فاعلية استخدام مبادئ وأنشطة هندسة الفراكتال في الهندسة المستوية لتنمية بعض المهارات الرياضية لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي

إعداد الباحث

سيد رجب أحمد محمـــد

(موجه رياضيات)

إشراف

أ د/ فايز محمـد منصور
أستاذ المناهج وطرق تدريس الرياضيات المساعد
كلية التربية ـ جامعة الفيوم

د/ أحمد علي إبراهيم خطاب
أستاذ المناهج وطرق تدريس الرياضيات المساعد
كلية التربية ـ جامعة الفيوم

مقدمة

لقد شهد العالم في الفترة الأخيرة تغيرات جذرية كمية وكيفية مما جعل التحديث في كافة المجالات أمراً ضرورياً لملاحقة هذه التغيرات والتطور المتسارع والانفتاح المعرفي والثقافي فى كافة النواحي العلمية والعملية والصناعية والحياتية والحربية وغيرها، ولقد نال المجال العلمي النصيب الأكبر من هذه التغيرات والتطور قي كافة تخصصاته.

"ومما لا شك فيه بإن الرياضيات تعتبر واحدة من أهم العوامل التي تسهم في دفع عجلة التطور وحل المشكلات العصرية التي تواجه المجتمع، كما أنه يوجد ثمة اتجاه لتصنيف الشعوب في عصر العولمة تبعاً لمستويات تلاميذها في الرياضيات والعلوم بما ينذر بالتخلف الحضاري والثقافي نتيجة ارتداد أعداد الطلبة الدارسين للرياضيات بالتعليم الثانوي."(نظلة حسن خضر: ٢٠٠٤، ١٣)[1]

وبالنظر إلى الأهداف العامة لتدريس مادة الرياضيات نجد أن إدراك المفاهيم والمهارات الرياضية اللازمة للتلميذ في حياته اليومية ولمواصلة دراسته للرياضيات

(1) يتم التوثيق على النحو الآتي(اسم المؤلف أو الباحث: سنة النشر، الصفحة أو الصفحات التي تم الرجوع إليها).

في المراحل العليا وكذلك تنمية هذه المهارات واكسابه مهارات رياضية جديدة كذلك القدرة على استخدام أساليب سليمة للتفكير من أهم الأهداف العامة لتدريس مادة الرياضيات، وكذلك تنمية الاتجاه نحو الرياضيات من خلال مساعدة التلاميذ على التمكن من مهاراتها وتوظيفها في المواقف الحياتية، إن المهارات الرياضية غاية في الأهمية لأنها تساعد التلميذ على مواصلة تعليمه في المراحل العليا وتزيد من ثقته بنفسه، كما تعد الرياضيات وسطا ملائماً لتنمية التفكير ومهاراته وذلك لأنها تعتمد على أساليب تفكير متنوعة وكما أن طبيعتها تتفق مع مهارات التفكير.

"والهندسة كأحد فروع علم الرياضيات تعتبر واحدة من مكوناتها الأساسية، لما لها من طبيعة استدلالية تساعد على تنمية قدرات التفكير المختلفة لدى التلاميذ، فقد ساهمت فى تطور الفكر الرياضى، وارتبطت استخداماتها بأنشطة الإنسان المتنوعة فى شتى مجالات الحياة". (أحمد محمود عفيفى: ٢٠٠٥ ، ٥٤٢)

ويتضح مما سبق أهمية المهارات الرياضية كهدف رئيسي من أهداف تدريس الرياضيات، مما يتطلب معه استخدام مناهج حديثة ومداخل تدريسية واستراتيجيات تعمل على تنمية هذه المهارات لدى التلاميذ، ومن أهم الاتجاهات الحديثة التي ظهرت على الساحة التربوية هندسة الفراكتال(Fractal Geometry) فهي تتميز عن غيرها بحداثتها وتطبيقاتها الواسعة في تكنولوجيا العصر، كما أنها مرتبطة بالواقع والطبيعة وبمعظم العلوم الأخرى مما جعلها محل اهتمام الرياضيين حيث تُطور تدريس الرياضيات وتجعله عملية ممتعة وجذابة، فهي تمتلك قدرات هائلة وإمكانيات كبيرة تستطيع استثارة عقل التلاميذ وتحفز تفكيرهم وتمكنهم من إستخدام أساليب التفكير السليمة.

وتتميز هندسة الفراكتال بخصائص أساسية تعطي لها ذلك التركيب الفريد من بين فروع الهندسة الأخرى، ومنها:

(١) التشابه الذاتي Self-Similarity (٢) البعد الفراكتالي Fractal Dimension

"وتحقق هندسة الفراكتال ما ينادي به الرياضيون التربويون من اتجاهات معاصرة في تدريس الرياضيات كجعل الرياضيات المدرسية أكثر حيوية وأكثر واقعية وأكثر حداثة وأكثر إتاحة وأكثر معلوماتية."(نظلة حسن خضر: ٢٠٠٤ ، ١٧٢)

أولاً: بعض الدراسات التي تناولت هندسة الفراكتال

أ- **هدفت دراسة كامب Camp (Camp: 1998)** إلى محاولة تقديم تصور واضح حول هندسة الفراكتال وذلك من خلال البحث التاريخي في البيئة والطبيعة، ثم دراسة سيرة وحياة من أثروا بفكرهم في هندسة الفراكتال مثل ماندبلبروت وذلك لتوضيح كيف أثرت حياته في تلك الاكتشافات الرياضية، وقد أوضحت الدراسة أهمية تطبيقات هندسة الفراكتال وكذلك تضمينها في برامج تعليم الرياضيات.

ب- **كشفت دراسة(وليد صابر القاضي: ٢٠١٢)** عن فاعلية تدريس وحدة مقترحة قائمة على هندسة الفراكتال في تنمية التحصيل والتفكير الإبداعي في الرياضيات لدى تلاميذ المرحلة الإبتدائية، كما أوصت الدراسة بالبدء في تضمين موضوعات هندسة الفراكتال في الرياضيات لمواكبة التطور العلمى.

ج- وبينما أكدت دراسة(عبد الناصر عبد الصمد أبو الغيط: ٢٠١٦) على فاعلية برنامج في الهندسة المستوية قائم على هندسة الفراكتال في تنمية التفكير الإبداعي والاتجاه نحو الرياضيات.

ثانياً:- الإحساس بالمشكلة:

قد أكد كل من (عاشور حافظ: ٢٠١٥)، (محمود محمد عبد الرحيم: ٢٠١٦)، (إبراهيم التونسي: ٢٠١٦) على وجود قصور في المهارات الرياضية لدى التلاميذ ، كما قام الباحث بإجراء مقابلات مع عدد من معلمي وموجهي الرياضيات بالمرحلة الإعدادية لتحديد مدي قدرة التلاميذ علي حل التمارين الرياضية التي تتطلب مهارات رياضية، حيث أكد عدد منهم أن معظم التلاميذ يفضلون الأسئلة المباشرة التي تعتمد على التذكر والحفظ، وتجنب الأسئلة التي تحتاج إلى مجهود ذهني، كما أكد السادة

الموجهون أن كثيراً من المعلمين ما زالوا يعتمدون على الطرق التقليدية في التدريس التي تمكن التلاميذ من النجاح في الإمتحان وتحصيل الدرجات فقط دون الإهتمام بتوجيه أسئلة تستثير إمكانات التلاميذ وتتحدى تفكيرهم، أوتنمي مهاراتهم الرياضية مما أدى إلى ضعف المهارات الرياضية لديهم. ومن هنا اتضح للباحث: وجود قصور وضعف في المهارات الرياضية لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي في وحدة الهندسة والقياس بالفصل الدراسي الثاني.

ثالثاً:- مشكلة الدراسة:

تمثلت مشكلة البحث الحالي في الإجابة على السؤال الرئيس الآتي:

"ما فاعلية وحدة قائمة على مبادئ وأنشطة هندسة الفراكتال في الهندسة المستوية لتنمية بعض مهارات الرياضية لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي ؟ "

ويتفرع من السؤال الرئيس الأسئلة الفرعية الآتية:

أ- ما المهارات الرياضية المُتضمنة في وحدة الهندسة والقياس بالصف الأول الإعدادي؟

ب- ما صورة الوحدة الهندسية القائمة على مبادئ وأنشطة وخصائص هندسة الفراكتال؟

ج- ما فاعلية الوحدة القائمة على هندسة الفراكتال على تنمية بعض مهارات الرياضية لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي؟

رابعاً:-أهداف البحث:

هدف البحث الحالي:

الكشف عن فاعلية الوحدة القائمة على مبادئ وأنشطة هندسة الفراكتال في الهندسة المستوية على تنمية بعض المهارات الرياضية لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي.

خامساً:- أهمية البحث:

تمثلت أهمية البحث الحالي في أنه قد:

أ- يُزود مخططي المناهج ببعض موضوعات الرياضيات التي يمكن دمجها مع موضوعات المقرر أو عرضها منفصلة كتدريبات وأنشطة.

ب-يُفيد معلمي الرياضيات في كيفية استخدام بعض أنشطة هندسة الفراكتال في تدريس الرياضيات.

ج_ يزود معلمي الرياضيات باختبار للمهارات الرياضية يفيد في تقويم تعلم التلاميذ.

د- يُفيد الباحثين في تناول مداخل جديدة متعلقة بهندسة الفراكتال.

سادساً:- حـــــدود البحث:

اقتصر البحث الحالي على الحدود الآتية:

أ- وحدة " الهندسة والقياس " المقررة على تلاميذ الصف الأول الإعدادي بالفصل الدراسي الثاني".

ب-عينة من تلاميذ الصف الأول الإعدادي في محافظة الفيوم.

سابعاً:- فروض البحث: اختبر البحث الحالي الفروض الآتية

أ-يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى (٠,٠١) بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار المهارات الرياضية لصالح المجموعة التجريبية.

ب- يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى (٠,٠١) بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار المهارات الهندسية لصالح التطبيق البعدي.

ثامناً:- مواد وأدوات البحث:

أ- مواد البحث:

١ – كراسة التلميذ.

٢ – دليل المعلم.

ب- أدوات القياس

١ – اختبار المهارات الرياضية للصف الأول الإعدادي(من إعداد الباحث).

تاسعاً:- إجراءات البحث:

أ- للإجابة عن السؤال الأول قام الباحث بتحليل الوحدة الدراسية (وحدة الهندسة والقياس للصف الأول الإعدادي في الفصل الدراسي الثاني)التي سيتم تدريسها وفقاً لمبادئ وأنشطة هندسة الفراكتال لتحديد المهارات الرياضية المتضمنة بها وضبطها علمياً

ب- للإجابة عن السؤال الثاني قام الباحث بما يأتي:

١- إعداد كراسة التلميذ (لوحدة الهندسة والقياس للصف الأول الإعدادي) التي سيتم تدريسها وفقاً للوحدة القائمة على هندسة الفراكتال وتتضمن الأنشطة التي يقوم بها التلميذ وضبطها علمياً.

٢- إعداد دليل المعلم الذي يتمثل في الإجراءات التي سوف يقوم بها المعلم في تدريس (وحدة الهندسة والقياس للصف الأول الإعدادي) وفقاً للوحدة القائمة على هندسة الفراكتال وضبطه علمياً.

جـ- للاجابة عن السؤال الثالث قام الباحث بما يأتي

١- إعداد اختبار المهارات الرياضية لوحدة الهندسة والقياس بالصف الأول الإعدادي وضبطه علمياً.

٢- اختيار عينة من تلاميذ الصف الأول الإعدادي بالفيوم وتقسيمها إلى مجموعتين تجريبية وضابطة.

٣- تطبيق اختبار المهارات الرياضية قبلياً على عينة البحث.

٤- تدريس(وحدة الهندسة والقياس للصف الأول الإعدادي) وفقاً للوحدة المقترحة القائمة على هندسة الفراكتال للمجموعة التجريبية وللمجموعة الضابطة باستخدام طرق التدريس العادية.

٥- تطبيق اختبار المهارات الرياضية بعدياًعلى عينة البحث.

د – رصد النتائج ومعالجتها إحصائياً ثم تحليل النتائج وتفسيرها.

عاشراً:- مصطلحات البحث:

هندسة الفراكتال Fractal Geometry: ويعرف الفراكتال إجرائياً بأنه:" نمط أو شكل هندسي يمكن تقسيمه إلى أجزاء تتزايد في الصغر بحيث يكون كل جزء في داخله هو صورة مصغرة للشكل الأصلي (التشابه الذاتي)، أي الجزء يشبه الكل الذي أُخذ منه."

المهارات الرياضية Mathematical Skills

تُعرف إجرائيًا بأنها:" قدرة التلميذ على استخدام ما لديه من خبرات سابقة في رسم شكل هندسي أو برهنة نظرية، أو حل تمارين هندسية على مستوى عال من الإتقان عن طريق الفهم وبأقل مجهود وفي أقل وقت ممكن وتقاس من خلال الاختبار المعد لهذا الغرض".

(الإطار النظري للبحث)

أولاً: المحور الأول(هندسة الفراكتال)

ويتناول هذا المحور:

أ- **هندسة الفراكتال ومفهومها:**

"إن التطور في مجال تعليم الرياضيات أدي إلي توجيه اهتماما أكبر إلى بنية الرياضيات المعرفية، وعلاقة الرياضيات بمكونات العلوم الطبيعية الأخري، فالأشياء في الطبيعة لها خصائصها الطبيعية بالإضافة الي البعد الرياضي المكون لهذه الأشياء، ومن هنا كان البحث عن تفسير رياضي لتكوين الأشياء في الفلك وعلوم البيئة والظواهر الجوية، فعندما فكر ماندلبروت Mandelbrot في أن السحب ليست كرات وأن الجبال ليست مخاريط، والسواحل ليست دوائر فقد بدأ في اكتشاف نوع جديد من التركيب الهندسي البديع اطلق عليه هندسة الفراكتال Fractal Geometry وهي تعني البحث في المكونات الجزئية للأشكال الرياضية أو الأشياء فى الطبيعة وفقا لمجموعة من الخصائص الرياضية". (رضا أبو علوان: ٢٠٠٥)

- وهناك عدة تعريفات تصف هندسة الفراكتال نذكر منها:

يعرف الفراكتال بأنه:" الشكل الهندسي (الخشن أو المتعرج) الذي يمكن تقسيمه إلى أجزاء كل منها على الأقل تقريباً هو تصغير للشكل لعديد من المقاييس."(نظلة حسن خضر: ٢٠٠٤،٤٧).

- كما تعرف بأنها:" فرع من فروع الرياضيات يهتم بهندسة الأشكال غير المنتظمة سواء أكانت خشنة أو متعرجة وهذه الأشكال يمكن تجزئتها إلى عدة أشكال كل جزء يحمل خصائص الشكل الأصلي (التشابه الذاتي) وتتصف هذه الأشكال بخاصية البعد الفراكتالي الذي يختلف من شكل لآخر حسب درجة تعقيده."(رفعت محمد المليجي: ٢٠١٤، ٤١٩)

- ويعرف الباحث الفراكتال إجرائياً بأنه:" نمط أو شكل هندسي يمكن تقسيمه إلى أجزاء تتزايد في الصغر بحيث يكون كل جزء في داخله هو صورة مصغرة للشكل الأصلي (التشابه الذاتي)، أي الجزء يشبه الكل الذي أُخذ منه بشرط أن يكون خشناً(أو متكسراً)".

ب- أهداف تدريس هندسة الفراكتال:

إن تدريس الهندسة بوجه عام يهدف إلى إكساب التلاميذ مهارات التفكير الهندسي وكذلك مهارات استخدام الأدوات الهندسية في رسم الأشكال الهندسية والتعرف على خصائصها وفهم مكوناتها، هندسة الفراكتال بإعتبارها أحد فروع الرياضيات الحديثة الغير تقليدية يمكنها أن:

١- تثري تفكير التلاميذ الهندسي بالمعارف والمهارات المرتبطة بهندسة الفراكتال.
٢- تساعد التلاميذ في وصف الأجسام والأشكال الطبيعية وصفاً مضبوطاً.
٣- تجعل غير المألوف مألوفاً (مثل تقديم خاصية التشابه الذاتي في الطبيعة).
٤- تثير التأمل في الطبيعة في لوحات فراكتالات مشهورة غريبة مثل: مجموعة جوليا، مثلث سيبرنسكي، منحنى كوخ، شجرة فيثاغورث.....
٥- تساعد التلاميذ على تعلم مزج الفنون مع الرياضيات.
٦- تبرز الجوانب الجمالية في الرياضيات.
٧- تكسب التلاميذ مهارات استخدام الأدوات الهندسية بدقة.
٨- تجذب انتباه التلاميذ وتجعل تعلم الرياضيات عملية ممتعة.
٩- تساعد التلاميذ على اكتشاف الأنماط البصرية في الأشكال والعلاقات الرياضية.
١٠- تنمي التحصيل والتفكير الابداعي لدى التلاميذ(وليد صابر القاضي: ٢٠١٢).

ج- خصائص هندسة الفراكتال: The Fractal Geometry properties

وقد أكد كل من(McGuire:1991, 15)، (Clapham: 1996 , 103)،(Kaur:2000) ،(Thomas: 2002)، (نظلة خضر:٢٠٠٤)، (Katrina.P. Jimenez, Christine. M. Phelps: 2016) أن هندسة الفراكتال تتميز بخصائص أساسية تعطي لها ذلك التركيب الفريد بين فروع الهندسة الأخرى ومنها:

١) خاصية التشابه الذاتي Self-Similarity

يتكون الكائن الذي يحمل صفة التشابه الذاتي من مجموعة من الأجزاء المصغرة التي تشبه بعضها البعض والتي تشكل صورة مشابهة تماماً للكائن الكلي، والتشابه بين الأجزاء المكونة للشكل يعني أن الجزء من الكل يشبه تماماً ذلك الكل، فإذا أخذنا جزءاً متكاملاً من الأجزاء المكونة للشكل الفراكتالي، ثم قمنا بتكبيره عدة مرات فإننا في النهاية سوف نحصل علي الشكل الأصلي.

٢) خاصية البعد الفراكتالي Fractal Dimension

إذا علمنا أنه في الهندسة التقليدية أن النقطة ترسم في البعد الصفري، أي ليس لها بعد، وأن الخطوط المستقيمة لها بعد واحد، بينما ترسم المربعات والمثلثات والأشكال الهندسية المستوية الأخرى في بعدين، وكذلك نعرف أن المجسمات ترسم في ثلاثة أبعاد، فما هو البعد الفراكتلي؟ إن الأبعاد السابقة في الهندسة الإقليدية لا تعتبر مناسبة مع تركيب الشكل الفراكتالي، فمنحنى كوخ Koch مثلاً له أبعاد ≈ ١,٢٦ أي بين ١ ، ٢ وهذا يعكس حقيقة أن مجموعة النقط كثيفة جداً ليمكن عدها لمنحنى وكذلك رفيعة جداً لنحسبها كمساحة، ولذلك فان البعد الفراكتالي أوجد العديد من التطبيقات العملية في تحليل العمليات الفوضوية.

٣) قاعدة الإحلال (التكرار المرحلي) Rule Replacement

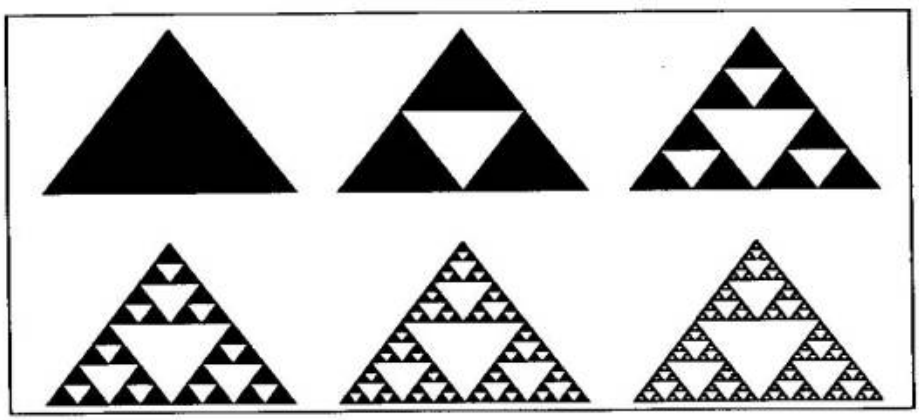
عندما ننشيء فراكتال محدد فإنه من خلال خطواتنا لإنشاء فراكتال آخر، فان أحد الأشياء المرسومة يمكن أن تحل مكان الآخر والتي تكون أكثر تركيباً من سابقتها ولكنها تملأ نفس المكان الأصلي، وهذا يقصد ناتج تكرار ما يكون الداخل في التكرار الذي بعده.

د- الفراكتالات الكلاسيكية: fractal The Classical

الأمثلة الآتية لأشهر الأشكال الفراكتالية التقليدية التي تم تصميمها بواسطة علماء رياضيات مشهورين.

١- مثلث سيربنسكي: Sierpinski

قدم الرياضي البولندي Sierpinski في عام ١٩١٦ ما يعرف بمثلث او شراع Gaskit سيربنسكي

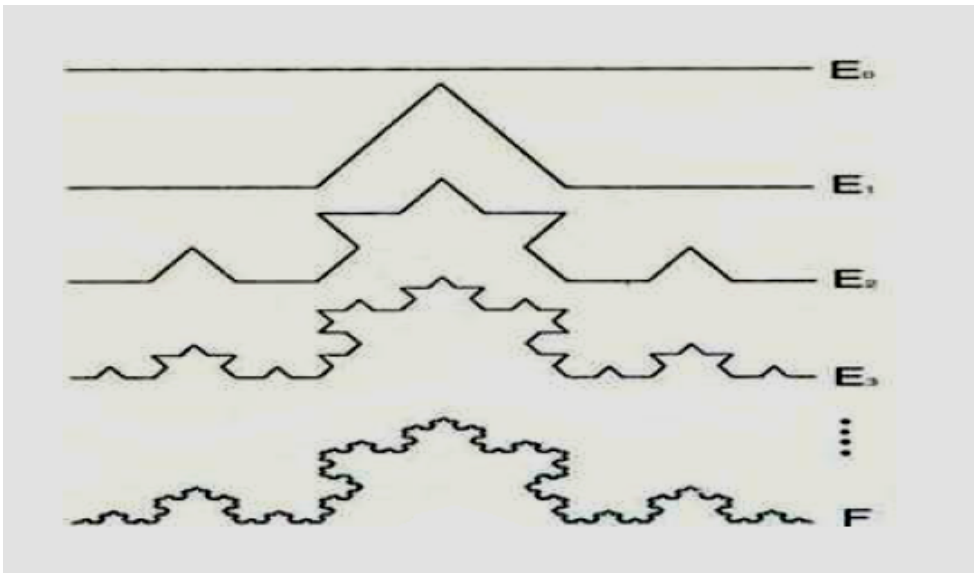


شكل (١) مثلث سيربنسكي

سوف نلاحظ أنه يمكننا نظرياً تكرار الشكل إلي عدد لانهائي من المرات، ولكن عملياً سيصعب تكرار ذلك بعد فترة حيث تصل المثلثات إلي أن تكون صغيرة جداً بحيث لانستطيع توصيل منتصفات أضلاعها. وسوف نجد أن كل جزء متكرر هو شكل مشابه تماماً للشكل الأصلي(التشابه الذاتي).

٢- منحنى كوخ: The Koch curve

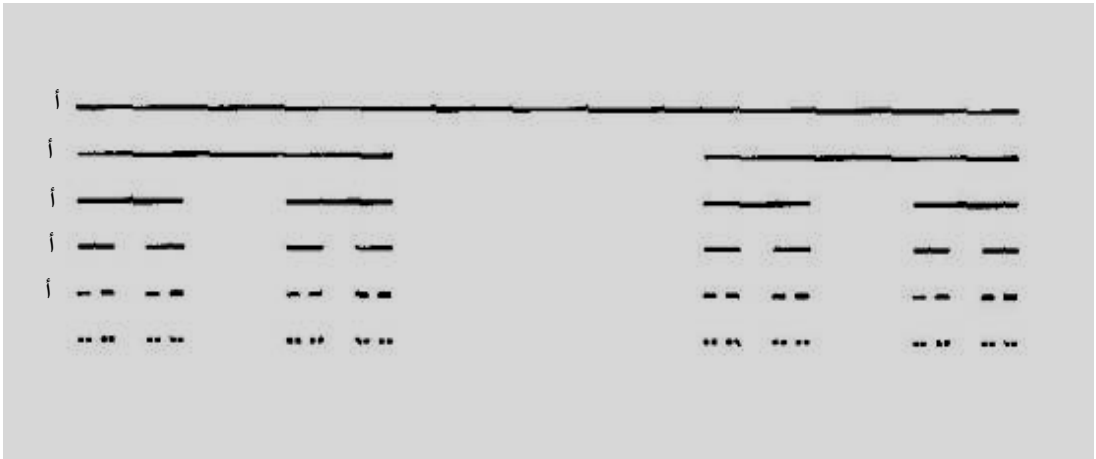
قدم الرياضي السويدي كوخ Koch عام ١٩٠٤ ما عرف باسمه منحنى كوخ، وهو من خلال التعريف يعتبر منحنى ولكن ذلك لن يكون واضحاً من النظر إلى تركيبه، أيضاً فإن هذا المنحنى لايحتوي على خطوط مستقيمةأو قطع مستقيمة بحيث نستطيع رؤيتها، ولكن منحنى يشتمل على العديد من التراكيب المعقدة التي يمكننا ملاحظتها في أشكال طبيعية مثل صور لسواحل الشواطيء وغيرها.



شكل (٢) منحنى كوخ

٣- مجموعة كانتور: Set Cantor

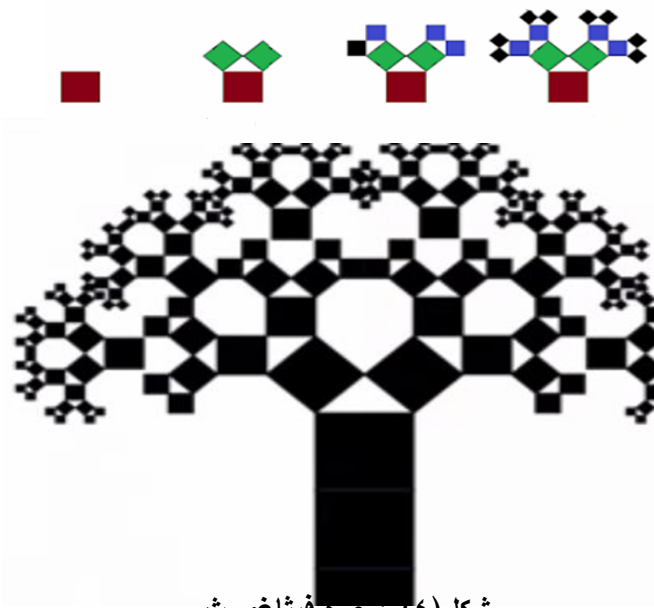
قدم الرياض الألماني كانتور Cantor نظرية الفئات وكذلك نشر مجموعته في عام ١٨٨٣م. التي تعتبر النموذج الخفي للعديد من الفراكتلات مثل مجموعة جوليا.



شكل (٣) مجموعة كانتور

٤ – شجرة فيثاغورث: Pythagoras tree

إن انشاء الشجرة الأساسية لفيثاغورث سوف يتم تماماً كما أنشأنا لولب الجذر التربيعي ولتكوين شجرة فيثاغورث نبدأ كما سبق برسم جذع الشجرة ثم رسم الفرعين وبالاستمرار في الرسم سوف نحصل على شجرة فيثاغورث كما بالشكل الآتي:



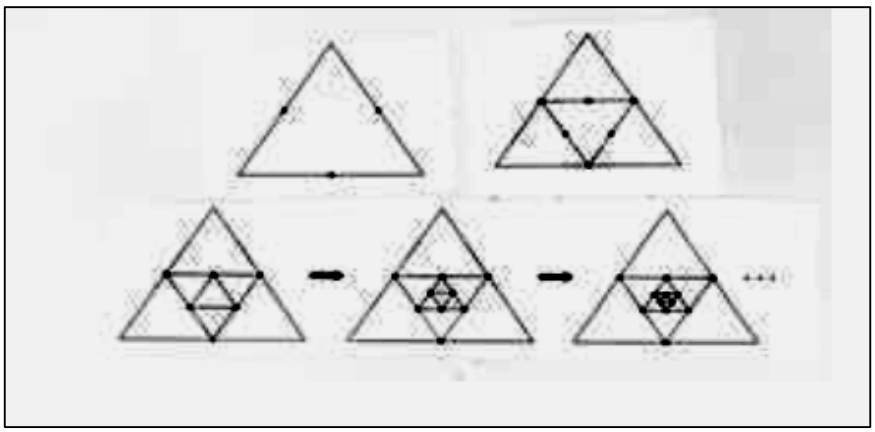
شكل(٤) شجرة فيثاغورث

وإذا أخذنا قطعة صغيرة من أي فرع ثم قمنا بتكبيره سوف يكون بالضبط هو الشجرة الأصلية (التشابه الذاتي).

هـ- التكرارات المرحلية الهندسية: Geometric Iterations

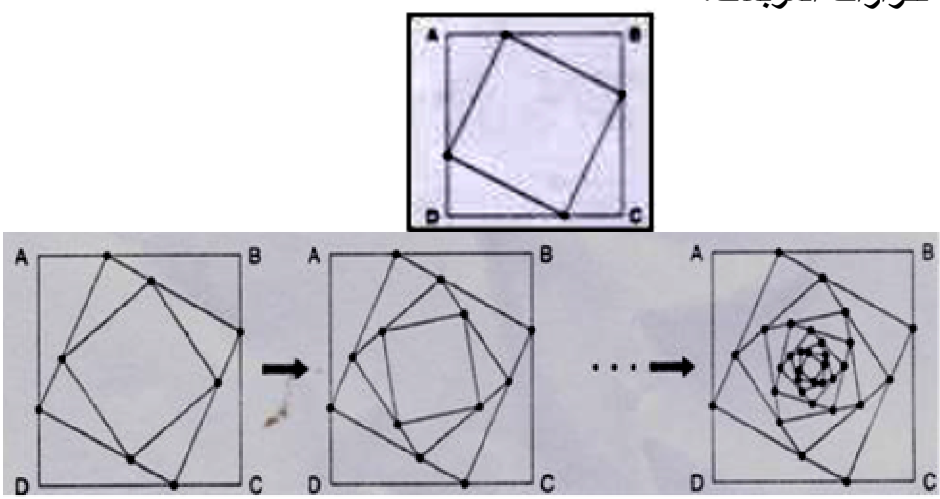
من التكرارات المرحلية الهندسية التي يمكن تطبيقها والإستفادة منها في البحث الحالي:

١- تكرارات منتصفات أضلاع المثلث:



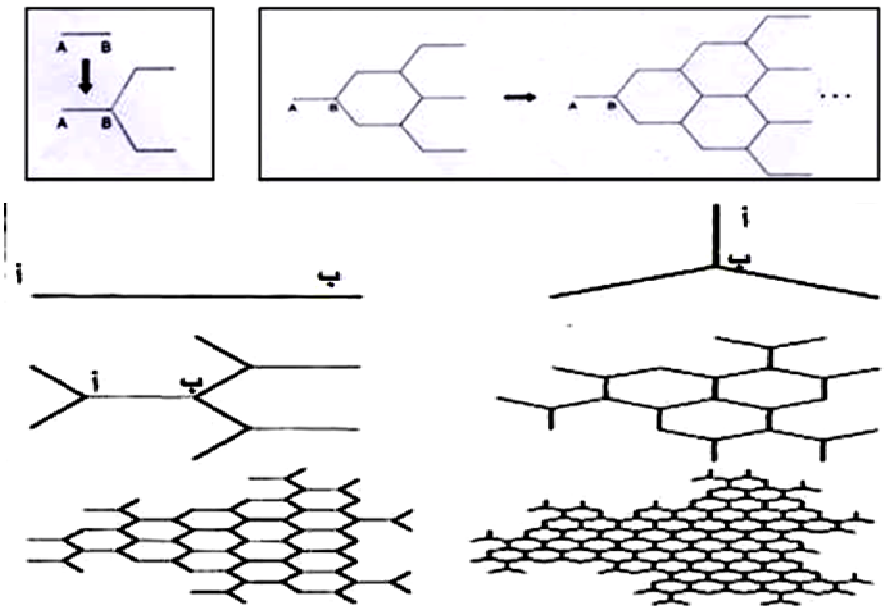
شكل (٥) تكرارات المثلثات

٢ – تكرارات المربعات:



شكل (٦) تكرارات المربعـــــــــات

٣ – تكررات القطع المستقيمة:



شكل (٧) تكرارات كوخ

وعلى الرغم من أهمية هندسة الفراكتال في الرياضيات إلا أن دراسة (Karakus and Baki: 2011) والتي هدفت إلى تقييم مناهج الرياضيات للصف الثامن والكتب المدرسية والمصنفات الداخلة في نطاق الهندسة الفراكتالية ، توصلت إلى أن هندسة الفراكتال ليست واضحة قي المناهج المدرسية وكتب الرياضيات بما فيه الكفاية وأن هناك نقص في التعاريف والأمثلة والأنشطة والتفسيرات المستخدمة لإدخال هذه الهندسة للمناهج.

وقد استخدم كل من(هبة محمد عبد العال: ٢٠١٠، ووليد صابر القاضي: ٢٠١٢، ورفعت محمد المليجي: ٢٠١٤، وعبد الناصر عبد الصمد أبو الغيط:٢٠١٦) هندسة الفراكتال في تنمية التفكير الإبداعي.

في حين استخدم كل من(وشذى زامل شندي: ٢٠١٢، وسلافة محمد عبد العظيم: ٢٠١٣، ورفعت محمد المليجي: ٢٠١٤) هندسة الفراكتال في تنمية التحصيل.

في حين اعتمد البحث الحالي على مبادئ وأنشطة هندسة الفراكتال في تنمية بعض المهارات الرياضية ومهارات التفكير البصري لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي، وهذا يبين إلى حدٍ ما اختلاف هدف البحث الحالي ومتغيراته التابعة.

ثانياً: المحور الثاني (المهارات الرياضية)

ويتناول هذا المحور:

أ- **المهارات الرياضية Mathematical Skills**

تعتبر المهارات الرياضية هدفاً أساسياً من أهداف تعلم الرياضيات في جميع المراحل التعليمية باختلاف أنواعها. ويوجد العديد من التعريفات للمهارات الرياضية نذكر منها:

"المقدرة على ترجمة إجراءات فعلية يؤدى بدقة وإتقان وعلى القيام بعمل ما وتتصف هذه المقدرة بالفهم والدقة والإقتصاد في الوقت."(وليم عبيد وآخرون: ٢٠٠٠، ٨٢).

كما تعرف كذلك بأنها:" القدرة على استخدام الإجرائية العلمية الخاصة للرياضيات كالحساب والاستنتاج والقياس".(محبات أبو عميرة: ٢٠٠٠)

كما تعرف بأنها:" قدرة التلميذ على إستخدام الأساليب الصحيحة في العمليات الرياضية بسهولة ويسر وفي أقل وقت ممكن عن الآخرين."(أحمد اللقاني،علي الجمل: ٢٠٠٣ ، ٣١١)

تعرف بأنها:" القدرة على إثبات قانون،أو قاعدة،أو رسم شكل،أو برهنة تمرين،أو حل مشكلة على مستوى عال من الإتقان عن طريق الفهم وبأقل مجهود وفي أقل وقت ممكن."(خليفة عبد السميع: ٢٠٠٥، ٢٥٥ -٢٥٦)

وتعرف كذلك بأنها: "القيام بأداء عمل ما في الرياضيات مثل إجراء العمليات أو الإكتشاف أو الاستدلال بسرعة ودقة وإتقان."(يحي صلاح ماضي: ٢٠١١، ١١٨)

ومما سبق يمكن تعريف المهارة الرياضية بأنها:" قدرة التلميذ على إستخدام ما لديه من خبرات سابقة في رسم شكل هندسي أو برهنة نظرية، أو حل تمارين رياضية على مستوى عال من الإتقان عن طريق الفهم وبأقل مجهود وفي أقل وقت ممكن."

ويتضح بوجه عام مما سبق أن الدقة والإتقان والسرعة والفهم مع اختصار الوقت والجهد هم قاسم مشترك لكل التعريفات التي تناولت المهارات الرياضية.

ب- تنمية المهارات الرياضية: Mathematical Skill Developing

إن تعلم وتعليم الرياضيات يتطلب التمكن من المهارات الرياضية والتمكن من المهارات الرياضية يتطلب الممارسة والتكرار والتدريب وهذه الممارسة يجب ألا تُعطى من خلال تمارين مملة ومستهلكة للوقت، لأنه عندما تُصبح الممارسة نشاطاً لا معنى له فإنها تسبب اتجاهات غير مفضلة وتنمي عادات غير مرغوب فيها، ونحن نحتاج لأن نثير تلاميذنا لممارسة المهارات الرياضية، ولعمل ذلك يرى (محفوظ صديق وآخرون: ٢٠٠٥ ، ١٤٥- ١٤٦) أنه يجب على المعلم:

١) جعل التلميذ على وعي بأنه سوف يتقدم بالممارسة.
٢) التأكد أن التلميذ يعرف الغرض من الممارسة.
٣) مساعدة التلميذ على فهم الحاجة إلى التكرار وعلى معرفة كيفية الممارسة المستقلة.
٤) جعل التلميذ يعرف أهمية المهارة المستخدمة مستقبلاً في المراحل العليا من التعليم.
٥) استخدام أساليب وأدوات متنوعة.

جـ- وسائل واستراتيجيات تنمية المهارات الرياضية:

١) التقليد والتدريب:(إبراهيم عقيلان: ٢٠٠٠).
٢) استرتيجيات ما وراء المعرفة:(عزة محمد عبدالسميع: ٢٠٠٩).
٣) تنوع استراتيجيات التدريس المستخدمة: (Toles, Ann: 2010).
٤) الاشكال الهندسية التفاعلية: حيث أشارت(أميرة فتحي موسى: ٢٠١٢).
٥) الحقائب التعليمية: (إيناس إبراهيم أبو العِلا: ٢٠١٣).
٦) التعلم الالكتروني التعاوني: (هاني محمود شوقي: ٢٠١٥).
٧) استراتيجية القبعات الست: (عاشور محمد حافظ: ٢٠١٥).

٨) استخدام استراتيجيات مارزانو: (محمود محمد عبد الرحيم:٢٠١٦).

د- **أهمية المهارات الرياضية: Mathematical Skills Important**

لقد أكد كل من: (محفوظ صديق: ١٤٦،٢٠٠٥)، (أمل البكري وعفاف الكسواني: ٢٠٠٥، ١١٦- ١١٧)،(إيناس إبراهيم: ٦١،٢٠٠٦)،(فريد كامل أبو زينة: ٢٠١٠ ، ٢٨٥)، (سامي عريفج ونايف أحمد سليمان: ٢٠١٠ ، ١٥٤)،(هاني محمود شوقي: ٢٠١٥ ، ١٤٩ – ١٥٠) ، (عاشور محمد حافظ: ٢٠١٥ ، ٣٨ -٣٩).

إن تعلم المهارات الرياضية وإتقانها واكتساب مهارات جديدة غاية في الأهمية بالنبسة للتلاميذ وذلك للأسباب الآتية:

١) تُساعد التلميذ على فهم الأفكار والمفاهيم الرياضية فهماً واعياً.
٢) تُشجع التفكير الإنتاجي في حل المشكلة وفي البحث عن أنشطة إبداعية أخرى.
٣) تُسهل اكتساب المهارات أداء كثير من الأعمال الحياتية واليومية للفرد في البيت والعمل والتعامل مع الآخرين بسهولة ويسر.
٤) تُعتبر المهارات الرياضية ضرورية لتوظيف التلميذ في المجتمع الحديث.
٥) تُساعد المهارات الرياضية في بناء التلميذ فيُفيد نفسه ومجتمعه.
٦) تُساعد التلميذ على إنتاج الأفكار وتنويعها.
٧) يُتيح إتقان المهارات للمتعلم مواجهة المسائل بكل يسر وسهولة.
٨) تُنمي القدرة على تصميم خوارزمية لأي عمل رياضي وهذا مفيد جداً.
٩) تزيد من ثقة التلميذ بنفسه وتنمي اتجاهه نحو تعلم الرياضيات.

كما توصلت دراسة (Toles , Ann: 2010) إلى أن الطلاب الذين يغادرون المدرسة ولديهم مهارات رياضية ومهارات حل المشكلات قوية سيكون لديهم فرصة أفضل للنجاح في مجتمع تزيد فيه العولمة والتكنولوجيا.

هـ- تصنيف المهارات الرياضية:

يوجد العديد من التصنيفات للمهارات الرياضية ونذكر منها:

- تصنيف (خليفة عبد السميع:٢٠٠٠، ٢٥٧ -٢٥٨) كالآتي:

١) **مهارات منطقية:** مثل مهارات البرهان، ومهارات التحقق من عمل رياضي ، ومهارة فهم المسائل.

٢) **مهارات إجرائية (أدائية):** مثل المهارة في إجراء العمليات الحسابية والجبرية، والمهارة في الرسم،المهارة في القياس والمهارة في استخدام الأدوات الهندسية.

٣) **مهارات تطبيقية:** مثل المهارة في تطبيق القواعد والنظريات، والمهارة في حل المشكلات، المهارة في النمذجة الرياضية.

و- **مراحل تدريس المهارة الرياضية:**

يرى الكثير من المربين أن تدريس المهارة يمر بخمس مراحل وهي:

١) **التقديم للمهارة:** حيث يقوم المعلم بتذكير الطلاب بالأشياء التي تساعدهم على إكتساب المهارة وهو نوع من الإعداد الذهني للطالب لاكتشاف المهارة الجديدة.

٢) **عرض المهارة:** في هذه المرحلة يقوم المعلم يتحليل المهارة إلى مهارات جزئية بحيث يمكن تدريس هذه الأجزاء على حدة. فمثلاً عند تدريس مجموع قياسات زوايا المضلع المحدب الداخلية لابد من تدريس مجموع قياسات زوايا المثلث الداخلة ثم محاولة تقسيم المضلع إلى عدة مثلثات ويوضح العلاقة بين عدد أضلاع المضلع وعدد المثلثات التي تم الحصول عليها.

٣) **مرحلة التحليل:** ويقصد بهذه المرحلة تعرف مستوى التلميذ في تحصيل المهارة فلا فائدة من إعطاء التلميذ تطبيقات على مهارة ما قبل أن يتقن الخطوات التي تؤدي إليها، فهنا يجب على المعلم متابعة التلاميذ للوقوف على أخطائهم وتلافيها،

فالتلميذ مثلاً الذي لا يعرف خواص متوازي الأضلاع لا يستطيع حل تمارين عليه.

٤) **الممارسة:** الممارسة دائماً تُعزز اكتساب المهارة، فهي لاتعني التكرار الممل، والممارسة الموزعة تؤدي إلى نتائج أفضل من الممارسة المكثفة في تدريس المهارات الرياضية.

٥) **التطبيق:** بعد أن يقوم المعلم بالتقديم للمهارة وعرضها وتحديد الصعوبات التي يواجهها التلاميذ في تعلمها ومُعالجتها ويتيح فرصاً كافية للتلاميذ لممارستها يعمل على تهيئة الفرص للتلاميذ لتطبيقها، والتطبيق يتراوح بين التطبيق المبسط للمهارة وبين تطبيقها في حل مسألة حقيقية."(محفوظ صديق وآخرون: ٢٠٠٥ ، ١٤٧)

ز- التعليق على الدراسات والبحوث التي تناولت المهارات الرياضية:

لقد تعددت المداخل والاستراتيجيات والأساليب والبرامج المستخدمة في تنمية المهارات الرياضية حيث استخدمت (كريمة عييد شافعي:٢٠٠٧)أسلوب دورة التعلم، بينما استخدم (Harter and Other:2007) تأثير التعلم الشخصي الفردي المبني على الكمبيوتر الشخصي بشكل فردي، في حين استخدمت(عزة محمد عبد السميع:٢٠٠٧) ونموذج التعلم البنائي لتدريس المفاهيم الهندسية،(عاشور حافظ: ٢٠١٦) استراتيجية القبعات الست، و(محمود محمد إبراهيم: ٢٠١٦) استراتيجيات مارزانو، و(إبراهيم التونسي: ٢٠١٦) برنامج قائم على عادات العقل.

يختلف البحث الحالي في تناول تنمية بعض المهارات الرياضية بأنواعها الثلاث (المنطقية- التطبيقية- الأدائية) لتلاميذ الصف الأول الإعدادي باستخدام مبادئ وأنشطة هندسة الفراكتال.

إجراءات البحث

تتمثل في: منهج البحث ومتغيراته ومجتمع البحث وعينته، ومواد البحث وأدواته.

أولاً: منهج البحث

استخدم الباحث المنهج التجريبي، حيث أخضع الباحث المتغير المستقل في هذا البحث وهو الوحدة القائمة على مبادئ وأنشطة هندسة الفراكتال وذلك بهدف قياس أثرها على تنمية بعض المهارات الرياضية في وحدة الهندسة والقياس بالفصل الدراسي الثاني لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي.

ثانياً: متغيرات البحث: تكونت متغيرات البحث من المتغيرات الآتية:

- المتغير المستقل: يتمثل في بناء الوحدة المجددة لوحدة الهندسة والقياس بالصف الأول الإعدادي عن طريق أنشطة مستوحاة من هندسة الفراكتال.
- المتغير التابع: ويتمثل في بعض المهارات الرياضية.

ثالثاً: مجتمع البحث وعينته

قام الباحث باختيار عينة البحث بطريقة قصدية من مدرسة(هوارة المقطع الإعدادية بنات)، وتم اختيار المجموعتين التجريبية والضابطة بصورة عشوائية واشتملت على(٨٠) تلميذاً وتم تقسيمهم إلى مجموعتين إحداهما تجريبية قوامها (٤٠ تلميذاً) تدرس بالوحدة القائمة على مبادئ وأنشطة هندسة الفراكتال، والأخرى ضابطة وقوامها (٤٠ تلميذاً) وتدرس بالطريقة التقليدية.

رابعاً: مواد وأدوات البحث

ويهدف الباحث هنا إلى عرض خطوات إعداد مواد وأدوات البحث وهي تتضمن:

أ – إعداد الوحدة القائمة على هندسة الفراكتال وتتضمن:

١) كراسة التلميذ

٢) دليل المعلم

ب – إعداد أدوات القياس التي يتطلبه البحث وهي: اختبار المهارات الرياضية في وحدة الهندسة والقياس.

أ – إعداد الوحدة القائمة على هندسة الفراكتال:

أعد الباحث كراسة التلميذ وتشتمل على أهداف ومحتوى وحدة الهندسة والقياس بمقرر الرياضيات بالصف الأول الإعدادي بالفصل الدراسي الثاني، كما أعد دليلاً للمعلم للاسترشاد به عند تدريس هذه الوحدة وفق مباديء وأنشطة هندسة الفراكتال وذلك باتباع الخطوات التالية:

١- تحديد مبررات اختيار الوحدة.

٢- تحليل محتوى الوحدة.

٣- تحديد الأهداف السلوكية لدروس الوحدة.

٤- تحديد دروس الوحدة والخطة الزمنية لتدريس الوحدة.

٥- تحديد الأنشطة التعليمية.

٦- تحديد الوسائط التعليمية.

٧- التقويم.

٨- مصادر الوحدة.

٩- كراسة الطالب.

١٠- دليل المعلم.

<u>خطوات الإعداد</u>

١) مبررات اختيار الوحدة:

يرجع سبب اختيار الوحدة إلى سببين أولهما: تناولها دروس غاية في الأهمية مثل المضلعات وخاصة المضلعات الرباعية، وخواص المثلث المتساوي الساقين وبعض

النتائج عليه، كما يتم فيها دراسة نظرية فيثاغورث وهي من أهم النظريات الخاصة بالمثلث القائم الزاوية كما تفتح الطريق لدراسة حساب المثلثات في المراحل التالية.

أما السبب الثاني فهو مناسبة بعض هذه الدروس لهندسة الفراكتال وارتباطها بها مثل حالات متوازي الأضلاع وارتباطها بالتكرارات الهندسية ، وكذلك المثلث وارتباطه بمثلث سيربنسكي، ونظرية فيثاغورث وارتباطها بمولد الجذر التربيعي وشجرة فيثاغورث في هندسة الفراكتال.

٢) تحليل محتوى الوحدة:

قام الباحث بتحليل دروس وحدة الهندسة والقياس بمقرر الصف الأول الإعدادي بالفصل الدراسي الثاني ٢٠١٦ / ٢٠١٧ م، وذلك بهدف التعرف على المهارات الرياضية المتضمنة في الوحدة وإعادة صياغتها والإستفادة منها في بناء اختبار المهارات الرياضية وتنظيم المحتوى بما يتناسب مع مباديء وأنشطة هندسة الفراكتال، ثم طلب من باحث آخر[٢]القيام بتحليل محتوى للوحدة المتضمنة بعد توضيح وتحديد فئات التحليل، وحساب معامل ثبات التحليل بين التحليلين بستخدام معادلة هولستي".(رشدي أحمد طعيمة: ٢٠٠٤، ٢٢٦) والجداول الآتية توضح ذلك:

(2) محسن عبد الحميد علي برديسي: مدرس رياضيات بمدرسة الحامولي الثانوية بادارة يوسف الصديق التعليمية (محافظة الفيوم) وحاصل على تمهيدي ماجستير المناهج وطرق تدريس الرياضيات ٢٠١٥ م كلية التربية (جامعة الفيوم)

جدول (١) معاملات الثبات بين تحليل الباحث وباحث آخر في محتوى وحدة الهندسة والقياس بمقرر الرياضيات بالصف الأول الإعدادي وفق المهارات الرياضية المُتضمنة.

	نوع المهارة	تحليل البحث	تحليل البحث الآخر	نقاط الاتفاق	نقاط الاختلاف	معامل الثبات
التحليل	منطقية	٢٩	٢٨	٢٦	٥	% ٩١
	تطبيقية	٣٠	٣٢	٣٠	٢	% ٩٦ ,٧
	أدائية	٣٢	٣٢	٣١	٢	% ٩٦, ٨
	الجملة	٩١	٩٢	٨٧	٩	% ٩٥

ويتضح من الجدول السابق أن نسبة الاتفاق بين تحليل الباحث وباحث آخر في محتوى وحدة " الهندسة والقياس" بمقرر الرياضيات بالصف الأول الإعدادي تساوي (٠,٩٥) وهي تُعد نسبة مرتفعة إلى حدٍ ما وهذا يدل على ثبات أداة التحليل وثبات التحليل[٣].

- التأكد من صدق التحليل:

تم إعداد قائمة وفق المهارات الرياضية المتضمنة في الوحدة (الهندسة والقياس) بالصف الأول الإعدادي، وتم عرضها على مجموعة من المتخصصين في مجال المناهج وطرق تدريس الرياضيات، وعدد من موجهي ومدرسي الرياضيات بالمرحلة الإعدادية [٤]، وبعد قيام السادة المحكمين بإضافة وتعديل وحذف بعض المهارات الرياضية وبعد إجراء التعديلات التي أشاروا إليها، أصبحت قائمة المهارات الرياضية المتضمنة بوحدة الهندسة والقياس في صورتها النهائية[٥] مكونة من (٨٤) مهارة.

(3) ملحق ٧ المعادلات الرياضية المستخدمة

(4) ملحق (١) قائمة بأسماء السادة المحكمين

(5) محلق (٢) قائمة المهارات الرياضية في صورتها النهائية

٣) الأهداف السلوكية لدروس للوحدة:

في ضوء نشرة المناهج الصادرة عن وزارة التربية والتعليم للعام الدراسي ٢٠١٦ / ٢٠١٧ م، وفي ضوء الإطار العام لمناهج المرحلة الإعدادية ومصفوفة المدى والتتابع لمعايير ومؤشرات المرحلة الإعدادية ووكذلك وثيقة مناهج رياضيات مرحلة التعليم الأساسي الصادرة عن مركز تطوير المناهج والمواد التعليمية (CCIMD) لعام ٢٠١٢ م، وتم صياغة الأهداف السلوكية لدروس الوحدة[٦].

٤) تحديد دروس الوحدة والخطة الزمنية لتدريسها:

تم تحديد دروس الوحدة من واقع الكتاب المدرسي وكذلك تم تحديد عدد الحصص المخصصة لكل درس من دروس الوحدة حسب التوزيع الصادر عن وزارة التربية والتعليم ومكتب مستشار الرياضيات بجمهورية مصر العربية، حيث أن الوحدة مكونة من ثمانية دروس، ويستغرق تدريسها (خمسة أسابيع) بواقع فترتين أسبوعياً أي (١٠ فترات)، حيث تتكون الفترة من حصتين أي (٢٠ حصة).

٦) تحديد الأنشطة التعليمية.

٧) تحديد الوسائط التعليمية.

٨) التقويم.

٩) مصادر الوحدة.

١٠) **كراسة التلميذ:** تم إعداد كراسة التلميذ بوضع مجموعة من الأنشطة لكل درس بحيث تتفق بقدر الإمكان مع مفاهيم وأنشطة هندسة الفراكتال بما يحقق الاهداف المرجوة ، كذلك وضع مجموعة من التمارين لكل درس مع طرق مساحات فارغة للإجابة عليها.

(6) ملحق ٣ الأهداف السلوكية لدروس الوحدة

وقد تم عرض كراسة التلميذ على مجموعة من المحكمين المتخصصين في مجال المناهج وطرق تدريس الرياضيات وموجهي ومدرسي الرياضيات بالمرحلة الإعدادية، وبعد قيام السادة المحكمين بحذف أو إضافة أو تعديل ما يرونه مناسباً، فقد تم إجراء التعديلات المقترحة وبذلك أصبحت كراسة التلميذ في صورتها النهائية(٧).

١١) **دليل المُعلم:** إن دليل المعلم يفيد المعلم في الاسترشاد به في تدريس الوحدة، ويساعد هذا الدليل المعلم في تنفيذها بقدر كبير من المرونة وعدم التخبط والارتجال (أحمد حسين اللقاني: ١٩٨٩، ٤٠٦، ٤٠٧)، وفي هذا البحث يهدف دليل المُعلم إلى تدريس وحدة الهندسة والقياس بالصف الأول الإعدادي وذلك باستخدام مبادئ وأنشطة هندسة الفراكتال في ضوء الإمكانات المتاحة ومستوى التلاميذ والبيئة التي يعيشون فيها.

وقد اشتمل هذا الدليل على:

١) الأهداف الخاصة بالدليل.

٢) أهمية الدليل.

٣) نبذة عن هندسة الفراكتال.

٤) الأهداف العامة للوحدة المتضمنة.

٥) دروس الوحدة التي تم إعدادها وفقاً لمفاهيم وأنشطة هندسة الفراكتال.

٦) الخطة الزمنية لتدريس الوحدة.

وقد تم عرض الدليل على مجموعة من السادة الأساتذة المحكمين المتخصصين في مجال المناهج وطرق تدريس الرياضيات وموجهي ومدرسي الرياضيات بالمرحلة الإعدادية، وبعد قيام السادة المحكمين بحذف أو إضافة أو تعديل ما يرونه مناسباً، فقد تم إجراء التعديلات المقترحة وبذلك أصبح الدليل في صورته النهائية(٨).

---

(7) ملحق(٤) كراسة التلميذ

(8) ملحق(٥) دليل المعلم

ثانيا: أدوات القياس

وتشتمل على اختبار المهارات الرياضية: تم إعداد اختبار المهارات الرياضية في وحدة الهندسة والقياس بالصف الأول الإعدادي في ضوء عدد من الخطوات التي تم التوصل إليها من خلال مراجعة بعض الأدبيات والرسائل التي تناولت كيفية إعداد الإختبار ومنها (إيناس إبراهيم:٢٠١٣)، (محمد رجب إبراهيم:٢٠١٣)، (هاني محمود شوقي:٢٠١٥)، (عاشور محمد حافظ:٢٠١٦)،(إبراهيم التونسي حسين: ٢٠١٦). كذلك من واقع تحليل محتوى وحدة الهندسة والقياس للصف الأول الإعدادي ، حيث اتبع الباحث الخطوات الأتية:

١- **تحديد الهدف من الاختبار:** يهدف اختبار المهارات الرياضية إلى الكشف عن مستوى أداء تلاميذ الصف الأول الإعدادي في المهارات الرياضية المُتضمنة في وحدة الهندسة والقياس بالفصل الدراسي الثاني.

٢- **الصورة الأولية للاختبار:** في ضوء المهارات الرياضية المُتضمنة في وحدة الهندسة والقياس بالصف الأول الإعدادي الفصل الدراسي الثاني تم إعداد الصورة الأولية للاختبار المهارات الرياضية كما يأتي:

٣- **وضع جدول توصيف مفردات الاختبار:** (تم وضع جدول توصيف المفردات في ضوء تحليل المحتوى للمهارات الرياضية في وحدة الهندسة والقياس للصف الأول الإعدادي).

جدول(٢)

توصيف مفردات اختبار المهارات الرياضية

في وحدة الهندسة والقياس بالنسبة لكل موضوع

الموضوع	عدد المهارات	النسبة المئوية	عدد الأسئلة
البرهان الإستدلالي	٦	% ٧,١٤	٣
المضلع	١٦	% ١٩, ٠٤	٨
المثلث	١١	% ١٣, ١٠	٦
نظرية فيثاغورث	٥	% ٥, ٩٦	٣
التحويلات الهندسية	١	% ١, ١٩	١
الانعكاس	٢١	% ٢٥	١٠
الانتقال	٧	% ٨, ٣٣	٣
الدوران	١٧	% ٢٠, ٢٤	٨
المجموع	٨٤	%١٠٠	٤٢

جدول(٣) توصيف مفردات اختبار المهارات الرياضية في وحدة الهندسة والقياس بالنسبة لكل مهارة من المهارات الرئيسة بالصف الأول الإعدادي.

المهارة الرئيسة	جملة الأداءات	الوزن النسبي	عدد الأسئلة
المنطقية	٢٤	% ٢٨,٦	١٢
التطبيقية	٣٠	% ٣٥,٧	١٥
الإجرائية(الأدائية)	٣٠	% ٣٥,٧	١٥
المجمـــــــــــــــوع	٨٤	%١٠٠	٤٢

٤- صياغة المفردات:

تم صياغة مفردات الاختبار (٤٢) مفردة موزعة على (١٥) سؤالاً اختيار من متعدد، (١٠) أسئلة إكمال، (١٢) سؤالاً للرسم، (٥) أسئلة برهان رياضي، وقد راعى الباحث التنوع في أسئلة الاختبار ما بين الاختيار من متعدد وأسئلة الإكمال والرسم والبرهان الرياضي وذلك لإتاحة الفرصة للتلاميذ للإنتاج ومراعاة الفروق الفردية بينهم.

٥- **تعليمات الاختبار:** تم صياغة تعليمات عامة للاختبار وقد رُوعي في التعليمات أن تكون ذات عبارات قصيرة مختصرة وواضحة وتكون في مقدمة الاختبار.

٦- **صدق الاختبار:** للتأكد من صدق اختبار المهارات الرياضية فقد عرض الباحث الاختبار على مجموعة من السادة الأساتذة المحكمين المتخصصين في مجال المناهج وطرق تدريس الرياضيات ومجموعة من السادة موجهي ومدرسي مادة الرياضيات، وبعد مراجعة الاختبار في ضوء آراء السادة المحكمين وملاحظاتهم من حيث تعديل بعض المفردات لتصبح أكثر تحديداً ومناسبة للمستوى الذي تقيسه واستبدال البعض الآخر، أصبح الاختبار صادقاً من حيث المحتوى وفي صورته النهائية[٩] ويتكون من (٤٢) مفردة.

٧- إعداد مفتاح التصحيح[١٠]:

- تم إعداد مفتاح التصحيح للاختبار، حيث رصدت درجة واحدة لكل سؤال يتم الإجابة عنه إجابة صحيحة للأسئلة من (١:٣٤) ودرجتان لكل سؤال يتم الإجابة عنه إجابة صحيحة للأسئلة من (٣٥: ٤٢) ، وصفر لكل سؤال يتركه التلميذ أو

(9) ملحق(٦) اختبار المهارات الرياضية

(10) ملحق (٧) مفتاح تصحيح اختبار المهارات الرياضية

يجيب عنه إجابة خطأ، وبذلك تكون الدرجة الكلية لاختبار المهارات الرياضية (٣٤+١٦=٥٠) درجة.

٨- **تنفيذ التجربة المبدئية:** قام الباحث بتجربة مبدئية للاختبار إذ تم تجريب الاختبار على عينة عشوائية من تلاميذ الصف الثاني الإعدادي بمدرسة هوارة المقطع الإعدادية بنات وعددهم (٥٠) تلميذاً.

٩- ثبات الاختبار:

وقد اعتمد الباحث في حساب معامل ثبات الاختبار الحالي على طريقة تحليل التباين، والتي تعني تحليل تباين درجات التلاميذ على فقرات الاختبار، ولذا تم حساب معامل ثبات الاختبار باستخدام معادلة كودر-ريتشاردسون رقم ١١ (ك ر ١١) (KR11)[١١]. والجدول التالى يوضح معامل ثبات الاختبار (حيث إن الدرجة النهائية للاختبار هى ٥٠)

جدول (٤) معامل ثبات اختبار المهارات الرياضية

عدد الأسئلة (ن)	متوسط الدرجات (م)	تباين الدرجات (ع٢)	معامل الثبات(ر١,١)
٤٢	١٩,٤٢	١٢٠,٥٢	٠,٩٤

بتطبيق المعادلة السابقة على نتائج الاختبار وجد أن معامل ثبات الاختبار هو (٠,٩٤) مما يدل علي أن الاختبار ذو ثبات عال، مما يدعو إلى الاطمئنان عند إستخدام الاختبار مع أفراد عينة البحث. هذا فضلاً على أن معامل الثبات الذي يتم الحصول عليه بطريقة تحليل التباين يعطي الحد الأدنى لمعامل ثبات الاختبار (فؤاد البهي السيد: ١٩٧٩، ٥٣٧). وبذلك يكون الحد الأدنى لمعامل ثبات الاختبار الحالي هو (٠,٩٤)

(11) ملحق(٧)المعادلات المستخدمة

وهذا يعني أن الاختبار ثابت إلى حد كبير ويمكن الاعتماد عليه واستخدامه بدرجة عالية من الثقة.

١٠- حساب زمن ومعاملات السهولة والصعوبة والتمييز لمفردات الاختبار:

بناء علي درجات تلاميذ الدراسة الاستطلاعية والزمن المستغرق للإجابة عن الاختبار، تم تحديد ما يلي:

- **زمن الاختبار:** اتبع الباحث طريقة التسجيل التتابعي للزمن الذي استغرقته كل تلميذ في الإجابة عن الاختبار، وتم حساب المتوسط لهذه الأزمنة. وقد توصل الباحث إلى أن زمن الاختبار التحصيلي بالتقريب(٩٠) دقيقة[١٢].
- **معاملات السهولة والصعوبة والتمييز لمفردات الاختبار:**

تم حساب معاملات السهولة والصعوبة والتمييز لمفردات اختبار المهارات الرياضية[١٣] في وحدة الهندسة والقياس.

وكان معامل السهولة (٠,٣٠) ومعامل الصعوبة (٠,٧٠) ومعامل التمييز(٠,٢١)[١٤]

١١- الصورة النهائية للاختبار:

تكون الصورة النهائية الاختبار الصالحة للتطبيق مكونة من (٤٢) مفردة موزعة على المهارات الرياضية الرئيسة الثلاث وهي (المنطقية – التطبيقية – الأدائية).

التحقق من تكافؤ المجموعتين الضابطة والتجريبية قبل البدء في التجربة

تم إجراء التطبيق القبلي لاختبار المهارات الرياضية[١٥] على تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في نفس الوقت وتحت نفس الظروف تقريباً، وتم حساب مستوى

(12) ملحق ١٢

(13) ملحق (٨) الاجابات الصحيحة ومعاملات السهولة والصعوبة والتمييز لمفردات اختبار المهارات الرياضية

(14) ملحق ٩ معاملات السهولة والصعوبة والتمييز لاختبار المهارات الرياضية

(15) ملحق(١٤) درجات التقويم القبلي لاختبار المهارات الرياضية

الدلالة الإحصائية لقيمة (ت) للفرق بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة وتم التوصل إلى النتائج الآتية:

جدول (٥) قيمة (ت) ودلالتها الإحصائية للفرق بين متوسطي درجات المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق القبلي للاختبار المهارات الرياضية.

المجموعة	عدد التلاميذ	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	درجة الحرية	قيمة (ت) الجدولية	قيمة(ت) المحسوبة	الدلالة الاحصائية
التجريبية	٤٠	٧,١٠	٤,٦٢	٧٨	٢,٦٣٩	٠,٦١	الفرق غير دال إحصائياً
الضابطة	٤٠	٦,٦٠	٢,١١				

يتضح من الجدول السابق أن الفرق بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة غير دال إحصائياً، حيث أن قيمة(ت) المحسوبة (٠,٦١)، وقيمتها الجدولية (٢,٦٣٩)عند درجة حرية(٧٨) ومستوى دلالة (٠,٠١)؛ مما يدل على أن المجموعتين التجريبية والضابطة متكافئتان في التطبيق القبلي لاختبار المهارات الرياضية، مما يعد مؤشراً على تكافؤ المجموعتين إلى حدٍ في هذا المتغير.

اختبار صحة الفروض

وفيما يلي تفصيلاً لذلك

أولاً: اختبار صحـــة فروض البحث:

أ- اختبار صحة الفرض الأول:

للتحقق من صحة الفرض الأول من فروض البحث الذي ينص على:"**يوجد فرق دال إحصائياً بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار المهارات الرياضية لصالح المجموعة التجريبية**". تم إجراء التطبيق

البعدي لاختبار المهارات الرياضية على تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في نفس الوقت وتحت نفس الظروف تقريباً، وتم حساب المتوسط الحسابي والانحراف المعياري ومستوى الدلالة الإحصائية لقيمة (ت) للفرق بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة، وتم التوصل إلى النتائج الآتية:

جدول (٦) قيمة (ت) ودلالتها الإحصائية للفرق بين متوسطي درجات المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي للاختبار المهارات الرياضية ككل

البيانات الإحصائية / المجموعة	العدد (ن)	المتوسط الحسابي (م)	الانحراف المعياري (ع)	درجة الحرية	قيمة (ت) الجدولية	قيمة(ت) المحسوبة	مستوى الدلالة الإحصائية	حجم التأثير η^2
التجريبية	٤٠	٤٠,٥٥	٧,٢١	٧٨	٢,٦٣٩	١٠,٨١	٠,٠١	٠,٦
الضابطة	٤٠	١٧,٥٣	١١,١٨					

يتضح من الجدول السابق أن قيمة (ت) المحسوبة (١٠,٨١) وقيمة (ت) الجدولية تساوي (٢,٦٣٩) عند مستوى دلالة ٠,٠١ وعند درجة حرية (٧٨) وكذلك يتضح من الجدول السابق أن حجم التأثير كبير حيث أنه أكبر من ٠,١٤ وهو يساوي (٠,٦).

مما سبق يتضح أن قيمة (ت) المحسوبة أكبر من قيمة(ت) الجدولية مما يدل على وجود فرق دال إحصائياً لصالح المجموعة التجريبية. وبالتالي يتم رفض الفرض الصفري وقبول الفرض البديل، الذي ينص على أنه:" **وجود فرق دَال إحصائياً عند مستوى دلالة(٠,٠١) بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار المهارات الرياضية لصالح المجموعة التجريبية.**"

ب: اختبار صحة الفرض الثاني:

والذي ينص على" **يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى (٠,٠١) بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار المهارات الرياضية لصالح التطبيق البعدي**" الجدول الآتي يوضح ذلك:

جدول (٧)قيمة (ت) ودلالتها الإحصائية للفرق بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلـــــي والبعدي للاختبار المهارات الرياضية ككل

البيانات الإحصائية / التطبيـــق	العدد (ن)	المتوسط الحسابي (م)	الانحراف المعياري (ع)	درجة الحرية	قيمة (ت) الجدولية	قيمة(ت) المحسوبة	مستوى الدلالة الإحصائية	حجم التأثير (مربع إيتا)
البعـــــدي	٤٠	٤٠,٥٥	٧,٢١	٣٩	٢,٧٠٥	٢٤,٣٩	٠,٠١	٠,٩٤
القبلـــــي	٤٠	٧,١٠	٤,٦٢					

يتضح من الجدول السابق أن قيمة (ت) المحسوبة (٢٤,٣٩) وقيمة (ت) الجدولية تساوي(٢,٧٠٥) عند مستوى دلالة ٠,٠١ وعند درجة حرية (٣٩)، وكذلك يتضح أن حجم التأثير كبير حيث أن قيمة مربع إيتا(η^2) لنتائج التطبيق البعدي لاختبار المهارات الرياضية كانت (٠,٩٤) وقد تجاوزت هذه النتيجة القيمة الدالة على الأهمية التربوية للنتائج الإحصائية في البحوث النفسية والتربوية ومقدارها(٠,١٤)(صلاح أحمد مراد: ٢٠٠٠، ٢٤٨) وهي تعني أن(٩٤%) من التباين بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة يرجع إلى المتغير المستقل المتمثل في استخدام أنشطة ومباديء هندسة الفراكتال في تدريس وحدة الهندسة والقياس بالصف الأول الإعدادي،

وبذلك يتم رفض الفرض الصفري وقبول الفرض البديل الذي ينص على أنه:" **يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى (٠,٠١) بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار المهارات الرياضية لصالح التطبيق البعدي**".

ثانياً: مناقشة نتائج البحث

أكدت نتائج التطبيق القبلي للاختبار المهارات الرياضية أن مجموعتي البحث التجريبية والضابطة متكافئتين، ولذا فان الباحث يعزي هذا الفرق إلي دراسة تلاميذ المجموعة التجريبية باستخدام مبادئ وخواص وأنشطة هندسة الفراكتال.

ويعتقد الباحث أن تفوق دراسة تلاميذ المجموعة التجريبية باستخدام مبادئ وخواص وأنشطة هندسة الفراكتال قد يرجع إلى الأسباب الآتية:

١) طبيعة هندسة الفراكتال وما تتضمنه من أفكار وخصائص عجيبة بعيدة التصور.
٢) ما تتضمنه هندسة الفراكتال من ارتباطات وتطبيقات وأمثلة بالطبيعة، ومعظم المجالات العلمية.
٣) كما أنها تُتيح فرصاً لعرض الأشكال الهندسية حتى يستطيع التلميذ استنتاج خصائص كل شكل والربط بين الأشكال لاستنتاج القوانين والنظريات.
٤) استخدام بعض البرامج التكنولوجية الممتعة مثل برنامج جيوجبرا في عرض رسوم هندسية متحركة.
٥) تكسب هندسة الفراكتال التلاميذ مهارات استخدام الأدوات الهندسية بدقة في رسم الاشكال الهندسية.
٦) تكسب التلاميذ مهارات الإكتشاف في الرياضيات من خلال مهارات ربط الأشكال في الطبيعة بالخصائص الرياضية لهندسة الفراكتال.

٧) أسلوب العمل داخل الفصل يقوم على التعاون بين التلاميذ والذي من شأنه بث روح التنافس بين المجموعات والسعي إلى تقديم طرق مختلفة ومتنوعة للحل، وتنمية علاقات اجتماعية بين التلاميذ.

٨) قد يرجع السبب في ذلك أيضا إلي أن كراسة التلميذ، والتي أعدها الباحث في إطار محتوى الوحدة وتتصمن أنشطة فراكتالية وأنشطة تقوم على توصل التلاميذ إلى القواعد والقوانين المتضمنة في الوحدة بأنفسهم، وكما تتضمن كراسة التلميذ أنشطة تكنولوجية متنوعة وشيقة.

كل ذلك كان له دور كبير في تنمية بعض المهارات الرياضية المتُضمنة في وحدة الهندسة والقياس وتتفق نتائج هذا البحث مع نتائج الدراسات السابقة مثل: دراسة(هبة محمد عبد العال:٢٠١٠)، دراسة(وئام محمد الغانمي:٢٠١٠)، دراسة(وليد صابر القاضي: ٢٠١٢)، دراسة(رفعت محمد المليجي:٢٠١٤)، لما توصلت إليه من الأثر الإيجابي لهندسة الفراكتال في تنمية حل المشكلات الهندسية، والتفكير الرياضي، والإبداع والتحصيل الدراسي.

ويمكن تفسير تفوق أداء تلاميذ المجموعة التجريبية في التطبيق البعدي علي أدائهم في التطبيق القبلي في اختبار المهارات الرياضية بأن المجموعة التجريبية لم تكن قد درست موضوعات وحدة "الهندسة والقياس " عند التطبيق القبلي، أما عند التطبيق البعدى فإن التلاميذ قد درسوا موضوعات هذه الوحدة باستخدام مبادئ وخواص وأنشطة هندسة الفراكتال، والتي ساعدتهم على الأداء بفرق دال بين التطبيقين القبلي والبعدي لصالح التطبيق البعدي فى موضوعات الوحدة.

<u>من خلال عرض نتائج البحث على النحو السابق يتضح للباحث ما يلي:</u>

١- يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى(٠,٠١) بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار المهارات الرياضية

ككل والمهارات الثلاث(المنطقية–التطبيقية–الأدائية)، وذلك لصالح المجموعة التجريبية.

٢- يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى (٠,٠١) بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار المهارات الرياضية ككل والمهارات الثلاث(المنطقية–التطبيقية–الأدائية)، لصالح التطبيق البعدي، حيث أن الأثر لتدريس الهندسة باستخدام مبادئ وأنشطة هندسة الفراكتال كان كبيراً إلى حدٍ ما في تنمية المهارات الرياضية لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي في وحدة الهندسة والقياس.

التوصيات والمقترحات

أولاً: توصيات البحث

في ضوء ما تم في هذا البحث من إجراءات، وما تم التوصل إليه من نتائج يوصي الباحث بما يأتي:

١) تضمين هندسة الفراكتال في مناهج الرياضيات بالمراحل التعليمية المختلفة وبمستويات مناسبة.

٢) ربط الرياضيات بالفنون والطبيعة وذلك من خلال عمل مشروعات طلابية تستند على أسس هندسة الفراكتال.

٣) ضرورة إعداد برامج تدريبية للمعلمين أثناء الخدمة تتضمن مبادئ وأنشطة هندسة الفراكتال لتطوير أدائهم التدريسي.

٤) تقديـــم وحدة تعريفية بهندسة الفراكتال في مناهج الرياضيات بالحلقتين الأولى والثانية من التعليم الأساسي.

٥) إعادة النظر في أساليب التقويم المتبعة وأشكال الامتحانات الحالية، وذلك بتضمين أسئلة في الامتحانات تقيس المهارات الرياضية لدي التلميذ.

٦) نشر وتعريف المعلمين والطلاب والبحاث بالمواقع الإلكترونية التي تتضمن هندسة الفراكتال.

ثانياً: مقترحات البحث

في ضوء نتائج البحث وتوصياته يمكن أن يقترح الباحث إجراء الدراسات والبحوث الآتية:

١) دراسة العلاقة بين استخدام المعلمين لهندسة الفراكتال في تدريس الرياضيات ومستوى تحصيل طلابهم.

٢) دراسة فاعلية استخدام هندسة الفراكتال على تنمية المهارات الرياضية في مراحل التعليم المختلفة.

٣) دراسة أثر استخدام هندسة الفراكتال على تنمية التحصيل وبقاء أثر التعلم لدى التلاميذ ذوي صعوبات التعلم.

٤) دراسة أثر استخدام هندسة الفراكتال على تنمية التذوق الفني والقدرات البصرية لدى طلاب المدارس الفنية.

٥) دراسة أثر استخدام هندسة الفراكتال على تنمية التذوق الفني والقدرات البصرية لدى طلاب كلية التربية النوعية قسم التربية الفنية.

المراجع

إبراهيم التونسي حسين (٢٠١٦): فاعلية برنامج قائم على عادات العقل في تعلم الرياضيات لتنمية التحصيل ومهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية، رسالة دكتوراة ، كلية التربية ، جامعة بنهـــــــــــــــا.

أحمد حسن اللقاني،علي أحمد الجمل (٢٠٠٣): **معجم المصطلحات التربوية في المناهج وطرق التدريس**، (ط٣) القاهرة، دار الكتب.

أحمد محمود عفيفي (٢٠٠٥): "الاستراتيجيات ونواتج التعلم فى بحوث تعليم الهندسة بكليات التربية بين الواقع والمأمول (دراسة منظومية)"، **المؤتمر العلمي الخامس للجمعية المصرية لتربويات الرياضيات (التغيرات العالمية والتربوية وتعليم الرياضيات)**، نادي أعضاء هيئة التدريس بجامعة بنها، (٢٠-٢١) يوليو،(٥٣٩ – ٥٨٩).

خليفة عبد السميع خليفة (٢٠٠٠): **مهارات التدريس**،القاهرة، مكتبة النهضة العربية.

رشدي أحمد طعيمة(٢٠٠٤): **تحليل المحتوى في العلوم النفسية-مفهومه، أسسه، استخدامه**، القاهرة، دار الفكر العربي.

رضا أبو علوان إبراهيم (٢٠٠٥): تضمين هندسة الفراكتال في الرياضيات المدرسية، **الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات**، المؤتمر العلمي الخامس، مصر.

رفعت محمد المليجي(٢٠١٤): فاعلية وحدة مقترحة في هندسة التوبولوجي والفراكتال في تنمية التفكير الإبداعي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية، **مجلة كلية التربية**، ٣٠(١)، جامعة أسيوط.

سلافه محمد عبد العظيم شاهين(٢٠١٣): فاعلية تدريس هندسة مزودة ببعض أفكار هندسة الفراكتال باستخدام البرمجيات التفاعلية في تنمية التحصيل في الهندسة ومهارات التفكير البصري لدى التلاميذ الصم بالمرحلة الإبتدائية ، رسالة ماجستير ، كلية التربية، جامعة عين شمس.

شذى زامل شندي(٢٠١٢): فاعلية وحدة مقترحة فى هندسة الفراكتال باستخدام الحاسوب لتنمية التفكير البصري والتحصيل لدى تلميذات المرحلة الإبتدائية، رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة الطائف.

عبد الناصر عبد الصمد أبو الغيط(٢٠١٦): فاعلية برنامج في الهندسة المستوية قائم على هندسة الفراكتال في تنمية التفكير الإبداعي والاتجاه نحو الرياضيات لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية، رسالة دكتورة، كلية التربية، جامعة بنها.

سامي سلطي عريفج، نايف أحمد سليمان(٢٠٠٥): **أساليب تدريس الرياضيات والعلوم**، الأردن، دار صفاء للنشر والتوزيع.

عزة محمد عبد السميع(٢٠٠٧): فاعلية استخدام نموذج التعلم البنائي لتدريس المفاهيم الهندسية في تنمية التحصيل والتفكير الهندسي لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي، ٣١(١)، **مجلة كلية التربية**، جامعة عين شمس.

فؤاد البهي السيد(١٩٧٩): **علم النفس الإحصائي وقياس العقل البشري**، القاهرة، دار الفكر العربي.

محبات أبو عميرة (٢٠٠٠): **تعليم الرياضيات بين النظرية والتطبيق**، القاهرة، الدار العربية للكتاب.

محفوظ يوسف صديق، وآخرون (٢٠٠٥): **طرق تدريس الرياضيات**، "مشروع تطوير وتقويم برنامج إعداد معلمي الرياضيات بكلية التربية بسوهاج "، سوهاج، دار محسن للطباعة

محمود محمد عبد الرحيم (٢٠١٦): أثر استخدام استراتيجيات مارزانو في تنمية المهارات الرياضية لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي، رسالة ماجستير، كلية التربية جامعة بني سويف.

نظلة أحمد حسن خضر(٢٠٠٤): **معلم الرياضيات والتجديدات التربوية "هندسة الفراكتال وتنمية الابتكار التدريسي لمعلم الرياضيات"**،القاهرة، عالم الكتب.

وليد صابر القاضي(٢٠١٢): فاعلية تدريس وحدة مقترحة قائمة على هندسة الفراكتال في لتنمية التحصيل والتفكير الإبداعي لدى تلاميذ المرحلة الإبتدائية، رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة المنوفية.

وليم عبيد، ومحمد المفتي، وسمير إيليا القمص(٢٠٠٠): **تربويات الرياضيات**، القاهرة، مكتبة الأنجلو المصرية.

Camp, D (2000): **Benoit Mandelbrot "The Euclid of fractal geometry Mathematics Teachers"**, 93(8), 708-712.

Harter, Christi A and others(2007): The effects of individually Personalized Computer paused Instructional Program on solving Mathematics problems, **Journal of Computer in Human Behavior,** 23(3), 1195-1210.

Karakus, F & Baki, A(2011): Assessing grade 8 elementary school Mathematics curriculum and, textbooks within the scope of fractal geometry, **Elementary Education Online**, 10(3), 1081-1092.

Katrina.P. Jimenez, Christine.M. Phelps(2016): Using Disney's Frozen to Motivate Mathematics: Bringing Fractals into the Classroom, **APMC**, 21 (2).

Kaur, L(2000): **Faster Generation of Algebraic Fractals**, MSc, thapar institute of Engineering and technology, deemed University.

Thomas, D.A(2002): **Modern Geometry,** U.S Brooks/Cole Thomas Learning.

Toles, Ann(2010):Effects of Teaching Strategies on Student Motivation to Learn in High School Mathematics Classroom**, Diss. Abs. Int**, Proqust LLc.