فعالية وحدة مقترحة قائمة على التطبيقات الرياضية لمبادئ النانو تكنولوجي لتنمية التفكير المتشعب والاتجاه نحو مادة الرياضيات لدى طالبات المرحلة المتوسطة بالزلفي

اعداد : د/ رشا هاشم عبد الحميد محمد[١]

يعد العصر الحالي عصر المستحدثات العلمية والتكنولوجية، يتسارع فيه النمو المعرفي والتقدم التكنولوجي بسرعة مذهلة، وتتزايد الاكتشافات والإنجازات العلمية والتكنولوجية بشكل كبير، مما ساهم في تغيير الغاية من عمليتي التعليم والتعلم فلم تعد الغاية إعداد أجيال مزودة بالمعرفة فحسب، بل إعداد أجيال مفكرة قادرة على استشراف المستقبل وتدريب عقول بشرية ناضجة وإطلاق طاقات عقلية كامنة والوصول بالمتعلم إلى أقصى ما تسمح به قدراته.

وبناء عليه تسابقت أبحاث سيكولوجية التعلم لتكشف المزيد من أسرار العقل البشري وفهم ديناميكيته وتحسين قدراته والكشف عن الطريقة التي يكتسب بها الخبرات التعليمية، وخصوصا أن التربية أصبحت مطالبة بإعداد أجيال على قدر عالٍ من الثقافة وقادرة على مواجهه ما قد يأتي به المستقبل من احتمالات يصعب التنبؤ بها.

وحيث إن المنهج هو الوسيلة الأساسية لتحقيق أهداف التربية، لذا يجب بذل أقصى جهد لتطويره لأفضل صورة ممكنه لمواكبة التطور التكنولوجي والمعلوماتي في جميع مجالات الحياة، وهذا يستدعي أشكالا منهجية جديدة تأخذ في اعتبارها ملامح هذا التطور عند تخطيط المنهج وعند تنفيذه. (عبد الحميد، أبو هدرة، ٢٠١٢ :١٦)

لذا أصبح تطوير محتوى مناهج الرياضيات وتضمينها التطبيقات الحياتية والمستحدثات العلمية التكنولوجية الحديثة مطلبا رئيسيا لإعداد جيل من الطلاب لديهم القدرة على مواجهة مشكلاتهم الحياتية، ويجعل دراسة الرياضيات ممتعة لهم بدلا من تعلمها بصورة مجردة عديمة الفائدة. (رشيد ،٢٠١٢: ٣٠) وتعتبر علوم وتكنولوجيا النانو من أحدث ما يدور في عالم اليوم من تطور علمي وتقدم تكنولوجي.

وقد حصل مجال النانوتكنولجي على اهتمام عالمي يؤخذ في الحسبان، وذلك لفهم ظاهرة اختلاف خصائص المادة على مستوى النانو بصورة كلية عن خصائصها على مستوى العين المجردة، ومن هذه الخصائص: المغناطيسية، والالكترونية والبصرية، فمثلا جزيئات نانو الذهب

[١] مدرس المناهج وطرق تدريس الرياضيات بكلية البنات جامعة عين شمس .

ليس لها اللون الذهبي بل أطياف من ألوان شتى تختلف باختلاف حجمها على تدريج النانو، وهذه الخصائص التى تعتمد على الحجم فتحت الباب أمام مجال واسع من التطبيقات في مجالات مختلفة. (Laherto, A.,2010: 161)

وتشير (صالح، ٢٠١٣: ٥٤-٥٥) إلى أن الولايات المتحدة الأمريكية تهتم بمجال النانوتكنولجي وتؤدى دورا رائدا في تنميته، فتحرص على إعادة تشكيل المناهج الدراسية لتتضمن هذا المجال وذلك لإعداد طلابهم وتوجيههم مستقبلا لوظائف مرتبطة بالعلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) وتشجيعهم على إدراك العلاقات بين فروع العلم المختلفة، وكذلك تهتم بنشر ثقافة النانو لكل طالب حيث إن تكنولوجيا النانو ستؤثر في كل شيء حولنا وهذا يضع على المدرسة واجبا هو أن تمد مواطني المستقبل بالمعرفة اللازمة عن تكنولوجيا النانو.

ويؤكد (Marinelle,2014) ضرورة تطوير المناهج الدراسية لتتضمن مفاهيم النانوتكنولجي، وتدريب المعلمين على كيفية تدريس المفاهيم والتطبيقات المختلفة للنانوتكنولوجى للطلاب على اختلاف المراحل الدراسية، حتى يدرك الطلاب أهمية هذه التطبيقات في حياتهم اليومية.

وتعد التطبيقات الرياضية للنانوتكنولوجى من ضمن التطبيقات التي يجب توعية الطلاب بها والتي تتمثل في إمكانية تكوين العديد من الأشكال الهندسية من أشكال هندسية أخرى من خلال تفكيك المجسم الهندسي إلى بنيته الأساسية في مقياس النانومتر (١:١٠٠ نانومتر) ثم إعادة ترتيب هذه البنية مره أخرى للحصول على مجسم هندسي جديد.(Francisco Bulnes, 2013: 101)

والنانوتكنولوجي يدخل في كثير من العلوم مثل علم الكيمياء والفيزياء ولكن من الناحية الرياضية يوجد عدة مفاهيم يعتمد عليها هذا العلم ومنها مفهوم النانومتر (أصغر وحدة قياس مترية تبلغ واحدا من مليار من المتر) ، ومقياس النانو "Nano scale" وهو مقياس يستخدم لقياس وحساب أبعاد تتراوح بين ١ إلي ١٠٠نانومتر، ومفهوم من أعلي لأسفل"Top down" وهو تجزئة الشكل الهندسي إلي أجزاء كل منها يشبه الشكل الأصلي ثم تكرار هذه العملية علي كل جزء من أجزائه مرة أخري وهكذا، وبتكرار هذا حتي يصبح كل جزء في مقياس النانومتر، وعند هذا المقياس تتغير خاصية التشابه الذاتي ويصبح الجزء لا يشبه الكل. (Nicholas, 2007:113-115)

وهناك مفهوم أخر وهو مفهوم من أسفل لأعلي "Bottom up" وهي عكس عملية الـ "Top down" ولكن هنا عند اعادة تركيب الاشكال المجزئة يمكن الحصول علي شكل هندسي جديد يختلف تماما عن الشكل الأصلي، وهنا يمكن إعطاء الفرصة للطالب للمقارنة بين الشكلين من حيث المساحة والحجم، وبالتالي يساعد الطالب على الخروج من نمطية فكرة الشكل الواحد وبذلك ينمو عنده التفكير بصور غير نمطية. (Carolyn,2008 :52)، ومن المفاهيم الأخرى مفهوم التصنيع الدقيق "Nano fabrication" ويعنى تصنيع أجهزة بأبعاد النانو متر يمكن أن تكون علي صورة أشكال هندسية كالمكعب ومتوازي المستطيلات والأسطوانة والمنشور. (Romanowicz,2009 :10) ، وهذه الأشكال تدرس خواصها طالبات الصف الثاني المتوسط، فإعطاء الفرصة للطالبات لتخيل أجهزة بهذه الأبعاد يمكن أن ينمي لديهن القدرة علي التخيل والتفكير بصورة مبدعة ومتشعبة .

وتؤكد (خضر، ٢٠٠٤ :٤٣) على أهمية تدريس التطبيقات الرياضية للمستحدثات التكنولوجية للطلاب وذلك لأنها تجعل الرياضيات أكثر حيوية ومعلوماتية وأكثر إتاحة وواقعية وحداثة، وتجعل دراستها ذات معنى للمتعلم وذات دلالة عملية ملموسة في الحياة وذات نفع في تطبيقات تمس أرجاء الحياة الواقعية، وتعمل على الربط بين الرياضيات المدرسية ورياضيات فيما حول الطالب في الصناعة والتكنولوجيا الحديثة بالإضافة لتنميتها حماسة الطلاب وتحديهم واستقلاليتهم ومثابرتهم وتشويقهم وابتكارهم أثناء دراستهم موضوعات الرياضيات المدرسية.

ونظرا لهذا الدور البارز للرياضيات بين شتى ميادين المعرفة لما لها من تطبيقات بارزة في خدمة العلوم الأخرى ولما لها من إسهامات في تكوين عقلية مفكرة مبدعة وعلى تنمية قدرات المتعلم وتمكينه من إعمال عقله وتوظيف عملياته العقلية، لذلك كان من الضروري فهم ديناميكية عقول الطلاب ومساعدتهم على تحسين طاقاتهم وقدراتهم أثناء دراستهم لمادة الرياضيات.

لذلك ظهرت العديد من الكتابات والتي تؤكد أهمية إعداد أنشطة ومهام تعليمية لتعليم التفكير في الرياضيات المدرسية في ضوء التعلم المستند إلى الدماغ وذلك لأن تعلم الرياضيات هو التفكير، والتفكير يحدث في الدماغ سواء في الجانب الأيمن أو الجانب الأيسر، الأمر الذى يتطلب استراتيجيات تدريس معاصرة قائمة على تعلم الرياضيات المدرسية المستند الى الدماغ. (هليل، ٢٠٠٦ :٣٢) ، (المفتي ،٢٠٠٧ :٦٥)

كما أكدت معايير الرياضيات المدرسية التي وضعها المجلس القومي لمعلمي الرياضيات (NCTM) ضرورة استخدام استراتيجيات تدريس تتوافق مع دماغ الطلاب وتؤكد إمكانية رفع كفاءة المخ مما يدعم التشعب في التفكير.(Tilton, W, 2012:144)

وهذا التشعب في التفكير يساعد على حدوث اتصالات جديدة بين الخلايا العصبية ويسمح للتفكير أن يسير عبر مسارات جديدة ، كما أن للتفكير المتشعب دوره في ابتكار وصلات والتقاءات جديدة بين محتويات الخلايا العصبية المكونة لبنية العقل البشرى مما يفتح أفاقا جديدة للتفكير. (Runco &Llies,2005:13)

وبناء عليه قدم (Cardelihio, 1997) الاستراتيجيات التي تساهم بفعالية في تنمية التفكير المتشعب إذ تعد بمثابة تدريب للخلايا العصبية بالمخ، كما تساعد ممارستها باستمرار على فتح مسارات جديدة للتفكير على شبكة الأعصاب بالمخ اذ يسمح للدم أن يسير عبر مسارات تنشط خلايا عصبية أخرى مما يسهم في زيادة مرونة المخ وتشعب التفكير ويفتح أفاقا جديدة للتدريس تعمل على تحرير العقل وزيادة إمكاناته. (عمران، ٢٠٠٥: ١١-١٣)

وفى ضوء نتائج أبحاث الدماغ التي كان تركيزها على معرفة واكتشاف كيف يعمل الدماغ أثناء عمليتي التعليم والتعلم وتنمية المهارات العقلية لدى الطالب إلى أقصى ما تسمح به قدراته، الأمر الذى أدى الى ظهور مجموعة من العمليات المعرفية ومهارات التفكير على الساحة التربوية والتي يجب أن تأخذ صفة الاستمرارية والدوام في جميع المواقف والأنشطة التي يمر بها الطالب ومنه التفكير المتشعب .

وحيث إن للاتجاه الإيجابي نحو مادة الرياضيات أهمية في زيادة إقبال الطلاب على دراستها وتقدير أهميتها، والتغلب على الصعوبات التي تواجههم في دراستها، كما أنه يكشف عن مدى تفاعل الطلاب مع خبرات التعلم وطرق التدريس، لذا فتدريس الرياضيات الفعال يجب أن يسهم في تكوين اتجاه إيجابي نحوها. (أدم، ٢٠٠٩: ٨٧)

لذا كان من الضروري الاهتمام بتطوير مناهج الرياضيات وتضمينها العديد من التطبيقات الرياضية للمستحدثات التكنولوجية بحيث يسهم ذلك في حفز تشعب تفكير الطالبات وتدريب عقولهن على سرعة وكفاءة إصدار استجابات مناسبة لطبيعة المهام الرياضية ودعم إمكانية زيادة مرونة عقولهن مما يشعرهن بذواتهن كمفكرات يمارسن عمليات عقلية في مواقف حل المشكلات

الرياضية مما يدعم نمو اتجاه إيجابي لديهن نحو الرياضيات وزيادة إدراكهن لمدى أهميتها بالنسبة للعلوم الأخرى وللتطورات التكنولوجية الحديثة .

مشكلة البحث : تحددت مشكلة البحث في:

" قلة التطبيقات الرياضية والتي تواكب التقدم العلمي في محتوى مناهج الرياضيات بالمرحلة المتوسطة والتي تدخل في كثير من مجالات الحياة مثل تطبيقات النانوتكنولجي " **من خلال المصادر التالية:**

أولا : من خلال الاطلاع على ما يلى :

١- **توصيات العديد من الدراسات** [١] والتي نادت بضرورة تدريس التطبيقات الرياضية للنانو تكنولوجي لكل من طلاب المرحلة المتوسطة والثانوية والجامعية لما لها من اهمية لمواكبة المناهج للتطور العلمي والتكنولوجي.

٢- **توصية مؤتمر**[٢] **(تعليم وتدريس تكنولوجيا النانو ، ٢٠٠٨)** والذى يؤكد أهمية تعليم وتدريس ونشر ثقافة تكنولوجيا النانو في المدارس والجامعات وتدريب المعلمين على كيفية تدريس علوم وتطبيقات تكنولوجيا النانو

٣- **توصيات العديد من الأدبيات والدراسات السابقة** [٣] بضرورة تنمية مهارات التفكير المتشعب في الرياضيات لما له من أهمية في اعمال العقل وتعميق المعرفة واكتساب الخبرات الرياضية بعمق

.

٤- **توصيات العديد من الأدبيات والدراسات السابقة** [٤] **بأهمية التدريس المستند إلى الدماغ لما له من أهمية في** :

- رفع مستوى كفاءة العقل البشرى وإمكاناته من خلال استخدام استراتيجيات تعليم وتعلم ديناميكية تساعد على تشعب الخلايا العصبية وتكوين مزيد من الارتباطات بينها على شبكة المخ .

---

[١] (أحمد ،٢٠٠٩)،(Richard,2011)، (Jack, Wt ,2012)، (John, 2012) ،(حسن ، ٢٠١٣)،(Kurapati,2014) (Doriel ,2015) (Jacinta,2014)

[٢] مؤتمر (١٠ نوفمبر ، ٢٠٠٨): تعليم وتدريس تكنولوجيا النانو ، الجامعة الأردنية ، عمان.

[٣] (بدر ، ٢٠٠٥)، (عمران ، ٢٠٠٥) ، (أدم ، ٢٠٠٨)،(Bello, D,2008) ،(محمد ، ٢٠٠٩)(Kousoulas, 2010) (Kousoulas, 2009)، (أبو العواد، عشا،٢٠١١) (Awolola, 2011)، (Nusbaum,2011)، (Dewhurst, 2011) (Schwind,2012)(زنقور، ٢٠١٣)، (أبو النجا ، ٢٠١٣)

[٤] (مقيبل ،٢٠٠٧)،(Sprenger, 2007)،(Klinek, 2009)، (عفانة&الجيش، ٢٠٠٩)، (السلطي ،٢٠٠٩) ،(القرنى، ٢٠١٠)،(وينتر&وينتر،٢٠١٠)، (Morris,2010)،(موافى، ٢٠١١) ،(البنا،٢٠١١)،(Tokuhama,2011)، (Saleh,2012)،(Titlon,2012) ،(خطاب ،٢٠١٣)،(عبد الحميد،٢٠١٤)

- تحسين نواتج تعلم الرياضيات وذلك نتيجة لاستخدام الأنشطة والتطبيقات الحياتية وكذلك لحثها المتعلم على تتبع مسار تفكيره وتوجيهه توجيها قصديا وتقويمه .

٥- **توصيات العديد من المؤتمرات** [١] باستخدام استراتيجيات تدريس جديدة تعتمد على تعلم الرياضيات المدرسية المستند إلى الدماغ.

ثانيا : من خلال تحليل الباحثة لمحتوى مقرر الرياضيات بالصف الثاني المتوسط وجدت أن الطالبات يدرسن وحدة المساحة ولكن دون ربطها بالتطبيقات الرياضية للمستحدثات التكنولوجية مثل النانوتكنولجي، وكذلك لاحظت أن محتوى الوحدة لا يتضمن موضوعات رياضية جديدة تواكب التطور والتقدم العلمي والتكنولوجي .

وبناء على ما سبق شعرت الباحثة بضرورة الحاجة الى تطوير محتوى منهج الرياضيات بالصف الثاني المتوسط من خلال إعداد وحدة مقترحة تتضمن تطبيقات رياضية للنانوتكنولوجى والتي يمكن من خلالها تنمية مهارات التفكير المتشعب لدى الطالبات واتجاهاتهن نحو دراسة الرياضيات .

ويحاول البحث الاجابة عن السؤال الرئيس التالي:

كيف يمكن إعداد وحدة مقترحة قائمة على التطبيقات الرياضية لمبادئ النانوتكنولجي لتنمية التفكير المتشعب والاتجاه نحو مادة الرياضيات لدى طالبات الصف الثاني متوسط بالزلفى؟

ويتفرع من هذا السؤال الرئيس الاسئلة الفرعية التالية:

١- ما الأسس التي تقوم عليها الوحدة المقترحة القائمة على التطبيقات الرياضية لمبادئ النانو تكنولوجي؟

٢- ما التصور المقترح للوحدة المقترحة القائمة على التطبيقات الرياضية لمبادئ النانو تكنولوجي؟

٣- ما فعالية الوحدة المقترحة القائمة على التطبيقات الرياضية لمبادئ النانو تكنولوجي في تنمية كل من :

- التفكير المتشعب في الرياضيات
- الاتجاه نحو مادة الرياضيات وذلك لدى طالبات الصف الثاني المتوسط؟

أهمية البحث: يستمد البحث الحالي أهميته مما يأتي:

[١] **(رياضيات التعليم العام في مجتمع المعرفة،٢٠٠٤)، (التغيرات العالمية والتربوية وتعليم الرياضيات، ٢٠٠٥) ، (الرياضيات للجميع، ٢٠٠٧)،(مستقبل تعليم وتعلم الرياضيات ،٢٠١٢)**

١- **قد يفيد البحث الحالي الطالبات من خلال اهتمامه بتنمية كل من** :

- مهارات التفكير المتشعب والتي لها دور مهم في تدريب العقل وزيادة إمكاناته وقدراته مما يدعم مزيد من الفرص لإعمال العقل وتفتح الذهن ومرونة الفكر وتعدد الرؤى لدى الطالبات في مواقف تعلم الرياضيات.
- الاتجاه الإيجابي نحو الرياضيات لما له من دور هام في تحسين النواتج التعليمية من تدريس الرياضيات.

٢- **قد يفيد البحث الحالي المعلمين**: من خلال تقديم دليل يساعدهم في استخدام التعلم المستند إلى الدماغ لتدريس التطبيقات الرياضية لمبادئ النانوتكنولجي، بالإضافة إلى تقديم أنشطة لتنمية مهارات التفكير المتشعب من خلال المحتوى الرياضي، وكذلك تزويد المعلمين بأدوات مناسبة لقياس التفكير المتشعب والاتجاه نحو الرياضيات.

٣- **قد يفيد البحث الحالي القائمين على إعداد وتأليف الكتب المدرسية** : من خلال تقديم بعض التطبيقات الرياضية لمبادئ النانو تكنولوجي والتي تثرى الموضوعات الرياضية.

حدود البحث : اقتصر البحث الحالي على :

- تطبيق الوحدة المقترحة على طالبات الصف الثاني المتوسط الفصل الدراسي الثاني وذلك لأن المفاهيم والتطبيقات المتضمنة في هذه الوحدة لها علاقة بالأشكال والمفاهيم الرياضية التي تدرس في هذا الصف.
- بعض مبادئ علم النانوتكنولجي الخاصة بعلم الرياضيات.

أهداف البحث: هدف البحث الحالي الى :

١- الكشف عن فعالية تدريس وحدة مقترحة قائمة على التطبيقات الرياضية للنانوتكنولوجى والتي يتم تدريسها باستخدام التعلم المستند الى الدماغ لطالبات الصف الثاني المتوسط.

٢- تطوير محتوى مادة الرياضيات عن طريق ادخال بعض التطبيقات الرياضية لمبادئ النانوتكنولجي والتي تواكب التطور والتقدم العلمي.

٣- تحفيز تشعب تفكير الطالبات في مواقف تعليم الرياضيات المدرسية مما يقود العقل للعمل بإمكانيات افضل وعلى نحو اسرع وبكفاءة اعلى.

٤- تنمية الاتجاه الإيجابي نحو الرياضيات مما يزيد من اقبال الطالبات على دراستها .

منهج البحث : تم استخدام ما يلى:

- **المنهج الوصفي التحليلي**: وذلك عند إعداد الإطار النظري، بناء قائمة بالأسس القائم عليها الوحدة المقترحة القائمة على التطبيقات الرياضية للنانوتكنولوجى، بناء الوحدة المقترحة القائمة على التطبيقات الرياضية للنانو تكنولوجي ، إعداد أدوات البحث.
- **المنهج شبه التجريبي** : وذلك في مرحلة التقويم البنائي للوحدة المقترحة؛ وذلك من خلال تطبيقها على عينة استطلاعية، والتقويم النهائي للوحدة؛ وذلك من خلال تطبيقها على مجموعة البحث الأساسية؛ للتحقق من فعالية الوحدة المقترحة في تنمية التفكير المتشعب والاتجاه نحو مادة الرياضيات .

- **أما بالنسبة للتصميم التجريبي**: تم استخدام التصميم التجريبي ذي المجموعة الواحدة مع الاختبار القبلي والبعدي الذى يعتمد على تطبيق أدوات البحث تطبيقاً قبلياً، ثم المعالجة التجريبية التي تتمثل في تطبيق الوحدة المقترحة القائمة على التطبيقات الرياضية لمبادئ النانوتكنولوجي على مجموعة البحث، ثم التطبيق البعدي للأدوات، ثم قياس التغير الحادث في مهارات التفكير المتشعب والاتجاه نحو الرياضيات.

فروض البحث : هدفت تجربة البحث الحالي الى اختبار صحة الفروض التالية :

١- يوجد فرق ذو دلالة احصائية بين متوسطي درجات مجموعة البحث في التطبيقين (القبلي، البعدي) لاختبار التفكير المتشعب وذلك لصالح المتوسط البعدي .

٢- يوجد فرق ذو دلالة احصائية بين متوسطي درجات مجموعة البحث في التطبيقين (القبلي، البعدي) لمقياس الاتجاه نحو التطبيقات الرياضية للنانوتكنولوجى وذلك لصالح المتوسط البعدي .

٣- تتصف الوحدة المقترحة القائمة على التطبيقات الرياضية لمبادئ النانوتكنولجي بالفعالية (نسبة الكسب المعدل لبلاك $\leq$ ١.٢) في تنمية مهارات التفكير المتشعب لدى الطالبات مجموعة البحث .

٤- تتصف الوحدة المقترحة القائمة على التطبيقات الرياضية لمبادئ النانوتكنولجي بالفعالية (نسبة الكسب المعدل لبلاك $\leq$ ١.٢) في تنمية الاتجاه نحو التطبيقات الرياضية للنانوتكنولوجى لدى الطالبات مجموعة البحث .

خطوات البحث واجراءاته البحث : يسير البحث وفقا للخطوات التالية :

الخطوة الأولى: تحديد قائمة بأسس اعداد الوحدة المقترحة القائمة على التطبيقات الرياضية لمبادئ النانوتكنولجي وذلك من خلال :

أ- دراسة الأدبيات والدراسات السابقة للتطبيقات الرياضية لمبادئ النانوتكنولجي ونظرية التعلم المستند الى الدماغ والتفكير المتشعب والاتجاه نحو مادة الرياضيات .

ب-دراسة نظرية عن طبيعة طالبات المرحلة المتوسطة بشكل عام وطبيعة طالبات الصف الثاني المتوسط بشكل خاص، ثم عرضها على المحكمين واجراء التعديلات المناسبة في ضوء آرائهم وتوجيهاتهم .

الخطوة الثانية: اعداد أدوات البحث وهى اختبار التفكير المتشعب ومقياس الاتجاه نحو الرياضيات ثم عرضها على المحكمين وإجراء التعديلات المناسبة في ضوء آرائهم وتوجيهاتهم .

الخطوة الثالثة : تطبيق أدوات البحث على عينة عشوائية من طالبات الصف الثاني المتوسط بهدف التعرف على الصعوبات التى قد تواجه الطالبات أثناء دراستهن للوحدة المقترحة وتحديد زمن كلا من اختبار التفكير المتشعب ومقياس الاتجاه نحو مادة الرياضيات والتحقق من مدى وضوح تعليمات الاختبار والمقياس وحساب الثبات والصدق الذاتي لهم.

الخطوة الرابعة: تطبيق الوحدة المقترحة القائمة على التطبيقات الرياضية لمبادئ النانوتكنولجي ويتطلب ذلك:

أ- اختيار عينة مجموعة البحث عشوائيا من طالبات الصف الثاني المتوسط .

ب-التطبيق أدوات القياس قبليا على مجموعة البحث .

ت-تدريس الوحدة المقترحة القائمة على التطبيقات الرياضية لمبادئ النانوتكنولجي لمجموعة البحث.

ث-تطبيق أدوات القياس بعديا على مجموعة البحث .

الخطوة الخامسة: تفريغ البيانات واجراء المعالجة الاحصائية باستخدام البرنامج الإحصائي Spss وعرض نتائج البحث التربوي وتحليلها وتفسيرها ومناقشتها وتقديم التوصيات والمقترحات في ضوء النتائج التي تم التوصل اليها .

الاطار النظري والدراسات السابقة :

يهدف الجزء التالي إلى عرض الإطار النظري الذي يستند عليه موضوع البحث ومعرفة الهدف منه وقد تم تضمن عده أبعاد وهي : النانوتكنولجي وتطبيقاته الرياضية، نظرية التعلم المستند الى الدماغ، مهارات التفكير المتشعب وسيتم تناول كما يلي:-

أولا : النانوتكنولجي Nanotechnology

علم النانو هو علم المستقبل حيث إنه يعطينا الكثير من الفرص الجيدة ويفتح لنا أفاقاً جديدة ويوفر لنا تطبيقات لا حصر لها في مختلف المجالات كالطب والأحياء والطاقة والإلكترونيات والبيئة والفضاء والعديد من فروع العلوم المختلفة .(Saad Yousef, 2014: 3)

وتعد تقنية النانو مجالا بحثيا علميا يعنى بدراسة خصائص المواد عند مقياس أقل من ١٠٠ نانومتر، والتحكم بها حيث تظهر جزيئات المواد عند ذلك المقياس خصائص غير عادية، بحيث يكون من الممكن تصنيع المواد وتشكيلها للحصول على خصائص أفضل من خصائص تلك المواد عند تصنيعها عند مقياس أكبر.

النانو كلمة يونانية الأصل وتعنى القزم وتستعمل للتعبير عن جزء من المليار من وحدة القياس في الرياضيات، ونانومتر هو جزء من مليار جزء من المتر الواحد أي ١٠$^{-٩}$ من المتر، أما علوم النانو فهي دراسة جزيئات المادة والظواهر على تدريج (١-١٠٠) نانومتر، وتكنولوجيا النانو هى تقنية تتعامل مع أجسام ومعدات وآلات دقيقة جداً ذات أبعاد نانوية لتعديل الجزيئات أو الذرات لصنع منتجات جديدة، وبالتالي فتقنية النانو هي تقنية الجسيمات المتناهية الصغر. (سلامة، ٢٠٠٩: ٩)

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

وكلما تغير الترتيب الذري للمادة تغير الناتج منها بشكل كبير، أي يتم تصنيع منتجات من الذرات تعتمد خصائصها على كيفية ترتيب هذه الذرات، فإذا تم إعادة ترتيب الذرات في الفحم يمكن الحصول على الماس، وإذا تم إعادة ترتيب الذرات في الرمل واضافة بعض العناصر القليلة يمكن تصنيع رقائق الكمبيوتر، وما يهتم به العلماء الآن هو تغيير ترتيب بناء المادة. Marinelle, (R,2014: 56)

مفهوم النانوتكنولجي :

النانوتكنولجي أو تقنية المواد المتناهية في الصغر أو التكنولوجيا المجهرية الدقيقة أو تكنولوجيا المنمنمات هو الجيل الخامس الذي ظهر في عالم الإلكترونيات وهو علم يهتم بدراسة المواد على مستوى الجزيئات والذرات وهذا لم يكن متاحا للعلماء في العصور الماضية لعدم توفر التقنيات الحديثة والتي مكنتهم من العمل على مستوى الذرات.

الكثير من العلماء عرفوا تقنية النانو حسب الاهتمامات والسياقات المختلفة فظهرت تعاريف كثيرة، ولتفادي الاختلاف في التعريف أُنشئت لجنة في امريكا (اللجنة الوطنية لتقنية النانو) لتضع تعريف موحد لتقنية النانو فعرفتها بأنها " تقنية تشمل الأبحاث والتطورات التقنية في مجال أقل من ١٠٠ نانومتر بهدف الحصول على مواد لها خواص جديدة تساعد في تحسين الحياة ".(Baek, S,2007 :120)

- كما عرفها (Lok C Lew, et al, 2008:13) بأنها التقنية التي تهتم بالتعامل مع المواد والأشكال في مستواها الذري والجزيئي بمقياس لا يتعدى ١٠٠ نانومتر وهي التقنية التي تهتم أيضا باكتشاف مواد جديدة من مواد أخري ودراسة الخصائص المميزة لمواد وأشكال النانو .
- ويعرفها (Dumitru, B., 2010) بأنها تقنية التعامل مع أشياء أصغر من الصغر نفسه، فالنانو تكنولوجي هي منطقة مسافتها (١٠-٩)، وتؤثر في أنشطة حياتية عديدة.
- وعرفه (Hingant,B.,2010,123) بأنه دراسة تركيب وخصائص المواد والظواهر والتعامل معها على تدريج النانو (١-١٠٠ نانومتر) حيث تكون فيه خصائص المادة مختلفة تماما عن خصائص المادة العادية.
- وذكر (الاسكندرانى،٢٠١٠: ١٨) بأنها العلم الذى يهتم بدراسة معالجة المادة على المستوى الذرى والجزيئى، وتهتم بابتكار تقنيات ووسائل جديدة تقاس ابعادها بالنانومتر.
- وعرفتها (شلبى،٢٠١١: ١٢) بأنها علم يهتم بتعديل الجزيئات والذرات لصنع منتجات جديدة وهو من مجالات العلوم التطبيقية ويعنى بالسيطرة على المواد في حجم أصغر من الميكرومتر وكذلك تصنيع أجهزة في نفس الحجم ، وهو مجال متعدد الاختصاصات المعرفية (الفيزياء، الكيمياء، الهندسة، البيولوجي).

ويعرفها البحث الحالي بأنها التقنية التي تتعامل مع الأشكال الهندسية التي لا تتعدي أبعادها ١٠٠ نانومتر (لا تري بالعين المجردة) ، وهو العلم الذي يهتم بإنتاج أشكال هندسية جديدة عبر تجميعها على المستوي الصغير من مكوناتها الأساسية .

وهناك تعريفات اخري لبعض المفاهيم التي يقوم عليها علم النانوتكنولجي كمفهوم جسيمات النانو وتعرف علي انها الجسيمات التي تقل أبعادها أو أحد أبعادها عن ١٠٠ نانومتر، ومفهوم مقياس النانو Nanoscale وهو مقياس يستخدم لقياس وحساب أبعاد تتراوح بين ٠.١ الي ١٠٠ نانومتر .

الرياضيات والنانوتكنولوجي :-

المواد عند مقياس النانو تظهر خواص مختلفة تماما عن الأحجام الكبيرة، اذ يطرأ هذا التغير على خصائص المواد نانونية الأبعاد بسبب الزيادة النسبية في مساحة السطح بالنسبة لحجمها، وسيطرة تأثير ميكانيكا الكم بدلا من ميكانيكا نيوتن التقليدية، فزيادة مساحة السطح يعزز التفاعل الكيميائي للمادة ويغير الخصائص الضوئية والمغناطيسية، لذا تهدف تقنية النانو الاستفادة من هذه التأثيرات المرتبطة بالأبعاد النانونية للمادة لتكوين نظم وأجهزة وبنى ذات خصائص ووظائف جديدة تبعا لهذه الأبعاد والأحجام الجديدة.

وتتغير أيضا الخواص الهندسية للمادة وهنا تكمن العلاقة بين علم الرياضيات والنانوتكنولوجي، فالشكل الهندسي يتغير كليا عند تجزئته لمقياس النانومتر وبالتالي يمكن اعادة بناء هذه الأجزاء مرة أخري للحصول علي شكل هندسي جديد، كما أن مساحة الشكل الهندسي تزيد لتصبح أكبر ما يمكن عند تجزئته، وبناء عليه فأن علم النانوتكنولجي قدم مبدأ هام لعلم الرياضيات وهو "عدم التقيد بشكل هندسي معين". (Becker, M,2011,17)

ويتضح الارتباط بين علم الرياضيات وعلم النانوتكنولجي فيما يلي :-

١- يتم استخدام القوانين والنظريات الرياضية والمحاكاة بالكمبيوتر في دراسة سلوك المواد المتناهية في الصغر التي لا تخضع للقوانين المعروفة لدينا عند مقياس النانومتر، وبالتالي أصبح العلماء في احتياج للنماذج الرياضية التي تساعدهم علي فهم سلوك جسيمات النانو. Natchimuthu, (C,2011:11)

٢- دور أحد فروع الرياضيات وهو هندسة الفركتال في وصف تركيب الجزيئات عند مقياس النانومتر، وتحديد البعد الفركتالي تمهيدا لإعادة تركيب هذه الجزيئات ومعرفة كيف يمكن تجزئة

الشكل الهندسي والوصول به لمقياس النانومتر، وتساعد علي معرفة عدد الأجزاء النانونية التي تنتج من شكل محدد، وكذلك استخدام طريقة هندسة الفركتال لتصنيع مواد النانو من مواد أكبر حيث أنها طريقة رياضية يتم فيها تجزئ الشكل بأداة حادة ليصبح الجزء يشبه الكل وتستمر هذه التجزئة حتي مقياس النانومتر الذي عنده يصبح الجزء لا يشبه الكل.(Singh, G,2005)

٣- استخدام نظرية الاحتمالات في التنبؤ بالخواص الجديدة التي يمكن أن تكون عليها المادة عند تفكيكها لمقياس النانومتر.

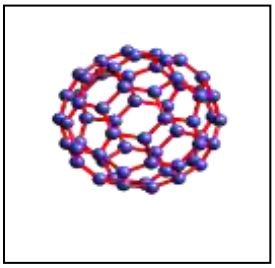
٤- تحديد مدي التغير الكبير في مساحة المادة الذي ينتج من عملية الـ Top down ، وهذا التغير يفيد في كثير من العلوم مثل علم الكيمياء وفيه كلما ذادت مساحة المادة زاد معها نشاطها الكيميائي. (Marinelle, 2014:59)

٥- استخدام بعض المفاهيم الرياضية التي يقوم عليها علم النانوتكنولجي كمفهوم النانومتر ومقياس النانومتر.

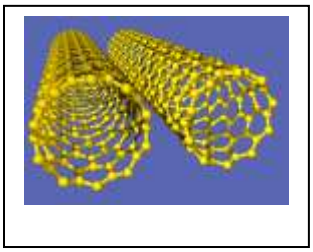
٦- استخدام التمثيلات الرياضية والبصرية لتفسير حجم المواد عند مقياس النانو (Doriel Moorman ,2015)

٧- صناعة بعض الأشكال النانونية مثل الكرات النانونية والأنابيب النانومترية وهي أنابيب أسطوانية الشكل تحتاج لصناعتها تفهم لقوانين المجسمات الهندسية مثل الأسطوانة الدائرية والكرة التي تستخدم لنقل المواد النانونية، **ومن أمثلة المجسمات النانونية التى تم تصنيعها باستخدام الأشكال الهندسية ما يلى**:(Uppal, N,2009)، (الحبيشى ، ٢٠١١: ٢٣)

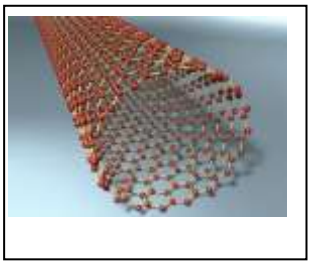
<u>الحاملات النانونية</u> :- هي مجسمات هندسية متناهية في الصغر تتميز بسرعة نقل المواد المختلفة بكميات كبيرة (نتيجة للزيادة الكبيرة في المساحة عند مقياس النانومتر) الي أماكن يصعب توصيلها بالحاملات الكبيرة البطيئة الحركة لكبر حجمها، **ومن أمثلتها الكرات النانونية والأنابيب النانومترية** .



- **الكرات النانوية:** ومن أهمها كرات الكربون النانوية وهى متعددة القشرة وخاوية المركزويصل قطرها الي ٥٠٠ نانومتر، فإذا أردت صنع موصل يمكن استخدام كرة صغيرة مملوءة بالنحاس، وإذا أردت صنع عازل يمكن استخدام كرة مملوءة بمادة يمكن حرقها بالليزر للحصول على فراغ هوائي .

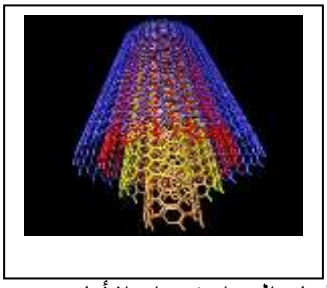


- **الأنابيب النانومترية :**هي عبارة عن شرائح نانوية تطوى على شكل اسطوانة وتتكون من ذرات الكربون التي تأخذ شكلا أنبوبيًا يساعدها امتلاك كثير من الخصائصالفيزيائية الجيدة حيث حصل العلماء منها على مقاومة أشد من مقاومة الفولاذ بعشر مرات ، وأشد صلابة من الماس بمرتين، وقد تم استخدام الأنابيب النانومترية في الكثير من التطبيقات الطبية وغير الطبية ، وتعتبر من أكثر تطبيقات النانوتكنولجي استخدامًا في مختلف العلوم، وفي الطب تم استخدام نوعين من أنواع الأنابيب النانومترية هما:(Levine, M,2007)



١- **الأنابيب النانومترية وحيدة الجدار:**

و هي تتكون من طبقة واحدة من ذرات الكربون تأخذ شكل الأسطوانة .



٢- **الأنابيب النانومترية متعددة الجدران :** والتي تشبه وحيدة الجدار ظاهريًا إلا إنها تتخذ عدة طبقات مركزية فوق بعضها ، ويمكن لهذا النوع الذوبان في الماء. ومن مميزات الأنابيب النانومترية أنها تقاوم قوى الشد والجذب الكبيرة ، **ومن تطبيقاتها ما يلي** :- (Hossain, S,2009)

أ. توصيل الأدوية و العقاقير بواسطة الأنابيب النانومترية :- توصل العلماء الى استخدام الأنابيب النانومترية لحمل العقاقير إلى مختلف أنسجة الجسم دون ضرر بالغ لأنسجة الجسم.

ب. الأنابيب النانومترية في العلاج بالجينات :- وتستخدم لذلك بسبب قدرتها البالغة في توصيل الجينات المختلفة إلى داخل النواة دون إحداث إصابات بالغة في الخلية.

تطبيقات النانوتكنولجي الحياتية :

وجد العلماء أن هناك علاقة بين حجم الجسم و سرعته (أي أنه كلما قل حجم الجسم كلما زادت سرعته) وبالتالي تزداد قوة اختراقه للأجسام الأخرى، كما أن صغر حجم هذه الجزيئات يجعلها شبه شفافة مما يتيح المجال إلى دراسة الأجسام المجاورة لها بكل سهولة، كما ان صغر حجم النانومتر يتيح استخدامه في تطبيقات متعددة، حيث أنه كلما صغر حجم الجسيم كلما كان الإنسان قادرًا على تشكيله كما يشاء. (Rojas-Arenaza,2009)

كما ان علوم النانو فتحت الكثير من الآفاق والفرص لتطبيقات لا حصر لها فى مجالات عديدة كالطب، الأحياء، الطاقة، الإلكترونيات، الفضاء، الصناعة وغيرها، فعلماء الفضاء أيضاً يأملون بصناعة مركبات فضائية أخف وأوفر كثيراً من الحالية، علماء البيئة يأملون في صناعة خلايا شمسية لتوليد الطاقة أكثر كفاءة وأقل صيانة وأرخص ثمناً من المستخدمة حالياً ليحافظوا على البيئة خالية من الملوثات. (Sun, Y,2009:97)

وقد قام الباحثون في مركز جونيت للأبحاث بجامعة تورونتو بتكوين لجنة مكونة من ٦٣ خبيرا لتحديد أهم عشرة تطبيقات للنانو تكنولوجي تحتاجها البشرية للتنمية في مجالات المياه والزراعة والصحة والطاقة والبيئة في السنوات العشر القادمة، وكان الترتيب كالتالي: تخزين الطاقة وإنتاجها وتحويلها، تحسين الإنتاج الزراعي، معالجة مياه الشرب، تشخيص الأمراض ومتابعتها، تسليم الأدوية، معالجة الطعام وتخزينه، معالجة تلوث الهواء، البناء، مراقبة الصحة، مقاومة الآفات والحشرات.(Gorghiu&Gorghiu,2013:4) .

وفي الاستخدامات الحربية للنانوتكنولوجى، يأمل العلماء صنع غواصة في حجم البعوضة او طائرة في حجم البرغوث من خلال قوانين التشابه الرياضية وقد وجد ان اكثر استخدامات النانوتكنولجي خطورة هو استخدامه في المجال الحربي فالدول المتقدمة توصلت لصنع طائرات تجسسية بحجم اليد بواسطة تقنية النانو وفي مجال صناعة الأسلحة والقنابل فالميدان خصب لإنتاجها بتقنية النانو.(Karlsson& Enghag,2014)

كما أكتشف العلماء بعض الخواص الجديدة للذهب في مستوى النانو أفادت كثيراً في مجال الطب خاصة في عمليتي التشخيص والعلاج، فالذهب في مستوى النانو له القدرة على امتصاص الضوء وتحويله إلى طاقة حرارية، وقد تم الاستفادة من ذلك في علاج السرطان من خلال حقن الورم بجزيئات نانو الذهب والتي توضع داخل جزيئات خاصة تمكنه من دخول الخلايا السرطانية فقط دون الخلايا السليمة، ثم يسلط على الورم كمية معينة من الضوء فتمتصه جزيئات الذهب وتحوله إلى حرارة كافية لقتل وتدمير الخلايا السرطانية دون الإضرار بالخلايا السليمة، وتعرف هذه التقنية باسم "العلاج الضوء-حرارى". (Laherto, 2010: 161)

كما وجد العلماء أيضا أنه لكى يتم التوصل الى حاسب آلى سريع وأكثر فاعلية لا بد من التوصل إلى ترانزستور صغير جداً، حيث كلما قل حجم الترانزستور زادت فاعلية الجهاز، لذلك تمكن العلماء من تصغير حجم الترانزستور حتى وصل الى حجم النانو.(Trichtchenko, O,2009)

كما لاحظ العلماء أن ورقه نبات اللوتس عندما تسقط الأمطار عليها لا تبتل، وأن جزيئات المطر تتجمع على سطحها وتسقط دون أن تمتصها الورقة، وعند فحص الورقة أكتشف العلماء وجود شعيرات دقيقه جدا فى مستوى النانو من ماده كارهه للماء تقوم بحمل جزيئات الماء دون أن تمتصها، ومن هنا أستوحى العلماء الفكرة لصناعة أنسجة مقاومة للمياه والصبغات اعتماداً على نفس الفكرة، وذلك عن طريق معالجه الأقمشة بمواد كارهه للمياه فى مستوى النانو تجعلها غير قابله للصبغة ومقاومه للمياه. (Donald,2007: 178)

أهمية تدريس بعض التطبيقات الرياضية لمبادئ النانوتكنولجي لطالبات المرحلة المتوسطة :-

تعد التطبيقات الرياضية للنانوتكنولوجي من ضمن التطبيقات التي يجب توعية الطلاب بها والتي تتمثل في امكانية تكوين العديد من الاشكال الهندسية من أشكال هندسية اخرى من خلال تفكيك المجسم الهندسي الى بنيته الاساسية في مقياس النانومتر (١:١٠٠ نانومتر) ثم اعادة ترتيب هذه البنية مره اخرى للحصول على مجسم هندسي جديد . (Gorghiu&Gorghiu,2013:4)

وتتضح أهمية أهمية تدريس بعض التطبيقات الرياضية للنانوتكنولوجى لطالبات المرحلة المتوسطة كما يلى:

١- تعريف الطالبة بوحدة مقياس النانومتر والتي تقيس الأشياء المتناهية في الصغر الموجود في الحياة مثل قطر شعرة الرأس وسمك ورقة الكتاب وغيرها من الأشياء.

٢- تعريف الطالبة على الخصائص الهندسية للأشكال المتناهية في الصغر التي لا ترى بالعين المجردة والتي يمكن التحكم فيها والحصول منها على أشكال هندسية جديدة، مما يعمل على فتح أفاق للتفكير لدى الطالبة من خلال عدم التقيد بشكل هندسي محدد ومعرفة أن أي شكل هندسي يمكن تحويله لشكل هندسي أخر.

٣- تعريف الطالبة بدور المجسمات الهندسية التي تدرسها مثل الاسطوانة والمنشور والكرة في صناعة الأنابيب النانونية .

٤- زيادة تحكم الطالبة في مساحة الشكل الهندسي فأصبح بالإمكان زيادة مساحة الشكل الهندسي كما تريد من خلال تجزئته الى مقياس النانو.

٥- تعريف الطالبة باستخدامات النانوتكنولجي لعلاج بعض الأمراض الخطيرة ومعرفة أحدث طرق التجسس وصناعة المتفجرات وطرق تحويل المواد الرخيصة الى المواد الثمينة مثل تحويل الفحم الى الماس من خلال دراستها للأنشطة الرياضية، مما يشعرها بأهمية

الرياضيات ودورها في الحياة، وبالتالي تنمية اتجاهاتها نحو دراسة الرياضيات لإدراكها مدى أهميتها في المجالات المختلفة وفى التطور العلمي .

ومن الدراسات التي تؤكد على ضرورة ادخال التطبيقات الرياضية للنانو تكنولوجي ما يلى :

دراسة (أحمد ،٢٠٠٩) الذى قام بوضع تصور مقترح لمنهج الرياضيات بالمدرسة الثانوية الصناعية في ضوء احتياجات سوق العمل المعاصرة قائم علي بعض الموضوعات الرياضية ومن ضمنها رياضيات تكنولوجيا النانو حيث وضح دور النماذج الرياضية والمحاكاة بالكمبيوتر في فهم خواص المواد متناهية الصغر وبعض القوانين والنظريات الرياضية اللازمة لدراسة سلوك هذه المواد، دراسة (Richard, K, 2011) والذى قام بتحديد الموضوعات الجديدة التي سوف يقوم عليها منهج الرياضيات في المستقبل من خلال دراسته للعديد من الأبحاث في دول مختلفة ودراسة العلوم الحديثة التي لها تطبيقات مختلفة في مجال الرياضيات ووجد أنه علم النانوتكنولجي، دراسة (Jack,W,2012) والذى قام بدراسة كل المفاهيم والمصطلحات التي لها علاقة بعلم النانوتكنولجي في مجال الرياضيات والتي تناسب طلاب كلية التربية في الرياضيات، دراسة (John F, 2012) والتي هدفت الى تحفيز طلاب المدارس الثانوية لدراسة مادة الرياضيات من خلال تضمينها العدد من التطبيقات الرياضية للنانو تكنولوجي، ودراسة (حسن، ٢٠١٣) والتي هدفت الى اعداد برنامج مقترح قائم على التطبيقات الرياضية لهندسة الفركتال ومبادئ النانو تكنولوجي لتنمية التفكير الإبداعي والتحصيل والاتجاه نحو الرياضيات لدى طلاب المرحلة الاعدادية، دراسة (Kurapati,2014) والتي توصى بضرورة ادماج مفاهيم النانوتكنولجي لطلاب المرحلة الجامعية حيث توصلت الدراسة الى أن تكنولوجيا النانو تفرض العديد من التحديات على المؤسسات التربوية بضرورة تثقيف وتدريب جيل جديد من المهرة والمتخصصين في علم النانوتكنولجي تمتلك القدرة على تطبيق المعرفة في الرياضيات والعلوم والهندسة من أجل تصميم وتحليل الأجهزة النانوية، دراسة (Jacinta M,2014) والتي توصى بدمج تطبيقات النانوتكنولجي في المناهج الرياضيات للمرحلة الجامعية حيث أنها تعمل على تخريج طلاب لديهم كفاءة في حياتهم المهنية وتنمى لديهم مهارات التفكير الناقد والتفكير المركب وتنمى اتجاههم نحو دراسة الرياضيات لإدراكهم لتطبيقاتها الحياتية، دراسة (Doriel ,2015) والتي توصى بإدماج مفاهيم تقنية النانو في مناهج الرياضيات للصف التاسع بالمرحلة الابتدائية، حتى يستخدم الطلاب المهارات الرياضية التى تعلموها في فهم مفاهيم النانو، وحتى يشعر الطلاب بمتعة أثناء دراستهم للرياضيات ويدركون قيمتها في الاكتشافات

العلمية الحديثة، وتوصى الدراسة بضرورة تعريف الطلاب بمفاهيم النانوتكنولجي لأنه سيلعب دورا كبيرا في مستقبلهم.

وباستقراء الدراسات السابقة وجد أن رياضيات النانوتكنولجي يمكن أن تبسط وتدرس في مراحل التعليم العام بمراحله المختلفة، وأن تدريس التطبيقات الرياضية للنانوتكنولوجى يعتبر أمر ضروري لمواكبة الثورة المعلوماتية الهائلة والتقدم العلمي حيث أكدت هذه الدراسات على أن رياضيات المستقبل يجب أن تتضمن تطبيقات النانوتكنولجي لتثقيف الطلاب بمفاهيم النانوتكنولجي، لذلك سعت الدراسة الحالية لإعداد وحدة مقترحة قائمة على التطبيقات الرياضية للنانوتكنولوجى.

ولتدريس هذه الوحدة المقترحة القائمة على التطبيقات الرياضية للنانوتكنولوجى تم الاستعانة بنظرية تعلم جديدة تسمى نظرية التعلم المستند الى الدماغ والتي تؤكد على أن كل متعلم قادر على التعلم اذا ما توافرت بيئة التعلم النشطة الحافزة على التعلم والتي تتيح له الاستغراق في الخبرات المقدمة لها دون تهديد.

ثانيا: نظرية التعلم المستند الى الدماغ:

يقوم التعلم المستند الى الدماغ على المبادئ التالية: ،(Wachob,2012)، (Ridley, J,2012)

١- التعلم عملية بنائية نشطة مستمرة وظيفية التوجه لبناء المعنى وتعميق المخ بهدف تنمية وتنشيط جانبي المخ أثناء التعلم، حيث أن الهدف الأساسي من عملية التعلم هو احداث التكيف المعرفي- العصبي.

٢- المعرفة والتشابكات العصبية القبلية لمخ الطالب شرط أساسي لبناء التعلم ذي المعنى.

٣- مخ الطالب متغير وليس ثابت، ومن ثم فان تزويده بخبرات تعليمية اثرائية يمكن أن يزيد من نمو التشابكات العصبية للمخ وان حرمانه من تلك الخبرات يمكن أن يقلل من ذلك النمو.

٤- تنمو الخلايا العصبية للدماغ من خلال حرص المتعلم وايجابيته أثناء ممارسة الأنشطة لذلك لابد من استخدام أنشطة تستثير دافعية المتعلم للتعلم.

٥- يتسم دماغ كل متعلم بالتفرد، وهذا يتطلب مساعدته ليتعلم وفق أساليب التعلم المفضلة لديه وأن تكون الخبرات التعليمية ذات صلة به وبحياته الواقعية.

٦- لابد من تهيئة بيئة تعلم مناسبة لاحتياجات المتعلم وخصائصه وذلك باستخدام انشطة ذات علاقة بخبراته الحقيقية حتى يشعر المتعلم بوظيفة المعرفة وقيمتها، وكذلك من خلال استخدام الخبرات المرتبطة بالانفعالات والعواطف الايجابية وذلك لزيادة افراز النواقل العصبية المشاركة الداعمة للتعلم .

٧- يتعلم المتعلم على نحو أفضل بالتحدى المعتدل، فالفشل المستمر أو النجاح السهل يفقد المتعلم دافعيته، لذا يجب أن تكون الخبرات التعليمية المقدمة أكثر جدة وتحديا لتزيد من احتمال تنشيط ممرات وتشابكات عصبية جديدة للمخ.

٨- لابد من منح مخ المتعلم الوقت الكافى والمناسب لحدوث التعلم وترسيخه وتكوين التشابكات العصبية اللازمة من خلال اتاحة الوقت المناسب له لتأمل الخبرات وتجريبها واستخدامها في مواقف مشابهة وجديدة.

٩- التعلم نشاط تعاوني، فالمخ بطبيعته اجتماعي يتغير باستمرار تبعا لانخراط المتعلم مع أقرانه ومع البيئة.

ويمر التدريس وفقا لنظرية التعلم المستند الى الدماغ وفقا لعدة مراحل: (عبد الحميد،٢٠١٤)، (Roberts,2012) (قرنى،٢٠١٠)

أولا: مرحلة التهيئة والاعداد للتعلم: وتتضمن هذه المرحلة تهيئة المتعلم واستدعاء خبراته السابقة المتصلة بالدرس الحالي وامداده بفكرة عامة عن الدرس وتصور ذهني للمواضيع ذات الصلة، فكلما كان لدى المتعلم خلفية أكثر عن الموضوع الى يدرسه كلما كان أسرع في تمثيل المعلومات الجديدة ومعالجتها وتكوين صورة ذهنية كلية منظمة لها في علاقات مترابطة.

ثانيا: مرحلة الاكتساب: وتشمل هذه المرحلة اكساب المتعلم الخبرات الجديدة مترابطة بحيث تتشكل تشابكات عصبية جديدة لديه وذلك من خلال تقديم المحتوى العلمى المناسب وتوفير بيئة تعلم محفزة للتعاون والتنتافس الايجابى بين الطلاب مما تعمل على تنشط مخهم لاستحضار التشابكات العصبية السابقة وبناء روابط ذهنية جديدة مرتبطة بها، بحيث يحدث تنظيم للمعرفة والخبرات تنظيما ذاتيا.

ثالثا: مرحلة التفصيل والتوسيع: وتهدف هذه المرحلة الى الكشف عن ترابط المفاهيم وتعميق فهمها وتدعيم التشابكات العصبية التى تكونت نتيجة التعلم الجديد وذلك من خلال دمج المتعلم فى أنشطة تعمل على وضوح معانى الخبرات بشكل أوضح مما يعمل على زيادة النمو فى التشابكات

العصبية، وتعلم مهارة ايجاد الروابط والتشابهات وادراك الاختلافات وذلك من خلال استخدام المعلم لاستراتيجيات التدريس المناسبة تربط المواضيع بطرق تجعلها ذات معنى فى صورة كلية، ومن خلال عمل المعلم تغذية راجعة للمتعلم لتصحيح وتعديل مفاهيمه باستمرار.

رابعا: مرحلة بناء الذاكرة: وتهدف هذه المرحلة الى تقوية التعلم لدى المتعلم حتى يستدعى المعلومات بسهولة وهذا يتطلب تهيئة الحالة الانفعالية السارة للمتعلم وتوفير بيئة اجتماعية مناسبة يسمح له فيها باختيار الافكار والترابطات وتوفير انفعالات ايجابية وبيئة تعلم امنة وتقديم التغذية الراجعة المناسبة له واتاحة الوقت الكافي لترسيخ التعلم لديه وتوفير الخبرات التفاعلية النشطة المنشطة للذاكرة حيث أنها تؤثر فى نوعية النواقل العصبية للمتعلم.

خامسا: مرحلة الاندماج البنائي: تتطلب هذه المرحلة جهدا بيولوجيا ونشاطا مخيا للمتعلم لادماج الخبرات الجديدة فى مخزون الخبرات السابقة، وتتطلب عملية الادماج تنظيما بيئيا مناسبا، وتدل هذه المرحلة على حدوث الخطوات السابقة وانتظام الخبرات وتوافقها معا فى علاقة ترابطية على صورة شبكات ذهنية تحقق الانسجام والتوافق والتكامل بين الخبرات، وتتطلب هذه المرحلة من المعلم تقديم الخبرات التعليمية فى شبكات أو خرائط ذهنية تناسب الشبكات العصبية للمتعلم، وتزويد المتعلم بالتغذية الراجعة الفورية والمستمرة وتوضيح الهدف من التعلم وتوجيه التشابكات العصبية نحوه.

وتتضح الأهمية التربوية للتدريس القائم على التعلم المستند الى الدماغ كما يلى:

كشفت الأبحاث العلمية فى السنوات الماضية الكثير من أسرار الدماغ البشرى، مما أدى الى تغير فى كيفية توظيفه فى عملية التعلم بشكل أفضل، مما دعى الى اعادة النظر فى أهداف العملية التربوية ووسائلها واستراتيجياتها بما يتيح للطلاب اكتساب المعرفة القائمة على خصائص الدماغ البشرى. (اريك جينسن،٢٠١٠: ١٠٢)

فالتعلم المستند الى الدماغ يلعب دورا مهما في العملية التعليمية وذلك لتركيزه على الجوانب العقلية والدماغية للمتعلم وكيفية التعامل معه في ضوء خصائصه الدماغية والتفكيرية، **ولهذا فان محتوى مناهج الرياضيات المعدة فى ضوء هذا النوع من التعلم ينبغي أن يراعى الأمور التالية:** (Muscella,2014)

١- تنظيم محتوى المنهج الدراسي في ضوء القدرات المتعلمين التفكيرية، وذلك من أجل الاستفادة من القدرة الديناميكية للدماغ في بناء الخبرات وتنظيمها، حيث لا يستطيع الدماغ

تنظيم الخبرات بسهولة اذا لم يكن هناك خبرات أساسية منظمة مسبقا متصلة بالخبرات القادمة.

٢- تضمين المحتوى موضوعات تراعى الفروق الفردية في القدرات الذكائية بحيث تنشط الوصلات العصبية للدماغ في ايجاد الانماط التركيبية اللازمة لإحداث المعنى المطلوب.

٣- أن يصمم المحتوى في ضوء خصائص البيئة المحيطة بالمتعلم، بحيث يجد المتعلم للخبرات التعليمية معنى، ويستطيع دمج هذه الخبرات في بنيته العقلية، وذلك من خلال استخدام مدخل السياق الطبيعي وفيه يتم تدريس المفاهيم للمتعلم من خلال مواقف حقيقية يستطيع أن يجربها المتعلم بنفسه وكذلك من خلال مساعدته على حل مشكلات واقعية فردى وجماعي.

٤- أن يحتوى المحتوى على أنشطة تحدى عقول الطلاب وتحتوى على تطبيقات عملية للمعلومات والمهارات في سياقات ذات صلة بحياتهم .

وهذا ما تم مراعاته عند اعداد الوحدة المقترحة القائمة على التطبيقات الرياضية للنانوتكنولوجى بحيث تظهر أنشطتها الفائدة الوظيفية والتطبيقية لعلم الرياضيات مما جعل تعلمها ذات معنى كما تم تدريسها من خلال ربطها بالمفاهيم التى سبق للطالبات أن تعلمتها، كما تم تصميمها بحيث تراعى طبيعة الطالبات ومستوى قدراتهن التفكيرية.

وتتضح الأهمية التربوية لاستخدام نظرية التعلم المستند الى الدماغ في تدريس الرياضيات لتنميتها للعديد من نتاجات التعلم للمراحل الدراسية المختلفة كما أثبتت العديد من الدراسات مثل: دراسة (Bello, D,2008) والتي توصلت الى فعالية استخدام استراتيجيات التعلم المستند الى الدماغ في تعليم تلاميذ الصف الخامس الابتدائي القسمة والكسور لتنمية التفكير الرياضي والتحصيل لديهم، دراسة(Unobskey,2009) والتي توصلت الى فعالية تدريس الرياضيات باستخدام التعلم المستند الى الدماغ في تنمية التحصيل الرياضى لدى طلاب المرحلة المتوسطة، دراسة (عبد العظيم، ٢٠١٠) والتي توصلت الى فاعلية برنامج مقترح في الرياضيات وفقا لنظرية التعلم القائم على تركيب المخ لتنمية التحصيل وكلا من التفكير الإبداعي والتفكير الناقد والتفكير البصرى المكاني لدى طلاب لصف الأول الإعدادي، ودراسة (القرنى،٢٠١٠) والذى وضع تصور مقترح لتدريس الرياضيات في ضوء متطلبات التعلم المستند الى الدماغ، ودراسة (Awolola ,S , 2011) والتي توصلت الى أثر استخدام استراتيجيات التعلم المستند الى الدماغ

في تنمية التحصيل والدافعية للإنجاز في مادة الرياضيات لدى طلاب المرحلة الثانوية وجعل الرياضيات ممتعة بدلا من تدريسها بصورة مجردة، ودراسة (البنا، ٢٠١١) والتي توصلت الى فعالية نموذج تدريسي قائم على نظرية التعلم المستند الى الدماغ في تنمية الابداع والتواصل الرياضى لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية، ودراسة (خطاب، ٢٠١٣) والتي توصلت الى فعالية نموذج تدريسي قائم على التعلم المستند الى الدماغ في تنمية التواصل الرياضى والحساب الذهني لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية، ودراسة (St. Hill, 2013) والتي توصلت الى فعالية تدريس الرياضيات باستخدام التعلم المستند الى الدماغ في تنمية الفعالية الذاتية والأداء الأكاديمي والمهارات الرياضية لدى طلاب المرحلة الثانوية، ودراسة (عبد الحميد،٢٠١٤) والتي توصلت الى فعالية نموذج تدريسي قائم على المخ في تنمية القوة الرياضية والاتجاه نحو مادة الرياضيات لدى طلاب المرحلة الاعدادية.

وباستقراء هذه الدراسات نجد انها أكدت على فعالية استخدام التعلم المستند الى الدماغ في تنمية كلا من التحصيل والتفكير الناقد والتفكير الإبداعي والتفكير البصرى المكاني والتفكير الرياضي والحساب الذهني والقوة الرياضية وتنمية الاتجاهات الايجابية نحو الرياضيات والدافعية للإنجاز وخفض القلق الرياضي وذلك لأن التعلم المستند للدماغ يتيح للطلاب ممارسة الأنشطة المعرفية وما وراء المعرفية فيهتم بالفهم واستيعاب المعرفة وتطبيقها وكذلك الاهتمام بالوعى بها مما يرفع مستوى كفاءة العقل البشرى وزيادة امكاناته وقدراته.

ثالثا: مهارات التفكير المتشعب Neural Branching Skills

يعد مصطلح التفكير المتشعب من المصطلحات الحديثة على الساحة التربوية، ولكى يحصل البحث على المصطلح الأكثر دقة وتحديدا لمهارات التفكير المتشعب تم مراجعة العديد من الدراسات كما يلى :

- تشير (Hamit, 2005: 466) الى ان مهارات التفكير المشعب هي قدرة المتعلم على انتاج اجابات متعددة ومدى واسع من الأفكار للمشكلة الواحدة، والتأكيد على كم وكيف هذه الاستجابات والبحث على روابط جديدة بينها وتغيير اسلوبه في التفكير اذا ما تطلبت المشكلة ذلك وتتمثل هذه القدرات في: المرونة، الطلاقة، الاصالة والتفاصيل، الحساسية تجاه المشكلات .

- كما تشير (عمران، ٢٠٠٥: ١٠-١١) بأنها القدرة على ممارسة اكبر قدر ممكن من الربط بين الأفكار والمفاهيم والمعلومات والحقائق المرتبطة بالموضوع مما يحدث اتصالات جديدة بين الخلايا العصبية في شبكة الأعصاب بالمخ ويتعلق بالكيفية التي يعمل بها العقل عند معالجته للمشكلات أو الأفكار أو المواقف والأحداث، وتلك المهارات تظهر فى: ادراك العلاقات الجديدة، واعادة تصنيفها في ضوء ما تم ادراكه، واجراء عمليات تأليف وتركيب، وتقديم رؤى جديدة، وادخال التحسينات.
- ويعرفها (مقيبل، ٢٠٠٧: ٥) بأنها مجموعة المهارات التي تمكن المتعلم من التوصل الى أكبر عدد ممكن من الأفكار والارتباطات والحلول المبدعة المتنوعة عند تعامله مع مشكلات أو اسئلة لها أكثر من حل صحيح.
- وتوضح (أدم، ٢٠٠٨: ٩٣) بأنها المهارات التي تنتج من فتح مسارات جديدة للاتصال بين الخلايا العصبية المكونة لشبكة الاعصاب بالمخ، وتتضح هذه المهارات في مرونة الفكر وصدور استجابات تباعدية غير نمطية وتعدد الرؤى واعمال الذهن عند معالجة المتعلم للمشكلات الجديدة بالنسبة له .
- أما (محمد، ٢٠٠٩: ٧١) فيرى أنها تلك المهارات العقلية التي تظهر في صورة أنشطة معرفية وأنشطة ما وراء معرفية وتتضمن هذه المهارات: المرونة، الطلاقة، وادراك وتركيب علاقات جديدة والتوليد المتزامن للأفكار وادخال تحسينات وتفضيلات وتقديم رؤى جديدة والتحويل من فكرة الى فكرة .
- وتوضح كلا من (أبو عواد، عشا، ٢٠١١: ٨٤) أن مهارات التفكير المتشعب هي القدرة على توليد العديد من الاستجابات المختلفة للسؤال الواحد أو المشكلة الواحدة، وحددت كل منهما هذه المهارات كالتالي: (التفكير الطلق، التفكير المرن، التفكير الأصيل، التفكير التفصيلي أو الموسع) .
- ويضيف (زنقور، ٢٠١٣، ٥١-٥٢) بأنها مجموعة الممارسات والقدرات التي تربط بين الافكار والمفاهيم والمعلومات والحقائق الرياضية والتي تبدأ بحوار داخلي في دماغ المتعلم، وتظهر في قدرته على علاج المشكلات والمواقف من خلال: القدرة على انتاج أكبر قدر ممكن من الافكار والصور والتعبيرات الملائمة في وحدة زمنية محددة (التفكير الطلق)، القدرة على توليد أفكار متنوعة ليست من نوع الأفكار المتوقعة عادة وتوجيه

مسار التفكير أو تحويله مع متطلبات الموقف (التفكير المرن)، والقدرة على انتاج أفكار أو أشكال أو صور جديدة متميزة وفريدة (التفكير الأصيل)، والقدرة على التوسع وتفصيل الفكرة البسيطة وتحسين الاستجابات العادية وجعلها أكثر دقة ووضوح (التفكير الموسع) .

ومن خلال الأدبيات السابقة ترى الباحثة أن مهارات التفكير المتشعب هي: تلك المهارات العقلية التي تمكن الطالبة من الربط بين المفاهيم والمهارات والعلاقات الرياضية وادراك العلاقات الجديدة بينها وتركيب علاقات جديدة واعادة تصنيفها في ضوء ما ادركته، وتظهر ذلك في قدرتها على معالجة المشكلات الرياضية الجديدة بمرونة وبرؤى متنوعة واستجابات تباعدية غير نمطية وتوجيه مسار تفكيرها والتحكم فيه وتعديله تعديلا قصديا أو تحويله مع متطلبات المشكلة الرياضية مع ادخالها تحسينات وتفصيلات لهذه الاستجابات.

وقد حدد البحث الحالي مهارات التفكير المتشعب في (التفكير الطلق، التفكير المرن، التفكير الأصيل، التفكير الموسع) كما حددتها كل من دراسة (Ashton,J,2009) ، (أبو عواد، عشا، ٢٠١١: ٨٤)، (زنقور، ٢٠١٣: ٥١-٥٢)

أهمية تنمية مهارات التفكير المتشعب: (أبو النجا، ٢٠١٣، ٦) ، (Nusbaum,E,2011)

١- أن تشعب التفكير يدعم حدوث اتصالات والتقاءات وتفريعات جديدة بين خلايا المخ مما يعمل على زيادة كفاءة الشبكة بزيادة عدد الوصلات بين الخلايا وزيادة سعتها وسرعة توصيلها مما يعمل على فتح مسارات جديدة للتفكير عبر الخلايا العصبية في شبكة الأعصاب بالمخ مما يتيح للعقل امكانات وقدرات جديدة تسهم في رفع كفاءته واثراء امكاناته وطاقاته .

٢- للتفكير المتشعب دورا في تنمية قدرة المتعلم على اصدار استجابات تباعدية تتميز بالانطلاقة الفكرية والمرونة العقلية مما يعمل على تحسين مستوى العمليات العقلية المتطلبة للتفكير التباعدي وزيادة فرص الابداع والابتكار لدى المتعلم بدلا من التفكير بصورة نمطية .(Dewhurst, 2011)

٣- يساعد التفكير المتشعب على حدوث العديد من العمليات العقلية مثل ادراك العلاقات الجديدة واعادة تصنيفها واجراء عمليات تأليف وتركيب وتقديم رؤى جديدة .

٤- التفكير المتشعب تفكير متعدد الرؤى يزيد امكانية التفكير في زوايا واتجاهات ووجهات نظر متعددة ومتنوعة تتكامل فيما بينها لتكوين رؤية ذاتية شاملة لكل عناصر الموقف .

٥- أن تشعب تفكير الطلاب يساعدهم على ايجاد حلول مبتكرة للمشكلات الرياضية وقدرة على تصحيح وتقويم مسار تفكيرهم لأنه يتيح الفرصة للنظر الى الأشياء المألوفة بنظرة جديدة فتعمل على توليد أفكار جديدة .

كيفية تنمية مهارات التفكير المتشعب :

أثبتت العديد من الدراسات أنه يمكن تنمية مهارات التفكير المتشعب باستخدام مداخل وبدائل جديدة وكذلك الاعتماد على استراتيجيات ومداخل تهيئ ذهن المتعلم الى تعلم ذي معنى بدلا من الاستراتيجيات التى تعتمد على الحفظ والتلقين ، **ومن هذه الاستراتيجيات والمداخل ما يلى :**

١- استخدام استراتيجيات التفكير المتشعب (استراتيجية (التفكير الافتراضي، التفكير العكسي، الأنظمة الرمزية المختلفة، التناظر، تحليل وجهات النظر، التكملة، التحليل الشبكي للعلاقات) لتنمية مهارات التفكير المتشعب حيث انها تعد بمثابة تدريب لخلايا الأعصاب بالمخ وفتح مسارات جديدة للتفكير على شبكة الأعصاب بالمخ اذ تسمح للدم أن يسير عبر مسارات تنشط خلايا عصبية أخرى مما يسهم في زيادة مرونة المخ، كما في دراسة كلا من (أدم، ٢٠٠٨) ، (محمد، ٢٠٠٩) ، (أبو النجا، ٢٠١٣) ، (Kousoulas,F,2010).

٢- استخدام المدخل المفتوح القائم على حل المشكلة مفتوحة النهاية واستخدام برنامج تدريبي مستند الى الحل الإبداعي للمشكلات لتنمية مهارات التفكير المتشعب كما في دراسة: (Kwon,N,2006)،(Kandemir, 2007)، (Joen,K,2011) ،(أبو عواد، عشا، ٢٠١١)، (زنقور، ٢٠١٣)، (Tettamanzi,2009) ، (Kousoulas,F,2009) حيث أثبتت هذه الدراسات أن تغيير الأداء النمطي في طرح المسائل والمشكلات الرياضية وجعلها مفتوحة النهاية تحتاج الى تفسير واستقصاء البيانات المختلفة حول المسائل الرياضية يعمل على تنمية مهارات الطلاقة والمرونة والأصالة والتوسيع.

٣- استخدام استراتيجية العصف الذهني لتنمية مهارات التفكير المتشعب كما في دراسة (Runco, M,2005) حيث أثبتت هذه الدراسة أن هذه الاستراتيجية تتيح للطلاب الفرصة للتفكير أثناء اقتراح العديد من الأفكار المتنوعة والجديدة والمبتكرة مما يعمل على تنمية مهارات التفكير المتشعب .

٤- استخدمت دراسة (Schwind,2012) المناقشات خلال الانترنت لتنمية مهارات التفكير المتشعب.

٥- اثبتت دراسة (Jeon,K,2009) أنه يمكن تنمية مهارات التفكير المتشعب لدى طلاب المرحلة الابتدائية من خلال تنمية الجوانب المعرفية والمهارية المختلفة لديهم .

٦- أثبتت دراسة (Gilhooly, F,2007) أن استخدام المثيرات البيئية والأنشطة التعليمية المثيرة يعمل على تنمية مهارات التفكير المتشعب حيث أن هذه الانشطة تزيد اهتمام الطالب وتركيزه وهذا يحفز المخ ويعمل على زيادة الخلايا الموصلة وتزيد دافعية الطلاب للتعلم مما يسمح لأنماط متعددة للتفكير من العمل .

وباستقراء الدراسات السابقة يتضح أنه يمكن تنمية التفكير المتشعب من خلال استخدام استراتيجيات تعمل على تدريب خلايا المخ وتفتح مسارات جديدة للتفكير كاستراتيجيات التفكير المتشعب، وكذلك استخدام استراتيجيات تدريسية غير تقليدية للتدريس وطرح المسائل والمشكلات الرياضية مثل المدخل المفتوح القائم على حل المشكلة مفتوحة النهاية واستخدام برنامج تدريبي مستند الى الحل الإبداعي حيث أن هذه المداخل تحتاج من الطالب الى تفسير واستقصاء للبيانات المختلفة وتتبع مسارات تفكيره والوعى بها وادراك المسارات الصحيحة منها وتجنب المسارات الخاطئة مما يؤدى الى التحكم القصدي في التفكير وتعديله من خلال سماع صوت العقل وهو يفكر ويتحدث الى نفسه حديثا داخليا، وكذلك استخدام كلا من استراتيجية العصف الذهني والمناقشة حيث أنها تتيح للطلاب الفرصة للتفكير بطريقة غير نمطية لطرح العديد من الأفكار المتنوعة وطرح أكبر عدد من الحلول للمشكلة الرياضية واستخدام مهارات التفكير الافتراضي والعكسي واكتشاف العلاقات الجديدة.

- **النانوتكنولجي والتفكير المتشعب**

يتضح مما سبق أن تطبيقات علم النانوتكنولجي تحتاج الى التفكير بصورة غير نمطية متشعبة مبدعة، فالخواص الجديدة للمادة عند مقياس النانو تحتاج افراد مبدعين يمكنهم الحصول علي اي مادة من مادة خري من خلال اعادة تركيب مكوناتها المتناهية في الصغر والتنبؤ بخواصها الجديدة.

فإعادة تركيب البنية النانونية للمادة والحصول علي مواد جديدة ذات أشكال هندسية جديدة يحتاج الي شخص مبدع يستطيع ان يخرج عن النمطية في التفكير، ودراسة الطالبة لمبادئ النانوتكنولجي من خلال الأشكال الهندسية قد يساعده علي التفكير في عدم التقيد بشكل معين فيمكن

الحصول علي مثلث غير أجوف من مربع غير أجوف أو من قطعة مستقيمة أو من مكعب، أي أن علم النانوتكنولجي يمكن أن يجعل كل الأشكال شكل واحد .

إجراءات البحث : للإجابة عن أسئلة البحث والحكم على مدى صحة فروضه اتبعت الباحثة ما يلى:

<u>للإجابة عن السؤال الأول والثانى من أسئلة البحث : اتبعت الباحثة الخطوات الآتية :</u>

اولاً: بناء قائمة الأسس التى تقوم عليها الوحدة المقترحة القائمة على التطبيقات الرياضية للنانوتكنولوجى، وقد اتبع الخطوات التالية:

أ ـ الهدف من بناء القائمة: إعداد تصور مقترح للوحدة المقترحة القائمة على التطبيقات الرياضية للنانوتكنولوجى .

ب- مصادر اشتقاق بنود القائمة: تم اشتقاق بنود (عبارات) تلك القائمة من خلال ما تم استخلاصه من الدراسة النظرية للأدبيات والدراسات والبحوث السابقة ذات الصلة بتطبيقات النانوتكنولجي ونظرية التعلم المستند الى الدماغ وتطبيقاتها التربوية ومهارات التفكير المتشعب وكيفية تنميتها، وطبيعة مقررات الرياضيات بالمرحلة المتوسطة وخصائص النمو العقلي للطالبات في هذه المرحلة.

جـ إعداد الصورة المبدئية للقائمة وضبطها :وقد تم اعداد اسس خاصة ب (الأهداف، المحتوى، الأنشطة والوسائل التعليمية، طرق التدريس، بيئة التعلم، التقويم)، وتم التأكد من صدق القائمة عن طريق عرضها على مجموعة من السادة المحكمين المتخصصين فى تعليم الرياضيات لمعرفة آرائهم والاستفادة من مقترحاتهم سواء بالحذف والإضافة والتعديل فى بنود القائمة .

د- إعداد الصورة النهائية للقائمة : بعد إجراء التعديلات على بنود القائمة فى ضوء آراء المحكمين ،أصبحت القائمة فى صورتها النهائية ♣.

<u>للإجابة عن السؤال الثانى : اتبع الخطوات الآتية :</u>

١ـ إعداد الوحدة المقترحة القائمة على التطبيقات الرياضية للنانوتكنولوجى فى ضوء الأسس السابقة ووفقا للخطوات التالية :

- قامت الباحثة بالاطلاع على الأدبيات والدراسات السابقة المرتبطة بموضوع علوم وتكنولوجيا النانو للتعرف على أهم المفاهيم والموضوعات المرتبطة بهذا المجال، وتم

♣ انظر ملحق (١) : قائمة بالأسس التى تقوم عليها الوحدة المقترحة القائمة على التطبيقات الرياضية للنانوتكنولجى.

عرضها على مجموعة من الأساتذة المتخصصين لإبداء أراءهم في مدى تتابعها وملائمتها لطالبات المرحلة المتوسطة.

- تحديد الأهداف العامة والإجرائية للوحدة المقترحة .
- تحديد محتوى الوحدة المقترحة وذلك من خلال المفاهيم المحددة مسبقا، وكتابة محتوى الوحدة في شكل مجموعة من الدروس بحيث تتضمن الوحدة (مقدمة للوحدة عن مبادئ النانوتكنولجي لتحفيز الطالبات علي دراسة الوحدة ثم عرض مفهوم النانومتر وربط هذا المفهوم كوحدة طول مع وحدات الطول التي درستها من قبل وهي وحدات أكبر منه ، ثم دراسة وحدات الطول الأصغر من النانومتر لمعرفه أنه ليس أصغر وحدات الطول، ثم تدرس الطالبة بعد ذلك تجزئة المربع والمثلث المتساوي الأضلاع لمقياس النانومتر ودراسة مفهوم الإنشاءات النانونية، ودراسة تجزئة المجسمات مثل المكعب والمنشور الثلاثي المنتظم لمقياس النانومتر، ودراسة زيادة مساحة المجسم عند مقياس النانومتر، ودراسة بعض التطبيقات الرياضية للنانوتكنولوجى)
- تحديد الأنشطة والوسائل التعليمية المستخدمة في الوحدة المقترحة.
- تحديد أساليب التقويم في الوحدة المقترحة.
- عرض الوحدة المقترحة على المحكمين المتخصصين وإجراء التعديلات المناسبة في ضوء آرائهم . وبذلك تم الحصول على الصورة النهائية للوحدة المقترحة للتطبيقات الرياضية للنانوتكنولوجى ♦ .

٢- اعداد دليل المعلمة لتدريس الوحدة المقترحة :

قامت الباحثة بإعداد دليل المعلمة للوحدة المقترحة وقد راعت الباحثة عند التخطيط لدليل المعلمة الآتي :-

١- كتابة مقدمة الدليل لتوضيح الهدف من الدليل التدريسي باعتباره مرشد وموجه للمعلمة لتدريس دروس الوحدة، ونبذة عن التطبيقات الرياضية لمبادئ النانوتكنولجي، ونبذة عن نظرية التعلم المستند الى الدماغ وعن مهارات التفكير المتشعب وكيفية تنميتها .

٢- وضع خطة لتدريس موضوعات الوحدة وتتضمن عدد الحصص المخصصة لتدريس كل درس من دروس الوحدة .

♦ انظر ملحق (٢) : الوحدة المقترحة للتطبيقات الرياضية للنانوتكنولوجى.

٣- **توجيهات تدريس الوحدة** : تناولت مجموعة من إرشادات عامة والتي يمكن أن تساعد المعلمة علي تدريس الوحدة.

٤- خطة السير في كل درس من دروس الوحدة، وشملت (عنوان الدرس، محتوي الدرس من (مفاهيم، حقائق، قوانين، مهارات)، الأهداف التعليمية بصورة إجرائية، الوسائل والأدوات التعليمية، الزمن المحدد لتدريس الدرس، اجراءات التدريس، التقويم، واجب منزلي)، المراجع التى يمكن أن تستعين بها المعلمة لتدريس الوحدة المقترحة.

وتم عرض الدليل على مجموعة من المحكمين لإبداء الرأي واضافة أي تعديلات أو مقترحات، وتم اضافة المقترحات وبذلك تم إعداد دليل المعلمة♣لتدريس موضوعات ودروس الوحدة المقترحة .

<u>للإجابة عن السؤال الثالث : اتبعت الباحثة الخطوات الآتية :</u>

أولاً : إعداد أدوات القياس :

(أ) اختبار مهارات التفكير المتشعب فى الوحدة المقترحة : تم اعداد الاختبار وفقاً للخطوات التالية :

١- **الهدف من الاختبار**: قياس قدرات التفكير المتشعب لدى طالبات الصف الثاني المتوسط "عينة البحث" بالتدريس لهن قبل وبعد تدريس الوحدة.

٢- **صياغة مفردات الاختبار**: اطلعت الباحثة على بعض الأدبيات والدراسات السابقة في تنمية التفكير المتشعب وبصفة خاصة في الرياضيات وتم صياغة مفردات الاختبار في صورة مشكلات رياضية مفتوحة (اسئلة المقال) تعطي للطالبة حرية الاجابة والخروج عن النمطية.

٣- **وضع تعليمات الاختبار:** روعي في صياغة تعليمات الاختبار :(توضيح الهدف من الاختبار ، توضيح أنواع الأسئلة وكيفية الإجابة عنها ، تحديد الزمن اللازم للإجابة عن الاختبار) .

٤- **تحديد أبعاد الاختبار** : قامت الباحثة بتحديد أبعاد الاختبار في ضوء أهداف الوحدة المقترحة وذلك عن طريق : مراجعة الإطار النظري والدراسات السابقة التي تناولت قياس التفكير المتشعب ، وتم التوصل للتالى :

- **التفكير الطلق**: وتعني القدرة على أنتاج أكبر عدد ممكن من الأشكال والمجسمات من شكل محدد باستخدام هندسة النانوتكنولجي في زمن محدد.

♣ انظر ملحق (٣) : دليل المعلمة لتدريس الوحدة المقترحة القائمة على التطبيقات الرياضية للنانوتكنولوجى.

- **التفكير المرن**: وتعني القدرة على أنتاج أكبر عدد ممكن من الأشكال والمجسمات من شكل محدد باستخدام هندسة النانوتكنولجي بطرق متنوعة .
- **التفكير الأصيل**: وتعني القدرة على أنتاج أكبر عدد ممكن من الأشكال والمجسمات من شكل محدد باستخدام هندسة النانوتكنولجي في صورة جديدة غير مألوفة .
- **التفكير التفصيلى أو الموسع**: ويعنى القدرة على توسيع انتاج اكبر قدر ممكن من الأشكال من شكل محدد باستخدام هندسة النانوتكنولجي، ويتضمن اضافة العديد من التفاصيل لتحسين الاستجابات السابقة .

٥- **صدق الاختبار:** تم عرض الصورة الأولية للاختبار على مجموعة من المحكمين المتخصصين فى مجال تعليم الرياضيات للتحقق من صدق محتوى وسلامة مفردات الاختبار ومدى ارتباطها بمحتوى موضوعات الوحدة المقترحة وتم تعديل صياغة بعض المفردات فى ضوء آرائهم .

٦- **التجريب الاستطلاعي للاختبار:** تم تطبيق الاختبار على عينة استطلاعية بلغ عددها(١٦) طالبة من طالبات الصف الثاني المتوسط بمدرسة المتوسطة الثامنة بالزلفى بهدف :

- **حساب معامل ثبات الاختبار** بطريقة اعادة التطبيق ، وتبين أن معامل ثبات الاختبار (٠.٨٩٩) وهى على درجة معقولة من الثبات .
- **تحديد زمن الاختبار:** وتبين أن متوسط الزمن الذى استغرقه جميع الطلاب للانتهاء من الإجابة على الاختبار هو(٩٠) دقيقة وذلك بما يشمل الاختبار من تعليمات .

٧- **تقدير درجات الاختبار :** يخصص لكل سؤال درجة حسب خطوات حل المسألة الرياضية وتم تحديد درجة لكل خطوة تقوم بها الطالبة لحل المسألة . فجاءت النهاية العظمى للاختبار (٥٥) درجة .

٨- **بناء جدول المواصفات :** تم تحديد مواصفات الاختبار طبقاً لمهارات التفكير المتشعب ونسب توزيعها كالتالى:

جدول رقم (١)

مواصفات اختبار التفكير المتشعب

مستويات الأهداف / موضوعات الوحدة	الطلق	المرن	الأصيل	الموسع	المجموع
	أرقام الأسئلة	أرقام الأسئلة	أرقام الأسئلة	أرقام الأسئلة	
الوحدات المتناهية فى الصغر	-	٩	-	-	١
الإنشاءات النانونية	١٠	٦	٥	-	٣
النانوتكنولجي وزيادة مساحة المجسم	-	٣	-	٨	٢
بعض التطبيقات الرياضية للنانوتكنولوجى	١ ، ٢	٧	١١	٤	٥
المجموع	٣	٤	٢	٢	١١

٩- **الصورة النهائية للاختبار**: بعد إجراء التعديلات على مفردات الاختبار فى ضوء آراء المحكمين، ونتائج التجربة الاستطلاعية للاختبار ، أصبح الاختبار فى صورته النهائية ♣ .

(ب) **اعداد مقياس الاتجاه نحو التطبيقات الرياضية للنانو تكنولوجي** :

- **تحديد الهدف:** هدف المقياس الى قياس اتجاهات طالبات مجموعة البحث نحو التطبيقات الرياضية للنانو تكنولوجي وذلك قبل وبعد دراسة الوحدة المقترحة .
- **تحديد وصياغة مفردات المقياس:** من خلال الدراسة النظرية لبعض المقاييس الخاصة بالاتجاه نحو الرياضيات حددت محاور المقياس في ثلاثة محاور رئيسة وهى (الاستمتاع والاهتمام بدراسة الرياضيات، تقدير أهمية علم الرياضيات ، الحكم على أهمية علم الرياضيات) ، وتم صياغة عدد من العبارات التي تمثل كل محور من هذه المحاور، وقد روعي في صياغة العبارات أن تكون مناسبة من حيث الصياغة اللغوية والمعنى لمستوى طالبات الصف الثاني المتوسط، وشمل المقياس عبارات سالبة وموجبة، وتم تدريج الاجابة على العبارات تدريجا ثلاثيا (موافقة، غير متأكدة، غير موافقة) .
- **تحديد طريقة تصحيح المقياس**: خصصت ٣ درجات للاستجابة (موافق) ودرجتين للاستجابة (غير متأكد) ودرجة واحدة للاستجابة (غير موافق) وذلك في حالة العبارات

♣ انظر ملحق (٤) : اختبار التفكير المتشعب في الوحدة المقترحة القائمة على التطبيقات الرياضية للنانوتكنولوجى .

الموجبة، وخصصت ٣ درجات للاستجابة (غير موافق) ودرجتين للاستجابة (غير متأكد) ودرجة واحدة للاستجابة (موافق) وذلك في حالة العبارات السالبة.

- **صدق المقياس:** تم عرض الصورة الاولية للمقياس على السادة المحكمين وحدد المطلوب في ابداء الرأي من حيث (مدى صدق محاور وعبارات المقياس في تمثيل الاتجاه نحو الرياضيات وتطبيقاتها في النانو تكنولوجي ، مدى مناسبة عباراته لمستوى طالبات المرحلة المتوسطة، الصياغة اللغوية للعبارات، اضافة أي مقترحات أو تعديلات قد تثرى المقياس) ، وأجريت التعديلات في ضوء ما اجمع عليه السادة المحكمين .
- **التطبيق الاستطلاعي للمقياس** : طبق المقياس تطبيقا استطلاعيا على عينة التجريب الاستطلاعي المكونة من (١٦) طالبة، ومن خلال التطبيق الاستطلاعي تبين أن متوسط الزمن الذى استغرقه جميع الطالبات للانتهاء من اجابة كل بنود المقياس ٥٠ دقيقة، وتم حساب ثبات المقياس باستخدام طريقة اعادة التطبيق ووجد أن معامل الثبات (٠.٨٨) وهى قيمة مقبولة للثبات، وكانت عبارات المقياس واضحة ولم تستفسر الطالبات الا عن عبارتين فقط، وكانت التعليمات مناسبة وكافية للتوضيح للطالبات كيفية الاجابة على المقياس .
- **تحديد الصورة النهائية للمقياس**: من خلال نتائج التحكيم والتطبيق الاستطلاعي تم اجراء التعديلات اللازمة، وتكون المقياس في صورته النهائية من (٣٦) عبارة ، وبذلك تكون الدرجة الصغرى للمقياس (٣٦) درجة والدرجة العظمى للمقياس (١٠٨) درجة، وبذلك تم التوصل الى الصورة النهائية للمقياس♣

ثانياً : اختيار مجموعة الدراسة : تم اختيار مجموعة الدراسة من طالبات الصف الثاني المتوسط بطريقة عشوائية بمدرسة "المتوسطة الأولى للبنات بالزلفى " ، وتم اختيار طالبات كل من فصلى (٢/أ) ، (٢/ب) (٤٧طالبة) كمجموعة تجريبية للبحث.

ثالثاً : التطبيق القبلي لأدوات القياس : تم تطبيق أدوات القياس تطبيق قبلي على مجموعة البحث فى بداية الفصل الدراسي الثاني لعام ٢٠١٥/٢٠١٤ ، وذلك لتعريف الطالبات بأدوات البحث والهدف منها والتأكد من وضوح التعليمات وصياغة العبارات.

رابعاً :التمهيد لإجراء تجربة البحث : تم عقد لقاء تمهيدي مع معلمة الرياضيات التى تقوم بالتدريس للفصلين مجموعة البحث لتوضيح هدف البحث وتعريفها بنبذة عن علم النانوتكنولجي

♣ انظر ملحق (٤) : مقياس الاتجاه نحو التطبيقات الرياضية للنانوتكنولوجى .

وتطبيقاته الرياضية والتي سيتم تناولها فى الرحدة ، والفلسفة التى سيتم تدريس الوحدة باستخدامها وهى نظرية التعلم المستند الى الدماغ ، وكذلك تعرفها بمفهوم التفكير المتشعب ومهاراته وكيفية تنميتها، وكذلك تعريفها بأهم الملاحظات الواجب مراعاتها أثناء تدريسها للوحدة، وتم اعطائها دليل للمعلمة للاسترشاد به فى تدريس الوحدة ، وتم الاجابة على جميع استفسارات المعلمة.

خامساً : التدريس لمجموعة الدراسة: تم تدريس الوحدة المقترحة القائمة على التطبيقات الرياضية للنانوتكنولوجى في بداية الفصل الدراسي الثاني لعام٢٠١٤/٢٠١٥ لطالبات الصف الثاني المتوسط ، وقد استغرق تطبيق الوحدة على الطالبات شهران ونصف بمعدل حصة اسبوعيا ، وقد حرصت الباحثة على حضور بعض الحصص مع المعلمة للتأكد من التزام المعلمة باتباع التعليمات والتوجيهات المتضمنة في الدليل ، وقد تم تسجيل بعض الملاحظات عن تجربة البحث وعن مدى تفاعل الطالبات أثناء التدريس للاستعانة بها في تفسير النتائج .

سادساً : التطبيق البعدي لأدوات القياس :

بعد الانتهاء من تدريس الوحدة المقترحة لمجموعة البحث، أعيد تطبيق أدوات القياس تطبيقاً بعدياً على مجموعة البحث وتم معالجة هذه البيانات إحصائياً باستخدام البرنامج الإحصائي **SPSS**.

<u>الملاحظات التى ظهرت أثناء التجربة وبعد تطبيق الوحدة المقترحة على طالبات مجموعة البحث:</u>

- في بداية التطبيق لاحظت الباحثة قلة اهتمام الطالبات بدراسة المفاهيم المتضمنة في الوحدة بحماس نظرا لحداثة المحتوى عليهن تماما، لكن مع استمرار تطبيق الوحدة بدأت الطالبات يشعرن بأنهن يدرسن محتوى حديث ومشوق ومختلف عما يدرسنه في المقررات الأخرى .
- شعرت الطالبات بنوع من التشويق والاستقلالية في التفكير بطرق غير نمطية عند دراستهن للوحدة المقترحة وأثناء إنجازهن للأنشطة والمسائل الرياضية المتضمنة بكتاب الطالبة، واكتشافهن بعض المفاهيم والتعميمات الرياضية بأنفسهم، والتعبير عن أفكارهم وحلولهم الرياضية بحرية وطلاقة مما ساعد على نمو التفكير المتشعب لديهن.
- التطبيقات الحياتية الموجودة في محتوي الوحدة في مجالات الطب، والمساحات، والهندسة، والمجال العسكري والكيميائي ومجال الصناعة ، جعلت الرياضيات ذي معني للطالبة، مما كسر الجمود والرتابة التي تصيب بعض الطالبات أثناء حصص الرياضيات مما يزيد من اهتمام

الطالبات بدراستهم لمادة الرياضيات نظراً لإدراكهم لأهميتها فى حياتهم اليومية واستمتاعهم بها، وادراكهم اهميتها في الاكتشافات العلمية الحديثة مما عمل على زيادة اتجاههن نحو الرياضيات.

نتائج البحث وتفسيرها ومناقشتها :

٥- **التحقق من صحة الفرض الأول للبحث** :الذى ينص على "يوجد فرق ذو دلالة احصائية بين متوسطي درجات طالبات مجموعة البحث فى التطبيقين (القبلي و البعدي) في اختبار التفكير المتشعب وذلك لصالح المتوسط البعدي"

جدول (٢)

نتائج اختبار (ت) لدلالة الفرق بين درجات طالبات مجموعة البحث في التطبيق القبلي والبعدي في اختبار التفكير المتشعب

التطبيق	عدد الطالبات	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	اختبار (ت)		
				درجة الحرية	قيمة (ت) المحسوبة	مستوى الدلالة
القبلي	٤٧	٣.٤٧	٢.٨٢	٤٦	٣٣.٧٦٩	يوجد دلالة عند مستوى الدلالة ٠.٠١
البعدي	٤٧	٤٢.٥١	٨.٧٧			

يتضح من الجدول السابق أن قيمة ت المحسوبة (**٣٣.٧٦٩**) وهى دالة عند مستوى (٠.٠١) ، مما يشير إلى وجود فرق ذو دلالة إحصائية بين متوسطي درجات التطبيقين القبلي والبعدي للطالبات مجموعة البحث في اختبار التفكير المتشعب وذلك لصالح المتوسط البعدي. وبناء على ذلك تم قبول الفرض الأول.

(٢)التحقق من صحة الفرض الثاني للبحث : الذى ينص على " يوجد فرق ذو دلالة إحصائية بين متوسطي درجات طالبات مجموعة البحث فى التطبيقين (القبلي و البعدي) لمقياس الاتجاه نحو التطبيقات الرياضية للنانوتكنولوجى لصالح التطبيق البعدي " .

جدول (٣)

نتائج اختبار (ت) لدلالة الفرق بين متوسطي درجات طالبات مجموعة البحث فى التطبيق القبلي والبعدي لمقياس الاتجاه نحو التطبيقات الرياضية للنانوتكنولوجى

التطبيق	عدد الطالبات	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	اختبار (ت)		
				درجة الحرية	قيمة (ت) المحسوبة	الدلالة
القبلي	٤٧	٤٧.٣٤	١١.١٧	٤٦	٢٧.٦٨	يوجد دلالة عند مستوى الدلالة ٠.٠١
البعدي	٤٧	٩٦.٢٦	٧.٢٥			

يتضح من الجدول السابق أن قيمة ت المحسوبة(٢٧.٦٨) وهى دالة عند مستوى (٠.٠١)،مما يشير إلى وجود فرق ذو دلالة إحصائية بين متوسطي درجات طالبات المجموعة التجريبية فى التطبيق القبلي والبعدي لمقياس الاتجاه نحو التطبيقات الرياضية للنانوتكنولوجى لصالح التطبيق البعدي. وبناء على ذلك تم قبول الفرض الثاني.

(٣)**التحقق من صحة الفرض الثالث للبحث** : الذى ينص على " تتصف الوحدة المقترحة القائمة على التطبيقات الرياضية لمبادئ النانوتكنولجي بالفاعلية (نسبة الكسب المعدل لبلاك ≥ ١.٢) فى تنمية التفكير المتشعب لدى طالبات مجموعة البحث" .

جدول (٤)

نسبة الكسب المعدل لدرجات طالبات مجموعة البحث فى اختبار التفكير المتشعب

الاداة	متوسط الدرجات التطبيق القبلي	متوسط الدرجات التطبيق البعدي	النهاية العظمى للاختبار	الكسب المعدل لبلاك
التفكير المتشعب	٣.٤٧	٤٢.٥١	٥٥	١.٤٧

يتضح من الجدول السابق، أن نسبة الكسب المعدل لبلاك (١.٤٧) وهى أكبر من (١.٢) ، وهذا يؤكد فاعلية استخدام الوحدة المقترحة فى تنمية التفكير المتشعب لدى طالبات مجموعة البحث، وبذلك تم قبول الفرض الثالث .

(٤)**التحقق من صحة الفرض الرابع للبحث** : الذى ينص على " تتصف الوحدة المقترحة القائمة على التطبيقات الرياضية لمبادئ النانوتكنولجي بالفاعلية (نسبة الكسب المعدل لبلاك ≥ ١.٢) فى تنمية الاتجاه نحو التطبيقات الرياضية للنانوتكنولوجى لدى طالبات مجموعة البحث" .

جدول (٥)

نسبة الكسب المعدل لدرجات طالبات مجموعة البحث فى مقياس الاتجاه نحو التطبيقات الرياضيات للنانوتكنولوجى

الاداة	متوسط الدرجات التطبيق القبلي	متوسط الدرجات التطبيق البعدي	النهاية العظمى للاختبار	الكسب المعدل لبلاك
مقياس الاتجاه	٤٧.٣٤	٩٦.٢٦	١٠٨	١.٢٦

يتضح من الجدول السابق، أن نسبة الكسب المعدل لبلاك (١.٢٦) وهى أكبر من (١.٢) ، وهذا يؤكد فاعلية استخدام الوحدة المقترحة في تنمية الاتجاه نحو التطبيقات الرياضية للنانوتكنولوجى لدى طالبات مجموعة البحث، وبناء على ذلك تم قبول الفرض الرابع .

تفسير ومناقشة النتائج :

إن نتائج البحث في مجملها تشير إلى فاعلية استخدام الوحدة المقترحة القائمة على التطبيقات الرياضية لمبادئ النانوتكنولجي في تنمية كل من: التفكير المتشعب والاتجاه نحو التطبيقات الرياضية للنانوتكنولوجى لدى طالبات مجموعة البحث . ويمكن تفسير هذه النتائج في ضوء الأسباب الآتية :

- الوحدة المقترحة القائمة على التطبيقات الرياضية للنانوتكنولوجى قدمت محتوى علمي جديد للطالبات وتم تقديمها بأسلوب مبسط وواضح ومتدرج ومترابط ، بالإضافة لاحتوائها على أمثلة متنوعة للتطبيقات الحالية والمستقبلية لتكنولوجيا النانو، وخاصة التطبيقات المرتبطة بالحياة اليومية مما أثار دافعية وحماسة الطالبات لدراسة الوحدة المقترحة، وكذلك دراستهن للتطبيقات الرياضية للنانوتكنولوجى جعلت دراستهن للرياضيات ذات معنى واستشعروا قيمة وأهمية دراستهن للرياضيات وبالتالي أدى الى تنمية اتجاهاتهن نحو التطبيقات الرياضية للنانوتكنولوجى، وهذه النتيجة تتفق مع دراسة كلا من (حسن، ٢٠١٣) ، (أحمد ،٢٠٠٩)، (Richard, K , 2011)،(Jack t ,2012)،(John F, 2012)
- تم تدريس الوحدة المقترحة باستخدام استراتيجيات تدريسية قائمة على نظرية التعلم المستند الى الدماغ مما حفز التفكير المتشعب لدى الطالبات وسهل لهن التعامل مع المهام الرياضية التى تتجاوز التطبيق المباشر للمعرفة الرياضية وتحليلها والتخطيط لحلها ومن ثم تنفيذها حتى يحدث بناء الذاكرة والاندماج المعرفي، كما أن هذه الاستراتيجيات تركز على

العمليات المعرفية وما وراء المعرفية ، فتهتم بتذكر وتطبيق المعرفة وتتعداها الى الاهتمام بالوعى الذاتي لها وادراك علاقاتها والتعمق فى فهمها وتشعب التفكير فى اوجه تفسيرها. وهذه النتيجة تتفق مع دراسة كلا من(Bello, 2008)، (عبد العظيم،٢٠١٠) ،(موافى، ٢٠١١) (Awolola ,S, 2011)،(البنا، ٢٠١١) (خطاب، ٢٠١٣) (عبد الحميد،٢٠١٤) الذين أظهروا فعالية التعلم باستخدام نظرية التعلم المستند الى الدماغ فى تنمية العديد من نتاجات التعلم .

- الوحدة المقترحة ساعدت الطالبات علي التفكير من خلال إعطاء الفرصة لهن لاستنتاج المفاهيم والقواعد الخاصة بالمحتوي، كما شجعتهن على ابداء أرائهن ومقترحاتهن بحرية، كما أن الوحدة كانت متضمنة بعض الأنشطة التى لم تتقيد بنموذج إجابة محدد وهذا أعطي الطالبة الفرصة للخروج عن النمطية فى التفكير، وكذلك تتضمن الوحدة كيفية تحويل اشكال هندسية الى اشكال هندسية أخرى مما استثارت تفكير الطالبات بصورة غير نمطية وأتاحت الفرصة لهن لإعادة رؤية الحلول والمقترحات من زوايا مختلفة من خلال تبادل الأفكار والخبرات بينهن أثناء التعاون والمشاركة في الحلول ،وبالتالي ادى الى تنمية التفكير المتشعب لديهن ، وهذه النتيجة تتفق مع دراسة كلا من (زنقور، ٢٠١٣)، (Joen,K,2011) ،(أبو عواد، عشا، ٢٠١١) (Kousoulas,F,2009)،(Tettamanzi,M,2009)

توصيات البحث : -

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

- ۞ تطوير مناهج الرياضيات وتزويدها بالتطبيقات الرياضية للنانوتكنولوجى حتى يستشعر الطلاب بقيمة وأهمية الرياضيات في الاكتشافات العلمية الحديثة.
- ۞ تضمين استراتيجيات التعلم المستند الى الدماغ واستراتيجيات التفكير المتشعب داخل موضوعات مقرر طرق تدريس الرياضيات وتدريبهم على كيفية التدريس باستخدام هذه الاستراتيجيات بفاعلية.
- ۞ ضرورة الاهتمام بتدريس الرياضيات باستخدام تطبيقاتها فى المجالات العلمية المختلفة بدلا من دراستها مجردة حتى تكون دراستها ذات معنى للطلاب.

- تطوير أساليب التقويم بحيث تتضمن قياس تمكن الطلاب من مهارات التفكير المتشعب وقياس اتجاه الطلاب نحو دراسة الرياضيات بدلا من الاكتفاء بالاختبار التحصيلي فقط.
- الاهتمام بإثراء مناهج الرياضيات بمشكلات ومهام تستثير تفكير الطلاب وتحفز قدراتهم العقلية وتتحدى عقولهم وتسمح بتعديل مسار تفكيرهم مما يتيح لهم المزيد لتشعب تفكيرهم.

مقترحات البحث :-

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

- دراسة اثر الوحدة المقترحة في البحث الحالي علي تنمية بعض نواتج التعلم التى لم يتناولها البحث الحالي مثل (مهارات حل المشكلات الرياضية ، التفكير الاستدلالي، التفكير المنظومى ، التعلم المنظم ذاتيا)
- استخدام استراتيجيات تدريسية أخرى لتنمية مهارات التفكير المتشعب فى الرياضيات فى مراحل تعليمية مختلفة.
- اعداد برنامج مقترح يقوم علي تطبيقات رياضية اخري للنانوتكنولوجى في مرحلتي التعليم الإعدادي والثانوي ، لأن علم النانوتكنولجي جديد وكل يوم هناك تطبيقات جديدة .
- تدريب معلمي الرياضيات في كليات الاعداد على التطبيقات الرياضية المتعددة للنانوتكنولوجى.

المراجع:

أولا المراجع العربية

- أبو العواد، فريال محمد وعشا، انتصار خليل (٢٠١١): اثر برنامج تدريبي مستند الى الحل الإبداعي للمشكلات في تنمية التفكير التشعبي لدى عينة من طالبات الصف السابع الأساسي في الأردن. مجلة العلوم التربوية والنفسية، *مجلة كلية التربية بالبحرين* ،المجلد الثاني عشر، العدد الأول .
- أبو النجا، نورة محسن (٢٠١٣): فاعلية استخدام استراتيجيات التفكير المتشعب في تنمية الذكاء البصرى والتحصيل في الهندسة لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي. رسالة ماجستير غير منشورة، معهد الدراسات التربوية: جامعة القاهرة .
- أحمد، محمد سيد (٢٠٠٩): تطوير مناهج الرياضيات في المدرسة الثانوية الصناعية في ضوء احتياجات سوق العمل المعاصرة. رسالة دكتوراه غير منشورة:

كلية التربية جامعة عين شمس .

- أدم، مرفت محمد (٢٠٠٨): أثر استخدام استراتيجيات التفكير المتشعب في تنمية القدرة على حل المشكلات الرياضية والاتجاه نحو الرياضيات لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية مختلفي المستويات التحصيلية. *مجلة تربويات الرياضيات*، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، المجلد ١١، يناير.

- بدر، محمود (٢٠٠٥): المخ البشرى : رؤية جديدة وانعكاسات تربوية. *المؤتمر العلمي الخامس للجمعية المصرية لتربويات الرياضيات* ، كلية التربية ببنها، دار الضيافة: جامعة عين شمس.

- البنا، مكة عبد المنعم (٢٠١١): نموذج تدريسي مقترح قائم على التعلم المستند الى الدماغ لتنمية الابداع والتواصل الرياضى لدى تلاميذ الصف الخامس الابتدائي. *مجلة تربويات الرياضيات، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات*، المجلد الرابع عشر، الجزء الثالث، أكتوبر.

- الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات (٢٠٠٤): " توصيات المؤتمر"، *المؤتمر العلمي الرابع ،رياضيات التعليم العام في مجتمع المعرفة*. كلية التربية ببنها: جامعة الزقازيق .

- الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات (٢٠٠٥): " توصيات المؤتمر"، *المؤتمر العلمي الخامس ،التغيرات العالمية والتربوية وتعليم الرياضيات*. دار الضيافة: جامعة عين شمس.

- الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات (٢٠٠٧): " توصيات المؤتمر" ، *المؤتمر العلمي السابع ،الرياضيات للجميع* . دار الضيافة: جامعة عين شمس.

- الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات (٢٠١١): " توصيات المؤتمر: ، *واقع تعليم وتعلم الرياضيات "مشكلات وحلول ورؤى مستقبلية". المؤتمر العلمي الحادي* عشر ، دار الضيافة: جامعة عين شمس.

- جينسن، اريك (٢٠١٠): كيف نوظف أبحاث الدماغ في التعليم. ط٢، المملكة العربية السعودية: دار الكتاب العربي للنشر والتوزيع.
- الحبيشى، نهى علوى (٢٠١١): ما هي تقنية النانو. المملكة العربية السعودية: مكتبة الملك فهد الوطنية للنشر
- حسن، أحمد حسين (٢٠١٣): "فاعلية برنامج مقترح قائم علي التطبيقات الرياضية لهندسة الفركتال ومبادئ النانو تكنولوجي لتنمية التفكير الإبداعي والتحصيل والاتجاه نحو الرياضيات لدي طلاب المرحلة الإعدادية". رسالة دكتوراه غير منشورة : كلية البنات ، جامعة عين شمس.
- خضر، نظلة حسن (٢٠٠٤): *معلم الرياضيات والتجديدات الرياضية : هندسة الفراكتال وتنمية الابتكار التدريسي لمعلم الرياضيات*. القاهرة: عالم الكتب .
- خطاب، أحمد على (٢٠١٣): أثر استخدام نظرية التعلم المستند الى الدماغ في تدريس الرياضيات على تنمية مهارات التواصل الرياضى والحساب الذهني لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية. *مجلة القراءة والمعرفة*، اغسطس.
- رشيد، رائدة محمد (٢٠١٢): الرياضيات، مناهجها واستراتيجيات تدريسها وتقويمها. ط١، المملكة العربية السعودية: مكتبة المتنبي.
- زنقور، ماهر محمد (٢٠١٣): استخدام المدخل المفتوح القائم على حل المشكلة في تدريس الرياضيات لتنمية مهارات التفكير المتشعب وبعض عادات العقل لدى تلاميذ الصف السادس الابتدائي. *مجلة تربويات الرياضيات*، المجلد السادس عشر، يوليو.
- سلامة، صفات (٢٠٠٩): *النانوتكنولجي عالم صغير ومستقبل كبير مقدمة فى فهم علم النانوتكنولجي*. لبنان: الدار العربية للعلوم.
- السلطي، ناديا سميح (٢٠٠٩): *التعلم المستند الى الدماغ*. القاهرة: دار المسيرة للنشر والتوزيع.

شلبي، نوال (٢٠١٠): تصور مقترح لدمج النانوتكنولجي في مناهج العلوم فى التعليم العام. القاهرة: المركز القومي للبحوث التربوية والتنمية.

- صالح، آيات حسن(٢٠١٣): برنامج مقترح في علوم وتكنولوجيا النانو وأثره في تنمية التحصيل وفهم طبيعة العلم واتخاذ القرار لدى الطالبة معلمة العلوم بكلية البنات. *مجلة التربية العلمية، الجمعية المصرية للتربية العلمية*، العدد الرابع، المجلد السادس عشر، يوليو

- عبد الحميد، خضرة سالم وأبو هدرة، سوزان محمود (٢٠١٢): *بناء وتطوير المناهج*. المملكة العربية السعودية: مكتبة المتنبي.

- الإسكندراني، محمد شريف(٢٠١٠): *تكنولوجيا النانو من أجل مستقبل أفضل*. الكويت: دار المعرفة.

- عبد الحميد، طاهر سالم (٢٠١٤): فاعلية نموذج تدريسي في ضوء نظرية التعلم القائم على المخ فى تنمية القوة الرياضية والاتجاه نحو مادة الرياضيات لدى تلاميذ المرحلة الاعدادية. رسالة دكتوراه غير منشورة ، كلية التربية: جامعة حلوان .

- عبد العظيم، صباح عبد الله (٢٠١٠): برنامج مقترح فى الرياضيات وفقا لنظرية التعلم القائم عل تركيب المخ لتنمية التحصيل وبعض مهارات التفكير لدى تلاميذ المرحلة الاعدادية. رسالة دكتوراة غير منشورة: كلية التربية جامعة قناة السويس .

- عفانة، عزو اسماعيل والجيش، يوسف ابراهيم (٢٠١٠): *التدريس والتعلم بالدماغ ذي الجانبين*. عمان ، الأردن: دار الثقافة للنشر والتوزيع.

- عمران، تغريد (٢٠٠٥): *نحو أفاق للتدريس في واقعنا التعليمي، التدريس وتنمية التفكير المتشعب، التدريس وتنشيط خلايا الاعصاب بالمخ*. السلسلة التربوية الخامسة، القاهرة: دار الكتب للنشر والتوزيع.

- القرني، يعن الله على (٢٠١٠): تصور مقترح لتطوير تدريس الرياضيات في ضوء مهارات التدريس الإبداعي ومتطلبات التعلم المستند الى الدماغ. رسالة دكتوراة غير

منشورة، كلية التربية جامعة أم القرى: المملكة العربية السعودية.

--- محمد، وائل عبد الله (٢٠٠٩): فاعلية استخدام استراتيجيات التفكير المتشعب في رفع مستوى التحصيل في الرياضيات وتنمية بعض عادات العقل لدى تلاميذ الصف الرابع الابتدائي. *مجلة المناهج وطرق التدريس، الجمعية المصرية للمناهج وطرق التدريس*، العدد ١٥٣، ديسمبر .

- المفتي، محمد أمين (٢٠٠٧): الرياضيات وتكوين العقل الجمعي وتنمية التفكير التعاوني ، *المؤتمر العلمي السابع، الرياضيات للجميع*، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات. كلية التربية ببنها، دار الضيافة: جامعة عين شمس، ١٧-١٨ يوليو.

- مقيبل، سالم بن عقيل (٢٠٠٧): *التفكير المتشعب والابداع*. المديرية العامة للتربية والتعليم بمحافظة ظفار. وزارة التربية والتعليم: سلطنة عمان .

- موافى، سوسن محمد (٢٠١١): أثر برنامج مقترح لاستراتيجيات التدريس وفق نظريتي التعلم بالدماغ والذكاءات المتعددة على تنمية مهارات التعلم النشط لدى معلمات الرياضيات بالمرحلة الابتدائية بمدينة جدة. الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، *المؤتمر العلمي الحادي عشر، واقع تعليم وتعلم الرياضيات "مشكلات وحلول ورؤى مستقبلية*، دار الضيافة: جامعة عين شمس.

- هليل، محمد صالح (٢٠٠٦): دور التدريب في تحقيق التكامل بين نصفى المخ الكرويين لعينة من طلاب وطالبات الصف الثاني الإعدادي. رسالة دكتوراه ، معهد الدراسات التربوية: جامعة القاهرة.

- وينتر، أرثر ووينتر، روث (٢٠١٠): *بناء القدرات الدماغية، أحدث الطرق المبتكرة لحماية وتحديد القدرات الكامنة في الدماغ*. ترجمة كمال قطماوى، مروان قطماوى، الأردن: مكتبة المسيرة للنشر والتوزيع

ثانيا المراجع الأجنبية

- Ashton,James.(2009): Social cues for creativity: The impact of behavioral mimicry on convergent and divergent thinking. *Journal of Experimental Social Psychology*. V.45(4), Jul, pp. 1036-1040.
- Awolola, Samuel (2011): Effect of brain-based learning strategy of students achievement in senior secondary school mathematics in Oyo state, Nigeria, *Journal Of Education Science* , V.6(2), Jun,PP.91-106.
- Baek, Seungyup (2007): Mathematical and computational models for nanostructured coating using electron beam physical vapor deposition (EB-PVD), *Ph.D*. The Pennsylvania State University
- Becker, Matthew (2011): Mathematical Modeling of Nanoparticle Transport and Deposition in the Presence of Stabilizing Polymers, *Ph.D*, Tufts University
- Bello, Doris, M (2008): The effective of brain based learning with teacher training in division and fraction in fifth grade students of a private school , *Diss ,Abs ,Int, Humanities and Social Science* , Vol .68(7-A) , PP,2861.
- Cardelihio Thomas (1997): Seven strategies that encourage neural branching : how children learn, *Educational leadership Journal* , V54,No 6.
- Carolyn Nichol (2008)*: A New curriculum in nanotechnology*: Oxford university Press 12.
- Dewhurst, Stephen (2011): Convergent, but not divergent, thinking predicts susceptibility to associative memory illusions. *Personality and Individual Differences Journal* . Vol.51(1), Jul, pp. 73-76.
- Donald M. Sabatini (2007): Leading edge nanotechnology research developments: *Journal of mathematics teacher* ,v1,Issue 4

-

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.

- Dumitru Baleanu,Z (2010): New Trends in Nanotechnology and Fractional Calculus Applications, *Diss,Abs Int*, Vol (58) , No (1) .
- Francisco Bulnes (2013): Mathematical Nanotechnology: Quantum Field Intentionality, *Journal of Applied Mathematics and Physics*, V. 1, 25-44
- Gabor L. Hornyak (2009): Nanotechnology: Education and Workforce Development. books.google.com
- Gilhooly, K.; Fioratou, E.(2007) : Divergent thinking: Strategies and executive involvement in generating novel uses for familiar objects, *British Journal of Psychology*. Vol.98(4), Nov, pp. 611-625
- Hamit Coskun (2005): Cognitive stimulation with convergent and divergent thinking exercises in brain writing : Incubation sequence priming and group context, *Small Group Research Journal,* Vol . 36 , N.4,Aug.
- Hingant, B (2010): Nano science and nanotechnologies learning and teaching in secondary education: Review of literature, *Studies in Science Education*,V.64, 121-152.
- Hossain, Shaolie (2009): Mathematical modeling of coupled drug and drug-encapsulated nanoparticle transport in patient-specific coronary artery walls, *Ph.D*, The University of Texas at Austin
- Jacinta M. Mutambuki,(2014): Integrating Nanotechnology into the Undergraduate mathematics Curriculum: The Impact on Students' Affective Domain, Ph.D. Western Michigan University

- Jack W. Plunkett (2012) : Nanotechnology for Colleges, *The Mathematics Teacher journal* **,** V.88 , No4.
- Jeon, Kyung Nam.(2009): A comparison of the effects of divergent thinking, domain knowledge, and interest on creative performance in art and math, Diss, Abs, Int, Section A: *Humanities and Social Sciences*. Vol.69(9-A), pp. 3454
- Jeon, Kyung-Nam (2011): Differential effects of divergent thinking, domain knowledge, and interest on creative performance in art and math, *Creativity Research Journal*. Vol.23(1), Jan, pp. 60-71
- John F. Mongillo (2012): *Offer Programs of Nanotechnology*, Academic press, Inc, U.S.A.
- Kademir, Ali (2007): The impact of overcoming fixation and gender on divergent thinking in solving math's problem, *On line submission paper presented at the international education at technology conference*, Nicosia, Turkish Republic of Northern Cyprus , May
- Karlsson, Caroline& Enghag, (2014): Undergraduate Students' Risk Perception and Argumentation Concerning Nanomaterials in Consumer Products, *Journal of Nano Education*, ISSN 1936-7457, Vol. 6, no 1, 50-62
- Klinek, Shelly (2009): Brain-based learning: knowledge, beliefs, and practices of college of education faculty in Pennsylvania state system of higher education, Diss, Abs, Int, Section A: *Humanities and social sciences*, Vol.70(4-A) , PP.1193.
- Kousoulas, Fotis.(2010) : The interplay of creative behavior, divergent thinking, and knowledge base in students' creative expression during learning activity. *Creativity Research Journal*. Vol.22(4), Oct, pp. 387-396.

- Kousoulas, Fotis.(2009) : Students' divergent thinking and teachers' ratings of creativity: Does gender play a role?, *The Journal of Creative Behavior*. Vol.43(3), pp. 209-222.
- Kurapati Srinivas.(2014): Need of nanotechnology in education. *Science Journal of Education*. Vol. 2, No. 2, pp.58-64.
- Kwon,Nam&Et-al (2006) : Cultivation divergent thinking in mathematics through an open ended approach , *Asia Pacific Education Review* , Vol.7 , N.1, PP.1-9.
- L.M. Gorghiu& G. Gorghiu.(2013): Related Aspects on Using Digital Tools in the Process of Introducing Nanotechnology in Science Lessons. Proceedings of the 3rd International Congress APMAS2013, April 24_28, Antalya, Turkey.
- Laherto, A. (2010): An analysis of the educational significance of Nano Technology in scientific and technological literacy, *Studies In Science Education*, V.21, P.160-175
- Levine, Margo S.(2007): Mathematical modeling of the formation of surface nanostructures in thin solid films, *Ph.D.* Northwestern University
- Lok C Lew, et al (2008): Physics-Based Mathematical Models for Nanotechnology, *Journal of Physics: Conference Series* ,V. 107, N 1.
- Marinelle, Ringer (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.
- Morris,Lajuana Trezette (2010) : Brain-based learning and classroom practice: A study investigation instructional methodologies of urban school teachers, Diss ,Abs ,Int , Section A : *Humanities and social science* , Vol.71(4-A) , PP1175.
- Muscella, Michael.(2014): Educators' Perceptions of Brain-Based Learning Instruction within the Diverse Middle School Inclusive

Classroom, *Ed.D*, Northcentral University.

- Natchimuthu Chinnaraj (2011): Thermal conductivity enhancement in Nano fluids Mathematical model, *Ph.D*, Southern Illinois University at Carbondale
- Nicholas A. Peppas.(2007): *Nanotechnology in therapeutics: current technology and applications*. books.google.com.
- Nusbaum, Emily C; Silvia, Paul J.(2011) : Are intelligence and creativity really so different? Fluid intelligence, executive processes, and strategy use in divergent thinking, *Intelligence Journal*. Vol.39(1), Jan-Feb, pp. 36-45
- Richard A. Lesh, Eric Hamilton (2011) : *Foundations for the future in mathematics education* , Oxford university ,Press
- Ridley, Janice (2012): The perceptions of teachers regarding their knowledge, beliefs, and practices of brain-based learning strategies, Ed.D. Tennessee State University.
- Roberts-Perrin, J (2012): A quantitative study of secondary teacher's knowledge and beliefs in the principles of brain-based learning and the impact on instructional decision making, *Ph.D.* Capella University .
- Rojas-Arenaza, M (2009) : Mathematics of double-walled carbon nanotube model: Asymptotic spectral and stability analysis, *Ph.D.* University of New Hampshire
- Romanowicz (2009) : Fabrication, particles, characterization, MEMS , *Library of Congress Cataloging* .
- Runco, Mark (2005): Explicit Instructions to Be Creative and Original: A Comparison of Strategies and Criteria as Targets With Three Types of Divergent Thinking Tests , *Korean Journal of Thinking & Problem Solving*. Vol.15(1), Apr, pp. 5-15

- Saad Yousef (2014): Final Technical Report [Scalable methods for electronic excitations and optical responses of nanostructures: mathematics to algorithms to observables, Final Technical Report, University of Minnesota

- Saleh, Salmiza (2012): The effectiveness of brain-based teaching approach in dealing with the problems of students conceptual understanding and learning motivation towards physics , *Educational studies journal*, Vol.38(1) ,feb ,PP19-29

- Schwind, Christina (2012): Preference inconsistent recommendations: An effective approach for reducing confirmation bias and stimulating divergent thinking? , *Computers & Education Journal*. Vol.58(2), Feb 2012, pp. 787-796.

- Singh, Gogi (2005): Mathematical modeling of self-organized nanoscale porous structures in anodic aluminum oxide, *Ph.D.* Northwestern University

- Sprenger, Marille (2007): *Becoming a "Wiz" at brain-based teaching: How to make every year your best year*, IX.211PP, Thousand Oakes, CA, US: Corwin Press.

- St. Hill, Meletha.(2013): Student-Counseling in Brain-Based Learning: Influences on Mastery Experiences, Self-Efficacy, and Academic Performance, *Ph.D*. Northcentral University

- Sun, Yuanchang (2009): Mathematical modeling and computation of the optical response from nanostructures, *Ph.D*. Michigan State University

- Tettamanzi, Marilena (2009): The talent factory: Creative expression workshops to develop divergent thinking, *Psicologia dell'educazione*. Vol.3(1), Mar, pp. 101-122.

- Tilton, Wendy (2012): Adult professional development: can brain-based increase learning effectiveness, Diss, Abs, Int, section A:

Humanities and social science, Vol.72(11-A),PP.3985.

- Tokuhama-Espinosa (2011): *Mind, brain, and education science: A comprehensive guide to the new brain-based teaching*, XXI,438PP, New York,NY, US: WW Norton
- Trichtchenko, Olga(2009) : Electron transport in Nano devices: Mathematical introduction and preconditioning, *Ph.D*, McGill University (Canada)
- Unobskey, Arthur(2009): Driving a rigorous analysis and implementation of effective teaching practices by middle school math teachers, *Ed.D*. Boston College
- Uppal, Nitin(2009): A mathematical model development and sensitivity analysis of two photon polymerization for three-dimensional micro/nano fabrication, *Ph.D*. The University of Texas at Arlington
- Wachob, David (2012): Public school teachers' knowledge, perception, and implementation of brain-based learning practices, D.Ed. Indiana University of Pennsylvania.