International Journal for Scientific Research (IJSR)

المجلة الدولية للبحوث العلمية

Vol. (3), No. (8) August 2024 الإصدار (3)، العدد (8)

دور النمذجة البارامترية في العمارة المعاصرة

انتصار عباس الحلو
كلية الهندسة، جامعة بغداد، العراق
intisar.noor2004m@coeng.uobaghdad.edu.iq

غادة محمد إسماعيل كمونة
كلية الهندسة، جامعة بغداد، العراق
g.kamoona@coeng.uobaghdad.edu.iq

الملخص

شاعت العمارة الرقمية في الألفية الثانية، محققة أساليب معمارية ونُهج سادت في الوقت الحاضر، والتي عكست أحدث الاتجاهات والتقنيات والفلسفات التصميمية. لذا، قد يشمل مصطلح "العمارة المعاصرة" مجموعة متنوعة من الأساليب والحركات، فقد شهد النصف الثاني من القرن العشرين العديد من النظريات والطروحات التي استكشفت إمكانيات الهندسة المعمارية كونها تمثل لغة التطور الاجتماعي والتكنولوجي. الأمر الذي أدى إلى "أزمة في العمارة" فضلاً عن المشكلات الحضرية والبيئية الناشئة من أفكار الحداثة. لذا تحدد مشكلة البحث بوجود قصور معرفي في تطبيقات النمذجة البارامترية في مشاريع الهندسة المعمارية المحلية.

يهدف البحث إلى التعريف بالتقنيات الرقمية في التصميم المعماري في المشاريع العالمية والتي أحدثت تحولات فكرية ومهنية في العمارة التي أنتجت بدورها سلسلة من النظريات والتقنيات والأساليب الجديدة للبناء بحثاً عن "النموذج الجديد New Paradigm" لحل المشكلات المعقدة المستحدثة في التصميم والتطبيقات البارامترية في مشاريع الهندسة المعمارية.

الكلمات المفتاحية: النمذجة البارامترية، العمارة المعاصرة.

International Journal for Scientific Research (IJSR)

المجلة الدولية للبحوث العلمية

IJSR

Vol. (3), No. (8) August 2024 الإصدار (3)، العدد (8)

The Role of Parametric Modeling in Modern Architecture

Intisar A. Alhilo
College of Engineering, University of Baghdad, Iraq
intisar.noor2004m@coeng.uobaghdad.edu.iq

Ghada M. Ismael Kamoona
College of Engineering, University of Baghdad, Iraq
g.kamoona@coeng.uobaghdad.edu.iq

Abstract

Digital architecture has become popular in the second millennium, achieving architectural styles and approaches that are prevalent at present and reflect the latest trends, technologies, and design philosophies. Therefore, the term "contemporary architecture" may include a variety of styles and movements. In the second half of the twentieth century, some sufficient theories and proposals explored the possibilities of architecture as a language of social and technological development. This led to an "architecture crisis" and urban and environmental problems arising from the ideas of modernity. The research problem is a cognitive deficiency in the applications of parametric modeling in local architectural projects.

The research aims to identify digital technologies in architectural design in global projects that have brought about intellectual and professional transformations in architecture, which have produced a series of new theories, technologies, and methods of construction in search of a "new paradigm" to solve the complex problems emerging in design and parametric applications in architectural projects.

Keywords: Parametric Modeling, Contemporary Architecture.

الفصل الأول

مشكلة البحث

وجود قصور معرفي في تطبيقات النمذجة البارامترية في مشاريع الهندسة المعمارية المحلية.

أهمية البحث

تبرز أهمية البحث الحالي في أهمية النمذجة البارامترية في العمارة المعاصرة من خلال المباني والممارسات في الأبنية المستدامة والتقنيات المعاصرة والحديثة وكذلك الأساليب المعمارية والفلسفات التصميمية الحديثة.

هدف البحث

التعرف على دور النمذجة البارامترية في العمارة المعاصرة.

حدود البحث

- الحدود الزمانية 2022- 2024.
- الحدود الموضوعية دور النمذجة البارامترية في العمارة المعاصرة.

تحديد المصطلحات

النمذجة البارامترية:

عرفها MOE,2008: أهم الآليات في تشكيل الأنماط المميزة للعمارة المعاصرة. إذ يمكن الإشارة إلى المباني من أواخر القرن العشرين وحتى العقد الثاني من الألفية الثانية.

العمارة المعاصرة:

عرفها Szalapaj,2014: هي عمارة الحداثة وعمارة ما بعد الحداثة وكل التوجهات المعمارية التي أعقبت عمارة ما بعد الحداثة مثل العمارة الكونية والتفكيكية وصولاً إلى العمارة الرقمية التي شاعت في الألفية الثانية.

International Journal for Scientific Research (IJSR)
المجلة الدولية للبحوث العلمية
IJSR
Vol. (3), No. (8) August 2024 الإصدار (3)، العدد (8)

الفصل الثاني: الإطار النظري والدراسات السابقة

النمذجة البارامترية في العمارة المعاصرة:

يشير مفهوم النمذجة البارامترية إلى أحد أهم الآليات في تشكيل الأنماط المميزة للعمارة المعاصرة. إذ يمكن الإشارة إلى المباني من أواخر القرن العشرين وحتى العقد الثاني من الألفية الثانية، والتي تشتمل على عناصر تمثل أشكالاً غير تقليدية أو غير خطية وتُبنى بمواد مبتكرة وممارسات البناءً المستدامة والتقنيات الحديثة على أنها أعمال معمارية معاصرة (Moe, 2008). وقد يطلق مصطلح العمارة المعاصرة على كل من عمارة الحداثة وعمارة ما بعد الحداثة وكل التوجهات المعمارية التي أعقبت عمارة ما بعد الحداثة مثل العمارة الكونية والتفكيكية وصولاً إلى العمارة الرقمية التي شاعت في الألفية الثانية (Szalapaj, 2014).

من جهة أخرى، تشير العمارة المعاصرة إلى الأساليب المعمارية والنُهج السائدة في الوقت الحاضر، والتي غالبًا ما تعكس أحدث الاتجاهات والتقنيات والفلسفات التصميمية. لذا، قد يشمل مصطلح "المعاصرة" مجموعة متنوعة من الأساليب والحركات، فهو متطور مع الزمن (Polat, 2021). فقد شهد النصف الثاني من القرن العشرين العديد من النظريات والطروحات التي استكشفت إمكانيات الهندسة المعمارية كونها تمثل لغة التطور الاجتماعي والتكنولوجي. الأمر الذي أدى إلى "أزمة في العمارة" فضلاً عن المشكلات الحضرية والبيئية الناشئة من أفكار الحداثة. وكانت النتيجة تحولات فكرية ومهنية في العمارة التي أنتجت بدورها سلسلة من النظريات والتقنيات والأساليب الجديدة للبناءً بحثاً عن "النموذج الجديد New Paradigm" لحل المشكلات المعقدة المستحدثة في التصميم (Jencks and Kropf, 1997). فالنموذج الجديد أو كما يسمى "نموذج التعقيد" كان قد ظهر في نظرية علم التعقيد والفوضى وتم التعبير عن مدى التعقيد عبر أولوية نظريات بينوا ماندلبروت (Benoit Mandelbrot)[1] في الهندسة الكسرية، في بيانه حول الفركتلات (Fractals) (Szalapaj, 2014).

وعلى مستوى البحث العلمي، بُذلت محاولات أولية لدمج التصميم الحسابي Computational Design(كما سيأتي تعريفه لاحقاً) مع العمارة، عن طريق مجموعة من الأوراق البحثية والطروحات لكل من (Yessios,1973) (Eastman,1971) للعمارة البارامترية على أنها "دراسة العلاقات بين الأبعاد للتصميم بناءً على المعلمات (parameters)". وقد تم التركيز في الدراسة الأخيرة على المجالات التي يكون فيها النموذج البارامتري هو المسؤول عن العلاقات بين الخصائص المكانية والزمانية.

1) Benoit Mandelbrot بينوا ماندلبروت عالم رياضيات بولندي فرنسي أمريكي معروف بعمله في الهندسة الكسورية. اشتهر بتطوير مجموعة ماندلبروت، وهي كسورية مشهورة أصبحت مبدعة في مجال الرياضيات ورسومات الكمبيوتر وتم إدخالها في مجال العمارة. https://www.mandelbrot.org/

وفي الثمانينات أصبح التصميم البارامتري الحسابي مُدركاً وممكن الاستخدام في المجال المعماري بسبب تسويق أدوات (CAD) الأولى. فظهر التصميم الحسابي كنهج جديد للتصميم المعماري، مما سمح باستخدام الخوارزميات وأدوات النمذجة المعتمدة على الكمبيوتر لإنشاء أشكال معمارية معقدة وديناميكية. وقد فتحت هذه الطريقة الجديدة في التصميم في فترة التسعينات إمكانيات لهياكل مبتكرة وفريدة من نوعها، مما يتحدى المفاهيم التقليدية لجماليات الهندسة المعمارية. وأصبح للتصميم الحسابي مجال راسخ. فقد كان استخدام الCAD بشكل موسع بسبب أتمتة المهام المتكررة التي أدت إلى إنتاج التشغيل الآلي (Lin, 2022). في حين تجاوزت تقنيات التصميم المطبقة في التصميم المعماري أتمتة مهام الصياغة في الألفية الثانية فقد بدأت مناهج التصميم الناشئة تدمج تقنيات مختلفة قائمة على الحوسبة مثل محاكاة البناء Construction Simulator والتشكيل الحضري Urban Morphology والتحسين التطوري Evolutionary Improvement وطرق التصنيع الجديدة new manufacturing methods، وبالتالي إنشاء مناهج تصميم ومصطلحات جديدة (Oxman 2017, p.4).

وللتعريف بالنمذجة البارامترية، ينبغي توضيح المفردات الأساس في تكوين هيكلتها عن طريق تقصي أهم التعاريف الاصطلاحية في الطروحات المتخصصة في مجال النمذجة البارامترية، للتوصل إلى التعريف الإجرائي لمفهوم النمذجة البارامترية في مجال الدراسة.

تعريف النمذجة البارامترية:

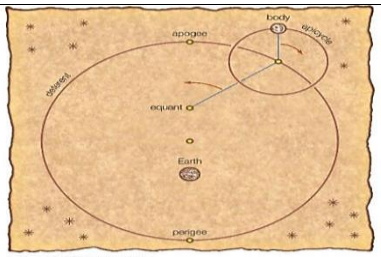
تتعدد أساليب فهم النمذجة (Modeling) كمفهوم عام، تبعاً لنوعها ومدى ارتباطاتها وعلاقاتها المتداخلة مع المفاهيم الأخرى. سيتم أولاً: تعريف النمذجة عموماً في ظل أصولها البنيوية والفكرية، والتسلسل الزمني لتطور هذه المفردة. ثانياً: تعريف مفهوم البارامترية (Parametric)، اصطلاحاً وإجرائياً وماهية العلاقة التي تجمع بين هذين المفهومين لتكوين النمذجة البارامترية (Parametric modeling)

أولاً: في سياق البحث عن مفهوم النمذجة لابد من تعريف النموذج.

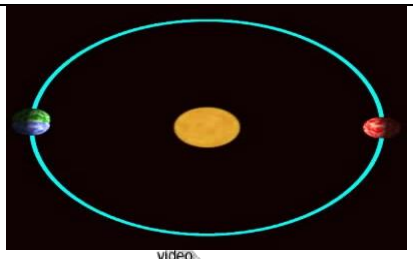
- النموذج (Model):

هو تمثيل معرفي لشيء أو شخص أو نظام ما، ويستخدم النموذج لوصف تركيب أو وظيفة شيء ما، أو لتقريب المفاهيم والأفكار (Merriam-Webster's Collegiate Dictionary).

فالنموذج إما أن يكون (تمثيل تصوري فلسفي) مثل نموذج بطليموس للكون[2] (Ptolemaic model of the universe) ونموذج أفلاطون. أو (تمثيل رياضي) مثل نموذج نيوتن للكون (F=G×(M1M2) /r2) وفي كلا الحالتين يكون لغرض تبسيط الكون المعقد شكل (1.1).



نموذج بطليموس للكون(Jones, A. Raymond,2024)

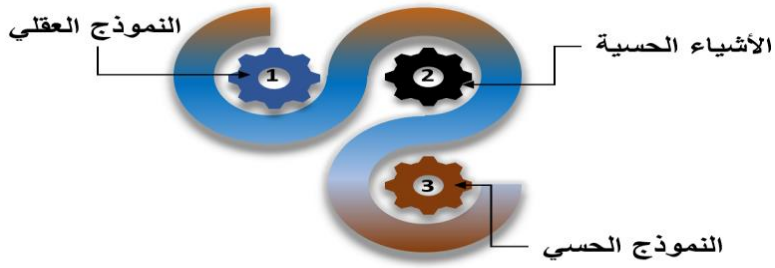


نظرية نيوتن للمدارات الدوارة - ويكيبيديا.mbew

نموذج نيوتن للكون (projecteuclid.org)

شكل (1): نماذج فكرية تطبيقية. (الباحثة) استناداً إلى (Jones, A. Raymond,2024) و(projecteuclid.org)

يعد النموذج ذو التصور الفلسفي عند أفلاطون، مثال ميتافيزيقي تحاكيه الكائنات الحسّية. وهو ماهية عقلية مستقلّة متعالية عن الأشياء الحسّية التي لا تعدو أن تكون تقليداً ومحاكاة حسّية له. وعلى هذا الأساس، فإنه يفترض أسبقيّة النموذج عن الأشياء الحسّية الذي هي مثال له. وهو بذلك يشير إلى علاقة خطّية بين النموذج والواقع الحسّي على أنها علاقة محاكاة الأشياء الحسية للنموذج واستنساخ (Mouloud, N 2002, P.351) شكل (2.1).

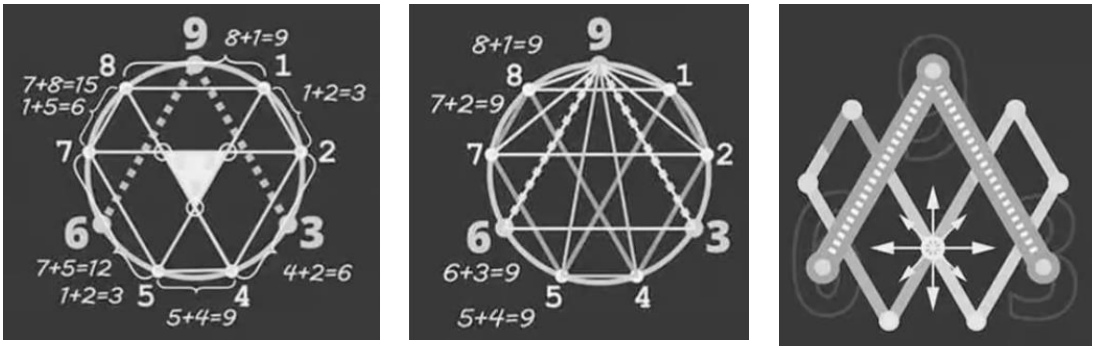


شكل (2): النموذج ذو التصور الفلسفي عند أفلاطون. (الباحثة)

2) نموذج بطليموس هو نموذج لمركزية الأرض للكون. وفقًا لهذا النموذج، تقع الأرض في مركز الكون، حيث تدور الشمس والقمر والكواكب والنجوم حولها في دوائر مثالية. وقد تم قبول هذا النموذج على نطاق واسع لعدة قرون حتى اكتسب نموذج مركزية الشمس الذي اقترحه كوبرنيكوس شعبية في القرن السادس عشر.(Galilei, 2023)

International Journal for Scientific Research (IJSR)
المجلة الدولية للبحوث العلمية
Vol. (3), No. (8) August 2024 الإصدار (3)، العدد (8)

بينما يكون تعريف النموذج من الناحية الإبستيمولوجية[3] على أنه بناءً وتمثيل مبسّط عن الواقع، وتصميم يُنشئِه الفكر العلمي بغرض عقلنته. فهنا يفترض العلم علاقة دائرية بين الواقع والنموذج يتردّد في إطارها النموذج بين أن يكون استباقاً للواقع أي صورة مثالية (عقلية) لإعادة بناءً الواقع الحسّي أو أن يكون استتباعاً للواقع وتمثيلاً عقلياً له(Granger, 2012,chapter1). فالنموذج هنا هو التمثيل التبسيطي والتصميم وكلّ الأشكال والرسوم التي يبنيها الفكر عن الواقع قيد الدّرس بغرض إحكام السيطرة المنهجية عليه (Kornblith,2021,P.23) ويعد نموذج نيكولا تسلا[4] الكوني (Nikola Tesla's cosmic code) مصداقاً لذلك(Pereira and Ha, 2024)، شكل (3.1).



شكل(3): الكود الكوني لنيكولا تسلا 369 (مفتاح الكون) (Pereira and Ha, 2024)

ومما سبق يمكن أن نعرف النموذج إجرائياً على أنه المثال المختزل الذي تنتجه النمذجة ويكون مرتبطاً بسياقٍ محدد في الواقع، ويعتمد على التحكم والفعل أكثر من الحقيقة والتفسير. كما يُعرف حسب دلالاته إلى خمسة معانٍ مختلفة هي:

- النموذج كونه مرجعاً لإنتاج عدة عينات مطابقة له كما في الرسم. (تكرار)
- النموذج هو التصميم المعماري كما في الهندسة المعمارية. (تمثيل)
- النموذج هو الأيقونة التي تترجم وتجسم الفكرة المجردة. (محاكاة)
- النموذج هو منح السّمة الصوريّة المنطقية-الرياضية والذي يمثل نسقاً مجرداً. (تجريد)
- المثل الأعلى كقولنا نموذج الخير أو نموذج الجمال والنقاوة. (تقييم)

3) الأبستمولوجيا epistemology في معناها المعاصر تعني الدراسة النقديّة للمعرفة العلميّة، والتي تهتمّ بالبحث النقدي لمبادئ العلوم وموضوعاتها وفرضيّاتها ونتائجها وقوانينها وحدودها، بغية إبراز منطقها الداخلي ونسقها المعرفي (Lynch et al., 2021).

4) نيكولا تيسلا (1856 - 1943) مخترعًا صربيًا أمريكيًا، وفيزيائيًا، ومهندسًا كهربائيًا، ومهندسًا ميكانيكيًا. اشتهر بمساهماته في تصميم نظام إمداد الكهرباء بالتيار المتردد الحديث.(Pereira and Ha, 2024)

وعلى أساس هذه الدلالات يمكن تميز نوعين من النماذج:

النموذج المادي: يترجم نسقاً معيناً من الظواهر العينية، مثل بعض الخصائص المادية كالأشكال والألوان والروائح...الخ، التي يغلب عليها الطابع النوعي ويصعب التعبير عنها كصورة مجرّدة.

النموذج الرمزي: يترجم النسق بشكل لغة مجرّدة. مثل بعض الخصائص المجرّدة التي يصعب تمثيلها مادياً.

ومن هذا نتوصل إلى أن النموذج بجميع أنواعه يفيد (التكرار، التمثيل، المحاكاة، التجريد، التقييم).

آلية عمل النموذج:

يعد أصل النموذج تقنياً، يتحول إلى مفهوم معرفي، لفهم العقل العلمي (Mouloud, N 2002,P.352) وهذا يدل على أن النموذج يرتبط بالدلالات التكنولوجية ولا يعزى إلى معنى التصميم المرادف للجانب النظري فقط. فالتصميم يدل على أن النموذج ليس ذا وظيفة نظرية بل رياضية تساعد على استكشاف الظواهر وبناءً التصميمات (الحسية والمادية) لتُماثل الواقع بشكل مصغر. وتسمح بإجراء القياسات والحسابات التي لا يمكن تنفيذها في الواقع.

إذ يمكن توضيح كيف يكون النموذج تمثيل ذهني أو مادي لنسق واقعي يمكن التعبير عنه برسوم بيانية أو معادلات ورموز رياضية أو لفظة أدبية. إذ يمثل المعنى الأول للنموذج الذي يُجَسم منطوقات العلم النظرية مادياً ويُمكّن من تمثّل الموضوعات والتفكير فيها. ويتقاطع مع المعنى الآخر للنموذج والذي يمثل نسقاً نظرياً له بنية يكوّن الوقائع الحسّية ويقاربها منطقياً ورياضياً (P.1،2013، رشيد الفطناسي).

فالنموذج من الناحية التقنية يُعرَف بأنه شيئاً مصغراً ومرناً، له شكل بسيط يُنسَج على أساس التصميم، ويعمل على إعادة إنتاج خصائص ما نُسج عليه. فالنموذج هو "تمثيل مقرّب للظاهرة التي يراد دراسة سلوكها ومحاكاتها بوساطة مجموعة من التقنيات"(Sangirardi 2015.P.13) . إذ يدل على مستوى الفعالية المسوغة داخل المجال العلمي الذي ينظمه، فينسق ويرشد عمل الباحثين، إذ يتميز العلم بوجود النموذج عن المعرفة غير العلمية، وهنا يمكن القول "إن العلم هو صياغة النماذج" (Armatte and Droesbeke, 2023).

وعلى هذا الأساس يمكن تعريف النموذج "بأنه عبارة عن بنية يضم مجموعة من العناصر المتفاعلة والتي تحقق هدف وغاية وهو تمثيل بسيط ومنظم لأحد مجالات الواقع"(Sangirardi, 2015,P.19).

تعريف النمذجة:

النمذجة بصورة عامة هي العملية التي يتم فيها إنشاء نموذج. (Kornblith,2021,P23) وتهدف إلى فهم وتوضيح كيفية عمل الشيء المراد تمثيله وتحليل سلوكه والتنبؤ به، (Kocoń and Marcińczuk, 2016). أما النمذجة العلمية فهي القدرة على إنتاج نماذج يكون قوامها وعي المفكّر العلمي بطبيعة نشاطه (P.1،2013، رشيد الفطناسي) أي أنها إجراء منهجي للمعرفة يعمل على إنتاج نماذج وفقاً للمنهج الإجرائي.

ففي علم اللغة، تتضمن نمذجة المعنى فهم كيفية نقل الكلمات والعبارات للمعنى، وكيف يتم تفسير هذا المعنى من قبل المتحدثين والمستمعين (Ulan Dakeev,2023,Chapter3). أما في العلوم المعرفية، فتتضمن النمذجة دراسة كيفية معالجة العقل البشري للمعنى وتمثيله. وفي مجال التصميم، تتضمن إنشاء نماذج حسابية للمعنى لتمكين الآلات من فهم وتوليد اللغة الطبيعية Natural Language Understanding والذي يعد عنصراً حاسماً في التفاعل الطبيعي بين الإنسان والحاسوب، ويشمل استخلاص المعنى الدلالي الأساسي من سمات معينةً (Su et al., 2019; Kurata et al., 2016).

أبعاد النمذجة:

ترتبط النمذجة بالممارسة العلمية، فالتفكير الإنساني يرتبط بها في مختلف مجالاته ومستوياته. فالنمذجة العلمية تتقوم باشتمالها على ثلاثة أبعاد إذ يمثل توفرها القدرة الإمكانية على ربطها بالعلم (Mouloud, N. 2002,P.355) وهذه الأبعاد هي:

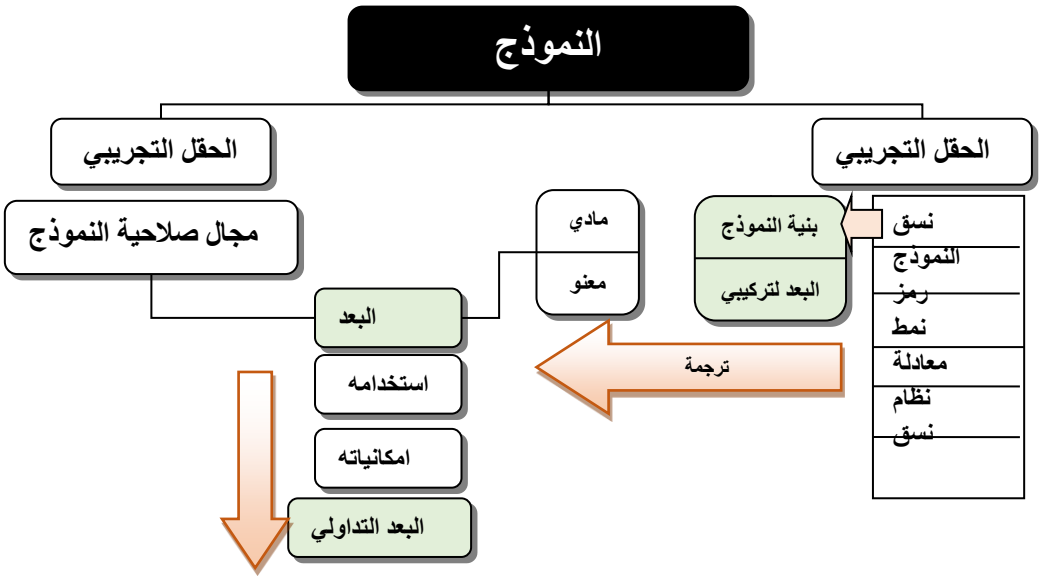
1- البعد التركيبي Syntax: هي المكونات التركيبية للنموذج على هيئة نظم أو انساق رمزية أو بنى مجردة تظهر في شكل إمكانات الصورنة (photography)[5].

2- البعد الدلالي Semantic: وهي الوضعيات الخبرية التي تُكسب الرموز (في المكونات التركيبية) دلالة عبر تأويلها وترجمتها في حدود فيزيائية أو غيرها. إذ يتحدد البعد الدلالي للنموذج بالعلاقة التفاعلية بين النموذج والنسق الذي يمثله، والنموذج بمجال صلاحيته والنموذج بالواقع إذ يعد النموذج وسيطاً بين فعل نظري يمثل تمثيلاً له وحقل تجريبي يمثل تأليفاً له.

3- البعد التداولي Deliberative: هو توضيح الهدف من النموذج وهو الكشف عن (القيمة الإجرائية) له وتنوع استخداماته وإمكانية النموذج في الفهم والتبسيط لاتخاذ القرار. وهنا يتبين أن النمذجة للفهم ونحن "نتخذ كل قراراتنا انطلاقا من النماذج" (Forster)[6].

5) الصورنة:(photography) هي استبعاد كل ما هو حدسي وذاتي من القواعد التي يستدل بها بحيث تغدو الأولويات المؤسسة للاستدلال تطرح بشكل افتراضي.philobactounis.ahlamontada.com

International Journal for Scientific Research (IJSR)
المجلة الدولية للبحوث العلمية
Vol. (3), No. (8) August 2024 الإصدار (3)، العدد (8)



شكل رقم (4): الأبعاد الثلاثة للنموذج. (الباحثة)

ثانياً: تعريف مفهوم البارامترية (parameticism)

البارامتر Parameter هو معامل قياس (متغيرVariable) كدرجة الحرارة، الرطوبة النسبية، زاوية الانحناء، طول الحافة العلوية، الخ. ومنه جاءت تسمية البارامتر (المعلمة) وهي المكونة الواحدة للنموذج البارامتري. تم استخدام كلمة معلمة "Parameter" في الهندسة منذ خمسينيات القرن السادس عشر في اللغة اللاتينية الحديثة. إلاّ أنه نشأ في الرياضيات للإشارة إلى استخدام المتغيرات والمعاملات التي يمكن تحريرها ومعالجتها لتعديل النتيجة النهائية لمعادلة أو نظام. وفي الحوسبة، تمثل المعلمة (Parameter) متغيرًا يجب إعطاؤه قيمة أثناء تنفيذ برنامج أو طريقة داخل برنامج (Dictionary.com).

تاريخياً، تم العثور على مفهوم البارامتري "Parametric" لأول مرة في كتابات (Luigi Morretti لويجي موريتي) [7] في أوائل الأربعينيات، كتب وعلى نطاقٍ واسع عن البارامترية كدراسة للأنظمة المعمارية على أساس تحديد العلاقات بين المعايير المختلفة وأبعادها. ومع ذلك، قد تمثل الدراسة التي نشرها موريس

6) Michael Neil Forster وهو فيلسوف أمريكي ولد في 9 ديسمبر1957، شغل كرسي الفلسفة النظرية، ومنصب مدير مشارك للمركز الدولي للفلسفة في جامعة بون. شغل سابقًا منصب أستاذ خدمة جلين إيه لويد المتميز في الفلسفة والكلية في جامعة شيكاغو. يشتهر فورستر بخبرته في علم التأويلHermeneutics https://philosophy.uchicago.edu/faculty/forster .

7) لويجي والتر موريتي (Luigi Morretti) 1907 - 1973 مهندسًا معماريًا إيطاليًا. نشط منذ الثلاثينيات، له مبانٍ مثل مجمع Watergate في واشنطن العاصمة، وأكاديمية المبارزة، ومنزل II(Girasole)عباد الشمس، وكلاهما في روما. حيث طور أبحاثه حول تاريخ العمارة، وتطبيق الأساليب الحسابية على التصميم المعماري. تم التعرف عليه كمخترع العمارة البارامترية (Gallo and Pellitteri, 2018) .

رويترMaurice M. de Ruiter[8] في عام 1988م بعنوان Advances in Computer Graphics III أول استخدام لعبارة البارامترية في المجال المعماري (Davis, 2013,P.7). لذا فهي تعد النموذج الجديد للتصميم (New Paradigm) . استطاع خلال السنوات الخمسة عشر الماضية أن يكون الأقوى لأنه مُنتَج وتمكن من حل أغلب المشكلات المعقدة بشكل مقنع ومثير ومتنوع وبشكل أكثر ملائم للسياق. فهو يعد من أفضل الممارسات الفنية في تخصص العمارة والأكثر تكيفاً مع تحديات القرن العشرين (Schumacher, 2017,P.1).

أما مصطلح البارامترية (Parametricism) فقد عُرِّفت على أنها أسلوب معماري يعتمد على تكنولوجيا الكمبيوتر والخوارزميات. وهذا المصطلح صاغه باتريك شوماخر (Patrik Schumacher[9]) الشريك في شركة زها حديد (Zaha Hadid)[10] للعمارة، الذي روج لها بوصفها الوريث الطبيعي لما بعد الحداثة. وفقاً لشوماخر فإن البارامترية: هي الأسلوب الذي يغلق الفترة الانتقالية من عدم اليقين التي ولدتها أزمة الحداثة والتي تميزت بسلسلة من الحلقات قصيرة العمر بما في ذلك ما بعد الحداثة (Post-Modernism) والتفكيكية Deconstructivism والبساطة minimalism. فهي الأسلوب الجديد لما بعد الحداثة، والذي أصبح النمط الفردي المهيمن للممارسة المعمارية الطليعية، القادر على التعبير عن المجتمع في ظل الثورة الرقمية (Seraji, 2023).

وعُرفت أيضاً على أنها تقنية مستحدثة تستخدم برمجيات النمذجة المعمارية بالتعامل مع متغيرات برمجية تتفاعل مع الخصائص الفيزيائية للمبنى مثل الأبعاد وخصائص المواد المستخدمة في الهيكل الإنشائي والإنهاءات الخارجية والداخلية. (Ghabban and Mostafa, 2022) .

ومما تقدم، يمكن التوصل إلى إن البارامترية (Parametric) أو (Parametricism) هي طريقة جديدة للتفكير تجاوزت قيود الأساليب القديمة في التصميم بصورة عامة والتصميم المعماري بصورة خاصة، واتجهت إلى إمكانات الأدوات الرقمية. فهي تعد توجهاً ذهنياً أكثر من كونه تطبيق برمجي لأنها فكر وتقنية وطريقة في التفكير تسعى إلى التعبير عن العلاقات واستكشافها. لذا فهي طريقة مناسبة بشكل خاص لمشاريع التصميم الحضري واسعة النطاق، لتعقيدها وصعوبة السيطرة عليها لتداخل

8) موريس رويترMaurice M. de Ruiter باحث ومعماري ومؤلف كتاب Advances in computer graphics III. https://wordery.com/advances-in-

9) باتريك **شوماخر (Patrik Schumacher) باحث** ومنظر في العمارة البارامترية يعمل في مكتب زها حديد. https://www.patrikschumacher.com/

10) زها حديد Zaha Hadidمهندسة معمارية معروفة بتصاميمها المستقبلية الجديدة neo-futurist designs التي منحتها لقب "ملكة الإنحناء". وُلدت في بغداد في عام 1950، وأصبحت أول امرأة تحصل جائزة بريتزكر للعمارة العامة عام 2004، وميدالية الذهب للهيئة الملكية للمهندسين المعماريين في عام 2015. https://www.zaha-hadid.com/

التخصصات وكثرة البيانات. وكذلك لإنشاء هياكل معقدة مستوحاة من العناصر العضوية والتي قد يكون تصميمها باستخدام الأساليب التقليدية أمرًا صعبًا، إن لم يكن مستحيلاً.

ثالثاً: النمذجة البارامترية Parametric Modeling

وهي عملية إنشاء النماذج البارامترية (parametric model) والتي تتمثل بنماذج رياضية لنظام أو عملية باستخدام معلمات يمكن أن تتنوع لاستكشاف سيناريوهات أو نتائج مختلفة. إذ يتم استخدامه بشكل شائع في مجالات عديدة مثل التصميم المعماري والحضري وتصميم المناطق الخضراء (land scape)، لتحليل النتائج والتنبؤ بها بناءً على متغيرات المدخلات المختلفة (Input) (Fu, 2018)، والتحكم في إخراج وتعديل العناصر داخل التصميم باستخدام قواعد محددة يتم إنشاؤها بوساطة خوارزميات رقمية (Zhang and Liu, 2021).

فضلاً عن إنَّ لها القدرة على تغيير شكل النموذج الهندسي بمجرد تعديل قيمة أبعاده (عرض، طول،...الخ) (Almusaed and Yitmen, 2023) . إذ يتم تنفيذ النمذجة البارامترية عن طريق تصميم شفرة (Code) برمجة الكمبيوتر مثل البرنامج النصي script texts لتحديد أبعاد النموذج وشكله. ويمكن تصور النموذج في برامج الرسم ثلاثية الأبعاد لتشبه سمات السلوك الحقيقي للمشروع في الواقع. بينما يستخدم النموذج البارامتري عادةً أدوات نمذجة قائمة على ميزات معالجة سمات النموذج (Sokol et al., 2021,P.12).

وجاء تعريف النمذجة البارامترية في مجال التشكيل بأنها معالجات تصميمية متميزة ألغت قوانين الهندسة التقليدية المألوفة، واتجهت نحو ابتكار وصياغة تكوينات معقدة ذات التواءات وانحرافات تتحدى قوانين الجاذبية، لم تعيد البارامترية تعريف التصميم العمراني أو المعماري، ولكنها قدمت أداة مستحدثة طيعة ومرنه، مكنت المصمم من التعامل مع التشكيلات والتكوينات العمرانية المعقدة البنية باتباعها نظام تشكيلي ومعلوماتي. كما ساعدت في عملية محاكاه الطبيعة لفهم الأنظمة البنائية التي تقوم عليها وموائمتها وإمكانية توظيف ذلك في تصميمات مبهرة وعصرية (m, Attia, 2021, p.970) .

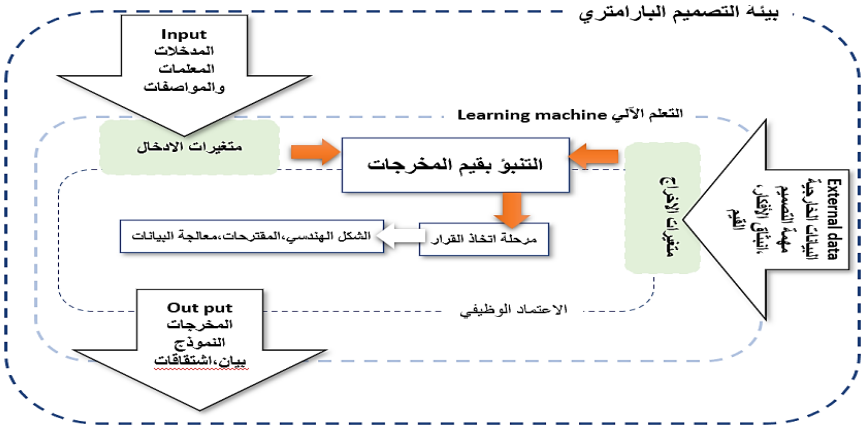
بناءً على ذلك، يمكن تعريف النمذجة البارامترية بأنها عملية إنشاء نموذج قادر على تنسيق خصائص ذات هدف عن طريق الثوابت، ويستخدم لوصف قدرة تغيير قيمة المتغيرات على تغيير شكل هندسة النموذج. كما ويعالج التصميم الموجه نحو الأداء المطبق على الهندسة التكيفية من أجل تلبية متطلبات تحسين الأداء المستند على تغيير الظروف التصميمية. فالنمذجة البارامترية تمثل مروراً تدريجياً من النموذج الرمزي إلى النموذج المادي المتمثل بالتصميم ومن التصميم إلى النموذج الرمزي مرة أخرى.

فهي تمثل آلية تسهل المرور من التصور المجرد للتمثيل الذهني إلى كونه محسوساً وملموساً افتراضياً، أي إيجاد مقابل مادي للخصائص المجردة.

آلية عمل النمذجة البارامترية:

تعتمد عمليات الادخال في البرمجة البارامترية على البيانات المتاحة في البيئة التصميمية فتبدأ وظيفة عملية التنقيب في المعلومات الموجودة في البيانات المتاحة في التعلّم الآلي.

(Machine Learning) [11] بربط متغيرات الادخال (Input Variable) بمتغيرات الإخراج (Output variable) (Theodoridis, 2020,P.68). وبمجرد إنشاء هذه العلاقة الوظيفية يكون بالإمكان استغلالها للتنبؤ بقيمة (قيم) المخرجات، بناءً على قياسات من متغيرات الإدخال المعنية، يمكن بعد ذلك استخدام هذه التنبؤات للانتقال إلى مرحلة اتخاذ القرار، شكل (5.1). ثم يتم تحديد الاعتماد الوظيفي الذي يربط المدخلات بالمخرجات عبر مجموعة من البارامترات (Parameters) التي تكون قيمها ثابتة (مثل الأبعاد) ومعروفة مسبقًا بقيم معلمات غير معروفة يتوجب تقديرها بناءً على ملاحظات المدخلات والمخرجات المتاحة (Touloupaki and Theodosiou, 2017,P.5) .



شكل (5): رسم تخطيطي يوضح آلية عمل النمذجة البارامترية. (الباحثة)

فينتج عندها مساران محتملان للتعامل مع عدم اليقين الذي تفرضه القيم غير المعروفة للبارامترات المعنية (Theodoridis, 2020,P.68):

الأول: يتم التعامل مع البارامترات على أنها متغيرات حتمية غير عشوائية Deterministic

11) يعد التصميم البارامتري أحد وسائل التعلم الآلي والتعلم الذاتي والذي يعد أحد فروع الذكاء الاصطناعي. ويشير إلى مجال الدراسة الذي يمنح أجهزة الكمبيوتر القدرة على التعلم دون أن تتم برمجتها بشكل صريح. يركز التعلم الآلي على تطوير الخوارزميات التي يمكنها تحليل البيانات وتفسيرها، واستخدام تلك المعلومات لاتخاذ القرارات وتحسين الأداء.(Course Machine Learning Mastering Course)

nonrandom variables . إذ يتم الحصول على تقديرات لقيمها غير المعروفة (تقدير قيمة واحدة لكل باراميتر).

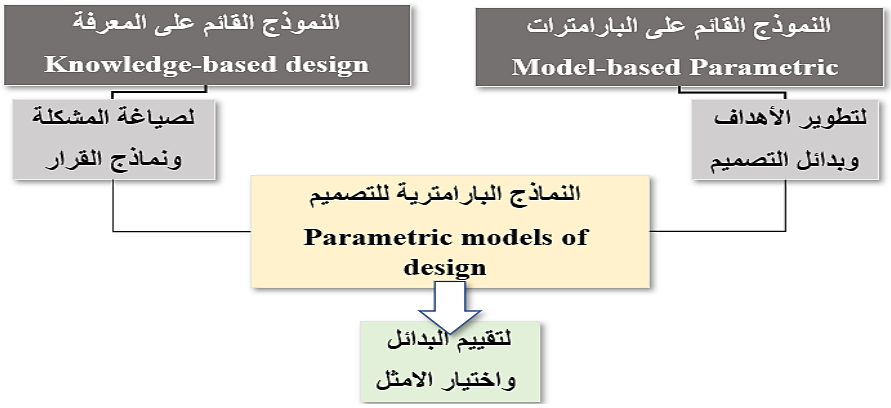
الثاني: يتم التعامل مع البارامترات غير المعروفة كمتغيرات عشوائية Random variables والمهمة في استنتاج التوزيعات الاحتمالية المرتبطة associated probability distributions التي يتم استخدامها لعمل تنبؤات.

يتم بعد ذلك ربط المعلومات عبر الخوارزميات، كما سيتم ذكرها في، في نموذج منظم رقمي حدودي، فعند إجراء تغيير، يتم تحديث المكونات تلقائيًا بما يتماشى مع البارامترات المحددة. ولا تركز البارامترات على نتيجة فردية فقط، مثل تصميم CAD التقليدي، ولكنها تصف عملية التصميم. يمكن استخدام هذه العملية لوصف العديد من متغيرات التصميم المختلفة واشتقاقها تلقائيًا. يتصف النموذج البارامتري بالسلاسة والسهولة في إمكانية تغير قيم المتغيرات فمثلاً: يمكن تدوير الألواح المستوية في الشكل المعماري وتحويلها إلى ألواح مطوية بنقرة واحدة فقط وبذلك تنخفض نسبة التكلفة (Touloupaki and Theodosiou, 2017).

فالنموذج البارامتري هو نتاج للتفكير البارامتري الموجه نحو الحلول إذ يكون فعالاً بالمواقف التصميمية المعقدة عندما تكون المشكلة التصميمية غير واضحة أو غير موجهة بشكل خطي نحو الحلول فيستخدم التفكير البارامتري لصياغة وتوضيح الأفكار الرئيسة في المجال وعلاقاتها النظرية والعملية ابتداءً من الاهتمامات البيئية إلى قوانين البناءً (Oxman, 2017). فالتفكير البارامتري يتخذ منهجين لتوليد النموذج البارامتري وهما (Yussuf, Maarouf and Abdelhamid, 2024):

أولاً: النموذج القائم على المعرفة Knowledge-based design وهي المعلومات الخارجية External Data والتي تكوّن القاعدة المعرفية للتصميم البارامتري وهي مهمة جداً عند تغير النموذج البارامتري بشكل تكراري أثناء عملية التصميم لإمكانية الوصول إلى البارامترات.

ثانياً: النموذج القائم على البارامترات Model-based Parametric Design وتمثل نماذج التشكيل والتوليد والأداء، والتي يمكن تطبيقها على مهام التصميم المعماري بدءًا من المرحلة المفاهيمية المبكرة ومرحلة التطوير والتفصيل انتهاءاً بمرحلة التصنيع كما في الشكل (6.1).



شكل (6): مجالات البحث المتقاطعة في تفكير التصميم البارامتري Parametric Design Thinking(PDT)
(الباحثة) استناداً إلى (Yussuf, Maarouf and Abdelhamid, 2024)

ونظراً لما تم ذكره، فإن أهم ميزات النمذجة البارامترية هي أنها تدعم الأطر المفاهيمية للنماذج البارامترية لاستكشاف وتحسين التصميم في عملية التصميم المعماري بأكملها، مكوناً نهج للعملية التصميمية البارامترية. فيمكن لإطار التصميم البارامتري تطوير المعرفة الأساسية حول المنتج والتي بدورها تؤدي إلى سهولة الحفظ كما في القاعدة المعرفية لتوليد النموذج البارامتري سابقة الذكر. كما أنها تدعم دمج المعرفة التقنية في بداية وأثناء عملية التصميم. ولذلك يعد التفكير التصميمي البارامتري فكرة فلسفية ونظرية في الهندسة المعمارية المعاصرة فضلاً عن كونه أسلوباً معمارياً جديد تمامًا له سمات محددة.

الطروحات والنظريات البارمترية في العمارة المعاصرة:

تعد العمارة المعاصرة مجالاً ديناميكياً ومتطوراً يعكس روح العصر، إذ يتميز بنهجه المبتكر والتجريبي، فضلاً عن استجابته للسياقات البيئية والاجتماعية والثقافية التي يتواجد فيها إلاّ أن الاهتمامات انصبت على الاستجابة البيئية بالدرجة الأساس في العقد الثاني لأهمية موضوع الطاقة. فعلى الرغم من تعدد الحركات والتوجهات في العمارة المعاصرة إلاّ أن أهمها ثلاث مسارات سيتم مناقشتها في المجال الأنطولوجي (Ontology) والذي يناقش سبب ظهور العمارة المعاصرة بهذا الشكل.

الفلسفة الانطولوجية للعمارة المعاصرة:

في ستينات وسبعينات القرن الماضي وفي لحظة تحول العمارة من الحداثة التي استندت إلى المنطق العقلاني إلى ما بعد الحداثة أصبح المجتمع المعماري في مواجهة لتحديات تحديد المسارات المختلفة وخصائصها لإجراء تقييم موثوق للنهج والاستراتيجيات (Bem and Krüger, 2022). فبُذلت محاولات أولية لدمج التصميم الحسابي Computational Design (كما سيأتي تعريفه لاحقاً) مع

العمارة على مستوى البحث العلمي عن طريق مجموعة من النظريات والطروحات. وكمرحلة انتقالية، ظهرت عدة مسارات تبرر ظهور العمارة المعاصرة من الناحية الانطولوجية[12] (Ontological side) وهي،(Oxman and Oxman, 2014):

1- نظرية عمارة الطي Folding architecture لجريج لين (Greg Lynn):

تعد العمارة القابلة للطي، والمعروفة أيضًا باسم هندسة الاورغامي Origami architecture، اتجاهًا جديدًا نسبيًا في الهندسة المعمارية يستخدم تقنيات الطي لإنشاء هياكل فريدة ومبتكرة شكل (7.1). يشجع هذا النهج العفوية والمفاجأة في عملية التصميم (Din et al., 2024). إذ تعد عمارة الطي استجابة لمنهجين قائمين آنذاك وهما:

المنهج الأول: التماشي مع السياقات الثقافية والبيئية المعقدة والمتباينة وغير المتجانسة والتي تمثلت بـ (التعارض Conflict والتناقض الكامل contradiction).

المنهج الثاني: فهو (الوحدة Unity وإعادة البناء إلى وضعه السابق reconstruction).

لذا، فإن نظرية عمارة الطي حملت عدة خصائص، منها:

أ- مصطلح النعومة أو السلاسة (Smoothness) وهو يستوعب كلاً من التناقض والوحدة (Contradiction and Unity)ولتحقيق السلاسة في الأشكال عزز المصطلح بمفهوم الانحناء المعماري Architectural Curvilinearity.

ب- عرضت البديل النظري والعملي لنظرية التفكيك في العمارة، فهي تمثل النقيض لها.

شكل (7): نماذج من عمارة الطي. المصدر: (الباحثة) استناداً إلى Web Images

12 الانطولوجيا (Ontology) وهو علم يهتم بوجود الأشياء غير المادية، ويعد أحد الأفرع الأكثر أصالة وأهمية في الميتافيزيقيا. (Compagno and Borgo, 2024)

2- نظرية العمارة غير القياسية Non- standard architecture

طرحت نظرية العمارة غير القياسية من وجهتي نظر هما:

الأولى: لفريدريك ميجايرو (Frédéric Migayrou)[13] .إذ عرف العمارة غير القياسية في مجالين من مجالات المعرفة (Aljukic, 2020a):

أ- تعتمد العمارة غير القياسية مبدأ مُحَدِد لحركة الحداثة. لذا فهي لا تخضع في صياغتها formulation لقواعد normalization أو مقاييس standardization.

ب- معارضة اللغة الشكلية للرياضيات التي تركز على موضوعيتها الخاصة عن طريق تقديم نماذج مفتوحة غير متناهية قائمة على التحليل اللاقياسي لأبراهام روبنسون Abraham Robinson[14] الذي افترض بنيوية ديناميكية تدعم العلاقة المتبادلة بين الظواهر والمعنى الموجودة في مورفولوجيا النموذج الرياضي المكتوب من قبل رينيه توم René Thom.

الثانية: لبرنارد كاش (Bernard Cache) أطلق كاش مصطلح (Objectile) كتعريف للعمارة غير القياسية. وهو بذلك يمثل تعريفًا جديدًا للكائن (the object) والذي لم يعد يُنظر إليه على أنه ذو شكل أساس أو نهائي، بل عبارة عن دالة رياضية تأخذ مكانها ضمن سياق متغير الاستمرارية عن طريق الاختلاف Continuum Through Variation ففي علم اللغة يشير المصطلح objectile إلى معنى كائن أو كيان بناءً على ميزاته أو خصائصه الفيزيائية وهو يركز على كيفية تأثير الشكل المادي للكائن على تفسيره الدلالي.

اعتمد كاش (Cache) في فلسفة العمارة غير القياسية على فلسفة دولوز[15](Gilles Deleuze) في نظرية الطي فكان أول من افترض أن التصميم والتصنيع المخصص يمكن أن يكوّن هندسة المستقبل (Cache and Beauce, 2011). وتنبأ بالهندسة المعمارية نحو التكامل السلس seamless integration بين المفهوم concept والخوارزمية algorithm والبرمجيات software ولغة الآلة machine language والإنتاج production إذ لا يتم رسم النماذج في البرمجيات الكائنية Objectile software، بل يتم حسابها (Oxman, 2017).

[13] Frederic Migayrou أستاذ وعضو هيئة التدريس في كلية لندن الجامعية، كلية بارتليت للهندسة المعمارية والبناءً والتصميم البيئي والتخطيط. وعضو هيئة تدريس في مركز بومبيدو، المتحف الوطني للفن الحديث.https://ucl.academia.edu/FredericMigayrou

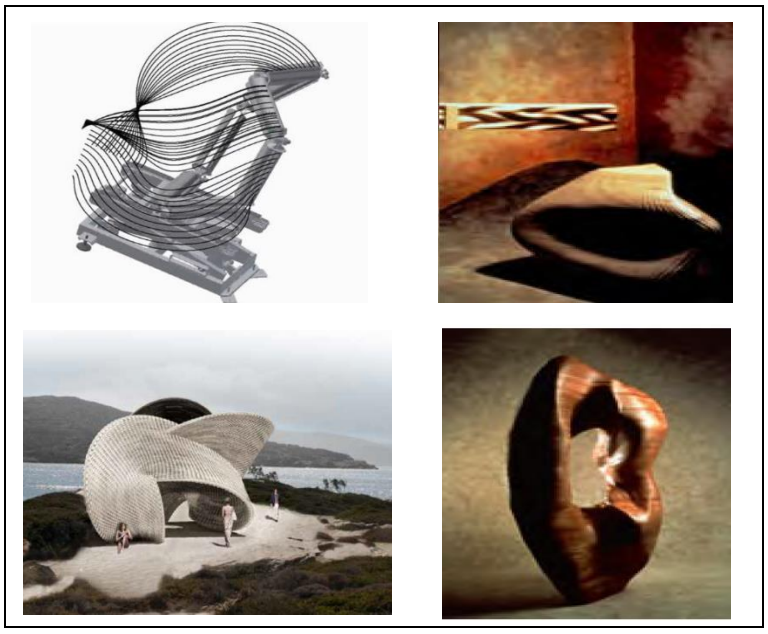
[14] Abraham Robinson (1918-1974)عالم رياضيات ألماني الف كتاب (التحليل غير القياسي) الذي طوره وهو نظام دقيق رياضياً بواسطته تم إعادة دمج الأعداد المتناهية (ما يسمى بـمتناهي الصغر (Infinitesimal) أواللانهائية في الرياضيات الحديثة.

[15] Gilles Deleuze1925-1995فيلسوف فرنسي كتب في الفلسفة والأدب والأفلام والفنون الجميلة(Williams, 2013).

وقد تجسدت العمارة غير القياسية في معرض (Non-Standard Architectures exhibition)، برعاية فريديريك ميجايروFrédéric Migayrou (2003-2004) وضم المعرض أعمال (12) مهندساً معمارياً معاصراً في محاولة لكسر حدود الفهم التقليدي للعقلانية والترشيد والتقنية الهندسية بوساطة الاستخدام المبتكر للتقنيات الرقمية شكل (8).

- **نظريات العقد الأول للألفية الثانية :Current theory**

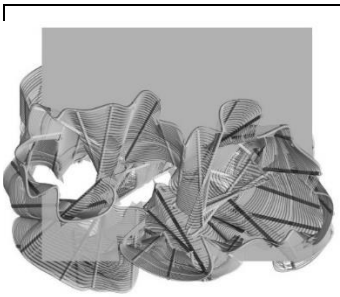
أحدثت الثورة الرقمية في مطلع الالفية الثانية تحولاً في مجال العمارة، تجسدت في مجالي التطبيق والتعليم. وكان أهمها:



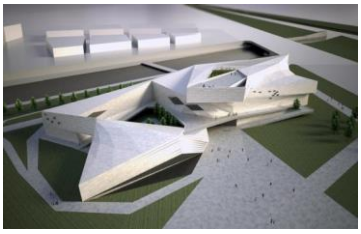
شكل (8): العمارة غير القياسية. المصادر: (Aljukic, 2020b)، (Oxman, 2017)

نظريات انطوان بيكون: (Antoine Picon) 2010

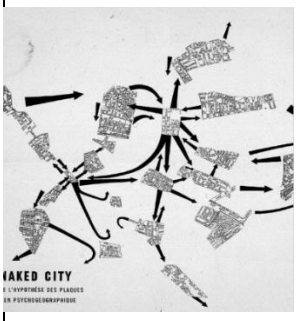
قدم بيكون تعريفاً للعمارة الرقمية التي عدّها عمارة العصر، والتي نتجت من التطور الهائل في التكنولوجيا الرقمية التي تأثرت بها كل من العمارة والمشهد الحضري. ناقش بيكون (Picon) نهج توليد السيناريوهات الذي اعتمدت عليه المحاكات الرقمية كاستراتيجية في التخطيط لتوليد أشكال هندسية بديلة Alternative geometries، الشكل (9.1)، مما يمثل خروجاً عن التخطيط التقليدي. بدءًا من المخطط الأولي وحتى إنتاج مكونات المبنى الفردية، وبهذا توفر الأدوات الرقمية إمكانيات جديدة لم يكن من الممكن تصورها قبل بضع سنوات فقط (Picon, 2010a).



)a(Picon, 2010



(Picon, 2010b)



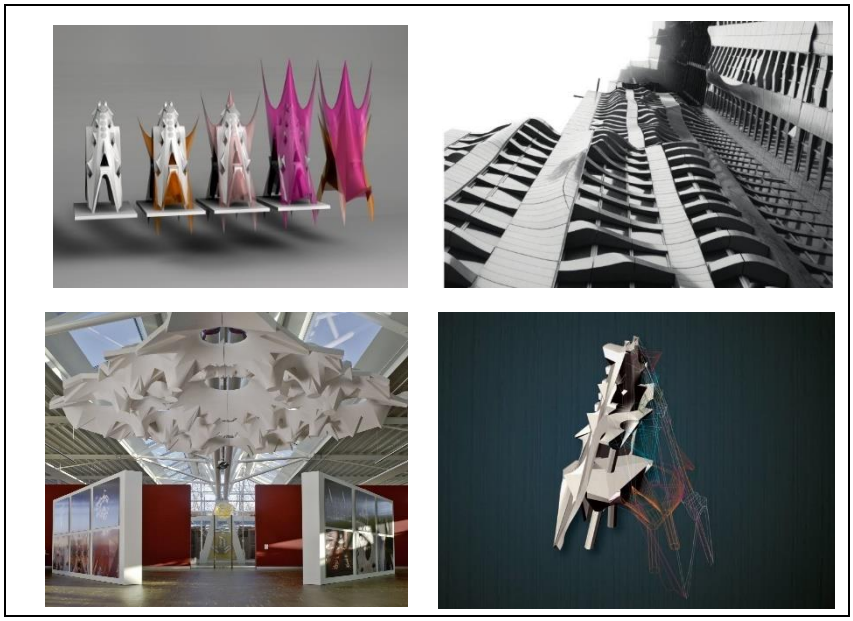
(Picon, 2013)

(Picon, 2014)

شكل (9): توضح نظريات أنطوان بيكون حول العمارة المستقبلية المعتمدة على الحوسبة والنموذج البارامتري
المصدر (الباحثة) استناداً إلى المصادر أعلاه

نظريات بيري Burry (2011)

عُرضت فرصة فتح الرمز الرئيس لكنيسة Sagrada Família على مارك بيري، عام 1979، مع اثنين ممن عملوا مع غاودي، فبدأ في إعادة إنشاء خطط غاودي بيانيًا يدويًا. ولتسريع هذه العملية التي تستغرق وقتًا طويلاً، اتخذ بيري الخطوة المبتكرة لتطبيق برمجيات الطيران Aeronautical 16 software التي سرعت من عملية البناء الطويلة وكشفت عن العبقرية البناءة المذهلة لتصاميم غاودي. فضلاً عن استخدام برامج التصميم بمساعدة الكمبيوتر (CAD) والمحاكاة وبرامج التصميم والطباعة الرقمية الشكل (10.1) (Burry, 2016)، (Oxman, 2017).



الشكل (10): أنشطة مارك بيري مدير تأسيسي لمعهد أبحاث المدن الذكية في جامعة سوينبورن للتكنولوجيا
المصدر: (Burry, 2011)، (Burry, 2016)

كما استخدم بيري (Burry) تقنية البرمجة النصية في التصميم المعماري، لإنشاء الأشكال المعمارية وتعزيز العلاقة بين المهندس المعماري والبرامج الرسومية طوال عملية التصميم مثل النمذجة ثلاثية الأبعاد مع لغات البرمجة النصية المرتبطة بها، وبشكل أساسي (MEL) باستخدام Maya Embedded Language للبرمجة النصية، وRhino 3DTM باستخدام Rhino Visual Basic، إذ أعد البرمجة النصية جزءًا من العديد من ثقافات ممارسة التصميم (Knyazeva and Orekhov, 2023)

نظريات باتريك شوماخر 2011 Patrick Schumacher

تعد أهم نظريات شوماخر التي تناولت كل ما يخص البارامترية في الفلسفة والتطبيق العملي، وهما:

1- الأجندة الموحدة للعمارة: البيئة المبنية كإطار وواجهة للاتصال Unified Agenda for Architecture: The Built Environment as Frame and Interface of Communication

عرّف شوماخر (Schumacher)العمارة في هذه النظرية على أنها نظام فرعي فريد من نوعه للاتصالات في البيئة إذ يقدم العمارة كإطار نظري جديد ويقوم ببناء تحليل شامل للنظام من إذ المفاهيم والأساليب والقيم الأساسية (Schumacher, 2015).

2- العمارة الموجهة للكائنات. Object Oriented Architecture

يوضح شوماخر (Schumacher) نظريته الموجهة للكائنات، بأن العمارة هي نظام يتكون من سلسلة من الكائنات المتعاونة، بدلاً من مجموعة من الإجراءات أو التعليمات الإجرائية. وتعد منهجية مهمة لتطوير أي برنامج Object Oriented Program(Luhmann, 1995).

3- نظرية التشكيل الذاتي المعماري

Autopoiesis سيتم تناول نظرية التشكيل الذاتي لشوماخر (Schumacher) لتوضيح آلية عمل النمذجة البارامترية ودورها في مورفولوجيا الأشكال المتكيفة بيئياً في الفصل الثاني من البحث. في مجال التشكيل المورفولوجي.

الفصل الثالث

- **نظريات باتريك شوماخر Patrick Schumacher 2011**

تعد أهم نظريات شوماخر التي تناولت كل ما يخص البارامترية في الفلسفة والتطبيق العملي، وهما:

1- الأجندة الموحدة للعمارة: البيئة المبنية كإطار وواجهة للاتصال Unified Agenda for Architecture: The Built Environment as Frame and Interface of Communication.

عرّف شوماخر (Schumacher) العمارة في هذه النظرية على أنها نظام فرعي فريد من نوعه للاتصالات في البيئة إذ يقدم العمارة كإطار نظري جديد ويقوم ببناء تحليل شامل للنظام من إذ المفاهيم والأساليب والقيم الأساسية (Schumacher, 2015).

2- العمارة الموجهة للكائنات. Object Oriented Architecture

يوضح شوماخر (Schumacher) نظريته الموجهة للكائنات، بأن العمارة هي نظام يتكون من سلسلة من الكائنات المتعاونة، بدلاً من مجموعة من الإجراءات أو التعليمات الإجرائية. وتعد منهجية مهمة لتطوير أي برنامج (Object Oriented Program Luhmann, 1995).

3- نظرية التشكيل الذاتي المعماري. Autopoiesis

اعتمد باتريك شوماخرPatrick Schumacher في فلسفته على:

1- المنهج البراغماتي الواقعية مقابل الارتباطVS Correlationism The abstract realism

أكد شوماخر في هذا المنهج على التطبيقات المعمارية للمفاهيم الفلسفية والاستفادة قدر الإمكان من النتائج الملموسة وبذلك يتم استخدام الفلسفة من خلال الهندسة المعمارية، حيث اعتبرت البارامترية أن ميزة المباني في العالم الحقيقي تعتمد على مدى جودة المباني لمستخدمي العمارة وليس للمعمارين أو الفلاسفة. وهنا تكون الفلسفة البارامترية فلسفة هادفة وغير فضفاضة يستخدمها المعماريون استخدام ملهم وليس تعليمي. وهذا المنهج الفلسفي هو ليس اتجاه جديد بل مبدأ (إرشاد التقارب heuristic of convergence) في النهج البراغماتي.

2- نظرية النظم الاجتماعية (Social Systems Theory)

لعالم الاجتماع الألماني نيكلاس لومان (Niklas Luhmann) القائمة على نظريتي التعقيد complexity theory والتي ينظر فيها إلى الأنظمة المعقدة على أنها أنظمة مفتوحة تتفاعل مع بيئاتها، مما يعني الحاجة إلى فهم بيئات الأنظمة قبل فهم الأنظمة. والنظرية الأخرى هي نظرية التكوين الذاتي Autopoiesis والتي اعتمدت على فلسفة التكوين الذاتي للأحياء في تكيفها مع بيئتها وتعد هذه النظرية الشاملة (Overarching Theory) التي تعاملت مع المجتمع المتمايز وظيفيًا لدعم النظرية الموحدة للعمارة Unified theory of architecture التي اقترحها شوماخر كأسلوب عالمي موحد للعمارة والعمران تحت مسمى البارامترية Parametricism.

وعلى هذا الأساس اعتمدت النظرية الموحدة في العمارة (Parametricism) بشكل واضح على نظرية لومان والتي يمكن قراءتها كمكون جديد في نظامه النظري. فالنموذج الجديد لا يتعارض مع تنوع الظروف المناخية والاجتماعية والاقتصادية والثقافية لأن التمايز والتكيف هو جوهر البارامترية، لكون التجريد والانفتاح لمبادئه الاسترشادية العامة تضمن التنوع التكيفي لمساحة المشكلة الخاصة.

3- النظرية الشيئية Object Oriented Ontology لـ Graham Harman

وتسمى اختصاراً (triple O) وهي الفلسفة التي تعد الكائنات كلها على قدم المساواة ولا تستثني الإنسان فهي تعامله كشيء مجرد مثل بقية الأشياء. اعتماداً على نظرية هايدجر (Being in the world) فأن الإدراك والوعي هي حالة تلازم كل الكائنات ولا تختص بالإنسان. وأنه لا يوجد وعي منفصل عن الكائن. وليس هناك طريقة لتعريف الكائن إلاّ عن طريق أفعاله وليس هناك طريقة أخرى لتعريف أي فعل غير السؤال عما إذا تم تعديل أو تحويل أو اضطراب أو إنشاء الكائنات الأخرى (Harman 2012).

فالكائن هو شيء موجود في العالم يمكن أن يؤثر على العالم من تلقاء نفسه، وأن الوعي والخبرة ليست سمات فردية للبشر، بل إن كل كائن يحتوي على تجربة وأسلوب للوعي. ولكون العمارة تعد كائن فهي لها وعي وتأثير على البيئة.

4- نظرية شبكة الفاعل لبرونيو لاتور (Latour 1987): The Actor-network Theory (ANT)

وهكذا يمكن أن يكون هناك أنواع عديدة من العلاقات والتفاعلات بين هذه الجهات الفاعلة وعلى وجه الخصوص يمكن لبعض الجهات إمكانية تحويل الجهات الأخرى أي ترجمتها. فعندما تكون هذه العلاقات والترجمات مستقرة فإنها تنشأ شبكة يتحدد عن طريقها مكان ووظائف الجهات الفاعلة داخلها. وبمجرد إنشاء شبكة فإنها تعني نوعاً من الإغلاق الذي يمنع الجهات الفاعلة أو العلاقات الأخرى من دخول الشبكة. وهذا يفتح إمكانية تراكم المعرفة العلمية التي تعد نتيجة للترجمات، فيتم بناء المعتقدات العلمية والمعرفة والنظريات والحقائق داخل الشبكة (Bueger and Stockbruegger, 2017).

وعلى هذا الأساس فإن أي نظام نواجهه يمكن التعامل معه بفاعلية أكبر إذا نظرنا إلى جميع الأجزاء سواء كانت طبيعية أو تكنولوجية أو بشرية كأعضاء متفاعلين ونشطين في النظام.

وهنا يأتي تعريف شوماخر للعمارة على أنها نظام فرعي فريد من نوعه للاتصالات في البيئة حيث يقدم العمارة كإطاراً نظرياً جديداً ويقوم ببناء تحليل شامل للنظام من حيث المفاهيم والأساليب والقيم الأساسية. وفيما يكون تعريف العمارة بشكل عام على أنها مجموعة من المباني الجميلة أو فئة معينة من القطع الأثرية أو تمثل نشاطاً مهنياً موجهاً نحو إنتاج هذه القطع الأثرية أو قد تكون مجالاً للمعرفة الأكاديمية المعني بهذه القطع الأثرية. يعرفها شوماخر على أنها نظام يشمل كل من القطع الأثرية والمعارف والممارسات والتي تُفهم جميعها على أنها اتصالات تتصل ببعضها البعض في شبكة متكررة مستمرة ضمن بيئة معينة. على اعتبار أن تعدد التخصصات أو اتباع القواعد في العمارة هو نظام متميز للاتصالات (Schumacher, 2015).

كما يناقش شوماخر بأن هذا النظام هو ذاتي التكوين Autopoiesis والذي يعد صفة أساسية للحياة حيث يعمل كمنظومة دورانية تعيد إنتاج جميع مكوناتها المحددة خارج عملية حياتها الخاصة. وهو بذلك يحول فكرة الأنظمة الحية في علم الأحياء إلى نظرية التكيف البيئي في التكوين المعماري التي تفهم على أنها أنظمة اتصالات تعيد إنتاج كل هياكل الاتصال الضرورية والمحددة داخل عملياتها المغلقة ذات المرجعية الذاتية بمعنى أنها تولد مكوناتها وهياكلها الخاصة ضمن التدفق المستمر ongoing flow للاتصالات (Luhmann, 1995 Own self-referentially).

فنظرية التشكل الذاتي المعماري Autopoiesis حسب شوماخر تحاول التدخل في مجموعة فرعية متميزة من هذه الاتصالات المعمارية التي يفترض أن تشكل نظاماً ذو ثلاث أبعاد وهي:

1- الهياكل المفاهيمية التأسيسية لهذا النظام (concepts).
2- أنماط الاتصال (methods).
3- معايير التقييم (values).

إضافة إلى مسارها التطوري evolutionary trajectory فيما يتعلق بتلك الأبعاد الثلاثة.

فتعمل الاتصالات فقط داخل أنظمة الاتصالات التي تربط أفق فهمها وتحدد (تقيد) اتصالها. فعندما يكون الاتصال مستمراً لا يمكن تجنب تشكيل نظام تكيفي محدود. فتكون عملية التكوين الذاتي هذه حصرية وتنتج ما يمكنها بنفسها. تشتمل الكتلة الإجمالية للاتصالات التي تشكل هذا التكوين التلقائي على عناصر متنوعة مثل الرسومات التخطيطية والرسومات وملفات CAD والعروض والمباني والصور الفوتوغرافية للمباني التي يتم تداولها جميعًا على أنها اتصالات. كما يتضمن اتصالات مباشرة (face to face) لمناقشة التصميم ومساهمات الندوة الأكاديمية والمحاضرات. تعد وسائل الاتصال الجماهيري المنشورة (المعارض والكتب والمجلات ومواقع الويب ومنشورات المدونات) ضرورية فيما يتعلق بتشكيل تكوين تلقائي موحد. من خلال النشر السريع للاتصالات المنشورة، ترتبط الكتلة الإجمالية للاتصالات بشكل وثيق الصلة على نطاق عالمي غير مسبوق، وبسرعة غير مسبوقة مكونة تيار الاتصالات المتزامنة والمتتالية التي تشكل العمارة كنظام تكوين تلقائي. (Schumacher, 2009 Autopoietic system

يتضح مما سبق أن النظرية الشاملة للعمارة هي تكيفية فهي لا تحصر التواصل بالأبنية المنجزة بل تتضمن جميع أنواع أنظمة التواصل. وعلى هذا الأساس تكون الشمولية Comprehensiveness والمنهجية systematicity أهم الطموحات الأساسية لنظرية التشكل الذاتي المعمارية The theory of architectural autopoiesis للتوصل إلى عمارة متكيفة عموماً ومتكيفة بيئياً بشكل خاص.

إن الأعمال البارامترية بمثابة كيانات تؤطر التواصل داخل شبكة من الارتباطات.

المسار التطوري، ارتباطات، أنشطة، إجراءات.

فلسفة التشكل للعمارة المعاصرة:

أما من الجانب التشكيلي للعمارة المعاصرة فهي تعتمد بالغالب على العمليات الحسابية (Computational Processes) ولها أيضاً ثلاث مسارات (Oxman and Oxman, 2014):

1- الشكل والنشوء (Form and generation)

أ- في المنطق التقليدي In traditional logic تتشكل المادة فيزيائياً، بصرف النظر عن خصائص المادة الفعلية (Mcleod, 2003).

ب- في المنطق الجديد New logic يتم التركيز على العمليات الإجرائية للتشكل.

وهذا تحول في المعرفة من تشكيل الحيز إلى العمليات الإجرائية لنشؤ الشكل. فللشكل ستة نماذج للتكوين وهي:

- **النموذج الرياضي** Mathematical Form Generation حيث يتم استخدام الصيغ الرياضية mathematical formulae كأساس للإجراءات التوليدية. كما في مشروع (Weaire–Phelan structure).
- **النموذج التكتوني** Tectonic Form Generation باستخدام النمط التكتوني tectonic pattern كأساس لتوليد النموذج. كما في جناح Serpentine 2002Pavilion من تصميم Toyo Ito and Cecil Balmond.
- **Textile Techniques** إنشاء الشكل من التقنيات التي تعمل على المستويات المادية "والمسمى وهي محاولة تحول من تقنيات النسيج التقليدي إلى بناء هيكل فعال عن طريق تقنيات الربط والتشابك بسلاسة ومرونة.

إن التنظيم يُنشأ علاقات مكانية موضوعية عن طريق علاقات التقارب والتباعد وكذلك عن طريق الفصل المادي physically separating للفضاءات وترابطها. أما التعبير فيعمل عن طريق إشراك الإدراك الحسي للمستخدمين لفهم البيئة المبنية. فالتعبير يعكس البعد التكيفي للعمارة ولاسيما التكيف البيئي والذي يعتمد بدوره على توليد دلالات فعالة داخل البيئة المبنية. وهذه تعتبر من أهم الادعاءات الأساسية لنظرية التكوين الذاتي المعماري من حيث أن التكيف البيئي للعمارة له أهمية مركزية فيما يتعلق بقدرة العمارة على أداء وظيفتها المجتمعية الفريدة بنجاح. لأن تأثيرات التنظيم للهندسة المعمارية تعتمد، على الأداء الفعال (Knyazeva and Orekhov, 2023).

وعلى هذا الأساس فإن أهم الاستراتيجيات للعمارة المتكيفة بيئياً تعتمد على:

1- الأداء performance

2- التوضيح أو التمثيل representation

3- التنظيم organization

4- الدلالة signification

ففي الفضاءات المتكيفة لا يتحقق الاستخدام الفعال اجتماعياً عن طريق التوجيه المادي (physical channeling) للمستخدمين. بل تعتمد فعالية الترتيب المكاني على التوجه النشط لل (Objects) على أساس "قراءة" المنطقة المكانية Effective signification وهذا بدوره يتطلب التعبير articulation إضافةً للتنظيم (physical organization Schumacher, 2012).

فقدرة الأطر المكانية والواقعية على ترتيب التواصل الاجتماعي على مستويات متزايدة من التكيف هي جوهر صياغة التفاعل التواصلي framing of communicative interaction والتي تعتبر الوظيفة المجتمعية للعمارة حيث تتعاون الهياكل المكانية للعمارة مع نظام التصاميم الحرفية الفنية في تأطير التواصل الاجتماعي مكونة البصيرة الاجتماعية sociological insight، بفرض أنه لا يمكن بناء مجتمع بدون هيكلة مكانية واضحة يعبر عنها بقطع أثرية وزخارف لخلق بيئة مبنية تكوّن ركيزة مادية جديدة لـ "الذاكرة" الاجتماعية طويلة المدى (عبر الأجيال) لتطور النظام الاجتماعي وتكون النقطة الحاسمة للتشعب الذي يولد التطور الاجتماعي والثقافي للبشرية كنوع جديد فريد من التطور والتي يمكن من خلالها بناء نظام اصطناعي جديد artificial order أكثر تعقيدًا يسمح بشكل فعال للأنواع البشرية بالتميز (Hausner, 2022).

اعتمدت الفلسفة البارامترية على أفكار كل من دولوز (Gilles Deleuze)، وداريدا (Jacques Derrida) من حيث الاهتمام بالنظم الطبيعية كارتباطات فكرية ومصدر الهام لتشكيل البارامترية ومنها تنبثق طريقة العمل، حيث تحدد المحرمات (Taboos) غير المسموح بها. والعقائد (Dogmas) ما هو متوقع، والتي لا تكون شرطاً، بل ضرورة. فالمصمم البارامتري ليس عليه أن يعمل بطريقة مبدئية متماسكة (عقائدية) بل يجب أن يكون هناك تقدم بالعمل بحيث تكون مبادئ التصميم (عقائد) بواسطة العمل التراكمي بجهود مجتمع متكامل لإحراز التقدم الحقيقي. والاعتماد على مبدأ الاستدلال (Heuristics) وهي القواعد والإرشادات التي لا تعود للأساليب القديمة، بل تتبنى ترسيم واضح ضد الأنماط القديمة والأشكال الأفلاطونية الجامدة كالمكعب والاسطوانة...الخ. فلا ينبغي إعادة التفكير النقدي لكل مشروع، بل يكون النقد جزئي في كل مرحلة من مراحل العمل ثم التقدم بالعمل بدون شك لأنه اعتمد على عقائد بحكم الامر الواقع (Çalışkan, Barut and Ongun, 2021).

الفصل الرابع: نتائج البحث

تبين من المحور الأول أن النمذجة البارامترية هي أحد أهم آليات العمارة الرقمية التي تعد أهم مظاهر العمارة المعاصرة. فالنمذجة واسعة الأفق لها مجالات متعددة فهي بشكل عام عملية إنشاء نموذج يدخل في ميادين متنوعة مثل العلوم واللغة والاقتصاد والسياسة والثقافة والاجتماع ...الخ.

أما النمذجة البارامترية فهي إنشاء نموذج بارامتري (معياري) يستند إلى محددات (ثوابت) تعد مدخلات في العملية التصميمية إضافة إلى متغيرات تمكنه من تنسيق نواتج العملية التصميمية بشكل يلبي كافة المعطيات المستحسنة، فهو معيار لجودة التصميم.

تُعد عملية النمذجة البارامترية نهج مبتكر، يعتمد المعرفة المدخلة في تكوين قاعدته المعرفية مكوناً أشبه بقاعدة بيانات مصغرة يمكن الاستفادة منها في مشاريع أخرى. ويعتمد المعلمات (البارامترات) المكونة له في تكوين هيكليته التي تعمل على تكيفه ونوع بيئة التصميم التي تعتمد بدورها القابلية الذهنية للمصمم في التحكم والانتخاب لمجموعة البدائل التي ينتجها النموذج البارامتري.

التوصيات

1- الاهتمام في تطبيقات النمذجة البارامترية.
2- معالجة القصور في المشاريع الهندسية.

المقترحات

إجراء دراسات حول النمذجة البارامترية في المراحل الأولية في كلية الهندسة المعمارية.

المصادر

- Ahlquist, S. (2016) 'Sensory material architectures: Concepts and methodologies for spatial tectonics and tactile responsivity in knitted textile hybrid structures', International Journal of Architectural Computing, 14(1), pp. 63–82.
- Aljukic, M. (2020a) 'The Second Turn of Non-Standard Architecture', Architecture Bulletin: Futures, 76(4), pp. 22–36.
- Aljukic, M. (2020b) 'The Third Digital Turn of Non-Standard Architecture.'
- Almusaed, A. and Yitmen, I. (2023) 'Architectural Reply for Smart Building Design Concepts Based on Artificial Intelligence Simulation Models and Digital Twins', Sustainability, 15(6), p. 4955.
- 'Architecture in a post-Fordist network society [J]' (2017) Published in Style park Magazine [Preprint], (05) .
- Armatte, M. and Droesbeke, J.J. (2023) 'Too much data or too little data some historical sketches', in Historia de la probabilidad y de la estadística XII. Aranzadi, pp. 231–252.
- Bueger, C. and Stockbruegger, J. (2017) 'Actor-network theory', Technology and world politics: An introduction, pp. 42–59.

- Burry, M. (2011) Scripting cultures: Architectural design and programming. John Wiley & Sons.
- Burry, M. (2016) 'Prototyping the Unfamiliar: New Dilemmas of Scale Within an Evolving Digital Design Landscape BT- Rethink! Prototyping: Transdisciplinary Concepts of Prototyping', in C. Gengnagel, E. Nagy, and R. Stark (eds). Cham: Springer International Publishing, pp. 63–81. Available at: https://doi.org/10.1007/978-3-319-24439-6_6.
- Cache, B. and Beauce, P. (2011) 'Towards a Non-Standard Mode of Production', Projectiles (Architectural Words), Londres: Architectural Association [Preprint].
- Çalışkan, O., Barut, Y.B. and Ongun, G. (2021) 'Parametric Urban Design Thinking: Shared Patterns in Design by Algorithm and Design by Drawing', Journal of Planning Education and Research, p. 0739456X211053653.
- Compagno, F. and Borgo, S. (2024) 'Towards a formal ontology of engineering functions, behaviours, and capabilities', Semantic Web, (Preprint), pp. 1–34.
- Davis, D. (2013) 'A history of parametric', Retrieved August, 6, p. 2013.
- Din, I.U. et al. (2024) 'Ultra-thin composites membrane for deployable structures: XCT driven characterization and FE modeling of folding structure', Composites Science and Technology, 245, p. 110341.
- Elgohary, S.M., Abdin, A.R. and Mohamed, R.M. (2023) 'Performative driven form finding in the early design stage', Journal of Engineering and Applied Science, 70(1), p. 73.
- Fu, F. (2018) 'Chapter Six - Design and Analysis of Complex Structures', in F.B.T.-D. and A. of T. and C.S. Fu (ed.). Butterworth-Heinemann, pp. 177–211. Available at: https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-08-101018-1.00006-X.
- Gaha, I.S. (2023) 'Parametric Architectural Design for a New City Identity: Materials, Environments and New Applications', Journal of Contemporary Urban Affairs, 7(1), pp. 122–138.
- Galilei, G. (2023) Dialogue concerning the two chief world systems, Ptolemaic and Copernican. Univ of California Press.
- Gallo, G. and Pellitteri, G. (2018) 'Luigi Moretti, from history to parametric architecture', in Proceedings of the 23rd Internafional conference on computer-aided architectural design research in Asia CAADRIA, pp. 209–214.
- Garrety, K. (2014) 'Actor network theory.'

- Ghabban, A.I. and Mostafa, A.O. (2022) 'Trends and Challenges of Parametric Design Techniques in Design Concepts Evaluation & Development, and its Application in Riyadh', Emirates Journal for Engineering Research, 27(2), p. 2.
- Granger, G.-G. (2012) Formal thought and the sciences of man. Springer Science & Business Media.
- Jencks, C. and Kropf, K. (1997) 'Theories and manifestoes of contemporary architecture.'
- Knyazeva, N. and Orekhov, A. (2023) 'Tools for automating the design of construction objects', in E3S Web of Conferences. EDP Sciences.
- Kocoń, J. and Marcińczuk, M. (2016) 'Generating of events dictionaries from polish wordnet for the recognition of events in polish documents', in Text, Speech, and Dialogue: 19th International Conference, TSD 2016, Brno, Czech Republic, September 12-16, 2016, Proceedings 19. Springer, pp. 12–19.
- Lin, M. (2022) 'A brief introduction to body-oriented parametric design for 3D-printed fashion and textiles', Textile, 20(1), pp. 55–73.
- Lynch, J.M. et al. (2021) 'Transdisciplinary Generalism: Naming the epistemology and philosophy of the generalist', Journal of evaluation in clinical practice, 27(3), pp. 638–647.
- Moe, K. (2008) Integrated design in contemporary architecture. Princeton Architectural Press.
- Oxman, R. (2017) 'Thinking difference: Theories and models of parametric design thinking', Design studies, 52, pp. 4–39.
- Oxman, Rivka and Oxman, Robert (2014) Theories of the Digital in Architecture. Routledge Abingdon.
- Pereira, B.B. and Ha, S. (2024) 'Environmental Issues on TikTok: Topics and Claims of Misleading Information.', Journal of Baltic Science Education, 23(1), pp. 131–150.
- Picon, A. (2010a) An Introduction for the Design Professions. Birkhäuser.
- Picon, A. (2010b) 'Digital culture in architecture', in Digital Culture in Architecture. Birkhäuser.
- Picon, A. (2013) Smart Cities: Théorie et critique d'un idéal auto-réalisateur. B2.
- Picon, A. (2014) Ornament: The politics of architecture and subjectivity. John Wiley & Sons.
- Polat, H. (2021) 'Understanding the concept of locality in architecture in the 21st century: mapping contemporary architecture in Turkey'. Middle East Technical University.

- Ramadan, L.A., El Mokadem, A. and Badawy, N. (2023) 'Parametric Form-Finding in Architecture: Dimensions Classification and Processes Guidelines', in International Work-Conference on Bioinformatics and Biomedical Engineering. Springer, pp. 555–578.
- Roe, E.J. (2009) 'Human-nonhuman.'
- Rojcewicz, R. and Heidegger, M. (2017) 'Ponderings XII–XV: Black Notebooks 1939–1941.'
- Royle, N. (2003) Jacques Derrida. Routledge.
- Sangirardi, G. (2015) 'Le modèle dans la transmission des savoirs-Sondage d'un terrain épistémologique', Cahiers de recherches médiévales et humanistes-Journal of Medieval and Humanistic Studies, 2014(27), pp. 13–19.
- Schumacher, P. (2009) 'Parametricism: A new global style for architecture and urban design', Architectural Design, 79(4), pp. 14–23.
- Schumacher, P. (2012) The Autopoiesis of Architecture-Extracts: Communication, Societal Function, Semiology.
- Seraji, N. (2023) 'Schools of Thought: From" Alles ist Architektur"(Everything is Architecture) to Environmentalism, Passing by Parametricism.', AR: Architecture, Research/AR: Aritekture, Raziskave [Preprint.[
- Szalapaj, P. (2014) Contemporary architecture and the digital design process. Routledge.
- Theodoridis, S. (2020) 'Chapter 3-learning in parametric modeling: Basic concepts and directions', Machine learning (second edition) (Second Edition ed., p. 67-120). Academic Press. Retrieved from http://www.sciencedirect. com/science/article/pii/B978012818803300012X doi: https://doi. org/10.1016/B978-0-12-818803-3.00012-X [Preprint].
- Touloupaki, E. and Theodosiou, T. (2017) 'Optimization of building form to minimize energy consumption through parametric modelling', Procedia environmental sciences, 38, pp. 509–514.
- Tunçbilek, G.Z. (2013) 'Temporary architecture: the serpentine gallery pavilions'. Middle East Technical University.
- Williams, J. (2013) Gilles Deleuze's Difference and repetition. Edinburgh University Press.
- Yussuf, N., Maarouf, I. and Abdelhamid, M.M. (2024) 'Parametric-based Approach in Architectural Design Procedures', Fayoum University Journal of Engineering, 7(2), pp. 127–133.

- Zhang, Y. and Liu, C. (2021) 'Parametric urbanism and environment optimization: Toward a quality environmental urban morphology', International Journal of Environmental Research and Public Health, 18(7), p. 3558.