كلية التربية النوعية
الدراسات العليا
قسم التربية الفنية

استحداث صياغات تشكيلية من خلال نظرية نظم الهندسة الكسيرية (الفراكتال) كمدخل لاستلهام مجسمات نحتية معاصرة (دراسة تجريبية)

The innovation of Formulations through the Theory of Fractal Geometry as an Approach to Inspire Contemporary Sculptural forms (Experimental study)

خطة بحث مقدم من

مهيتـــاب مبـــارك محمد حمدي

المدرس المساعد بقسم التربية الفنية - كلية التربية النوعية

استكمالاً لمتطلبات الحصول على درجة دكتوراه فلسفة التربية النوعية

في التربية الفنية

"تخصص نحت"

تحت إشراف

أ.د/ منى سامي بدير

أستاذ النحت المساعد بكلية التربية النوعية-جامعة القاهرة

٢٠١٨م-١٤٣٩هـ

المقدمـــــــــــــة:

مع نهاية القرن العشرين تطور تعليم الرياضيات تطوراً مذهلاً، فانتقل من التركيز على حفظ الحقائق وتطبيق الخوارزميات الرياضية إلى اكتشاف قوة الرياضيات ودورها في تنمية تفكيرهم من خلال التطبيقات الحياتية والمجتمعية للرياضيات، ومع التطور التقني والتكنولوجي في السنوات الأخيرة تطور استخدام تكنولوجيا التعليم في تعليم الرياضيات، وبرز ذلك في الأدوار المتعددة لاستخدامات الكمبيوتر من برامج تعليمية متخصصة وكذلك شبكة المعلومات (Internet)، بالإضافة إلى الأدوار المؤثرة للآلات الحاسبة البيانية في تنمية مهارات المتعلمين النوعية سواء في مجال حل المعادلات والدوال أو معالجة البيانات إحصائياً.

"وارتبط الفن الحديث بالعلوم المتنوعة وخاصة علم الرياضيات، ووضع قوانين وقواعد تساعد في بناء العمل الفني، ومع تطور العلوم والتكنولوجيا اتخذ الفنان المعاصر من أساليب المدارس الفنية الحديثة أسلوباً خاصاً، فربط بين الفن والرياضيات في بعض الأعمال الفنية، واتسعت أعمال النحت الرياضي لتشمل كل الاتجاهات الفنية المعاصرة.

وفي منتصف القرن العشرين ومع ازدياد التقدم العلمي والتكنولوجي والذي أثر بدوره على وسائل الابداع بما قدمه من مواد وأدوات حديثة متنوعة ، ومحاولات الفنان الدائمة في البحث المتعمق والدائم في نتاجات التكنولوجيا المتنوعة وخير ما يمكن أن يفيده ويوظفه بشكل يتناسب مع إبداعاته وطموحاته الفنية الشغوفة.

فكانت ومازالت النظم الرياضية جزء من تحول كبير في كافة الاتجاهات فاستند بعض النحاتين المعاصرين إلى التجارب العلمية والرياضية في أعمالهم النحتية المعاصرة التي تعطيهم بعداً جمالياً"[١].

إن قوة الفن الرقمي التي كانت نتاج لهذا الشغف والبحث والتجريب الدائمين والتي دائما ما كان الفنان يمارسهم أثناء مسيرته الابداعية تكمن في الامكانيات اللانهائية لهذا الفن ومنها إمكانيات التعديل واعادة التكوين والترتيب والبناء، مما جعل من هذا الفن منفذ واسع للابداع والابتكار المتواصل بدون قيود تقليديه تحكم حرية التصرف وبناء العمل الفني، لما لها من قدرة هائلة على تغيير الممارسات الفنية، لتخلق كل مرة نوع مختلف من الاستمتاع والتذوق لدى الفنان والمتلقي على حد سواء.

في القرن العشرين توصل العلماء إلى مكون رياضي جدير في الهندسة، وأطلق عليه هندسة (الفراكتال) كما أسماه بذلك Mandelbrot (ماندیلبورت)، حيث يشير البعض إلى أن Mandelbrot (بينوا ماندیلبورت) هو مؤسس وواضع حجر الأساس الذي ساعد العلماء في فهمها والتعامل معها، والذي حدد لها مجموعة من المسلمات التي يمكن أن تختص بها الأشكال

---

[١] هدى إبراهيم علي متولي النادي: النظم الرياضية في النحت المعاصر كمدخل لتدريس التشكيل المجسم، رسالة ماجستير، غير منشورة، كلية التربية الفنية، جامعة حلوان، ٢٠١٥م، ص١٠.

(الفراكتالية) دون غيرها في الأنساق الهندسية، فالفراكتالات هي نماذج هندسية تتكرر في الطبيعة (شكل-١) من حولنا بصفة مستمرة وتختلف عن الأشكال الهندسية الأخرى بسبب الطريقة التي تتدرج بها زيادة أو نقصان، بالإمكان محاكاتها وفقاً لصيغ رياضية إلى ما لانهاية. وماندیلبورت هو واضع خصائص هندسة (الفراكتال) بالضبط كما وأسس Euclid (إقليدس) الهندسة الإقليدية ، ولكنه يختلف عنه في أنه يحاول قول بأن وصف الطبيعة يحتاج أشكالاً أكثر تعقيداً من أشكال (إقليدس) الهندسية البسيطة تلك، فاستطاع بمساعدة الكمبيوتر أن يتوصل إلى الأشكال المعقدة في الطبيعة والتي أطلق عليها (ماندیلبورت) (فراكتال- Fractal) .

إن (الفراكتالات) تقدم لنا أشكالاً ذات قيمة جمالية كبيرة وهي ترتبط بشكل مباشر في كيفية تنظيم العالم من حولنا، ومن وجهة نظر معظم معلمي الرياضيات فإنها تفجر طاقات الإبداع والخيال ، ويعتبر تدريس هندسة (الفراكتال) ذو أهمية كبيرة في إثراء وتنمية التفكير.

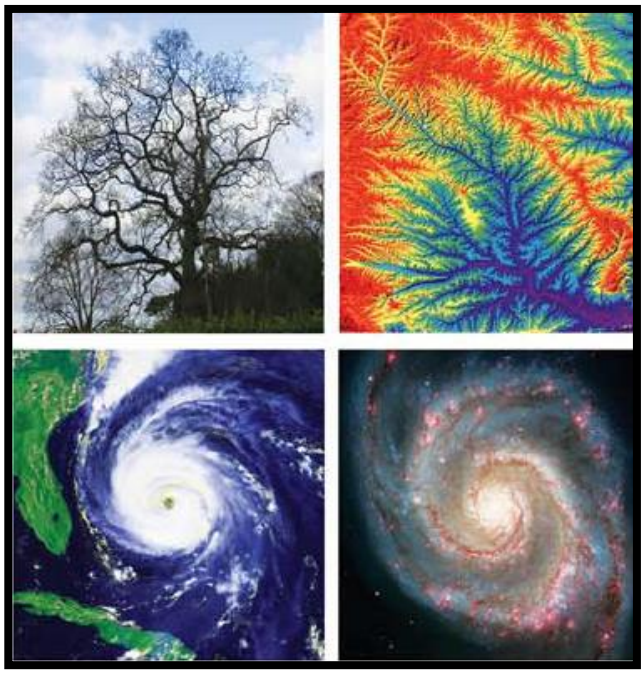
إذا فأين يمكن أن نجد (الفراكتال)؟

١- الطبيعة:

الطبيعة حيث توجد الفراكتالات في جميع أنحاء الطبيعة، فنحن نجد نفس النمط مرارا وتكرارا بداية من التفريعات الدموية والعصبية في جسم الانسان وفي فروع الأشجار وشبكات الأنهار ، وكل هذه الأنماط تشكلت بواسطة عملية التكرار البسيطة للفرع (شكل-٢)، فالطبيعة ليست حادة المظهر كالمثلث أو المربع أو المستطيل، ولا هي ملساء كالدائرة او الكرة أو الاسطوانة، فهي أعقد بكثير من ذلك، إنما السحب والجبال والأشجار ماهي إلا أشكال مختلفة (للفراكتال)، فهي اشكال مكوّنة من نفس الشكل الأساسي بمختلف الأحجام ،ويتم إنشاؤه عن طريق تكرار عملية بسيطة مرارا وتكراراً، كنمو الشجرة بالتفرع المتكرر.

حيث إن هندسة (الفراكتال) تبحث في وصف خصائص الأشكال في الطبيعة، ولذلك فهي تهتم بالتحقق من الخصائص الرياضية لبعض الأشكال والظواهر الطبيعية ومحاولة تفسيرها وفقاً لخصائصها (الفراكتالية)، ولذلك فإن هندسة (الفراكتال) تربط وبشكل كبير المتعلم لها بالعالم المحيط به، وتعني بالبحث في المكونات الجزئية للأشكال الجزئية للأشكال الرياضية .

شكل (١)

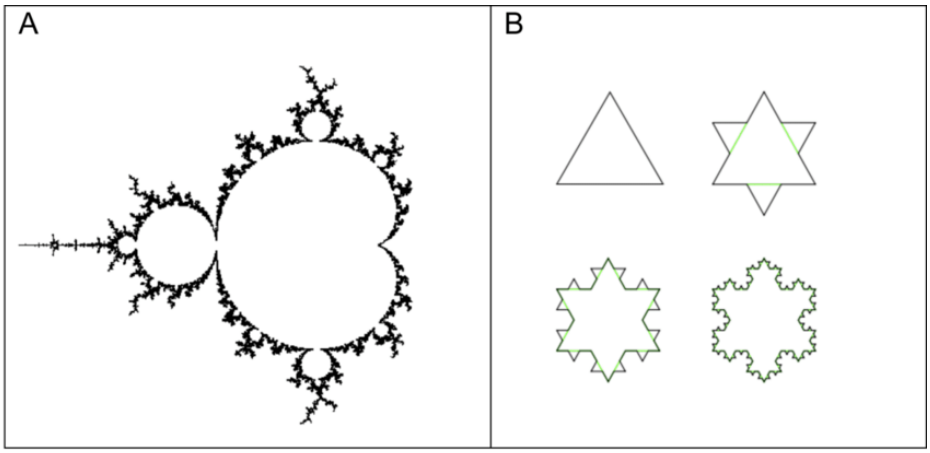


شكل (٢)

أفرع الأشجار، شبكات الأنهار، التفريعات الدموية والعصبية.

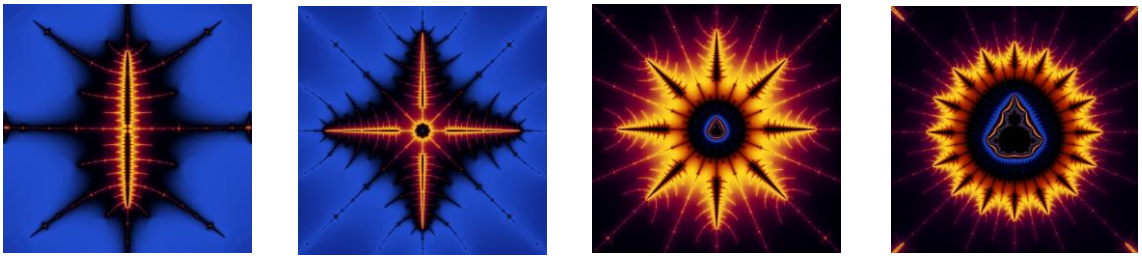
٢- الرياضيات:

الفراكتلات الرياضية (Mathematical Fractals) مثل مجموعة ماندیلبورت (شكل-٣، شكل-٤) ،حيث يتكون مثلث الفراكتال بالتكرار البسيط، (شكل-٥) أنه يتم تشكيل مجموعة ماندیبورت الانهائية من خلال تكرار عملية حساب بسيطة (١،٣،٩،٢٧،٨١،٢٤٣،٧٢٩) إلخ.، فالبساطة تؤدي إلى التعقيد، ونظرا لقيود الكمبوتر يتوقف التكبير عند (١٠١٦) أو (١٠ كواددیرليون) ، ولكن الفراكتال يستمر إلى مالانهاية.



شكل (٣) فراكتال مجموعة ماندیلبروت (The Mandelbrot set) [1].

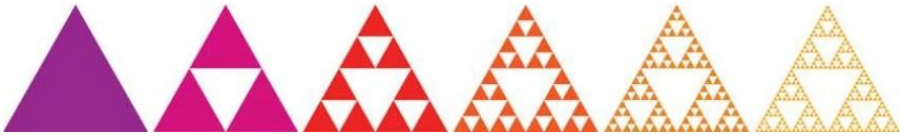
[1] https://www.researchgate.net/figure/Classical-Fractals-A-boundary-of-the-Mandelbrot-set-B-The-Koch-Snowflake-fractal_fig3_316646968



1 2 3 4

شكل (٤)

التطور في مجموعة ماندیلبورت



شكل (٥)

مثلث سيربينسكي (Sierpinski)

ومما سبق يتبين أن "كلمة (فراكتال) تتكون من شقين، الأول وهو التكسيرات الطبيعية وهي الأشكال والأشياء المرتبطة بالطبيعة والمرتبطة بالعلوم، والثاني في الرايضيات والذي يهتم بدراسة مجموعة التكسيرات التي غالباً يكون لها جذور في نظرية الفوضى (Chaos theory)"[١].

ويمكن وصف هندسة (الفراكتال) على أنها:

- " أشكال هندسية غير منتظمة تتكون من أجزاء غير منتهية ومتداخلة بمختلف القياسات.
- أنها تلك الصور التي تنتج من تكرار المعادلات اللا خطية.
- أشكال هندسية نتجت أو نمت نتيجة تطبيق بعض القواعد الرياضية عليها، وهذه القواعد تأخذ الشكل الأساسي وتنقله من خطوة الي خطوة إما بالإضافة إليه أو بتطويره وهذه العمليات يمكن أن تكرر بعدد غير منته من المرات.
- أشكال هندسية تنتج من تقسيم الشكل الأساسي الي أجزاء صغيرة وكل جزء هو صورة مصغرة من الشكل الأساسي". [٢].

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

---

[١] هدى إبراهيم علي متولي النادي: النظم الرياضية في النحت المعاصر كمدخل لتدريس التشكيل المجسم، رسالة ماجستير، غير منشورة، كلية التربية الفنية، جامعة حلوان، ٢٠١٥م، ص٧٧.

[2] https://sites.google.com/site/fractalgeometry42013/fractal-geometry

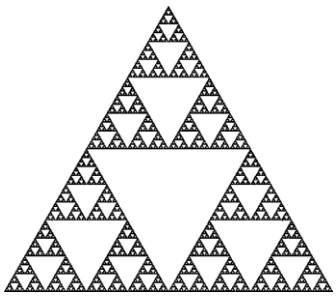
١. التماثل الذاتي (Self-Similarity).
٢. البعد الفراكتالي (Fractal Dimension).
٣. قاعدة الإحلال (Replacement Rule).

أولاً: التماثل الذاتي (Self-Similarity):

وينقسم إلى ثلاثة أنواع:

- **تماثل تام Exact Self-Similarity:**

- هو من أقوى أنوع التماثل.
- يكون فيه شكل (الفراكتال) متماثلاً تماماً على كافة مستويات الرؤية.
- تكون الأشكال فيه عناصر طبيعية، كثمار النباتات والشعب المرجانية والبلورات المعدنية، وحيوانات الكنغرو والقطط ، فأي جزء من جزيئات البنية تشابه الكل إلى حد كبير، فعند اضافة جزءاً متكاملاً من الأجزاء المكونة للشكل الفراكتالي ثم قمنا بتكبيره عدة مرات فإننا في النهاية سنحصل على الشكل الأصلي (شكل- ٦)، حيث أنه من دون أدنى شك ، فإن مثلث سيربينسكي (Sierpinski) هو واحدة من أكثر الأشكال الفراغية إثارة للاهتمام في الوجود، لأنه ومن أفضل الأشياء حول مثلث (سربنسكي) هو كيفية إيجاد العديد من الطرق المختلفة والسهلة لتوليده.



شكل (٦)

مثلث سيربينسكي (Sierpinski) [١].

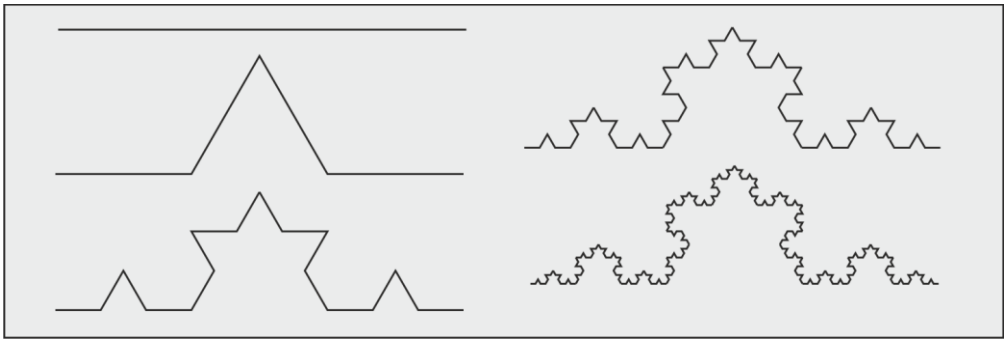
[1] https://www.zeuscat.com/andrew/chaos/sierpinski.html

- **تماثل ظاهري Quasi Self-Similarity:**
  - يبدو الشكل متماثلاً إلى حد ما على كافة مستويات الرؤية ولكن ليس تماماً، حيث يحمل الشكل الأساسي بداخله نسخاً متعددة تشبهه ولكن بها بعض الاختلافات البسيطة تزداد اختلافاً وتحوراً كلما غصنا في أعماق الشكل.
- **تماثل إحصائي Statistical Self-Similarity:**
  - هو أقل أنواع التماثل .
  - الشكل يظهر تماثلاً ذاتياً من خلال عدد من القياسات الرقمية أو الإحصائية التي تنتقل من الشكل الأساسي إلى أجزاءه الداخلية إلى مالانهاية.

ثانياً: البعد الفراكتالي (Fractal Dimension):

اذا علمنا انه في الهندسة التقليدية فان النقطة ترسم في البعد الصفري، أي ليس لها بعد، وان الخطوط المستقيمة لها بعد واحد، بينما ترسم المربعات و الأشكال الهندسية المستوية الأخرى في بعدين، وكذلك نعرف ان المكعب والأسطوانة والكره ترسم في ثلاثة ابعاد، إن الأبعاد السابقة في الهندسة الأقليدية لا تعتبر مناسبة مع تركيب الشكل (الفراكتلي)، فمنحنى كوش (Koch) (شكل-٧) مثلاً له أبعاد تقع تقريباً بين ١.٢٦ أي بين ١ و ٢ ، وهذا يعكس حقيقة ان مجموعة النقط كثيفة يمكن عدها لمنحنى وكذلك رفيعة جدا لنحسبها كمساحة، ولذلك فان البعد الفراكتلي أوجد العديد من التطبيقات العملية في تحليل العمليات الفوضوية (chaotic), ولذلك فان البعد الفراكتلي بشكل عام ليس عدد وليس قيمة عددية، ومنحنى (الفراكتال) يعتبر أحد الأبعاد للأشياء في المستوى الذي له بعدين ويقع بين ١ و ٢ بالمثل كما السطح الفراكتلي (fractal surface) له بعدين ويقع بين ٢و٣، فالقيمة تعتمد علي كيفية انشاء (الفراكتال).

فباختصار فإن منحنى كوش (kosh curve) يتم إنشائه من خلال الاستبدال المتكرر لكل جزء من الشكل الأساسي (المولد) بنسخة أصغر منه، وفي كل خطوة أو عملية تكرار ليصبح الطول الاجمالي للمنحنى أطول، وفي النهاية يقترب من اللانهاية، مثل طول الخط الساحلي.



شكل (٧)

صورة أخرى لمنحنى كوش (The Kosh curve) [١].

[1] https://sites.google.com/a/rug.nl/aperiodic-tiling/2x2-supertiles-1/von-koch

ثالثاً: قاعدة الإحلال (Replacement Rule):

عندما ننشئ (فراكتال) محدد فإنه من خلال خطواتنا لإنشاء (فراكتال) آخر، فان أحد الأشياء المرسومة يمكن ان تحل مكان الآخر والتي تكون أكثر تركيباً من سابقتها ولكنها تملأ نفس المكان الأصلي.

أما عن علاقة هندسة (الفراكتال) بالفن التشكيلي، ففن (الفركتال) هو نوع من أنواع الفنون الرقمية ذات التأثير الواضح على المجتمع الفني والفنانين بشكل عام منذ حوالي الربع الأخير من القرن العشرين وحتى الآن،وإن كان مفهوم (الفراكتال) هو علم فإن تطبيقه هو الفن بعينه وهو في الحالتين– سواء في المفهوم أو التطبيق– أحد اكثر الأمور التي مرت على تاريخ العلم والفن غموضاً، وهو أيضاً هو شكل من أشكال الفن الخوارزمي الذي تم إنشاؤه من خلال حساب الكائنات الفركتالية وتمثيل نتائج الحساب كصور ثابتة وصور متحركة ووسائط.

ومن الأعمال النحتية المميزة التي اعتمدت الاستفادة من معطيات نظرية نظم الهندسة الفركتالية ،فقد أنتج الفيزيائي الليزري الذي تحول إلى فنان في اسكتلندا ومطور الويب توم بيدارد (Tom Beddard) ، المعروف أيضًا باسم (subBlue)، عددًا من الأشكال الهندسية المثيرة للفضول، تتميز إبداعات بيدارد (Beddard) بأنماط تصميم رائعة ومعقدة،و يستخدم الفنان الإنجليزي طريقة تركيبية لإنشاء النماذج ثلاثية الأبعاد المقدمة رقميًا، فيشرح بيدارد (Beddard): "أنه يتم إنشاء (الفركتالات) ثلاثية الأبعاد بواسطة صيغ تكرارية حيث يشكل ناتج التكرار الواحد مدخلات التكرار التالي، (شكل–٨) ، هذا العمل مستوحى من بيضة (فابرجيه) Fabergé (كلمة روسية) "تشير إلى بيضة مرصعة بالجواهر (من المحتمل أن يصل عددها إلى ٦٩) والتي تم إنشاؤها بواسطة House of Fabergé. كلها تقريبا كانت تصنع تحت إشراف (بيتر كارل فابرجي) بين عامي ١٨٨٥ و ١٩١٧، الأكثر شهرة هي تلك التي صنعت من أجل القيصر الروسي (الكسندر الثالث ونيكولاس الثاني) كهدايا عيد الفصح لزوجاتهم وأمهاتهم ،وصنع بيت فابرجيه ٥٠ بيضة عيد فصح، منها ٤٣ بيضة مازالت الآن موجودة"[1].

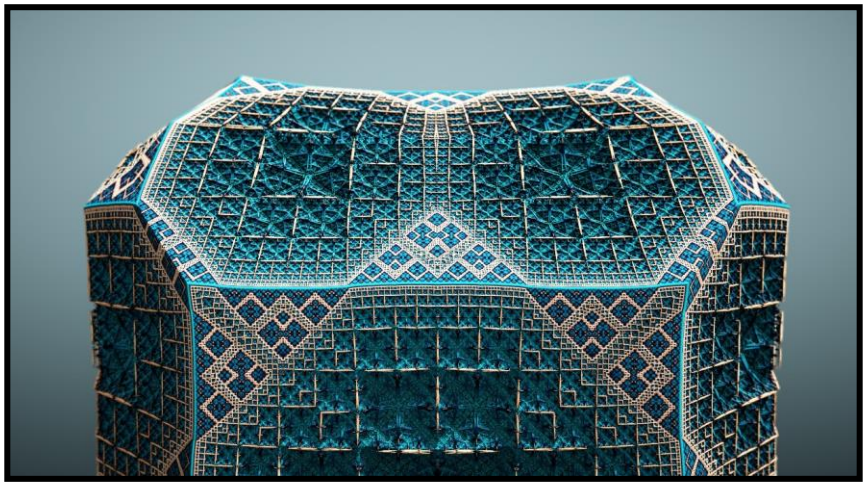
[1] https://en.wikipedia.org/wiki/Faberg%C3%A9_egg

شكل (٨)

توم بيدارد Tom Beddard [١]

الخامة: صورة ثلاثية الأبعاد

٢٠١٣م



تفصيلية شكل (٨)

توم بيدارد Tom Beddard [٢]

الخامة: صورة ثلاثية الأبعاد

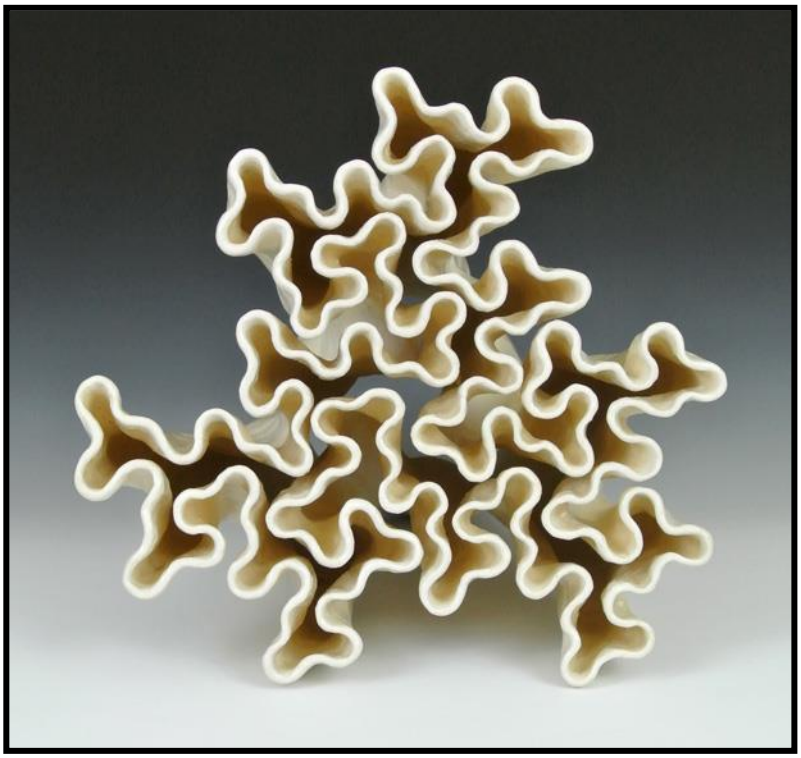
٢٠١٣م

---

(1) https://imgur.com/gallery/4W3LC

(2) http://www.designfather.com/faberge-fractals-tom-beddard/

تمثال (فراكتالي) آخر ثلاثي الأبعاد (شكل-٩) باسم التطوير الشعاعي (Radial development) استند في تصميمه على الأجيال الخمسة الأولى من منحنى (فراكتال)، نقطة البداية هي دائرة ، وأول تكرار ينتج عنه شكل ثلاثي الفصوص، ومع كل التكرار يتم مضاعفة عدد الفصوص ثلاثة مرات،نلاحظ المسافة بين الملامح ثابت ، في حين أن حدود المنحنى المتناظر ثلاثية الأبعاد تصبح معقدة بشكل متزايد، وتم العثور على نسخة سداسية من هذا المنحنى في كتاب بينوا ماندیلبروت "الهندسة الفراكتالية للطبيعة"، فهذا السطح قريب لشكل الشعب المرجانية الطبيعية، وقد فاز التمثال بجائزة معرض الفن التشاركي للرياضيات المشتركة لعام ٢٠١٤ لأفضل المنسوجات والمنحوتات.



شكل (٩)

روبرت فاذوار Robert Fathauer [1]

التطوير الشعاعي (Radial development)

الخامة: خزف

الأبعاد:العرض١٣سم-الطول١٣سم

٢٠١٤م

[1] http://robertfathauer.com/Ceramics.html

تفصيلية شكل (٩)

روبرت فاذوار Robert Fathauer [١]

التطوير الشعاعي (Radial development)

الخامة: خزف

الأبعاد: العرض١٣سم-الطول١٣سم

٢٠١٤م

ومن الأعمال المميزة (شكل-١٠) للفنان غاريث جونز **(Gareth Jones's)** ،حيث يتكون هذا التمثال من أكثر من ١٠٠ (فركتالية) مصنوعة من الورق المقوى بأربعة أحجام مختلفة، حيث يحاول التحكم في المساحة وتشكيلها من خلال التوصيل الدقيق من نقطة إلى نقطة أخرى.

شكل (١٠)

غاريث جونز **(Gareth Jones)** [٢]

الخامة: ورق مقوى

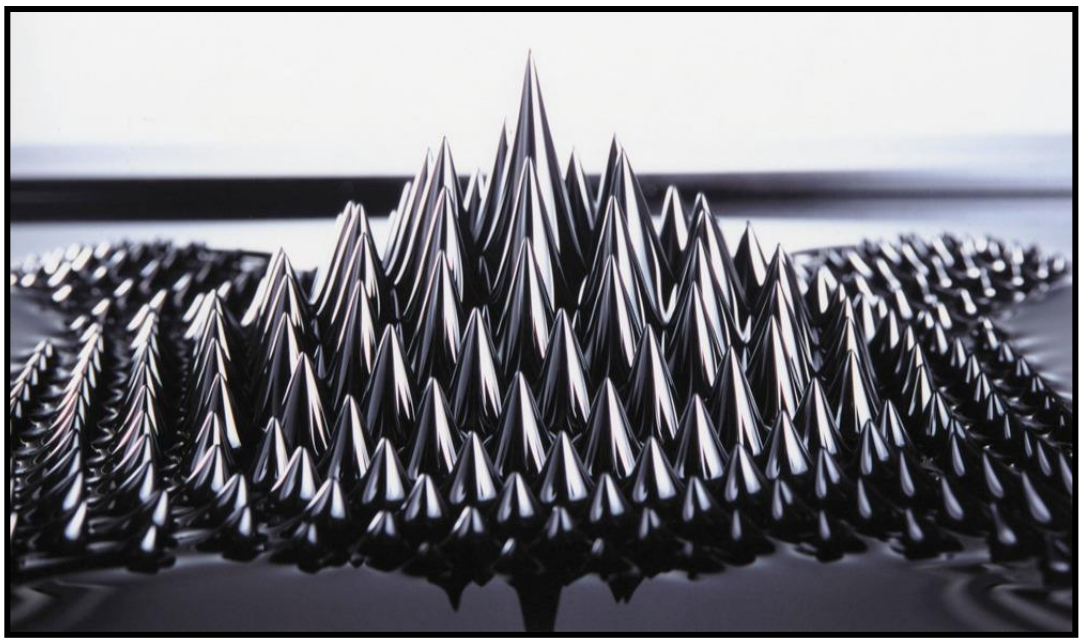
٢٠١٧م

---

[1] http://robertfathauer.com/Ceramics.html

[2] https://www.behance.net/gallery/51506797/Space-(Fractal)

وعمل اخر (شكل-١١) قام الفنان الياباني ساشيكو كاداما (Sachiko Kodama)، باستخدام السائل المغناطيسي (Ferrofluid) ، والذي يتم تصنيعه عن طريق إذابة جزيئات مغنطيسية نانوية في مذيب مثل الماء أو الزيت ، ويصبح مغناطيسياً بقوة في وجود مجال مغناطيسي إلى حد أنه يخلق أنماط كسورية (فراكتالية) مذهلة ثلاثية الأبعاد، فاستفاد الفنان من هذه الخاصية لإنشاء منحوتات حركية مذهلة.



شكل (١١)

ساشيكو كاداما Sachiko Kodama [1]

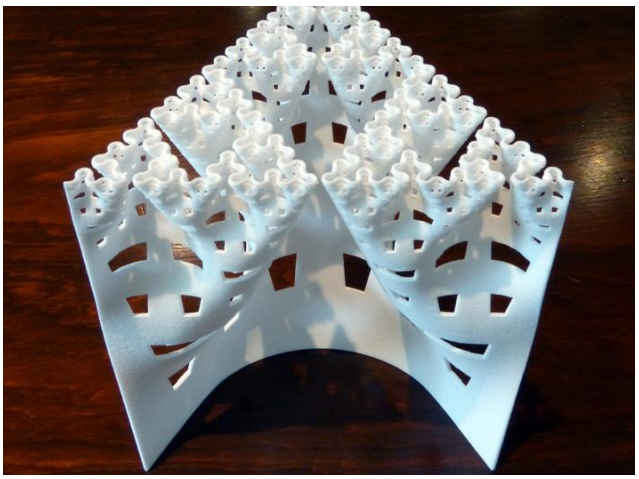
السائل المغناطيسي Ferrofluid

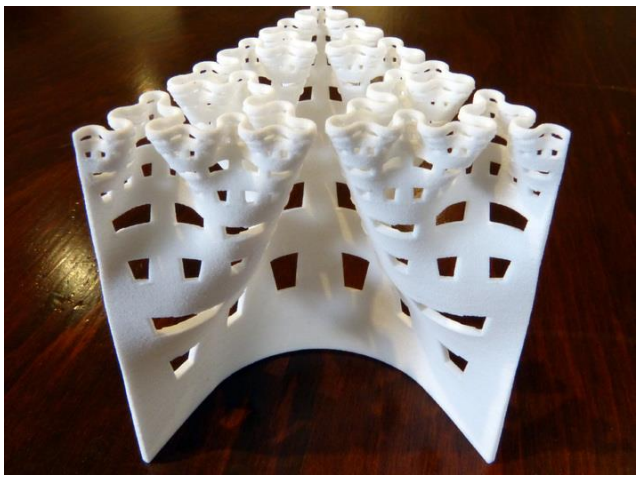
الخامة: سائل مغناطيسي

الأبعاد: بدون أبعاد

٢٠٠٧م

[1] http://www.earthlymission.com/amazing-3-dimensional-fractal-sculptures-created-with-ferrofluid/





شكل (١٢)

هنري سيجرمان Henry Segerman

تطوير منحنى سينبريسكي ٢

الخامة: بلاستيك أبيض مطفي ذو ملمس محبب

الأبعاد: ١٣.٤٨×١١.٤٦×١٣.٩٦سم

من العرض السابق لأعمال النحاتين وخصائص وأشكال (الفراكتال)، يتضح أن استخدام هذا النوع من النظريات الهندسية قد قدم للفنان العديد من الامكانيات التي بإمكانه الاستفادة منها في ابتكار أعمال نحتية متميزة تبدو في ظاهرها معقدة ولكنها قائمة على معادلات حسابية ثابتة يسهل عند تطبيقها تنفيذ ما يطمح إليه الفنان مما أعطى فرصة أكبر للابتكار، وساعدت الفنان على إيجاد العديد من الحلول التشكيلية باستخدام المفردة الواحدة وإعادة تكرارها إلى مالانهاية، كما أنه بالامكان إشتراك أكثر من عنصر في تكوين صيغة يتم تكرارها هندسياً باستخدام المعالجات الفنية من التقاطع الكلي أو الجزئي لتكوين صيغ تكرارية حيث تم استخدام أكثر من صيغة بنظم تكرارية.

ومن هنا تكمن أهمية تطبيق مثل هذه النظرية الفريدة في مجال الرياضيات عامة وفي تخصص النحت خاصةً، وأهمية إجراء مثل هذه التجارب العملية لإنشاء صياغات نحتية للخروج بعمل فني مبتكر معاصر، فاستخدام نظرية النظم الهندسية (Fractal) يمكن من انتاج وبناء تكوينات ذات متغيرات جمالية فريدة يسهل تنفيذها باتباع قوانين ومعادلات النظرية ومعطياتها.

لذا فإن الباحثة ترى في دراسة لنظرية نظم الهندسة الكسيرية (Fractal) وسيلة مبتكرة تعمل على الكشف عن نتائج نحتية جديدة ، وتقود إلى الجمع بين علم الرياضيات وتوظيف لنظرياته العلمية لإثراء الأعمال النحتية ومواكبة للحركة الفنية الحديثة.

وتتحدد مشكلة البحث في التساؤل التالي:

كيف يمكن الاستفادة من نظرية نظم الهندسة الكسيرية (Fractal) كأحد النظريات العلمية الحديثة لاستلهام مجسمات نحتية معاصرة؟

فروض البحث :

يفترض البحث أنه:

- من خلال نظرية نظم الهندسة الكسيرية (Fractal) الرياضية يمكن استلهام مجسمات نحتية معاصرة ذات صياغات تشكيلية جديدة .
- يمكن للتكنولوجيا الرقمية الحديثة أن تقدم امكانيات ومداخل واسعة بالامكان الاستفادة منها في إنتاج أعمال نحتية معاصرة.

حدود البحث :

- دراسة لنظرية نظم الهندسة الكسيرية (الفاركتال)، وبيان إمكانياتها وخصائصها ومميزاتها، لاستخدام معطياتها في إنتاج أعمال نحتية مجسمة ثلاثية الأبعاد.
- مجسمات فنية ثلاثية الأبعاد.
- ممارسات تطبيقية استكشافية تقوم بها الباحثة لدراسة امكانيات نظرية نظم الهندسة الكسيرية (Fractal) .
- إجراء التجربة على عينة عشوائية طلاب الفرقة الرابعة بكلية التربية النوعية– جامعة القاهرة.

أهداف البحث :

- الكشف عن مداخل جديدة للتشكيل من خلال الاستفادة من نظرية نظم الهندسة الكسيرية (Fractal).
- إكساب مهارات التفكير الهندسي ومهارات استخدام أدوات المساعدة للتعبير من خلالها على الأشكال الهندسية وفهم مكوناتها.
- إثراء التفكير الابداعي بالمعارف والمهارات المرتبطة بهندسة (الفراكتال).
- وصف الأشكال الطبيعية وصفاً مضبوطاً، لأن الأشكال والأجسام في الطبيعة معظمها غير مضبوطة، بل لها أشكال هندسية معقدة، فتساعد خصائص هندسة (الفراكتال) في تحديد وصف مضبوط لها.
- الوصول لنتائج غير تقليدية باستخدام تطبيقات نظرية نظم الهندسة الكسيرية (Fractal) العلمية.

- إلقاء الضوء على نخبة من فناني ال (Fractal)، لتحليل أهم أعمالهم النحتية لفهم إبداعاتهم وتوجهاتهم ودراسة لرؤيتهم الخاصة.

أهمية البحث:

- الاستفادة مما تقدمه لنا النظريات العلمية الحديث من امكانيات غير مسبوقة لإثراء مجال النحت.
- الوقوف على كل ما هو جديد من نظريات معاصرة لاستحداث مجسمات نحتية معاصرة.
- الكشف عن النظريات العلمية الحديثة للإفادة منها في تنمية الإدراك البصري والحسي والعقلي.
- الكشف عن الأبعاد التشكيلية والجمالية التي تنتج عن تطبيق لمعطيات نظرية نظم الهندسة الكسيرية (Fractal) في مجال النحت .
- ضرورة البحث والتجريب في الفن لفتح آفاق جديدة للدراسة في التشكيل المجسم.

منهج البحث:

تتبع الباحثة المنهج الوصفي التحليلي لدراسة الجانب النظري لهذه الدراسة ، كما تتبع المنهج التطبيقي لإجراء التطبيق وفقا للخطوات التالية:

أولا: الإطار النظري:

- التعريف بنظرية نظم الهندسة الكسيرية (Fractal) للوقوف على أنواعها وأشكالها وطرق تطبيقها وبرامج تصميمها.
- تناول الأعمال الفنية من خلال ثلاثة مداخل تتمثل في مدخل للتشكيل المجسم ، ومدخل للتشكيل بالبرنت (3D)، ومدخل للتصميم على الكمبيوتر.
- دراسة وتحليل لمختارات من اعمال فناني ال (Fractal) للوقوف على أهم خصائص وسمات تلك الأعمال.

ثانيا: الإطار التطبيقي:

- تحديد محاور التطبيق الذاتي وأهدافها.
- التطبيق الاستكشافي الذاتي على الباحثة، وتنفيذ أعمال نحتية مجسمة قائمة على نظرية نظم الهندسة الكسيرية (Fractal).
- تجرى التجربة على عينة عشوائية من الكشوف المعدة من قسم شئون الطلاب للفرقة الرابعة بكلية التربية النوعية– جامعة القاهرة.

- وصف وتحليل نتائج التجربة الطلابية.
- إعداد إستمارة تحكيم لأعمال الطلاب من إعداد الباحثة.
- عرض نتائج التجربة على مجموعة من الخبراء في مجال التخصص لتحكيم الأعمال.
- المعالجة الإحصائية للتحقق من نتائج البحث.
- وصف وتحليل نتائج التطبيق.
- النتائج والتوصيات.

مصطلحات البحث:

الفراكتال Fractal:

يعتبر مصطلح فراكتال (Fractal) من المصطلحات الجديدة في الأدبيات العربية لتعليم الرياضيات، ولذلك لم يستطع الباحث تقديم ما يناظره باللغة العربية، ولكن بالرجوع الي مصادر عديدة مثل اساتذة الرياضيات بكلية العلوم والقواميس اللغوية وكذلك الدراسات والبحوث المرتبطة بالفراكتلات (Fractals) أمكن التوصل للتالي:

"هي كلمة مشتقة من الصيغة اللاتينية فراكتاس fractus، والتي تعني غير المنظم الشكل، والفعل اللاتيني Frangere، والتي تعني (يكسر)، أو (يكون شظايا غير منتظمة الشكل)، والصفة والفعل اللاتيني هما أصل الكلمة الإنجليزية (fragment) والتي تعني (شظية)، وماندلبورت عندما اختار هذا الاسم إنما أراد أن يعبر عن مدى ما اتسمت به تلك الأشكال من مظهر خشن وغير منتظم جعلها أمام الناظرين وكأنها شظايا متبعثرة أو شكل من أشكال الفوضى" "[١].

نمط معقد في الرياضيات مبني من أشكال بسيطة متكررة يتم تقليل حجمها في كل مرة يتم تكرارها:

الطريقة التي يقسم بها جذع شجرة إلى فروع وأغصان أصغر وأصغر هو نمط كسوري تقريبي[٢].

"وهي تعني أيضا شكل هندسي خشن من الممكن تجزئته إلى اجزاء كل منها عبارة عن صورة مصغرة إلى حد ما من الشكل الأصلي"[٣].

---

(1) About fractals,source:http:avatar graphics.com/fractalland/about fractal·html

(2) https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/fractal/

(٣) محمود البسيوني: الفن في القرن العشرين من التأثيرية حتى فن العامة، دار المعارف، ١٩٨٣م، ص١٣١.

" وتعني أيضا الإفصاح بلغة: الأشكال، والألوان، والأحجام، والأضواء، والظلال، عن قيمة فنية يحس بها الفنان ويريد أن ينقل من خلالها مشاعره إلى الآخرين. والتعبيرية هي انتقال للشحنة الداخلية عند الفنان إلى الخارج، كي يتأثر بها غيره" [١].

القيم التعبيرية Expressive Values:

"القيم التعبيرية : هي قيم نسبية يمكن الاستدلال عليها بمدى وضوح مستوى درجة القيم التشكيلية في تحقيق مضمون العمل"[٢].

النظم Systems:

هي الجمع والضم والاتساق والنظام والتأليف، قال ابن منظور : "النظم: التأليف، نظمه نظماً ونظاماً ونظمه فانتظم وتنظم، ونظمت اللؤلؤ أي جمعته في السلك والتنظيم مثله ومنه نظمت الشعر ونظمته، ونظم الأمر على المثل، وكل شى قرنته بأخر أو ضمت بعضه إلى بعض قد نظمته[٣].

ونظم المعلومات هو نظام يتكون من أشخاص، وسجلات البيانات، وعمليات يدوية وغير يدوية، ويقوم هذا النظام بمعالجة البيانات والمعلومات في أي منظومة، أو هو مجموعة من العناصر المتداخلة التي تعمل مع بعضها البعض لجمع ومعالجة وتخزين وتوزيع المعلومات المتوفرة عن موضوع ما بشكل منهجي لدعم اتخاذ القرار ولدعم التنظيم والتحكم والتحليل في المنظمة وبناء تصور حالي ومستقبلي واضح عن موضوع البحث[٤].

الفن الرقمي : Digital art

"الفن الرقمي هو عمل مصنوع بتقنية رقمية، ويشمل ذلك الصور التي تم إجراؤها بالكامل على الكمبيوتر أو الصور المرسومة يدويًا والتي تم مسحها ضوئيًا في جهاز كمبيوتر وانتهت باستخدام برنامج مثل (Adobe Illustrator)، كما يمكن للفن الرقمي أن يتضمن

---

(1) wikipedia.org/wiki/fractal wikipedia an online encyclopedia.source http://en

(٢) محمد إسحق قطب: المفهوم الجمالي لتناول الخامة في النحت الحديث وأثره علي القيم التشكيلية والتعبيرية في أعمال طلاب كلية التربية الفنية، رسالة دكتوراه، غير منشورة، كلية التربية الفنية، جامعة حلوان، ١٩٩٤م، ص٣١.

(٣) بن منظور: لسان العرب، طبع دار المعارف ، جـــ٦ ص٤٤٦٩ مادة نظم.

(4)https://ar.wikipedia.org/wiki/%D9%86%D8%B8%D9%85_%D9%85%D8%B9%D9%84%D9%88%D9%85%D8%A7%D8%AA

رسومًا متحركة ونماذج تمثيلية افتراضية ثلاثية الأبعاد بالإضافة إلى مشاريع تجمع بين العديد من التقنيات"[١].

فهو "الفن الذي تم إنشاؤه أو تعديله باستخدام جهاز كمبيوتر أو وسيط رقمي آخر"[٢].

التعريف الإجرائي للباحثة (فن الفراكتال):

"تطبيق معطيات نظرية نظم الهندسة الكسيرية (Fractal) الرياضية، والاستفادة منها في تشكيل أعمال نحتية مجسمة معاصرة ذات صياغات حركية تعبيرية.

الدراسات المرتبطة:

١- دراسة بعنوان "الفركتال والوسائط الجديدة في فن التصوير الرقمي الحديث وأثرهما في ابتكار مفهوم فلسفي جديد لفن التصوير الغربي المعاصر"[٣].

تتناول هذه الدراسة عرضاً مفصلاً عن فن الفراكتال Fractal وفن الوسائط الرقمية بشكل عام للتعرف على المزيد من الأفكار والتجارب التي أحاطت بهذا النوع الجديد من الفن وأثرهما الكبير في اكتشاف مفاهيم جديدة إضافية لفن التصوير المعاصر، بما يناسب التطور الحضاري الحالي.

تتكون هذه الدراسة من أربعة أبواب، كل باب يتكون من اثنين إلى ثلاثة فصول، قدمت فيهم الباحثة شرح مفصل لفن الفراكتال Fractal وتاريخه الفني، وأشكاله وخصائصه وأنواعه، وأهم فنانيه وبرامج تطبيقه، والوسائط الجديدة في فن التصوير الرقمي الحديث وأهم فنانيها، وانتهت بعرض وتحليل لأعال خاصة بالباحثة.

أوجه التشابه تتمثل في استخدام تطبيقات نظرية نظم الهندسة الكسيرية (Fractal) في الفن، وأشكال تأثير هذا النوع من النظريات بقوانينه على الفن وعلى أعمال الفنانين، وتغيير المفاهيم الفنية وإيجاد أعمال غير تقليدية، بينما يكمن الاختلاف في التخصصات ومجال التطبيق وهو مجال النحت، بينما تتناول هذه الدراسة التطبيق في مجال التصوير.

---

(1) https://study.com/academy/lesson/what-is-digital-art-definition-history-examples.html

(2) https://en.oxforddictionaries.com/definition/digital_art

(٣) مهرة حامد محمد صقر: "الفراكتال والوسائط الجديدة في فن التصوير الرقمي الحديث وأثرهما في ابتكار مفهوم فلسفي جديد لفن التصوير الغربي المعاصر، رسالة دكتوراه، غير منشورة، كلية الفنون الجميلة، جامعة حلوان ،٢٠٠٩ م.

٢- دراسة بعنوان "متغيرات البعد االرابع في الفنون البصرية (التفاعلية) لإثراء التصميات الزخرفية"[١].

استعرضت الدراسة توضيح لأهمية البعد الرابع وقيمته في الأعمال الفنية وتنوع أساليب ومداخل تناوله في الاتجاهات والمدارس الفنية المختلفة.

وسوف تستفيد الباحثة من الجزئية الخاصة بالعرض المفصل لفن الفراكتال وتعريفه ونشأته وأشكاله المتنوعة وخصائص االهندسة الفراكتالية.

أوجه التشابه بين الدراستين تتمثل في التعرض لخصائص الفنون البصرية وفن الفراكتال، والاختلاف يتمثل في في مجال البحث، حيث تتناول هذه الدراسة التطبيق في مجال التصميم الزخرفي.

٣- دراسة بعنوان "النظم الرياضية في النحت المعاصر كمدخل لتدريس التشكيل المجسم"[٢].

هدفت الدراسة إلى استخلاص النظم الرياضية في أعمال النحت المعاص وتبيان المداخل ذات النظم الرياضية لأعمال النحت المعاصر وكيفية استفادة النحاتين المعاصرين من تلك النظم الرياضية والهندسية في اعمالهم الفنية.

وسوف تستفيد الباحثة من عرض هذه الرسالة لجزئية خاصة بمعنى (الفراكتال) وخصائص أشكالها .

والتشابه بين تلك الدراسة والدراسة الحالية تكمن في التعرض للنظريات والنظم الرياضية والتعرض للأعمال النحتية التي تناولت هذا النوع من العلوم ،وكيفية الاستفادة منها في الفن، والاختلاف بين هذه الدراسة والدراسة نقطة التركيز على فرع من فروع الرياضيات المتعلق بنظم الهندسة الكسيرية (Fractal) وتطبيقها في مجال النحت .

٤- دراسة بعنوان "الفن الرقمي كأحد اتجاهات فنون مابعد الحداثة وتطبيقاته في مجال التصوير المعاصر"[٣].

تطلع البحث إلى الكشف عن أهم السمات التقنية والتعبيرية التي تميز الأعمال الفنية المنفذة بتقنية الفنون الرقمية (Digital art) والكشف عن أهم الاتجاهات الفنية التي تنتمي إليها الأعمال النفنية التشكيلية المنتجة من خلال الفن الرقمي .

---

[١] نهى زكريا سيد ابراهيم: متغيرات البعد الرابع في الفنون البصرية (التفاعلية) لإثراء التصميمات الزخرفية، رسالة ماجستير، غير منشورة، كلية التربية الفنية، جامعة حلوان،٢٠١٧م.

[٢] هدى إبراهيم علي متولي النادي: النظم الرياضية في النحت المعاصر كمدخل لتدريس التشكيل المجسم.، رسالة ماجستير، غير منشورة، كلية التربية الفنية، جامعة حلوان،٢٠١٥م.

[٣] محمد سامح طمان: الفن الرقمي كأحد اتجاهات فنون مابعد الحداثة وتطبيقاته في مجال التصوير المعاصر، رسالة ماجستير، غير منشورة، كلية التربية الفنية، جامعة حلوان،٢٠٠٤ م.

أوجه التشابه بين الدراستين تتمثل في التعرض لأهمية إثراء مجال الفنون التشكيلية بالاستفادة من الوسائط التكنولوجية الحديثة والتأكيد على الصلة الوثيقة بين معطيات العلم والتكنولوجيا واستثمارها في مجالات الفنون، ويكمن الاختلاف في موضوع البحث ومجاله فيتم تناوله في إطار مجال النحت وخصائصه والاستفادة من فن نظم الهندسة الكسيرية (Fractal)، بينما تتناول هذه الدراسة الوسائط الفنية المتنوعة وأثرها على الفنون التشكيلية وتطبيقاتها في مجال التصوير.

النتائج والتوصيات

خلاصة النتائج:-

من خلال دراسة العديد من اعمال الفنانين الذين استخدموا نظرية النظم الهندسية في اعمالهم النحتية

توصلت الباحثة الي النتائج الاتية:

١- ان نظرية نظم الهندسة الكسيرية لها قوانين يجب على الفنان اذا ما اراد استخدامها والاستفادة منها ومن معطياتها في اعمالة الفنية ان يتعرف عليها بالدراسة والتحليل للوصول الي امكانيتها ومميزاتها وتجنب عيوبها ليستطيع الاستفادة منها بقدر الامكان في انتاج اعمال فنية نحتية مميزة في اقل وقت وجهد ممكن.

٢- دراسة الاعمال الفنية التي استفادت واستخدمت من نظرية نظم الهندسة الكسيرية للمساعدة في تنمية الخيال والابتكار لانتاج اعمال ذات طابع مختلف وفريد لتحقيق المعاصرة في الفن من خلال حدوث نوع من التزاوج بين المجالات العلمية المختلفة .

٣- حققت الاستفادة من نظرية نظم الهندسة الكسيرية في الاعمال الفنية النحتية الفرصة للتعرف على نوع مختلف من الفن محققا قيما فنية وتشكيلية فريدة معتمدا على القوانين الرياضية لتحقيق اعمال فنية وانتاجات لا حصر لها.

التوصيات :-

- توصي الباحثة بالاهتمام بمتابعة كل ما تقدمة مجالات العلم والاستفادة منها في الفن بشكل مغاير عن وظيفتها الاساسية .

- استخدام التكنولوجيا الحديثة والبرامج الحاسوبية المتطورة في التدريس لتحقيق نتائج فنية مختلفة وفريدة .

قائمـــة المصادر

أولا: الرسائل العلمية:

١. محمد إسحق قطب: المفهوم الجمالي لتناول الخامة في النحت الحديث وأثره علي القيم التشكيلية والتعبيرية في أعمال طلاب كلية التربية الفنية، رسالة دكتوراه، غير منشورة، كلية التربية الفنية، جامعة حلوان، ١٩٩٤م.

٢. محمد سامح طمان: الفن الرقمي كأحد اتجاهات فنون مابعد الحداثة وتطبيقاته في مجال التصوير المعاصر، رسالة ماجستير، غير منشورة، كلية التربية الفنية، جامعة حلوان،٢٠٠٤م.

٣. مهرة حامد محمد صقر: "الفراكتال والوسائط الجديدة في فن التصوير الرقمي الحديث وأثرهما في ابتكار مفهوم فلسفي جديد لفن التصوير الغربي المعاصر، رسالة دكتوراه، غير منشورة، كلية الفنون الجميلة، جامعة حلوان ،٢٠٠٩ م.

٤. نهى زكريا سيد ابراهيم: متغيرات البعد الرابع في الفنون البصرية (التفاعلية) لإثراء التصميمات الزخرفية، رسالة ماجستير، غير منشورة، كلية التربية الفنية، جامعة حلوان،٢٠١٧م.

٥. هدى إبراهيم علي متولي النادي: النظم الرياضية في النحت المعاصر كمدخل لتدريس التشكيل المجسم، رسالة ماجستير، غير منشورة، كلية التربية الفنية، جامعة حلوان، ٢٠١٥م.

ثانياً: الكتب العربية:

٦. بن منظور: لسان العرب، طبع دار المعارف ، جـــ٦ مادة نظم.

٧. محمود البسيوني: الفن في القرن العشرين من التأثيرية حتى فن العامة، دار المعارف، ١٩٨٣م.

ثانياً: مواقع من شبكة الإنترنت:

8. About fractals,source:http:avatar graphics.com/fractalland/about fractal. html

9. http://robertfathauer.com/Ceramics.html

10. http://www.designfather.com/faberge-fractals-tom-beddard/

11. http://www.earthlymission.com/amazing-3-dimensional-fractal-sculptures-created-with-ferrofluid/

12. https://ar.wikipedia.org/wiki/%D9%86%D8%B8%D9%85_%D9%85%D8%B9%D9%84%D9%88%D9%85%D8%A7%D8%AA
13. https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/fractal/
14. https://en.oxforddictionaries.com/definition/digital_art
15. https://en.wikipedia.org/wiki/Faberg%C3%A9_egg
16. https://imgur.com/gallery/4W3LC
17. https://lh3.googleusercontent.com/DnVhYlUOl-3kT46yhVKi4-T5yo4Ke_Maw1FYhWrcQmsdGXA1ld_zFYQ1CUEUk5RWW_TdcQ = s130
18. https://sites.google.com/a/rug.nl/aperiodic-tiling/2x2-supertiles-1/von-koch
19. https://sites.google.com/site/fractalgeometry42013/fractal-geometry
20. https://study.com/academy/lesson/what-is-digital-art-definition-history-examples. html
21. https://www.behance.net/gallery/51506797/Space-(Fractal)
22. https://www.researchgate.net/figure/Classical-Fractals-A-boundary-of-the-Mandelbrot-set-B-The-Koch-Snowflake-fractal_fig3_316646968
23. https://www.zeuscat.com/andrew/chaos/sierpinski.html
24. wikipedia.org/wiki/fractal wikipedia an online encyclopedia. source http:// en

مستخلص البحث:

تقوم الدراسة على افتراض أن لاستخدام قوانين نظرية نظم الهندسة الكسيرية في الأعمال النحتية ذات خواص جمالية مختلفة، ولها تأثير في استحداث صياغات تشكيلية جديدة في مجال النحت المجسم، ويمكن التوصل إلى مفاهيم جمالية مغايرة يمكن الاستفادة منها في تدريس مادة النحت بكلية التربية النوعية، من خلال دراسة لمجموعة مختارة من أعمال الفنانين المعاصرين الذين استخدموا نظرية نطم الهندسة الكسيرية في انتاج أعمالهم النحتية.

واشتملت الدراسة على ستة فصول على النحو الآتي:

- **الفصل الأول:موضوع الدراسة**

تحتوي على مشكلة البحث وحدوده وفروضة وأهدافه وأهميته ومنهجيته ومصطلحات البحث.

- **الفصل الثاني:**

نظرية نطم الهندسة الكسيريه (الفراكتال) ونشأتها وتطورها وأنواعها مرتبطا بمجال التشكيل المجسم.

- **الفضل الثالث:**

يحتوي على المفاهيم والعناصر الفنية المستخدمة في فن الفراكتال.

- **الفصل الرابع:**

يشمل تحليل لمختارات من أعمال مجموعة من أبرز انحاتين الذين استفادوا من نظرية نظم الهندسة الكسيرية (الفراكتال) في أعمالهم الفنية.

- **الفصل الخامس:**

التطبيقات الذاتية للباحثة والتطبيق الطلابي.

- **الفصل السادس:**

تحليل النتائج عى ضوء الفروض احصائيا ومناقشة نتائج الطلاب، التوصيات.

Research Abstract

The study is based on the assumption that the use of the fractional engineering systems theory laws in the sculptural works, have different aesthetic properties, and have an effect on the development of new formulations in the field of three dimensional sculpture, with varying aesthetic concepts can reached, that may be used in teaching sculpture in the Faculty of Specific Education, through a study of selected works by contemporary artists who used the theory of sculpting of fractal geometry in the production of their sculpture works.

The study included six chapters as follows:

- **Chapter One**

The subject of the study

Implying the research problem, its limits, its objectives, importance, methodology, and research terms.

- **Chapter Two**

Fractal geometry systems theory

Its evolution, development and types in relation to the field of three dimensional formation.

- **Chapter Three**

Contains concepts and artistic elements used in the art of fractal.

- **Chapter Four**

Includes An analysis of the works of a group of the most prominent sculptors who have benefited from the theory of fractal geometry systems in their works of art.

- **Chapter Five**

Self-application of the researcher and student applications.

- **Chapter Six**

Analyzing the results in light of statistical hypotheses and discussing student results, recommendations.