فاعلية استخدام نموذج التعلم التفارغي لتدريس تكنولوجيا النانو لتنمية التفكير الإبداعي والتحصيل والميل نحو الرياضيات لدى طلاب المرحلة الثانوية

إعداد

د/ إيمان عبدالله محمد مهدى[١]

باحث بالمركز القومى للامتحانات والتقويم التربوى

[١] مدرس المناهج وطرق تدريس الرياضيات بالمركز القومى للامتحانات والتقويم التربوي.

مستخلص:

هدف البحث إلى قياس فاعلية استخدام نموذج التعلم التفارغي لتدريس تكنولوجيا النانو فى تنمية التفكير الإبداعي والتحصيل والميل نحو الرياضيات لدى طلاب المرحلة الثانوية، ولتحقيق هذا الهدف تم بناء قائمة بمفاهيم تكنولوجيا النانو الواجب توافرها فى مناهج الرياضيات بالمرحلة الثانوية، واختيرت وحدة التشابه للصف الأول الثانوي من التصور المقترح، وتم إعدادها تفصيلياً، وفى ضوء ما سبق تم إعداد دليل معلم لتدريس الوحدة باستخدام نموذج التعلم التفارغي، كما تم إعداد اختبار للتفكير الإبداعي، اختبار للتحصيل، ومقياس الميل نحو الرياضيات، ثم اختيرت مجموعة الدراسة، وقسمت إلى مجموعتين: الأولى تجريبية درست الوحدة المعاد صياغتها باستخدام نموذج التعلم التفارغي، والثانية ضابطة درست المنهج المقرر، وتم تطبيق اختبار التفكير الابداعي، الاختبار التحصيلي، ومقياس الميل نحو الرياضيات على المجموعتين قبل وبعد التدريس. وقد أظهرت نتائج البحث وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطى درجات طالبات المجموعة التجريبية ودرجات طاليات المجموعة الضابطة فى التطبيق البعدي لاختبار التفكير الإبداعي واختبار التحصيل ومقياس الميل نحو الرياضيات لصالح المجموعة التجريبية.

The effectiveness of using the Allosteric Learning Model in Teaching nanotechnology to develop the creative thinking, cognitive achievement and the Tendency towards Mathematics of Secondary stage students

Abstract:

This research aimed at identifying The effectiveness of using the Allosteric Learning Model in Teaching nanotechnology to develop the creative thinking, cognitive achievement and the Tendency towards Mathematics of Secondary stage students. In order to achieve this aim, a list of nanotechnology concepts that should be available in the Secondary school Mathematics curriculum was built. In the light of this list, a framework to include the concepts of nanotechnology in the Secondary school Mathematics curriculum was prepared. A unit from this proposed framework was chosen "Similarity" and was designed it in detail. A teacher 's guide for this unit was designed to teach by using the allosteric learning model. the creative thinking test , the cognitive achievement test and the Tendency towards Mathematics were prepared. The study group was selected, and it was divided into two groups: experimental group which studied the reformulated unite by using the allosteric learning model, and control group which studied the normal curriculum. the creative thinking test , the cognitive achievement test and the Tendency towards Mathematics were administered before and after teaching the unit to these groups. The results of the research showed that there are statistically – significant differences between the mean scores of the experimental group and the control group in the post – administration of the creative thinking test , the cognitive achievement test and the Tendency towards Mathematics in favour of the experimental group.

مقدمة:

يعيش العالم المعاصر ظاهرة التحولات والتطورات المعرفية والتكنولوجية السريعة، وتستمد هذه التطورات جذورها من البحث العلمى المنظم، وجهود العلماء في التوصل إلى الاكتشافات والتطبيقات العلمية المتجددة؛ مما أحدث تأثيرات عميقة في مظاهر الحياة وأنشطتها، وأصبحت القوة المعرفية والتكنولوجية أبرز الظواهر العلمية، وأهم دعائم القوة التنافسية العالمية وأعظم مقومات التطورات الاقتصادية والاجتماعية والحضارية.

كما أدت هذه التحولات إلى ظهور ثورة تكنولوجية ستقود العالم إلى ثورة صناعية جديدة وهى:"تكنولوجيا النانوNanotechnology"، تلك التى تقوم على استخدام الجزيئات في صناعة كل شئ بمواصفات جديدة وفريدة، وبتكلفة تصل إلى عُشر التكلفة الحالية؛ حيث تعتمد خصائص المواد على كيفية ترتيب جزيئاتها؛ فإذا أعيد ترتيب جزيئات الفحم فإنه يمكن الحصول على الماس، أما إذا أعيد ترتيب جزيئات الرمل مع إضافة بعض العناصر القليلة فإنه يمكن تصنيع رقائق الحاسوب. (Marinelle , R. 2014: 56)

وتم إدخال مصطلح التكنولوجيا النانوية (Nanotechnology) لأول مرة عام ١٩٧٤م وذلك من قبل الباحث اليابانى "نوريو تانيغوشيNorio Taniguchi" عندما حاول بهذا المصطلح التعبير عن وسائل وطرق تصنيع وعمليات تشغيل عناصر ميكانيكية وكهربائية متناهية الصغر. وفى عام ١٩٨٦م وضع عالم الرياضيات الأمريكى"إريك دريكسلرEricDrexler"، المؤسس الفعلي لعلم النانو كتاباً اسمه" محركات الخلق أو التكوينEnginesof Creation "، عرض فيه الأفكار الأساسية لعلم "تكنولوجيا النانو"، تنبأ فيه بأن الآلات متناهية الصغر سوف تبنى فى المستقبل ناطحات سحاب، وعرض فيه أيضاً المخاطر الكبرى المرافقة له، وفي عام 1991 اكتشف عالم الفيزياء الياباني **"سوميو ليجيما**Sumio Lijima" أنابيب الكربون النانوية المؤلفة من شبكة من الذرات الكربونية(Lei Polin P., 2000).

ولقد حظيت تكنولوجيا النانو باهتمام وتنافس عالمى شديدين لم تحظ به أية تكنولوجيا من قبل؛ حيث تصدرت قائمة الاهتمامات البحثية في معظم دول العالم، إذ قامت (٥٢) دولة خلال العشر سنوات الماضية بإنشاء وحدات بحثية في مجال تكنولوجيا النانو، وصل عددها مع نهاية عام ٢٠٠٩م إلى حوالى (٢٤٥٠٠) مركز بحثى، وقدر الإنفاق العالمى على أبحاث النانو عام ٢٠٠٣م بأربعة مليارات دولار، وتتوقع مؤسسة العلوم

القومية الأمريكية بأن سوق خدمات تكنولوجيا النانو ومنتجاتها سيصل إلى تريليون دولار بحلول عام ٢٠١٥م.(نهى الحبشي، ٢٠١١: ١٧)

وقد تنبأ العلماء بمستقبل واعد لهذه التقنية التي بدأت بشكل حقيقي عام ١٩٩٠م والتي باتت الدول الصناعية تضخ الملايين من الدولارات من أجل تطويرها وقد وصل تمويل اليابان لدعم بحوث النانوتكنولوجي لعام (٢٠٠٦) إلى بليون دولار أما في الولايات المتحدة فهناك٤٠,٠٠٠عالم أمريكي لديهم المقدرة على العمل في هذا المجال، وتقدّر الميزانية الأمريكية المقدمة لهذا العلم بتريليون دولار حتى عام ٢٠١٥.(عبدالباسط حمودة ، ٢٠٠٦: ٨)،(معهد ترايدنت، ٢٠٠٨).

ويقول الخبراء أن تكنولوجيا النانو تعد البشرية بثورة علمية هائلة قد تتغير معها ملامح الحياة في جميع النواحى الصحية والتعليمية والاجتماعية؛ بما يجعل الحياة أفضل، ويساعد في التخلص من الأمراض المستعصية التى يعانى منها الناس على مدى قرون طويلة، كذلك ستعمل النانو على تحسين أساليب الإنتاج الزراعي والصناعي وتخفض التكاليف على نحو غير مسبوق مما يعنى مزيداً من الراحة ونهاية المتاعب لإنسان العصر؛ فيتوقع أن تعمل تكنولوجيا النانو على مكافحة أمراض الجسم والقيام بدور الشرطى في الجسم لحماية الأجهزة لتدعيم جهاز المناعة لدى الإنسان. (Pickrell,John,2005)

وقد حدد كل من(Manasi,2008:6)،(صفات سلامة، ٢٠٠٩: ٣٤-٣٧) جملة من العوامل التى تشكل مصدر الاهتمام الكبير بتكنولوجيا النانو، وتتمثل هذه العوامل في أنها:

- تكنولوجيا حديثة غير مكلفة، وعوائدها الاقتصادية ضخمة تفوق الخيال.
- تساعد في تغيير كثير من الممارسات التقليدية في صناعة المنتجات والسلع الاستهلاكية.
- تتميز بمنتجات مصنعة أكثر دقة وأقل تكلفة وأطول عمراً.
- تعمل على تكامل العلم والتكنولوجيا؛ حيث يبدأ عملها من المكونات الأساسية للمادة (الذرات والجزيئات)، مما يجعل تأثيرها واسعاً وكبيراً، ويشمل كافة مجالات الحياة.
- الإسهام فى حل بعض المشكلات البيئية مثل ارتفاع درجة الحرارة عن طريق تخزين الطاقة فى خلايا كهربائية أكثر كفاءة وفاعلية فى التخزين والإضاءة.

- الإسهام في حل مشكلات العصر كنقص الطاقة، وندرة مصادرالماء والأمراض.
- تشكل فرصة تاريخية للدول النامية للحاق بركب التطور العلمى والتكنولوجى؛ لأن العالم بأسره لا يزال في بدايات تعامله مع تكنولوجيا النانو.

وقد نادت العديد من المؤتمرات بضرورة تضمين تكنولوجيا النانو في المناهج الدراسية، ومن أبرز المؤتمرات: مؤتمر تعليم وتدريس تكنولوجيا النانو والذي نظمته الجامعة الأردنية بالتعاون مع جامعة إيلينوي الأميركية وجامعة الملك سعود في الرياض(الجامعة الأردنية، ٢٠٠٨)، المؤتمر الدولى لصناعة تقنية النانو والذي نظمته (جامعة الملك سعود،٢٠٠٩)، والمؤتمر الدولى لعلوم تكنولوجيا النانو وعلم المواد" والذي نظمته جامعة النجاح الوطنية بالتعاون مع جامعة فلسطين التقنية، وجامعة إيلينوي في إربانا – شامبين الأميركيتينفي مارس ٢٠١٢م. (جامعة النجاح الوطنية، ٢٠١٢)، ومؤتمر التميز في تعليم الرياضيات والعلوم الأول توجه العلوم والتقنية والرياضيات والهندسة(STEM) في مايو ٢٠١٥ والذي نظمته (جامعة الملك سعود، ٢٠١٥).

وكذلك أشارت العديد من الدراسات العربية والأجنبية إلى ضرورة تضمين تكنولوجيا النانو في المناهج الدراسية، ومن هذه الدراسات (محمد عبدالعال، ٢٠٠٩)، (السيد السايح، مرفت محمد، ٢٠٠٩)،(Laherto, A., 2010))، Richard, K. (2011)، (John F, 2012)، (محمد الشهري، ٢٠١٢)، (أمل لبد، ٢٠١٣)، (هبة الله مختار، ياسر مهدى، ٢٠١٣)، (Kurapati,2014)، (Jacinta,2014)، (Doriel,2015)، (أفنان حافظ وآخرون، ٢٠١٥)، (شيماء أحمد، ٢٠١٥)، (أسماء القطيم ، ٢٠١٦) وقد أوصت هذه الدراسات بضرورة دمج القضايا ذات الصلة الوثيقة بتكنولوجيا النانو في المناهج الدراسية في مختلف المراحل التعليمية، وضرورة تعريف الأجيال القادمة بها وتدريبهم عليها.

وبالنظر إلى معظم الاختراعات في مجال تكنولوجيا النانو يلاحظ أنها كانت يوماً ما مجرد خيال علمى داعب عقول العلماء، فلقد كان مما تخيله هؤلاء: تصميم أجهزة متناهية الصغر، مثلا: أجري الفيزيائي الاسكتلندى " **جيمس ماكسويل"** في عام ١٨٦٨م تجربة ذهنية تعرف باسم (عفريت ماكسويل Maxwell's demon)؛ حيث تخيل فيها مخلوقاً ذرياً يقف حارساً على بوابة ذرية تفصل بين وعاءين يحتويان على غاز، ويقوم بتنظيم حركة جزيئات الغاز عبر هذه البوابة، ولقد ولدت هذه التجربة

التخيلية فكرة التحكم في حركة الذرات والجزيئات، وهذه الفكرة لها من التطبيقات ما يجعلها من المبادئ المميزة لتكنولوجيا النانو (نهى الحبشي، ٢٠١١ :١١)

وبناء على ما تقدم يمكن اعتبار تكنولوجيا النانو ثورة علمية هائلة لا تقل أهمية عن الثورة الصناعية وثورة تكنولوجيا المعلومات، حيث إن كل من علم وتكنولوجيا النانو يلقى اهتماماً بالغاً على الصعيدين العالمى والعربى، تمثل هذا الاهتمام في رصد الميزانيات الضخمة لإجراء البحوث وعقد المؤتمرات وإقامة المشروعات والتأسيس لبنية تحتية تسهم في إرساء هذا المجال وتنميته، ومن أهم دعائم هذه البنية التحتية إعداد القوى العاملة ذات المعرفة المتطورة والمهارات التكنولوجية الفائقة والتى لاغنى عنها فى هذا المجال.

ومن هذا المنطلق توجه النظر إلى التعليم ليقوم بخطوات استباقية فعالة لتوفر هذه القوى العاملة، وبدأت المؤسسات التربوية في عديد من الدول في البحث عن كيفية إدخال تكنولوجيا النانو فى مناهجها في التعليم العام؛ لتساير التطورات التكنولوجية والتقدم العلمى ولتساعد هذه المناهج على إدراك الغد.

وعليه بات لزاماً على المناهج التعليمية أن تستعد لمواكبة هذه التكنولوجيا ونشر ثقافتها وتزويد الطلاب بالمعلومات الأساسية عنها، وباستطلاع مناهج الرياضيات بالمرحلة الثانوية اتضح أهمية أن تساير هذه المناهج أهم المستحدثات العلمية وهو تكنولوجيا النانو بمضمون يتناسب مع طبيعة هذه المرحلة حتى لا تصبح هذه المناهج متأخرة عن كل ما هو جديد ومستحدث في المواد العلمية.

ونتيجة للتغيرات السريعة والمتلاحقة والثورة المعرفية والتطور المذهل في شتى المجالات، فإن مستقبل الأمم لابد وأن يعتمد على أفراد مبدعين في المجالات المختلفة من أجل مسايرة عجلة التقدم والتكيف مع مختلف المتغيرات التى تحدث من حولنا ومواجهة مشكلات الحاضر وتحديات المستقبل، وأصبح لزاماً على المناهج الآن أكثر من ذي قبل الاهتمام بتعليم الطالب كيف يفكر أكثر من تعليمه معلومات لمجرد الحفظ وحشو الأذهان بمعارف كل الغرض منها مجرد التذكر والاسترجاع.

ومن ثم فإن الهدف الأعلى من التربية في القرن الحادى والعشرين هو تنمية التفكير بجميع أشكاله لدى كل فرد، ومن هنا يتعاظم دور المؤسسة التربوية في إعداد أفراد قادرين على حل المشكلات غير المتوقعة، ولديهم القدرة على التفكير في بدائل متعددة ومتنوعة للمواقف المتجددة فأمامهم الكثير من القرارات التى يجب اتخاذها وعليهم مسؤوليات ضخمة يجب تحملها.

فتنمية الإبداع يسمح للفرد بممارسة تفكيره التباعدى، والقدرة على نقد الأفكار من خلال تكوين علاقات جديدة والوصول إلى حلول متعددة للمشكلة الواحدة ومن هذا المنطلق يمكن اعتبار الإبداع مدخلا لتطوير العملية التعليمية، كما أن الإبداع ظاهرة إنسانية طبيعية ليس قاصراً على ذوي الموهبة، وإنما الإبداع موجود لدى البشر بدرجات متفاوتة وأساليب متنوعة، لذا فالتحدى الحقيقي أمام الإنسان هو أن يفهم ويوظف ما لديه من إمكانيات إبداعية.

وقد حثت العديد من الدراسات والأبحاث على تنمية التفكير الإبداعي لدى الطلاب بمختلف المراحل التعليمية من خلال استخدام العديد من الطرق والاستراتيجيات التى تقوم على مبادئ محددة وتركز على تنشيط العمليات المعرفية المختلفة التى يقوم عليها الإبداع، ومنها دراسة (ولاء عبدالمحسن، ٢٠١٥)، دراسة (زينب أبوعاشور، ٢٠١٣)، دراسة (أسامة عبد السلام، ٢٠١١)، دراسة (مكة البنا ، ٢٠١١)، دراسة (سناء سليمان، ٢٠١١)، دراسة (فاطمة أبو حديد، ٢٠٠٩)، **Billig Shelley (And Others , 2005) (Frenn Mark , 2002)** وقد أرجعت هذه الدراسات ضعف مهارات الإبداع لدى الطلاب إلى عدة أسباب منها أن معظم طرق التدريس المتبعة تعتمد على التلقين والحفظ والاستظهار، مع إهمال الطرق التى تتيح الفرصة للطالب للمناقشة والحوار وإظهار قدراته الإبداعية.

ومن هذا المنطلق تظهر ضرورة البحث عن أساليب تدريسية مبتكرة يمكن أن تساعد على تنمية التفكير الإبداعي، التحصيل، والميل نحو الرياضيات بعيداً عن الطرق التقليدية السائدة فى المدارس حالياً، لذا جاءت فكرة هذا البحث.

وتعتبر نماذج ما بعد البنائية أحد الأساليب الجديدة والمبتكرة التى يمكن أن تواجه التغيرات والتعقيدات فى العملية التعليمية؛ حيث يرى (Taber, S., 2006:125) أنه قد حان الوقت لكى تتخطى التربية النظرية البنائية ونماذجها التى سيطرت على التدريس لعدة عقود، وتبدأ فى التقدم نحو نماذج أكثر مواكبة لروح العصر والتقدم العلمى.

وتقوم النظرية البنائية على فكرة محورية وهى أن: المعرفة تُبنى فى عقل المتعلم بواسطة المتعلم ذاته، وظهرت هذه النظرية نتيجة أعمال ديوى، وبياجيه، وبرونر، وفيجوتسكى، وقد أدت هذه الجهود إلى الانتقال من التربية المستندة إلى النظرية السلوكية إلى التربية المستندة إلى النظرية المعرفية. (منير صادق، ٢٠٠٣: ١٥٥)

ويرى البحث الحالى أنه من الصعب استخدام نماذج البنائية فى تدريس موضوع البحث وهو تكنولوجيا النانو؛ نظراً للطبيعة المجردة لهذا الموضوع، كما أن خبراته جديدة بالنسبة للطلاب إلى حد كبير، لذا تسعى الباحثة إلى استخدام نموذج من نماذج ما بعد البنائية وهذا النموذج هو: نموذج التعلم التفارغى.

واقترح جوردن وديفيكى Giordan & deVecchi نموذج التعلم التفارغي فى عام ١٩٨٧م، ويعتمد هذا النموذج على تهيئة سلسلة من الظروف فى بيئة التعلم تحفز عمليات التعلم وتحقق الاستقصاء، وعندما يطبق هذا النموذج على نسق معرفى فإنه يجعل من الممكن فك شفرة العمليات العقلية داخل ذهن الطالب، كما أنه يسلط الضوء على مراحل التنظيم الذاتى أثناء التعلم، وفى نفس الوقت يساعد على التغلب على العقبات المعرفية التى تواجه الطالب أثناء عمليات الاستقصاء، وأجريت دراسات متعددة على استخدام هذا النموذج منها: (Giordan,A.,et al.,1999)، (Moradi ., M., et. al., 2008)

ولم تطلع الباحثة على دراسة محلية أو عالمية تناولت فاعلية استخدام نموذج التعلم التفارغي لتدريس تكنولوجيا النانو فى تنمية التفكير الإبداعي والتحصيل والميل نحو الرياضيات لدى طلاب المرحلة الثانوية، وهو ما دعا لإجراء هذا البحث.

مشكلة البحث:

تحددت مشكلة البحث الحالى في ما يلي:

وجود قصور في مناهج الرياضيات بالمرحلة الثانوية في استخدام أساليب ونماذج تدريسية حديثة تواكب التطورات العلمية والتكنولوجية المعاصرة؛ وقلة التطبيقات الرياضية التى تواكب التقدم العلمى في محتوى منهج الرياضيات بالمرحلة الثانوية، والتى تدخل في كثير من مجالات الحياة، والتى تعمل على تنمية القدرة على التفكير الإبداعي والتحصيل والميل نحو الرياضيات لدى طلاب المرحلة، وللتصدى لهذه المشكلة من خلال الإجابة عن السؤال الرئيس التالي:

"ما فاعلية استخدام نموذج التعلم التفارغي لتدريس تكنولوجيا النانو فى تنمية التفكير الإبداعي والتحصيل والميل نحو الرياضيات لدى طلاب المرحلة الثانوية؟"

ويتفرع عن هذا السؤال الأسئلة البحثية التالية:

١. ما مفاهيم تكنولوجيا النانو التى يجب تضمينها في مناهج الرياضيات بالمرحلة الثانوية؟

٢. ماالتصور المقترح لتضمين مفاهيم تكنولوجيا النانو في مناهج الرياضيات بالمرحلة الثانوية؟

٣. مافاعلية تدريس وحدة من التصور المقترح باستخدام نموذج التعلم التفارغي فى تنمية التفكير الابداعي في الرياضيات لدى طلاب المرحلة الثانوية؟

٤. مافاعلية تدريس وحدة من التصور المقترح باستخدام نموذج التعلم التفارغي فى تنمية التحصيل في الرياضيات لدى طلاب المرحلة الثانوية؟

٥. مافاعلية تدريس وحدة من التصور المقترح باستخدام نموذج التعلم التفارغي فى تنمية الميل في الرياضيات لدى طلاب المرحلة الثانوية؟

فروض البحث:

في ضوء ما تم عرضه من بحوث ودراسات، أمكن صياغة الفروض التالية للبحث الحالى:

١. يوجد فرق دال إحصائياً بين متوسط درجات المجموعة التجريبية التى درست باستخدام **نموذج التعلم التفارغي،** ومتوسط درجات المجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لاختبار التفكير الإبداعي لصالح المجموعة التجريبية.

٢. يوجد فرق دال إحصائياً بين متوسطى درجات المجموعة التجريبية في التطبيق القبلي والبعدي لاختبار التفكير الإبداعي لصالح التطبيق البعدي.

٣. يوجد فرق دال إحصائياً بين متوسط درجات المجموعة التجريبية، ومتوسط درجات المجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لاختبار التحصيل لصالح المجموعة التجريبية.

٤. يوجد فرق دال إحصائياً بين متوسطى درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار التحصيل لصالح التطبيق البعدي.

٥. يوجد فرق دال إحصائياً بين متوسط درجات المجموعة التجريبية، ومتوسط درجات المجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لمقياس الميل نحو الرياضيات لصالح المجموعة التجريبية.

٦. يوجد فرق دال إحصائياً بين متوسطى درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لمقياس الميل نحو الرياضيات لصالح التطبيق البعدي.

أهداف البحث:

هدف البحث الحالى إلى:

١. تحديد مفاهيم تكنولوجيا النانو التى يجب تضمينها في مناهج الرياضيات بالمرحلة الثانوية.
٢. إعداد تصور مقترح لتضمين مفاهيم تكنولوجيا النانو في مناهج الرياضيات بالمرحلة الثانوية.
٣. التعرف على فاعلية تدريس وحدة من التصور المقترح لتنمية قدرة طلاب الصف الأول الثانوى على التفكير الإبداعي.
٤. التعرف على فاعلية تدريس وحدة من التصور المقترح لتنمية تحصيل طلاب الصف الأول الثانوى في الرياضيات.
٥. التعرف على فاعلية تدريس وحدة من التصور المقترح لتنمية ميل طلاب الصف الأول الثانوى نحو دراسة الرياضيات.

حدود البحث:

اقتصر البحث الحالي على:

١. نموذج التعلم التفارغي من نماذج ما بعد البنائية.
٢. مجموعة من طلاب الصف الأول الثانوى بإدارة الخليفة والمقطم بمحافظة القاهرة.

منهج البحث: استخدم البحث كلاً من:

١. المنهج الوصفى الذي استخدم في تحديد ووصف مفاهيم تكنولوجيا النانو التى يقترح تضمينها في مناهج الرياضيات بالمرحلة الثانوية.

٢. المنهج التجريبي الذي استخدم في تجريب الوحدة المقترحة "التشابه" والتى تم معالجتها بمفاهيم تكنولوجيا النانو على المجموعة التجريبية، والتعرف على فاعليتها فى تنمية التحصيل والتفكير الإبداعي والميل نحو الرياضيات.

التصميم التجريبي للبحث:

في ضوء طبيعة هذا البحث اشتمل التصميم التجريبي على مجموعة تجريبية ومجموعة ضابطة، كما يتضح من الجدول التالي:

جدول(١) التصميم التجريبي للبحث

المجموعة	التطبيق القبلي	المعالجة	التطبيق البعدي
التجريبية	تطبيق اختبار التفكير الابداعي، اختبار التحصيل، ومقياس الميول.	تدريس وحدة من التصور المقترح باستخدام نموذج التعلم التفارغي.	تطبيق اختبار التفكير الابداعي، اختبار التحصيل، ومقياس الميول.
الضابطة		تدريس وحدة من المنهج المقرر باستخدام الطريقة التقليدية.	

تحديد مصطلحات البحث:

تكنولوجيا النانو Nanotechnology:

تعرفها **الباحثة** بأنها العلم الذي يهتم بدراسة وإنتاج الأشكال الهندسية المختلفة عبر تجميعها على المستوى الصغير من مكوناتها الأساسية على تدريج النانو(١-١٠٠) نانومتر، وهى علم مستمد من فروع معرفية مختلفة.

نموذج التعلم التفارغي Allosteric Learning Model(ALM):

يعرف إجرائياً في هذا البحث على أنه: نموذج يصف ما يحدث داخل عقل الطالب، فضلاً عن العوامل الخارجية التى تجعل عملية التعلم أسهل، ويهيئ بيئة تعليمية ذات كفاءة عالية تتفاعل مع عمليات التعلم لدى الطالب، وتتضمن خطوات هذا النموذج: المشكلة، المراجع، العمليات العقلية، الشبكة الدلالية، والدلالات.

التفكير الإبداعي:

يعرف إجرائياً في هذا البحث على أنه: قدرة طلاب الصف الأول الثانوي على توليد أكبر عدد ممكن من المعلومات والأفكار المتنوعة والمتميزة للمواقف المشكلة، واستخدامها لحلها:مثل تحويل الشكل الهندسي إلى أشكال هندسية أخرى مختلفة بشكل يتجاوز الطرق النمطية في وقت قصير بأنفسهم ويمكنهم تعديلها وتطويرها ليروا ما لا يراه غيرهم من علاقات لها قيمة مفيدة على الأقل بالنسبة لهم، ويقاس بالدرجات التى يحصلون عليها في اختبار التفكير الإبداعي.

الميل نحو الرياضيات:

تعرف" الموسوعة العربية لمصطلحات التربية"**الميل** بأنه: أحد نواتج التعلم في الجانب الوجدانى وهو عبارة عن تنظيمات عاطفية تجعل الفرد يميل إلى شيء ما فيحبه أو لا يميل إليه فيعرض عنه ويكرهه"(ماهر صبري، ٢٠٠٢ : ٥٤٢)

ويعرف "معجم المصطلحات التربوية والنفسية" الميول بأنها: اهتمامات وتنظيمات وجدانية تجعل الفرد يعطى انتباهاً واهتماماً لموضع معين، ويشترك فى أنشطة ترتبط

به، ويشعر بقدر من الارتياح فى ممارسته لهذه الأنشطة؛ ومن ثم فهى تمثل نزعات سلوكية إيجابية نحو شئ أو موضوع ما(حسن شحاته، وزينب النجار، ٢٠٠٣: ٣٠٨)

وتعرفه (هند عبدالعزيز، ٢٠١٥: ١٦) بأنه أحد جوانب التعلم الأساسية التى تتصل بأحاسيس الفرد وانفعالاته، والتى تظهر فى صورة شعور داخلى ينتاب الفرد، فينعكس على حالته المزاجية ليشعر بالسعادة والارتياح والرضا عندما يسلك سلوكيات تشير إلى تولد اهتمام مرتبط بمجال معين يقبل عليه من تلقاء نفسه؛ ليشبع حاجة لديه.

ويعرف إجرائياً في هذا البحث بأنه:"شعور الطالب بالاستمتاع أثناء دراسة الرياضيات، وشعوره بأهمية الرياضيات، واهتمامه بتعلمها"،ويعبر عن ذلك بالدرجة التى يحصل عليها الطالب في مقياس الميول نحو الرياضيات المعد فى البحث.

خطة البحث:

للإجابة عن تساؤلات البحث أُتبعت الخطوات الآتية:

١. الاطلاع على الأدبيات والدراسات السابقة التى اهتمت بتكنولوجيا النانو والتفكير الإبداعي.
٢. إعداد قائمة بمفاهيم تكنولوجيا النانو الواجب توافرها في مناهج الرياضيات بالمرحلة الثانوية.
٣. وضع تصور مقترح لتضمين مفاهيم تكنولوجيا النانو في مناهج الرياضيات بالمرحلة الثانوية.
٤. إعادة صياغة وحدة **"التشابه"** للصف الأول الثانوى من التصور المقترح.
٥. إعداد دليل المعلم لتدريس وحدة "التشابه" باستخدام **نموذج التعلم التفارغي**.
٦. إعداد أدوات البحث وضبطها علميًا وتشتمل على:
   - اختبار تحصيلى في الوحدة المعاد صياغتها من التصور المقترح.
   - اختبار في القدرة على التفكير الابداعي في الرياضيات.
   - مقياس الميل نحو الرياضيات.
٧. اختيار مجموعتى البحث (مجموعة تجريبية ومجموعة ضابطة)من طلاب الصف الأول الثانوى بإدارة الخليفة والمقطم بمحافظة القاهرة.
٨. تطبيق أدوات البحث قبلياً على مجموعتى البحث من طلاب الصف الأول الثانوى.
٩. تدريس الوحدة باستخدام نموذج التعلم التفارغي للمجموعة التجريبية، وبالطريقة التقليدية للضابطة.

١٠. تطبيق أدوات البحث بعدياً على نفس مجموعتى البحث.
١١. رصد النتائج ومعالجتها إحصائياً وتفسيرها.
١٢. تقديم التوصيات والمقترحات.

أهمية البحث:

يتوقع أن يفيد البحث الحالى فيما يلي:

١. بالنسبة لمخططى مناهج الرياضيات:

(أ) قدم قائمة بمفاهيم تكنولوجيا النانو يمكن الإفادة بها عند إعداد الإطار العام لمناهج الرياضيات بالمرحلة الثانوية.

(ب) قدم إطاراً جديداً لتضمين تكنولوجيا النانو في مناهج الرياضيات وتدريسها باستخدام نماذج ما بعد البنائية (نموذج التعلم التفارغي).

٢. بالنسبة للطلاب:

قدم اختباراً تحصيلياً واختباراً لقياس القدرة على التفكير الإبداعي؛ ولذا فقد يسهم تدريس مفاهيم تكنولوجيا النانو باستخدام **نموذج التعلم التفارغي** في زيادة قدرة الطلاب على التفكير الإبداعي، وتنمية تحصيلهم في الرياضيات، وقد يؤدي ذلك إلى زيادة اندماجهم في تعلم الرياضيات مما يزيد من إقبالهم على دراسة الرياضيات والاستمتاع بها.

٣. بالنسبة لمنفذي المناهج:

قدم دليلاً للتدريس باستخدام **نموذج التعلم التفارغي** قد يسهم في تطوير أساليب تدريس معلمى الرياضيات، وتوجيه نظرهم إلى أهمية تشجيع الطلاب على المشاركة النشطة في بناء المعرفة.

٤. بالنسبة للباحثين:

يمكن لهذا البحث فتح الطريق أمام دراسات أخرى في مجال مناهج وطرق تدريس الرياضيات والعلوم التى تفيد في تضمين مفاهيم تكنولوجيا النانو وما يرتبط بها من تطبيقات في مناهج الرياضيات والعلوم.

الإطار النظري

نموذج التعلم التفارغي، تكنولوجيا النانو، والتفكير الإبداعي

يعرض الإطار النظري ثلاثة محاور رئيسة هى:

- نماذج ما بعد البنائية، نموذج التعلم التفارغي ومراحله.
- تكنولوجيا النانو، مفهومها، أهدافها، وخصائصها، وتطبيقاتها.
- التفكير الإبداعي، مفهومه، مهاراته، وتنميته.

وتفصيل ذلك كما يلي:

المحور الأول: **نماذج ما بعد البنائية،نموذج التعلم التفارغي ومراحله**.

أولاً: نماذج ما بعد البنائية post constructivism models :

تعد نماذج ما بعد البنائية من التوجهات الجديدة التى ظهرت لتقدم أساليب جديدة ومبتكرة فى العملية التعليمية؛ حيث تستند في فلسفتها إلى أن المعرفة تُبنى فى عقل الطالب من خلال تنشيط مجموعة من العمليات الذهنية، تنظم بشكل متسلسل ومترابط لتحقق تكامل المعرفة، وتستند هذه النظرية فى مبادئها إلى أن المعلومات المتوفرة في جميع المصادر تعد مواد بسيطة وعادية لا يُستفاد منها إلا بعد القيام بمعالجتها وتبويبها وتدقيقها وربطها مع مشابهها وتصنيفها فى ذاكرة الطالب وحفظها، بحيث يتحول الطالب من مستهلك للمعلومة إلى منتج وموظف لها(Deleuze,2004:170).

ويعبر مفهوم نماذج ما بعد البنائية عن تلك التوجهات والأسس التى تحكم عملية إكساب المعرفة وحفظها وتوظيفها فى مواقف جديدة، من خلال دراستها دراسة واسعة مستهدفاً الاهتمام بعمليات البحث عن معلومات معينة في مصادر عدة. Taber, S. 2006: (125)

ثانياً: مبادئ نماذج ما بعد البنائية:

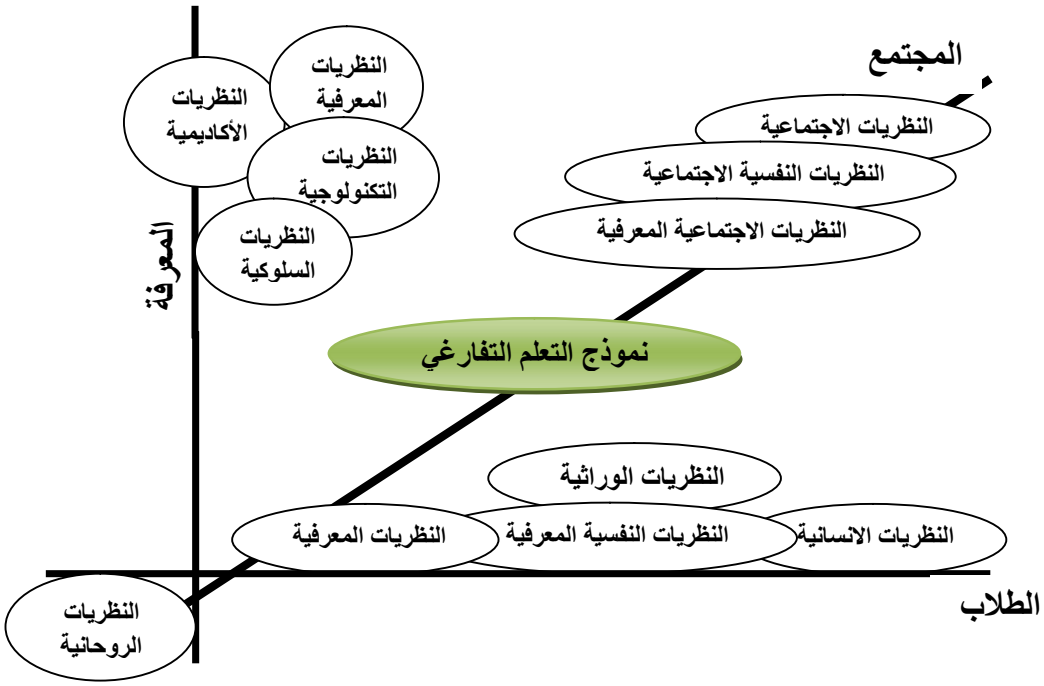
تستهدف تربية مجتمع ما بعد الحداثة بناء الإنسان المستوعب لمختلف الثقافات، والمعارف القادر على التعايش مع الآخر، وذلك من خلال تربية متكاملة تراعي كافة جوانب النمو الإنساني والحضاري وشمولية المعرفة وتكاملها من خلال التعلم الذاتى والتعلم مدى الحياة، وترتكز نماذج ما بعد البنائية إلى مجموعة من المبادئ التى تحكم عملية إكساب الطالب للمعرفة وتوظيفها فى مواقف جديدة، ويحدد (محمد سكران، ٢٠٠٦: ١٥٦)، (فايز مينا، ٢٠١١: ٢٤)،(Muukkonen , H.etal.,2004:28)، (Hakkarainen , K. ,2003:203) بعض المبادئ لنماذج ما بعد البنائية فيما يلي:

- **التعلم من أجل بناء المعرفة،** حيث تركز ما بعد البنائية على كيفية الحصول على المعرفة وبنائها بشكل سليم يوظفه الطالب فى أثناء تعلمه، فلا تكتفى فقط بتعرفها وتحديدها، وإنما بكيفية تحصيلها وإتقان أدوات التعامل معها وربط بعضها ببعض.
- **التعلم من أجل العمل:** حيث تنتشر مراكز التعليم أثناء العمل؛ فتكنولوجيا المعلومات في طريقها إلى تحويل المصانع إلى مدارس.
- **التعلم من أجل الذاتية الشخصية:** وذلك بالتركيز على إضفاء الطابع الشخصى على عملية التعليم، وذلك من خلال إتاحة الفرصة لصغار السن لاستخدام تكنولوجيا المعلومات، وتنمية مهارات التواصل الالكترونى، وتقليص سلطة المعلم، والتوسع في أساليب التفكير ذاتياً.
- **التعلم من أجل خلق المعرفة وتجديدها:** حيث تهتم نماذج ما بعد البنائية بتجاوز تحصيل المعرفة، لتصل بالطالب إلى بنائها وتكوينها من جديد من خلال البحث وراء المعلومات عن شئ جديد، أو معالجة هذه المعلومات بتوسع فى دراستها وتحليلها والإضافة إليها وإثرائها.
- **تنمية الإبداع والخيال:** وذلك من خلال إتباع أساليب التعلم بالاكتشاف، والاستفادة من الدعم الكبير الذي تقدمه تكنولوجيا المعلومات لشتى أنواع الإبداع، والتعلم من الآخرين من خلال الحوار والمشاركة عن بعد عبر الانترنت.
- **التعلم من أجل مشاركة الآخرين،** وذلك من خلال حلقات النقاش ومجموعات العمل التعاونى بين الطلاب، التى تشجعهم على دراسة المعرفة واكتسابها بشكل أفضل،والتخلص من نزعات التعصب والعنف، وتنمية مهارات الحوار مع الآخر، وتنمية الرغبة في مشاركة الآخر.

ولاشك أن تحقيق المبادئ السابقة، يتطلب إجراء تغييرات شاملة في المناهج التعليمية، وذلك على الرغم من أن ما بعد البنائية لم تطرح أو تطور نظرية شاملة في هذا المجال، وإنما طرحت مجموعة من النماذج المرتبطة فى الأساس بتكنولوجيا المعلومات وغيرها، **ولعل من أهم هذه النماذج**: نموذج التعلم التفارغي، نموذج الاستقصاء التقدمى لاكتشاف المعرفة وتحديد جوانبها، نموذج البحث العميق والمنظم لاكتساب المعرفة وبنائها، ونموذج الإبحار والتوسع فى دراسة المعرفة، وسيتم تناول **نموذج التعلم التفارغي** فيما يلي:

ثالثاً: نموذج التعلم التفارغي The Allosteric Learning Model

بدأت تظهر ملامح نموذج التعلم التفارغي في الفترة من(١٩٨٧-١٩٨٩) ويشرح هذا النموذج أسس عملية التعلم، ويحدد موضوعاتها، كما يمكن من التنبؤ بنتائجها، وقد قام جوردن (Giordan, A.,2012a: 16) مصمم هذا النموذج بدراسة تحليلية لنظريات التعلم المختلفة، ثم قام بتنظيم تلك النظريات فى شكل ذي ثلاثة محاور أو عوامل هى المعرفة والطلاب والمجتمع. وتوصل إلى أن معظم النظريات الحالية تكون قريبة جداً من أحد تلك المحاور، أى أنها تركز على عامل واحد فقط، وقد صمم جوردن نموذج التعلم التفارغي الذي يقع عند نقطة التقاء عدة عوامل كمحاولة لملء هذه الفجوة، وتحقيق التداخل والتكامل بين العوامل الثلاثة؛ فالتعلم وفقا لنموذج التعلم التفارغي لا يعتمد على عامل واحد فقط، ولكن يعتمد على شبكة من الظروف والعوامل يمكن تسميتها "**البيئة التعليمية** "، وهذه البيئة تقوم بدور رئيس لحدوث التعلم، ويوضح الشكل التالى موقع نموذج التعلم التفارغي بالنسبة لنظريات التعلم المختلفة:



شكل(١): موقع نموذج التعلم التفارغي بالنسبة لنظريات التعلم المختلفة

وفى ضوء نموذج التعلم التفارغي فإن التعلم ينتج من خلال مجموعة من العمليات العقلية التى تحدث داخل ذهن الطالب، ومجموعة أخرى تحدث داخل البيئة التعليمية،

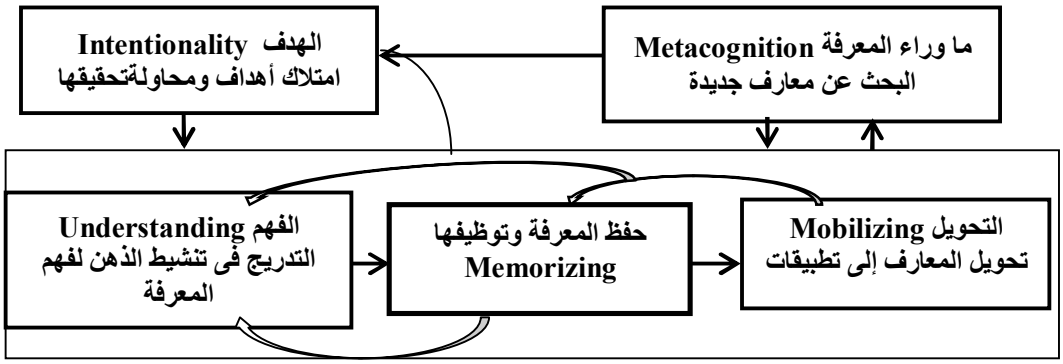
لتتكامل هذه العمليات جميعها لتحقيق تعلماً أفضل وأكثر مرونة للطالب، مما يجعله قادراً على بناء المعرفة وتكوينها وتوظيفها، وسيتم مناقشة تلك العمليات بالتفصيل فيما يلي:

- **العمليات العقلية التى تحدث داخل ذهن الطالب:**

وفقاً لهذا النموذج فإن الطالب يدير تعلمه بنفسه، ويعتمد حدوث التعلم على المعرفة السابقة سواء أكانت المعرفة الجديدة امتداداً لها أو متعارضة معها، فلكى يفهم الطالب موقفاً جديداً فإنه يبدأ من معارفه السابقة، وذلك باستخدام مهاراته الخاصة فى تفسير الموقف الذي يواجهه واستخراج البيانات المختلفة منه، ومن ثم يتحقق الفهم العام لدى الطالب إذا استطاع أن يربط بين المعلومات التى تقدم له وبين المعلومات السابقة؛ حتى يخرج منها بشئ جديد يعينه على الفهم الكامل للمعرفة . (Gojkov, G. & Stojanvic, A., 2011:79)

ويفترض هذا النموذج أن عملية اكتساب المفاهيم والمعارف والمعلومات ومعالجتها تقوم على مدى ممارسة الطالب للأنشطة الذهنية التى تجعله يصل إلى المعلومات بسهولة ويسر، فضلاً عن قدرته على الوصول إلى التفاصيل المعقدة، وإيجاد الحلول المبتكرة والمعلومات الجديدة. (Giordan,A.,2012a:1)

وحتى تقوم العمليات الذهنية بدورها الفاعل فى دراسة المعرفة لابد أن تستند إلى التدريج فى تدريب الطلاب على توظيفها في دراسة المعرفة، ويحدد مرادي وآخرون (Moradi , M., et al. , 2008: 6) عمليات بناء المعارف الجديدة داخل ذهن الطالب فى ضوء نموذج التعلم التفارغي من خلال الشكل التالى:



شكل(٢) : عمليات بناء المعارف الجديدة التى تحدث داخل ذهن الطالب

- **العمليات التى تحدث داخل بيئة التعلم:**

يفترض هذا النموذج لاكتساب المعرفة أنماطاً تفاعلية داخل البيئة الصفية تتلخص فى (Giordan,A.,2012b : 6):

❖ أن تكون بيئة التعلم جاذبة للطلاب ومحفزة لتفكيرهم ولقدراتهم العقلية؛ وذلك من خلال مجموعة من الأنشطة والتكليفات التى تجعلهم دائماً فى تفاعل وحوار أثناء دراستهم، وتتمثل أنماط التفاعل داخل البيئة التعليمية بين كل من:

- الطالب والواقع من خلال الملاحظة والتجربة.
- الطالب وزملائه؛ وذلك من خلال حلقات النقاش والعروض والتكليفات الجماعية التى تجعل الطلاب ينتجون معارف ومعلومات جديدة يمكن إضافتها لما درسوه.
- الطالب والمعارف التى يدرسها؛ حيث يترك للطالب فرصة حتى يتفاعل مع ما يدرسه من معلومات ومعارف، وذلك بتوجيه من المعلم وتحت إشرافه.
- المعلم وطلابه؛ من خلال التوجيه والارشاد والتعزيز المستمرين للطلاب أثناء تعلمهم واكتسابهم المعرفة، فضلاً عن دوره فى تقييم ما يصلون إليه خطوة خطوة.

❖ أن يستند الموقف التعليمي إلى عدد من الوسائل البصرية التى تساعد الطالب على اكتساب المعرفة وبنائها. وقد تتخذ هذه الوسائل صوراً مختلفة، مثل الرموز، المخططات، والرسوم البيانية، ويجب أن يكون من السهل على الطالب التعامل معها؛ حتى يتمكن من تنظيم البيانات الجديدة أو استخدامها نقطة انطلاق لبناء هيكل جديد من المعارف.

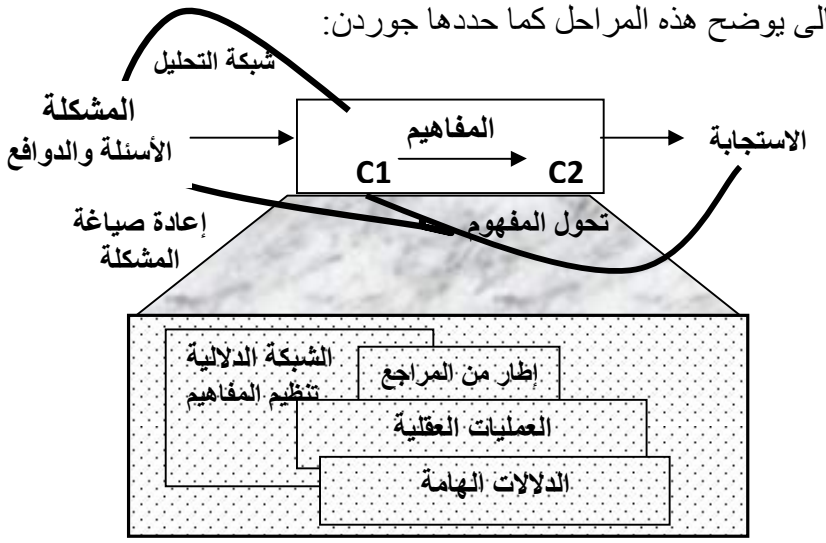
- **مراحل نموذج التعلم التفارغي:**

حدد كل من جوردن (Giordan,A.,2012b : 2) ، (Giordan,A.,1993 : 65) (Giordan,A.et al.,1999 : 65) , (13 مراحل نموذج التعلم التفارغي فيما يلي :

❖ **المشكلة problem**: يطرح المعلم على الطلاب مجموعة من الأسئلة قد تكون واضحة تماما بالنسبة لهم، أو قد تكون أقل وضوحاً، وترتبط تلك الأسئلة بمفهوم معين أو بتطبيقاته، وتعد هذه الأسئلة بمثابة القوة الدافعة لكل نشاط عقلى يقوم به الطلاب.

- **المراجع references**: لكى يتمكن الطلاب من الإجابة عن أسئلة المعلم يبدؤون فى محاولة إيجاد علاقة بين المعارف السابقة التى يمتلكونها والمعارف الجديدة.
- **العمليات العقلية mental processes**: هى مجموعة من كافة العمليات الفكرية التى يقوم بها الطلاب أثناء المشاركة في أنشطة حل المشكلات، وإجراء التجارب، والأنشطة الاستقصائية الموسعة، ويقوم الطلاب في هذه المرحلة بالتعبير عن العلاقات بين المعارف الجديدة والمعارف السابقة من خلال: الرسوم، المخططات، والرموز.
- **الشبكة الدلالية semantic network**: هى المنظومة المعرفية التفاعلية التى تنشأ من العمليات العقلية الى تتم على المعارف السابقة، وتعطى هذه المنظومة التماسك الدلالى للمفهوم الجديد، وبالتالى يصبح من السهل تطبيقه فى مواقف عديدة، وبعبارة أخرى، فإن هذه المنظومة تنشأ نتيجة لتفاعل كل العلاقات الى أقيمت بين العناصر الرئيسة والفرعية للمفهوم، وينتج عن هذه العملية شبكة من المعانى.
- **الدلالات Signifiers**.: هى مجموعة من الأفكار والاشاراتوالرموز اللازمة للتعبير عن المفهوم والتفسيرات المرتبطة به.

والشكل التالى يوضح هذه المراحل كما حددها جوردن:



شكل(٣) : مراحل نموذج التعلم التفارغي

وتم **الاستفادة** من هذه المراحل عند إعادة صياغة دروس وحدة التشابه لطلاب الصف الأول الثانوي.

ويتضح مما سبق عرضه عن نموذج التعلم التفارغي أنه ينبغي **الاهتمام** في أثناء التدريس بـ: **مهارات التعلم الذاتى** من بحث وتنقيب وجمع المعلومات الخاصة بالموضوعات المقرر تدريسها، **الأنشطة** التى تهيئ أذهان الطلاب نحو اكتساب المعلومات ومعالجتها، استخدام العديد من **الوسائل والوسائط المعينة** على نقل المعلومات أثناء التدريس، وكذلك التى تعين الطالب على البحث من خلالها والتوسع فى استخدامها، وإرشاد الطلاب إلى أهم **مصادر المعرفة** التى يمكن الاستعانة بها من أجل الحصول على المعلومات.

المحور الثانى: تكنولوجيا النانو، مفهومها، أهدافها، خصائصها، وتطبيقاتها:

أضافت تكنولوجيا النانو بعداً جديداً لدعائم التطور الحضاري؛ لذلك تشهد تنافساً عالمياً مطردا باعتبارها القوة المحركة للاقتصاد العالمى في المرحلة المقبلة، فامتلاك تكنولوجيا النانو أصبح من أهم عناصر القوة ومرتكزات التنمية.

مفهوم تكنولوجيا النانو:

تطلق **كلمة نانو** باللغة الإنجليزية على كل ما هو ضئيل الحجم دقيق الجسم، **وكلمة "نانو"**- هي من الكلمة اللاتينية "نانوس" أو دراووف" والتي تعني واحد من مليار من المتر؛**أي** (10^{-9}) **متر (ماسيمليانو دي فنترا** وآخرون، ٢٠١٢، ٧)، **والنانومتر** هو أدق وحدة قياس مترية معروفة حتى الآن ويساوي جزء من المليار من المتر، ويساوى عشر مرات من قطر ذرة الهيدروجين.(أمل لبدا، ٢٠١٣ :١٥)، **Luisa F. & (Duncan S.,** 2013:19)

يعرف (مارك راتنر، دانيال راتنر،٢٠١١: ٢٠)(Lok C Lew, et al ,

(2008:13 **تكنولوجيا النانو**على أنها التقنية التى تهتم بالتعامل مع المواد والأشكال في مستواها الذري والجزيئي بمقياس لا يتعدى ١٠٠ نانومتر، وهى التقنية التى تهتم أيضا باكتشاف مواد جديدة من مواد أخرى ودراسة الخصائص المميزة لمواد وأشكال النانو.

ويعرفها (محمد الاسكندرانى، ٢٥:٢٠١٠) بأنها العلم الذي يهتم بدراسة التركيب الجزئي للمواد ومحاولة إعادة ترتيب وبناء هذه الجزيئات والذرات المنفردة للمواد من جديد بمقياس دقيق جداً ومتناهى في الصغر وذلك لتحسين صفات هذه المواد والحصول على خصائص وظائف أفضل.

ويعرفها(عبدالباسط حمودة، ٢٠٠٦) بأنها بحث وتطوير تكنولوجي على المستوى الذري والجزيئى الماكروي عند مستويات طولية من رتبة ١-١٠٠ نانومتر، بهدف إعطاء تفسير جوهرى للظاهرة والمواد في المجال النانوى وأيضاً لإنشاء واستخدام البنى والأدوات والنظم ذات الوظائف والخصائص الجديدة المتناسبة مع حجومها الصغيرة.

مما سبق قد عرفت الباحثة تكنولوجيا النانو بأنها: العلم الذي يهتم بدراسة وإنتاج الأشكال الهندسية المختلفة عبر تجميعها على المستوى الصغير من مكوناتها الأساسية على تدريج النانو(١-١٠٠) نانومتر، وهى علم مستمد من فروع معرفية مختلفة.

أهداف تكنولوجيا النانو:

حدد مناسي (Manasi,2008:8) أهداف تكنولوجيا النانو العلمية والتكنولوجية التى تستهدفها فى كثير من المجالات العلمية وهي:

- **بناء أفضل**: ويقصد به تصميم أدوات وأجهزة ومواد دقيقة من مكونات المادة الأساسية(الذرات والجزيئات).
- **عمر أطول**: ويقصد به ابتكار أدوات وأجهزة نانوية، وأدوية وعقاقير تسهم فى معالجة الأوبئة والأمراض التى يتعرض لها الإنسان وتحسين صحته.
- **أكثر أماناً وحفاظاً على البيئة**: ويعنى أن تكنولوجيا النانو يمكن أن تسهم فى الحفاظ على البيئة إذا استخدمت بالطرق العلمية الصحيحة المقننة لحل مشكلات البيئة والعكس أيضاً صحيح.
- **منتجات ذكية:** ويقصد به ابتكار أجهزة وأدوات ذكية مثل : الحاسبات النانوية، الأجهزة الدقيقة، الروبوتات النانوية ، والمستشعرات النانوية بمختلف أنواعها.

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

خصائص تكنولوجيا النانو:

المواد عند مقياس النانو تظهر خواص مختلفة تماماً عن الأحجام الكبيرة؛ بسبب الزيادة النسبية فى مساحة السطح بالنسبة لحجمها، وسيطرة تأثير قوانين ميكانيكا الكم بدلاً من ميكانيكا نيوتن التقليدية؛ فزيادة مساحة السطح يعزز التفاعل الكيميائي للمادة ويغير الخصائص الضوئية والمغناطيسية، وتتغير أيضاً الخواص الهندسية للمادة؛ فالشكل

الهندسي يتغير كلياً عند تجزئته لمقياس النانومتر، وبالتالى يمكن إعادة بناء هذه الأجزاء للحصول على شكل هندسي جديد، كما أن مساحة الشكل الهندسي تزيد لتصبح أكبر ما يمكن عند تجزئته.

وتعد تكنولوجيا النانو مجالاً بحثياً يعنى بدراسة خصائص المواد عند مقياس أقل من ١٠٠ نانومتر، والتحكم بها حيث تظهر جزيئات المواد عند مقياس النانو خصائص غير عادية، بحيث يكون من الممكن تصنيع المواد وتشكيلها للحصول على خصائص أفضل من خصائص تلك المواد عند تصنيعها عند مقياس أكبر.

فإذا قسم مكعب من الذهب باستخدام أجهزة خاصة إلى مكعبات صغيرة أقل من ١٠٠نانومتر فسيتحول لونه من الأصفر إلى البرتقالى، وإذا تم تقطيعه إلى أقل من ٥٠ نانومتر فسيصبح لونه أخضر، فالمواد تفقد خواصها المعروفة عندما تصل إلى مقياس النانومتر، لذلك فكر العلماء فى إمكانية التحكم فى ذرات المادة وإعادة ترتيبها إذا وصلت لمقياس النانومتر للحصول على مادة أخرى، فالذهب بعد تفكيكه إلى جسيمات صغيرة فى حجم النانومتر تستخدم أجهزة متطورة بإعادة ترتيبها بطريقة مختلفة للحصول على مادة جديدة بمواصفات أفضل.(Gabor, 2009: 28)، Meyyappan, M., 2004:313).

وتتميز تكنولوجيا النانو ببعض الخصائص تميزها عن غيرها من العلوم التى تتعامل مع نفس المواد التى تتعامل معها تكنولوجيا النانو؛ مما جعلها تحظى باهتمام متزايد فى مختلف الأوساط العلمية، ومن أهم تلك الخصائص ما يأتى(مارك راتنر، دانيال راتنر، ٢٠١١: ٢٢):

- قوة تكنولوجيا النانو لا تقتصر على كونها موجهة للمستوى المجهرى للمادة فقط ، ولكن فى فلسفتها المبنية على قدرتها فى تشكيل المادة بتغير تركيبها الذري ذرة بذرة.
- الحركة البراونية لمواد النانو، وقوى السطح للمواد النانونية قد تكون أسساً جديدة لتراكيب ومعدات متطورة.
- تستطيع تكنولوجيا النانو تصنيع المواد بصورة أسرع وأفضل وأرخص مقارنة بأى تكنولوجيا أخرى.
- لا يمكن تفسير سلوك المواد في أحجام النانومتر على أساس قوانين الطبيعة التقليدية، بل يتحكم في سلوكها قوانين ميكانيكا الكم التى تتميز بخصائص يطلق

عليها التأثيرات الكمية ولهذه التأثيرات أهمية كبيرة فى حركة الالكترونيات بدلاً من ميكانيكا نيوتن التقليدية، والمقصود بميكانيكا الكم: ميكانيكا الجزيئات والذرات ومكوناتها ووصف حركة الحبيبات الأصغر من الذرات عبر هذه الميكانيكا.

- إن تغير خواص مواد تكنولوجيا النانو عند مقياس النانومتر نتيجة لطبيعة التفاعلات بين الذرات المكونة للمادة هو جوهر تكنولوجيا النانو.
- ترتبط تكنولوجيا النانو بإنتاج واستخدام المواد بعد تعديل خواصها هندسياً بطريقة منظمة تقترب من أبعاد الذرات والجزيئات؛ بهدف تكوين مواد جديدة، وأجهزة ونظم تتمتع بمواصفات وخصائص جديدة.

ونظراً لما تشكله هذه الخصائص والسمات من أهمية كبيرة لتطوير وتنمية المجتمع وحل مشكلاته فى كثير من المجالات الحياتية؛تهتم الدول علمياً وتكنولوجياً بهذه التكنولوجيا المتقدمة وترصد لها الميزانيات الضخمة لمستقبلها الواعد؛ ولذا ينبغى أن تبذل الدول العربية كافة الجهود للاستفادة والاستثمار فى المجالات العلمية لتكنولوجيا النانو.

تطبيقات تكنولوجيا النانو:

تمثل تكنولوجيا النانو قوة تكنولوجية ومعرفية واقتصادية تنتشر في عديد من مجالات الحياة الإنتاجية، الغذائية، الصناعية، الطبية، الالكترونية، العسكرية، علوم الفضاء، والإنشاء والتعمير وذلك باعتبارها طفرة تكنولوجية حديثة ومن هذه المجالات التطبيقية ما يلي:

- **المجال الطبي**: تعد التطبيقات الطبية لتكنولوجيا النانو من أهم التطبيقات الواعدة على الإطلاق؛ فعلاج الإنسان يتم من خلال التحكم فى خلايا جسده، أو عن طريق إدخال آلات دقيقة داخل الخلايا لعلاجها، حيث ستتمكن تلك الآلات المجهرية من أن ترمم الأجسام المعتلة من الداخل، وستقوم أجهزة دقيقة مزروعة فى الجسم بتشخيص المرض ومكافحته، وإجراء بعض التحسينات على الآلية الجزيئية التى تدير الخلايا وتتحكم في عملها، وأول استخدام طبى للتقنية النانوية يثبت جدارته حالياً، هو نجاح (تيجال ديساي) من جامعة (إيلينوى) الأمريكية في تطوير جهاز مهندس بالتقنية النانوية يزرع في الجسم؛ بحيث يغنى الأشخاص المصابين بالسكري عن استخدام حقن الأنسولين، وتوشك الأجهزة الذكية التى تزرع في الجسم لإعطاء الأدوية بدقة لدى الحاجة إليها أن تنزل إلى الأسواق، وفى الطريق

حالياً أجهزة إلكترونية تأمر الخلايا بإفراز هرمونات محدودة عندما يحتاجها جسم الإنسان، ومولدات للكهرباء ومحكات تجمع نفسها داخل الخلية، وتستغل مصادر الطاقة الخاصة بالخلية لاستعمالها (Andre Gsponer,2008)

- علاج الأورام السرطانية باستخدام جسيمات الذهب النانوية؛ حيث تتميز جسيمات الذهب النانوية بأن لها القدرة على امتصاص الضوء وتحويله إلى حرارة، فيتم حقن الورم بها مما يعمل على تدمير الخلية المصابة دون التأثير على الخلايا المجاورة(مشعل الحميدان ، ٢٠٠٩).

- **مجال علوم الفضاء**: يسعى علماء الفضاء إلى تصميم مركبات فضائية، ومجسات الكترونية وكيميائية وبصرية أخف وزناً، أصغر حجماً، أقل استهلاكاً للطاقة، وأكثر متانة وكفاءة ومقاومة للظروف المناخية، وتصميم روبوتات ميكروسكوبية للمساعدة فى دراسة النظم البيولوجية للأجرام السماوية، وتصنيع طائرات فضائية أخف وزناً من الطائرات الحالية، وأكثر قوة وأماناً، وهذا يعمل على تحسين معدل الكتلة الإجمالية للمركبات الفضائية من (٣ : ١) وحتى (١: ٣) أو أكثر؛ فالتغيرات الدقيقة فى عملية التصنيع بتكنولوجيا النانو تستهدف تحسين الاعتمادية والسلامة والأمان.(Manasi,2008,174)
- **معالجة مياه البحر** باستخدام الأغشية النانوية قبل وصولها لوحدات التحلية، مثل خفض وإزالة العسرة ونسبة الملوحة(إبراهيم شلبي، ٢٠٠٩)
- **مجال البناء،** تم إضافة مواد نانوية إلى الخرسانة لإكسابها قوة ومتانة وخفة فى الوزن، مثل أنابيب الكربون النانوية التى تتميز بأنها أقوى (٢٥٠) مرة من الفولاذ بنفس السُمك وأخف بعشر مرات منه، مما مكن من إقامة المباني الشاهقة الارتفاع والتى تأخذ أشكالا إنسيابية، ويطمح العلماء إلى إنتاج مصعد للفضاء باستخدام هذه التقنية.
- **مجال التغذية:** تحسين جودة الغذاء وخفض محتواه الضار من خلال التحكم في بنية وتركيب مكوناته الأساسية، وكذلك تدخل تقنية النانو**Omega**من زيوت السمك الشهيرة في عملية تعبئة وتغليف المواد الغذائية، فيتم حفظ المواد الغذائية الطازجة مثل: اللحوم والفواكه والخضروات والمخبوزات ومنتجات الألبان والوجبات الطازجة المعدة مسبقاً عن طريق تغليفها بأفلام رقيقة من البلمرات الشفافة التى لا تزيد سماكتها عن(٥) نانومتر، حيث يتم دمج حبيبات أو أنابيب

نانوية تعمل على غلق مسامها بهدف منع وصول الرطوبة إلى الغذاء الطازج الموجود داخل العبوة(أحمد حجازي، ٢٠١٢)

- **مجال الإلكترونيات**: تنتشر في الآونة الأخيرة الحواسيب اللوحية **والرويال لاب** والهواتف النقالة التى تعمل بشاشات اللمس، وكذلك المعالجات متعددة الأنوية التى وصلت إلى معالجات رباعية وثمانية الأنوية؛ مما يسهل ويسرع عملها؛ فلو تفحصنا الكابلات والمكثفات لوجدنا وزنها لا يتجاوز أجزاء من المليجرامات.
- **مجال التجميل**: استخدام نانو جزيئات الأكسيد على أنواعه "الألومنيوم والتيتانيوم وغيرها". خصوصاً في مواد التجميل والمراهم المضادة للأشعة. فهذه النانو جزيئات تحجب الأشعة فوق البنفسجية كلها ويبقى المرهم في الوقت نفسه شفافاً. (شبكة البصرة، ٢٠١٢)
- **المجال العسكرى**: تم في الولايات المتحدة الأمريكية وبمبلغ قدره ٥٠ مليون دولار أمريكي تأسيس معهد البحوث التكنونانوية العسكرية Institute for Solider) Nanotechnologies" ISN")، وقد حدد المعهد"خمسة مجالات للبحوث الاستراتيجية تركز على: (أجهزة الاستشعار المصغرة، والسرعة، والطائرات القتالية بدون طيار، وتطوير التدريب على تطبيقات الواقع الافتراضي، وتعزيز الأداء البشري).
- **مجال الحفاظ على البيئة من التلوث**: يتم استخدام مواد نانوية صديقة للبيئة تتفاعل مع الأشعة فوق البنفسجية مما يتيح عملية التنظيف الذاتى للمواد، مثل: الشبابيك وزجاج السيارات، وكذلك استخدام الجسيمات النانوية التى تعمل على التخلص من الملوثات والتخلص من الروائح الكريهة، مثل استخدام جسيمات الفضة وثانى أكسيد التيتانيوم النانويين، وتوجد عديد من التطبيقات في مجال الزراعة والبيولوجيا الحيوية والهندسة. (موقع شركة جوال، ٢٠١١)

على ضوء ما سبق، إذا كان الطالب هو **المستفيد** من المنهج، وإذا كان المجتمع بمؤسساته هو الإطار الذي يخرج إليه الطالب ليصبح عضواً في أحد هياكل الإنتاج التى تتطلب أن يكون لدى الطالب مفاهيم ومهارات واتجاهات معينة؛ فإن هذا يعنى أن المناهج عامة ومناهج الرياضيات خاصة في كافة مراحل التعلم يقتضي أن تساير كل ماهو جديد ومستحدث.

الدراسات السابقة التى اهتمت بتكنولوجيا النانو:

❖ **مشروع أطلس المفاهيم*Atlas of Nanotechnology* :**

(Foothill DeAnza,*2005*)

قامت كلية المجتمع Foothill DeAnza Colleges من خلال برنامج تكنولوجيا النانو بإعداد أطلس تكنولوجيا النانو الذي يهدف إلى الربط بين مهارات العمل المتطلبة في مجال النانو والمناهج الدراسية والتدريب بهدف المساعدة على التصميم الذكى وإدارة جهود التنمية للقوى العاملة.

يعتبر هذا الأطلس أول خريطة كاملة في مجال تكنولوجيا النانو، تتضمن كل الموضوعات النانوتكنولوجية الرئيسة والمجالات الدراسية المتضمنة، هذا وتضمن الأطلس ست خرائط منفصلةحددت كل المعارف والمهارات اللازمة للعمل في هذا المجال.

❖ **مشروع مركز النانوبيوتكنولوجي(*Nano biotechnology Center* *(NBTC,2007***

هدف المشروع إلى تحديد المحاور الرئيسة لتكنولوجيا النانو، دمج تكنولوجيا النانو في التعليم العام، وانخراط الطلاب في منهج وأنشطة في النانوبيوتكنولوجي تتفق مع معايير المنهج الحالى. ولتحقيق ذلك قسم التعلم العام إلى ثلاث مراحل (من الحضانة حتى الصف الرابع، من الصف الخامس حتى الصف الثامن، من الصف التاسع حتى الثانى عشر) وتم تحديد **أهداف** لكل مرحلة، **وقد أكد المشروع على نقاط أساسية تمثلت في :**

١. الربط بين مفاهيم النانو وبين ما يدرسه الطلاب.
٢. الأنشطة في جميع المستويات يجب أن تكون عملية Hands- on.
٣. الاستعانة بالخبرات الميدانية المتاحة من علماء ومهندسين.

وقد توصل المشروع إلى المحاور الأساسية التى يندرج تحتها مفاهيم تكنولوجيا النانو وهى:

مقدمة لمقياس الميكرو والنانو، تاريخ تكنولوجيا النانو، تكنولوجيا الماضى والحاضر والمستقبل، حدود عين الإنسان والميكروسكوب الضوئي، مقدمة للميكروسكوب الالكترونى، طرق التخليق، تكنولوجيا من الأعلى للأسفل ومن الأسفل للأعلى، العلاقة

بين التركيب والخصائص، الخصائص المعتمدة على الحجم، تطبيقات تكنولوجيا النانو، ومنتجات تكنولوجيا النانو.

❖ **دراسة جيمس جاكوب (James A. Jacob, 1996)**: هدفت إلى تصميم وحدة تدريسية لطلاب المرحلة الإعدادية بالولايات المتحدة الأمريكية، وزيادة المعرفة بعلم المواد والهندسة والتكنولوجيا، وقد صممت الوحدة لتعريف الطلاب بكيفية تصنيع الأجهزة والآلات الصغيرة جداً التى تستخدم في صناعة الساعات والكمبيوترات والآلات الحاسبة والتى تصنع باستخدام تكنولوجيا النانو وتكنولوجيا الميكرو، وأظهرت الدراسة فعالية الوحدة المصممة لتعريف الطلاب بكيفية تصنيع الأجهزة الدقيقة جداً بتكنولوجيا النانو، وإكسابهم المهارات الأساسية لتحقيق ذلك.

❖ **دراسة آنى كورتز وآخرون (*Annie Kurtz , et . al 2003*)**

هدفت هذه الدراسة إلى إدخال مفاهيم تكنولوجيا النانو في مناهج المرحلة الثانوية، ولتحقيق ذلك عقد مؤتمر تكنولوجيا النانو بولاية يوتاه (*Utah,2003*) الذى نظمته المدرسة الثانوية بمدينة(SaltLake) حيث تم طرح التساؤلات التالية:

- هل نحتاج إلى تعليم الطلاب لمقررات الكيمياء والفيزياء والأحياء **والرياضيات** وعلوم الكمبيوتر لكى يكونوا علماء في تكنولوجيا النانو؟
- من الذي سوف يُدرس مقررات تكنولوجيا النانو: هل هو معلم الفيزياء أم الأحياء أم الكيمياء أم الرياضيات أو معلم جديد يتخرج من كلية جديدة ويحمل درجة علمية فى تكنولوجيا النانو؟
- هل ننتظر تخريج هؤلاء المعلمين أم نبحث عن بدائل أخرى لتدريس تكنولوجيا النانو في المدارس خلال فترة زمنية قصيرة؟

ونظراً لتحدى عدم وجود معلمين متخصصين في تدريس تكنولوجيا النانو، فقد تم تدريب المعلمين ليصبحوا قادرين على تدريس الأجزاء الجديدة التى يتم إضافتها للمنهج والمرتبطة بتكنولوجيا النانو، مع توجيههم للاطلاع على المراجع العلمية.

وقد تناول المشروع الأجزاء المرتبطة بتكنولوجيا النانو التالية:مقدمة عن مقياس الميكرو والنانو، تاريخ علم تكنولوجيا النانو، التكنولوجيا في الماضى، الحاضر، والمستقبل، حدود الرؤية بالعين البشرية والميكروسكوب الضوئي، مقدمة للميكروسكوب الالكترونى، تكنولوجيا التصنيع من أعلى لأسفل (Top-down) ومن أسفل لأعلى(Bottom-up)، مقدمة عن الفلورين وأنابيب الكربون النانونية، العلاقة

بين التركيب والخصائص للمواد النانوية، طرق التخليق أو التركيب الصناعي، اعتماد الخواص على الحجم، تطبيقات تكنولوجيا النانو.

ونظراً لصعوبة إمكانية إجراء التجارب العملية، وصعوبة استخدام المواد التعليمية في العروض العملية في مجال تكنولوجيا النانو، فقد استخدم أسلوب(Nano polis) في شرح مفاهيم تكنولوجيا النانو وشرح العمليات والتطبيقات، حيث يساعد هذا الأسلوب الطلاب على تتبع ما يحدث داخل المواد أثناء تحولها إلى مواد نانوية عن طريق المحاكاة بالكمبيوتر.

❖ **دراسة جاياتتا تشودري وآخرون(JayantaChoudhury et. al,2003) :**

مبادرة إعداد برنامج لإدخال مفاهيم تكنولوجيا النانو في المناهج الدراسية؛ وهدف هذا البرنامج إلى إعداد خريجين ذوى مهارات عقلية فى تخصصات مختلفة كالعلوم **والهندسة** من خلال برنامج أكاديمى جديد، وقد اعتمد تصميم محتوى منهج تكنولوجيا النانو في هذا البرنامج على طريقة الدمج بين المعلومات والمهارات النانوتكنولوجية المستمدة من المقررات الدراسية الأخرى.

تناول الاطار النظري لمحتوى البرنامج المقترح ما يلي:معادلات الدوال الرياضية الجزئية المتقدمة وتطبيقاتها على الذرات والجزيئات، **حل المعادلات الخطية لشرودنجر**، ميكانيكا الكم: النظرية والتطبيق في الذرات والجزيئات، تكنولوجيا تصنيع الشرائح، نظرية الانتقال في أشباه الموصلات، التراكيب النانوية والموصلات العضوية، أجهزة التحليل الميكروكهربية التى تستخدم في القياسات النانوية، الشرائح المعدنية الرقيقة وشرائح الترانزستور الرقيقة، الضوء والوصلات الضوئية، والدوائر الإلكترونية ونظرية التواصل الالكترونى.

وقد توصلت الدراسة إلى أنه من الضروري أن يتم إعداد طلاب الهندسة خلال مراحل دراستهم ليكونوا قادرين على بناء وتصميم وتحليل وتصنيع أجهزة نانوية بكفاءة عالية، مع القدرة على إعداد دراسة بالتكاليف الاقتصادية اللازمة لها، مما يتطلب ضرورة إدخال برامج أكاديمية عالية المستوى ترتبط بتكنولوجيا النانو في المناهج الدراسية.

❖ **دراسة آدامز وروجرز (Adams & Rogers, 2004)**: هدفت إلى بناء محتوى تعليمى شامل ونوعى فى تكنولوجيا النانو يمكن تعديله وتطويره ليصبح قابلاً لتدريس وتثقيف عامة الناس بجامعة نيفادا فى الولايات المتحدة الأمريكية، وتوصلت الدراسة إلى أن تكنولوجيا النانو عبارة عن هندسة نانوية يمكن تقديمها

للطلاب فى شكل منهج موحد يشتمل على أساسيات وتطبيقات وآثار استخدام تكنولوجيا النانو، وأن التدريب هو المحك الأساسي لتدريب الأفراد على استخدامات تكنولوجيا النانو فى المجالات العلمية المختلفة.

- **دراسة سميح ويلدا (Semih & Yelda, 2008)**: هدفت الدراسة إلى تشخيص الوضع الحالى للتعليم فى ظل التطور النانوتكنولوجي، والتحديات التى تواجه المؤسسات الأكاديمية، وتوصلت إلى أن تكنولوجيا النانو من أكثر التخصصات العلمية أهمية، وأن علم النانو، وتكنولوجيا النانو يؤديان إلى ثورة تكنولوجية فى الألفية الجديدة، وأشارت إلى أهمية تثقيف وتدريب جيل جديد من المهندسين المهرة والعلماء المتخصصين، وامتلاكهم للإمكانات والقدرات على تطبيق المعرفة فى الرياضيات والعلوم والهندسة؛ من أجل تصميم وبناء الأجهزة النانوية.
- **دراسة إليزابيث (Elizabeth,2009)**: أظهرت نتائجها أن مشروع طفرة النانو كان ناجحاً فى تحقيق ملاءمة المنهج لاكتشاف ما إذا كانت علوم النانو، وتكنولوجيا النانو، والهندسة، ومفاهيم الرياضيات يمكنها أن تتكامل مع العلوم الفيزيائية والكيميائية بطريقة تكون داعمة للطلاب فى تعلم المفاهيم الأساسية للعلوم، وملاءمة عملية تطوير المواد لتحديد منهج فعال للمواد والأدوات، وكيفية تطويرها فى مجال علوم النانو والتكنولوجيا وكذلك مجالات الهندسة والرياضيات.
- **تجربة المعهد التكنولوجي بفلوريدا *Florida Institute of Technology (2010)***

قدم المعهد التكنولوجي بفلوريدا فى صيف ٢٠١٠ برنامجاً دراسياً غير أساسي في تكنولوجيا النانو لطلبة قسم الهندسة الكيميائية بالجامعة لمدة عامين، وهدف البرنامج إلى تطوير تدريس تكنولوجيا النانو في مقرر الدراسة المعملية الذي يهتم بمساعدة الطلاب على تنمية المهارات اليدوية لديهم، وتم إعداد وتجريب مقررين بمعدل مقرر لكل عام بحيث يتم تدريب الطلاب خلال العام الأول ثم يقومون بتدريب زملائهم خلال العام الثانى، وتناول المقرر تدريس تكنولوجيا النانو وهندسة المواد والأنسجة الحيوية، واستخدم الطلاب الميكروسكوبات الحديثة لتعقب نمو بلورات فوسفات الألمونيوم الهيدروجينية، وكذلك تتبع سلوك البروتينات المسببة لمرض الزهايمر، كما استطاعوا متابعة تدمير العظام نتيجة التركيز المفرض للأحماض المصاحبة لالتهاب المفاصل ثم انتقل الطلاب فى خريف ٢٠١٠ من دراسة التقنيات المجهرية الهيكلية ليصبحوا قادرين على تعليم زملائهم

عن طريق إلقاء المحاضرات، وتصميم العروض العملية، وفى نهاية تدريس هذا المقرر أدى الطلاب امتحاناً عمليا أمام الأساتذة والطلبة المعلمين.

- **دراسة بان وكوسيجانسك (Ban & Kocijancic, 2011):** أوضحت أن تكنولوجيا النانو أصبحت واقعاً علمياً ينبغى أن تدرج فى المناهج الدراسية فى مراحل ما قبل التعليم العالى، وأشارت إلى أن هناك مقترحات لإدراج بعض الموضوعات ذات الصلة بتكنولوجيا النانو فى المناهج الدراسية للمرحلة المتوسطة فى الهندسة كمادة إلزامية، وفى مادة واحدة من المواد الاختيارية، وأن هناك عدداً من البرامج المختلفة والمشاريع عبر العالم تتعامل مع تكنولوجيا النانو فى مجال التعليم في عدة بلدان أوروبية.
- **دراسة بنيديكت وفرجينى (Benedicte & Virginie, 2012)**: هدفت إلى محاولة وضع إطار جديد لتعليم وتدريس علم النانو، وتعريف الطلاب بالخلفية العلمية لهذه التقنية الحديثة، وأسفرت الدراسة عن نقص المعرفة وقصور الدراسات العلمية المتعلقة بكل من التكنولوجيا والمجتمع فى المدارس الثانوية، وضرورة إعداد الأجيال القادمة وتعريفهم بتكنولوجيا النانو، وتدريبهم عليها، وصياغة محتوى المناهج التى يدرسها طلاب المرحلة الثانوية لتستجيب مع مطالب تكنولوجيا النانو، وإيجاد البرامج الاحترافية المدعمة لهذه المناهج.
- **دراسة جاسينتا (Jacinta,2014)**: أوصت بدمج تطبيقات النانوتكنولوجى في مناهج الرياضيات للمرحلة الجامعية حيث أنها تعمل على تخريج طلاب لديهم كفاءة في حياتهم المهنية وتنمى لديهم مهارات التفكير الناقد والمركب وتنمى اتجاههم نحو دراسة الرياضيات لإدراكهم لتطبيقاتها الحياتية.
- **دراسة كورباتى (Kurapati, 2014) :** أوصت بضرورة دمج مفاهيم النانوتكنولوجى لطلاب المرحلة الجامعية؛ حيث توصلت الدراسة إلى أن تكنولوجيا النانو تفرض العديد من التحديات على المؤسسات التربوي بضرورة تثقيف وتدريب جيل جديد من المهرة والمتخصصين في علم النانو تكنولوجي تمتلك القدرة على تطبيق المعرفة في الرياضيات والعلوم والهندسة من أجل تصميم وتصنيع الأجهزة النانوية.
- **دراسة دوريل (Doriel,2015)**: أوصت بدمج مفاهيم تقنية النانو في مناهج الرياضيات للصف التاسع حتى يستخدم الطلاب المهارات الرياضية التى تعلموها

فى فهم مفاهيم النانو، وحتى يشعر الطلاب بمتعة أثناء دراستهم للرياضيات ويدركون قيمتها في الاكتشافات العلمية الحديثة.

يتضح مما سبق أن بعض الدراسات اتجهت **لمناقشة تكنولوجيا النانو** من منظور تربوي وتعليمي؛ حيث ناقشت مشكلة واقع المنظومة التعليمية، والمناهج الدراسية فى جميع المراحل الدراسية من الروضة وحتى المرحلة الجامعية فى ضوء التطورات والمكتشفات العلمية لتكنولوجيا النانو، وكيفية تصميم المحتوى التعليمي للمناهج فى إطار تكنولوجيا النانو وعلومها، وتناولت بعض الدراسات الأخرى **تصميم وحدات تعليمية** فى تكنولوجيا النانو، واستقصاء فعاليتها فى تعليم الطلاب المهارات العلمية لتكنولوجيا النانو وتطبيقاتها فى مختلف المجالات العلمية، وبشكل عام اتفقت أغلب هذه الدراسات على **أهمية توعية المجتمع بتكنولوجيا النانو**، من حيث ماهيتها، وأهميتها فى تنمية وتطوير حياة المجتمع الإنساني، ومعالجة مشكلاته، علاوة على ضرورة **تعليم الطلاب** تكنولوجيا النانو وإدراجها ضمن المناهج الدراسية فى جميع المراحل التعليمية، بما يتلاءم مع كل مرحلة تعليمية من خصائص عقلية واجتماعية ووجدانية.

أهمية تدريس بعض مفاهيم تكنولوجيا النانو لطلاب الصف الأول الثانوي:

تتضح هذه الأهمية في تعريف الطلاب بـ :

- وحدة مقياس النانو والتى تقيس الأشياء المتناهية فى الصغر الموجودة فى الحياة مثل قطرة شعرة الرأس وسمك ورقة الكتاب وغيرها من الأشياء.
- الخصائص الهندسية للأشكال المتناهية فى الصغر التى لا ترى بالعين المجردة والتى يمكن التحكم فيها والحصول منها على أشكال هندسية جديدة.
- دور المجسمات الهندسية التى يدرسونها مثل الأسطوانة والمنشور والكرة فى صناعة الأنابيب النانوية.
- إمكانية زيادة مساحة الشكل الهندسي بتجزئته إلى مقياس النانومتر.
- استخدامات تكنولوجيا النانو لعلاج بعض الأمراض الخطيرة ومعرفة أحدث طرق التجسس وصناعة المتفجرات وطرق تحويل المواد الرخيصة إلى المواد الثمينة؛ مثل تحويل الفحم إلى الماس من خلال دراستهم للأنشطة الرياضية، مما يشعرهم بأهمية الرياضيات ودورها فى الحياة، وبالتالى تنمية ميولهم نحو دراسة الرياضيات لإدراكهم مدى أهميتها فى المجالات المختلفة وفى التطور العلمى.

المحور الثالث: التفكير الإبداعي، مفهومه، مهاراته، وتنميته:

إن من أبرز سمات العالم المعاصر التطور الهائل كماً وكيفاً، فقد أصبح الإنسان والتنمية البشرية هما الثروة الحقيقية، لذلك لم يعد كافياً أن تزود المدرسة طلابها بالمعارف والمعلومات فقط، لأن أساس نجاح الجيل لا يتمثل فيما يحفظ أو يستوعب من معلومات ومواد دراسية، بل يكمن نجاحه فى تعلم عادات فكرية تجعله يفكر فى المشكلة ليبتكر حلولاً لها موضوعية ومنطقية.

الرياضيات ليست مجرد مجموعة من الحقائق والمعلومات في ميادين عامة ولكنها طريقة للتفكير واتجاه في مواجهة المشكلات المختلفة، وهى غنية بالمواقف المشكلة التى يمكن أن يوجه إليها الطلاب ليجدوا لكل موقف حلولاً متعددة ومتنوعة، ويرى (محمد المفتى، ٢٠٠٥: ٣٣) أنه يمكن استخدام الرياضيات كوسط لتنمية الإبداع لدى الطلاب لما لها من بنية تركيبية تسمح باستنتاج أكثر من نتيجة منطقية لنفس المقدمات المعطاة، وطبيعتها الاستدلالية تعطى بعض المرونة في تنظيم المحتوى وإعادة صياغته.

ولذا فإن الاهتمام بتدريس الرياضيات يجب أن يهتم باكتشاف الحقائق وطرق الحصول عليها واستخداماتها وعلاقتها مع غيرها؛ وذلك يتطلب عرض الرياضيات في صورة تقوم على بناء المعرفة والبحث عن الحلول والتفكير بأكثر من طريقة.

مفهوم التفكير الإبداعي في الرياضيات:

يعرف (وليم عبيد، عزو عفانة ، ٢٠٠٣: ٦١) التفكير الإبداعي بأنه التفكير الذي ينطلق في اتجاهات متعددة ومتشعبة ، ويبتعد عن التفكير التقليدي والمألوف للبحث عن الحلول الممكنة للمشكلة.

ويرى (وليم عبيد،٢٠٠٤: ٢٨٥) أن الإبداع في تعليم وتعلم الرياضيات هو " قدرة وسلوك لتوليد معلومات وأفكار رياضية تتسم بالجدة والأصالة وله قيمة مفيدة على الأقل بالنسبة للطالب ومن منظوره الشخصى".

ويعرفه(علاء الدين متولى، وعبدالناصر عبدالحميد، ٢٠٠٣: ٢٥٩): بأنه إنتاج حلول جديدة لمشكلات في الرياضيات وهذه الحلول غير نمطية وغير مألوفة، وكذلك إنتاج براهين متنوعة للنظرية الواحدة، وحلول متعددة للمشكلة الرياضية الواحدة وتكوين علاقات وأفكار رياضية جديدة بعيدا عن الجمود فى الرياضيات.

وترى (محبات أبو عميرة، ٢٠٠٢: ٢٨) بأن التفكير الإبداعي في الرياضيات إنتاج علاقات وحلول متنوعة وجديدة ومتعددة للمشكلات والتمرينات بشكل مستقل وغير

معروف مسبقاً، بحيث تتجاوز الحلول النمطية فى ضوء المعرفة والخبرات الرياضية، التى تكون معبراً إلى القدرات الإبداعية، شريطة ألا يكون هناك اتفاق مسبق على محكات الصواب والخطأ.

ويذكر (كرم أبو عاذرة، ٢٠١٠: ٥٩) أن التفكير الإبداعي فى الرياضيات هو القدرة على رؤية العلاقات الجديدة وذلك من خلال إنتاج طرق متنوعة ونادرة لحل المسائل الرياضية غير الروتينية، فالإبداع الرياضي يظهر عندما يقوم الطالب بطرح حلول جديدة ونادرة لحل مشكلة أو مسألة رياضية وذلك من خلال المرونة التى يبديها أثناء حل المشكلة الرياضية.

ومن خلال دراسة التعريفات السابقة وغيرها من التعريفات يمكن استخلاص بعض **الخصائص المميزة** للتفكير الإبداعي وهى أنه عملية:

- ❖ تقود إلى إنتاج شئ مختلف.
- ❖ تحقق نتائج متميزة كما أنها تقدم حلولاً مبتكرة وغير مألوفة.
- ❖ تتسم بالقدرة على رؤية الكثير من المشكلات مما يساهم في الوصول إلى تفسيرات أو حلول لهذه المشكلات.
- ❖ غير تقليدية أى لا يتبع الطرق المعتادة الثابتة، وتتضمن خاصية الجدة.

وبناء على ذلك تعرف الباحثة **التفكير الإبداعي** بأنه " قدرة طلاب الصف الأول الثانوي على توليد أكبر عدد ممكن من المعلومات والأفكار المتنوعة والمتميزة للمواقف المشكلة، واستخدامها لحلها في وقت قصير بأنفسهم ويمكنهم تعديلها وتطويرها ليروا ما لا يراه غيرهم من علاقات لها قيمة مفيدة على الأقل بالنسبة لهم".

مهارات التفكير الإبداعي:

من خلال الاطلاع على الأدب التربوي والبحوث لاحظت الباحثة أن أهم مهارات التفكير الإبداعي هي(وليم عبيد، عزو عفانة ، ٢٠٠٣: ٦٠-٦١)، (محمد الطيطى، ٢٠٠٤ :٥٣-٥٦)، (حنان آل عامر ، ٢٠٠٩ : ٥٦) :

١- **الطلاقة:** هى القدرة على إنتاج أفكار عديدة لفظية وأدائية لمسألة أو مشكلة، وهناك عدة أنواع من الطلاقة هى:

- **الطلاقة اللفظية:** وهى القدرة على إنتاج أكبر عدد من الكلمات التى تستوفى شروط معينة، كأن تبدأ بحرف معين أو تنتهى بحرف معين.

- **طلاقة التداعي:** هى القدرة على إنتاج أكبر عدد ممكن من الألفاظ ذات المعنى الواحد.
- **طلاقة التعبير:**هى القدرة على التفكير السريع في كلمات متصلة تناسب موقفاً معيناً، وصياغة أفكار فى عبارات مفيدة.
- **طلاقة الأفكار:**هى القدرة على سرعة إنتاج أكبر عدد ممكن من الأفكار في موقف معين بحيث تستوفى شروطاً معينة.
- **طلاقة الأشكال:**هى القدرة على تقديم بعض الإضافات لأشكال معينة لتكوين رسوم حقيقة.

وترى الباحثة أن **الطلاقة** هى قدرة الطالب على إنتاج أكبر عدد ممكن من الحلول والاستجابات لمشكلة ما فى فترة زمنية محددة.

٢- **المرونة:** هى القدرة على التفكير بطرق مختلفة ورؤية المشكلة من زوايا متعددة، وتتخذ المرونة مظهرين هما:

- **المرونة التلقائية:** وهى القدرة على سرعة إنتاج أكبر عدد من الأفكار المختلفة التى ترتبط بموقف معين.
- **المرونة التكيفية:** وهى القدرة على التوصل إلى حل مشكلة ما أو مواجهة أى موقف في ضوء التغذية الراجعة التى تأتى من ذلك الموقف.

وترى الباحثة أن **المرونة** هى قدرة الطالب على إعطاء مداخل متعددة ومختلفة وأفكار متنوعة لحل مشكلة ما.

٣- **الأصالة:** هي القدرة على سرعة إنتاج أفكار تستوفى شروطاً معينة في موقف معين

كأن تكون أفكاراً: نادرة من الوجهة الإحصائية أو ذات ارتباطات غير مباشرة وبعيدة عن الموقف المثير أو تتصف بالمهارة.

و**جوهر** الأصالة في إنتاج أفكار **غير** مألوفة **وغير** متوقعة؛ أى أن الأصالة هى الخروج عن المألوف وإنتاج حلول وأفكار جديدة تتميز **بالجدة والندرة**.

٤- **الحساسية للمشكلات:** وهى القدرة على التعرف على مواطن الضعف أو النقص أو الثغرات فى الموقف التعليمي المحير.

ويقصد **بالحساسية للمشكلات** في الرياضيات أن بعض الطلاب تكون أسرع من غيرهم في ملاحظة المشكلة والتحقق من وجودها في الموقف وربط المعطيات بخبرات سابقة لديهم.

تنمية التفكير الإبداعي في الرياضيات:

تعتبر الرياضيات من أكثر العلوم التى تهتم بنشاط العقل من أجل إنتاج الأفكار والتوصل إلى حلول للمشكلات باعتبارها ميداناً خصباً لتنمية التفكير، لذا ينبغى عند تدريس الرياضيات أن يفهم الطالب ويكتشف الأنماط الرياضية، ومن أجل تحقيق ذلك ينبغى توفير مناخ يسوده الإبداع والتجربة والعمل الجاد.

ويعتبر تنمية التفكير الإبداعي في الرياضيات من أهم الأهداف التى تسعى إليه معظم الدول النامية والمتقدمة على السواء، وقد حدد (وليم عبيد،عزو عفانة، ٢٠٠٣: ٦١-٦٢) عدة متطلبات لتنمية التفكير الإبداعي هي:

- ❖ أن يكون الطالب قادراً على استقبال المثيرات الجديدة، وأن يستوعبها في بنيته العقلية بصورة تعطى معانى جديدة.
- ❖ أن يكون الطالب قادراً على التعامل الحر مع الأشياء بحيث يستطيع أن يكتشف الجديد أثناء إعادة التشكيل أو التنظيم أو التكوين لتلك الأشياء.
- ❖ أن يكون لدى الطالب معايير معينة تتعلق بالموقف المراد أن يحسن فيه أداءه ويستطيع من خلالها تقويم نتائج عمله.

ويقع على عاتق طرق تدريس الرياضيات مسئولية تنمية التفكير الإبداعي لدى الطلاب، والمعلم الجيد هو الذي يستطيع أن يحقق ذلك من خلال الممارسات التالية(وليم عبيد ، ٢٠٤: ٢٨٦-٢٨٧):

- ❖ ينوع طرق إثارة تفكير الطلاب؛ والتركيز على أساليب حل المشكلات والاكتشاف.
- ❖ يشجع الطلاب على التفكير والنقد والتجديد وتقدير جهودهم.
- ❖ يدعم جهود الطلاب الذاتية نحو الاكتشاف والتفكير الخلاق.
- ❖ ينمى ثقة الطلاب بأنفسهم من خلال توفير الفرص لتكوين خبرات ناجحة في التفكير.

- ❖ يستخدم الأسئلة مفتوحة النهاية داخل الأنشطة التعليمية التى يمارسها الطلاب؛ حيث يطلب منهم التفكير في حلول متعددة لهذه الأسئلة.
- ❖ يهيئ الفرص للطلاب لإعادة التكوين والتشكيل وتوفير جو من الحرية بقدر الإمكان للتعامل مع الأفكار والمفاهيم.

واهتمت دراسات وبحوث عديدة في مجال تعليم الرياضيات بتنمية الإبداع والتفكير الإبداعي من خلال مادة الرياضيات باعتباره أحد مخرجات العملية التعليمية وليس مدخلاً لها، ويتم هذا بتنويع طرق التدريس منها دراسة (حنان السعيدى، ٢٠٠٨)، (حنان آل عامر، ٢٠٠٨)،(كرم أبو عاذرة، ٢٠١٠)، (مبارك أبو مزيد، ٢٠١٢)،(أحمد أبو عطا ، ٢٠١٣)،(على الزعبى، ٢٠١٤)، (فاطمة السرحانى، ٢٠١٥).

إجراءات البحث:

للإجابة عن أسئلة البحث، اتبعت الإجراءات الآتية:

أولاً:إعداد قائمة بمفاهيم تكنولوجيا النانو التى يجب تضمينها في مناهج الرياضيات بالمرحلة الثانوية:

تم إعداد قائمة بمفاهيم تكنولوجيا النانو التى يجب توافرها في مناهج الرياضيات بالمرحلة الثانوية من خلال:

١. الاطلاع على الأدبيات والدراسات والبحوث وورش العمل والمشروعات وتجارب الدول المتعلقة بتكنولوجيا النانو.

٢. إعداد قائمة مبدئية بمفاهيم تكنولوجيا النانو اللازمة لطلاب المرحلة الثانوية.

٣. عرض القائمة في صورتها المبدئية على مجموعة من المحكمين في المناهج وطرق تدريس الرياضيات؛ وطلب منهم التأكد من الصحة والدقة العلمية للمفاهيم ومدى تمثيلها لمجال تكنولوجيا النانو؛ حيث إنه مجال علمى يتسم بالجدة والحداثة.

٤. إجراء التعديلات التى أشار إليها السادة المحكمون سواء بالحذف أو الإضافة أو تعديل بعض المفاهيم لتصبح الصورة النهائية[٢] للقائمة متضمنة (١٠٩) مفهوم من مفاهيم تكنولوجيا النانو، وتم تصنيفها في ضوء معايير ومؤشرات تكنولوجيا

[٢]) **قائمة مفاهيم تكنولوجيا النانو الواجب توافرها في مناهج الرياضيات للمرحلة الثانوية.**

النانو، وقد بلغ عدد المعايير(١٠) معايير، ومن ثم أصبحت القائمة بعد هذه الإجراءات صالحة للاستخدام فى صورتها النهائية.

وبذلك تكون قد تمت الإجابة عن السؤال الأول للبحث الحالى، والذي ينص على**"ما مفاهيم تكنولوجيا النانو التى يجب تضمينها في مناهج الرياضيات بالمرحلة الثانوية؟"**

ثانياً: وضع تصور مقترح لتضمين مفاهيم تكنولوجيا النانو في مناهج الرياضيات بالمرحلة الثانوية، وذلك من خلال ما يلي:

- **تحديد هدف التصور المقترح**؛ يهدف التصور المقترح إلى تحقيق التكامل والدمج بين معايير ومؤشرات مناهج الرياضيات بالمرحلة الثانوية مع معايير ومؤشرات تكنولوجيا النانو.
- **مقدمة** توضح فلسفة وأهداف تضمين تكنولوجيا النانو في مناهج الرياضيات بالمرحلة الثانوية بالتعليم العام.
- دراسة ومراجعة معايير مناهج الرياضيات للمرحلة الثانوية (الصادرة عن الهيئة القومية لضمان جودة التعليم والاعتماد عام ٢٠٠٩) للصفوف من العاشر حتى الثانى عشر، وما يرتبط بهذه المعايير من مؤشرات.
- دراسة ومراجعة مصفوفة المدى والتتابع لمعايير ومؤشرات محتوى الرياضيات للتعليم قبل الجامعى الصادرة عن مركز تطوير المناهج والمواد التعليمية لعام ٢٠١٦/٢٠١٥م.
- دراسة ومراجعة وثيقة مناهج الرياضيات للمرحلة الثانوية للعام الدراسي ٢٠١٢/٢٠١١م الصادرة عن مركز تطوير المناهج والمواد التعليمية.
- دراسة أدلة تأليف كتب الرياضيات للمرحلة الثانوية الصادرة عن مركز تطوير المناهج والمواد التعليمية من عام ٢٠١٤/٢٠١٣م (للصف الأول الثانوي) حتى عام ٢٠١٧/٢٠١٦م (للصف الثالث الثانوي).
- إجراء بعض التعديلات على هذه المعايير واستخدامها كمحك لاختيار مفاهيم تكنولوجيا النانو التى يمكن دمجها مع مناهج الرياضيات بالمرحلة الثانوية.
- دراسة قائمة مفاهيم تكنولوجيا النانو الواجب توافرها في مناهج الرياضيات بالمرحلة الثانوية.
- إجراء عملية الدمج والتكامل بين مؤشرات مناهج الرياضيات بالمرحلة الثانوية وما يناسبها من مؤشرات خاصة بتكنولوجيا النانو.

- إعداد التصور المقترح في صورته الأولية، وعرضه على المحكمين لإبداء الرأي في مدى ملاءمة مفاهيم ومؤشرات تكنولوجيا النانو للمفاهيم والمؤشرات الرياضية التى دمجت معها.
- إجراء التعديلات التى أشار إليها السادة المحكمون سواء بالحذف أو الإضافة أو التعديل ليصبح التصور المقترح في صورته النهائية[٣].

وبإعداد التصور المقترح تكون قد تمت **الإجابة** عن السؤال **الثانى** للبحث الحالى وهو **"ما التصور المقترح لتضمين مفاهيم تكنولوجيا النانو في مناهج الرياضيات بالمرحلة الثانوية؟"**

ثالثاً: إعادة صياغة وحدة " التشابه" فى كتاب الرياضيات للصف الأول الثانوى فى ضوء التصور المقترح، وذلك لتحقيق التكامل بين المعارف والمفاهيم الرياضية ومفاهيم تكنولوجيا النانو، وذلك من خلال ما يلي:

- **تحديد الهدف من الوحدة؛** الهدف العام للوحدة هو تنمية قدرة التفكير الإبداعى والتحصيل والميل نحو الرياضيات، وذلك من خلال التكامل بين مفاهيم الرياضيات ومفاهيم تكنولوجيا النانو.
- **اختيار** الباحثة **وحدة "التشابه"**من محتوى مقرر الرياضيات للصف الأول الثانوي للعام الدراسي(٢٠١٦/٢٠١٧م) ويعود اختيار هذه الوحدة بسبب احتوائها على عدد كبير من المفاهيم التى تحتاج إلى تقديمها بطرق مبتكرة، وذلك من خلال نموذج التعلم التفارغي، كما أنها تتضمن العديد من التطبيقات الحياتية المرتبطة بحياة الطلاب.
- **تحديد المصادر اللازمة لإعادة** صياغة الوحدة والتى تشمل التصور المقترح لتضمين مفاهيم تكنولوجيا النانو فى مناهج الرياضيات، ومنهج الرياضيات للصف الأول الثانوي، ومناهج الرياضيات فى بعض الدول العربية والأجنبية، وبعض المراجع العلمية ومواقع الإنترنت.
- **صياغة محتوى الوحدة**: تمت صياغة المحتوى عن طريق الاستعانة بالمصادر السابقة بالإضافة إلى رأي بعض المتخصصين ومعلمى الرياضيات بالمرحلة الثانوية.
- **ضبط الوحدة**: للتأكد من صدق محتوى الوحدة وصلاحيتها للتطبيق تم عرضها على السادة المحكمين والخبراء لإبداء الرأي فيها، وقد قامت الباحثة بإجراء

[٣]) **التصور المقترح لتضمين مفاهيم تكنولوجيا النانو في مناهج الرياضيات بالمرحلة الثانوية.**

التعديلات اللازمة، وأصبحت الوحدة فى صورتها النهائية[٤] جاهزة للتجريب والتطبيق الميدانى.

رابعاً: إعداد دليل المعلم لتدريس وحدة " التشابه" بنموذج التعلم التفارغي، وذلك من خلال ما يلي:

- **تحديد الهدف من دليل المعلم**: هدف دليل المعلم إلى مساعدة المعلم على تدريس الوحدة للمجموعة التجريبية باستخدام نموذج التعلم التفارغي، وذلك بغرض تنمية التفكير الإبداعي والتحصيل والميل نحو الرياضيات، وإكساب الطلاب مفاهيم الوحدة بطريقة بسيطة ومشوقة.
- **موجهات دليل المعلم**: تم الالتزام بخطوات وأسس نموذج التعلم التفارغي عند بناء الدليل، كما تم الاهتمام بتنويع مصادر التعلم، والاعتماد على الأنشطة؛ مما ينمى روح التجريب والقدرة على الربط بين النظرية والتطبيق.
- **عناصر دليل المعلم**: يشتمل دليل المعلم على مقدمة للدليل، ومقدمة للوحدة، وخطة تدريسية مفصلة لكل درس، وأساليب التقويم المختلفة للوحدة.
- تم عرض دليل المعلم على المحكمين وإجراء التعديلات المقترحة، وأصبح فى صورته النهائية[٥] جاهزاً للتجريب الميدانى.

خامساً: إعداد الاختبار التحصيلي، لقد مرت عملية بناء الاختبار بالخطوات التالية:

- **تحديد الهدف من الاختبار التحصيلي؛** هدف الاختبار إلى تحديد مستوى طلاب الصف الأول الثانوي فى الوحدة المتضمنة مفاهيم تكنولوجيا النانو، وذلك بعد التدريس لهم باستخدام نموذج التعلم التفارغي.
- **تحديد مفردات الاختبار:** تم إعداد مفردات الاختبار؛ حيث اشتمل الاختبار على(٦٠) مفردة، موزعة على موضوعات الوحدة وعلى المستويات المعرفية المختلفة حسب تصنيف وليم عبيد للأهداف التعليمية(وليم عبيد، ٢٠٠٤: ٣٠٧) على النحو الذى يوضحه الجدول التالي:

جدول(٢) مواصفات الاختبار التحصيلي

المحتوى	المفردات موزعة على المستويات المعرفية			المجموع	
	الأول≈٤٠٪	الأوسط≈٤٠٪	الأعلى٢٠٪	الأسئلة	الدرجة
تشابه المضلعات وأساسيات فى علم النانو	٤-٥-٦-٧-٨-٩-١٠-٢٤-٢٥-٢٧-٢٨-٢٩-٣٠-٣١-٣٢-٣٣-٦٠	٢-٣-٢٦	-	٢٠	٢٠
تشابه المثلثات وبعض	١٣-١٥-٣٧-٣٩-٤١-	١١-١٢-١٤-٣٥-	٣٤-٤٥	١٨	٢٢

[٤] ملحق(٣) وحدة " التشابه " للصف الأول الثانوي.

[٥] ملحق(٤) دليل المعلم للتدريس باستخدام نموذج التعلم التفارغي.

أشكال المواد النانوية وتقنيات إنتاجها	٤٢-٥٨			٣٦-٣٨-٤٠-٤٣-٤٤			
العلاقة بين مساحتى سطحى مضلعين متشابهين والعلاقة بين مساحة السطح والحجم النانوى	١			١٦-١٧-١٨-٤٦-٥٩		٤٨	٧	١٢
تطبيقات التشابه فى الدائرة وبعض تطبيقات تكنولوجيا النانو فى المجالات المختلفة	٢٢-٢٣-٤٧-٥٠-٥٥-٥٧			١٩-٢٠-٢١-٤٩-٥١-٥٢-٥٤-٥٦		٥٣	١٥	٢١
المجموع	٣١	٣١درجة	٢٥	٢٩درجة	٤	١٥درجة	٦٠	٧٥

- **التأكد من صدق الاختبار**: تم عرض الاختبار فى صورته الأولية على مجموعة من المحكمين، وذلك للتأكد من مدى وضوح المطلوب من كل مفردة، وملائمة البدائل المقترحة لها، والتأكد من أن الاختبار يقيس فعلاً ما وضع لقياسه،وبناء على ذلك تم إعادة صياغة واستبدال بعض المفردات الأخرى.
- **التجربة الاستطلاعية للاختبار:**وذلك بهدف حساب ثبات الاختبار، والزمن الملائم للإجابة؛ ولتحقيق ذلك تم تطبيق الاختبار على مجموعة من الطالبات قوامها(١٥) طالبة بمدرسة الشيماء الإعدادية الثانوية بنات بإدارة الخليفة والمقطم بمحافظة القاهرة، وقد كانت نتائج التجربة كالتالى:
  - ❖ **تحديد زمن تطبيق الاختبار**: تم حساب زمن الاختبار عن طريق حساب متوسط الزمن الذي استغرقته جميع الطالبات فى الإجابة عن جميع المفردات، وقد بلغ (٩٠) دقيقة.
  - ❖ **حساب ثبات الاختبار:**تم حساب معامل ثبات الاختبار بطريقة التجزئة النصفية والذي بلغ (٠,٧٦) وهى قيمة عالية يمكن الوثوق بها، وبذلك فالاختبار صالح للتطبيق.
- **الصورة النهائية للاختبار التحصيلي**: بعد إجراء التعديلات السابقة أصبح الاختبار فى صورته النهائية[٦] يشتمل على (٦٠) مفردة، وأصبح صالحاً للتطبيق.
- **نظام تقدير الدرجات:** تم وضع درجة واحدة لكل مفردة من مفردات الاختيار من متعدد إذا كانت الإجابة صحيحة وصفراً إذا كانت الإجابة خاطئة، كما تم وضع عدد من الدرجات على المفردات المقالية تتناسب والخطوات التى تقوم بها الطالبة للتوصل إلى الحل الصحيح لتصبح الدرجة الكلية للاختبار(٧٥) درجة.

[٦]) ملحق(٥) الاختبار التحصيلي فى صورته النهائية.

سادساً: إعداد اختبار التفكير الإبداعي، وتم ذلك من خلال:

- **تحديد الهدف من الاختبار؛** هدف الاختبار إلى قياس مهارات التفكير الإبداعي(الطلاقة، المرونة، الأصالة، والحساسية للمشكلات)لدى طلاب الصف الأول الثانوي فى موضوعات وحدة "التشابه".

- **تحديد أبعاد الاختبار:** حددت الباحثة أبعاد الاختبار طبقاً لمهارات التفكير الإبداعي؛ وفيما يلي وصفا للسلوكيات المتوقعة من الطلاب والتى تحقق هذه المهارات كما التزم بها البحث:
  - **الطلاقة:** يولد أكبر عدد من البدائل أو الأفكار أو الحلول الرياضية.
  - **المرونة:** يرى المسألة الرياضية من زوايا متعددة بمعنى أنه يغير تفكيره بسهولة لاتجاه آخر حتى يصل إلى الحل المطلوب.
  - **الأصالة:** يولد أفكاراً أو حلولاً جديدة غير نمطية أو مألوفة.
  - **الحساسية للمشكلات**: يدرك أوجه النقص أو الزيادة فى المعلومات أو المعطيات اللازمة لحل التمارين الهندسية.
- **تحديد مفردات الاختبار:** اشتمل الاختبار على مجموعة من أسئلة إنتاج الإجابة، لأنها أسئلة تعطى الفرصة للطالب بالتحرر فى الإجابة والخروج عن النمطية وهذا الأساس فى قياس القدرة على التفكير الإبداعي، وقد اشتمل الاختبار على(١٦) مفردة.
- **التأكد من صدق الاختبار**: تم عرض الاختبار فى صورته الأولية على مجموعة من المحكمين، وذلك لإبداء آرائهم وملاحظاتهم حول مفردات الاختبار من حيث : وضوح تعليمات الاختبار، سلامة صياغة مفردات الاختبار، ودقة ألفاظه، ومدى قياس مفرداته لمهارات التفكير الإبداعي، وفى ضوء آراء السادة المحكمين، تم تعديل صياغة بعض المفردات وحذف مفردات أخرى.
- **التجربة الاستطلاعية للاختبار:** تم تطبيق الاختبار على مجموعة من الطالبات قوامها(١٥) طالبة بمدرسة الشيماء الإعدادية الثانوية بنات بإدارة الخليفة والمقطم بمحافظة القاهرة؛بهدف حساب زمن الاختبار وثباته:
  - **تحديد زمن تطبيق الاختبار**: تم حساب زمن الاختبار عن طريق حساب متوسط الزمن الذي استغرقته جميع الطالبات فى الإجابة عن جميع المفردات، وقد بلغ (٩٠) دقيقة.

- ❖ **حساب ثبات الاختبار:** تم حساب معامل ثبات الاختبار باستخدام معادلة"ألفا كرونباخ" وبلغ معامل الثبات (٠,٧٩)، وبهذا نجد أن الاختبار على درجة عالية من الثبات، وبذلك فالاختبار صالح للتطبيق.

- **الصورة النهائية للاختبار**: بعد إجراء التعديلات السابقة أصبح الاختبار فى صورته النهائية[٧] يشتمل على (١٦) مفردة، وأصبح معداً للتطبيق، ويبين الجدول التالى أرقام مفردات اختبار التفكير الابداعي:

جدول (٢) مفردات اختبار التفكير الابداعي في الرياضيات لطلاب الصف الأول الثانوي

أبعاد الاختبار	أرقام المفردات فى الاختبار	عدد المفردات
الطلاقة	٣ – ٦ – ٨ -١٥	٤
المرونة	١ – ٥ – ٩ - ١٢	٤
الأصالة	٢ – ٧ – ١١ - ١٤	٤
الحساسية للمشكلات	٤ - ١٠ – ١٣ - ١٦	٤
المجموع		١٦

- **نظام تقدير الدرجات:**نظراً لأن هدف البحث الحالى هو قياس درجة إبداع الطالب فى الرياضيات؛ فإنه يصعب وضع نموذج للإجابة حيث أن الأسئلة تحتمل إجابات متعددة، لذلك يمكن وضع بعض الاجابات الممكنة دون التقيد بها وتقبل أى إجابة صحيحة تصدر عن الطالب، لذا فقد تم وضع نموذج إرشادى عند تقدير الدرجة، وذلك بعد حذف الإجابات غير الصحيحة أو غير المتعلقة بالموقف على النحو التالى:

- ❖ **الطلاقة:** يعطى الطالب درجة واحدة عن كل فكرة يستنتجها بشرط عدم التكرار للفكرة.
- ❖ **المرونة:** يعطى الطالب درجة واحدة لكل مجموعة من الاستجابات التى تنتمى لفئة واحدة من الأفكار.
- ❖ **الأصالة:** يعطى الطالب درجة واحدة عن كل محاولة يقوم بها ويصل للحل الصحيح.
- ❖ **الحساسية للمشكلات**: يعطى الطالب درجة واحدة عن كل معلومة/معطيات يستنتجها سواء كانت معلومات/معطيات ناقصة أو زائدة عند الحل.

[٧] ملحق(٦) اختبار التفكير الابداعي فى صورته النهائية.

وتحسب الدرجة الكلية عن طريق جمع درجات الطلاب في المهارات السابقة، وهى تمثل القدرة على التفكير الإبداعي.

سابعاً: إعداد مقياس الميل نحو الرياضيات، وقد مرت عملية بناء المقياس بالخطوات التالية:

- **تحديد الهدف من المقياس؛** هدف المقياس إلى قياس مدى التغير الحادث في ميول طلاب الصف الأول الثانوى نحو الرياضيات بعد دراسة الوحدة المقترحة.
- **تحديد أبعاد المقياس:** بعد الاطلاع على دراسات كل من (هند محمد، ٢٠١٥)،(محمد عبدالعال، ٢٠١٢)، (سامية هلال، ٢٠١٢)، (إيهاب نصار، ٢٠٠٩)، و(فاطمة أبوحديد،٢٠٠٦) تم تحديد ثلاثة أبعاد للمقياس وهى: الميل نحو الاستمتاع بالرياضيات، تقدير أهمية الرياضيات، والميل نحو تعلم الرياضيات.
- **إعداد عبارات المقياس:** تم إعداد عبارات تقيس وتندرج تحت كل بعد من الأبعاد السابقة، وتكون المقياس من ٢٦ عبارة نصفها موجبة الاتجاه ونصفها الآخر سالبة الاتجاه، وفيها يطلب من الطالب الاختيار من أحد البدائل(موافق– محايد- غير موافق)، التى تعبر عن رأيه أو موقفه من العبارات، ويوضح الجدول التالى أرقام عبارات مقياس الميول:

جدول (٣) عبارات مقياس الميول نحو الرياضيات

أبعاد المقياس	أرقام العبارات فى المقياس	عدد العبارات
الميل نحو الاستمتاع بالرياضيات	١، ٢، ٣، ٤، ٥ ، ٦، ٧، ٨، ٩، ١٠	١٠
تقدير أهمية الرياضيات	١١، ١٢، ١٣،١٤، ١٥،١٦،١٧، ١٨	٨
الميل نحو تعلم الرياضيات	١٧، ١٨، ١٩، ٢٠،٢١، ٢٢، ٢٣، ٢٤	٨
المجموع		٢٦

- **تقدير الأداء فى المقياس:** تم تحديد تقدير استجابة الطلاب على كل عبارة من عبارات المقياس كما هو مبين بالجدول التالي:

جدول (٤) بيان بالدرجات المقابلة للاستجابات المختلفة على عبارات المقياس

الاستجابة	العبارة الموجبة	العبارة السالبة
موافق	٣	١
محايد	٢	٢
غير موافق	١	٣

- **التأكد من صدق المقياس:** تم عرض المقياس فى صورته الأولية على مجموعة من المحكمين وطلب منهم إبداء الرأي فيه ووضع الملاحظات والتعليقات عليه، وتم عمل بعض التعديلات اللازمة في صياغة بعض عبارات المقياس.
- **التجربة الاستطلاعية للمقياس:** وذلك بهدف حساب ثبات المقياس، والزمن الملائم للإجابة، ولتحقيق ذلك تم تطبيق المقياس على مجموعة من الطالبات قوامها(١٥) طالبة بمدرسة الشيماء الإعدادية الثانوية بنات بإدارة الخليفة والمقطم بمحافظة القاهرة.

❖ **تحديد زمن المقياس :** تم حساب زمن المقياس عن طريق حساب المتوسط بين الزمن الذي استغرقته أول طالبة انتهت من الإجابة على المقياس وآخر طالبة انتهت من الإجابة، وقد بلغ (٢٠) دقيقة.

❖ **حساب ثبات المقياس:** تم حساب قيمة معامل ثبات المقياس باستخدام معادلة ألفا كرونباخ وكانت تساوي ٠,٧٩ مما يشير إلى أن المقياس يتمتع بدرجة مقبولة من الثبات، وصالح للتطبيق.

- **الصورة النهائية للمقياس:** بعد إجراء التعديلات السابقة أصبح المقياس فى صورته النهائية[٨] مكوناً من (٢٦) عبارة موزعة على الأبعاد الثلاثة للمقياس.

ثامناً: قياس فاعلية تضمين مفاهيم تكنولوجيا النانو فى ضوء نموذج التعلم التفارغي لتنمية التفكير الإبداعي والتحصيل والميل نحو الرياضيات لدى طلاب المرحلة الثانوية، وتم ذلك من خلال:

- **اختيار مجموعة البحث:** تم اختيار مجموعة البحث من طالبات الصف الأول الثانوى بطريقة عشوائية بمدرسة"جابر الصباح الثانوية بالمقطم"، وتقسيمها إلى مجموعة تجريبية ومجموعة ضابطة.
- **التطبيق القبلي لأدوات البحث:**تم تطبيق أدوات البحث على مجموعتى البحث قبلياً، وذلك للتأكد من تكافؤ مجموعتى البحث.
- **التدريس باستخدام نموذج التعلم التفارغي**: تم تدريس الوحدة المعاد صياغتها باستخدام نموذج التعلم التفارغي للمجموعة التجريبية، وقد بدأ التطبيق الأثنين

[٨])ملحق(٧) مقياس الميول نحو الرياضيات.

٢٠١٦/٩/٢٦م، وانتهى الأربعاء ٢٠١٦/١٠/٢٧م، أى أنه استغرق(٤)أسابيع بمعدل ثلاث حصص أسبوعياً، وقد استعانت الباحثة بمعلم الفصل لتدريس الوحدة التجريبية للمجموعة التجريبية، كما قام معلم المجموعة الضابطة بالتدريس بالطريقة التقليدية.

- **التطبيق البعدى لأدوات البحث**: بعد الانتهاء من التدريس باستخدام نموذج التعلم التفارغي أعيد تطبيق أدوات البحث بعدياً على مجموعتى البحث.

نتائج البحث ومناقشتهاوتفسيرها:

تم رصد درجات مجموعتى البحث قبل وبعد التدريس، وبتحليل البيانات باستخدام برنامج التحليل الاحصائي (SPSS) تم التوصل إلى النتائج التالية:

أولاً: نتائج تطبيق اختبار التفكير الإبداعي:

التحقق من صحة الفرض الأول للبحث والذي ينص على أنه" يوجد فرق دال إحصائياً بين متوسط درجات المجموعة التجريبية التى درست باستخدام **نموذج التعلم التفارغي،** ومتوسط درجات المجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لاختبار التفكير الإبداعي لصالح المجموعة التجريبية"، تم حساب المتوسطات والنسب المئوية والانحراف المعياري وقيمة "ت" لدلالة الفروق بين المتوسطات:

جدول (٥) نتائج التطبيق البعدي لاختبار التفكير الابداعي على مجموعتى البحث

مهارات التفكير الابداعي	درجات الحرية	الضابطة		التجريبية		قيمة "ت"	مستوى الدلالة	قيمة η^2	مقدار حجم التأثير
		م	ع	م	ع				
الطلاقة	٩٨	٧,٠٨	٤,٠٤	٢٧,٢٤	٣,٣٣	٢٧,٢٣١	دالة	٠,٨٨	كبير
المرونة	٩٨	١,٥٤	٠,٦٥	٦,٤٤	١,٢٥	٢٤,٦٥٩	دالة	٠,٨٦	كبير
الأصالة	٩٨	٠,٥٤	٠,٥	١,٩٤	٠,٥٩	١٢,٨١٥	دالة	٠,٦٣	كبير
الحساسية للمشكلات	٩٨	١,٠٢	٠,٣٨	٣,٩٨	١,٢٢	١٦,٣٨٥	دالة	٠,٧٣	كبير
الاختبار ككل	٩٨	١٠,١٨	٤,٢١	٣٩,٧	٣,٥٥	٣٧,٨٨	دالة	٠,٩٤	كبير

يتضح من جدول (٥) أن جميع قيم"ت" دالة إحصائياً عند مستوي (٠,٠١)؛ مما يدل على أن التدريس باستخدام نموذج التعلم التفارغي أدى إلى تنمية التفكير الإبداعي بصورة أفضل من التدريس بالطريقة التقليدية، **وهذا يؤكد صحة الفرض الأول**.

التحقق من صحة الفرض الثانى للبحث والذي ينص على أنه" يوجد فرق دال إحصائياً بين متوسطى درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار التفكير الإبداعي لصالح التطبيق البعدي، تم حساب المتوسطات والنسب المئوية والانحراف المعياري وقيمة "ت" لدلالة الفروق بين المتوسطات، وحجم التأثير:

جدول (٦) نتائج التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار التفكير الإبداعي على المجموعة التجريبية

مهارات التفكير الإبداعي	درجات الحرية	القبلي		البعدي		قيمة "ت"	مستوى الدلالة	قيمة η^2	مقدار حجم التأثير
		م	ع	م	ع				
الطلاقة	٤٩	٥,٧	٢,٣٤	٢٧,٢٤	٣,٣٣	٣٦,٠١٤	دالة	٠,٩٦	كبير
المرونة	٤٩	٠,٦	٠,٥٤	٦,٤٤	١,٢٥	٢٨,٨٠٣	دالة	٠,٩٤	كبير
الأصالة	٤٩	٠,٣٨	٠,٤٩	١,٩٤	٠,٥٩	١٤,٠٢٣	دالة	٠,٨٠	كبير
الحساسية للمشكلات	٤٩	٠,٦٢	٠,٥٩	٣,٩٨	١,٢٢	١٧,٧٧٧	دالة	٠,٨٧	كبير
الاختبار ككل	٤٩	٧,٣	٢,٢٩	٣٩,٧	٣,٥٥	٤٩,٢١١	دالة	٠,٩٨	كبير

يتضح من جدول (٦) أن جميع قيم"ت" دالة إحصائياً عند مستوي (٠,٠١) ؛ مما يدل على أن التدريس باستخدام نموذج التعلم التفارغي أدى إلى تنمية التفكير الابداعي لدى الطالبات، **وهذا يؤكد صحة الفرض الثانى**، ويتبين من الجدول أن حجم تأثير تدريس الوحدة باستخدام نموذج التعلم التفارغي على تنمية التفكير الإبداعي فى الرياضيات **كبير**، وهذا يدل على أن نموذج التعلم التفارغي ذو تأثير إيجابي وفعال، وذلك فى حدود مجموعة وظروف وزمان تجربة البحث.

ثانياً: نتائج تطبيق الاختبار التحصيلي:

التحقق من صحة الفرض الثالث للبحث والذي ينص على أنه" يوجد فرق دال إحصائياً بين متوسط درجات المجموعة التجريبية، ومتوسط درجات المجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لاختبار التحصيل لصالح المجموعة التجريبية"، تم حساب المتوسطات والنسب المئوية والانحراف المعياري وقيمة "ت" لدلالة الفروق بين المتوسطات.

جدول (٧) نتائج التطبيق البعدي لاختبار التحصيل علي مجموعتى البحث

المجموعة	درجات الحرية	المتوسط	الانحراف المعياري	قيمة "ت"	مستوى الدلالة
الضابطة	٩٨	٢٠,٤٦	٢,٥٣	٣٠,٦١٧	دالة
التجريبية		٤٩,١٨	٦,١٣		

يتضح من جدول (٧) أن قيمة"ت" دالة إحصائياً عند مستوي (٠,٠١)؛ مما يدل على أن التدريس باستخدام نموذج التعلم التفارغي للوحدة المتضمنة مفاهيم تكنولوجيا النانو أدى إلى تنمية التحصيل بصورة أفضل من التدريس بالطريقة التقليدية، **وهذا يؤكد صحة الفرض الثالث**.

- **التحقق من صحة الفرض الرابع للبحث** والذي ينص على أنه" يوجد فرق دال إحصائياً بين متوسطى درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار التحصيل لصالح التطبيق البعدي"، تم حساب المتوسطات والنسب المئوية والانحراف المعياري وقيمة "ت" لدلالة الفروق بين المتوسطات، وحجم التأثير:

جدول (٨) نتائج التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار التحصيل على المجموعة التجريبية

التطبيق	درجات الحرية	المتوسط	الانحراف المعياري	قيمة "ت"	مستوى الدلالة	قيمة η^2	مقدار حجم التأثير
القبلي	٤٩	١٩,٩٤	٣,٢٨	٢٦,٠٥٧	دالة	٠,٩٣	كبير
البعدى		٤٩,١٨	٦,١٣				

يتضح من جدول (٨) أن قيمة"ت" دالة إحصائياً عند مستوي (٠,٠١)؛ مما يدل على أن التدريس باستخدام نموذج التعلم التفارغي أدى إلى تنمية التحصيل لدى الطالبات، **وهذا يؤكد صحة الفرض الرابع**، ويتبين من الجدول أن حجم تأثير تدريس الوحدة باستخدام نموذج التعلم التفارغي على تنمية التحصيل كبير، وهذا يدل على أن نموذج التعلم التفارغي ذو تأثير إيجابي وفعال، وذلك فى حدود مجموعة وظروف وزمان تجربة البحث.

ثالثاً: نتائج تطبيق مقياس الميل نحو الرياضيات ودلالة الفروق:

التحقق من صحة الفرض الخامس للبحث والذي ينص على أنه" يوجد فرق دال إحصائياً بين متوسط درجات المجموعة التجريبية، ومتوسط درجات المجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لمقياس الميل نحو الرياضيات لصالح المجموعة

التجريبية"، تم حساب المتوسطات والنسب المئوية والانحراف المعياري وقيمة "ت" لدلالة الفروق بين المتوسطات،

جدول (٩) نتائج التطبيق البعدي لمقياس الميل نحو الرياضيات على مجموعتي البحث

الأبعاد	درجات الحرية	التجريبية		الضابطة		قيمة "ت"	مستوى الدلالة
		م	ع	م	ع		
الميل نحو الاستمتاع بالرياضيات	٩٨	١٩,٨	٤,٧٣	١٤,٧٤	٣,٣٧	٦,١٦	دالة
تقدير أهمية الرياضيات	٩٨	١٦,٦٨	٤,١٦	١٣,٩٢	٣,١٢	٣,٧٢	دالة
الميل نحو تعلم الرياضيات	٩٨	١٧,٠٨	٤,٨٤	١٣,٨٢	٣,٢٧	٣,٩٥	دالة
الكلى	٩٨	٥٣,٥٦	١٢,٢٢	٤٢,٣٢	٦,١٣	٥,٨٢	دالة

يتضح من جدول (٩) أن جميع قيم "ت" دالة إحصائياً عند مستوي (٠,٠١)؛ مما يدل على أن التدريس باستخدام نموذج التعلم التفارغي أدى إلى تنمية ميل واندماج الطالبات أثناء التعلم بدرجة أعلى من التدريس بالطريقة التقليدية، **وهذا يؤكد صحة الفرض الخامس**.

التحقق من صحة الفرض السادس للبحث والذي ينص على أنه" يوجد فرق دال إحصائياً بين متوسطى درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لمقياس الميل نحو الرياضيات لصالح التطبيق البعدي"، تم حساب المتوسطات والنسب المئوية والانحراف المعياري وقيمة "ت" لدلالة الفروق بين المتوسطات، وحجم التأثير:

جدول (١٠) نتائج التطبيقين القبلي والبعدي لمقياس الميل نحو الرياضيات على التجريبية

الأبعاد	درجات الحرية	القبلي		البعدي		قيمة "ت"	مستوى الدلالة	قيمة η^2	مقدار حجم التأثير
		م	ع	م	ع				
الميل نحو الاستمتاع بالرياضيات	٤٩	١٧,٩٨	٣,٩٥	١٩,٨	٤,٧٣	٤,٢٤	دالة	٠,٢٧	كبير
تقدير أهمية الرياضيات	٤٩	١٤,٦٢	٢,٩٦	١٦,٦٨	٤,١٦	٦,٧١	دالة	٠,٤٨	كبير
الميل نحو تعلم الرياضيات	٤٩	١٤,٧٢	٣,٢٣	١٧,٠٨	٤,٨٤	٦,٥٩	دالة	٠,٤٧	كبير
الكلى	٤٩	٤٦,٧٢	٧,٧٨	٥٣,٥٦	١٢,٢٢	٨,٢	دالة	٠,٥٨	كبير

يتضح من جدول (١٠) أن جميع قيم "ت" دالة إحصائياً عند مستوي (٠,٠١)؛ مما يدل على أن التدريس باستخدام نموذج التعلم التفارغي أدى إلى تنمية الميل والاندماج أثناء

التعلم بدرجة عالية فى التطبيق البعدي، **وهذا يؤكد صحة الفرض السادس**، ويتبين من الجدول أن حجم تأثير تدريس الوحدة باستخدام نموذج التعلم التفارغي على الميل كبير، وهذا يدل على أن نموذج التعلم التفارغي ذو تأثير إيجابي وفعال فى حدود مجموعة وظروف وزمان تجربة البحث.

مناقشة وتفسير النتائج:

تشير نتائج البحث في مجملها إلى فاعلية تضمين مفاهيم تكنولوجيا النانو فى ضوء نموذج التعلم التفارغي لتنمية التفكير الإبداعي والتحصيل والميل نحو الرياضيات لدى طلاب الصف الأول الثانوي، ويرجع ذلك للأسباب التالية:

- دراسة مفاهيم تكنولوجيا النانو أعطت طالبات المجموعة التجريبية الفرصة للخروج عن النمطية فى التفكير، وأتاحت الفرصة لهن لإعادة رؤية الحلول والمقترحات من زوايا مختلفة من خلال تبادل الأفكار والخبرات بينهن أثناء التعاون والمشاركة في الحلول من خلال نموذج التعلم التفارغي، وبالتالى أدى ذلكإلى تنمية التفكير الإبداعي لديهن.
- الوحدة المعاد صياغتها تضمنت أمثلة متنوعة للتطبيقات المرتبطة بالحياة اليومية الحالية والمستقبلية لتكنولوجيا النانو،وقد ساعد ذلك طالبات المجموعة التجريبية على تصور ما يمكن أن تصبح عليه المعرفة فى المستقبل، وهذا أدى إلى تنمية تفكيرهن العلمى.
- يقوم نموذج ما بعد البنائية(التعلم التفارغي) على تقديم مشكلة يحتاج حلها إلى إجراء عملية فرض الفروض، وتعد عملية فرض الفروض من العمليات التى تحتاج إلى استدعاء الخبرات السابقة لتقديم حلول جديدة للمشكلة، وهذا ساعد فى تنمية التفكير الإبداعي لطالبات المجموعة التجريبية.
- أدى نموذج التعلم التفارغي إلى زيادة الأنشطة البحثية التي تتطلب عمليات تفكير؛ مما ساعد في إثارة التفكير لدى الطالبات.
- أتاح نموذج التعلم التفارغي مناخاً غنياً بالحوافز والمثيرات، ويتسم بالمرونة والقابلية للتجديد والتغيير، ويبتعد عن القيود مما أسهم فى تنمية التفكير الابتكاري.
- ساعدت دراسة تكنولوجيا النانو على توجيه نظر طالبات المجموعة التجريبية إلى الإمكانات المذهلة لتكنولوجيا النانو وعوائدها الاقتصادية الضخمة التي تفوق

الخيال، وقد أسهم ذلك في اهتمام الطالبات بدراسة المزيد عن التطبيقات الرياضية المتعدد لتكنولوجيا النانو، مما أدى إلى زيادة إقبالهن على دراسة الرياضيات.

توصيات البحث:

من خلال النتائج التى توصل إليها البحث يمكن تقديم عدد من التوصيات التالية:

- تطوير مناهج الرياضيات بمرحلة التعليم الأساسي وتزويدها بالتطبيقات الرياضية لتكنولوجيا النانو حتى يستشعر الطلاب بقيمة وأهمية الرياضيات في الاكتشافات العلمية الحديثة.
- تطوير مقررات الرياضيات من حيث تضمينها موضوعات ومفاهيم تكنولوجيا النانو، ومواكبتها مستحدثات العصر.
- تضمين نماذج ما بعد البنائية داخل موضوعات مقرر طرق تدريس الرياضيات وتدريب الطلاب المعلمين على كيفية التدريس باستخدام هذه النماذج بفاعلية.
- ضرورة الاهتمام بتدريس الرياضيات باستخدام تطبيقاتها فى المجالات العلمية المختلفة بدلاً من دراستها مجردة حتى تكون دراستها ذات معنى للطلاب.
- الاهتمام بإثراء مناهج الرياضيات بمشكلات ومهام تستثير تفكير الطلاب وتحفز قدراتهم العقلية وتتحدى عقولهم وتسمح بتعديل مسار تفكيرهم مما يتيح لهم المزيد لتنمية تفكيرهم الإبداعي.
- عقد دورات تدريبية لمعلمى الرياضيات أثناء الخدمة للتدريب على نماذج ما بعد البنائية.

مقترحات البحث:

فى ضوء النتائج التى توصل إليها البحث تقترح الباحثة إجراء الدراسات التالية:

- استخدام نماذج أخرى من نماذج ما بعد البنائية كنموذج الاستقصاء التقدمى لتنمية التفكير الإبداعي فى الرياضيات فى مراحل تعليمية مختلفة.
- فاعلية برنامج مقترح يقوم على تضمين مفاهيم تكنولوجيا النانو فى مرحلتى التعليم الابتدائية والإعدادية، لأن علم النانوتكنولوجي جديد وكل يوم هناك تطبيقات جديدة.
- فاعلية تدريس نماذج ما بعد البنائية في تنمية التفكير الابتكاري لدى طلاب المرحلة الإعدادية.

- برنامج مقترح لتدريب معلمى الرياضيات على تدريس تكنولوجيا النانو باستخدام نماذج ما بعد البنائية، وأثره في تنمية التفكير العلمى والاندماج في التعلم لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية.

المراجع:

١. **أحمد حجازى(٢٠١٢)**: تكنولوجيا النانو الثورة التكنولوجية الجديدة، عمان، الأردن، دار المعرفة للنشر والتوزيع.

٢. **أسامة عبدالعظيم عبدالسلام محمد(٢٠٠١):** أثر استخدام استراتيجية مقترحة في الرياضيات على تنمية الابداع لدى تلاميذ الصف الثانى الابتدائي، رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة عين شمس.

٣. **أسماء بنت محمد بن عبدالله القطيم(٢٠١٦):** تقويم محتوى كتاب العلوم للصف الأول متوسط بالمملكة العربية السعودية فى ضوء مفاهيم تقنية النانو، المؤتمر العلمى الدولى الرابع (الخامس والعشرون للجمعية المصرية للمناهج وطرق التدريس)" نحو تغيير جذري فى رؤي واستراتيجيات تطوير مناهج التعليم" ، ٣-٤ أغسطس، المجلد الأول ، ٢٢٣-٢٤٧.

٤. **أفنان حافظ، بارعة خجا، الجوهرة العتيبي، وشهيرة القريشي(٢٠١٥):** تقويم مناهج العلوم بالمرحلة الثانوية فى المملكة العربية السعودية فى ضوء مفاهيم تقنية النانو، كتاب بحوث مؤتمر التميز في تعليم وتعلم العلوم والرياضيات الأول "توجه العلوم والتقنية والراضيات والهندسة (STEM)"، الرياض، (٥-٧) مايو، ٧١-١١٠.

٥. **إبراهيم شلبيى(٢٠٠٩):** علم النانو وتطبيقاته الواسعة، جريدة البلاد ١٧ يونيو، مقال منشور، جريدة الكترونية https://pressfile.kau.edu.sa/PreesArch.aspx?Site_id=5710571.

٦. **إيهاب خليل نصار(٢٠٠٩):** أثر استخدام الألغاز فى تنمية التفكير الناقد فى الرياضيات والميل نحوها لدى تلاميذ الصف الرابع الأساسي بغزة، رسالة ماجستير، كلية التربية بالجامعة الاسلامية بغزة.

٧. **الجامعة الأردنية(٢٠٠٨):** ضرورة تعليم وتدريس تكنولوجيا النانو، مؤتمر النانوتكنولوجي (التقنيات متناهية الصغر)، عمان، بالتعاون مع جامعة إيلينوي الأميركية وجامعة الملك سعود في الرياض، في الفترة من ١٠ الى ١٣ نوفمبر.

٨. **السيد محمد السايح، مرفت حامد محمد(٢٠٠٩):** تقويم منهج العلوم بالمرحلة الاعدادية على ضوء بعض مفاهيم النانوتكنولوجى،الجمعية المصرية للمناهج وطرق التدريس، المؤتمر العلمى الحادي والعشرون" تطوير المناهج الدراسية بين الأصالة والمعاصرة" ٢٨-٢٩ يوليو ، مج ١.

٩. **جامعة الملك سعود (٢٠٠٩):** المؤتمر العالمى لصناعات تقنية النانو، التقنية الرائدة في القرن الحادي والعشرين ، معهد الملك عبد الله لتقنية النانو، الرياض، (٥-٧) إبريل

١٠. **جامعة الملك سعود(٢٠١٥):** مؤتمر التميز في تعليم وتعلم العلوم والرياضيات الأول"توجه العلوم والتقنية والرياضيات والهندسة(STEM)"، مركز التميز البحثى في تعليم العلوم والرياضيات، الرياض،(٥-٧)مايو.

١١. **جامعة النجاح الوطنية(٢٠١٢):** المؤتمر الفلسطينى الدولى لعلوم النانو تكنولوجي وعلم المواد بالتعاون مع جامعة فلسطين التقنية، وجامعة الينويس- ايربانا شامبين الأمريكية، نابلس، الضفة الغربية، فلسطين، من ٢٧-٢٨ مارس.

١٢. **حسن شحاته، وزينب النجار(٢٠٠٣):** معجم المصطلحات التربوية والنفسية، ط١، الدار المصرية اللبنانية، القاهرة.

١٣. **حنان أحمد السعيدى(٢٠٠٨):** فاعلية استراتيجية تدريسية مقترحة على استخدام الحقائب التعليمية فى تنمية مهارات البرهان الهندسي والتفكير الابتكاري والاتجاه نحو الهندسة لدى تلميذات الصف الثانى المتوسط بمنطقة عسير، رسالة دكتوراه، عسير ، جامعة الملك خالد.

١٤. **حنان بنت سالم بن عبدالله آل عامر (٢٠٠٨)**: فعالية برنامج تدريبي مستند إلى نظرية تريز (TRIZ)في تنمية حل المشكلات الرياضية إبداعياً وبعض مهارات التفكير الإبداعي ومهارات التواصل الرياضي لمتفوقات الصف الثالث المتوسط، رسالة دكتوراه، جدة، جامعة الملك عبد العزيز.

١٥. **حنان بنت سالم بن عبدالله آل عامر(٢٠٠٩)**: نظرية الحل الإبداعي للمشكلات TRIZ ، الطبعة الأولى، دار ديبونو للنشر والتوزيع، عمان../*crmang.com*

١٦. **زينب محمد صفوت محمد أبوعاشور (٢٠١٣):** تطوير منهج الهندسة والقياس في ضوء مدخل التعلم النشط لتلاميذ المرحلة الاعدادية لتنمية التحصيل والتفكير الابداعي والاتجاه نحو الرياضيات، رسالة دكتوراة ، كلية البنات للآداب والعلوم والتربية، جامعة عين شمس.

١٧. **سامية حسنين عبدالرحمن هلال(٢٠١٢):** استخدام إستراتيجية دورة التعلم الخماسية فى رفع مستوى التحصيل وتنمية بعض مهارات التفكير الناقد والميل نحو الرياضيات لدى تلميذات المرحلة الابتدائية بالمملكة العربية السعودية، **مجلة تربويات الرياضيات**، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، المجلد الخامس عشر، أبريل، ص ص ٧٢-١٢٦.

١٨. **سناء محمد سليمان(٢٠١١):** التفكير" أساليبه وأنواعه، تعليمه وتنمية مهاراته"، عالم الكتب، القاهرة.

١٩. **شبكة البصرة(٢٠١٢)**: تكنولوجيا النانو: ما هى ؟ وما لها؟ وما عليها؟ مقال منشور في ٣١ مارس ، شبكة الكترونية.http://www.albasrah.net

٢٠. **شيماء أحمد محمد أحمد(٢٠١٥):** فاعلية برنامج مقترح في النانو تكنولوجى لتنمية المفاهيم النانو تكنولوجية والوعى بتطبيقاته البيئية لدى طلاب شعبة العلوم بكلية التربية، مجلة التربية العلمية، الجمعية المصرية للتربية العلمية، المجلد الثامن عشر، العدد السادس(٢)، نوفمبر ص ص ٣٩-٧٤.

٢١. **صفات سلامة(٢٠٠٩) :** النانو تكنولوجي عالم صغير ومستقبل كبير: مقدمة في فهم علم النانوتكنولوجي، بيروت ، الدار العربية للعلوم ناشرون.

٢٢. **عبد الباسط حمودة(٢٠٠٦):**النانو تكنولوجي: علم لا يزال في المهد، دمشق، سوريا، *https://uqu.edu.sa/files2/tiny_mce/plugins/.../**Nano**%20**Technology**.ppt*

٢٣. **علاء الدين سعد متولى، عبدالناصر محمد عبدالحميد(٢٠٠٣):** الحس الرياضي وعلاقته بالابداع الخاص والإنجاز الأكاديمى لدى طلاب كليات التربية شعبة رياضيات، المؤتمر العلمى الثالث " تعليم وتعلم الرياضيات وتنمية الإبداع"، (٨-٩) أكتوبر، دار الضيافة، جامعة عين شمس، ص ص ٢٤٧-٢٨٩.

٢٤. **على محمد الزعبى(٢٠١٤):** أثر استراتيجية تدريسية قائمة على حل المشكلات في تنمية مهارات التفكير الإبداعي الرياضي لدى طلبة معلم صف، المجلة الأردنية في العلوم التربوية، مجلد(١٠)، العدد(٣)، ٣٠٥-٣٢٠.

٢٥. **فاطمة بنت محمد بن فراس السرحانى(٢٠١٥):** فاعلية استراتيجية تدريسية قائمة على مبادئ نظرية تريز(TRIZ) في تنمية التفكير الإبداعي والهندسي لدى طالبات المرحلة المتوسطة، مجلة تربويات الرياضيات، المجلد(١٨)، العدد(٢) يناير، الجزء الثانى، ص ص١٠٠- ١٢٩.

٢٦. **فاطمة عبدالسلام أبوحديد(٢٠٠٦):** أثر تدريس وحدة في المجموعات لتلاميذ المرحلة الابتدائية في ضوء نظرية الذكاءات المتعددة على التحصيل والميل نحو الرياضيات، المؤتمر العلمى السادس للجمعية المصرية لتربويات الرياضيات "مداخل معاصرة لتطوير تعليم وتعلم الرياضيات"، ١٩-٢٠ يوليو، ٢١٩-٢٥٩.

٢٧. **فاطمة عبدالسلام أبوحديد (٢٠٠٩):** استخدام استراتيجيات ما وراء المعرفة في تنمية التحصيل والابداع في الهندسة لدى تلميذات المرحلة المتوسطة بالمملكة العربية السعودية، مجلة تربويات الرياضيات، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، المجلد (١٢)، يوليو، ص ص ١٢٢- ١٧٥.

٢٨. **فايز مراد مينا(٢٠١١):** توجهات في الدراسة والبحث التربوي في مجال المناهج، مع إشارة خاصة إلى تعليم الرياضيات، القاهرة ، مكتبة الانجلو المصرية.

٢٩. **كرم محمود عبد أبو عاذرة (٢٠١٠):** أثر توظيف إستراتيجية"عبر – خطط- قوم" في تدريس الرياضيات على تنمية التفكير الإبداعي لدى طلبة الصف السابع الأساسي بغزة، ماجستير غير منشورة، كلية التربية، الجامعة الإسلامية، غزة ، فلسطين.

٣٠. **مارك راتنر، ودانيال راتنر (٢٠١١):** التقانة النانوية، مقدمة مبسَّطة للفكرة العظيمة القادمة، ترجمة حاتم النجدي، بيروت، مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية، المنظمة العربية للترجمة.

٣١. **ماسيمليانو دي فنترا ، ستيفان إيفوى ، وجيمس ر. هفلين(٢٠١٢):** مدخل إلى علم النانويات وتقاناتها، ترجمة محمد الشيخلي، حاتم النجدي، يمن الأتاسي، وإبراهيم رشيدي، بيروت، مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية، المنظمة العربية للترجمة.

٣٢. **ماهر إسماعيل صبري(٢٠٠٢)**: الموسوعة العربية لمصطلحات التربية وتكنولوجيا التعليم، مكتبة الرشد، الرياض.

٣٣. **محبات أبوعميرة(٢٠٠٢):** الإبداع في تعليم الرياضيات، الطبعة الأولى، القاهرة، مكتبة الدار العربية للكتاب.

٣٤. **محمد أمين المفتى(٢٠٠٥):** تعليم الرياضيات وتعلمها في مجتمع المعرفة(رؤية ووجهات نظر)، المؤتمر العلمى الخامس"التغيرات العالمية والتربوية وتعليم الرياضيات"، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات. ٢٨-٣٨.

٣٥. **محمد بن فايز بن عبدالرحمن الشهري(٢٠١٢)**: فعالية برنامج تعليمي قائم على الوسائط المتعددة في إكساب طلاب الصف الثانى الثانوى مفاهيم تكنولوجيا النانو واتجاهاتهم نحوها، رسالة دكتوراه، كلية التربية، جامعة أم القرى، المملكة العربية السعودية.

٣٦. **محمد حمد الطيطى(٢٠٠٤):** تنمية قدرات التفكير الابداعي، الطبعة الثانية، عمان، الأردن، دار المسيرة.

٣٧. **محمد محمد سكران(٢٠٠٦):** التربية والثقافة فيما بعد الحداثة، القاهرة، مكتبة الأنجلو المصرية.

٣٨. **محمد سيد أحمد عبدالعال (٢٠٠٩):** تطوير مناهج الرياضيات في المدرسة الثانوية الصناعية في ضوء احتياجات سوق العمل المعاصرة، رسالة دكتوراه ، كلية التربية ، جامعة عين شمس.

٣٩. **محمد سيد أحمد عبدالعال (٢٠١٢):** برنامج قائم على الأنشطة الواقعية لتنمية عمليات النمذجة الرياضية والميل نحو الرياضيات لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية، مجلة تربويات الرياضيات، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، المجلد الخامس عشر، الجزء الثانى، أكتوبر، ص ص ١١٧-١٤٩.

٤٠. **محمد شريف الاسكندانى(٢٠١٠):** تكنولوجيا النانو من أجل غد أفضل، المجلس الوطنى للثقافة والفنون والآداب : سلسلة عالم المعرفة، الكويت ، ع(٣٧٤).

٤١. **مرفت حامد محمد هانى (٢٠١٠):** فاعلية مقرر مقترح في البيولوجيا النانوية في تنمية التحصيل والميل لطلاب شعبة البيولوجيا بكليات التربية، الجمعية المصرية للتربية العلمية، مجلة التربية العلمية، مج١٤، العدد السادس(٢) ، نوفمبر ، ص ص ١٠٧-١٥٧.

٤٢. **مشعل الحميدان(٢٠٠٩)**: عمرها ١٠ سنوات وتعد انجازاً علمياً، جريدة الاقتصادية ١٠ أكتوبر، العد ٥٨٤٣، جريدة الكترونية./http://www.aleqt.com

٤٣. **معهد ترايدنت (٢٠٠٨):** تقنية النانو تكنولوجيNanotechnology ،القسم العام،الركن العام للمواضيع العامة، *www.traidnt.net › ...*

٤٤. **مكة عبدالمنعم البنا (٢٠١١):** نموذج تدريسي مقترح قائم على التعلم المستند إلى الدماغ لتنمية الإبداع والتواص الرياضي لدى تلاميذ الصف الخامس الابتدائي، مجلة تربويات الرياضيات، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، المجلد(١٤) ، الجزء الثالث، أكتوبر، ص ص ١٣٨-١٨٥.

٤٥. **منير موسى صادق (٢٠٠٣)**: دراسة فعالية نموذج سيفن إيز البنائي فى تدريس العلوم فى تنمية التحصيل وبعض مهارات عمليات العلم لدى تلاميذ الصف الثانى الإعدادي بسلطنة عمان، مجلة التربية العلمية، مج٦، ع٣، سبتمبر، ص ص ١٤٥-١٨٧.

٤٦. **موقع شركة جوال (٢٠١١):** جامعة بيرزيت تعقد مؤتمراً حول واقع وتحديات موضوع النانوتكنولوجي في الجامعات الفلسطينية، كلية العلوم. http://jawwal.ps/

٤٧. **نهى علوى أبوبكر الحبشي (٢٠١١):** ما هى تقنية النانو؟ مقدمة مختصرة بشكل دروس مبسطة، المملكة العربية السعودية ، وزارة الثقافة والاعلام.

٤٨. **هبة الله عدلى مختار، ياسر سيد حسن مهدى (٢٠١٣):** فاعلية استخدام نماذج ما بعد البنائية لتدريس تكنولوجيا النانو في تنمية الخيال العلمى والاندماج في التعلم لدى تلاميذ المرحلة الاعدادية، **مجلة دراسات عربية في التربية وعلم النفس**، ع٣٣ ، ج٣ ، يناير٢٠١٣ ، ٢٠٧ – ٢٥٢.

٤٩. **هند محمد عبدالعزيز محمد (٢٠١٥):** استخدام مدخل التكامل فى تدريس الرياضيات المدرسية لتنمية القدرة على حل المشكلات وزيادة الميل نحو الدراسة لدى طلاب الصف الأول الإعدادي، رسالة دكتوراة، كلية التربية، جامعة عين شمس.

٥٠. **ولاء عاطف محمد كامل عبدالمحسن (٢٠١٥)** : فاعلية برنامج قائم على بعض استراتيجيات التعلم المنظم ذاتيا في تدريس الرياضيات لتنمية مهارات الابداع لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية، مجلة تربويات الرياضيات ، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات ، المجلد (١٨) ، العدد (٨)، الجزء الثانى ، أكتوبر، ٢٣٦- ٢٦٤.

٥١. **وليم عبيد، وعزو عفانة (٢٠٠٣):** التفكير والمناهج المدرسي، ط١، مكتبة الفلاح، الكويت.

٥٢. **وليم تاوضروس عبيد(٢٠٠٤):** تعليم الرياضيات لجميع الأطفال في ضوء متطلبات المعايير وثقافة التفكير، دار المسيرة، عمان، الأردن.

53. **Adams J.D.& Rogers, B. (2004)**: A Unified Approach to Nanotechnology education. American Society for Engineering,**https://peer.asee.org/**

54. **Andre Gsponer(2008):** Nanotechnology and Fourth Generation Nuclear Weapons, https://drive.google.com/file/d/.../edit?usp=sharing

55. **An-Najah N. university(2012)** : Towards a Knowledge Based Economy in Palestine Nano or Not: Technology is the Answer , The First International Palestinian Conference on Nanotechnology for Advanced Material and Devices, Nablus , West Bank , Palestine

56. **Annie Kurtz and Melissa Anderson and Tapas Kar(2003):** Pilot

program to integrate nanotechnology in Utah's high schools, Utah State University, Logan, USA, **www.tntg.org/documents/SPIEK12Nano.pdf**

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

58. **Benedicate Hingant & Virginie Albe (2012)**: Nanoscience and nanotechnologies learning and teaching in secondary education: A review of Literature, RoutledgeInforma Ltd. Registered in England and Wales **,https://halshs.archives-ouvertes.fr/**

59. **Billig Shelley H. & Others (2005)** : Closing The Achievement Gap : Lessons From Successful Schools , U S Department Of Education , Eric , No (ED 491863) .

60. **Deleuze, Gilles (2004)**: How do we recognize structuralism? Los Angeles and New York. 170=192. ISBN 1-58435-018-0.pp.171-173, Available for free download at : http://www.topoi.net/

61. Doriel Moorman(2015): Nanotechnology for Enhancing Math, Science, and Language Arts in the Elementary Grades: How Small Is your Future?**,** Yale National Initiative to Strengthen Teaching in Public school, Yale university, **http://teachers.yale.edu**

62. Elizabeth A. Palmer (2009): The Nanoleap project Evaluation Report. The National Science Foundation.

63. Foothill DeAnza Colleges,Nanotechnology Program(2005) : Atlas of Nanotechnology, NSF Proposal Oct***,nanosense.sri.com/***

64. Frenn , Mark Joseph (2002) : Benefits Of Algebraic Proof And Problem Posing : A Study Into Creative Strategies For Solving Linear Equations, MAT, California State University Dominguez Hills , Dissertation Abstracts International , Vol. (40) , No (AAI1408138) .

65. Gabor, L. Hornyak (2009): Nanotechnology : Education and Workforce development. **http://mtbooks.co.za/**

66. Girdan,A.,(1993) : Different uses of learners conception from

constructivist models to the allosteric model , Third Misconception Seminar Proceedings. **http://www.mlrg.org/proc3pdfs**
67. Giordan A.,Jacquemet , S. & Golay, A. (1999): A new approach for patient education : beyond constructivism. patient education and counseling , Vol.(38), No(1), pp 61-67.
68. Giordan A., (2012a): The allosteric learning model and current theories about learning , Laboratoire of teaching epistemologies and Sciences, **http://cms.unige.ch/ldes/wp-content/uploads/**
69. Giordan A., (2012b): From constructivism to allosteric learning model, Laboratoire of teaching epistemologies and Sciences **, http://cms.unige.ch/**
70. Gojkov, G., & Stojanvic, A. (2011): Participatory epistemology in didactics, research studies 46, the preschool, teacher training college" Mihailo Palov"- VRSAC, University" Aurel Vlaicu" . Arad , Romania. **http://www.uskolavrsac.edu.rs/**
71. **Hakkarainen , K. (2003)** : Emergence of progressive Inquiry culture in computer- supported Collaborative Learning. Learning Environments Research, vol.6, No.2,pp199-220,**http://ldt.stanford.edu/**
72. Jacinta M. Mutambuki(2014): Integrating Nanotechnology into the Undergraduate Chemistry Curriculum: The Impact on Students' Affective Domain, ph.D.Western Michigan University, **http://scholarworks.wmich.edu/**
73. James A. Jacob, (1996): Designing the very small : Micro and Nanotechnology . Resources in technology , Technology Teacher, v55 n8, p22-27.http://eric.ed.gov/?id=EJ522567
74. **Jayanta Choudhury, Rawat, K. ; Seetharaman, G. ; Massiha, G. (2003):**Initiating a program in nanotechnology through a structured curriculum International Conference on Microelectronic Systems Education, ieeexplore.ieee.org/
75. **John F. Mongillo (2012**) : offer programs of Nanotechnology, Academic press, Inc, U.S.A. , http://jntuh.ac.in/bulletin_board/.../Nanotech.pd

76. **Kurapati Srinivas(2014)**:Need of Nanotechnology in Education, Science Journal of Education . Vol 2, Issue 2, pp. 58-64 ,http://www.sciencepublishinggroup.com

77. Laherto, A.(2010):" An analysis of the Education Significance and Technical Literacy , Science Education Significance of NanoScience and Nanotechnology in Significance and Technical Literacy". Science Education International, Vol.(21) , No.(3) , September , p p . 160-175.

78. **Lei , Polin P.(2000)**: the frontiers of Nanotechnology and Nano medicine (SIG MED)" Proceedings of the ASIS Annual Meeting, v37 p496 2000

79. **Lok C. Lew, et al** , (2008): Physics – Based Mathematical Models for Nanotechnology, Journal of physic : Conference Series, V.107, N.1, **iopscience.iop.org/article/**

80. Luisa F. & Duncan S.(2013): Nanotechnologies: Principles, Applications, Implications and Hands – on Activities, Directorate – General for Research and Innovation Industrial Technologies(NMP), European Commission, B-1049 Brussels, **https://ec.europa.eu/research**

81. Manasi Karkare (2008):"Nanotechnology Fundamentals and Applications" . I.K. International Publishing House Pvt. Ltd. New Delhi-India

82. Marinelle , R. (2014): Toward integrating Nanotechnology in the K-12 science Curriculum, A Note of Hope in the State of the Union, Ph.D. University of Arkansas, http://ijtan.avestia.com/

83. **Mark Ratner & Daniel R.(2003):** Nanotechnology a gentle introduction to the next big idea, Oxford university *press32.***http://materialrulz.weebly.com**

84. **MELBOURNE, FLA._Florida Institute of Technology (2010)** : Florida Tech Introduces a Minor in Nanoscience and Nanotechnology, Florida Institute of Technology, newsroom.fit.edu/.../florida-tech-introduces-a-minor-in- Nanoscience and Nanotechnology

85. **Meyyappan, M.(2004**): " Nanotechnology Education and Training " ,

Journal of Materials education, Vol 26(3-4), pp.311-320.

86. **Moradi , M., Brunel, S., & Vallespir, B. (2008)**: Design a product for Learning and Teaching : from underline Basic Theories to Developing a Process" , International workshop in Extended product and process Analysis and Design, Bordeaux, 20-21 March, France**. https://hal.archives- uvertes.fr/file/index/docid/323144**

87. Muukkonen , H. , Hakkarainen , K., & Lakkala, M.(2004):computer-mediated progressive Inquiry in higher education, In T.S. Roberts(Ed.), online Collaborative Learning : Theory and practice , pp.28-53, PA: Information Science publishing, **https://books.google.com.eg/**

88. **Nanobiotechnology Center (NBTC) (2007):** Integrating Nano into PreK 12 Education, cfao.ucolick org / meetings/ oct27ppts/NRCEN_Waldron _SeamlessInte.pdf

89. **Pickrell ,John(2005):** Instant Expert: Nanotechnology,www.newscientist.com/**article/in64-instant-expert-nanotechnology/**

90. **Richard, A. Lesh , Eric Hamilton, James J Kaput (2011):** Foundations for the future in Mathematics education, Oxford university, Press, **http://www.bokus.com/**

91. Semih Ozel & Yelda Ozel (2008): Nanotechnology in Education: Nanoeducation Heraklion , Greece. International conference on Engineering Education , July 22-24.

92. **Taber, S. (2006):** beyond constructivism the progressive research programme into learning science, *Studies in Science Education*, Vol.42 No.1, pp125-184 ,**https://www.academia.edu/**