Fractal Rhythm in Architecture Study in Baghdad Traditional Houses

A.M.H Al-Moqaram
Architectural Engineering Department, University of Technology /Baghdad
Email: 90044@uotechnology.edu.iq
A. J. Al –Akkam
Architectural Engineering Department, University of Technology /Baghdad
Email:al_akkam@yahoo.com

Received on 25/2/2016 & Accepted on 19/1/2017

Abstract:
Rhythm is one of the important principles in analyze and synthesis of forms**.** This concept in its association with attritions produces simple, interval hidden rhythm within Euclidean geometry**.** In non- Euclidean geometry and Chaos theory with their properties like self-similarity, scaling and fractal dimension the concept of Rhythm was describe as relaying between order and surprise. Previous literature interpreted fractal Rhythm in respect to famous Paintings and some of pioneer architects works but this concept remain unknown in Traditional building. **The research problem constrain on the lake of information about Fractal Rhythm in Traditional Houses in particular**. The research objective is to explore the main aspects and principles of Fractal Rhythm in traditional building in Baghdad (in Al-Kadhimiya district). Research methodology depended on :First, develop theoretical framework second, determine measurement by adapting music as a Source of Fractal Rhythms as well as determine the main variables and case study ,Third: drive finding and conclusion . The main conclusion is the order and Fractal rhythm of traditional houses more close to nature fractal structure, it is active more than statics, this activeness and changeability will not lead the whole structure to the creation of a state of confusion mess or disorder.
Key words: rhythm, rhythm fractional, fractal geometry, chaos theory, traditional houses

الإيقاع الكسري في العمارة/ دراسة للبيوت التقليدية في بغداد

ملخص
تعد خاصية الإيقاع احدى الخصائص المهمة في تحليل وتركيب الأشكال ، جاء ارتباطها بمفهوم التكرارية فانتج عدة صيغ منها الإيقاع البسيط والمتناوب والمخفي وغيرها من الأنواع المرتبطة بالهندسة الإقليدية . اتخذ هذا المفهوم ابعادا أخرى بشيوع نظرية الفوضى والهندسة اللااقليدية - الكسرية وبظهور مفاهيم التشبيه الذاتي والبعد الكسري ليأخذ صيغا ترتبط بخصائص الطبيعة ويقع بمديات بين النسق والمفاجئة . ظهرت تفسيراتها في لنتاجات الفنية والأدبية بضوء مبادئ الإيقاع الكسري فضلا عن بعض نتاجات المعماريين العالميين الرواد . تحددت مشكلة البحث بـ " الحاجة الى تقصي طبيعة مفهوم الايقاع الكسري ومبادئه في العمارة والبيوت التقليدية المحلية منها بشكل خاص" ، وتحدد الهدف بتحديد مستويات الإيقاع الكسري في البيوت التقليدية المحلية ، تمحورت خطوات منهج البحث أولا ، ببناء اطار نظري عن طبيعة مفردات الإيقاع الكسري ثانيا، واعتماد الإيقاع الكسري الموسيقي كأسلوب للقياس وانتخاب عينة من البيوت التقليدية (منطقة الكاظمية في بغداد) وثالثا تحديد النتائج والأستنتاجات. تركزت اهم الاستنتاجات بوجود نسقاً كسريا أقرب إلى النسق في الطبيعة من خلال تقارب طبيعة إيقاعها الكسري المستنتج مع طبيعة الهياكل الإيقاعية فيها ، فهي فاعلة أكثر من كونها ساكنة ومتغيرة لا يقود تغيرها إلى إحداث حالة من الإرباك والتشويش ، مما يمكن العمارة المعاصرة من امكانية اعتماد خصائص العمارة التقليدية وتوظيفها بصيغة معاصرة
الكلمات المفتاحية : الإيقاع ، الإيقاع الكسري ، الهندسة الكسرية ، نظرية الفوضى ، البيوت التقليدية

1.المقدمة

عَد مبدأ الإيقاع احد المبادئ الأساسية في تشكيل النظام في العمارة ، تعددت اشكاله في النتاجات المعمارية بين البسيط والمعقد اتخذ صيغا أخرى بعد ظهور نظرية الفوضى والهندسة الإقليدية حيث ارتبط بتفسير النظام في الطبيعة واشكالها المختلفة واطلق عليه "الإيقاع الكسري Fractal Rhythm" ،طورت كثير من اسسه وفقا لبعض النتاجات الأدبية والفنية والموسيقية وفسرت نتاجات أخرى بضوئها ، اما في العمارة فقد اقتصر الوصف على واجهات المشهد الحضري لمناطق محددة ولم يظهر وصفا لسلوكه النتاجات المعمارية على الرغم من الإشارة الواضحة في كثير من الأدبيات بارتباط العمارة الشعبية Vernacular architecture وكذلك بارتباطه بخاصية التعقيد في النسيج الحضري للمدن التقليدية [1]، يناقش البحث الحالي مسالة عدم وضوح طبيعة الإيقاع الكسري في العمارة ، فبرزت **مشكلة البحث من خلال "الحاجة الى تقصي طبيعة مفهوم الإيقاع الكسري**

https://doi.org/10.30684/etj.35.1C.7
2412-0758/University of Technology-Iraq, Baghdad, Iraq

This is an open access article under the CC BY 4.0 license http://creativecommons.org/licenses/by/4.

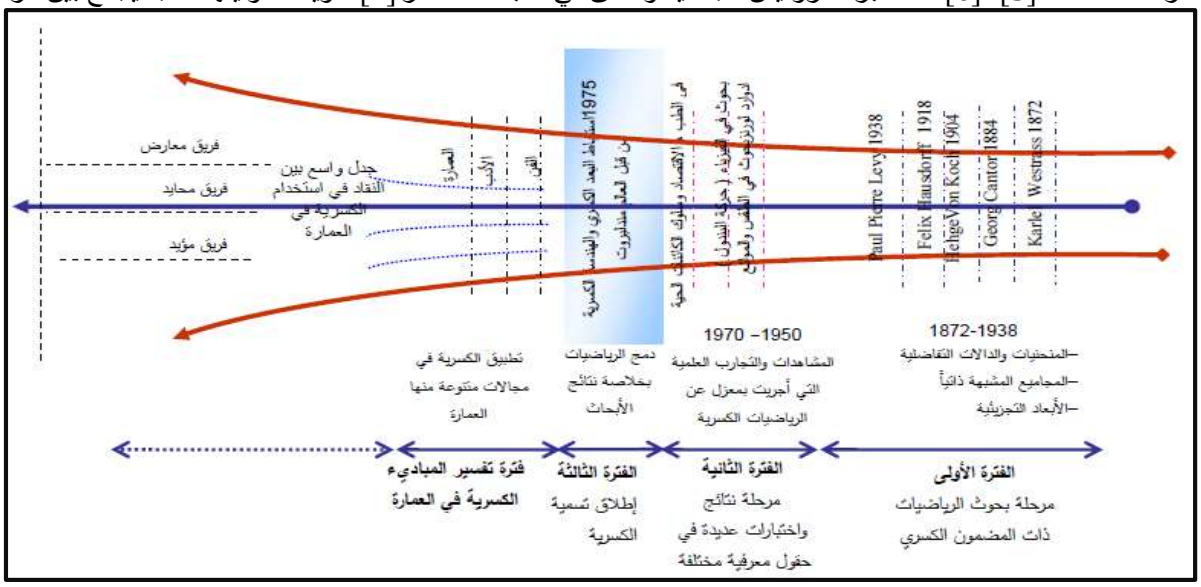
ومبادئه في العمارة والبيوت التقليدية المحلية منها بشكل خاص" ، وتركز هدف البحث بهذا الجانب ، إذ سيتم توضيح خصائص الإيقاع وتداخله مع التكرار أولا ، وخصائصه في الهندسة الكسرية من خلال النتاجات الأدبية الفنية والموسيقية بشكل خاص واستخلاص القياس منها ثانيا، ليتم تحديد الإجراءات العملية وتحديد العينة ثالثا ومن ثم تحديد النتائج والاستنتاجات رابعا .

2. الهندسة الكسرية وظهور الترابط بين مفهومي الإيقاع والتكرار Iteration and Rhythm

أظهر التطور التاريخي للهندسة الكسرية ، أنها بدأت في حقل محدد وهو الرياضيات ، وانتشرت وتشعبت لتشمل حقولاً معرفية أخرى تطور فيها مفهوم وقياس البعد الكسري ، فاتحا بذلك المجال لتطبيقه في العمارة ، وفاتحا عصرا للتبادل المعرفي بين الحقول المعرفية . وقد شكلت الكسرية تباينا كبيرا عن سابقتها الإقليدية ، إذ جاءت لتستوعب مشاكلها في تعريف الفضاء من حيز ثلاثي الأبعاد إلى آخر حر غير محدد بخطوط ودوائر ومثلثات وليمثل هندسة الإلتواءات والتعرجات والتفرعات والتداخلات ، كما تباينت كلتا الهندستين عن بعضها البعض في نواحٍ عدة مثل طبيعة وصفها للأشكال كالأشكال المشبهة ذاتيا التي تعرض غزارة في التفاصيل ، وتباين في أساليبهما التطبيقية وفي طريقة وصفهما للأبعاد الهندسية . اتسمت بالكثير من الخصائص أهمها التشبيه الذاتي Self similarityوالهرمية المقياسية scaling والأيقاع الكسري Fractal rhythm . [2] شكل (1)

بالنسبة لخاصية الإيقاع الكسري فيرتبط بمفهوم سابق له وهو التكرار . إذ تعد خاصية التكرارية من الخصائص الأساسية في تكوين الأشكال سواء باعتماد الهندسة الأقليدية او اللاإقليدية تعكس ناتجاً يتضمن إيقاعاً متنوعا. تعتمد بشكل عام على تعاقبية إنشاء عنصر معين أو أكثر خلال تكوين ما وبهرمية مقياسية وبفترات زمنية فاصلة مختلفة ويدخل فيها عامل التغذية المرتدة[3] . وقد وصف Megggs التكرار بأنه " إعادة أشكال متشابهة أومتماثلة ضمن علاقات فضائية تنشأ بالتالي نمطاً ذو وزن متساوي"[4] ، أما Wyld فاعتبره يمثل "إعادة نفس الشيء مرة أخرى" .

أما الإيقاع، فقد أرتبط مفهومه العام بتكرار عناصر متشابهة وأحد أشكاله التكرار المتوقع مع بعض التنوع في الأشكال والفترات الفاصلة [5] ،[6] ، فاعتبره فتروفيس الجمالية والتألق في ضبط العناصر [7] ، ويمثل لوايتهد ناتجاً يجمع بين الرتابة



شكل (1) مراحل تطور مفهوم الهندسة الكسرية Fractal geometry ضمن فترات مختلفة وتاثرها بالعلوم المعرفية المختلفة . المصدر(المقرم ، 2008، ص. 15)

والإبداع فضلا عن خصائص أخرى ارتبطت به مثل الترتيب والبساطة والمساواة والتناظر والتناسب[8] . أما أنواع الإيقاع فقد أختلف الطروحات السابقة في تصنيفها، إذ ُصنفت مرة إلى ثلاثة أنواع وهي كل من الإيقاع البسيط (التكرار المنتظم) والإيقاع المتناوب متنوع الفترات والإيقاع المحجوب أو المخفي occult rhythm المتضمن تكرار علاقات لأنظمة كاملة[9] ، وأحيانا إلى نوعين، الأول طبيعي حر والثاني احتفالي موزون يستخدمه كثير من الناس وحتى البدائيين ويتبع نظاما وذلك وفقا إلى Steen. Rasmussen، وعلى الرغم من أن التأثير المحفز للإيقاع يعد شيئا مبهماً لكنه يمكن أنتقاله بسهولة من شخص إلى آخر مما يؤشر وجود إدراك إيقاعي مشترك بين الناس ، إذ يتعقد أن له أساسا بايولوجياً ونفسياً في العقل البشري ، توضح جذوره في التكوين الإنساني بهدف تحديد أساسيات الاستجابة للإيقاع في الدماغ[10].لقد ُشخص الإيقاع كثيرا بين النصوص المعمارية والحضرية من خلال تحقيق الترابط بين وحداتها المختلفة، ووجد أن التناقض والتكرار والتناسب والشد والتجمع مظاهر شكلية لخلق الإيقاع حيث ينشأ من استخدام هذه المظاهر المختلفة للتنظيم الشكلي مما يطلق عليه في بنية النص الشعري بالأنماط القياسية، التي تعد كمجاميع بسيطة وصغيرة من وحدات مشددة موصولة بأخرى غير مشددة ومكررة بانتظام، التي تشبه بالأوزان العروضية التي تنتظم وفقها لها أبيات الشعر [11].

3 . الأيقاع الكسري Fractal Rhythm

في الوقت الذي تدخل العملية التكرارية في جميع طرائق إنتاج الأشكال الكسرية fractal form سواء أكانت رياضية أو طبيعية فأن الصيغة التي يعكسها الناتج المتضمن إيقاعا معينا والتي أشار إليها وايتهد عبر عنها بوفيل بالمزيج بين النسق والمفاجئة يجمع بين الرتابة والإبداع والتي يعكسها التكوين الكسري المشبه ذاتياً والمجعد المثقب ويقيّس بالبعد الكسري[12]. فقد اكُتشف الإيقاع الكسري بقياساته الدقيقة من الهندسة الكسرية من مجالات تطبيقية عدة في النصوص الأدبية (من ملاحظة تكرار بعض المفردات)والأعمال الفنية (التكرار اللوني والقيم اللونية) وكذلك من النمط الذي تولده النغمة في الصفيحة الموسيقية، ورياضيا من إزاحة النقطة الوسطية (Midpoint displacement)، ويمكن تطبيق كل الأساليب على واجهات ومخططات الأبنية ، وسيتم توضيح ذلك تباعاً .

I. الإيقاع الكسري في تطبيقات النتاجات الإنسانية :

- *في النتاجات الأدبية:*

من المعروف عن النتاجات الأدبية سواء كانت قصصية أم شعرية أم غيرها تضمنها أساليب وأنماط تختلف تبعاً لفلسفة مؤلفيها. وجد مؤخراً نمطاً جديداً ضمن الكتابات الأدبية وهو النمط الكسري، وعلى الرغم من أن إيجاد الكسريات في الأدب أصعب منه في الأعمال الفنية، ورغم أن الأفكار الكسرية fractal themes لم تنشأ بشكل واع ككسريات من قبل المؤلفين، فمن غير المفاجأة أن يوجد الإيقاع الكسري في الأدب كون أن اغلب النتاجات أنجزت عن الطبيعة وفيها. لذلك يتوقع وجود الأنماط والهياكل الكسرية ضمن الأفكار والخطوط المؤلفة للنص الأدبي وذلك وفقاً لنمط تكرارية تلك الأفكار أو الكلمات ضمنه. إذ شخصت هذه الهياكل في الأعمال الشعرية لكل من Lem [1] (وضح في احد نصوصه القصصية وصفاً للكيفية التي تظهر بها أنماطاً عالمية من تفاعلات موضعية) و Borges [2](فقد تضمنت كتاباته بعض الوصوفات لوحدة أساسية معينة تحمل نفس خصائص التكوين ككل تتكرر ضمن كليات أخرى تحمل كل منها نسخاً من الكلية الأولى وهكذا ... مشكلّة بذلك هيكلاً هرمياً كسرياً.)، وتحليلات Thurber ضمن الشعر الكنتوري Cantoring poetry كما قدم Rawson Thurber تفكيكية كسرية في تحليلات للشعر الكنتوري مشابهة للكنتورية الموسيقية ، فمن خلال البحث عن نمط تكرار كلمة معينة أو أحيانا البحث عن تكرار أفكاراً معينة على مقاييس هرمية عدة مستكشفاً بالتالي هيكلاً كسرياً فيها ، كما في تحليل قصيدة (Howl) للكاتب Alan Ginsberg ، فقدُقسم الثلث الوسط من النص إلى عناقيد من الخطوط ومن ثم الخطوط إلى عناقيد من الكلمات ضمن الخط ، والخط إلى كلمات فردية ، ويمكن قراءة الجزيئات للمجموعة الكنتورية ومحافظة في الوقت نفسه على الشعور بكل القصيدة ، وأخيرا في تحليلات Lucy Pollard-Gottللنصوص الشعرية ووصف الفيزيائي James Corbett لطريقة الحصول على كمية التعقيد في النصوص الأدبية النثرية. حيث اعتمدا طريقة مستندة على ظاهرة التكرار في الشعر كونها ظاهرة مركزية وكشفت عن شكل جديد من التكرارية في شعر Wallace Stevens وتتلخص الطريقة بالآتي: يتم حساب عدد الكلمات في القصيدة أو مقطع منها، ومن ثم رسم خط مؤلف من صناديق بعدد كلمات النص ، بعدها يتم تعريف الكلمات المهمة في النص

أما بالنسبة للنصوص النثرية فقد أقترح الرياضي الفيزيائي James Corbett طريقة للحصول على البعد الكسري للنص الأدبي من خلال وصف طريقة للحصول على كمية التعقيد فيه . إذ يتم اعتماد مخطط للجمل الموجودة في النص ، ثم ربط المخططات مع بعض الواحدة تلو الأخرى وتشكيل مخطط نصي text diagram ومن ثم وضع وحدة كتلية a unit mass في موقع كل كلمة ، والبدء من مركز المخطط النصي لحساب M(r) التي تمثل كتلية الكلمات ضمن دائرة بقطر (r) من المركز ، فإذا كان تعقيد النص يخضع لقانون القوة الهرمي المقياس power-law scaling ، إذن يوجد هنالك هيكل كسري ضمنه ، بعدها يتم حساب البعد من المعادلة :

$$M(r) = k*r^{d} \quad \text{--------} \quad \text{معادلة (1)}$$

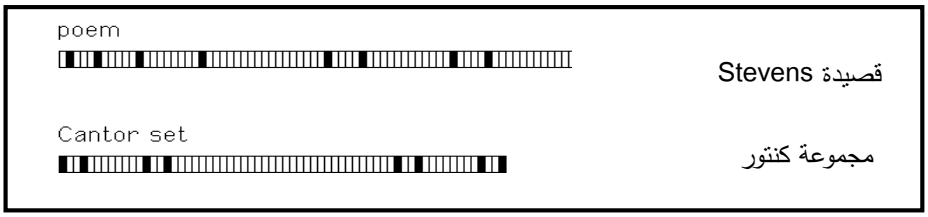
وباعتماد رسم المخطط اللوغارتمي log(M(r)) مقابل المخطط اللوغارتمي log(r) . يتضح خضوع قانون القوة حسب البيانات للنقاط الواقعة على طول الخط . منحدر الخط الظاهر هو البعد الكسري (d) للنص . الذي أستنتجه Corbett من تحليله لبعض النصوص التي أظهرت توافقاً مع قانون القوة فكلما كان النص بسيطاً كلما كان البعد الكسري قليلاً أي بأقل تعقيد .

خلاصة ذلك يتبين أن هنالك أمكانية لوجود هيكل كسري ضمن النصوص الأدبية سواء أكانت شعرية أم نثرية ، يكون ذلك أما بتحليل تكرار كلمة معينة أو أفكارا معينة ضمن النص ، كما توجد عدة وسائل آليات لاستكشاف الكسرية في النصوص أهمها استخدام مماثلة مع المجموعة الكنتورية الرياضية أو باستخدام قياس البعد الكسري عن طريق المخطط اللوغارتمي – اللوغارتمي لاستكشاف كمية التعقيد في النص الأدبي[13].

-

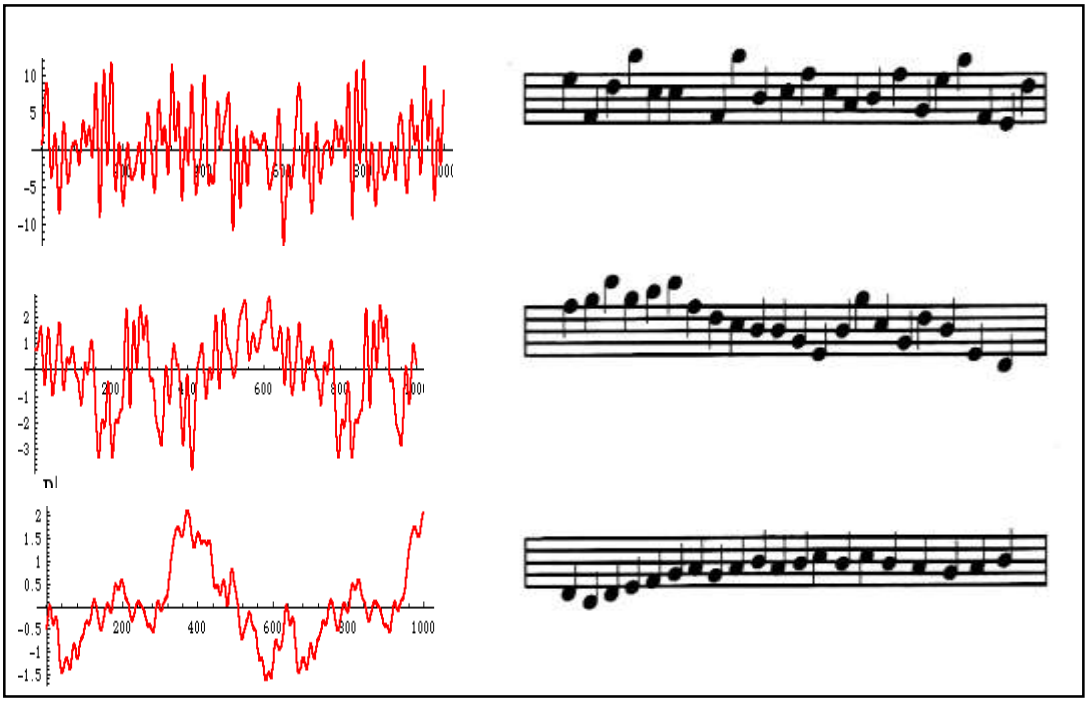
[1] القصيدة الكاملة للشاعر Lem موضحة في المصدر ، Lem, S., The Invincible Penguin, 1973

[2] النموذج الكامل لقصائد Borges موضحة في المصدر Borges, J. L. The Aleph and Other Stories 1933-1969, E. P. Dutton, 1978.



تحليل لقصيدة Stevens تظهر فيها المجاميع العنقودية المتكررة .المصدر: (Gott,1989, p.241)

شكل (2) مقارنة للمخطط الكنتوري لقصيدة Stevens مع مخطط المجموعة الكنتورية الرياضية . المصدر (Pollard,1989, p.233-249) :



شكل (3) الهرمية المقياسية الضوضائية ، الضوضاء البيضاء في الأعلى ، الضوضاء الغامقة في الأسفل ، والضوضاء f/1 في الوسط . الصورة إلى اليمين المصدر: (Bovil,1996,p.107) . الصورة إلى اليسار المصدر : الموقع الكتروني

- *في الموسيقى والأعمال الفنية :*

أشار Bovill, 1996, الى ان فكرة محاكاة الفن للطبيعة جدت بداياتها في الثقافات الأولية وفي الفلسفة الإغريقية بشكل خاص ، وقد يبدو أن هذه الفكرة أكثر وضوحا في الرسومات والمنحوتات وحتى في الفن المسرحي لكن الإغريقيين لم يجدوا فنا يحاكي

الطبيعة بشكل كبير أكثر من الموسيقى . لقد جاء توضيح علاقة الكسرية بالموسيقى ضمن رؤية كل من Voss وGardner حول أنواع الضوضاء الكسرية وخصائصها التي تخلقها الموسيقى .

فقدُطرح موضوع الكسرية وعلاقتها بالعلوم المختلفة من قبل Recherd Voss في كتابه The Science of Fractal ، باحثاً في الخصائص الكسرية لفولتية الأعصاب ومستكشفا تضمنها (1/f) من الضوضاء nose ، وظهور نفس الخصائص الكسرية في النغمات الموسيقية ، فقد درس كل أنواع الموسيقى وأظهرت الأمثلة التي أوردها ذبذبات عالية معادلة إلى (1/f noise) ، وأجاب بذلك على سؤال أفلاطون حول المحاكاة في الموسيقى بأنها تحاكي الطبيعة بالطريقة التي تتغير بها عبر الزمن . فالموسيقى عبارة عن نغمات متنوعة عبر الزمن يمكن أن ُتركب من خلال الأنواع الثلاثة (أو التباينات الثلاثة) للضوضاء ، وهي كل من الضوضاء البيضاء White noise ، والضوضاء الغامقة Brownian noise والضوضاء 1/f noise [3]. ويمثل مفهوم الضوضاء بشكل عام تنوعات غير متوقعة لبعض المتغيرات عبر الزمن [14] (شكل 3).

إذ ُتنتِج الضوضاء البيضاء سلسلة من النغمات التي تقفز إلى الأعلى والأسفل وليست بالشكل المناسب لان تكون كنموذج جيد لموسيقى حقيقية ، وتُوصف قيمة الإشارة فيها بالعشوائية الكاملة عبر الزمن ، ومن خصائصها افتقادها للعلاقة الترابطية بين الفترات الفاصلة سواء القصيرة منها أو الطويلة ، أي بين جزء واحد من هذا التنوع وأي جزء آخر ، ويكون الحاضر فيها مستقل بشكل كامل عن الماضي وهي من النوع السهل التوليد ، تتجول الموسيقى فيها في كل مكان ، وقد لا يجد البعض في هذا النوع من المؤلفات متعة وراحة بسبب عدم وجود علاقة بين النغمة والتي تليها مع عدم وجود نمط يمكن استيعابه . بينما توصف الضوضاء الغامقة بأنها ذات توقع عالٍ وذات ترابطية إحصائية قوية بين مختلف أجزاء هذا التنوع ، ونمط توزيع التغيير بين اللحظة والتي تليها عادياً بحيث توصف بالمملة أحياناً[4]، كما تظهر هيمنة الذبذبات واطئة التردد law frequency fluctuations بشكل كبير في سلسلة النغمات ، وتعتبر الضوضاء الغامقة مزيج من النسق والمفاجئة بينما البيضاء كلها مفاجئة[5] ، وهنالك طريقة بسيطة لتمثيل الضوضاء البيضاء والغامقة من خلال رميات قطعة النرد ، وتوصف بالتالي [15]:-

يرسم على الورق خطا أفقيا وآخر عموديا عليه قيماً موجبة وأخرى سالبة . يتولد الضوضاء الأبيض برمي النرد وتأشير سلسلة مواقع الأرقام الظاهرة التي يعطيها للأرقام (6--1,2,3,4,5,) فلا يوجد ترابط بين الرميات للنرد . أما الضوضاء الغامق (وباستخدام نفس المخطط)وبعد تحدد الموقع الابتدائي ،تسجيل الرميات المتعاقبة ، لكن تحدد هنا بالأرقام الفردية والزوجية ، فيظهور الرقم الفردي مثلا يرتفع المنحنى إلى الأعلى على المقياس العمودي ، وعندما تكون الرمية برقم زوجي ينخفض إلى الأسفل على المقياس العمودي . وما ينتج من هذا التعاقب الضوضاء الغامق كما في (شكل 3) . تقيس الدالة الترابطية هنا كيفية تعالق الذبذبات مع الذبذبة السابقة في نفس اللحظة.

أما الضوضاء (1/f) فهي تقع في مكان مابين الفوضى التي تظهرها الضوضاء البيضاء ، والترابط العالي الذي تظهره الضوضاء الغامقة ، إذ ينتج هذا النوع سلسلة من النغمات يمكن أن تظهر كأنها موسيقى حقيقية كما في الشكل (3) الذي يظهر الأنواع الثلاث للضوضاء ، ويَظهر هذا النوع الذي هو حالة أخرى من الحالة بين النسقية والمفاجئة في كثير من حالات الطبيعة وبشكل خاص الحالة التي تتغير بها الطبيعة عبر الزمن ويمكن أن تظهر بحالات متعددة ومتنوعة منها مثلا تباين مستوى فيضانات نهر النيل إلى الذبذبات الفولتية في الخلايا العصبية [6]، ومثال آخر ما أظهره معهد طوكيو التكنولوجي من نتائج تشير إلى أن التدفق المروري على الخط السريع هو(1/f ذبذبة fluctuation) ، وكذلك في الحركة الدورانية للرادار باتجاه موقع شاطئ البحر[7]. وبالرغم من عدم وجود طريقة مباشرة لتوليده كما يعتقد Gardner إلا أن Richard Voss وصف بعض الخطوات لتركيب تتابعيه تقترب من الضوضاء (1/f) وتتم بأتباع الخطوات الآتية [16]:

يتم كتابة أرقاما ثنائية للأرقام من (0) إلى (7) ، واستخدام ثلاثة قطع نرد وتحديد ثلاثة أعمدة لكل من قطع النرد الثلاث ، (1) للعمود الأيسر و (2) للعمود الوسطي و(3) للعمود الأيمن ، مجموع الأرقام على النرد الثلاث سيتراوح بين (3) و(18) لذلك يحدد على الورقة محورا أفقيا وآخر عموديا ويسجل عليه الأرقام من (3) إلى (18) . يبدأ رمي النرد الثلاث وحاصل مجموعهم يمثل الخطوة الأولى . من ثم يتم إتباع الجدول لتحديد المرحلة الثانية والثالثة --- وهكذا. إذ مثلا في المرحلة الثانية النرد الثالث هو الذي فقط سيرمى وتضاف قيمته إلى القيم الثلاث للنردات السابقة . الناتج من هذه الخطوات يقترب من التوزيع (1/f) حيث فيه النرد (1) يتغير فقط مرتين في النقاط الثمان المسجلة ضمن العملية الدائرية ، والنرد (2) يتغير أربعة مرات والنرد (3) يتغير في كل نقطة تسجيل ، وهذا يوفر مزيجا من الأستقرارية والمتغيرية في مجموع قيم النرد شكل(4).

---

[3] scaling noises تدعى أحياناً الهرمية المقياسية الضوضائية www.classes.yale.edu/**fractals**/IntroToFrac/welcome.htm

[4] جاءت تسمية هذا النوع من الضوضاء من إنموذج الحركة البراونية الغامقة (Brownian motion) ، ويطلق مصطلح الحركة الغامقة على جزيئات السائل التي تدفع الدقائق هنا وهناك بأسلوب عشوائي إذ تتعالق مواقع الدقائق في المائع بدرجة عالية بالمواقع السابقة لها(Barnsley et al ,1988.pp15-30) .

[5] من أمثلة الضوضاء الغامقة التشويش الإذاعي والعديد من العمليات الطبيعية كالذبذبات في اغلب التركيبات الكترونية وذبذبات الزمن في الساعات على اختلاف أنواعها و انسيابية حركة المرور بين المقاطعات والفولتية عبر الأعصاب وحتى بأنماط تخزين المعلومات في DNA .

[6] اعتبر Martin Gardner العلاقة بين الخصائص الكسرية والنغمات الموسيقية تمثل علاقة بين النسق والمفاجئة ، وهي لا تحل محل التأليف الموسيقي للإنسان مع هذا فهي تساعد في إعطاء رؤية في عملية التأليف الموسيقي . ويتحرك المزيج بين النسق والمفاجئة من النسق الكامل الموجود في الخط المستقيم إلى المفاجئة الكاملة الموجودة في الضوضاء البيضاء على الرغم من كونه ممتع بشكل كبير . يوفر البعد الكسري هنا حضورا للمفاجئة الممزوجة بنسقيه الذبذبة الضوضائية فكلما كان البعد الكسري كبيرا كلما كانت المفاجئة اكبر في امتزاجها بالنسقية الموجودة ، وعبر عن هذه الفكرة بالطريقة التالية :-

" من المألوف في النقد الموسيقي القول إننا نستمتع بالموسيقى لأنها تعطي مزيجا من النسق order والمفاجئة surprise . إن المفاجئة لن تكون مفاجئة بدون استخدام قدر كافي من النسقية لتوقع قدوم ما يشبه فيما بعد . الموسيقى الجيدة هي كحياة الإنسان أو الحوادث التاريخية ، فهي مزيج رائع من التحولات المتوقعة وغير المتوقعة ، وإن ما اقترحه Voss هو قياس رياضي لهاذا المزيج " (Gardner,1978,pp.12-25).

[7] الضوضاء (1/f)ليست عشوائة جداً كالبيضاء و لا متوقعة جداً كالغامقة وإنما تمتلك عناصر بين الاثنين www.classes.yale.edu/**fractals**/IntroToFrac/welcome.htm

توفر الصفيحة الموسيقية توزيعات كسرية تتميز بسهولة الحصول عليها واستخدامها . إذ يوفر المقياس الموسيقي مجموعة متمايزة ومنفصلة من الخطوط ذات الأساس المنظم ، لذلك تعطي النغمات مواقع منفصلة فوق وأسفل خط المقياس . يمكن شرح ذلك في المثال الآتي :

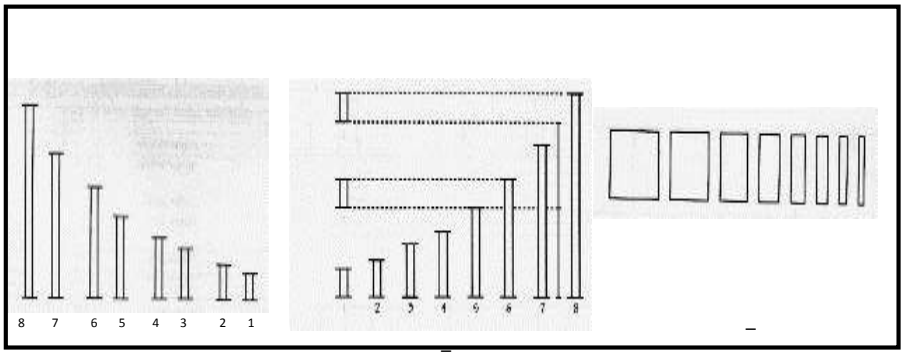
لتصميم صف من أبنية ، كأن تكون محلات تجارية أو بيوت ذوات خصائص متغيرة مع بعض التشابه في الطبيعة وباعتماد الصحيفة الموسيقية كأن تكون الظاهرة في الشكل(شكل 5) . يتم بدأ تحديد حجم أساسي كأن يكون 28 قدم ووحدة نمطية يتغير بها الحجم كأن تكون (2) قدم ، يتم بعدها تحديد القيم على الصحيفة الموسيقية ، فالأرقام على الأيمن تمثل ارتفاعات أو عرض الأبنية . الناتج من الصحيفة الموسيقية السلسلة الآتية :24 ، 26 ، 22 ، 24 ، 26 ، 26 ، 24 ، 22 ، 30 ، 32 ، 28 ، 26 ، 28 . تُحويل هذه القيم إلى مخطط كتلي للواجهة أو المخطط الأفقي . قد يظهر الناتج
إيقاعاً مشابه لما هو ظاهر في الأبنية القديمة والفطرية ، ويمكن أن تعطي الصحيفة الموسيقية توزيعا كسرياً للتفاصيل في المباني المتعاقبة الظهور.

للأغراض التصميمية ، تتم ترجمة أنواع الضوضاء هذه إلى إيقاعات كسرية وباستخدام الطريقة أعلاه ، بإنتاج أولاً احد أنواع الضوضاء (الغامقة مثلاً) ، ومن ثم وضع خط أساس datum line على التوزيعات الضوضائية ، فتُنَتج الإزاحات فوق أو أسفل خط الأساس إيقاعاً كسرياً للشيء المصمم ، ولغرض استخلاص التنوعات الموديولية من المنحنيات يتم وضع شبكة على المنحنيات لإقرارها ضمن دالات سلمية step Functions .إذ يتعلق حجم الشبكة بعدد السلالم الموديولية التي يريدها المصمم ، أو التي يريد استخدامها في التنوعات التصميمية ، الغرض من إخضاع المنحنيات إلى دالات سلمية هو لتحويلها إلى إيقاعات كسرية موديولية يمكن بعدها قراءة الإيقاعات الكسرية على المنحنى ، وستعطي القيم تمايزات للسلالم التي يمكن أن تتعالق أو تترابط لتمييز الاختلافات الحجمية . التي تترجم فيما بعد إلى إيقاعا مؤلف من شريط شباكي التي يمكن اعتبارها وسيلة أخرى لقراءة الإيقاع الكسري بصريا شكل (7-6-5). لكن مع هذا فأن التنوعات الكسرية في العمارة الموديولية ذات طبيعة محددة [17]. وبسبب هذه المحدودية فقد أقترح Dom. H. Van Der laan [8] طريقة" المقياس النمطي مع إزاحة النقطة الوسطية " للحصول على مقياس نمطي للحجوم المستند على القدرة البشرية لاستيعاب الاختلافات الحجمية ، وتختلف عن سابقها بإمكانيتها في إعطاء تمايزات بصرية أفضل للإيقاعات الكسرية ، واعتمد المقياس التقاربات التي فصّل بها الناس الحجوم إلى مجاميع ، والجدول (1) يوضح ذلك [18] .

يظهر المقياس خصائص عدة عند تأشير الخطوط الأفقية عليه ، فالمقياسان الأوليان يعادلان المقياس الرابع ، والجزء الأهم والجزء الأصغر يعادلان الكل الأهم ، والكل الأصغر ليس صغيرا بما يكفي لكي يكون الجزء الأهم وليس كبيرا بما يكفي لكي يكون الكل الأكبر ، والعنصر الأصغر من المقياس يمثل حجم الاختلاف بين الكل الأهم وبين الكل الأصغر، كما يمكن أن يعمل العنصر الأصغر في المقياس كعنصر اكبر في المقاييس الثمانية ويمكن أن يستخدم العنصر الأكبر في المقياس كعنصر اصغر في المقياس الأكبر في المقاييس الثمانية . يسمح هذا المقياس النمطي باستخدام الإيقاع الكسري في تخطيط مخطط مبنى ، ويمكن أن يتدرج من تحديد عرض الجدران ، العوارض الكونكريتية إلى تحديد أبعاد الغرف (شكل 8).

جدول (1) توزيع المقاييس ومتوالية الحجوم وفقا إلى Van Der laanالمصدر (Bovill,1996,p.162):

المقياس(8)	الكل الأهم Major whole	7
المقياس(7)	الكل الأصغر Minor whole	5 ¼
المقياس(6)	الجزء الأهم Major part	4
المقياس(5)	الجزء الصغير Minor part	3
المقياس(4)	القطعة الأهم Major piece	2¼
المقياس(3)	القطعة الصغيرة Minor piece	1¾
المقياس(2)	العنصر الأهم Major element	1¼
المقياس(1)	العنصر الصغير Minor element	1

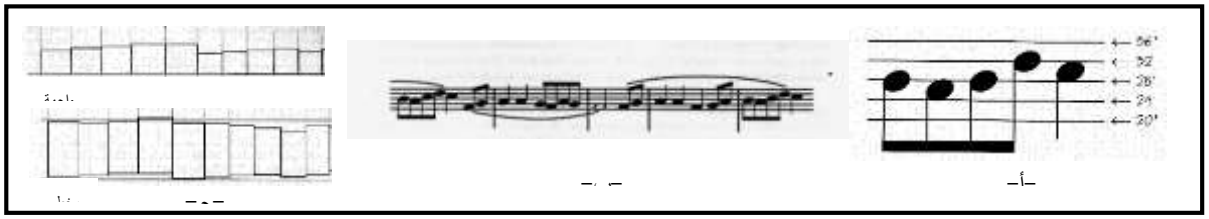


شكل (8) –أ-المقياس الأركتكتوني Van Der laan -ب-العلاقة بين أكبر وأصغر أرقام في المقيّاس –جـ- سلسلة الحجوم الموديولية المستخدمة لتطوير الإيقاع الكسري والعرض مستند على القياس .المصدر: (Bovill,1996,p.164)

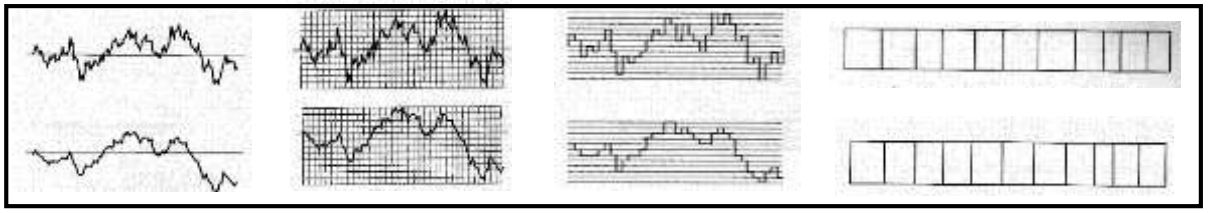
[8] عن المصدر Van Der Laan,Dom H. 1983 ."**Architectonic Space** ". Leiden,The Netherland : E. J. Brill .

يتبين مما سبق الإمكانية التي توفرها القطعة الموسيقية كونها حقلاً غنيا لتطبيق الخصائص الكسرية على العمارة لما تمتلكه من أنماط ضوضائية متباينة الخصائص الكسرية وواقعة بين النسق والمفاجئة ، والمساعدة على تشكيل أنماطا من الإيقاعات الكسرية عند تحويل النغمات إلى دالات سلمية ، كما تبين إمكانية الحصول على تمايزات بصرية أفضل لتلك الإيقاعات وخاصة في العمارة ذلك بتنميطها وفقا لمتوالية مستندة على ثمان مستويات حجمية يعتقد أنها الأنسب لالتقاط و استيعاب الاختلافات الحجمية بين مختلف البشر .

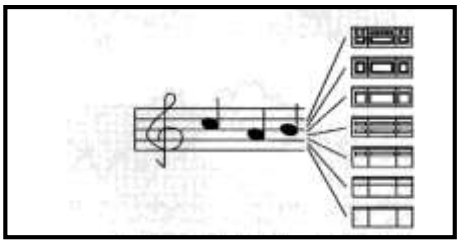
أما في الأعمال الفنية فقد أظهر التحليلات خصائص تعكس إيقاعا كسرياً ، إذ كشفت أعمال موندريان عن استعارة معقدة رغب في تحقيقها[9]. فهي تعرض التوازن الديناميكي في رسوماته الأولية ، وكذلك الإيقاع شكلي والإيقاع اللوني ، عبرت بالتالي عن غزارة في الإمتاع البصري كما في رسم " victory Boogie Woogie " 1944 ، إذ حول المنظر Bovill سلسلة الألوان المرسومة في اللوحة إلى صيغة رقمية تعكس إيقاعا كسريا ، تتم العملية بأخذ شريط الألوان الموجود في اللوحة ويعطى كل لون له رقم : الأحمر = 1 ، الأزرق = 2 ، الأصفر = 3 ، الأسود = 4 ، الرصاصي = 5.
فتكون السلسلة كالآتي :- 4 3 4 , 3 , 1 , 3 , 4 , 3 , 2 , 4 , 3 , 3 , 2 , 3 , 4 , 3 , 5 , 3 , 1 , 5 , 1 . ترجمت هذه السلسلة إلى مخطط يشبه مخطط الضوضائية فجاءت النتيجة مزيجا بين النسق والمفاجئة (شكل 9).
هنالك طرائق بديلة لتنظيم الألوان عن طريق قيمها (by value) ، والنسق هو كالأتي :الأصفر=1 ،الرصاصي = 2 ،الأزرق= 3 ،الأحمر= 4 ،الأسود= 5، يعطي هذا النسق الضوضاء التالي :
5 , 1 , 5 , 1 , 4 , 1 , 5 , 1 , 3 , 5 , 1 , 1 , 5 , 1 , 1 , 2 , 1 , 4 , 2 , 1، ويظهر الشكل الضوضاء لهذه المتوالية وذلك ، ويتضح من كلا المخططين (الخاص بالألوان والمنظم بواسطة القيمة) أن الثاني يقفز بشكل كبير إلى أعلى والأسفل مشابه إلى الضوضاء العشوائي بينما يظهر الأول المستند على عجلة الألوان خليطا أفضل للنسق والمفاجئة ، انه يظهر سمة من خصائص اللوح الموسيقي بدرجة أعلى من الرسم المستند على أساس القيمة ، هذا يفسر أن موندريان قد تسلسل من النظرية اللونية أكثر مما في العلاقات ذات القيمة [19] .



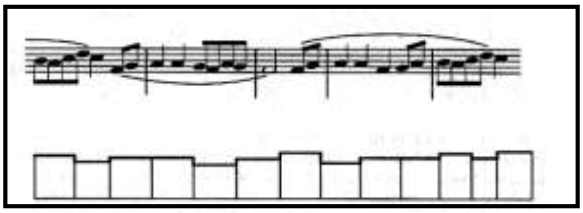
شكل (4) -أ- ارتفاع الأبنية وفقا إلى المقياس الموسيقي ، -ب-الصحيفة الموسيقية لمعزوفة"My Old Kentucky Home" -جـ- مخطط كسري لمجموعة واجهات أبنية مستمدة من للمعزوفة (Bovill,1996,p.159)



شكل (5) منحنييان بضوضاء كسري الأول ببعد كسري 1.7والثاني ببعد كسري 1.3تم تحوليهما إلى دالات سلمية ومن ثم إلى شريط شباكي . المصدر: (Bovill,1996,p.89-91-162)



شكل (6)المقياس الموسيقي مرتبط بمفردات تفصيلية (Bovill.1996.p.159)



شكل (7) صفيحة موسيقية بسلسلة نغمات من تأليف Stephen Foster وسلسلة بيوت الحي بأرتفاعات متولدة من سلسلة النغمات هذه . المصدر:

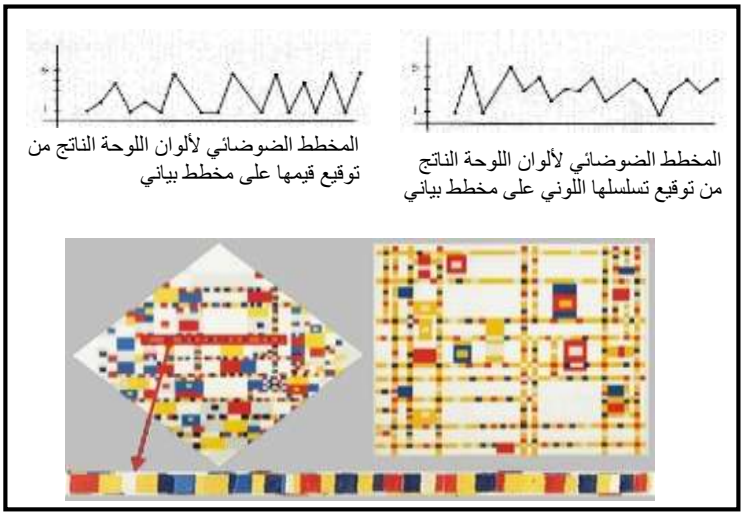
[9] لجأ موندريان بعد (1920) إلى التعبير التجريدي في رسوماته وكانت ذات طبيعة اقليدية وذات توازن ديناميكي ، وبسبب أيمانه بعملية التطور المستمر تحولت أعماله إلى مستوى جديد بعد تحوله إلى نيويورك ، فلجأ إلى كسر التوازن الثابت المستقر و تحرك بعيدا من خلال استخدام الخطوط السوداء لأي شيء سميك لفصل الألوان في رسوماته .

يمكن أن ينطبق الشيء نفسه على رسومات Edvard Munch بعنوانThe Voice and Dance of Life ، إذ وقعت الشبكة العمودية على هذه صور الرسومات بالاستناد على الملامح البارزة فيها ، فولدت شبكة إيقاعية يمكن اعتمادها في تصميم معماري ، ويعتقد أن Munch قد فهم وعرف تعقيدات الإيقاعات الكسرية للطبيعة((شكل 10).

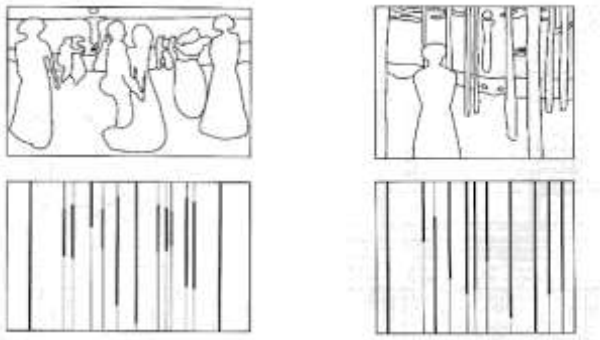
- *الإيقاع الكسري في النتاج المعماري*

لقد تباينت مظاهر الإيقاع الكسري في الطروحات التي تناولت مشاريع بعض المعماريين المعاصرين ، فمنهم من تناول التطبيق العام للمفهوم الكسري ، ومنهم من وظف المفهوم العام للإيقاع الكسري في العمارة ، توضيح ذلك من خلال مشاريع فرانك لويد رايت ، فقد حلّل كل من .Leonard K و .Sala, N مشروع منزل Palmer ملاحظين نمطا لتكرار لوحدات مثلثة الشكل ضمن التكوين ، مستنتجين تحقق حالة من الهرمية المقياسية وبإيقاع كسري ، مع تحقق حالة التشبيه الذاتي في التكوين [20] ،[21] .أما فرانك جيري فقد اظهر مبنى Neder-Nationale (Rasin Building) ايقاعاً ممزوجاً بالحدث المرتبط بحركة داخل - خارج المبنى [21] [22]. الأشكال (11-أ و ب) وايضا في بعض الدراسات المحلية التي تناولت الإيقاع كنظام إبداعي في عمارة المساكن /دراسة تطبيقية مقارنة بين المساكن الموصلية التراثية منها والمعاصرة[23].

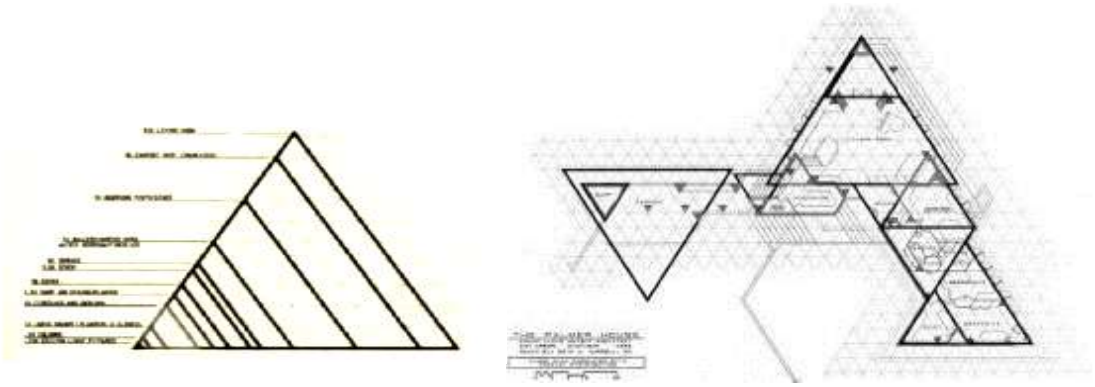
يتضح من ذلك أن **للإيقاع الكسري** مفهوما عاماً يعتبره تكراراً متوقعاً مع بعض التنوع في الأشكال والفترات الفاصلة ، ومن أنواعه الإيقاع البسيط ذو التكرار المنتظم والإيقاع المتناوب المتنوع الفترات والإيقاع المحجوب أو المخفي المتضمن تكراراً لعلاقات ولأنظمة كاملة . أما في الهندسة الكسرية فيقع بين النسق والمفاجئة ، وأستنبط من مجالين ، الأول من النمط الذي تولده النغمة في الصفيحة الموسيقية ، والثاني رياضياً من إزاحة النقطة الوسطية . إذ عُبر عنه بالضوضاء ويتنوع بين ثلاثة ، الضوضاء البيضاء وWhite noise ، والضوضاء الغامقة Brownian noise والضوضاء 1/f noise ، إذ تنتج الأولى سلسلة اقرب إلى العشوائية لافتقادها للعلاقة الترابطية بين الفترات الفاصلة سواء القصيرة منها أو الطويلة ، أما الثانية فهي ذات توقع عال وترابطية قوية بين مختلف أجزاء التنوع ، ويكون نمط التوزيع التغيير بين اللحظة والتي تليها عادياً بحيث توصف بالمملة أحياناً وتعد مزيجاً من النسق والمفاجئة بينما البيضاء كلها مفاجئة ، أما الثالثة فتقع في مكان مابين الفوضى التي تظهرها البيضاء ، والترابط العالي الذي تظهره الغامقة ، وهو حالة أخرى من الحالة بين النسقية والمفاجئة الموجودة بكثرة في حالات الطبيعة . يمكن إنشاء مخططات ضوضائية بصورة عشوائية ، أو من أي نموذج طبيعي أو لوحة فنية أو مخطط وواجهة بناية ، وذلك بتحديد الخطوط الرئيسية المميزة وتحويل الأبعاد فيما بينها إلى دالات سلمية ، ومن ثم تحويلها إلى مخطط بياني يُمكّن من المقارنة بين النماذج المختلفة ، أو لاعتمادها كمرجعاً تصميمياً تصاميم معمارية أخرى .



شكل(9) تحليل لوحة موندريان victory Boogie Woogie،تحويل سلسلة الألوان إلى قيم رقمية تعكس إيقاعا كسرياً، ومحدد وفقاً لتسلسلها اللوني مرة ولقيمها اللونية مرة أخرى . المصدر : (Bovill,1996,p.152).



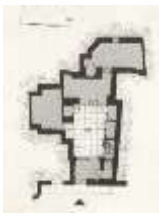
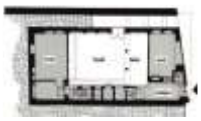
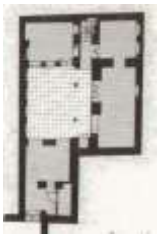
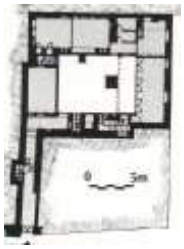
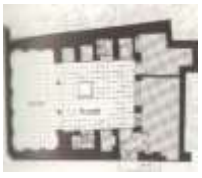
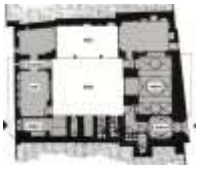
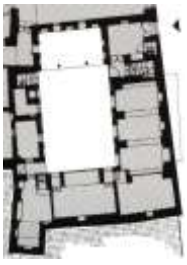
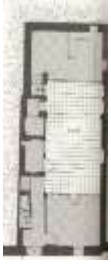
شكل (10) مخططات لرسومات Munch مع شبكة من خطوط عمودية موقعة عليهما . المصدر: (Bovill,1996,p.172)



شكل(11- أ-) مخطط بيت Palmer من تصميم فرانك لويد رايت ويظهر فيه هرمية الأشكال المثلثة المتراكبة وفقا لبعد كسري محدد ،-ب - الهرمية للمثلثات المشبهة ذاتيا في بيت Palmer . المصدر : (Eaton,1998) (Sala,1999)

شكل (11-ب) مبنى فرانك جيري، العلاقة غير المباشرة بين الداخل والخارج وفقا لتسلسلات تدرجية The corner of the National-Nederlanden Building : المصدر
www.mi.sanu.ac.yu/vismath/gilley/index.

جدول (2) النماذج المنتخبة للدراسة العملية في منطقة الكاظمية ، المصدر* (Warren ,1982) ** (Amanat al-Assima,1980) تنظيم

				
(نموذج 1) دار رقم 10 -ش 37- م 419 (ص. 48 **)	(نموذج 2) دار رقم 18 -ش 26- م 419 (ص. 36 **)	(نموذج 3) دار رقم 15 -ش 35- م 419 (ص. 46 **)	(نموذج 4) دار رقم 26 -ش 61- م 214(ص. 54 *)	(نموذج 5) دار رقم 7 -ش 19- م 423 (ص. 48 *)
				
(نموذج 6) دار رقم 19 -ش 25- م 421 (ص.201*)	(نموذج 7) دار رقم 22 -ش 10- م 419 (ص. 68 *)	(نموذج 8) دار رقم 38 -ش 29- م 4 23 (ص. 46 *)	(نموذج 9) دار رقم 371 - ش37 - م 419 (ص. 50 **)	(نموذج 10) دار رقم 42 - ش 12- م 419 (ص. 201 *)
				
(نموذج 11) دار رقم 18 - ش21 - م 423 (ص. 42 *)	(نموذج 12) دار رقم 44 - ش 12- م 419 (ص. 201 *)	(نموذج 13) دار رقم 23 - ش25 - م 421 (ص. 42 *)	(نموذج 14) دار رقم 13 - ش17 - م 419 (ص.33**)	(نموذج 15) دار رقم 15 - ش32 - م 423 (ص. 55 *)
				
(نموذج 16) دار رقم 31 - ش12 - م 419 (ص. 26 **)	(نموذج 17) دار رقم 4 -ش 23- م 109 (ص. 106 *)	(نموذج 18) دار رقم 7 -ش 34- م 423 (ص. 54 *)	(نموذج 19) دار رقم 21 - ش 25- م 421 (ص. 201 **)	(نموذج 20) دار رقم 10 - ش37 - م 419 (ص. 48 **)

الباحثين

4. الإجراءات التحليلية

I. العينة التطبيقية :

تم انتخاب (20) دار سكني تراثي في منطقة الكاظمية في بغداد ، السمة الغالبة فيها احتوائها على فناءا وسطياً ويعود انشائها الى العقود الثلاثة الأولى من القرن العشرين جدول (2).

بالنسبة للمرحلة التحليلية، فتستند على المراحل التالية ،

1 تحليل النماذج باستخراج نوع الشبكة الإيقاعية ، ونوع التوزيع الإيقاعي ، والمتوالية الإيقاعية لكل النماذج ، حيث يتم استخراج المتوالية الإيقاعية للتكوين برسم شبكة مؤلفة من

الخطوط الأساسية والغالبة للتكوين ، ومن ثم بهنا مخطط توزيع إيقاعي مستنبط من خطوط هذه الشبكة (أفقيا وعموديا) وتحويل القيم الناتجة إلى شريط متوالية للنموذج المنتخب لمعرفة طبيعة ونوع الإيقاع الناتج ، ومن ثم تحديد عدد مستوياته ، وتسجيل أعلى قيمة متكررة فيه ، وأكثر قيمة متكررة باستخدام المنوال Mode ، وأقل قيمة متكررة فيه ، ويتم تنظيم هذه القيم ضمن جدول

2 بناء تنميطية للإيقاع الكسري بالاستناد على طريقة Van Der Laan المؤلفة من ثمانية مستويات والاعتماد على القيم الثلاث السابقة كأساس لهيكلة المتوالية التنميطية ، وهي : الكل الأهم Major whole ، الكل الأصغر Minor whole ، الجزء الأهم Major part ، الجزء الصغير Minor part ، القطعة الأهم Major piece ، القطعة الصغيرة Minor piece ، العنصر الأهم Major element ، العنصر الصغير Minor element .

3 . يتم بناء الإنموذج التنميطي باعتماد أكبر قيمة دنيا متكررة ضمن المتواليات الإيقاعية المستنبطة من النماذج الخاضعة للاختبار . ويستفاد من القيم الأخرى لتحديد الحدود العامة للمتوالية الناتجة وخاصة فيما يخص أعلى قيمة وأقل قيمة .

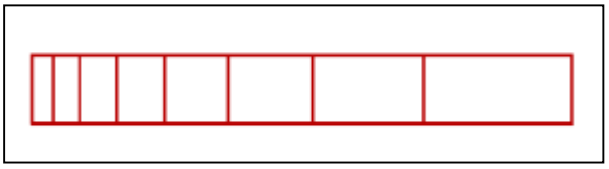
4 . تحديد نوع الإيقاع – الضوضاء - الكسري للتكوين (بيضاء ، غامقة ، 1/f) .لقياس طبيعة الأيقاع الكسري بأنواعه الثلاثه فتعتمد نسبة التنوعات في قيم الشبكة الإيقاعية الكسرية ، الشبكة ذات التنوعات الكبيرة في أطوال الشبكة تعبر عن إيقاع أو ضوضاء أبيض ويعطي مفاجئة عالية ، والتكرار القليل في قيم الأطوال هو مؤشر للتنوع العالي ، والشبكة ذات التنوعات القليلة في أطوال الشبكة تعبر عن إيقاع أو ضوضاء غامقه ويعطي رتابة عالية ، والتكرار العالي في قيم الأطوال هو مؤشر للرتابة العالية ، والشبكة ذات التنوعات الوسط في أطوال الشبكة تعبر عن إيقاعا 1/f وتعطي حالة ضوضائية متوازنة والتكرار الوسط في قيم الأطوال هو مؤشر للضوضائية المتوازنة .

النسق والمفاجئة ، إذ سجل 11 إنموذجا 55% إيقاعا بضوضاء نوع 1/f وهو النوع الذي يحمل إمتاعا اكبر ويبتعد عن الرتابة بنفس الوقت الذي يبتعد فيه العشوائية ، و 5 نماذج بإيقاع نوع غامقة 25% ، أي ذات نسقية عالية وبتوقع عالي في ترتيبها

- بالنسبة للجانب الثاني(نوع الإيقاع – الضوضاء - الكسري للتكوين (بيضاء ، غامقة ، 1/f))فقد تبين أن أغلب أنواع البيوت التراثية تمتلك إيقاعا متنوعا في الفترات الفاصلة ويقع بين النسق والمفاجئة ، إذ سجل 11 إنموذجا 55% إيقاعا بضوضاء نوع 1/f وهو النوع الذي يحمل إمتاعا اكبر ويبتعد عن الرتابة بنفس الوقت الذي يبتعد فيه العشوائية ، و 5 نماذج بإيقاع نوع غامقة 25% ، أي ذات نسقية عالية وبتوقع عالي في ترتيبها الفضائي ، و3 نماذج فقط 15% ذات إيقاع بضوضاء أبيض أي ذات مفاجئة عالية في ترتيبها الفضائي . ويعطي ذلك مؤشرا على أن طبيعة الإيقاع الكسري لنماذج البيوت التراثية وعلى الرغم من تشابها في الهيئة العامة باحتوائها على فناءا وسطيا إلا أنها لا تحمل نمطا رتيبا أو متوقعا وإنما بإيقاع متنوع وممتع

بالنسبة للجانب الثالث (بناء متوالية تنميطية ذات إيقاع كسري) ولغرض بناء متوالية إيقاعية تنميطية تكون كمرجع أو كأساس لتصاميم مستقبلية ، فقد تم استخراج ثلاثة قيم أساسية ضمن المتواليات الإيقاعية (جدول 3) لتكون كدلائل عامة للمقارنة وهي كل من القيمة الأكثر تكرارا ، وأعلى قيمة مسجلة ، وأقل قيمة مسجلة لكل متوالية ، ومن ثم استخراج أكثر قيمة متكررة ضمن القيم الأكثر تكرارا وكانت 1.6 ، و أكثر قيمة متكررة ضمن أعلى القيم المتكررة وكانت 4 ، وأكثر قيمة متكررة ضمن أدنى القيم المتكررة 1.2 ، و أعلى قيمة ضمن القيم العليا وكانت9.1، و أدنى قيمة ضمن القيم الدنيا وكانت 0.6 ، وقد تم اعتماد قيمة أكثر قيمة متكررة ضمن أدنى القيم المتكررة وهي 1.2 كأساس لبناء المتوالية بالاستناد على متوالية Van Der Laan المؤلفة من ثمانية مستويات ولتمثل العنصر الصغير فيها ، وحسبت القيم الأخرى وفقا لها ولتكون المتوالية حسب جدول (3) شكل (13) :

يتبين من خلال سلسلة المتوالية الإيقاعية المقترحة توافقها مع أغلب قيم المتواليات الإيقاعية (الأشكال 5-1) ، فالقيمة العليا 8.4 تقترب مع أعلى قيمة ضمن القيم العليا 9.1 وكذلك تقترب قيمة العنصر الأهم 1.5 من أكثر قيمة متكررة ضمن القيم الأكثر تكرارا وهي 1.6 ، وكل القيم الواقعة بين ذلك تتوافق أيضا مع في المتواليات في جدول (4) والغرض من كل ذلك الحصول على متوالية إيقاعية تساعد في إعطاء تمايزات بصرية أفضل للإيقاعات الكسرية .



شكل (13) سلسلة المتوالية الإيقاعية المقترحة للبيت التراثي والمشتقة من متوالية Van Der Laan المصدر ، (المقرم ، 2008، ص.217)

جدول3: متوالية Van Der Laan ، والمتوالية الإيقاعية المستنبطة للبيت التراثية			النسب بعد تطبيق المتوالية على الدار التراثي
المقياس(8)	الكل الأهم Major whole	7	**8.4**
المقياس(7)	الكل الأصغر Minor whole	5 ¼	**6.3**
المقياس(6)	الجزء الأهم Major part	4	**4.8**
المقياس(5)	الجزء الصغير Minor part	3	**3.6**
المقياس(4)	القطعة الأهم Major piece	2¼	**2.7**
المقياس(3)	القطعة الصغيرة Minor piece	1 ¾	**2.1**
المقياس(2)	العنصر الأهم Major element	1 ¼	**1.5**
المقياس(1)	العنصر الصغير Minor element	1	**1.2**

II .الاستنتاجات المرتبطة بالتطبيق

وفر البحث الإجابة عن كثير من التساؤلات حول مدى طبيعة القيمة الكامنة لتلك الأنماط التراثية القديمة ضمن حدود النظرية الكسرية وبما يرتبط بمفهوم الياقاع الكسري ، وليؤكد على عدم اقتصار ذلك على نماذج العمارة الأوربية القديمة كالقوطية وغيرها ، ومناقضة للتصورات السائدة في الطروحات المعمارية عن وضع تلك الأنماط ضمن مصاف تطبيقات الهندسة الإقليدية ، كما تفتح الآفاق لتطبيقها على كثير من النماذج المعمارية العراقية والعربية والإسلامية . إذ توصل البحث في هذا المجال إلى الاستنتاجات الآتية :

- تميز معظم نتاجات البيوت التراثية في بغداد بقيم كسرية عالية تعكس حالة متميزة من الإمتاع البصري ، فهي أبعد عن حالة النسقية الرتيبة والمملة والصارمة ، وأبعد عن حالة المفاجئة الكبيرة التي تعكس العشوائية والتشويش ، يؤشر ذلك بالتالي نوع العلاقة الوثيقة الرابطة بين المنتوج والبيئة المحيطة التي تعد مصدر تلك النظريات الحديثة ومنها الكسرية الاشكال من (-14 17) .
- بروز تميز البيوت التراثية بشكل عام بنمط إيقاع متنوع نوع (1/f) والذي يقع بين الرتابة والمفاجئة (أي بين الضوضاء الغامقة والضوضاء البيضاء) ، فهو حيوي وغير متوقع بشكل كامل على الرغم من التشابه العام في نمط التوزيع الفضائي لها .
- تم بناء متوالية إيقاعية مؤلفة من ثمانية مستويات متنوعة في الفترات الفاصلة ومستوحاة من الشبكات الإيقاعية للبيوت التراثية المبنية على متوالية Van Der Laan . تعتمد المتوالية على القيم الناتجة وهي : (1.2 , 1.5 , 2.1 , 2.7 , 3.6 , 4.8 , 6.8 , 8.4) ، يمكن أن تعد المتوالية المقترحة كأساس لبناء ما لانهاية من التكوينات وباستخدام طرق الإنشاء الكسري المختلفة .
- يمكن إعادة تركيب الشبكة الإيقاعية الكسرية لأي تكوين كسري ومن ضمنها البيوت التراثية لإنتاج ما لانهاية من الأشكال الجديدة بالاستناد على طرق الإنشاء الكسري مثل طريقة نظم الدوال المتكررة ، وأقترح البحث خطوات عدة للإنتاج الشكلي ضمن حدود تكرارية معينة وبهرميات متنوعة وباستخدام التحولات كالنقل والتدوير والانعكاس ، وأظهر بعض من تلك الأشكال بالأبعاد الثلاثة ، وبشكل يسِّهل على المستخدم لهذه النظرية من التعرف على الكثير من الاحتمالات لإنتاج تكويناته .
- كشفت الخصائص الكسرية التي برزت في البيت التراثي عن نسقاً كسريا أقرب إلى النسق في الطبيعة من خلال التشابه الذاتي ، ابتداء من وحدات البيت وانتهاء بالتراكب العنقودي بين الفضاءات المفتوحة ، فضلا عن تقارب طبيعة إيقاعها الكسري المستنتج مع طبيعة الهياكل الإيقاعية في الطبيعة ، فهي فاعلة أكثر من كونها ساكنة ومتغيرة لا يقود تغيرها إلى إحداث حالة من الإرباك والتشويش ، وتُحقق حالة التشابه بين الوحدات قوى شد تزيد من تماسك تكوين البيت وبالتالي تماسك تجمعات البيوت مع بعضها الذي يقود إلى تماسك النسيج ككل والذي يمثل طبيعة التناسق العضوي الطبيعي .
- من الاستنتاجات العامة التي توصل إليها البحث ومن خلال الدراسة الاستكشافية الأولية الموسعة التي شملت عينة واسعة من النماذج التاريخية من قصور ومدارس وأضرحة وبيوت ذات الفناء الوسطي وتلك التي بدونها ضمن فترات زمنية مختلفة ، أن الخصائص الكسرية لم تقتصر على البيوت التراثية وإنما امتدت لتشمل تلك النماذج لكن بنسب متفاوتة في تحققها تميزت بشكل خاص عند عناصر معينة مثل أنماط قباب الأضرحة الإسلامية .

5 . التوصيات

- يوصي البحث بإمكانية دراسة الإيقاع الكسري ونمط المتواليات الإيقاعية المستنبطة للواجهات الداخلية للبيوت التراثية ، وبحث إمكانية بناء تنميطية كسرية منها فضلا عن إمكانية بحثها للنتاجات العراقية القديمة لحضارة وادي الرافدين والحضارة الإسلامية من مدارس وقصور ، واستكشاف طبيعتها الكسرية ، وربما مقارنتها بالنماذج المعمارية المعاصرة .
- يوصي البحث بمحاولة اعتماد المتوالية الإيقاعية المقترحة في البحث الحالي لبناء تصاميم معمارية بإيقاعات متنوعة بيضاء ، غامقة ، 1/f ، على المستوى الأفقي والعمودي (الواجهة) وبالأبعاد الثلاثة.
- يوصي البحث بإجراء دراسة عن تباين الخصائص الكسرية وبضمنها البعد الكسري لأنماط مختلفة من البيوت التراثية ، كالبيوت ذات الفناء الوسطي وتلك التي بدونها ، ومحاولة استنباط تأثير البنية التركيبية على قيمة البعد الكسري .

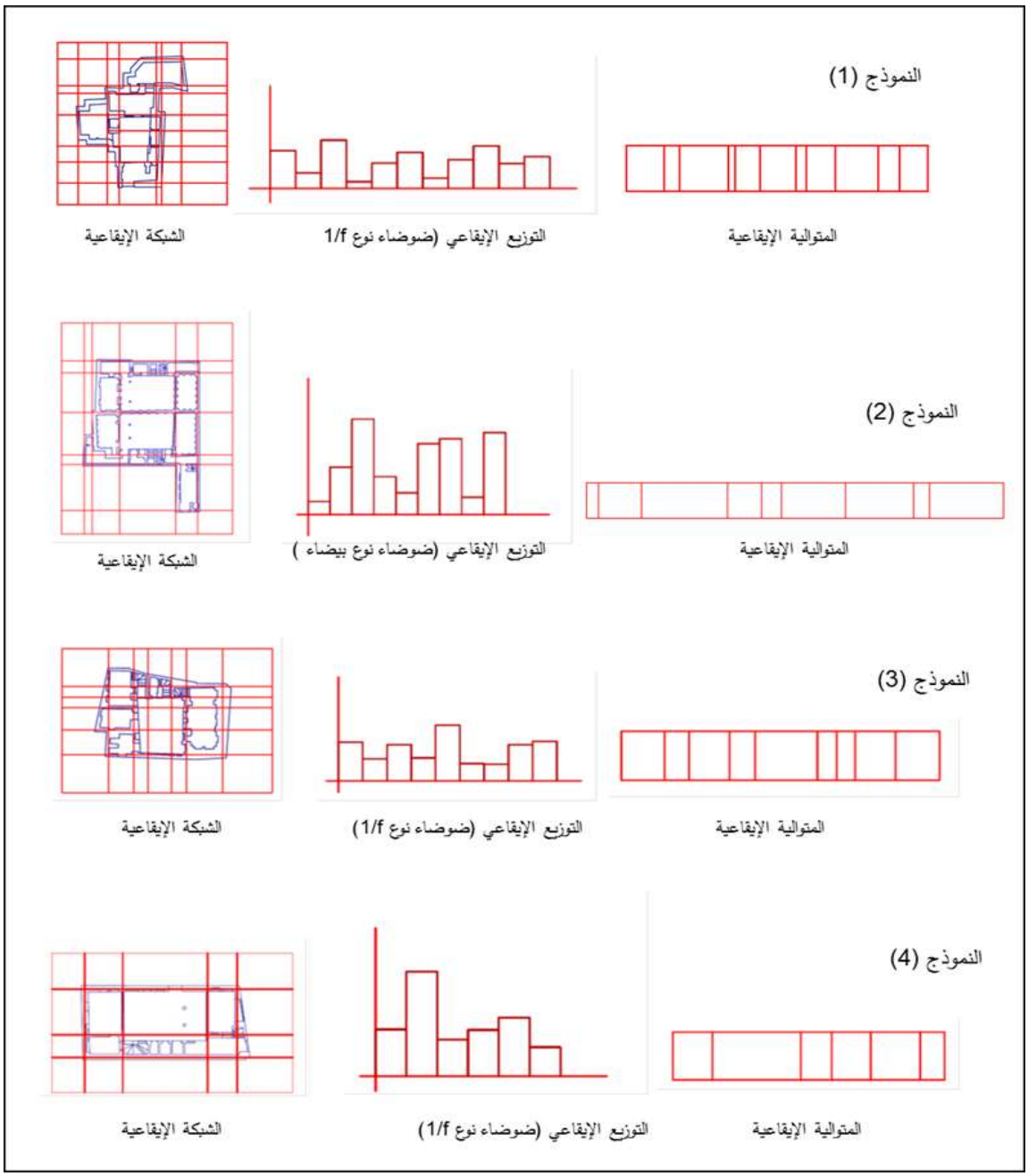
- امكانية اعتماد المتواليات الايقاعية للبيوت التقليدية في انتاج عمارة معاصرة مستنبطة من خصوصية العمارة التراثية

جدول 4: تسلسل قيم المتوالية الإيقاعية للنماذج المنتخبة للدراسة العملية، المصدر ، الباحثين

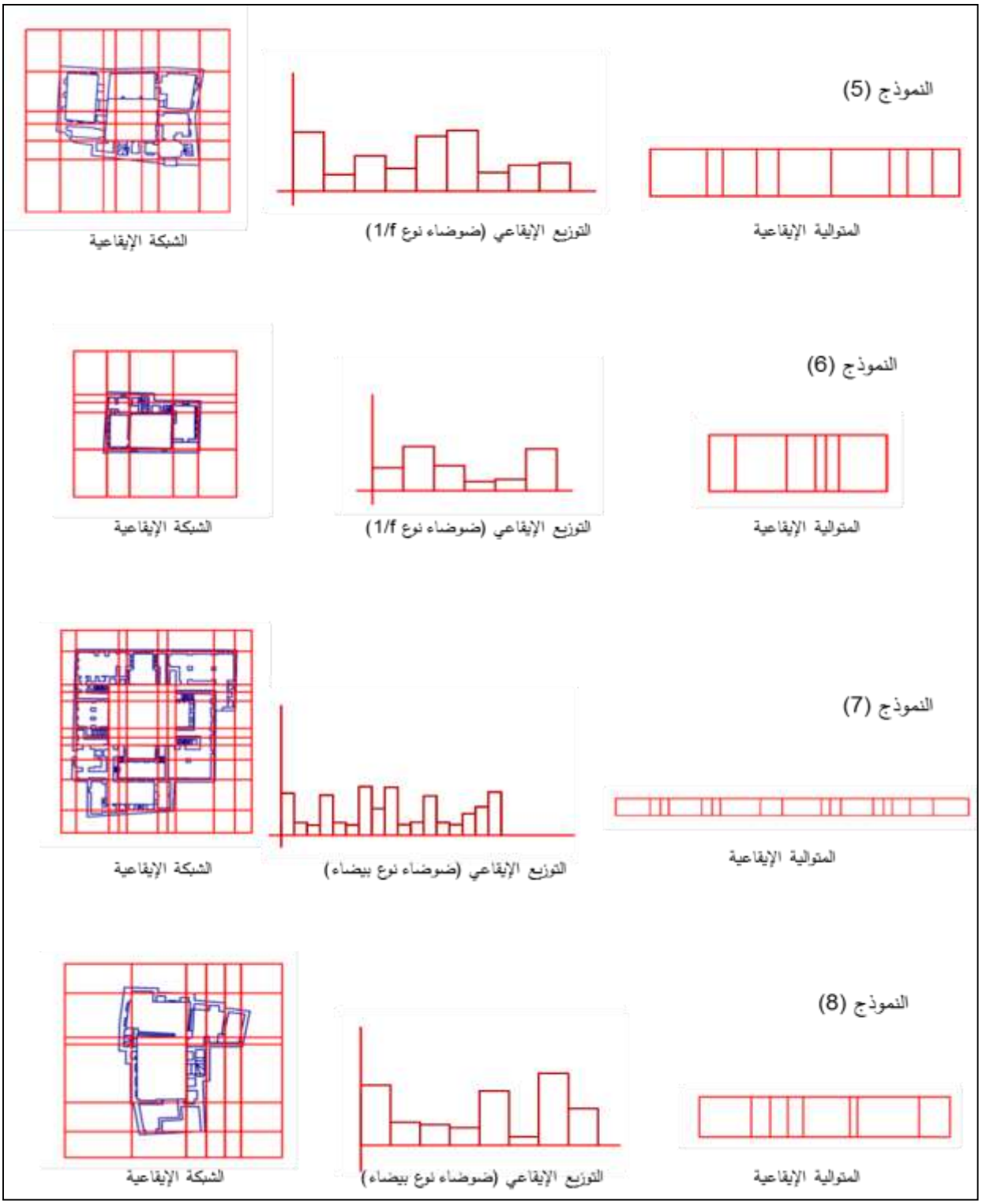
النتائج	تسلسل قيم المتوالية الإيقاعية للنماذج المنتخبة للدراسة العملية																			القيمة الأكثر تكرارا	أعلى قيمة	أقل قيمة
1	2.3	1.8	3.5	2.4	0.9	3	2.1	0.6	4	1.3	3									3	4	0.6
2	7.8	1.7	7.2	6.8	2.1	3.6	9.1	4.5	1.3												9.1	1.3
3	3.4	3.1	1.4	1.5	4.8	2	3.1	1.9	3.4											3.4	4.8	1.4
4	1.9	3.9	3.1	2.5	7	3.1														3.1	7	1.9
5	2	1.9	1.4	4.3	4	1.6	2.6	1.2	4.3											4.3	4.3	1.2
6	3	0.8	0.7	1.8	2.3	0.7														0.7	3	0.7
7	7.5	4.7	3.7	1.8	2.2	6.8	2.2	1.8	8.2	4.6	4.8	1.8	2.2	6.4	1.8	7.2	2.2	1.8	6.4	1.8	8.2	1.8
8	2.7	5.4	0.6	4.1	1.3	1.6	1.6	4.5												1.6	5.4	0.6
9	4.7	6.1	3.1	4.7	4.1															4.7	6.1	3.1
10	3	3.8	1.1	4.6	1.1	2.5														1.1	4.6	1.1
11	2.1	6.7	3.9	3.5	2.8	6.3	2.8													2.8	6.7	2.1
12	4.1	5.5	1.2	4.1	1.2	2.1	1.7	4.6	2	3.2	3.3									4.1	5.5	1.2
13	2	2.6	1	1.4	2.6	3.3	2.4	3.5	2	4	1.9									2	4	1
14	1	2.9	1	1.9	3.4	2.2														1	3.4	1
15	2.3	4.5	1.3	4	4.8	5.5	6.4	4												4	6.4	1.3
16	6.1	2	3.3	5.4	3.3															3.3	6.1	2
17	4.3	4.3	3.2	0.8	3.6	4.3	1.8	3.7	8.9	5.7	5.2	5.4								4.3	8.9	0.8
18	2	2.1	1.6	5.4	0.8	2.3	0.9	3.9	1.6	5.5	1.6	3.9								1.6	5.5	0.8
19	2.4	4	1.2	1.9	2.6	3.7	1.2													1.2	4	1.2
20	1.6	2.6	1.6	2.7	4.3	4.1	4.8	1.4												1.6	4.8	1.4

أكثر قيمة متكررة ضمن القيم الأكثر تكرارا	1.6
أعلى قيمة ضمن القيم العليا	9.1
أدنى قيمة ضمن القيم الدنيا	.6
أكثر قيمة متكررة ضمن أعلى القيم المتكررة	4
أكثر قيمة متكررة ضمن أدنى القيم المتكررة	1.2

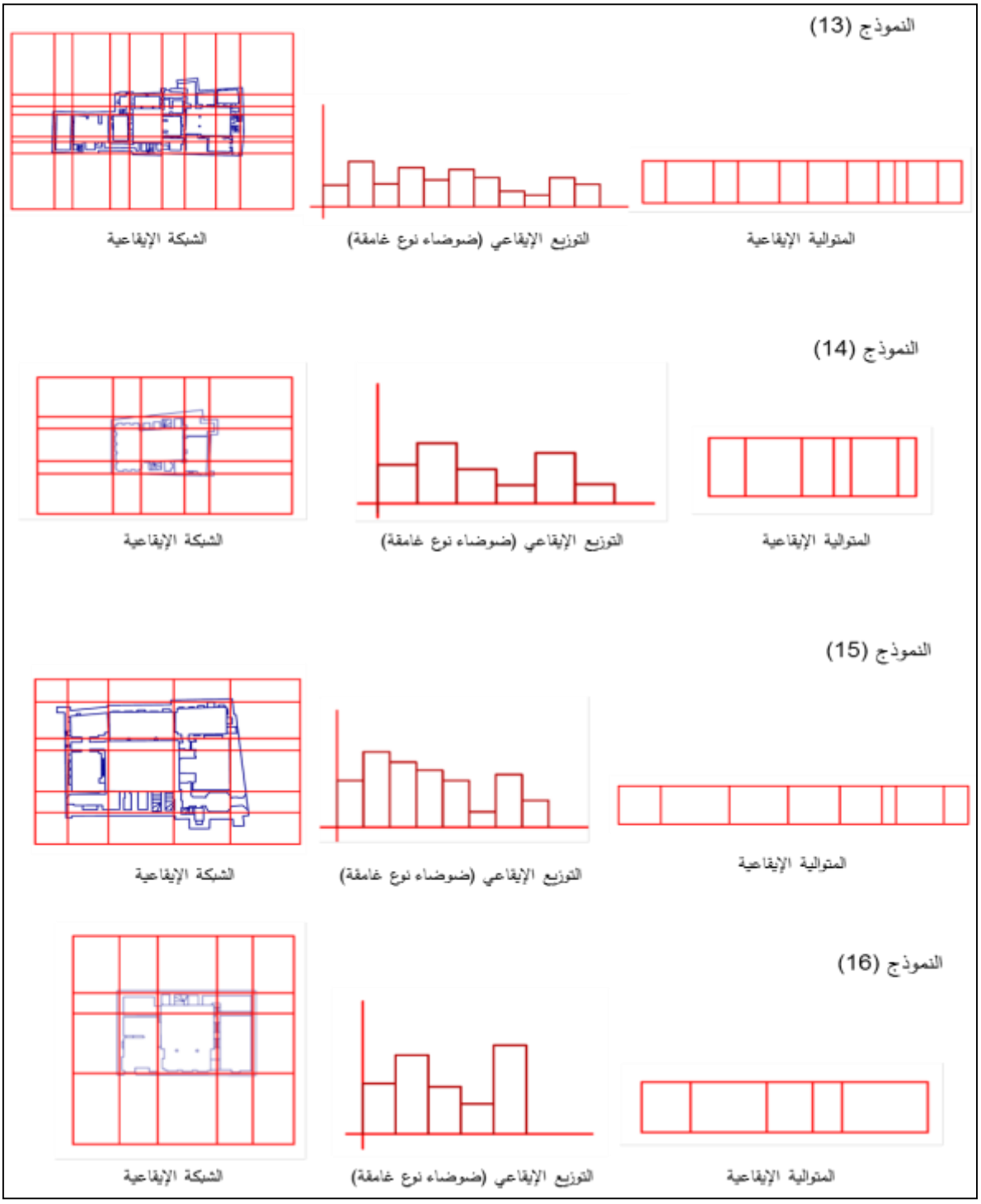
مع تداخل مراجع إستعارية مختلفة .



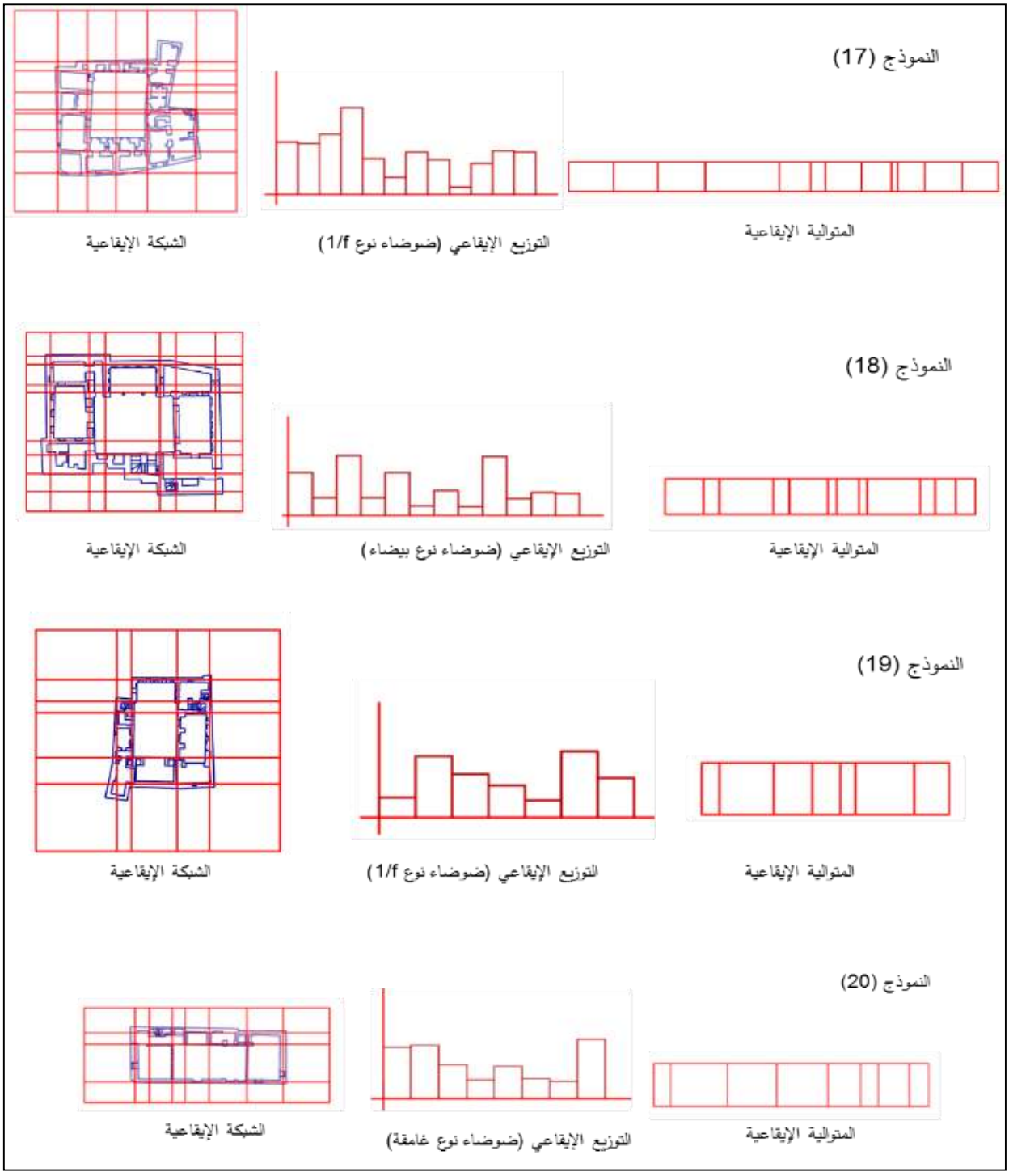
الشكل (14) تسلسل قيم المتوالية والتوزيع والشبكة الإيقاعية للنماذج المنتخبة للدراسة العملية (4-1) المصدر الباحثين



الشكل (15) تسلسل قيم المتوالية والتوزيع والشبكة الإيقاعية للنماذج المنتخبة للدراسة العملية (5-8) المصدر الباحثين



الشكل (16) تسلسل قيم المتوالية والتوزيع والشبكة الإيقاعية للنماذج المنتخبة للدراسة العملية (13-16) المصدر الباحثين



الشكل (17) تسلسل قيم المتوالية والتوزيع والشبكة الإيقاعية للنماذج المنتخبة للدراسة العملية (17-20) المصدر الباحثين

المصادر

[1] العقيلي ،ميسون و الجبوري ،محمد غازي (التعقيد في المدينة الكسرية دراسة تحليلية لجزء من منطقة الأعظمية)،مجلة الهندسة والتكنولوجيا ، مجلة الهندسة والتكنولوجيا،المجلد 28 ،العدد22، 2010 .
[2] المقرم ، أسماء (الكسرية في العمارة) أطروحة دكتوراه غير منشورة ، الجامعة التكنولوجية ، قسم الهندسة المعمارية ، بغداد ، العراق ، 2008، ص. 61.
[3] C. Bovill, " Fractal geometry in architecture and design " , school of architecture, University of Maryland , 1996 , Birkhäuser Bosten, ISBN 3-7643-3795-8,p.47.
[4] P. B. Meggs "Type and Image : The Language of Graphic Design " , Van No strand Reinhold , New York , 1989,p.97.
[5] F.Ching " Arch:Form , Space and Order ",Van Nostrrand Reinhold Company , 1979,p.62.
[6] R. Scott ," Design Fundamentals " McGraw Hill Book Company Inc ., 1951,,p.62, p.389.
[7] P. Vitruvius,"Vitruvius, The Ten Book of Architecture"1960, Dover Publications, ISBN 0486206459 , p.14.
[8] O. Bakire , "Geometric Aspects of Brick Bond And Brick Environment In Islamic Architecture" Islamic Architecture and Urbanism , Edited by Aydin German , King Faisal University m Durham, 1988 ,p.45.
[9] R. Scott ," Design Fundamentals " McGraw Hill Book Company Inc ., 1951,p.55)
[10] البوتاني ، " الدلالة الإيقاعية للخصائص التشكيلية للنسيج الحضري " ، أطروحة ماجستير مقدمة إلى المعهد العالي للتخطيط الحضري والإقليمي ، جامعة بغداد ، 2005 ،ص.2.
[11] مهدي ، صبا سامي ، " شعرية العمارة " ، رسالة ماجستير ، كلية الهندسة ، قسم المعماري ، جامعة بغداد ، 1997 ،ص8.
[12] C. Bovill, " Fractal geometry in architecture and design " , school of architecture, University of Maryland , 1996 , Birkhäuser Bosten, ISBN 3-7643-3795-8,p.2.
[13]www.classes.yale.edu/fractals/Panorama/Literature/Lit/Literature.html
[14] C. Bovill, " Fractal geometry in architecture and design " , School of Architecture , Universiy of Maryland , 1996 , Birkhäuser Bosten, ISBN 3-7643-3795-8 , p.107.
[14] Ibid,p.103,140.
[15] Ibid,p.106, 6 .
[16] Ibid,p.90 .
[17] Ibid,p.162
[18] Ibid, p.150
[19] Eaton,Leonard K. "Fractal Geometry in the Late Work of Frank Lloyd Wright", Nexus II: Architecture and Mathematics, ed. Kim Williams, Fucecchio (Florence): Edizioni dell'Erba, 1998,. pp. 23-38. http://www.nexusjournal.com/conferences/N1998-Eaton.html
[20] N.Sala, "How to Use Some Multimedia Technologies in a New Course of Mathematics:the Case of Architecture of the Academy of Architecture of Mendrisio".Proceedings M-SET 99 San Antonio,Texas 1-4 , March 1999,Editor David A.Thomas,Printed in USA,pages 310 -315.
[21] A.Gilley " Fractal led: The Interstitial Spaces and – Frank Gehry " Institute of Architecture and Planning , Morgan State University , Baltimore, MD 21218 ,2004 www.mi.sanu.ac.yu/vismath/gilley/index.
[22] المقرم ، أسماء (الكسرية في العمارة) أطروحة دكتوراه غير منشورة ، الجامعة التكنولوجية ، قسم الهندسة المعمارية ، بغداد ، العراق ، 2008، ص. 165.
[23] نسمة معن و بسمة عبد النافع و ابتسام سمير (الإيقاع كنظام إبداعي في عمارة المساكن دراسة تطبيقية مقارنة بين المساكن الموصلية التراثية منها والمعاصرة) ،مجلة الهندسة والتكنولوجيا ، بغداد ، المجلد 19 العدد 12 ، كانون الاول 2013.

أ.د. اسماء محمد حسين المقرم، استاذ في قسم هندسة العمارة الجامعة التكنولوجية منذ 2011، تخصص نظرية عمارة ، بكلوريوس هندسة عمارة 1987، ماجستير هندسة عمارة/تكنولوجيا عمارة 1996 عن رسالة الماجستير "النظام في العمارة الاسلامية" Order in Islamic architecture،دكتوراه فلسفة عمارة 2008،عن اطروحة الدكتوراه "الكسرية في العمارة" Fractals in architecture "

أ.م.د. أكرم جاسم العكام،بكلوريوس هندسة عمارة –جامعة بغداد ، ماجستير – مركز التخطيط الحضري والاقليمي ، دكتوراه هندسة معمارية – جامعة بغداد . زميل زائر/ مدرسة العمارة والتخطيط جامعة نيوكاسل /المملكة المتحدة