المؤتمر الدولي الرابع لكلية الفنون التطبيقية
الفنون التطبيقية
(إبداع - تصميم - إنتاج - تنافسية)
٢٨-٢٩ فبراير ٢٠١٦
مجلة التصميم الدولية

إستلهام شبكات تصميمية مستوحاه من إتجاه الهندسة الكسرية لتصميم الأثاث

Inspire Design Grids by Fractal for Furniture Design

أ.م.د. سلوى يوسف عبد الباري
أستاذ مساعد بقسم التصميم الداخلي والأثاث
كلية الفنون التطبيقية
جامعة حلوان

أ.م.د. أسماء عبد الجواد السباعي
أستاذ مساعد بقسم التصميم الداخلي والأثاث
كلية الفنون التطبيقية
جامعة حلوان

asmaelsebaey@hotmail.comdr.salwayousef@yahoo.com

الملخص

في السنوات الأخيرة ، هناك تطور سريع في كثير من المجالات، والبحث في العديد من المصطلحات والنظريات ، فقد اتجه التفكير في الآونة الأخيرة إلى البحث في مجال الرياضيات الذي بدأ يتطور وينمو بشكل سريع في عدة تخصصات. وأدي التطور في مجال الرياضيات إلى توجيه أهتمامًا أكبر في أسس الرياضيات المعرفية وعلاقتها بمكونات العلوم الطبيعية الأخرى ، فالأشياء في الطبيعة لها خصائصها الطبيعية بالإضافة إلى البعد الهندسي الذي تنبع منه.

ومن هنا ظهرت الهندسة الكسرية Fractal Geometricفي العمارة والتصميم فهي إتجاه من إتجاهات نظرية الفوضي، حيث تبحث في الأشكال والظواهر الكونية وتطبيق الطريقة العلمية في التفكير التحليلي ، للوصول إلى قوانين وقواعد أساسية وهي تقدم لنا أشكالاً ذات قيمة جمالية ترتبط بالتعقيد والتنظيم الذي حولنا، وتعتبر دراسة الهندسة الكسرية ذات أهمية كبيرة لإثراء العملية التصميمة وتنمية طاقات الإبداع والخيال عند المصمم.

ومن هنا نتسائل ما هي الهندسة الكسرية وكيف من الممكن توظيفها في مجال تصميم الأثاث ؟ .. وهل هناك علاقة نسبية بين الهندسة الكسرية والشبكات التصميمية ؟...وما مدى إستخدامها للحصول على أفكار تصميمية جديدة من خلال الإستنباط من الإيقاع الكسري ؟ ...

وتستهدف هذه الورقة البحثية تحليل أساليب وملامح الهندسة الكسرية كمدخل للوصول إلى مداخل تصميمية يتم إتباعها في مجال التصميم ، وأيضًا أستنباط نظم شبكية جديدة مستوحاه من الهندسة الكسرية لتقديم مجموعة من الرؤى التصميمية في مجال تصميم الأثاث والتي تساهم في إثراء العملية التصميمية.

الكلمات المرشدة Keywords

الهندسة الكسرية – النسبة الذهبية – النظم الشبكية.

مشكلة البحثStatement problem

تكمن مشكلة البحث في...

١- القصور في بناء إطار مفاهيمي للهندسة الكسرية Fractal Geometricوفهم أبعادها .

٢- هل من الممكن إستنباط شبكيات تصميمية مستوحاه من إتجاه الهندسة الكسرية Fractal Geometric .

هدف البحث Objective

١- دراسة تحليلية للمفهوم الفلسفي للهندسة الكسرية Fractal Geometric، من وجه نظر معمارية.

٢- إستلهام نظم شبكية تصميمية ذات مرجعية مستمدة من هندسة الطبيعة لتطبيقها في مجال تصميم الأثاث.

فروض البحثHypotheses

١- يفترض البحث أن هناك إنعكاس بين القوانين الرياضية والعمارة والتصميم.

٢- هناك علاقة بين الهندسة الكسريةFractal Geometric والحضارات السابقة..؟

منهجية البحث Methodology

اعتمد البحث أسلوب الدراسة التحليلية الوصفية في تحقيق هدف البحث.

محاور البحثThemes

١- الهندسة الكسرية ٢- نظم التمثيل النسبي

٣- هل هناك علاقة بين الهندسة الكسرية Fractal Geometric والحضارات السابقة....؟

٤- المشروع التطبيقي

مقدمةIntroduction

إن إختيار واستخدام نظم التمثيل النسبي كان دائمًشاغلاً هامًا للمصممين والمعماريين. حيث لم تكن تستخدم علاقات نسبية محددة ، ولكنهم كانوا يفضلون بعضها. مثل الفواصل الموسيقية ، وجسم الإنسان ، والنسبة الذهبية. النسبة في الهندسة، في العمارة والموسيقى، فالفن يمكن أن يكون في علاقة منسجمة بين الجزء والكل.

وظهر مفهومالهندسةالكسريةمنخلالمجموعةمن العلومالحديثةالتيأعطت رؤية جديدة للنظام النسبي الموجود في الطبيعة وعمل النظام الكوني البعيد عن الإنتظام والتماثل ، وتحققت أبعاد الهندسة الكسرية في العمارة والتصميم لخلق علاقة نسبية بين علوم الرياضيات وبين الطبيعة وعناصرها وأشكالها المعقدة.

١. الهندسة الكسرية Fractal Geometric

١ . ١. ماهي الهندسة الكسرية

مع نهاية القرن العشرين تطور تعليم الرياضيات تطورًا مذهلا ، فانتقل الرياضيون من تطبيق وحفظ الحقائق الرياضية إلى إكتشاف قوة الرياضيات ودورها في تنمية التفكير من خلال التطبيقات الحياتية والمجتمعية للرياضيات.

هذا التطور في مجال الرياضيات أدى إلى توجيه إهتمامًا أكبر في بنية الرياضيات المعرفية، وعلاقة الرياضيات بمكونات العلوم الطبيعية الأخرى، حيث العناصر الطبيعية لها مايميزها من خصائص طبيعية بالإضافة إلى البعد الرياضي المكون لهذه الأشياء. حيث بدأ ماندلبروتMandelbrotفي التفكير في ماهية العناصر الطبيعية واكتشاف التركيب الهندسي الرائع الذي أسماه هندسة الفراكتال في عام ١٩٧٥، فمصطلح فراكتل مشتق من اللغة اللاتينية (fractus) التي تعني غير نظامي أو مجزأ أو مكسر. وفي عام ١٩٨٢ ، عندما نشر ماندلبروت "الهندسة الفراكتالية في الطبيعة" (The Fractal Geometry of Nature) توحدت النظرية الفراكتلية ، فبحث في المكونات الجزئية للأشكال في الطبيعة أوالأشكال الرياضيةوفقاً لمجموعة من الخصائص الطبيعية. حيث ركزت النظرية على الأشكال النمطية للطبيعة (السواحل ، والأشجار ، الجبال، ...). (٦)

١ . ٢ . تعريف الهندسة الكسرية

الهندسة الكسرية هي نمط لا ينتهي أبدًا حيث أنه يعيد نفسه على مستويات مختلفة. وتسمى هذه الخاصية خاصية التشابه الذاتي. الهندسة الكسرية أو الفراكتلاتمعقدة للغاية، وأحيانًا معقدة بلا حدود - مما يعني أنه يمكن تكبير وتكرار نفس الأشكال إلى الأبد بطريقة تناقصية أو تزايدية- الفراكتلات مثيرة للدهشة؛ حيث إنها بسيطة للغاية في تكويناتها لكن معقدة في الشكل النهائي.إن عملية الفراكتال تتم من خلال تكرار العملية الشكلية البسيطة مراراً وتكراراً.

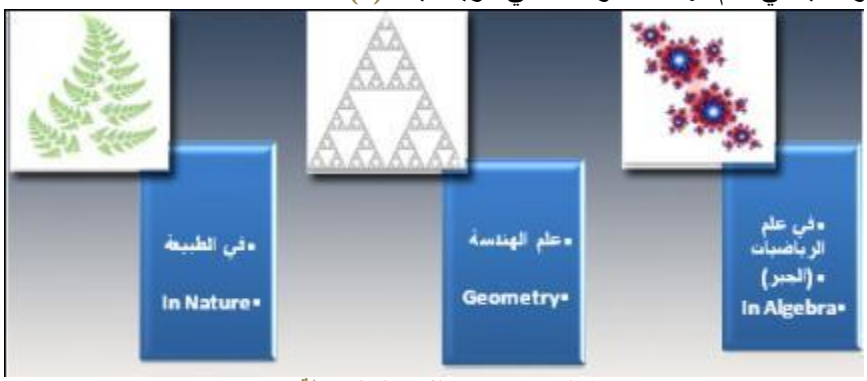
يعتبر الفراكتالمن الإتجاهات المهمة لأنهاتغيرأبسططرق التحليل والإدراك وتحولها إلى بيانات تجريبية. (٤ - ص ١٨٦)

ومما سبق يمكننا أن نصف الهندسة الكسريةFractal Geometric على أنها هي :-

- تداخل لا نهائي بين أجزاء الأشكال الهندسية الغير منتظمة بمقاسات مختلفة.
- خلق صور نتيجة تتابع وتكرار المعادلات اللاخطية.
- من خلال تطبيق بعض القواعد الرياضية يتم تكوين بعض الأشكال الهندسية ، حيث تحرك هذه القواعد الشكل الأساسي من صورة إلى صورة إما بتطويره أو بالإضافة إليه ، فهذه العمليات يمكن أن تكرر بعدد لانهائي من المرات.
- تكوين أشكال هندسية من خلال تقسيم الشكل الأساسي إلى أجزاء صغيرة ، وكل جزء هو صورة مصغرة من الشكل الأساسي. (٦)

١ . ٣ .أين يمكن أن نجد الهندسة الكسريةWHERE DO WE FIND FRACTALS

إن الأشكال الكسرية ترتبط بشكل مباشر في كيفية تنظيم العالم من حولنا فهي محيطة بنا وتقدم لنا أشكالاً ذات قيمة جمالية كبيرة، فإذا بحثنا حولنا نجدها في ثلاث صور ، الأولى وهي الفراكتلات الطبيعية وهي الأشكال والأشياء المرتبطة بالطبيعة والمرتبطة بالعلوم،والثانية في علم الهندسة ، والثالثة في الرياضيات.(٧)



شكل (١) : صور الفراكتال المحيطة بنا.

أولا : الهندسة الكسرية فى الطبيعة

صور النمطي الهندسي المتكررمن الممكن العثور عليهفي جميع عناصرالطبيعة،التي تغطيمجموعة واسعة منالمقاييس حيثتجدنفس الأنماطمرارا وتكرارا. وممكن تقسيم الشكل الفراكتالي في الطبيعة إلى الشكل الفراكتل التفريعي والشكل الفراكتال الحلزوني.(٧)

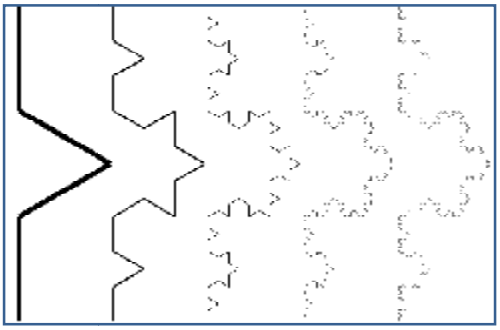
شكل (٢) : من أمثلة الفراكتال في الطبيعة ، الفراكتال التفريعي والفراكتال الحلزوني وتطبيقها في مجال تصميم الأثاث.

ثانيا : الهندسة الكسرية فى علم الهندسة In Geometry

أشكال الفراكتالالهندسيةيمكن أن تتكونمن خلال تكرارعملية بسيطة لتكوين شكل ما، على سبيل المثال يتشكل المثلث السربنسكيThe Sierpinski Triangleعن طريق حذفالمثلثالأوسطمن كل تكوين مشكل.فنلاحظ أن عددالمثلثاتالملونةيزيدبمضاعفات رقم٣كل خطوة، أي ١، ٣، ٩، ٢٧، ٨١، ٢٤٣..... الخ. (٧)

شكل (٣) : تكوين المثلث السربنسكى.

ومن أمثلة الأشكال الفراكتل في علم الهندسة هو منحنى كوخ The Koch Curve ، فيتكون المنحنى من خلال إستبدالكل جزء منالشكل الناتج بشكل متكرر بنسخةأصغرمن الشكل الأصلي . فمن خلال التكرار يصبح المنحنى أطول وأطول إلى ما لا نهاية. (٧)



شكل (٤) : منحنىKoch .

ثالثا : الهندسة الكسرية فى الرياضيات (الجبر)In Algebra

يمكنناأيضا إنشاء وتكوين فراكتلاتعن طريق عمل بعض المعادلات البسيطةوتكرارها أكثر من مرة.فمن الممكن أن تحسب المعادلاتآلاف أوملايين المرات من خلال أجهزة الكمبيوترلاستكشاف نتائجها. (٧)

١ . ٤ . خصائص الأجسام الكسرية

- التماثل الذاتي.

العناصر الصغيرة هي نسخة أصغر من العناصر الكبيرة، بمعنى أن التشابه يكون بين الأجزاء المكونة للشكل، أي أن لجزء من الكل يشبه تمامًا ذلك الكل،فاذا أخذنا جزءًمتكاملاً من الأجزاء المكونة للشكل الفراكتلي، ثم تم بتكبيره عدة مرات فإننا في النهاية سوف نحصل علي الشكل الأصلي.

- البعد الفراكتلي.

ترسم النقطة في علوم الهندسة التقليدية بالبعد الصفري، أي إن ليس لها بعد ويكون للخطوط بأنواعها بعد واحد أيضًا ، أما الأشكال الهندسية الأخرى ترسم من خلال بعدين وأيضًا جميع الحجوم مثل المكعب والكرة والأسطوانة ترسم بثلاث أبعاد، إذن ماذا يقصد بالبعد الفراكتلي ..؟ إن البعد الفراكتلي أوجد العديد من التطبيقات العملية في تحليل الأشكال. ولذلك فان البعد الفراكتلي بشكل عام ليس قيمة عددية، فمنحنى الفراكتال ينتج من عده مستويات، والشكل الفراكتالي ليس بالضرورة أن ينتج من معامل تكرار رقم صحيح ، فمن الممكن أن يكون معامل تكراره رقم كسري ، أو جذر تربيعي أو معاملات باي (π)، أي أن هناك عدد عشري لا نهائي، فالقيمة للبعد الفراكتالي تعتمد علي كيفية انشاءه.(٨)

- الهيكل والحجم.

من خلال خلق مقياس ونسبة تعتمد على قيمة وحجم العنصر.

- اللانظامية.

إن تصميم العنصر يتوقف على "متوسط" حجم العنصر لعمل نسبة تصميمية. على سبيل المثال، الشجرة تعتبر عنصر كسري في الطبيعة حيث أن لديهاعدد قليل منالفروعالكبيرة، وبعض الفروع الأخرى متوسطة الحجم ، وعددًاكبيرًاجدًا من الفروع الصغيرة.فينعكس في الشجرةخصائص الهندسة الكسرية في الطبيعة، فينطبق عليهاالتماثل الذاتي : فنرى أنالفروعالصغيرةهي نسخأصغرمنالفروعالكبيرة.ويتحقق فيها التحجيم: حيث أن طول وسماكةكل فرعيعتمد علىسمك الفرع الذي نقيسه. ولا يوجدمتوسط لحجمالفروع : هناك علاقة عكسية بين عدد الفروع الصغيرة وسمكها وطولها ، فكلما زاد عدد الفروع الشجرية الصغيرة ، قل متوسط سمك وطول تلك الفروع. (٤)

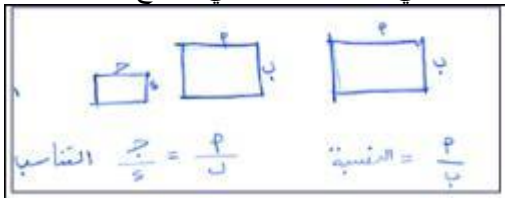
شكل (٥) : ينعكس في الشجرة خصائص الهندسة الكسرية في الطبيعة، فينطبق عليها التماثل الذاتي.

٢ . نظم التمثيل النسبي

النظم الشبكية والمديولية توفر حلولاً عملية وفعالة لمواجهة كثير من المشاكل المنهجية التي تواجه المصمم. حيث تساهم في إنجاح العملية التصميمية ، ويعرف التماثل بأنه اتفاق حقيقي بين عناصر العمل نفسه ، والعلاقة بين العناصر المختلفة والكل ي الاتفاق مع جزء معين وفقًا لمعايير محددة. وعلى سبيل المثال، فالخالق سبحانه وتعالى خلق أعضاء جسم الإنسان تتناسب مع الهيكل ككل ،... وفي المباني يجب أن تكون العناصر المختلفة في تماثل دقيق مع المخطط بشكل عام.

وهناك فرق وعلاقة بين النسبة والتناسب ، حيث أن مفهوم التناسب له علاقة وثيقة بفكرة النسبولكنعادةمايخلطبينالفكرتين،فالنسبة تعكس المقارنة الرقمية بين شيئين ، أما التناسب فهو التساوي بين نسبتين(٩). على سبيل المثال النسبة: مقارنة بين عنصرين.. كنسبة الطول إلى العرض أما التناسب : علاقة التساوي بين النسب كما هو موضح بالشكل التالي(٦).

فالنسب في التصميم هي تناسق أبعاد التكوين االتصميمي والمفردات التكوينية بعضها ببعض وبين كل منها والتكوين ككل. وأن سمة التصميم المحدد وبنيته التكوينية تظهر من خلال الربط بين الجوانب الوظيفية والجمالية للتصميم. أما التناسب في التصميم: فهي عملية تهدف إلى خلق توازن في التكوين التصميمي للفراغ وفق مبدأ محدد.



شكل (٦) : الفرق بين النسبة والتناسب.

٢ . ١ . متتالية فيبوناتشي

حاول عالم الرياضيات ليوناردو فيبوناتشي (Leonardo Fibonacci) في القرن الثالث عشر ، إيجاد قاعدة لمعرفة تضاعف مجموعة من الأرانب ، فيقال إن دراسة متتالية توالد الأرانب أدى إلى إكتشاف فيبوناتشي إلى المتتالية. حيث تعتمد متتالية فيبوناتشي (Fibonacci number) على معيار تنمية بسيط : فإذا كان لدينا رقمين ٠ و ١ ، أي عدد يليه سيكون مجموع العددين السابقين. (٩) و تكون المتتالية هي :١-١-٢-٣-٥-٨-١٣ .....و هكذا.

شكل (٧) : متتالية فيبوناتشي والدوامة اللوغاريتمية.

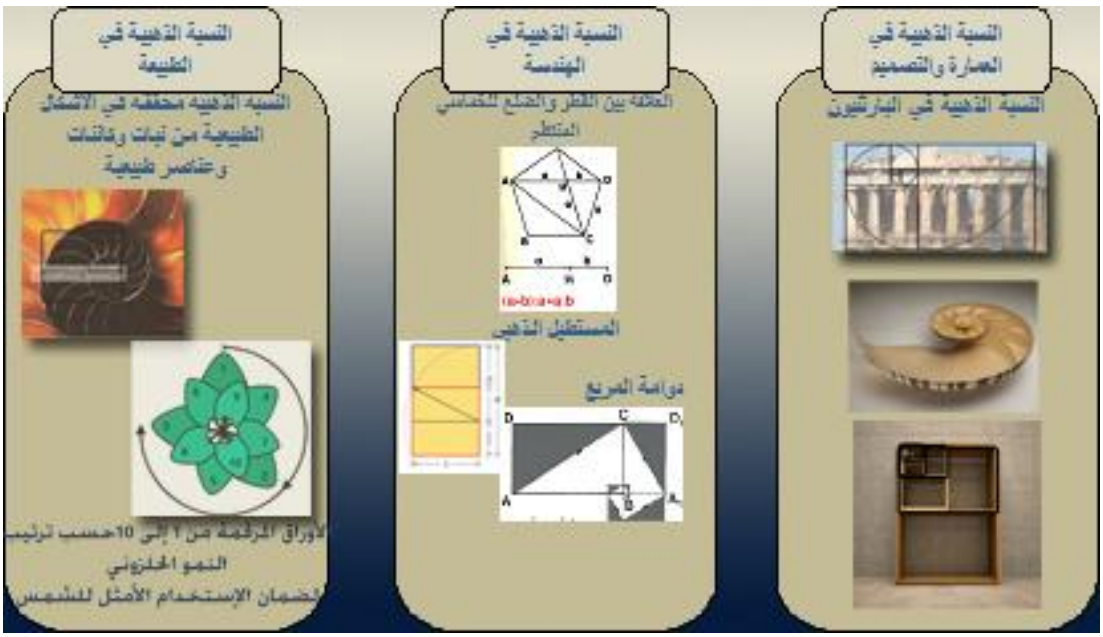
٢ . ٢ . النسبة الذهبية

النسبة الذهبية هي نسبة موجودة من ألاف السنين ، وهي موجودة في الرياضيات والفن والعمارة هي النسبة التي نحصل عليها عندما نقسم خط مستقيم إلى قسمين غير متساويين وبحيث تكون نسبة الجزء الأكبر إلى الجزء الاصغر مساوية لنسبة طول القطعة المستقيمة إلى طول الجزء الأكبر، أي عندما نكتب هذه المعادلة تكون بهذا الشكل : - (١٠)

$$AB:BC = AC:AB$$

شكل (٨) : العلاقة الرياضية في النسبة الذهبية .

شكل (٩) : كثير من المصممين طبقوا النسبة الذهبية في تصميماتهم ، فنرى النسبة الذهبية واضحة في تصميم شعار أبل، ويظهر أيضا في تصميم الصفحة الرئيسة لتويتر .



شكل (١٠) : النسبة الذهبية موجودة في الطبيعة والهندسة والعمارة والتصميم.

٢ . ٣ . الشبكيات والموديولية في التصميم

q **المفهوم الشبكي في التصميم**

إن استخدامالشبكاتالموديوليةفيعمليةالتصميم ودراستها وتطبيقها يؤدي إلى تأكيد العلاقة بين التصميم وإحتياجات الإبداع والفراغ وبين التكوين والتشكيل. وتظهرشبكةالتصميم كعلاقةجيومتريةبينخطوطرأسيةوأفقيةتسهمفيحلالمشكلةالتصميميةوتؤسسنظامًاموديوليًا.
وتعرفشبكةالتصميممنالمنظور الوظيفيبأنهاتراكبلنظامينأوأكثرمنالأنظمةالخطية،وبأنهامنظومة حاويةللخطوطالمرتبةأفقيًاورأسيًاتتقاطععليهاالنقاطالممثلةللإحداثيات.

وتنقسمالشبكةإليأربعةأشكالجزئيةهي:

الإحداثيات،التقاطعات،الموديول،والخطوط، ومنهانستطيع أن نبتكر تكوينيناساسيينهما :الأساسالنقطي ويشتملعليالموديولوعليالإحداثياتوتقاطعاتها، والأساسالنطاقي (المجالي)ويشتمل على الخطكجزئياتتكوينية.

q **أنواع الشبكيات والموديولية في التصميم**

يسجلالتاريخالقديماستخدام المعماريين والمصممينالكلاسيكييننلشبكاتالتصميمفيرسمتصميماتهم،كمااستخدمتفي عصر النهضةفيدعمالتسجيلالبصريو المشاهدةالإدراكيةللتكويناتو التشكيلاتواكتشافنظمبنائها .أمافي التاريخالحديثفقدكانلهادورمركزيكمنظومةتصميميةووضعيةللتحكموالسيطرة، وكانتطورشبكةالتصميمعمليةتراكمية،فظهرت أنواع عديدة من الشبكيات المستخدمة في التصميم والتي تتكون من خلال تداخل الأشكال بعضها مع بعض ، ونذكر فيما يلي بعض من أنواع الشبكيات التصميمية المستخدمة في التصميم :-

الشبكيات المركزية الكونية : هي الشبكيات التي تنتظم وتتوزع فيها الأشكال والعناصر حول مركز نقطي.
الشبكيات الكارتيزية المتعامدة :هي الشبكيات التي تمتد فيها الأشكال طوليا وخطيا متعامدين على محاور مركزية.
الشبكيات المائلة : هي نفس الشبكية المتعامدة ، لكن تمتد فيها الأشكال طوليا وخطيا بزاوية (٣٠-٦٠-٤٥).
الشبكيات المتداخلة أو المتراكبة : هي تداخل بعض الشبكيات وتداخل الأشكال لتكوين شبكية نسيجية جديدة تتميز بالتنوع والتشكيل. (١ – ص٣)

شكل (١١) : أستخدام أنواع الشبكيات المختلفة في تصميم الأثاث.

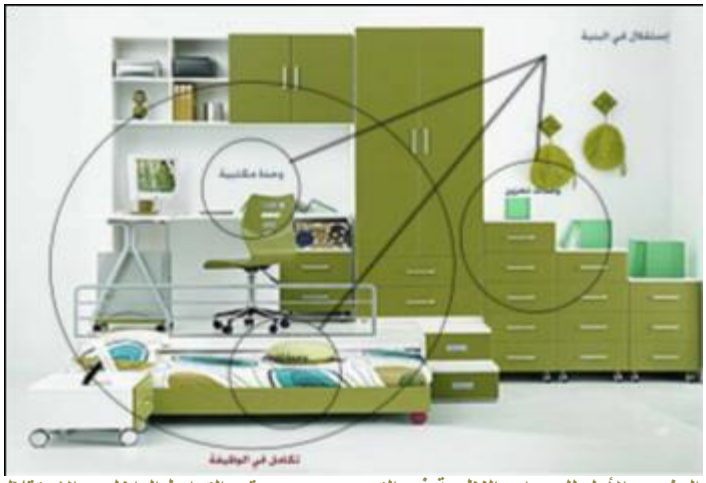
q **مفهوم وحدة النظم (الموديول)**

ترتكز وحدة النظم على فكرة الجزء والكل ، أي إمكانية تحليل وتجزئة وإضافة للشكل الكلي ، والمديول يعتبر من المفاهيم العملية التي تفيد العملية التصميمية في جميع المجالات التي تتعامل مع أنظمة متداخلة. فالتصميم الداخلي يعتبر من أحد هذه

المجالات. ونعني بالمديول أنه وحدات نظامية لتشكيل وعمل بناء تكويني أكبر من خلال إيجاد تناسب بين المقاسات والأبعاد.(٢ – ص ٥٢)

ويوجدمفهومانلوحداتالنّظمالتصميمية :-

المفهومالأول:يحققفكرةالترابطالداخلي والاستقلالعبروحداتالنّظم،حيثتكونهذه الوحداتالنّظمالوظيفية للفراغ الواحد ، ليؤدي وظيفة محددة في فراغ أكبر يتكون منه، فهنا تتكون العلاقة ونوع من الإتصال بين المحتوى الأكبر والمحتوى الأصغر ، فتظهر لنا علاقة نمطية ينتجها الهيكل التنظيمي لهذهالمنظومة التي تنتج إستقلاليةفيالبنية والتكاملفيالوظيفة . وظهرهذاالمفهومفي أعقابالحربالعالميةالثانيةحيث تأثر التصميم بتكوين علاقات متوافقة الأبعاد ولكن لكل منها وظيفة محددة..(٢– ص ٥٢)



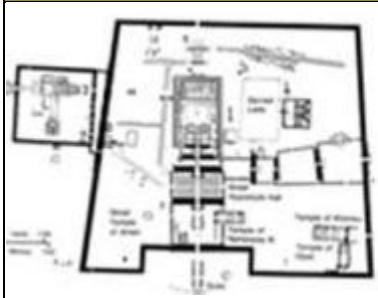
صورة (١) : المفهوم الأول للوحدات النظمية في التصميم وهو يحقق الترابط الداخلي والإستقلال في الوظيفة.

المفهومالثاني:فهومفهومبنيوي،تعملفيهثلاثةعناصر(هي :التجريد،والمعلومات،والتفاعل) ويعد التجريد قدرة تتيح للمصمم إمكانيةالتعاملمعماهومعقد،وتتممن خلال إظهار عناصر مشتركة وتجاهل بعض من الصفات المميزة لكل جزء ، من خلال استخلاص وحدة قياسية مديولية للتصميم متوافقة مع المساحة المطلوبة حيث يتم دمجالتصميمفيالوحدة المديوليةللنظام التصميمي فتتفاعل أجزاء التكوين ويتضح الأسلوب التصميمي الكل وليس الجزء. .(٢ – ص ٥٣)

صورة (٢) : المفهوم البنيوي هو إستخلاص وحدة أو تكوين لتحقيق التوافق بين الوظائف في المستوى الأفقي و المستوى الرأسي.

٣. هل هناك علاقة بين الهندسة الكسريةFractal Geometric والحضارات السابقة....؟

للاجابة علي هذا التساؤل سوف نقوم بتحليل خصائص العمارة الخارجية لبعض المباني والتصميم الداخلي لبعض الفراغات وبعض من نماذج الأثاث في ثقافات مختلفة (على سبيل المثال،الثقافة الشرقية والغربية)،وفي فترات مختلفة (من العصور الوسطى وحتى اليوم)، لنرى مدي تطبيقها للهندسة الكسرية وخصائص التشابه الذاتيSelf-Similarity.

اسم العمل والحقبة	الصورة و التحليل
العمارة المصرية القديمة Ancient Egyptian Architecture	
معبد فيلة **معبد الكرنك**	 **الصورة الأولي: معبد فيلة**حيث استخدم المصري القديم تكرار الشكل الاساسي في هيكل المعبد بمقياس اصغر للتاكيد علي فراغ المدخل محققاً بذلك البناء الفراكتلي. **الصورة الثانية: معبد الكرنك**مخصص للاله امون-الذي أتم بناؤه رمسيس الثاني(١٩)- يتكون المسقط الأفقي من مستطيل يتكرر اكثر من مرة داخلياً بمقياس تناقصي لتحقيق الفراغات الوظيفية المطلوبة بأسلوب فراكتلي.
تاج عمود- معبد اسنا **معبد ادفو**	 **الصورة الأولى : تاج عمود من معبد اسنا ذي الزخارف النباتية** حيث يلاحظ ان ترتيب الأوراق يشبة النمط الفركتلي. **الصورة الثانية : معبد إدفو**، الهيكل التصميمي يتكون من أربعة أشكالتتناقص تنازليًا حيث يتحقق فيها الطابع الفركتلي. **الصورة الثالثة :** أحد أنواع الزخارف النباتية المستوحاه من زهرة اللوتس حيث تنظيم الأوراق وتنسيقهابمقاييس مختلفة.

العمـــــــــــارةالاســـــلاميةIslamicArchitecture

الحضارة الاسلامية في مصر

مدرسة و جامع السلطان حسن

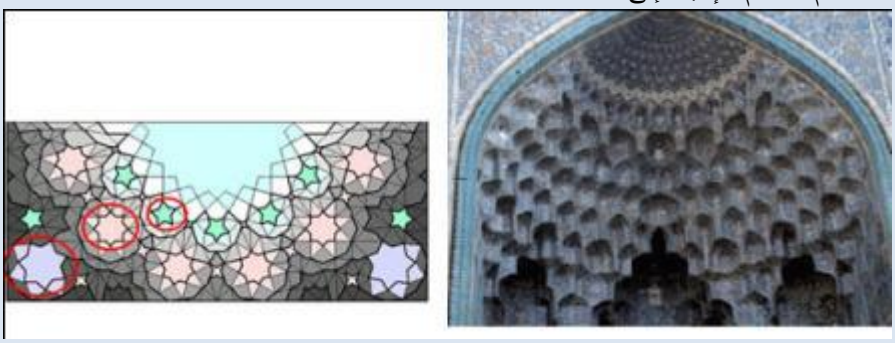
أثاث بيت الكريدلية

الصورة الأولى : حائط المحراب بإيوان القبلة مدرسة وجامع السلطان حسن – القاهرة (٧٥٧/٧٦٤هـ - ١٣٥٦م/١٣٦٢م) ، نرى وحدة تكرار الشكل فأحدث ذلك إيقاع في التصميم حيث أستخدم نفس الوحدة بمقياس كبير وأستخدمها متناهية الصغر (Fractal) بعدد أكثر فأعطى هذا ملمس متجانس للتصميم.

الصورة الثانية : أحد نماذج الزخارف الإسلاميةالتي تتكون من أشكال بسيطة ، ولكن عند تكرارها يصبح معقد ويعطي الأحساس بالتداخل والإنسجام .

الصورة الثالثة : أحد قطع الأثاث في بيت الكريدلية – القاهرة ، حيث يتضح من خلال التحليل تركيبوحداتثانوية متفاعلةبقوةعلىمستوياتمختلفةبشكلهرمي تصاعدي والتي هي مبدأ المصمم المسلم للإتجاه إلى السماء.

المقرنصات



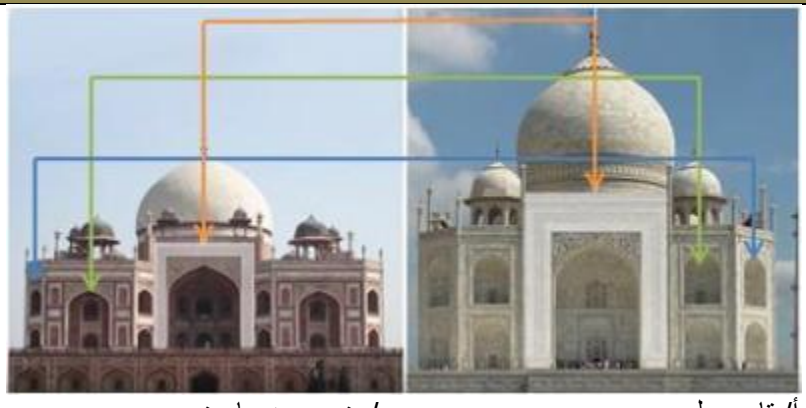
الصورة الأولي :معالجة لسقف بالمقرنصات و التي يتضح بها تكرار الشكل الأساسي المتمثل في العقد بصورة تناقصية في المقياس و بعدد كبير مما يظهر البناء الفراكتلي المتدرج الذي يحقق ايقاعاً منتظماً .

الصورة الثانية:احدى المقرنصات أعيد رسمها بالنظام الرقمي، و نري تدرج المقياس في شكل النجمة و تكرارها مما يظهر بناء الفراكتل.

العمارة الهندية IndianArchitecture

الحضارة الاسلامية في الهند

أ/ تاج محل
TajMahal



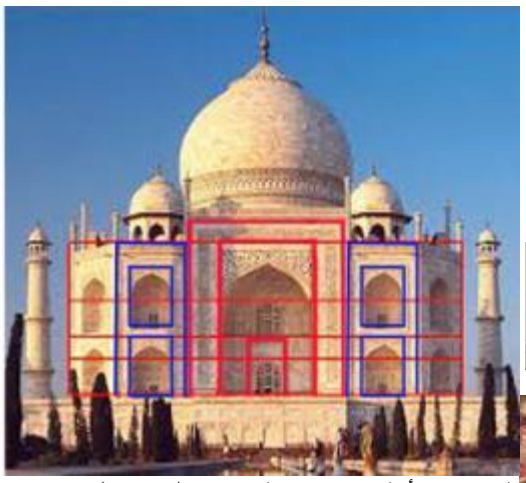
أ/ تاج محل ب/ ضريح هومايون

بني ضريح هومايون قبل بناء تاج محل ب ٨٥ سنة بناه المغول– و قد أبدعوا و

زادت مهارتهم الي أن وصلوا الي تصميمهم الرائع في تاج محل، و يتواجد التماثل الذاتي في هذا المسجد في اشكال العقود و الأشكال التي تتكرر في مستويات تناقصية.

- مدخل كبير مستطيل الشكل في المنتصف يحتوي علي عقد و يقسم العقد لعقود أصغر
- تكرارلمستطيل المدخلو العقود بمقياس أصغر تكرارًا تنازليًا في المقياس .
- تكرار لنفس المستطيل مع تغيير الإتجاه .

ب/ ضريح هومايون
Humayun's Tomb



القطاع الأفقي - تاج محل

القطاع الافقي لضريح هومايون

الصورة الأولي: تاج محل حيث التشابه الذاتي في تكرار المستطيل بشكل أصغر علي ٣ مستويات من المقياس، في منطقة المدخل، و باقي الواجهة تم التكرار علي مستوين من المقياس يمينًا و يسارًا.

الصورة الثانية: القطاع الافقي لتاج محل و ضريحهومايون يوضح تطبيق اتجاه الفراكتل بتكرار الشكل المثمن مع التصغير-تكرارًا تنازليًا.

الحضارة الاسلامية فى اوزباكستان(١٥)

مدرسة اولوج بك ١٤٢٠م

Ulugbek Madrasah

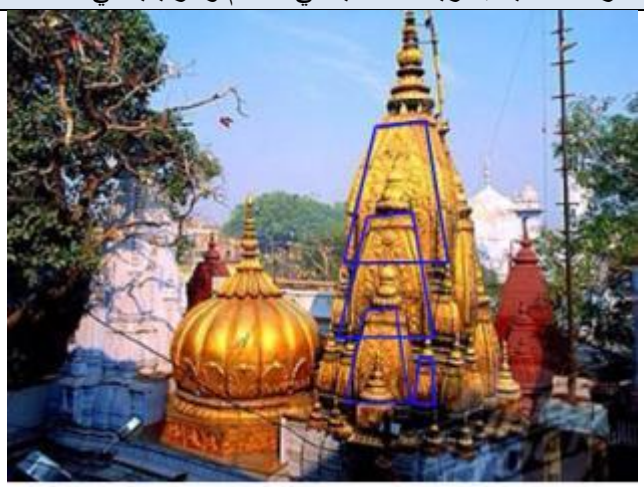
Samarkand, Uzbekistan

تكرر النموذج الفراكتلي في كثير من المباني الإسلامية في الثقافات الشرقية الإسلامية – فنجد مدرسة اولوج بك و قد تكرر استخدام العقد بمستويات مختلفة في المقياس، كذلك الباكية أو الاطار المستطيل بطريقة تناقصية في الحجم و تزايدية في العدد.

المعابد الهندوسية -الهند

KasiViswanath Temple

و قد تم بناء المعبد الحالي عام ١٧٨٠ م



من أشهر المعابد الهندوسية و يقع علي الضفة الغربية لنهر الجانج المقدس ،

معروفأيضًاباسمالمعبدالذهبي،، تم تدميره و إعادة بناؤه عدة مرات علي مر التاريخ.(١١)،(١٢)

يتجهالتصميم إلي الرمزيةالتي تتمثل في الصعود إلي السماء فإتخذ الإتجاه الرأسي في التصميم، و يعتبر نموذج مثالي يوحي بالبراعة في مستويات لا نهائية متزايدة أو تصاعدية للوجود أو الادراك – بمعني زيادة الأحجام نحو التسامي الأعلي،و كثرت المفردات المعمارية و تكررت في الأسفل و قلت عند الإتجاه الي أعلى.

و يظهر شكل المعابد في الهند و جنوب شرق أسيا و الطبيعة المتمثلة في أشكال الجبال بناء الفراكتل –حيث الأبراج تحيط بها أبراج أصغر و لا تزال هذه الأخيرة محاطة بأبراج أصغر و هكذا لثماني مستويات أو أكثر.

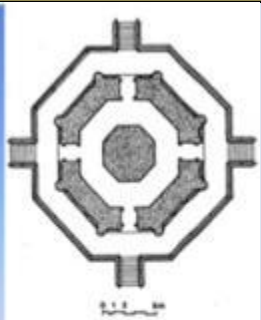
في هذه الحالة انتشار و تكاثر الابراج حول البرج الرئيسي يمثل جوانب مختلفة من آلهة الهندوس– كتعبير رمزي عن هذه الآلهة. (٥)

كما أن المسقط الأفقي لكل وحدة معمارية متكررة ينتهي بجموعة حلقات متكررة تصغر في المقياس كلما اتجهنا إلي أعلي.

العمارة في الثقافات الشرقية Oriental Architecture

معبد كايوان(١٦)

KaiyuanSi Pagoda Chinese



أحد نماذج العمارة الصينية المميزة ذات الطابع الخاص، التي تعكس تراث المنطقة و يتحقق فيه التشابه الذاتي عن طريق تكرار الشكل المثمن- في المسقط الافقي- بأسلوب تناقصي في الحجم، و يتكرر هذا النموذج في الحضارة الصينية كثيرًا .

قصر ملكي
Royal Palace, Burma

استراحة و كافتيريا
TheSacred Stupa, Vientiane, Laos

أ/ قصر ملكي- بورما ب/ استراحةThe Sacred Stupa

أ/ نجد هندسة الفراكتل و التشابه الذاتي موجودة في تصميم القصر الملكي ببورما، حيث تكرار الشكل الأساسي بمقاييس مختلفة- كما نلاحظ الاستلهام من الشجرة التي تعتبر نموذج تواجد الفراكتل في الطبيعة، فكلما زاد عدد الوحدات قل المقياس.

ب/ كما يتم تكرار الشكلين الأساسيين في The Sacred Stupa بمقاييس مختلفة، و بذلك يحقق التشابه الذاتي.

العمارة الغربيةWESTERN Architecture

الجسور الرومانية

Roman aqueduct

The Pont du Gar

France

تم انشاؤه في العصر الروماني

أ/ جسر The Pont du Gard ب/ جسر Segovia Spain

أ/ جسر و مجري مائي يقطع نهر غاردون- و يوجد في فرنسا، و نجد تكرار العقد بمستويات مختلفة من المقياس، مما يبحقق التشابه الذاتي.

ب/ شكل آخر من الجسور في أسبانيا يوضح تكرار العقود بمستويات مختلفة من المقياس.

Segovia

Spain

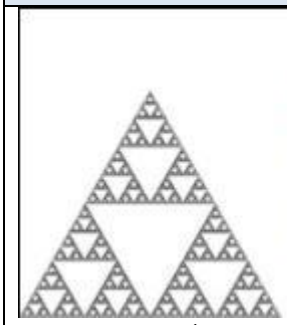
تم انشاؤه في القرن الأول الميلادي

كاتدرائية اناجاني

ايطاليا

Cathedral of Anagni (Italy)

١١٠٤م



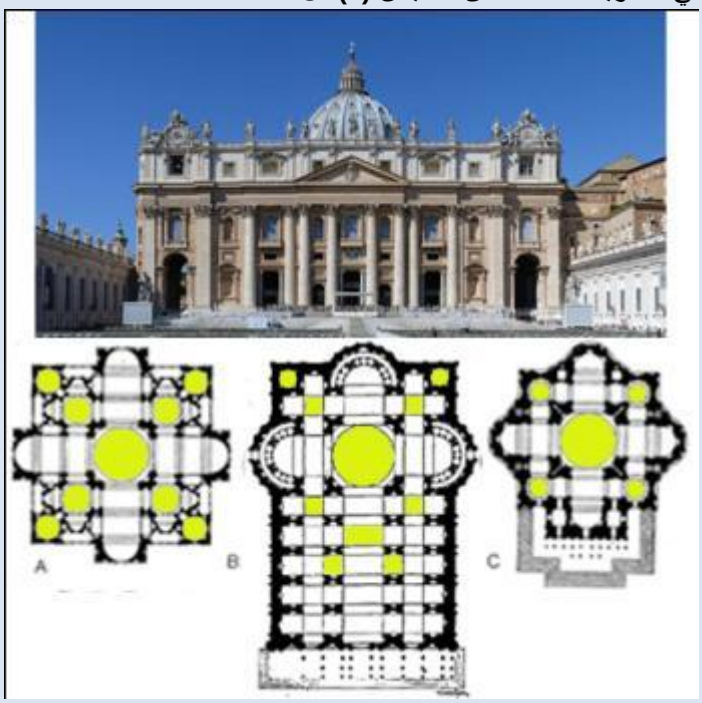
كاتدرائية اناجاني ، حيث يتمثل التشابه الذاتي في حشوة موزاييك للأرضية، كل جزء منها شبيه بمثلث سيربنسكي الفراكتلي.

كنيسة القـــــديس Peter's

ايطاليا–الفاتيكان

بدأ بناؤها علم ١٥٠٦ و انتهت عام ١٦٢٦ **(١٨،١٣)**

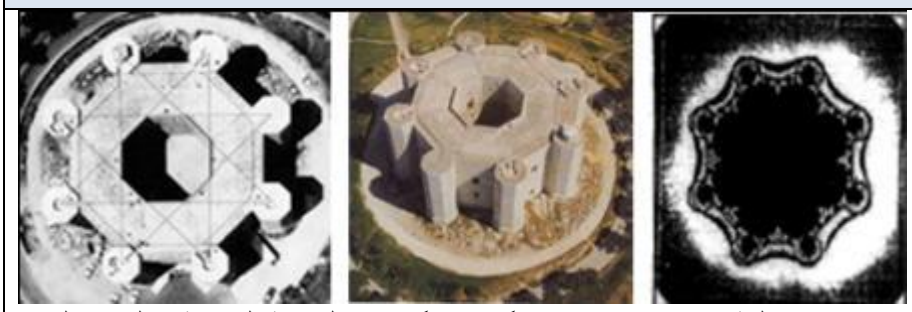
كثير من الأعمال المعمارية في عصر النهضة و الباروك و خاصة الكاتدرائيات ظهر فيها الكثير من تدرج المقياس، و يشير مؤرخ الفن George Hersey الي صفات الفراكتل في القطاع والمسقط الأفقي الحديث لكنيسة القديس بطرس، حيث تتكرر الوحدات الأساسية في مستويات مختلفة من المقياس.**(٥) ص ٢٣٨**



Bramante's plan Raphael's plan Michelangelo's plan

Castel del Monte
ايطاليا(١٤)

تم بناؤها في القرن ١٣



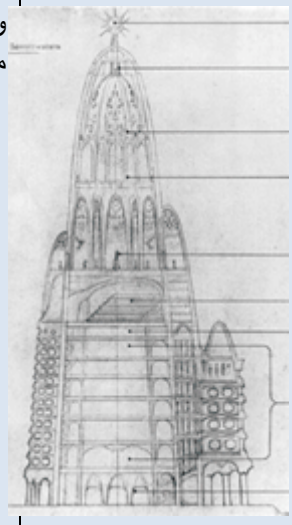
يعتبر نموذج قلعة(**del Monte**)نموذجًا معماريًا يحقق الهندسة الكسرية و التشابه الذاتي ، حيث الشكل الخارجي للقلعة مثمن و هو نفس شكل الفناء الداخلي بالإضافة إلي الأعمدة التي توجد علي أركان المثمن الأساسي تأخذ نفس الشكل،أيضًا توجد علاقة هندسية أخري حيث أن المماس لأضلاع المثمن الداخلي- الممثل للفناء - تتقاطع جميعها و تتقابل في مركز الأعمدة المثمنة الشكل. بالإضافة إلي تطبيق النسبة الذهبية.
كما نجد تشابه بين Mandelbrot set و التصميم الأفقي للقلعة.

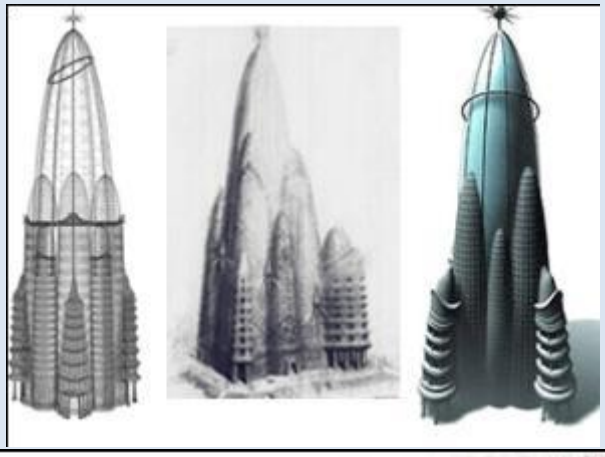
عمارة القرن العشرينTwentieth Century Architecture

ناطحة سحاب- جاودي

نيويورك١٩٣٠

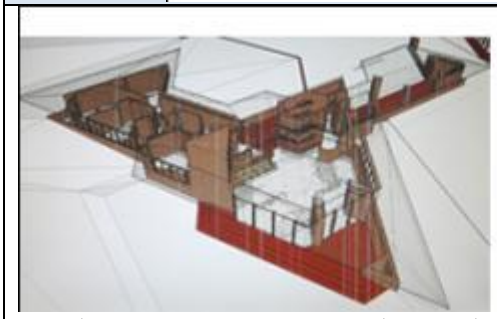
وضع المهندس المعماري جاودى تصورًا لناطحة سحاب لمدينة نيويورك، و لم ينفذ المشروع و فقد مع الزمن و بقيت منه بعض الرسومات الأصلية، و حديثًا فكروا في بناء فندق علي نفس فكرة جاودي مكان برج التجارة العالمي و تم تناول الفكرة بأكثر من شكل و لكن ظلت فكرة الفراكتل هي المستمرة في التصميمات حيث تكرار الشكل الأصلي في مستويات مختلفة من المقياس، و يذكرناتصميم جاودي بالمعبد الذهبي الهندوسي ص١٠.

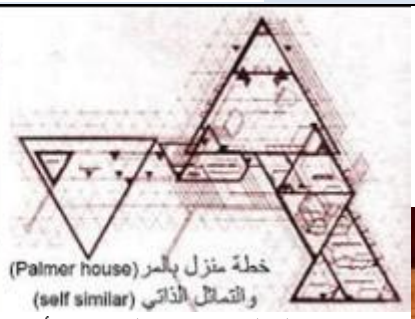




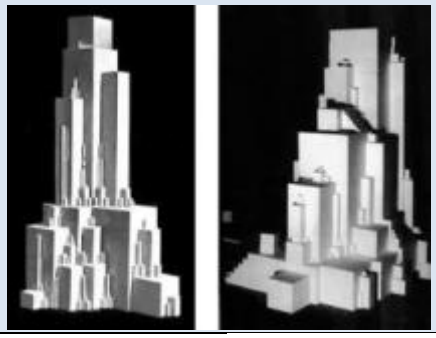
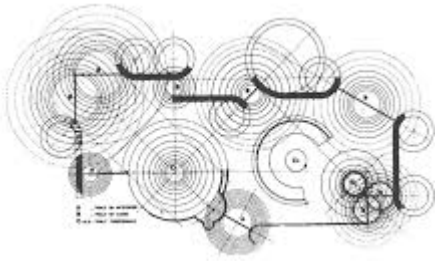
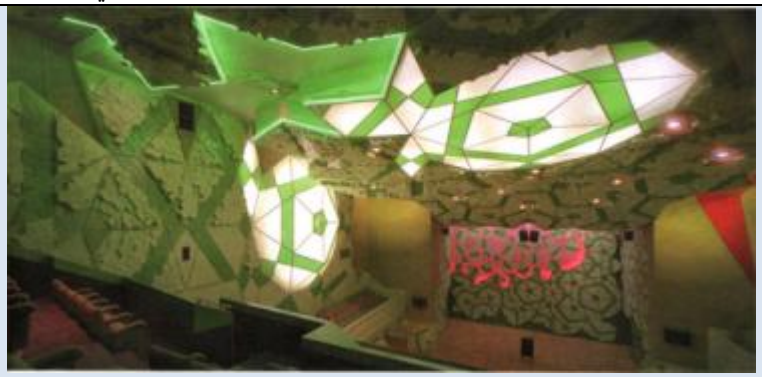
Palmer house
Michigan, 1950-1951

فرانك لويد رايت





استخدم فرانك لويد رايت الطبيعة كأساس لتجريده الهندسي، و كان هدفه مجازة الهندسة التي وجدها في الطبيعة.
و يظهر التشابه الذاتي في القطاع الأفقي للمنزل، حيث تكرار المثلث بمستويات مختلفة من المقياس، و استخدام شبكة المثلثات المتقاطعة في تقسيم الأرضيات و التصميم الداخلي و الأثاث.

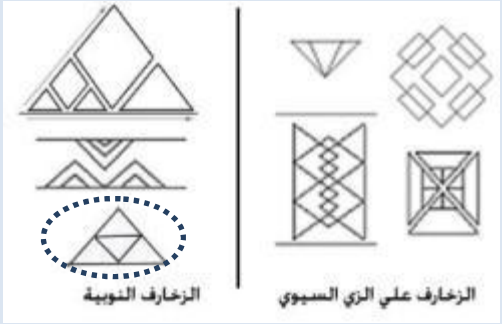
بدأ Kazimir Malevich التعبير عن تصميماته الثلاثية الأبعاد بأسلوب الفراكتل- حيث تعرض صورة لتكرار نمط هندسي بمقاييس مختلفة – و ليزيل الفرق في الارتفاع بين الإنسان و المبني يحيط أكبر عنصر في المبني بنسخ متتالية منه أصغر فأصغر (تدرج في العدد و الحجم). 	**Malevich fractal building** روسيا
 يتحقق التشابه الذاتي في المسقط الأفقي حيث تكرار دوائر مختلفة المقياس بصورة متجاورة أو متقاطعة أو متراكبة، و بعد ذلك تخطيط للمسقط الأفقي للفيلا.	**Portoghesi's Villa Papadanice** Rome, Italy (1966)
 معاجة داخلية لسقف و حوائط المسرح، و نجد التشابة الذاتي في تكرار وحدة المخمس و تقاطع أقطارها للحصول علي نموذجpattern ثم يكرر في الفراغ بخامات مختلفة.	**جامعةRMIT** استرايا ١٩٩٥م(20) **The Storey Hall Auditorium**
أحدمشاريع المعمارية زاها حديد لمقترحةمؤخراً،وقدوصفتهبأنه "تحليل بيولوجي" حيث مكوناته الأساسية تشبه (فروع،سيقان،فواكه،أوراق) ، ثمتحولتمنهذهالمخططاتالمجردةإلىالتصميمالمعماري. ثم تطور تدريجيا الي شبكة من الفروع المتعاقبة.(١٧)	**عمارة الحداثة (العمارة الرقمية)** مركز ابو ظبي للفنون الاستعراضية

و يمكننا أن نري هذا التصميم أنه فراكتل هندسي مستمد من الفراكتل العضوي.

الزخـــــــارف

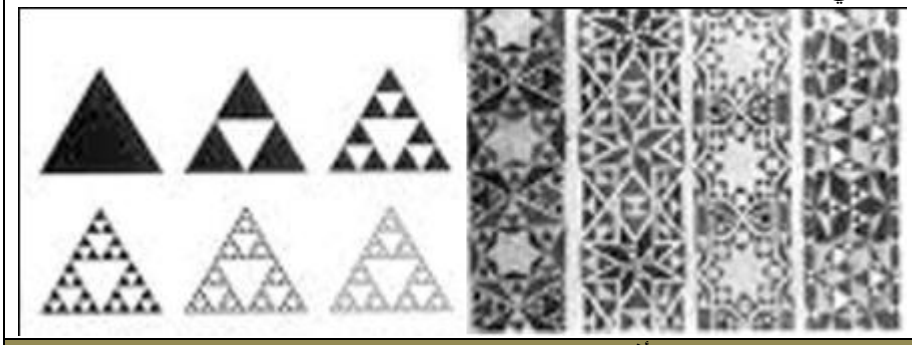
زخارف سيوة و النوبة مصر(٣)

تتضح خصائص التشابه الذاتي في الزخارف السيوية و النوبية الموجودة في مصر ، حيث نري في زخارف النوبة بدايات مثلث سربنسكي.



الزخارف الاسلامية

علاقة مثل سربنسكي بالزخارف الاسلامية و عملية التكرار اللانهائية لأجزاء تشبه الشكل الأصلي



الأثـــــــاث

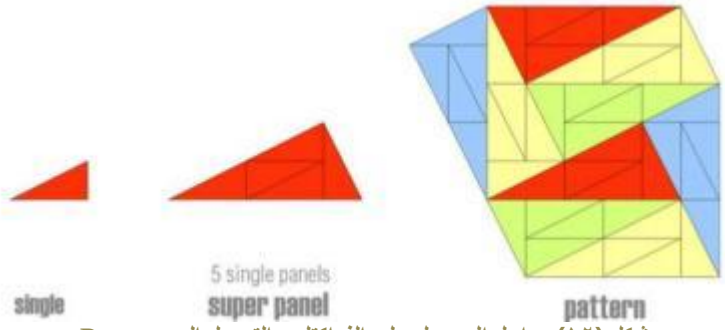
- **وحدة حائطية**

وحدة حائطية تعبر عن استخدام الفراكتل في الأثاث، و استخدامه بأسلوب التكرار التناقصي في المقياس حيث الهيكل الاساسي يتكرر ٦ مرات و يتناقص في المقياس .

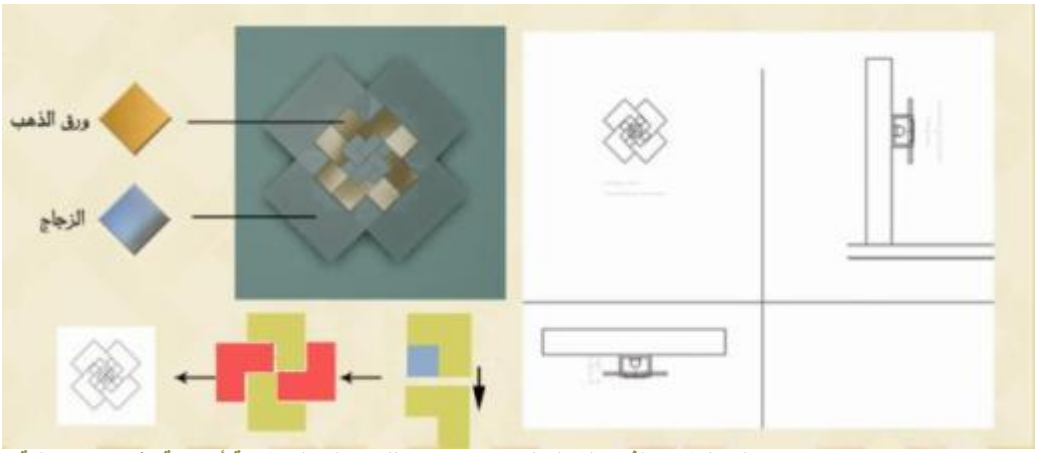
- **نافورة مياه**
- **منضدة وسط**

و نستنتج من الدراسة التحليلية السابقة وجود خواص الفراكتل(التشابه الذاتي) من العصور القديمة و حتي العصر الحديث، و هو ما يثبت علاقة التصميم بالرياضيات. و لكن لم يطلق علي هذا النوع من التصميم فراكتل إلا في العصر الحديثسنة(١٩٧٥) و علي يد ماندلبروت.

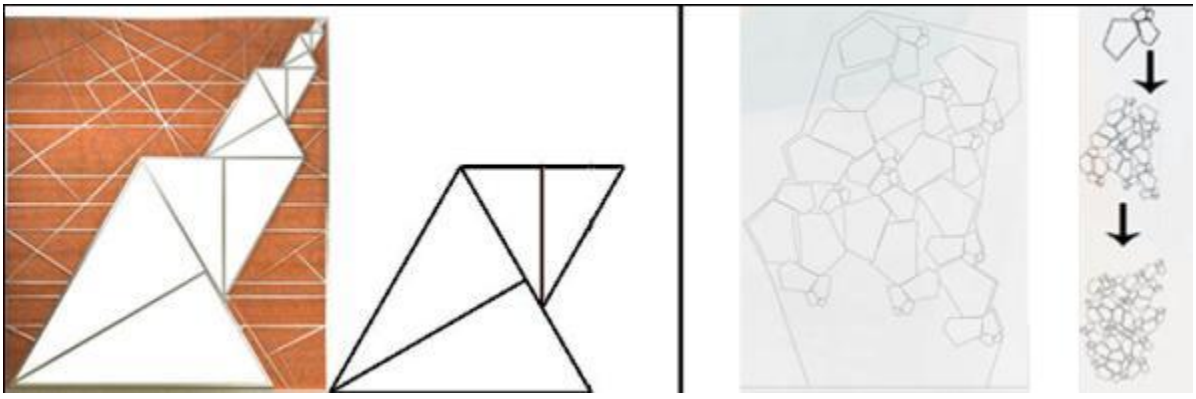
و قد تمتدريب بعض الطلبة علي خصائص الفراكتل و التشابه الذاتي و توصلنا إلي مجموعة من التصميمات شكل (١٤،١٥،١٦) تعتمد علي تكرار الشكل الأساسي (single) و تكراره بأسلوب معين للحصول علي(super panel) ثم تكرارها للحصول على الشكل أو النموذج(pattern) شكل (١٢). نعرضها فيما يلي:



شكل (١٢) مراحل الحصول علي الفراكتل و التوصل الي Pattern



شكل (١٣) و حدة إضاءة إعتمد تصميمها علي التشابه الذاتي لشكل المربع و تكراره للحصول علي شبكة أساسية، ثم تكرار عملية بسيطة و هي حذف مربع أصغر من المربع المربع الأساسي ثم تكرار العملية و الشكل الاساسي بمستويات تنازلية أو تناقصية في المقياس- تكرار تناقصي و دوران حول المركز.(فراكتل حلزوني)



شكل(١٤) قاطوع رأسي مكون من وحدة غير منتظمهشكل(١٥) قاطوع رأسي يأخذ اتجاه الفراكتل التفريعي
تم معالجتها بمقاييس مختلفة و تكرارها بشكل مركزي حيث تكرار الشكل الأصلي في اتجاه تناقصي في المقياس.
ثم تكرار هذه الوحدة في شكل عشوائي.

٤ . المشروع التطبيقي المقترح

يهدف المشروع التطبيقي إلى الربط بين الهندسة الكسرية والشبكات التصميمية لتكون كأحد طرق تدريس فعالة في مجال تصميم الأثاث وأيضًا كمرجع للمصممينلصياغة الأشكال والتكوينات التصميمية، وبحث مكوناتها وخصائصها من خلال خصائص الهندسة الكسرية.

ونستخلص من الدراسات التحليلية السابقة ما يلي :-

- تتكون الهندسة الكسرية من أشكال هندسية غير منتظمة ومن أجزاء غير منتهية متداخلة بمختلف القياسات.

-تكسير الأشكال في الهندسية الكسرية نتيجة تطبيق بعض القواعد الرياضية عليها، وهذه القواعد تأخذ الشكل الأساسي وتنقله من خطوة إلى خطوة إما بالإضافة إليه أو بتطويره.وهذه الأشكال تنتج من تقسيم الشكل الأساسي إلى أجزاء صغيرة، وكل جزء هو صورة مصغرة من الشكل الأساسي.أو العملية العكسية وهي تكرار للشكل بمستويات مقياس تصاعدية مختلفةلا نهائية وصولاً للشكل النهائي الذي يكون صورة مكبرة للشكل الأساسي.(حيث التكسير و النمو عمليتان عكسيتان).

- تساعد خصائص هندسة الفراكتال في تحديد وصفي للأشكال الطبيعيةوصفاً مضبوطاً، لأن الأشكال والأجسام في الطبيعة معظمها غير منتظمة؛ لأنها عبارة عن أنماط هندسيةتتكرر على مقاييس تتزايد في الصغر.

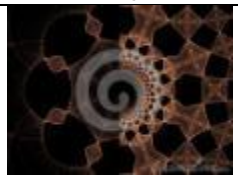
- نجد الهندسة الكسرية في العناصر المحيطة بنا، فنجدها في العلوم الرياضية والعلوم الهندسية وأيضًا نجدها في الطبيعة بكل عناصرها وبجميع مقاييسها، ويأخذ الشكل الفراكتلي في الطبيعة النموذج التفريعي حيث يكون ترتيب العناصر المختلفة المقياس بشكل تفريعي و أتجاهات خطية ، أو في شكل حلزوني حول مركزواحد أو عدة مراكز. و الإتجاه الحلزوني- بأشكاله وأنواعه وخصائصه - تتميز عناصره بعلاقة عكسية بين العدد و السمك؛ فكلما زاد العدد قل السمك- كما في فروع الأشجار.

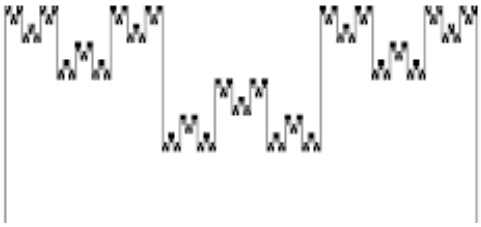
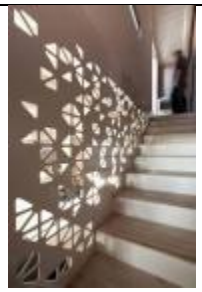
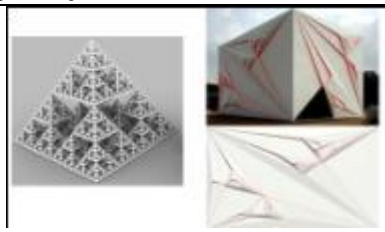
- الأجسام الكسرية لها خصائص حيث تتميز **بالتماثل الذاتي**Self-Similarityحيث العنصر يعيد نفسه بمقاييس مختلفة-و يكون أصغر عنصر في التصميم نفس شكل الوحدة الأساسية -و**البعد الفراكتاليالهيكل** و**الحجموالانظامية**.

ويناقشهذاالجزء من البحثالإجراءاتوالخطواتالمتبعةوصولاً إلىتحقيقهدفالبحث - **إستلهام نظم شبكية تصميمية ذات مرجعية مستمدة من هندسة الطبيعة لتطبيقها في مجال تصميم الأثاث**- و تكون هذه الخطوات كما يلي:

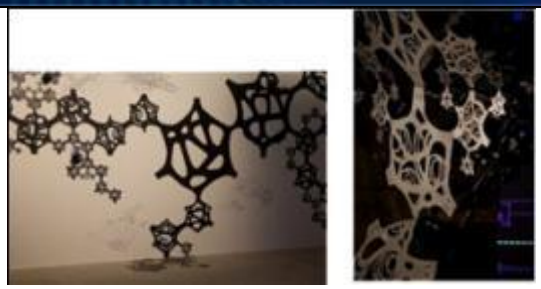
- باستنباط خصائص للهندسة الكسرية رئيسية وثانوية، من خلال تحليل بعض نماذج تصميمية.
- عمل جدول**نظم شبكية مبتكرة**بتطبيق مجموعة علاقات بين خصائص الهندسة الكسرية و الخصائص المستنبطة من التحليل .
- تصميمنماذج لشبكات تصميمية مستلهمة من جدول "نظمشبكية مبتكرة "، وتطبيقها في مجال تصميم الأثاث.
- أخيراً اتحليلالنتائج و مناقشتها.

٤ . ١ . استنباط خصائص للهندسة الكسرية رئيسية وثانوية

	الخصائص الأساسية	الخصائص الثانوية	الوصف والتحليل (من تصميمات تتبع المنهج الفراكتلي)	
أستنباط وتحليل خصائص الهندسة الكسريـــة (Fractal Geometric)	تنظيم الأشكال	التدرج المنتظم	يحدث التدرج المنتظم في التصميم الفراكتالي من خلال تكوينات بسيطة فيؤدي تنظيمها إلى عدم فقدان محتواها التصميمي الأصلي. (وهناك تدرج في المقياس و تغيير في الاتجاه منتظمين).	Fractal Table by Platform WertelOberfell
		التدرج العشوائي	يطبق الفراكتال التدرج العشوائي ، فيكون نتيجة توليد الأشكال عشوائيًا، بالإعتماد على تعدد المقاييس، وتداخل الأشكال الناتج من تكرارها العشوائي . سواء في المقياس أو الاتجاه.	Fractal LED by Arik Levy
		التنظيم المتنوع	عملية التنظيم المتنوع عمل على عدم ظهور و وضوح المحتوي التصميمي الأصلي في النظام.	Ornamented Columns by Michael Hansmeyer
		التعقيد	ينتج التعقيد من تنوع ارتباطات العناصر المختلفة وهذا التنوع يكون من خلال وجود العديد من الوحدات التي تتكامل فيما بينها مكونة سلسلة من المركبات في المنظومة التصميمية.	
		الديناميكية و سرعة حركة التصميم	هو تحقيق التحولات التصميمية في المستويات المختلفة للأشكال وسرعة الحركة.	Designed by - ArandaLasch جدار عبارة عن كتل بنائية من وحدات مسلسلة تتحول إلى تكوينات مرتجلة ديناميكية.

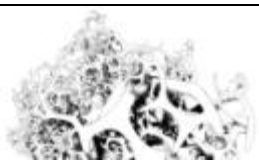
أستنباط وتحليل خصائص الهندسة الكسرية (Fractal Geometric)	العلاقات الشكلية	الايقاع	طبق الشكل الفراكتال مفهوم الإيقاع من خلال عمل فواصل تصميمية بين كل شكل وشكل لتوفير ما تحتاجه العين للإنتقال من جزء لأخر. و اختلاف المقياس(تنازلي –أو تصاعدي) يؤكد هذا الايقاع ايقاع في استخدام الشكال (النموذج).	
		التكرار	تحقيق التكرار من خلال ربطعناصرالشكل مع بعضها،عن طريق تكرارالوحدات القياسية الأصغر في المنظومة التصميمية.	 نموذج لأثاث فراكتلي مستوحى من زلزال تشيلي **Designed by [Milan-William Knight]** يتضح من التصميم التكرار في وحدة التصميم عن طريق تحديد المتغيرات أو الأشكال من (هندسة، حجم، مادة، الخ) مما يتيح توليد تكوينات، من خلالها يمكن التحكم في الشكل والوظيفة.
		الانتشار	يتسم الشكل الفراكتالي بخاصية الإنتشار حيث يرتكز الشكل التصميمي على مراكز أو محاور لتحقيق علاقات بين بعضها البعض ، وبين البعض والكل.	
		التنوع	تحقيق التنوع بين العناصرالمختلفة مما يؤدي إلى ترابط كل جزء مع الأخر و يحث ايقاعًا.	 **Designed by GernotOberfell and Jan Wertel**
		التماسك	وجود قواعد لتجميع الأشكال التصميمية لكي تعمل الأجزاء ضمن الكل في المنظومة التصميمية.	 **Designed by GernotOberfell and Jan Wertel**
	التكوين الكتلي	الاتجاه	استمد الشكل الفراكتال من الطبيعة أسس وقواعد ، حيث تعتمد على تداخل الأشكال المختلفة ولكنها تكون أسطح منحنية ومتداخلة ثلاثية الأبعاد.	

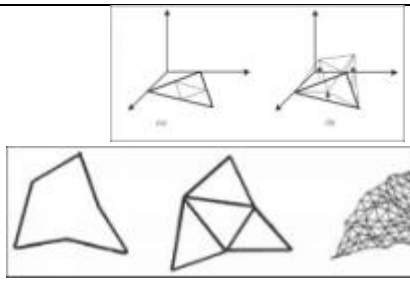
أستنباط وتحليل خصائص الهندسة الكسريـــة (Fractal Geometric)		الحدود	تتشكل الحدود من خلال الوحدات القياسية المترابطة مع بعضها وليس بين العناصر الشكلية.
	المفردات الشكلية	الأشكال الهندسية	استخدم إتجاه الفراكتال الأشكال المستوحاه من الطبيعة، ومنها الأشكال الهندسية المختلفة مثل المربع ، الدائرة ، المثلث .....
		الأشكال المنحنية	أستخدام عناصر مميزة من الأشكال المنحنية في تصميم الفراكتال المتناسقة حتى لوكانت متضادة.
		الأشكال الكسرية	تطوير وتبسيط الأشكال الكسرية بهدف تسهيل التعامل معها للوصول إلى نوع جديد من هندسة الأشكال الكسرية في التصميم.
	النسبة والتناسب	النسبة والتناسب	أستخدام علاقات نسبية محددة بين الوحدات الفراكتالية المكررة وفقًا لمعايير محددة.
		النسبة الذهبية	حيث التكرار اللانهائي للعناصر بمقاييس مختلفة تخضع للنسبة الذهبية ١:١.٦١٨ متمثلة في الخطوط الملونة



Designed by - Matthew Richie , Aranda/Lasch and Arup AGU

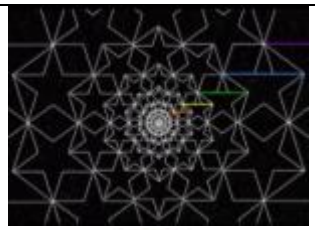
التعاملمع الوحدات الكسوريةوالانتقال بها منأنماطالأرضإلى الفضاءالنحتي ، فيتشكل من خلالها حدود المنظومة.





Designed by - Barcelona studio Dear Design

هيكلجداري من المعدن معلق، الذييلتفحول محيطالمحل،ومستوحى تصميمه من شكلX، وشعار الشركة ، مع تحقيق نسبة وتناسب في تكوين التصميم .



الربط بين تكرار الوحدة (نقاط تماس الدائرة) لتوليد التكوين التصميمي والنسبة الذهبية.

٤ . ٢. نظم شبكية مبتكرة لاستلهام عدد غير متناه من الشبكات

نتائج الدراسة التحليلية – خصائص الهندسة الكسرية (الفراكتل)مستوى رأسي	شبكات تصميمية مستوحاه من إتجاه الهندسة الكسرية	خصائص مستنبطة (مستوي أفقي)														
		تنظيم الأشكال					علاقات شكلية					تكوين كتلي		مفردات شكلية			نسبة و تناسب	
		تدرج منتظم 1	تدرج عشوائي 2	تنظيم متنوع 3	تعقيد 4	ديناميكية 5	ايقاع 6	تكرار 7	انتشار 8	تنوع 9	تماسك 10	الاتجاه 11	الحدود 12	اشكال هندسية 13	اشكال منحنية 14	أشكال كسرية 15	نسبة و تناسب 16	النسبة الذهبية 17
	أشكال هندسية غير منتظمةA	A 1	A 2	A 3	A 4	A 5	A 6	A 7	A 8	A 9	A 10	A 11	A 12	A 13	A 14	A 15	A 16	A 17
	أشكال هندسية منتظمةB	B 1	B 2	B 3	B 4	B 5	B 6	B 7	B 8	B 9	B 10	B 11	B 12	B 13	B 14	B 15	B 16	B 17
	التداخلC	C 1	C 2	C3	C 4	C 5	C 6	C 7	C 8	C 9	C 10	C 11	C 12	C 13	C 14	C 15	C 16	C 17
	مقياس مختلفD	D 1	D 2	D 3	D 4	D5	D 6	D 7	D 8	D 9	D 10	D 11	D 12	D 13	D 14	D 15	D 16	D 17
تماثل ذاتي	نمو – تصاعدي E	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5	E 6	E 7	E 8	E 9	E 10	E 11	E 12	E 13	E 14	E 15	E 16	E 17
تماثل ذاتي	تكسير- تنازليF	F 1	F 2	F 3	F 4	F 5	F 6	F 7	F 8	F 9	F 10	F 11	F 12	F 13	F 14	F 15	F 16	F 17
	اتجاه تفريعيG	G 1	G 2	G 3	G 4	G 5	G 6	G 7	G 8	G 9	G 10	G 11	G 12	G 13	G 14	G 15	G 16	G 17
	اتجاه حلزونيH	H 1	H 2	H 3	H 4	H 5	H 6	H 7	H 8	H 9	H 10	H 11	H 12	H 13	H 14	H 15	H 16	H 17
	البعد الفراكتليI	I 1	I 2	I 3	I 4	I 5	I 6	I 7	I 8	I 9	I 10	I 11	I 12	I 13	I 14	I 15	I 16	I 17

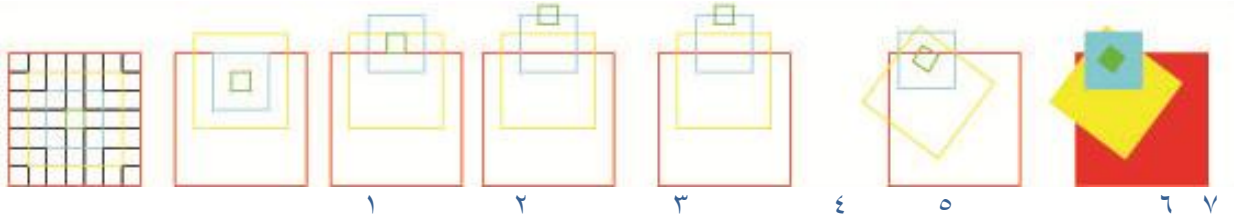
٤ . ٣. تصميم نماذج لشبكات تصميمية مستلهمة من جدول "نظم شبكية مبتكرة "

نعرض فيما يلي مجموعة من تجارب استلهام شبكات تصميمية من خصائص الهندسة الكسرية و الخصائص المستنبطة.

تجربة ١

بتطبيق بعض علاقات جدول**"نظم شبكية مبتكرة "**و هي: G-11-5-1 -Bنحصل علي المراحل التالية

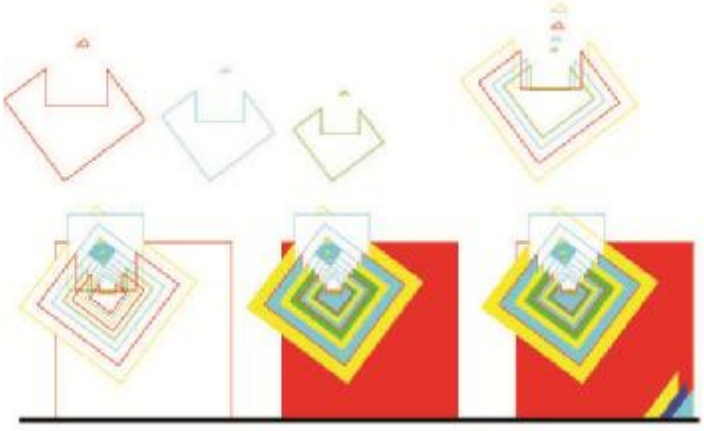
- استخدام شبكة هندسية متعامدة و عمل مربع منتظم كشكل اساسي(شبكة ١)- B
- عمل شبكة فراكتلية تنازلية المقياس للمربع عدد ٣ مرات بتدرج منتظم (شبكة ١)- 1
- عمل ازاحة أو حركة في اتجاه الاحداثي (ص) الى أعلي –علي شكل فراكتل تفريعي لكل مربع(شبكة ٢ الي ٤)- 5
- عمل دوران أو تغيير اتجاه للمربع الثاني و الرابع بزاوية ٥٣° و (شبكة ٦)- 11
- و حصلنا علي الشكل النهائي شبكة من المربعات المتراكبة فوق بعض فراكتل تنازلي مع تغيير الاتجاه(شبكة٧)- G



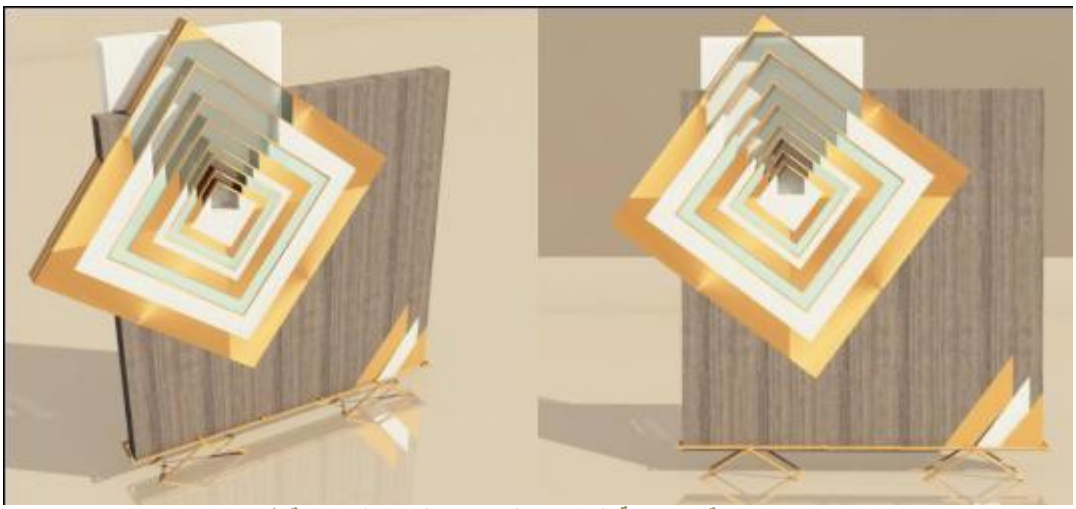
شكل(١٥) : تجربة ١ خطوات الحصول علي شبكة مستوحاة من جدول "نظم شبكية مبتكرة ".

استخدام الشبكة السابقة في الحصول على تصميم لقاطوع رأسي

بتطبيق العمليات الآتية F-7-1-H-4-6، حيث تم تناول الوحدة الناتجة من التداخل بأسلوب فراكتل تنازلي (F)مع تكرارها (7) بتدرج منتظم (1) باتجاه حلزوني (H) لزيادة التعقيد(4)مما يثري التصميم و يعطي ايقاعًا (6).



شكل(١٦) : خطوات استخدام نتائج تجربة (١) لتصميم قاطوع.

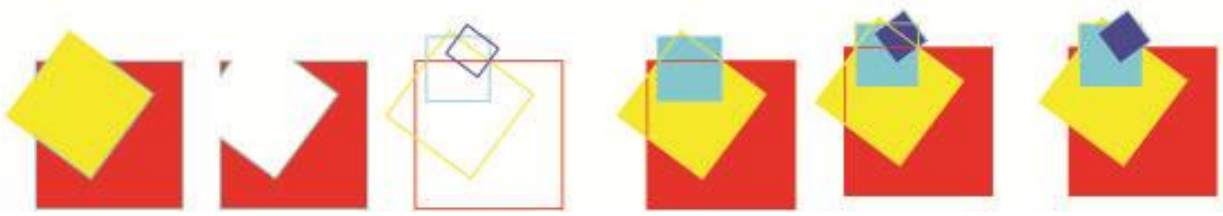


صورة (٣): اقتراح خامة الخشب و النحاس و الزجاج لتصميم قاطوع.

تجربة ٢

بتطبيق بعض علاقات جدول **"نظم شبكية مبتكرة "** و هي: B-1-7-F-H-6

- بدأنا بالمربع ٢،١ في التجربة السابقة B
- اجراء عملية حذف من المربع الأساسي ١ و الحصول علي الخطوة الثانية
- عمل تدرج منتظم (1) و تكرار (7) و تصغير تنازلي(F)
- تغيير اتجاه رقم المربع ٢ و ٤ نحصل على اتجاه حلزوني و ايقاع(H,6)



شكل(١٧) : تجربة ٢ خطوات الحصول علي شبكة مستوحاة من جدول "نظم شبكية مبتكرة ".

تجربة ٣

بتطبيق بعض علاقات جدول **"نظم شبكية مبتكرة "** و هي(B-1-5-3-11-14-H-7)

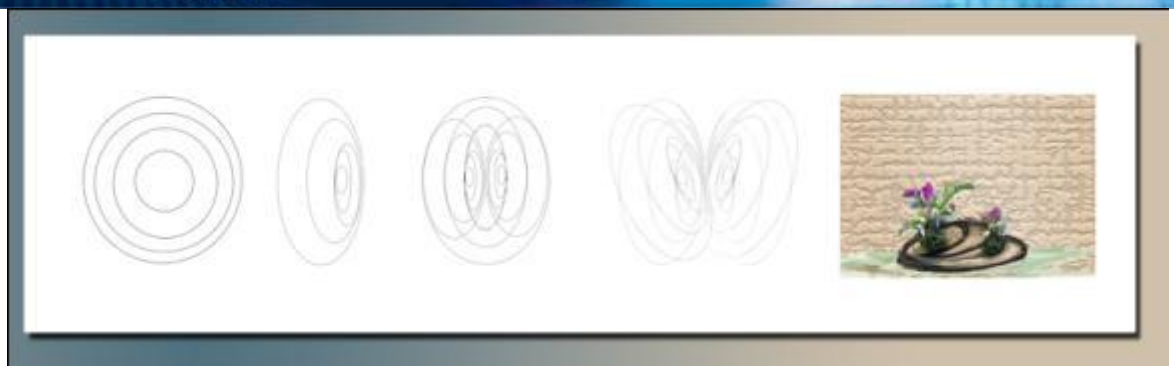
- استخدام شبكة هندسية مركزية.(B)
- عمل شبكة فراكتلية تنازلية المقياس للدائرة عدد ٣ مرات (1)
- عمل ازاحة أو حركة في اتجاه الاحداثي (ص) الى اعلي لجزء من الشكل.(5)
- عمل تغيير في الإتجاه ، فيتحول الشكل إلى تنظيم متنوع (11,3)
- عمل دوران او تغيير اتجاه للمنحنى ، تحول الفراكتل الي اتجاه حلزوني. (14,H)
- تكرار الشكل.(7)
- الحصول علي الشكل النهائي شبكة من االمنحنيات المتراكبة فوق بعض فراكتل تنازلي مع تغيير الاتجاه منتظمة التدرج
- و تم عمل اقتراح فكرة قاطوع.

شكل(١٨) : تجربة ٣ خطوات الحصول علي شبكة مستوحاة من جدول "نظم شبكية مبتكرة "، و اسكتش لقاطوع.

تجربة ٤

بتطبيق بعض علاقات جدول **"نظم شبكية مبتكرة "** و هي B-G-1-4-11-I

- استخدام شبكة هندسية مركزية.(B)
- عمل شبكة فراكتلية تنازلية المقياس للدائرة عدد ٤ مرات في اتجاه ناحية المماس(F,11)
- عمل ازاحة أو حركة في اتجاه الاحداثي (س) ، إتجاه تفريعي.
- عمل تغيير في الإتجاة ، فيتحول الشكل إلى تعقيد.(11,4)
- تكرار الشكل.
- و حصلنا علي الشكل النهائي شبكة من االمنحنيات المتراكبة فوق بعضها فراكتل تنازلي مع تغيير الاتجاه.



شكل(١٩) : تجربة ٤ خطوات الحصول علي شبكة مستوحاة من جدول "نظم شبكية مبتكرة " و اسكتش حوض زهور.

تجربة ٥

بتطبيق بعض علاقات جدول **"نظم شبكية مبتكرة "B-2-11-7-14-H-4**

- استخدام شبكة هندسية مركزية. (B)
- عمل شبكة فراكتلية تنازلية المقياس للدائرة عدد ٣ مرات بتدرج عشوائي. (2)
- حذف منتصف الشكل.
- عمل تغيير في الإتجاة وتكراره (11,7)
- عمل دوران او تغيير اتجاه و الحصول على مجموعة من المنحنيات(14) ، تحول الفراكتل الي اتجاه حلزوني (H)
- و حصلنا علي الشكل النهائي شبكة من االمنحنيات المتداخلة المعقدة (4)

شكل(٢٠) : تجربة ٥ خطوات الحصول علي شبكة مستوحاة من جدول "نظم شبكية مبتكرة " و اسكتشكونسول.

النتائج و مناقشتها

- الهندسة الفراكتالية تعطي للمصممين قاموساً جديداً لتفسير الأشكال المعمارية والطبيعية. وربما أكثر من ذلك بكثير....
- تعليم مزج التصميم مع الرياضيات، يحول المعادلات و العلاقات من مجرد أرقام أو رموز إلى أشكال ورسومات.
- هندسة الفراكتال تبرز الجوانب الجمالية في الرياضيات
- كنا قد تساءلنا في فروض البحث **هل هناك علاقة بين الهندسة الكسرية Fractal Geometric والحضارات السابقة؟** و من خلال الدراسة التحليلية لمجموعة من الأعمال المعمارية و الداخلية و الأثاث و الزخارف في حضارات و حقبات مختلفة وجدنا جذور للفراكتل منذ الحضارة المصرية القديمة و حتي الآن و لكن لم يكن لها مسمي الفراكتل.
- و كان من أهداف البحث **استلهام و إستنباط نظم شبكية تصميمية مستوحاه من إتجاه الهندسة الكسرية Fractal Geometric**.لتطبيقها في مجال تصميم الأثاث . و قد تم ذلك بفضل الله تعالي، حيث تم التوصل جدول " نظم شبكية مبتكرة .
- يساعد جدول" نظم شبكية مبتكرة" علي زيادة الإبداع و الخيال عند المصممين؛حيث يمكن الحصول علي حوالي (١٥٣) نمط شبكي مقترح بتطبيق عمليات تكرارية من العلاقات علي المستوين الرأسي و الأفقي باستخدام بديل واحد

فقط من المستوى الأفقي و آخر من المستوي الرأسي. و تتزايد الاقتراحات بتغيير العلاقات و استخدام علاقتين من المستوي الرأسي مع علاقة أو اثنين من المستوي الأفقي و هكذا.

- و كلما زاد استخدام العلاقات زاد التعقيد وحصلنا علي عدد غير متناه من الشبكات، و هذا أيضًا من خواص الفراكتل. كما يمكن الاستعانة بتطبيق بعض العلاقات الرياضية للانتقال بالشبكة الأساسية من مرحلة إلي أخري أو تطويرها.

- و من ثم توصلنا الي شبكات عن طريق تطبيق مجموعة من العلاقات و العمليات المتمثلة في حروف و أرقام ، ثم بعد ذلك الوصول الي تصميم أثاث يتبع اتجاه الفراكتل.

توصيات

نوصي بتطبيق المصممين و الطلاب للفراكتل لأن ذلك يؤدي إلى إكسابهم مهارة التعامل مع العلاقات الرياضية، وكذلك مهارة استخدام الشبكات للتعبير من خلالها عن العلاقات الهندسية وفهم مكوناتها، و ربط علم الهندسة بالتصميم.

المراجع العربية

١. أحمدسميركاملعلى - النظامالشبكيالقياسيكمدخلاقتصاديلتصميمأثاثمعاصر - بحث منشور - مؤتمر كلية الفنون التطبيقية - ٢٠١٤.
٢. سالمعلي بن ، أسماعيلهيكلنمير، نوبيمحمد، شريفالعطارمحمد – النظم في التصميم المعماري - مركز البحوث والمعلومات – كلية العمارة والتخطيط – جامعة الملك سعود- ٢٠١١.
٣. سلوي يوسف عبدالباري – أثر الفن الشعبي علي التصميم الداخلي لقاعات الاستقبال بالفنادق- رسالة ماجستير – كلية الفنون التطبيقية ٢٠٠٠.

المراجع الأجنبية

4 -Larry S. Liebovitch - Introduction to Fractals -Center for Complex Systems and Brain Sciences, Florida -Atlantic University - U. S. A. 1

5-NicolettaSala, **Fractal Geometry And Self-Similarity In Architecture: An Overview Across The Centuries**, Academy of Architecture of Mendrisio, University of Italian Switzerland.
http://archive.bridgesmathart.org/2003/bridges2003-235.pdf

مراجع شبكة المعلومات

6-https://s3-website-eu-west-1.amazonaws.com
7-www.FractalFoundation.org
8- https://sites.google.com/site/fractalgeometry42013/fractal-geometry
9-http://algorithmicbotany.org/papers/abop/abop-ch8.pdf
10- http://www.marefa.org/index.php
11-http://varanasi.nic.in/tourist/tourist4.html
12- https://en.wikipedia.org/wiki/Kashi_Vishwanath_Temple
13- https://en.wikipedia.org/wiki/St._Peter%27s_Basilica
14- https://en.wikipedia.org/wiki/Castel_del_Monte,_Apulia
15http://www.samarkandtour.com/en/attractions/dostoprimechatelnosti_samarkanda/ploshchad_registan.html
16- http://2eyeswatching.com/2012/03/05/others-pagodas-stupas-temples/
17- http://www.dezeen.com/2007/02/02/zaha-hadid-in-abu-dhabi-update/
18-https://en.wikipedia.org/wiki/St._Peter%27s_Basilica
19- http://mandomando334.blogspot.com.eg/2014/03/blog-post_6875.html
20- http://www.walkingmelbourne.com/forum/viewtopic.php?t=898