فعالية برنامج قائم على التطبيقات الرياضية لمبادئ النانو تكنولوجي في تنمية مهارات القوة الرياضية لدى طلبة المرحلة الثانوية

The Effectiveness of a program based on Nano technology mathematical application in developing the mathematical power skills of the secondary stage students

إعـــداد

أ.أحمد عبده أحمد عبدالواحد

باحث دكتوراه مناهج وطرق تدريس الرياضيات

ahmedabdelwahed215@gmail.com

أ.د/ عايدة سيدهم اسكندر

أستاذ المناهج وطرق تدريس الرياضيات

كلية التربية جامعة الزقازيق

hah_mrmr2003@hotmail.com

د/ ولاء عاطف محمد كامل

مدرس المناهج وطرق التدريس الرياضيات

كلية التربية جامعة الزقازيق

drwalaaatef2020@yahoo.com

مستخلص البحث:
هدف البحث الحالي للتحقق من فعالية برنامج قائم على التطبيقات الرياضية لمبادئ النانو تكنولوجي في تنمية مهارات القوة الرياضية لدي طلبة المرحلة الثانوية ، وتكونت عينة البحث من (٦٠) طالبة من طالبات الصف الأول الثانوي وتم تقسيمهن إلى مجموعتين إحداهما تجريبية تدرس باستخدام برنامج قائم على التطبيقات الرياضية لمبادئ النانو تكنولوجي ومجموعة آخرى ضابطة تدرس بالطريقة المعتادة، وقد أعدالباحث اختبار مهارات القوة الرياضية ، وتم التطبيق القبلي والبعدي والتتبعي واستخدم برنامج spss vir 18 لمعالجة البيانات إحصائياً للوصول للنتائج وتفسيرها.
وتوصل البحث الحالي إلى وجود فعالية برنامج قائم على التطبيقات الرياضية لمبادئ النانو تكنولوجي في تنمية مهارات القوة الرياضية لدى طلبة المرحلة الثانوية.
الكلمات المفتاحية: النانو تكنولوجي – القوة الرياضية

Abstract:
The aim of the current search is to verify the effectiveness of a program based on Nano technology mathematical application in developing the mathematical power skills of the secondary stage students.
The sample consist of (60) female students ,from the first year of secondary stage. Divided into two groups, one experimental group studying a program based on Nano technology mathematical application, and other control group studying in the usual way.
Search have been applied (test of mathematical power skills prepared by researcher . the pre and post application was carried out and tracked using SPSS vir 18 program to process the data statistically, To access and interpret results.
The current search found the existence of the effectiveness of program based on Nano technology mathematical application in developing the mathematical power skills.
Key Words: Nano technology- mathematical power**.**

مقدمة:

يشهد العالم حالة من الزخم المعرفي والتكنولوجي وثورة معلوماتية ، دعى ذلك إلى تكوين عمليات وإنتاج مخرجات تعليمية قادرة على التفاعل مع هذا الكم الهائل من المعلومات ، وكذلك أنماط جديدة وطرق لتدريس هذه المعلومات .

وتعد الرياضيات من المواد الدراسية المهمة ؛ فهي أم العلوم وخادمتها في نفس الوقت ؛ لأنها إبداع ، مادتها العقل ولغتها الرموز ، وتسهم بدور كبير في الحياة العامة والعملية التعليمية ، لذا نجد أن الاهتمام بتدريس الرياضيات في جميع المراحل الدراسية بصفة عامه، وفى المرحلة الثانوية بصفة خاصة يجب ألا يقتصر على توصيل المعارف للطلاب ، بل يجب الاهتمام بطريقة الوصول إليها ، وعلاقتها مع غيرها ، بهدف خلق مناخ تعليمي يحقق التوازن بين اكتساب مهارات حل المشكلات وبين التحصيل .

وتهدف الرياضيات إلى استخدام لغتها بكل مكوناتها من رموز ومصطلحات وأشكال وعلاقات ورسوم وإدراك وفهم وتكامل الخبرة متمثلاً في استثمار المعرفة الرياضية في المجالات الدراسية الاخرى والقدرة على عرض ومناقشة الأفكار الرياضية واستخدام لغة الرياضيات في التواصل حول المادة والتعبير عن المواقف الحياتية وهو ما يعبر عنه بمصطلح القوة الرياضية (عبد الواحد الكبيسي ،٢٠١٥ ، ٣٢-٣٣).

ويحتل موضوع تنمية مهارات القوة الرياضية اهتماماً واسعاً في مجال البحث، لما تمثله الرياضيات من ثقل في تكوين شخصية الطالب باعتبارها مادة أساسية في التعليم ، بما يستلزم عمل الكثير من البحوث التي تسعى لتنميتها باستخدام استراتيجيات مختلفة ، ويجب أن توفر البيئة التي تتيح للطلاب اكتساب تلك المهارات.

وتعد القوة الرياضية مدخلاً غير تقليدياً في تقويم الطالب في الرياضيات في مقابل التحصيل فهي تصف قدرة الطالب على إدراك المحتوى والمعرفة الرياضية وتوظفهم في العمليات الرياضية المختلفة .

وتؤكد ايمان حمدي(٢٠١٦، ١٢٢) على أن القوة الرياضية ضرورة تفرضها سمات العصر الحالي حيث تسع لما هو أبعد من مجرد القدرات الرياضية التي تتمثل في الفهم الإدراكي والمعرفة الإجرائية وحل المشكلات بل تتضمن قدرات الطلاب على الإستدلال والتواصل والترابط الرياضي وحل الأسئلة الرياضية غير نمطية بشكل يعتمد على الأدلة والمنطق.

كما أكد المجلس القومي لمعلمي الرياضيات National Council of Teacher of Mathematics (NCTM) إلى أن القوة الرياضية تعنى توظيف المعرفة المفاهيمية لمواجة المشكلات الرياضية في ضوء إدراك طبيعة الرياضيات وفائدتها وهذا يمكن الطالب من توظيف معارفه المفاهيمية المكتسبة لحل المشكلات واستخدامها في التعبير عن الأفكار الرياضية بلغة رياضية وممارسة الإستدلال الرياضي في المواقف المختلفة والربط بين المعرفة المفاهيمية والاجرائية وادراك طبيعة الرياضيات ومدى فائدتها والميل نحوها وإدراك تكامل المعرفة الرياضية مع غيرها من المعارف خارج الرياضيات (طه على ،٢٠١٤،٦٦٦).

وقد أكد على ذلك عدد من الدراسات (Fiore,2009) ، طه على (٢٠١٤) ، عبد الواحد الكبيسى ، يوسف الهيتيي (٢٠١٤) ، إيمان حمدي (٢٠١٦)، محمد أبو سكران (٢٠١٧) ، شيخة النعيمية ، وآخرون (٢٠١٨) التي أكدت على أهمية تنمية القوة الرياضية.

لذلك أصبح الإهتمام بمهارات القوة الرياضية ضرورة ملحة لتخريج جيل قادر على التعامل مع متغيرات العصر ومواجهة مشكلاته وحلها ، مما يتطلب طرقاً وأساليب تدريسية تعمل على اكسابهم تلك المهارات ، مما يعزز من قدراتهم في التعامل في المجالات المختلفة وقد قام البحث الحالي بقياس فاعلية برنامج قائم على التطبيقات الرياضية لمبادئ النانو تكنولوجي في تنمية مهارات القوة الرياضية لدى طلبة المرحلة الثانوية .

ويعد محتوى المقرر هو أحد الركائز الأساسية لتطوير المنهج ، ويحاول العديد من الباحثين تضمين بعض التطبيقات الرياضية من الحياة والتي تعمل على تقبل المادة ، وتنمى دافعيتهم نحو تعلمها ويكون لتعلمها معنى ، وهناك نظرة إلى أن الرياضيات التطبيقية تتمثل فى مدى ارتباط الرياضيات بمجالات المعرفة المختلفة وتطبيق نظمها فتلك العلوم بما تخدم أهدافها.

ومن التطبيقات الرياضية النانو تكنولوجي أو ما يسمى تقنية النانو وهى تكنولوجيا المواد متناهية الصغر وتقدر بمقياس النانو (أصغر وحدة قياس مترية تبلغ واحد من مليار من المتر) وهو المقياس الذى يستخدمه العلماء عند قياس الذرة والإلكترونات فعلى سبيل المثال ؛ تبلغ سمك الشعرة الواحدة للإنسان (٥٠) ميكرومتر أي (٥٠٠٠٠) نانومتر وأصغر الأشياء التي يمكن للعين المجرده رؤيتها يبلغ عرضها (١٠٠٠٠) نانومتر (أحمد حسن ، ٢٠١٣، ٣٥٠).

ومما لاشك فيه أن النانو تكنولوجي من العلوم المستقبلية التي تحظى بطلب متزايد لما لها من تطبيقات غير مسبوقة في جميع المجالات تفوق الخيال

العلمي في كثير من الأحيان ، حيث يتم تطوير تطبيقات تكنولوجيا النانو في جميع المجالات الصناعية تقريباً (صفات سلامه ، ٢٠٠٩ ، ١٥).

إن تطوير محتوى مناهج الرياضيات وتضمنها للتطبيقات الحياتية والمستحدثات العلمية أصبح مطلباً ملحاً لإعداد أجيال لديهم القدرة على مواجهه المشكلات الحياتية مما يجعل لدراسة الرياضيات درجة من المتعة بدلاً من تعلمها بصورة مجردة بعيدة بشكل كبير عن الواقع ، كما تعد تطبيقات النانو تكنولوجي من التطبيقات التي يجب توعية الطلاب بها ، والتي تتمثل في امكانية تكوين العديد من الأشكال الهندسية من أشكال هندسية آخري عند تفكيك الشكل فى مقياس النانومتر.

وأكدت العديد من الدراسات على أهمية النانو تكنولوجي والمقدمة من خلال برامج أو استراتيجيات والتي منها (semih,yeldaozel,2008)، أحمد حسن (٢٠١٣) ، (selem,altantawy:2015,198) ، (selem,altantawi,ramdan,2015) ، Noha alshmmarl (2015) ، رشا عبدالحميد (٢٠١٦) ، أبو الخير مياس (٢٠١٧)

وهناك ارتباطات بين الرياضيات وعلم النانو تكنولوجي كما أوضحت (رشا عبد الحميد ،٢٠١٦، ٢٦-٢٧) تتمثل في الآتي:

- استخدام القوانين والنظريات الرياضية والمحاكاة بالكمبيوتر في دراسة سلوك المواد المتناهية الصغر والتى لا تخضع للقوانين المتعارف عليها.
- دور أحد فروع الرياضيات وهو هندسة الفراكتال في وصف تركيب الجزيئات عند مقياس النانومتر وتحديد البعد الفركتالي لتصنيع مواد النانو من مواد أكبر حيث أنها طريقة رياضية تتم تجزئة الشكل بأداة حادة ليصبح الجزء يشبه الكل وتستمر هذه التجزئة حتى مقياس النانو متر الذى عنده يصبح الجزء لا يشبه الكل
- استخدام نظرية الإحتمال في التنبؤ بالخواص الجديدة التي يمكن أن تكون عليها المادة عند تفكيكها لمقياس النانومتر.
- إن استخدام بعض المفاهيم الرياضية التي يقوم عليها علم النانو تكنولوجي كمفهوم النانومتر ومقياس النانومتر.
- استخدام التمثيلات الرياضية البصرية لتفسير حجم المواد عند مقياس النانو.
- صناعة بعض الأشكال النانو مترية مثل الكرات النانونية والأنابيب النانونية وهى أنابيب اسطوانية الشكل تحتاج لصناعتها تفهم قوانين المجسمات مثل الاسطوانة الدائرية والكرة.

وتعد الرياضيات ميداناً خصباً للعديد من المواقف المشكلة ومن هنا كان التفكير في إجراء البحث كمحاولة من الباحث لتنمية مهارات القوة الرياضية لدى طلاب المرحلة الثانوية وهو ما تبين من وجود بعض المؤشرات من الدراسات السابقة التي تؤكد على أهمية تنمية مهارات القوة الرياضية ، بالإضافة إلى خبرة الباحث فى مجال التدريس من خلال ملاحظة طلابه في وجود ضعف في مهارات القوة الرياضية لديهم.

الإحساس بالمشكلة:

نبعت مشكلة البحث الحالي من خلال الآتي :

الدراسات السابقة:

الدراسات والبحوث السابقة التي اهتمت بتنمية مهارات القوة الرياضية والتي أكدت أن هناك قصوراً لدى الطلاب في اكتسابها مثل دراسة (طه على ، ٢٠١٤) ، (ايمان حمدي ، ٢٠١٦)، معايير المجلس القومي لمعلمي الرياضيات (NCTM) والذى أكد على تنمية مهارات القوة الرياضية التي تركز على العمليات مثل التواصل الرياضي والترابط الرياضي والاستدلال الرياضي وكذلك التي تركز على المعرفة الرياضية مثل المعرفة المفاهيمية والمعرفة الإجرائية ومعرفة حل المشكلات، توصيات مؤتمر تعليم وتعلم تكنولوجيا النانو MKU (٢٠١٢) الذى يؤكد على أهمية تعليم وتدريس ونشر ثقافة تكنولوجيا النانو في المدارس والجامعات وتدريب المعلمين على كيفية تدريسها للطلاب لمواكبة متغيرات العصر حيث أصبحت ضرورة عالمية تسير جنباً إلى جنب مع السياسات العلمية والتكنولوجية للدولة .

الدراسة الاستكشافية

وفى سبيل تدعيم الإحساس بمشكلة البحث قام الباحث بإجراء مقابلات غير مقننه مع (٥) موجهاً وعدد (١٥) معلماً من معلمي الرياضيات للسؤال عن هل محتوى منهج الرياضيات بالمرحلة الثانوية يساعد على تنمية مهارات القوة الرياضية ؟ ، وهل يحتاج إلى تطوير حقيقي عن طريق ادخال موضوعات وقضايا تواكب التطور والتقدم العلمي ؟ ومدى اكتساب طلاب المرحلة الثانوية لمهارات القوة الرياضية ؟ وكانت النتائج أن ٨٠% من آراء المعلمين والموجهين إلى أن محتوى منهج الرياضيات لا يساعد الطلاب على اكتساب مهارات القوة الرياضية فالمادة مجردة بدرجة كبيرة وهناك ضعفاً في الربط بينها وبين العلوم الآخرى ، كما أكد المعلمين والموجهين أن طلاب المرحلة الثانوية لديهم ضعف في مستوى مهارات القوة الرياضية الممثلة فى بعد العمليات والمعرفة الرياضية.

خبرة الباحث:

لاحظ الباحث حيث يعمل معلم رياضيات بالمرحلة الثانوية من خلال متابعة أعمال الطلاب وطرق واسلوب حلهم سواء كان شفهياً أو كتابياً والذى أسفر عن وجود ضعف في مهارات القوة الرياضية، ومن خلال تحليل محتوى مقرر الرياضيات للصف الأول والثاني الثانوي تبين عدم تضمنه لموضوعات جديدة تتماشى مع التطبيقات الرياضية للمستحدثات التكنولوجية مثل النانو تكنولوجي وبعض القضايا المستقبلية مما يحتاج إلى تطوير حقيقي مع التطور الحادث في المجتمع.

وبناءً على ما سبق فقد شعر الباحث بضرورة تطوير محتوى منهج الرياضيات بالمرحلة الثانوية من خلال إضافة موضوعات وقضايا جديدة في الرياضيات يمكن من خلالها تنمية مهارات القوة الرياضية المتمثلة في بعدى العمليات والمعرفة الرياضية

مشكلة البحث:

تحددت مشكلة البحث في ضعف واضح وملحوظ في مهارات القوة الرياضية ويمكن التعبير عن المشكلة في السؤال الرئيسى الآتي :

كيف يمكن إعداد برنامج قائم على التطبيقات الرياضية لمبادئ النانو تكنولوجي لتنمية مهارات القوة الرياضية لدى طلبة المرحلة الثانوية ؟

ويتفرع منه التساؤلات الآتية :

١- ما صورة برنامج قائم على التطبيقات الرياضية لمبادئ النانو تكنولوجي لتنمية مهارات القوة الرياضية لدى طلبة المرحلة الثانوية؟
٢- ما فاعلية برنامج قائم على التطبيقات الرياضية لمبادئ النانو تكنولوجي في تنمية مهارات القوة الرياضية لدى طلبة المرحلة الثانوية؟

أهداف البحث :

هدف البحث الحالي:

١. التعرف على صورة برنامج قائم على التطبيقات الرياضية لمبادئ النانو تكنولوجي لتنمية مهارات القوة الرياضية لدى طلبة المرحلة الثانوية.
٢. التعرف على فعالية برنامج قائم على التطبيقات الرياضية لمبادئ النانو تكنولوجي في تنمية مهارات القوة الرياضية لدى طلبة المرحلة الثانوية.

أهمية البحث:

قد تفيد نتائج البحث الفئات التالية :

١- المتعلمين ، من خلال المساهمة في توفير بيئة تعلم غنية بمصادر التعلم المتنوعة تعمل على زيادة إيجابيتهم ومشاركتهم في المواقف التعليمية

وتقديم بعض الأنشطة التي تنمى مهارات القوة الرياضية من خلال البرنامج المقترح والمناسبة لقدراتهم وخصائصهم ، وبذلك ينعكس إيجابياً على التحصيل في الرياضيات.

٢- المعلمين ، من خلال تقديم برنامج قائم على التطبيقات الرياضية لمبادئ النانو تكنولوجي ، بالإضافة إلى تقديم بعض الانشطة لتنمية مهارات القوة الرياضية من خلال البرنامج المقترح.

٣- القائمين على إعداد وتأليف الكتب المدرسية ، من خلال تقديم بعض الأفكار والموضوعات المتضمنة في أنشطة تنمى مهارات القوة الرياضية التي قد تثرى موضوعات الرياضيات ، والتي يمكن دمجها مع موضوعات المقرر أو عرضها منفصلة كأنشطة إضافية.

٤- الباحثين ، في مجال المناهج وطرق التدريس من خلال الإفادة من أدوات البحث (مهارات القوة الرياضية) لتقديم بعض التوجيهات والتوصيات والمقترحات التي قد تفتح مجالاً لبحوث ودراسات أخرى مستقبلية لتطوير تدريس الرياضيات بجميع المراحل التعليمية.

حدود البحث:

اقتصر البحث الحالي على الحدود الآتية :

١- عينة عشوائية من طلبة المرحلة الثانوية بمحافظة الشرقية مقر عمل وإقامة الباحث.

٢- الموضوعات المقترحة في البرنامج لطلبة المرحلة الثانوية لما تتضمنه من مهارات القوة الرياضية.

٣- مهارات القوة الرياضية (التواصل الرياضي - الترابط الرياضي - الاستدلال الرياضي) .

فروض البحث :

سعى البحث الحالي للإجابة عن الأسئلة البحثية في الفروض الآتية :

١- لا يوجد فرق دال إحصائياً عند (٠.٠٥) بين متوسطي درجات طلبة المجموعة التجريبية ودرجات طلبة المجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لاختبار مهارات القوة الرياضية.

٢- لا توجد فعالية لبرنامج قائم على التطبيقات الرياضية لمبادئ النانو تكنولوجي في تنمية مهارات القوة الرياضية .

مصطلحات البحث:

القوة الرياضية :

عرف عبد الواحد الكبيسي ، مدركة صالح (٢٠١٥، ٧٧) :على أنها "القدرة على استخدام المعرفة الرياضية بمستوياتها المفاهيمية ، الاجرائية ، والمشكلاتية بلغة التواصل الرياضية وعمل الترابطات بين فروع الرياضيات نفسها وبين فروع العلم الآخرى من جهة ثانية ، واجراء الاستدلال الرياضي للتواصل للمفاهيم والتعميمات والقوانين الرياضية وتطبيقاتها في المواقف الحياتية".

وتعرف إجرائياً: معيار لتقويم الرياضيات يصف قدرات الطلاب على توظيف واعادة استخدام المعرفة الرياضية (المفاهيمية ، الاجرائية ، المشكلات الرياضية) في أحد مجالات المحتوى الرياضي لتحقيق التواصل بلغة الرياضيات وإجراء ترابطات حول الرياضيات وخارجها واستقراء واستنتاج معارف رياضية جديدة ، واعادة تمثيلها بطرق أخرى.

تكنولوجيا النانو:

وعرف فؤاد الرفاعي (٢٠١٦، ٨) : تكنولوجيا النانو بأنها العلم والهندسة والتقنية التي تعطينا القدرة على التحكم المباشر في الذرات والجزئيات والمواد والتراكيب والاجهزة التي أبعادها تقل عن ١٠٠ نانو متر وذلك بمراقبتها وقياس ودراسة خصائصها والقدرة على تصنيعها ، ويمكن أن تستخدم تطبيقاتها في كل المجالات العلمية ".

ويعرف اجرائياً : أنها التقنية التي تتعامل مع الاشكال الهندسية التي لا تتعدى ١٠٠نانومتر (لا ترى بالعين المجردة) والتي تهتم بإنتاج أشكال هندسية جديدة عبر تجمعها على المستوى الصغير من مكوناتها الأساسية.

الإطار النظري:

المحور الأول : القوة الرياضية:

تعريفات القوة الرياضية:

تعددت تعريفات القوة الرياضية وفقاً لأراء العلماء ومدارسهم فقد عرفها I-Kusmaryono,H.suyitno(2015-,300):أنها القدرة على الاستكشاف وصياغة وتخمين لتقديم سبباً منطقياً والقدرة على حل المشكلات غير الروتينية وتوصيل الأفكار حول الرياضيات واستخدام الرياضيات كوسيلة للتواصل وربط الأفكار في الرياضيات والأنشطة الفكرية الأخرى.

وعرفها سامر المقيد(٢٠١٧،٣٠):أنها قدرة الطالب على استخدام المعرفة الرياضية (المعرفة المفاهيمية، المعرفة الإجرائية، حل المشكلات) ومدى تقدم الطالب في الرياضيات من خلال التواصل والترابط والاستدلال الرياضي.

وعرفها أحمد محمود(٢٠١٨،٣٣٢): قدرة الطالب على توظيف القدرات المعرفية (المعرفة المفاهيمية، المعرفة الإجرائية، حل المشكلات، العمليات الرياضية (التواصل والترابط والاستدلال الرياضي والتمثيلات الرياضية) داخل مستوى رياضي يتم تدريسه مما يمكن الطالب من التواصل رياضياً وحياتياً.

وعرفها ربيع الشاذلي (٢٠١٩،٥٧): قدرة التلميذ على ربط المعرفة المفاهيميه (معرفة حقائق ومفاهيم –تفسير –مصطلحات- والمعرفة الإجرائية لإنتاج جداول البيانات – تبرير صحه الحل –التقسيم) بهدف التواصل بلغة الرياضيات وإجراء الاستدلال الرياضي للتواصل للمفاهيم الجديدة والتعميمات والقوانين وكذلك عمل ترابطات رياضية وذلك لتوسيع تطبيق تدريس الرياضيات في جميع المجالات.

مما سبق يتبين أن القوة الرياضية تعتمد على استخدام لغة الرياضيات للتواصل بين المعرفة الرياضية واستخدامها في حل المشكلات من خلال ربط الرياضيات بالمجالات الأخرى واستخدام الاستدلال كطريقه إجرائية للحل ويمكن اعتبارها غير نمطي لتقويم الرياضيات يصف قدرات الطلاب على توظيف وإعادة استخدام المعرفة الرياضية (المفاهيمية، الإجرائية، المشكلات الرياضية) في أحد مجالات المحتوى لتحقيق التواصل بلغة الرياضيات وإجراء ترابطات حول الرياضيات وخارجها واستقراء واستنتاج معارف رياضية جديدة وإعادة تمثيلها بطرق أخرى.

أهمية القوة الرياضية:

أشارت كلاً من إيمان حمدي (٢٠١٦، ١٢٠)، ربيع الشاذلي (٢٠١٩، ٦٨) لأهمية تنمية القوة الرياضية في الآتي:

١. تعتبر الحد الأقصى للمعرفة الرياضية وتتضمن :
- توظيف معارف ومعلومات لحل المشكلات والمواقف الرياضية.
- الربط بين جوانب المعرفة وإدراك الترابطات والعلاقات بينها.
- التعبير عن التصورات الذهنية المتضمنة بالنماذج والرسوم الرياضية.
- إدراك الترابطات في مجالات الرياضيات المتعددة وبين الرياضيات والمواد الأخرى ما يمكن المتعلم من إدراك الطبيعة الرياضية ومدى نفعيتها وفائدتها في الحياة.
- التحليل والاستدلال الرياضي الذي يظهر في الاستقراء والاستنتاج والتقويم واكتشاف المغالطات.

٢. تساعد المعلم على خلق بيئة تقوم على الاستدلال واستنتاج المعرفة مما يجعل الطالب يشعر بقيمة الرياضيات.

٣. تنمية قوائم من المهارات لدى الطلاب من قراءة وكتابة وتحدث.

٤. تنمية الثقة بالنفس والمثابرة واستخدام المعلومات أو استنتاجها لحل المواقف والمشكلات وصنع القرار.

٥. تعمل على إيقاظ فكر الطلاب في تدبر ماذا نفعل بتعلم الرياضيات حتى يصل الطالب إلى مدى فائدة المعرفة الرياضية وتفسير المواقف الحياتية في ضوئها وتوقع حلول لبعض المواقف والتفكير في أكثر من طريقة للحل مما يجعله ينظر للأشياء بنظرة كليه وليست محدودة وليست كما كان سابقاً.

وقد أكدت العديد من الدراسات على أهمية تنمية القوة الرياضية فقد استخدم عبد الله سعد(٢٠١٤) ، (I-Kusmaryono, H-suyitno 2015) ،أحمد محمود(٢٠١٨) ، سميه مغازي(٢٠١٩) ، وديع داود (٢٠١٩) ،ربيع الشاذلي (٢٠١٩) ، جعفر صالح (٢٠١٩) ،عوض الشرعة، على الزغبي (٢٠١٩) ، فرج الجدعاني (٢٠٢٠)

مما سبق تبين ضرورة تنمية القوة الرياضية ، ومن خلال ما أظهرته الدراسات السابقة ويمكن تلخيص في الآتي:
- أن القوة الراضية أصبحت هدفاً رئيسياً من أهداف تدريس الرياضيات.
- أن القوة الرياضية تعتبر الحد الأقصى للمعرفة الرياضية وأصبحت أحد معايير تقويم الرياضيات.

- أن مع تطور مفهوم القوة الرياضية أصبح تطوير المناهج والقرار شيء أساسي لتلبية المتغيرات والتحديات الجديدة.
- أن القوة الرياضية تعد من مهارات التفكير العليا بما تحتويه من مهارات التواصل والترابط والاستدلال والتمثيل الرياضي.
- أنها تعتمد على توظيف المعرفة لحل المشكلات والمواقف الرياضية وتعطي الرياضيات معنى أثناء دراستها من خلال ترابطها مع المواد الدراسية أو المجالات الأخرى.

أهداف القوة الرياضية:

ولخصت كلاً من إيمان حمدي (٢٠١٦،١٦٥)، ربيع الشاذلي (٢٠١٩,٦٦-٦٧) أهداف القوة الرياضية في الآتي:

- تمكين الطالب من التواصل بلغة الرياضيات وإدراك مفرداتها.
- إدراك مكونات المعرفة الرياضية..
- إنتاج أكبر عدد من الأفكار داخل الموقف أو المشكلة الرياضية.
- تحديد الطالب مدى جدوى المعرفة الرياضية وتوظيفها في المسائل والمواقف الرياضية.
- أن يكون الطالب قادراً على صياغة المفاهيم والتعميمات الرياضية وإدراك العلاقة بينهم.
- أن يكون الطالب قادراً على اتخاذ القرار والاستدلال والتحليل الرياضي.

مما سبق يتبين أن القوة الرياضية وما تحمله من مفاهيم وقواعد وأبعاد متعددة سيختلف معها أهداف تنميتها اللازمة في المناهج المدرسية حتى يحقق الطالب كل تلك الأهداف لذلك يجب على المعلم أن يعمل على اكتساب الطلاب جميع أبعادها وأن ويفهم العلاقات البينية بينها.

أبعاد القوة الرياضية:

وحددت سمية مغازي (٢٠١٩، ٣١) أبعاد القوة الرياضية وكانت كالتالي:

- بعد المحتوى الرياضي.
- بعد المعرفة الرياضية (المعرفة المفاهيمية، المعرفة الإجرائية ، حل المشكلات).
- بعد العمليات الرياضية تتضمن التواصل، الترابط، الاستدلال، التمثيل الرياضي.

وفيما يلي توضيح لهذه الأبعاد:

١- **المحتوى**: المحتوى الرياضي الذي ينبغي أن يعرفه الطالب ويكتسبه من الرياضيات في المراحل التعليمية المختلفة.

وحدد كلاً من عبد الله سعد (٢٠١٤،٤٧)، محمد ابو سكران (٢٠١٧،٢٥)، ربيع الشاذلي (٢٠١٩،٥٨) مجالات المحتوى:

أ- **مجال الأعداد والعمليات** : ويتضمن فهم الأعداد وطرق تمثيلها والعلاقات بينهم وفهم الأنشطة العددية والعمليات وارتباطها معاً والطلاقة في إجراء العمليات الحسابية والقدرة على التقدير الاستدلالي.

ب-مجال المقياس والهندسة: تطبيق الأساليب المختلفة في القياس ووصف الأشكال الهندسية ثنائية وثلاثية الأبعاد وتحديد العلاقات المكانية باستخدام هندسه الإحداثيات واستخدام التمثيل البصري والاستدلال المكاني وتحليل خواص وصفات الأشكال الهندسية واستخدام الأدوات والأساليب المناسبة للقياس.

ج - مجال الجبر والدوال: يتضمن فهم النماذج والعلاقات والدوال واستخدام الرموز الجبرية واستخدام النماذج الرياضية وفهم أنماط الشبه واستخدام التراكيب الرياضية والرموز الجبرية .

د-مجال تحليل البيانات والاحتمالات: يتضمن استخدام الطرق والأساليب الإحصائية المناسبة وجمع وتنظيم وعرض البيانات التي تم جمعها وفهم وتطبيق المفاهيم الأساسية للاحتمالات.

ويمكن الاستفادة في البحث الحالي من مجال الأعداد والعمليات ومجال الهندسة والقياس في إعداد البرنامج.

٢- بعد المعرفة الرياضية:

المعرفة الرياضية: قدرة الطالب على تحديد وفهم الدور الذي تؤديه الرياضيات للتوصل إلى أحكام تستند إلى أسس سليمة والتعامل معها بحيث تعني باحتياجات الطالب الحياتية.

وتضم المعرفة الرياضية كما لخصتها كلاً من سميه مغازي (٢٠١٩،٣٣)، ربيع الشاذلي (٢٠١٩،٥٨) فيما يلي:

أ- المعرفة المفاهيميه: قدرة الطالب على إدراك المفاهيم والتعميمات وفهمها وتمثيلها ، القدرة على قراءة وكتابة المفاهيم وتصنيفها ويميزها وحدد عبد الله سعد (٢٠١٤،٤٩) جوانب المعرفة المفاهيمية :

- تفسير المصطلحات والرموز المستخدمة لتوضيح المفاهيم.
- تطبيق التعريفات المرتبطة بالمفاهيم.
- تحديد القواعد وتطبيقاتها.
- تحديد العلاقات والترابطات بين المفاهيم والقواعد الرياضية.
- استنتاج المفاهيم.

- تفسير الجدليات والفرضيات المرتبطة بالمفاهيم.
- معالجة المفاهيم بطرق متنوعة.
- تقديم الأمثلة واللا أمثلة للمفاهيم.
- استخدام المعالجات اليدوية والنماذج والتمثيلات والرسوم للتعبير عن المفاهيم والحقائق والتعميمات والقواعد الرياضية أثناء حل المسائل بمرونة ودقه وقدرته على مراجعة الحلول والتأكد من صحتها.

ب- المعرفة الاجرائية : أوضح عبد الله سعد (٢٠١٤، ٥٠) جوانب المعرفة الاجرائية في الآتي:

- إجراء الخوارزميات الرياضية العددية
- ربط وتوظيف الخوارزميات داخل المواقف الرياضية:
- استخدام القواعد والتعميمات لحل المشكلات والمواقف.
- تبرير استخدام الإجراءات كأسس لحل المواقف والمشكلات الرياضية.
- قراءة المصطلحات والرموز الرياضية.
- التعبير بالصور والرسم والتمثيل.
- يثبت المعرفة الرياضية عندما يوطن الإجراءات المناسبة للموقف الرياضي ويتضمن المعرفة المتعلقة بالإجراءات الرياضية المطلوبة من الطالب خوارزمياً وذهنياً وتكنولوجياً.

ج-**حل المشكلات:** تتضمن ربط المعرفة المفاهيمية والإجرائية وتوظيفها لتوليد استراتيجيات جديدة لحل المشكلات الرياضية من خلال استثارة التفكير عند المتعلمين ، ويعتبر حل المشكلات مظهراً مهماً في تعلم الراضيات بل بناء معرفة وخبره رياضية جديدة.

مما سبق رأى الباحث أن المعرفة الرياضية لها أهمية في بناء البنية المعرفية لدى الطلاب خلال عملية التعلم والتي تم تقسيمها على ثلاث أنماط والتي تظهر في قدرته على إدراك المفاهيم والنظريات والحقائق والقواعد والتعميمات وتظهر في المعرفة المفاهيمية والثاني في القدرة على استخدام الخوارزميات والإجراءات والخطوات اللازمة أثناء حل المسائل والمواقف الرياضية والأخير وهو توظيف ما سبق في حل المشكلات والتي تكون تطبيق لهما في الحياة بمشكلات حياتيه.

- بعد العمليات:

يتضمن بعد العمليات الخاصة بالقوة الرياضية التواصل الرياضي والترابط الرياضي والاستدلال الرياضي.

أ- التواصل الرياضي:

إن التواصل الرياضي الغاية العظمى من تعلم الرياضيات واستخدام لغتها وإتقانها من خلال التعامل بالرموز والترميزات البصرية والمجردة.

تعريف التواصل:

فقد عرفه إبراهيم رفعت (١٠٧،٢٠١٤): بأنه قدرة المتعلم على التعبير عن الرياضيات كتابياً أو شفهياً في المواقف ذات الطبيعة الرسمية في مواقف تعليم الرياضيات أو المواقف غير الرسمية في التعامل مع الآخرين في المواقف التعليمية عامة أو الحياتية بصفه خاصة.

وعرفته (Ferby Tiffany,other,2017,2161): بأنه قدرة الطالب على استخدام الرياضيات كأداة للتواصل (لغة الرياضيات).

مما سبق يتبين أن التواصل يعتمد على ترحمه الأفكار عن طريق استخدام لغة الرياضيات سواء كان كتاباً أو شفهياً أو بالتمثيل والتمكن في استخدام الرموز والمفردات والمصطلحات.

مهارات التواصل الرياضي:

أتخذ العلماء أكثر من شكل لعرض مهارات التواصل الرياضي فقد اتفق كلاً من ، حسن علي (٢٠٢٠، ٣٩٦-٣٩٧) ، سلوى محمد (٢٠٢٠ ،٣١١-٣١٣) على أنها :

١- **القراءة الرياضية** : تحديد وتفسير الأفكار والعلاقات عن طريق قراءة المسألة الرياضية والجداول والمخططات والبيانات الإحصائية والأعداد وتجزئتها باستخدام القيمة المكانية ، والقدرة على فهم اللغة المكتوبة والقدرة على استنباط معادلات رياضية وتكوين روابط بين المفاهيم الرياضية.

٢- **الكتابة الرياضية:** يتم التواصل بواسطة كتابة الأفكار حول الرياضيات وتمثيل الأفكار الرياضية بكلمات خاصة ورسوم محددة ما يعمق فهم الرياضيات.

٣- **التحدث الرياضي** : ويستطيع التواصل من خلال التحدث ومناقشة حلول المسائل ويستطع الاستجابة لأسئلة المعلم ووصف الإجراءات التي يقوم بها لحل المشكلات باستخدام المفردات اللغوية الرياضية.

٤- **الاستماع الرياضي :** وهو تركيز الانتباه على الشخص المتحدث من خلال التواصل السمعي والبصري لفهم المعنى الدقيق أو من خلال استماع الطالب إلى حلول زملائه وتقاريرهم ويمكن للمعلم أن ينمي مهارة الاستماع لدى الطلاب من خلال طلب المعلم من الطالب إعادة ما قاله زميله أو ما قاله المعلم وإعطاء فرصه لتسجيل ما سمعه.

٥- **التمثيل الرياضي:** ويتم التواصل من خلال تمثيل المفاهيم والعمليات باستخدام الرسوم والجداول والمخططات والمعالجات اليدوية أو من خلال ترجمة المسألة أو الفكرة الرياضية إلى صياغة جديدة بنموذج حسي.

أهمية التواصل الرياضي:

وأمكن تلخيص أهمية التواصل الرياضي كما ذكرها Ferby (Tiffany,other,2017,2162) ، جعفر صالح(٢٠١٩، ٣٣)، وديع داود (٢٠١٩، ٥٦٧) فيما يلي:

١- تساعد المعلم على التدريس كما تساعد المتعلمين على التعلم عن طريق تبادل الأفكار الرياضية بينهم وتسمح بالتعبير عن آرائهم من خلال القراءة والكتابة والتحدث والاستماع والتمثيل.

٢- أن التواصل مكون من مكونات القوة الرياضية والذي من خلالها تمكن الطالب من استخدام لغة الرياضيات عند مواجهة موقف مكتوب أو مسموع أو مقروء وتفسيره من خلال المناقشة الرياضية.

٣- يعزز التواصل أفكار الطلاب الرياضية وينظمها ويساعد في ربط أفكارهم.

٤- ذو أهميه في صياغة التعريفات والتعميمات الرياضية أثناء أداء الحوارات والمناقشات ويتضح ذلك في قدره الطالب على توظيف اللغة وأنواع المعرفة الرياضية في التعبير عن المفاهيم والعلاقات والتعميمات.

٥- يساعد المعلم على إكساب بصيرة عن تفكير طلابه تساعده على توحيد اتجاه التعلم.

٦- أن التواصل جزء أساسي من تعلم الرياضيات وأن بدون التواصل الجيد سيتم إعاقة تطويرها.

٧- وأن التواصل هدفاً من أهداف تعلم الرياضيات المدرسية من خلال توصيل الأفكار برموز وجداول ورسوم بيانيه أو وسائط آخرى لشرح الموقف أو المشكلة.

٨- تعد اللغة أداة التواصل الرئيسة بين أطراف العملية التعليمية والرياضيات كسائر العلوم الآخرى لها لغتها ومفرداتها الخاصة من خلال ما تتميز به من مصطلحات ورموز ومهارات خاصة.

ب- الترابط الرياضي:

أن ترابط المفاهيم والمعارف والأفكار يجعل لها معنى ويعمق من فهمها ويجعل للرياضيات فائدة من دراستها بدلاً من جعلها مجردة تطوف في فلك وحدها مبتعدة عن المجالات الأخرى.

تعريف الترابط الرياضي:

عرفته إيمان حمدي (٢٠١٦، ١٥٨):أنه قدرة المتعلم على ربط المفاهيم والتعميمات الرياضية بعضها ببعض وتوظيفها أثناء حل المسائل الرياضية وإدراكها للترابطات بين أفرع الرياضيات وبين الرياضيات والمواد الدراسية الأخرى وبين الرياضيات ومواقف الحياة اليومية

وعرفه خلف الله محمد (٢٠١٩، ١٥٧)، محمد العشري (٢٠٢٠، ٢٢٧): الربط بين المعرفة الحالية والسابقة عند التلميذ من جانب وتقديمها ككل مترابط ومتناسق يبرز العلاقة بين خبرات الرياضيات المكتسبة في الفصل وبين المواد الأخرى وكذلك أنشطة الحياة اليومية.

مما سبق يتبين أن الترابط الرياضي يكون بين المفاهيم والتعميمات الرياضية السابقة والحالية ، أو الربط بين الرياضيات بما تحتويه وبين المواد الأخرى، وأياً كان الترابط فإنه يعزز من دمج الرياضيات في حياة المتعلمين وتكون لها قيمه أكبر عن طريق تطبيقاتها.

مهارات الترابط الرياضي:

وقد اتفق كلاً من إيمان حمدي (٢٠١٦، ١٦٠) ، خلف الله محمد (٢٠١٩، ١٠٦) ، على مهارات الترابط الرياضي الآتية:

١- التعرف على العلاقات بين الأفكار الرياضية واستخدامها.
٢- فهم كيفية ارتباط الأفكار الرياضية وكيفية بنائها معاً لكي تتيح كلاً متكاملاً.
٣- التعرف على الرياضيات وتطبيقاتها في سياق خارج الرياضيات.

أنواع الترابطات كما حددتها إيمان حمدي (٢٠١٦، ١٦٠):

١-ترابطات داخلية:

أ- ترابط بين الأفكار للدروس بعضها البعض.
ب- ترابط بين موضوعات الرياضيات بشكل عام.

٢-ترابطات خارجية

أ- ترابط الرياضيات والمواد الدراسية الأخرى.
ب- ترابط الرياضيات والبيئة.

أهمية الترابط الرياضي:

ولخص كلاً من جعفر صالح (٢٠١٩، ٣٣) ، وديع داود (٢٠١٩، ٥٨٨) ، سميه مغازي (٢٠١٩، ٤٤) أهمية الترابط الرياضي في الآتي:

١- أن الترابط همزة الوصل بين ما سبق تعليمه وما تعلمه الطالب أي بين القديم والجديد وبين الرياضيات والمواد الدراسية المختلفة.
٢- أن الترابط يتم من خلال المواقف أو المشكلات سواء كانت رياضية أو حياتيه ويمكن أن يستخدم الطالب مختلف فروع الرياضيات(جبر- القياس- الهندسة) لحل المشكلة الرياضية الواحدة.
٣- يعمل على تنمية قدرة المتعلم على التفكير ويساعدهم على تعلم ذي معنى للرياضيات.
٤- يساعد في توظيف المفاهيم والتعميمات والمهارات الرياضة السابقة وربطها بالتمثيلات لتكوين المعرفة الجديدة.
٥- أن عمليه الترابط أحد عمليات القوة الرياضية التي تؤكد على التوجهات الحديثة في تعليم وتعلم الرياضيات.
٦- له دور في إزالة الحواجز الفاصلة بين محتوى الرياضيات ومحتوى المعرفة الآخرى التي تتضمنها المناهج الدراسية.

مما سبق رأى الباحث أن الترابط الرياضي أصبح معياراً من معايير تقييم تعلم الرياضيات وأصبح هدفاً من أهداف تعلمها أيضاً وفقاً للمستحدثات الجديدة وأن تعلم الرياضيات المدرسية يجب أن يقوم على تعلم الترابطات حيث تجمع بين الخبرة السابقة والحالية وذلك من أجل توليد وبناء معلومات جديدة تسهم في فهم أفضل للرياضيات وتصبح أكثر فائدة ومعنى.

جـ- الاستدلال الرياضي:

للرياضيات طبيعة خاصة تختلف عن المواد الأخرى بطبيعتها التراكمية وما تفرضه المتغيرات الحياتية التي جعلت الرياضيات تدخل في حل الكثير من المشكلات ودعمها لعمليات التفكير التي تقوم على إجراءات تقترب من طبيعة الرياضيات.

تعريف الاستدلال الرياضي:

فقد عرفته إيمان حمدي (٢٠١٦، ١٦٢): بأنه قدرة المتعلم على تنظيم معلوماته ومعارفه وأفكاره الرياضية وتوظيفها لاكتشاف المفاهيم والتعميمات الرياضية باستخدام المنطق والأدلة والبراهين لإثبات صحة ما يتم التوصل إليه وإعطاء أمثله على عدم صحتها.

أما سميه مغازي (٢٠١٩، ٤٥): فعرفته بأنه عملية عقلية يتم فيها استدعاء المعرفة الرياضية النظري المخزنه بعد تجميعها وتنظيمها للقيام بعمليات إجرائيه والحصول على الحلول وتبريرها.

مما سبق تبين أن الإستدلال الرياضي يقوم على قدرة المتعلم تنظيم معلوماته سواء كانت حاليه أو سابقه وتوظيفها للحصول على معلومات جديدة باستخدام المنطق والبراهن لإثبات صحتها مما يسهم في حل المشكلات وإتخاذ قرارات من الممكن أن تغير من مصير الشخص.

مهارات الاستدلال الرياضي:

حدد إبراهيم رفعت (٢٠١٤، ١٠٧-١١١)، ومريم عبد الملاك (٢٠١٨، ٢٠٤-٢٠٥) مهارات الاستدلال الرياضي في الآتي:

١- الاستنتاج: هو قدرة الطالب على استخدام ما يمتلكه من خبرات ومعلومات من أجل رسم إستنتاج منطقي من الحقائق المتاحة.
٢- البرهنة والاثبات: وهي قدرة الطالب على استرجاع المعلومات والخبرات ذات العلاقة لعمل برهان والعمل على إثبات صحة تفكيره.
٣- التفسير: وهو قدرة الطالب على شرح حقيقة أو خاصية أو علاقة أو نمط.
٤- استخدام العلاقات : وهي قدرة الطالب على استخدام علاقة النمط لتحليل المشكلات والمواقف الرياضية أو إجراء تشابه أو تعميم.

وأوضحت إيمان حمدي (٢٠١٦، ١٦٣) أنواع الاستدلال الرياضي:

١- الاستدلال الاستقرائي: وهو الحصول على حالات عامة من خاصة.
٢- استدلال استنباطي: وهو الوصول لحالات خاصة من عامة.

أهمية الاستدلال الرياضي:

وحدد كلاً من محمد أبو سكران(٢٠١٧، ٤٢)، وجعفر صالح(٢٠١٩، ٣٣) أهمية تنمية الاستدلال الرياضي في الآتي:

١- يمثل جوهر الرياضيات ويستخدم بطريقتين استخدام الصيغ المعرفية والإجراءات اللازمة لحل المشكلات وفي إعادة المشكلة إلى صيغ سابقة بهدف إيجاد حل لها.
٢- تعد قلب الرياضيات فهي عملية اختيار وتنظيم وفهم واستبصار تتضمن اختيار الخبرات السابقة.
٣- يتيح الفرص للطلاب لتنظيم المعرفة الرياضية وتحسين قدراتهم على التخمين ومساعدتهم على فهم قيمة الرياضيات وتقديرها.
٤- يساعد على فهم المفاهيم الأكثر تعقيداً واستخدامها في حل مختلف المشكلات الرياضية.

٥- يفيد في بناء مقارنه بين الأفكار في الحالات التي تواجه المتعلم.
٦- يعمل على زيادة القدرة على التحليل وليس الاحتفاظ بالمعرفة.

مما سبق رأى الباحث أن الاستدلال الرياضي يلقب بقلب الرياضيات وجوهرها ما يؤكد على أهمية بالنسبة لتعلم الرياضيات فهي عمليه تدخل في اختيار وتنظيم معارف وخبرات المتعلمين أو أنها فرصة لتحسين قدرتهم على فهم الرياضيات وتعمل على زيادة القدرة على تحليل الرياضيات بدلاً من الاحتفاظ بالمعرفة بشكل نصي دون فهم ما يدور حوله من مهارات ومعاني.

دور المعلم في تنمية القوة الرياضية:

إن للمعلم دور مختلف عندما كان التقييم يعتمد على التحصيل فقط بل ارتقى دوره من الاهتمام من مرحلة المعرفة والفهم للمعلومات الرياضية إلى استخدام لغة الرياضيات وعمل الترابطات اللازمة مع المواد الأخرى والإستفادة من المعلومات السابقة والخبرات.

وقد حددت كلاً من إيمان حمدي(٢٠١٦، ١٦٨)، ربيع الشاذلي(٢٠١٩، ٧٥) الأدوار التي يجب على المعلم مراعاتها عند تنمية القوة الرياضية وهي كالأتي:

١- يخطط المعلم للدروس بطريقة مترابطة.
٢- توفير مصادر التعلم المختلفة الرقمية وغيرها لتعلم الرياضيات وتشجيع الطلاب على استخدام أساليب النمذجة واستكشاف المواقف والمشكلات الرياضية.
٣- يركز على إجراء الطلاب لأنماط من العمليات الرياضية بأشكال متعددة ومتنوعة من حيث البساطة والقوة.
٤- يطرح على طلابه المشكلات الرياضية والتي تكون مفتوحة النهاية.
٥- استخدام العديد من الاستراتيجيات التدريسية الحديثة والمناسبة للموضوعات.
٦- يشجع طلابه على استخدام المعالجات الرياضية الذهنية واليدوية.
٧- يراعي الفروق الفردية بين الطلاب.
٨- دعم الجانب الوجداني لدى الطلاب ودعم العمل الجماعي والفردي.
٩- تحويل بيئة الفصل إلى مناخ اكتشاف، يشجع على التفكير والاستمتاع من خلال استخدام المواقف الحياتية في التدريس.
١٠- تشجيع الطلاب على التفكير والتواصل والاستدلال بطرق متعددة.
١١- يطرح أسئلة تثير تفكير الطلاب وخبراتهم ومعلوماتهم السابقة المرتبطة بالموضوع الحالي.

المحور الثالث: تكنولوجيا النانو:

نبذة عن تاريخ تكنولوجيا النانو:

أصبحت تكنولوجيا النانو من المجالات الأكثر أهمية في العصر الحديث بين علوم الهندسة والكمياء والفيزياء والأحياء وغيرها من العلوم فتعد أملاً لكثير من العلماء التي ستغير العالم في العديد من التطبيقات .

وللتطبيقات العلمية لتكنولوجيا النانو أهمية كبرى من خلال فتحها لمجالات جديدة يمكن استغلالها والاستفادة منها لخدمة الإنسان في مختلف المجالات، ما يتوجب على التعلم الحديث أن يتصدى بسرعة للجوانب المتغيرة للعلوم النانونية ولتكنولوجيا النانو (آيات خضر ، ٢٠١٦، ٢٣).

لا يمكن تحديد عصر أو حقبة معينة لظهور تكنولوجيا النانو، وليس معروف بداية استخدام الإنسان للمواد ذات الحجم النانوي، ولكن بعض الظواهر عبرت عن موعد التعرف عليها بدون قصد كما في أحد المقتنيات الزجاجية وهو كأس الملك الروماني "لا يكور جوس" الموجود في المتحف البريطاني ويعود للقرن الميلادي الرابع حيث يحتوي على جسيمات ذهب وفضة في حجم النانو حيث يتغير لون الكأس من الأخضر إلى الأحمر عند تسليط عليه مصدر ضوئي.

إن أوائل من استخدم تكنولوجيا النانو العرب والمسلمون وتبين ذلك في السيوف الدمشقية المعروفة بالمتانة حيث يدخل في تركيبها بعض المواد في حجم النانو تعطيها صلابة مقارنة بغيرها من السيوف في تلك الفترة الزمنية ، واستخدم صانعوا الزجاج بدون قصد تكنولوجيا النانو في العصور الوسطي من خلال استخدام الذهب في تلوين الزجاج عن طريق الحبيبات الرغوية، وكانت تعتمد تقنية التصوير الفوتغرافي منذ القرن الثامن عشر على إنتاج فيلم أو غشاء مصنوع من جسيمات الفضة وهي جسيمات حساسة للضوء.

وتطور اهتمام العلماء بهذه التكنولوجيا لما لها أثر بالغ في مناحي الحياة، وهو ما تم ترجمته من اهتمام الكثير من الدول اهتماماً كبيراً ،وعلى رأس تلك الدول الويات المتحدة الأمريكية ووضعت ميزانية ضخمة وأعلنت عن مبادرة تكنولوجيا النانو الوطنية NNI عام ٢٠٠٠ ، وفتحت مجال الدعم الحكومي في جميع المجالات، كما قامت اليابان بإنشاء مركز متخصص للباحثين في تكنولوجيا النانو وذلك بتوفير جميع الأجهزة ودعم الباحثين .

وعلى المستوى العربي فقد كان لها خطوات حثيثة، من خلال صدور أول عدد من مجلة " النانو " في نوفمبر ٢٠٠٨م التي تعد أول مجلة عربية تعنى بنشر ثقافة النانو والتوعية العلمية للعامة بتكنولوجيا النانو وتصدر عن معهد الملك عبدالله لتكنولوجيا النانو ، ولا يمكن انكار جهود بعض الدول العربية

ومنها مصر التي صدر قرار مؤخراً لإنشاء كلية الدراسات العليا لتكنولوجيا النانو بجامعة القاهرة عام٢٠٢١م والكثير من الأقسام والمراكز البحثية التي ستكون نقلة في تعلم وتعليم تكنولوجيا النانو واستغلال تطبيقاتها في نهضة المجتمع (عبد الحميد بسيوني ، ٢٠٠٨، ٢٣ – ٤٠) ، (عطا درويش ، ٢٠١٨ ، ٢٠٠).

مفهوم النانو تكنولوجي:

تعريف النانو:

عرفت رشا عبد الحميد (٢٠١٦ ، ٢٦) : "الجسيمات التي تقل أبعادها أو أحد أبعادها عن ١٠٠ نانومتر ، ومفهوم مقياس النانو هو مقياس يستخدم لقياس وحساب أبعاد تتراوح بين ١.٠ إلى ١٠٠ نانومتر".

وتبسط عطا درويش (٢٠١٨ ، ٢٠٠) معنى النانو ومقياسه من خلال عدد من الصور كشعرة الرأس التي تبلغ ٧٥٠٠٠ نانومتر، وكذلك فإن عشرة ذرات من الهيدروجين تعادل نانومتر واحد ، كما أن حجم خلية دم واحدة يصل إلى ٢٠٠٠ نانومتر.

تعريف تكنولوجيا النانو بشكل عام:

لتكنولوجيا النانو تعريفات عدة وفقاً لمدارس العلماء فقد عرفها عبد الحميد بسيوني (٢٠٠٨، ١٧) : بأنها "تكنولوجيا ووسائل جديدة لتصنيع المواد في أبعاد تقاس بالنانو متر وهي جزء من الألف من الميكرو متر أي جزء من المليون من الميليمتر وتتعامل تكنولوجيا النانو على انتاج المواد في قياسات تتراوح بين ١- ١٠٠ نانومتر".

وعرفها: Blonder, Ron, Dinur, Merav(2011,52) أنها القدرة على التحكم المباشر في المواد والأجهزة التي أبعادها تقل عن ١٠٠ نانو متر، وذلك بتصنيعها ومراقبتها وقياس خصائصها

وعرفتها رشا عبد الحميد (٢٠١٦ ، ٢٥) : بأنها "تقنية المواد المتناهية الصغر أو التكنولوجيا المجهرية الدقيقة أو تكنولوجيا المنمنمات، وهو الجيل الخامس الذي ظهر في عالم الالكترونيات الذي يهتم بدراسة المواد في مستوى الجزيئات والذرات".

وعرفتها هديل غياضة (٢٠١٦ ، ١٦) : بأنها "مجموعة من الأدوات والتقنيات والتطبيقات التي تتعلق بتصنيع بنية معينة وتركيبها باستخدام مقاييس غاية في الصغر" .

وقدم محمد الشهري (٢٠١٢، ٢٧) تحليلاً لتعريف النانو لخص فيها الآتي:

١- النانومتر يعني واحد على المليار من المتر أو واحد على المليون المليمتر ، وكل شئ على سلم المقياس النانو متري متناهي في الصغر ولا يمكن رؤيته بالعين .
٢- أن تكنولوجيا النانو تعني التحكم في خواص المواد على المستوي الذري أو الجزيئي ، حيث تختلف خواص المواد الكهرو مغناطسية ، الالكترونية ، والفيزيائية والكميائية ويزيد من نشاطها وتفاعلها الكميائي، ويمكن من خلال عملية التحكم في الذرات يمكن ابتكار وإنتاج مواد وأجهزة وتقنيات جديدة تتميز بمواصفات عالية الجودة .
٣- أن خصائص المواد عند مستوى مقياس النانومتر يمكن الاستفادة منها في تطبيقات عملية وتكنولوجية.
٤- أن مستوى المقياس النانو متري (١-١٠٠) نانومتر هو الأساس لبناء مواد مبتكرة لاختلاف خواص المواد عند وحدة المقياس النانو متري.

ويتفق الباحث مع تحليل محمد الشهري ويتبناه ويمكن تعريف تكنولوجيا النانو وفقاً للبحث الحالي : أنها التقنية التي تتعامل مع الأشكال الهندسية التي لا تتعدى ١٠٠ نانومتر (لا ترى بالعين المجردة)، وتهتم بإنتاج أشكال هندسية جديدة عبر تجميعها عند المستوى من مكوناته الأساسية .

أهمية تكنولوجيا النانو:

ولخصت أهمية تعليم وتعلم تكنولوجيا النانو كلٌ من صفات سلامة (٢٠٠٩ ، ٣٧) ، Avila,luis ,other (2014,140) ، عبير عبدالصمد (٢٠١٩ ، ٢٦) ، يحيى صاوي ، هبة محمود (٢٠١٩ ، ٣٣-٣٤) في الأتي :

١- الإستثمار الإقتصادي من خلال المعرفة المتمثلة في النانو تكنولوجي له مردود اقتصادي ضخم يصل أنه يفوق الخيال.
٢- العمل على تغيير كبيراً في المفاهيم الخاصة بالتصميم والإنتاج وتكنولوجيا الإتصالات والمعلومات.
٣- أنها تكنولوجيا حديثة غير مكلفة مقارنة بالتكنولوجيا المستخدمة حالياً.
٤- تكسب المنتجات المصنعة بتكنولوجيا النانو دقة أكثر من المواد المصنعة بالطرق المعتادة.
٥- تعتمد على الخواص المميزة للمواد النانوية التي تختلف خصائصها بشكل كلي عن حجمها في حجمها الطبيعي
٦- الإلتحاق بالعالم المتقدم والدول العظمى والتطور الذي سوف تحدثه ثورة النانو تكنولوجي في جميع مجالات المعرفة من خلال إعداد أجيال قادرة على مواكبة العصر.
٧- دراسة علم وتطبيقات النانو تكنولوجي يوسع من ادراك وتخيل الطلاب.

٨- لـه دور فـي حـل بعـض المشـكلات الملحـة التـي تهـدد العـالم والـي منهـا نقص المياة والتلوث البيئي والتغيرات المناخية والأوبئة.
٩- أن تكنولوجيـا النـانو متعـددة الخلفيـات فهـي تعتمـد علـى مبـادئ الفيزيـاء والكمياء والهندسة وغيرها .
١٠- بيـان تطبيقاتهـا فـي مجـالات عـدة منهـا الطـب المتمثـل فـي طـب النـانو الـذي أدى إلـى ثـورة فـي العـلاج والتشـخيص والكشـف المبكـر عـن الأورام والأمراض.
١١- لهـا دور فـي ابتكـار أجهـزة وأدوات ذكيـة مثـل الحاسـبات النانويـة والأجهـزة الدقيقـة والروبوتـات النانويـة والمستشـعرات النانويـة بمختلـف أنواعها.
١٢- أهـم مـا يميزهـا أنهـا تعمـل علـى تكامـل العلـم والتكنولوجيـا للتوجـه نحـو التطبيقـات العلميـة ،حيـث يبـدأ عملهـا مـن المكونـات الأساسـية للمـادة (الـذرات والجزيئـات) ممـا يجعـل تأثيرهـا واسـعاً ويشـمل جميـع مجـالات العلم.

ممـا سبق يتبـين أن تكنولوجيـا النـانو هـو علـم فريـد مـن نوعـه جمـع بـين عـدد مـن العلـوم وعمـل علـى تكاملهـا بصـورة تزيـد مـن قيمتهـا المضـافة بمنتجـات تنفـع العـالم وتسـهم فـي حـل مشـاكلهم الصـحية والبيئـة وحتـى مرحلـة الرفاهيـة باسـتخدام تكنولوجيـا دقيقـة وسـريعة مـا يجعـل العـالم كقريـة صـغيرة ولكنهـا سـريعة التغيـر ممـا يتطلـب مـن مؤسسـاتنا تقـديم مفـاهيم وتطبيقـات لهـا للطـلاب لتظهـر لهـم علـوم المستقبل وما سوف يعود عليهم من تعلمه وما وصلت إلية الدول الآخرى .

خصائص تكنولوجيا النانو:

تتمركـز تكنولوجيـا النـانو حـول الخـواص المختلفـة للمـواد النانويـة بتلـك الخـواص تمكـن العلمـاء مـن معرفـة المـواد النانويـة بدقـة والعمـل علـى توظيفهـا بمـا يحقـق أهـدافهم فعنـد مسـتوى النـانو نجـد أن الخـواص الطبيعيـة والكميائيـة والبيولوجيـة والهندسـية تختلـف اختلافـاً جوهريـاً بشـكل غيـر متوقـع عـن المـواد الموازيـة لهـا في الحجم الطبيعي (آيات صالح ، ٢٠١٣، ٣١٤).

وقـد حـدد محمـد الإسـكندراني (٢٠١٠، ٧٥) ، آيـات خضـر (٢٠١٦، ٢٧) عدد من الخواص وهي كالآتي:

١- **الخـواص الميكانيكيـة**: وتـأتي علـى رأس الخـواص التـي تظهـر بقـوة عنـد تصـغير حجـم جزيئـات المـادة ووجـود عـدد ضـخم مـن تلـك الجزيئـات والـذرات علـى السـطح الخـارجي ممـا سـتزيد مـن صـلابة المـواد والسـطوح وتزيـد مـن مقاومتهـا لمواجهـات الإجهـادات وعوامـل التعريـة الأحمـال الواقعة عليها.

٢- **الخواص الكميائية** : يزداد النشاط الكميائي للمواد النانوية لوجود أعداد ضخمة من ذرات المادة على أوجهه سطحها الخارجية فهي تعمل كمحفزات تتفاعل بقوة أكثر من وجودها داخل المادة .

٣- **الخواص الفيزيائية** : حيث تتأثر قيم درجات انصهار المواد بتصغير أبعادها فدرجة إنصهار عنصر مثل الذهب في حجمه الطبيعي قد تصل إلى ١٠٦٤ درجة بينما تقل عند تصغير حبيباته إلى ٥٠٠ درجة عند حجم ١.٣٥ نانومتر.

٤- **الخواص البصرية** : وهنا تتضح الخواص أكثر عن رؤية لون الذهب الطبيعي الأصفر يتغير إلى لون شفاف عند تصغير حبيباته إلى أقل من ٢٠ نانومتر كما يتحول ألوانه من الأخضر إلى برتقالي ثم إلى الأحمر مع زيادة تصغير حجمه وهذه الخاصية تمكننا من صناعة شاشات عالية الدقة مثل شاشات التلفاز والحاسبات والتليفونات الحديثة.

٥- **الخواص المغناطيسية :** أنه مع زيادة عدد ذرات المادة على سطحها كلما زادت قوة وفاعلية قدرتها المغناطسية مما يمكننا من استخدامها في المولدات الكهربية الضخمة ومحركات السفن.

٦- **الخواص الكهربية** : يؤدي تصغير أحجام جزيئات المادة إلى أقل من ١٠٠ نانومتر إلى تزايد قدرتها على توصيل التيار الكهربي بما يمكننا من استخدام هذه المواد في صناعة أجهزة الحاسبات الدقيقة والشرائح الإلكترونية بدقة عالية وجودة أفضل وقد أدى إلى طفرة في علم الإلكترونيات.

٧- **الخواص البيولوجية :** إن صغر حجم جزيئات المادة يجعلها أكثر قدرة على النفاذ واختراق الموانع والحواجز البيولوجية وتحسين التوافق البيولوجي مما يسهل وصول الأدوية والعقاقير العلاجية للجزء المصاب عبر الأغشية والأوعية الدموية.

واستخلص الباحث مما سبق أن فكرة استخدام تكنولوجيا النانو تعتمد على ترتيب الذرات التي تتكون منها المادة والتي منها يمكن استغلال خواصها المختلفة في انتاج منتجات تلبي متطلبات الإنسان، فعند ترتيب ذرات الفحم يمكن الحصول على الماس وإذا أمكن ترتيب ذرات السيلكون مع إضافة بعض الشوائب لتحويله إلى شبه موصل يمكن تصنيع منها الدوائر المتكاملة للرقائق المستخدمة في الحاسب والأجهزة الإلكترونية.

مبادئ النانو تكنولوجي:

تعدد المبادئ وفقاً لرؤية العلماء فقد حدد كلٌ من محمد الإسكندراني (٢٠١٠، ١٠٥)، أحمد حسن (٢٠١٣ ، ٥٣١) ، هديل غياضة (٢٠١٦ ، ٢١)

Sohair sokhnini , Ron Blonder (2016,536) مبدأين أساسيين وهما:

١- **من القمة إلى أسفل Top Doen :** أن خصائص الشكل والمادة قد تتغير عندما تتجزأ إلى جزيئات متناهية الصغر عند مقياس النانومتر وهي من خصائص الشكل الهندسي، وتستخدم عدة طرق لتحقيق ذلك منها الحفر الضوئي ، والقطع ، والطحن ، والتفتيت.

٢- **من الأسفل إلى أعلى Bottm Up :** إعادة بناء المواد النانوية إنطلاقاً من ذرات وجزيئات ترتيب للوصول إلى أشكال هندسية جديدة.

مما سبق تبين أن دراسة الأشكال الهندسية وخواصها وهي جزء من مناهج المرحلة الثانوية والإعدادية وإعطاء فرصة للطلاب لدراسة تلك الأشكال بهذه الأبعاد يمكن أن يبني لديهم القدرة على التفكير والخروج عن نمطية التفكير وفي مقدمتها القوة الرياضية من خلال التواصل والترابط والاستدلال الرياضي وكذلك التفكير المستقبلي.

الرياضيات والنانو:

الرياضيات علم قديم حديث قوة ارتباطها بالعلوم المختلفة جعلت لها مكان بين العلوم وتتكامل الرياضيات مع تلك العلوم من خلال الخواص الهندسية والبصرية للمواد ما يجعل الرياضيات بمثابة العمود الفقري لتلك المواد.

وقد لخص أبو الخير مياس (٢٠١٧، ١٦-١٨)، يحى صاوى، وهبه محمود (٢٠١٩، ٣٢-٣٣) الإرتباط بين علم الرياضيات وعلم النانو تكنولوجي فيما يأتي:

١- استخدام القوانين والنظريات الرياضية والمحاكاة بالحاسب الآلي في دراسة سلوك المواد عن مقياس النانومتر والتي تخضع للقوانين المعروفة لدينا، وبالتالي أصبح العلماء في احتياج للنماذج الرياضية التي تساعدهم على فهم سلوك جسميات النانو مثل الموصل النانوي الذي لا يتبع قانون أوم وتعتمد معادلة التيار والجهد والمقاومة على مبدأ تدفق الإلكترونيات في السلك كما تتدفق المياه في النهر.

٢- عند مقياس النانو أقل من ١٠٠ نانومتر تتغير الخواص للمادة ومنها الخواص الهندسية، فعند تجزئته الشكل الهندسي لمقياس النانو يتغير كلياً وينتج أشكالاً جديدة ، وبالتالي يمكن البناء على ذلك أن علم النانو قدم مبدأ هام لعلم الرياضيات وهو عدم التقيد بشكل معين.

٣- استخدام التمثيلات الرياضية والبصرية لتفسير حجم المواد عند مقياس النانو.

٤- دور أحد فروع الرياضيات وهو علم هندسة الفراكتال في وصف تركيب الجزيئات عند مقياس النانومتر وتحديد البعد الفراكتالي تمهيداً لإعادة تركيب هذه الجزيئات ومعرفة كيف يمكن تجزئة الشكل الهندسي والوصول به لمقياس النانو.
٥- استخدام بعض المفاهيم الرياضية التي يقوم عليها علم النانو كمفهوم النانومتر ومقياس النانومتر.
٦- صناعة بعض الأشكال النانوية مثل الكرات النانوية والأنابيب النانو مترية وهى أنابيب اسطوانية الشكل تحتاج لصناعتها منهم معرفة القوانين الرياضية.
٧- تحديد مدى التغير الكبير في مساحه المادة التي تنتج عن عمليه top downوهذا التغير يفيد في الكثير من العلوم مثل علم الكيمياء وفيه كلما ذادت مساحة المادة ذادت معها نشاطها الكيميائي.
٨- استخدام نظريه الإحتمالات في التنبؤ بالخواص الجديدة التي يمكن أن تكون عليها المادة عند تفكيكها لمقياس النانومتر.
٩- استخدام البارمترات أثناء البلورات وذلك لتتبع حركة كل جزئ أثناء البناء البلوري للمادة.

حيث أكدت الدراسات على أن رياضيات المستقبل يجب أن تتضمن تطبيقات النانو تكنولوجي لتثقيف الطلاب بمفاهيمها ومنها دراسة أحمد حسن (٢٠١٣)، Avila,luis,other (2014) ، إيمان مهدي (٢٠١٦) ، رشا عبد الحميد (٢٠١٦) ، Shu-fenli, Huann-shyanglin(2016) ، Sohair sakhnini, Bon Blonder(2016)، أبو الخير مياس (٢٠١٧).

مما سبق يتضح أن الرياضيات لها دور قوي وداعم لعلوم النانو في البناء الهيكلي والتنظيمي لتطبيقات العلوم الأخرى، والتي دون معرفة تلك الأسس والمفاهيم الرياضية يقل من فهم المواد وفهم نمط حركة مكوناتها وجزيئها ومع معرفة الأسس والمبادئ الرياضية للمواد يسهل بناء الذرات واستخلاص الكثير من التطبيقات والمواد الجديدة التي ساهمت في حل الكثير من المشكلات في المجتمع.

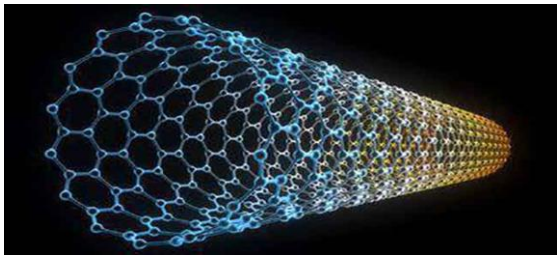
تصنيف المواد النانوية من وجهة نظر رياضية:

اختلفت التصنيفات بإختلاف رؤية الباحثين وتخصصاتهم المختلفة الكيميائية والفيزيائية والهندسية، ويمكن تقسيم المواد النانوية على أساس رياضي كما وضحه كلاً من BenSedicte HinganT, Virginie Able(2010,130) ، محمد الاسكندراني(٢٠١٠. ٦٦-٦٩)، هديل غياضه (٢٠١٦، ٢٢)، أبو الخير مياس(٢٠١٧، ٢٣).

١-**المواد النانوية أحادية الأبعاد**:
تقع تحت هذه الفئة جميع المواد التي يقل أحد مقاييس أبعدها عن ١٠٠نانومتر، وسميت أحادية الأبعاد لأن لها بعد نانوي واحد فقط ، ومن أمثلتها المرشحات النانوية والألياف النانوية والأغشية التي توظف في أعمال طلاء الأسطح كما في المنتجات الفلزية لحمايتها من الصدأ والأسطح المقاومة للبقع والتصاق الأتربة.

٢-**المواد النانوية ثنائية الأبعاد :** مواد نانوية يقل فيها مقياس بعدين من أبعدها عن ١٠٠ نانومتر ومن أمثلة هذه المواد أنابيب الكربون النانوية والألياف النانوية وكذلك الأسلاك النانوية، وفيما يلي توضيح ذلك.

أ- **أنابيب النانوية الكربونية :** وهى أنابيب ممتدة من لفائف ألواح الجرافيت وهناك نوعان من الأنابيب الكربونية أحداها ذات جدار واحد (أنبوب واحد) والآخرى متعددة الجدران (عده أنابيب مركزة) وكل منها بأقطار بعدد صغير من النانو بأطوال قليلة من الميكرو مترات، ولها استخدامات في المركبات الكيميائية وأجهزة الاستشعار والإلكترونيات وأجهزة شاشات العرض.



ب- **أنابيب النانو غير العضوية** : وهى تشبه مثيلتها من المواد التي تقوم على مركبات من طبقات مثل مركبات المولبيدنيوم وتمتاز هذه الأنابيب بخصائص التزييت والتشحيم ومقاومة آثار الصدمات وتحفيز التفاعلات والقدرة العالية على تخزين الهيدروجين والليثيوم.

ج- **أسلاك النانو :** وهي أسلاك غاية في الدقة أو مصفوفة خطية من النقاط التي تكونت من التجميع الذاتي ، تصنيع أسلاك أشباه موصلات وأسلاك النانو من السيلكون ونيتريد الجاليوم وفوسفيد الأنديوم ، وقد أثبتت الخصائص الرائعة من خواصها البصرية والالكترونية

والمغناطيسية ، ومن تطبيقاتها المهمة التي تستخدم فيها أسلاك النانو تطبيقات تخزين البيانات عالية الكثافة بعدة طرق فيمكن لها أن تكون رؤوس قراءة مغناطيسية أو يمكن أن تكون نمط وسائط التخزين أو أن تكون أجهزة نانو إلكترونية أو ضوئية الكترونية للوصلات المعدنية بين أجهزة الكم وأجهزة النانو

د- **البوليمرات الحيوية :** وتوفر إمكانية معرفة وتغير البوليمرات الحيوية مثل جزيئات الحمض النووي، وتقديم مجموعة واسعة من الفرص من أجل التنظيم الذاتي لبيانات أسلاك النانو.

١- **المواد النانوية ثلاثية الأبعاد**:

أما المواد النانوية ثلاثية الأبعاد أخذت أكثر من شكل وهي كالآتي:

أ- **جسيمات النانو:** إنها جسيمات ذات قطر أقل من مائة نانومتر ولجسيمات النانو مجموعة من التطبيقات المحتملة في الآجل القصير تستخدم في مستحضرات التجميل والمنسوجات والطلاء وعلى المدى الأطول يمكن أن تستخدم في أساليب تستهدف توصيل الأدوية والعقاقير لموقع معين في الجسم.

ب- **الكربون ٦٠ والفلوريدات:** من التطبيقات التي تستخدم فيها هذه المواد وسائل التجميل المصنوعة على شكل كرات مصغرة لترتيب السطوح وتقليل الإحتكاك واستخدامها كمركبات صغيرة لوسائط تحمل الأدوية في الدم وفي تصميم الدوائر الإلكترونية.

ج- **ديمدرايمر أوالزوائد الشجيرية الاصطناعية:** وهى جزيئات بوليمرات كروية الشكل من خلال عمليه التجميع الذاتي الهرمية في قياس النانو وتستخدم في تطبيقات الطلاء والأحبار وتستخدم في توصيل العقاقير إلى جسم الإنسان وفي ترشيح المياه.

د- **نقط الكم :** وهى أشباه موصلات مصنوعة من جزيئات صغيرة وتستخدم في تطبيقات الخلايا الشمسية وخلايا الفلورسنت البيولوجية.

مما سبق نجد أن مهما تعددت تصنيفات المواد النانوية ومهما تعددت تطبيقاتها العلمية والهندسية إلا وكان للرياضيات الأساس فيها من خلال تقسيمها رياضياً إلى مواد ذات بعد واحد أو بعدين أو ثلاثة أبعاد وهذا جزءاً أصيلاً من تقسيم الأشكال الهندسية في الرياضيات.

أهمية تدريس بعض التطبيقات لمبادئ النانو تكنولوجي لطلاب المرحلة الثانوية:

تعتبر المرحلة الثانوية مرحلة محورية بين مراحل التعليم لما تمثله من حلقة وصل بين دراسة المفاهيم بمفهوم العمومية وبين دراستها في صورة أعمق

وأدق وأكثر تخصصية في المرحلة الجامعية وأن إيصال عدد من المفاهيم والتطبيقات في تلك المرحلة سيكون لها أثر بالغ على الطلاب في تسهيل دراستهم وتكون لهم بمثابة خلفية معرفية وعند دراسة مفاهيم وتطبيقات تكنولوجيا النانو في تلك المرحلة سيفتح عقول الطلاب على موضوعات قد تكون غائبة عنهم في مناهجهم أو في اختيار أحد تخصصات الجامعة بعد ذلك التي لم يكن لديهم دراية بما تحتويه من مفاهيم وما يدور في فلكها.

وقد حدد كلٌ من Blonder, Ron, Dinur, Merav(2011,55) ، أحمد حسن (٢٠١٣، ٦٧) ، إيمان مهدي (٢٠١٦، ٩٧) ، رشا عبد الحميد (٢٠١٦ ، ٢٩-٣٠) أهمية تدريس بعض التطبيقات الرياضية لمبادئ النانو تكنولوجي لطلاب المرحلة الثانوية وتتلخص في الآتي :

١- التعرف على بعض المصطلحات البسيطة التي يمكن أن تساعده إذا أصبح طبيباً في المستقبل كالكرات النانوية والأنابيب النانو مترية وكيف يمكن تصنيعها.
٢- تعريف الطلبة بدور المجسمات الهندسية التي تدرسها مثل الاسطوانة والمنشور والكرة في صناعة الأنابيب النانوية.
٣- فتح أفاق التفكير من خلال عدم التقيد بشكل هندسي محدد ومعرفة أن أي شكل هندسي يمكن تحويله لشكل هندسي آخر.
٤- التعرف على وحدة قياس النانومتر التي تقيس الأشياء المتناهية في الصغر والخصائص الهندسية لها والموجودة في الحياة مثل قطر شعر الرأس وسمك ورقة الكتاب وغيرها من الأشياء.
٥- إمكانية زيادة مساحة الشكل الهندسي بتجزئته باستخدام مقياس النانومتر .
٦- تعريف الطلبة باستخدام النانو تكنولوجي لعلاج بعض الأمراض الخطرة ومعرفة أحدث طرق التجسس وصناعة المتفجرات.
٧- التعرف على طرق تحويل المواد الرخيصة في المستقبل إلى مواد ثمينة مثل تحويل الفحم إلى الماس.
٨- التعرف على ارتباطه بالعلوم الآخرى والتطبيقات المختلفة له.
٩- مواكبة التطور العلمي ، لأن النانو تكنولوجي ثورة علمية ينادي بها العالم كله ويتضح هذا في الميزانيات الضخمة التي ترصدها له الدول في مختلف المجالات.

مما سبق يتضح أن لتكنولوجيا النانو دور كبير في مستقبل العالم وما يتطلبه من نشر ثقافة النانو بين أفراد المجتمع عامة والطلاب خاصة وهو ما يقع على عاتق المعلم تلك المهمة ولكن لن يكون ذلك إلا بتضافر الجهود لتطوير

المنظومة التعليمية من خلال مناهجها خاصة في مجال الرياضيات والعلوم والعمل على دمج بعض المناهج الجديدة مثل Stem الذي سيكون بمثابة البُصلة لإدراك مفاهيم وتطبيقات تكنولوجيا النانو، والمرحلة الثانوية مرحلة مفصلية في مرحل التعليم وتعتبر أفضلها وأنسبها لتعلم تكنولوجيا النانو كما أكدت على ذلك الدراسات التي تم عرضها سواء كانت لتنمية مفاهيم النانو أو تطبيقاتها أو استخدام مبادئ النانو في تنمية التحصيل أو الاتجاه نحو المواد أو نمط من أنماط التفكير المختلفة وفي هذا البحث سيتم تناول التطبيقات الرياضية القائمة على مبادئ النانو تكنولوجي لطلبة المرحلة الثانوية من خلال العنوان فعالية برنامج قائم على التطبيقات الرياضية لمبادئ النانو تكنولوجي في تنمية مهارات القوة الرياضية لدى طلبة المرحلة الثانوية.

تحديات تواجه تعلم تكنولوجيا النانو:

حددت عبير عبد الصمد (٢٠١٩، ٢٦) بعض التحديات التي من الممكن أن تواجهه في تعلم تكنولوجي النانو

١- الأشياء والمفاهيم في حجم النانو صعبة في الوصف والتصور وبعيدة عن العلم الملاحظ الذي نعيش فيه والتي قد توجهه صعوبة في فهم أشياء لا يمكننا رؤيتها.
٢- صعوبة تمثيل سلوك وتفاعلات المواد النانوية .
٣- صعوبة التنبؤ والمعرفة المستقبلية لدى الطلاب.
٤- القوانين التي تحكم سلوك المواد النانوية تختلف عن تلك التي يتم دراستها واعتادوا عليها.
٥- أن المادة التعليمية التي سيتعلمها الطلاب هي في حقيقة الأمر جديدة على المعلمين أنفسهم.
٦- الجوانب الأخلاقية والتأثيرات المجتمعية والسياق التربوي لتكنولوجيا النانو سيأخذ وقتاً لفهمه.

مما سبق يتبن أن تعلم النانو لن يقتصر على توصيل مفاهيم وتطبيقات فقط بل يحتاج إلى بيئة تعليمية مناسبة لتلافي تلك التحديات ويجب على الباحثين وضع حلول لها ومعهم المعلمون من خلال دعم المناهج بالصور والفيديوهات وغيرها من الوسائط المتضمنة لبعض المفاهيم والتطبيقات لتبسيطها.

أوجه الاستفادة من الدراسات والبحوث السابقة في محاور البحث

في ضوء الدراسات والبحوث السابقة في المحاور السابق ذكرها وبعد الرجوع إليها ودراستها أمكن تحديد أوجه الاستفادة منها في النقاط التالية:

- إعداد الإطار النظري للبحث.

- إعداد قائمة الأهداف والخاصة لبرنامج قائم على التطبيقات الرياضية لمبادئ النانو تكنولوجي لطلاب المرحلة الثانوية.
- إعداد المحتوى العلمي للبرنامج واختيار الاسلوب المناسب للبحث الحالي في عرضها للطلاب.
- إعداد أداة البحث وتمثلت في اختبار القوة الرياضية لطلاب المرحلة الثانوية.
- تفسير نتائج البحث في ضوء نتائج الدراسات السابقة.

وبذلك يكون الباحث قد تناول الدراسات والبحوث السابقة ذات الصلة بموضوع البحث الحالي وأوضح ما استفاده من هذه الدراسات في البحث الحالي وأوجه الاتفاق والاختلاف بين هذه الدراسات والبحث الحالي.

إجراءات البحث:

للإجابة عن السؤال الأول من أسئلة البحث والذي نصه ما صورة برنامج قائم على التطبيقات الرياضية لمبادئ النانو تكنولوجي لتنمية مهارات القوة الرياضية لدى طلبة المرحلة الثانوية؟

قام الباحث بالإجراءات التالية:

١- الاطلاع على الأدبيات والدراسات والبحوث السابقة التي تناولت النانو تكنولوجي وتطبيقاته الرياضية للاستفادة منها في إعداد الإطار النظري وأدوات ومواد البحث.

٢- إعداد قائمة أولية بموضوعات البرنامج وعرضها على مجموعة من الخبراء من المحكمين في مجال مناهج وطرق تدريس الرياضيات لتحديد مناسبتها لطلبة الصف الأول الثانوي وتعديلها في ضوء آرائهم وإعداد الصورة النهائية للقائمة.

٣- إعداد برنامج قائم على التطبيقات الرياضية لمبادئ النانو تكنولوجي لتنمية مهارات القوة الرياضية لدى طلبة الصف الأول الثانوي من خلال اتباع الخطوات التالية:

د- إعداد دروس البرنامج في ضوء المحتوى على أن يتضمن كل درس العناصر التالية (نواتج التعلم – الوسائل التعليمية – استراتيجيات التدريس – التقويم).

هـ- عرض البرنامج على مجموعة من المحكمين ، لضبطه والتحقق من صلاحيته وتعديله في ضوء الآراء المقترحة للتوصل إلى الصورة النهائية للبرنامج.

وللإجابة على السؤال الثاني والذي نصه ما فعالية برنامج قائم على التطبيقات الرياضية لمبادئ النانو تكنولوجي لتنمية مهارات القوة الرياضية لدى طلبة المرحلة الثانوية ؟

قام الباحث بالإجراءات التالية:

١- إعداد وأداة البحث وثباتها وتشمل :

أ- اختبار مهارات القوة الرياضية .

٢- اختيار عينة من طالبات الصف الأول الثانوي بمدرسة غزالة الخيس الثانوية وتقسيمهم إلى مجموعتين إحداهما تجريبية (تدرس البرنامج بالإضافة إلى المقررات المعتادة) وآخري ضابطة (تدرس المقررات المعتادة).

٣- تطبيق اختبار مهارات القوة الرياضية قبلياً على المجموعتين للتأكد من تكافؤ المجموعتين.

٤- تدرس برنامج قائم على التطبيقات الرياضية لمبادئ النانو تكنولوجي المجموعة التجريبية ، بينما تدرس المجموعة الضابطة المقررات المعتادة.

٥- تطبيق اختبار مهارات القوة الرياضية بعدياً على المجموعتين.

٦- تطبيق اختبار مهارات القوة الرياضية تتبعياً على طلبة المجموعة التجريبية.

٧- رصد النتائج ومعالجتها إحصائياً ، وتفسيرها.

٨- كتابة تقرير وتوصيات ومقترحات البحث.

أولاً : إعداد برنامج قائم على التطبيقات الرياضية لمبادئ النانو تكنولوجي:

فلسفة البرنامج:

تم بناء فكرة البرنامج نتيجة الاتجاهات العالمية بتضمين المناهج التعليمية للتطبيقات المختلفة وخاصه لمادة الرياضيات ما يعزز من ارتباط الرياضيات بالواقع ومشكلاته وهو ما يجعل الإنسان قادراً على حل المشكلات المستقبلية ؛ وأفضل الموضوعات ارتباطاً بين الواقع والمستقبل وله خصوصية في الرياضيات هو علم النانو تكنولوجي الذي يعمل علي ربط العلوم المختلفة في وقت واحد وتدخل الرياضيات معها في التطبيقات الخاصة بها في النانو مما يجعل فرص التواصل والترابط الرياضي أقوي ما يعزز تعلم الرياضيات .

أهداف برنامج قائم علي التطبيقات الرياضية لمبادئ النانو تكنولوجي:

الهدف العام للبرنامج:

يهدف البرنامج الي قياس فعالية برنامج قائم علي التطبيقات الرياضية لمبادئ النانو تكنولوجي لتنميه مهارات القوه الرياضية طلبه المرحلة الثانوية .

ضبط البرنامج:

أعد الباحث محتوي مقترح في صورته الأولية وتم عرضه علي مجموعة من السادة المحكمين في مجال مناهج وطرق تدريس الرياضيات وذلك للتحقق مما يلى:

بعد عرض البرنامج في صورته الأولية علي السادة المحكمين بعد ذكر عدد من الملاحظات منها زيادة عدد الأنشطة الخاصة بتطبيقات الرياضيات وزيادة عدد الحصص الخاصة في بعض الموضوعات مثل هندسة الفراكتال المساحة لترك فرصة أمام الطلبة وتقسيم بعض الموضوعات الي درسين منفصلين مثل موضوعي مبادئ النانو.

وقام الباحث بتعديل البرنامج في ضوء ملاحظات السادة المحكمون وتعديل بعض الصياغات التربوية واللغوية وبعد القيام أصبح البرنامج في صورته النهائية يحتوي على (١٥) موضوعاً وأصبح صالحاً للتطبيق .

ثانياً: دليل المعلم:

إذا كان هدف البحث هو التعرف على فعالية برنامج قائم على التطبيقات الرياضية لمبادئ النانو تكنولوجي لتنمية مهارات القوة الرياضية

لدي طلبة المرحلة الثانوية ، فأنه من الضروري إعداد دليل معلم للإرشاد في كيفية تدريس محتوي البرنامج وتتضمن:

١- **مقدمة الدليل**: توضح أهميه علم النانو تكنولوجي وتطبيقاته ،وأهمية مهارات القوة الرياضية.

٢- **الخلفية النظرية للدليل:** والهدف منها إعطاء صورة بسيطة للمعلم الذي استخدم الدليل شرحاً مبسطاً لتاريخ النانو تكنولوجي ومراحل تطويره وشرح مبادئه الذي يستند إليها.

٣- الأهداف التي يسعى المعلم لتحقيقها باستخدام برنامج قائم على التطبيقات الرياضية لمبادئ النانو تكنولوجي لتنمية مهارات القوة الرياضية .

٤- إرشادات عامة للمعلم في التدريس باستخدام برنامج قائم على التطبيقات الرياضية لمبادئ النانو تكنولوجي .

٥- الخطة الزمنية لتدريس البرنامج على طلبة الصف الأول الثانوي .

٦- الأهداف الإجرائية للبرنامج وتم صياغتها بصورة إجرائية شاملة لجميع جوانب المعرفة معرفية أو مهارية أو وجدانية واحتوائها على نواتج خاصة بمهارات القوة الرياضية.

ثالثاً : إعداد الأداة المستخدمة في البحث:

هدف البحث إلى دراسة فعالية برنامج قائم على التطبيقات الرياضية لمبادئ النانو تكنولوجي في تنمية مهارات القوة الرياضية لدى طلبة المرحلة الثانوية، ولتحقيق هذا الهدف تم إعداد الأدوات التالية:

- **اختبار مهارات القوة الرياضية.**

وفيما يلي تفصيل الخطوات التي قام بها الباحث لإعداد تلك الأدوات:

١- اختبار القوة الرياضية:

تم إعداد اختبار القوة الرياضية وفق ثلاث مراحل هي :

المرحلة الأولى التخطيط وإعداد الاختبار.

وتمت وفق الخطوات التالية:

١- تحديد الهدف من الاختبار:

هدف الاختبار إلى قياس قدرة طلبة الصف الأول الثانوي على اكتسابهم مهارات القوة الرياضية .

٢- تحديد مهارات القوة الرياضية التي يقيسها الاختبار:

يعتمد الاختبار على بعدين من أبعاد القوة الرياضية وهي العمليات والمعرفة الرياضية من خلال الرجوع إلى الدراسات والأدبيات التربوية والإطار النظري للبحث وبعض اختبارات القوة الرياضية تم تحديد المهارات الاتية التي يقيسها اختبار القوة الرياضية، بعد العمليات؛ التواصل الرياضي، الترابط الرياضي، الاستدلال الرياضي، بعد المعرفة الرياضية، المعرفة المفاهيمية ، المعرفة الإجرائية، معرفة حل المشكلات.

٣- تحليل محتوي موضوعات البرنامج في ضوء مهارات القوة الرياضية:

قام الباحث بتحليل محتوى برنامج قائم على التطبيقات الرياضية لمبادئ النانو تكنولوجي المقترح لطلبة الصف الأول الثانوي في ضوء مهارات القوة الرياضية في بعديها العمليات والمعرفة الرياضية مع مراعاة مؤشرات تحقيق كل منهما بفاصل زمني شهر وتم حساب نسبة الاتفاق ويوضح الجدول التالي

جدول (١)

يوضح نتائج ثبات عملية تحليل محتوى البرنامج في ضوء مهارات القوة الرياضية

المهارة	تحليل ١	تحليل ٢	اتفاق	الاسس المئوية للاتفاق
تواصل رياضي	١٣	١٣	١٣	%١٠٠
ترابط رياضي	١٥	١٣	١٣	%٩٢.٨٥
استدلال رياضي	٨	٨	٨	%١٠٠
مجموع	٣٦	٣٤	٣٤	%٩٧.١٤
مجموع	٣٦	٣٤	٣٢	%٩١.٤٢

يوضح الجدول نسبة الإتفاق بين التحليلين فكانت (٩٧.١٤) وهي نسبة اتفاق كبيرة يمكن الوثوق بها ويعكس ثباتاً مرتفعاً لعملية التحليل ويمكن استخدامها في إعداد جدول مواصفات الاختبار.

١- إعداد جدول مواصفات الاختبار:

يعمل جدول المواصفات على تحقيق التوازن بين مكونات الاختبار ويساعد على الاهتمام بكل جوانب الاختبار وعدم التركيز على جانب معين .

وتم إعداد هذا الجدول بناءً على:

١- تحديد الأهمية النسبية لكل موضوع من موضوعات البرنامج تبعاً لعدد الصفحات والحصص التي يشغلها كل موضوع.

٢- تحديد الأهمية النسبية من توافر كل مهارة من مهارات بعدي القوة الرياضية العمليات والمعرفة الرياضية في البرنامج.

٣- تحديد الصورة النهائية لجدول المواصفات الخاص باختبار مهارات القوة الرياضية وتتضح هذه الجداول كما يلي:

جدول (٢)

جدول الأوزان النسبية لإختبار القوة الرياضية

المعرفة الرياضية	المعرفة المفاهيمية		المعرفة الإجرائية		معرفة حل مشكلات		المجموع	
العمليات	عدد	النسبة	عدد	النسبة	عدد	النسبة	عدد	نسبة
التواصل الرياضي	٨	%٢٣.٥٢	٤	%١١.٧٦	١	%٢.٩٤	١٣	%٣٨.٢٣
الترابط الرياضي	٤	%١١.٧٦	٤	%١١.٧٦	٥	%١٤.٧٠	١٣	%٣٨.٢٣
الإستدلال الرياضي	صفر	صفر	٣	%٨.٨٢	٥	%١٤.٧٠	٨	%٢٣.٥٢
المجموع	١٢	%٣٥.٢٩	١١	%٣٢.٣٥	١١	%٣٢.٣٥	٣٤	%١٠٠

جدول (٣)

جدول مواصفات اختبارالقوة الرياضية والأوزان النسبية لتوزيع الأسئلة

العمليات	المعرفة المفاهيمية	معرفة إجرائية	حل المشكلات	المجموع	النسبة
التواصل الرياضي	١-١٤-٣-١٧-٧-٣٠-٢٤-١١	٢٨-٥-٩-٣٤	١٣	١٣	%٣٨.٢٣
الترابط الرياضي	٢٣-١٠-٢٥-٢٦	٢-١٥-١٦-١٨	٦-١٩-٢٠-٢١-٣٢	١٣	%٣٨.٢٣
الإستدلال الرياضي	-----	٢٧-٢٢-٣٣	٤-٢٩-٨-٣١-١٢	٨	%٢٣.٥٤
المجموع	١٢	١١	١١	٣٤	%١٠٠
النسبة	%٣٥.٣٠	%٣٢.٣٥	%٣٢.٣٥	%١٠٠	

٥-صياغة مفردات الاختبار:

قام الباحث بصياغة مفردات الاختبار من نوع الاختيار من متعدد

٦- صياغة تعليمات الاختبار:

تم تناول التعليمات الموجهة للطلبة والتي استهدفت توضيح الاختبار وكيفية الإجابة عنه وقد راعى الباحث من خلالها القيام بما هو مطلوب منهم دون غموض أو لبس وقد تم صياغة التعليمات بلغة واضحة ومناسبة لمستوى الطلبة.

المرحلة الثانية ضبط الاختبار

١- التأكد من صدق الاختبار:

أ- **صدق المحكمين:** للتحقق من صدق الاختبار تم عرضة على مجموعة من السادة المحكمين من أساتذة المناهج وطرق تدريس الرياضيات ويختلف اختبار القوة الرياضية عن الاختبار التحصيلي لأن الأسئلة تصاغ وفقاً للمهارات والعمليات الممثلة للقوة الرياضية وليس وفقاً للأهداف فهنا يكون المنطلق مهارات ممثلة لعمليات ومعرفة القوة الرياضية

واشتملت الصورة الأولية على خطاب واستمارة تحليل المحتوى وفقاً لبعدي العمليات والمعرفة الرياضية للقوة الرياضية والأسئلة المقترحة لتطبيق تلك العمليات والمهارات.

وقد أبدى المحكمون بعض الملاحظات والآراء في الاختبار منها:

تعديل إنتماء مفردة لمهارة المعرفة الإجرائية إلى مهارة حل المشكلات مثل السؤال ١٩ ، ٢٠ ، إعادة الصياغة اللغوية لبعض الأسئلة مثل السؤال الأول لتميز أحد الخيارات، حذف مفردتان ، واحدة لسهولتها والأخرى لصعوبتها، تعديل الأخطاء المطبعية مثل تعديل الأسس، وفي ضوء تلك الآراء تم تعديل

اللازم وبذلك كان الاختبار في صورته النهائية مكون من ٣٤ مفردة موزعة على كل المهارات وبذلك تم التحقق من صدق الاختبار.

ب- صدق الاتساق الداخلي:

قام الباحث بدراسة استطلاعية من خلال تطبيق اختبار القوة الرياضية بداية العام الدراسي ٢٠٢٢/٢٠٢١م على طلبة الصف الثاني الثانوي وتكونت من ٣٢ طالبة بعد دراستهن لبرنامج قائم على التطبيقات الرياضية لمبادئ النانو تكنولوجي بصورة أولية تم توضيح القوانين والمفاهيم مثل قانون المساحة وهندسة الفراكتال واطلاعهم على عدد من الفيديوهات التي ساعدتهم على إلمام المحتوى بشكل سريع يمكنهم من الإجابة على الاختبارات بشكل طبيعي وكانت فرصة لمعرفة نقاط القوة والضعف الخاصة بالبرنامج من خلال مناقشتهم في محتوى البرنامج من خلال اظهار مميزاته وعيوبه، وتم تطبيق الاختبار عليهم وحساب ما يلي:

١- حساب معامل الارتباط بين درجة كل مفردة من مفردات اختبار القوة الرياضية والدرجة الكلية لكل مهارة من مهارات القوة الرياضية بعد العمليات وكانت جميعها دالة إحصائياً

٢- معامل الارتباط بين كل درجة مهارة مع الدرجة الكلية لاختبار القوة الرياضية في بعد العمليات يبين الجدول التالي:

جدول (٤)

يبين معامل الارتباط بين كل مهارة مع الدرجة الكلية لاختبار القوة الرياضية بعدي العمليات والمعرفة الرياضية

المهارة	معامل الارتباط	مستوى الدلالة
التواصل الرياضي	٠.٥٢	٠.١
الترابط الرياضي	٠.٧٧	٠.٠١
الاستدلال الرياضي	٠.٨٥	٠.٠١

قيمة الجدولية عند درجة حرية (٣١) عند مستوى ٠.٠٥ = ٠.٣٤

يتضح من الجدول أن جميع معاملات الارتباط بين كل مهارة من مهارات القوة الرياضية والدرجة الكلية للاختبار في كل بعد من أبعاد الاختبار عند مستوى (٠.٠١) وهذا يدل على أن الاختبار يمتاز بالاتساق الداخلي.

٢-ثبات الاختبار:

يقصد بثبات الاختبار دقة الاختبار واتساقه في القياس وعدم تناقضه مع بعضه ، ويعتبر الثبات الخاصية الأساسية التي يجب أن تتصف بها أداة القياس الجيدة ، والثبات يعني : أن يعطى الاختبار النتائج نفسها عند تكرار تطبيقه متشابهة (حسن شحاتة وآخرون ،٢٠١١، ١٦١).

وقد تحقق الباحث من ثبات الاختبار حيث قام بتطبيق الاختبار على عينة استطلاعية (٣٢) طالبة من طلبة الصف الثاني الثانوي وتم حساب الثبات باستخدام حزمة البرامج الإحصائية SPSS18 بعدة طرق:

حساب معامل ألفا كرونباخ:

تم حساب قيم ألفا كرونباخ لجميع مفردات الاختبار وكانت ≥ ٠.٧٠ وهي معامل ألفا الكلي للاختبار وهي قيمة تعطي مؤشراً أن الثبات مرتفع وأن الاختبار ثابت .

١- طريقة التجزئة النصفية:

قام الباحث بحساب معامل الارتباط بيرسون بين نصفي الاختبار ككل وبين كل مهارة من مهارات القوة الرياضية في بعديها العمليات والمعرفة الرياضية وحساب معامل ألفا كرونباخ.

جدول (٥)

حساب معامل الارتباط بيرسون بين نصفي الاختبار ككل وبين كل مهارة من مهارات الاختبار والدرجة الكلية للاختبار ومعامل ألفا كرونباخ في بعديها العمليات والمعرفة الرياضية

المهارة	سبيرمان	جتمان	معامل ألفا في حال الحذف
التواصل الرياضي	٠.٩٢	٠.٧٣	٠.٨٣
الترابط الرياضي	٠.٨٧	٠.٦٧	٠.٧٣
الإستدلال الرياضي	٠.٩٠	٠.٧٨	٠.٦٧
الاختبار ككل	٠.٨٤	٠.٧٢	٠.٧٨

يتضح من الجدول أن قيم معاملات الارتباط بيرسون ومعامل ألفا كرونباخ تشير إلى أن الاختبار يتمتع بدرجة ثبات عالية تؤكد صلاحيته للاستخدام.

٢- حساب الزمن ومعاملات السهولة والصعوبة والتميز:

أ- زمن الاختبار

ب- حساب معاملات الصعوبة.

أ- **زمن الاختبار :** اتبع الباحث التسجيل التتابعي للزمن الذي استغرقته كل طالبة في الإجابة ، تم حساب المتوسط للازمنه وتبين أن الزمن المناسب لتطبيق الاختبار ٦٠ دقيقة وهو زمن مناسب إلى حد ما .

ب- حساب معاملات الصعوبة والتمييز:

١- درجة صعوبة كل مفردة من مفردات الاختبار.

حيث قام الباحث بحساب درجة صعوبة كل مفردة من مفردات الاختبار وكان الهدف من حساب درجة الصعوبة هو التحقق من مدى مناسبة الاختبار من حيث الصعوبة.

وقد اعتمد الباحث المعاملات التي تتراوح بين (٠.٢٠- ٠.٨٠) حيث يتم حذف المفردة التي يكون معامل سهولتها أكبر من (٠.٠٨) حيث تكون سهلة

جداً وكذلك حذف المفردة التي يكون معامل سهولتها أقل من (٠.٢) حيث تكون صعبة جداً وبعد حساب كلاً من معامل السهولة والصعوبة وتم حذف مفردتان إحداهما سهلة جداً والاخرى صعبة جداً وبذلك يكون عدد مفردات الاختبار ٣٤ مفردة.

٢- معامل التمييز:

قام الباحث بتقسيم الطلبة إلى مجموعتين مجموعة عليا ٢٧% من مجموع الطلبة وهن الطالبات اللاتي حصلن على أعلى درجات في الاختبار، ومجموعة دنيا ضمنت ٢٧% من مجموع الطلبة اللذين حصلوا على أدنى درجات في الاختبار وقد بلغ عدد الطالبات في كل مجموعة ٩ طالبات.

كما قام الباحث بحساب معامل السهولة والصعوبة والتمييز لكل مهارة من مهارات القوة الرياضية وكانت جميع معاملات الصعوبة كانت مناسبة وبلغ معامل الصعوبة للدرجة الكلية للاختبار (٠.٥٢) كما قام الباحث بحساب معامل تمييز الاختبار واعتبر أن ٢٠% فما فوق كحد أدنى لتميز مفردة ويبين أن جميع معاملات التميز لمفردات الاختبار كانت مناسبة وبلغ معامل التمييز (٠.٥٠) للدرجة الكلية.

المرحلة الثالثة: إعداد الصورة النهائية:

بعد تأكد الباحث من صدق وثبات الاختبار وإجراء التعديلات اللازمة وفق ما رآه المحكمون من تعديل أصبح الاختبار في صورته النهائية مكون من (٣٤) مفردة موزعة على بعدين أساسين:

بعد العمليات:

مهارة التواصل الرياضي وتشمل ١٣ مفردة، مهارة الترابط الرياضي وتشمل ١٣ مفردة ،مهارة الاستدلال الرياضي وتشمل ٨ مفردة ، وتم تحديد جدول المواصفات ودرجة كل سؤال لاختبار مهارات القوة الرياضية في صورته النهائية.

الدراسة التجريبية:

١- اختبار مجموعة البحث : تم اختيار مجموعة البحث من طالبات الصف الأول الثانوي بمدرسة غزالة الخيس الثانوية إدارة شرق الزقازيق التعليمية وتكونت مجموعة الدراسة من فصلين تم اختيارهما عشوائياً من ١٠ فصول بالمدرسة وتقسيمهم إلى مجموعتين إحداهما تجريبية والأخرى ضابطة وكان عدد العينة (٦٠) طالبة من إجمالي (٧٩) طالبة مجموع الفصلين .

مبررات اختيار المدرسة:

قرب المدرسة من محل سكن الباحث، استعداد وتعاون إدارة المدرسة لتطبيق البحث، توفير الأدوات والأجهزة اللازمة بحيث يسمح بتطبيق التجربة.

و تم استبعاد (١٩) طالبة من مجموعتي البحث حيث تم استبعاد الطالبات التي تغيبن في إحدى تطبيقات أدوات البحث قبلياً أو بعدياً ، وكذلك الطالبات التي تكرر غيابهن وبلغ عدد عينة البحث (٦٠) طالبة بالصف الأول الثانوي.

ضبط متغيرات البحث:

تم التأكد من تكافؤ المجموعتين التجريبية والضابطة من خلال المتغيرات التالية:

العمر الزمني : تراوح العمر الزمني لطالبات مجموعتي البحث من (١٥ - ١٦) سنة مما يدل على أن المجموعتين ينتميان لنفس الفئة العمرية.

جدول (٦)

اختبار (ت) للفرق بين متوسطي أعمار طالبات المجموعتين التجريبية والضابطة

المجموعة	العدد	المتوسط الحسابي	الإنحراف المعياري	قيمة ت	الدلالة الإحصائية
التجريبية	٣٠	١٥.٣٨	٠.٤١	٠.٢٣	غير دال
الضابطة	٣٠	١٥.٣٥	٠.٤٠		

يبين الجدول أنه لا يوجد دلالة إحصائية بين متوسطي عمر المجموعتين مما يؤكد تكافؤ المجموعتين من حيث العمر الزمني.

٢- **المستوى الاقتصادي والاجتماعي :** متقاربة لأن معظمهن من نفس المنطقة ولهن نفس الثقافة ونفس الظروف البيئية كما أن المدرسة حكومية وهي الوحيدة التي تجمع جميع أفراد العينة بالمنطقة ما يجعلهم متجانسين في المستوى الاقتصادي وهي الوحيدة المحلية بشوبك بسطة الممثلة لجميع أفراد عينة البحث.

٣- **خطوات التصميم التجريبي ومنهج البحث**:

التطبيق القبلي	مجموعة البحث	المتغير المستقل	التطبيق البعدي
اختبار مهارات القوة الرياضية	المجموعة التجريبية	برنامج قائم على التطبيقات الرياضية لمبادئ النانو تكنولوجي	اختبار مهارات القوة الرياضية
	المجموعة الضابطة	التدريس بالطريقة المعتادة	

٤- تطبيق اختبارمهارات القوة الرياضية:

تم تطبيق اختبار مهارات القوة الرياضية قبلياً على مجموعتي البحث وبعد التطبيق تم جمع أوراق الطالبات تمهيداً لتسجيلها والحصول على البيانات ومعالجتها إحصائياً للتأكد من تكافؤ المجموعتين من خلال استخدام اختبار

(ت) لعينتين مستقلتين بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية والضابطة لكل مهارة من مهارات القوة الرياضية والدرجة الكلية لكل بعد والجدول الآتي يوضح ذلك.

جدول (٧): نتائج اختبار (ت) التطبيق القبلي لاختبار مهارات القوة الرياضية

المهارة	العدد	المجموعة	المتوسط الحسابي	الإنحراف المعياري	قيمة ت	الدلالة الإحصائية
التواصل الرياضي	٣٠	تجريبية	٤.٩٠	٢.٨٠	١.٥٣	غير دال
	٣٠	ضابطة	٥.٩٦	٢.٥٥		
الترابط الرياضي	٣٠	تجريبية	٩.٢٦	٤.٣٤	١.٢٩	غير دال
	٣٠	ضابطة	٧.٨٦	٤.٠٣		
الإستدلال الرياضي	٣٠	تجريبية	٤.١٣	٣.٤٧	١.٣٧	غير دال
	٣٠	ضابطة	٣.٠٣	٢.٦٩		
الاختبار ككل	٣٠	تجريبية	١٨.٣٠	٦.٩٩	٠.٧٩	غير دال
	٣٠	ضابطة	١٦.٨٧	٥.٩٣		

قيمة (ت) الجدولية عند درجة حرية (٥٨) عند مستوى دلالة (٢.٠٥)

وهذا يشير إلى عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطي درجات طالبات المجموعتين التجريبية والضابطة في كل مهارة والدرجة الكلية في اختبار القوة الرياضية الذي يحقق تكافؤ المجموعتين في مهارات القوة الرياضية.

إجراءات تنفيذ التجربة:

١- **إجراءات ما قبل التطبيق :** تم أخذ الموافقة من المشرف العلمي على الرسالة ومن قسم المناهج وطرق التدريس وتكنولوجيا التعليم بكلية التربية جامعة الزقازيق وتم توجيهه خطاب من كلية التربية جامعة الزقازيق إلى السيد وكيل وزارة التربية والتعليم بالشرقية لطلب الموافقة الرسمية للتطبيق التجريبي للبحث على عينة من طلبة الصف الأول الثانوي من طلبة محافظة الشرقية ، وقد وجه بإحالة الخطاب إلى مدير إدارة شرق الزقازيق ، ومن ثم إلى مدير مدرسة غزالة الخيس الثانوية لتسهيل مهمة الباحث لإجراء التطبيق التجريبي في المدرسة.

٢- **تجهيز أدوات التطبيق التجريبي :** تم حصر الأدوات والمواد اللازمة لتنفيذ البرنامج وذلك من واقع دليل المعلم ومقارنة ذلك بما هو موجود في المدرسة وتطلب من الباحث توفير كافة الأدوات.

٣- **تجهيز بيئة التعلم** : صمم الباحث بيئة غنية بالأنشطة والأدوات ذات العلاقة مع موضوعات البرنامج.

٤- **تطبيق التجربة :** بعد الانتهاء من عملية التطبيق القبلي لأدوات البحث والتحقق من تكافؤ المجموعة التجريبية بهدف

أ- التعرف على عينة البحث وتعريفهم على أسلوب العمل أهدافه.

ب- قام الباحث بتدريس البرنامج المقترح بنفسه لضمان التطبيق السليم للبرنامج بأنشطته وأدواته .

ج- عمل جلسة مناقشة مع معلم الفصل عن مستوى البرنامج والموضوعات التي كان بعضها جديد على المعلم خاصة هندسة الفراكتال وبعض تطبيقات النانو تكنولوجي.

د- توزيع أدوات العمل على الطالبات والذي يتضمن التدريبات والأنشطة في محتوى البرنامج.

التطبيق البعدي لأدوات البحث:

تم الانتهاء من تدريس موضوعات البرنامج لطالبات المجموعة التجريبية وتطبيق أداة البحث (اختبارمهارات القوة الرياضية) بعدياً على مجموعتي البحث التجريبية والضابطة وتم تصحيحها ورصدت نتائجها وتم معالجتها إحصائياً تمهيداً لتفسيرها وتقديم المقترحات والتوصيات وقد استغرق التطبيق الفعلي للتجربة ابتداء من ٢٠٢١/١٠/٢٤ حتى ٢٠٢١/١٢/٢٠.

نتائج البحث:

تناول عرضاً للنتائج التي توصل اليها الباحث بهدف التحقق من فاعلية برنامج قائم على التطبيقات الرياضية لمبادئ النانو تكنولوجي لتنمية مهارات القوة الرياضية لدى طلبة المرحلة الثانوية حيث تم استخدام البرنامج الإحصائي (SPSS 18) في معالجة بيانات البحث وسيتم عرض النتائج التي تم التوصل اليها وكذلك مناقشة النتائج وتفسيرها.

١- للإجابة عن السؤال الأول الخاص بإعداد البرنامج تم إعداد البرنامج بمواصفاته وبعد ضبطه وتحكيمه واجراء الملاحظات أصبح البرنامج فى صورته النهائية.

٢- للإجابة على السؤال الثاني من أسئلة البحث والذي نصه " ما فعالية برنامج قائم على التطبيقات الرياضية لمبادئ النانو تكنولوجي في تنمية مهارات القوة الرياضية لدى طلبة المرحلة الثانوية" وتتحقق الباحث من الفروض التالية:

أ- **اختبار صحة الفرض الأول من فروض البحث ونصه :**لا يوجد فرق دال احصائيا عند مستوى(٠.٠٥) بين متوسطي درجات طلبة المجموعة التجربة الذين درسوا باستخدام برنامج قائم على التطبيقات الرياضية لمبادئ النانو تكنولوجي ودرجات طلبة المجموعة الضابطة الذين درسوا (بالطريقة المعتادة) في الاختبار البعدي لمهارات القوة الرياضية ككل ولكل مهارة على حدة.

ولتحقيق صحه الفرض تم استخدام أسلوب تحليل التباين المتعدد المتغيرات التابعة (MANOVA) بالإضافة لاختبار شفيه للمقارنات البعدين ، ومربع إيتا الجزئي لحساب حجم تأثير البرنامج قائم على تطبيقات الرياضية لمبادئ النانو تكنولوجي في تنمية مهارات القوة الرياضية لدى طلبة الصف الأول الثانوي وتم التوصل الى نتائج الموضحة في الجدولين:

جدول (٨)

تحليل التابين متعدد المتغيرات عند دراسة الفروق بين متوسطات درجات المجموعتين التجريبية والضابطة في مهارات القوة الرياضية في القياس البعدي

مصدر التباين	المتغير التابع	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسطات المربعات	قيمة ف	الدلالة	مربع إيتا الجزئي
المجموعة	التواصل الرياضي	٤١٠.٨١	١	٤١٠.٨١	١٠٢.٩٨	٠.٠١	٠.٦٤
	الترابط الرياضي	٢٥٣٤	١	٢٥٣٤	٢١٧.٣٧	٠.٠١	٠.٧٨
	الاستدلال الرياضي	٥٧٠٣.٧٥	١	٥٧٠٣.٧٥	٣٨٧.٦٠	٠.٠١	٠.٨٧
	الاختبار ككل	٢١٣٥٧.٠٦	١	٢١٣٥٧.٠٦	٣٩٦.٦٨	٠.٠١	٠.٨٧
الخطأ	التواصل الرياضي	٢٣١.٣٦	٥٨	٣.٩٨			
	الترابط الرياضي	٦٧٦.٤٠	٥٨	١١.٦٦			
	الإستدلال الرياضى	٨٥٣.٥٠	٥٨	١٤.٧١			
	الاختبار ككل	٣١٢٢.٦٦	٥٨	٥٣.٨٣			

واتضح من الجدول السابق:

وجود فرق دال احصائيا عند مستوى (٠.٠١) بين المجموعتين التجريبية الضابطة في جميع المهارات الفرعية والدرجة الكلية لمجالي العمليات والمعرفة الرياضية لاختبار مهارات القوة الرياضية في التطبيق البعدي لدى طلبة الصف الأول الثانوي .

بلغت قيم مربع إيتا من (٠.٦٤) إلى (٠.٨٧) وظهرت النتائج الى وجود حجم تأثير) متوسط في مهارات التواصل الرياضي ب(٠.٦٤) والترابط الرياضي ب(٠.٧٨) وحجم أثر وقوة تأثير كبيرة في كلا من مهارة الاستدلال الرياضي ب(٠.٨٧) والاختبار ككل ب(٠.٨٧) لدى طلبة المجموعة التجريبية عند مقارنتهم بطلبة المجموعة الضابطة وهي كميات كبيرة من التباين المفسر لدرجات المهارات الفرعية والدرجة الكلية لاختبار مهارات القوة الرياضية بواسطة برنامج قائم على التطبيقات الرياضية لمبادئ النانو تكنولوجي .

جدول (٩): الاحصاء الوصفي ونتائج اختبار شفيه للمقارنات البعدية عند دراسة الفروق بين المجموعتين التجريبية والضابطة في مهارات القوة الرياضية في التطبيق البعدي

م	مهارات القوة الرياضية (عمليات)	المجموعة التجريبية ن =٣٠		المجموعة الضابطة ن =٣٠		الفرق بين المتوسطين ودلالة اختبار شفية	مستوى الدلالة
		المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	الإنحراف المعياري		
١	التواصل الرياضي	١١.٧٣	١.٤٨	٦.٥٠	٢.٤٠	٥.٢٣	٠.٠١
٢	الترابط الرياضي	٢٢.٤٠	٢.٨٤	٩.٤٠	٣.٩٠	١٣	٠.٠١
٣	الإستدلال الرياضي	٢٢	٢.٦٥	٢.٥٠	٤.٧٣	١٩.٥٠	٠.٠١
٤	الاختبار ككل	٥٦.١٣	٤.٥٩	١٨.٤٠	٩.٣٠	٣٧.٧٣	٠.٠١

اتضح من الجدول السابق:

وجود فرق دال إحصائيا عند مستوى (٠.٠١) بين متوسطات درجات طلبة المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لجميع المهارات الفرعية والدرجة الكلية لمهارات القوة الرياضية لصالح متوسط درجات المجموعة التجريبية في الاختبار ككل ولكل مهارة على حده ، معني ذلك أن متوسطات درجات المجموعة التجريبية في التطبيق البعدي في جميع المهارات والدرجة الكلية لاختبار مهارات القوة الرياضية أعلى بدلالة إحصائية من نظائرها في التطبيق البعدي للمجموعة الضابطة.

- نستنتج من نتائج الفرض الأول أنه يمكن رفض الفرض الصغرى ونقبل الفرض البديل بوجود فرق دال إحصائيا بين متوسطي درجات طلبة المجموعة التجريبية الذين درسوا برنامج قائم على التطبيقات الرياضية لمبادئ النانو تكنولوجي ودرجات طلبة المجموعة الضابطة الذين درسوا بالطريقة المعتادة في التطبيق البعدي لمهارات القوة الرياضية ككل ، ولكل مهارة على حدة في بعد الاختبار، لصالح متوسط درجات طلبة المجموعة التجريبية ، كما أن البرنامج له تأثير كبير في تنمية جميع المهارات الفرعية لاختبار القوة الرياضية لدى طلبة المجموعة التجريبية عند مقارنتهم بالمجموعة الضابطة .

ب - للتحقق من صحة الفرض الثاني الذي ينص على أنه: لا توجد فاعلية لبرنامج قائم على التطبيقات الرياضية لمبادئ النانو تكنولوجي في تنمية مهارات القوة الرياضية لدى طلبة المرحلة الثانوية.

استخدم الباحث اختبار T-Test لقياس عينتين مرتبطين لحساب دلالة الفروق بين متوسطي درجات طلبة المجموعة التجريبية في التطبيق البعدي والتتبعي لاختبار مهارات القوة الرياضية ككل وفي كل مهارة على حدة وكانت النتائج كالتالي:

جدول (١٠): نتائج اختبار (ت) لمتوسطي درجات طلبة المجموعة التجريبية في التطبيقين (البعدي والتتبعي) لاختبار مهارات القوة الرياضية.

المهارة	التطبيق	عدد	المتوسط الحسابي	الإنحراف المعياري	قيمة ت	مستوى الدلالة
التواصل الرياضي	بعدي	٣٠	١١.٧٣	١.٤٨	١.١٦	غير دال
	تتبعي	٣٠	١١.٣٠	١.١٤		
الترابط الرياضي	بعدي	٣٠	٢٢.٤٠	٢.٨٤	١.٥٨	غير دال
	تتبعي	٣٠	٢١.٠٧	٣.٣٠		
الاستدلال الرياضي	بعدي	٣٠	٢٢	٢.٦٥	١.٨	غير دال
	تتبعي	٣٠	٢٠.٣٠	٣.٩١		
الاختباركل	بعدي	٣٠	٥٦.٢٥	٤.٥٦	١.٩	غيردال
	تتبعي	٣٠	٥٢.٦٧	٧.٥٣		

تم استخدام نسبة الكسب المعدلة لبلاك ونسبة الكسب المصححة لعزت للتحقق من فاعلية البرنامج وتم حساب قوة تأثير البرنامج باستخدام مربع إيتا وقيمة E-S لتحديد حجم تأثير البرنامج في تنمية مهارات القوة الرياضية ككل ولكل مهارة فرعية على حدة لدى طلبة المجموعة التجريبية وتم التوصل للنتائج التالية:

جدول (١١)

يوضح قوة وحجم وتأثير ونسبة الكسب المعدلة لبلاك والمصححة لعزت في التطبيقات الرياضية لمبادئ النانو تكنولوجي في تنمية مهارات القوة الرياضية ككل ومهاراته الفرعية كلاً على حده لدى طلبة المجموعة التجريبية

مهارات القوة الرياضية	التطبيق	المتوسط الحسابي	الإنحراف المعياري	قيمة مربع إيتا الجزئي	حجم الأثر لكوهين	نسبة الكسب المعدل لبلاك	نسبة الكسب المعدل لعزت
التواصل الرياضي	بعدي	١١.٧٣	١.٤٨	٠.٨٢	٢.١٤	١.٣٦	١.٩٥
	قبلي	٤.٩٠	٢.٨٠				
الترابط الرياضي	بعدي	٢٢.٤٠	٢.٨٤	٠.٨٧	٢.٦٥	١.٢٩	١.٨٧
	قبلي	٩.٢٦	٤.٣٤				
الإستدلال الرياضي	بعدي	٢٢	٢.٦٥	٠.٩٥	٤.٦٧	١.٦٤	٢.٤٥
	قبلي	٤.١٣	٣.٤٧				
الاختبار ككل	بعدي	٥٦.٢٥	٤.٥٦	٠.٩٥	٤.٥٢	١.٤٥	٢.١٢
	قبلي	١٨.٣٠	٦.٩٩				

اتضح من الجدولين السابقين:

وجود فروق غير دالة إحصائيا بين متوسطي درجات طلبة المجموعة التجريبية في التطبيقين البعدي والتتبعي لجميع مهارات الاختبار الفرعية والدرجة الكلية لاختبار القوة الرياضية لدى طلبة المجموعة التجريبية وهذا يدل على بقاء فاعلية البرنامج إلى التطبيق التتبعي.

أن جميع قيم الكسب المعدلة لبلاك أكبر من (١.٢) وهي القيم التي أقرها بلاك لفاعلية البرنامج مما يؤكد أن البرنامج القائم على التطبيقات الرياضية

لمبادئ النانو تكنولوجي فعال في تنمية جميع مهارات القوة الرياضية الفرعية والدرجة الكلية لدي طلبة المجموعة التجريبية .

أن جميع قيم نسبة الكسب المصححة لعزت أكبر من (١.٨)وهي النسبة التي أقرها عزت لفاعلية البرنامج مما يؤكد على أن البرنامج القائم على التطبيقات الرياضية لمبادئ النانو تكنولوجي فعال في تنمية جميع مهارات القوة الرياضية الفرعية والدرجة الكلية لدي طلبة المجموعة التجريبية .

كما أن قيم حجم التأثير لكوهين لعينتين مرتبطتين التي امتدت من (٢.١٤) إلى(٤.٦٧) مما يشير إلى وجود حجم تأثير كبير للبرنامج في جميع مهارات القوة الرياضية والدرجة الكلية.

مما سبق نستنتج رفض الفرض الصغرى وقبول الفرض البديل وهو وجود فعالية لبرنامج قائم على التطبيقات الرياضية لمبادئ النانو تكنولوجي في تنمية مهارات القوة الرياضية.

ومن ذلك يتضح أن فعالية برنامج قائم على التطبيقات الرياضية لمبادئ النانو تكنولوجي في تنمية مهارات القوة الرياضية لدى طلبة الصف الأول الثانوي ومهاراته الفرعية والدرجة الكلية .

تفسير نتائج البحث:

يتضح من خلال تحليل النتائج التي حصل عليها الباحث ما يلي :

١- ساعد البرنامج على إثارة أسئلة تساعد على تنمية مهارات القوة الرياضية وتحدي تفكيرهم وتبادل الأفكار.
٢- ساعد البرنامج في ربط المعلومات السابقة مع المعلومات الجديدة سواء كان في الرياضيات أو من خلال الربط بين الرياضيات والعلوم الأخرى.
٣- أتاح البرنامج فرص لتراكم المعرفة من خلال تقديم المعلومات بشكل متدرج ساعد على تنمية القوة الرياضية بمكونتها المختلفة.
٤- إبعاد الطلاب عن الروتين القائم على التلقين وتحويله لتعلم نشط أظهر شخصية المتعلم وتجلى ذلك في قدراتهم على التواصل والترابط والاستدلال الرياضي.
٥- اختيار المشكلات والمواقف التي تم عرضها في البرنامج ساعد الكلبات في ربط المعلومات الرياضية لديهم وتوظيفها في حل المواقف الحياتية ومشكلات المجتمع.
٦- ساعد البرنامج في تنمية قدرة الطالبات على التكامل بين المعرفة الرياضية والمعرفة الإجرائية ومعرفة حل المشكلات مع أبعاد العمليات (التواصل والترابط والاستدلال الرياضي).

٧- جو الألفة المتاح داخل غرفة الصف اتاح الحرية الكاملة للطالبات للتعبير عن أفكارهم والاستفادة منها في توليد أفكار جديدة.
٨- أسهم التكامل بين الرياضيات والعلوم الأخرى من خلال البرنامج قيمة الرياضيات وأهميتها.

وتتفق هذه النتائج مع نتائج الدراسات (عبدالله سعد، ٢٠١٤)، (I.Kusmaryono,H.Suyitno,2015)، (أحمد محمود، ٢٠١٨)، (سميه المغازي، ٢٠١٩)، (وديع داود، ٢٠١٩)، (ربيع الشاذلي، ٢٠١٩)، (جعفر صالح، ٢٠١٩)، (عوض الشرعية ،علي الزغبي، ٢٠١٩).

توصيات البحث:

١- الاستفادة من برنامج قائم على التطبيقات الرياضية لمبادئ النانو تكنولوجي لمختلف المراحل الدراسية وتوظيفها في العملية التعليمية مما يحقق الفعالية التعليمية وربط المناهج المدرسية بالواقع.
٢- إعادة النظر في بناء مناهج الرياضيات لكل المراحل العمرية بحيث يشمل أبعاد القوة الرياضية حيث هي من أهم بنود معايير الرياضيات العالمية وفي مقدمتهم (NCTM).
٣- تبني مفهوم القوة الرياضية كمفهوم شامل لقياس مستوى الطلاب وعدم الاعتماد على مستويات التحصيل فقط.
٤- تضمين برامج إعداد الطالب والمعلم بموضوعات عن القوة الرياضية ، وتضمين أنشطة لتنميتها ، وأنشطة أخرى لتقويمها.
٥- ربط المناهج بالمستحدثات العلمية الحديثة وتقديم مهن المستقبل والحديث عنها باستفاضة حتى يكون الخريج مناسب لسوق العمل.
٦- تزويد المعلمين بإطار نظري عن مبادئ تكنولوجيا النانو وتطبيقاته في الرياضيات ما يعزز من خبرتهم وخلفيتهم المعرفية.
٧- البناء على نتائج البحث وتوسيع دائرة البحث من خلال تكبير العينة أو اختيار مرحلة أخرى.

مقترحات البحث:

١- تقويم مناهج الرياضيات في ضوء معايير (NCTM) لدى طلبة المرحلة الثانوية.
٢- دراسة فعالية برامج أخرى على تنمية القوة الرياضية على عينة مختلفة من تلاميذ المراحل الأخرى.
٣- وضع تصور مقترح لمناهج الرياضيات مصاغة وفق برنامج قائم على التطبيقات الرياضية لمبادئ النانو تكنولوجي.

٤- فاعلية برنامج قائم على التطبيقات الرياضية لمبادئ النانو تكنولوجي في تنمية مهارات القرن الواحد والعشرون لدى طلبة المرحلة الثانوية.
٥- فاعلية برنامج قائم على التعلم المستند للمشروعات على تنمية مفاهيم النانو تكنولوجي لدى طلبة المرحلة الثانوية.

المراجع:

أولا: المراجع العربية:

١- إبراهيم رفعت (٢٠١٤): **رؤى في تعليم الرياضيات لتنمية المهارات والقدرات**، دار الكتب الحديث، القاهرة.

٢- أبو الخير مياس (٢٠١٧) : برنامج في الرياضيات قائم على تطبيقات النانو تكنولوجي وفاعليته في تنمية حل المشكلات الإبداعي والميل نحو الرياضيات لدى الطلبة في اليمن ، رسالة دكتوراه ، كلية التربية ،جامعة عين شمس.

٣- أحمد حسن (٢٠١٣) : فاعلية برنامج مقترح قائم على التطبيقات الرياضية لهندسة الفركتال ومبادئ النانو تكنولوجي لتنمية التفكير الإبداعي والتحصيل والاتجاه نحو الرياضيات لدى طلاب المرحلة الإعدادية ، رسالة دكتوراه ، كلية البنات ، جامعة عين شمس.

٤- أحمد حسن أبو المعاطي محمود(٢٠١٨): فاعلية برنامج إثرائي قائم على بعض مهارات القرن الحادي والعشرين لتنمية القوة الرياضية والتفكير الرياضي لدى الطلاب المتفوقين دراسياً بالمرحلة الإعدادية، مجله تربويات الرياضيات، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، مجلد(٢١)، عدد(١١)، اكتوبر، ٣٢٦، ٣٤٠.

٥- آيات خضر (٢٠١٦) : أثر استخدام حقيبة تعليمية الكترونية في تنمية مفاهيم تكنولوجيا النانو والاتجاه نحوها لدى طالبات الصف التاسع الأساسي بغزه ، كلية التربية ، ماجستير ، الجامعة الإسلامية بغزه.

٦- آيات صالح (٢٠١٣) : برنامج في علوم وتكنولوجيا النانو وأثره في تنمية التحصيل وفهم طبيعة العلم واتخاذ القرار لدى الطالبة معلمة العلوم بكلية البنات ، مجلة الجمعية المصرية للتربية العلمية ، مجلد ١٦، عدد ٤، يوليو ، ٥٣-١٠٦.

٧- ايمان حمدي(٢٠١٦) : فاعلية استخدام استراتيجية قبعات التفكير الست في تنمية التحصيل والقوة الرياضية لدى طلاب الصف الثاني الثانوي .مجلة تربويات الرياضيات ، مجلد (١٩) ، عدد (٦) ، ابريل ، جزء (٣)، ص ١١٨- ١٩٤.

٨- إيمان عبدالله محمد مهدي (٢٠١٦): فاعلية استخدام نموذج التعلم التفارغي لتدريس تكنولوجيا النانو لتنمية التفكير الإبداعي والتحصيل والميل نحو الرياضيات لدى طلاب المرحلة الثانوية ، مجلة تربويات الرياضيات، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات ، مجلد ١٩ ، عدد ١٢ ، اكتوبر ، ٦٧-١٢٦.

٩- جعفر صالح(٢٠١٩): أثر استخدام الرحلات المعرفية والمنصات التعليمية لتدريس الرياضيات في تنمية القوة الرياضية والتفكير التأملي لدى طلبه الصف الثاني الأساسي، رساله دكتوراه، كليه الدراسات العليا، جامعه العلوم الاسلامية العالمية، الاردن.

١٠- حسن علي(٢٠١٩): أثر استخدام المقالات التعليمية في تنمية الحس العددي والتواصل الرياضي لدى تلميذات المرحلة الإعدادية، مجلة البحث العلمي في التربية، كلية البنات للآداب والعلوم والتربية ، جامعة عين شمس، عدد(٢٠)، جزء(١٤)،٣٨٩-٤٢٢.

١١- خلف الله محمد فاوي (٢٠١٩): فاعلية استراتيجية قائمه على التعلم التوليدي في تنمية الترابط الرياضي والتحصيل والميل نحو الرياضيات لدى تلاميذ المرحلة

الإعدادية، مجلة تربويات الرياضيات، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، مجلد(٢٢)،عدد(١)، يناير، ١٤٤-١٨٠.
١٢- ربيع الشاذلي(٢٠١٩): تطوير منهج الرياضيات في ضوء التجارب العالمية وأثر ذلك في تنمية القوة الرياضية والميول نحو الرياضيات لدى تلاميذ المرحلة الإبتدائية، رسالة دكتوراه، كلية البنات الآداب والعلوم والتربية ، جامعة عين شمس.
١٣- رشا عبد الحميد (٢٠١٦) : فعالية وحدة مقترحة قائمة على التطبيقات الرياضية لمبادئ النانو تكنولوجي لتنمية التفكير المتشعب والاتجاه نحو مادة الرياضيات لدى طالبات المرحلة المتوسطة بالزلفي ، مجلة دراسات في المناهج وطرق التدريس ،الجمعية المصرية للمناهج وطرق التدريس ، العدد ٢١٢، ١٥-٦٣.
١٤- سامر المقيد(٢٠١٧): فاعلية برنامج مقترح قائم على عادات العقل في تنمية القوة الرياضية لدى طلاب الصف الرابع الأساسي بغزه، رسالة ماجستير، كلية التربية ، الجامعة الإسلامية بغزه.
١٥- سلوى محمد(٢٠٢٠): الأداء التدريسي لمعلمي الرياضيات وعلاقته بمهارات التواصل الرياضي لديهم، مجلة الفنون والأدب وعلوم الأنسانيات والإجتماع، كلية الإمارات للعلوم التربوية، عدد(٥٥)، أغسطس، ٣٠٧-٣٢١.
١٦- سميه مغاري(٢٠١٩): أثر توظيف موقع تعليمي في تنمية القوة الرياضية لدى طالبات الصف السادس الأساسي بغزه، رساله ماجستير، كلية التربية،الجامعة الاسلامية بغزه، فلسطين.
١٧- شيخة النعيمية ، رضا أبو علوان، سليم عدنان (٢٠١٨) : فاعلية برنامج تدريبي قائم على نموذج الحل الإبداعي للمشكلات (cps) في تنمية القوة الرياضية لدى طالبات الصف الثامن الأساسي في ضوء تحصيلهن الرياضي . مجلة الدراسات التربوية والنفسية. مجلد (١٢) . عدد (٣) ، يوليو . ص٤٤٤-٤٦٤.
١٨- صفات سلامة (٢٠٠٩): النانو تكنولوجي عالم صغير ومستقبل كبير مقدمة في فهم عالم النانو تكنولوجي ، الدار العربية للعلوم ، لبنان.
١٩- طه علي (٢٠١٤) : درجة امتلاك طلاب المرحلة الثانوية للقوة الرياضية ،مجلة البحث العلمي في التربية ، العدد(١٥) ، ص٦٦١-٦٨٦.
٢٠- عبد الحميد بسيوني (٢٠٠٨) : مفاهيم تكنولوجيا النانو ، دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع ، القاهرة.
٢١- عبد الواحد الكبيسي ، يوسف الهيتي (٢٠١٤) : أثر استراتيجية التمثيلات الرياضية في التحصيل والقوة الرياضية لدى طالبات الصف الخامس العلمي في مادة الرياضيات ،مجلة جامعة الأنبار للعلوم الانسانية ، عدد (١) ، مارس ، ص٢٧٦-٣٠٦.
٢٢- عبد الواحد الكبيسي(٢٠١٥) : طرق تدريس الرياضيات أساليب (أمثلة ومناقشات) . عمان . الاردن . دار الاعصار العلمي للنشر والتوزيع .
٢٣- عبدالله سعد(٢٠١٤): فعالية التدريس باستخدام استراتيجية تمثيل الأدوار في تنمية القوة الرياضية لدى تلاميذ الحلقة الأولى من مرحلة التعليم الأساسي، رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة الزقازيق.

٢٤- عبدالواحد الكبيسي، مدركه صالح (٢٠١٥): القدرات العقلية والرياضيات، دار العصار العلمي للنشر والتوزيع و مكتبة المجتمع العربي للنشر والتوزيع، عمان، الاردن.
٢٥- عبير عبد الصمد (٢٠١٩) : برنامج مقترح في النانو تكنولوجي قائم على المعمل الإفتراضي وأثره على تنمية المفاهيم والتفكير الإبداعي لطلاب كليات التربية ، رسالة دكتوراه ، كلية البنات للأداب والعلوم والتربية ، جامعة عين شمس.
٢٦- عطا درويش (٢٠١٨): مستوى المعرفة بتطبيقات النانو تكنولوجي لدى طلبة كليات التربية تخصص علوم في جامعات غزة واتجاهاتهم نحوها ، مجلة الجامعة الإسلامية بغزه ، مجلد ٢٦، عدد ١، ٢٠٠-٢٢٩.
٢٧- عوض الشرعة، على الزغبي(٢٠١٩): فاعليه برنامج تعليمي مستند على المنحنى المنظومي في تحسين مستويي القوة الرياضية لدى طلبه المرحلة الاساسية في الاردن، دراسات العلوم التربوية، مجلد(٤٦)، ملحق(١)، ٤٣٣-٤٤٦.
٢٨- فرج الجدعاني(٢٠٢٠): مدى إمتلاك طلاب المرحلة المتوسطة لمهارات القوة الرياضية وأثرها على إتجاههم نحو الرياضيات، مجلة القراءة والمعرفة، الجمعية المصرية للقراءة والمعرفة، كليه التربية، جامعة عين شمس، عدد(٢٢٦)، ٣٨٩-٤١٦.
٢٩- محمد أبو سكران (٢٠١٧): فاعلية برنامج قائم على القوة الرياضية في تنمية التحصيل والتفكير التباعدي والتواصل الرياضي لدى طلبة الصف العاشر الأساسي، رسالة دكتوراه، كلية البنات للآداب والعلوم والتربية، جامعة عين شمس.
٣٠- محمد أبو سكران (٢٠١٦) : فاعلية برنامج مقترح قائم على القوة الرياضياتية في تنمية مهارات التفكير التباعدي لدى طلبة الصف العاشر الأساسي ، مجلة البحث العلمي فى التربية ، العدد (١٧) ،ص٧٠-٩١.
٣١- محمد الإسكندراني (٢٠١٠): تكنولوجيا النانو من أجل مستقبل أفضل ، دار المعرفة ، الكويت.
٣٢- محمد العشري(٢٠٢٠): برنامج مقترح قائم على المدخل التكاملي لتنمية مهارات الترابط الرياضي وتقدير القيمة العلمية للرياضيات لدى طلاب المرحلة الثانوية ، مجله تربويات الرياضيات ، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، مجلد(٢٣)، عدد(١)، يناير، ٢١٣-٢٥٤.
٣٣- مريم عبد الملاك (٢٠١٨): أثر استخدام نموذج 2X4E في تدريس وحدة مقترحه في الحساب الذهني على تنمية مهارات الإستدلال الرياضي والحساب الذهني والطلاقة الحسابية لدى تلاميذ المرحلة الإبتدائية، مجله تربويات الرياضيات، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، مجلد(٢١)،عدد (١٠)، اكتوبر، ١٧٨-٢٤٧.
٣٤- هديل غياضة (٢٠١٦) : متطلبات النانو تكنولوجي المتضمنة في كتب الكمياء ومدى اكتساب طلبة الصف الحادي عشر لها ، رسالة ماجستير ، كلية التربية ، الجامعة الاسلامية بغزة ، فلسطين .
٣٥- وديع داود (٢٠١٩): تنمية بعض أبعاد القوة الرياضية لدى طلاب المرحله الثانوية باستخدام استراتيجية دوره التعلم السباعية، مجله كليه التربية، جامعه أسيوط، مجلد(٣٥)، عدد(١١)، نوفمبر، ٥٥٦، ٥٩٥.

٣٦- يحيى صاوي ، هبه محمود (٢٠١٩) : برنامج مقترح قائم على الإقتصاد المنى على المعرفة وفاعليته في تنمية التفكير المستقبلي والوعي بالأدوار المستقبلية لدى الطلاب المعلمين شعبة رياضيات بكلية التربية، مجلة كلية التربية في العلوم التربوية ، كلية التربية جامعة عين شمس ،مجلد ٤٣، عدد ١،١٥-٦٢.

ثانياً : المراجع الأجنبية:

1- Avila, Luis, de Avila, Elena BronT, Fine Leonard(2014) A student-Centered Approach to Materials science for High school students; The introduction to Materials Science and Nanotechnology summer program, **Journal of Nano Education**, vol 6, N 2 December pp139-147.
2- Blonder, Ron, Dinur, Merav(2011): Teaching Nanotechnology Using Studen-CenTred Pedagogy for increasing students continuing Motivation, Journal on Nano Education, vol 3, N 1-2, pp51-61.
3- Febry Tiffany, Edy Surya, Asmin Panjaitun, Edi Syahputra(2017): ANALYSIS MATHEMATICAL. COMMUNICATION SKILS STUDENTAT. THE GRADE LX JURNIOR HIGH SCHOOL, I. JAII-vol (3), Lssue(2), pP(2160-2164).
4- I.Kusmaryono,H. Suyitno(2015): Mathematical Powers Description of constructivism, International Journal of Education and Research, vol(3), No(2), February, pP (299- 310).
5- Noha Alshammarl (2017) : Mathematical modeling in Nano Technology using calculus of variations , Australian Mathematical publishing Association, No 95,pp 350-351.
6- Shimaa Selim , , Ramadan Altantawi, Abdul-hameed, Alzaini, Samia Ahmed (2015) : Integrating Nano Tecnology concepts and its applications in to the secondry stage physics curriculum in Egypt . European scientific Journal, April, Vololl No.12 , 193-212.
7- Shu-fenlin , Huannshyang,Linglee and Larry D.ypre(2015): Are Science cimics agood medium for sciene communication? The care for public learning of nano technology , international journal of scince education , part B,volume 5 ,lessue 3, 276-294.
8- Sohair sokhnini , Ron Blonder (2016): Nanotechnology applications as a context for teaching the essential concepts of NST , International Journal of science Education, VOL 38, L3, 521-538.