Art and Architecture Journal (2024) 5, (2) 268–281

ISSN : 2805-2838 (Print) ; 2805-2846 (Online)
Art and Architecture Journal
Available online at : https://aaj.journals.ekb.eg/

Name **DaliaMohamed Mekky**

Position Lecturer At Décor Department
Faculty of Art and Design,
Pharos University Alexandria

E-mail :
Dalia.mekky@pua.edu.eg

Title :The role of intellectual and philosophical concepts of fractal geometry in developing interior design

ABSTRACT:

Fractal geometry is considered one of the structural patterns that depends on the use and application of generative and iterative designs on several levels, the most prominent of which is self-similarity. It can be regarded as one of the design movements that blends philosophy and mathematics and offers the notion of a close relationship between creative design and nature. Fractal geometry aim to achieve creativity and development in interior design through the use of repetitive and complex patterns such as composition through repetition and similarity on several levels, which allows designers to deviate from the norm and create interior designs based on the use of fractal patterns. by repeating patterns consistently on multiple levels that rely on gradation and repetition in scales, gives the interior spaces movement and rhythm to make them appear more dynamic and adds diversity. This led to the creation of fractal designs, which have been used throughout history in various Islamic architectural structures, interior spaces, and furniture pieces made of a variety of materials.

The research discusses the concept of fractal geometry and its most important features and characteristics, which played a major role in the development of interior design The research also deals with the beginning of the emergence of fractal architecture inspired by nature and its development throughout history, beginning with Gothic churches and Islamic architectural structures. Furthermore, there are additional design trends and styles that rely on fractal designs, which are dynamic. The goal of the study is to clarify how the digital revolution and computer programs affected the design process, resulting in the creation of fractal interior spaces that are unusual and challenging to achieve using conventional design techniques. Using digital manufacturing and production mechanisms to create fractal designs that aim to meet sustainability standards and enhance indoor space is necessary when establishing fractal designs

Keywords:
Fractal geometry -Generative designs- self-similarity-creative design

Art and Architecture Journal (2024) 5, (2) 268–281

ISSN : 2805-2838 (Print) ; 2805-2846 (Online)
Art and Architecture Journal
Available online at : https://aaj.journals.ekb.eg/

دور المفاهيم الفكرية والفلسفية للهندسة الكسورية في تطوير التصميم الداخلي

The role of intellectual and philosophical concepts of fractal geometry in developing interior design

داليا محمد مكي
المدرس بقسم الديكور.
كلية الفنون والتصميم - جامعه فاروس بالاسكندرية

Dalia Mohamed Mekky
Lecturer at Décor Department
Faculty of Art and Design, Pharos University Alexandria

Dalia.mekky@pua.edu.eg

المخلص :

تعتبر **الهندسه الكسورية** احد الأنماط البنائية التي تعتمد علي استخدام وتطبيق التصميمات التوليديه والتكراريه علي مستويات عدة من أبرزها التشابه الذاتي ويمكن اعتبرها احد الاتجاهات التصميمية والتي تدمج بين الرياضيات والفلسفة وتطرح فكرة الارتباط الوثيق بين الطبيعة والتصميم الابداعي .

فأن الهندسة الكسرية تسعي الي تحقيق للإبداع والتطوير في التصميم الداخلي من خلال استخدام الأنماط المتكررة والمعقدة في تكوين وابتكار تصميمات عبر التكرار والتشابه علي عدة مستويات والتي تتيح للمصممين الخروج عن المألوف وابتكار تصميمات داخلية تعتمد علي استخدام الأنماط الكسرية والتي تنتج حركة وايقاع في الحيز الداخلي ليبدو اكثر **ديناميكية** و يضفي تنوع على الحيزات الداخلية من خلال تكرار الأنماط بشكل متناسق على مستويات متعددة تعتمد علي التدرج في المقاييس و لقد ظهرت التصميمات الكسورية وتجلت عبر التاريخ في بعض الهياكل المعمارية الإسلامية والحيزات الداخلية وقطع الاثاث والتي تم تنفيذها باستخدام خامات متنوعه.

ويناقش البحث **مفهوم الهندسه الكسورية وأهم سماتها وخصائصها** والتي كان لها دور كبير في تطور التصميم الداخلي كما يتناول البحث بدايه ظهور العمارة الكسورية و المستوحاه من الطبيعه و تطورها عبر التاريخ بدايه من الكنائس القوطيه و الهياكل المعمارية الاسلاميه وغيرها من الطرز والاتجاهات التصميميه التي تعتمد علي التصميمات الكسورية والتي تتسم بالديناميكية ويهدف البحث الي القاء الضوء على اثرالثورة الرقميه وتطبيقات الحاسب الآلي في العمليه التصميميه والتي ساهمت في إنتاج حيزات داخليه كسوريه ذات طبيعيه خاصه ومتفردة يصعب الوصول إليها بطرق التصميم التقليدية حيث يتطلب تنفيذ التصميمات الكسرية الاعتماد على استخدام تقنيات التصنيع والتنفيذ الرقمي حيث يتم استخدام آليات التصنيع والإنتاج الرقمي لإنتاج تصميمات كسورية تسعى الي تحقيق معايير الاستدامة وزيادة كفاءة الحيزات الداخلية.

الكلمات المفتاحية :
الهندسه الكسورية - التصميمات التوليديه - التشابه الذاتي - التصميم الابداعي- الثورة الرقمية .

Art and Architecture Journal (2024) 5, (2) 268–281

ISSN : 2805-2838 (Print) ; 2805-2846 (Online)
Art and Architecture Journal
Available online at : https://aaj.journals.ekb.eg/

١ـ المقدمة :

تتعدد الظواهر الطبيعية في الكون وذلك باختلاف مقاييس الملاحظة المكانية والزمنية و لذا يُعتبر إيجاد الروابط بينها إنجازًا علميًا حيث يهدف إلى تحقيق و ملاحظة دقيقة لأعماق الطبيعة وأنماط ظهورها. ومن امثلة النظريات التي تدرس الظواهر الطبيعية "النظرية الكسورية" التي تمكنت من الربط بين العديد من الظواهر المختلفة وكشفت عن العديد من القواسم المشتركة بين الرياضيات والعلوم. وقد أسهمت هذه النظرية في تغيير مسار النمذجة الحسابية للطبيعة. فأن الهندسة الكسورية هي نمط بنائي يعتمد على التصميمات التوليدية والتكرارية مع التركيز على مفهوم التشابه الذاتي و تجمع بين الرياضيات والفلسفة حيث تعكس العلاقة بين الطبيعة والتصميم الإبداعي و تهدف إلى تعزيز الإبداع في التصميم الداخلي من خلال استخدام أنماط متكررة ومعقدة مما يسمح للمصممين بابتكار تصميمات ديناميكية ومتنوعة. تظهر هذه الأنماط في الهياكل المعمارية الإسلامية وفي المساحات الداخلية وقطع الأثاث(**زينب أبوالحمد ٢٠١٧**)

يتناول البحث مفهوم الهندسة الكسورية وخصائصها التي ساهمت في تطور التصميم الداخلي مستعرضًا نشأة العمارة الكسورية المستوحاة من الطبيعة وتطورها عبر العصور بدءًا من الكنائس القوطية إلى العمارة الإسلامية وأنماط تصميمية أخرى و يسلط البحث الضوء على تأثير الثورة الرقمية وتطبيقات الحاسوب في التصميم مما يتيح إنتاج حيزات داخلية كسورية فريدة يصعب تحقيقها بالأساليب التقليدية. كما يشير إلى أهمية تقنيات التصنيع الرقمي في تنفيذ هذه التصميمات التي تهدف إلى تحقيق معايير الاستدامة وزيادة كفاءة المساحات الداخلية من خلال تطبيق الظاهرة الكسورية في الرياضيات بطرق متعددة مثل تحليل الدوال الإحصائية والدوال البحتة بالإضافة إلى النمذجة الرقمية للمعادلات التكرارية وتؤكد هذه الحالات على عمق الظاهرة الكسورية في مجالات متنوعة من الرياضيات وفي منتصف السبعينيات من القرن الماضي كان الباحث الفرنسي الشاب (بينوا ماندلبروت) يعمل في شركة الحوسبة «آي بي إم» حيث تخصص في تحليل دوال الضوضاء في أنظمة الاتصالات والأسواق المالية و خلال فترة عمله لاحظ أن هذه الدوال تتسم بخاصية تُعرف بـ (التشابه الذاتي) حيث يتشابه نمط تغير الدالة على المدى الطويل مثل الأشهر والسنوات مع نمط تغيرها على المدى القصير مثل الأسابيع والأيام وذلك من خلال تكرار نمط التغير المميز للدالة على مستويات مختلفة.هذا النوع من التشابه لم يُلاحظ سابقًا وقد اعتمد عليه ماندلبروت في وضع مبادئ الهندسة الكسورية التي استخدمها فيما بعد لوصف تعقيد (هندسة السطح) للعديد من مكونات الطبيعة مثل التكتلات البخارية التي تشكل السحب وأنماط تفرعات الأنهار والأسطح الوعرة للجبال. ومن امثلتها **كسوريات الأنظمة الحيوية و التكامل الكسوري و الكائنات وحيدة الخلية ببنية كسورية ذات نمط مُحدد مثل العفن الغروي (Slime Mold) يعتبر من الكائنات وحيدة الخلية ببنية كسورية ذات نمط مُحدد و التكامل الكسوري Fractal Calculus والذي** يوضح القوى الفيزيائية الكامنة وراء ظهور تلك الهياكل في غالبية الأنظمة الغير الخطية بهدف الوصول إلى نظريات أشمل قد تُغير فهمنا تجاه العلم الحديث ويمكن ان نلاحظها في الكثير من الظواهر الطبيعية .

٢ ـ مشكلة البحث

قلة الدراسات التي تسلط الضوء علي الاتجاهات التصميمية المتعلقة بالنظريات الكسورية واثرها في تطوير عملية التصميم ويجيب البحث علي عدة تسأولات اهمها : ماهي التصميمات الكسورية تعريفتها وانواعها وخصائصها وكيفية تطبيقها في التصميم الداخلي .

٣ـهدف البحث

يهدف البحث إلى إدخال النظريات الكسورية كمفاهيم جديدة تحقق الديناميكية في التصميم وذلك من خلال استعراض توضيحي لبعض دراسات الحالة الكسورية في التصميم و تعريفتها وانواعها ويناقش البحث طرق ربط و دمج التصميمات الكسورية في تصميمات المعمارية والداخلية ويوفر فرصًا لفهم متعمق للطبيعة المعقدة للتصميم الكسوري بشكل عام من خلال توضيح الخصائص الأساسية والسمات الجمالية المترتطبة بالهندسة الكسورية .

٤ـفروض البحث

الهندسة الكسورية تمثل أسلوبًا تصميميًا يعتمدعلى التكراروتتميز بمرونتها وامكانية تطبيقها من خلال مختلف المستويات التصميمية ويتيح هذا الأسلوب إمكانية إنتاج تصاميم غير تقليدية ويساهم في تلبية احتياجات وظائف المبنى بأسلوب جمالي يحقق الديناميكية .

٥ـمنهجية البحث

يتبع البحث المنهج الوصفي التحليلي.

١ـ **المنهج الوصفي:** رصد الاتجاهات التصميمية المتعلقة بالنظريات الكسورية
٢ـ **المنهج التحليلي:** تحليل العناصر الهندسية المرتبطة بالنظريات الكسورية

Art and Architecture Journal (2024) 5, (2) 268–281
ISSN : 2805-2838 (Print) ; 2805-2846 (Online)
Art and Architecture Journal
Available online at : https://aaj.journals.ekb.eg/

٦- بداية ظهورالهندسه الكسورية وتطورها تاريخيا :

اعتبر ماندلبرت كلمة (Fractal) مشتقة من الصفة اللاتينية(Fractos) والتي تطابق الفعل الاتيني (Frangere) بمعني تكسر أو تحطم الشئ الي أجزاء صغيرة غير منتظمة وتعتبر كلمة "fractal"هي اسم لمجموعة متنوعة من الاشكال الهندسيةغير منتظمة ولكنها غير عشوائية يمكن وصفها بالهندسة بالاقليدية حيث يتبع تكوينها منطقا وقاعدة [ii] ،(**رانية محمد امين ٢٠٠٦**).

كما قال بينوا ماندلبروت السُحب ليست كُروية والجبال ليست مخروطية وحدود الساحل ليست دوائر ولُحاء الأشجار ليس أملسَ والبرق لا ينتقل في خط مستقيم

ظهرت أنماط الهندسه الكسورية الرياضية في نهاية القرن السابع عشر وتطورت هندسيأو أطلق عليها اسم "المنحنيات ذات التشابه الذاتي" و اختلفت هذة الانماط عن الأشكال الهندسية الإقليدية وخطوطها المستقيمة إذ تتميز بمنحنياتها الناعمة ذات المحيط اللانهائي وتجلت في تصميم المعابد الهندوسية والكنائس القوطية و بعض القرى الافريقية المتماثلة ذاتيا[iii](**محمد عسل ٢٠١٥**)

٧ -المفاهيم الفكرية للهندسه الكسورية

٧-١-الكسوريات الرياضية :

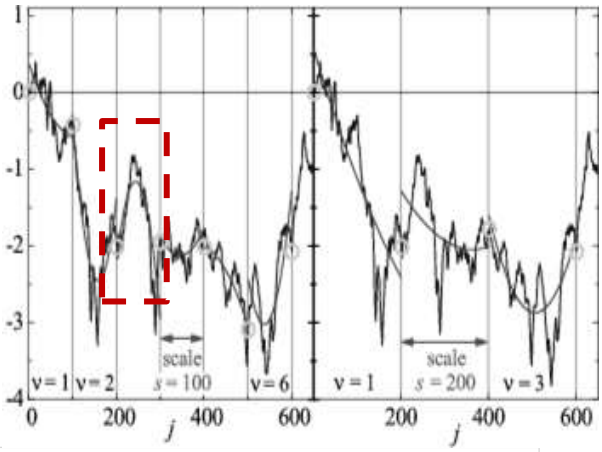
تظهر الظاهرة الكسورية في الرياضيات بطرق متعددة مثل تحليل الدوال الإحصائية والدوال البحتة بالإضافة إلى النمذجة الرقمية للمعادلات التكرارية مما يبرز ارتباطها العميق بمجالات متنوعة من الرياضيات والظواهر الطبيعية

٧-٢-الدوال الإحصائية الكسورية(شكل١) :

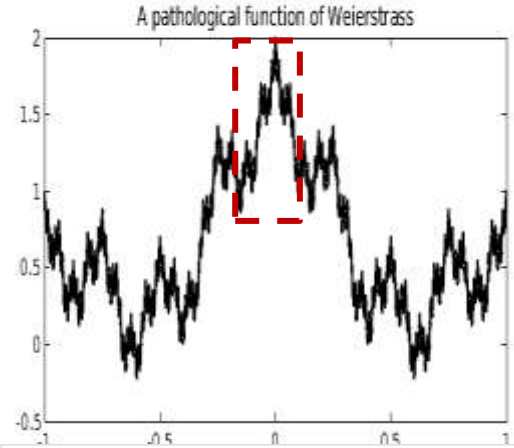
تُعرف الدوال التي تتشابه ذاتيًا على مقاييس مختلفة بشكل تقريبي دون أن تظهر نمطًا مثاليًا من التشابه بأنها دوال ذات تشابه ذاتي. ويطلق على تحليل هذه الدوال اسم "التحليل الكسوري للسلاسل الزمنية" **Fractal Analysis Of Time Series**.

٧-٣-الدوال النظرية الكسورية (شكل٢) :

تُعرف الدوال البحتة بتراكيبها المثالية التي تظهر نمطًا من التشابه الذاتي على أي مقياس تكبير. من أبرز هذه الدوال "دالة فايرشتراس" **Weierstrass function** التي تتكون من زوايا متعرجة متصلة ولا تحتوي على خطوط مستقيمة. عند تكبير أي نقطة فيها تظهر تعرجات جديدة لانهائية. تُعتبر هذه الدوال تحديًا في التفاضل والتكامل حيث إنها متصلة ولكن غير قابلة للاشتقاق عند أي نقطة مما يجعل رسم مماس لأي نقطة مستحيلاً



(شكل١)
يوضح الدوال الإحصائية الكسورية



(شكل٢)
يوضح دالة فايرشتراس" Weierstrass

Art and Architecture Journal (2024) 5, (2) 268–281
ISSN : 2805-2838 (Print) ; 2805-2846 (Online)
Art and Architecture Journal
Available online at : https://aaj.journals.ekb.eg/

٧-٤ - كسوريات الأنظمة الفيزيائية :

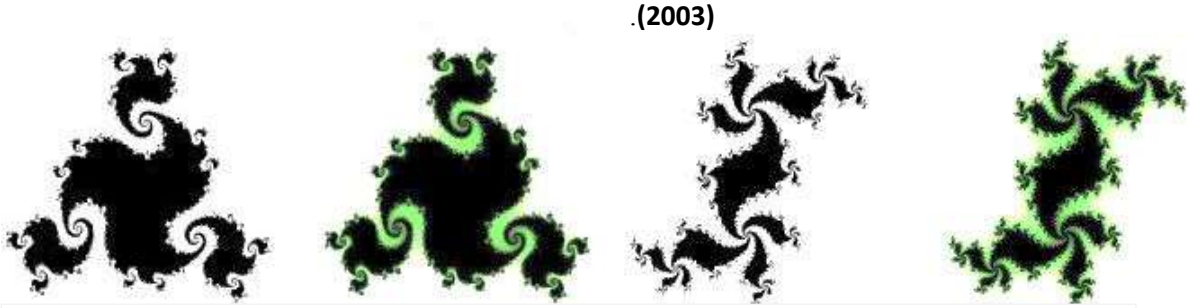
على عكس الكسوريات الرياضية المثالية تُظهر الأنظمة الطبيعية تنوعًا كبيرًا من "الكسوريات الإحصائية"Statistical Fractals وذلك بسبب الدور المركزي للفوضى في تركيبتها. لكن الفوضى المقصودة هنا ليست عشوائية مطلقة بل تشير إلى مفهوم "نظرية الفوضى" حيث تظهر نوع من الانحراف المنظم.

٧-٥ - البُعد الكسوريFractal Dimension:

البُعد الكسوريوضح أن درجة الانحراف يمكن قياسها من خلال مفهوم وهو أسلوب رياضي يهدف إلى فهم مدى تعقيد البنية. فالأشكال غير المنتظمة لا يمكن وصفها باستخدام الهندسة الإقليدية التي تقتصر على الأشكال ذات الأبعاد الصحيحة حيث تُعتبر النقطة بعدًا صفريًا والخط بعدًا واحدًا والمربع بعدين. وبالتالي تقوم الهندسة الكسورية بوصف الأشكال غير المنتظمة باستخدام أبعادها الكسورية التي تقع بين الأبعاد الصحيحة .

٧-٦-الكسيريات الجبرية Algebraic Fractals(شكل3) :

تُعتبر الكسرية مجموعة من العمليات الحسابية التي يمكن إنشاؤها وتكرارها باستخدام معادلات بسيطة أو معقدة. يتطلب الأمر استخدام أجهزة متخصصة لحساب المعادلات حيث يجب أن تتم الحسابات بالأعداد الكبيرة سواء كانت بالآلاف أو الملايين[iv] **Falconer K. (2003)**.



(شكل3)
يوضح مجموعة جوليا والتى تنتج اشكال الفراكتالية كسورية باستخدام المعدلات الجبرية

٨- نماذج الخطوط التصميمية التي ظهرت كنتيجة للنظريات الكسورية :

٨- ١ - منحنى رقائق الثلج لكوش (Koch snow flakes) (شكل4):

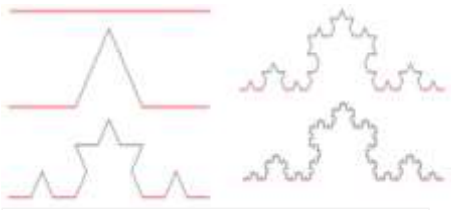
وكلما زادت عدد المثلثات الفرعية التي تشكله زادت قيمة البُعد الكسوري الذي يُستخدم لوصف تعقيده بشكل تدريجي .

٨- ٢ - شكل ليشتنبرج (Lichtenberg Figure) (شكل5):

باستخدام مفهوم البعد الكسوري أصبح بإمكاننا قياس درجة الفوضى في الأنظمة الفيزيائية غير الخطية. يساعدنا هذا المفهوم على سبيل المثال في فهم مدى تقسيم الحدود الساحلية إلى مجموعات من الجزر الصغيرة أو في قياس تعقيد أنماط تفرعات البرق وربطها بالظروف الجوية المحيطة كما يسهم أيضًا في فهم ظواهر التفريغ الكهربائي داخل الأسطح العازلةوالتي تُعرف عادةً بأنماط ليشتنبرج

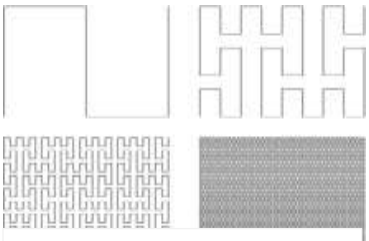
٨- ٣-منحنى بيانوPeano curve (شكل6) :

يُعتبر هذا المنحنى الأول من نوعه الذي يملأ الفضاء في تاريخ التحليل الرياضي وقد تم تعريفه من قبل الرياضي الإيطالي جوزيبه بيانو في عام ١٨٩٠هو منحنى مستو معرف بدالة متصلة وشمولية.



(شكل4)
يوضح منحنى رقائق الثلج لكوش Koch snow flakes)

(شكل5)
يوضح شكل ليشتنبرج (Lichtenberg Figure)



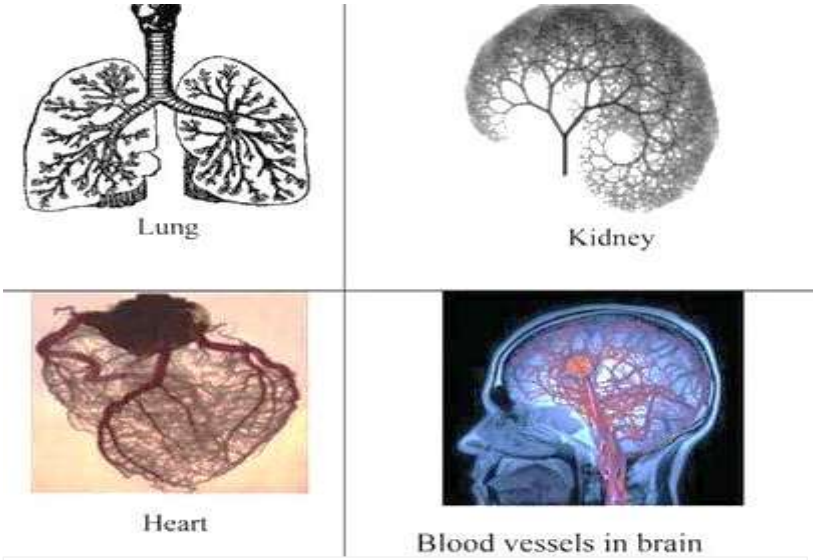
(شكل6)
يوضح منحنى بيانو Peano curve

Art and Architecture Journal (2024) 5, (2) 268–281
ISSN : 2805-2838 (Print) ; 2805-2846 (Online)
Art and Architecture Journal
Available online at : https://aaj.journals.ekb.eg/

٩- المفاهيم الفلسفية للهندسه الكسورية

٩-١-كسوريات الأنظمة الحيوية(شكل٧):
تظهر الظواهر الكسورية في مستويات بيولوجية متعددة سواء على المستوى الخلوي أو العضوي. من أبرز الأمثلة على الكسوريات الحيوية على المستوى العضوي هي تفرعات شبكة الأوعية الدموية في الجسم وتفرعات الشعب الرئوية. وعلى المستوى الخلوي نجد شبكة الاتصالات العصبية بين خلايا المخ. يمكننا استغلال التغيرات في هندسة هذه الأنظمة لفهم كيفية حدوث الأمراض كما أن هذا المفهوم قد يساعدنا في استيعاب آليات التكيف والسلوكيات الحيوية المعقدة.

٩-٢-الكائنات وحيدة الخلية ببنية كسورية ذات نمط مُحدد(شكل٨):
العفن الغروي (Slime Mold) يعتبر من الكائنات وحيدة الخلية ببنية كسورية ذات نمط مُحدد و الذي يتغيّر وفق الظروف داخل بيئته بالإضافة إلى أنواع كثيرة من البكتيريا التي تُظهر نمط التفرعات مثل مُستعمرات بكتيريا القش(*Bacillus subtilis*) التي تتفرع أثناء عمليات النمو أو خلال استكشاف البيئة المحيطة.



(شكل٧)
يوضح الكسوريات الحيوية على المستوى العضوي المتمثلة في تفرعات شبكة الأوعية الدموية في الجسم وتفرعات الشعب الرئوية

(شكل٨)
يوضح وحيدة الخلية العفن الغروي ببنية كسورية

٩-٣- الظواهر الزمنية (Temporal Phenomena) ذات الخصائص كسورية:
مثل سلوك موجات الزلازل التي يمكن تحليل تغيراتها حيث تظهر خصائص كسورية مكانية-زمنية خفية.

٩-٤-التكامل الكسوري Fractal Calculus :
يوضح القوى الفيزيائية الكامنة وراء ظهور تلك الهياكل في غالبية الأنظمة الغير الخطية بهدف الوصول إلى نظريات أشمل قد تُغير فهمنا تجاه العلم الحديث ويمكن ان نلاحظها في الكثير من الظواهر الطبيعية والجغرافيا مثل روافد نهر المسيسبي .

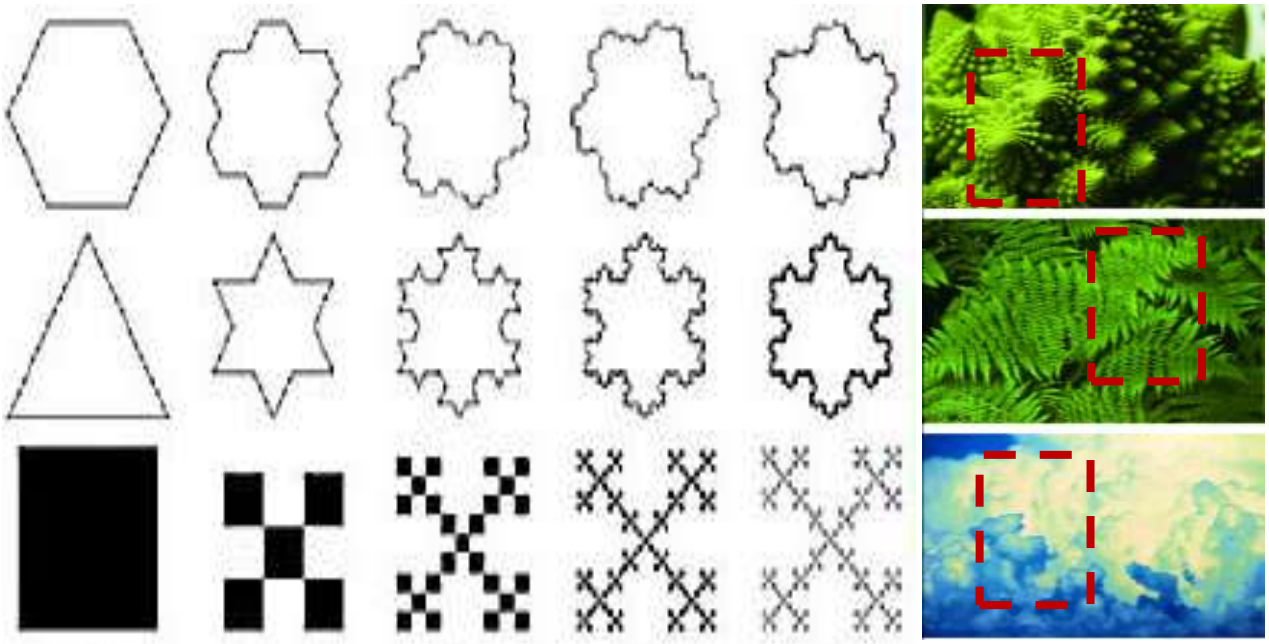
١٠ - تتنوع انماط الهندسة الكسورية في التصميم ويمكن تقسيمها الي :

يتم تقسيم انماط التصميمات الكسورية المستخدمة في العملية التصميمة وفق دراسة ايزيمن الي عده مستويات منها (peter Eisenman,٢٠٠٤)[٧]:
١- التشابه الذاتي self-similarity
٢- التوسع اللانهائي infinite scalability

Art and Architecture Journal (2024) 5, (2) 268–281
ISSN : 2805-2838 (Print) ; 2805-2846 (Online)
Art and Architecture Journal
Available online at : https://aaj.journals.ekb.eg/

١٠-١ - التشابه الذاتي self-similarity (شكل٩)

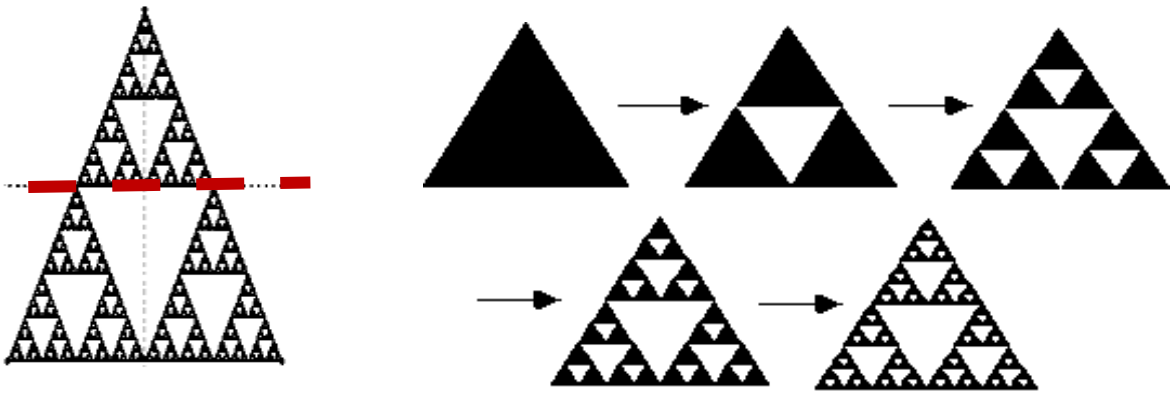
يعتبر التشابه الذاتي خاصية رئيسية في أشكال الهندسة الكسورية المعروفة بالفراكتال حيث يشبه الجزء الكل تمامًا فعند أخذ جزء متكامل من الشكل وتكبيره عدة مرات يمكن الحصول في النهاية على الشكل الأصلي. النقاط غير المنتظمة تحتفظ بتشابهها على مقاييس مختلفة. وبالتالي فإن مفهوم التشابه الذاتي يشير إلى خاصية يتمتع بها الشكل النهائي. (N Sala, 2006)[vi] حيث يحتوي على أجزاء صغيرة منه. هذه الخاصية موجودة في كل مكان في العالم الطبيعي وتظهر في أشكال متنوعة مثل أوراق الأشجار السلاسل الجبلية المجرات والغيم بالإضافة إلى الأنهار والشعب الهوائية في الرئة والأسطح المليئة بالشقوق والتصدعات والكسور في هيكل الكرة الأرضية وغيرها[vii]



(شكل٩)
يوضح التشابه الذاتي وهي خاصية رئيسية في أشكال الهندسة الكسورية المعروفة بالفراكتال حيث يشبه الجزء الكل تمامًا

١٠-١-١ - التشابه الذاتي self similarity وفق هرم سيربنسكي (شكل١٠):

هرم سيربنسكي المكون من شكل كسيري يتشكل من الهرم الذي ينقسم نص ارتفاعه الطبيعي عن طريق وضع خمس نسخ من الهرم متلامسة مع بعضها البعض في الزوايا بشكل تكراري .

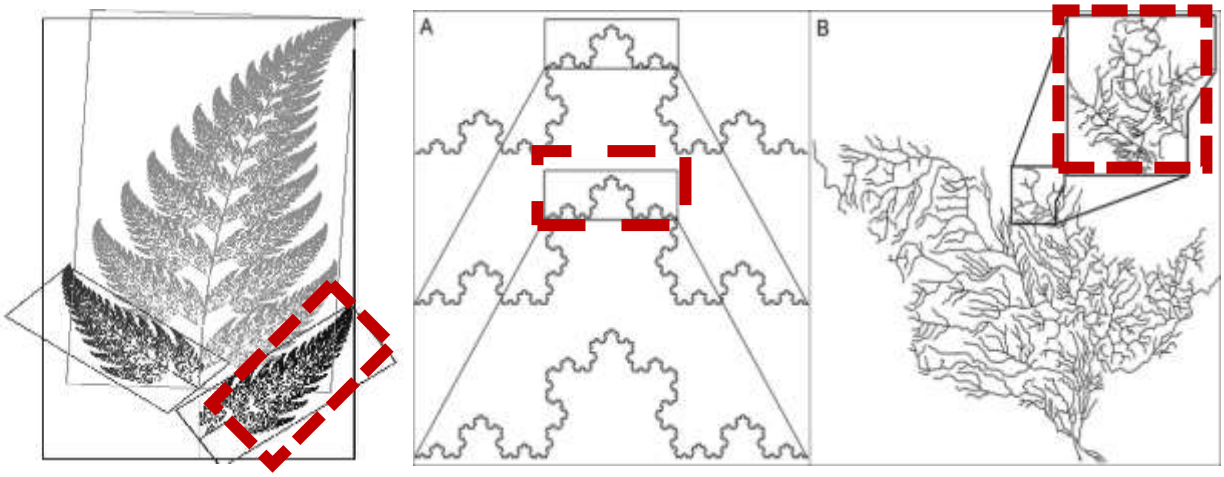


(شكل١٠) يوضح هرم سيربنسكي المكون من شكل كسيري يتشكل من الهرم

Art and Architecture Journal (2024) 5, (2) 268–281
ISSN : 2805-2838 (Print) ; 2805-2846 (Online)
Art and Architecture Journal
Available online at : https://aaj.journals.ekb.eg/

١٠-٢ -التوسع اللانهائي infinite scalability (شكل١١)

هذا النوع من التشابه لم يُلاحظ من قبل وهو ما أسس عليه ماندلبروت مبادئ الهندسة الكسورية التي استخدمها لاحقًا في تحليل تعقيد "هندسة السطح" للعديد من مكونات الطبيعة مثل التكتلات البخارية التي تشكل السحب وأنماط تفرعات الاشجار و الأنهار والأسطح الوعرة للجبال. القاسم المشترك بين هذه الظواهر هو "خشونة" السطح وعدم انتظامه على مقاييس تكبير مختلفة وهو ما تعبر عنه كلمة "كُسوري" (Fractal) تتيح لنا هذه الهندسة قياس "درجة الخشونة" لأي سطح غير منتظم وبالتالي تحديد مدى تشابهه الذاتي على عكس الهندسة الإقليدية التي تقتصر على وصف الهياكل الناعمة والمسطحة مثل الدوائر والخطوط المستقيمة مما يجعلها غير قادرة على وصف هذه الخصائص التكرارية



(شكل١١)
يوضح التوسع الانهائي وهو ما أسس عليه ماندلبروت مبادئ الهندسة الكسورية تفرعات الاشجار و الأنهار

١١ - تتنوع تطبيقات الهندسة الكسورية في التصميم ويمكن تقسيمها الي :

المحور الاول : تطبيق الهندسة الكسورية في التصميمات ثنائية الابعاد .

المحور الثاني : تطبيق الهندسة الكسورية في التصميمات ثلاثية الابعاد .

المحور الثالث : تطبيق الهندسة الكسورية في تصميمات الديناميكية .

المحور الرابع : انتاج تصميمات الكسورية الفراكتالية بواسطة التطبيقات الرقمية .

المحور الخامس : تطبيق النمط الكسوري القياسي Modular Fractal Design في التصميم الداخلي .

Art and Architecture Journal (2024) 5, (2) 268–281
ISSN : 2805-2838 (Print) ; 2805-2846 (Online)
Art and Architecture Journal
Available online at : https://aaj.journals.ekb.eg/

المحور الاول : تطبيق الهندسة الكسورية في التصميمات ثنائية الابعاد :

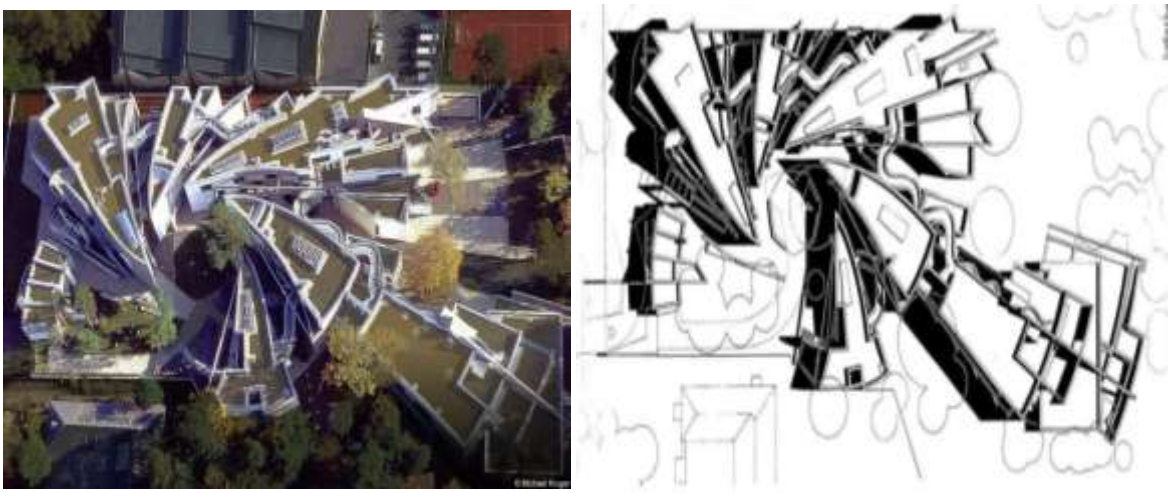
١- نموذج تصميم المسقط الافقي الصالة رقم ٣ في مطار هاربن الدولي بالصين (شكل١٢) :

نموذج تصميم الصالة رقم ٣ في مطار هاربن الدولي بالصين . يعكس التصميم الطبيعة الجغرافية والمناخ السائد في المنطقة بما في ذلك المنحدرات الجبلية والسهول والثلوج الكثيفة. وقد تم تصميم الصالة لتبدو كقطعة ثلج تسقط التي تشبة منحنى رقائق الثلج لكوش (Koch snow flakes):

(شكل١٢)
يوضح تصميم الصالة ٣ مطار هاربن الدولي بالصين لتبدو كقطعة ثلج تسقط التي تشبة منحنى رقائق الثلج لكوش (Koch snow

٢- نموذج تصميم المسقط الافقي مدرسةهاينز جالينسكي شولي برلين، ألمانيا(شكل١٣)[viii]:

تم تصميم المدرسة لأطفال برلين على شكل زهرة عباد الشمس . بدا المسقط الافقي تحليل لزهرة عباد الشمس يحقق النظريات الكسورية من خلال تطبيق مبدا **التوسع الانهائي** حيث ابتكار تصميم أكثر ملاءمة للتخطيط للمدرسة حيث تدور بذورها حول الشمس وتضيء أشعة الشمس جميع غرف المدرسة. مما ترتب علية إجراء حسابات لمدارات الشمس و أشعة الشمس تحقيق معايير الاستدامة وزيادة كفاءة الحيزات الداخلية من خلال الاعتماد علي الاضاءة الطبيعية.



(شكل١٣)
يوضح **التوسع الانهائي** في تصميم المسقط الافقي المدرسة على المستوحي من زهرة عباد الشمس

Art and Architecture Journal (2024) 5, (2) 268–281
ISSN : 2805-2838 (Print) ; 2805-2846 (Online)
Art and Architecture Journal
Available online at : https://aaj.journals.ekb.eg/

المحور الثاني : تطبيق الهندسة الكسورية في التصميمات ثلاثية الابعاد :

١-تطبيق الهندسة الكسورية في تصميم المتحف المصري الكبير The Grand Egyptian Museum ix (شكل١٤):

بفضل موقع المتحف المتميز أمام أهرامات الجيزة تم تصميم واجهته على شكل مثلثات حيث يتجزأ كل مثلث إلى مثلثات أصغر مما يرمز إلى الأهرامات. يستلهم هذا التصميم من نظرية رياضية كسورية تتعلق بمفهوم التقسيم اللانهائي لشكل المثلث.يقع المتحف على مساحة تصل إلى ٥٠٠,٠٠٠ متر مربع حيث تم دمج الخيال والفكر والإبداع لتصميم معماري فريد ومتميز لهذا المعلم الثقافي الكبير

يبدأ مسار الزائر للمتحف المصري الكبير من الدخول عبر طريق القاهرة - الإسكندرية الصحراوي إلى ساحة الدخول الرئيسية وهي ميدان المسلة المصرية التي تمتد على مساحة ٢٧,٠٠٠ متر مربع. أمام الزائر تتجلى الواجهة المهيبة للمتحف المعروفة باسم "حائط الأهرامات" بعرض ٦٠٠ متر وارتفاع يصل إلى ٤٥ متر. ومن هنا يدخل الزائر إلى المبنى الذي يتكون من كتلتين رئيسيتين: مبنى المتحف على اليسار (الجهة الجنوبية) بمساحة إجمالية تبلغ ٩٢,٦٢٣ متر مربع ومبنى المؤتمرات على اليمين (الجهة الشمالية) بمساحة إجمالية تصل إلى ٤٠,٦٠٩ متر مربع. ويربط بين الكتلتين بهو المدخل الذي يضم تمثال الملك رمسيس العظيم. ويتكون المبني من المدخل الرئيسي بمساحة ٧,٠٠٠ متر مربع والذي يحتوي على تمثال الملك رمسيس وخمس قطع أثرية ضخمة. الدرج العظيم بارتفاع يعادل ستة أدوار ويحتوي على ٨٧ قطعة أثرية ضخمة و قاعة الملك توت عنخ آمون التي تضم ٥,٠٠٠ قطعة من كنوز الملك مجتمعة لأول مرة .

(شكل١٤)

يوضح تصميم **المتحف المصري الكبير** على شكل مثلثات حيث يتجزأ كل مثلث إلى مثلثات أصغر مما يرمز إلى الأهرامات. يستلهم هذا التصميم من نظرية رياضية كسورية تتعلق بمفهوم التقسيم والتوسع اللانهائي

Art and Architecture Journal (2024) 5, (2) 268–281
ISSN : 2805-2838 (Print) ; 2805-2846 (Online)
Art and Architecture Journal
Available online at : https://aaj.journals.ekb.eg/

٢- تطبيق الهندسة الكسورية في تصميم مدرسة تيانجين جويليارد[x] Tianjin Juilliard School :

تتكون مدرسة تيانجين جويليارد من أربعة أجنحة متكاملة حيث تضم قاعة حفلات تتسع لـ ٦٩٠ مقعدًا وقاعة موسيقية تتسع لـ ٢٩٩ مقعدًا ومسرح صندوق أسود يتسع لـ ٢٢٥ مقعدًا بالإضافة إلى برامج إدارية وأعضاء هيئة التدريس ومرافق البروفات. تُعتبر هذه الأجنحة حجر الزاوية للحرم الجامعي حيث ترتبط بخمسة جسور مزودة بنوافذ تحتوي كل منها على مستويين من المساحات التعليمية. من الردهة السفلية تضم الجسور ١٢ فصلاً دراسيًا و٢٣ استوديو تعليميًا و٨٦ غرفة تدريب تم تصميمها علي هيئة مجموعة من المثلثات التي تتلاقي عند احد قمم المثلث مكونة حيز داخلي ديناميكي نتيجة لاستخدام التصميمات ذات الخصائص الكسورية

(شكل١٥)
يوضح تطبيق استخدام المثلثات التي تتلاقي عند احد قمم المثلث مكونة حيز داخلي ديناميكي نتيجة لاستخدام التصميمات ذات الخصائص الكسورية والتى تجمع بين التشابة الذاتى و التوسع اللانهائى

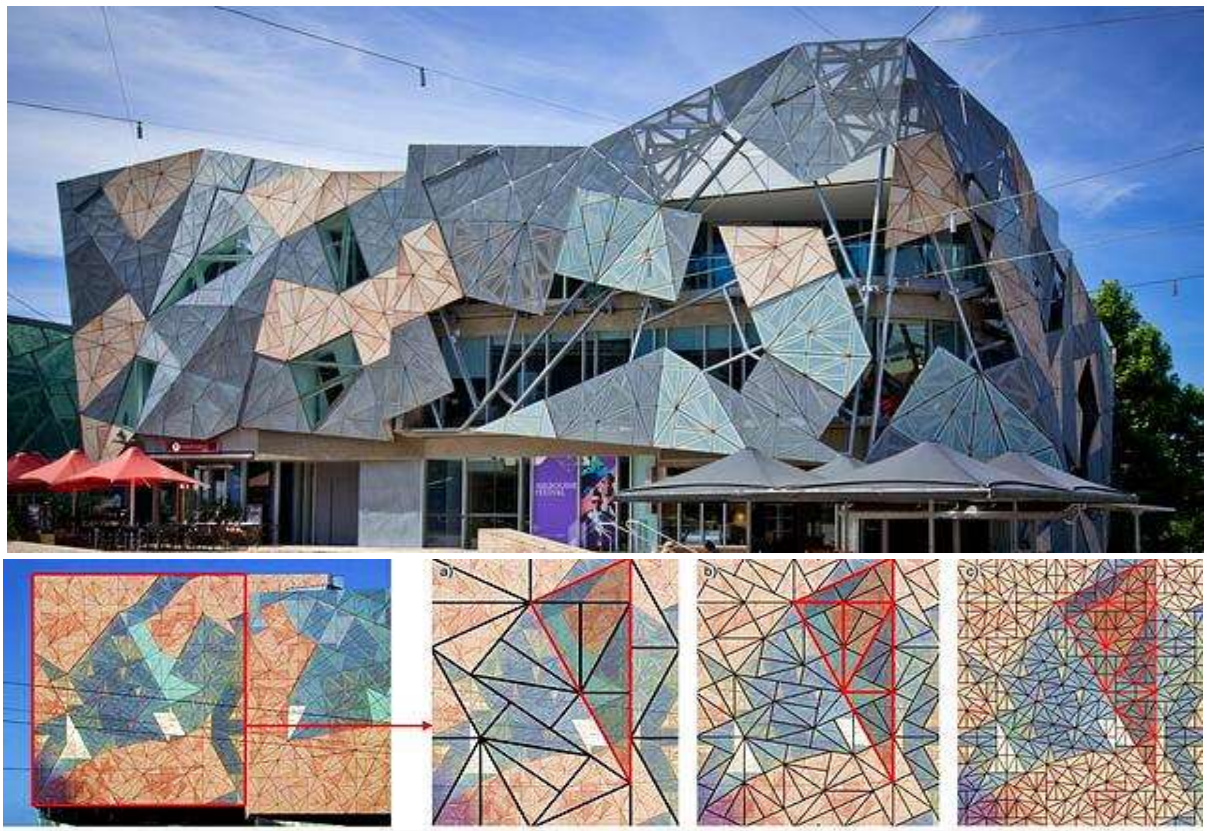
المحور الثالث : تطبيق الهندسة الكسورية في تصميمات الديناميكية :

١- تصميم واجهات مبانى الاتحاد الفيدرالي ملبورن 'federation square buildings [xi]

تبنت التصميمات الداخلية والخارجية أسلوبًا تفكيكيً ديناميكي حيث تتميز التصميمات بالتداخل بين العناصر الهندسية والفتحات و الزاوياعلى الرغم من وجود بعض الاختلافات الطفيفة إلا أن معظم المباني المكونة للمشروع تتبع موضوعًا متشابهًا يتميزبتصميم كسوري هندسي معقد مما يحقق الجمع بين مبدأ التوسع اللانهائي في الواجهات والتشابة الذاتي في المعالجات الداخلية الزجاجية .

(شكل١٦)
يوضح التصميم الداخلي مبانى الاتحاد الفيدرالي ملبورن التي طبقت مبدأ التشابة الذاتي في المعالجات الداخلية الزجاجية للواجهات

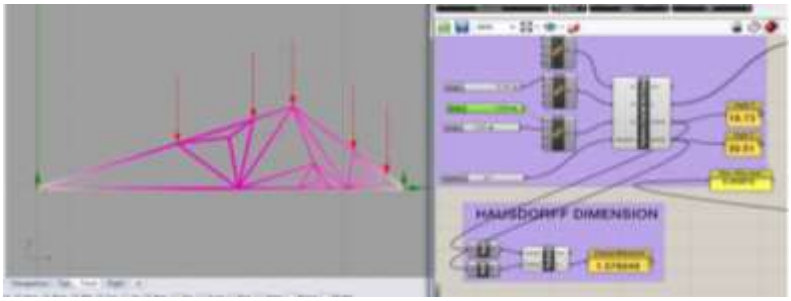
Art and Architecture Journal (2024) 5, (2) 268–281
ISSN : 2805-2838 (Print) ; 2805-2846 (Online)
Art and Architecture Journal
Available online at : https://aaj.journals.ekb.eg/



(شكل١٧) يوضح تصميم مبانى الاتحاد الفيدرالي الذي يتميز بتصميم كسوري هندسي معقد مما يحقق الجمع مبدأ التوسع اللانهائي في الواجهات والتشابة الذاتي.

المحور الرابع : انتاج تصميمات الكسورية الفراكتالية بواسطة التطبيقات الرقمية :

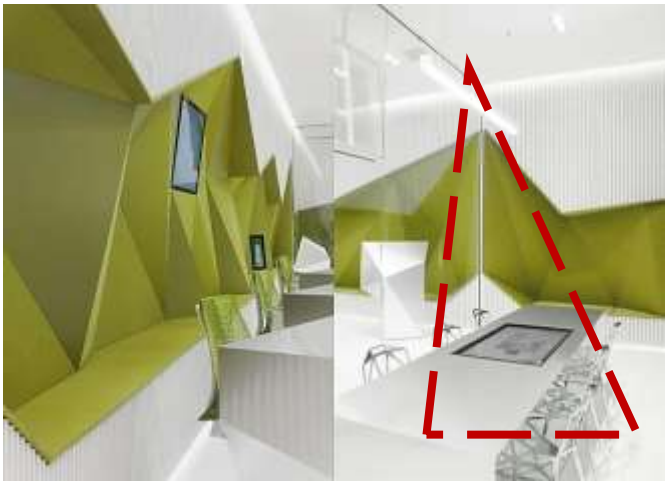
يهدف التصميم الداخلي إلى خلق بيئة داخلية ذات طبيعة خاصة من خلال التصميم الابداعي وتقنيات الرقمية فاخلال العقدين الماضيين، ساعد التطور السريع في تكنولوجيا الحواسيب الذي كان احد العوامل المميزة للثورة الرقمية و المعلوماتية الحاسوبية في تزويد المصممين بأدوات وتطبيقات فعالة لنمذجة وتحليل الهياكل غير الخطية بل ساهمت أيضًا في ابتكار تصاميم جديدة تعتمد على مفاهيم الكسورية الغير تقليدية حيث استخدم ماندلبروت امثلة من الساحل لتوضيح الخصائص الكسورية، حيث تظهر الأشكال متشابهة على مقاييس مختلفة. يصعب التنبأ بها بالطرق التصميمية التقليدية و لكن يمكن انتاجها باستخدام التطبيقات الرقمية التولدية والتي تعمل انتاج تصميمات متنوعة عن طريق المعدالات الحاسابية الكسورية والتي تستوحي من الكسوريات في تصميم الشبكات والهياكل، بالإضافة إلى تنظيم الأنهار والسواحل حيث ينمكن إنشاء نماذج تعتمد على أشكال تكرارية بسيطة و معقدة باستخدام البرامج RHINO Grasshopper.و ٣d fractal generator

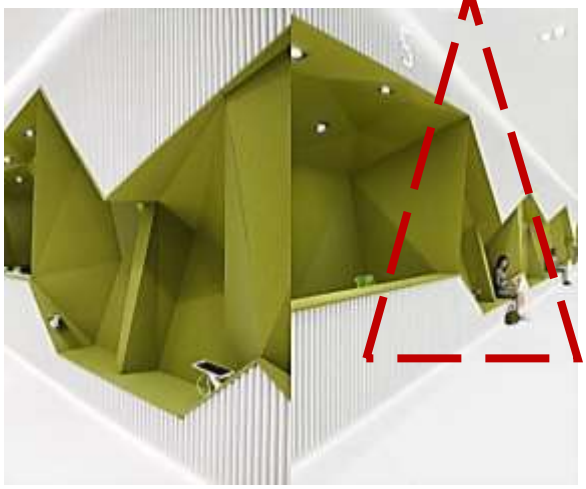


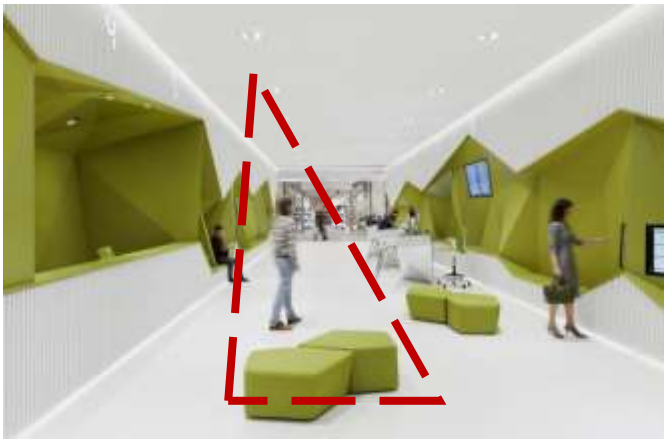
(شكل١٨)
تم تحويل النموذج الهندسي إلى نموذج ثلاثي الابعاد مكون من سطح كسوري ذات الاضلاع مختلفة الابعاد

Art and Architecture Journal (2024) 5, (2) 268–281
ISSN : 2805-2838 (Print) ; 2805-2846 (Online)
Art and Architecture Journal
Available online at : https://aaj.journals.ekb.eg/

المحور الخامس : تطبيق النمط الكسوري القياسي Modular Fractal Design في التصميم الداخلي :







(شكل١٩)

يوضح تطبيق النمط الكسوري القياسي Modular Fractal Design في التصميم الداخلي في تصميم حيث تكرار تصميمات كسورية مثلثة الشكل مع التنوع والتغير في ابعادها و يميز التصميم لغة النمذجة الموحدة للحيز الداخلي واستخدام تقنيات التصنيع الرقمي في انتاج وحدات الاثاث والمعالجات الكسورية المجسمة

١٢ ـ نتائج البحث :

- تطبيق مفاهيم العمارة الكسورية يساعد علي تحقيق دمج بين الفنون والتصميم مع الرياضيات مما يؤدي إلى تحويل المعادلات إلى أشكال ورموز فنية ومعالجات للحيزات الداخلية.
- تتيح الخصائص الرياضية لهندسة الفراكتل مثل التماثل والتكبير والتصغير والتشابه والتناسب وإمكانية الربط المستمر بين الأشكال والخطوط التصميمية التجريدية .
- يمكن استخدام خصائص الفراكت لتحليل الظواهر الطبيعية وربطها بعمليات التصميم الداخلي .
- استحداث أفكار تصميمية جديدة وغير نمطية تحمل في طياتها الإبداع والابتكار، وقد ساهمت الهندسة الكسرية في تصميم المساحات الداخلية و الواجهات المعمارية من خلال استخدام برامج متطورة على الحاسوب تساعد في عملية التصميم.

١٣ ـ التوصيات

- ضرورة استخدام التصميم والتفكير الابداعي لانتاج تصميمات كسورية متفردة باستخدام تطبيقات النمذجة الرقمية.
- تحفيز المصمم الداخلي تطوير المعالجات التصميمية للحيزات الداخلية باستخدام الهندسة الكسيرية والتطبيقات الرقمية.
- تشجيع المصممين على تطبيق مفاهيم العمارة الكسورية في التصميمات الداخلية والمعمارية وربطها بالظواهر الطبيعية.
- ضرورة دراسة الهندسة الكسورية في مقررات التصميم الداخلي و المعماري ويمكن إجراء ذلك بصورة متدرجة.

Art and Architecture Journal (2024) 5, (2) 268–281
ISSN : 2805-2838 (Print) ; 2805-2846 (Online)
Art and Architecture Journal
Available online at : https://aaj.journals.ekb.eg/

ـ المراجع

[i]أبوالحمد ، زينب طاهرتوفيق-"التحصيل والتفكير البصري لطالبات قسم الرياضيات بكلية العلوم واالداب بجامعة نجران"-المجلة الدولية التربوية-المجلد (٦)-العدد (١٠)-تشرين -٢٠١٧م

[ii]امين ، رانية محمد عبد الرحيم محمد-"امكانية تطويع تقنيات الحاسب االلي في تطوير تصميمات أقمشة المفروشات المنتجة بدمج بعض الاساليب التطبيقية"-رسالة ماجستير-كلية الفنون التطبيقية-جامعة حلوان ٢٠٠٦

[iii]عسل،محمد سيد علي.(٢٠١٥). الفراكتاالت والخوارزميات الرياضية كمدخل الثراء فنون الجرافيك الرقمية. المؤتمرالدولي االول للفنون التشكيلية وخدمة المجتمع،١٧-١٩فبراير٢٠١٥.االقصر،مصر: كلية الفنون الجميلة، جامعة جنوب الوادي.

[iii]https://www.researchgate.net/publication/256059313_Fractal_Geometry_and_Architecture_Design_Case_Study_Review

[iv] 5- Falconer K. (2003) : Fractal Geometry: Mathematical Foundations and Applications. John Wiley & Sons.

[v] Eisenman, Peter. (2004). "Inside Out: Selected Writings, 1963–1988". Yale University Press. New Haven, p.14

[vi] Sala, N. (2006). "Fractal Geometry and Architecture Some Interesting Connections", in: G. Broadbent & C. A. Brebbia (ed.) , Eco-Architecure: Harmonization between Architecture and Nature, WIT Transactions on The Built Environment, Vol. 86, 2006 WIT Press,p.164

[viii] https://www.zvihecker.com/projects/heinz_galinski_schule-110-1.html

[ix] https://www.archdaily.com/996918/the-grand-egyptian-museum-designed-by-heneghan-peng-architects-is-now-completed-and-ready-to-welcome-its-first-visitors

[x] https://www.archdaily.com/960166/tianjin-juilliard-school-diller-scofidio-plus-renfro?ad_medium=gallery

[xi]https://www.researchgate.net/publication/290654928_Decomposition_deformation_dispersion_and_new_complexity_in_architecture_and_urban_planning/figures?lo=1https://www.researchgate.net/publication/290654928_Decomposition_deformation_dispersion_and_new_complexity_in_architecture_and_urban_planning/figures?lo=1

ـ المواقع الالكترونية :

https://www.researchgate.net/publication/226130687_Fractals_A_Resonance_between_Art_and_Nature/citations
https://books.google.com.eg/books/about/The_Fractal_Geometry_of_Nature.html?id=0R2LkE3N7-oC&redir_esc=https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590118423000321#fig2
https://parametrichouse.com/fractal-geometry1/
https://www.zvihecker.com/projects/heinz_galinski_schule-110-1.html
https://www.archdaily.com/960191/grand-egyptian-museum-gives-historic-artifacts-a-modern-context/6077f0e2f91c81f9740004e6-grand-egyptian-museum-gives-historic-artifacts-a-modern-context-image?next_project=no
https://www.archdaily.com/960166/tianjin-juilliard-school-diller-scofidio-plus-renfro/60775782f91c81e89b000378-tianjin-juilliard-school-diller-scofidio-plus-renfro-photo
https://www.dailymail.co.uk/news/article-7067055/New-airport-terminal-Chinas-city-ice-look-like-snowflake.html