تصميم طباعة المفروشات المعاصرة في ضوء هندسة الفراكتال

Printed Contemporary Upholstery Design in View of Fractal Geometry

أ.م.د/ مروة السيد إبراهيم أبو الإسعاد

أستاذ مساعد بكلية التربية، جامعة حلوان، marwaelsayed2014@yahoo.com

ملخص البحث: Abstract

يعتمد التصميم علي الإبداع والإبتكار إضافة لطرح الحلول الممكنة لمشكلات التصميم للوصول لأفضل الأفكار التصميمية الوظيفية والجمالية، وقد اعتمد التصميم دومًا علي الطبيعة وعناصرها كمحفز إبداعي لطاقات المصمم الإبداعية، حيث تُعد الطبيعة مصدر إلهام للفنان والمصمم لما تتضمن من عدد لا نهائي من عناصر التصميم التي تتسم بالتغيير الدائم والمستمر في مظهرها الشكلي. وقد كان للطبيعة نصيبًا عظيمًا كمحور اهتمام رئيسي للمستكشفين والباحثين، فما لبثوا يدرسون تصميم الطبيعة حتي رسخوا لقواعد علوم جديدة ونظريات علمية فكرتها الأساسية تتبلور حول الجمع بين الكون والمخلوقات التي تعيش فيه، سواء كان ذلك بالعلوم أم الهندسة بنظرياتها. ومن خلال التطور المعرفي في العصر الحديث وما نشأ عنه من اندماج وتكامل العلوم والتكنولوجيا المتطورة، واكتشاف العديد من العلوم والنظريات التي فسرت العديد من الظواهر الكونية، وهندسة الفراكتال تُعد إحدي تلك العلوم الحديثة فهي تتسم بأسس بنائية خاصة، مما جعلها مدخلًا تجريبيًا وسمة إبداعية في مجال الفنون البصرية والتطبيقية والتي يستطيع المصمم من خلالها إبتكار تصميمات مبتكرة تتضمن علاقات تشكيلية ولونية غير تقليدية. ونتيجة للتطور العلمي والمعرفي والثقافي المذهل في عصر المعلومات والتكنولوجيا فأصبح من الضروري المزج بين التطور العلمي والمعرفي وبين الإبداع الفني والتطلع إلي كل ما هو جديد في مجال الفن(8ص 10). لذا سوف يتناول البحث الحالي دراسة هندسة الفراكتال وخصائصها وكيفية الاستفادة منها في إثراء الجوانب التشكيلية لتصميم طباعة المفروشات المعاصرة لما تتضمنه من صيغ ومعادلات رياضية تحقق التكرار والتكبير والتصغير والشفافية والخطوط والألوان المتباينة والمتوافقة وهذا يتفق مع تصميم طباعة المنسوجات عامة وتصميم طباعة المفروشات خاصة. فهندسة الفراكتال هي علم يُساهم في تطوير الجانب الإبداعي للمصممين من خلال الحرية في التفكير، والتحرك خارج الإطار التقليدي وإضافة أبعاد جديدة للتصميم من خلال فهم وإدراك خصائص الفراكتال. لذا يتجه هذا البحث إلي الاستفادة من هندسة الفراكتال بطريقة معاصرة لاستحداث تصميمات طباعية لأقمشة المفروشات بطرق طباعية حديثة تضفي عليها التنوع في المجموعات اللونية وتعدد التأثيرات الحسية والبصرية المختلفة، وذلك من خلال التعرض لآلية التعامل مع بعض البرامج الجرافيكية المُدعمة لهذا العلم. وقد قُسم البحث إلي عدة أجزاء مبتدءًا بالتعريف بالبحث من خلال المقدمة، المشكلة، الأهداف، الأهمية، الحدود، الفروض، المنهجية، والمصطلحات، ثم التعرف علي هندسة الفراكتال وخصائصها وطرق توليدها وأهميتها والبرامج المُدعمة لها، ثم التعرض للفن المعاصر وضرورة مواكبة التطور العلمي التكنولوجي، وهندسة الفراكتال ودورها في مجال تصميم طباعة المنسوجات من خلال إبتكار تصميمات طباعية مبتكرة للمفروشات المعاصرة مصحوبة بالتحليل الفني لكل تصميم متبوعًا بنموذج توظيفي مقترح، ثم نتائج البحث، المناقشة، توصيات البحث، والمراجع.

كلمات دالة: Keywords

هندسة الفراكتال Fractal Geometry،
تصميم طباعة المفروشات Printed Upholstery Design
التشابه الذاتي Self- similarity
البعد الفراكتالي Fractal Dimension
قاعدة الإحلال Replacement Rule .

Paper received 9th March 2023, Accepted 24th May 2023, and should appear online on July 1, 2023.

المقدمة: Introduction

يعتمد التصميم على الإبداع والإبتكار إضافة لطرح الحلول الممكنة لمشكلات التصميم للوصول لأفضل الأفكار التصميمية الوظيفية والجمالية، وقد اعتمد التصميم دومًا علي الطبيعة وعناصرها كمحفز إبداعي لطاقات المصمم الإبداعية، حيث تُعد الطبيعة مصدر إلهام للفنان والمصمم لما تتضمن من عدد لا نهائي من عناصر التصميم التي تتسم بالتغيير الدائم والمستمر في مظهرها الشكلى، حيث يعتمد التصميم على قدرة المصمم علي الوعي الدائم بالنظريات الحديثة والعلوم المتجددة التي من شأنها أن تساعده في تكوين تصميمات متجددة مبنية علي دراسات علمية تجسد الفكرة الرئيسية للتصميم بما يحقق الموائمة بين القيم الجمالية والوظيفية للمنتج، وتُعد هندسة الفراكتال إحدى العلوم الهندسية الحديثة التي تسعي إلى اكتشاف التعقيدات الكونية وتفسيرها، كما أنها تتضمن العديد من القيم الجمالية والتي تساهم في البناء التشكيلي للتصميم المعاصر، فمن خلال الدراسة الواعية لهذا العلم يستطيع المصمم إبتكار تصميمات جديدة تتضمن علاقات تشكيلية ولونية غير تقليدية(13).

فهندسة الفراكتال "الهندسة الكسيرية" أو "الهندسة الجزيئية" هي إحدى علوم الهندسة المعاصرة والتي ترتبط بشكل مباشر بكيفية تنظيم العالم من حولنا، وتهتم بدراسة الظواهر الطبيعية (السحب، أوراق الشجر، البرق، وإيقاع قلب الإنسان... إلخ)، فهي تلك التركيبات الهندسية المنتظمة، والتي تتكامل أبعادها نتيجة تقسيم الشكل الأساسي إلى أجزاء صغيرة وكل جزء هو صور مصغرة للجزء أو الشكل الأساسي (12- ص73). كما تُعرف هندسة الفراكتال "الهندسة الكسيرية" أو "الهندسة الجزيئية" في القاموس الإلكتروني على أنها نمط هندسي يتكرر علي مقاييس تتزايد في الصغر وتؤدي إلى أشكال وأسطح غير منتظمة لا يمكن تمثيلها من خلال خصائص الهندسة الإقليدية (31- ص260). وتختص هندسة الفراكتال بدراسة البُنى الهندسية التي تتألف من كسيريات وهي جمع كسيرية، وتُعرف بأنها كائن أو جزء هندسي خشن غير منتظم على كافة المستويات صغير جدًا أبعاده متناهية في الصغر. وقد جاء اسم الكسيرية مشتقًا من التمثيل بعملية كسر شئ ما لأجزاء أصغر متشابهة وتشبه الجزء الأصلي، وتحمل تلك الهندسة في طياتها مفهوم اللانهائية وأهم خصائصها التشابه الذاتي حيث تتشابه المكونات مع الجزيئية الأم بغض النظر عن درجة التكبير(33).

ويُعتبر "ماندلبورت" Mandelbrot مؤسس هندسة الفراكتال والذي اشتق تسميتها من الفعل اللاتيني (Fractus) ويعني يفتت أو يكسر، ويرتبط هذا الفعل بوصف الخصائص الطبيعية للأشياء فهي تبدو متعرجة غير مستوية في أشكال مركبة ومعقدة مثل التغيرات المتعرجة جدًا لكونها تحاكي الطبيعة في خشونتها وعدم استوائها أو دقة حوافها(3). وقد نمت هندسة الفراكتال بتقدم علوم الكمبيوتر وأساليبه وتطبيقاته، وتتميز تلك الهندسة العصرية بقربها من الطبيعة، حيث تعكس الجمال والفن الرياضي، إلي جانب قربها من العقل وإثارتها للخيال والإبتكار(35).

وتتسم هندسة الفراكتال بأسس بنائية خاصة، مما جعلها مدخلًا

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

تجريبيًا وسمة إبداعية في مجال الفنون البصرية والتطبيقية والتي يستطيع المصمم من خلالها إبتكار تصميمات مبتكرة تتضمن علاقات تشكيلية ولونية غير تقليدية. ونتيجة للتطور العلمي والمعرفي والثقافي المذهل في عصر المعلومات والتكنولوجيا فأصبح من الضروري المزج بين التطور العلمي والمعرفي وبين الإبداع الفني والتطلع إلي كل ما هو جديد في مجال الفن(8ص 10). لذا سوف يتناول البحث الحالي دراسة هندسة الفراكتال وخصائصها وكيفية الاستفادة منها في إثراء الجوانب التشكيلية لتصميم طباعة المفروشات المعاصرة لما تتضمنه من صيغ ومعادلات رياضية تحقق التكرار والتكبير والتصغير والشفافية والخطوط والألوان المتباينة والمتوافقة وهذا يتفق مع تصميم طباعة المنسوجات عامة وتصميم طباعة المفروشات خاصة. فهندسة الفراكتال هي علم يُساهم في تطوير الجانب الإبداعي للمصممين من خلال الحرية في التفكير، والتحرك خارج الإطار التقليدي وإضافة أبعاد جديدة للتصميم من خلال فهم وإدراك خصائص الفراكتال، لذا يتجه هذا البحث إلي الاستفادة من هندسة الفراكتال بطريقة معاصرة لاستحداث تصميمات طباعية لأقمشة المفروشات بطرق طباعية حديثة تضفي عليها التنوع في المجموعات اللونية وتعدد التأثيرات الحسية والبصرية المختلفة، وذلك من خلال التعرض لآلية التعامل مع بعض البرامج الجرافيكية المُدعمة لهذا العلم.

مشكلة البحث: Statement of the Problem

إن النظريات والعلوم الحديثة أثرت فكر المصمم المعاصر واتجاهه إلى إبتكار تصميمات خارجة عن المألوف مبتعدًا عن كل ما هو تقليدي في تصميم طباعة المنسوجات، لذا في محاولة لتطوير مجال تصميم طباعة المفروشات تدور مشكلة البحث حول إيجاد حلول ومداخل تصميمية جديدة للتكيف بطلاقة مع مجريات العصر والتحرر من الحلول التقليدية لتصميم طباعة المفروشات حيث أتجهت الدارسة إلي تجريب اتجاهات جديدة وتطبيقات حديثة تعتمد علي هندسة الفراكتال. **مما سبق تتحدد مشكلة البحث في التساؤلين التاليين:**

1- كيفية تطبيق هندسة الفراكتال "الهندسة الكسيرية" في تصميم طباعة المفروشات المعاصرة؟
2- ما إمكانية تطبيق الامكانيات الفنية لبعض برامج الكمبيوتر الخاصة بهندسة الفراكتال للحصول علي حلول تصميمية مبتكرة وغير تقليدية لاستحداث تصميمات طباعية لأقمشة المفروشات المعاصرة؟

أهداف البحث: Research Objectives

يهدف البحث إلى:

1- إلقاء الضوء علي هندسة الفراكتال وخصائصها وسماتها والاستفادة منها لإثراء تصميم طباعة المفروشات المعاصرة.
2- التأكيد علي تطويع النظريات والعلوم الحديثة واستخدامها في مجال تصميم طباعة المفروشات.
3- إثراء مجال تصميم طباعة المفروشات بالكشف عن مداخل جديدة تثري الرؤي الإبداعية.
4- توظيف الإمكانات الفنية لبعض برامج الكمبيوتر الخاصة بهندسة الفراكتال للحصول علي حلول تصميمية مبتكرة وغير تقليدية لاستحداث تصميمات طباعية لأقمشة المفروشات المعاصرة تتسم بالجدة والحداثة.
5- الدراسة التطبيقية من خلال تنفيذ مجموعة من التصميمات الطباعية لأقمشة المفروشات باستخدام تقنية الطباعة الرقمية.
6- المساهمة في حل الازمة الاقتصادية المصرية وذلك من خلال تطوير المنتج المحلي ليواجه منافسة المنتج الأجنبي.

أهمية البحث:

تتلخص أهمية البحث في:

1- الكشف عن النظريات والعلوم الحديثة للإفادة منها في تنمية الإدراك البصري والحسي والعقلي.
2- ربط هندسة الفراكتال بالتصميم والاستفادة من مخرجاتها في إثراء مداخل التصميم لمواكبة مستجدات العصر.
3- طرح رؤية وفكر فني جديد وفتح آفاق جديدة للفكر التجريبي باستخدام بعض برامج الكمبيوتر الخاصة بهندسة الفراكتال للوصول إلي بدائل وحلول تصميمية جديدة في مجال تصميم طباعة المنسوجات بصفة عامة وتصميم طباعة المفروشات بصفة خاصة.
4- ستضيف هذه الدراسة إطارًا نظريًا جديدًا لهندسة الفراكتال يثري المكتبة العربية.

فروض البحث: Research Hypothesis

يفترض البحث أن:

1- وجود علاقة تبادلية تكاملية ذات دلالة إيجابية بين تطبيق هندسة الفراكتال وتصميم طباعة أقمشة المفروشات المعاصرة.
2- استخدام بعض برامج الكمبيوتر الخاصة بهندسة الفراكتال لإبتكار صياغات تصميمية مبتكرة يثري مجال تصميم طباعة أقمشة المفروشات المعاصرة.

منهج البحث: Research Methodology

يستند البحث على:

1- **المنهج الوصفي التحليلي:** القائم علي جمع المعلومات والبيانات من المراجع ذات العلاقة لبناء الإطار النظري للبحث.
2- **المنهج التطبيقي:** من خلال الاستفادة من هندسة الفراكتال "الهندسة الكسيرية" في إنتاج تصميمات برؤية تشكيلية جديدة لطباعة أقمشة المفروشات المعاصرة تتسم بالجدة والحداثة، وكذلك التطبيق والتنفيذ بتقنية الطباعة الرقمية.

حدود البحث: Research Limits

تتحدد الدراسة في:

1- **الحدود الزمانية:** تقتصر حدود البحث الزمنية علي دراسة هندسة الفراكتال "الهندسة الكسيرية" في وقتنا الحالي.
2- **الحدود المكانية:** وتشمل الاستفادة من جماليات هندسة الفراكتال في إثراء تصميم طباعة المفروشات المعاصرة بجمهورية مصر العربية.
3- **الحدود الموضوعية:**
- دراسة هندسة الفراكتال وخصائصها وسماتها والاستفادة منها لإثراء تصميم طباعة المفروشات المعاصرة.
- الاستعانة ببعض برامج الكمبيوتر الخاصة بهندسة الفراكتال لإبتكار تصميمات طباعية لأقمشة المفروشات المعاصرة تتسم بالجدة والحداثة.
- طباعة بعض النماذج التطبيقية بوسيلة الطباعة الرقمية.

مصطلحات البحث: Research Terms

هندسة الفراكتال Fractal Geometry:

هندسة الفراكتال "الهندسة الكسيرية" أو "الهندسة الجزيئية" هي إحدي علوم الهندسة المعاصرة والتي ترتبط بشكل مباشر بكيفية تنظيم العالم من حولنا، وتهتم بدراسة الظواهر الطبيعية (السحب، أوراق الشجر، البرق، وإيقاع قلب الإنسان .. إلخ). وهي عبارة عن أشكال هندسية للنماذج الغير منتظمة التي توجد في الطبيعة والتي لها بُعد غير صحيح وتنتج عن تطبيق نمط هندسي معين حذف، إضافة، تصغير، تكبير علي أحد الأشكال الهندسية يُطلق عليه المولد وتكرر النمط بعدد غير منتهي من المرات لتكوين أشكال مكونة من أجزاء غير منتهية متداخلة بمختلف القياسات، فهي تركيبات هندسية منتظمة تتكامل أبعادها نتيجة تقسيم الشكل الأساسي إلي أجزاء صغيرة وكل جزء هو صور مصغرة للجزء أو الشكل الأساسي(12- ص 73).

أقمشة المفروشات:
تشمل جميع أنواع الأقمشة المستخدمة في كساء القاعة والجدران وعمل الستائر، وهي أيضًا المواد المستخدمة للوسائد وتغطية الأثاث، وتشمل كل متعلقات القائم بعمل المفروشات فهي تضم القماش والحشو والمواد الأخرى(5-ص 200).

الإطار النظري: Theoretical Framework

1- مفهوم هندسة الفراكتال:
الكون لا يخضع لقوانين صارمة، كما أنه ليس بالعشوائية غير المحكمة والمنظمة، بل أن له خالق ينظمه ويرتبه مصداقًا لما ورد في كتاب الله في آيات عدة، ويظهر ذلك النظام والترتيب من خلال وجود قوانين الكون، وقد عكف الكثير من العلماء علي دراسة تلك القوانين والبحث عنها إلي أن تم التوصل من خلال نتائجها إلي هندسة الطبيعة أو ما يُطلق عليها "هندسة الفراكتال" Fractal Geometry أو "الهندسة الكسيرية" أو "الهندسة الجزيئية" ، وهي ما يكشف عن النظم الهندسية التي تحكم البناء العشوائي للظواهر الطبيعية فالفراكتال هندسة وضعها علماء الرياضيات مع نهاية القرن التاسع عشر بهدف تتبع الظواهر الطبيعية أو البشرية(9-ص 140)، ومع تطور هذه الهندسة ظهرت اكتشافات جديدة وأصبحت دراسة الفراكتالات علمًا يصُب في فروع العلم (كالطب - الكيمياء - الفيزياء - الأحياء - الهندسة - الفنون ... إلخ).
كانت الهندسة الإقليدية Euclidean Geometry التقليدية – نسبة لمكتشفها إقليدس Euclid- جافة لعدم قدرتها علي التعامل مع النماذج الطبيعية كالجبال والغيوم والأشجار والألسنة والجزر والخلجان... إلخ، وغيرها من أشكال الطبيعة التي ترتكز علي التفاصيل الدقيقة في تكويناتها. وهذا ما قاد الباحث الفرنسي الأمريكي ماندلبورت Benoit Mandelbrot عام 1975م إلي وضع هندسة جديدة تختلف أختلافًا جذريًا عن الهندسة التقليدية ودعاها بهندسة الفراكتال Fractal Geometry، وهذا المصطلح مشتق من الأصل اللاتيني Franger الذي يعني كسر أو شرخ، ومن الصفة Fractious التي تحمل معني اللا انتظام والتكسر والتجزئ، وأراد ماندلبروت جمع هذين الشقين في كلمة "فراكتال" :
الشق الأول وهو الفراكتالات الطبيعية وهي الأشكال والأشياء المرتبطة بالطبيعة والمرتبطة بالعلوم والتي يمكن استلهامها وتفعيل قيمها الشكلية والجمالية في صياغة التصميم.
الشق الثاني في الرياضيات والذي يهتم بدراسة مجموعة الجزيئيات التي غالبًا يكون لها جذور في نظرية الفوضي Chaos Theory ، وهي تصنف مجموعات غير عادية من الخطوط والنقط والتعرجات التي تثري المنظومة البصرية في التصميم.
ويُطلق علي هندسة الفراكتال هندسة البُعد الرابع، وهي تُعرف الآن بالهندسة الحقيقية للطبيعة وقد حلت محل الهندسة الكلاسيكية التقليدية التي سيطرت علي تفكيرنا الرياضي لآلاف السنين، وكما هو معروف بأن تلك الهندسة الكلاسيكية تعمقت فقط بالأبعاد (الأول- الثاني- الثالث) ، بينما هندسة الفراكتال تبحث في الأبعاد التخيلية حيث يكون البُعد الرابع هو الحقيقي.
ويشير البعض إلي أن ماندلبروت هو مؤسس علم هندسة الفراكتال، بالضبط كما أسس إقليدس الهندسة الإقليدية، وقد تجسد ذلك فيما آشار إليه ماندلبورت Mandelbrot عن خصائص هندسة الفراكتال في كتابه " The Fractal Geometry of Nature " الذي نُشر عام 1983م.
وتُعد هندسة الفراكتال نموذجًا تطبيقيًا لنظرية الفوضي، وقد ساعد تقدم علوم الكمبيوتر وأساليبه وتطبيقاته في الرسوم والنمذجة علي نمو وتطور هذا النوع من الهندسات(23).

2- تعريف هندسة الفراكتال:
هندسة الفراكتال "الهندسة الكسيرية" أو "الهندسة الجزيئية" هي إحدي علوم الهندسة المعاصرة والتي ترتبط بشكل مباشر بكيفية تنظيم العالم من حولنا، وتهتم بدراسة الظواهر الطبيعية (السحب، أوراق الشجر، البرق، وإيقاع قلب الإنسان .. إلخ). وهي عبارة عن أشكال هندسية للنماذج الغير منتظمة التي توجد في الطبيعة والتي لها بُعد غير صحيح وتنتج عن تطبيق نمط هندسي معين حذف، إضافة، تصغير، تكبير علي أحد الأشكال الهندسية يُطلق عليه المولد وتكرر النمط بعدد غير منتهي من المرات لتكوين أشكال مكونة من أجزاء غير منتهية متداخلة بمختلف القياسات، فهي تركيبات هندسية منتظمة تتكامل أبعادها نتيجة تقسيم الشكل الأساسي إلي أجزاء صغيرة وكل جزء هو صور مصغرة للجزء أو الشكل الأساسي(12-ص 73). وهي تختص بدراسة البُني الهندسية التي تتألف من كسيريات وهي جمع كسيرية، وتُعرف بأنها كائن أو جزء هندسي خشن غير منتظم علي كافة المستويات صغير جدًا أبعاده متناهية في الصغر(33).
وتُعرف هندسة الفراكتال في القاموس الإلكتروني علي أنها نمط هندسي يتكرر علي مقاييس تتزايد في الصغر وتؤدي إلي أشكال وأسطح غير منتظمة لا يمكن تمثيلها من خلال خصائص الهندسة الإقليدية(17).
ويمكن تعريف الفراكتالات علي أنها صور مقسمة إلي أجزاء، كل منها يبدو مماثلًا للأصل. تحتوي الفراكتالات في طياتها معني اللا نهائية، ويبدي بعضها بنية تتصف بالتشابه الذاتي علي كل المقاييس، ومُختلف مستويات التكبير. وفي معظم الحالات، يمكن توليد الفراكتال من خلال تكرار مُعين، يتم ذلك عبر إجراء تعاودي أو تكراري(25).
وهندسة الفراكتال هي تلك التراكيب الهندسية في الأشياء الطبيعية وهذه التراكيب لها خصائص تميزها عن غيرها من الأبعاد الهندسية، وهي بذلك ترتبط ببحث الكسوريات (الأجزاء) الصغيرة بل المتناهية في الصغر المكونة لتلك الأشياء في الطبيعة، فهي تشتمل علي ملامح مفهوم اللانهائية وتتميز بخاصية التشابه الذاتي.
وتُعرف هندسة الفراكتال بأنها هندسة الأشكال التي تنتج من خلال التكرار المرحلي لعملية معينة، سواء أكانت في الطبيعة أو أشكال رياضية، وهذه الأشكال عند أخذ جزء منها فإن الجزء يشبه الكل تمامًا. كما أن هندسة الفراكتال هي هندسة الأشياء المتراكمة، والمكومة، والمجمدة، والملتوية، والملتفة.
كما أن الفراكتالات هي منحنيات غير منتظمة للغاية، وهي عبارة عن أشكال هندسية مجزأة، وتتكون من أجزاء متشابهة كل جزء منها يشبه الشكل الكلي.
وتُعرف هندسة الفراكتال بأنها هندسة الأشكال والخطوط والمنحنيات والمضلعات والمجسمات التي تتخللها التواءات وفراغات، بحيث تبدو وكأنها مكونة من كسوريات، وتظهر أشكالها في أنماط كسيرية متشابهة ذاتيًا، في تتابع نمطي من الجزيئات شديدة الصغر، بالدرجة التي يُطلق عليها البعض بأنها هندسة الفتافيت(4-ص 16).

ونخلص مما سبق إلي وصف هندسة الفراكتال على أنها:
- هندسة عصرية اهتمت بدراسة الظواهر الطبيعية (كالسحب، تعاريج الشواطئ، البرق، أوراق الشجر... إلخ) كأشكال هندسية غير منتظمة تتكون من أجزاء غير منتهية ومتشابهة ذاتيًا.
- أشكال تنتج من تطبيق نمط مُعين علي شكل هندسي يُطلق عليه المولد.
- غير منتظمة ومتداخلة بمختلف القياسات وعلي مستوي عالي من التعقيدات ولا يمكن تمثيلها من خلال خصائص الهندسة التقليدية.
- تنشأ من تكرار عمليات معينة مثل الحذف أو الإضافة أو تكرار خاصية وتحتوي علي قياسات ذات تشابه ولها بُعد غير صحيح.
- أشكال هندسية غير منتظمة تتكون من أجزاء غير منتهية متداخلة بمختلف القياسات.
- أشكال هندسية نتجت أو نمت نتيجة تطبيق بعض القواعد الرياضية عليها، وهذه القواعد تأخذ الشكل الأساسي وتنقله

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

من خطوة إلي خطوة أما بالإضافة إليه أو بتطويره، وهذه العمليات يمكن أن تكرر بعدد غير منته من المرات.

- تلك الصور التي تنتج من تكرار المعادلات اللا خطية[15-ص9].
- هي أشكال هندسية متماثلة بحيث نجد نفس التفاصيل عندما نُغير مسافة الرؤية.
- أشكال هندسية تنتج من تقسيم الشكل الأساسي إلي أجزاء صغيرة، وكل جزء هو صورة مصغرة من الشكل الأساسي[22].

3- أنواع الفراكتالات: Types of Fractals

يتم تصنيف الفراكتالات (الكسيريات) Fractals علي حسب تواجدها إلى نوعين هما "الفراكتال في الطبيعة" ، و"الفراكتال في الهندسة".

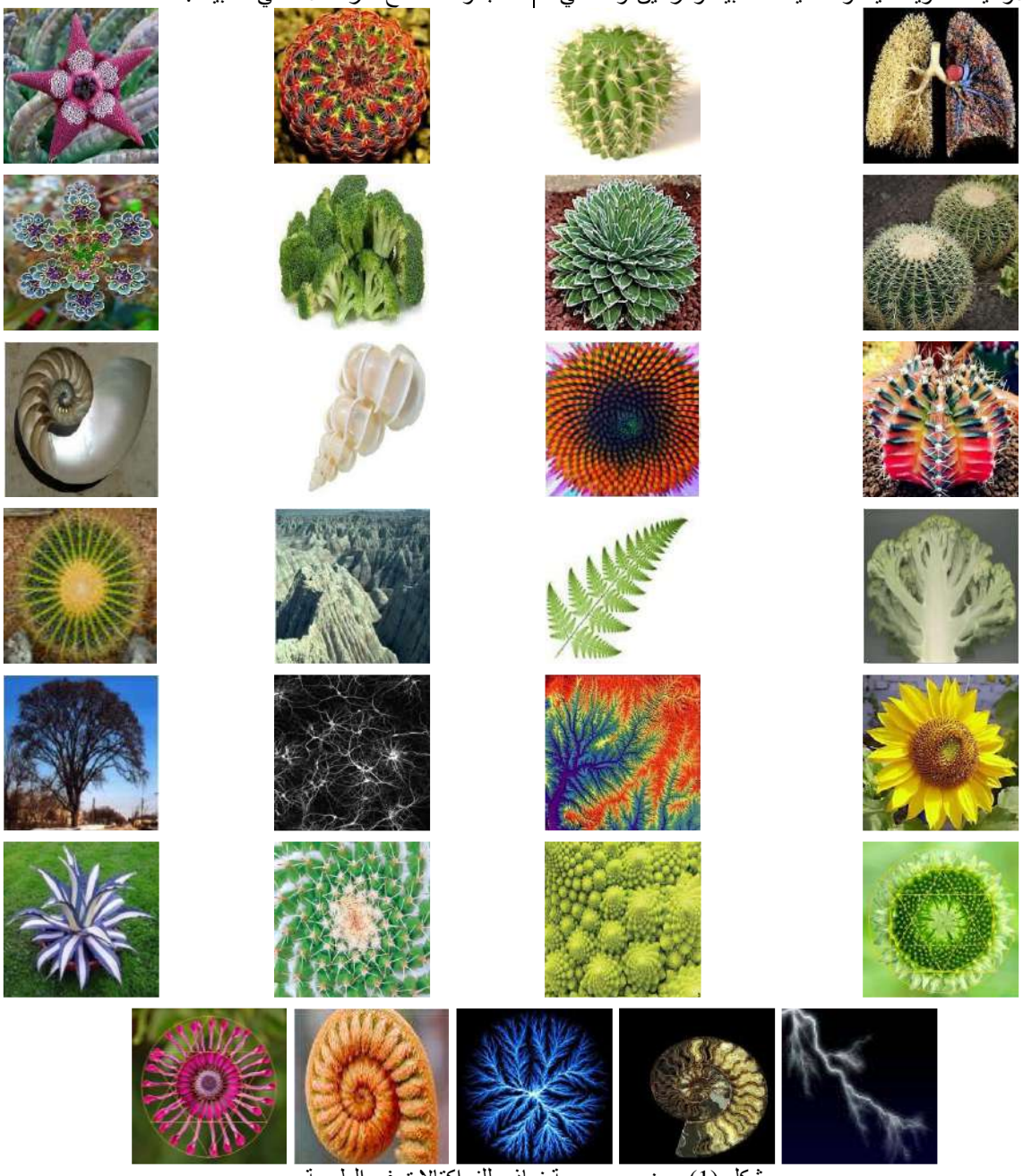
3-1- أولًا: الفراكتال في الطبيعة: Natural Fractals

تتواجد الفراكتالات في جميع أنحاء الطبيعة وتغطي مجموعة واسعة من المقاييس، حيث تتكرر ذات الأنماط مرارًا وتكرارًا، وتتضح في تفريعات الأوعية الدموية لدينا والخلايا العصبية والرئتين وكذا في تفريعات الأشجار والأوراق والبرق والرعد وشبكات الأنهار... بغض النظر عن الحجم، ويتم تشكيل هذه الأنماط كلها عن طريق تكرار عملية متفرعة تبدأ بسيطة ثم تتدرج في التعقيد شيئًا فشيئًا.

والفراكتال الموجود في الطبيعة يختلف عن النوع الرياضي مع الأخذ في الاعتبار أنه الأساس، ويمكن تحديد الاختلاف في نقطتين هما:

- أن التشابه الذاتي الموجود بالفراكتالات في الطبيعة يُعتبر تقريبي، حيث التطابق التام للأصل غير متوفر في كافة النماذج الطبيعية.
- أن التشابه الذاتي محدود لعدد معين من التكبيرات وغير مستمر إلي مالانهاية.

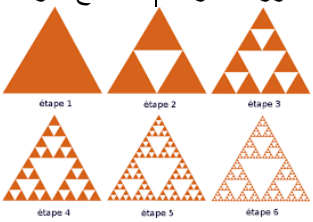
وتفسير ذلك أن العديد من القوي الطبيعية تتدخل لتكوين الفراكتال في الطبيعة، أما في العمليات الرياضية فإن العملية ككل تخضع لمعادلة واحدة. كما إن تدخل القوي الطبيعية يكون لمسافات زمنية محدودة غير أبدية، وعليه فإن التشابه الذاتي محدود لعدد معين من التكبيرات وغير مستمر إلي مالانهاية[18]. ويوضح شكل (1) مجموعة نماذج للفراكتالات في الطبيعة.



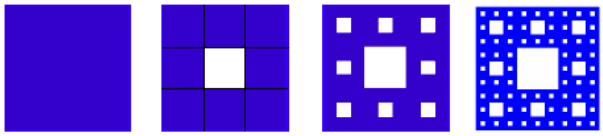
شكل (1) يوضح مجموعة نماذج للفراكتالات في الطبيعة

2-3- ثانيًا: الفراكتال في الهندسة: Geometric Fractals

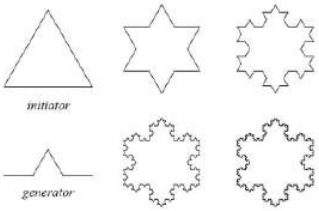
الفراكتال في الهندسة هي فرع من الرياضيات يتكون من خلال حساب معادلة بسيطة كانت أو معقدة مرارًا وتكرارًا. ويرصد مثلث سيربينسكي، بساط سيربينسكي، منحني كوخ، غبار كانتور، شجرة فيثاغورس، منحني Heighway Dragon أمثلة علي ذلك. وعند النظر عن قرب إلي هذه النماذج تظهر مشابهة جدًا للفراكتال الأصلي في النموذج الأساسي[36]. ويوضح شكل (2) مجموعة نماذج للفراكتالات في الهندسة.



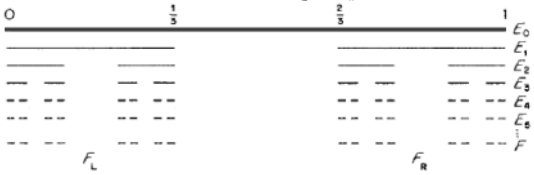
مثلث سيربينسكي Sierpinski Triangle



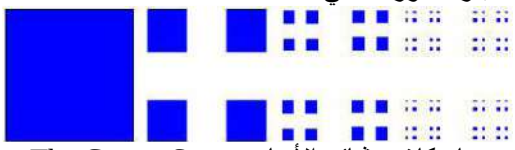
بساط سيربينسكي Sierpinski carpet



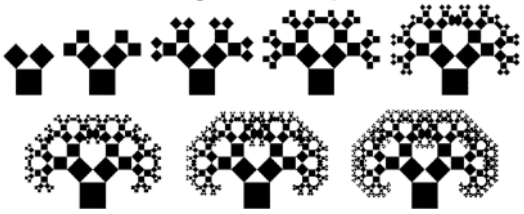
منحني كوخ Koch Curve



غبار كانتور الثلاثي The Triadic Cantor Dust

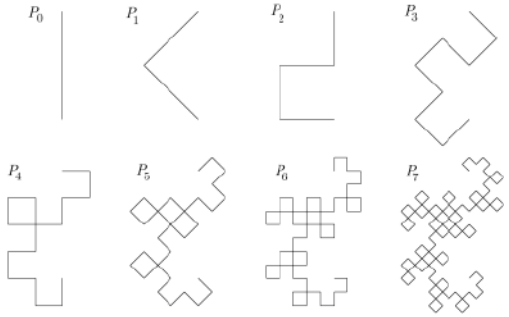


غبار كانتور ثنائي الأبعاد The Cantor Square



شجرة فيثاغورس Pythagoras tree

منحني Heighway Dragon



المراحل المتتالية لمنحنى Heighway Dragon

شكل (2) يوضح مجموعة نماذج للفراكتالات في الهندسة

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

4- خصائص هندسة الفراكتال:
تتميز هندسة الفراكتال "الهندسة الكسيرية" أو "الهندسة الجزيئية" بخصائص أساسية هي:

4-1 خاصية التشابه الذاتي: Self – similarity
ويُقصد بالتشابه الذاتي أن أي جزء من الشكل يشبه تمامًا الكل، فإذا أضفنا جزءًا متكاملًا من الأجزاء المكونة للشكل الفراكتالي، ثم قمنا بتكبيره عدة مرات فإننا في النهاية سنحصل علي الشكل الأصلي. وينقسم التشابه الذاتي إلي ثلاثة أنواع:

4-1-1 تشابه ذاتي متطابق: ويُعد أقوي أنواع التشابه الذاتي، حيث تبدو الفراكتالات ذاتها علي أي مقياس تكبير، وهي نوع من الفراكتالات يعتمد علي استخدام أنظمة التوابع التكرارية لذلك تكون ذات تشابه ذاتي متطابق.

4-1-2 تشابه ذاتي ظاهري: وهو نمط غير محكم من التشابه الذاتي، تبدو الفراكتالات متطابقة إلي حد ما (ولكن ليس تمامًا) علي مقاييس تكبير مختلفة، فتحتوي فراكتالات التشابه الذاتي الظاهري علي نسخ مصغرة من كامل الفراكتال الأصلي ولكن بأشكال مشوهة، وهى نوع من الفراكتالات يعتمد علي استخدام العلاقات التكرارية لذلك تكون ذات تشابه ذاتي ظاهري وليست ذات تشابه ذاتي متطابق.

4-1-3 تشابه ذاتي إحصائي: ويُعد من أضعف أنواع التشابه الذاتي، حيث تبدو الفراكتالات ذات قياسات رقمية أو إحصائية ثابتة علي اختلاف مقاييس التكبير(30-ص 83).

4-2 خاصية البُعد الفراكتالي: Fractal Dimension
يُعد البُعد الفراكتالي أحد الخصائص المميزة للأشكال الفراكتالية، ويُستخدم البُعد الفراكتالي للتمييز بين درجة تعقيد الأشكال وبعضها، و البُعد الفراكتالي يُعَبر عنه عادة بكسور وليس أعداد صحيحة(28). فقيمة البُعد الفراكتالي هي عبارة عن عدد حقيقي موجب، ومن الممكن أن يأخذ قيمة كسرية، لذلك يسمي أحيانًا ب البُعد الكسري، بينما الأشكال في الهندسة الإقليدية تأخذ أبعادها قيمة صحيحة، وهو يُعَبر عن مدي ما يوجد بالشكل من نتوءات وتعرجات، أو درجة عدم انتظام الشكل، ومقدار انحناءات الشكل أو المنحني(10-ص 3). ومنحني الفراكتال يُعتبر أحد الأبعاد للأشياء في المستوي الذي له بعدين ويقع بين 1، 2 بالمثل كما السطح الفراكتالي له بعدين ويقع بين 2، 3 فالقيمة تعتمد علي كيفية إنشاء الفراكتال(22).

4-3 خاصية التكرار: Iteration
وهي الخاصية التي تتكون بها الأشكال الفراكتالية نتيجة تكرار إجراء أو قاعدة عدة مرات، ويستخدم ناتج أو مخرجات كل تكرار كمدخلات في التكرار التالي فينتج عن هذه التكرارات الشكل الفراكتالي المعقد، وتُعد خاصية التكرار المرحلي أساسًا لتوليد الأشكال الفراكتالية بواسطة المنحني المولد، وكلما زاد التكرار المرحلي إلي اللانهاية كلما زادت التعرجات دقة وازداد الشكل تعقيدًا ، والمولد Generator هو الجزء أو العملية التي يتم تكرارها عدد من المرات في أي شكل لتكوين شكل الفراكتال، ويختلف هذا المولد من شكل لآخر ويتصف هذا المولد بالثبات في الشكل الواحد وهو الذي يؤدي إلي خاصية التشابه الذاتي في الشكل الفراكتالي ويحافظ عليها(6).

4-4 القدرة على التفرع والإنتشار اللانهائي : Ability of branching
التفرع في الفراكتالات المتواجدة في الطبيعة يمتد بمعدل ضخم من المقاييس مثل الأوعية الدموية، الخلايا العصبية، الأشجار، الصواعق، البرق، شبكات النهر حيث التكرار البسيط لعملية التفرع والتغير محدود(32)، ويتميز الفراكتال بخاصية الانتشار اللانهائي فهي تحتوي علي تفاصيل لا حصر لها، وكلما اقتربنا من تلك التفاصيل تبدو أطول في تشكيلات لانهائية(13)، وتحتوي أشكال الفراكتال علي تفاصيل لانهائية فالشكل النهائي يحتوي بداخله علي تفاصيل مصغرة منه ككل ذات عدد لانهائي من المقاييس عند التصغير(14-ص 5).

4-5 قاعدة الإحلال: Replacement Rule
عندما ننشئ فراكتال محدد فإنه من خلال خطواتنا لإنشاء فراكتال آخر، فإن أحد الأشياء المرسومة يمكن أن تحل مكان الآخر والتي تكون أكثر تركيبًا من سابقتها ولكنها تملأ نفس المكان الأصلي. وترتبط هندسة الفراكتال بهندسة التكرارات، حيث يكرر الشكل الهندسي وفقًا لقاعدة رياضية محددة فيكون الشكل المكرر هو صورة من الشكل الأصلي وفقًا لخصائص القاعدة الرياضية المطبقة(29-ص 15).

4-6 خاصية التعقيد: Complexity
اكتشف ماندلبورت أن التعقيد اللانهائي للأشكال الجمالية قد يتشكل من معادلات رياضية بسيطة نسبيًا(24)، والفراكتال الرياضي لانهائي التعقيد وسيظل الرسم لا يتغير والنمو النهائي للشكل يكون مختلف(34).

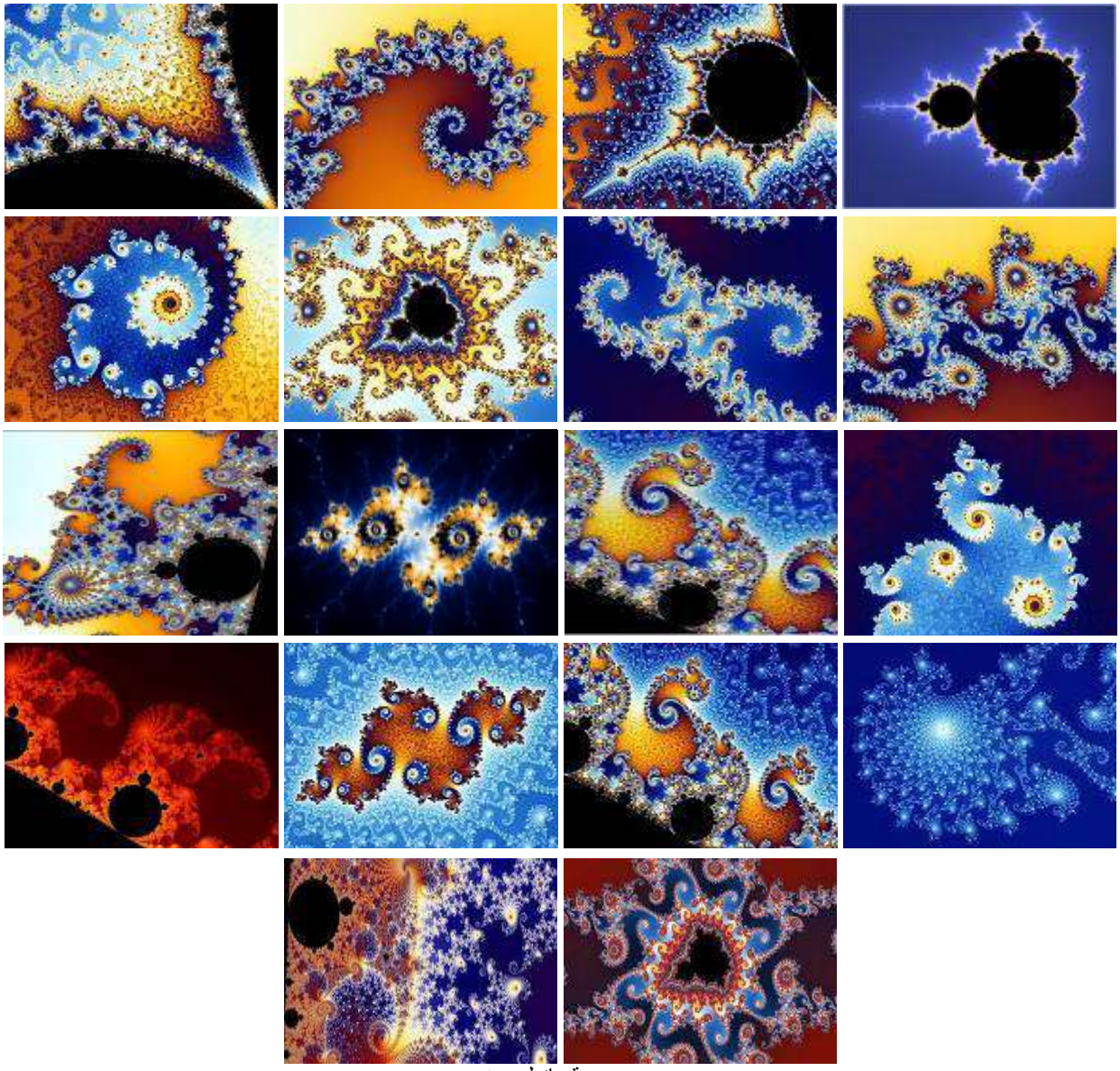
5- طرق توليد نظم الفراكتالات: Generating Fractals
يتم توليد الفراكتالات من خلال عدة نُظم يتم إعدادها من خلال البرامج المتخصصة بالكمبيوتر، وتلك النُظم هي:

- فراكتالات أنظمة الوظائف التكرارية Iterated Function Systems
- فراكتالات الانفلات الوقتي Escape – time Fractals
- الفراكتالات العشوائية Random Fractals

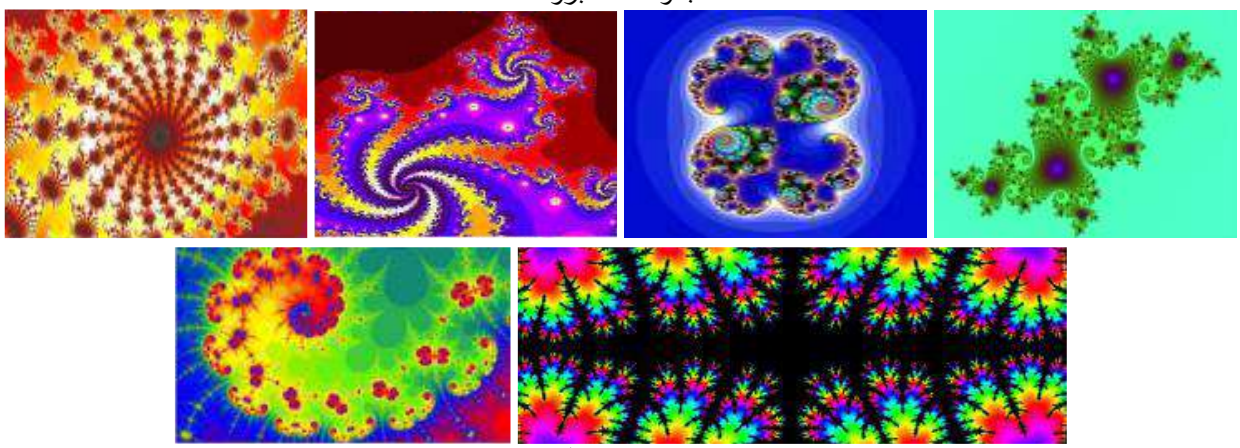
5-1 فراكتالات أنظمة الوظائف التكرارية: Iterated Function Systems
تحتوي هذه المجموعة علي قاعدة استبدال هندسي واضحة لكل فراكتال، ومن أمثلتها مجموعة كانتور Cantor ، بساط سيربينسكي Sierpinski Carpet، منحني كوخ Koch Curve. ويوضح شكل (3) مجموعة كانتور، منحني كوخ.

شكل (3) يوضح مجموعة كانتور ، منحني كوخ

5-2 فراكتالات الانفلات الوقتي: Escape – time Fractals
تُعرف الفراكتالات في هذه المجموعة عبر علاقة تكرارية من نقطة في الفراغ عند تكبيرها تظهر تفاصيل جديدة تشابه الأصل(27)، كما في المستويات المُعقدة كمجموعة ماندلبروت Mandelbrot Set، ومجموعة جوليا(1-ص 88) Julia Set . ويوضح شكل (4) مجموعة ماندلبروت، ومجموعة جوليا.



مجموعة ماندلبروت



مجموعة جوليا

شكل (4) يوضح مجموعة ماندلبروت، ومجموعة جوليا

5-3- الفراكتالات العشوائية: Random Fractals

تولد من خلال إجراءات مختارة بشكل عشوائي بدلًا من أن تكون محددة، أمثلة علي ذلك المناظر الفراكتالية الموجودة في الطبيعة كالجبال وتعاريج السواحل وغيرها[16]. ويوضح شكل (5) تعاريج إحدى الشواطئ.

شكل (5) يوضح تعاريج إحدى الشواطئ

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

ويتم إنشاء جميع الفراكتالات باستخدام عملية التكرار، بحيث تبدأ بنمط محدد، ثم تكرره مرارًا وتكرارًا[20].

6- أهمية هندسة الفراكتال:

تُعتبر هندسة عصرية لما لها من خصائص تجعلها أكثر حيوية وتربطها بالفن والطبيعة ومعظم العلوم التطبيقية والتطبيقات العصرية والتكنولوجية والحيوية هذا ما يجعل لها أهمية كبيرة لأنها تجمع بين الرياضيات والطبيعة والفن معًا.

وتتلخص أهمية هندسة الفراكتال فيما يلي:

- تحرر العقل وتجعله أكثر إبداعًا وتطورًا.
- تنمي استقلالية التعلم لدي الطلاب.
- تثري المفاهيم الأساسية التي يتعلمها الطلاب مثل التصغير- التكبير- التكرار- التشابه ....إلخ.
- تبين وتوضح الجمال في تكوين الأشكال التي نراها من حولنا وكما يدركها عقلنا.
- تساعد علي تنمية المهارات العقلية والعملية[11].

7- برامج هندسة الفراكتال:

ظهر العديد من برامج الكمبيوتر جرافيك التي تنتج فراكتالات يمكن استخدامها في مجال التصميم مثل برنامج Fractint، برنامج Ultra Fractal، برنامج Apophysis، برنامج Fractal Forge، برنامج Fractracer[19]، برنامج Fractal Explorer، برنامج Frax، برنامج Fractal Fr0st، برنامج Useful JS، برنامج Chaos Pro، برنامج Mandel Browser، برنامج Fractal Map، وغيرها من برامج الكمبيوتر جرافيك.

لهندسة الفراكتال عدة برامج كما ذكرنا، ونخص منها في هذا البحث برنامج Fractal Explorer.

التعريف بالبرنامج:

يُعد هذا البرنامج أحد برامج هندسة الفراكتال حيث يقدم نوع من أشكال الفراكتال، وتنتج هذه الأشكال من تطبيق نظم الدوال التكرارية من خلال البرنامج، ويتميز هذا البرنامج بوجود عدة أوامر تُمكن المصمم من التحكم في الأبعاد والمجموعات اللونية وذلك من خلال تعديل في المعادلات الرياضية التي يتيحها البرنامج، بالإضافة إلي إمكانية حفظ التصميم كصورة وإدخال عليها بعض التعديلات من خلال برنامج Adobe Photoshop .

ويحتوي البرنامج علي عدة قوائم يستطيع من خلالها المصمم التحكم في التصميم الناتج تبعًا لرؤيته الفنية وذلك من خلال تغيير في أبعاد التصميم وتدويره والعمل علي قرب وبعد أجزاءه، وكذلك تصغيره وتكبيره، كما توجد إمكانية التحكم في عناصر الشكل من خلال التعديل في الدوال الرياضية المكونة للشكل.

8- الفن المعاصر ومواكبة التطور العلمي التكنولوجي:

يُعد التواصل والتكامل الدائم بين العلوم والنظريات الحديثة وبين مداخل التشكيل والتجريب المصاحبة للفن التشكيلي أمرًا حتميًا نتيجة التطور السريع من ناحية، ونتيجة لتحقيق المتطلبات الإنسانية من ناحية أخرى والتي تستلزم التفكير في كل جديد لتحسين حياة الإنسان.

إن الفن ارتبط ارتباط وثيق بالعلم وبمظاهر العصر المختلفة والقيم والفلسفات الجمالية، بذلك فقد تجاوز الفن التشكيلي المعاصر مفاهيمه وأشكاله الأولي ليتخذ من العلم منطلقات جديدة ومفاهيم متطورة.

أن الفن هو التطبيق العملي للنظريات العلمية بالوسائل التي يستعملها الفنان لإثارة المشاعر والعواطف الإنسانية، وإذا كان الفن قد يشترك مع العلم في التعبير عن حقيقة واحدة إلا أن للعلم منهجًا يختلف كل الاختلاف عن منهج الفن، ففي الفن تتعدد الرؤي وتختلف وجهات النظر حيث لا توجد حقيقة عامة مشتركة أما في العلم فالحقيقة موضوعية ثابتة.

أن الفن التشكيلي استفاد من العلوم والنظريات العلمية في استلهام موضوعاته وتقنياته ورؤاه التشكيلية، والفن المعاصر استند في إبداعاته بمعطيات العصر من تقنيات ووسائل تكنولوجية حديثة، حيث اصبحت الوسائل التكنولوجية الحديثة إحدي الدعائم الأساسية والمؤثرة في إنتاج الفن، حيث تعددت الأدوات المستخدمة في العملية الإبداعية[7- ص 54 ، 58]. ومن هذا المنطلق الجديد جاءت العلوم والنظريات العلمية المتعددة والتي استفاد منها الفن التشكيلي مثل هندسة الفراكتال، وهي محل هذه الدراسة.

أما عن علاقة هندسة الفراكتال بالفن التشكيلي، ففن الفراكتال هو نوع من أنواع الفنون الرقمية. فنادرًا ما يتم رسم فن الفراكتال باليد، بل يتم انشاؤه باستخدام أجهزة الكمبيوتر التي لها القدرة علي حساب وظائف كسورية وتوليد صور منها، بل أن ظهور أجهزة الكمبيوتر هي التي سمحت بتطوير هذا الفن لأنه يتطلب كم هائل من العمليات الحسابية حيث يتم إنشاء الفراكتالات بتطبيق أساليب تكرارية لحل المعادلات غير الخطية أو معادلات متعددة الحدود[26].

9- هندسة الفراكتال ودورها في مجال تصميم طباعة المنسوجات :

إن هندسة الفراكتال تمثل منبعًا لا حدود له يتيح للمصمم حلولًا تصميمية لا حصر لها من خلال الأساليب المختلفة للاستلهام، حيث تقدم لنا أشكالًا ذات قيمة جمالية كبيرة، ومن وجهة نظر رواد الفن والتصميم فإنها تحفز طاقات الإبداع والخيال عند الفنان والمصمم، وتُعتبرهندسة الفراكتال ذو أهمية كبيرة في إثراء وتنمية تفكير المصمم.

إن فن تصميم طباعة المنسوجات يتطلب قواعد ومبادئ راسخة ودراسات نظرية وتطبيقات عملية عديدة، حتي أصبح هذا الميدان يتمخض دائمًا عن الجديد من الطراز والخطوط التي تخرج للناس من آن لآخر[2-ص 29].

وهندسة الفراكتال من الوسائل الهامة في إثراء تصميم طباعة المنسوجات بصفة عامة وتصميم طباعة المفروشات بصفة خاصة من حيث الخصائص والسمات الجمالية التي تساعد علي تكوين العلاقات التي تربط أجزاء التصميم والتي من خلالها يتأكد دور كل جزء تشكيلي وأنماط لا حدود لها من النُظم والترابط فيما بينها.

ويراعي في تصميم طباعة المنسوجات الغرض الوظيفي الذي وضع من أجله فيكون الاهتمام بالأبعاد، الألوان، توزيع المفردات التشكيلية، وكذلك بعض الأساليب المختلفة (كالتجميع، التكرار، الشفافية، التكبير، التصغير....إلخ)، وتلك الأساليب هي أساس جماليات هندسة الفراكتال.

وتخلص الدارسة إلي أن عملية تصميم وبناء العمل الفني وفقًا لهندسة الفراكتال عملية إنشائية فيها نظم إيقاعية تستخدم التكرار في عدة مجموعات شكلية أو لونية مكونة مضمون ومعني جديد يساعد المصمم علي التفكير والإبداع بطريقة علمية فنية تضفي عليها التنوع في المجموعات اللونية وتعدد التأثيرات البصرية المختلفة في ضوء المفاهيم الإبداعية المعاصرة، وبذلك أصبحت أشكال الفراكتال مدخلًا تجريبيًا واتجاهًا تعبيريًا وسمةً إبداعيةً في مجال الفنون التشكيلية وخاصة مجال طباعة المنسوجات.

10- أقمشة المفروشات كتوظيف فني مستلهم من هندسة الفراكتال

شهد مجال طباعة المفروشات تقدمًا كبيرًا في السنوات الأخيرة، حيث لعبت التكنولوجيا الحديثة دورًا كبيرًا في تطوير التقنيات والخامات وتقديم تصميمات في هيئات وأشكال جديدة ومتعددة، الأمر الذي يسمح للمصمم بالخروج من الحيز الضيق للمألوف إلي حيز الإبداع اللامحدود والاستفادة من نتائج التطور العلمي التكنولوجي في تصميم طباعة المفروشات.

وفكرة التكرار اللانهائي التي تقوم عليها هندسة الفراكتال تعطي آثار بصرية وعلاقات تشكيلية لها صفة التنوع وتعدد الاحتمالات مما يدفع للخروج من الأطر التقليدية المألوفة في مجال التعبير البصري والإبداع الجمالي، مما يؤدي إلي الخروج بتصميمات طباعة المفروشات من الأنماط المعتادة إلي تصميمات مبتكرة تعكس روح العصر ومتنوعة جماليًا سواء في الأسس البنائية أو العناصر التشكيلية المكونة للتصميم. ويلقي البحث الحالي الضوء علي آليات التعامل مع بعض برامج الفراكتال التي تقدم العديد من الاحتمالات والتباديل والتوافيق القائمة علي أسس هندسة الفراكتال، وتتنوع النتائج الفنية التي يمكن الحصول عليها من تطبيقات تلك البرامج

المتخصصة في إنتاج الفراكتال حيث أن لها نتائج مبهرة تعتمد علي تغير قيم اتجاهات الخطوط وأبعادها وأيضًا ألوان المساحات تبعًا لكل عمل فني، لإبتكار تصميمات طباعية تتحكم فيها اختيارات وتوجيهات المصمم لإثراء مجال تصميم طباعة المفروشات المعاصرة.

وتتعدد أقمشة المفروشات بتعدد استخداماتها المختلفة حيث أننا نقوم باستخدامها حسب الاحتياج إليها علي سبيل المثال أقمشة مفروشات تستخدم في أغراض التنجيد للأثاث وأخرى كأقمشة ستائر، وهناك نوعية أخرى تستخدم في الأسرة مثل الملايات والمفارش والكوفرتات والبطاطين، كذلك هناك أقمشة مفروشات الأرضية مثل الكليم والسجاد والمشايات والموكيت، ولا ننسي أقمشة المعلقات.

وعند الاحتياج لهذه النوعية من الأقمشة لابد أن تتوافر فيها التصميم الجيد والخامة الجيدة والسعر المناسب للحالة الاقتصادية العامة للمجتمع.

ونحن في هذا البحث نتيح فرصة للمصمم المصري أن يستلهم العديد من العناصر الزخرفية التي تعطي للتصميم قيم جمالية وفنية عالية من خلال الاستفادة من هندسة الفراكتال في عملية الاستلهام للتصميمات المنتجة الخاصة بالبحث.

ويتناول هذا البحث بالدراسة أقمشة المفروشات التي تصلح لأقمشة تنجيد الأثاث (صالونات وانتريهات) ، وأغطية الأسرة (مفارش وملايات السرير- أكياس الوسائد- الكوفرتات- اللحاف)، وذلك لما لهما من دور هام في إضفاء قيمة فنية وجمالية عالية للحجرة.

11- التحليل الفني للتصميمات المقترحة والمعالجات اللونية:

لقد تم استخلاص صياغات تصميمية جديدة باستخدام الإمكانات الفنية لبعض برامج الكمبيوتر لإبتكار حلولًا لتصميمات مبتكرة وفق هندسة الفراكتال لتثري مجال التصميم، حيث قامت الدارسة بالتجريب للاستفادة من هندسة الفراكتال كمدخل لإنتاج تصميمات طباعية بالاستفادة من برنامج Fractal Explorer ، وبرنامج Adobe Photoshop ، وفتح آفاق جديدة لإثراء تصميم طباعة المفروشات المعاصرة، والربط بين النظريات والعلوم الحديثة وبين مجال الفن والتصميم، وذلك من خلال رؤية ذاتية خاصة بالدارسة بهدف تحقيق القيم الجمالية والوظيفية لتلك الأقمشة بغية تحقيق أهداف البحث من ناحية ومن ناحية أخرى إثراء مجال طباعة المنسوجات، وهذه الأفكار قابلة للتنفيذ بتكنولوجيا الطباعة الرقمية.

وفيما يلي عرض النماذج التصميمية مصحوبة بالتحليل الفني لكل تصميم، متبوعًا بنموذج توظيفي مقترح.

11-1- تصميم رقم (1):

إرتكزت العملية الإبتكارية في هذا التصميم علي مجموعة متنوعة من العناصر التشكيلية والتي بالرغم من تنوعها إلا إنها استخدمت بأسلوب متوازن بحيث تتلائم وتتوافق مع بعضها البعض. وقد تم تكرارها مع الاختلاف في الحجم والزاوية والإتجاه طبقًا لنسق تنظيم العناصر في هندسة الفراكتال أي أنها لا تأخذ إتجاه معين فأعطي ذلك للتصميم صفة الحرية وعدم التقيد. ويحتوي التصميم علي ايحاءات بالإيقاع والإتزان وتعدد الخطوط والمنحنيات والإيقاعات عند بناء العمل الفني وطريقة توزيعها واتجاهاتها والعنصر المسيطر علي هذا البناء التصميمي هو الجمع بين الخط والحركة، فقد أوحت هذه الملامس الخطية والمتنوعة بالحركة لتنوعها في السمك والكثافة.

ولقد لعب تراكب هذه العناصر مع بعضها إلي إثارة الأحاسيس بوحدة وقوة العمل في نفس المشاهد. أما عن اللون فقد استخدمت مجموعة لونية متوافقة، واستخدم في هذه الفكرة مجموعة الألوان التي تميزت بتنوعها بين القتامة والإضاءة والشفافية.

11-2- تصميم رقم (2):

قوام هذا العمل هو مجموعة من العناصر التشكيلية التي استخدمت بشكل متوازن علي المساحة الكلية لسطح العمل. فنجد أنه تصميم مبتكر مستوحي من هندسة الفراكتال والاستفادة منها في مجال التصميم. ونلاحظ تآلف عناصر العمل مع بعضها البعض مما يؤدي إلي تناغم يتماشي مع طبيعة التصميم.

والعنصر المسيطر علي هذا البناء التصميمي هو الدائرة وتنوعها في الحجم والكثافة الذي أدي إلي علاقة لونية تشكيلية بين العناصر المستخدمة، مما أضفي علي العمل صفة الحيوية والحركة مع التأكيد علي العمق الفراغي. كما تحققت الوحدة الفنية في العمل من خلال إيجاد علاقة بين أجزاء التصميم علاقة الجزء بالكل علاقة بين العناصر تحكمها نُظم التماس والتقاطع والتشابه والتجاور وتلك علاقات تعمل علي إيجاد الترابط بين الأشكال والوحدة. ولقد أتاح الكمبيوتر إمكانية العمل مع الطبقات ليعطي أكثر من بُعدًا للتصميم ويحقق التوازن بين عناصر العمل.

وقد تميز هذا العمل باستخدام مؤثرات خاصة باللون لإحداث التدريجات اللونية التي تتضح من خلال انتقال الإضاءة لبعض الأماكن بالتصميم والتغير من القيم اللونية المستخدمة مما ساهم في إثراء العمل.

11-3- تصميم رقم (3):

يعتمد هذا التصميم علي مجموعة متنوعة من العناصر التشكيلية المستمدة من هندسة الفراكتال والتي استخدمت بشكل متوازن علي المساحة الكلية لسطح العمل. وتتضح العلاقات التصميمية بين الأشكال الصريحة والخطوط والمنحنيات والإيقاعات عند بناء العمل الفني وطريقة توزيعها واتجاهاتها والعنصر المسيطر علي هذا البناء التصميمي هو اللون فقد اوحت هذه الملامس الخطية والمتنوعة بالحركة لتنوعها في السمك والكثافة وخاصة الدائرة الحلزونية. فقد كان استخدام اللون بتدريجاته هو أحد الوسائل التعبيرية في التصميم. وقد تمت المعالجة اللونية بدرجات متفاوتة ما بين مناطق مضيئة وداكنة مما أنتج ظلالًا لونية مختلفة وأضفي علي التصميم نوع من أنواع الثقل والاتزان، وأضفي حسًا سطحيًا ذو قيمة جمالية.كما أن استخدام إسلوب التدريجات اللونية في هذا التصميم عمل كأداة ربط بين الأشكال وبعضها البعض من جانب وبينها وبين الأرضية من جانب آخر، مما أعطي للتصميم العمق والثراء الشكلي.

ويتضح أنه قد تم تطبيق هندسة الفراكتال في التصميم من خلال برامج الكمبيوتر ويتضح من خلاله التشابه الذاتي في التصميم مع التتابع في الحركة والاستمرارية.

11-4- تصميم رقم (4):

استلهمت الدارسة عناصر هذا العمل من مجموعة من العناصر التشكيلية المستوحاة من هندسة الفراكتال، ويلاحظ في هذا العمل التفاعل والتكامل بين العناصر والأشكال مما يعمق التذوق الجمالي للعمل الفني. ونظرًا لتعدد العناصر المشاركة في هذا التصميم وتنوعها كان لابد من فرض ضرب من الوحدة علي التصميم بوجه عام عن طريق تكرار وترديد بعض العناصر. ويحتوي التصميم علي خطوط دائرية مع استخدام التأثيرات والفلاتر لبرامج الكمبيوتر، والتصميم يوحي بالإيقاع والإتزان من خلال تكرار بعض العناصر مع مراعاة تنوع الأحجام والأبعاد. وتتضح العلاقات التصميمية بين الأشكال الصريحة والخطوط والمنحنيات والإيقاعات عند بناء العمل الفني وطريقة توزيعها واتجاهاتها. ويتضح في هذا العمل النظام البنائي للبُعد الفراكتالي الكسري حيث يظهر الإتزان والتماثل مع التكبير والتصغير مع التأكيد علي العمق والبُعد الفراكتالي، والتأكيد علي التكرار كعنصر من عناصر التصميم في مجال طباعة المفروشات.

11-5- تصميم رقم (5):

اعتمدت تلك الفكرة التصميمية علي مجموعة متنوعة من العناصر التشكيلية، وبالرغم من تنوع العناصر المشاركة بالعمل إلا أنها تواجدت بصورة مترابطة ومتآلفة تحقق من خلالها الوحدة للعمل الفني. فهو تصميم مبتكر مستوحي من النُظم البنائية لهندسة الفراكتال والاستفادة منها في مجال التصميم، ويحتوي التصميم علي مجموعة من الخطوط والشبكات المتوالدة بواسطة برامج الكمبيوتر مع تكرار العناصر وذلك للتأكيد علي الفكرة التصميمية ونجاحها،

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

مع استخدام إمكانيات الكمبيوتر في عمل الفلاتر والتأثيرات مما يوضح قيمة العمل الفني. وقد تم التأكيد علي التتابع في الحركة والدوران في مسارات توحي بالعمق والبُعد الفراكتالي مع التأكيد علي التكرار كعنصر من عناصر التصميم في مجال طباعة المفروشات. ومن العلاقات الجمالية الإنشائية التراكب والتماس والشفافية والتكرار في هيئة إدراكية واحدة.

والسمة المميزة لهذا العمل هي الحيوية والتنوع في الإيقاع وذلك بترديد وتكرار العناصر بأحجام واتجاهات مختلفة مما أضفي علي العمل إنسيابية الشكل ورشاقة الحركة وأكسبه مزيدًا من البهجة.

11-6- تصميم رقم (6):

في هذه الفكرة التصميمية تم تناول مجموعة متنوعة من العناصر والمفردات التشكيلية التي تم ترتيبها بشكل مترابط بحيث تكون في النهاية كلًا لا يتجزأ. وعلي الرغم من هذا التنوع إلا أنه لم يضعف من وحدة العمل، بل علي العكس أحدث هذا التنوع في ترتيب الوحدات نوعًا من الإيقاع المتجدد بسطح العمل الفني. وتتضح إمكانيات الكمبيوتر في إيجاد مساحات متناسقة في العمل الفني، والعمل يعتمد علي المزاوجة بين الأشكال الصريحة والخطوط والمنحنيات، والتصميم يوحي بالإيقاع والإتزان من خلال تكرار الشكل مع مراعاة الأبعاد. وقد تحقق في هذا العمل قيم اللون الفنية من تباين وتضاد وتكامل وتوافق في درجاته لتحقيق الإنسجام اللوني.

11-7- تصميم رقم (7):

يجمع هذا العمل بين طياته مجموعة متنوعة من العناصر التشكيلية التي استخدمت بأسلوب متوازن علي المساحة الكلية لسطح العمل. وقد أدي هذا التنوع إلي منح العمل قدرًا من التنوع والثراء الفني.

كما تم إحداث بؤرًا ضوئية موزعة في مناطق مختلفة من التصميم مما جعل التصميم أكثر بريقًا وثباتًا. وقد عمدت الدارسة إلي استخدام هذه المجموعة اللونية في الأرضية مما نشأ عنه علاقة جمالية ممتعة لكل من الشكل والأرضية، حيث تم التأكيد علي أرضية التصميم الداكنة وظهور ومضات من اللون الفاتح التي أكدت علي الإحساس بالإضاءة في التصميم، فأكدت علي الإيحاء بالعمق والبُعد والمستويات المختلفة في التصميم.

وقد نشأ من تراكب الوحدات وتداخلها حركة مميزة تجمع بين حركة العناصر علي السطح وحركة أخرى واضحة في اتجاه العمق التقديري.

11-8- تصميم رقم (8):

روعي في هذه الفكرة البساطة التي تتحقق عندما يحتوي التصميم علي العناصر الضرورية التي لاغني عنها لإبراز العمل علي أكمل وجه. وهنا في هذا العمل الفني نجد محاولة لتحقيق الوحدة والترابط بين عناصر العمل الفني وإحداث نوعًا من التكامل والتوازن والإنسجام بين الشكل والأرضية. وقد تحقق في العمل قيم اللون الفنية من توافق وتكامل في الدرجات لتحقيق الإنسجام اللوني. كما استفادت الدارسة من الملامس الحسية والبصرية التي تتمتع بها عناصر هندسة الفراكتال داخل التصميم، مما أدي إلي ثراء العمل الفني ككل.كما يتضح في هذا التصميم التشابه الذاتي من خلال النظام البنائي للبُعد الفراكتالي حيث يظهر الإتزان والتماثل مع التكبير والتصغير وتتابع الحركة والاستمرارية بين العناصر مع التأكيد علي العمق والبُعد الفراكتالي.

وفيما يلي عرض لهذه التصميمات المبتكرة متبوعاً بنموذج توظيفي مقترح.

التصميمات المبتكرة والنماذج التوظيفية المقترحة:

تصميم (1) والأفكار والنماذج التوظيفية المقترحة

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

تصميم (2) والأفكار والنماذج التوظيفية المقترحة

تصميم (3) والأفكار والنماذج التوظيفية المقترحة

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

تصميم (4) والأفكار والنماذج التوظيفية المقترحة

تصميم (5) الأفكار والنماذج التوظيفية المقترحة

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

تصميم (6) والأفكار والنماذج التوظيفية المقترحة

تصميم (7) الأفكار والنماذج التوظيفية المقترحة

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

تصميم (8) الأفكار والنماذج التوظيفية المقترحة

نتائج البحث: Results

توصل البحث إلى أن:

1- ساعدت دراسة هندسة الفراكتال على إنتاج مجموعة من التصميمات الطباعية التي تصلح لأقمشة المفروشات المعاصرة وتحمل في طياتها قيم وأبعاد تشكيلية جديدة.
2- استخدام بعض برامج الكمبيوتر الخاصة بهندسة الفراكتال يكسب الأعمال الفنية الكثير من العلاقات الإنشائية الجمالية وتثري مجال تصميم طباعة أقمشة المفروشات المعاصرة.
3- الربط بين العلوم والنظريات العلمية ومجال الفن يسهم في تعميق الرؤية الإبتكارية للمصمم والفنان.
4- ابتكرت الدارسة عدد (8) من الأفكار التصميمية التي تصلح لطباعة المفروشات المعاصرة علي اختلاف أنواعها مستوحاة من هندسة الفراكتال.
5- ابتكرت الدارسة عدد (32) مقترحًا توظيفيًا لتوظيف الأفكار التصميمية بحيث تصلح كأقمشة تنجيد الأثاث وكأغطية أسرة مطبوعة.
6- تم طباعة بعض النماذج التصميمية التي بلغ عددها (5) عينات كنماذج تطبيقية للبحث بوسيلة الطباعة الرقمية.

المناقشة: Discussion

من خلال التطور المعرفي في العصر الحديث وما نشأ عنه من اندماج وتكامل العلوم والتكنولوجيا المتطورة، واكتشاف العديد من العلوم والنظريات التي فسرت العديد من الظواهر الكونية. وتُعد هندسة الفراكتال إحدي تلك العلوم الحديثة فهي تتسم بأسس بنائية خاصة، مما جعلها مدخلًا تجريبيًا وسمة إبداعية في مجال الفنون البصرية والتطبيقية والتي يستطيع المصمم من خلالها إبتكار تصميمات مبتكرة تتضمن علاقات تشكيلية ولونية غير تقليدية. لذا تناول هذا البحث دراسة هندسة الفراكتال وخصائصها وكيفية الاستفادة منها في إثراء الجوانب التشكيلية لتصميم طباعة المفروشات المعاصرة لما تتضمنه من صيغ ومعادلات رياضية تحقق التكرار والتكبير والتصغير والشفافية والخطوط والألوان المتباينة والمتوافقة وهذا يتفق مع تصميم طباعة المنسوجات عامة وتصميم طباعة المفروشات خاصة. لذا اتجه هذا البحث إلي الاستفادة من هندسة الفراكتال بطريقة معاصرة لاستحداث تصميمات طباعية لأقمشة المفروشات بطرق طباعية حديثة تضفي عليها التنوع في المجموعات اللونية وتعدد التأثيرات الحسية والبصرية المختلفة، وذلك من خلال التعرض لآلية التعامل مع بعض البرامج الجرافيكية المُدعمة لهذا العلم.

التوصيات: Recommendations

توصي الدارسة بضرورة:

1- الكشف المستمر عن العلوم والنظريات الحديثة المتصلة بالتصميم للاستفادة منها في إثراء العملية الإبداعية للمصمم.
2- الاهتمام ببرامج الكمبيوتر التي تخدم النظريات الحديثة والعمل علي توفيرها للاستفادة منها في مجال التصميم وللوصول للنتائج المرجوة.
3- التوسع في استخدام البرامج المتخصصة في هندسة الفراكتال في بحوث ودراسات التصميم بصفة عامة وتصميم طباعة المنسوجات بصفة خاصة.

المراجع: References

1- جيمس جلايك، ترجمة علي يوسف علي : "الهيولية تصنع عالمًا جديدًا" – المجلس الأعلي للثقافة – 2000م.
2- خالد عصام السيد جميل: "الميول والقدرات الإبداعية كعوامل مؤثرة علي تطور الموضة" – رسالة ماجستير – بحث غير منشور – كلية الفنون التطبيقية – جامعة حلوان – 1999م.
3- رضا أبو علوان السيد : "فاعلية وحدة مقترحة في هندسة الفراكتال لطلاب الرياضيات بكلية التربية" – مجلة دراسات في المناهج وطرق التدريس- الجمعية المصرية للمناهج وطرق

التدريس- كلية التربية – جامعة عين شمس – أغسطس 2001م – العدد 72.
4- سارة علي عبد السلام السنوسي جابر : "أساسيات هندسة الفراكتال" – جامعة سبها – كلية العلوم – قسم الرياضيات – دولة ليبيا – 2020م.
5- عبدالمنعم صبري : "معجم مصطلحات الصناعات النسجية" – دار الأهرام للنشر – القاهرة – 1975م.
6- عبد الناصر عبد الصمد أبو الغيط : "فاعلية برنامج قائم علي هندسة الفراكتال في تحسين الاتجاه نحو الرياضيات لدي تلاميذ المرحلة الإعدادية" – دار المنظومة – مجلة تربويات الرياضيات – المجلد 20 – العدد 1 – الجزء الأول – يناير 2017م.
7- عيد سعد يونس : "البحث العلمي في الفن والتربية الفنية" – عالم الكتب – القاهرة – 2015م.
8- محمد المعتصم إبراهيم الخضري : "موسيقي الفراكتال أسلوب جديد في التأليف الموسيقي" – مجلة علوم وفنون الموسيقي – بحث منشور – كلية التربية الموسيقية – جامعة حلوان – المجلد السادس – إبريل 2001م.
9- محمد حافظ الخولي، محمد أحمد سلامة : "التصميم بين الفنون التشكيلية والزخرفية" – مكتبة نانسي – دمياط – 2007م.
10- ميرفت محمود محمد علي : "وحدة مقترحة في هندسة الفراكتال معدة في ضوء المدخل البصري المكاني لتلاميذ الصف الثامن الإبتدائي الصم وضعاف السمع" – دار المنظومة – مجلة كلية التربية بالإسماعيلية – العدد 19 – يناير 2011م.
11- نظلة حسن خضر : "أنشطة الرياضيات الإبتدائية مرتبطة بالحياة والمعرفة وتقوي وتنمي مواهب الطفل وتفوقه لسن 5-10 سنوات وممتعة للجميع" – عالم الكتب – القاهرة – 2005م.
12- هبة عبدالعال، نظلة خضر، ومحمد المفتي : "هندسة الفراكتال وتنمية الإبداع بمفهومه العصري" – مجلة القراءة والمعرفة – مصر – العدد 106 – 2010م.
13- Ahmed Samir Kamel :" Furniture aesthetics according to compatibility between fractional geometry and golden ratio", Journal of Design Science and Applied Arts, Volume 1, Issue 1, January 2020 .
14- Anirban Banerji : "Fractal Symmetry of Protein Exterior" , Springer Basel Heidelberg , New York , Dordrecht , London , 2013.
15- Catherine Fukushima: "Islamic Art and Geometric Design", Activities for Learning, Published by the Metropolitan , Museum of Art, New York , 2004.
16- http://ar.wikipedia.org/wiki/
17- http://www.amazon.com/Electronic-Dictionary/../B00DM/12/1/2020/
18- http://www.classes.yale.edu/fractal.html.
19- https://almanshorat.com/-ما-هي-أشكال-الفن-الرقمي/8/4/2021.
20- https://ar.mathigon.org/course/fractals/mandelbrot.
21- https://filmora.wondershare.ae/18/8/2022.
22- https://sites.google.com/site/fractalgeometry42013/fractal-geometry.
23- https://staffsites.sohag-univ.edu.eg/stuff/posts/show/4566/10/10/2018/
24- https://www.annekadotes.com/blog/discover-the-world-of-fractal-fashion.
25- https://www.eng2all.com/3--الهندسة-الفركتلية/11/11/2016/
26- https://www.hisour.com/ar/fractal-art-17953/
27- https://www.marefa.org/كسيريات/
28- https://www.syr-res.com/article/3240.html
29- Michael M. :" An Eye for Fractals" , Redwood, 1991.
30- Peitgen , Heinz- Otto, and Dietmar Saupe , eds: "The Science of Fractal Images" New York, Springer - verlag, 1988.
31- Randi , L. & Westerberg , and Judy :" Fractals in high school" , Exploring a New Geometry , Mathematics Teachers , V. 92 , N. 3 , March 1999.
32- Rania Mosad Said :" Furniture design inspired from fractals" , International Design Journal , Volume 6 , Issue 4 , October 2016.
33- Ting, Chen and Liming, Huang (W.D):" World of Fractal" , p.3 – Accessed at : http://www.math.nus.edu.sg/as1aksen/gemprojects/maa/world_of_fractal.pdf.
34- Weijie Wang , Gaopeng Zhang :" Research on garment pattern design based on fractal graphics" , EURASIP Journal , 2019.
35- www.Angelfire.com
36- 36 – www.fractal.org

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License