تطبيقات هندسة الفراكتال للأطفال الموهوبين

إعداد:
هيام علي كامل حسانين[١]
إشراف:
أ.د/ ناصر فؤاد على غبيش[٢]
أ.م.د/ إيمان عبد الحكيم رفاعي[٣]

مستخلص البحث:

يهدف البحث الحالي إلى تحديد الاستفادة من تطبيقات هندسة الفراكتال والحاجة لتعليمها لأطفال الروضة الموهوبين، ودورها في تنمية قدراتهم ومهاراتهم المتعددة، ويختتم البحث بتقديم عدد من التوصيات والمقترحات، يتوقع أن يؤدي توظيفها في البحوث المستقبلية، والبيئة التعليمية دورًا في تحديث المناهج التعليمية المقدمة للأطفال الموهوبين برياض الأطفال وتضمينها لتطبيقات هندسة الفراكتال.

الكلمات المفتاحية:

تطبيقات - هندسة الفراكتال – الأطفال الموهوبين.

[١] باحثة دكتوراه بكلية التربية للطفولة المبكرة جامعة المنيا.
[٢] أستاذ تربية الطفل (مناهج الطفل) ورئيس قسم العلوم التربوية والوكيل السابق لشئون الدراسات العليا والبحوث والعميد الأسبق لكلية التربية للطفولة - جامعة المنيا
[٣] أستاذ أصول تربية الطفل المساعد بقسم العلوم التربوية كلية التربية للطفولة المبكرة جامعة المنيا.

Applications of Fractal Geometry for Gifted Children

Abstract:

The current research aims to determine the benefits of applying fractal geometry for gifted preschool children and the necessity of teaching it to them. It explores its role in developing their diverse abilities and skills. The research concludes by providing several recommendations and suggestions، anticipating that their utilization in future research and the educational environment will play a role in updating the curricula offered to gifted preschool children، incorporating applications of fractal geometry.

Keywords:

Applications - Fractal Geometry - Gifted Children.

مقدمة:

يعد الأطفال الموهوبون ثروة بشرية يجب استثمارها وتوظيف طاقاتها في خدمة المجتمع، فإن تقدم المجتمعات يقاس بمقدار ما تمتلكه من إمكانيات بشرية قادرة على الابتكار ودفع عجلة المجتمع نحو التقدم، ورغم تزايد اهتمام الدولة المصرية برعاية الموهوبين إلا أن المناهج التعليمية يشوبها بعض القصور في رعاية وتنمية الأطفال الموهوبين بالروضات الحكومية؛ حيث أن تصميم المناهج يوضع بصفة عامة لجميع الأطفال على اختلاف فئاتهم مع تضمين بعض الأنشطة الإثرائية في الموضوعات ذاتها، وتغفل المناهج وضع بعض الموضوعات التي تلائم طبيعة الأطفال الموهوبين في ظل عصر تزايد فيه الطلب على تمكين المتعلمين من مهارات القرن الحادي والعشرون.

وفي هذا الصدد أكدت العديد من الدراسات ضرورة تصميم برامج خاصة للموهوبين وتطوير المناهج المقدمة لهم، وأساليب الكشف عنهم، منها دراسة **عبير أمين (٢٠٢١)** التي هدفت لوضع برنامج إثرائي لتنمية بعض مفاهيم الرياضيات لدى الأطفال الموهوبين ذوي صعوبات التعلم النمائية في رياض الأطفال، ودراسة **الشوك (٢٠١٨)** التي وضحت أهمية الأنشطة الإثرائية المتنوعة للأطفال الموهوبين.

وعلى جانب آخر يقدم علم الرياضيات فرعًا جديدًا من فروعه المثمرة يعرف بهندسة الفراكتال، لعله السبيل لدعم وثقل معارف ومهارات وقدرات الأطفال الموهوبين في رياض الأطفال، ويشبع فضولهم بشأن العالم من حولهم، وتجيب عن العديد من أسئلتهم حول بيئتهم المحيطة.

فهندسة الفراكتال تدرس البناءات المؤلفة من كسريات وتصف العديد من الأوضاع والبنى التي لا يمكن تفسيرها من خلال الهندسة الإقليدية، مما يجعل لتلك الهندسة أهمية كبيرة وتطبيقات عديدة في كثير من العلوم، حيث يمكن من خلالها تحليل الظواهر الطبيعية وتوظيفها في خدمة مجال الهندسة والعلوم وصناعة السينما والخيال العلمي، ومجال الطب والصناعة، والكمبيوتر، والعمارة، وصناعة النسيج **(حسن، ٢٠١٧، ص.٣٠٥)**[٤].

وفقد ذكر **Rapoport & Yoder (2017 ،(p. 67** أن فهم الفركتلات يساعد في تفسير علم المائيات، والفلك، والطقس، وأن الفركتلات مثيرة أيضًا لاهتمام الفنانين لمجرد أنها جميلة.

وعلى الرغم من تزايد البحوث والدراسات التي تسعى لتطوير قدرات الأطفال الموهوبين وتقديم برامج تعليمية تناسب قدراتهم إلا أنها لم تسلط الضوء على تقديم معارف ومهارات جديدة مثل تطبيقات هندسة الفراكتال التي تتناسب مع خصائصهم وتلائم شغفهم للتعلم، الأمر الذي يستلزم تحديد الحاجة لتعليم تطبيقات هندسة الفراكتال لأطفال الروضة الموهوبين.

[٤] يسير التوثيق وفق نظام APA7 (اسم الأخير للمؤلف، السنة، الصفحة)

تطبيقات هندسة الفراكتال للأطفال الموهوبين:

لا شك أن إكساب وتعليم المعارف والمهارات للأطفال الموهوبين هدف سام يسعي لتحقيق شخصية متوازنة قادرة على الارتقاء بمجتمعها، لكن لا جدوى من تعليم العلم دون الاستفادة منه ومحاولة نفع المجتمع بتطبيقاته، خاصة في عصر تزايد فيه الطلب على العلم والمعرفة، وظهرت فيه اتجاهات عالمية نحو التعلم (stem)[٥] التعلم القائم على العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضات، وهي فروع العلوم التي تقام بها مستقبل المجتمعات، والتي في ضوئها نشأت فروع جديدة لتلك العلوم تأثر بشكل أو بآخر في جميع مجالات حياة البشر، الأمر الذي يفرض على المجتمع بمؤسساته التربوية ضرورة السعي وراء تنميتها والاستفادة من تطبيقاتها، والتي من أهمها تطبيقات هندسة الفراكتال.

نشأة هندسة الفراكتال:

ظهرت فكرة الفراكتال على يد العالم الفرنسي ماندلبروت (Mandelbrot) عندما كان جالسًا على أحد شواطئ إنجلترا، وأثناء تأمله في البحر جذب انتباهه الشاطئ بتعرجاته وأمواجه وتضاريسه الصخرية، وأثار مشكلة في خاطره، ما هو طول شاطئ إنجلترا؟ فشكل الشاطئ المتعرج ذكَّره بالأشكال المتشابهة ذاتيا مثل فرع الشجرة وتفرعاتها أو شريان بتفرعاته أو نهر بروافده، والزخارف الرياضية الفنية، وكونه عالم رياضيات تذكر اهتمامات كانتور وكوخ وجوليا، ولاحظ أنها تتضمن أشياء ذات تشابه ذاتي لأي عدد من المقاييس **(نظلة خضر، ٢٠٠٤، ص.٤٧)**

وذكرت ليلى الشيزاوية (٢٠١٢، ص. ٤-٥) أن ماندلبروت (Mandelbrot) ابتكر كلمة فراكتال لتصف وتشرح العديد من الظواهر الطبيعية، كما أن كلمة فراكتال تأتي من الكلمة اللاتينية fractious وتعني تكسير أو تفتيت، وهي تصنف مجموعات غير عادية من الخطوط والنقط والتعرجات، وللكلمة شقين:

الأول: هو الفراكتلات الطبيعية وهي الأشياء والأشكال المرتبطة بالطبيعة والعلوم.

والثاني: في الرياضيات والذي يهتم بدراسة مجموعة الفراكتالات التي غالبًا ما يكون لها جذور في نظرية الفوضى (chaos theory).

ويتضح مما سبق أن هندسة الفراكتال هندسة ملهمة وداعمة للتفكير وتنمية الخيال فهي كانت محل استثارة للتفكير في ظواهر الطبيعة ومحاولة تفسيرها.

مفهوم هندسة الفراكتال (fractal geometry):

تعددت تعريفات هندسة الفراكتال وفيما يلي عرضًا لأهم هذه التعريفات:

عرفت نظلة خضر هندسة الفراكتال بأنها "شكل هندسي (متعرج) يمكن تقسيمه إلى أجزاء كل جزء (على الأقل تقريبا) يعتبر جزءا مصغرا من الكل" **(نظلة خضر، ٢٠٠٤، ص.٨٧)**.

---

[٥] (stem): مدخل تعليمي يتكون من الحروف الأربعة الاولى للعلومS، والتكنولوجياT، والهندسة E، والرياضياتM، يسمح بإزالة الحواجز التقليدية فيما بينهم، وتقديم المعرفة بشكل متكامل في نمط وظيفي مرتبط بالحياة الواقعية.

وقد عرفها ماندلبروت (Mandelbrot) بأنها "الدراسة المنهجية لبعض الأشكال غير المنتظمة في الرياضيات أو الطبيعة، حيث يكون كل جزء منها صورة مصغرة تشبه إلى حد كبير الحجم الكلي"(**Padula، 2009، p.37**).

وعرّفت **ليلى الشيزاوية (٢٠١٢ ، ص.٥)** هندسة الفراكتال بأنها" تلك التراكيب الهندسية في الأشياء الطبيعية وهذه التراكيب لها خصائص تميزها عن غيرها من الأبعاد الهندسية، وهي بذلك ترتبط ببحث الكسوريات الصغيرة بل المتناهية في الصغر المكونة لتلك الأشياء في الطبيعة".

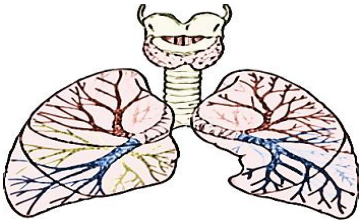
كما عرّفتها أيضًا بأنها "أشكال هندسية نتجت أو نمت نتيجة تطبيق بعض القواعد الرياضية عليها، وهذه القواعد تأخذ الشكل الأساسي وتنقله من خطوة إلى خطوة إما بالإضافة إليه أو بتطويره، وهذه العمليات يمكن أن تكرر بعدد غير منتهٍ من المرات" (**ليلى الشيزاوية، ٢٠١٢، ص.٥**).

وعرف **Liu et al (p.12)،2021** الفراكتال العشوائي بأنه: "النمط الذي له بنية تقريبية أو متشابهة ذاتيًا إحصائيًا".

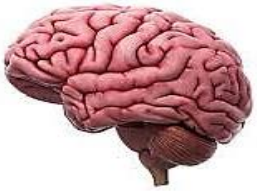
ومن خلال التعريفات السابقة يمكن وصف أشكال الفراكتال بأنها أشكال:

- تنتج من تطبيق نمط معين على شكل هندسي يعرف بالمولد.
- تنشأ من تكرار عمليات معينة مثل الحذف والإضافة.
- غير منتظمة متداخلة وعلى مستوى عالٍ من التعقيد.
- لا يمكن تمثيلها من خلال خصائص الهندسة التقليدية.
- تتسم بالتشابه الذاتي لأجزائها.

والأشكال التالية توضح الفراكتال في الإنسان وفي الطبيعة:

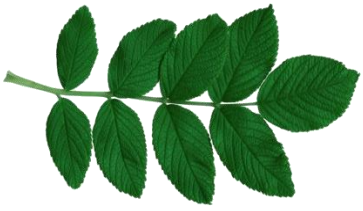


(الشعب الهوائية بالرئتين)



(خلايا المخ البشري)

(أجزاء القرنبيط)



(أوراق النبات)

(جسم الحلزون)

(أجزاء البروكلي)

خصائص هندسة الفراكتال:

تتميز هندسة الفراكتال بخصائص أساسية تعطي لها ذلك التركيب الفريد بين فروع الهندسة الأخرى فقد ذكر **Lorenz (8،2002)** أهم خصائص الفراكتال كالآتي:

١- متين وخشن.
٢- متماثل ذاتيًا.
٣- معقد بلا حدود.
٤- يتم تطويره كسوريا من خلال التكرارات.
٥- يعتمد على شروط البداية.
٦- شائع في الطبيعة.

ووضحتها ليلى الشيزاوية (٢٠١٢، ص.٨) في الآتي:

- خاصية التشابه الذاتي self- similararty
- خاصية البعد الفراكتالي fracty dimension
- قاعدة الإحلالreplacement rule

وفيما يلي عرضًا توضيحيًا لأهم هذه الخصائص:

❖ **خاصية التشابه الذاتي self- similarity:** التشابه بين الأجزاء المكونة للشكل، أي أن الجزء من الكل يشبه تمامًا ذلك الكل، فإذا أضفنا جزءا متكاملًا من الأجزاء المكونة للشكل الفراكتالي، ثم قمنا بتكبيره عدة مرات فإننا في النهاية سنحصل على الشكل الأصلي.

وينقسم التشابه الذاتي إلى ثلاثة أنواع تتضح في الآتي:

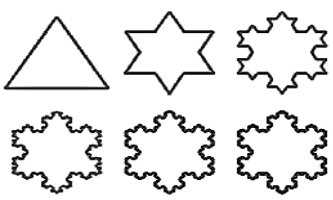
- **التشابه الذاتي المضبوط:** يعد أقوى أنواع التشابه الذاتي ويعني عند تقسيم الشكل الكلي إلى أجزاء أصغر، فإنها تتشابه تمامًا مع الشكل الكلي، ويظهر في الفراكتالات المتولدة باستخدام التكرار المرحلي.
- **التشابه الذاتي الظاهري:** وفيه تبدو الفراكتالات متطابقة إلى حد ما (ولكن ليس تمامًا) على مقاييس تكبير مختلفة، فتحتوي فراكتالات التشابه الذاتي الظاهري على نسخ مصغرة من الفراكتال الكامل ولكن بأشكال غير منتظمة، وهو غالبًا ما يكون في الأشكال المولدة بطريقة الدوال المتكررة مرحليًا.
- **التشابه الذاتي الإحصائي:** يعد من أضعف أنواع التشابه الذاتي، لا تتكرر فيه الأنماط المتشابهة ذاتيا بشكل مضبوط تماما، حيث يبدو التشابه الذاتي مشابها لأي مقياس من التكبير أو التصغير مع إغفال بعض الملامح المعينة، و ويسمى التشابه الذاتي في الطبيعة، ومن أمثلته: قمم الجبال، تشققات الأرض الجافة، ريشة الطائر، فرع الشجر وتفريعاته، جذور النبات وتفرعاتها، شريان وتفرعاته، مقطع لرأس قرنبيط.

❖ **خاصية البعد الفراكتالي fractal dimension:** من المعلوم للجميع في الهندسة التقليدية أن النقطة ترسم في البعد الصفري، أي ليس لها بعد، وأن الخطوط المستقيمة لها بعد واحد، بينما

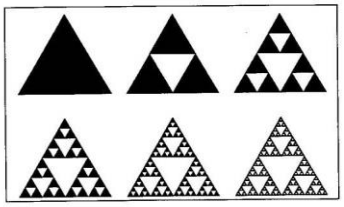
ترسم المربعات والأشكال الهندسية المستوية الأخرى في بعدين، وكذلك المكعب والأسطوانة والكرة ترسم في ثلاثة أبعاد، فمن الملاحظ أن الأبعاد المذكورة للهندسة الإقليدية لا تعتبر مناسبة مع تركيب الشكل الفراكتالي، فالبعد الفراكتالي يدل على مدى تعرجات(تعقد) الشكل، وكلما زاد تعقد الشكل زاد البعد الفراكتالي له.

❖ **قاعدة الإحلالreplacement rule:** عند إنشاء فراكتال محدد فإنه أثناء خطوات الإنشاء لفراكتال آخر، فإن أحد الأشياء المرسومة يمكن أن تحل مكان الآخر والتي تكون أكثر تركيبا من سابقتها ولكنها تملأ نفس المكان الأصلي.

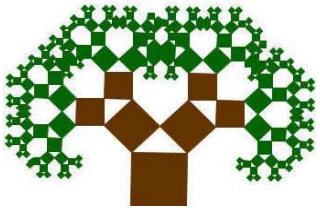
وتظهر خصائص الفراكتال جلية في الأشكال الآتية:



(منحنى كوش)



(مثلث سيبرانيسكى)



(شجرة فيثاغوث)

يتضح من الخصائص سالفة الذكر أن هندسة الفراكتال هندسة فريدة من نوعها تتميز بسمة الإبداع والابتكار لقدرتها على التجديد والإنتاج اللانهائي من الأشكال الهندسية، ويعد من أهم خصائصها التشابه الذاتي بين أجزاء الأشكال الفراكتالية، فإن أي شكل فراكتاليا لابد وأن يكون متشابه ذاتيا، لكن ليس شرط أن يكون كل شكل متشابه ذاتيا شكلا فراكتاليا.

ولخصائص الفراكتال المبدعة والمحفزة على الإبداع والابتكار الرياضي، اهتمت دراسة **Monferrer-Sales،Lorenzo-Valentín & Mas (2014)** بتدريب الطلاب المعلمين للمرحلة الإبتدائية لتدريس هندسة الفراكتال من خلال أنشطة متعدد التخصصات (الرياضيات، والموسيقى، والأحياء)، وأظهرت تحسن في مهارات الطلاب للتكيف بنجاح مع الواقع المهني للتعليم، وأشارت نتائج دراسة**Al Suman & Di Ieva (2021)، Russo، Newport** أن الطلاب أظهروا مواقف إيجابية تجاه المقرر الدراسي لتاريخ الفراكتال، وأن مفاهيم المقرر كانت مثيرة لاهتمام الطلاب والمعلمين، وأوصت بإعطاء دورات تدريبية للمعلمين لمساعدتهم على تدريس هندسة الفركتال للمتعلمين.

أهداف تعليم مفاهيم هندسة الفراكتال للأطفال الموهوبين:

تتعدد أهداف تعليم مفاهيم هندسة الفراكتال بتعدد الحاجات إلى تطبيقها وفي ضوء الاتجاهات التربوية الحديثة التي تنادي بتطبيق التعلم القائم على العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات(stem)، فقد ذكر **Schmeling p.288)،(2011** أن الغاية من الهندسة الكسورية (الفراكتال) هو دراسة طبيعة الأشياء ذات البعد الكسري، والمساعدة في التعرف على الخصائص الهامة لمجموعات الأشكال "غير المنتظمة" هندسياً.

ولعل هذا يلائم فضول الأطفال الموهوبين وحب استطلاعهم في تفسير ومعرفة أسباب الظواهر الطبيعية المحيطة بهم ، والرد على أسئلتهم فيما يخص تكوين تلك الظواهر.

وقد تطرقت الشيزاوية (٢٠١٢، ص.٥) إلى تحديد بعض أهداف تعليم هندسة الفراكتال، ووضحتها كالآتي:

(١) إثراء التفكير الهندسي للمتعلم بالمعارف والمهارات المرتبطة بهندسة الفراكتال.
(٢) تساعد في وصف الأشكال والأجسام في الطبيعة وصفا مضبوطا.
(٣) تساعد في ربط الرياضيات مع الأشياء في البيئة المحيطة بهم، من خلال تطبيقات هندسة الفراكتال على مجالات عديدة.
(٤) تسهم في فهم الرياضيات ذاتها، وذلك من خلال فهم العمليات التكرارية حيث الحاجة إلى الحسابات الرياضية فيها.
(٥) رسم الأشياء الطبيعية من الواقع على شاشات الكمبيوتر.
(٦) تعلم مزج الفنون مع الرياضيات، فتتحول المعادلات من مجرد أرقام أو رموز إلى أشكال ورسومات.
(٧) إكساب الطفل مهارات الاكتشاف في الرياضيات من خلال مهارات ربط الأشكال في الطبيعة بالخصائص الرياضية لهندسة الفركتال.
(٨) تعرف منظور هندسي جديد لم يألفه المتعلم في محتوى الرياضيات.
(٩) هندسة الرياضيات تبرز الجوانب الجمالية في الرياضيات وهو هدف وجداني .

وتعددت أهداف تعليم تطبيقات هندسة الفراكتال بتعدد الدراسات التي تناولتها، فقد هدفت دراسة **المليجي وحسن (٢٠١٤)**، ودراسة **المحرزى والمعافى(٢٠١٦)** إلى تدريس مفاهيم الفراكتال لتنمية التفكير الإبداعي لدى المتعلمين، وهدفت دراسة **فرج الله(٢٠١٨)** تدريس هندسة الفركتال لتنمية التحصيل المعرفي لدى المتعلمين واتجاهاتهم نحو تعلم الرياضيات، كما هدفت دراسة **مهاود(٢٠١٧)** إلى تدريسها لتنمية القوة الرياضياتية، وتوصلت جميعها إلى فاعلية تدريس هندسة الفراكتال في تحقيق الأهداف الموضوعة، وعلى الرغم من تعدد أهداف تطبيقها، فلم تتطرق الدراسات السابقة إلى تعليمها للأطفال الموهوبين برياض الأطفال.

أهمية تعليم تطبيقات هندسة الفراكتال للأطفال الموهوبين:

ترى الباحثة أن أهمية تعليم مفاهيم هندسة الفراكتال وتطبيقاتها للأطفال الموهوبين في رياض الأطفال لا تقف عند حد التثقيف العلمي لهم وحسب، بل تمتد إلى أبعد من ذلك فإن
التغيرات المجتمعية الحادثة في العصر الحالي والتطور العلمي والتكنولوجي يفرض على المجتمع التربوي تطوير معارف ومهارات المتعلمين (الأطفال الموهوبين) لتتواكب مع مستجدات العصر وتأهل تلك الفئة من الأطفال لمواجهة التحديات المستقبلية وتحقيق الجدارات التعليمية المؤهلة للعمل والانجاز وخدمة المجتمع مستقبلًا ؛ لذلك ظهر الاتجاه نحو التعلم القائم على العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات(stem)، وهذا بدوره يفرض على المهتمين بمجال تربية الطفل الموهوب

عامة ومصممي المناهج خاصة تحديث وتطوير المناهج المقدمة للموهوبين التي تحتوي على العلوم والمعارف والمهارات التي تناسب خصائصهم وتدعم قدرتهم المتفردة بتضمين موضوعات مثل تطبيقات هندسة الفراكتال.

وفي حين أن طبيعة الرياضيات المجردة تشكل تحديًا للمعلمة والأطفال الموهوبين على حد سواء، وكلاهما يحتاج إلى الاعتماد على ربط المعرفة الرياضية وتطبيقاتها بالمواقف المختلفة بالبيئة، ويمكن تحقيق الفائدة الرياضية من خلال هندسة الفراكتال لارتباطها بالطبيعة ولتعدد تطبيقاتها الحياتية حيث أن تعلمها قائم على استخدام الحواس، كما أن تعلم موسيقى الفراكتال يسهم في تعليم الأطفال الموهوبين بطرق فردية في فهم تكوين الفراكتال والتعرف على أهمية نمط الرياضيات من خلال الاستماع إلى الموسيقى المبنية رياضيا، ويساعد فى تطوير قدرة الأطفال الموهوبين في إنتاج أنماط فراكتالية، مثل مثلث باسكال **(Padula، 2009، p.38).**

ونظرًا لأهمية تعليم مفاهيم الفراكتال وتطبيقاتها فقد أوصت **دراسة العسيري (٢٠١٨)** بضرورة توجيه المعلمين (المعلمات) لدراسة الموضوعات الرياضية الجديدة مثل هندسة الفراكتال، والهيولية ونظرية النظم الديناميكية غر الخطية، وتوجيه المعلمين (المعلمات) لتدريب المتعلمين (الأطفال الموهوبين) على استخدام شبكة الإنترنت في البحث عن المعلومات التي تتعلق بهندسة الفراكتال وتطبيقاتها، وإضافة مقرر عن هندسة الفراكتال بكليات إعداد المعلمات، حتي يتمكَّن من تعليمها عند إضافتها إلى مقررات الرياضيات في مراحل التعليم المختلفة ومنها مرحلة رياض الأطفال، أوصت دراسة **محمد (٢٠٢١)** بضرورة توجيه المخططين التربويين ومصممي المناهج التعليمية بالاهتمام بالجوانب المهارية عند بناء محتوى المناهج التعليمية بوجه عام ومادة الرياضيات بوجه خاص مع نشر مصطلح هندسة الفراكتال وإلقاء الضوء عليه داخل كتب الرياضيات بشكل يتناسب مع أهميته.

تطبيقات هندسة الفراكتال:

تتعدد تطبيقات هندسة الفراكتال في كثير من المجالات الحياتية فقد أشار إليها **حسن (٢٠١٧، ص. ٣٠٦)** في الآتي:

- تصنيف الشرائح التي تصف تغير مراحل الأمراض في الطب.
- ابتكار أنواع جديدة من الموسيقى.
- ابتكار أشكال جديدة في مجال الفن.
- ضغط الصورة والإشارة.
- علم الزلازل.
- علم الكون.
- تصميم الألعاب الحاسوبية.
- فن العمارة.

- توظيفه في أعمال النجارة.

ومن الملاحظ خلال العرض السابق أن تطبيقات هندسة الفراكتال تخدم مجالات حياتية متعددة مما يجعل تضمينها ببرامج ومناهج الرياضيات المقدمة للأطفال الموهوبين أمرا ضروريا فهي تناسب الموهوبين على اختلاف قدراتهم وميولهم في الاتجاه نحو مجال من المجالات التي تخدمها، وعلى الرغم من تعدد تطبيقات هندسة الفراكتال في العلوم الحياتية؛ إلا أن إسهامات هندسة الفراكتال لا تتوقف على المجالات السابقة فقط، ولكن امتدت آثارها إلى مجال التعليم وتنمية مهارات التفكير، فقد توصلت دراسة **المحرزى والمعافى (٢٠١٦)**، ودراسة **محمد (٢٠١٦)** إلى فاعلية استخدام هندسة الفراكتال في تنمية التفكير الإبداعي لدى طلاب الصف الثاني الثانوي وطلاب المرحلة الإعدادية، ووضحت دراسة **Kuznetsov & et all (2021)** رقمنة العلاقات الاجتماعية والسيطرة الجديدة للجيل الأصغر يستلزم تغييرًا في متطلبات النشاط المهني لمعلم الرياضيات، ويجب يكون لدى المعلم الحديث المعرفة الأساسية المتعلقة بالرياضيات، بالاضافة إلى امتلاكه تقنيات العصر الرقمي كوسائل ومكون من المعلومات وتنظيم البيئة التعليمية وإدارتها وإتقان المعرفة المعقدة في مجتمع التعليم الشبكي وتحقيق التكامل على أساس الإنجازات الحديثة في العلم كهندسة الفراكتال، وإدخالها ضمن منظومة الرياضيات المدرسية كظاهرة هيكلية لبيئة تعليمية مبتكرة وتأسيس الخبرة الشخصية والعلاقة بين النظرية والتطبيق.

وبناءًا عليه فقد حددت نتائج دراسة محمد (٢٠٢٠) أوجه الاستفادة من تطبيقات هندسة الفراكتال في التالي:

١- تتيح فرصا لعرض الأشكال الهندسية حتى يستطيع المتعلم استنتاج خصائص كل شكل والربط بين الأشكال لاستنتاج القوانين والنظريات.
٢- تُكسب المتعلمين مهارات استخدام الأدوات الهندسية بدقة في رسم الأشكال الهندسية.
٣- تجذب انتباه المتعلمين وتجعل عملية تعلم الرياضيات عملية ممتعة.
٤- تُكسب المتعلمين مهارات الاكتشاف في الرياضيات من خلال مهارات ربط الأشكال في الطبيعة بالخصائص الرياضية لهندسة الفراكتال.

وفي هذا الصدد فقد توصلت دراسة **Luton (٢٠٢١)** إلى نجاح الطلاب المعلمين للمرحلة الابتدائية في تصميم الدروس وأنشطة تعليمية هادفة ومتكاملة مع الفنون بعدما خاضوا برنامج تدريبي للتدريس بالفنون في التعلم stem، وأوصت بضرورة إعداد المعلمين قبل الخدمة لتطوير تكامل الأنشطة التعليمية باستخدام التعلم stem بدمج العناصر الغنية للفنون لتسهيل تعلم الطلاب بشكل فعال والاحتفاظ بها عبر مواد العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، وأوصت دراسة **المعافا والحسن (٢٠١٩)** بإعادة النظر في مدى الاهتمام بهندسة الفراكتال وتقنياتها المصاحبة وتضمينها في مناهج الرياضيات المدرسية في جميع المراحل المختلفة بما يتناسب وحجم ودور هذه الهندسة في التقدم العلمي والتقني.

تطبيقات مفاهيم الفراكتال في البيئة التعليمية للأطفال الموهوبين:

تتمثل أهم تطبيقات مفاهيم الفراكتال في البيئة التعليمية للأطفال الموهوبين في خدمة مجال تصميم المناهج والبرامج التعليمية المقدمة للأطفال الموهوبين برياض الأطفال، وتصميم أنشطة تعليمية عن مفاهيم الفراكتال مقدمة لطفل الروضة، وإنتاج وسائل تعليمية فراكتالية، وتشجيع الأطفال على إنتاج أشكال فراكتالية مبتكرة، وتشمل إدخال تحديثات في تصميم بيئة الروضة والبنية التحتية لها، وتطوير شكل أدوات المدرسية للأطفال الموهوبين، كما تساعد تطبيقاتها في تحديد اتجاهات وميول الأطفال الموهوبين في مجال معين.

وتعد هذه التطبيقات استجابة لتحقيق أهداف رؤية مصر للتعليم ٢٠٣٠، التي تنادي بإعادة الثقة بين المجتمع وإدارة التعليم في مصر، وتحقيق تميز عالمي في صناعة المناهج والوسائل التعليمية، وتمكين المتعلمين من مهارات الرياضيات والعلوم وتكنولوجيا المعلومات، وتمكينهم من المهارات الحياتية وخاصة مهارات القرن الواحد والعشرين، وتحقيق التنمية المستدامة.

مقترحات وتوصيات تطبيق هندسة الفراكتال للأطفال الموهوبين:

يوصي البحث الحالي بالآتي:

١- تصميم أنشطة لتعليم تطبيقات هندسة الفراكتال للأطفال الموهوبين تقابل احتياجاتهم، وتناسب خصائصهم.

٢- تكثيف الأنشطة الإثرائية حول تطبيقات هندسة الفراكتال تناسب مستوى تفكير الأطفال الموهوبين.

٣- تدريب الأطفال الموهوبين على إعادة تدوير مخلفات البيئة بتصميم منتجات فراكتالية لتحقيق التنمية المستدامة.

٤- تطوير أساليب الكشف عن الأطفال الموهوبين بتضمين بعض تطبيقات هندسة الفراكتال بها، فهي وسيلة مناسبة لتحديد مجال الموهبة عند الأطفال.

٥- ضرورة تضمين تطبيقات هندسة الفراكتال في مناهج الرياضيات للأطفال الموهوبين بالروضات.

٦- تدريب الطالبات المعلمات لرياض الأطفال على تعليم تطبيقات هندسة الفراكتال للأطفال الموهوبين.

٧- تدريب الأطفال الموهوبين على إنتاج تصميمات فراكتالية باستخدام برامج الحاسب الآلي.

٨- إجراء المزيد من الدراسات والبحوث التي تقيس أثر تعليم تطبيقات هندسة الفراكتال على تنمية مهارات التفكير والإبداع والإنتاج لدى أطفال الروضة الموهوبين.

المراجع:

أولا: المراجع العربية:

أمين، عبير صديق (٢٠٢١). **برنامج أنشطة إثرائي لتنمية بعض مفاهيم الرياضيات لدى الموهوبين ذوى صعوبات التعلم النمائية في رياض الأطفال وأثره في الحد من آثار صعوبات التعلم النمائية**. جامعة القاهرة، كلية الدراسات العليا للتربية، ٢٩(١)، أبريل، ٢١٥- ٢٦٠.

حسن، إبراهيم محمد عبد الله(٢٠١٧). **الرياضيات في حياتنا**. مكتبة الوفاء القانونية.

خضر، نظلة حسن أحمد(٢٠٠٤). **معلم الرياضيات والتجديدات الرياضية**.عالم الكتب.

الشوك، بليغ حميد مجيد(٢٠١٨). مناهج تربية الموهوبين والمتفوقين: المنهج الإثرائي أنموذجا. **المجلة الدولية للآداب والعلوم الإنسانية والاجتماعية**،*(١٠)*، يونيه، ١٢- ٣٣.

الشيزاوية، ليلى(٢٠١٢). **هندسة الفراكتال ورقة عمل مقدمة ضمن البرنامج التدريبي لرفع الكفاءة العلمية في الهندسة لمعلمي مادة الرياضيات**، سلطنة عمان، مدرية التربية والتعليم بمحافظة شمال الباطنة دائرة تنمية الموارد البشرية- قسم العلوم التطبيقية- وحدة الرياضيات، أكتوبر.

العسيري، أحمد محمد نصر الدين(٢٠١٨). فاعلية برنامج مقترح في هندسة الفراكتال وتطبيقاتها في تنمية التحصيل ومهارات التفكير البصرى لدى طلاب المرحلة الثانوية. **مجلة تربويات الرياضيات**، ٢١ (١١)، أكتوبر، ٣٤١-٣٦٦.

فرج الله، عبد الكريم موسى (٢٠١٨). فاعلية تدريس وحدة تعليمية مقترحة في هندسة الفراكتال على التحصيل المعرفي والاتجاه نحو تعلم الرياضيات لدى طلاب الصف الثامن الأساسي، كلية التربية، **جامعة الأقصى**، ديسمبر، ١- ٢٢.

المحرزي، عبدالله عباس مهدى والمعافى، إبراهيم محمد قناف (٢٠١٦). أثر وحدة مقترحة في هندسة الفراكتال في تنمية مهارات التفكير الإبداعي لدى طلاب المرحلة الثانوية. **مجلة الأندلس للعلوم الإنسانية والاجتماعية**،١٣ (١٠)، أبريل، ٤٧- ٨٥.

محمد، عبد الناصر عبد الصمد أبو الغيط (٢٠١٦). فاعلية برنامج مقترح في تدريس هندسة المرحلة الإعدادية باستخدام هندسة الفراكتال في تنمية التفكير الإبداعي لدى طلاب المرحلة. **مجلة تربويات الرياضيات**، *١٩* (١٢)،أكتوبر، ٢٠٤- ٢٦٤.

محمد، فايز محمد منصور(٢٠٢٠). أثر استخدام مبادئ وأنشطة هندسة الفراكتال في تنمية مهارات التفكير المنظومي ومهارات اتخاذ القرار في الرياضيات لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية. **مجلة تربويات الرياضيات**،٢٣ (٧)، أكتوبر، ٢٥٤- ٣٠١.

محمد، محمد محمود أبو الحسن(٢٠٢١). فعالية الألعاب الكمبيوترية في تنمية مهارات هندسة الفراكتال لدى طلاب الصف السابع الأساسي بالمنطقة الشرقية. **مجلة إبداعات تربوية**، (١٦)، يناير، ١١٩- ١٣٧.

المعافا، ابراهيم بن محمد و الحسن، رياض بن عبدالرحمن(٢٠١٩). مدى احتواء مناهج الرياضيات بالمرحلتين المتوسطة والثانوية بالمملكة العربية السعودية على هندسة الفراكتال Geometry Fractal وتقنيات المعلومات والاتصال المصاحبة لها، جامعة الملك سعود، **كتاب المؤتمر السادس لتعليم وتعلم الرياضيات مستقبل تعليم الرياضيات في المملكة العربية السعودية في ضوء الاتجاهات الحديثة والتنافسية الدولية بحوث وتجارب مميزة ورؤى مستقبلية**، ١٩: ٢١ رجب١٤٤٠هـ، ٢٦ :٢٨ مارس ٢٠١٩م .

المليجى، رفعت محمد حسن وحسن، محمود محمد (٢٠١٤). فاعلية وحدة مقترحة في هندسة التبولوجي والفراكتال في تنمية التفكير الإبداعي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية. **مجلة كلية التربية**، جامعة أسيوط، ٣٠ (١)، يناير، ٤٠٩- ٤٦٢.

مهاود، حشمت عبد الصابر احمد(٢٠١٧). فاعلية برنامج مقترح في هندسة الفراكتال قائم على النظرية التواصلية باستخدام التعلم الإلكتروني التشاركي على تنمية القوة الرياضياتية لدى الطلاب الفائقين بالمرحلة الثانوية. **مجلة تربويات الرياضيات**،٢٠ (٧) ،أكتوبر، ١٦٧- ٢٣٧.

ثانيا: المراجع الأجنبية:

Kuznetsova, I.V, Blagoveshchenskayab. E.A, Napalkov, S. V, Smirnovd , E.I. Tikhomirov, S.A. Troshina, T.L. (2021).Web-Technologies In Knowledge Integration As A Means Of Mathematical Literacy Forming Of School Students. **Journal Of The Balkan Tribological Association**, *27*(5), 881–897.

Liu, S.T, Wang,Y.P, Bi, Z. M, & Wang, Y. (2021). **Mathematical Principle And Fractal Analysis Of Mesoscale Eddy**. Springer Singapore. Https://Doi.Org/10.1007/978-981-16-1839-0

Luton, C. (2021). Coaching Preservice Teachers To Integrate The Arts In Stem Content. **International Journal Of Education & The Arts**,*22*(5),1-13.RetrievedFrom Http://Doi.Org/10.26209/Ijea22n5

Monferrer-Sales, L, Lorenzo-Valentín, G, & Mas, A. C. (2014). An Educational Proposal On Interdisciplinary Education: The Fractal Geometry In Mathematics, Music And Biology. **Procedia-Social And Behavioral Sciences**, *116*, 3825-3829.

Newport, R. A, Russo,C, Al Suman, A, & Di Ieva, A. (2021). **Assessment Of Eye-Tracking Scanpath Outliers Using Fractal Geometry**. *Heliyon, 7*(7), E07616. Www.Cell.Com/Heliyon

Padula, J. (2009). More About How To Teach Fractal Geometry With Music. ***Australian Mathematics Teacher, The***, *65*(1), 37-40.

Rapoport, R. & Yoder,J.A. (2017*).* ***Math L For Kids Ab Fun, Hands-On Activities For Learning With Shapes, Puzzles***, *And Games* . United States Of America، Library Of Congress.

Schmeling, J. (2011). **Ergodic Theory**: Fractal Geometry