فاعلية برنامج مقترح في هندسة الفراكتال قائم على النظرية التواصلية باستخدام التعلم الالكتروني التشاركي على تنمية القوة الرياضياتية لدى الطلاب الفائقين بالمرحلة الثانوية

بحث مشتق من رسالة دكتوراه

إعداد
أ.حشمت عبد الصابر احمد
مدرس مساعد بقسم المناهج وطرق التدريس
تخصص مناهج وطرق تدريس الرياضيات

إشراف
أ.د / بدرية محمد محمد حسانين
د / عبد العظيم محمد زهران
د / محفوظ يوسف صديق
كلية التربية ـ جامعة سوهاج

مستخلص البحث:
هدف البحث الحالي إلى إعداد برنامج مقترح في هندسة الفراكتال قائم على النظرية التواصلية باستخدام التعلم الالكتروني التشاركي وقياس فاعليته في تنمية القوة الرياضياتية لدى الطلاب الفائقين في الرياضيات بالصف الأول الثانوي. ولتحقيق هذا الهدف قام الباحث بإعداد البرنامج الذي تكون من ثلاث وحدات دراسية، تناولت الوحدة الأولى مفاهيم أساسية في هندسة الفراكتال، وتناولت الوحدة الثانية تكوين الأشكال الفراكتالية واستنتاج خصائصها، وتناولت الوحدة الثالثة الدوال المتكررة مرحلياً وتطبيقات هندسة الفراكتال، بالإضافة الي تصميم بيئة تعلم الكتروني تشاركي لتنفيذ البرنامج من خلالها، وأيضاً إعداد دليل المعلم القائم بتطبيق البرنامج، كما تم إعداد اختبار القوة الرياضياتية في موضوعات البرنامج، وتكونت عينة البحث من ٢٥ طالبة من طالبات الصف الأول الثانوي الفائقات بمحافظة سوهاج، واستخدم البحث التصميم شبة التجريبي ذو المجموعة الواحدة، القائم على القياس القبلي البعدي لأداء الطالبات الفائقات مجموعة البحث، حيث تم تطبيق اختبار القوة الرياضياتية قبلياً على طالبات الصف الأول الثانوي الفائقات مجموعة البحث. ثم درست الطالبات البرنامج المقترح في هندسة الفراكتال، وبعد الانتهاء من دراسة البرنامج تم تطبيق الاختبار بعدياً، ثم معالجة البيانات الناتجة وتحليلها، وتفسيرها. وقد توصل البحث إلى وجود فرق دال إحصائيًا عند مستوي دلالة (٠.٠٥) بين متوسطي رتب درجات كلا من التطبيقين القبلي والبعدي للطالبات الفائقات مجموعة البحث في اختبار القوة الرياضياتية ككل وكل بعد من أبعاده لصالح التطبيق البعدي، كما توصل البحث إلى أن للبرنامج المقترح في هندسة الفراكتال حجم أثر كبير في تنمية القوة الرياضياتية ككل وكل بعد من أبعادها لدى الطالبات الفائقات مجموعة البحث، وفي ضوء نتائج البحث قُدمت بعض التوصيات والمقترحات التي قد تفيد في مجال تعليم الرياضيات.
الكلمات المفتاحية: هندسة الفراكتال، النظرية التواصلية، التعلم الالكتروني التشاركي، القوة الرياضياتية، الطلاب الفائقين في الرياضيات.

Abstract:
The purpose of this Research was to investigate the effectiveness of suggested program in Fractal Geometry based on connectivism theory using collaborative e-learning in developing Mathematical Power for the gifted secondary school students. To achieve this aim, a program in Fractal Geometry was designed. This program consists of three units, the first unit includes the main concepts in fractal Geometry, the second unit includes determining fractals, finding fractal patterns rules and mathematical operations with fractals, and the third unit presents iterated function, Fractals applications. Mathematical Power test was designed. The participants were 25 students at first year secondary school, Pre-Post-testing procedure was used to measure mainly the mathematical power skills, The results of the research indicated that the treatment group students achieved better gains in the post – assessment of all mathematical power skills and its components including Reasoning in Mathematical Knowledge in fractal geometry topics, Connecting Knowledge in fractal geometry topics, Communicating in Mathematical Knowledge in fractal geometry topics compered by pre – assessment performance, The developed E-learning environment can be a useful resource for teachers to use in enhancing their student`s mathematical power skills As well. The suggested program in Fractal Geometry in this study may provide learning experiences that are appropriate for Mathematically gifted student`s abilities.
Key words: mathematically gifted students, fractal geometry, collaborative online learning, connectivism theory, mathematical power.

مقدمة:

تُعد الرياضيات حجر الزاوية في التقدم العلمي والتكنولوجي، ولها دور بارز في تطور مجالات المعرفة الأخرى، بل أنه ليس هناك علم أو فن أو تخصص إلا والرياضيات مفتاحاً له؛ ولذلك من الأهمية إعداد الطلاب إعداداً قوياً في الرياضيات، بحيث لا يقتصر ذلك على الجوانب المعرفية فقط، والتركيز على المفاهيم والقوانين والنظريات.

وتُعد القوة الرياضياتية أحد أهم أهداف تعليم الرياضيات في المراحل التعليمية المختلفة، وتمثل المنتج النهائي لفكرة المعايير كأحد مراحل تطوير تعليم الرياضيات، حيث لم يعد التحصيل الدراسي هو الناتج الوحيد المتوقع لتعلم الرياضيات، بل أصبحت القوة الرياضياتية والأداء المميز بالإضافة إلى التحصيل الدراسي هو الناتج المتوقع من الطلاب (سامية عبد العزيز عبد السلام، ٢٠١٤، ٢٤٦).

وتشير القوة الرياضياتية إلى أقصى ما يمكن أن يصل له المتعلم من المعرفة الرياضياتية، والتي يمكن للمتعلم توظيفها للتفكير والتواصل رياضياً وحياتياً (سيد عبد الله عبد الفتاح، ٢٠١٤، ١٩٥).

ويذكر ناصر السيد عبد الحميد (٢٠٠٦، ٥٣) ومحمد أحمد الخطيب، صهيب سليمان المجذوب (٢٠١٣، ١١٢) أن القوة الرياضياتية تظهر من خلال قدرة المتعلم على:

١- التواصل الرياضي عبر مستويات المعرفة الرياضية المختلفة، سواء مستوى المعرفة المفاهيمية المتمثل في القدرة على التعبير عن التصورات الذهنية بالرسوم والنماذج والجداول، واستخدام المفردات الرياضية في توضيحها، وبناء نسق لغوي من مفردات الرياضيات واستخدامه في التعبير الكتابي، أو التواصل الشفهي والمناقشات والعروض الرياضية، سواء في مستوى إدراك المفاهيم واستنتاج خصائصها والتعميمات المرتبطة بها. وكذلك التواصل على مستوى المعرفة الإجرائية المتمثل في التعبير عن مسارات التفكير، وتوظيف المعرفة التي تم بناء تصورات ذهنية عنها مسبقاً، واستخدام ذلك عند مناقشة بعض المشكلات المألوفة وغير المألوفة.

٢- إدراك الترابطات داخل مستويات المعرفة الرياضية وبينها، والترابطات بين مجالات الرياضيات، والترابطات بين الرياضيات والعلوم الأخرى والتي تمكن المتلعم من بناء تصور أو تقوية تصور قائم بالفعل عن فائدة الرياضيات ومدى نفعيتها.

٣- الاستدلال الرياضي عبر مستوى المعرفة الرياضية المختلفة، ويظهر في قدرة المتعلم على الاستقراء والاستنتاج والتقويم وإدراك معقولية النتائج واكتشاف المغالطات وتبرير الأسباب، ويحدث كل ذلك من خلال محتوى مناسب بمثابة البعد الثالث مع بعدي المعرفة والعمليات.

ولقد زاد الاهتمام في الفترة الأخيرة بالقوة الرياضياتية، حيث أشارت بعض الأدبيات والدراسات إلى أهميتها، وضرورة الاهتمام بتنميتها لدى المتعلمين في الصفوف الدراسية المختلفة، منها: وائل محمد عبد الله ومرفت محمد أدم (٢٠١٣)، صابرين محمد منصور(٢٠١٣)، نهى السعيد محمد (٢٠١٤)، على محمد غريب (٢٠١٤)، سيد عبد الله عبد الفتاح (٢٠١٤)، سعد نجيب متولي (٢٠١٤)، سامية عبد العزيز عبد السلام (٢٠١٤)، سامية حسنين هلال (٢٠١٦).

ولمناهج الرياضيات دوراً هاماً في تنمية القوة الرياضياتية ويتحقق هذا الأمر حينما تواكب مناهج الرياضيات التقدم المعرفي والتطور التقني والتكنولوجي.

وتعد هندسة الفراكتال أنموذجاً للرياضيات العصرية يعكس التقدم المعرفي في مناهج الرياضيات، والتي ظهرت نتيجة نظريات حديثة في مجالات التوبولوجي، وتطورت بتقدم علوم الكمبيوتر، وأساليبه، وتطبيقاته، في الرسوم والنمذجة. وتُوصف هندسة الفراكتال بأنها هندسة الطبيعة، حيث تهتم بدراسة الأشكال الطبيعية، مثل تعاريج الشواطئ، والسحب، والبرق، وأوراق الشجر، كأشكال هندسية غير منتظمة (سوسن محمد عز الدين، ٢٠٠٤، ٢٥٩).

وقد أشارت عديد من الأدبيات والدراسات، مثل: نايلور **(Naylor,1999, 360)** ، رضا أبو علوان السيد (٢٠٠١، ١١٢)، رفعت محمد المليجي (٢٠٠٨، ١٥٨) وميرفت محمود محمد (٢٠١١، ٧٩) إلى أن تضمين مناهج الرياضيات المدرسية بعض الأنشطة المرتبطة بهندسة الفراكتال، يحقق عديداً من نواتج التعلم المرغوب فيها لدى الطلاب، منها: إبراز الجوانب الجمالية والابداعية والفنية في كتب الرياضيات المدرسية، إثارة التفكير الرياضي والابتكاري عند المتعلمين، جعل الرياضيات المدرسية أكثر حيوية، وديناميكية، ربط الرياضيات المدرسية بالتكنولوجيا الحديثة، وتنمية الحس المكاني والحدس بالشكل.

وتعد النظرية التواصلية أحد نظريات التعلم، التي ظهرت لتفسير عمليات التعلم التي تتم عبر الشبكات، باستخدام أدوات وتكنولوجيا الحاسب والانترنت في التعليم، وتسعى إلى توضيح طريقة حدوث التعلم في البيئات الإلكترونية المركبة، وكيفية تأثره

بالمتغيرات الاجتماعية الجديدة، وكيفية تدعيمه بواسطة التكنولوجيات الجديدة (أحمد صادق عبد المجيد، عبد الله علي محمد، ٢٠١١، ١٠٢).

ويذكر محمد عطية خميس (٢٠١٢، ٢) أن النظرية التواصلية تركز على تعليم المتعلمين كيف يبحثون عن المعلومات، ويحللونها، وينقحونها، ويركبونها، للوصول إلى المعرفة، لذلك فهي من الاتجاهات التي تركز على التعلم المتمركز حول المتعلم، حيث تركز على الأنشطة التعليمية التي يقوم بها المتعلمون، ومن خلال العمل الجماعي، والمناقشة بين المتعلمين. ويكون دور المعلم ميسرا وموجهاً لعملية التعلم، وليس ملقنا.

ويؤدي توظيف النظرية التواصلية في عملية التعلم إلى التغلب على عديد من الصعوبات التي تواجه التعلم التقليدي وتحقيق عديد من النواتج المرغوب فيها، حيث يذكر ناصر السيد عبد الحميد (٢٠١٢، ١٠٤) أن توظيف النظرية التواصلية يساعد في نقل المتعلم من حيز الصعوبات التي يعاني منها في الفصول التقليدية إلى حيز الفضاء الرقمي الذي يتيح له التعلم وفق اختياراته، مستخدماً رموزه ومفرداته الخاصة، والتي تمكنه من استمرارية التعلم بعيداً عن معوقات الفصول التقليدية. كما أن توظيف النظرية التواصلية في تعليم الرياضيات يساعد المتعلمين في بناء اتجاهات إيجابية نحو تعلم الرياضيات والتي بدورها تدفع الطلاب نحو تعلم الرياضيات، بالإضافة إلى إنها تراعى خصائص وقدرات واحتياجات المتعلمين في القرن الحادي والعشرين.

وقد أُجريت عدة دراسات حاولت توظيف النظرية التواصلية لتطوير برامج تعليمية لتحقيق أهداف تعليمية متنوعة، منها: ناصر السيد عبد الحميد عبيده (٢٠١٢)، أمل إبراهيم حمادة وأية طلعت إسماعيل (٢٠١٤)، أحمد زارع أحمد (٢٠١٥)، وفاء صلاح الدين إبراهيم. (٢٠١٥)، عثمان علي القحطاني (٢٠١٥).

ويُعد التعلم التشاركي عبر الويب من أساليب التعلم الحديثة، التي ترى أن التعلم عملية اجتماعية، ينتظم الطلاب من خلالها في مجموعات لإنجاز مهام محددة، فيتناقشون، ويتفاوضون، ويشتركون معاً في إعادة تنظيم المواد أو المفاهيم لبناء علاقات جديدة بينها (أي بناء المعرفة)، ووسيلتهم (طريقتهم) لتحقيق ذلك التفاعل مع الزملاء والخبراء ومصادر المعلومات المتنوعة، وتعد مواقع الشبكات الاجتماعية بيئة تعليمية تفاعلية مناسبة لتطبيق هذا الأسلوب (وفاء صلاح الدين إبراهيم، ٢٠١٥، ١٣٠، مصطفى عبد الرحمن طه، ٢٠١٦، ٣٣ - محمد محمود عبد الوهاب، ٢٠١٦، ٣٠٨).

وتتعدد أدوات التعلم الالكتروني التشاركي مثل المدونات، ومحررات الويب التشاركية، وناقل الأخبار، والتدوين الصوتي والمرئي، والتدوين المصغر، والشبكات الاجتماعية، وبعض نماذج وتطبيقات السحب الحاسوبية التي تتيح للمتعلم مشاركة الملفات، مثل Google docs (داليا خيري حبيشي،٢٠١٢، ٧١٤- مروة زكي توفيق، ٢٠١٢، ٥٤٤).

وقد أشارت عديد من الدراسات، منها: حسن الباتع محمد (٢٠١٤)، حسن ربحي مهدي (٢٠١٢، ٧٩١) إلى أن توظيف التعلم الالكتروني التشاركي يحقق العديد من النواتج المرغوب فيها، مثل: توفير الفرصة للمتعلمين للتعلم ومشاركة مصادر المعلومات المتنوعة، فضلا عن إمكانية تبادل الخبرات فيما بينهم، يعزز مهارات التفكير الناقد، ومشاركة إنشاء المعرفة، والتعلم التبادلي، كما يحقق زيادة في التحصيل، ويعزز الاتجاهات الايجابية نحو التكنولوجيا والتشارك، ودعم تنمية التفكير، والتحكم بالتعلم.

ولما كان الطلاب الفائقون هم الثروة الحقيقية لأي مجتمع، والرصيد الاستراتيجي للتطور والتقدم الحضاري، وعاملاً من عوامل نهضة أي مجتمع في شتى المجالات، وأنهم يتميزون بالعديد من السمات تختلف عن أقرانهم العاديين، ولهم حاجات معرفية وتعليمية تختلف عن أقرانهم العاديين من الضروري تنميتها حتى لا يحدث لهم انطفاء، مما يجعل على المناهج الدراسية بصورة عامة، ومناهج الرياضيات بصورة خاصة دوراً هاماً في مراعاة احتياجات الطلاب الفائقين. ويتحقق هذا الأمر حينما تواكب مناهج الرياضيات التقدم المعرفي والتطور التقني والتكنولوجي.

مما سبق يتبين أن القوة الرياضياتية تمثل أحد أهم أهداف تعليم الرياضيات لدى الطلاب بصورة عامة، والطلاب الفائقين على وجه الخصوص، حيث لم يعد التفوق الرياضي يُقاس بكم المعرفة الرياضية لدى المتعلم، وإنما يعتمد على قدرة الفرد على توظيف تلك المعرفة في التعامل مع المفردات التكنولوجية المعاصرة، لذا فقد اتجهت الدراسة الحالية إلى محاولة تنمية القوة الرياضياتية من خلال تقديم برنامج مقترح في هندسة الفراكتال قائم على النظرية التواصلية باستخدام أدوات التعلم الالكتروني التشاركي.

مشكلة البحث:

بالرغم من أن الطلاب الفائقين في الرياضيات لهم قدرات خاصة تختلف عن قدرات أقرانهم العاديين، إلا أن هناك قصوراً في برامج الرعاية المقدمة لهم، وهذا ما أوضحته الدراسات في مجال تعليم وتعلم الطلاب الفائقين، مثل: محبات حافظ أبو

عميرة (١٩٩٦)، فتحي عبد الرحمن جروان (٢٠٠٠)، أمل الشحات حافظ (٢٠٠٥)، محمد عبد القادر علي (٢٠١١)، منى توكل السيد وعبد الحكيم سعيد رضوان (٢٠١٣)، صبري عيد محمود (٢٠١٣)، غادة شومان الشحات (٢٠١٦)

ونظراً لان هندسة الفراكتال من الموضوعات الرياضية المعاصرة، التي تبرز قيمة الرياضيات الوجدانية والوظيفية، وقد يؤدي تضمينها في مناهج الرياضيات للطلاب الفائقين إلى تحقيق أهداف قد يصعب تحقيقها من خلال دراسة الموضوعات الدراسية العادية، كما يؤدي تضمينها في المناهج الدراسية إلى مسايرة التقدم العلمي والتكنولوجي.

فمن خلال مقابلة الباحث مع مجموعة من أساتذة الرياضيات بكلية العلوم* وذلك بهدف التعرف على أهمية دراسة هندسة الفراكتال لطلاب المدرسة الثانوية، ومدى احتياجهم لها مستقبلاً، فقد أشار هؤلاء الأساتذة إلى أهمية دراسة الطالب لهندسة الفراكتال، حيث أنها أحد فروع الرياضيات الحديثة التي تساعد الطلاب بصورة عامة والطلاب الفائقين بصورة خاصة على تنمية مهارات الاستدلال وعمل ترابطات بين الرياضيات والبيئة التي يعيش فيها المتعلم، كما أن تضمينها في مناهج الرياضيات في المرحلة الثانوية يقلل من الفجوة الموجودة بين مقررات كلية العلوم قسم الرياضيات، والمقررات التي درسها الطالب في المرحلة الثانوية، فدراسة هندسة الفراكتال يساعد الطالب على فهم بعض الموضوعات الرياضياتية مثل: نظرية الفوضى (الهيولية)، الجاذب الغريب الناتج من طريقة نيوتن لحل المعادلات المركبة، بعض موضوعات التبولوجي.

لذلك فقد أوصت عديد من البحوث والدراسات السابقة بضرورة تضمين مناهج الرياضيات المدرسية وحدات في هندسة الفراكتال أو بعض الأنشطة الخاصة بهندسة الفراكتال، منها: محمد حسني محمد (٢٠١٧)، إبراهيم محمد قناف (٢٠١٥)، عبد الكريم موسى فرج الله (٢٠١٥)، ولاء جهاد جبر (٢٠١٥)، "علوان" (**Elwan, 2014**)، هبة عثمان محمود (٢٠١٤)، أحمد حمدي أحمد (٢٠١٣)، أحمد حسين حسن (٢٠١٣)، وليد صابر القاضي (٢٠١٢)، تقية حزام النقش (٢٠١٢)، محمد عادل صقر (٢٠١٢)، شذى زامل جميل (٢٠١٢)، طه علي أحمد (٢٠١١)، أكرم قبيصي أحمد (٢٠١١)، أنجي توفيق إبراهيم (٢٠١١)، ميرفت محمود محمد

*** ١- أ .د/ حسام الدين سيف عبد العزيز.**
٢- أ. د/ زينهم محمود جمعه.
٣- أ. د / محمد محمد أبو الحسن.

(٢٠١١)، (**KarakuŞ & Bakİ, 2011**)، هبة محمد محمود (٢٠١٠)، وئام محمد حمد (٢٠١٠)، رضا أبو علوان السيد (٢٠٠٥)، "لورنالوا و وستيرنبرج" (**Lornell & Westerberg, 1999**)، ماكي (**McKee,1995**)، "فاك" (**Vacc, 1992**)

كما أوصت دراسات أخرى بضرورة تقديم موضوعات هندسة الفراكتال للطلاب الفائقين، حتى لا يكون الاختلاف بينهم وبين العاديين مجرد دراسة مجموعة من الموضوعات والتمارين الإضافية في نفس الفروع العادية ومنها: أمل الشحات حافظ (٢٠٠٥)، "كيلي" (**Kelly, 1994 a**)،(**Kelly, 1994 b**) "آدم و روس" (**Adams & Russ, 1992**).

وللتعرف على واقع منهج الرياضيات الذي يدرسه الطلاب الفائقين بالصف الأول الثانوي من حيث مدى مناسبة هذا المنهج لمستوى الطلاب الفائقين، ومدى احتوائه على بعض موضوعات هندسة الفراكتال، قام الباحث بالآتي:

(١) إجراء مقابلة مقننة** مع مجموعة من موجهي ومعلمي الرياضيات بمحافظة سوهاج، وأسفرت نتيجة المقابلة عن الآتي:

أ- موضوعات الرياضيات التي تدرس للفائقين بالصف الأول الثانوي هي نفسها التي تدرس للعاديين مع زيادات طفيفة عبارة عن ملزمة صغيرة تحتوي على بعض المسائل ذات درجات صعوبة عالية نسبياً.

ب- لا تحقق هذه الموضوعات مفهوم الإثراء، فقد لوحظ عدم وجود ارتباط بين موضوعات الهندسة الخاصة بالفائقين وبين الموضوعات السابقة، فالطالب يدرس بالفصل الدراسي الثاني موضوعات هندسة تحليلية، ويتم تقديم موضوعات إضافية في الهندسة المستوية.

ج- التمارين والمسائل على موضوعات الرياضيات الإضافية معقدة، وتستغرق وقتًا طويلاً وجهدًا كبيرًا من الطالب عند محاولة حلها.

د- تقتصر أسئلة تقويم الطلاب في الموضوعات الإضافية على الأسئلة الواردة بالملزمة المقررة.

ه- تقويم الطلاب الفائقين في الرياضيات بنفس معيار الطلاب العاديين باستثناء سؤال واحد فقط في الموضوعات الإضافية.

** ملحق (١) استمارة المقابلة مع بعض موجهي ومعلمي الرياضيات بمحافظة سوهاج

(٢) طبق الباحث استبيان* لاستطلاع أراء الطلاب الفائقين فيما يقدم لهم من موضوعات رياضية، من حيث محتوى برنامج الفائقين لمادة الرياضيات، وطريقة عرضه، والأنشطة المصاحبة، وطرق تدريسه، وطرق التقويم والامتحان الخاصة به، والمشكلات التي تواجههم في دراسته، وطُبق الاستبيان على عدد (٣٢) طالب بمدرسة سوهاج الثانوية العسكرية للبنين، وعدد (٥٨) طالبة بمدرسة الثانوية بنات بسوهاج، وأسفرت نتائج الاستبيان عن الآتي: أن محتوى برنامج الرياضيات المقدم للطلاب الفائقين غير مشوق، ولا يجذب انتباههم، ولا يساعدهم على اكتساب مهارات التعلم الذاتي، كما أنه لا تتنوع المصادر التي تساعد الطلاب الفائقين الرياضيات على دراسته، كما أن محتوى برنامج الرياضيات لا يقدم معلومات إضافية يستفيد منها الطلاب، كما أشار ٧٤٪ من الطلاب إلى رغبتهم في دراسة موضوعات تبرز متعة وجمال الرياضيات، وأشار ٦٥ ٪ إلى رغبتهم في دراسة موضوعات جديدة تختلف عن المنهج العادي.

(٣) إجراء تحليل محتوى** لمنهج الرياضيات المقدم لطلاب الصف الأول الثانوي، بهدف معرفة مدى احتواء هذا المنهج على موضوعات هندسة الفراكتال، وقد استخدم الباحث استمارة تحليل قام بإعدادها، وعرضها على مجموعة من أساتذة الرياضيات بكلية العلوم، بهدف التعرف على مدى شمولها لموضوعات هندسة الفراكتال، التي تناسب طالب الصف الأول الثانوي، ثم قام بنفسه بعملية التحليل إلى جانب قيام زميل له بعملية التحليل أيضاً، وأسفرت نتائج التحليل عن عدم تضمين أي من موضوعات هندسة الفراكتال ضمن الرياضيات المدرسية، سوى بضعة سطور كمقدمة لأحد الوحدات الدراسية في الصف الأول الثانوي، وكذلك عدم تضمينها في منهج الفائقين الخاص بالصف الأول الثانوي.

وبالرغم من أن القوة الرياضياتية تمثل المعيار الأساس لقياس جودة تعلم الرياضيات، إلا أنه هناك ضعفاً في نتائج الطلاب الذين شاركوا من دول عربية في مسابقات دولية في العلوم والرياضيات(**TIMSS**)، والمشكلة الأخطر أن الطلاب المصنفين كمتفوقين، ومن ذوي التحصيل المرتفع في الامتحانات، والذين يحصل بعضهم على الدرجات النهائية في الامتحانات المدرسية وشهادات التخرج، ينقصهم الكثير من الفهم المتعمق للأفكار الرياضية الأساسية، إضافة إلى عدم قدرتهم على التفكير في المواقف

* ملحق (٢): استبيان لاستطلاع أراء بعض طلاب الصف الأول الثانوي الفائقين في برنامج الرياضيات المقدم لهم.

** ملحق (٣): بطاقة تحليل المحتوى

غير المألوفة، وهذه الأشياء تمثل جوهر القوة الرياضياتية (وليم تاوضروس عبيد، ٢٠٠٤، ١٧-١٨).

وأشارت دراسة عبد الجواد عبد الجواد بهوات وحسن هاشم بلطية (٢٠٠٧، ٢) إلى أن هناك قصوراً في القوة الرياضياتية لدى طلاب الصف الأول الثانوي، بسبب عدم احتواء كتاب الرياضيات مهاماً تتطلب تمثيلات رياضية، وإهمال الترابطات بين فروع الرياضيات الثلاثة.

كما كشفت دراسة علي محمد غريب (٢٠١٣، ٢٥٧) عن افتقار طلاب الصف الأول الثانوي لمهارات التمثيل والتواصل الرياضي والترابط والاستدلال وحل المشكلات التي تمثل في مجملها مكونات القوة الرياضياتية، وأن المخرجات التعليمية قاصرة على المعارف التي يتم نسيانها بعد الامتحانات.

وتوصلت دراسة طه علي أحمد (٢٠١٤، ٦٦٢) إلى تدنى درجة امتلاك طلاب المرحلة الثانوية للقوة الرياضية ككل، وكل مكون من مكوناتها. حيث بلغت نسبة الطلاب الذين يمتلكون مهارات التواصل الرياضي بمكوناته (٢٥٪)، ونسبة الطلاب الذين يمتلكون مهارات الترابط الرياضي بمكوناته (٢١٪)، ونسبة الطلاب الذين يمتلكون مهارات الاستدلال الرياضي بمكوناته (٢٤٪)، ونسبة الطلاب الذين يمتلكون مهارات القوة الرياضية ككل (٢٠٪).

كما كشفت دراسة غادة شومان الشحات (٢٠١٦، ٢٤) عن تدنى مستوى مهارات التواصل الرياضي لدى الطلاب المتفوقين بالصف الأول من المرحلة الثانوية، والتي تعد أحد مكونات القوة الرياضياتية.

وأيضاً دراسة إيمان سمير أحمد (٢٠١٦، ١٢٦) والتي أثبتت تدني مستوى القوة الرياضياتية لدى طلاب الصف الثاني الثانوي، وأرجعت ذلك إلى عدم قدرتهم على ربط المعرفة المفاهيمية والاجرائية وتوظيفها في حل المشكلات، كذلك عدم قدرتهم على التواصل والترابط والاستدلال الرياضي أثناء حل المشكلات الرياضية.

في ضوء ما سبق اتضح للباحث ضرورة إعداد برنامج في هندسة الفراكتال قائم على النظرية التواصلية باستخدام التعلم الالكتروني التشاركي وقياس فاعليته في تنمية القوة الرياضياتية لدى الطلاب الفائقين بالمرحلة الثانوية.

تحديد مشكلة البحث:

تحددت مشكلة البحث في وجود قصور في محتوى برنامج الرياضيات المقدم للطلاب الفائقين للمرحلة الثانوية، وأن الاختلاف الوحيد بينهم وبين الطلاب العاديين

مجرد دراسة مجموعة من الموضوعات والتمارين الإضافية في نفس الفروع العادية، ولا تحتوي مناهج الرياضيات الخاصة بهم على موضوعات رياضية عصرية مثل هندسة الفراكتال، وترتب على ذلك وجود قصور في إعداد الطلاب الفائقين، تمثل في تدني مهارات القوة الرياضياتية. ومن هنا برزت الحاجة إلى إعداد برنامج مقترح في هندسة الفراكتال للطلاب الفائقين بالصف الأول الثانوي، ودراسة فاعليته على مخرجات تعلم متقدمة كالقوة الرياضياتية.

سؤالا البحث:

أجاب البحث الحالي عن السؤالين الآتيين:

(١) كيف يمكن إعداد برنامج مقترح في هندسة الفراكتال قائم على النظرية التواصلية باستخدام التعلم الالكتروني التشاركي للطالبات الفائقات بالصف الأول الثانوي ؟

(٢) ما فاعلية البرنامج المقترح في هندسة الفراكتال القائم على النظرية التواصلية باستخدام أدوات التعلم الالكتروني التشاركي على تنمية القوة الرياضياتية ككل وكل بعد من أبعادها لدى مجموعة البحث من الطالبات الفائقات بالصف الأول الثانوي؟

أهداف البحث:

(١) إعداد برنامج مقترح في هندسة الفراكتال قائم على النظرية التواصلية باستخدام أدوات التعلم الالكتروني التشاركي للطالبات الفائقات بالصف الأول الثانوي.

(٢) قياس فاعلية البرنامج في تنمية القوة الرياضياتية ككل وكل بعد من أبعادها لدى الطالبات الفائقات في الرياضيات بالصف الأول الثانوي.

منهج البحث:

استخدم البحث المنهج شبة التجريبي، لمناسبته لطبيعة البحث، للتعرف على مدى فاعلية البرنامج المقترح في هندسة الفراكتال القائم على النظرية التواصلية وباستخدام التعلم الالكتروني التشاركي في تنمية القوة الرياضياتية للطالبات الفائقات بالصف الأول الثانوي.

التصميم التجريبي للبحث:

استخدم الباحث تصميم المجموعة الواحدة. القائم على القياس القبلي والقياس البعدي لأداء الطالبات الفائقات مجموعة البحث، حيث تم تطبيق اختبار القوة الرياضياتية قبلياً على طالبات الصف الأول الثانوي الفائقات مجموعة البحث. ثم درست الطالبات البرنامج المقترح في هندسة الفراكتال. وبعد الانتهاء من دراسة البرنامج قام الباحث بتطبيق الاختبار بعدياً

متغيرات البحث:

اشتمل البحث الحالي علي المتغيرات التالية :

١- المتغير المستقل: البرنامج المقترح في هندسة الفراكتال القائم على النظرية التواصلية وباستخدام أدوات التعلم الالكتروني التشاركي.

٢- متغير تابع هو: القوة الرياضياتية، وتشتمل الأبعاد الآتية:

أ- البعد الأول: المحتوى، ويتضمن محتوى البرنامج المقترح في هندسة الفراكتال.

ب- البعد الثاني: المعرفة الرياضية، ويتضمن المعرفة المفاهيمية، والمعرفة الإجرائية، وحل المشكلات.

ج- البعد الثالث: العمليات الرياضية، وتتضمن التواصل الرياضي، الترابط الرياضي، الاستدلال الرياضي

حدود البحث:

اقتصر البحث الحالي على الحدود التالية:

(١) الطالبات الفائقات في الرياضيات بالصف الأول الثانوي. وفقاً للمعايير الآتية:

أ- وقوع الطالبة ضمن الإرباعي الأعلى في اختبار مصفوفات رافن المتتابعة للذكاء.

ب- درجات الطالب في الاختبار التحصيلي في الرياضيات في اختبار نهاية المرحلة الإعدادية $\geq$ ٩٥ ٪.

ج- التحصيل العام للطالب في نهاية المرحلة الإعدادية للعام الدراسي ٢٠١٥-٢٠١٦ $\geq$ ٩٥ ٪.

د- ترشيحات المعلمين.

(٢) القوة الرياضياتية، وتشتمل الأبعاد الآتية:

أ- البعد الأول: محتوى البرنامج المقترح في هندسة الفراكتال.

ب- البعد الثاني: المعرفة الرياضية، ويتضمن المعرفة المفاهيمية، والمعرفة الإجرائية، وحل المشكلات.

ج- البعد الثالث: العمليات الرياضية، وتتضمن التواصل الرياضي، الترابط الرياضي، الاستدلال الرياضي

(٣) بعض أدوات التعلم الالكتروني التشاركي: المدونات التعليمية، شبكة التواصل الاجتماعي فيسبوك، شبكة التواصل الاجتماعي تويتر، شبكة مشاركة مقاطع الفيديو **Youtube**

مصطلحات البحث: *

(١) هندسة الفراكتال (الهندسة الكسورية):

يُعرفها البحث الحالي بأنها أحد فروع الرياضيات، التي تهتم بدراسة الأشكال الخشنة والمتكسرة، سواء تلك الأشكال أشكال رياضية، أو أشكال موجودة في الطبيعة. وتتميز أشكالها بأنها متشابهة ذاتياً، وذات أبعاد كسرية، وتنتج من خلال التكرار المرحلي لقاعدة معينة على شكل هندسي معين، أو التكرار المرحلي لدالة معينة.

(٢) التعلم الالكتروني التشاركي:

يُعرفه البحث الحالي بأنه بيئة تعلم تعمل خلالها الطالبات الفائقات بالصف الأول الثانوي فرادى وفي مجموعات، حيث يتبادلون الأفكار والمعلومات، ويناقشون الآراء ووجهات النظر؛ لبناء معرفة جديدة حول موضوعات هندسة الفراكتال، باستخدام أدوات الويب التشاركية، مثل المدونات التعليمية، والشبكات الاجتماعية، وتركز على تعاون كل طالبة من طالبات الصف الأول الثانوي الفائقات مع زميلاتهن في بناء تعلمهم لموضوعات هندسة الفراكتال.

(٣) القوة الرياضياتية

* يتم عرض تفصيلي للتعريفات في الاطار النظري

يُعرفها البحث الحالي بانها قدرة الطالبة الفائقة في الرياضيات على استخدام المعرفة الرياضية بمستوياتها الثلاثة (مفاهيمية - إجرائية – حل المشكلات) في التواصل والترابط والاستدلال الرياضي خلال محتوى البرنامج المقترح في هندسة الفراكتال، وتقاس بدرجة الطالبة على الاختبار المعد لقياس القوة الرياضياتية.

(٤) الفائق في الرياضيات:

يعرف البحث الحالي الطالبة الفائقة في الرياضيات بأنها الطالبة التي تقع درجة ذكائها في اختبار المصفوفات المتتابعة لرافن للذكاء ضمن الإرباعي الأعلى، وتكون درجاتها في التحصيل العام في نهاية المرحلة الإعدادية ≤ ٩٥ ٪، وتحصيلها في مادة الرياضيات في اختبار نهاية المرحلة الإعدادية ≤ ٩٥ ٪، ويتم تزكيتها من جانب المعلم.

الإطار النظري والدراسات السابقة:

المحور الأول: الطلاب الفائقون:

أولاً: الطالب الفائق في الرياضيات:

ذخرت الأدبيات التربوية بتعريفات عديدة للطالب الفائق، ويرى رينزولي (في: حنان سالم آل عامر، ٢٠٠٩، ٦٠-٦١) أن السلوك الفائق عبارة عن محصلة (تفاعل) ثلاث سمات سلوكية هي: أداء فوق المتوسط في القدرة العامة أو القدرات النوعية الخاصة، مستويات عالية من الدافعية للإنجاز والمثابرة، مستويات عالية التفكير الابتكاري، والطلاب الفائقون هم أولئك الذين يمتلكون أو لديهم القدرة على تطوير هذه التركيبة من السمات واستخدامها في أي مجال للأداء الإنساني.

ويذكر كرم لويس شحاتة (١٩٩١، ٢٦٣) أن الطلاب الفائقين في الرياضيات هم أولئك الطلاب الذين لديهم القدرة على التخيل، والتحليل، والمرونة، في التعامل مع المسائل والعمليات الحسابية والعلاقات الرياضية، كما أنهم لديهم القدرة على التحصيل السريع، وسهولة تعلم المفاهيم التي تُقدم لهم، والقدرة على التعامل مع المشكلات الرياضية بسهولة ويسر.

ويُعرف هشام عبده عبد الغفار (٢٠٠٥، ١٣) الطالب الفائق في الرياضيات بأنه الطالب الذي يظهر تحصيلاً دراسياً مرتفعاً في الرياضيات، ومستواً مرتفعاً من الذكاء، ويمتلك قدرة عقلية رياضية فوق المتوسط تمكنه من التعلم والوصول إلى مستوى أداء مرتفع ومتميز في الرياضيات، وبسرعة تفوق أقرانه في نفس العمر الزمني، ويمتلك قدرة عالية على الإنتاج الإبداعي في الرياضيات، من خلال مثابرة

والتزام ودافعية عالية واستقلالية في التفكير الرياضي، ويحتاج إلى برامج تربوية خاصة غير التي تقدم لأقرانه، لإشباع قدراته الخاصة.

ويُعرف رمضان رفعت سليمان (٢٠٠٥، ٢٨٩) الطالب الفائق في الرياضيات بأنه الطالب الذي يحصل على درجات تحصيلية مرتفعة بين زملائه في الفصل، ومستوى مرتفع في الذكاء، أكثر من ١٢٠ درجة، ويبدى خصائص سلوكية تدل على تميزه في الرياضيات، ويقع ضمن ٢٠٪ من الحاصلين على درجات عليا في الاختبار التحصيلي السابق واختبار التفكير الإبداعي.

ويُعرف أشرف محمد حسين (٢٠١٤، ١٧٤) الطالب الفائق في الرياضيات في الصف الأول الثانوي، بأنه الطالب الذي نسبة ذكائه (١٢٠) فأكثر، ونسبة تحصيله في الرياضيات (٨٥%) فأكثر، وحاصل على نسبة (٩٠%) فأكثر على مقياس الخصائص دراسياً.

ويُعرف البحث الحالي الطالبة الفائقة في الرياضيات بأنها الطالبة التي تظهر أداء متميزًا في التحصيل الأكاديمي في مادة الرياضيات تصل نسبته إلى ≤ ٩٥ ٪ في اختبار نهاية المرحلة الإعدادية، وتكون درجاتها في التحصيل العام في نهاية المرحلة الإعدادية ≤ ٩٥ ٪، وتمتلك قدرات عقلية عالية مقارنة بأقرانها يستدل عليه من خلال حصولها على نسبة ذكاء في اختبار المصفوفات المتتابعة لرافن للذكاء تضعها ضمن الإرباعي الأعلى، بالإضافة إلى ترشيحها من قبل معلميها، وتحتاج إلى برامج تعليمية خاصة تلبي احتياجاتها وتشبع قدراتها.

ثانياً: خصائص الطلاب الفائقون في الرياضيات:

يتميز الطالب الفائق في الرياضيات بالعديد من الصفات من أهمها: (موزه هلال السعدي، ٢٠١١، ١٢٢):

١- يعمم العلاقات الرياضية، ويربط بين المفاهيم في التطبيقات المتنوعة.

٢- ينظم البيانات ليكتشف الأنماط والعلاقات بينها.

٣- مثابر في تعلم الرياضيات ويركز ويعمل بجد ودافعية واهتمام.

٤- يحّلل المشكلات بحرص، ويأخذ البدائل بعين الاعتبار ولا يقبل بالضرورة الجواب الأول.

٥- لديه خبرة غنية في البحث عن طرائق لحل المشكلة.

٦- يهتم بالأرقام والعلاقات الكمية، ويدرك فوائد أو تطبيقات الرياضيات.

٧- يتعلم المفاهيم الرياضية وعملياتها أسرع من بقية الطلاب.

٨- جيد في التعبير عن المفاهيم الرياضية والعمليات والحلول.

٩- يحدد المشكلات ويربط بينها، وجيد في صياغة الفرضيات.

١٠- يستمتع بمحاولة حل المشكلات المعقدة، مثل الأحجيات والمشكلات المنطقية.

١١- يتخيل العلاقات المكانية، ويمكنه خلق صور ذهنية عن المشكلات.

١٢- يطور ترابطات فريدة، ويستخدم أساليب مبتكرة لحل المشكلات.

١٣- يحل المشكلات في بعض الأحيان بالحدس، ثم لا يستطيع دائماً تفسير كيفية توصله للحل الصحيح.

١٤- يتذكر المعلومات أو المفاهيم ذات العلاقة ويستخدمها في حل المشكلة، ويميز العناصر الحيوية أو المهمة.

ويرى الباحث أن الطالب الفائق لا يسير بالضرورة وفق التسلسل المنطقي لخطوات التعلم للوصول إلى نتيجة ما، بل قادر على أن يقفز عدد من الخطوات المنطقية، ويصل بسرعة إلى النتيجة.

ثالثاً: التعرف على الطلاب الفائقين في الرياضيات:

تذكر هبة إبراهيم حماد وسمير عبد الكريم الريماوي (٢٠٠٨، ١٢٩-١٣٠) أنه نظراً لان مادة الرياضيات تتميز بالتجريد؛ فان جميع اختبارات ومقاييس الكشف عن الفائقين في الرياضيات، تتضمن قياس الجانب العقلي بمسائل رياضية مشبعة بالقدرة على الاستنتاج والتخيل والمنطق.

ويذكر هشام عبد الحميد محمد (٢٠١١، ١١٥-١٢٤) أنه يتم اختيار الطلاب الفائقين في الرياضيات بالاعتماد على المحكين الآتيين: المجموع الأكاديمي للطالب بحيث لا يقل عن ٨٥٪، اجتياز اختبارات في القدرات العقلية.

كما تذكر حنان سالم أل عامر (٢٠٠٩، ٢٣-٢٤) أنه يتم اختيار الطالب الفائق في الرياضيات في الصف الأول الثانوي بناءً على المعايير الآتية: الحصول على درجة ذكاء في اختبار رافن للمصفوفات المتتابعة تضعه ضمن الإرباعي الأعلى، الحصول على ٩٠٪ فما فوق في اختبار التحصيل للعام السابق، والتحصيل السابق لمادة الرياضيات.

كما تذكر خيرية رمضان وآمال رياض (١٩٩٧، ٢٨١) أن اختيار الطلاب الفائقين في الرياضيات يتم من بين التلاميذ الذين حصلوا على نسبة ٩٠٪ على الأقل في نهاية امتحان العام الدراسي، الحصول على درجة (B) في اختبار رافن للمصفوفات، الحصول على نسبة ذكاء ١٢٠ فأكثر على مقياس وكسلر للذكاء.

ويخلص الباحث مما سبق إلى معايير اختيار الطالب الفائق في الرياضيات في البحث الحالي، وهي:

(أ) القدرة العقلية العامة: حصول الطالبة على درجة على اختبار رافن للمصفوفات عند المئيني (٧٥) أو أعلى منه.
(ب) درجة الطالبة في مادة الرياضيات في اختبار نهاية المرحلة الإعدادية ≥ ٩٥ %.
(ج) التحصيل العام للطالبة عند نهاية المرحلة الإعدادية للعام الدراسي ٢٠١٥-٢٠١٦ ≥ ٩٥ %.
(د) ترشيحات المعلمين.

في ضوء المحكات الأربعة السابقة.

رابعاً: دور المعلم في رعاية الطلاب الفائقين الرياضيات:

حددت دراسات كل من بدر سالم المعمري (٢٠٠٨، ٢٠)، رمضان رفعت سليمان (٢٠٠٥، ٢٩١-٢٩٢)، أدوار المعلم في رعاية الطلاب الفائقين، وتتمثل في:

– اتباع مجموعة من الممارسات التدريسية من أهمها:

- عدم احتكار معظم وقت الحصة.
- التركيز على الطالب كمحور للعملية التعليمية.
- توجيه أسئلة تتناول مهارات التفكير العليا.
- استخدام مداخل تدريسية تشجع على التفكير.

– توفير الأفكار والموضوعات الرياضية المصاحبة للمنهج التقليدي، وتقديمها في صورة الغاز غير تقليدية أو العاب تتحدى قدرات الطلاب الرياضية أو نوادر رياضية.

– تشجيع الطلاب على القيام بأنشطة تحتاج إلى القراءة والاطلاع.

وقد أشارت عديد من الدراسات إلى أنه يمكن للمعلم تنمية قدرات الطلاب الفائقين في الرياضيات، من خلال بناء برامج مقترحة او وحدات وأنشطة إثرائية وتوظيف طرق

ومداخل تدريسية متنوعة، مثل: التعلم التعاوني وخرائط التفكير، الأنشطة الإثرائية، نظرية الذكاء الناجح في التدريس، نموذج الإثراء الثلاثي لرينزولي، النشاط التعليمي الحر بنادي الرياضيات. ومن هذه الدراسات دراسة: أشرف محمد حسن (٢٠١٤)، زكريا جابر الحناوي (٢٠١١)، حنان عبد الله رزق (٢٠١٠)، هشام عبده عبد العزيز (٢٠٠٥)، رمضان رفعت سليمان (٢٠٠٥)، وفاء مصطفى محمد (٢٠٠٢)، كرم لويس شحاته (١٩٩١).

المحور الثاني: هندسة الفراكتال:

تمثل هندسة الفراكتال محصلة جهود متتابعة لمجموعة من الرياضيين أمثال: ليبنتز، كارل فايرستراس، هيلج فان كوخ، جورج كانتور، هنري بوانكارية، فيليكس كلاين، بيتر فاتو، جاستين جوليا، وتعود بداياتها إلى عالم الرياضيات ماندلبروت حيث لاحظ أن السُحب في السماء ليست أشكال كروية، والشواطئ ليست دوائر، وجذوع الأشجار غير ناعمة، وأن البرق لا يسير في خطوط مستقيمة، وبالتالي فإن هذه الظواهر لا يمكن تفسيرها بقوانين الهندسة الإقليدية، كما أثار شاطئ البحر المتعرج في ذهنه مشكلة كيف يمكن حساب طوله، وبدأ يتشكك في مقدرة الهندسة الاقليدية في وصف هذه الأشكال الطبيعية. وقد ساعده عمله في شركة (**IBM**) على تصميم برنامج كومبيوتري يعرض تلك الأشكال الفراكتالية، وظهرت هندسة الفراكتال في السبعينيات من القرن العشرين، وتمت بلورتها في الثمانينيات ، واشتهرت في التسعينيات، وبدأ الاهتمام بتعريفها للمعلم، وادراجها في مقررات اعداد المعلم، أو برامج تدريب المعلمين، في بعض البلاد المتقدمة في ٢٠٠٢ (نظله حسن خضر، ٢٠٠٤، ٤٧-٥١؛ محمد أمين المفتي،٢٠٠٩، ٢٣-٢٤).

أولاً: ماهية هندسة الفراكتال:

يذكر"لورنال و ويستربرج" (**Lornell & Westerberg, 1999,260**) أن كلمة فراكتال مأخوذة من الفعل اللاتيني **Frangere** والذي يعني بالإنجليزية **To Break** وهو بمعنى يكسر أو يفتت، وهذا الفعل يشير إلى خاصية هامة تميز الأشكال الفراكتالية، وهي أنها ذات طبيعة مجزأة، ومكسرة، وغير منتظمة، ومعقدة، وهندسة الفراكتال في أبسط مفاهيمها هي هندسة الطبيعة، حيث أنها تهتم بدراسة ووصف الأشياء التي في الطبيعة، كالسواحل والأشجار.

وتُعرف هندسة الفراكتال بأنها هندسة الأشكال والخطوط والمنحنيات والمضلعات والمجسمات التي تتخللها نتوءات وفراغات، بحيث تبدو وكأنها مكونة من كسوريات، وتظهر أشكالها في أنماط كسرية متشابهة ذاتياً، في تتابع

نمطي من الجزيئيات شديدة الصغر، بالدرجة التي يطلق عليها البعض بأنها هندسة الفتافيت (وزارة التربية والتعليم ،٢٠٠٩، ٣١٤)

ويرى محمد أمين المفتي (٢٠٠٩، ٢٣) أن هندسة الفراكتال فرع من فروع الرياضيات، يدرس البنى أو الأشكال غير المنتظمة، التي تشبه تقريبًا الشكل الأصلي، المُكون من هذه الأجزاء، وهي تتعامل مع الأشكال الموجودة في الطبيعة، والتي ليس لها أبعاد تُقاس بأعداد صحيحة، وعجزت الهندسة الكلاسيكية عن التعامل معها أو درستها مثل الخطوط الساحلية، والسحب، وتعرجات الأنهار.

ويذكر خليل إبراهيم السيف وآخرون (٢٠١٠، ٤٥١-٤٥٣) أن الفكرة الرئيسة في هندسة الفراكتال هي التشابه الذاتي أو ثبات المقياس. فهندسة الفراكتال تصف الأشكال التي تحمل صفة التشابه الذاتي، بمعنى الأشكال التي لو قُسمت إلى أجزاء فإن كل جزء يكون متماثل مع الشكل العام، مهما استمر التقسيم إلى ما لانهاية.

ثانياً: العلاقة بين الهندسة الاقليدية وهندسة الفراكتال:

تعد هندسة الفراكتال امتداد للهندسة الاقليدية، فالهندسة الاقليدية تقدم التقريب المبدئي لتركيب الأشياء في الطبيعة، كما أنها تستخدم في التصميمات التكنولوجية، بينما في هندسة الفراكتال يمكن عمل نماذج دقيقة للتركيبات الطبيعية، كنماذج وصف السحب والجبال والشواطئ بدقة عالية (سوسن محمد موافي،٢٠٠٤: ٢٦٢).

وتختلف هندسة الفراكتال عن هندسة إقليدس في أنها ترتبط بأشكال قريبة من تلك المتواجدة في الطبيعة، مثل خطوط شواطئ البحار، وأشكال السحب، والأشجار، ونبات السرخس، والتي بها أنماط من الكسوريات الصغيرة، وتقدم هندسة الفراكتال مفهوما جديدا للبعد (**Dimension**)، حيث توجد أشكال ذات أبعاد صحيحة، وكسرية (وزارة التربية والتعليم ،٢٠٠٩: ٣١٤)

ثالثاً: خصائص هندسة الفراكتال:

تتميز هندسة الفراكتال بخصائص أساسية، تميزها عن غيرها من فروع الهندسة الأخرى، وهي:

التشابه الذاتي:

يُعد التشابه الذاتي خاصية أساسية للأشكال الفراكتالية، ويقصد بالتشابه الذاتي التشابه بين الأجزاء المكونة للشكل والشكل ذاته، فاذا تم أخذ جزءاً متكاملاً من الأجزاء

المكونة للشكل الفراكتالي، ثم قمنا بتكبيره عدة مرات ينتج في النهاية الشكل الأصلي (رضا أبو علوان إبراهيم،٢٠٠١: ١١٥).

ويوجد ثلاثة أنواع من التشابه الذاتي، وهي: التشابه الذاتي التام، التشابه الذاتي الظاهري، التشابه الذاتي الاحصائي (إبراهيم محمد قناف،٢٠١٥، ٤٤-٤٥؛ رشا السيد صبري ،٢٠١٣، ٢٧-٢٨):

البعد الفراكتالي:

يعد البعد الفراكتالي احد الخصائص المميزة للأشكال الفراكتالية، ويستخدم البعد الفراكتالي للتمييز بين درجة تعقيد شكل فراكتال وتعقيد شكل فراكتال آخر، فكلما زاد تعقيد الفراكتال زاد البعد الفراكتالي، وقيمة البعد الفراكتالي هي عبارة عن عدد حقيقي موجب، ومن الممكن ان يأخذ قيمة كسرية، لذلك يسمى أحياناً بالبعد الكسري، بينما الأشكال في الهندسة الاقليدية تأخذ أبعادها قيماً صحيحة (مكة عبد المنعم البنا،٢٠٠٧، ١٩٤- جيمس جلايك،٢٠٠٠، ٨٤-٨٥)

وتضيف ميرفت محمود محمد (٢٠١١، ٩٢) أن البعد الفراكتالي يُعبر عن مدى ما يوجد بالشكل من نتوءات وتعرجات، أو درجة عدم انتظام الشكل، ومقدار انحناءات الشكل أو المنحنى.

وتوجد عدة طرق لحساب البعد الفراكتالي، ومن هذه الطرق الطريقة التحليلية، طريقة الشبكة التربيعية، طريقة المسطرة، ومن الخصائص الغريبة في البعد الفراكتالي أن الأشكال الفراكتالية قد تختلف في مظهرها رغم تساوي أبعادها الفراكتالية، فرغم أن الشكل الظاهري لمنحنى كوخ يختلف عن الشكل الظاهري للشاطئ الإنجليزي، إلا أن البعد الفراكتالي لمنحنى كوخ هو نفس البعد الفراكتالي للشاطئ الإنجليزي (نظله حسن خضر، ٢٠٠٤، ١٢٠).

تأثر الفراكتالات بالتغير في الشروط الأولية:

تشير تلك الخاصية إلى أن التغيرات الطفيفة في المدخلات الأولية تؤدي إلى فارق كبير في النتائج لا يمكن التنبؤ به، ويكمن سبب ذلك أن تكوين الفراكتال يعتمد دائماً على تطبيق قاعدة واحدة بصورة متكررة إلى ما لا نهاية، وتسمي هذه الخاصية بظاهرة الفراشة (**Butterfly Phenomenon**)، وقد جاء هذا الاسم من افتراض أن قيام أحدي الفراشات بتحريك أجنحتها في مكان ما يؤدي إلى اضطراب طفيف في الهواء، والذي يمكن أن يتضاعف تضاعفاً هائلاً على بمرور الوقت، الأمر الذي قد يؤدي إلى حدوث إعصاراً في مكان آخر، وقد يكون هذا المكان بعيد جداً.

رابعاً: توليد الفراكتالات:

تذكر نظله حسن خضر (٢٠٠٤، ٦٨) أن من طرق توليد الفراكتالات، التكرار المرحلي، الدوال المتكررة مرحلياً التكرار(**IFS**).

(١) توليد الفراكتالات بالتكرار المرحلي Iteration

يمثل التكرار المرحلي أحد طرق توليد الفراكتالات، وهو ليس مجرد تكرار، بل عبارة عن تكرار لعملية أو إجراء معين، بحيث يتم استخدام ناتج كل تكرار كمدخل للتكرار التالي (نظله حسن خضر، ٢٠٠٤، ٦٩).

وتعتمد عملية توليد الفراكتالات بالتكرار المرحلي على ما يسمى بالمُولد، وهو الجزء أو العملية التي يتم تكرارها عدة مرات في أي فراكتال، ويختلف من شكل فراكتالي لآخر، ويتصف بالثبات في الشكل الواحد، وهو يحافظ على التشابه الذاتي في الفراكتال (مكة عبد المنعم البنا، ٢٠٠٧، ١٩٣).

ومن أمثلة الفراكتال الناتجة بالتكرار المرحلي: فراكتال كانتور، فراكتالات كوخ، فراكتال القبعة، فراكتالات سيربنسكي.

(٢) توليد الفراكتالات عن طريق أنظمة الدوال المتكررة مرحلياً:

تذكر مكة عبد المنعم البنا (٢٠٠٧، ١٩٣) أن أنظمة الدوال المتكررة مرحلياً تعتمد على استخدام دوال أو تحويلات هندسية، حيث يتم استخدام الدوال المتكررة مرحلياً (IFS): عن طريق التكرار المرحلي لدوال جبرية غير خطية، ويتم فيها التحكم في مدخلات كل تكرار، فإذا تم استخدام دالة $F(x)$، بالتكرار المرحلي، فان قيمة الدالة $f(x)$ في التكرار المرحلي الأول تصبح كمدخل في التكرار المرحلي التالي $ff(x)$، وهكذا بالنسبة لباقي قيم التكرارات المرحلية، ومن أمثلة الفراكتالات الناتجة بالدوال المتكررة مرحلياً، فراكتال مجموعة جوليا وفراكتال مجموعة ماندلبروت.

ويختلف توليد الفراكتالات بالتكرار المرحلي عن الفراكتالات بالدوال المتكررة مرحلياً، حيث أن توليد الفراكتالات بالتكرار المرحلي يبدأ بشكل هندسي منتظم، وبالتكرار النهائي يتم الوصول إلى شكل غير منتظم أو اكثر تعقيدا، ولكن في الدوال المتكررة مرحليا يتم تحديد دالة معينة، وإيجاد قيمها عند نقط متعددة، وبالتمثيل البياني لتلك النقاط باستخدام الكومبيوتر يتم الحصول على شكل الفراكتال، كما أن التشابه الذاتي في الدوال المتولدة بالتكرار المرحلي يختلف عن التشابه الذاتي في التكرار المرحلي، فالتشابه في التكرار المرحلي أكثر دقة.

خامساً: هندسة الفراكتال وتطوير الرياضيات المدرسية:

تذكر رشا السيد صبري (٢٠١٢، ١٥) أن لهندسة الفراكتال دور مهم في معالجة جفاف الرياضيات بالمقررات والكتب المدرسية بالمراحل التعليمية المختلفة، وأن من مظاهر التغير في تعليم الرياضيات عالمياً تضمين بعض الأنشطة والوحدات الخاصة بهندسة الفراكتال ضمن مناهج الرياضيات المدرسية، مما يساعد على مواكبة العصر وتغيراته.

ويذكر "يازدني" **(Yazdani,2007,3348)** أن تدريس هندسة الفراكتال يتمشى مع تنفيذ توجيهات المجلس القومي لمعلمي الرياضيات **(NCTM)**، بالإضافة إلى انه يساعد الطالب على الفهم والتنبؤ للظواهر الهندسية الأكثر تعقيداً المحيطة به، كما يساعد الطالب على ربط الأفكار الرياضية بالبيئة المحيطة به.

كما أكدت المعايير القومية لتعليم الرياضيات في مصر ضرورة تقديم بعض موضوعات هندسة الفراكتال وأنشطتها للطلاب (وزارة التربية والتعليم، ٢٠٠٩، ٢٩٩-٣٠٥):

وتذكر هبه محمد محمود (٢٠١٠، ٢٠٣) أنه يمكن الاستفادة من هندسة الفراكتال كأحد فروع الرياضيات العصرية والحديثة، في تطوير الرياضيات المدرسية، وجعلها أكثر حيوية، واقعية، وأكثر حداثة، وأكثر إتاحة، وأكثر معلوماتية.

وأشارت عديد من الدراسات إلى أن تضمين وحدات إضافية أو برامج مقترحة في هندسة الفراكتال يؤدي إلى تنمية العديد من مخرجات تعلم الرياضيات الهامة، مثل التحصيل، والتفكير الهندسي، والاتجاه نحو الرياضيات، وزيادة وعي الطلاب بالرياضيات العصرية، استقلالية التعلم، مهارات التفكير الرياضي في هندسة الفراكتال، التفكير الإبداعي، مهارات التفكير البصري، التذوق الجمالي للرياضيات، مهارات الحس المكاني، مهارات التفكير المنظومي، ومهارات التفكير التخيلي، مهارات التفكير التحليلي، مهارات معالجة المعلومات، ومن هذه الدراسات دراسة كل من: سوسن محمد موافي (٢٠٠٤)، أمل الشحات سعد (٢٠٠٥)، سها توفيق نصر (٢٠٠٦)، مكة عبد المنعم البنا (٢٠٠٧)، يازدني **Yazdani (2007)**، وائل عبد الله علي (٢٠٠٨)، إبراهيم صابر عبد الرحمن (٢٠١٠)، طه على أحمد (٢٠١١)، أنجي توفيق إبراهيم (٢٠١١)، رشا السيد صبري (٢٠١٢)، تقية حزام النفيش (٢٠١٢)، وليد صابر القاضي (٢٠١٢)، محمد عادل صقر (٢٠١٢)، سلافة يوسف شاهين (٢٠١٣)، محمد فخري العشري (٢٠١٣)، محمد حسني محمد (٢٠١٧).

يتضح مما سبق أن: تضمين هندسة الفراكتال في مناهج الرياضيات المدرسية قد يؤدي إلى تحقيق العديد من نواتج التعلم المرغوب فيها لدى الطلاب، سواء كانت نواتج تعلم معرفية ، أو جوانب تعلم وجدانية، نظراً لان هندسة الفراكتال تربط مناهج الرياضيات بالطبيعة وبحياة المتعلم، وتربط منهج الرياضيات بالتكنولوجيا، ويمكن تضمين موضوعات هندسة الفراكتال في مناهج الرياضيات المدرسية بإحدى الصورتين الأتيتين:

١- تضمين موضوعات هندسة الفراكتال في صورة أنشطة إثرائية للموضوعات التي يدرسها المتعلم، بمعنى تطعيم الدروس العادية بما يناسبها من مفاهيم ومهارات من هندسة الفراكتال، فعندما يقوم المعلم بتدريس موضوع لحل المعادلات، ولإيجاد الجذور التكعيبية للواحد الصحيح، وكذلك استخدام بعض الإجراءات وتكرارات لخطوات معينة، يمكن ربط تلك الخطوات بالتكرار المرحلي كأحد الطرق لتوليد فراكتالات مما يعتبر أحد الأنشطة، والتطبيقات لهندسة الفراكتال في تدريس الرياضيات التقليدية.

٢- بناء وحدات في هندسة الفراكتال تكون ضمن مقرر الرياضيات.

سادساً: هندسة الفراكتال والطلاب الفائقين:

تعد هندسة الفراكتال مثال للهندسة الجديدة العصرية، والطلاب الفائقون في حاجة إلى معرفة تلك الرياضيات العصرية، حتى لا يكون الاختلاف الوحيد بينهم وبين الطلاب العاديين مجرد دراسة مجموعة من الموضوعات والتمارين الإضافية في نفس الفروع العادية.

ولهندسة الفراكتال طبيعة خاصة، تجعلها أكثر مناسبة للطلاب الفائقين، فهي تتطلب قدرة من الطالب على التخيل، فلا يمكن للذهن أن يتصور التعقد الذي يحدث من التكرارات إلى ما لا نهاية لمولد معين، كما أن الفراكتالات ليست أشكال بسيطة مثل باقي الأشكال الهندسية العادية مثل الدائرة والمثلث، إنما هي أشكال هندسية مركبه ومليئة بالتفاصيل، وبالتالي فهي تتحدى قدرات الطالب الفائق، في دراسة هذه الأشكال واستنتاج العديد من الخصائص الجمالية لها.

المحور الثالث: النظرية التواصلية:

أولاً: ماهية النظرية التواصلية:

يذكر إبراهيم عبد الوكيل الفار (٢٠١٢، ٦٤٩- ٦٥٧) أن النظرية التواصلية تمثل نظرية للتعلم تتوافق مع احتياجات القرن الحادي والعشرين، وتأخذ بعين الاعتبار

استخدام التكنولوجيا والشبكات الاجتماعية، وتؤكد على التعلم الاجتماعي الذي يتم عبر التكنولوجيات الحديثة، حيث تهتم بدراسة النمو الاجتماعي للمعرفة عبر التكنولوجيات الحديثة، وإتاحة الفرصة للمتعلمين للتفاعل والتواصل فيما بينهم أثناء عملية التعلم، كما تؤكد على التعلم الرقمي عبر الشبكات، واستخدام أدوات تكنولوجيا الحاسوب والانترنت في التعلم، كما أن الجانب المهم في النظرية التواصلية هو عناصر التكنولوجيا المستخدمة، وليست التكنولوجيا نفسها، بمعنى أن النظرية التواصلية تتطلب عناصر تكنولوجية تفاعلية.

ويذكر ناصر السيد عبد الحميد (٢٠١٢، ١٠٢-١٠٣) أن النظرية التواصلية نظرية حديثة لتفسير عملية التعلم في ظل العالم الرقمي، وتنطلق من أن التعلم يمثل عملية إدراك وبناء الترابطات المختلفة، من خلال البيانات والمعلومات المقدمة، ومن كون البيئة التعليمية تمثل شبكة تعليمية، يستطيع من خلالها المتعلم ممارسة أنشطة التعلم الذاتي والتعاوني، لاكتشاف نواحي تميزه في الجوانب الأكاديمية، وبناء قدراته.

ويذكر أحمد صادق عبد المجيد وعبد الله على إبراهيم (٢٠١١، ١٠٢) أن النظرية التواصلية توضح كيفية حدوث التعلم في البيئات الالكترونية المركبة، وكيفية تأثره عبر الديناميكيات الاجتماعية الجديدة، وكيفية تدعيمه بواسطة التكنولوجيات الجديدة.

وتؤكد النظرية التواصلية على أهمية التواصل المستمر بين المتعلمين والمعلمين عبر شبكات التعلم لتحقيق التعلم الحقيقي المستمر مدى الحياة (عاصم محمد إبراهيم ،٢٠١٣، ٢٤١).

ويذكر محمد عطية خميس (٢٠١٥، ٥٤- ٥٦) أن النظرية التواصلية تؤكد على التأثير الإيجابي للتكنولوجيا في عملية التعلم، فمن خلال التشارك في المناقشات، والمدونات، وتبادل المعلومات بين الأفراد، واختيار المصادر وتنظيمها، والتفكير التعاوني، يحصل المتعلمون على تعلم جيد أكثر أهمية.

كما يذكر محمد محمود عبد الوهاب (٢٠١٦، ٣١٣) أن التعلم يحدث في ظل النظرية التواصلية من خلال مشاركة المتعلمين والتعاون فيما بينهم في بيئة الكترونية، وتؤكد على فاعلية الأنشطة التشاركية في بناء المعرفة واستيعابها وخاصة في البيئات الإلكترونية.

وقد أشارت عديد من الدراسات إلى أن توظيف النظرية التواصلية في التعلم يؤدي إلى تحقيق العديد من مخرجات التعلم الهامة، لدى المتعلمين في المراحل الدراسية المختلفة، مثل تنمية بعض المهارات الرقمية، والانخراط في التعلم، وتنمية مكونات التميز، والتحصيل الدراسي، والاتجاه نحو الرياضيات، تنمية الكفاءة المهنية، وتنمية

المهارات الاجتماعية، وتنمية فاعلية الذات الأكاديمية، وتنمية دافعية الإتقان، إدارة المعرفة الشخصية، علاج صعوبات تعلم الرياضيات، ومن هذه الدراسات دراسة كل من: ماريان ميلاد جاد (٢٠١٦)، عثمان علي القحطاني (٢٠١٥)، أحمد زارع أحمد (٢٠١٥)، وفاء صلاح الدين إبراهيم (٢٠١٥)، أمل إبراهيم حمادة وأية طلعت إسماعيل (٢٠١٤)، ناصر السيد عبد الحميد (٢٠١٢).

ثانياً: مبادئ النظرية التواصلية:

أشارت عديد من الأدبيات والبحوث منها: محمد عطية خميس (٢٠١٥، ٥٤)، أيه عبد الله إسماعيل (٢٠١٤، ١٥٤-١٥٥)، حمدان محمد إسماعيل (٢٠١٣، ٩٥-٩٦)، إبراهيم عبد الوكيل الفار(٢٠١٢، ٦٥٠-٦٥١)، **((Sitti, & et. Al., 2013:317)**، **(Siemens,2004:4)**، **(Bell,2010:103)**،إلى أن مبادئ النظرية التواصلية تتمثل في:

١) يعتمد التعلم والمعرفة على تنوع الآراء ووجهات النظر

٢) يعتمد التعلم على عملية تكوين شبكات او ترابطات تعليمية تربط بين مجموعة من نقاط الالتقاء ومصادر المعلومات.

٣) يمكن أن يحدث جزء من التعلم في بعض الأدوات والتطبيقات غير البشرية، مثل المواقع الالكترونية، المدونات، الحاسوب.

٤) القدرة على معرفة المزيد من مصادر التعلم أكثر أهمية مما هو معروف حالياً.

٥) وجود روابط بين مصادر المعلومات والحفاظ عليها عمليات ضرورية لجعل التعلم مستمر.

٦) القدرة على رؤية الروابط بين مجالات المعرفة والمفاهيم والأفكار مهارة أساسية للتعلم.

٧) الدقة والحداثة (عملية تداول المعلومات الدقيقة والحديثة) هما أساس أنشطة التعلم في النظرية التواصلية

٨) اتخاذ القرار في حد ذاته عملية تعلم.

ثالثاً: التعلم والمعرفة في ضوء النظرية التواصلية:

يذكر "سيمنز" **(Siemens,2006a, 29)** أن التعلم في ضوء النظرية التواصلية يحدث من خلال تكوين شبكة تعلم، وإضافة عقد أو نقاط التقاء جديدة **(Nodes)**، وتكوين مسارات جديدة

ويذكر إبراهيم عبد الوكيل الفار (٢٠١٢، ٦٥٦) أن النظرية التواصلية تستخدم مفهوم الشبكة لتفسير عملية التعلم، حيث يتطلب التعلم تكوين شبكة تجمع وجهات النظر المختلفة حول موضوع معين، ويحدث نتيجة العلاقات بين أفراد الشبكة، وتكوين شبكة التعلم بهدف اشتراك المتعلمين في التعلم، والتفاعل عبر الأدوات التكنولوجية التفاعلية مثل ويب **2.0**، وتتكون الشبكة من عدة عقد تربط بينها وصلات (روابط)، وتمثل العقد المعلومات والبيانات على شبكة الويب، وهذه المعلومات إما أن تكون نصية، صوت، صورة، وتمثل الوصلات الجهد المبذول لربط العقد مع بعضها البعض لتشكيل شبكة من المعارف الشخصية، وتُعد الوصلات بمثابة عملية التعلم ذاتها.

كما ترى النظرية التواصلية أن التعلم موزع عبر الشبكات، وذا طبيعة اجتماعية، ومعزز بالتكنولوجيا، ويحدث من خلال التعرف على الأنماط وتفسيرها، ويمثل تنوع الشبكة وقوة العلاقات داخلها عاملاً من أهم العوامل المؤثرة عليه، وأن جزءاً من الذاكرة موجود داخل شبكة التعلم، ويحدث انتقال التعلم في ضوء النظرية التواصلية عندما يتم اتصال بين بعض العقد والبعض الآخر، أو عندما تتم إضافة عقدة جديدة، ومن أفضل أنواع التعلم التي تفسرها ذلك الذي يحدث في البيئات المركبة، وكذلك التغيرات الجوهرية والسريعة، والقدرة على دمج مصادر التعلم المتنوعة **(Siemen,2008: 10-11).**

تذكر أمل إبراهيم حمادة وأية طلعت إسماعيل (٢٠١٤، ٩٥) أن التعلم في ضوء النظرية التواصلية لا يتم من خلال مقرر دراسي فقط، بل يتم من خلال بيئة تعليمية تدمج بين التعلم الرسمي الذي يقدمه المعلم، ويتمثل في المقرر الرسمي، بالإضافة إلى توفير مساحات تعلم تشاركية من خلال أدوات الويب التشاركية، مثل المدونات والشبكات الاجتماعية، يتحاور خلالها المتعلمون خارج أوقات التعلم الرسمية، ويتشاركون المعلومات التي قاموا بالبحث عنها، وذلك تحت توجيه المعلم، ويُعد مجموع التعلم الرسمي وغير الرسمي ناتج عملية التعلم.

ويذكر حمدان محمد إسماعيل (٢٠١٣، ٩٥-٩٦) أن التعلم في ضوء النظرية التواصلية عملية إنتاج للمعرفة، وليس فقط استهلاكها، ومن المهارات المهمة التي

تسهم في حدوث التعلم: القدرة على البحث عن المعلومات الحالية، والقدرة على تنقية المعلومات غير الجوهرية، وذلك لأن المعلومات تتغير باستمرار، وصلاحيتها ودقتها قد تتغير بمرور الوقت، تبعا لما يتم اكتشافه من معلومات جديدة، وأن فهم الفرد وقدرته على تعلم موضوع معين قد تتغير بمرور الوقت.

ويتميز التعلم في ضوء النظرية التواصلية بعدة خصائص من أهمها (حنان على الغامدي، ٢٠١١، ٩ - حمدان محمد إسماعيل، ٢٠١٣، ٩٦):

١- تعد مهارات البحث عن المعلومات، وتحليلها، وتركيبها، وتقويمها، ومعرفة الروابط بينها، جزء لا يتجزأ من عملية التعلم؛ بغرض اكتساب المعرفة وإنتاجها. وذلك نظراً لتعامل المتعلم مع كم هائل من المعلومات عبر الشبكات.

٢- تحدث عملية التعلم في بيئات غير واضحة المعالم (غير محددة) تتغير عناصرها الأساسية باستمرار، وهذا يجعلها خارج سيطرة المتعلم بشكل كامل، ومن ثم لا يستطيع السيطرة عليها بشكل كامل.

٣- يتسم التعلم بأنه تعاوني collaborative، اجتماعي social، وهناك ارتباط بين التعلم وبين أنشطة الفرد واهتماماته الأخرى.

٤- يمثل التبادل الغير رسمي للمعلومات (الذي يتم بعيداً عن الفصل الدراسي أو المدرسة)، والمنظم من خلال الشبكات، والمدعم بالأدوات الإليكترونية دوراً أكثر أهمية من ذي قبل.

يتضح من خلال استعراض الأدبيات والدراسات السابقة التي تناولت النظرية التواصلية ما يلي:

(أ) تدمج النظرية التواصلية بين التعلم الرسمي والتعلم غير الرسمي.

(ب) لا تقتصر النظرية التواصلية في اهتمامها على الجانب المعرفي دائماً، بل تتعدى ذلك لتشمل الجانب الاجتماعي، واستخدامات التكنولوجيا. وترى أن المعرفة موزعة بين الأفراد عبر الشبكات.

(ج) المتعلم في ضوء النظرية التواصلية أصبح أكثر إيجابية، حيث يقوم بالبحث عن المعلومات عبر الانترنت، وفلترة المعلومات المهمة منها، وتكوين بيئة تعلم شخصية خاصة به حول المقرر، ومشاركتها مع زملائه. ويسهم في تحديد المحتوى التعليمي، فضلا عن تحديده لأنماط التواصل ومستوياته.

(د) من أبرز أدوار المعلم في ضوء النظرية التواصلية هو تصميم التعليم، وتسهيل وصول المتعلم للمعلومات، وموجه ومرشد للمعلم.

المحور الرابع: التعلم الإلكتروني التشاركي:

شهد التعليم الإلكتروني كثيراً من التطورات في السنوات الأخيرة، وكانت أهم المراحل التي مر بها ما يأتي: ظهور الكمبيوتر الشخصي، ظهور الانترنت، التعلم المدمج، الجيل الثاني من التعلم الالكتروني، الأنظمة المتكاملة والتعلم الإلكتروني التشاركي (مصطفى جودت صالح، ٢٠١٥).

وقد أوصت عديد من المؤتمرات بأهمية التحول من التعلم الإلكتروني **E-learning** إلى التعلم الإلكتروني التشاركي **Collaborative E-Learning**، حيث أن التشارك وتبادل الخبرات العلمية المختلفة هدفًا تربويًا رئيساً في المناهج والبرامج الدراسية المعاصرة (حمدان محمد إسماعيل ،٢٠١٣، ٧٨).

أولاً: ماهية التعلم الالكتروني التشاركي:

تذكر زينب محمد خليفة (٢٠٠٨، ٢٠٥) أن التعلم الإلكتروني التشاركي أسلوب تعليمي تفاعلي، يسمح لكل متعلم أن يتعاون مع زملائه الآخرين، ويتشارك معهم في بناء تعلمهم، باستخدام أدوات التواصل وتكنولوجيا الانترنت، حيث يتشارك جميع المتعلمين في تحقيق الأهداف والمهام، وجمع المعلومات، وتحديد المهم وغير المهم بالنسبة لما يقومون بتعلمه، كما يتشاركون في اكتساب المعارف والمهارات المطلوب تحقيقها، عن طريق التواصل فيما بينهم، أو بينهم وبين المعلم، سواء في لقاءات متزامنة أو غير متزامنة.

ويُعرف "ستال وآخرون " (**Stahl& et.al., 2006,1-5**) التعلم الإلكتروني التشاركي بأنه نمط من أنماط التعلم، يدرس كيف يتعلم المتعلمون مع بعضهم البعض، ومناقشة أفكارهم وطرح آراءهم، بمساعدة الكومبيوتر والانترنت.

وتعرف هياء علي العتيبي وعزيزة عبد الله طيب (٢٠١٠، ٨٤٤-٨٤٨) التعلم الإلكتروني التشاركي بأنه أسلوب تعلم تفاعلي، يسمح بتشارك المعلومات والخبرات بين كل متعلم وزملائه الآخرين، باستخدام بعض البرمجيات الاجتماعية المتوفرة على شبكة الإنترنت، لذلك يسمى أحياناً بالتعلم التشاركي الشبكي، حيث تتشارك كل مجموعة معاً في تعلم الدروس أو حل مشكلات أو إنجاز مشروعات، بالاستعانة بأدوات التشارك الالكتروني. وللتعلم التشاركي الشبكي صورتين هما: التعلم التشاركي المتزامن، التعلم التشاركي غير المتزامن.

وتذكر ريهام محمد الغول (٢٠١٢، ٣٠٢) أن التعلم الإلكتروني التشاركي نمط من أنماط التعلم، قائم على التفاعل الاجتماعي بين المتعلمين كأساس لبناء المعرفة، باستخدام أدوات التواصل وتكنولوجيا الاتصال عبر الويب، حيث يعمل المتعلمون في مجموعات صغيرة، ويتشاركون في إنجاز المهمة أو تحقيق أهداف تعليمية مشتركة، وفي جهد منسق، ويركز على توليد المعرفة وليس استقبالها، ويكون المتعلم محور التعلم ومشارك للمعلم.

كما تُعرف داليا خيري حبيشي (٢٠١٢، ٧١١-٧١٤) التعلم الإلكتروني التشاركي بأنه أسلوب للتعلم يعمل المتعلمون من خلاله في مجموعات، ويتشاركون الآراء، لبناء المعارف الجديدة، وإحداث التفاعل الاجتماعي، والمشاركة بين المتعلمين لتحقيق هدف مشترك، وذلك من خلال بعض أدوات التشارك الالكتروني مثل: محررات الويب التشاركية، والتدوين المرئي، وناقل الأخبار، ويقوم على ثلاثة محاور أساسية، تُعرف ب (3 Cs)، وهي التشارك "**Collaborative**"،وتوليد المعرفة الجديدة "**creation content**"، والتواصل الاجتماعي"**connectivism**".

ويُعرفه البحث الحالي بأنه أسلوب تعليمي يتم من خلال بيئة تعلم تعمل خلالها الطالبات الفائقات بالصف الأول الثانوي فرادى وفي مجموعات، حيث يتبادلون الأفكار والمعلومات، ويناقشون الآراء ووجهات النظر؛ لبناء معرفة جديدة حول موضوعات هندسة الفراكتال، باستخدام أدوات الويب التشاركية، مثل المدونات التعليمية، والشبكات الاجتماعية، وتركز على تعاون كل طالبة من طالبات الصف الأول الثانوي الفائقات مع زميلاتهن في بناء تعلمهم لموضوعات هندسة الفراكتال.

ثالثاً: أهمية التعلم الإلكتروني التشاركي:

أشارت عديد من الأدبيات والبحوث منها: ريهام محمد الغول (٢٠١٢، ٢٩١)، داليا خيري حبيشي (٢٠١٢، ٧٠٨-٧٤٦)، حسن ربحي مهدي (٢٠١٢، ٧٩١-٨٠٤)، محمد محمود عبد الوهاب (٢٠١٦، ٣٠٩)، إلى أن التعلم الالكتروني التشاركي يحقق العديد من المخرجات التعليمية المرغوب منها:

- مساعدة المتعلمين على بناء المعارف الجديدة، وإتاحة الفرصة للاستفسار على أسئلتهم، والتعلم من بعضهم البعض، وذلك بالاستفادة من تكنولوجيا الكمبيوتر والأنترنت.
- توفير الفرصة للمتعلمين لتبادل الخبرات فيما بينهم، وتحصيل مستوى أعمق من المعرفة.

- إكساب المتعلمين القدرة على بناء المعرفة بطرق مبتكرة وجديدة.
- يعطى الفرصة للمتعلمين للتفاعل الاجتماعي، وبناء المعارف الجديدة تشاركياً،
- إعطاء مزيد من الحرية والمرونة في عملية التعلم.
- زيادة التحصيل الدراسي، وتعزيز الاتجاهات الايجابية نحو التكنولوجيا والتشارك.
- تعزيز عاطفة المتعلم، وإثارتها نحو زيادة المشاركات التفاعلية.
- تنمية المهارات الاجتماعية والعلاقات الإيجابية بين الطلاب.
- تنمية قدرات الطلاب خصوصا الإبداعية، ومساعدتهم على التفكير الاستقرائي والاستنباطي.
- التفاعل والاعتماد المتبادل بين الطلاب، من خلال جمع البيانات وتحليلها ومناقشتها وتفسيرها فكل فرد في المجموعة له دور أساسي لا يكتمل العمل إلا به.

كما أشارت العديد من الدراسات إلى فاعلية التعلم الإلكتروني التشاركي في تحقيق مخرجات التعلم الهامة، مثل: زيادة الدافعية للإنجاز، الاتجاه نحو التعلم، مهارات التواصل الالكتروني، التحصيل المعرفي، مهارات حل المشكلات، ومن هذه الدراسات: أمل نصر الدين عمر (٢٠١٣)، همت عطية قاسم (٢٠١٣)،حمدان محمد إسماعيل (٢٠١٣).

رابعاً: تصميم بيئة التعلم الإلكتروني التشاركي:

يستلزم تصميم بيئة التعلم الالكتروني التشاركي العديد من الأدوات اللازمة لبناء التعلم الالكتروني التشاركي، ولقد عددت بعض الدراسات، منها: (رنا محفوظ حمدي، ٢٠١١ ب)، (محمد أحمد عبد الحميد، ٢٠١٦، ٣٤) هذه الأدوات كالتالي:

١- أدوات تساعد في تكوين المحتوى التعليمي: مثل مواقع الروابط الاجتماعية، ومواقع الفيديو والمدونات والويكي وغيرها.

٢- أدوات تساعد في التواصل: وتأتى مكملة لوظيفة البريد الالكتروني مثل خدمة (Twitter).

٣- أدوات تساعد في تساعد في ربط الأشخاص بعضهم ببعض لتبادل الخبرات والمعلومات، من أمثلة هذه الأدوات موقع (Facebook) وموقع (My Space).

٤- أدوات تساعد في فاعلية الأدوات السابقة: مثل استخدام خلاصات المواقع (RSS) واستخدام الرسوم (Tags) لتوصيف المصادر المختلفة.

ويذكر حسن الباتع محمد (٢٠١٥) أنه يمكن تحقيق أي شكل من أشكال التعلم التشاركي في بيئة التعلم القائم على الويب من خلال مجموعة من الأدوات سواء كانت تزامنية، مثل غرف الحوار المباشر، ومؤتمرات الفيديو والمؤتمرات الصوتية، أم غير تزامنية، مثل منتديات المناقشة الإلكترونية، والبريد الإلكتروني.

وقد وفرت أدوات الجيل الثاني للويب بيئة تعلم تفاعلية، تعاونية، ديناميكية، تشاركية، قائمة على الابتكار، وانتاج المحتوى من جانب المتعلمين، ومنها: المدونات التعليمية، الشبكات الاجتماعية، مواقع الفيديو التشاركي (مصطفى السيد طه، ٢٠١٦، ٣٨-٤١)

ويمكن توظيف أدوات التعلم الالكتروني التشاركي في تدريس هندسة الفراكتال للطلاب الفائقين كما يلي:

١- المدونات: يمكن الاستفادة من المدونات في تدريس موضوعات هندسة الفراكتال كما يلي:

أ- حل التمارين والأنشطة الخاصة بهندسة الفراكتال ونشرها في المدونة، لتصبح مرجع شامل للطلاب.

ب- أداة لتبادل المعلومات والنصائح والتوجيهات بين المتعلمين وبعضهم البعض وبينهم وبين المعلم، بخصوص موضوعات هندسة الفراكتال.

ج- دعم وإثراء عملية التعلم التي تتم داخل الفصل، حيث تعد مكملة لعملية التدريس وجهاً لوجه.

د- عرض ومناقشة أنشطة هندسة الفراكتال التي يتم تنفيذها خارج قاعة البحث ، بين الطلاب وزملائهم الآخرين.

ه- يمكن استخدامها كلوحات مخصصة لأنشطة أسئلة وأجوبة الطلاب حول موضوعات هندسة الفراكتال.

و- تشجيع الطلاب على نشر أفكارهم واقتراحاتهم المختلفة حول موضوعات هندسة الفراكتال.

ز- استخدام المدونة في عرض وتنظيم إنجازات المتعلمين التي قاموا بجمعها او بتصميمها في هندسة الفراكتال.

٢- الشبكات الاجتماعية "شبكة الفيسبوك": يمكن الاستفادة من شبكة الفيسبوك (Facebook) في تدريس موضوعات هندسة الفراكتال للطلاب الفائقين من خلال: قيام المعلم بإنشاء حساب خاص به على موقع الفيسبوك، ثم يقوم المعلم بعد ذلك بإنشاء صفحة أو مجموعة لمقرر هندسة الفراكتال، وإضافة الطلاب الفائقين إلى هذه الصفحة أو المجموعة، ثم يقوم المعلم بإثراء موضوعات هندسة الفراكتال، من خلال كتابة التدوينات وتزويدها بالصور، ومقاطع الفيديو، ومتابعة التعليقات التي يكتبها الطلاب والرد عليها، وتقديم الأنشطة وتشجيع الطلاب على التفاعل معها، وتشجيع المتعلمين على نشر أفكارهم الخاصة بهندسة الفراكتال في حائط المجموعة، كما يُمكن استخدام بعض أدوات الشبكات الاجتماعية، مثل التعليقات comment أو like لأخذ آراء الطُلاَّب حول بعض موضوعات هندسة الفراكتال، كما يمكن أن يضع المعلم لطُلاَّبه تكليفات مُحددة، ثم يطلب منهم البحث عنها وإعادة إرسالها، كما يمكن أن يعرض المعلم على طلابه مُشكلة ما، ويطلب أن يضع كل واحد منهم ردًّا على تلك المُشكلة.

٣- مواقع الفيديو التشاركية "موقع يوتيوب": يمكن الاستفادة من موقع يوتيوب في تدريس موضوعات هندسة الفراكتال للطلاب الفائقين من خلال: قيام المعلم بإنشاء حساب خاص به على الموقع، ثم يقوم المعلم بعد ذلك بإنشاء قناة تعليمية خاصة بهندسة الفراكتال، وبعد ذلك يقوم بتسجيل وتحميل ملفات الفيديو التي تخدم موضوعات هندسة الفراكتال ومشاركتها مع الطلاب، او البحث عن مقاطع الفيديوهات الجاهزة ومشاركتها مع الطلاب، كما يشجع الطلاب على البحث عبر يوتيوب وجمع فيديوهات تتناول هندسة الفراكتال ومشاركتها مع الطلاب، كما يمكن استخدام اليوتيوب كمستودع لفيديوهات هندسة الفراكتال، يستطيع المعلم الرجوع اليها في أي وقت.

المحور الخامس: القوة الرياضياتية:

أولاً: نشأة مفهوم القوة الرياضياتية:

يرجع ظهور مصطلح القوة الرياضياتية إلى بداية عام ١٩٨٩، حيث أشارت وثيقة معايير المنهج والتقويم الصادرة عن المجلس القومي لمعلمي الرياضيات بالولايات المتحدة الأمريكية (**NCTM,1989**) إلى أن المعيار الأساسي لتعلم الرياضيات هو امتلاك المتعلم للقوة الرياضياتية، وتتمثل في قدرة المتعلم على استخدام المعلومات الرياضية في الاستدلال، والتفكير ابداعياً، بالإضافة إلى بلورة المشكلات وحلّها ثم تأملها من وجهة نظر نقدية، وتتضمن مجموعة من المكونات وهي:

١- قدرة المتعلم على توظيف معارفه لحل المشكلات حول الخبرات المعرفية المتباينة.

٢- قدرة المتعلم على استخدام لغة الرياضيات في تواصل الأفكار الرياضية.

٣- قدرة المتعلم على التحليل والاستدلال الرياضي.

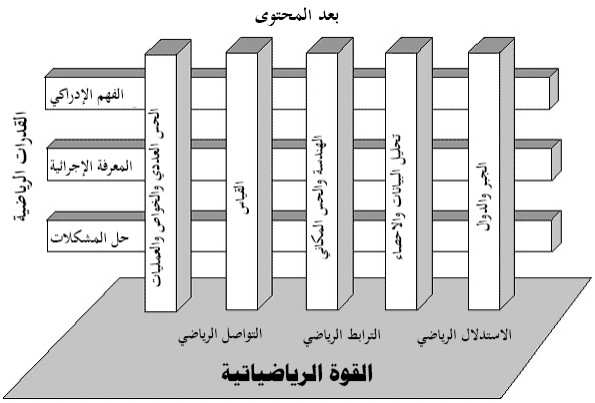
٤- قدرة المتعلم على الربط بين المعرفة المفاهيمية والإجرائية أو العملياتية.

٥- فهم طبيعة الرياضيات، والميل نحوها.

٦- إدراك التكامل بين جميع جوانب المعرفة الرياضية.

كما أشارت المعايير القومية للرياضيات في ولاية فلوريدا **(NSF,1995)** إلى أن القوة الرياضياتية تنتج من تفاعل ثلاثة مجالات، وهي: القدرات الرياضياتية، العمليات الرياضياتية، المحتوى الرياضي.

وقد حدد التقرير الصادر عن المؤسسة القومية لتقويم التقدم التربوي الأمريكي **National Association of Educational Progress** الأبعاد التي تغطيها القوة الرياضياتية، كما هو موضح في شكل (١) **(Braswell, J. S.), Daane, M. C., & Grigg, W. S. ,2003**



شكل (١): أبعاد القوة الرياضية وفقا المؤسسة القومية لتقويم التقدم التربوي الأمريكي

كما تضمنت وثيقة معايير منهج الرياضيات التي أعدتها وزارة التربية والتعليم المصرية، معايير للمحتوى كمؤشرات للأداء في نهاية المراحل الدراسية ، ومعايير للعميات الرياضية، وكيفية تنميتها لدى طلاب المرحلة الثانوية (وزارة التربية والتعليم، ٢٠٠٩)

ثانياً: ماهية القوة الرياضياتية:

يذكر "اوريل وفرنش" (**Orrill, R., & French,2002, 35**) أن القوة الرياضياتية تعبر عن قدرة المتعلم على جمع المعرفة الرياضية، باستخدام أساليب عديدة منها: الاستكشاف، والحدس والاستدلال المنطقي، حل المشكلات غير الروتينية، وتوظيفها من خلال التواصل حول وخلال الرياضيات، وكذلك ربط الأفكار الرياضية في مجال رياضي ما مع الأفكار الرياضية في مجال آخر، أو مع الأفكار الرياضية في مجال علمي آخر في نفس السياق أو سياقات مرتبطة به.

ويُعرف عبد الجواد عبد الجواد بهوات و حسن هاشم بلطية (٢٠٠٧، ٧) القوة الرياضياتية بأنها القدرة على استخدام المعرفة المفاهيمية (معرفة الحقائق والمفاهيم وتوظيفها، مقارنة المفاهيم والقواعد المرتبطة، تمييز وتفسير المصطلحات المستخدمة لتمثيل المفهوم)، والمعرفة الإجرائية (إنتاج جداول البيانات والرسوم البيانية، إثبات أو تبرير صحة إجراء رياضياتي باستخدام التمثيلات)، في التواصل بلغة الرياضيات، وعمل ترابطات بين فروع الرياضيات (جبر، هندسة، حساب مثلثات) من ناحية وبين المواقف الحياتية من ناحية أخرى، وإجراء الاستدلال الرياضياتي للتوصل للمفاهيم الجديدة والتعميمات والقوانين.

ويرى رضا مسعد السعيد وناصر السيد عبيده (٢٠١٠، ٢٢٨-٢٤٤) أن القوة الرياضياتية تمثل المنتج النهائي لفكرة المعايير بمستوياتها، وتعني تمثيل المتعلم للخبرة والمعرفة الرياضية في أبعادها (المفاهيمية، الإجرائية، المشكلاتية)، للتواصل بلغة الرياضيات، والترابط بين محتويات الخبرة الرياضية، بالإضافة إلى الاستدلال، بهدف التفكير والتأمل في مناح متعددة وحل المشكلات غير المألوفة بطرق غير روتينية. وتتضمن القوة الرياضياتية قوة العقل الرياضي بالإضافة إلى قوة المعرفة الرياضية، وكل من البعدين يتطلب تفاعل المتعلم مع أقرانه ومع المعرفة، حيث تقوى الطاقة الذهنية بالتفاعل بين المتعلم وبيئته.

ويُعرفها " ساهين وباكي" (**Şahin & Baki, 2010, 1367**) بأنها كفاءة الفرد في توظيف المعرفة المفاهيمية والإجرائية (العملياتية)، خلال إطار محتوى معين، في حل مشكلات مألوفة، باستخدام الاستدلال ومهارات التواصل والترابط معًا، وتظهر القوة الرياضياتية عندما يستخدم الطلاب معرفتهم الرياضية بمهارة من خلال محتوى معين.

ويُعرف زكريا جابر الحناوي (٢٠١١، ١٠٧) القوة الرياضياتية بأنها قدرة المتعلم على توظيف القدرات الرياضية (الفهم المفاهيمي -المعرفة الإجرائية-حل المشكلات)،

والعمليات الرياضية (التواصل الرياضي-الاستدلال الرياضي-التمثيلات الرياضية) للوصول الي سقف الأداء والمعرفة الرياضية من خلال دراسة محتوى رياضي معين.

يتضح مما سبق أن القوة الرياضياتية تعبر عن قدرة المتعلم على استخدام المعرفة الرياضياتية بمستوياتها الثلاثة (مفاهيمية-إجرائية-حل مشكلات) ضمن محتوى رياضي معين، أو أحد مجالاته، في التواصل بلغة الرياضيات وعمل ترابطات رياضية وإجراء الاستدلال الرياضي. وتُعرف إجرائياً خلال هذا البحث على بأنها قدرة الطالبة الفائقة في الرياضيات على استخدام المعرفة الرياضية بمستوياتها الثلاثة (مفاهيمية-إجرائية – حل المشكلات) في التواصل والترابط والاستدلال الرياضي خلال محتوى البرنامج المقترح في هندسة الفراكتال، وتقاس بدرجة الطالبة على الاختبار المعد لقياس القوة الرياضياتية.

ثالثاً: مكونات القوة الرياضياتية:

أشارت عديد من الأدبيات والبحوث منها، وائل محمد عبد الله ومرفت محمد أدم (٢٠١٣، ٨٢-٨٣) حنان عبد الله رزق (٢٠١٢، ١٨٩)، رضا مسعد السعيد، ناصر السيد عبد الحميد (٢٠١٠، ٢٢٩-٢٣٠)، علي إسماعيل سرور (٢٠١٠، ٦٩٧)، رشا هاشم محمد وآخرون (٢٠١١، ٩٥٩)، ناصر السيد عبد الحميد (٢٠٠٦، ٥٩) إلى أن القوة الرياضياتية تتكون من ثلاثة أبعاد رئيسة وهي:

(١) **البعد الأول: المعرفة الرياضية**: **تتضمن ثلاثة أنواع من المعرفة: وهي:**

١- المعرفة المفاهيمية: تتعلق بمعرفة الطالب لمحتوى معين (ماذا يعرف)، وتتكون من الحقائق والمفاهيم، وتتصل هذه المعرفة بمضمون التعلم.

٢- المعرفة الإجرائية: تتعلق بكيفية عمل شيء ما (كيف أُجري)، وتتصل بكيفية التعلم.

٣- المعرفة المرتبطة بحل المشكلات وما وراء المعرفة: تتطلب من الطالب ربط المعرفة المفاهيمية والاجرائية وتوظيفها في حل المشكلات الرياضية.

(٢) **البعد الثاني: العمليات الرياضية**: وتتضمن ثلاث عمليات رياضية وهي:

١- **التواصل الرياضي**: ويتضمن الآتي:

أ- التواصل الرياضي في المعرفة المفاهيمية: ويتمثل في إنتاج الأمثلة واللأمثلة للمفاهيم، واستخدام الأشكال والرسومات للتعبير عن المفاهيم، بالإضافة إلى

استخدام المعالجات الرياضية واليدوية والتكنولوجية والذهنية، ونمذجة المفاهيم، وترجمتها إلى دلالات وأفكار تفسر النظام الرياضي باستخدام الرموز والجمل والعلاقات للتواصل المفاهيمي.

ب- التواصل الرياضي في المعرفة الإجرائية: ويتمثل في استخدام الخوارزميات للتعبير عن الأفكار والمفاهيم الرياضية، وإدراك العلاقة بين الأداء الكتابي والذهني للخوارزميات، بالإضافة إلى استخدام الرياضيات وتوظيفها في كتابة أبحاث ومقالات ترتبط بالخبرات المتنوعة، واستخدام الأداء الكتابي والذهني والتكنولوجي والتقدير للتعبير عن الإجراءات في الرياضيات.

ج- التواصل الرياضي في حل المشكلات: ويقصد به استخدام المعرفة الرياضية في حل المشكلات، والقدرة على جمع البيانات والمعلومات مع إدراك البيانات المهمة والمرتبطة، بالإضافة إلى صياغة مشكلات رياضية في ضوء مجموعة من المعطيات، مع عرض ومناقشة طرائق حلها في مجموعات عمل وكتابة تقارير عمل عن الإجراءات ونتائج المناقشات الرياضية وكذلك نتائج العمل.

٢- **الترابط الرياضي:** ويتضمن الآتي:

أ- الترابط الرياضي في المعرفة المفاهيمية: ويقصد به إدراك التكامل بين المفاهيم داخل المجال وبين المجالات الأخرى، وإدراك الترابطات بين المفاهيم الرئيسة والفرعية، وإدراك الرياضيات كنسق مفاهيمي.

ب- الترابط الرياضي في المعرفة الإجرائية: ويقصد به ربط العمليات والإجراءات في الرياضيات بالمواقف الحياتية، وتوظيف العمليات الرياضية في مجالات الرياضيات المختلفة، مع إدراك الترابطات بين المعرفة المفاهيمية والإجرائية.

ج- الترابط الرياضي في حل المشكلات: ويقصد به إدراك العلاقة بين الرياضيات داخل المدرسة وخارجها، وإدراك الترابطات والعلاقات بين الرياضيات وباقي فروع المعرفة، واستخدام هذه الترابطات في إجراء عمليات حل المشكلة الرياضية.

٣- **الاستدلال الرياضي: ويتضمن الاتي**

أ- الاستدلال الرياضي في المعرفة المفاهيمية: ويقصد به تحديد القواعد والتعميمات المرتبطة بالمفاهيم الرياضية، وتفسير الرموز والعلاقات المرتبطة بها، بالإضافة إلى استنتاج بعض الحقائق المرتبطة بالمفاهيم الرياضية، واستخدام النماذج والأنماط الرياضية والأمثلة والحالات الخاصة لاستقراء

القوانين والخصائص والتعميمات والنتائج والفرضيات المرتبطة بالمفهوم الرياضي.

ب- الاستدلال الرياضي في المعرفة الإجرائية: ويقصد به إجراء الخوارزميات والإجراءات الرياضية بشكل مترابط ومتسلسل أو منطقي، مع تقدير مدى معقولية الإجراءات المستخدمة لحل مواقف رياضياتيه، بالإضافة إلى بناء طرائق عامة حول المعالجات المتنوعة في الرياضيات، مع استنتاج كيفية استخدام الطرائق العامة على المواقف المشابهة.

ج- الاستدلال الرياضي في حل المشكلات: ويقصد به بناء التوقعات وفرض الفروض وتحديد البيانات المرتبطة بها لفحص صحتها، مع تحديد طرائق الحل المناسبة، وإنتاج أفكار متنوعة ومختلفة حول المواقف المشكلة اعتماداً على الخبرة السابقة في الرياضيات، وأخيراً إصدار أحكام حول النتائج واتخاذ قرار بقبولها أو إعادة معالجتها.

(٣) البعد الثالث: المحتوى الرياضي:

ويتضمن المجالات والمعايير الأساسية للرياضيات، ويتمثل في الأعداد والعمليات، الهندسة والحس المكاني، الجبر والدوال الجبرية، القياس، الاحتمالات وتحليل البيانات.

رابعاً: التحصيل والقوة الرياضياتية:

تذكر سامية حسنين هلال (٢٠١٦، ٨) أن القوة الرياضياتية تختلف عن التحصيل، حيث يشير التحصيل إلى تمكن المتعلم من المعرفة الرياضية (المفاهيمية والاجرائية وحل المشكلات)، دون استخدام هذه المعرفة، بينما تشير القوة الرياضياتية إلى استخدام المتعلم للمعرفة الرياضية (المفاهيمية والاجرائية وحل المشكلات) في عمليات التواصل والاستدلال والبرهان والترابط الرياضي، بما يضمن بقاء المعرفة.

ويذكر رضا مسعد السعيد وناصر السيد عبد الحميد (٢٠١٠، ٢٢٨-٢٢٩) أن التحصيل الدراسي يمثل أحد أبعاد القوة الرياضياتية، ويظهر في بعد المعرفة الرياضياتية، في حين تتسع القوة الرياضياتية لتشمل أبعاد أخرى مثل العمليات الرياضياتية، ولذلك عند تنمية أو قياس القوة الرياضياتية يتحسن التحصيل الدراسي عند المتعلم.

خامساً: دور المعلم في تنمية القوة الرياضياتية:

يمكن للمعلم تنمية القوة الرياضياتية لدى الطلاب، من خلال اتباع الآتي:

- اتاحة الفرصة للطلاب للتوصل إلى التعميمات الرياضياتية بأنفسهم.
- اتاحة الفرصة للطلاب لشرح أفكارهم، وما توصلوا اليه.
- مناقشة الطلاب فيما توصلوا اليه من حلول.
- تشجيع الطلاب على تمثيل المعلومات الرياضيات.
- تقديم الموضوعات الرياضية في صورة مترابطة ببعضها البعض.
- توضيح دور المعلومات الرياضياتية في حل المشكلات الحياتية.
- توفير بيئة صفية تشجع على الحوار واحترام آراء الآخرين.
- التركيز على جوانب المعرفة الرياضية المختلفة (المعرفة مفاهيمية، المعرفة الإجرائية، المعرفة المرتبطة بحل المشكلات)
- توظيف الأدوات التكنولوجية الحديثة في عملية التدريس، كالشبكات الاجتماعية، حيث أنها قد تساعد الطلاب في التحدث بالرياضيات.

فرض البحث:

بعد الاستعراض السابق للإطار النظري تم صياغة الفرض الإحصائي الآتي:

يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى (٠.٠٥) بين متوسطي درجات الطالبات الفائقات بالصف الأول الثانوي في اختبار القوة الرياضياتية قبل وبعد تطبيق البرنامج المقترح في هندسة الفراكتال لصالح التطبيق البعدي.

إجراءات البحث:

أولاً: بناء مواد أدوات البحث:

(١) إعداد البرنامج المقترح في هندسة الفراكتال:

هدف البحث الحالي إلى إعداد برنامج مقترح في هندسة الفراكتال قائم على النظرية التواصلية باستخدام أدوات التعلم الالكتروني التشاركي وقياس فاعليته في تنمية القوة الرياضياتية لدى الطالبات الفائقات بالمرحلة الثانوية، وفيما يلي عرض لخطوات اعداد البرنامج المقترح:

١ـ تحديد أسس بناء البرنامج:

تمثلت أسس بناء البرنامج المقترح في الآتي:

أ- الأسس المعرفية: تتمثل الأسس المعرفية للبرنامج الحالي في تقديم المفاهيم الخاصة بهندسة الفراكتال، ولقد راعى الباحث الآتي:

(أ-١) أن تكون معرفة الطالب بموضوعات هندسة الفراكتال أحد الأدوات التي تسهم في تحقيق بعض الاحتياجات التعليمية للطلاب الفائقين في الرياضيات، وتساعدهم على فهم التطورات التكنولوجية والعلمية المحيطة بهم والمرتبطة بها، وليست هدفاً في حد ذاته.

(أ-٢) الاهتمام بتوفير العديد من مصادر المعرفة حول موضوعات البرنامج المقترح، وتنظيمها بصورة تحقق درجة من الكفاية لفهم موضوعات البرنامج.

(أ-٣) تنوع مصادر المعرفة التي يتم تعلم منها محتوى البرنامج المقترح، سواء روابط لمواقع تعليمية، أو فيديوهات، أو التفاعل من خلال الشبكات الاجتماعية.

ب- الأسس النفسية: أنطلق البرنامج المقترح في هندسة الفراكتال من أن الطلاب الفائقين في الرياضيات لهم خصائص تختلف عن أقرانهم العاديين، وكذلك حاجاتهم إلى برامج ومناهج تعليمية خاصة أكثر اتساعاً وعمقاً.

ج- الأسس الاجتماعية: راعى الباحث الأسس الاجتماعية حيث جاءت الأمثلة والأنشطة المتضمنة في البرنامج المقترح لهندسة الفراكتال من واقع البيئة المحيطة بالمتعلم، كما جاء الهدف العام للبرنامج المقترح منسجم مع أحد أهداف المجتمع وهو رعاية الطلاب الفائقين.

د- الأسس الفلسفية: يقوم البرنامج على النظرية التواصلية، وعلى فلسفة مؤداها أن التعلم يمثل عملية إدراك وبناء الترابطات المختلفة من خلال البيانات والمعلومات المقدمة، وأن البيئة التعليمية تمثل شبكة تعليمية يمارس من خلالها المتعلم أنشطة التعلم الذاتي والتعاوني.

٢- مراجعة الأدبيات والدراسات السابقة:

أ- الأدبيات والمراجع العربية التي تناولت هندسة الفراكتال، ومنها: نظله حسن خضر (٢٠٠٤)، سوسن محمد موافي (٢٠٠٤)، أمل الشحات حافظ (٢٠٠٥)، مكة عبد المنعم البنا (٢٠٠٧)، طه على أحمد (٢٠١١)، رشا السيد صبري (٢٠١٣)، أكرم قبيص أحمد (٢٠١٥).

ب- الأدبيات والمراجع الأجنبية التي تناولت هندسة الفراكتال ومنها:

Fraboni, ،Karakus, F. (2015) ، Karakus, F., & Karatas, I (2014) Karakus, F. ،Elwan, R. A. (2014) ،M., & Moller, T. (2008) Lornell, R., & ،Naylor, M. (1999). ، Naylor, M. (2005).،(2013). (Peitgen, H.-O., .Langille, M. (1997) ،Westerberg, J. (1999). Jürgens, H., & Saupe, D,1992)

ج- كتب الرياضيات المدرسية في بعض الدول، ومنها:

- Hirsch, C. R., Fey, J. T., & Glencoe/McGraw, H , Core-Plus Mathematics: Contemporary Mathematics in Context, Course 3,2008.
- Holliday, B., Cuevas, G. J., Luchin, B., Carter, J. A., Marks, D., Day, R., Hayek, L. M , California Algebra 2 : Concepts, Skills, and Problem Solving, 2008.
- Holliday, B., Cuevas, G. J., McClure, M. S., Carter, J. A., & Marks, D , Advanced mathematical concepts: Precalculus with applications,2004.
- Hirsch, C. R., Fey, J. T., Hart, E. W., Schoen, H. L., & Watkins, A. E , Core-plus mathematics : contemporary mathematics in context, Course 1,2008.

د- الأدبيات والدراسات السابقة التي تناولت بيئات التعلم التشاركي:

قام الباحث بالاطلاع على بعض نماذج التصميم التعليمي لبيئات التعلم الالكتروني التشاركي مثل: نموذج دورة تطوير التعلم لسيمنز (**Siemens,2005b**)، داليا خيري حبيشي (٢٠١٢)، إبراهيم عبد الوكيل الفار لتصميم المدونات التعليمية (٢٠١٢)، عبد اللطيف الجزار المطور (**Elgazzar,2014**)، وقد اتفقت هذه النماذج حول مراحل تصميم بيئة التعلم التشاركي، وتتلخص هذه المراحل في: التحليل، التصميم، الإنشاء والإنتاج، التقويم، الاستخدام، التغذية الراجعة، والمراجعة والتعديل. وقد استفاد الباحث من مراجعة تلك الأدبيات في وضع تصور مبدئي للبرنامج المقترح في هندسة الفراكتال، والصورة الالكترونية التي يكون عليها.

٣- تحديد مكونات البرنامج:

أ- أهداف البرنامج المقترح في هندسة الفراكتال

تمثلت أهداف البرنامج المقترح كما هو موضح في جدول (١)

جدول(١): الأهداف العامة للبرنامج المقترح في هندسة الفراكتال

م	الهدف	مستوى الهدف	
		المعرفة الرياضية	العملية الرياضية
	من المتوقع بعد الانتهاء من دراسة البرنامج أن يكون المتعلم قادراً على		
(١)	التعبير عن مفاهيم هندسة الفراكتال مثل التكرار المرحلي، المولد، التشابه الذاتي.	معرفة مفاهيمية	تواصل رياضي
(٢)	إعطاء أمثلة للمفاهيم في هندسة الفراكتال مثل: الشكل الفراكتالي، الشكل المتشابه ذاتياً، مولد الفراكتال،	معرفة مفاهيمية	تواصل رياضي
(٣)	إعطاء لا أمثلة للمفاهيم في هندسة الفراكتال مثل: الشكل الفراكتالي، الشكل المتشابه ذاتياً، مولد الفراكتال،	معرفة مفاهيمية	تواصل رياضي
(٤)	تمثيل مفاهيم هندسة الفراكتال باستخدام الرسومات والأشكال.	معرفة مفاهيمية	تواصل رياضي
(٥)	ترجمة أفكار ونصوص هندسة الفراكتال بأحد أشكال التعبير الرياضي (كلمات، جداول، شكل هندسي، تمثيل بياني) إلى شكل اخر من أشكاله.	معرفة مفاهيمية	تواصل رياضي
(٦)	تقديم مفاهيم هندسة الفراكتال للآخرين باستخدام لغته الخاصة	معرفة مفاهيمية	تواصل رياضي
(٧)	تكوين نماذج لأشكال كسورية، مثل مثلث سيربنسكى، مثلث بسكال، منحنى القبعة، نبات القرنبيط.	معرفة مفاهيمية	تواصل رياضي
(٨)	رسم نماذج لأشكال كسورية، مثل مثلث سيربنسكى، مثلث بسكال، منحنى القبعة، نبات السرخس.	معرفة إجرائية	تواصل رياضي
(٩)	استنتاج خصائص الأشكال الفراكتالية، مثل فراكتال كانتور، فراكتال بلورة الثلج، فراكتالات سيربنسكي.	معرفة إجرائية	استدلال رياضي
(١٠)	توظيف التكنولوجيا في تكوين أشكال هندسة الفراكتال.	معرفة إجرائية	تواصل رياضي
(١١)	إيجاد البعد الفراكتالي للأشكال الفراكتالية المختلفة، مثل مثلث سيربنسكى،	معرفة إجرائية	تواصل رياضي
(١٢)	التعبير عن الصياغات المتكافئة لمفاهيم وتعميمات هندسة الفراكتال.	معرفة مفاهيمية	تواصل رياضي
(١٣)	استنتاج العلاقات والأفكار المتضمنة في أشكال هندسة الفراكتال.	حل مشكلات	استدلال رياضي
(١٤)	استخدام أفكار هندسة الفراكتال في حل المشكلات الرياضية	حل مشكلات	تواصل رياضي
(١٥)	تكوين ترابطات بين المفاهيم المختلفة داخل هندسة الفراكتال	معرفة مفاهيمية	ترابط رياضي

م	الهدف	مستوى الهدف	
		المعرفة الرياضية	العملية الرياضية
(١٦)	ربط مفاهيم وأفكار هندسة الفراكتال بالعلوم الأخرى كالطب والجغرافيا و.....	حل مشكلات	ترابط رياضي
(١٧)	ربط مفاهيم وأفكار هندسة الفراكتال وتطبيقاتها في الحياة.	حل مشكلات	ترابط رياضي
(١٨)	حل بعض المشكلات في هندسة الفراكتال من خلال المعلومات السابقة.	حل المشكلات	ترابط رياضي
(١٩)	ربط مفاهيم وأفكار هندسة الفراكتال بالمواقف الحياتية	حل المشكلات	ترابط رياضي
(٢٠)	التعرف على العلاقات الرياضية بين الموضوعات في هندسة الفراكتال وفروع الرياضيات الأخرى	حل المشكلات	ترابط رياضي
(٢١)	الربط بين المفاهيم والإجراءات في هندسة الفراكتال	معرفة إجرائية	ترابط رياضي
(٢٢)	استقراء القوانين المرتبطة بالأشكال الفراكتالية	معرفة إجرائية	استدلال رياضي
(٢٣)	تنفيذ الإجراءات الرياضية في هندسة الفراكتال بشكل مترابط ومتسلسل ومنطقي	معرفة إجرائية	استدلال رياضي
(٢٤)	بناء التوقعات حول الأشكال الفراكتالية عند التكرارات اللانهائية	حل مشكلات	استدلال رياضي

ب- **محتوى البرنامج:**

تضمن محتوى البرنامج المقترح ثلاث وحدات دراسية، تناولت الوحدة الأولى مفاهيم أساسية في هندسة الفراكتال، وتناولت الوحدة الثانية تكوين الأشكال الفراكتالية واستنتاج خصائصها، وتناولت الوحدة الثالثة الدوال المتكررة مرحلياً وتطبيقات هندسة الفراكتال

ج- **استراتيجيات تنفيذ البرنامج**

تم تنفيذ البرنامج المقترح في هندسة الفراكتال في ضوء النموذج التدريسي المقترح في ضوء أفكار النظرية التواصلية، وباستخدام أدوات التعلم الالكتروني التشاركي، بالإضافة إلى اختيار استراتيجيات تدريس محورها المتعلم، كالمناقشة والحوار، والعصف الذهني، حل المشكلات.

د- **أساليب تقويم البرنامج:**

استخدمت مجموعة من الأساليب لتقويم البرنامج منها: التقويم البنائي من خلال الأسئلة الشفوية، وأوراق العمل، وملاحظة الطالبات أثناء تدريس البرنامج،

والاختبارات الالكترونية الموجودة على الموقع عقب كل درس من دروس البرنامج، وكذا التقويم النهائي من خلال اختبار القوة الرياضياتية.

٤- تحديد الشكل الالكتروني للبرنامج المقترح:

تم تصميم بيئة التعلم الالكتروني التشاركي بالاعتماد على مجموعة من أدوات الجيل الثاني للويب، والمتمثلة في: المدونة التعليمية، مجموعة تعليمية للمقرر على موقع التواصل الاجتماعي الفيسبوك، مجموعة تعليمية للمقرر على موقع التواصل الاجتماعي تويتر، مجموعة تعليمية للمقرر على موقع اليوتيوب، ويمكن للطلاب الدخول إلى بيئة التعلم الالكتروني التشاركي من خلال الرابط التالي: **http://fractal2020.blogspot.com.eg،**

٥- صدق محتوى البرنامج:

تم تحكيم البرنامج المقترح بعرضه على مجموعة من الأساتذة في مجال المناهج وطرق تدريس الرياضيات، ومجال تكنولوجيا التعليم بكليات التربية، كما تم عرضه على بعض معلمي الرياضيات بالمرحلة الثانوية[٩]. وقد اتفق السادة المحكمين على صلاحية البرنامج المقترح للتطبيق على الطالبات الفائقات بالصف الأول الثانوي. بعد إجراء التعديلات، ومنها:

أ- حذف بعض الأنشطة والتمارين، نظراً لطول البرنامج.

ب- تقليل عدد المفردات المتضمنة في التقويم في نهاية كل درس.

ج- حذف الأجزاء التي لم يدرس الطالب المتطلبات السابقة لها، او التقديم للدروس بالمتطلبات السابقة لها، قبل تدريس هذه الأجزاء، ومنها التمارين التي تعتمد على أشياء متقدمة في الاعداد المركبة، التمارين التي تعتمد على البعد الثالث، الأنشطة التي تعتمد على اللوغارتمات.

د- تعديل ألوان التصميم المستخدمة في بعض الدروس.

ه- ووضع روابط احتياطية للدروس.

و- تضمين تبويب خاص بالاختبارات التفاعلية للطلاب.

وقد تم تعديل البرنامج المقترح في ضوء آراء السادة المحكمين ومقترحاتهم.

(٩) ملحق (٤): أسماء الأساتذة المحكمين لمواد وأدوات البحث

٦- التطبيق الاستطلاعي للبرنامج المقترح:

تم تطبيق البرنامج المقترح استطلاعيا على عينة قوامها (٢٦) طالبة فائقة، من طالبات الصف الأول الثانوي، وأسفرت نتائج التجربة الاستطلاعية للبحث عن إجراء بعض التعديلات في محتوى البرنامج، ومنها:

- الاكتفاء في الجزء الخاص بالتكرارت الهندسية بالأمثلة التي يستنتج منها مفهوم التكرار المرحلي، وحذف التمارين المتكررة، وإضافة أمثلة أخرى لعدم كفاية الأمثلة الموجودة، وتمارين عليها.
- وضع روابط تتيح إمكانية الدخول على الموقع من خلال الجوال، حيث قام الباحث بتوفير رابط لبرنامج "Puffin Web Browser 4.8"، وهو عبارة عن متصفح يمكن للطالبات بعد تحميله على جوالاتهم لتصفح جميع الاختبارات التي تعتمد على ملفات الفلاش
- إضافة صفحتي "مصادر تعلم إضافية" و "أنشطة تفاعلية" تحتوي الأولى على كتب ومراجع إضافية قابلة للتحميل يستزيد منها الطالبات الفائقات، والثانية تتيح للطلاب تكوين الأشكال بصورة تفاعلية.

٧- الصورة النهائية للبرنامج المقترح في هندسة الفراكتال:

بعد إجراء التعديلات التي أسفر عنها التطبيق الاستطلاعي، تم الوصول إلى الصورة النهائية للبرنامج المقترح في هندسة الفراكتال(١٠)، ويتم تنفيذه باستخدام بيئة التعلم الالكتروني التشاركي(١١)، والتي تتكون من:

أ- مدونة التعليمية للبرنامج المقترح، ويمكن الوصول اليها من خلال الرابط الآتي:
/http://fractal2020.blogspot.com.eg

ب- مجموعة تعليمية للبرنامج المقترح على الفيسبوك، ويمكن الوصول اليها من خلال الرابط الآتي:
/https://www.facebook.com/groups/1422455054446642

ج- مجموعة تعليمية للبرنامج المقترح على تويتر، ويمكن الوصول اليها من خلال الرابط الآتي: **https://twitter.com/Dr_heshmat**

د- قناة تعليمية للبرنامج المقترح على اليوتيوب، ويمكن الوصول اليها من خلال الرابط:

---

(١٠) ملحق (٥) : البرنامج المقترح في هندسة الفراكتال
(١١) ملحق (٦) : صور من بعض النوافذ الالكترونية للبرنامج المقترح.

https://www.youtube.com/channel/UCxZBOSBJWWyWn1nnz251pJQ
وبذلك أصبح البرنامج المقترح صالحاً للتطبيق النهائي على طلاب تجربة البحث الأساسية وبذلك يكون الباحث قد أجاب عن السؤال الأول من أسئلة البحث، والذي ينص على " كيف يمكن إعداد برنامج مقترح في هندسة الفراكتال قائم على النظرية التواصلية باستخدام التعلم الالكتروني التشاركي للطالبات الفائقات بالصف الأول الثانوي ؟

(٢) دليل المعلم لتدريس موضوعات البرنامج المقترح:

تم إعداد دليل للمعلم، وقد تضمن: مقدمة نظرية حول الطلاب الفائقين في الرياضيات، أهداف البرنامج المقترح في هندسة الفراكتال، محتويات البرنامج، النموذج التدريسي المستخدم في تنفيذ البرنامج، خطة السير في تنفيذ دروس البرنامج (الأهداف الإجرائية للدرس، زمن تدريس الدرس، خطوات السير في الدرس، التقويم)، حلول جميع التمارين الموجودة في البرنامج المقترح.

بعد الانتهاء من إعداد دليل المعلم، تم عرضه على مجموعة من المتخصصين في المناهج وطرق تدريس الرياضيات. لإبداء أرائهم حول:

أ- دقة الصياغة اللغوية والتربوية للأهداف التعليمية الخاصة بكل درس من دروس البرنامج.

ب- مناسبة استراتيجيات التدريس المستخدمة لموضوعات البرنامج، وللطلاب الفائقين.

ج- الدقة اللغوية والعلمية لمحتوى الدليل، والتسلسل المنطقي لخطوات الاستراتيجيات المستخدمة.

وتم تعديل الدليل في ضوء آراء المحكمين، وبذلك أصبح في صورته النهائية[١٢].

(٣) اختبار القوة الرياضياتية:

١- تحديد الهدف من الاختبار:

يهدف الاختبار إلى قياس مستوى القوة الرياضياتية في هندسة الفراكتال لدى الطالبات الفائقات بالصف الأول الثانوي.

(١٢) ملحق (٧) : دليل المعلم لتدريس البرنامج المقترح في هندسة الفراكتال

٢- تحديد أبعاد القوة الرياضياتية التي يقيسها الاختبار:

تم تحديد أبعاد اختبار القوة الرياضياتية من خلال الرجوع إلى عديد من الأدبيات التربوية، والدراسات السابقة، والإطار النظري للبحث، وبعض اختبارات القوة الرياضياتية في الصفوف المختلفة، وبعض الاختبارات التي تقيس العمليات الرياضياتية المختلفة (التواصل الرياضي، الترابط الرياضي، الاستدلال الرياضي)، من هذه الدراسات: ناصر السيد عبد الحميد (٢٠٠٦، ٥٩)، عبد الجواد عبد الجواد بهوات، حسن هاشم بلطيه (٢٠٠٧)، علي إسماعيل سرور (٢٠١٠، ٧٠٩)، غازي خميس الحسني، باسم محمد جاسم (٢٠١١)، وائل عبد الله محمد، مرفت محمد كمال (٢٠١٣، ٨٧)، محمد أحمد الخطيب، صهيب سليمان المجذوب (٢٠١٣، ١٢٢-١٢٤)، على محمد غريب عبد الله (٢٠١٤، ١٠٢-١٠٣)، سيد عبد الله عبد الفتاح (٢٠١٤، ٢٥٤)، نهى السعيد محمد وآخرون (٢٠١٤، ٢٦٤-٢٧٢)، سامية عبد العزيز عبد السلام (٢٠١٤، ٢٤٥-٢٥٥)، وتمثلت أبعاد الاختبار في الأتي:

أ- التواصل الرياضي عبر مستويات المعرفة الرياضية في هندسة الفراكتال.

ب- الترابط الرياضي عبر مستويات المعرفة الرياضية في هندسة الفراكتال.

ج- الاستدلال الرياضي عبر مستويات المعرفة الرياضية في هندسة الفراكتال.

٣- بناء جدول مواصفات اختبار القوة الرياضياتية:

تم بناء جدول مواصفات الاختبار وفقاً للخطوات الآتية:

أ- تحديد الوزن النسبي لمستويات المعرفة الرياضية للبرنامج المقترح في هندسة الفراكتال، حيث تم تحليل محتوى البرنامج المقترح في هندسة الفراكتال، وفقاً لمستويات المعرفة الرياضية الثلاثة: المعرفة المفاهيمية، المعرفة الإجرائية، حل المشكلات[١٣].

ب- تحديد الوزن النسبي للعمليات الرياضية في البرنامج المقترح.

ج- تحديد الوزن النسبي للعمليات الرياضية المقابلة لمستويات المعرفة الرياضية في هندسة الفراكتال.

د- تحديد عدد الأسئلة للعمليات الرياضية المقابلة لمستويات المعرفة الرياضية في هندسة الفراكتال: من خلال الخطوات (أ، ب، ج)، وبفرض ان عدد الأسئلة

(١٣) ملحق (٧) : تحليل محتوى البرنامج المقترح في هندسة الفراكتال

للاختبار ٧٩ (عدد اختياري أكبر من العدد الفعلي المستهدف)، تم تحديد عدد الأسئلة للعمليات الرياضية المقابلة لمستويات لكل مستوى من المعرفة الرياضية، كما هو موضح في جدول (٢)

جدول (٢): عدد الأسئلة المقابلة لمستويات المعرفة الرياضية للبرنامج المقترح

	المعرفة المفاهيمية	المعرفة الإجرائية	حل المشكلات	المجموع
التواصل	١١	١٠	٨	ت ٢٩
الترابط	١١	١٠	٨	ت ٢٨
الاستدلال	٨	٨	٦	ت ٢٢
المجموع	٢٩	٢٨	٢٢	٧٩

٤- صياغة مفردات الاختبار:

تم صياغة مفردات اختبار القوة الرياضياتية في صورة بعض المفردات الموضوعية، من نوع اختيار من متعدد، أسئلة الاختيار من متعدد لها أكثر من إجابة صحيحة، وبعض المفردات التي تتضمن مشكلات ومواقف رياضية تركز على الأداء، وتتطلب القراءة الجيدة للموقف، والتعبير بالكتابة السليمة عن خطوات الحل، وربط مفاهيم هندسة الفراكتال ببعضها البعض، وتوظيف المعرفة في هندسة الفراكتال في التعامل مع المواقف الحياتية، واستخدام الاستدلال في حلها.

٥- تحديد طريقة تصحيح اختبار القوة الرياضياتية:

تم تصحيح الاختبار وفقاً للمعايير الآتية:

أ- درجة واحدة لكل اختيار صحيح من أسئلة الاختيار من متعدد.

ب- درجة واحدة لكل اختيار صحيح أجاب عنه الطالب من أسئلة الاختيار من متعدد التي لها أكثر من إجابة.

ج- درجة واحدة لكل تكملة صحيحة من أسئلة تكملة الفراغات.

د- درجة واحدة لكل خطوة من خطوات الحل في الأسئلة التي تتضمن مشكلات ومواقف رياضية.

ه- درجة واحدة لكل مبرر صحيح في الأسئلة التي تتطلب التفسير أو إعطاء السبب.

و- صفر للإجابة الخطأ أو التي تترك دون استجابة.

ز- تجمع الدرجات لإعطاء الدرجة الكلية في كل مستوى من مستويات الاختبار والاختبار ككل.

وقد بلغت الدرجة الكلية لاختبار القوة الرياضياتية (١٢٣) درجة.

٦- استطلاع آراء المحكمين حول اختبار القوة الرياضياتية:

تم عرض اختبار القوة الرياضية على مجموعة من الأساتذة المتخصصين في مجال المناهج وطرق التدريس، وبعض المدرسين والموجهين في التربية والتعليم، وقد أظهرت آراء السادة المحكمين أن الصياغة العلمية لأسئلة الاختبار سليمة، وأن الأسئلة تقيس ما وضعت من أجله، وأن الاختبار صالح للتطبيق على الطالبات الفائقات بالصف الأول الثانوي. بعد إجراء بعض التعديلات، ومنها:

أ- حذف بعض المفردات التي لا تؤثر على المحتوى المراد قياسه، في ضوء جدول المواصفات، نظراً لطول الاختبار.

ب- توحيد عدد البدائل لأسئلة الاختيار من متعدد في الاختبار.

ج- إعادة صياغة بعض المفردات. وبعد إجراء التعديلات أصبح الاختبار صادقاً ظاهرياً، وجاهزاً للتطبيق الاستطلاعي.

٧- التطبيق الاستطلاعي لاختبار القوة الرياضياتية:

تم تطبيق اختبار القوة الرياضياتية استطلاعياً على عينة قوامها ٢٦ طالبة من الطالبات الفائقات بالصف الأول الثانوي، بمدرسة الشيماء الثانوية بنات بسوهاج، وقد أسفرت نتائج التطبيق الاستطلاعي للاختبار عن الاتي:

أ- **وضوح تعليمات الاختبار**

اتضح من التجربة الاستطلاعية أن تعليمات اختبار القوة الرياضياتية واضحة لجميع الطالبات، دون أي شكوى.

ب- **حساب زمن الاختبار**

اتبع الباحث طريقة التسجيل التتابعي للزمن الذي استغرقته كل طالبة في الإجابة عن الاختبار، وبلغ زمن الاختبار بالتقريب ٩٠ دقيقة.

ج- **الاتساق الداخلي للاختبار**

تم التأكد من الاتساق الداخلي لاختبار القوة الرياضياتية ، من خلال الاتي:

(ج-١) حساب معاملات الارتباط بين درجة كل مفردة من مفردات كل بعد من أبعاد الاختبار والدرجة الكلية للبعد، وأظهرت النتائج عدم دلالة المفردة رقم ٣ من البعد الأول (التواصل الرياضي) مع الدرجة الكلية للبعد الأول، في حين أظهرت النتائج أن معامل ارتباط جميع عبارات كل البعد الثاني (الترابط الرياضي)، والبعد الثالث (الاستدلال الرياضي) من أبعاد الاختبار داله مع الدرجة الكلية للبعد.

(ج-٢) حساب معاملات الارتباط بين درجة كل بعد من أبعاد الاختبار والدرجة الكلية للاختبار، وأظهرت النتائج أن معامل ارتباط جميع أبعاد الاختبار داله مع الدرجة الكلية للاختبار.

مما سبق يتضح أن الاختبار متسق في فقراته من جهة، وفي مهارات القوة الرياضياتية التي يقيسها من جهة أخري، مما يدل علي صدق الاختبار. وبالتالي إمكانية النظر إلى الاختبار بأبعاده الثلاثة كوحدة واحدة مع إمكانية الأخذ والتعامل بالدرجة الكلية له.

د- حساب ثبات الاختبار:

تم حساب ثبات الاختبار عن طريق حساب " معامل ألفا – كرونباخ" لأبعاد الاختبار الثلاثة والاختبار ككل، ويوضح جدول (٣) معاملات ثبات اختبار القوة الرياضياتية ككل وأبعاده الفرعية.

جدول (٣): معاملات ثبات اختبار القوة الرياضياتية بأبعاده الثلاثة

المهارات	التواصل	الترابط	الاستدلال	الاختبار ككل
معامل الثبات	٠.٨٦٥	٠.٨٧٧	٠.٨٦٤	٠.٩٤٦

ويتضح من جدول (٢١) تمتع اختبار القوة الرياضياتية وأبعاده الثلاثة بدرجة مناسبة من الثبات.

٨- الصورة النهائية للاختبار:

تكون الاختبار في صورته النهائية[١٤] من ٤٦ مفردة موزعة كما هو موضح في جدول (٤)

جدول (٤): مواصفات اختبار القوة الرياضياتية في هندسة الفراكتال

	المعرفة المفاهيمية	المعرفة الإجرائية	حل المشكلات
التواصل	٧	٣	٥
الترابط	٨	٥	٤
الاستدلال	٤	٧	٣

وتم اعداد مفتاح التصحيح لاختبار القوة الرياضياتية[١٥]، وقد بلغت الدرجة الكلية لاختبار القوة الرياضياتية في صورته النهائية (٧٥) درجة.

ثانياً: تحديد عينة البحث:

تم اختيار عينة البحث من طالبات الصف الأول الثانوي الفائقات، بمدرسة الشيماء الثانوية بنات بسوهاج، وفقاً للمحكات التي تم تحديدها بالاطار النظري للدراسة، وقد بلغ قوام عينة البحث ٢٥ طالبة فائقة.

(١٤) ملحق (٨): اختبار القوة الرياضياتية

(١٥) ملحق (٩): مفتاح تصحيح اختبار القوة الرياضياتية

ثالثاً: تنفيذ تجربة البحث:

لتنفيذ تجربة البحث تم اتباع الخطوات الاتية:

(١) تهيئة الطالبات لدراسة البرنامج: حيث تم توضيح أهمية دراسة موضوعات البرنامج المقترح في هندسة الفراكتال للطالبات، وتوضيح أسلوب البحث في البرنامج، وتزويد كل طالبة بالعنوان الالكتروني لبيئة التعلم الالكتروني التشاركي، وشرح كيفية الدخول إلى بيئة التعلم الالكتروني التشاركي، وكيفية كتابة التعليقات والمشاركة. وكيفية الدخول والتفاعل عير إلى مجموعة الفيسبوك، وحث الطالبات على التفاعل. والتأكيد على الالتزام بآداب الحوار والمناقشة عبر الانترنت. والإجابة عن أسئلة واستفسارات الطالبات.

(٢) التطبيق القبلي لاختبار القوة الرياضياتية: تم تطبيق اختبار القوة الرياضياتية على مجموعة البحث قبل تنفيذ تجربة البحث مع بداية الفصل الدراسي الأول من العام الدراسي ٢٠١٦-٢٠١٧.

(٣) تدريس موضوعات البرنامج المقترح في هندسة الفراكتال: تم تدريس دروس البرنامج المقترح في الفصل الدراسي الأول من العام الدراسي ٢٠١٦/٢٠١٧، يوم السبت الموافق ٢٠١٦/١٠/٨م، وانتهت يوم الأربعاء الموافق ٢٠١٦/١٢/٢١م، وكانت حصص تدريس البرنامج خارج إطار حصص الجدول الرسمية.

(٤) التطبيق البعدي لاختبار القوة الرياضياتية: تم تطبيق اختبار القوة الرياضياتية في نهاية تجربة الدراسة، يوم الأربعاء ٢٠١٦/١٢/١٤م، الحصة الثالثة والرابعة.

(٥) رصد الدرجات الخام لطالبات مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار القوة الرياضياتية [١٦]

نتائج البحث تفسيرها ومناقشتها:

١- الإجابة عن السؤال الأول من أسئلة البحث:

نص السؤال الأول على: كيف يمكن إعداد برنامج مقترح في هندسة الفراكتال قائم على النظرية التواصلية باستخدام التعلم الالكتروني التشاركي للطالبات الفائقات بالصف الأول الثانوي ؟

وقد تمت الإجابة عن هذا السؤال كما هو وارد في إعداد مواد وأدوات البحث.

---

(١٦) ملحق (١٤) ، ملحق (١٥) .

٢- الإجابة عن السؤال الثاني من أسئلة البحث:

نص السؤال الثاني على: ما فاعلية البرنامج المقترح في هندسة الفراكتال القائم على النظرية التواصلية باستخدام أدوات التعلم الالكتروني التشاركي على تنمية الفوة الرياضياتية ككل وكل بعد من أبعادها لدى مجموعة البحث من الطالبات الفائقات بالصف الأول الثانوي؟

والاجابة عن هذا السؤال تم صياغة الفرض التالي:

يوجد فرق دال احصائيا عند مستوى (٠.٠٥) بين متوسطي درجات الطالبات الفائقات بالصف الأول الثانوي في اختبار القوة الرياضياتية قبل وبعد تطبيق البرنامج المقترح في هندسة الفراكتال لصالح التطبيق البعدي.

وللإجابة عن السؤال الثاني، ومن ثم اختبار من صحة الفرض الثالث؛ تم استخدام اختبار ويلكوكسون **"Wilcoxon"** للكشف عن الدلالة الإحصائية للفرق بين متوسطين لعينتين مرتبطتين (غير مستقلتين)، وكانت النتائج كما هو موضح في جدول (٥)

جدول (٥): نتائج اختبار ويلكوكسون لاختبار القوة الرياضياتية.

	الرتب	عدد الأزواج	مجموع الرتب	متوسط الرتب	قيمة (Z)	p-value	مستوى الدلالة
القوة الرياضياتية	الموجبة	٢٥	٣٢٥	١٣	٤.٣٤٧	٠.٠٠	دالة عند مستوى ٠.٠٥
	السالبة	٠	٠	٠			
	المحايدة	٠	٠	٠			

يتضح من جدول (٥) أن قيمة الاحتمال P-Value لاختبار القوة الرياضياتية تساوي (٠.٠٠٠) وهذه القيمة أقل من مستوى الدلالة (٠.٠٥)، وعلى هذا الأساس تم رفض الفرض الصفري، وهذا يشير إلي وجود فرق دال إحصائيًا عند مستوي دلالة (٠.٠٥) بين متوسطي رتب درجات كلا من القياسين القبلي والبعدي للطالبات مجموعة البحث في اختبار القوة الرياضياتية، ويُلاحظ أن متوسط الرتب الموجبة أكبر من متوسط الرتب السالبة، مما يدل على أن مهارات الطالبات في القوة الرياضياتية بعد تطبيق البرنامج أكبر مقارنة بمهاراتهم قبل تطبيق البرنامج. وفيما يلي مزيد من التفاصيل حول أداء الطالبات:

أولاً: أداء الطالبات في بعد العمليات الرياضياتية (التواصل الرياضي- الترابط الرياضي– الاستدلال الرياضي) في هندسة الفراكتال

يوضح جدول (٦) نتائج أداء الطالبات في بعد العمليات الرياضياتية

جدول (٦): نتائج اختبار ويلككسون في بعد العمليات الرياضياتية في هندسة الفراكتال

البعد	الرتب	عدد الأزواج	مجموع الرتب	متوسط الرتب	قيمة (Z)	p-value	مستوى الدلالة
التواصل	الموجبة	٢٥	٣٢٥	١٣	٤.٣٧٥	٠.٠٠	دالة عند

الرياضي	السالبة	٠	٠	٠			مستوى ٠.٠٥
	المحايدة	٠	٠	٠			
الترابط الرياضي	الموجبة	٢٥	٣٢٥	١٣	٤.٣٧٧	٠.٠٠	دالة عند مستوى ٠.٠٥
	السالبة	٠	٠	٠			
	المحايدة	٠	٠	٠			
الاستدلال الرياضي	الموجبة	٢٥	٣٢٥	١٣	٤.٣٨٤	٠.٠٠	دالة عند مستوى ٠.٠٥
	السالبة	٠	٠	٠			
	المحايدة	٠	٠	٠			

يتضح من جدول (٦) أن قيمة الاحتمال P-Value لأي بعد من أبعاد العمليات الرياضياتية (التواصل الرياضي، والترابط الرياضي، والاستدلال الرياضي) تساوي (٠.٠٠٠) وهذه القيمة أقل من مستوى الدلالة (٠.٠٥)، وهذا يشير إلي وجود فرق دال إحصائيًا عند مستوي دلالة (٠.٠٥) بين متوسطي رتب درجات كلا من القياسين القبلي والبعدي للطالبات الفائقات مجموعة البحث في كل بعد من أبعاد العمليات الرياضياتية من اختبار القوة الرياضياتية، ويُلاحظ أن متوسط الرتب الموجبة أكبر من الرتب السالبة، مما يدل على أن مهارات الطالبات في كل بعد من أبعاد العمليات الرياضياتية (التواصل والترابط والاستدلال الرياضي) بعد دراسة البرنامج أكبر مقارنة بمهاراتهم قبل تطبيق البرنامج. مما يعني أن البرنامج المقترح في هندسة الفراكتال ساعد في تنمية العمليات الرياضياتية للطالبات مجموعة البحث.

ثانياً: أداء الطالبات في بعد المعرفة الرياضية (المعرفة المفاهيمية- المعرفة الإجرائية- حل المشكلات) في هندسة الفراكتال:

يوضح جدول (٧) نتائج أداء الطالبات في بعد المعرفة الرياضية

جدول (٧): نتائج اختبار ويلككسون في بعد المعرفة الرياضية في هندسة الفراكتال

البعد	الرتب	عدد الأزواج	مجموع الرتب	متوسط الرتب	قيمة (Z)	p-value	مستوى الدلالة
المعرفة المفاهيمية	الموجبة	٢٥	٣٢٥	١٣	٤.٣٧٦	٠.٠٠	دالة عند مستوى ٠.٠٥
	السالبة	٠	٠	٠			
	المحايدة	٠	٠	٠			
المعرفة الاجرائية	الموجبة	٢٥	٣٢٥	١٣	٤.٣٧٩	٠.٠٠	دالة عند مستوى ٠.٠٥
	السالبة	٠	٠	٠			
	المحايدة	٠	٠	٠			
حل المشكلات	الموجبة	٢٥	٣٢٥	١٣	٤.٣٧٦	٠.٠٠	دالة عند مستوى ٠.٠٥
	السالبة	٠	٠	٠			
	المحايدة	٠	٠	٠			

يتضح من جدول (٧) أن قيمة الاحتمال **P-Value** في كل بعد من أبعاد المعرفة الرياضياتية (المفاهيمية، الإجرائية، حل المشكلات) تساوي (٠.٠٠٠) وهذه القيمة أقل من مستوى الدلالة (٠.٠٥)، وعلى هذا الأساس تم رفض الفرض الصفري، وهذا

يشير إلي وجود فرق دال إحصائيًا عند مستوي دلالة (٠.٠٥) بين متوسطي رتب درجات كلا من القياسين القبلي والبعدي للطالبات الفائقات مجموعة البحث في كل بعد من أبعاد المعرفة الرياضياتية في هندسة الفراكتال، ويُلاحظ أن متوسط الرتب الموجبة أكبر من متوسط رتب الإشارات السالبة، مما يدل على أن مهارات الطالبات في كل بعد من أبعاد المعرفة الرياضياتية (المفاهيمية، الإجرائية، حل المشكلات) بعد تطبيق البرنامج أكبر منها مقارنة بمهاراتهم قبل تطبيق البرنامج. مما يدل على أن البرنامج المقترح في هندسة الفراكتال ساعد في تنمية المعرفة الرياضياتية في هندسة الفراكتال للطالبات مجموعة البحث، الأمر الذي يقود إلى قبول الفرض الأول من فروض البحث.

حجم أثر البرنامج في القوة الرياضياتية وفي كل بعد من أبعادها:

يوضح جدول (٨) حجم أثر البرنامج في القوة الرياضياتية ككل، وكل بعد من أبعادها لدى الطالبات الفائقات مجموعة البحث بالصف الأول الثانوي

جدول (٨): حجم أثر البرنامج في القوة الرياضياتية ككل وكل بعد من أبعادها

	القوة الرياضياتية	عدد الازواج	قيمة (Z) المحسوبة	حجم الاثر	درجة الاثر
العمليات الرياضياتية	التواصل الرياضي	٢٥	٤.٣٧٥	٠.٦١٨٧	كبير
	الترابط الرياضي	٢٥	٤.٣٧٧	٠.٦١٩٠	كبير
	الاستدلال الرياضي	٢٥	٤.٣٨٤	٠.٦٢٠٠	كبير
المعرفة الرياضياتية	المعرفة المفاهيمية	٢٥	٤.٣٧٦	٠.٦١٨٩	كبير
	المعرفة الاجرائية	٢٥	٤.٣٧٩	٠.٦١٩٣	كبير
	حل المشكلات	٢٥	٤.٣٧٦	٠.٦١٨٩	كبير
الاختبار ككل		٢٥	٤.٣٧٤	٠.٦١٨٦	كبير

يتضح من جدول (٨) أن قيمة حجم أثر البرنامج المقترح في هندسة الفراكتال في القوة الرياضياتية ككل وفي كلٍ من العمليات الرياضياتية (التواصل الرياضي، الترابط الرياضي، الاستدلال الرياضي) والمعرفة الرياضياتية (المعرفة المفاهيمية والاجرائية وحل المشكلات) بلغت (٠.٦١٨٦، ٠.٦١٨٧، ٠.٦١٩٠، ٠.٦٢٠٠، ٠.٦١٨٩، ٠.٦١٩٣، ٠.٦١٨٩) على الترتيب، وهذه القيم أكبر من (٠.٥) طبقاً لمعايير كوهين لحجم الأثر. وبالتالي فإن البرنامج المقترح في هندسة الفراكتال القائم على النظرية التواصلية له تأثير كبير في تنمية القوة الرياضياتية ككل وكل بعد من أبعادها لدى الطالبات مجموعة البحث.

فاعلية البرنامج في القوة الرياضياتية وفي كل بعد من أبعادها:

يوضح جدول (٩) نسبة الكسب المعدل ودلالتها لمجموعة البحث في اختبار القوة الرياضياتية ككل وفي كل بعد من أبعادها

جدول (٩): نسبة ودلالة الكسب المعدل لمجموعة البحث في اختبار القوة الرياضياتية وكل بعد من أبعادها

القوة الرياضياتية		المتوسط قبلي	المتوسط بعدي	النهاية العظمى	نسبة الكسب المعدل	الدلالة
العمليات الرياضياتية	التواصل	٤.٩٠	٢٦.٥٨	٣٢	١.٤٨	كبيرة
	الترابط	٧.٠٨	٢٢.١٤	٢٧	١.٣١	كبيرة
	الاستدلال	٢.٢٨	١١.٤٢	١٤	١.٤٣	كبيرة
المعرفة الرياضياتية	مفاهيمية	٨.٩٦	٢٧.٨٤	٣٢	١.٤١	كبيرة
	إجرائية	٣.٦٦	١٨.٠٨	٢٢	١.٤٤	كبيرة
	حل مشكلات	١.٦٤	١٤.٢٢	١٩	١.٣٩	كبيرة
الاختبار ككل		١٤.٢٦	٦٠.١٤	٧٣	١.٤١	كبيرة

يتضح من جدول (٩) أن نسبة الكسب المعدل للبرنامج المقترح في هندسة الفراكتال في القوة الرياضياتية ككل وفي كل من العمليات الرياضياتية (التواصل الرياضي، الترابط الرياضي، الاستدلال الرياضي) والمعرفة الرياضياتية (المعرفة المفاهيمية، الإجرائية، حل المشكلات) بلغت (١.٤١، ١.٤٨، ١.٣١، ١.٤٣، ١.٤٤، ١.٤٤، ١.٣٩) على الترتيب، وهذه القيم أكبر من (١.٢) الموضحة في معيار بليك. وبالتالي فإن البرنامج المقترح في هندسة الفراكتال القائم على النظرية التواصلية له درجة عالية من الفاعلية في تنمية القوة الرياضياتية ككل وكل بعد من أبعادها لدى الطالبات مجموعة البحث. وبذلك يكون قد تم قبول صحة فرض البحث والإجابة عن السؤال الثاني من أسئلة البحث.

مناقشة وتفسير نتائج السؤال الثاني:

توصلت نتيجة البحث إلى أن البرنامج المقترح في هندسة الفراكتال أدى إلى تنمية القوة الرياضياتية ككل وأبعادها المختلفة لدى الطالبات الفائقات مجموعة البحث، تتفق هذه النتيجة مع نتائج عديد من الدراسات التي توصلت إلى الأثر الإيجابي لتدريس

موضوعات في هندسة الفراكتال في تنمية القوة الرياضياتية أو بعض جوانبها، لدى المتعلمين في المراحل التعليمية المختلفة ومن هذه الدراسات: **(Lannin,2004)**، أمل الشحات حافظ (٢٠٠٥)، وئام محمد محمد (٢٠١٠)، انجى توفيق احمد (٢٠١١)، أكرم قبيصي أحمد (٢٠١١)، محمد عادل صقر (٢٠١٢)، سلافه يوسف محمد (٢٠١٣)، **(Elwan, 2014)**، عبد الكريم موسى فرج الله (٢٠١٥)، محمد حسني محمد (٢٠١٧)،

كما تتفق تلك النتيجة مع نتائج العديد من الدراسات التي أكدت على الأثر الإيجابي لتوظيف تطبيقات التعلم الالكتروني في تنمية القوة الرياضياتية أو بعض مكوناتها في مناهج الرياضيات المدرسية أو هندسة الفراكتال، ومن هذه الدراسات: علي إسماعيل سرور (٢٠١٠)، دراسة علي إسماعيل سرور (٢٠١٢)، وائل محمد عبد الله ومرفت محمد كمال (٢٠١٣)، دراسة عزة محمد عبد السميع وآخرون (٢٠١٦)، نورا سعد علي (٢٠١٧).

ويمكن إرجاع تلك النتيجة إلى:

١- حداثة موضوعات هندسة الفراكتال بالنسبة للطالبات، دفعهم إلى تحصيل مفاهيمها وتعميماتها واكتساب مهاراتها، مما أدى ذلك إلى تنمية القوة الرياضياتية لديهم.

٢- ما تضمنه البرنامج المقترح في هندسة الفراكتال من مواد تعليمية، وبصرية متنوعة أثرت التعلم، وزاد من دافعية الطالبات لتعلم الخبرات الجديدة المتضمنة بالبرنامج المقترح في هندسة الفراكتال، حيث لاحظ الباحث إعجاب الطالبات بموضوع الهندسة الكسرية عند عرض فيديو تعليمي بعنوان " الهندسة الكسيرية -البعد الخفي"، وهو عبارة عن فيلم وثائقي يتحدث عن تطور هندسة الفراكتال، ودورها في حل العديد من المشكلات الحياتية.

٣- تنوع الأنشطة المتضمنة داخل البرنامج المقترح، ساعد الطالبات على اكتساب جوانب تعلم مختلفة في هندسة الفراكتال، ومن ثم زيادة الفهم لمحتوى هندسة الفراكتال، مما انعكس على نمو قدرتهم في القوة الرياضياتية.

٤- اعتمدت بعض أنشطة البرنامج المقترح على إدراك العلاقات، مما قد يكون ساعد في تنمية مهارات الاستدلال لدى الطالبات الفائقات، وهي أحد مكونات القوة الرياضياتية.

٥- اعتمدت بعض أنشطة البرنامج المقترح على ربط الطالبات مفاهيم وتعميمات هندسة الفراكتال بالبيئة المحيطة بهم، كأحد أشكال الترابطات الرياضياتية، مما قد يكون ساعد في تنمية مهارات الترابطات الرياضياتية لدى الطالبات الفائقات، وهي أحد مكونات القوة الرياضياتية.

٦- ساعد توظيف برمجيات الرياضيات التفاعلية مثل Geometry Sketch pad في انتاج فراكتالات ذات أشكال جمالية بمنتهى السهولة.

٧- أسلوب التقويم المتبع ساعد الطالبات الفائقات في تقويم أنفسهم، كما زاد من رغبة الطالبات في حل المزيد من التمارين للحصول على التشجيع الذي يقدمه البرنامج عقب كل سؤال،

٨- بيئة التعلم المستخدمة في تدريس البرنامج: حيث تكونت بيئة التعلم المستخدمة في التدريس من جزئين أساسين، وهما:

أ- بيئة التعلم داخل الفصل، وتميزت تلك البيئة بأنها غنية بالعديد من المثيرات مثل استخدام داتا شو، الوسائل التعليمية المتاحة، شبكة الانترنت؛ مما أدى إلى كسر الروتين المعتاد في عملية التدريس، كما أتاحت بيئة التعلم الفرصة للحوار والمناقشة ومشاركة الآراء.

ب- بيئة التعلم المعتمدة على أدوات التعلم الالكتروني التشاركي: ساعدت في تنمية التواصل الرياضي مع بعضهم البعض ومع المعلم خارج أوقات الدراسة المنتظمة، مما ساعد كل طالبة في دراستها لكل درس من دروس البرنامج وفقا لسرعتها، والتقدم في تعلمهن وفق سرعتهن الذاتية وفي ضوء إمكانياتهن وقدراتهن، وقدراتهم؛ مما أتاح الفرصة للطالبات التمكن من أوجه التعلم بالبرنامج المقترح.

ثانياً: توصيات البحث:

في ضوء ما توصل إليه البحث الحالي من نتائج يوصي الباحث بما يلي:

في مجال محتوى مناهج الرياضيات:

١- تضمين موضوعات هندسة الفراكتال في مناهج الرياضيات المدرسية، مع مراعاة تقديم هندسة الفراكتال بصورة متدرجة في مناهج الرياضيات المدرسية، وذلك لتجنيب الطلاب الغموض في المفاهيم الجديدة لهندسة الفراكتال.

٢- تقديم موضوعات متقدمة في هندسة الفراكتال لطلاب تخصص علمي رياضيات في الصفين الثاني والثالث الثانوي، لكي تؤهلهم لاستكمال دراستهم الجامعية في الرياضيات.

في مجال طرق التدريس:

١- توظيف مبادئ النظرية التواصلية، وترجمة مبادئها في صورة نماذج تدريسية، وتوظيفها في تعليم الرياضيات

٢- توظيف أدوات وتطبيقات التعلم الالكتروني التشاركي في عمليتي التعليم والتعلم؛ مع وجود تصميم تعليمي محكم يوضح كيف ومتى يحدث ذلك، لتحقيق أقصى استفادة منها.

في مجال اعداد معلم الرياضيات:

١- تضمين موضوعات هندسة الفراكتال في تطوير برنامج إعداد معلم الرياضيات.

٢- عقد ورش عمل لمعلمي الرياضيات قبل، وأثناء الخدمة؛ لتنمية المعرفة الإجرائية الخاصة باستخدام أدوات التعلم الالكتروني التشاركي ومبادئ النظرية التواصلية في تعليم وتعلم مقررات الرياضيات.

٣- عقد ورش عمل لمعلمي الرياضيات قبل، وأثناء الخدمة؛ لتدريبهم على بناء نماذج تقويمية في ضوء أبعاد القوة الرياضياتية.

في مجال التقويم:

١- التركيز على تنمية أبعاد القوة الرياضية كناتج تعلم لدى المتعلمين وعدم الاكتفاء بالتحصيل الدراسي.

في مجال رعاية الفائقين:

١- تقديم محتوى رياضياتي يركز على تنمية القدرات العقلية العليا لديهم.

ثالثاً: البحوث المقترحة:

(١) فاعلية برنامج مقترح في هندسة الفراكتال في تنمية متغيرات أخرى مثل: تذوق جمال الرياضيات، الحل الإبداعي للمشكلات، التفكير التأملي، التفكير البصري، لدى الطلاب الفائقين بالمرحلة الثانوية.

(٢) فاعلية برنامج مقترح قائم على الوسائط المتعددة في تنمية المفاهيم والمهارات المرتبطة بهندسة الفراكتال لدي تلاميذ المرحلة الإعدادية.

(٣) أثر توظيف أدوات التعلم الالكتروني التشاركي في تدريس الرياضيات على تنمية التفكير الإبداعي لدى طلاب المرحلة الثانوية.

(٤) أثر استخدام برمجية **GSP** في تدريس الهندسة على تنمية التفكير الهندسي لدى طلاب المرحلة الثانوية.

(٥) فاعلية برنامج تدريبي مدمج باستخدام أدوات التعلم الالكتروني التشاركي في هندسة الفراكتال لتنمية الأداء التدريسي والاتجاه نحو مهنة التدريس لدى معلمي الرياضيات.

(٦) تصميم نماذج واستراتيجيات تعليمية قائمة على النظرية التواصلية ودراسة أثرها في تحقيق نواتج التعلم المختلفة.

مراجع البحث:

- إبراهيم صابر عبد الرحمن. (٢٠١٠). تصور مقترح لبرنامج في مادة الرسم الهندسي لتنمية مستويات التفكير الهندسي والمهارات الاساسية لدى طلاب الصف الاول الثانوي الصناعي المعماري في ضوء هندسة الفراكتال . *دراسات فى المناهج وطرق التدريس* - مصر ، ١٦١*(١)*.٦٦ - ١١٤.
- إبراهيم عبد الوكيل الفار. (٢٠١٢). *تربويات تكنولوجيا القرن الحادي والعشرين: تكنولوجيات (ويب ٢.٠)*. القاهرة: دار الفكر العربي.
- إبراهيم محمد قناف. (٢٠١٥). أثر تدريس هندسة الفراكتال في تنمية مهارات التفكير الإبداعي في المرحلة الثانوية، *مؤتمر التميز في تعليم وتعلم العلوم والرياضيات الأول" توجه العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات"* السعودية: جامعة الملك سعود، ٣٩-٧١.
- أحمد حسين حسن. (٢٠١٣). *فاعلية برنامج مقترح قائم على التطبيقات الرياضية لهندسة الفراكتال ومبادئ النانوتكنولوجى لتنمية التفكير الإبداعي والتحصيل والاتجاه نحو الرياضيات لدى طلاب المرحلة الإعدادية*. (رسالة دكتوراه)، كلية البنات، جامعة عين شمس.
- أحمد حمدي أحمد.(٢٠١٣). *فاعلية برنامج مقترح في هندستى التوبولوجى والفراكتال فى تنمية التفكير الابداعى والدافعية نحو الانجاز لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية*. (رسالة دكتوراه)، كلية التربية، جامعة أسيوط.
- أحمد زارع أحمد. (٢٠١٥). فاعلية برنامج مقترح قائم على مهارات النظرية التواصلية لتنمية الكفاءة المهنية والمهارات الاجتماعية لدى الطلاب المعلمين شعبة التعليم الأساسي " مواد اجتماعية " بكلية التربية. *مجلة كلية التربية بأسيوط* -مصر، ٣١*(٤)*، ٥٠٧ -٥٦٧.

- أحمد صادق عبد المجيد، عبد الله على محمد.(٢٠١١).*الجيل الثاني في التعلم الالكتروني، معايير Scorm.القاهرة*: دار السحاب.
- أشرف محمد حسن. (٢٠١٤). تنمية مهارات ما وراء المعرفة باستخدام التأمل التعاوني وخرائط التفكير التعاونية للطلاب المتفوقين في الرياضيات بالصف الأول الثانوي. *مجلة القراءة والمعرفة* ، ١٥٣ ، ١٤٩ -١٩١.
- أكرم قبيصي أحمد.(٢٠١١). *فاعلية برنامج كمبيوتر مقترح لهندسة الفراكتال في تنمية بعض مهارات التفكير الإبداعي والرياضي لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي*. (رسالة دكتوراه)، معهد الدراسات والبحوث التربوية. جامعة القاهرة.
- أمل إبراهيم حمادة، أية طلعت إسماعيل. (٢٠١٤). أثر تصميم بيئة للتعلم الإلكتروني التشاركي قائمة على بعض أوات الويب ٢ وفقاً لمبادئ النظرية التواصلية على تنمية مهارات إدارة المعرفة الشخصية لدى طلاب الحاسب الآلي. *دراسات عربية في التربية وعلم النفس - السعودية*، ٥٦، ٨١ -١٤٨.
- أمل الشحات حافظ. (٢٠٠٥). *برنامج مقترح في الهندسة الكسورية باستخدام الكمبيوتر للطلاب المتفوقين بالمرحلة الثانوية*. (*رسالة دكتوراه*)، كلية البنات. جامعة عين شمس.
- أنجي توفيق ابراهيم. (٢٠١١). فعالية برنامج مقترح باستخدام الألعاب الكمبيوترية في إكساب تلاميذ المرحلة الابتدائية مفاهيم ومهارات هندسة الفراكتال واتجاهاتهم نحو مادة الرياضيات. (*رسالة ماجستير*)، كلية التربية، جامعة بورسعيد، مصر.
- إيمان سمير أحمد. (٢٠١٦). فاعلية استخدام استراتيجية قبعات التفكير الست في تنمية التحصيل والقوة الرياضية لدى طلاب الصف الثاني الثانوي. *مجلة تربويات الرياضيات* ، ١٩*(٣)*، ١١٨ - ١٩٥.
- بدر سالم المعمري. (٢٠٠٨). الموهبة والتفوق. *التطوير التربوي -عمان*، ٤٤، ١٩ -٢٠.
- بشرى محمود قاسم. (٢٠١٣). بناء برنامج تدريبي لتنمية القوة الرياضية لدى الطلبة المطبقين في قسم الرياضيات كلية التربية ابن الهيثم. *العلوم التربوية والنفسية -العراق*، ٩٦*(١)*.٥٢ -٩٤.
- تقية حزام النقش. (٢٠١٢). فاعلية استراتيجية مقترحة متضمنة برنامج GSP لتدريس هندسة الفراكتال لطلبة كلية التربية في تنمية مهارات الابداع والتفكير المنظومى وبقاء أثر التعلم. (*رسالة دكتوراه*)، كلية التربية، جامعة أسيوط، مصر.
- حسن الباتع محمد. (٢٠١٤). التعلم التشاركي عبر الويب (المفهوم، المميزات، الادوات، العمليات، الاستراتيجيات). *مجلة التعلم الالكتروني بالمنصورة*. ١٣ . ٥٦-٥٩.
- حسن ربحي مهدي. (٢٠١٢). استراتيجيتان للتعلم التشاركي القائم على أدوات الويب ٢ بمقرر إلكتروني عن بعد ، و فاعليتهما في تنمية مهارات توليد المعرفة و تطبيقها لدى طلبة كلية التربية . *مجلة البحث العلمي في التربية - مصر* ١٣*(٢)*.٧٨٩ - ٨٠٧ .
- حسن علي سلامة، جاسم محمد التمار. (١٩٩٧). برنامج مقترح لرعاية الطلبة الفائقين في الرياضيات في المرحلة المتوسطة بدولة الكويت. *مجلة كلية التربية -جامعة طنطا - مصر*، ٢٤*(١)*.٤٢ – ٨١.

- حمدان جابر الحربي، معيوف السبيعي. (٢٠١٣). علاقة الاستدلال الرياضي بالتحصيل في مادة الرياضيات والتفوق الأكاديمي. *عالم التربية* -مصر، ١٤(٤٤)، ٢١٥ -٢٤٨.
- حمدان محمد إسماعيل. (٢٠١٣). تصميم بيئة مقترحة للتعلم التشاركي قائمة على توظيف الشبكات الاجتماعية كفضاء تعليمي اجتماعي لتنمية مهارات التواصل الإلكتروني الشبكي والاتجاه نحو تعلم الكيمياء عبر الويب .*دراسات عربية في التربية وعلم النفس - السعودية*، ٣٥(٣). ٧٢-١٢٥.
- حنان سالم آل عامر. (٢٠٠٩). دمج *برنامج Triz في الرياضيات*. الاردن: دار ديبونو للنشر والتوزيع.
- حنان سالم آل عامر. (٢٠١٠). *تعليم التفكير في الرياضيات أنشطة إثرائية*(ط٢). الاردن: دار ديبونو للنشر والتوزيع.
- حنان عبد الله رزق. (٢٠١٠). فاعلية التدريس بالذكاء الناجح على التحصيل والتفكير الإبداعي لطالبات الصف الثاني الثانوي المتفوقات بمادة الرياضيات بمدينة مكة المكرمة. *المؤتمر العلمي العربي السادس لرعاية الموهوبين والمتفوقين -رعاية الموهوبين ضرورة حتميه لمستقبل عربي أفضل -المجلس العربي للموهوبين والمتفوقين -الأردن، ١، عمان: المجلس العربي للموهوبين والمتفوقين وواجهة الأردن للتعلم والتبادل الثقافي*، ٢٤٧ - ٢٧١.
- حنان عبد الله رزق. (٢٠١٢). أثر استخدام مدخل القوة الرياضية للطالبات المعلمات في تنمية التحصيل والاتجاه نحو الرياضيات لطالباتهن بالمرحلة المتوسطة. *العلوم التربوية – مصر*، ٢٠(٣). ١٧٧ - ٢٠٢.
- خليل إبراهيم السيف، عز الدين محمود عبد الله، دجان بشير طه. (٢٠١٠). اقتراح خوارزمية لتقطيع الصور الطبية باعتماد الهندسة الكسورية. المجلة *العراقية للعلوم الإحصائية - كلية علوم الحاسوب والرياضيات - جامعة الموصل - العراق*، ١٧ ، ٤٤٩ - ٤٧٣.
- خيرية رمضان، آمال رياض. (١٩٩٧). مدى فاعلية البرنامج الإثرائي في الرياضيات للمتفوقين على التحصيل الدراسي للصف الأول المتوسط بدولة الكويت. *مجلة كلية التربية بأسيوط* ، ١٣(٢)، ٢٧٨ -٣١٢.
- داليا خيري حبيشي. (٢٠١٢). فاعلية بيئة مقترحة للتعلم الالكتروني التشاركي قائمة على بعض أدوات الويب ٢ لتطوير التدريب الميداني لدى الطلاب معلمي الحاسب الآلي . *مجلة كلية التربية بالمنصورة* -مصر ،٧٩(١). ٧٠٥ - ٧٥٨.
- رانا محفوظ حمدي. (٢٠١١). بيئة التعلم الالكتروني الشخصية (PLE). *مجلة التعلم الالكتروني -المنصورة*، ٨، متاح على الرابط
http://emag.mans.edu.eg/index.php?page=news&task=show&id=244&sessionID=24
- رشا السيد صبري. (٢٠١٣). فاعلية برنامج مقترح في هندسة الفراكتال باستخدام السبورة التفاعلية في تنمية بعض مهارات الحس المكاني ومهارات استخدام السبورة التفاعلية لدى

طلاب الدراسات العليا بكليات التربية. *دراسات عربية في التربية وعلم النفس*، ٢٨(٣). ١١ – ٦٦.

– رشا هاشم محمد، منال فاروق سطوحي، محمد أحمد المشد. (٢٠١١). فعالية المدخل الإنساني في تدريس الرياضيات على تنمية القوة الرياضية لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية. *مجلة البحث العلمي في التربية* -مصر، ١٢(٤). ٩٥١ – ٩٥٩.

– رضا أبو علوان ابراهيم. (٢٠٠٥). تضمين هندسة الفراكتال FRACTAL GEOMETRY في الرياضيات المدرسية. *المؤتمر العلمي الخامس- التغيرات العالمية والتربوية وتعليم الرياضيات* -مصر ، بنها: الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، ٣٢٦ - ٣٥٥.

– رضا مسعد السعيد، ناصر السيد عبد الحميد. (٢٠١٠). توكيد الجودة في مناهج التعليم: المعايير والعمليات والمخرجات المتوقعة. القاهرة: دار التعليم الجامعي.

– رفعت محمد المليجي. (٢٠٠٨). *طرق تعليم الرياضيات: الإبداع والإمتاع*. القاهرة: دار السحاب.

– رمضان رفعت سليمان. (٢٠٠٥). أثر النشاط التعليمي الحر بنادي الرياضيات للتلاميذ الفائقين بالمرحلة الابتدائية على تحصيلهم وتفكيرهم الإبداعي .*المؤتمر العلمي السادس لكلية التربية بالفيوم (التنمية المهنية المستدامة للمعلم العربي)* -مصر، ٢ ، الفيوم: كلية التربية - جامعة القاهرة. فرع الفيوم، ٢٨٣ – ٣٦٧.

– ريهام محمد الغول. (٢٠١٢). فعالية برنامج تدريبي إلكتروني قائم على التعلم التشاركي في تنمية مهارات استخدام بعض خدمات الجيل الثاني للويب لدى معاوني أعضاء هيئة التدريس .*مجلة كلية التربية بالمنصورة* -مصر، ١٧٨(١)، ٢٧٨-٣٢٩.

– زكريا جابر الحناوي. (٢٠١١). فاعلية استخدام الأنشطة الاثرائية في تنمية أبعاد القوة الرياضية لدى التلاميذ المتفوقين في الرياضيات بالمرحلة الابتدائية. *مجلة تربويات الرياضيات* - مصر، ١٤(٣). ٩٩ - ١٣٧.

– زينب طاهر توفيق. (٢٠١٤). فاعلية تطوير منهج الهندسة في ضوء بعض المعايير العالمية في التحصيل والتفكير ودافعية الإنجاز لدى تلاميذ الصف الأول الثانوي. *(رسالة دكتوراه)*، كلية التربية، جامعة المنيا، مصر.

– سامية حسنين هلال. (٢٠١٦). فاعلية استراتيجية قائمة على التعلم المستند للدماغ في تنمية بعض مهارات القوة الرياضياتية لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية. *مجلة تربويات الرياضيات* ، ١٩(٣)، ٦ -٥٦.

– سامية عبد العزيز عبد السلام. (٢٠١٤). برنامج قائم على استراتيجيات التفكير المتشعب في تدريس الرياضيات لتنمية القوة الرياضياتية وبعض عادات العقل لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية. *مجلة تربويات الرياضيات* ، ١٧(٧)، ٢٤٥ -٢٥٥.

– سعد نجيب متولي. (٢٠١٤). فعالـــية التدريس باستخدام استراتيجية تمثيل الأدوار في تنمية القوة الرياضياتية لدى تلاميذ الحلقة الأولى من مرحلة التعليم الأساسي. *(رسالة ماجستير)*. كلية التربية، جامعة الزقازيق، مصر.

- سلافة يوسف محمد. (٢٠١٣). فاعلية تدريس هندسة مزودة ببعض أفكار هندسة الفراكتال باستخدام البرمجيات التفاعلية في تنمية التحصيل في الهندسة ومهارات التفكير البصري لدى التلاميذ الصم بالمرحلة الابتدائية. (*رسالة ماجستير*)، كلية التربية، جامعة عين شمس، مصر.
- سوسن محمد موافي. (٢٠٠٤). أثر تدريس بعض موضوعات هندسة الفتافيت (الفراكتالات) باستخدام اللوحة الهندسية على تنمية التحصيل والتفكير الهندسي لدى تلميذات الصف الثالث المتوسط. *مجلة البحوث النفسية والتربوية -كلية التربية جامعة المنوفية - مصر،١٩(٢)*، ٢٥٠ -٢٩٢.
- سيد عبد الله عبد الفتاح. (٢٠١٤). فاعلية برنامج مقترح قائم على بعض عادات العقل المنتجة في تنمية مهارات القوة الرياضياتية لدى تلاميذ الصف الخامس الابتدائي. *(رسالة دكتوراه)*. معهد الدراسات التربوية، جامعة القاهرة، مصر.
- شذى زامل جميل. (٢٠١٢). *فاعلية وحدة مقترحة في هندسة الفراكتال باستخدام الحاسوب لتنمية التفكير البصرى والتحصيل لدى تلميذات المرحلة الابتدائية*. (رسالة ماجستير). جامعة الطائف، الطائف.
- صابرين محمد منصور. (٢٠١٣). فعالية استراتيجيات قائمة على نظرية الذكاءات المتعددة في تنمية بعض جوانب القوة الرياضياتية لدى تلاميذ الحلقة الاولى من التعليم الأساسي. (*رسالة ماجستير*). كلية التربية، جامعة بورسعيد، مصر.
- طه علي أحمد. (٢٠١١). فاعلية برنامج مقترح في هندسة الفركتال قائم على التعلم الخليط في التحصيل المعرفي و تنمية التفكير الابتكاري و تذوق جمال الرياضيات لدى طلاب كلية التربية. (*رسالة دكتوراه*). كلية التربية، جامعة سوهاج، مصر.
- طه علي أحمد. (٢٠١٤). درجة امتلاك طلاب المرحلة الثانوية للقوة الرياضية. *مجلة البحث العلمي في التربية ، ١٥(٤)*، ٦٦١ -٦٨٦.
- عبد الجواد عبد الجواد بهوات و حسن هاشم بلطية. (٢٠٠٧). فاعلية نموذج قائم على المستويات المعيارية في تنمية القوة الرياضياتية لدى طلاب المرحلة الثانوية. مجلة كلية التربية (جامعة بنها)، ٧١(١٧).١-٣٢.
- عبد الرحمن سيد سليمان، تهاني محمد عثمان. (٢٠٠٨). *المتفوقون والموهوبون والمبتكرون*. القاهرة. مكتبة الأنجلو المصرية
- عبد الكريم موسى فرج الله. (٢٠١٥). فاعلية تدريس وحدة تعليمية مقترحة في هندسة الفراكتال على التحصيل المعرفي والاتجاه نحو تعلم الرياضيات لدى طلاب الصف الثامن الأساسي. *مجلة العلوم التربوية -جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا -السودان*، ٢ . ١١٥ – ١٣٦.
- عبد المطلب أمين القريطي. (٢٠٠٥). *الموهوبون والمتفوقون خصائصهم واكتشافهم ورعايتهم*. القاهرة: دار الفكر العربي.
- عثمان علي القحطاني. (٢٠١٣). برنامج مقترح قائم على نموذج مارزانو لتدريس الرياضيات وبيان أثره على تنمية عادات العقل المنتج لدى الطلبة المتفوقين والموهوبين بالمرحلة

المتوسطة. *المؤتمر العلمي العربي العاشر لرعاية الموهوبين والمتفوقين - معايير ومؤشرات التميز: الإصلاح التربوي ورعاية الموهوبين والمتفوقين - المجلس العربي للموهوبين والمتفوقين - الأردن*، ج ١ ، عمان: المجلس العربي للموهوبين والمتفوقين، ٣٠١ - ٣٢٣.

- عزة محمد عبد السميع، زينب حسن خليفة، عادل علي عواد. (٢٠١٦). فاعلية التعلم الإلكتروني المدمج في تحصيل الهندسة الكسورية لدى تلاميذ المرحلة الإعدادي. *مجلة كلية التربية في العلوم التربوية - كلية التربية - جامعة عين شمس - مصر*، ٤٠(٢) ، ١٢١ - ١٥٨.
- علي إسماعيل سرور. (٢٠١٠)، فاعلية استخدام البرمجيات الحرة مفتوحة المصدر في تنمية القوة الرياضية لدى طلاب شعبة الرياضيات بكلية التربية، *المؤتمر الدولي الخامس (مستقبل إصلاح التعليم العربي لمجتمع المعرفة تجارب ومعايير ورؤى) - مصر*، ج ١، القاهرة: المركز العربي للتعليم والتنمية (أسد) والجامعة العربية المفتوحة بالقاهرة، ٦٩٧ – ٧٢٤.
- علي إسماعيل سرور. (٢٠١٢)، فاعلية نموذج مقترح معتمد على تطبيقات التعلم الإلكتروني والمدخل التاريخي في تنمية القوة الرياضية لدى طلاب برنامج التأهيل التربوي، *المؤتمر الإقليمي الثاني لقسم علم النفس: علم النفس والإمكانات الإيجابية لدى الإنسان العربي*، ٩- ١١ ابريل، جامعة القاهرة.
- علي محمد غريب عبد الله. (٢٠١٣). فاعلية برنامج قائم على التعلم الدماغي لتنمية القوة الرياضية لدى طلاب الصف الأول الثانوي. *(رسالة دكتوراه)*. كلية التربية. جامعة أسيوط. مصر.
- غادة شومان الشحات. (٢٠١٦). برنامج اثرائي مقترح في ضوء الاتجاهات الحديثة لتنمية التواصل والإبداع الرياضي للطلاب المتفوقين بالمرحلة الثانوية. (*رسالة دكتوراه*). كلية البنات للآدب والعلوم والتربية. جامعة عين شمس. مصر.
- غادة عبد الله العمودي. (٢٠٠٩). البرمجيات الاجتماعية في منظومة التعلم المعتمد على الويب: الشبكات الاجتماعية نموذجا، *المؤتمر الدولي الأول للتعلم الإلكتروني والتعليم عن بعد: صناعة التعلم للمستقبل*، الرياض، السعودية.
- فتحي عبد الرحمن جروان. (٢٠٠٠). حاجات الطلبة الموهوبين والمتفوقين ومشكلاتهم. *المؤتمر العلمي العربي الثاني لرعاية الموهوبين والمتفوقين -التربية الإبداعية أفضل استثمار للمستقبل -المجلس العربي للموهوبين والمتفوقين -الأردن*. ١٢٢ - ١٣٢ .
- فريد كامل أبو زينة. (٢٠١٠). *تطوير مناهج الرياضيات المدرسية و تعليمها*. عمان: دار وائل.
- كرم لويس شحاته. (١٩٩١). فعالية وحدة اثرائية للتلاميذ المتفوقين في رياضيات الصف الثاني الابتدائي. مجلة أسيوط لعلوم وفنون التربية الرياضية -مصر، ٥(٢)، ٢٥٣ -٢٨٨.
- ماريان ميلاد جاد. (٢٠١٦). فاعلية برنامج قائم على النظرية الاتصالية باستخدام بعض تطبيقات جوجل التفاعلية في تنمية بعض المهارات الرقمية والانخراط في التعلم لدى طلاب كلية التربية جامعة أسيوط. *دراسات عربية في التربية وعلم النفس - السعودية*، ٧٠ ، ١٠٩ - ١٤٤.

- محبات حافظ أبو عميرة. (١٩٩٦). *المتفوقون والرياضيات*. القاهرة: مكتبة الدار العربية للكتاب.
- محمد أحمد عبد الحميد. (٢٠١٦). أثر اختلاف نمطي التعلم التشاركي المتزامن وغير المتزامن على تنمية مفاهيم ومهارات إنتاج صفحات الإنترنت ومهارات التعاون ومفهوم الذات لدى تلاميذ الحلقة الابتدائية *(رسالة دكتوراه)*. جامعة القاهرة، القاهرة.
- محمد أمين المفتي. (٢٠٠٩). الرياضيات وما بعد الحداثة: رؤية تحليلية. دراسات *في المناهج وطرق التدريس* -مصر، ١٥١، ١٤ -٢٥.
- محمد عادل صقر. (٢٠١٢). فاعلية تدريس وحدة لهندسة الفراكتال باستخدام الكمبيوتر في تنمية التحصيل وبعض مهارات التفكير التخيلي لدى طلاب الصف الاول الثانوي. (*رسالة ماجستير*)، كلية التربية، جامعة حلوان، مصر.
- محمد عبد القادر علي. (٢٠١١). فعالية برنامج قائم على المدخل المنظومى في تنمية القوة الرياضياتية وبعض مهارات ما وراء المعرفة لدى الطلاب الفائقين بالمرحلة الثانوية. (*رسالة دكتوراه*)، كلية التربية دمنهور، جامعة المنوفية.
- محمد عطية خميس. (٢٠١٥). *مصادر التعلم الإلكتروني – الجزء الأول: الأفراد والوسائط*. القاهرة: دار السحاب.
- محمد عطية خميس. (٢٠١٢). النظرية الترابطية (٢). *تكنولوجيا التعليم* -مصر، ٢٢(٤)، ١ - ٤.
- محمد علي القبيلات، محمد أحمد المقدادي، (٢٠١٤)، أثر التدريس وفق القوة الرياضية على استيعاب المفاهيم الرياضية لدى طالبات الصف الثامن الأساسي في الأردن، دراسات - العلوم *التربوية -الاردن*، ٤١، ٣٣٣ – ٣٤٦.
- محمد فخري العشري. (٢٠١٣). فاعلية برنامج تعلم إلكتروني مدمج في تدريس هندسة الفراكتال في تنمية التفكير التحليلي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية. *(رسالة دكتوراه)*، كلية التربية بالإسماعلية، جامعة قناة السويس، مصر.
- محمد محمود عبد الوهاب. (٢٠١٦). فاعلية التعلم الإلكتروني التشاركي القائم على استخدام نظام إدارة التعلم الإلكتروني بلاك بورد في تنمية مهارات التصميم الإلكتروني وبقاء أثر التعلم لدى طلاب كلية الحاسبات بالجامعة الإسلامية بالمدينة المنورة. *المجلة التربوية –كلية التربية سوهاج، جامعة سوهاج*، ٤٦(٣). ٣٠١ - ٣٢٦.
- مروة زكي توفيق. (٢٠١٢). تطوير نظام تعليم إلكتروني قائم على بعض تطبيقات السحب الحاسوبية لتنمية التفكير الابتكاري و الاتجاه نحو البرامج التي تعمل كخدمات . *التربية (جامعة الأزهر) - مصر ١٤٧(٢)*. ٥٤١ - ٦٠٠ .
- مصطفى جودت صالح. (٢٠١٥). نموذج لتوظيف شبكات التواصل الاجتماعي في المقررات الدراسية والبرامج التدريبية. متاح على الرابط **http://drgawdat.edutech-portal.net/archives/29** ، تاريخ الزيارة (١٧-٩-٢٠١٥).
- مصطفى عبد الرحمن طه. (٢٠١٦). فاعلية تصميم بيئة تعلم إلكترونى تشاركى فى تنمية مفاهيم محركات بحث الويب غير المرئية ومعتقدات الكفاءة الذاتية لدى طلاب كلية التربية. *مجلة القراءة والمعرفة* -مصر، ١٧٤، ٢٣ - ١٣٢

- مكة عبد المنعم البنا. (٢٠٠٧). فعالية وحدة مقترحة في الهندسة الكسورية لطلاب كلية التربية وأثرها على التفكير الإبداعي والاتجاه نحو الرياضيات. *المؤتمر العلمي السابع - الرياضيات للجميع -مصر، القاهرة: الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات*، ١٨٢ - ٢٣٥.
- منى توكل السيد، عبد الحكيم سعيد رضوان. (٢٠١٣). تشخيص مشكلات المتفوقين والموهوبين من طلاب المرحلتين المتوسطة والثانوية بمدارس التعليم العام بمحافظة الزلفى. *التربية (جامعة الأزهر) -مصر، ١٥٢(١)*. ٧٧ – ١١٥.
- موزه هلال السعدي. (٢٠١١). تطوير نسخة معدلة من مقاييس جامعة بيردو الأكاديمية وقياس فعاليتها في الكشف عن الطلبة المتفوقين أكاديميًا. (*رسالة دكتوراه*)، كلية التربية، جامعة عمان العربية، عمان.
- ميرفت محمود محمد. (٢٠١١). وحدة مقترحة في هندسة الفراكتال Fractal Geometry معدة في ضوء المدخل البصرى المكاني لتلاميذ الصف الثامن الابتدائي الصم وضعاف السمع. *مجلة كلية التربية بالإسماعلية. ١٩(١)*. ٧٧-١١٢.
- ناصر السيد عبد الحميد. (٢٠٠٦). تطوير منهج الرياضيات في ضوء المعايير المعاصرة وأثر ذلك على تنمية القوة الرياضياتية لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية. المؤتمر العلمي السادس - مداخل معاصرة لتطوير تعليم وتعلم الرياضيات -مصر، القليوبية: جامعة بنها. كلية التربية. الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، ٥٠ -١٠١.
- ناصر السيد عبد الحميد. (٢٠١٢). برنامج قائم على النظرية الترابطية لعلاج صعوبات تعلم الرياضيات لدى تلاميذ المدارس التجريبية الرسمية للغات فى جمهورية مصر العربية. *دراسات في المناهج وطرق التدريس -مصر، ١٨٥*، ٩٩ – ١٤٥.
- نبيل صلاح جاد. (٢٠٠٩). فعالية وحدة مقترحة في ضوء النموذج البنائي في تنمية القوة الرياضية لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية .*مجلة تربويات الرياضيات -مصر، ١٢(٢)*. ٦٠ -١٣٠.
- نظله حسن خضر. (٢٠٠٤). *معلم الرياضيات والتجديدات الرياضية، هندسة الفراكتال وتنمية الابتكار التدريسي لمعلم الرياضيات*. مصر: عالم الكتاب.
- نهى السعيد محمد، محمد أحمد الكرش، مصطفى محمد عبد القوي، رجب سرور بدر. (٢٠١٤). فاعلية استراتيجية (فكر - زاوج - شارك - اكتب) في تنمية بعض جوانب القوة الرياضية لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية. *مجلة تربويات الرياضيات -مصر، ١٧(٤)*، ٢٦٤ - ٢٧٢.
- هبة عثمان محمود. (٢٠١٤). *فاعلية تدريس وحدة مقترحة في الهندسة الكسورية قائمة على معايير تعليم الهندسة في التحصيل المعرفي والتفكير البصرى لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي*. (رسالة ماجستير)، كلية التربية. جامعة المنيا.
- هبة محمد محمود. (٢٠١٠). هندسة الفراكتال وتنمية الابداع بمفهومه العصري. *مجلة القراءة والمعرفة -مصر* ، ١٠٦، ٢٠٢ - ٢٠٨.

- هشام عبده عبد الغفار. (٢٠٠٥). فعالية برنامج قائم على نموذج الثالوث الإثرائي على تنمية الإبداع الرياضي لدى الطلاب الفائقين بالمرحلة الثانوية. (*رسالة دكتوراه*)، كلية التربية، جامعة المنوفية.
- هشام مصطفى كمال. (١٩٩٤). بناء برنامج إثرائي في الرياضيات للتلاميذ المتفوقين بالصف الأول الإعدادي وأثره على تحصيلهم لجوانب التعلم الإثرائية والمعتادة. (*رسالة دكتوراه*)، كلية التربية، جامعة المنيا.
- همت عطية قاسم. (٢٠١٣). فاعلية نظام مقترح لبيئة تعلم تشاركي عبر الإنترنت في تنمية مهارات حل المشكلات والاتجاهات نحو بيئة التعلم لدى طلاب تكنولوجيا التعليم. (*رسالة دكتوراه*)، كلية التربية النوعية، جامعة عين شمس.
- هياء علي العتيبي، عزيزة عبد الله طيب. (٢٠١٠). أثر استخدام البرمجيات الاجتماعية القائمة على التعلم الشبكي التشاركي على النمو المهني لدى المشرفات التربويات. *المؤتمر الدولي الخامس (مستقبل إصلاح التعليم العربي لمجتمع المعرفة تجارب ومعايير ورؤى) -مصر، ١، القاهرة: المركز العربي للتعليم والتنمية (أسد) والجامعة العربية المفتوحة بالقاهرة*، ٨٣٧ -٩٠٨.
- وائل عبد الله علي. (٢٠٠٨). فاعلية وحدة مقترحة في هندسة الفراكتال fractal geometry باستخدام الكمبيوتر في تنمية مهارات التفكير البصري والميل نحو الرياضيات الديناميكية لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية. *مجلة تربويات الرياضيات -مصر، ١١(١)*. ٥٩ -١٢٨ .
- وائل محمد عبد الله، مرفت محمد آدم. (٢٠١٣). وحدة بنائية في الرياضيات الحيوية Biomathematics قائمة على المنهج الرقمي لتنمية القوة الرياضية والوعي البيئي لدي الطالبات المعلمات. *دراسات في المناهج وطرق التدريس -مصر*، ١٩٦، ٦٥ -١١٢.
- وزارة التربية والتعليم المصرية. (٢٠٠٩). *وثيقة المستويات المعيارية لمحتوى مادة الرياضيات للتعليم قبل الجامعي*. القاهرة: الهيئة القومية لضمان الجودة والاعتماد.
- وفاء صلاح الدين إبراهيم. (٢٠١٥). أثر التعلم التشاركي عبر الويب القائم على النظرية الاتصالية على فاعلية الذات الأكاديمية ودافعية الإتقان لدى طلاب الدبلوم الخاص تكنولوجيا التعليم. *دراسات عربية في التربية وعلم النفس - السعودية*، ٦٢، ١٢٩ - ١٦٢
- وفاء مصطفى محمد. (٢٠٠٢). أثر استخدام التفكير الجمعي على تنمية مهارة حل المشكلات في الرياضيات لدى التلاميذ المتفوقين في المرحلة الابتدائية. *العلوم التربوية -مصر*، ١٠ *(عدد خاص)*، ١٧٧ -٢٠٠.
- ولاء جهاد جبر.(٢٠١٥). فاعلية برنامج مقترح في هندسة الفراكتال في تنمية القدرة المكانية والأداء التدريسي لدى معلمي الرياضيات للمرحلة الأساسية العليا في محافظة نابلس. *(رسالة ماجستير)*، كلية التربية، جامعة سوهاج.
- وليد صابر القاضي. (٢٠١٢). فاعلية تدريس وحدة مقترحة قائمة على هندسة الفراكتال في تنمية التحصيل والتفكير الإبداعي لدي تلاميذ المرحلة الابتدائية. (*رسالة ماجستير*)، كلية التربية، جامعة المنوفية، مصر.

- وليم تاوضروس عبيد. (٢٠٠٤). *تعليم الرياضيات لجميع الأطفال في ضوء متطلبات المعايير وثقافة التفكير*. عمان: دار المسيرة.
- وئام محمد حمد.(٢٠١٠). *فاعلية برنامج تدريبي قائم على هندسة الفراكتال لتنمية مهارات حل المشكلات الهندسية والتفكير الرياضي والإبداعي لدى معلمات الرياضيات بالمرحلة المتوسطة بمدينة جدة*. (رسالة ماجستير)، غزة: كلية الدراسات العليا. جامعة النجاح.
- Adams, H. M., & Russ, J. C. (1992). Chaos in the Classroom: Exposing Gifted Elementary School Children to Chaos and Fractals. *Journal of Science Education and Technology, 1*(3), 191-209. doi: 10.2307/40188440
- Bell, F. (2010). Connectivism: Its place in theory-informed research and innovation in technology-enabled learning. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning, 12*(3), 98-118.
- Boyd, C. J., Cummins, J., Malloy, C. E., Carter, J. A., & Flores, A. (2008). *California geometry : concepts, skills and problem solving*. New York: Glencoe/McGraw-Hill.
- Braswell، J. S.، Daane، M. C.، & Grigg، W. S. (2003). The nation's report card: Mathematics highlights: Washington، DC: US Department of Education، National Center for Education Statistics.(NCES 2004451.).
- Camp, D. R. (1999). *A cultural history of fractal geometry: The biography of an idea*. (9917760 Ph.D.), Loyola University of Chicago, Ann Arbor. Retrieved
- Cederberg, J. (2001). *A course in modern geometries*: Springer Science & Business Media.
- Cummins, J., & Glencoe/McGraw, H. (2008). *Geometry : concepts and applications*. New York: Glencoe/McGraw-Hill.
- Elgazzar, A.E. (2014) Developing E-Learning Environments for Field Practitioners and Developmental Researchers: A Third Revision of an ISD Model to Meet E-Learning and Distance Learning Innovations. *Open Journal of Social Sciences, 2, 29-37*. http://dx.doi.org/10.4236/jss.2014.22005
- Elwan, R. A. (2014). The Effect of Teaching "Chaos Theory and Fractal Geometry" on Geometric Reasoning Skills of Secondary Students.

International journal of research in education methodology, 6(2), 805-814 .

- Fraboni, M., & Moller, T. (2008). Fractals in the Classroom. *Mathematics Teacher, 102*(3), 197-199.
- Hirsch, C. R., Fey, J. T., & Glencoe/McGraw, H. (2008). *Core-plus mathematics : contemporary mathematics in context, Course 3*. New York: Glencoe/McGraw-Hill.
- Hirsch, C. R., Fey, J. T., Hart, E. W., Schoen, H. L., & Watkins, A. E. (2008). *Core-plus mathematics : contemporary mathematics in context, Course 1*. New York, N.Y.: Glencoe/McGraw-Hill.
- Holliday, B., Cuevas, G. J., Luchin, B., Carter, J. A., Marks, D., Day, R., . . . Hayek, L. M. (2008). *California Algebra 2 : concepts, skills, and problem solving*. New York: Glencoe/McGraw-Hill.
- Holliday, B., Cuevas, G. J., McClure, M. S., Carter, J. A., & Marks, D. (2004). *Advanced mathematical concepts: Precalculus with applications*: Glencoe/McGraw-Hill.
- Ittigson, R. (2002). Helping Students Become Mathematically Powerful. *Teaching Children Mathematics, 9*(2), 91-95. doi: 10.2307/41197985
- Johnson, D. T. (2000). Teaching mathematics to gifted students in a mixed-ability classroom: *ERIC Clearinghouse on Disabilities and Gifted Education, the Council for Exceptional Children*.
- Karakus, F. (2013). A Cross-age study of students' understanding of fractals. Bolema: *Boletim de Educação Matemática, 27(47),* 829-846.
- Karakus, F. (2015). Investigation into how 8th Grade Students Define Fractals. *Educational Sciences: Theory & Practice, 15*(3). 528-836
- KarakuŞ, F., & Bakİ, A. (2011). Assessing Grade 8 Elementary School Mathematics Curriculum and Textbooks within the Scope of Fractal Geometry. *Ilkogretim Online, 10(3),* 1081-1092.
- Karakus, F., & Karatas, I. (2014). Secondary school students' misconceptions about fractals. *Journal of Education and Human Development, 3*(3), 241-250.
- Kelly, L. S. (1994 a). *Chaos Theory and Fractal Geometry as Enrichment for Gifted Students*: University of Melbourne

- Kelly, L. S. (1994 b). *The investigation into the application of chaos theory and fractal geometry as a cross-curricular enrichment theme for highly able students* .
- Lannin, J. K. (2004). Developing Mathematical Power by Using Explicit and Recursive Reasoning. *The Mathematics Teacher, 98*(4), 216-223. doi: 10.2307/27971686
- Lornell, R., & Westerberg, J. (1999). Fractals in High School: Exploring a New Geometry. *The Mathematics Teacher, 92*(3), 260-269. doi: 10.2307/27970935
- Lynch, C., & Olmstead, E. (2006). *Mathmatters. an integrated program 3* Columbus, Ohio: Glencoe/McGraw-Hill.
- McKee, R. (1995). Students making connections through interactions with fractal geometry activities. (MM17623 M.Ed.), Memorial University of Newfoundland (Canada), Ann Arbor. Retrieved from http://search.proquest.com/docview/304236462?accountid=37552 ProQuest Dissertations & Theses Global database .
- National Council of Teachers of Mathematics. (1989). The Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics. Available At http://www.fayar.net/east/teacher.web/math/standards/previous/CurrEvStds/evals4.htm. access on 3-10-2012.
- Naylor, M. (1999). Exploring Fractals in the Classroom. *The Mathematics Teacher, 92*(4), 360-366. doi: 10.2307/27970992
- Naylor, M. (2005). Fractal Fraction Fun. *Teaching Pre K-8, 35*(6), 33-34.
- NSF, (1995). *Mathematical Power For All Students: The Rhode Island Mathematics Framework*. K-12. C.I.A.I. Curriculum, Instruction, Assessment, Improvement, Pinellas County Schools Division of Curriculum and Instruction Secondary Mathematics. Washington. DC. Arlington. Available At http://fcit.usf.edu/math/resource/mathpower/fullpowr.pdf . access on 3-10-2015.
- Orrill, R., & French, V. (2002). Mathematics framework for the 2003 National Assessment of Educational Progress. *Washington, DC: National Assessment Governing Board. Retrieved September, 14*, 2005.

- Peitgen, H.-O., Jürgens, H., & Saupe, D. (1992). *Fractals for the Classroom Part Two: Complex Systems and Mandelbrot Set*. New York, NY: Springer New York.
- Peitgen, H.-O., Jürgens, H., Saupe, D., Maletsky, E., Perciante, T., & Yunker, L. (1991). *Fractals for the Classroom: Strategic Activities Volume One*. New York, NY: Springer New York.
- Şahin، S. M.، & Baki، A. (2010). A new model to assess mathematical power. Procedia - *Social and Behavioral Sciences*، *9*(0)، 1368-1372. doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.12.336
- Siemens, G. (2004). Connectivism. A Learning Theory for the Digital Age: http://www. elearnspace. org/Articles/connectivism. htm. Retrieved 25-7, 2015
- Siemens, G. (2006a). Knowing Knowledge. Retrieved 21-7, 2015, from http://www.elearnspace.org/KnowingKnowledge_LowRes.pdf
- Sitti, S., Sopeerak, S., & Sompong, N. (2013). Development of Instructional Model based on Connectivism Learning Theory to Enhance Problem-solving Skill in ICT for Daily Life of Higher Education Students. *Procedia - Social and Behavioral Sciences, 103*, 315-322. doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.10.339
- Vacc, N. N. (1992). Fractal Geometry in Elementary School Mathematics. *Journal of Mathematical Behavior, 11(3),* 279-289.
- Yazdani, M. (2007). Exploring the creation of mathematical fractals utilizing euclidian construction in a pre-service teacher environment: A new perspective to integrate contemporary mathematics into school curriculum. Paper presented at *Society for Information Technology & Teacher Education International Conference.* 1, pp. 3347-3354.