# الإفـادة من أسلوب الفراكتال
# كمدخل لصياغات تشكيلية للمشغولات الفنية*


أ.د زينب عبد الفتاح صبرة
أستاذ الأشغال الفنية والتراث الشعبى
كلية التربية الفنية - جامعة حلوان

أ.م.د ماجدة عبد الوهاب العجمى
أستاذ الأشغال مساعد
كلية التربية النوعية - جامعة المنصورة

د.أمل محمد أمين الشهاوى
مدرس الأشغال الفنية
كلية التربية النوعية - جامعة المنصورة

سارة يوسف محمود صبحى
مدرس مساعد بقسم التربية الفنية
كلية التربية النوعية - جامعة دمياط



مجلة بحوث التربية النوعية – جامعة المنصورة
عدد خاص (٢٩) – أبريل ٢٠١٣


* بحث مستل للحصول على درجة دكتوراه

# الإفـادة من أسلوب الفراكتال
# كمدخل لصياغات تشكيلية للمشغولات الفنية

أ.د زينب عبد الفتاح صبرة*
أ.م.د ماجدة عبد الوهاب العجمى**
د.أمل محمد أمين الشهاوى***
أ. ساره يوسف محمود صبحى****

**ملخص البحث**:

يتناول البحث أسلوب الفراكتال بوصفه أحد المداخل التجريبية لإثراء المشغولات الفنية بمجال الأشغال الفنية . لذا يتناول البحث مفهوم الفراكتال وتعريفاته وخصائصه وأصنافه ، من أجل التوصل للمبادئ الأساسية لأسلوب الفراكتال وتفعيلها فى المشغولة الفنية . وفى النهاية تقدم الباحثة بعض المشغولات الفنية من خلال التجربة الذاتية . ثم تختتم البحث بما توصلت اليه من نتائج وتوصيات .

* أستاذ الأشغال الفنية والتراث الشعبى . كلية التربية الفنية . جامعة حلوان.
** أستاذ مساعد الأشغال الفنية والتراث الشعبى . كلية التربية النوعية . جامعة المنصورة .
*** مدرس الأشغال الفنية والتراث الشعبى . كلية التربية النوعية . جامعة المنصورة.
**** مدرس مساعد بقسم التربية الفنية . كلية التربية النوعية . جامعة دمياط .

# *Making use of fractal as an approach for plastic formulations of artistic works*

***Zeinab Abdel Fattah Sabra**** ***Magda Abdel Wahab Agami****

***Amal Mohammed Shahawy***** ***Sarah Youssef Mahmoud *****

## *Summary*

Addresses research method Lafraktal as a pilot entrances to enrich Artifact field of artistic works. So research deals concept Lafraktal and definitions and characteristics and Osnavh, in order to reach the fundamental principles of method and activate Lafraktal busy art. In the end, the researcher offers some of artifacts during the self-test. Then conclude search including its findings and recommendations.

* Professor of art works and folklore College of Art Education, Helwan Universit

** Assistant professor of art works and folklore Faculty of Specific Education, Mansoura University.

*** Teacher, artwork and folklore Faculty of Specific Education, Mansoura University

**** Assistant Lecturer, Department of Technical Education, Faculty of Specific Education Damietta.

# الإفـادة من أسلوب الفراكتال
# كمدخل لصياغات تشكيلية للمشغولات الفنية

أ.د زينب عبد الفتاح صبرة* أ.م.د ماجدة عبد الوهاب العجمى**

د.أمل محمد أمين الشهاوى*** أ. ساره يوسف محمود صبحى****

## مقدمة البحث

إن النظام خاصية من خواص الكون ، والمتأمل لهذا النظام يجد العديد من العلاقات الرياضية والهندسية والتراكيب المتنوعة ، فقد تناولت العديد من البحوث علم الجمال وعلاقة الفن بالطبيعة وتطرقت إلى الكشف عن قوانين الطبيعة وما تنتجه من علاقات وتراكيب ونظم وأشكال تحقق للحواس المتعة الجمالية ."وتزخر الطبيعة بالعديد من النظم والتراكيب التى من المؤكد أن لها قوانين عامة تتحكم فى بنيتها ، وبالوصول إلى معرفة تلك القوانين تدرك مفاتيح بناء الشكل فى الطبيعة والتى يكون من السهل الإستفادة منها أو تطبيقها فى الأعمال الفنية سواء فى مجال الإبداع أو الإهتداء بتلك القوانين كمعايير قياسية فى التقدير الفنى "[١]

ولا يمكن الفصل بين النظم الهندسية والعمل الفنى ، فالنظم الهندسية أسس قد وجدت فى الطبيعة واستطاع الإنسان إكتشافها ، واستطاع أن يجعل منها لغة يعبر بها عن العلاقات المختلفة التى يمكن إدراكها فى الأشياء ." وقد أمكن للفنانين المتصلين بعلوم الرياضيات وكذلك فلاسفة علم الجمال ونقاد الفن أن يثبتوا علاقة النظم الرياضية بالأعمال الفنية على اطلاقها فشملت تلك العلاقة مجالات الموسيقى والشعر والأدب والعمارة والفن التشكيلى وفروع الفن الأخرى ."[٢]

لقد ظهرت النظم الرياضية والهندسية بشكلها البسيط فى أعمال الفنون البدائية القديمة ، فى أشكال من التكرارات التى حفرت على مختلف أسطح الأسلحة والأوانى الفخارية وأضيفت على المنسوجات البدائية أو رسمت على الأقنعة المختلفة ، حيث لجأ الفنان البدائى إلى نوع من التكرارأو بالأحرى نوع من الوحدات التى تتكرر مسجلاً ومترجماً بها مدى إدراكه لتلك القوى الخارقة التى لا يراها وإنما يحس بوجودها فى الطبيعة .

---

* أستاذ الأشغال الفنية والتراث الشعبى . كلية التربية الفنية . جامعة حلوان.

** أستاذ مساعد الأشغال الفنية والتراث الشعبى . كلية التربية النوعية . جامعة المنصورة .

*** مدرس الأشغال الفنية والتراث الشعبى . كلية التربية النوعية . جامعة المنصورة.

**** مدرس مساعد بقسم التربية الفنية . كلية التربية النوعية . جامعة دمياط .

(1) – Rieasw, D.: "Art and science", studio vista, London, 1972, p.48.

(٢) هربـرت ريـــد : التربية عن طريق الفن – ترجمة : عبد العزيز جاويد ، الهيئة المصرية العامة للكتاب ،القاهرة ، ١٩٩٩، صـ ٤٤

وإذا كان الفن المصرى القديم فن نشأ فى إطار العقيدة المصرية القديمة ، فقد أقام فنان ذلك العصر نوعيات فنونه المختلفة على أساس رياضى هندسى ظهر جلياً فى بناء المعابد والمقابر. كذلك يتضح هذا الفكر التشكيلى الهندسى فى التشكيلات المسطحة التى تحتوى على نوعيات مختلفة من الأشكال التمثيلية أو الوحدات الهندسية المجردة فى تنظيمات جمالية كإستخدام الزوايا القائمة أو غير القائمة وإستخدام الأشكال الهندسية كالدوائر والمربعات والمستطيلات والخطوت المستقيمة والمنكسرة وذلك فى كتاباته وتشكيلاته المصورة."كما يوجد فى التشكيلات المصرية القديمة استخدامات تشبه الخداع البصرى فقد ذكر أفلاطون أنه أعجب بالتصوير الذى وجده فى آثار قدماء المصريين لأنه كان يعتمد على النسب الرياضية والهندسية المعبرة عن حقيقة الأشياء."[١]

ويمكن ملاحظة النظم الرياضية فى الفنون الكلاسيكية أو الفنون اليونانية القديمة من خلال منطق فنان ذلك العصر الذى استطاع الوقوف على قوانين العالم المرئى من خلال تلك النظم التى ظهرت فى شكل من الوحدات المكررة ." ويمكن استعراض القوانين التى تسنى للفنان الإغريقى معرفتها برؤية الوحدات المكررة التى وصل فيها إلى نوع من التجريد ، ابتعد فيه عن مجرد الأحساس بمظاهر الطبيعة إلى التوصل إلى قوانينها الرياضية الكامنة فيها ."[٢]

" والفن مهما تعددت مجالاته المختلفة يتكون من وحدات وعناصر مرئية ( Visual elements) يمكن أن تكون نقطة أو خط أو مساحة أو ملمس "[٣] ، ومما سبق نجد أن أى عمل فنى يعتمد تصميمه على عدد من المفردات التى يختارها الفنان بما يراه محققاً للهدف الذى يسعى لتأكيده ، ثم يقوم بتوظيف العناصر والتعامل معها تشكيلياً بأسلوبه الخاص للتعبير عما يريده ، ومهما اختلف الفنانون فى اختيارهم لمفرداتهم التشكيلية وتباينوا فى أساليب التعامل معها من خلال ما يقدمونه من فن ، فإن هذه المفردات لا تفقد صلتها من قريب أو من بعيد بأصولها الواقعية ، فهى ليست وليدة الفراغ ، بل تنتمى إلى العالم المرئى منبع الإلهام عند كل فنان . ذلك العالم الذى يضم بين مكوناته كماً لا نهائياً وهائلاً من المفردات التى تتسم بتنوعها الشديد . وبالتالى يتضح مدى الترابط بين العناصر الطبيعية والفنان .

حيث توجد المواد فى الطبيعة على هيئة شكل أو نظام خاص أو نمط ( فراكتال ) ، ففى حالة خطوط مياه الأنهار أو حركة السحب يتولد النظام بالصدفة وبالتالى يصبح جمالها فى ذاتها دون مقارنتها بغرض وظيفى ، أما الفنان فيفضل تنظيم إبداعه على أساس اختياره وارادته فيقوم بترتيب الصفات الحسية للاشياء فى نموذج من العلاقات التشكيلية واللونية ، بطريقة متوحدة تلفت انتباه المتذوق بسهولة وبدون تكلف ، وهذا الترتيب هو ما يطلق عليه النمط الهندسى

(١) أميرة حلمى مطر : فلسفة الجمال ، المكتبة الثقافية ، القاهرة ، ١٩٩٢ ، صـ٤٧.

(٢) محمد أحمد سلامة : نظم متوالية الأشكال الهندسية كمدخل لتدريس التصميم ، رسالة دكتوراه غير منشورة ، كلية التربية النوعية ، جامعة القاهرة ، ٢٠٠٦ ، صـ ٤.

(٣) عبد الفتاح رياض : التكوين فى الفنون التشكيلية ، دار النهضة العربية ، القاهرة ، ٢٠٠٠، صـ ١٦.

( الفراكتال ) والتى قد يستخدمها الفنان فى تنفيذ أعماله دون ادراك منه لطبيعة أو انواع هذه المنظومات .

## مشكلة البحث

**مما سبق يرى البحث :**

١. فمن خلال قيام الباحثة بتدريس مادة الأشغال الفنية لاحظت ندرة إستخدام المنظومات الهندسية( الفراكتال ) وتوظيفها لعمل مشغولات فنية تتناسب ومتطلبات العصر .

٢. ضرورة الإستفادة من النمط الهندسى ( الفراكتال ) بمادة الأشغال الفنية التى تعتمد فى المقام الأول على اتاحة فرص التجريب الحر من خلال التوليف بين الخامات بما يتلائم ومتطلبات العصر.

وفى ضوء ذلك يسعى البحث الحالى إلى الإجابة على التساؤل الرئيسى التالى :-

كيف يمكن استحداث صياغات تشكيلية لمشغولات فنية بإستخدام النمط الهندسى (الفراكتال) ؟

## هدف البحث

إيجاد مداخل لصياغات تشكيلية للمشغولات الفنية مستمدة من أسلوب الفراكتال.

## أهمية البحث

**يمكن تحديد أهمية البحث فى النقاط التالية :-**

١. إتاحة فرص التجريب كمدخل لإستخدام النمط الهندسى (الفراكتال) لعمل تصميمات لمشغولات فنية .

٢. الاستفادة من النمط الهندسى ( الفراكتال ) لصياغة مشغولات فنية معاصرة .

٣. تحقيق التواصل بين مجال الأشغال الفنية وإحدى مجالات العلوم الطبيعية .

## فرض البحث

١. يمكن الإستفادة من النمط الهندسى ( الفراكتال ) فى استحداث صياغات تشكيلية معاصرة للمشغولة الفنية .

## حدود البحث

**تقتصر البحث على :-**

١. دراسة النمط الهندسى ( الفراكتال ).

٢. تنفيذ مشغولات فنية بأسلوب النمط الهندسى (الفراكتال) من خلال التجربة الذاتية للباحثة.

٣. الخامات المستخدمة مثل ( الجلود - المعادن - الأسلاك والشرائح المعدنية . القماش ) وما يلائمها من التقنيات.

## مصطلحات البحث

### ١ـ النمط الهندسى (الفراكتال Fractal ) :

**التعريف اللغوى :**

يعرف القاموس كلمة فراكتال على أنها شكل هندسى أو منحنى لكل جزء نفس الصفات الإحصائية للشكل الكلى ( صفة ) ما يتعلق بهذه الأشكال. كما أن كلمة فراكتال تأتي من " الكلمة اللاتينية (Fiactious) وتعني تكسير أو تفتيت ، وهي تصنف مجموعات غير عادية من الخطوط والنقط والتعرجات ، وللكلمة شقين الأول وهو الفراكتلات الطبيعية وهي الأشكال والأشياء المرتبطة بالطبيعة والمرتبطة بالعلوم، والثاني في الرياضيات والذي يهتم بدراسة مجموعة الفراكتلات التي غالباً يكون لها جذور في نظرية الفوضى (Chaos theory) "[١].

كما يمكن تعريف الفراكتالات رياضيا على" أنها دوال متتابعة لمتغيرات حقيقية لكنها غير قابلة للإشتقاق فى أى نقطة ومن خصائصها أن أى جزء منها مهما كان صغيرا يشبه الشكل الكلى ، وهى أشكال تتألف من عناصر مماثلة للشكل الكلى ".[٢]

الفراكتال " نظرية وضعها علماء الرياضيات مع نهاية القرن التاسع عشر بهدف تتبع الظواهر الطبيعية أوالبشرية " [٣] ومع تطور النظرية ظهرت اكتشافات جديدة وأصبحت دراسة الفراكتالات علما يصب فى فروع العلم ( كالطب . الكيمياء . الفيزياء . الأحياء . الهندسة . الفنون .. )

كما أصبحت الأشكال الفراكتالية مدخلا تجريبيا واتجاها تعبيريا وسمة ابداعية فى مجال الفنون البصرية. وتنقسم الفراكتالات الى قسمين (الفراكتال المنتظم . الفراكتال الغير منتظم ).

### ٢ـ الصياغات التشكيلية ( Plastic formulations ) :

"هى محاولة لإيجاد الهيئة المناسبة للفكرة فهى عملية لإحكام العلاقات المناسبة لهذه الفكرة وإحكام هذه العلاقات يتطلب التحرك بعناصر التكوين لأنسب وضع." [٤]

### ٣ـ المشغولات الفنية ( Handicrafts) :

---

(1)- Addison, Paul S "Fractal design ", Congress, QD139, 2000, p6.":

(٢)محمد احمد سلامة : مرجع سابق ، صـ ١٤٢.

(٣) - محمد حافظ الخولى ، محمد أحمد سلامة : التصميم بين الفنون التشكيلية والزخرفية ، مكتبة نانسى ، دمياط ٢٠٠٧ ، صـ١٤٠ .

(١) - محمود البسيونى : العملية الإبتكارية ، عالم الكتب ، القاهرة ، ١٩٨٥، صـ ٦٨.

ان كلمة مشغولة فنية تعنى الاستخدام الفعال والموجه سواء اليدوى أو باستخدام الأدوات للتحكم فى الخامات فى مراحل الانتاج المختلفة ." وبمعنى آخر فهى ناتج لاستخدام طريقة وأسلوب انتاج من خلال تناول الخامات المتعددة ." [١]

## منهجية البحث

**يستند البحث إلى المنهج الوصفى والتحليلى والمنهج التجريبى**

## أولا :- الإطار النظرى -

١. المرتبط بالتحليل والوصف للأعمال التى يتضمنها البحث وذلك من خلال التعرف على النظم والمتواليات الرياضية .

٢. التعرف على النمط الهندسي ( الفراكتال ) ، ونشأته وأنواعه وخصائصه.

(2)- McGraw-Hill "Encyclopedia of word art", London ,vol , vll, 1983, p114.

### ١. المتواليات الرياضية و النظم الهندسية

تنطلق متوالية الأعداد من واحد إلى أكبر عدد يمكن للإنسان تصوره ، أو حتى إلى اللانهاية إذ لا وجود نظرياً لنهاية هذه المتواليات و منذ قرابة عام (١٥٠٠م) صار علماء الرياضيات يتعاملون مع (الأعداد السالبة) أي الأعداد التي تصغر الصفر، و أصبحت متوالية الأعداد تبدأ بالصفر و تسير نحو اللانهاية في كلا الاتجاهين، فهناك لانهاية موجبة و لانهاية سالبة ، و تتعدد أنواع المتواليات فمنها المتوالية العددية و المتوالية الهندسية .

### المتوالية الهندسية والعددية Geometrical and Numerical Sequins

" تعرف المتواليات في علم الرياضيات بأنها تتابع منظم لأرقام أو لكميات أخرى و ناتج مثل هذا التتابع، و يعبر عن المتوالية على النحو التالي

(أ١،أ٢،أ٣، ...أن )، حيث تعبر (أ) عن الأرقام أو الكميات سواء كانت منتظمة أو مختلفة ، أما الأرقام فتعبر عن الحدود ".[١]

و ينتج عن المتواليات العددية و الهندسية ما يسمى (بالمعادلات) و يعد (الخوارزمي*) من العلماء المسلمون الذين عرفوا المعادلة و شاركوا في تأسيس علم الجبر .

وتتعدد المتواليات الرياضية ومن أهمها متوالية فيبوناشى ، وقد اختارتها الباحثة لارتباطها بخصائص التصميمات الفراكتالية ولسهولة تطبيقها ، حيث يمكن الوصول من خلالها لصياغات تشكيلية متعددة.

### متوالية فيبوناشى Fibonacci

متوالية (فيبوناشى)*[٢] الذى إهتم بالتحليل الرقمى للظواهر الطبيعية و أفرد منظومة رقمية تعد من أهم المقدمات الرياضية التى تفسر الظواهر الطبيعية و العلاقات الكونية التى تعتمد على ترتيب متتابع للمنظومة الرقمية وهى (١٣،٨،٥،٣،٢،١،١، الخ) ، وهذه المنظومة عبارة عن سلسلة من الأعداد البسيطة ، تبدأ السلسلة بالصفر يليه العددان واحد واثنان ثم يتم اشتقاق بقية أعداد السلسلة وفقاً للقاعدة البسيطة التالية ، اجمع آخر عددين لتحصل على العدد التالي باستخدام المعادلة التالية .

---

(١) . ديفيد برغادينى : الرياضيات. ترجمة. نجاح قدوره ، سلسلة تبسيط العلوم ، وزارة الثقافة ، دمشق ،صـ٩.

* (الخوارزمى ) هو أبو عبد الله محمد بن موسى الخوارزمي القرطبلي ( ٧٨١ – ٨٤٧) ، عالم مسلم عراقي ،يكنى باسم الخوارزمي وأبو جعفر. ويعتبر من أوائل علماء الرياضيات المسلمين حيث ساهمت أعماله بدور كبير في تقدم الرياضيات.

❖ ليناردو بيزا Leonard of Pisa (١١٧٠- ١٢٥٠ ثم أطلق عليه اسم فيبوناشي بعد وفاة والده وهو مشتق من filius Bonacciوتعني ابن بوناشي. وتعلم على يد عظماء الرياضيين المسلمين آنذاك وأخذ عنهم النظام العربي الهندي في الأعداد (وهو نظام عشري) ثم نشر هذا النظام في أوروبا من خلال كتابه Liber Abaci والذي احتوى أيضا على متتابعة الأعداد التي اشتهر بها وحملت اسمه (أعداد فيبواناشي) .

2( So-called Fibonacci numbers in ancient and medieval India.", Parmanand, Singh :"The) – Historia Mathematica, 1985, P 57.

(١) "Fn = Fn-1 + Fn-2 "

وبشكل مبسط يمكن فهم متتالية فيبوناتشى كالتالى : إذا كان لدينا رقمين ١ و ٢ ، كل عدد تال سيكون مجموع العددين السابقين.

١

١

٢

٣ = ٢ + ١ وبتطبيق المعادلة السابقة يكون ٣(Fn) و ٢(Fn-1) و ١(Fn-2) .

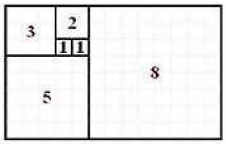
٥ = ٣ + ٢

٨ = ٥ + ٣

١٣ = ٨ + ٥

٢١ = ٨ +١٣

٣٤ = ٢١ + ١٣ وهكذا.




شكل رقم (١- أ) متوالية فيبوناشى

شكل رقم (١- ب) الحلزون

ويعتبر الحلزون أحد أوضح الأمثلة الطبيعية لهذه المتتالية

المصدر: www.fotosearch.com

كما بالشكلين (١- أ) ، (١- ب) .

ولقد طور فيبوناشى نظرية النسبة الذهبية التى تدخل فى البناء التركيبى للأشكال الحلزونية الموجودة بصور مختلفة كأساس نظامى فى عناصر الطبيعة ، كما فى زهرة عباد الشمس حيث تصطف بذورها فى اتجاهات حلزونية تبدأ من المركز و تتجه الى المحيط فى كلا الاتجاهين إحدهما مع عقارب الساعة و الآخر بالعكس ، و قد استفاد من هذا النظام البنائى لزهرة عباد الشمس شكل (١) كثير من الفنانين التشكيليين وبخاصة فنانى الخداع البصرى و منهم (* Games Fraser, 2002 ) كم هو مبين بالشكل (٢) .

### ٢. ماهية الفراكتال Fractal

هناك العديد من الظواهر الطبيعية (كالتسرب والانتشار والنفاذية ) ، وهي ظواهر ذات بنيات ونظم هندسية منتظمة أو غير منتظمة ، وهى تختلف من حيث الشكل وديناميكية التفاعل ،" تلك الظواهر الطبيعية قادت العلماء نحو دراستها للتعرف على نظمها وبنياتها المختلفة مما أدى

(3)ـ www.mathworld.wolfram.com/FibonacciNumber.html

* (Games Fraser ) وهم مصمم دوامة فريزر ( الوهم البصري ) وهو عالم نفس بريطاني .

إلى التعرف على نظم هندسية جديدة أطلق العلماء عليها مصطلح الأشكال الجزئية أو الكسرية أو الفراكتالات." [1].

### ٣. نشأة الفراكتال

لقد اكتشفت المنظومة المسماة حاليا فركتلات ودرست قبل زمن بعيد من إطلاق هذه التسيمة عليها،" فإشارة ماندلبروت* ذاته إلى فكرة (التشابه الذاتي ) تعد تطويرا قام به الفيلسوف ليبنز** الذي تعمق في دراسة تفاصيل هذه المنظومة ، عام ١٨٧٢، أوجد كارل ويرستراس***مثالا لدالة ذات خاصة غريبة، ذلك أنها تستمر في كل مكان ولا يمكن تمييزها في أي مكان، إن مخطط هذه الدالة يدعى حاليا فركتال ، وفى عام ١٩٠٤ وقدم هيلغي فان كوخ**** تعريفا ذو مضمون هندسي أكثر لدالة مشابهة تدعى حاليا ندفة ثلج كوخ " [2].

" لقد عمل ماندلبروت على استقصاء التشابه الذاتي ، حيث تجلى ذلك في بضعة أبحاث نشرها مثل (كم طول ساحل بريطانيا ؟ التشابه الذاتي الإحصائي والبعد الفراكتالي ) ، وقد بنى عمله على الأعمال السابقة لكلا من لويس فراي***** و ريتشاردسن******. تمكن ماندلبروت من اكتشاف صلات قوية بين نتائج رياضية لطالما اعتبرت أنها لا مترابطة سابقاً بفضل اعتماده وبشكل كبير على مقاربة مرئية.

وفى عام ١٩٧٥، صاغ ماندلبروت كلمة فركتل( fractal ) للدلالة على منظومات ذات تشابه ذاتي ، لا تمتلك بعدا محددا وقد اشتق كلمة فركتل من الكلمة اللاتينية (fractus) والتي تعني (مكسور) أو (غير نظامي ) وليس من كلمة (fractional) والتي تعني كسري كما يظن الكثيرون، مع العلم أن هذه الأخيرة يعتقد أنها مشتقة أيضاً من كلمة (fractus) اللاتينية. لدى استخدام المرئيات الحاسوبية في مجال الهندسة الكسيرية، ظهرت براهين مرئية سرعان ما ربطت

---

(١) - عادل عبد الرحمن أحمد: نظرية الفراكتالز بين البعد العلمى والمنظور الابداعى، بحث منشور ، مجلة بحوث فى التربية الفنية والفنون، كلية التربية الفنية – جامعة حلوان، العدد١١، ابريل ٢٠٠٤ ،ص ١٠٦.

* (بنْوا ماندلبروت Benoît Mandelbrot) (١٩٢٤ - ٢٠١٠)، هو عالم رياضيات فرنسي ، معروف أنه رائد الهندسة الكسيرية Fractal engineering.

** ليبنز عالم ألماني يعزي إليه وإلى نيوتن علم التفاضل والتكامل.

*** كارل تيودور ويليام ويرستراس (Weierstraß) ، (١٨١٥ - ١٨٩٧) رياضيا ألمانيا و عادة ما يشار إليه كأب التحليل الرياضي العصري.

**** نيلز فابيان هيلج فون كوخ (١٨٧٠- ١٩٢٤) عالم الرياضيات سويدى الأصل وهو الذي أعطى اسمه للشهير منظومة فراكتالية والمعروفة باسم ندفة ثلج كوخ .

**(1) - Mandelbrot, Benoît B. The Fractal Geometry of Nature. New York: W. H. Freeman and Co., 1982. p:69.**

***** لويس فراي ريتشاردسون عالم فرنسى اهتم بدراسة الظواهر الجوية رياضيا. ووصف كيف طبق قوانين حركة الموائع والحرارة والطاقة الحركية ،الثرموديناميك على عناصرالغلاف الجوي .

****** أوين ريتشاردسون (١٨٧٩ - ١٩٥٩) عالم فيزياء بريطاني وبروفسور في جامعة برنستون بين عامي ١٩٠٦ و ١٩١٣، حصل على جائزة نوبل في الفيزياء .

العديد من مجالات الرياضيات والعلوم بشكل غير مسبوق، تحديداً في حقول الديناميكية اللاخطية و نظرية الشواش "[١] .

### ٤. تعريف الفراكتال

لقد توصل العلماء في السبعينيات من القرن العشرين إلى مكون رياضي جديد في الهندسة وأطلق عليه هندسة الفراكتال كما أسماه بذلك ماندیلبورت الذي حدد لها مجموعة من المسلمات التي يمكن أن تختص بها الأشكال الفراكتالية دون غيرها في الأنساق الهندسية. فهندسة 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 ترتبط وبشكل كبير بالعالم المحيط بنا.

يعرف الفراكتال في القاموس الإلكتروني على أنه " نمط هندسي يتكرر على مقاييس تتزايد في الصغر وتؤدي إلى أشكال وأسطح غير منتظمة لا يمكن تمثيلها من خلال خصائص الهندسة الإقليدية"[٢].

"ابتكر ماندیلبروت (Mandelbrot ) كلمة فراكتال (Fractal) لتصف وتشرح العديد من الظواهر الطبيعية وتأتي كلمة فراكتال من الفعل اللاتيني (Franger ) والذي يعني يفتت أو يكسر " [٣]. كما أن كلمة فراكتال تأتي أيضا من " الكلمة اللاتينية (Fiactious) وتعني تكسير أو تفتيت ، وهي تصنف مجموعات غير عادية من الخطوط والنقط والتعرجات .

ويشار إلى ماندیلبروت كمؤسس وواضع خصائص هندسة الفراكتال بالضبط كما أسس إقليدس (Euclid) الهندسة الإقليدية .

ويمكن تعريف الفراكتالات رياضيا على" أنها دوال متتابعة لمتغيرات حقيقية لكنها غير قابلة للإشتقاق فى أى نقطة ومن خصائصها أن أى جزء منها مهما كان صغيرا يشبه الشكل الكلى ، وهى أشكال تتألف من عناصر مماثلة للشكل الكلى أو أنها أشكال تتألف من عناصر مماثلة للشكل الكلى بطريقة ما ".[٤]

لذلك فإن الفراكتال هو هندسة الطبيعة نظراً لارتباطه بالأشياء الطبيعية ، والظواهر الطبيعية. فمما سبق ترى الباحثة أنه يمكن تعريف الفراكتال كالتالى :

الفراكتال هو 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 الطبيعية. فهى تشتمل على ملامح مفهوم اللانهائية و تتميز بخاصية التشابه الذاتى .

---

(1) - Mandelbrot, Benoît , op.cit.: ,p77.
03:00AM (2) -http://www.amazon.com/Electronic-Dictionary/../B00DM/12/1/2020 ,
(3) - http://www.miqel.com/fractals,06/03/2010, 12:45pm.

(١) - محمد حافظ الخولى ، محمد أحمد سلامة : مرجع سابق ، صـ ١٤٢.

### تصنيف الفراكتال

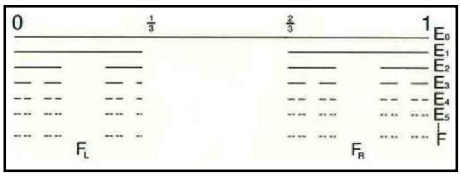
يتم تصنيف الفراكتال الى عدة تصنيفت وهى كالتالى [1] :

### أ . التصنيف الأول

يقسم الفراكتال الى ثلاث مجموعات رئيسية ، ويتم تصنيف هذه المجموعات اعتمادا على طرق توليدها وعلى تعريفها ، وتصنف كالتالى

- **فراكتالات أنظمة الوظائف التكرارية** :

تحتوى هذه المجموعة على قاعدة استبدال هندسى واضحة لكل فراكتال ومثال لذلك ( مجموعة كانتور . سجادة سربنسكى . ندفة ثلج كوخ . منحنى التنين هارتر هايواى) .



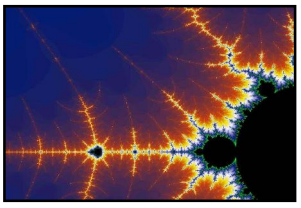

**شكل (٣)**

**مجموعة الثلث الأوسط لكانتور**

**المصدر : Hart, JC, Sandin, DJ, and Kauffman . op sit ,p293**

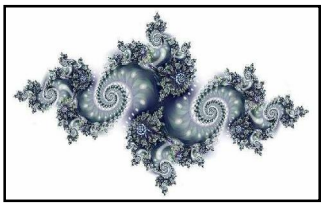
- **فراكتالات الانفلات الوقتى** :

تصنف الفراكتالات فى هذه المجموعة عبر علاقات تكرارية من أجل كل نقطة فى الفراغ كما يتضح فى المستويات المعقدة ومثال على ذلك ( مجموعة ماندلبروت . مجموعة جوليا - فراكتال ليابونوف ).



**شكل (٤)**

**مجموعة ماندلبروت**



**شكل (٥)**

**مجموعة جوليا**

**المصدر: www.fotosearch.com**

- **فراكتالات عشوائية** :

فى هذه المجموعة تتولد الفراكتالات من خلال اجراءات مختارة بشكل عشوائى بدلا من أن تكون محددة .

(2) Peitgen, Heinz-Otto, and Dietmar Saupe, eds : The Science of Fractal Images , New York,Springer-Verlag, 1988. p : 80

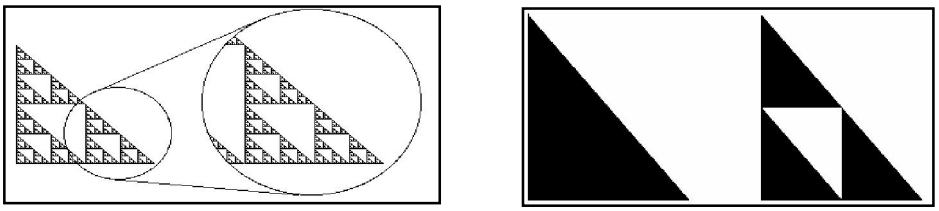
**ب . التصنيف الثانى**

فى هذا التصنيف تقسم الفراكتالات تبعا لخاصيتى التشابه الذاتى والإحصائى وهو كالتالى[1]:

- **التشابه الذاتى** Self- Similarity

ويقصد بالتشابه الذاتى أن أى جزء من الشكل يشبه تماماً الكل ، فإذا أضفنا جزءاً متكاملاً من الأجزاء المتكونة للشكل الفراكتلي، ثم قمنا بتكبيره عدة مرات فإننا في النهاية سنحصل على الشكل الأصلي .

- **تشابه ذاتي متطابق** : ويعد أقوى أنواع التشابه الذاتي ، حيث تبدو الفركتلات ذاتها على أي مقياس تكبير، وهى نوع من الفراكتالات يعتمد على استخدام أنظمة التوابع التكرارية لذلك تكون تكون ذات تشابه ذاتي متطابق .
- **تشابه ذاتي ظاهري** : وهو نمط غير محكم من التشابه الذاتي ، تبدو الفراكتالات متطابقة إلى حد ما (ولكن ليس تماماً) على مقاييس تكبير مختلفة، فتحتوي فركتلات التشابه الذاتي الظاهري على نسخ مصغرة من كامل الفراكتالالأصلى ولكن بأشكال مشوهة، وهى نوع من الفراكتالات يعتمد على استخدام العلاقات التكرارية لذلك تكون تكون ذات تشابه ذاتى ظاهرى وليست ذات تشابه ذاتي متطابق.
- **تشابه ذاتي إحصائي**: ويعد من أضعف أنواع التشابه الذاتي ، حيث تبدو الفراكتالات ذات قياسات رقمية أو إحصائية ثابتة على اختلاف مقاييس التكبير .



**شكل (٦)**

**المصدر :**

**une courbe dont tout point est un point de Sur :W. Sierpiński . ramification ،C. R. Acad. Sci .Paris 160(1915) p. 302-305**

(1) - Peitgen, Heinz-Otto, and Dietmar Saupe, eds .op cit . p:83.

- **خاصية البعد الفراكتلي** Fractal Dimension

فعندما تعرف الفراكتلات على أنها أشكال هندسية تنتج من تطبيق نمط هندسي معين على أحد الأشكال الهندسية عدة مرات، فإن خصائص هذه الأشكال تتمثل في التالي:

" إذا علمنا أنه في علم الهندسة فإن 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 نعرف أن المكعب والاسطوانة والكرة ترسم في ثلاثة أبعاد ، فما هو البعد الفراكتلي ؟

إن الأبعاد السابقة في الهندسة لا تعتبر مناسبة مع تركيب الشكل الفراكتلي حيث تتعدد النقاط والخطوط والأشكال والمساحات"[1] .

فالبعد الفراكتالى هو بعد احصائى نستدل عليه رياضيا والأشكال الفراكتالية التى تعتمد على البعد الفراكتالى تكون أجزائها الصغيرة متشابهة احصائيا مع الشكل الأصلى ولكنها تختلف عنه فى الشكل الظاهرى.

**ج . التصنيف الثالث**

فى هذا التصنيف يقسم الفراكتال الى قسمين فراكتلات منتظمة و فراكتلات غير منتظمة ( عشوائية ) كالتالى :

- **الفراكتال المنتظم** :

وهو فراكتال منتظم ويتميز بخاصية التشبيه الذاتي ، أي أن جزء ما من الشكل الفراكتالى يشبه الشكل بكاملة ، وهذا النوع يمثل في الواقع تركيباً مثالياً لما نجده في الطبيعة (جبال، أنهار ،..) أو في العلوم (بوليمرز ، جليد،..) ،وأقرب مثال لهذا النوع هو شبكة (سجادة سيربنسكى) المثلثية ذات البعدين ، وهى تعد فراكتالية محددة بشكل جيد ، حيث تبدأ بمثلث متساوي الأضلاع، ثم ثلاث مثلثات جنباً إلى جنب ، ثم تكرر العلمية وهكذا

كما ان الفراكتالات المنتظمة تتكون من تراكيب صغيرة وكبيرة اى متنوعة الأحجام ولكنها تتشابه فيما بينها تماما باختلاف عامل التكبير والتصغير، ومثال لذلك المنظومة الفراكتالية المعروفة ( بندفة كوخ الثلجية ) حيث تتكون من مثلثات كبيرة تتراكب على جوانبها مثلثات صغيرة وتتابع المتوالية فكلما ابتعدنا عن المثلث الأصلى صغر حجم المثلات وهكذا ...

- **الفراكتال غير المنتظم** :

" وهو فراكتال غير منتظم (عشوائي ) يتميز بخاصة التشابه الإحصائي ، أي أن جزءاً ما من الشكل يماثل بصورة إحصائية الشكل نفسه وهناك العديد من الأمثلة لمواد فيزيائية تمثل هذا النوع ، حيث تتشكل من مواد صلبة مسامية شفافة تشكل نموذج ذا بنية فركتالية واضحة .

(1) -Daniel Ben - Avraham :op cit , p 44.

وتكون الأجراء الفراكتالية لهذه المنظومة العشوائية متشابهة رياضيا ، ولكن تختلف فى التفاصيل ، وتمثل كثير من الفراكتالات العشوائية أنماطا غير نظامية موجودة فى الطبيعة فعلى سبيل المثال يمكن تمثيل ( الخطوط الساحلية، والجبال، والغيوم بمتوالية هندسية عشوائية ، ونمو النباتات، ومسارات البرق، والتلامس اللزج كانتشار سائل في سائل آخر غير قابل للذوبان فيه مثل الزيت في الماء ).

" وتوضح المحاكاة العددية للفراكتالات العشوائية أنه كان فى الشكل العشوائى منطقتان ذواتا مقاسين مختلفين ، ومن التجمع نفسه فإنهما يظهران إحصائياً بالمظهر نفسه إذا تم تكبير المنطقة الصغرى بنفس مقدار المنطقة الكبرى ." [1]

وتعد منظومة الفراكتالات أسلوبا ملائماً لعمل تبادلات من خلال ظاهرة الانتشار والانتقال والتكرار ، وفكرة التكرار اللانهائي التي تقوم عليها نظرية الفراكتالات تعطى أثار بصرية وعلاقات تشكيلية عضوية لها صفة التنوع وتعدد الاحتمالات مما يدفع للخروج من الأطر التقليدية المألوفة في مجال التعبير البصري والإبداع الجمالي وإضافة أبعاد جديدة للعملية التصميمية تستند إلى المعرفة العلمية .

## ثانيا :- الإطار التطبيقى :

**كما يعتمد البحث على المنهج التجربى :-**

١- اعتمادا على ما توصلت إليه الباحثة فى الإطار النظرى من بعض المداخل الفكرية لأسلوب الفراكتال ، تجرى بعض الممارسات التجريبية بغية التوصل إلى مداخل مستحدثة فى مجال الأشغال الفنية.

٢- استنادا إلى ما يمكن التوصل إليه من نتائج الممارسات التجريبية تجرى الباحثة مجموعة من التطبيقات الذاتية .

٣- توصيف ما توصلت إليه الباحثة من نتائج.

## النتائج والتوصيات:

**يتبع البحث من النتائج والتوصيات.**

**أولا : نتائج البحث :**

١- التأكيد على ضرورة توسيع رقعة البحث العلمى بين الفن والعلوم الطبيعية .

٢- ان التوظيف الفعال للجانب الغير مرئى من الطبيعة يمثل منبعا خصبا لاكتشاف واستحداث مشغولات فنية .

٣- تعد المنظومات الهندسية ( الفراكتال ) مدخلا تجريبيا جديدا يثرى أعمال الأشغال الفنية.

٤- ترتيط المنظومات الهندسية بالعديد من العمليات الرياضية التى تقدم صياغات تتسم بالثراء الفنى .

(1)- Brigg S.J. : Fractals, The pattern of chaos, T&H,Germany,1992 p.136

**ثانيا : توصيات البحث:**

١- ضرورة تحقيق الرؤى التكاملية بين أسلوب الفراكتال والأشغال الفنية

٢- تعميق دراسة النظم الهندسية وربطها بدراسة الفنون عامة والأشغال الفنية .

٣- ضرورة إلقاء الضوء على مردود أسلوب الفراكتال لفهم وتوضيح الجوهر الفلسفى لأعمال التراث.

## مصادر البحث

(١) أميرة حلمى مطر : فلسفة الجمال ، المكتبة الثقافية ، القاهرة ، ١٩٩٢ ، صـ٤٧.

(٢) ديفيد برغادينى : الرياضيات. ترجمة : نجاح قدوره ، سلسلة تبسيط العلوم ، وزارة الثقافة ، دمشق ،صـ٩.

(٣) عبد الفتاح رياض : التكوين فى الفنون التشكيلية ، دار النهضة العربية ، القاهرة ، ٢٠٠٠، صـ ١٦.

(٤) محمد أحمد سلامة : نظم متوالية الأشكال الهندسية كمدخل لتدريس التصميم ، رسالة دكتوراه غير منشورة ، كلية التربية النوعية ، جامعة القاهرة ، ٢٠٠٦ ، صـ ٤.

(٥) محمد حافظ الخولى ، محمد أحمد سلامة : التصميم بين الفنون التشكيلية والزخرفية ، مكتبة نانسى ، دمياط ٢٠٠٧ ، صـ١٤٠ .

(٦) محمود البسيونى : العملية الإبتكارية ، عالم الكتب ، القاهرة ، ١٩٨٥، صـ ٦٨.

(٧) هربرت ريد : التربية عن طريق الفن – ترجمة : عبد العزيز جاويد ، الهيئة المصرية العامة للكتاب ،القاهرة ، ١٩٩٩، صـ ٤٤ .

(8) - Mandelbrot, Benoît B. The Fractal Geometry of Nature. New York: W. H. Freeman and Co., 1982. p:69.

(9) - McGraw-Hill "Encyclopedia of word art", London ,vol , vll, 1983, p114.

(10 -Parmanand, Singh :"The So-called Fibonacci numbers in ancient and medieval India.", Historia Mathematica, 1985, P 57.

(11) - Rieasw, D.: "Art and science", studio vista, London, 1972, p.48.

(12) http://www.amazon.com/Electronic-Dictionary/../B00DM/12/1/2020 , 03:00AM.

(13) -www.mathworld.wolfram.com/FibonacciNumber.

(14) -http://www.miqel.com/fractals,06/03/2010, 12:45pm.