مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (39) العدد (6) 2017
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (39) No. (6) 2017

The Fractal Geometry in traditional Architecture

Dr. Nasiba Said[1]
Dr. Mohamed Haitham Basis[2]
Shaza chaddoud[3]

(Received 22 / 5 / 2017. Accepted 26 / 11 / 2017)

□ ABSTRACT □

It's often debated that architecture has a controversial relationship with mathematics on the one hand and with nature on the other. Many scientific theories that deal with and try to explain the natural phenomena have been developed recently. One of these theories is the fractal geometry. It has been used in architecture to study and analyse the environment being built. Trying to find some new solutions inspired by the spirit of the traditional buildings, some studies have attempted to get benefit of their applications in the study of such buildings. However, they have depended on the fractional properties in order to avoid any literal repetition of the traditional aspects, any visual chaos or any distortion of the old cities. The fractional geometry and its existence in the traditional buildings facades have been discussed by a research that shows its definition in addition to its most important characteristics.

A sample of the traditional buildings was then analyzed using a program called fractalyse. This program is based on fractal geometry to calculate the sample first. Then to compare and analyse the results until reaching the conclusion that the traditional architecture has a fractal structure. This structure helps to adopt the characteristics of this sample as reference when designing the neighboring building facades.

Key words: fractal, fractal dimension, self- Similarity.

[1] **Professor, Department of Theory and History of Architecture Tishreen University, Lattakia Syria**
[2] **Professor , Department of Design of Architecture Tishreen University, Lattakia Syria,.**
[3] **Postgraduate student, Architecture college, in Department of Design of Architecture, Tishreen University, Lattakia Syria.**

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (39) العدد (6) 2017
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (39) No. (6) 2017

الهندسة الكسرية في العمارة التقليدية

د. نسيبة سعيد[4]
د. محمد هيثم بصيص[5]
شذا شدود[6]

(تاريخ الإيداع 22 / 5 / 2017. قُبِل للنشر في 26/ 11 / 2017)

□ ملخّص □

تبرز من حين لآخر جدلية العلاقة بين العمارة والرياضيات من جهة، وبين العمارة والطبيعة من جهة أخرى، وخلال الاعوام الماضية ظهرت العديد من النظريات العلمية الحديثة التي تعنى بالظواهر الطبيعية وتحاول تفسيرها، ومن هذه النظريات الهندسة الكسرية التي بدأت تستخدم في العمارة لدراسة البيئة المبنية وتحليها، وظهرت بعض الدراسات التي حاولت الاستفادة من تطبيقاتها في دراسة المباني التقليدية لإيجاد حلول جديدة مستوحاة من روحها ولكن دون التكرار الحرفي لمفرداتها، وذلك من خلال الاستفادة من الخصائص الكسرية الموجودة في المباني التقليدية، ومحاولة تكرارها باستخدام مواد ومفردات حديثة، بحيث تقلل من الفوضى البصرية وتحد من طمس معالم المدن القديمة وتشويهها.

يناقش البحث الهندسة الكسرية ومدى وجودها في واجهات المباني التقليدية، من خلال استعراض تعريفها وأهم خصائصها، ومن ثم تم تحديد عينة بحثية من المباني التقليدية، وتحليلها باستخدام برنامج Fractalyse الذي يعتمد على الكسرية، لحساب البعد الكسري للعينة ومقارنة النتائج وتحليلها وصولا الى الاستنتاجات بان العمارة التقليدية تتمتع ببنية كسرية بهدف اعتماد خصائص هذه البنية كمرجع في عملية تصميم واجهات المباني الحديثة المجاورة لها بالاستناد عليها.

الكلمات المفتاحية : الكسرية– البعد الكسري– بعد التشابه الذاتي.

[4] **مدرس – قسم نظريات وتاريخ العمارة – كلية الهندسة المعمارية– جامعة تشرين– اللاذقية– سورية.**
[5] **مدرس – قسم التصميم لمعماري – كلية الهندسة المعمارية– جامعة تشرين– اللاذقية– سورية.**
[6] **طالبة ماجستير–قسم التصميم المعماري –كلية الهندسة المعمارية– جامعة تشرين– اللاذقية– سورية.**

مقدمة:

ظهرت في السنوات الأخيرة دراسات حديثة ارتكزت في مجملها على فرع جديد من الهندسة عرف باسم الهندسة الكسرية Fractal Geometry التي تهتم بالبحث في المكونات الجزئية للأشكال الطبيعية وفقاً لمجموعة من الخصائص الرياضية وأهميتها في دراسة البيئة المبنية، واستنادا إلى الدراسات المرجعية فإن المباني التقليدية غالبا ما امتلكت بنية كسرية، ظهرت بشكل خاص في تشابه وتكرار بعض عناصرها وخاصة في الواجهات، مما ساعد على إعطائها طابعها المميز وإثارتها في نفس الناظر متعة وألفة بصرية قد تفتقر إليها معظم الواجهات الحديثة.

أهمية البحث وأهدافه:

يهدف البحث إلى تحري وجود البنية الكسرية في المباني التقليدية في مدينة جبلة.

طرائق البحث ومواده:

تم استخدم المنهج التحليلي الاستقرائي لتحقيق هدف البحث، ونوقش من خلال محاور اربعة توضح مادة البحث في مجمل تفاصيلها ومعطياتها، ويمكننا تلخيصها كالآتي :

المدخل النظري:

1. الكسرية Fractal.
2. الهندسة الكسرية Fractal Geometry .
3. خصائص البنية الكسرية.
   a. التشابه الذاتي Self- Similarity.
   b. البعد الكسري Fractal Dimension.

الدراسة التحليلية:

4. طريقة حساب البعد الكسري للواجهات باستخدام برنامج Fractalyse.
5. التحليل.

النتائج والمناقشة.

المدخل النظري:

1. الكسرية Fractal:

يشتق مصطلح الكسري Fractal من الكلمة اللاتينية fractus والتي تعني الكسر broken، غير المنتظم irregular، غير المصقول unsmooth. وعرف هذا المصطلح لأول مرة من قبل Mandelbort عام 1978م، ولكنه كان موجودا كفكرة في فترة سابقة وكانت تعرف باسم ندف الثلج Koch snowflake. الصورة (1). حيث يمكن العثور على الكسرية في كل مكان بالطبيعة كالسواحل والغيوم والجبال والأشجار والنباتات وغيرها. وقد تم استخدام خصائصه البصرية لتفسير العوامل الطبيعية والموسيقى والطب والرياضيات، وغيرها. الصورة (2).[1]

الصورة (1) ندف تلج كوخ Koch snowflake [9]

الصورة (2) وجود الكسرية في الطبيعة – نبات السرخس [10]

بالنسبة إلى Mandelbort فإن معنى الكسرية يشمل على الشكل والصدفة والبعد، واستخدم هذا المصطلح لوصف المنحنيات غير المنتظمة، وعرفه كل من Batty[7] and Longley[8] على أنه كائن هندسي خشن غير منتظم على كافة المستويات، يمكن تمثيله بعملية كسر شيء ما إلى أجزاء أصغر لكن هذه الأجزاء تشابه الجسم الأصلي ويبدي بعضها بنية تتصف بالتشابه الذاتي على كل المقاييس وعلى مختلف مستويات التكبير. كما تحمل الكسرية في طياتها ملامح مفهوم اللانهاية. ففي معظم الحالات، يمكن توليده من خلال تكرار معين، وبعدد لانهائي من المرات [3]، في حين رأى Michal L. lapidus[9] بأنه جزء هندسي صغير جدا غير منتظم ذو أبعاد لا متناهية بالصغر، يمكن أن يتألف من أجزاء متشابهة مؤلفة بدورها من أجزاء متشابهة ومشابهة للجزء الأم. [4]

2. الهندسة الكسرية Fractal Geometry:

تعد الهندسة الكسرية Fractal Geometry من النظريات الحديثة في الرياضيات، وترجع جذورها إلى أواخر القرن التاسع عشر، عندما تحدى بعض علماء الرياضيات مبادئ اقليدس، ومنهم عالم الرياضيات الألماني Felix Hausdorff[10] الذي وضع افكار تتعلق بوصف خصائص الأشكال الطبيعية والهندسية التي لا يمكن وصفها باستخدام مبادئ الهندسة الاقليدية Euclidean Geometry ولكن لم تتبلور معالمها بشكل جدّي إلا على يد عالم الرياضيات الفرنسي Mandelbrot[11]، عندما تسائل: "ما هو طول ساحل انكلترا؟"، ووجد أنه ليس هناك إجابة محددة، حيث تعتمد الاجابة على نوع المقياس المستخدم. فإذا كان المقياس كبير بالكيلومتر مثلا، لن يكون بالإمكان قياس التعرجات الصغيرة للساحل، وإذا استخدم مقياس أصغر كالمتر، سيتمكن من قياس تلك التعرجات وبالتالي سيحصل على طول

---

[7] Michael Batty: أستاذ في التحليل المكاني والتخطيط والجغرافيا في جامعة لندن، ورئيس مركز التحليل المكاني (CASA)، حائز على جائزة نوبل في الجغرافيا لعام2013م.

[8] Paul Longley: عالم جغرافيا بريطاني، وأستاذ في علم المعلومات الجغرافية في جامعة لندن، ورئيس تحرير مجلة البيئة والتخطيط.

[9] Michal L.lapidus: استاذ في الرياضيات، وعضو هيئة تدريسية مساعد في الفيزياء والفلك وعلم الهندسة والمعلوماتية.

[10] Felix Hausdorff: عالم رياضيات ألماني، أحد مؤسسي علم الطوبولوجيا الحديث كما ساهم بشكل كبير في نظرية المجموعات ونظرية المجموعات الوصفية ونظرية القياس والتحليل العقدي والتحليل الدالي.

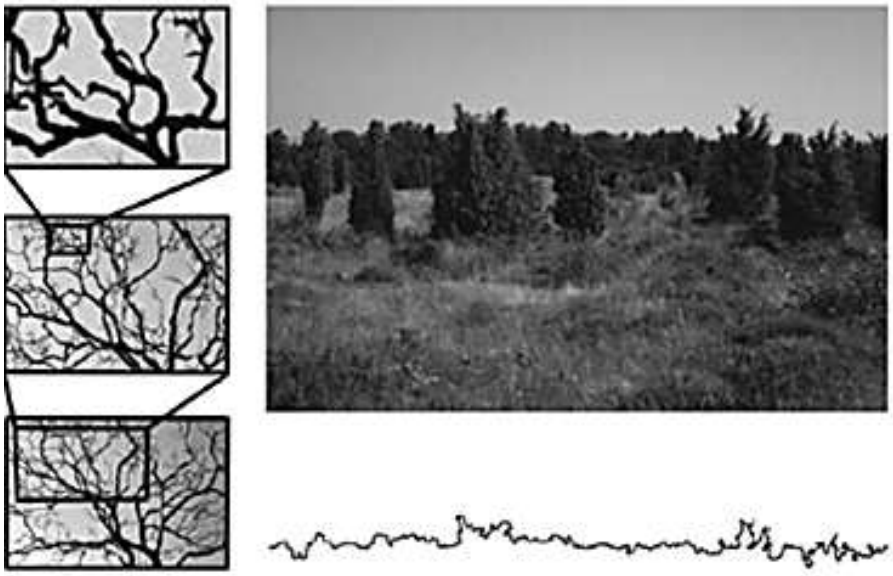
[11] Benoit B. Mandelbrot: عالم رياضيات من أصل بولندي، طور نظرية الخشونة (Theory of roughness) ونظرية التشابه الذاتي (Self-similarity)، والهندسة الكسرية (Fractal Geometry)، تضمنت مسيرته البحثية مساهمات في مجالات الطب، الجيولوجيا، علم الكونيات، الهندسة والعلوم الاجتماعية.

أكبر مما في الطريقة السابقة. وهكذا كلما صغر المقياس المستخدم لقياس الساحل زاد طوله. الصورة (3). وهنا بدأ في اكتشاف نوع جديد من التراكيب الهندسية أطلق عليه الهندسة الكسرية، تعنى بالبحث في المكونات الجزئية للأشكال الطبيعية وفقاً لمجموعة من الخصائص الرياضية. [1]

الصورة (3) قياس طول الساحل البريطاني بمقاييس مختلفة [1]

تدرس الهندسة الكسرية البنى الهندسية المؤلفة من كسريات Fractals التي يمكن تعريفها بأنها جزء هندسي صغير جدا غير منتظم ذو أبعاد لامتناهية بالصغر، غالبا ما يتألف من أجزاء متشابهة ومشابهة بدورها للجزء الأم، ويتم تشكيلها عن طريق عمليات أو خوارزميات متكررة.

تقوم هذه الهندسة بدراسة البنى التي تحمل خصائص كسرية، وتصف العديد من العناصر والتراكيب التي لا يمكن تفسيرها أو دراستها بالهندسة الاقليدية. وعرفها Mandelbrot بأنها الدراسة المناسبة للبنى المتماثلة ذاتيا التي تساعد على فهم العلاقات في الطبيعة، وتهتم بالتحقق من الخصائص الرياضية لبعض الأشكال والظواهر الطبيعية ومحاولة تفسيرها وفقاً لخصائصها الكسرية. [2]. كما تمتلك تطبيقات عديدة في العلوم والتكنولوجيا والمجالات الحاسوبية، وتستطيع الهندسة الكسرية تمثيل العديد من الظواهر أو العناصر الطبيعية المعقدة، فغالبا ما تكون هذه العناصر مكونه من شكل بسيط مكرر عدة مرات وصولا إلى شكل اكثر تعقيدا، نذكر منها على سبيل المثال: الشعاب المرجانية ذات السطوح الخشنة، الغيوم، ندف الثلج، وكذلك الخطوط المتعرجة للسواحل والسلاسل الجبلية، والاشجار والنباتات وغيرها. الصورة(4). [1]



الصورة (4) مثال على وجود الكسرية في الطبيعة، الأشجار [8]

3. خصائص البنية الكسرية Fractal Properties:

البنى الكسرية رياضيا هي أشكال هندسية تتكون من تراكيب ذات تعقيد معين تحافظ على تفاصيلها عند مختلف مستويات التكبير. حيث تتميز هذه البنى بخصائص أساسية تعطي لها ذلك التركيب الفريد وتميزها عن البنى الهندسية الأخرى، ومنها:

- خاصية التشابه الذاتيSelf- Similarity .
- خاصية البعد الكسري Fractal Dimension.[1]

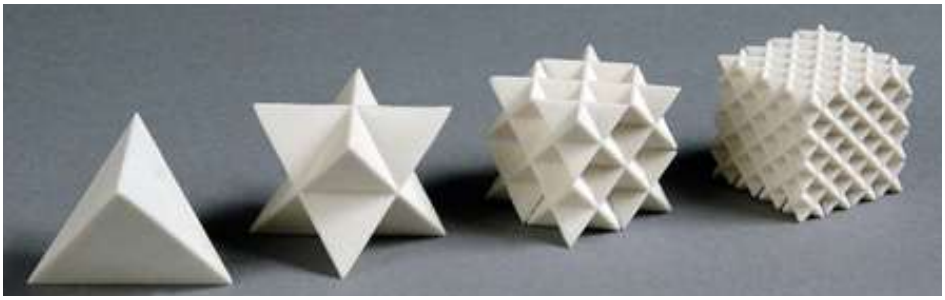
a. التشابه الذاتي Self- Similarity:

وضح Jencks[12] عمليات التشابه الذاتي بأنها تشبيهات متحولة وليست نسخ متطابقة. فهو يولد وحدة متكاملة بعيدا عن الرتابة والملل، ويحمل فكرة الوحدة والتنوع على حد سواء، بعيدا عن التكرار السلبي. [6]

بينما تناول Lorenz[13] مفهوم التشابه الذاتي وعرفه بأنه عملية تكرارية تتصف بالتعقيد، يكون الشكل الناتج عن العنصر المعرض للتشابه الذاتي إما أكبر أو اصغر او يتم تدوير الهيئة نفسها او نقلها، مع الحفاظ على الهيئة نفسها [7]. أما بالنسبة الى Bovil فهو يعني أن أجزاء صغيرة من شيء ما مشابهة لأجزاء أكبر منها والتي بدورها تشبه الشكل ككل، وهو يمثل التناظر في أشكال الطبيعة. الصورة (5).[5]

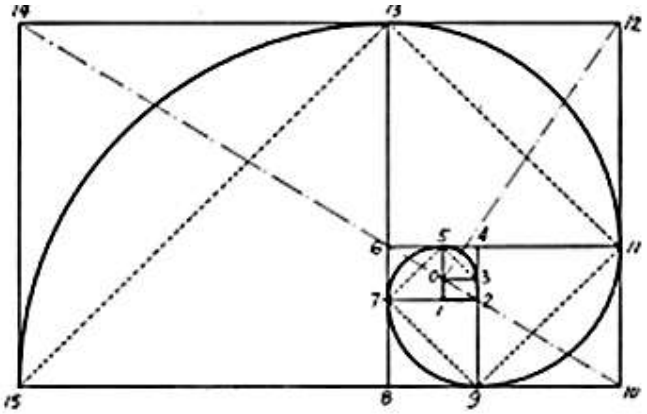
[12] Charles Alexander Jencks: ناقد ومنظر معماري أميركي، مختص في التصميم وتنسيق الحدائق (اللاند سكيب). انتشرت كتبه على نطاق واسع في الاوساط المعمارية واهتم بتاريخ ونقد الحداثة وما بعد الحداثة. درس على يد المؤرخين المعماريين Sigfried Giedion و Reyner Banham .

[13] Lorenz: عالم رياضيات وأرصاد جوية أمريكي، له مساهمات مهمة في نظرية الفوضى، وهو الذي صاغ مصطلح تأثير الفراشة butterfly effect.



الصورة (5) تطبيق التشابه الذاتي على شكل هرمي [9]

يعتبر المقطع الذهبي Golden Section من أشكال التشابه الذاتي من خلال تكرار المستطيلات فيه، كما يمكن ملاحظة نوع من التشابه الذاتي في العديد من الاشكال الطبيعية، ويمكننا تبسيط فكرة هذا المفهوم باستعراض مثال بسيط، فإذا أخذنا جزء من الصورة وكبرناه إلى مساحة الصورة الأصلية فسنحصل على صورة جديدة تشبه الصورة الأصل. الصورة (6)



الصورة (6) المقطع الذهبي (Golden Section)[5]

b. البعد الكسري Fractal Dimension :

يعرف البعد الكسري حسب Bovil[14] على انه قياس رياضي لدرجة تعرج وتموج ملمس العنصر ويوفر قياس كمية تمزج بين الانتظام order والمفاجئة في التكوين ، وله دور في تقييم الثراء البصري والكثافة للصورة او العنصر او للواجهات المعمارية.[5]

هناك أساليب مختلفة لحساب البعد الكسري، ومنها طريقة فرز الصناديق Box Counting Method، التي أوجدها Bovill كطريقة حسابية تقريبية لمعرفة هذا البعد، واستخدمت في الموسيقى والفن والهندسة المعمارية وغيرها من المجالات، وهي مناسبة لقياس هذا البعد لارتفاع المباني والواجهات والجبال والأشجار والأشياء التي ليست كسرية بالكامل، حيث تقيس هذه الطريقة البعد الكسري للصورة على أساس الخشونة والملمس وكمية التفاصيل. في البداية كانت الحسابات تتم بطريقة يدوية، من خلال:

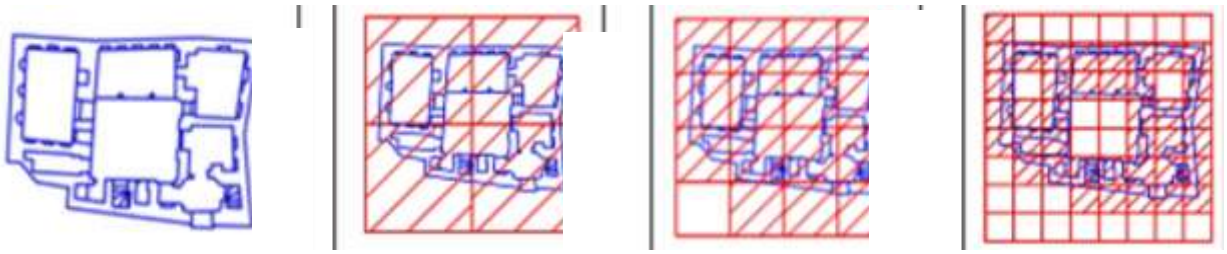
- وضع شبكة من المربعات فوق الصورة او الواجهة المراد حساب بعدها الكسري.
- يتم عد المربعات التي تحوي أي خط او جزء من الصورة داخل الشبكة.
- تكرر العملية السابقة على الصورة مع تغيير حجم مربعات الشبكة، الصورة(7).

[14] Carl Bovil: أستاذ في جامعة كاليفورنيا، حاصل على درجة الماجستير في الهندسة المعمارية والهندسة الميكانيكية، نال الميدالية الذهبية للتميز في الدراسة المعمارية من المعهد الأمريكي للمهندسين المعماريين.

نحصل على البعد الكسري بهذه الطريقة، من خلال تطبيق المعادلة التالية:

$$D=\lim_{r\to 0}\frac{\log(Nr)}{\log(1/r)}$$

حيث: D: البعد الكسري، r:حجم الشبكة ، N: عدد المربعات المعدودة (التي تحوي جزء من الصورة).



الصورة (7) شبكة المربعات المطبقة على مسقط مبنى. يوضح المقياس المختلف للشبكة في كل مرحلة [11]

من المهم بهذه الطريقة معرفة مقياس الشبكة المستخدمة، والتي يمكن أن تفسر على أنها المسافة بين الناظر والواجهة الخاضعة للتحليل. حيث تؤثر هذه المسافة على البعد الناتج من خلال ادراك التفاصيل فكلما صغر مقياس الشبكة يظهر مزيد من التفاصيل. حيث تحسب في هذه الطريقة المربعات التي تحتوي تفاصيل فقط، والتي قد تكون نوافذ، وأبواب، وحواف الجدران، وهيكل الواجهة، وحتى المناطق المحيطة بها، أو في مقاييس اصغر، مقابض الأبواب والزخارف.

كما ذكر سابقا البعد الكسري هو مقياس كمي للمزيج بين الانتظام order الذي يربط العناصر مع بعضها بعلاقات متكررة سهلة التبوء والمفاجأة حيث تكون العناصر غير مرتبطة بعلاقات مباشرة مما يمنع التنبوء بها ويصعّب ادراكها، لذلك فالأبعاد المرتفعة تشير إلى أن عناصر ومكونات التكوين لا تتوافق مع بعضها البعض، مما يعني أن هناك درجة عالية من المفاجأة. والسبب في ذلك قد يكون أنه لا يوجد علاقة معينة تربط أجزاء التكوين مع بعضها البعض ومع الكل، وهو ما يعني أن المشاهد او الناظر لا يمكنه تحديد المفهوم العام للتكوين أو لأجزائه. ولكن هذا لا ينطبق على جميع الأشياء المقاسة. فهناك أمثلة حيث تنتج الأبعاد العالية من خشونة السطح، على سبيل المثال، مجموعة من الألواح الخشبية التي قد يكون لها بعد عالي رغم انتظامها في التوزيع. ان العناصر ثنائية البعد كالمخططات والصور،.. وغيرها يتراوح بعدها الكسري بين{2−1}، أما ثلاثية البعد كالمجسمات فيتراوح بعدها بين −3} {4، وعليه فالصور ثنائية البعد التي تملك بعد يتراوح بين (1.1−1.5) تحوي على تفاصيل وخشونة أقل من التي يكون بعدها بين (1.6−1.9)، وعليه فكلما اقترب القيمة من ال (2) ازدادت تفاصيل الواجهة وقل الترابط بين عناصرها، وكلما اقترب من ال(1) زادت رتابة العناصر وانتظامها.

تم تطوير هذه الطريقة على يد مجموعة من الباحثين من بينهم Lorenz[15] الذي استخدم البرامج الحاسوبية للوصول إلى النتائج وحساب البعد الكسري للصور والمخططات مباشرة مما يوفر الوقت والجهد. وفي هذا البحث سنستخدم برنامج Fractalyse[16] لحساب هذا البعد ولتحليل العينة المدروسة مع اهمال المواد المستخدمة في

[15] Lorenz: عالم رياضيات وأرصاد جوية أمريكي، له مساهمات مهمة في نظرية الفوضى، وهو الذي صاغ مصطلح تأثير الفراشة butterfly effect.

[16] Fractalyse: أعد البرنامج من قبل فريق بحث (المدينة، التنقل، والاقليم) (City, mobility, territory) الخاص بمركز البحوث ThéMA،وضع في البداية بهدف قياس البعد الكسري للمناطق المبنية من المدينة، وتم تطويره لاحقا بحيث يمكن استخدامه في قياس

الواجهات، ولقد أعدّ هذا البرنامج من قبل فريق بحث (المدينة، التنقل، والاقليم) (City, mobility, territory) الخاص بمركز البحوث ThéMA، وضع في البداية بهدف قياس البعد الكسري للمناطق المبنية من المدينة، وتم تطويره لاحقا بحيث يمكن استخدامه في قياس البعد الكسري للصور والمخططات، كما انه يحتوي على ادوات بسيطة لمعالجة الصور. يحتوي عدة طرق لقياس البعد الكسري، منها: طريقة فرز الصناديق box counting، التي ستستخدم في هذا البحث. [2]

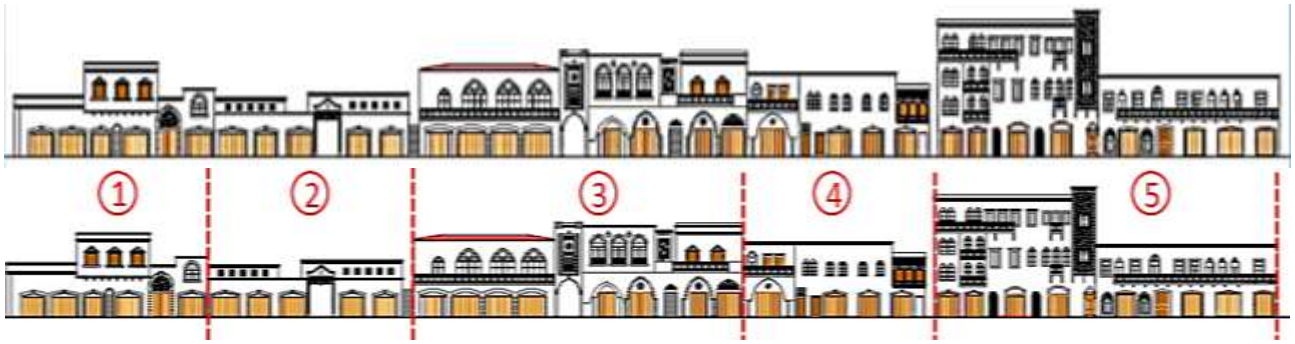
الدراسة التحليلية:

اعتمد البحث الاسلوب التحليلي. تم تحديد العينة البحثية بمجموعة من واجهات الابنية المتصلة في مدينة جبلة القديمة، لازالت محافظة على اغلب معالمها، وتضمنت هذه الواجهات تكرار لبعض العناصر المكونة لها، تم اهمال مواد البناء المستخدمة اثناء عملية التحليل حتى لا تؤثر على قياس البعد الكسري.

4. طريقة حساب البعد الكسري للواجهات باستخدام برنامج Fractalyse:

بعد اختيار العينة البحثية:

- تم رسم النماذج المختارة باستخدام برنامج الاتوكاد.
- قسمت الواجهة المتصلة الى خمسة أجزاء تمثل العينة البحثية كما هو مبين في الصورة(8)، وذلك لسهولة درستها وتحليلها باستخدام البرنامج المذكور، وحتى تبقى تفاصيل الواجهة واضحة اثناء تحليلها.
- تحويل الواجهات المرسومة إلى صور ذات صيغة BMP مستخدمة برنامج Easy2Convert JPG to BMP.

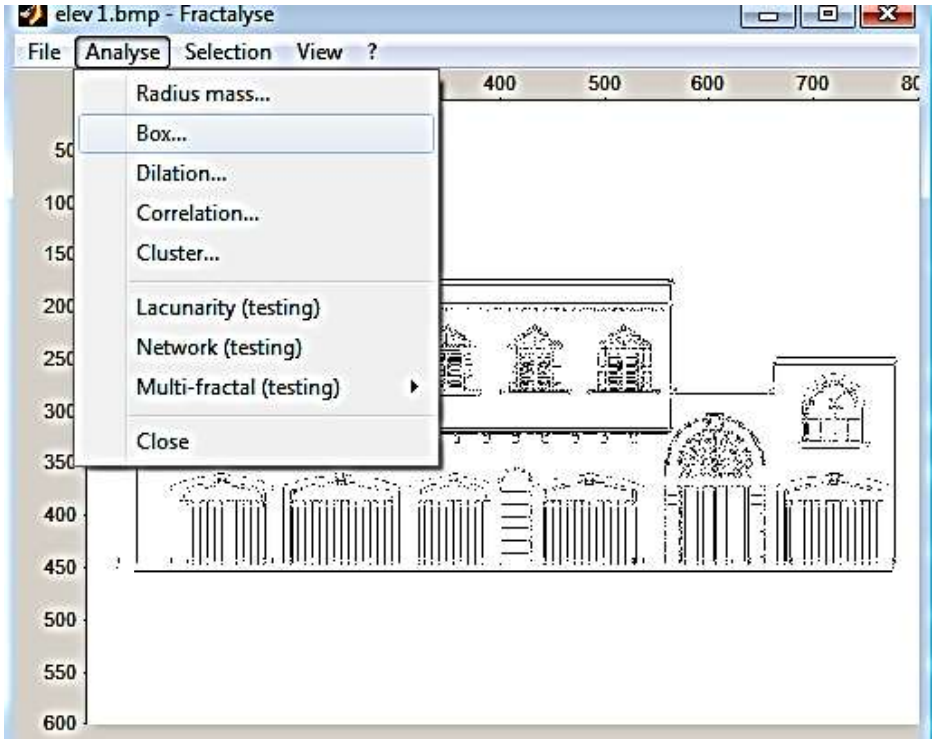


الصورة (8) الواجهة المتصلة الممثلة للعينة البحثية، مصدر الباحثة

- ادخال الصور بعد تعديل صيغتها الى البرنامج، كل صورة على حدى.

البعد الكسري للصور، المنحني curve و الشبكات network، كما انه يحتوي على ادوات بسيطة لمعالجة الصور. يطبق مناهج مختلفة لقياس البعد الكسري، منها: فرز الصناديق box counting، نصف قطر الكتلة radius mass، الترابط correlation، وغيرها.

- اختيار طريقة فرز الصناديق Box Counting Method،الصورة(9).



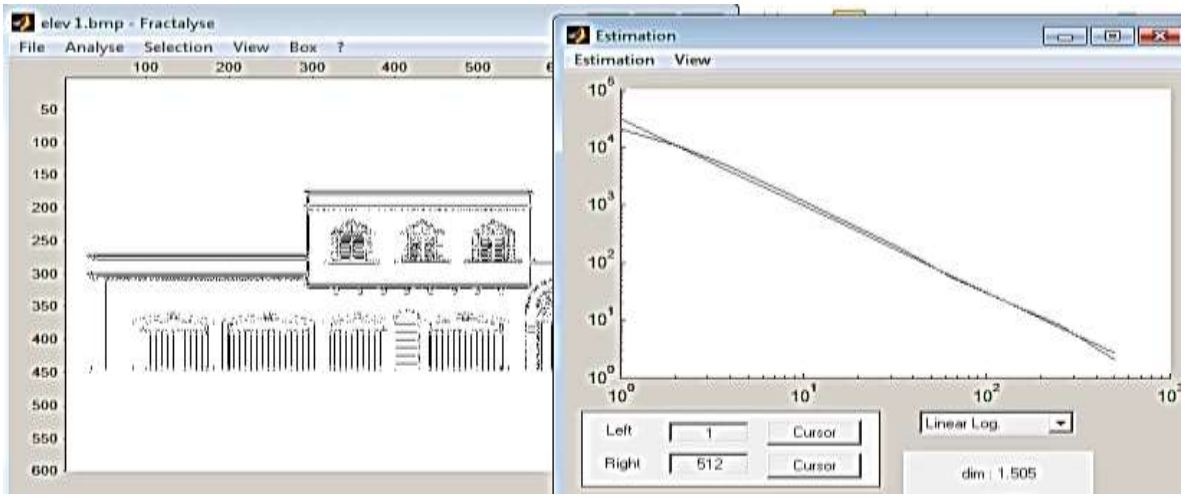
الصورة (9) نافذة برنامج Fractalyse، واختيار طريقة طريقة فرز الصناديق Box Counting Method، مصدر الباحثة

- تحلل كل واجهة من العينة البحثية على خمس مراحل، المرحلة الأولى بأبعاد شبكة (128*128 pixels)، الثانية (64*64 pixels)، الثالثة (32*32 pixels)، الرابعة (16*16 pixels)، الخامسة (8*8 pixels)، حيث تمكننا هذه المراحل الخمسة من التقاط كافة التفاصيل الموجودة في الواجهة.

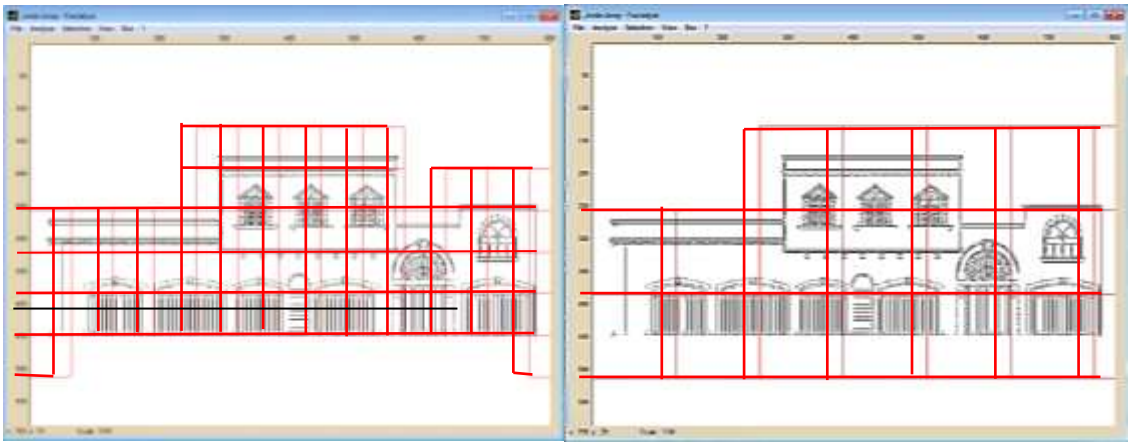
- يُظهر البرنامج مربعات الشبكة التي تحوي على تفاصيل (N) فقط، في حين يقوم باهمال اظهار المربعات الفارغة من التفاصيل، ويقوم بتطبيق القانون المستخدم لحساب البعد الكسري $D=\lim_{r\to 0}\frac{\log(Nr)}{\log(1/r)}$

- بعد الانتهاء من المراحل الخمسة لتحليل الواجهة (1)، يقوم البرنامج بحساب البعد الكسري ورسم المنحني البياني الممثل له، كما في الصور (10،11).

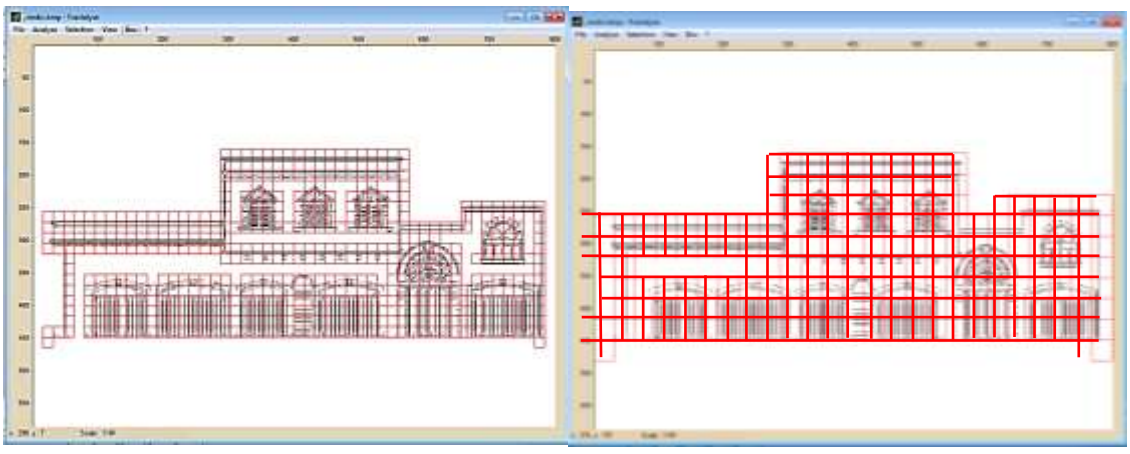
- نكرر الخطوات نفسها على بقية الواجهات (2,3,4)، كما هو موضح في الصور (12,13,14).



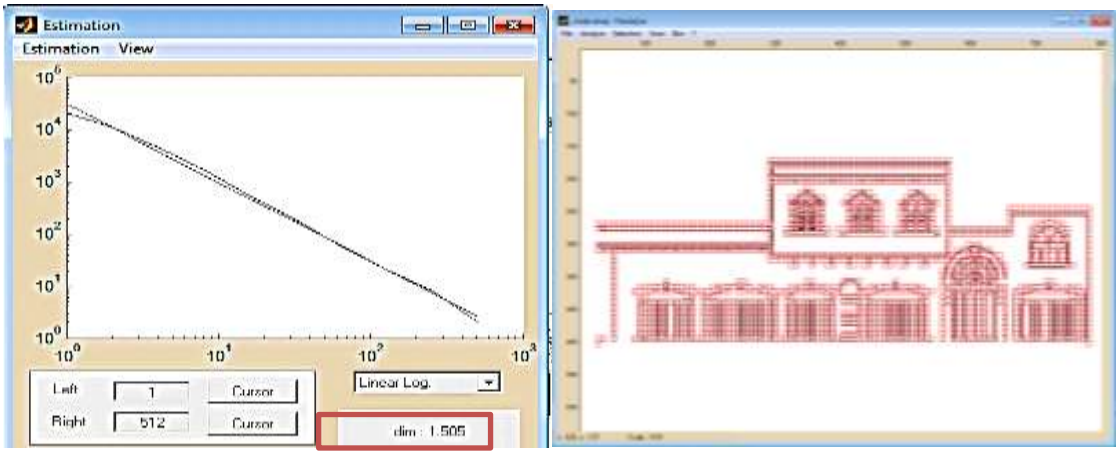
الصورة (10) نافذة برنامج Fractalyse، حساب البعد الكسري للواجهة، والمنحني البياني الممثل له، مصدر الباحثة



المرحلة الاولى **المرحلة الثانية**

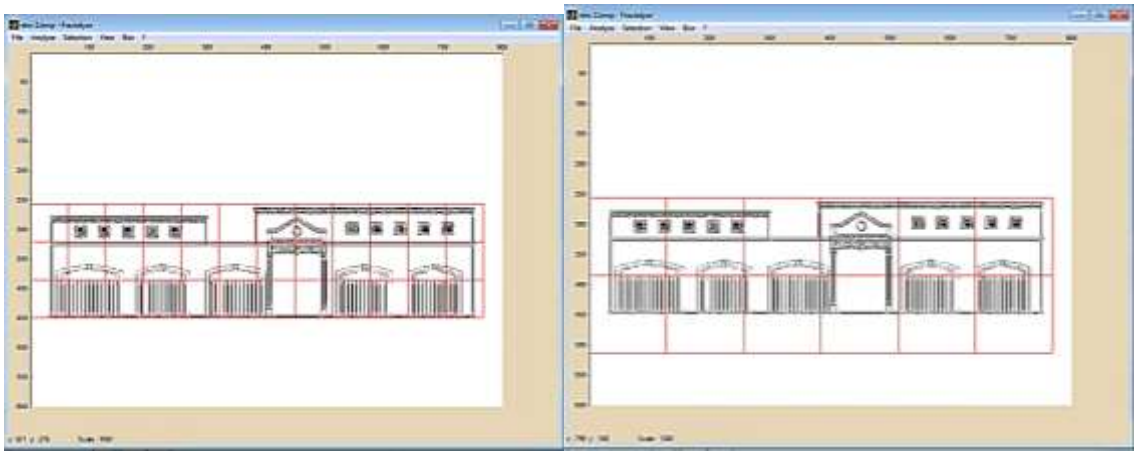


المرحلة الثالثة **المرحلة الرابعة**

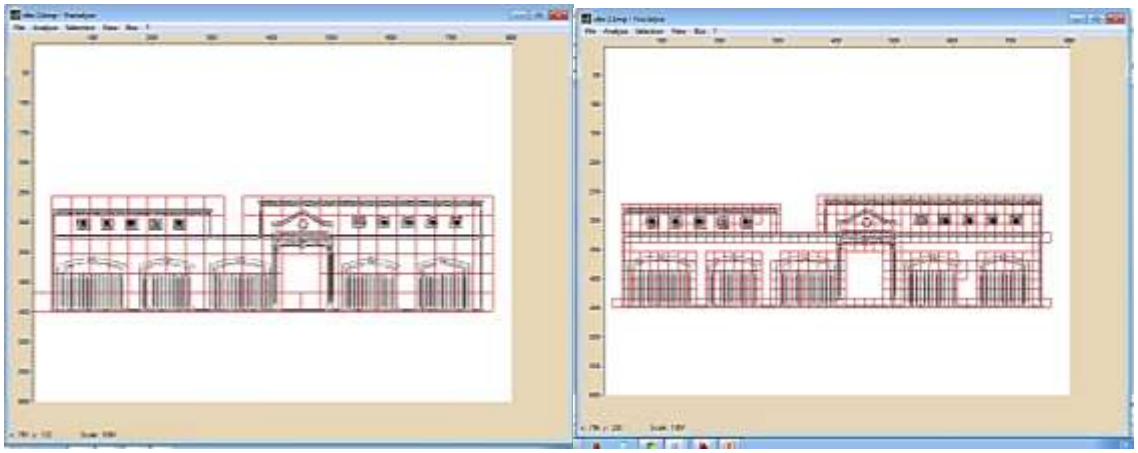


المرحلة الخامسة المنحني البياني للبعد الكسري

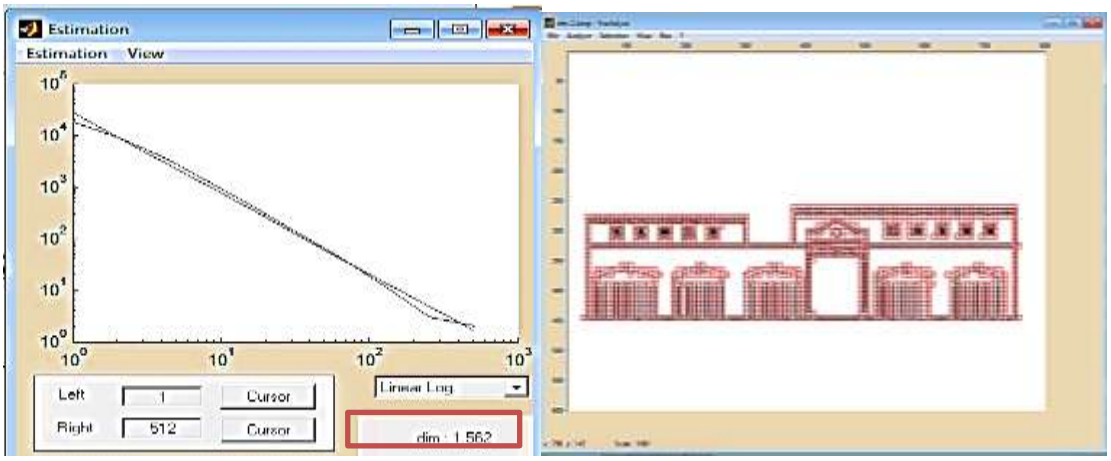
الصورة (11)، خطوات حساب البعد الكسري بطريقة فرز الصناديق باستخدام برنامج Fractalyse، والمنحني البياني له، الواجهة (1)، مصدر الباحثة



المرحلة الأولى المرحلة الثانية

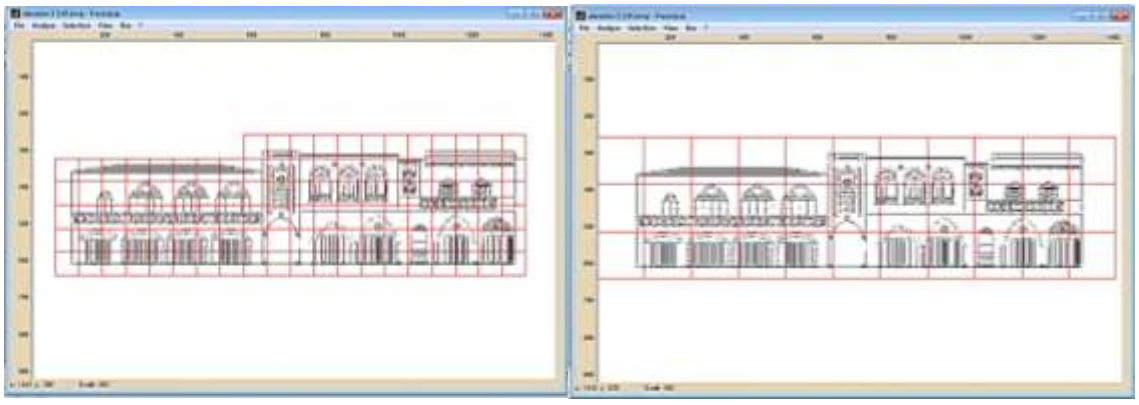


المرحلة الثالثة المرحلة الرابعة

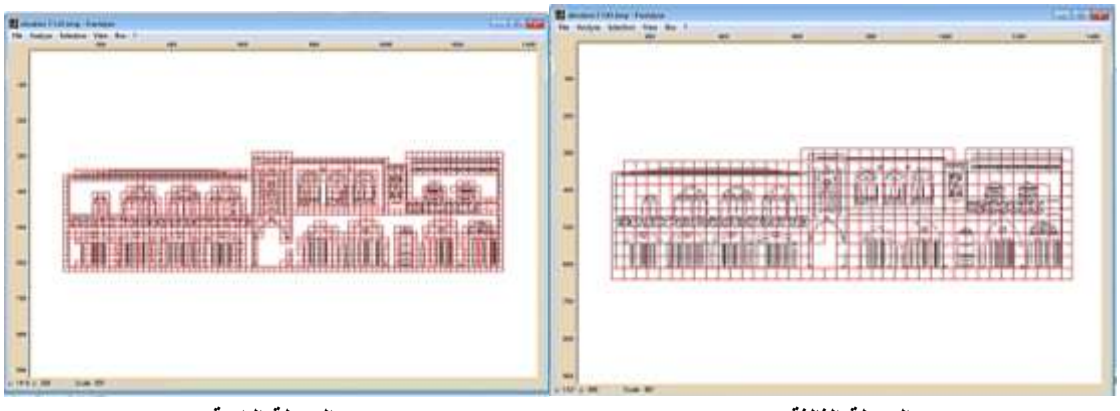


المنحني البياني للبعد الكسري المرحلة الخامسة

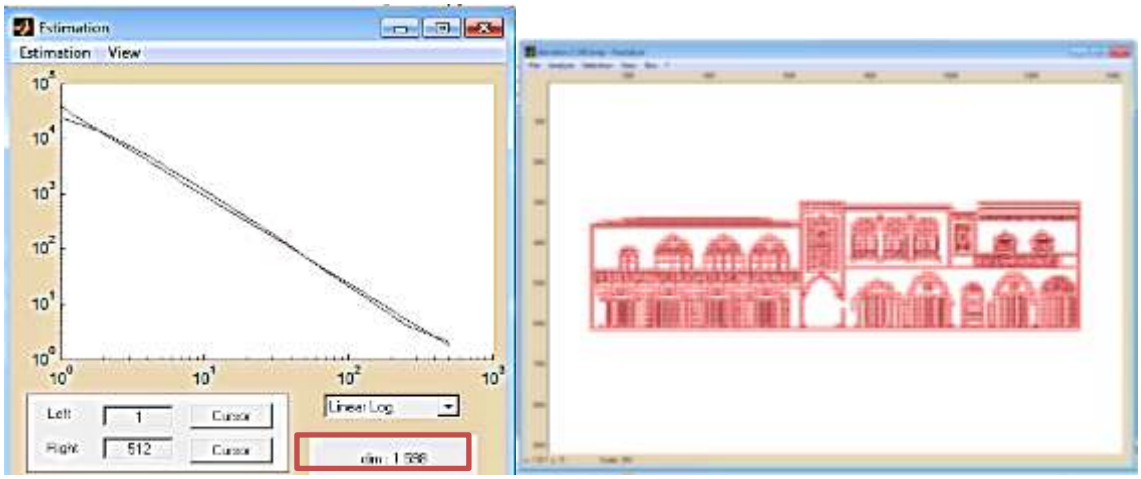
الصورة (12)، خطوات حساب البعد الكسري بطريقة فرز الصناديق باستخدام برنامج Fractalyse، والمنحني البياني له، الواجهة (2)، مصدر الباحثة



المرحلة الثانية المرحلة الأولى

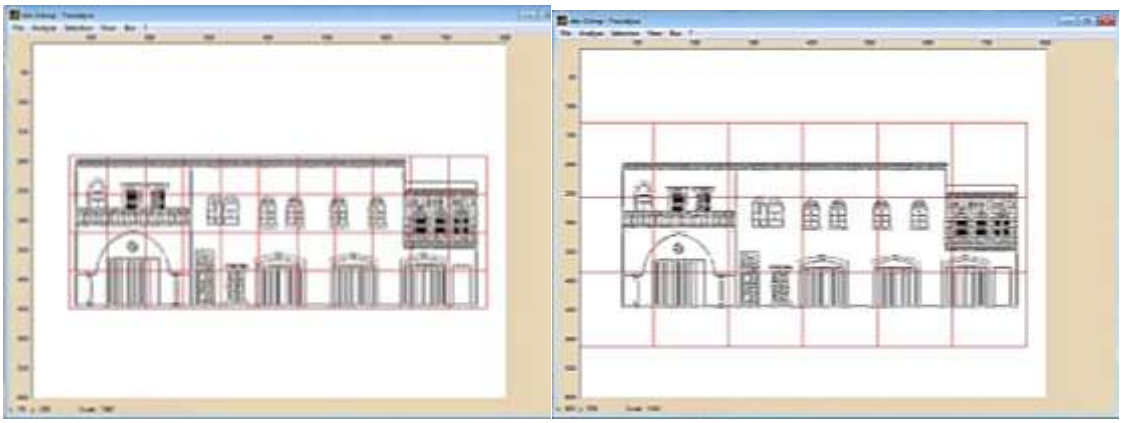


المرحلة الرابعة المرحلة الثالثة

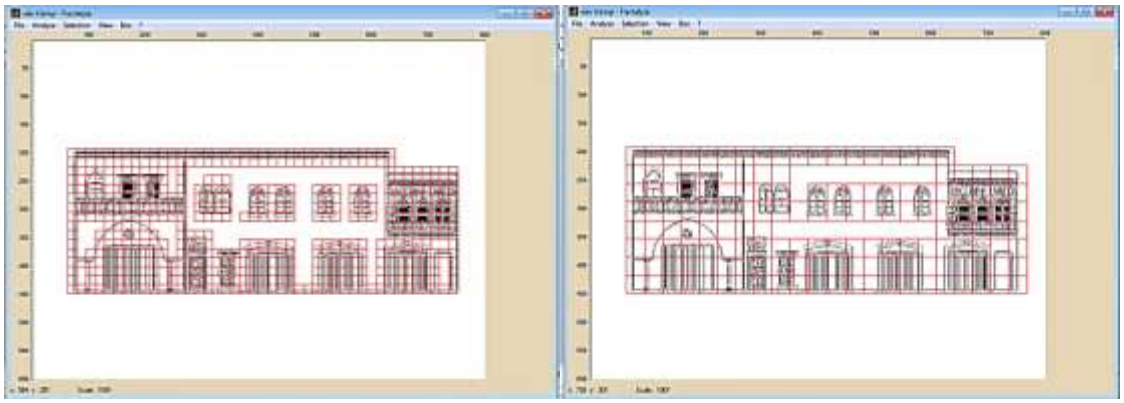


المرحلة الخامسة المنحني البياني للبعد الكسري

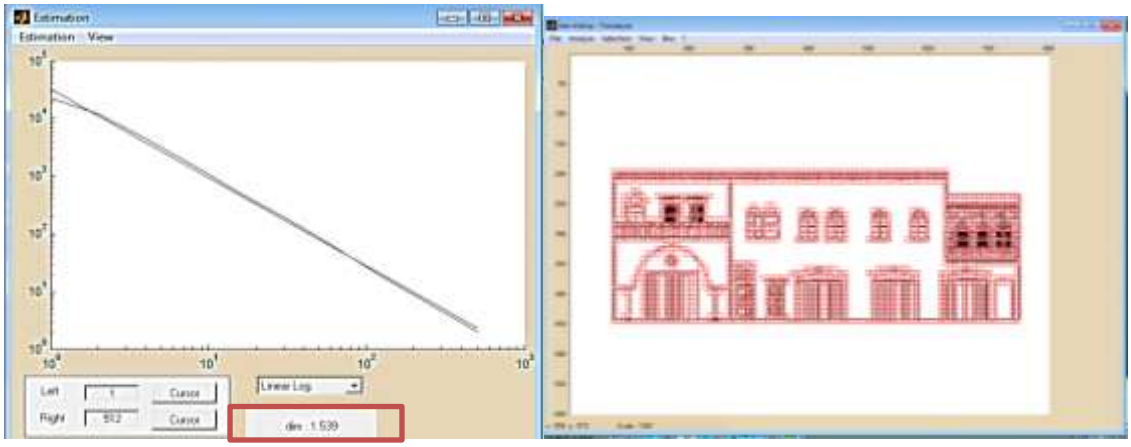
الصورة (13)، خطوات حساب البعد الكسري بطريقة فرز الصناديق باستخدام برنامج Fractalyse، والمنحني البياني له، الواجهة (3)، مصدر الباحثة



المرحلة الأولى المرحلة الثانية

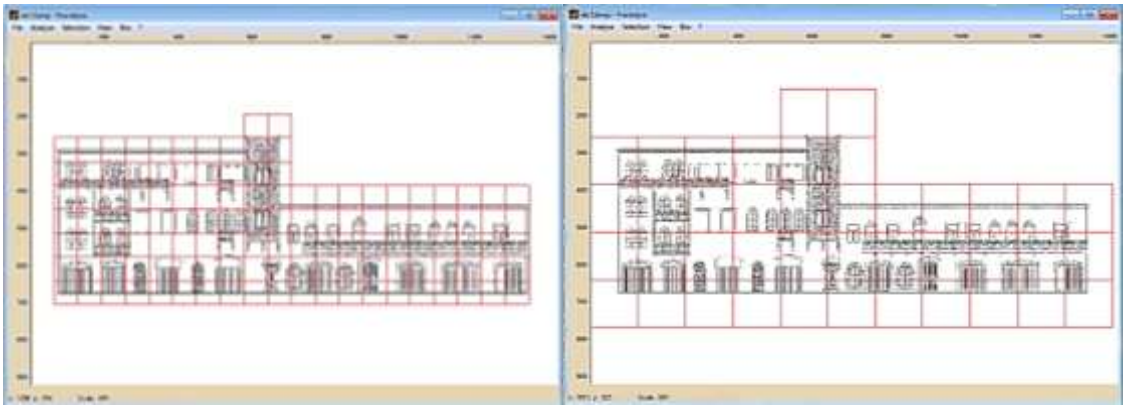


المرحلة الثالثة المرحلة الرابعة

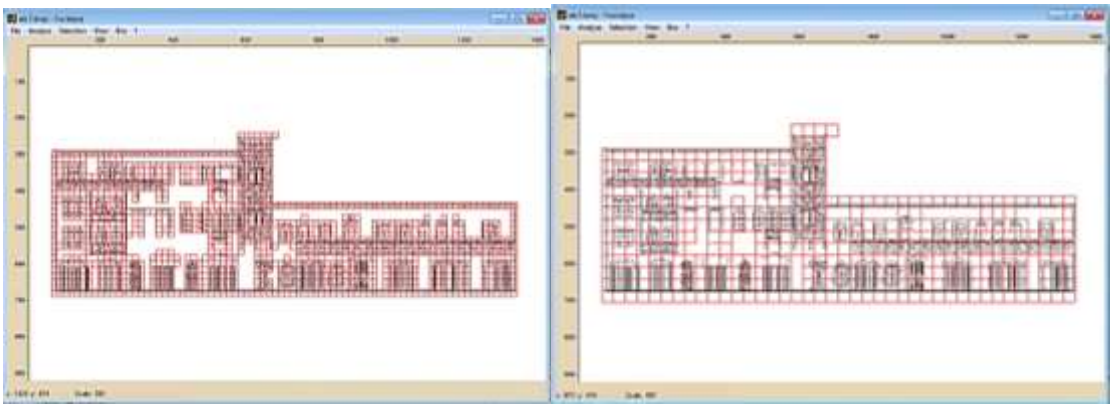


المنحني البياني للبعد الكسري المرحلة الخامسة

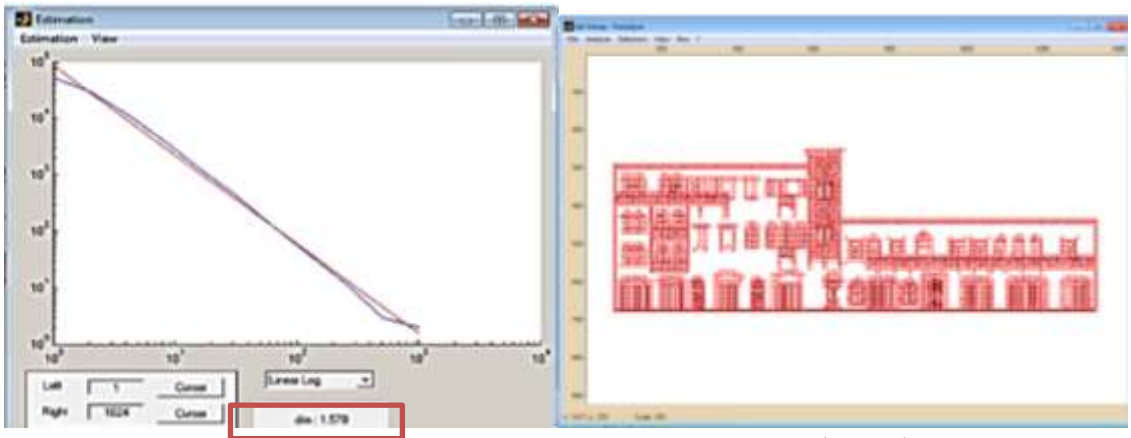
الصورة (14)، خطوات حساب البعد الكسري بطريقة فرز الصناديق باستخدام برنامج Fractalyse، والمنحني البياني له، الواجهة (4)، مصدر الباحثة



المرحلة الثانية المرحلة الأولى



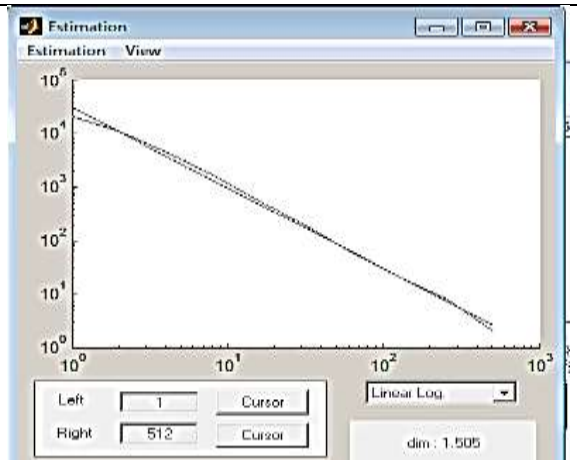
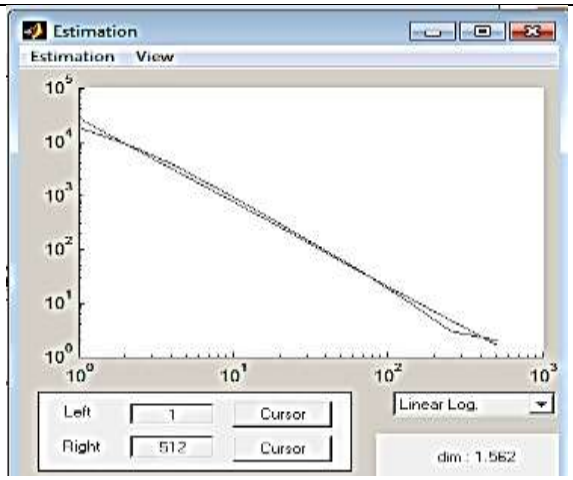
المرحلة الرابعة المرحلة الثالثة

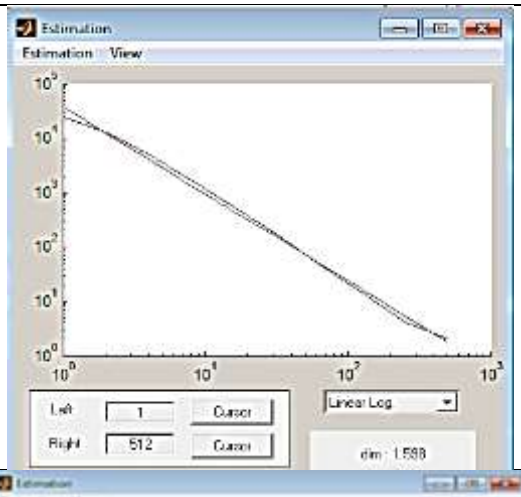
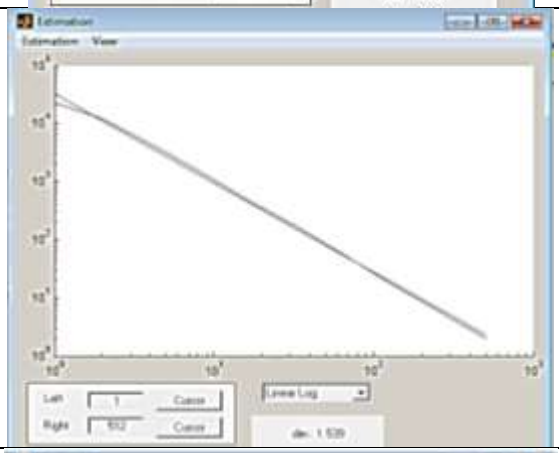
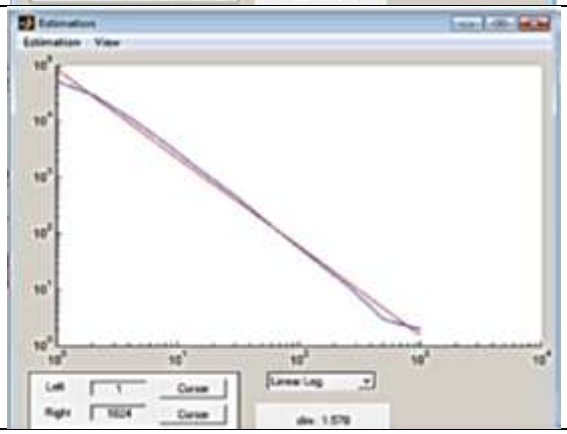


المنحني البياني للبعد الكسري المرحلة الخامسة

الصورة (15)، خطوات حساب البعد الكسري بطريقة فرز الصناديق باستخدام برنامج Fractalyse، والمنحني البياني له، الواجهة (5)، مصدر الباحثة

جدول (1) نتائج تحليل الواجهات باستخدام برنامج Fractalyse

رقم الواجهة	البعد الكسري للواجهة	المنحني البياني
الواجهة (1)	1.505	
الواجهة (2)	1.562	

الواجهة (3)	1.598	
الواجهة (4)	1.539	
الواجهة (5)	1.578	

التحليل :

جاءت نتائج قياس البعد الكسري للواجهات (1,2,3,4,5) الممثلة لعينة الدراسة متراوحة بين (1.505–1.598)، اي ان هذه الواجهات تمزج بين الانتظام والمفاجأة، فكلما اقترب البعد الكسري من (1) كانت الواجهة اكثر رتابة والعناصر المكونة لها مكررة بانتظام شديد، مما يخلق حالة من الملل لدى الناظر، وكلما اقترب من (2) تكون الواجهة أكثر فوضى وعناصرها مبعثرة وغير مترابطة، وبما ان النتائج التي يبينها الجدول(5)، تقع ضمن المجال {1,2}، مما يدل على وجود تجانس بين الواجهات المدروسة وتماسك بصري بين الاجزاء وبين الاجزاء والكل، ويؤكد على امتلاكها للخصائص الكسرية.

نلاحظ من الجدول(5) ان قياسات الابعاد الكسرية (1.598,1.578 ,1.562 ,1.539 ,1.505)، متقاربة من بعضها البعض، وتشير الى انها تحوي غنى ووفرة في التفاصيل–، تعطيها نسق معين يبعد عنها الرتابة والملل، وبنفس الوقت تظهر الواجهات مترابطة ، ويثبت وجود بنية وخصائص يمكن اعتمادها كمرجع في عملية تصميم الواجهات الحديثة المجاورة للمباني التقليدية.

الاستنتاجات و التوصيات:

الاستنتاجات:

- تتميز واجهات المباني التقليدية بخصائص كسرية ضمن حدود معينة، فهي لا تحوي عملية تكرار لانهائية لعناصرها وعلى كافة المقاييس، لذلك يمكن أن نطلق عليها العمارة ذات الطبيعة الكسرية، وهي تشبه بذلك العناصر في الطبيعة، مما يؤكد ارتباطها بها.

- المباني القديمة التقليدية غالبا ما حملت خصائص كسرية، جاءت بطريقة فطرية دون علم مسبق بها.

- تعكس قيم البعد الكسري للواجهات التقليدية حالة من المتعة البصرية، فهي تبتعد عن كل من الرتابة و ما تسببه من ملل للمتلقي، والعشوائية وما تعكسه من فوضى بصرية.

- تحتوي الواجهات التقليدية على خصائص كسرية مميزة، تجعل من الممكن اعتمادها كمرجع في عملية تصميم واجهات للمباني الحديثة المجاورة لها استنادا على هذه الخصائص، مما يضمن واجهات حديثة بروح الماضي وتبتعد عن التكرار المباشر.

- يمكن تطبيق عملية التحليل المستخدمة في البحث على المباني الحديثة ايضا، كما يمكن تطبيقها على مستوى حي سكني كامل، ومعرفة مدى الانسجام بين مبانيه.

التوصيات:

توصيات خاصة:

- استثمار مفاهيم الكسرية في اطار التوليد الشكلي لنتاجات معمارية حديثة مستمدة من روح الماضي.
- يوصي البحث بدراسة البعد الكسري لواجهات المباني الحديثة المجاورة للشريحة المدروسة، لمعرفة مدى الانسجام بين واجهاتهما.
- يمكن الاعتماد على هذا البعد في تشكيل واجهات المباني الحديثة المجاورة للمباني التقليدية، بحيث تمتلك نفس خصائص الواجهة التقليدية، دون نسخ مباشر لعناصرها.

توصيات عامة

- ادراج الكسرية وتطبيقاتها في مناهج كلية الهندسة المعمارية نظرا لدوره المهم في تحقيق عمارة تواصلية بين الماضي والحاضر، بما يحافظ على خصوصية كل منهما، كطريقة جديدة لتحقيق هذا الهدف.
- تعريف طلاب الهندسة المعمارية بالبرامج التي تعتمد على مبدأ الكسرية في تكون تشكيلات معمارية، ومن أهمها برنامج (MATLAB)، الذي اكتسب شهرة كبيرة في هذه الفترة.
- يوصي البحث إلى ضرورة زيادة الأبحاث المتعلقة بالهندسة الكسرية للاستفادة من خصائصه في كآلية تمكننا من تصميم مباني حديثة تنسجم مع روح المباني التقليدية دون نسخ عناصرها أو أسلوبها بشكل مباشر.

المراجع:

[1] Lesmoir, N. G. *The Colours of Infinity The Beauty and Power of Fractals*. Springer, London, 2010, 207.

[2] BOVILL, C. *Fractal Geometry as Design Aid*, Carl Journal for Geometry and Graphics, Vol. 4, No. 1, 2000,71-78.

[3] BATTY ; LONGLEY, 1994. *Fractal Cities*, Academic Press Inc., ISBN 0-12-4555-70-5

[4] LAPIDUS, M. L. *Fractal Forgeries of Nature in: Fractal Geometry and Applications: AJubilee of Benoit Mandelbrot*, American Mathematical Society , U.S.A , 2004, 533.

[5] BOVILL, C. *Fractal geometry in architecture and design*, school of architecture, Birkhauser Press, 1996

[6] JENCKS, C. *The Architecture of Jumping Universe.* 2nd. ed., AD Academy Edition, London, 1997

[7] LORENZ, *Fractal and fractal architecture ,Departmanet of computer aided planning and architecture*, Vienna university of technology, 2002.

[8] TAYLOR, R.P. *Reduction of Physiological Stress Using Fractal Art and Architecture*, The MIT Press, Leonardo, Vol 39, No. 3, June 2006, 245-251.

[9] LORDICK D. *Architectural Fractals*, Rutgers University, New Jersey, May, 2009.

[10] <http://www.gardenplantsnursery.com/>

[11]المقرم، أسماء؛ العكام، أكرم. دراسة تحليلية للانظمة التكرارية في العمارة التقليدية، مجلة الامارات للبحوث الهندسية، 16 (1)، 2011، 1-18.