فاعلية برنامج مقترح فى هندسة الفراكتال وتطبيقاتها فى تنمية التحصيل ومهارات التفكير البصرى لدى طلاب المرحلة الثانوية

بحث مشتق من رسالة دكتوراه

إعداد
أ.أحمد محمد نصر الدين العسيرى
مدرس رياضيات

إشراف
أ.د. محمود إبراهيم محمد بدر
أ.م.د.حسن هاشم بلطية
د.أسامة عبد العظيم محمد
كلية التربية ـ جامعة بنـها

ملخص البحث:
هدف البحث قياس فاعلية برنامج مقترح في هندسة الفراكتال وتطبيقاتها في تنمية التحصيل ومهارات التفكير البصرى لدى طلاب المرحلة الثانوية، من خلال الإجابة عن الإجابة عن السؤال الرئيسى الآتى: ما فاعلية برنامج مقترح في هندسة الفراكتال وتطبيقاتها في تنمية التحصيل ومهارات التفكير البصرى لدى طلاب الصف الثانى الثانوى علمى؟، وتكونت مجموعة البحث من (٣٠) طالباً وطالبة من طلاب الصف الثانى الثانوى علمى بمدرسة فهيمة بدوى الثانوية بإدارة السرو التعليمية بمحافظة دمياط، واستخدم الباحث البرنامج المقترح في هندسة الفراكتال وتطبيقاتها مدعوماً بالإسطوانة التعليمية وأوراق عمل الطالب وتم التأكد من فاعلية البرنامج من خلال أداتى البحث المتمثلتين في الاختبار التحصيلى في هندسة الفراكتال وتطبيقاتها واختبار مهارات التفكير البصرى في هندسة الفراكتال، ومن أهم النتائج التي توصل إليها البحث، يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى دلالة (٠،٠١) بين متوسطى درجات الطلاب فى القياسين القبلى والبعدى للتحصيل في هندسة الفراكتال وتطبيقاتها لصالح القياس البعدى، يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى دلالة (٠،٠١) بين متوسطى درجات الطلاب فى القياسين القبلى والبعدى لمهارات التفكير البصرى في هندسة الفراكتال لصالح القياس البعدى.

Abstract:
The present study aimed at investigating the effectiveness of a proposed program in developing second year secondary school students' achievement and visual thinking skills of fractal geometry and its applications. The study was seeking to answer a major question: how far can the proposed program of fractal geometry and its applications develop second year secondary school students' visual thinking skills and increase their achievement in geometry? Subjects in this study were second-year secondary school students studying at Fahema Badawy secondary school at Damitta governorate، El-Serw region. They were randomly selected to represent the sample of the study. An achievement test and a visual thinking skills test were designed by the researcher and used as pre-post tests to measure the students' skills before and after the treatment. A proposed program was designed by the researcher to be used in developing the students' achievement and visual thinking skills.The participants (30 students) studied fractal geometry according to the proposed program. Results of the study showed that there was a statisticllay significant diffrerence at (0.01) in pre-post achievement tests in favour of the post test. Also there was a statistically significant difference at (0.01)in pre-post visual thinking skills tests in favour of the post test.

مقدمة:

نعيش عصر المعلوماتية المتاحة من خلال جميع قنوات المعرفة المختلفة، فلم تعد المشكلة كامنة في امتلاك المعرفة فنتائج الأبحاث في كافة المجالات العلمية متاحة للجميع ولكن تكمن المشكلة الحقيقة في كيفية التعامل مع هذا الكم الهائل من المعلومات، ومن هنا لابد من تغيير جذرى في نظامنا التعليمى حتى نستطيع إعداد جيل من الطلاب قادر على التفكير العلمى يمتلك مهارات التفكير المختلفة، حتى يستطيع توظيف هذه المعلومات والاستفادة القصوى منها للنهوض بمجتمعاتنا.

ويؤكد المجلس القومى لمعلمى الرياضياتNCTM،2000 ،(4)* على أنه لا يجب أن يقتصر تعليم الرياضيات على تعليم بعض المعارف والمهارات بل يتجاوزها إلى تعليم طرق التفكير السليمة لإكساب الطلاب القدرة على الاكتشاف، الاستدلال وحل المشكلات غير الروتينية، حتى يتمكنوا من التعامل بفاعلية مع متغيرات العصر ومتطلباته، فالرياضيات ليست مجموعة من المعارف المنفصلة أو مجموعة من الموضوعات المنعزلة وإنما هي شبكة من البناء الفكرى تُبنى فيها الأفكار على بعضها البعض وترتبط فيما بينها بقواعد وقوانين.

لذلك أصبح من الضرورى تنمية مهارات التفكير المختلفة فى المناهج الدراسية، لأن القدرة على التفكير، التخيل المنطقى، التحليل والاستدلال تعد متطلبات أساسية للحياة الإنسانية المثمرة، وتكاد لاتخلو زاوية من زوايا الحياة الإنسانية من الحاجة إلى التفكير، الاستدلال، اتخاذ القرارات وحل المشكلات، ومن أجل ذلك فإن الهدف الأول للتربية والتعليم ينبغى أن يوجه نحو تنمية قدرات المتعلمين على ممارسة هذه العمليات ذاتياً وبصورة وظيفية إبداعية (مجدى إبراهيم، ٢٠٠٧، ٤٢).

ويتفق التربويون على أهمية استخدام المدخل البصرى فى تخطيط وتطوير المناهج، وذلك على اعتبار أن المدخل البصرى يؤثر فهم المضامين، فعرض النماذج البصرية من أشكال ورسومات بصورة مكثفة فى المقرر الدراسي وأثناء التدريس تيسر على المتعلمين حل المشكلات وبالتالى تحسن أداءهم وإنجازهم فى المادة الدراسية، فالصورة يمكن أن تغنى عن ألف كلمة ويعتبر المدخل البصرى مجموعة من الأنشطة البصرية (Visual Activities) مثل الصور التوضيحية، البيانية والرسوم الكاريكاتورية ذات المضمون الرياضى والحل الهندسى للمشكلة الرياضية (عبد الله سلامة، ٢٠٠٢، ٢٩٩- ٣٠٠).

واستجابة لذلك تنوعت البرامج والاستراتيجيات التدريسية المستخدمة لتنمية مهارات التفكير البصرى في الهندسة، ومنها دراسة شحاتة أمين (٢٠١٢) التي هدفت التعرف

على استخدام استراتيجية التدريس التبادلى فى تعليم الرياضيات وأثرهاعلى تنمية مهارات التفكير البصرى والتحصيل وخفض القلق الهندسى لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية، وتوصلت الدراسة إلى فاعلية استراتيجية التدريس التبادلى، وكذلك دراسة إيمان طافش (٢٠١١) التي هدفت معرفة أثر برنامج مقترح فى مهارات التواصل الرياضى على تنمية التحصيل العلمى ومهارات التفكير البصرى فى الهندسة لدى طالبات الصف الثامن الأساسى بغزة وتوصلت الدراسة إلى وجود أثر البرنامج المقترح فى مهارات التواصل الرياضى على وحدة الهندسة من خلال تنمية التحصيل الدراسى ومهارات التفكير البصرى عند تطبيقه على الطالبات.

ولما كانت الهندسة أكثر فروع الرياضيات التى ترتبط بشكل مباشر بمهارات التفكير عامة والمهارات البصرية خاصة، لذلك كان تعليمها لأبنائنا الطلاب أمراً ضرورياً لتنمية مهاراتهم وأساليب تفكيرهم المختلفة، فهناك العديد من موضوعات الهندسة المُوزعة على جميع المراحل التعليمية المختلفة؛ ففى المرحلة الابتدائية يتعرف التلميذ نماذج وأشكال هندسية ويدرك مساحاتها وحجومها، ثم يدرس في المرحلة الإعدادية هندسة المثلث والدائرة وعندما ينتقل إلى المرحلة الثانوية يدرس موضوعات هندسية متنوعة بجانب دراسة الهندسة الفراغية التي تتناول دراسة الأشكال والمجسمات في الفراغ (أحمد العسيرى، ٢٠١٢، ٦).

كما ظهرت فى العقود الثلاثة الأخيرة هندسة الفراكتال* (Fractal geometry)، وهى تصف الطبيعة حولنا من جبال وسحب وأشجار، وقد ظهرت هذه الهندسة نتيجة نظريات حديثة فى مجالات وأفرع التوبولوجى ونمت بتقدم علوم الكمبيوتر وأساليبه وتطبيقاته فى الرسوم والنمذجة وأدت إلى نمو نظريات علمية معاصرة مثل نظرية الهيوليـــة (Chaos) ونظريـــة النظـم الديناميكيـة غير الخطيـة(Non linear dynamical systems)، (نظلة خضر، ٢٠٠٤، ٢١).

وتوصف هندسة الفراكتال بأنها هندسة الطبيعة نظراً لارتباطها بالأشياء الطبيعية مثل النباتات، الخلايا البكترية الحية، الشرايين الدموية فى جسم الإنسان وغيرها، حيث أنها نشأت نتيجة ارتباط الرياضيات بالطبيعة وتعتبر امتداد للهندسة الإقليدية، ففى حين أن الهندسة الإقليدية تقدم التقريب المبدئى لتركيب الأشياء فى الطبيعة وتستخدم فى التصميمات التكنولوچية فهندسة الفراكتال يمكنها عمل نماذج دقيقة للتركيبات الطبيعية، فعن طريقها يمكن وصف السحب والجبال والشواطئ المتعرجة بدقة بالغة، ولذلك لا بد من تضمينها فى مناهج الرياضيات بالمراحل التعليمية المختلفة لما لها من أهمية تطبيقية وتأثير فعال على تنمية إحساس الطلاب بالطبيعة وإدراكهم لجمال الأشكال الهندسية الطبيعية، كما أنها تفجر طاقات الإبداع والخيال عند المتعلمين التى

تعتبر من أهم أهداف تعليم الرياضيات. (Barnsley، 1998، 1 ،Naylor، 1999 ، 260) ، 1999، Westerberg،360& Randi

نظراً لأن هندسة الفراكتال تعتمد على أشكال تمتزج فيها البساطة مع التعقيد والتكرار فى مراحل مختلفة من خلال أشكال تعكس جمال الهندسة والفن والفكر الرياضى وتتضح العديد من التفاصيل الدقيقة لهذه الصور على شاشة الكمبيوتر فى ألوان خلابة بديعة تشد حاسة البصر إلى عالم الخيال وتجعلها تعمل مع العقل فكل هذا يهيئ المناخ لإنتاج مهارات التفكير البصرى لدى المتعلمين (وائل على، ٢٠٠٨، ٦٠).

وتتميز هندسة الفراكتال بتطبيقاتها الواسعة فى معظم فروع العلم، فلها العديد من التطبيقات فى مجال التكنولوچيا ومن أهمها صناعة الأرايل الصغيرة المنظمة، وفى مجال الفنون تُعد عملية ضغط الصور واحدة من أهم تطبيقات هندسة الفراكتال وتتم من خلال تنفيذ الصور على شكل دالة تكرارات مرحلية والصور الناتجة يمكن تكبيرها عند أي مستوى لا نهائى وتظل على درجة عالية من الوضوح، وفى مجال الطب تستخدم فى علم الهيستوباثولوچى الذى يدرس التغيرات التى تحدث فى الخلايا والأنسجة خلال فترة المرض من أجل تشخيص المرض واختيار العلاج والتحليل والوصف لهذه التغيرات المركبة وغير المنظمة (Kiyun، 2003، 356) ، (رحاب الديب، ٢٠٠٦، ٤٣-٤٩)، (هبه عبد العال، ٢٠١٠، ٤٤-٤٧).

وفى علم الإقتصاد تستخدم لوصف التغيرات داخل السوق بطريقة أكثر دقة من المنحنى الجرسي المستخدم سابقاً، فعن طريقها يمكن التنبؤ بالتغيرات داخل السوق بصورة أكثر دقة، وفى مجال الفن المعمارى يستخدم التشابه الذاتى وهو أحد خصائص هندسة الفراكتال وكذلك البعد الفراكتالى فى إنشاء العديد من النماذج المعمارية ذات درجة عالية من الجمال والتناسق فى مظهرها الخارجى، وفى علم الزلازل تستخدم فى وصف الزلازل والتنبؤ بمواقعها وأوقاتها، وفى مجال الموسيقى تستخدم لتكوين السيمفونية المعتمدة على تكرار بعض الأفكار الأساسية، كما لها العديد من التطبيقات فى علوم الفلك، الفضاء والغذاء(Davis، 2005 ، 321& 305- Reljin، 2002، 283) ، (سها نمر، ٢٠٠٦، ٥٤-٥٥).

الإحساس بالمشكلة:

بناءً على نتائج وتوصيات بعض البحوث والدراسات الأجنبية والعربية التي اهتمت بدراسة هندسة الفراكتال مثل(Langille، 1997)، (Camp، 1999)، (Brincks ، 2005)، (Debnath، 2006) ، (أمل سعد، ٢٠٠٥) ، (سوسن موافى، ٢٠٠٤) (Fraboni، Moller، 2008)، Amanda،، (2006) (رضا السيد،

٢٠٠٥)، (مكة البنا، ٢٠٠٧)، (سها نمر، ٢٠١٠)، (إنجى إبراهيم، ٢٠١١)، (ميرفت على ، ٢٠١١)، (أكرم حسن، ٢٠١١)، (وليد القاضي، ٢٠١٢)، (محمد العشرى، ٢٠١٣)، (مصطفى كامل، ٢٠١٣)، (عبد الناصر محمد، ٢٠١٦)، والتي أسفرت نتائجها عن إمكانية تدريس هندسة الفراكتال فى جميع المراحل التعليمية لما لها من أثر فعال فى تنمية التحصيل ومهارات التفكير المختلفة والتي من بينها مهارات التفكير البصرى بجانب أهميتها التطبيقية فى جميع فروع الرياضيات والعلوم المختلفة، ومن ثم يجب تضمين مقرر في هندسة الفراكتال وتطبيقاتها لطلاب الصف الثانى الثانوى علمى لتنمية تحصيلهم في هندسة الفراكتال وتطبيقاتها ومهارات تفكيرهم البصرى .

كما اعتمد الباحث في تحديد مشكلة البحث وصياغتها على تطبيق اختبار استطلاعى في هندسة الفراكتال وتطبيقاتها أعده الباحث يهدف قياس تحصيل الطلاب في هندسة الفراكتال وتطبيقاتها وقياس مهارات التفكير البصرى لديهم، طُبق على عينة قوامها (٢٣) طالباً وطالبة من طلاب الصف الثانى الثانوى علمى بمدرسة فهيمة بدوي الثانوية بمحافظة دمياط للعام الدراسى (٢٠١٣– ٢٠١٤م) الفصل الدراسى الأول، وأسفر التطبيق عن وجود تدنى ملحوظ في درجات الطلاب في الاختبار الاستطلاعى، حيث أن متوسط درجات الطلاب فى الاختبار(٦،١) درجة من الدرجة الكلية للاختبار وهى (١٠) درجات وهو متوسط متدنى جداً، ومن الأسباب الأساسية فى ذلك التدنى عدم وجود مقرر فى هندسة الفراكتال يدرس لطلاب المرحلة الثانوية حتى الآن، ولا على مدار المراحل التعليمية المختلفة، فلم يتم إدراجها فى المناهج المصرية على الرغم من إدراجها في مناهج العديد من الدول الأجنبية منذ عام ٢٠٠٢م والتي من بينها أمريكا، بريطانيا، اليابان وأستراليا، بالإضافة للطرق النظرية المتبعة فى مدارسنا لتدريس مادة الهندسة على مدار المراحل التعليمية المختلفة، ومن ثم يجب تضمين مقرر في هندسة الفراكتال وتطبيقاتها لطلاب الصف الثانى الثانوى علمى لتنمية تحصيلهم في هندسة الفراكتال وتطبيقاتها ومهارات تفكيرهم البصرى .

كما اتضح للباحث خلال ملاحظته لأداء الطلاب على الاختبار الاستطلاعى في هندسة الفراكتال وتطبيقاتها وتحليل استجاباتهم، أنهم يعانون من مشكلات فى الإدراك البصرى للأشكال الهندسية فلا يستطيعون تقدير المسافات بالأشكال الهندسية بصورة صحيحة ويعانون من مشكلات فى الحكم على حجم الأشكال الهندسية وضعف الذاكرة البصرية، مما يترتب عليه صعوبة التعرف على الشكل الفراكتالى وبالتالى لا يستطيعون تخيل أجزائه وعلاقتها ببعضها البعض بطريقة صحيحة، لذلك يُفضل

إدراج مقرر في هندسة الفراكتال وتطبيقاتها لطلاب الصف الثانى الثانوى علمى لتنمية تحصيلهم ومهارات تفكيرهم البصرى.

مشكلة البحث:

تتلخص مشكلة البحث فى معرفة فاعلية برنامج مقترح في هندسة الفراكتال وتطبيقاتها فى تنمية التحصيل ومهارات التفكير البصرى لدى طلاب الصف الثانى الثانوى علمى.

ويمكن تحديد مشكلة البحث فى الإجابة عن السؤال الرئيسى الآتى:

ما فاعلية برنامج مقترح في هندسة الفراكتال وتطبيقاتها في تنمية التحصيل ومهارات التفكير البصرى لدى طلاب الصف الثانى الثانوى علمى؟

ويتفرع من هذا السؤال الأسئلة الفرعية الآتية:

١. ما أسس بناء البرنامج المقترح في هندسة الفراكتال وتطبيقاتها لطلاب الصف الثانى الثانوى علمى؟

٢. ما فاعلية البرنامج المقترح في تنمية التحصيل في هندسة الفراكتال وتطبيقاتها لدى طلاب الصف الثانى الثانوى علمى؟

٣. ما فاعلية البرنامج المقترح في تنمية مهارات التفكير البصرى في هندسة الفراكتال لدى طلاب الصف الثانى الثانوى علمى؟

حدود البحث:

اقتصر البحث على الحدود الآتية:

١- مجموعة من طلاب الصف الثانى الثانوى علمى بمدرسة فهيمه بدوى الثانوية المشتركة التابعة لإدارة السرو التعليمية بمحافظة دمياط لإجراء تجربة البحث.
٢- تطبيق البرنامج المقترح على مجموعة البحث خلال الفصل الدراسى الثانى للعام ٢٠١٧- ٢٠١٨م.
٣- اقتصر البحث أثناء التطبيق على الموضوعات، المستويات المعرفية والمهارات الآتية:
أ- بعض الموضوعات الخاصة بهندسة الفراكتال وتطبيقاتها المُناسبة لمستوى طلاب الصف الثانى الثانوى علمى من خلال البرنامج المقترح.

ب- مستويات بلوم للمجال المعرفى المتمثلة في: التذكر، الفهم، التطبيق، التحليل والتركيب.

ج- مهارات التفكير البصرى في هندسة الفراكتال المتمثلة في: مهارة التعرف على الشكل، مهارة تحليل الشكل، مهارة إدراك العلاقات ومهارة الاستنتاج البصرى.

أهداف البحث:

سعى البحث إلى تحقيق الأهداف الآتية:

١- إعداد برنامج فى هندسة الفراكتال وتطبيقاتها لطلاب الصف الثانى الثانوى علمى.

٢- تعرف فاعلية البرنامج فى تنمية التحصيل في هندسة الفراكتال وتطبيقاتها لدى طلاب الصف الثانى الثانوى علمى.

٣- تعرف فاعلية البرنامج فى تنمية مهارات التفكير البصرى في هندسة الفراكتال لدى طلاب الصف الثانى الثانوى علمى.

أهمية البحث:

تتمثل أهمية البحث فيما يأتى:

١- تقديم برنامج فى هندسة الفراكتال وتطبيقاتها مصحوباً بإسطوانة تعليمية، أوراق عمل الطالب ودليل للمعلم يعمل على:

أ- تنمية تحصيل هندسة الفراكتال وتطبيقاتها لدى طلاب الصف الثانى الثانوى علمى.

ب- تنمية مهارات التفكير البصرى لدى طلاب الصف الثانى الثانوى علمى.

٢- تعريف المعلمين والطلاب بهندسة الفراكتال وتطبيقاتها كعلم جديد يفيد في تدريس موضوعات الرياضيات.

٣- تعريف المعلمين والطلاب بأهمية هندسة الفراكتال في تفسير بعض الظواهر البيئية المحيطة بهم.

٤- تزويد المعلمين بمهارات التفكير البصرى اللازمة لتدريس هندسة الفراكتال.

٥- تعريف المعلمين والطلاب بتطبيقات هندسة الفراكتال في العلوم المختلفة وفى الرياضيات.

٦- يفسح المجال أمام بحوث ودراسات أخرى تهتم بهندسة الفراكتال وتطبيقاتها في العلوم المختلفة كفرع جديد ومستحدث من فروع الرياضيات.

٧- يفسح المجال أمام بحوث ودراسات أخرى تهتم بتنمية مهارات التفكير البصرى فى التدريس بصفة عامة وتدريس الرياضيات بصفة خاصة.

٨- تقديم خلفية نظرية عن هندسة الفراكتال وتطبيقاتها ومهارات التفكير البصرى حتى يمكن الاستفادة منهما عند تخطيط وتطوير مناهج الرياضيات.

٩- تقديم مسح وتحليل للعديد من البحوث والدراسات العربية والأجنبية فى مجال هندسة الفراكتال وتطبيقاتها وتنمية مهارات التفكير البصرى، ويمثل ذلك قاعدة انطلاق للعديد من الباحثين فى تلك المجالات.

١٠- مسايرته للتوجهات العالمية والمحلية التي تنادى بدراسة موضوعات علمية حديثة مثل هندسة الفراكتال، الهيولية ونظرية النظم الديناميكية غير الخطية.

مصطلحات البحث:

هندسة الفراكتال: Fractal geometry

يعرف أرمان شمس جُفارا (Arman Shamsgovara،2012، 5) هندسة الفراكتال بأنها "هندسة الأشكال الهندسية الخشنة أو ذات الإنكسارات والتى يمكن تقسيم أشكالها إلى أجزاء كل منها هو تصغير للشكل للعديد من المقاييس ويتم الحصول على تلك الأجزاء عن طريق التكرار المرحلى لخاصية معينة لعدد كبير من المرات".

ويعرف كلافام، نيكلسون (Nicholson،Clapham، 2014، 327) هندسة الفراكتال "بأنها مجموعة من النقط لا تتكامل أبعادها المتجزئة أو أى مجموعة ذات تركيب مماثل، فتعتبر الفراكتالات مجموعة ذات تراكيب غير متناهية التعقيد وعادة ما تحتوى على بعض القياسات ذات التشابه، فأى جزء تحتويه داخلها يعتبر صورة مصغرة للمجموعة كلها".

ويعرف الباحث هندسة الفراكتال إجرائياً على أنها "نموذج هندسى ينشأ من تكرار عملية معينة تسمى المُولد، ويتكون من أجزاء صغيرة تشبه النموذج كأنها صور

مصغرة منه، ويمتاز بخصائص هندسية تختلف عن خصائص الهندسة الإقليدية، وتعتبر مدخل نموذجى لدراسة الأشكال الطبيعية المعقدة وغير نظامية التركيب".

تطبيقات هندسة الفراكتال: Fractal geometry Applications يعرف الباحث تطبيقات هندسة الفراكتال إجرائياً على أنها "أوجه التطبيق العملى لهندسة الفراكتال وخصائصها الرياضية المُتمثلة في التشابه الذاتي والبعد الفراكتالى في تفسير وفهم الكثير من المفاهيم والنظريات في مختلف المجالات العلمية بصورة تطبيقية بصرية، وبالتالي تحقيق الكثير من الإنجازات العملية في مختلف المجالات العلمية ".

التفكير البصرى: Visual Thinking

يعرف وليم عبيد وعزو عفانة (٢٠٠٣، ٤٢) التفكير البصرى بأنه " دمج الرؤية والتخيل والرسم فى تفاعل نشط لتوضيح وإدراك علاقات جديدة ".

ويعرف محمد عمار ونجوان القبانى(٢٠١١، ٢٥) التفكير البصرى بأنه "نمط من أنماط التفكير يتضمن قدرة الفرد على التصور البصرى للأجسام والأشكال فى أوضاع مختلفة عن طريق تحويلات بسيطة ومركبة مثل الانعكاس، الانتقال والدوران أوعمليات مثل الثنى، الفرد، الحذف، الإضافة والقطع، وترجمة المواقف والرموز البصرية لمواقف ورموز لفظية والعكس كذلك، وتمييز وتفسير الرموز البصرية للتعرف على أوجه الشبه والاختلاف بينها، وتحليل الموقف البصرى للخروج باستنتاجات ودلالات بصرية، وذلك من أجل تنظيم الصور الذهنية وإعادة تشكيل الموقف البصري لإنتاج نماذج بصرية ذات معنى".

ويعرف الباحث التفكير البصري إجرائياً على أنه "أحد أنواع التفكير الذى يرتبط بدراسة هندسة الفراكتال كقدرة عقلية ترتبط بالجوانب الحسية البصرية للطالب، ويحدث عندما يقوم طالب الصف الثانى الثانوى بعمل ربط ونتاجات عقلية لإدراك غموض معين فى الشكل الفراكتالى المعروض أمامه وتحليله للخروج بنتيجة جديدة واستنتاج أشكال فراكتالية أخرى منه".

مهارات التفكير البصرى: Visual thinking Skills

تعرف إيمان طافش (٢٠١١، ٤٣-٤٤) مهارات التفكير البصرى بأنها "منظومة من العمليات تترجم قدرة الفرد على قراءة الشكل البصرى وتحويل اللغة البصرية التى يحملها إلى دلالة لفظية وتقاس بالدرجة التى يحصل عليها الطالب فى الاختبار المعد لذلك".

ويعرف الباحث مهارات التفكير البصرى إجرائياً على أنها "منظومة من العمليات تترجم قدرة الطالب على قراءة الشكل الفراكتالى المعروض أمامه وتحويل اللغة البصرية التى يحملها إلى دلالة لفظية وتقاس بالدرجة التى يحصل عليها طالب الصف الثانى الثانوى علمى فى اختبار مهارات التفكير البصرى في هندسة الفراكتال المعد لهذا الغرض".

إجراءات البحث:

تمت إجراءات البحث وفقاً للخطوات الآتية:

١- تحديد أسس تصميم البرنامج المقترح فى هندسة الفراكتال وتطبيقاتها من خلال:

أ- دراسة وتحليل البحوث والدراسات السابقة الخاصة بهندسة الفراكتال وتطبيقاتها.

ب- دراسة وتحليل البحوث والدراسات السابقة الخاصة بتنمية مهارات التفكير البصرى فى الهندسة.

٢- تحديد أهداف ومحتوى البرنامج المقترح في هندسة الفراكتال وتطبيقاتها وتقسيمه إلى مجموعة دروس، مع توضيح استراتيجيات التدريس المستخدمه في تدريس دروسه وأساليب التقويم المتنوعة لقياس تحصيل الطلاب للبرنامج المقترح، كما يجب مراعاة أسس بناء البرنامج وكذلك طبيعة طلاب المرحلة الثانوية.

٣- بناء البرنامج المقترح في هندسة الفراكتال وتطبيقاتها (فى صورته الورقية) وذلك وفق الأسس التى تم تحديدها.

٤- إعداد الإسطوانة التعليمية ودليل استخدامها، حتى يتمكن الطلاب من رسم الأشكال الفراكتالية بصورة يدوية وإلكترونية فعالة ومتابعة مراحل تكوين الأشكال الفراكتالية المختلفة من خلال البرنامج الإلكترونى المقترح.

٥- إعداد أوراق عمل الطالب الخاصة بالبرنامج المقترح.

٦- إعداد دليل المعلم لتدريس البرنامج المقترح فى هندسة الفراكتال وتطبيقاتها.

٧- عرض البرنامج المقترح (الصورة الورقية، الإسطوانة التعليمية، أوراق عمل الطالب ودليل المعلم) على مجموعة من الخبراء والمُحكمين وتعديله فى ضوء أرائهم.

٨- إعداد أداتى البحث وهما الاختبار التحصيلى فى هندسة الفراكتال وتطبيقاتها واختبار مهارات التفكير البصرى فى هندسة الفراكتال.

٩- عرض الاختبارين على مجموعة من المُحكمين ووضعهما فى صورتهما النهائية فى ضوء أرائهم.

١٠- اختيار مجموعة البحث من طلاب الصف الثانى الثانوى بمدرسة فهيمة بدوى الثانوية لتطبيق البرنامج المقترح.

١١- تطبيق أداتى البحث على مجموعة البحث تطبيقاً قبلياً.

١٢- تطبيق البرنامج المقترح فى هندسة الفراكتال وتطبيقاتها على مجموعة البحث مسترشداً بدليل المعلم.

١٣- تطبيق أداتى البحث على مجموعة البحث تطبيقاً بعدياً.

١٤- رصد النتائج ومعالجتها إحصائياً للتعرف على فاعلية البرنامج المقترح.

١٥- تفسير ومناقشة النتائج وتقديم التوصيات والمقترحات لإجراء بحوث ودراسات مستقبلاً فى ضوء نتائج البحث الحالى.

وبعد العرض السابق للإجراءات التي اتبعها الباحث أثناء إعداد بحثه بصورة مُجملة، سأعرض فيما يلى بشكل تفصيلى إجراءات تنفيذ تجربة البحث:

إجراءات تنفيذ تجربة البحث:

بعد الإنتهاء من إعداد البرنامج المقترح والتأكد من صلاحيته للتطبيق، وإعداد وضبط اختبارى التحصيل ومهارات التفكير البصرى، تم تنفيذ تجربة البحث على النحو الآتى:

١- تحديد الهدف من تجربة البحث: هدفت تجربة البحث قياس فاعلية برنامج مقترح في هندسة الفراكتال وتطبيقاتها في تنمية التحصيل ومهارات التفكير البصرى لدى طلاب الصف الثانى الثانوى علمى.

٢- تحديد التصميم التجريبى للبحث: استخدم الباحث التصميم التجريبى ذى المجموعة الواحدة، حيث يعتمد ذلك على تطبيق أداتى القياس قبلياً على مجموعة البحث، ثم تدريس البرنامج المقترح في هندسة الفراكتال وتطبيقاتها للمجموعة وأخيراً تطبيق أداتى القياس بعدياً عليهم.

٣- اختيار مجموعة البحث: تم اختيار مجموعة البحث كما سبق إيضاحه من طلاب الصف الثانى الثانوى علمى بمدرسة فهيمة بدوى الثانوية المشتركة بإدارة السرو التعليمية بمحافظة دمياط.

٤- التطبيق القبلى لأداتى القياس بالبحث: قبل البدء فى تطبيق البرنامج الخاص بالبحث، قام الباحث بتطبيق أداتى القياس وهما اختبارى التحصيل في هندسة الفراكتال وتطبيقاتها ومهارات التفكير البصرى في هندسة الفراكتال على طلاب مجموعة البحث.

٥- تدريس البرنامج المقترح لمجموعة البحث: تم تدريس البرنامج المقترح لمجموعة البحث وفقاً للخطوات الآتية:

- تم نسخ (٣٠) نسخة من البرنامج الورقى، دليل استخدام الإسطوانة التعليمية والإسطوانة التعليمية وأوراق عمل الطالب وتم توزيعها على طلاب مجموعة البحث.

- قام الباحث بعقد لقاء مع الطلاب قبل تدريس البرنامج، وذلك لتعريفهم بالبرنامج، الهدف منه وتقديم بعض الإرشادات اللازمة لإمكانية تشغيل الإسطوانة التعليمية من خلال دليل استخدامها وإمكانية تصطيب برنامج (ULtra fractal 5.04، GSP V5.01) مع شرح البرنامج وتوضيح كيفية التجول خلاله والخروج منه ثم العودة إليه مرة ثانية مع توضيح لبعض البرامج الضرورية لتشغيل بعض محتويات الإسطوانة التعليمية.

- تم تنفيذ تجربة البحث بواسطة الباحث، وذلك لحاجة الطلاب إلى التوجيه أثناء التعامل مع البرنامج وكذلك العمل على تذليل العقبات التى قد تواجه الطلاب أثناء تنفيذ تجربة البحث.

٦- التطبيق البعدى لأداتى القياس بالبحث: بعد انتهاء مجموعة البحث من دراسة محتوى البرنامج المقترح، قام الباحث بتطبيق أداتى القياس مع الإلتزام بالوقت المحدد للاختبارين وهو ساعة ونصف لكل اختبار على حدة.

٧- رصد الدرجات: تم تصحيح الاختبارين بواسطة الباحث باستخدام مفتاح التصحيح الذى أعده الباحث الموضح به الإجابات الصحيحة لأسئلة الاختبارين وكذلك توزيع الدرجة على الإجابة، وقام الباحث برصد الدرجات الخاصة بالطلاب مجموعة البحث فى الاختبارين القبليين والبعديين فى جدولين مستقلين ببرنامج Excel، لكى تكون الدرجات جاهزة للمعالجة الإحصائية من خلال برنامج SPSS.

نتائج البحث:

تم عرض نتائج البحث عن طريق الإجابة عن سؤالى البحث الثانى والثالث الخاصين بتنمية التحصيل في هندسة الفراكتال وتطبيقاتها وتنمية مهارات التفكير البصرى في هندسة الفراكتال من خلال اختبار صحة فرضى البحث المتعلقين بسؤالى البحث، ويتضح ذلك وفقاً للخطوات الآتية:

١- اختبار صحة الفرض الأول:

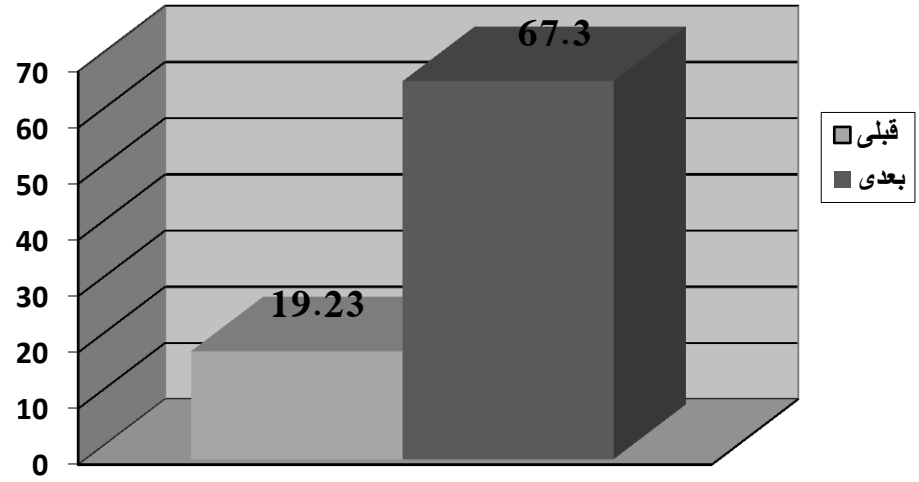
لاختبار صحة الفرض الأول الذى ينص على أنه " يوجد فرق دال إحصائياً بين متوسطى درجات الطلاب فى القياسين القبلى والبعدى للتحصيل في هندسة الفراكتال وتطبيقاتها لصالح القياس البعدى" قام الباحث بتطبيق اختبار "ت" (t- test) للعينات المرتبطة وذلك باستخدام حزمة البرامج الإحصائية "SPSS" التى سبق الإشارة إليها، والجدول التالى يعرض نتائج تطبيق اختبار "ت".

جدول (١)

اختبار "ت" للعينات المرتبطة لدلالة الفروق بين متوسطى درجات الطلاب فى القياسين القبلى والبعدى للتحصيل في هندسة الفراكتال وتطبيقاتها

الاختبار	عدد العينة	المتوسط	الانحراف المعيارى	الفروق المرتبطة		قيمة(ت) المحسوبة	درجات الحرية	مستوى الدلالة
				الفرق بين المتوسطين	الانحراف المعيارى			
قبلى	٣٠	١٩،٢٣	٤،٢٣	٤٨،٠٦	٤،٩٨	٥٢،٧٦	٢٩	٠،٠١
بعدى	٣٠	٦٧،٣	٢،٥٢					

من جدول (١) السابق يلاحظ أن قيمة "ت" تساوى (٧٦،٥٢) عند درجة حرية (٢٩) وهى دالة إحصائياً عند مستوى دلالة (٠١،٠) وعليه يتم قبول الفرض البحثى الأول حيث يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى دلالة (٠١،٠) بين متوسطى درجات الطلاب فى القياسين القبلى والبعدى للتحصيل في هندسة الفراكتال وتطبيقاتها لصالح القياس البعدى، وأيضاً يمكن تفسيرها بيانياً كما هو موضح بالشكل البيانى (١) من خلال الرسم البيانى التالى الخاص بمتوسطى درجات الطلاب في القياسين القبلى والبعدي للتحصيل في هندسة الفراكتال وتطبيقاتها.



شكل(١): متوسطى التحصيل في هندسة الفراكتال وتطبيقاتها في القياسين القبلى والبعدى

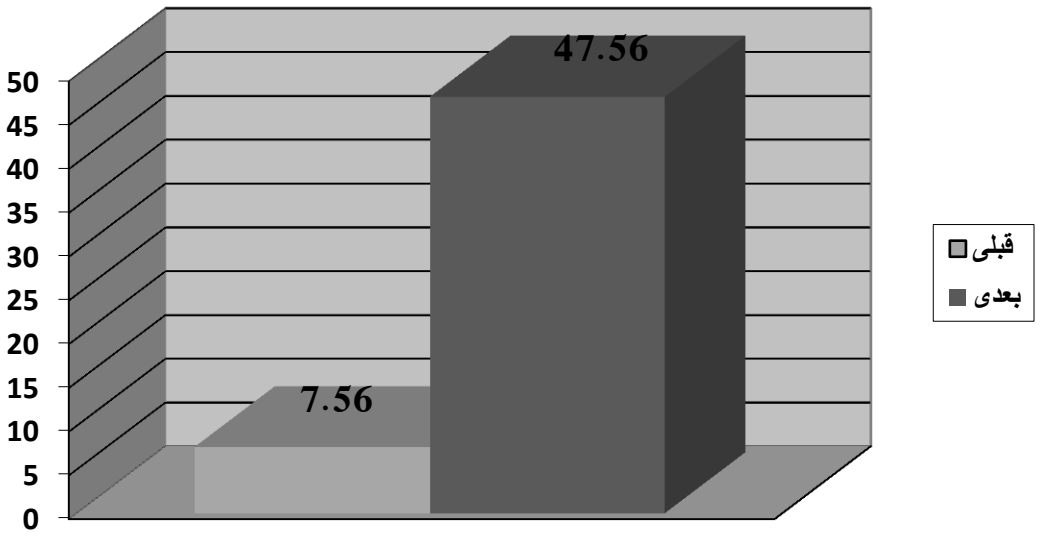
٢- اختبار صحة الفرض الثانى:

لاختبار صحة الفرض الثانى الذى ينص على أنه " يوجد فرق دال إحصائياً بين متوسطى درجات الطلاب فى القياسين القبلى والبعدى لمهارات التفكير البصرى لصالح القياس البعدى" قام الباحث بتطبيق اختبار "ت" (t-test) للعينات المرتبطة، وذلك باستخدام حزمة البرامج الإحصائية "SPSS" التى سبق الإشارة إليها، والجدول التالى يعرض نتائج تطبيق اختبار"ت".

جدول (٢)
اختبار "ت" للعينات المرتبطة لدلالة الفروق بين متوسطى درجات الطلاب في القياسين القبلى والبعدى لمهارات التفكير البصرى

الاختبار	عدد العينة	المتوسط	الانحراف المعيارى	الفروق المرتبطة		قيمة(ت) المحسوبة	درجات الحرية	مستوى الدلالة
				الفرق بين المتوسطين	الانحراف المعيارى			
قبلى	٣٠	٧،٥٦	٢،٦٨	٤٠	٣،٤	٦٤،٣٦	٢٩	٠،٠١
بعدى	٣٠	٤٧،٥٦	٢،١٩					

ومن جدول (٢) السابق يلاحظ أن قيمة "ت" تساوى (٣٦،٦٤) عند درجة حرية (٢٩) وهى دالة إحصائياً عند مستوى دلالة (٠١،٠) وعليه يتم قبول الفرض البحثى الثانى حيث يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى دلالة (٠١،٠) بين متوسطى درجات الطلاب فى القياسين القبلى والبعدى لمهارات التفكير البصرى لصالح القياس البعدى، وأيضاً يمكن تفسيرها بيانياً كما هو موضح بالشكل البيانى (٢) من خلال الرسم البيانى الآتى الخاص بمتوسطى درجات الطلاب في القياسين القبلى والبعدي لمهارات التفكير البصرى في هندسة الفراكتال.



شكل (٢): متوسطى مهارات التفكير البصرى في هندسة الفراكتال في القياسين القبلى والبعدى

تفسير نتائج البحث ومناقشتها:

تشير النتائج السابق عرضها إلى أن البرنامج المقترح لـه أثر ذى دلالـة إحصـائية فـى تنميـة التحصـيل فـي هندسـة الفراكتـال وتطبيقاتهـا لـدى طـلاب الصـف الثـانى الثـانوى وعلى ذلك يمكن قبول الفرض الأول من فروض البحث والذى ينص على أنه " يوجد فـرق دال إحصـائياً عنـد مسـتوى دلالـة (٠.٠١) بـين متوسـطى درجـات الطـلاب فـى القياسـين القبلـى والبعدى للتحصـيل فـي هندسـة الفراكتـال وتطبيقاتهـا لصـالح القيـاس البعدى" وبـذلك يمكـن القـول بـأن الطـلاب الـذين درسـوا البرنـامج المقتـرح قـد حققـوا تحسناً ملحوظـاً كمـا هـو موضـح بالنتـائج التـى أظهـرت الفـرق بـين متوسـطى درجـات الطلاب فى القياسين القبلى والبعدى لاختبار التحصيل في هندسة الفراكتال وتطبيقاتها لصالح البعدى، مما جعل فرقاً ذى دلالة إحصائية عند مستوى دلالـة (٠.٠١) ويتضـح ذلك أيضاً من الرسم البيانى بالشكل رقم (١).

كما تشير النتائج إلى أن البرنامج المقترح ذو أثر فعال فى تنمية التحصيل في هندسة الفراكتال وتطبيقاتها، حيث أنه بحساب نسبة الفاعلية "لماك جوجيان" حسب المعادلة (عبد اللطيف الجزار، ٢٠٠٥):

متوسط نسبة الفاعليـة لمـاك جيوجيـان = (متوسـط القيـاس البعدى – متوسـط القيـاس القبلى) ÷ (الدرجة النهائية للاختبار – متوسط القياس القبلى)

لتنمية التحصيل في هندسة الفراكتال وتطبيقاتها وجد أنها تساوى (٩٤،٠) وهـى قيمـة عالية جداً أعلى من القيمة المحكية (٦،٠) وهذا يدل علـى أن البرنـامج المقتـرح يحقـق فاعليـة كبيـرة فـى تنميـة التحصـيل فـي هندسـة الفراكتـال وتطبيقاتهـا أعلـى مـن القيمـة المحكية (٦،٠) لماك جوجيان.

كما تشير النتائج إلى أن البرنامج المقترح ذو حجم تأثير كبير فـى تنميـة التحصـيل فـي هندسة الفراكتال وتطبيقاتها، حيث أنه بحساب حجم تأثير البرنامج المقترح في هندسة الفراكتال وتطبيقاتها بحساب قيمة مربع إيتا(2η) باستخدام المعادلة:

$\eta^2 = t^2 / (t^2 + df)$ في تنمية التحصيل وجد أنـه يسـاوى (٩٩،٠) وهـو أعلـى مـن القيمة المحكية (١٤،٠)، وهذا يدل على أن البرنامج يحقق حجم تـأثير كبيـر فـى تنميـة التحصيل في هندسة الفراكتال وتطبيقاتها.

ويـرى الباحـث أن السـبب فـى تحسـن مسـتوى تحصـيل الطـلاب فـي هندسـة الفراكتـال وتطبيقاتهـا، وفاعليـة وحجـم تـأثير البرنـامج المقتـرح فـي ذلـك يرجـع إلـى البرنـامج المقترح الذى عمل على:

١- تفعيل دور الطلاب الذين درسوا الصورة الورقية للبرنامج المقترح من خلال التدريب المستمر على رسم الأشكال الفراكتالية يدوياً باستخدام الأدوات الهندسية من خلال أوراق عمل الطالب، مما أسهم فى زيادة دافعيتهم نحو تعلم البرنامج بصورة فعالة وأثر بصورة إيجابية على تنمية التحصيل في هندسة الفراكتال وتطبيقاتها لديهم.

٢- توفير معلومات علمية دقيقة من خلال دروس البرنامج الورقى خاصة بالأشكال الفراكتالية المتعددة متدرجة من السهل إلى الصعب وترتبط ارتباط مباشر ببيئة الطالب، مما يثير اهتمامه لتعلمها وبالتالي تحصيله لها.

٣- تنوع الأمثلة والتدريبات والتطبيقات العملية باستخدام الورق المقوى الخاصة برسم الفراكتالات المختلفة التى درسها الطلاب من خلال البرنامج الورقى وأوراق عمل الطالب وبالتالى زيادة تحصيلهم لها.

٤- الإسطوانة التعليمية وما تتضمنه من صور ثابتة، متحركة ومواقع خاصة بهندسة الفراكتال توضح مراحل تكوين الأشكال الفراكتالية المختلفة، والعديد من تطبيقاتها العملية في المجالات المختلفة مما يزيد من تحصيل الطالب لها.

٥- بعض برامج رسم الفركتالات مثل (GSP V5.01، ULtra fractal 5.04) التي تتيح للطالب رسم الأشكال الفراكتالية ومتابعة مراحل تكوينها مما يزيد من تحصيله لها.

وهذه النتيجة تتفق مع نتائج بعض الدراسات ومنها على سبيل المثال (سها نمر، ٢٠٠٦)، (رحاب الديب، ٢٠٠٦)، (وائل على، ٢٠٠٨)، (محمد صقر، ٢٠١٢)، (محمد العشرى، ٢٠١٣)، (أحمد حسين، ٢٠١٣)، حيث توصلت نتائج هذه الدراسات إلى أن تدريس وحدات وبرامج مقترحة في هندسة الفراكتال له أثر فعال في تنمية التحصيل لدى الطلاب في هندسة الفراكتال في المراحل التعليمية المختلفة.

كما تشير النتائج إلى أن البرنامج المقترح له أثر ذى دلالة إحصائية فى تنمية مهارات التفكير البصرى لدى طلاب الصف الثانى الثانوى علمى، وعلى ذلك يمكن قبول الفرض الثانى من فروض البحث والذى ينص على أنه "يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى دلالة (٠١،٠) بين متوسطى درجات الطلاب فى القياسين القبلى والبعدى لمهارات التفكير البصرى لصالح القياس البعدى" وبذلك يمكن القول بأن الطلاب الذين درسوا البرنامج المقترح قد حققوا تحسناً ملحوظاً كما هو موضح بالنتائج التى أظهرت الفرق بين متوسطى درجات الطلاب فى القياسين القبلى والبعدى لاختبار مهارات التفكير البصرى لصالح البعدى، مما جعل فرقاً ذى دلالة إحصائية عند مستوى (٠.٠١) ويتضح ذلك أيضاً من الرسم البيانى بالشكل رقم (٢).

كما تشير النتائج إلى أن البرنامج المقترح في هندسة الفراكتال وتطبيقاتها ذو أثر فعال فى تنمية مهارات التفكير البصرى لدى طلاب الصف الثانى الثانوى علمى، حيث أنه بحساب نسبة الفاعلية "لماك جوجيان " لتنمية مهارات التفكير البصرى وجد أنها تساوى (٩٤،٠) وهى قيمة عالية جداً أعلى من القيمة المحكية (٦،٠) وهذا يدل على أن البرنامج المقترح في هندسة الفراكتال وتطبيقاتها يحقق فاعلية كبيرة فى تنمية مهارات التفكير البصرى أعلى من القيمة المحكية (٦،٠) لماك جوجيان.

كما تشير النتائج إلى أن البرنامج المقترح في هندسة الفراكتال وتطبيقاتها ذو حجم تأثير كبير فى تنمية مهارات التفكير البصرى لدى طلاب الصف الثانى الثانوى، حيث أنه بحساب حجم تأثير البرنامج المقترح في هندسة الفراكتال وتطبيقاتها في تنمية مهارات التفكير البصرى لدى طلاب الصف الثانى الثانوى علمى وجد أنه يساوى (٩٩،٠) وهو أعلى من القيمة المحكية (١٤،٠) وهذا يدل على أن البرنامج يحقق حجم تأثير كبير فى تنمية مهارات التفكير البصرى.

ويرى الباحث أن السبب فى تحسن مستوى الطلاب فى مهارات التفكير البصرى وفاعلية وحجم أثر البرنامج المقترح في ذلك يرجع إلى البرنامج المقترح الذى عمل على:

١- تنويع الأمثلة، الصور بنوعيها الثابتة والمتحركة، التدريبات والتطبيقات النظرية والعملية بالصورة الورقية للبرنامج وأوراق عمل الطالب وارتباطها بحياة الطلاب مما كان له أثر فعال وإيجابى فى تنمية مهارات التفكير البصرى لديهم.

٢- إمداد الطلاب الذين درسوا البرنامج المقترح بخبرات تعليمية وتطبيقات عملية متنوعة ترتبط ببيئة الطالب ساعدت فى نمو مهارات التفكير البصرى لديهم.

٣- توفير مجموعة من التدريبات والأمثلة من خلال الصورة الورقية للبرنامج وأوراق عمل الطالب التي تعمل على تنمية مهارات التفكير البصرى المختلفة بصورة متدرجة بداية بمهارة التعرف على الشكل، مهارة تحليل الشكل، مهارة إدراك العلاقات بالشكل حتى مهارة الاستنتاج البصرى من خلال رسم الأشكال الفراكتالية يدوياً باستخدام الأدوات الهندسية.

٤- الإسطوانة التعليمية وما تتضمنه من صور ثابتة، متحركة ومواقع خاصة بهندسة الفراكتال توضح للطالب مراحل تكوين الأشكال الفراكتالية المختلفة مما ساعد على نمو مهارات التفكير لديهم.

٥- بعض برامج تكوين الفركتالات مثل (ULtra fractal 5.04،GSP V5.01) التي تتيح للطالب رسم الأشكال الفراكتالية ومتابعة مراحل تكوينها، مما أسهم في نمو مهارات التفكير البصرى لديهم.

وهذه النتيجة تتفق مع نتائج بعض الدراسات ومنها على سبيل المثال (محمد حدايه، ٢٠٠٥)، (حسن مهدى، ٢٠٠٦)، (وائل على، ٢٠٠٨)، (محمد حماده، ٢٠٠٩)، (إيمان طافش، ٢٠١١)، (شحاتة أمين ،٢٠١٢)، (مصطفى كامل، ٢٠١٣)، (إسماعيل حسونة، ٢٠١٣)، حيث توصلت نتائج هذه الدراسات إلى أن الأنشطة، البرامج والاستراتيجيات المقترحة في تدريس الرياضيات بصفة عامة والهندسة بصفة خاصة لها أثر فعال في تنمية مهارات التفكير البصرى لدى الطلاب في المراحل التعليمية المختلفة.

وتأسيساً على ما سبق فإن نتائج البحث تشير فى مُجملها إلى فاعلية البرنامج المقترح في هندسة الفراكتال وتطبيقاتها في تنمية التحصيل ومهارات التفكير البصرى لدى طلاب الصف الثانى الثانوى علمى.

توصيات البحث:

في ضوء ما تقدم من نتائج يوصى الباحث بالتوصيات الآتية:

١- الاهتمام بتوفير بيئة صفية تساعد فى تعليم موضوعات الرياضيات الجديدة وخاصة الموضوعات التى يدرسها الطلاب لأول مرة مثل هندسة الفراكتال وتطبيقاتها والتي تحتاج إلى تنمية مهارات التفكير البصرى لديهم.
٢- إعداد أنشطة تعليمية باستخدام برامج الحاسب الآلى والإنترنت مصاحبة للمنهج تفيد فى تعليم الرياضيات وتقلل من صعوبة تعلم بعض موضوعاتها الجديدة وخاصة التي تحتاج إلى تنمية مهارات التفكير البصرى لدى الطلاب.
٣- استخدام استراتيجيات تدريس جديدة ومتنوعة خاصة عند تدريس موضوعات رياضية جديدة مثل هندسة الفراكتال وتطبيقاتها.
٤- عمل ورش عمل تضم معلمى الرياضيات بكل مدرسة بهدف مناقشتهم فى أحدث الموضوعات العلمية والأساليب والاستراتيجيات التدريسية التى تسهم فى تنمية مهارات التفكير بصفة عامة والبصرى بصفة خاصة عند الطلاب.
٥- تشجيع المعلمين على استغلال إمكانيات وبرمجيات الحاسب الآلى في دراسة هندسة الفراكتال وتطبيقاتها وتوظيفه فى تنمية مهارات التفكير المختلفة عند تعليم مناهج الرياضيات الحديثة.

٦- توجيه المعلمين لدراسة الموضوعات الرياضية الجديدة مثل هندسة الفراكتال، الهيولية ونظرية النظم الديناميكية غير الخطية.
٧- توجيه المعلمين لتدريب الطلاب على استخدام شبكة الإنترنت في البحث عن المعلومات التي تتعلق بهندسة الفراكتال وتطبيقاتها.
٨- تجريب البرنامج المقترح على عينة أكبر حتى يمكن تعميم النتائج التي توصل إليها البحث في ضوء تلك العينة.
٩- الاستفادة من مهارات التفكير البصرى المتضمنة فى هذا البحث عند تصميم بعض الأنشطة الإثرائية البصرية فى مقررات الرياضيات الخاصة بطلاب المرحلة الثانوية وأيضاً بمراحل التعليم المختلفة.
١٠- تدريب المعلمين على الأساليب الحديثة فى تدريس الرياضيات والتى تساعد على تنمية القدرات فوق المعرفية ومهارات التفكير المختلفة عند الطلاب.
١١- ضرورة التعاون بين وزارة التربية والتعليم متمثلة فى مركز التطوير التكنولوچى وخبراء ومطورى مناهج الرياضيات وطرق تدريسها لإعداد برمجيات تعليمية في هندسة الفراكتال وتطبيقاتها تتسم بالحداثة وتناسب قدرات الطلاب المختلفة.
١٢- إعادة تخطيط مناهج الرياضيات بالمرحلة الثانوية وتطويرها بما يتناسب مع تنمية مهارات التفكير المختلفة بصفة عامة والبصرى بصفة خاصة، وذلك عن طريق إثراء مقرراتها بالأنشطة اللازمة لتدريب الطلاب على مهارات التفكير.
١٣- التأكيد على ربط الرياضيات ببيئة الطالب من خلال التطبيقات الحياتية للرياضيات كم اتضح ذلك من خلال التطبيقات الحياتية لهندسة الفراكتال.
١٤- إضافة مقرر عن هندسة الفراكتال بكليات إعداد المعلم، حتى يتمكن من تدريسها عند إضافتها إلى مقررات الرياضيات في مراحل التعليم المختلفة.
١٥- إضافة مقرر عن هندسة الفراكتال وتطبيقاتها في جميع مراحل التعليم المختلفة للاستفادة منه في تفسير بعض الموضوعات والنظريات الرياضية وغير الرياضية، وربط فروع الرياضيات ببعضها البعض وبالفروع العلمية الأخرى.

بحوث ودراسات مقترحة:

انطلاقاً من حدود البحث ونتائجه وتوصياته انبثقت مجموعة من الموضوعات البحثية جديرة بالبحث ويتم إيجازها فيما يأتى:

١- برنامج حاسب مقترح في هندسة الفراكتال لتنمية مهارات التفكير البصرى لدى طلاب المرحلة الثانوية.
٢- برنامج حاسب مقترح في هندسة الفراكتال لتنمية مهارات الحل الإبداعى للمشكلات لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية.
٣- فاعلية برنامج مقترح في هندسة الفراكتال باستخدام الكمبيوتر في تنمية مهارات التفكير العليا لدى طلاب كليات التربية (قسم الرياضيات).
٤- برنامج حاسب مقترح لتنمية مهارات التفكير البصرى لدى الطلاب المتفوقين فى الرياضيات بالمرحلة الثانوية.
٥- تطوير مناهج الرياضيات حسب قائمة مهارات التفكير البصرى بالمرحلة الثانوية.
٦- إجراء بحوث مكملة للبحث الحالى على عينة كبيرة مُمثلة لطلاب المرحلة الثانوية كى يمكن تعميم نتائج هذا البحث.
٧- تقويم مناهج الرياضيات المُطورة من حيث احتوائها على الموضوعات الرياضية الجديدة ودورها فى تنمية مهارات التفكير المختلفة لدى الطلاب وتحقيق أهداف تدريس الرياضيات حسب المستوى المطلوب.
٨- فاعلية استخدام الأنشطة التفاعلية الإلكترونية عبر الإنترنت في تدريس هندسة الفراكتال لدى طلاب المرحلة الثانوية.
٩- فاعلية استخدام المعمل الإلكترونى في انتاج الأشكال الفراكتالية المختلفة لدى طلاب كليات التربية (قسم الرياضيات).
١٠- فاعلية برامج الكمبيوتر متعددة الوسائط في تدريس هندسة الفراكتال لتلاميذ المرحلة الإعدادية.

مراجع البحث:

أولاً: المراجع العربية:

١. أحمد حسين حسن أحمد (٢٠١٣). فاعلية برنامج مقترح قائم على التطبيقات الرياضية لهندسة الفراكتال ومبادئ النانوتكنولوچى لتنمية التفكير الإبداعى والتحصيل والاتجاه نحو الرياضيات لدى طلاب المرحلة الإعدادية(رسالة دكتوراه). كلية البنات للأداب والعلوم والتربية. جامعة عين شمس.
٢. أحمد محمد نصر الدين العسيرى (٢٠١٢). برنامج مقترح قائم على الصورة الديناميكية وتتبع المسار لتنمية مهارات التفكير المكانى في الهندسة الفراغية لدى طلاب المرحلة الثانوية (رسالة ماجستير). معهد البحوث والدراسات العربية. جامعة الدول العربية.

٣. إسماعيل عمر على حسونة (٢٠١٣). فاعلية تصميم الكائنات التعليمية(ثنائية الأبعاد، ثلاثية الأبعاد) ببرنامج قائم على الويب في تنمية مهارات استخدام أدوات تكنولوجيا التعليم والتفكير البصرى لدى الطلبة بجامعة الأقصى (رسالة دكتوراه). كلية البنات للأداب والعلوم والتربية. جامعة عين شمس.

٤. أكرم قبيصى أحمد حسن (٢٠١١). فاعلية برنامج كمبيوتر مقترح لهندسة الفراكتال فى تنمية بعض مهارات التفكير الإبداعى والرياضى لدى تلاميذ الصف الثانى الإعدادى(رسالة دكتوراه). معهد الدراسات التربوية. جامعة القاهرة.

٥. أمل الشحات حافظ سعد (٢٠٠٥). برنامج مقترح فى الهندسة الكسورية باستخدام الكمبيوتر للطلاب المتفوقين بالمرحلة الثانوية(رسالة دكتوراه). كلية البنات. جامعة عين شمس.

٦. إنچى توفيق أحمد إبراهيم (٢٠١١). فعالية برنامج مقترح باستخدام الألعاب الكمبيوترية فى اكساب تلاميذ المرحلة الابتدائية مفاهيم ومهارات هندسة الفراكتال واتجاهاتهم نحو مادة الرياضيات(رسالة ماجستير). كلية التربية ببورسعيد. جامعة بورسعيد.

٧. إيمان أسعد عيسى طافش (٢٠١١). أثر برنامج مقترح فى مهارات التواصل الرياضى على تنمية التحصيل العلمى ومهارات التفكير البصرى فى الهندسة لدى طالبات الصف الثامن الأساسى بغزة (رسالة ماجستير). كلية التربية. جامعة الأزهر بغزة.

٨. حسن ربحى مهدى (٢٠٠٦). فاعلية استخدام برمجيات تعلمية على التفكير البصرى والتحصيل في تكنولوجيا المعلومات لدى طالبات الصف الحادى عشر (رسالة ماجستير). كلية التربية. الجامعة الإسلامية بغزة.

٩. رحاب صفوت السيد الديب (٢٠٠٦). فاعلية الاستعانة بالإنترنت فى تدريس بعض مبادئ هندسة الفراكتال فى تنمية استقلالية التعلم لدى تلميذ الصف الأول الإعدادى(رسالة ماجستير). كلية التربية. جامعة عين شمس.

١٠. رضا أبو علوان السيد (٢٠٠٥). تضمين هندسة الفراكتال "Fractal geometry" في الرياضيات المدرسية، المؤتمر العلمى الخامس: التغيرات العالمية والتربوية وتعليم الرياضيات، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، نادى أعضاء هيئة التدريس، جامعة بنها (٢٠- ٢١يوليو).

١١. سها توفيق محمد نمر (٢٠٠٦). فاعلية وحدة بنائية مقترحة فى هندسة الفراكتال Fractal بمصاحبة الكتاب الإلكترونى فى تنمية بعض مستويات التفكير الرياضى الخاص بها لدى طلاب كلية التربية (رسالة ماجستير). كلية التربية. جامعة عين شمس.

١٢. سها توفيق محمد نمر (٢٠١٠). بناء برنامج إثرائى في هندسة الفراكتال والهيولية وقياس فاعليته في فهم الرياضيات وتقديرها والبحث المفتوح في الرياضيات العصرية لدى طلاب الدراسات العليا بكليات التربية(رسالة دكتوراه).كلية التربية.جامعة عين شمس.

١٣. سوسن محمد عز الدين موافى (٢٠٠٤). أثر تدريس بعض موضوعات هندسة الفتافيت (الفراكتالات) باستخدام اللوحة الهندسية على تنمية التحصيل والتفكير الهندسى لدى تلميذات الصف الثالث المتوسط. جامعة عين شمس، الجمعية المصرية للمناهج، *مجلة دراسات في المناهج وطرق التدريس* ، العدد ٩١.

١٤. شحاتة عبد الله أحمد أمين (٢٠١٢). استخدام استراتيجية التدريس التبادلى فى تعليم الرياضيات وأثرها على تنمية مهارات التفكير البصرى والتحصيل وخفض القلق الهندسى لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية. جامعة بنها، *مجلة تربويات الرياضيات، المجلد الخامس عشر*، أبريل.
١٥. عبد اللطيف الجزار (٢٠٠٥). *مستحدثات تكنولوجيا المعلومات*. القاهرة: دار السحاب.
١٦. عبد الله السيد عزب سلامة (٢٠٠٢). استخدام المدخل البصرى فى تدريس الدوال الحقيقة وأثره على تخفيض قلق الرياضيات والتحصيل لدى طلاب التعليم الثانوى القسم العلمى. المؤتمر العلمى السنوى
الثانى: البحث فى تربويات الرياضيات، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، دار الضيافة، جامعة عين شمس. القاهرة (٤- ٥ أغسطس).
١٧. عبد الناصر عبد الصمد أبو الغيط محمد (٢٠١٦). فاعلية برنامج في الهندسة المستوية قائم على هندسة الفراكتال في تنمية التفكير الإبداعى والاتجاه نحو الرياضيات لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية (رسالة دكتوراه). كلية التربية ببنها. جامعة بنها.
١٨. مجدى عزيز إبراهيم (٢٠٠٧). *التفكير لتطوير الإبداع وتنمية الذكاء*. القاهرة: عالم الكتب.
١٩. محمد عادل محمد محمد صقر (٢٠١٢). فاعلية تدريس وحدة لهندسة الفراكتال باستخدام الكمبيوتر في تنمية التحصيل وبعض مهارات التفكير التخيلى لدى طلاب الصف الأول الثانوى (رسالة ماجستير). كلية التربية. جامعة حلوان.
٢٠. محمد عبد المعبود محمد حدايه (٢٠٠٥). فعالية برنامج مقترح في تنمية التفكير البصرى وحل المشكلات الهندسية والاتجاه نحو الهندسة لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية (رسالة ماجستير). كلية التربية. جامعة طنطا.
٢١. محمد عيد حامد عمار، نجوان حامد القبانى(٢٠١١). *التفكير البصرى في ضوء تكنولوچيا التعليم*. الإسكندرية: دار الجامعة الجديدة.
٢٢. محمد فخرى أحمد العشرى (٢٠١٣). فاعلية برنامج تعلم إلكترونى مدمج في تدريس هندسة الفراكتال وتنمية التفكير التحليلى لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية (رسالة دكتوراه). كلية التربية بالإسماعيلية. جامعة قناة السويس.
٢٣. محمد محمود محمد حمادة (٢٠٠٩). فاعلية شكبات التفكير البصرى في تنمية مهارات التفكير البصرى والقدرة على حل وطرح المشكلات اللفظية في الرياضيات والاتجاه نحو حلها لتلاميذ الصف الخامس الابتدائى. جامعة عين شمس، الجمعية المصرية للمناهج وطرق التدريس، *مجلة دراسات في المناهج وطرق التدريس*، العدد ١٤٦، مايو.
٢٤. مصطفى أحمد عبد الوهاب كامل (٢٠١٣). برنامج مقترح قائم على هندسة الفراكتال لتنمية بعض مهارات التفكير البصرى والاتجاه نحو الرياضيات لدى تلاميذ المرحلة الثانوية (رسالة ماجستير). كلية التربية بقنا. جامعة جنوب الوادى.
٢٥. مكة عبد المنعم البنا (٢٠٠٧). فعالية وحدة مقترحة فى الهندسة الكسورية لطلاب كلية التربية وأثرها على التفكير الإبداعى والاتجاه نحو الرياضيات. المؤتمر العلمى السابع: الرياضيات للجميع، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، كلية التربية، جامعة بنها (١٧- ١٨ يوليو).
٢٦. ميرفت محمود محمد على (٢٠١١). وحدة مقترحة فى هندسة الفراكتال " Fractal geometry" مُعدة فى ضوء المدخل البصرى المكانى لتلاميذ الصف الثامن الابتدائى الصم وضعاف السمع. *مجلة كلية التربية بالإسماعيلية، المجلد الأول*، العدد ١٩.

٢٧. نظلة حسن أحمد خضر (٢٠٠٤). *معلم الرياضيات والتجديدات الرياضية: هندسة الفراكتال وتنمية الابتكار التدريسى لمعلم الرياضيات*. القاهرة: عالم الكتب.

٢٨. هبة محمد محمود عبد العال (٢٠١٠). فاعلية برنامج لتدريس الهندسة مزود بأنشطة هندسة الفراكتال فى تنمية الإبداع بمفهومه العصرى لدى طلاب المرحلة الإعدادية (رسالة ماجستير). كلية التربية. جامعة عين شمس.

٢٩. وائل عبد الله محمد على (٢٠٠٨). فاعلية وحدة مقترحة فى هندسة الفراكتال " Fractal geometry" باستخدام الكمبيوتر فى تنمية مهارات التفكير البصرى والميل نحو الرياضيات الديناميكية لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية. جامعة بنها، *مجلة تربويات الرياضيات، المجلد الحادى عشر*، يوليو.

٣٠. وليد صابر إبراهيم القاضى (٢٠١٢). فاعلية تدريس وحدة مقترحة قائمة على هندسة الفراكتال فى تنمية التحصيل والتفكير الإبداعى لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية (رسالة ماجستير). كلية التربية. جامعة المنوفية.

٣١. وليم تاوضروس عبيد، عزو إسماعيل عفانة (٢٠٠٣). *التفكير والمنهاج المدرسي*. الكويت: مكتبة الفلاح للنشر والتوزيع.

ثانياً: المراجع الأجنبية:

32. Amanda، S. (2006). Fractals for fourth grades(PhD Dissertation). Madison Elementary school. UAS.
33. Barnsley، M.F. (1998). *Fractals everywhere(2 nd ed.)*. New York: Academic Press.
34. Brincks، L. (2005). Fractals and Chaos (MA Dissertation). Iowa State University.
35. Camp، D. (1999). A cultural history of fractal geometry(PhD Dissertation). Loyola university of Chicago.
36. Clapham، C.& Nicholson، J. (2014). The concise oxford dictionary of Mathematics (5th ed.).New York: Oxford University Press.
37. Davis، B. (2005). Challenging images of knowing: Complexity science and Educational research. *International of qualitative studies in education*. *8*(3)، 305- 321.
38. Debnath، L. (2006). A brief historical introduction to fractals and fractal Geometry. *International Journal of mathematical education in science& Technology، 37*(1)، 29- 50.
39. Fraboni، M.& Moller، T. (2008). Fractals in the classroom. The *mathematics Teacher، 102*(3)، 197-199.
40. Kiyun، H. (2003). Sierpinski fractal antennas (PhD Dissertation). Southern LLinois University At Carbondale .

41. Langille، A. (1997). Students sense making of fractal geometry (MA Dissertation). Simon fraser university. Canda.
42. National Council of Teachers of Mathematics (2000). *Curriculum and Evaluation Standards for school Mathematics*. Reston، VA: NCTM.
43. Naylor، M. (1999). Exploring fractal in the classroom.*The Mathematics Teacher، 92(4)، 360- 366.*
44. Randi، L. & Westerberg، J. (1999). Fractals in high school: Exploring a New Geometry. *The Mathematics teacher journal*. 92(3)، 260- 265.
45. Reljin، I. & Reljin، B. (2002). Fractal geometry and multifractals in analyzing And processing medical data and images. Yugoslavia، *Archive of oncology، 10*(4)، 283- 293.
46. Shamsgovara، A. (2012). Analytic and numerical calculations of fractal Dimensions. Department of mathematics، Royal Institute of technology، Research academy for young Scientists.