار، وكذلك للتحقق من صلاحية الاختبار، ومدى إمكانية تطبيقه، وذلك من حيث الصياغة اللغوية، والدقة العلمية، وشمولية الاختبار لمفاهيم وتطبيقات تقنية النانو، وقد أبدى المحكمون موافقة جماعية على بنود الاختبار التحصيلي، غير أن هناك بعض الملاحظات في الصياغة اللفظية، والتي تم العمل عليها عند وضع الاختبار التحصيلي في الصورة النهائية.

ب. الصدق الذاتي للاختبار التحصيلي:

للتحقق من مؤشر الصدق الذاتي للاختبار، تم حساب الجذر التربيعي لمعامل (ألفا كرونباخ)، والذي كان $= \sqrt{.878} = 0.94$، وهذا يدل على أن الاختبار التحصيلي يتمتع بدرجة عالية من الصدق الذاتي، ويعد صالحاً للتطبيق.

ج. صدق الاتساق الداخلي للاختبار التحصيلي:

للتحقق من تجانس الاختبار التحصيلي داخلياً، ومدى قدرته على قياس اكتساب معلمي الرياضيات بالتعليم العام لمفاهيم وتطبيقات تقنية النانو، تم استخدام طريقة الاتساق الداخلي وذلك بتجربة الاختبار التحصيلي على عينة استطلاعيه عشوائية مكونة من (20) معلماً من معلمي الرياضيات بالتعليم العام بمدارس مدينة أبها وذلك بخلاف أعضاء المجموعة التجريبية التي سيطبق عليها البرنامج التدريبي، وتم حساب معامل الارتباط بين الدرجة لكل فقرة والدرجة الكلية للاختبار التحصيلي، والجدول (1) يوضح نتائج معاملات الارتباط بين الدرجة لكل فقرة والدرجة الكلية للاختبار.

جدول (1)

نتائج معامل ارتباط بيرسون بين درجة كل فقرة من فقرات الاختبار التحصيلي والدرجة الكلية للاختبار

رقم الفقرة	معامل الارتباط	رقم الفقرة	معامل الارتباط	رقم الفقرة	معامل الارتباط
1	0.34	11	0.45	21	0.40
2	0.67	12	0.34	22	0.53
3	0.43	13	0.57	23	0.49
4	0.37	14	0.39	24	0.53
5	0.46	15	0.36	25	0.67
6	0.48	16	0.53	26	0.53
7	0.43	17	0.40	27	0.43
8	0.49	18	0.37	28	0.45
9	0.81	19	0.43	29	0.39
10	0.35	20	0.49	30	0.33

وضح البيانات الواردة في الجدول (1) إلى أن قيم معاملات الارتباطات بين كل فقرة من فقرات الاختبار والدرجة الكلية له تراوحت بين (0.33-0.81) وجميعها قيم معاملات مقبولة ذات ارتباطات موجبة، ويعد هذا مؤشراً إيجابياً على صدق الاتساق الداخلي للاختبار.

سادساً: إجراءات بناء البرنامج التدريبي المقترح القائم على مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو:

تم بناء البرنامج التدريبي وفق المراحل الآتية:

المرحلة الأولى: إعداد البرنامج، وذلك من خلال الخطوات التالية:

١. تحديد الفئة المستهدفة من البرنامج التدريبي لإكساب مفاهيم تقنية النانو وتنمية تطبيقاتها لدى معلمي الرياضيات بالتعليم العام بمدينة أبها بالمملكة العربية السعودية للفصل الدراسي الأول من عام (2021م/1443هـ).

٢. تحديد مدة البرنامج التدريبي حيث يتكون البرنامج التدريبي من لقاءين اثنين، كل لقاء سيكون في يوم منفصل عن اللقاء الثاني بواقع ثلاث ساعات لكل لقاء.

٣. تحديد مدى الحاجة للبرنامج التدريبي، وذلك لضعف مستوى المعرفة بين معلمي الرياضيات بالتعليم العام بمفاهيم وتطبيقات تقنية النانو، وما لهذا البرنامج من أثر على زيادة معرفة المعلمين بمفاهيم وتطبيقات تقنية النانو وربطها بمناهج الرياضيات، والتي سيكون لها أثر على تقدم مستوى الطلاب وزيادة معرفتهم كذلك بتلك المفاهيم والتطبيقات، ومحاولة ربطهم بالعالم الخارجي وتقدمه.

٤. العمل على تقبل وجهات نظر الآخرين، ومناقشتهم بشكل يضمن الوصول لأعلى درجات التفكير، وهو المطلوب لمثل هذه العلوم التي ترتبط بالتقنية.

٥. تحديد البيئة الملائمة للبرنامج التدريبي، بشكل يضمن الوصول لمعظم أهداف البرنامج، وما تشمله من مواد ومصادر للتعلم.

المرحلة الثانية: مرحلة التحكيم للبرنامج التدريبي:

للتحقق من صلاحية البرنامج التدريبي ومدى إمكانية تنفيذه وتطبيقه، تم عرضه على مجموعة من المحكمين من أهل الاختصاص من قسم المناهج وطرق التدريس، وذلك لتحكيمه في ضوء البنود التالية:

١. سلامة اللغة المكتوب بها البرنامج.

٢. مدى شمولية البرنامج لمفاهيم وتطبيقات تقنية النانو.

٣. مدى وضوح وتنظيم خطوات سير لقاءي البرنامج.

٤. مدى وضوح الأهداف العامة للبرنامج.

٥. مدى وضوح الأهداف الخاصة بكل لقاء من لقاءي البرنامج.

٦. الدقة العلمية لما ورد من موضوعات داخل البرنامج.

وفي ضوء تلك البنود تم القيام بالتعديلات المناسبة لتطوير البرنامج التدريبي القائم على مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو، وإخراجه في صورته النهائية القابلة للتطبيق والتنفيذ.

المرحلة الثالثة: مرحلة التجريب:

قام الباحثان بتجريب البرنامج التدريبي على مجموعة استطلاعية عشوائية من معلمي الرياضيات بالتعليم العام بمدينة أبها قوامها (35) معلماً، وهذه المجموعة بخلاف المجموعة التي طبق عليها البرنامج التدريبي في صورته النهائية، وذلك للتعرف على أوجه قصور البرنامج التدريبي، وللتحقق من مدى جاهزيته وصلاحيته للتطبيق، وتم إجراء التعديلات المناسبة وبذلك أصبح البرنامج التدريبي قابلاً للتطبيق.

نتائج البحث

السؤال الأول: ما مستوى المعرفة لدى معلمي الرياضيات في التعليم العام بمفاهيم وتطبيقات تقنية النانو؟

تم حساب النسبة المئوية للمتوسطات والانحرافات المعيارية لعبارات الاختبار التحصيلي لقياس مستوى المعرفة بمفاهيم وتطبيقات تقنية النانو كما يوضح الجدول التالي:

جدول (2)

المتوسط الحسابي والانحراف المعياري للاختبار التحصيلي

عدد أفراد العينة	أقل درجة	أعلى درجة	المتوسط الحسابي	النسبة المئوية للمتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	المستوى
105	8	30	17.24	55.61%	6.658	**منخفض**

يتضح من نتائج جدول (2) أن مستوى المعرفة بمفاهيم وتطبيقات تقنية النانو لدى معلمي الرياضيات في التعليم العام منخفض، حيث حصل أفراد العينة على درجة (17.24) كمتوسط حسابي من أصل (31)، وهذا يعادل (55.61%)، وهي النسبة المئوية للمتوسط الحسابي العام، وهي نسبة منخفضة، وهذا طبقاً لدراسة الرفاعي (2019) والتي تشير إلى أن نسبة (75%) هي نسبة مقبولة، وما دونها هي نسبة منخفضة، كما أن دراسة التميمي (2018) أشارت إلى أن نسبة (63%) هي نسبة منخفضة، ودراسة لبد (2013) التي أشارت إلى أن نسبة (70%) هي نسبة مقبولة تربوياً، وما دونها هي نسبة منخفضة. وتتفق هذه النتيجة مع كل من دراسة الرفاعي (2019) ودراسة التميمي (2018).

ويعزو الباحثان هذا الانخفاض في المستوى إلى نقص المعلومات والمهارات والمعارف المتوفرة لدى معلمي الرياضيات في التعليم العام والمتعلقة بتقنية النانو وتطبيقاتها في مجالات الحياة المختلفة، كما يمكن إرجاعه إلى ضعف الربط بين مناهج الرياضيات بالتعليم العام وتقنية النانو، وهذه النتيجة تظهر وجود حاجة ماسة لمعالجة هذا الضعف لدى معلمي الرياضيات بالتعليم العام، وذلك عن طريق إقامة الدورات التدريبية المكثفة حول تقنية النانو، وربط مناهج الرياضيات بالتعليم العام بتقنية النانو، وتطوير برامج إعداد المعلمين بكليات العلوم والتربية وربطها بأحدث القضايا والمشكلات العالمية والمحلية المرتبطة بتقنية النانو.

السؤال الثاني: ما الاختلافات بين مستوى المعرفة بمفاهيم وتطبيقات تقنية النانو لدى معلمي الرياضيات باختلاف المرحلة التعليمية؟

للإجابة على هذا السؤال، قام الباحثان أولاً بفحص اعتدالية التوزيع وذلك باستخدام اختبار (كولموجروف–سميرنوف) (Kolmogrove-Smirnove Test) والجدول (3) يوضح نتائج الفحص.

جدول (3)

اختبار (كولموجروف–سميرنوف) لفحص اعتدالية التوزيع

عدد أفراد	المتوسط الحسابي		الانحراف المعياري		اختبار (كولموجروف–سميرنوف)		قيمة الدلالة	
العينة	القبلي	البعدي	القبلي	البعدي	القبلي	البعدي	القبلي	البعدي
30	16.93	25.40	6.523	3.136	0.160	0.108	0.053	0.200

توضيح البيانات الواردة في الجدول (3) مطابقة نتائج المجموعة التجريبية في مقياس مستوى المعرفة بمفاهيم وتطبيقات تقنية النانو للتوزيع الطبيعي، حيث كانت القيمة المعنوية للمقياس القبلي تشير إلى (0.053) وكذلك للمقياس البعدي تشير إلى القيمة (0.200) وهي غير دالة إحصائية عند مستوى دلالة (0.05) مما يشير إلى اعتدالية التوزيع للبيانات.

ثم قام الباحثان بعد ذلك باستخدام تحليل التباين الأحادي (ONE-WAY ANOVA) لدلالة الفروق بين استجابات أفراد عينة الدراسة، كما يوضحها الجدولان الآتيان:

جدول (4)

المتوسطات والانحرافات المعيارية لأفراد عينة الدراسة

المرحلة التعليمية	العدد	المتوسط الحسابي		الانحراف المعياري	
		القبلي	البعدي	القبلي	البعدي
المرحلة الابتدائية	10	12.30	22.00	4.347	1.700
المرحلة المتوسطة	10	14.70	26.10	3.802	2.025
المرحلة الثانوية	10	23.80	28.10	4.686	1.792

المجموع	30	16.93	25.40	6.523	3.136

جدول (5)

تحليل التباين الأحادي (ONE-WAY ANOVA) لدلالة الفروق بين استجابات أفراد عينة الدراسة

مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمة "ف"	قيمة الدلالة
بين المجموعات	193.400	2	96.700	28.441	P < 0.001*
داخل المجموعات	91.800	27	3.400		
المجموع	285.200	29			

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

توضح نتائج الجدول (4) وجود فروقات في المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية للاختبارات القبلية والبعدية في كافة المراحل التعليمية الثلاثة، وذلك لصالح الاختبار البعدي، مما يشير إلى التأثير الإيجابي للبرنامج التدريبي للعينة. كما توضح نتائج الجدول (5) أنه توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين استجابة أفراد العينة وفقاً للمرحلة التعليمية (ابتدائي، متوسط، ثانوي) وذلك فيما يتعلق بمستوى المعرفة بمفاهيم وتطبيقات تقنية النانو لديهم، وعليه يمكن رفض الفرض الصفري من فروض الدراسة ويقبل الفرض البديل القائل بأنه "يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$) في درجة المعرفة لدى معلمي الرياضيات في التعليم العام لاكتساب مفاهيم تقنية النانو وتنمية تطبيقاتها لديهم، يعزى لاختلاف المرحلة التعليمية".

وبما أنه توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين إجابات أفراد العينة فيما يتعلق بمستوى المعرفة بمفاهيم وتطبيقات تقنية النانووفقا للمرحلة التعليمية (ابتدائي، متوسط، ثانوي)، كان لابد من معرفة المرحلة الأكثر تأثيرا بين المراحل التعليمية، ولمعرفة ذلك تم استخدام اختبار توكي (TUKEY)، لأن المراحل التعليمية الثلاث متساوية في العدد، ويبين الجدول (6) نتائج ذلك:

جدول (6)

اختبار توكي (TUKEY) لمعرفة المرحلة التعليمية الأكثر تأثيراً بين المراحل وذلك بحساب الفروق بين المتوسطات

المرحلة التعليمية	المرحلة التعليمية	الفروق بين المتوسطات	قيمة الدلالة
ابتدائي	متوسط	-4.100-*	P < 0.001
	ثانوي	-6.100-*	P < 0.001
متوسط	ابتدائي	4.100*	P < 0.001
	ثانوي	-2.000	P < 0.001
ثانوي	ابتدائي	6.100*	P < 0.001
	متوسط	2.000	P < 0.001

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

يتضح من نتائج الجدول (6) أن المرحلة التعليمية الأكثر تأثيرا بين المراحل الثلاث هي المرحلة الثانوية، حيث بلغ فرق المتوسطات بينها وبين المرحلة الابتدائية (6.100) وهي أعلى قيمة بين المتوسطات كما أنها دالة احصائياً عند مستوى الدلالة ($\alpha < 0.05$).

كما تبين نتائج البحث وجود اختلاف في مستوى المعرفة بمفاهيم وتطبيقات تقنية النانو بالنسبة للمرحلة التعليمية، حيث أن أكثر المراحل التعليمية معرفةً بمفاهيم وتطبيقات تقنية النانو هي المرحلة الثانوية، ثم يأتي في المرتبة الثانية المرحلة المتوسطة، ويأتي في المرحلة الدنيا المرحلة الابتدائية، ويرى الباحثان أن هذه النتيجة قد تكون منطقية، وذلك نظراً لما تتمتع به مناهج الرياضيات للمرحلة الثانوية من محتوى ذا مستوى عال، يناسب عقول طلاب هذه المرحلة، بخلاف محتوى مناهج الرياضيات للمرحلة الابتدائية والمتوسطة، كما أن مناهج الرياضيات للمرحلة الثانوية تحتوي على بعض مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو، وذلك وفقاً لدراسة القحطاني (2019)، بخلاف مناهج الرياضيات للمرحلة الابتدائية قد تكون مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو معدومة بها.

السؤال الثالث: ما البرنامج التدريبي المقترح لإكساب مفاهيم تقنية النانو وتنمية تطبيقاتها لدى معلمي الرياضيات في التعليم العام؟

تمت الإجابة على هذا السؤال من خلال الإجراءات المنهجية لبناء قائمتي مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو، وكذلك بناء البرنامج التدريبي المقترح، بالإضافة إلى تحديد مفهوم البرنامج التدريبي، وأهدافه العامة، وأهميته، وخصائصه، وأهدافه الإجرائية، والأدوات والتقنيات المساعدة في تنفيذه، وإجراءات تنفيذه، ومكوناته، وأساليب تقويمه، وعملية التغذية الراجعة، والتدريبات المنزلية.

السؤال الرابع: ما أثر البرنامج التدريبي المقترح في إكساب مفاهيم تقنية النانو وتنمية تطبيقاتها لدى معلمي الرياضيات في التعليم العام؟

قام الباحثان باستخدام اختبار "ت" (T-Test) لعينتين مرتبطتين (Paired Samples) لفحص دلالة الفرق بين مستوى أداء أفراد المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي، كما تم إيجاد قيمة حجم أثر البرنامج التدريبي المقترح القائم على مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو وذلك باستخدام معادلة كوهن (Cohen's d) لأن العينتين مرتبطتين، وتظهر النتائج من خلال الجدول (7):

جدول (7)

نتائج اختبار "ت" لعينتين مرتبطتين لفحص دلالة الفروق بين التطبيقين القبلي والبعدي، وقيمة حجم الأثر (Cohen's d)

التطبيق	حجم العينة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	درجات الحرية	قيمة "ت" المحسوبة	قيمة الدلالة	حجم الأثر (Cohen's d)
القبلي	30	16.93	6.523	29	10.558	P < 0.001*	1.928
البعدي		25.40	3.136				

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

يتضح من نتائج جدول (7) وجود فرق دال إحصائياً عند مستوى دلالة ($\alpha < 0.05$) بين متوسطي درجات التطبيقين القبلي والبعدي لأداء أفراد المجموعة التجريبية، وذلك لصالح التطبيق البعدي، وأن قيمة "ت" المحسوبة (10.558) دالة إحصائياً عند مستوى الدلالة ($\alpha < 0.05$)، وكشفت النتائج أن حجم الأثر المحسوب بمعادلة كوهن التي تعطى بالعلاقة ($d = \frac{T}{\sqrt{N}}$) قد بلغ (1.928)، مما يشير إلى حجم الأثر الكبير للبرنامج التدريبي، وفعاليته في إكساب معلمي الرياضيات مفاهيم تقنية النانو وتنمية تطبيقاتها لديهم. وهذه النتيجة تتفق مع نتائج كل من دراسة دراسة خضر (2016) ودراسة عليان والعرفج (2015) ودراسة الشهري (2012)، وكلها دراسات اتفقت على حصول عينة الدراسة على قدر كبير من مفاهيم تقنية النانو من خلال تدريسهم لموضوعات عن تقنية النانو.

توصيات البحث:

في ضوء نتائج البحث، يوصي الباحثان بما يلي:

١- تضمين وربط مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو بمقررات قسم الرياضيات في الجامعات، لكي ينشأ لدينا أجيال من المعلمين المواكبين لأحدث التغيرات العالمية والعلوم الحديثة.

٢- ضرورة اهتمام وزارة التعليم بتضمين وربط مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو بمناهج الرياضيات بالمراحل الدراسية المختلفة.

٣- الاستفادة من البرنامج التدريبي المقترح القائم على مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو في تدريب ورفع كفاءة معلمي الرياضيات بالتعليم العام.

٤- العمل على توفير التقنيات التي تساعد على تعليم وتعلم تقنية النانو وتطبيقاتها المختلفة سواء في المدارس أو الجامعات.

٥- الاستفادة من قائمتي مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو التي تم إعدادهما لمعلمي الرياضيات بالتعليم العام للمرحل الثلاث الابتدائي، والمتوسط، والثانوي.

٦- الاستفادة من الاختبار التحصيلي لقياس مستوى المعرفة بمفاهيم وتطبيقات تقنية النانو، وإمكانية تطبيقه في أي منطقة من مناطق المملكة العربية السعودية.

مقترحات البحث:

استناداً لما توصل إليه البحث من نتائج، يقترح الباحثان إجراء الدراسات التالية:

١- مدى تضمين مناهج الرياضيات بالمراحل الثلاثة؛ الابتدائية، والمتوسطة، والثانوية بمفاهيم تقنية النانو.

٢- قياس مستوى المعرفة بمفاهيم وتطبيقات تقنية النانو لطلاب وطالبات البكالوريوس في تخصص الرياضيات.

٣- بناء تصور مقترح لتطوير مناهج الرياضيات للمرحلة الثانوية في ضوء مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو.

٤- إجراء دراسة مماثلة للدراسة الحالية على معلمي الفيزياء والكيمياء للمرحلة الثانوية.

المراجع

أولاً: المراجع العربية:

إبراهيم، مجدي عزيز (2009). *معجم مصطلحات ومفاهيم التعليم والتعلم*. ط1. القاهرة، مصر: عالم الكتب للنشر والتوزيع.

براديب (2010). *أساسيات النانو: إدراك علم النانو وتقنياته*. (ترجمة: آصف دياب؛ عبد القادر رحمو). دار علاء الدين.

بسيوني، عبد الحميد (2008). *مفاهيم تكنولوجيا النانو*. ط1. القاهرة: دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع.

بني عواد، معن (2006). *أثر تدريس العلوم بحقيبة إلكترونية وفق برنامج أنتل "التعليم للمستقبل" في اكتساب طلبة الصف الثامن الأساسي للمفاهيم العلمية*. رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة اليرموك، أربد.

التميمي، عبد الرحمن بن إبراهيم الفريج (2018). مستوى الوعي بمفاهيم تقنية النانو تكنولوجي لدى الطلاب والطالبات المسجلين ي الدبلوم التربوي بجامعة حائل. بحث منشور، مكتب *التربية العربي لدول الخليج*، الرياض، ع148، 41-57.

خضر، آيات جمال (2016). *أثر استخدام حقيبة تعليمية إلكترونية في تنمية مفاهيم تكنولوجيا النانو والاتجاه نحوها لدى طالبات الصف التاسع الأساسي بغزة*. رسالة ماجستير، كلية التربية الجامعة الإسلامية. غزة.

داود، تامر حنفي (2013). أوجه الاستفادة من تطبيقات تقنية النانو في مجال المكتبات والمعلومات. *دورية الكترونية محكمة في مجال المكتبات*، ع32، 1-20.

الرفاعي، رانيا محمد (2019). مستوى المعرفة بتقنية النانو لدى طالبات المرحلة الثانوية في مدينة جدة واتجاهاتهن نحوها. *مجلة العلوم التربوية والنفسية*، ع9، 33-56.

الركيان، سلمان بن عبد العزيز (2008). *الصين والطفرة في صناعات النانو. المؤتمر الدولي لصناعات النانو تكنولوجي*. جامعة الملك سعود، الرياض، المملكة العربية السعودية.

السعداوي، رانيا عبد الفتاح (2019). *تطوير برنامج إعداد معلمي الكيمياء بكليات التربية في ضوء مفاهيم النانو تكنولوجي*. رسالة دكتوراه، كلية التربية جامعة بنها. جمهورية مصر العربية.

سلامة، صفات (2009). *النانو تكنولوجي عالم صغير ومستقبل كبير: مقدمة في فهم علم النانو تكنولوجي*. ط1. بيروت: الدار العربية للعلوم ناشرون.

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

الشناق، قسيم؛ وبني دومي، حسن (2009). *أساسيات التعلم الإلكتروني في العلوم*. عمان: دار وائل للنشر.

الشهري، محمد بن فايز (2012). *فعالية برنامج تعليمي قائم على الوسائط المتعددة في إكساب طلاب الصف الثاني الثانوي مفاهيم تكنولوجيا النانو واتجاهاتهم نحوها*. رسالة دكتوراه، كلية التربية جامعة أم القرى. المملكة العربية السعودية.

صالح، محمود (2015). تقنية النانو وعصر علمي جديد. الرياض: مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية.

صبري، ماهر إسماعيل (2003). الموسوعة العربية لمصطلحات التربية وتكنولوجيا التعليم. ط1. الرياض: مكتبة الرشد.

العليان، 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*، ع3، 2-22.

غياضة، هديل (2016). *متطلبات النانو تكنولوجي المتضمنة في كتب الكيمياء للثانوية العامة في فلسطين*. رسالة ماجستير غير منشورة، الجامعة الإسلامية، غزة.

الفيفي، محمد بن قاسم (2016). تصور مقترح لتضمين مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو في كتاب العلوم للصفوف العليا بالمرحلة الابتدائية. *جمعية الثقافة من أجل التنمية*، ع111، 193-240.

القحطاني، عثمان بن علي (2019). تصور مقترح لتضمين مفاهيم تقنية النانو في مناهج الرياضيات المطورة بمراحل التعميم العام. *مجلة الجامعة الإسلامية للدراسات التربوية والنفسية*، 28 (2)، 174 . 201

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. غزة.

مهدي، إيمان عبد الله محمد (2016). فاعلية استخدام نموذج التعلم التفارغي لتدريس تكنولوجيا النانو لتنمية التفكير الإبداعي والتحصيل والميل نحو الرياضيات لدى طلاب المرحلة الثانوية. مجلة *تربويات الرياضيات*، مصر، ج19، ع12، 214 . 237

ثانياً: المراجع الأجنبية:

Adams, J.D & Rogers, B. (2004). *A Unified Approach to Nanotechnology Education*. American Society for Engineering.

Alford, K.S. et al. (2007). An Integrated, Industry-Linked approached to developing nanotechnology curriculum for secondary students in Australia. *Bridge & Pty Ltd*, AU, PP. (631-634).

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

Chih-Kuan, Lee (2006). Establishing a K-12 nanotechnology program for teacher professional development. *Inst. Of Appl. Mech. (49)* 1, pp. (141-146).

Mark Ratner & Daniel Rantner (2003). *Nano Technology: A gentle introduction to the next big idea*. New jersey, U.S the Publisher – Bernard Goodwin.

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).

Waldner. Jean-Baptiste (2007). *Nanocomputers and Swarm Intelligence*. London: ISTE, P.26. ISBN 1847040020.