



جامعة الموصل
كلية الهندسة

استخدام آليات الهندسة الكسرية لتحقيق التكيف في العمارة

فراس حمدي عبدالله الصفار

رسالة ماجستير

علوم في هندسة العمارة / هندسة عمارة

إشراف

م. د. خالد جمال الدين إسماعيل

استخدام آليات الهندسة الكسريّة لتحقيق التكيف في العمارة

م. د. خالد جمال الدين إسماعيل
khalid.j.aldeen@uomosul.edu.iq

فراس حمدي عبدالله
firas.hamdy@gmail.com

المستخلص:

مع التطور المستمر للمجتمعات، زادت الحاجة إلى أن تكون العمارة قادرة على استيعاب التغير في المتطلبات الوظيفية، والتطورات المستقبلية المحتملة، لتواكب تغيرات اقتصادية وثقافية وتقنية وسكانية ملموسة، بهدف عمل موازنة في التوسع تتناسب مع تلك التغيرات. إن ذلك قد يحتاج إلى مساحات تصميم أكثر مرونة لزيادة قدرة المبنى على التكيف واستيعاب المتطلبات والوظائف الجديدة. حيث صاحب محاولات تكيف المباني، في إطار هذه الحالة، توسع الكثير منها على نحو عشوائي داخل حدود الموقع العام المخصص لها أو ضمن البناء نفسه، مسبب إخلال بالتوازن بين متطلبات النمو والموارد المتاحة للكثير منها، وبالتالي التسبب في خلل أدائها الوظيفي والجمالي، مما يستلزم إعادة برمجة استخدامها. ولما كانت الأنظمة الحيوية تتميز بالقدرة على التطور والتكيف مع تغير الظروف كاستراتيجية للبقاء، فقد برزت من هنا أهمية البحث في ربط أدوات الهندسة الكسريّة كآليات لتحقيق التكيف، باعتبار أن الهندسة الكسريّة المدخل المناسب لاستكشاف كيف يمكن فهم وتطبيق المبادئ والخصائص التكيفية الطبيعية على العمارة بما تتضمنه من مفردات، لتحديد الآليات التي تحقق تكيف المبنى بزيادة قدرته على التغيير والنمو. إنّ هذا التطور والتكيف للعمارة يحدث وفقاً لظروفها المحيطة والاحتياجات الجديدة لتحسين تنظيمها وعملها وفقاً لنمو عضوي تدريجي وهرمي، بحيث تحقق نوعاً من الجودة المشابهة لما نراه في الظواهر الطبيعية، ولخلق علاقات مثالية بين الناس ومكانهم. فإنّ الأشكال في الطبيعة تتميز بالتطور والتنسيق ضمن تعقيد النظم الطبيعية، وإنّ التمايز المورفولوجي يعتمد على تأثير القوى المحيطة، والمتطلبات الوظيفية، ووفق آليات تستخدمها للانتقاء الطبيعي. وهذا يتطلب فهماً عميقاً للأنظمة الطبيعية الموجودة، والانغماس في أصول والتزامات تلك البيئة. أمّا ما يخص طرائق تحقيق ذلك في العمارة، فيكون بمحاكاة الطبيعة التي هي متكيفة بطبيعتها. وهنا يمكن القول بأنّ البحث لا يعني بأساليب التصميم المعماري التي تختص بتقليد الطبيعة على نحو مباشر أو غير مباشر، وإنما يركز على المبادئ التي تستخدمها الطبيعة، مثل التقليد الحيوي أو المحاكاة، على أنّه علم أخذ الإلهام من الطبيعة ونماذجها وأنظمتها وعملياتها وعناصرها، لحل مشاكل التصميم. أما كمنهجية في محاكاة الطبيعة، فيكون من خلال النظر في النظام الحيوي كنظام معقد منظم ذاتياً، وباعتبار العمارة كأنظمة معقدة تظهر السلوك الفوضوي في أنظمتها الفرعية، لا سيما الجوانب الناشئة، أو تلك التي توصف بأنّها تغير عضوي. ومن ثم، فإنّ النمط أو الهندسة التي تظهر من هذا السلوك هي كسريّة وليست إقليدية.

ولدى استكشاف الواقع المعرفي، ظهرت المشكلة البحثية، التي تركزت في عدم وجود تصوّر معرفي حول قدرة الآليات الكسريّة على تحقيق التكيف في النتائج المعمارية، وهذا ما تضمنه الفصل الأول متمثلاً بالدراسات المرتبطة بالهندسة الكسريّة كأسلوب في التصميم المعماري؛ بوصفها هندسة

الطبيعة، من جهة. والدراسات المرتبطة بالتكيف كونه مطلباً معمارياً؛ في سياق التصميم المتوجهة نحو الطبيعة، من جهة أخرى. أما الفصل الثاني، فتركز الجزء الأول منه على مناقشة مفاهيم التكيف في الطبيعة والعمارة، ومتطلبات تحقيقه من خلال تعريف خصائص الطبيعة من تكيف وتنظيم معقد، وغيرها. ويناقش الجزء الثاني منه أساليب الهندسة الكسرية في التصميم المعماري بتوضيح الآليات الكسرية التي تؤدي إلى تحقيق التكيف، والكيفية التي تمثل انعكاس ذلك على النتائج المعمارية ضمن مستوى ربط العمارة مع الطبيعة بأنظمتها المعقدة. ويهدف البحث إلى تحديد الآليات الكسرية ضمن سياق محاكاة العمارة للأنظمة الطبيعية وخصائصها، من خلال تحديد إطار شامل لطبيعة الهندسة الكسرية، وتحديد طبيعة التصميم الكسرية، للخروج بتحديد الاستراتيجيات التي استخدمها المصممون في تصميمهم الكسرية تلك. وهنا تظهر الهندسة الكسرية كعامل مساهم في تحقيق التكيف. وتحديد فرضية البحث المتمثلة في أن توظيف تطبيقات الهندسة الكسرية في التصميم المعماري تتباين في تحقيق التكيف على كل من المستوى الشكلي والوظيفي. وبناءً على هذا الأساس، تم في الفصل الثالث، بلورة الآليات المرتبطة بالهندسة الكسرية وتحديد متغيراتها التفصيلية، وكذلك فيما يتعلق بخصائص التصميم المعماري المتكيف. ليتم في الفصل الرابع صياغة منهجية البحث وتحديد نطاق التطبيق العملي، وتحليل النتائج. وصولاً إلى الاستنتاجات والتوصيات، التي تضمنها الفصل الخامس.

وقد توافقت الاستنتاجات مع الانطباع السائد في بعض الطروحات باقتران الهندسة الكسرية بالتكيف. وأثبت البحث فرضياته من خلال استكشاف التباين في تحقيق الخصائص التكيفية على كل من المستوى الشكلي والوظيفي على ضوء توظيف الأدوات الكسرية في التصميم المعماري، وأن ذلك التباين متأثر بأسلوب المعماري نفسه وطبيعة المشروع أيضاً، فضلاً عن استكشاف التباين في طبيعة الارتباط بين المتغيرات التفصيلية للمفردات. وجاء ذلك عن طريق تحليل مجموعة منتخبة من المشاريع التي عرفت باستخدامها لأساليب الهندسة الكسرية، وضمن توجهات مختلفة، تبنت بمجمها مبادئ العمارة اللاخطية، التي تستند إلى أنظمة التعقيد. وطُبِّقَت استمارة القياس المستخلصة بمفرداتها الرئيسية ومتغيراتها التفصيلية على تلك المشاريع، وضمن حقبة العمارة الرقمية المتمثلة بوقتنا المعاصر، لما لها من إمكانات في إظهار التقنيات الكسرية بأقصى إمكاناتها. فقد أشارت أبرز نتائج البحث إلى وجود تلك العلاقة المتناغمة بين مفاهيم الهندسة الكسرية وما تتضمنه من آليات ومفردات مثل النمو الديناميكي والتكرار ضمن مقاييس متدرجة وغيرها، وبين مفاهيم الطبيعة بخصائصها المتكيفة تجاه التغيرات المختلفة عبر الزمن. كما بينت أبرز الاستنتاجات البحثية كفاءة أدوات الهندسة الكسرية في تحقيق الخصائص التكيفية في التصميم المعماري، وبينت أيضاً أن تلك الأدوات تتباين من معماري إلى آخر على وفق أسلوبه التصميمي والمعطيات والمحددات التي يتعامل معها مثل المتغيرات الوظيفية ومحددات المحيط وغيرها. إن تحقيق جملة تلك الخصائص التكيفية، ترفع أدائية واستجابة البيئة المبنية تجاه متغيرات ظروف الإشغال للمبنى، كما أنها تعبر عن عملية مستمرة من النمو والتطور والإبداع.

الكلمات الدالة:

الهندسة الكسرية، التكيف، الطبيعة المتكيفة، العمارة التكيفية.

University of Mosul
College of Engineering



Using Fractal Geometry Techniques to Achieve Adaptation in Architecture

Firas Hamdy Abdullah Alsaffar

Master Thesis
Of Science in Architectural Engineering / Architecture

Supervised by
Lecturer
Dr. Khalid J. Aldeen Ismail

2022 A.D.

1443 A.H.

Using Fractal Geometry Techniques to Achieve Adaptation in Architecture

Dr. Khalid J. Aldeen Ismail

khalid.j.aldeen@uomosul.edu.iq

Firas Hamdy Abdullah

firmhamdy@gmail.com

Abstract:

With the continuous development of societies, the need for architecture to be able to accommodate the change in functional requirements and possible future developments has increased, to keep pace with tangible economic, cultural, technical and demographic changes, with the aim of creating a balance in expansion commensurate with those changes. This may require more flexible design spaces to increase the building's ability to adapt and accommodate new requirements and functions. In the context of this situation, attempts to adapt buildings were accompanied by the expansion of many of them randomly within the boundaries of the general site allocated to them or within the building itself, causing an imbalance between the requirements for growth and the resources available to many of them, and then causing a defect in their functional and aesthetic performance, which necessitates reprogramming its use. Since biological systems are characterized by the ability to develop and adapt to changing conditions as a strategy for survival, the importance of research in linking fractal engineering tools as mechanisms to achieve adaptation has emerged, considering that fractal geometry is the appropriate entry point to explore how natural adaptive principles and characteristics can be understood and applied to architecture, including its vocabulary, to determine the mechanisms that achieve building adaptation by increasing its ability to change and grow. This development and adaptation of architecture occurs according to its surrounding conditions and new needs to improve its organization and functioning according to a gradual and hierarchical organic growth, so that it achieves a kind of quality similar to what we see in natural phenomena, and to create ideal relationships between people and their place. Forms in nature are characterized by development and coordination within the complexity of natural systems, and morphological differentiation depends on the influence of surrounding forces, functional requirements, and according to mechanisms used for natural selection. This requires a deep understanding of existing natural systems, and immersion in the origins and liabilities of that environment. As for the methods of achieving this in architecture, it is by imitating nature, which is adaptive by nature. Here it can be said that the research is not concerned with architectural design methods that directly or indirectly imitate nature, but rather focuses on the principles that nature uses, such as biomimicry or simulation, as the science of taking inspiration from nature, its models, systems, processes and elements, to solve design problems. As a methodology for imitating nature, it is by considering the biological system as a complex, self-organizing system, and by considering architecture as a complex system that exhibits chaotic behavior in its sub-systems, especially the emergent aspects or those described as organic change. Therefore, the pattern or geometry that emerges from this behavior is fractal, not Euclidean.

When exploring the cognitive reality, the research problem emerged, which centered on the lack of a cognitive perception about the ability of fractal mechanisms to achieve adaptation in architectural products, this is what was included in the first chapter, represented by studies related to fractal geometry as a method in architectural design, as nature's engineering, on the one hand. Studies related to adaptation as an

architectural requirement; In the context of nature-oriented designs, on the other hand. As for the second chapter, its first part focuses on discussing the concepts of adaptation in nature and architecture, and the requirements for achieving it by defining the characteristics of nature, such as adaptation and complex organization, and others. The second part discusses the methods of fractal geometry in architectural design by clarifying the fractal mechanisms that lead to achieving adaptation, and how this is reflected in architectural products within the level of linking architecture with nature and its complex systems. The research aims to identify fractal mechanisms within the context of architectural simulation of natural systems and their characteristics, by defining a comprehensive framework for the nature of fractal geometry, and defining the nature of fractal designs, in order to determine the strategies that designers used in their fractal designs. Here, fractal geometry appears as a contributing factor to achieving adaptation. Determine the research hypothesis, which is that employing fractal geometry applications in architectural design varies in achieving adaptation on both the formal and functional levels. Based on this basis, in the third chapter, the mechanisms associated with fractal geometry were crystallized, and its detailed variables were identified, as well as with regard to the characteristics of adaptive architectural design. In the fourth chapter, the research methodology is formulated, the scope of practical application is determined, and the results are analyzed. Leading to the conclusions and recommendations included in Chapter Five.

The conclusions were consistent with the prevailing impression in some proposals of the association of fractal geometry with adaptation. The research proved its hypotheses by exploring the variation in achieving adaptive characteristics at both the formal and functional levels in light of the use of fractal tools in architectural design, and that this variation is influenced by the style of the architect himself and the nature of the project as well, as well as exploring the variation in the nature of the relationship between the detailed variables of the vocabulary. This came through the analysis of a selected group of projects that were known for their use of fractal geometry methods, and within different trends, all of which adopted the principles of nonlinear architecture, which is based on systems of complexity. The extracted measurement form, with its main vocabulary and detailed variables, was applied to these projects, and within the era of digital architecture represented by our contemporary time, because of its potential to demonstrate fractal techniques to their fullest potential. The most prominent results of the research indicated the existence of this harmonious relationship between the concepts of fractal geometry and the mechanisms and vocabulary it contains, such as dynamic growth and repetition within graduated scales, etc., and the concepts of nature with its characteristics adapted to various changes over time. The most prominent research conclusions also demonstrated the efficiency of fractal geometry tools in achieving adaptive properties in architectural design and also demonstrated that these tools vary from one architect to another according to his design style and the data and determinants he deals with, such as functional variables, perimeter determinants, and others. Achieving a set of these adaptive characteristics increases the performance and responsiveness of the built environment to the variables of the building's occupancy conditions, and it also expresses a continuous process of growth, development, and creativity.

Keywords:

Fractal geometry, adaptation, adaptive nature, adaptive architecture.