Transformation Towards Self-Built Architecture

Faten Yaseen Ali

Architect Consultant Engineer

technico_2010@yahoo.com

Safaa Al-Deen Hussein Ali

Department of Architecture Engineering, University of Technology

dr.safaa_ar@yahoo.com

Submission date:- 21/5/2019	Acceptance date:- 11/9/2019	Publication date:- 8/10/2019

Abstract

The concept of transformation has been invested in architecture using bio-simulation as a means to produce architecture that responds to different influences. In a similar way, the building transforms the behavior of living organisms in its adaptation to environmental influences during the construction of its structure. The need to clarify the concept and approach to the transition towards self-construction architecture, which expresses the goal of research in building a theoretical framework to study the research problem and extracted from the various design and implementation methods in architectural projects and to reach a number of key and secondary vocabulary and applied to selected projects and conduct measurement. Using mechanics of growth and manufacturing using advanced digital materials is the future orientation of architecture to be self-construct.

Key words:- Transformation, Change, Adaptation, Transition, Self built architecture.

Journal of University of Babylon for Engineering Sciences by *University of Babylon* is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

التحول نحو عمارة ذاتية البناء

صفاء الدين حسين علي

قسم هندسة العمارة، الجامعة التكنولوجية

dr.safaa_ar@yahoo.com

فاتن ياسين علي

مهندس معماري أستشاري

technico_2010@yahoo.com

الخلاصة:

أُستُثمِر مفهوم التحول في العمارة باستخدام المحاكاة الحيوية وسيلة لإنتاج عمارة تستجيب للمؤثرات المختلفة. هذه القدرة تعود على العمارة بفوائد وظيفية مع استجابة ذكية للبيئة المبنية، فالتشابه بين البيئة الطبيعية والبيئة المبنية ظهر بوضوح في محاولات المعماريين لإدخال هوية جديدة للعمارة ، بإظهار مقومات الحياة في العمارة المعاصرة، يتحول المبنى بطريقة مشابهة الى سلوك الكائنات الحية في تكيفها مع المؤثرات البيئية خلال أنشاء بنيتها، فظهرت أعمال أبداعية تحمل صفات لكيانات ذاتية البناء، ولغياب الأطار المعرفي الذي يوضح مفهوم عمارة ذاتية البناء بالرغم من وجود مشاريع ضمن النتاج المعماري المعاصر تحمل طابع البناء الذاتي إلا أنه لم يظهر هذا المفهوم بشكل واضح ، مما يؤكد وجود نقص معرفي والحاجة الى توضيح مفهوم ومنهج التحول نحو عمارة ذاتية البناء والذي يُعبر عن هدف البحث في بناء إطار نظري لدراسة المشكلة البحثية واستخلاصه من طرق التصميم والتنفيذ المختلفة في المشاريع المعمارية والتوصل الى عدد من المفردات الرئيسية والثانوية وتطبيقها على مشاريع منتخبة وإجراء القياس وكانت نتائج البحث التركيز على استخدام آليات النمو والتصنيع الرقمي بإستخدام مواد متطورة وهو التوجه المستقبلي للعمارة لتكون ذاتية البناء.

الكلمات الدالة :- التحول، التغيير، التكيف، الأنتقال، عمارة ذاتية البناء.

1- المقدمة

صنع الإنسان على مدى آلالاف السنين أنماطاً معمارية متعددة، أصبحت مصدر الاستلهام الذي نشأت عنه أشكال البناء الحالي الذي يتضمن العديد من المناهج والأساليب المعمارية ،التي تطورت نتيجة لتطور التقنيات والمواد التي أثرت في التفكير المعماري لإيجاد أساليب متطورة وجديدة لتتحول الى عمارة ذاتية البناء، وهي شكل من أشكال العمارة التي تستجيب للبيئة وظروف معينة لتبني نفسها، وقد ساعدت في ذلك التقنيات المتطورة والمواد الجديدة في إظهار هذا المنهج الجديد الذي يعد منهجا مستقبليا في العمارة.

2-هدف البحث

يهدف البحث الى دراسة مفهوم التحول في العمارة نحو عمارة ذاتية البناءعلى المستوى 1- التصميمي 2-الهيكلي وتحول طرق التصميم والإنشاء والمواد في العمارة التي يمكن أن تغيرشكلها، حجمها، سطحها والتعرف على أهم التطبيقات المطروحة حاليا ضمن هذا المجال في التصميم والأنشاء للوصول الى عمارة ذاتية البناء، اعتمادا على طرق وتقنيات مختلفة لإنتاج هذا النوع من العمارة بهدف الحصول على نتاجات معمارية متميزة تحمل طابع الأبداع ، تتكيف مع الظروف البيئية المتغيرة وتقلل من التلوث نتيجة الطاقة المستخدمة سواءلأنتاج مواد المبنى أو تشغيله .

3- فرضية البحث

تساعد تقنيات التصميم والإنشاءالمتطورة والمواد الجديدة في تشكيل منهج تصميمي وإنشائي جديد لعمارة ذاتية البناء تحت ظل الواقع التكنولوجي المعاصر والمستقبلي.

4-منهجية البحث

أعتمد البحث المنهج الوصفي التحليلي وكالأتي:-

أولا:- بناء أطار نظري يدرس مفهوم التحول والعمارة المتحولة وصولا الى عمارة ذاتية البناء والآليات التي تحققها.

ثانيا:-الدراسة العملية وشملت عدداً من المشاريع لعمارة ذاتية البناء، وقياس مدى تحقيقها لهذه الأليات مع الاستنتاجات.

5-التحول/ لغويا

ورد في قاموس المعاني أن التحوّل هو تغيير من وضع الى آخر[1]

وفي قاموس اللغة المعاصرة تحوّلَ، عن يتحوّل، تحوُّلاً، فهو مُتحوِّل، تحوّل الشيء، تغير، تبدل من حال الى حال، او انتقل من موضع الى آخر[2]

كما ورد في قاموس كامبرج التحول (The Transformation) هو تغيير متكامل في هيئة أو مظهر أو صفة لشيء معين، مع الإشارة الى تطور هذا الشئ نحو الأفضل[3]

التحول يشير الى وجود حركة يصحبها تغير يؤدي الى تطور إيجابي .

6-التحول /اصطلاحيا

أولا-التحول في الأدب:- التحول يضفي على البنية حركة داخليةمع المحافظة عليها في الوقت نفسه وإثرائها دون أن يجعلها تخرج عن حدودها أو انتمائها الى العناصر الخارجية[4].

ثانيا-التحول في علم الأحياء: يرتبط بنظرية بيولوجية مجملها أن أنواع الكائنات الحية غير ثابتة وقابلة للتحول من نوع الى نوع آخر[1].

ثالثا- التحول والتقنيات الرقمية:- يشير الى استخدام الابتكارات التكنولوجية لأجل رفع أدائية المجالات المختلفة استجابة الى المتطلبات الجديدة وتطويرها، تؤدي هذه الأبتكارات الى إيجاد مناهج جديدة لاستغلالها ضمن حلول إبداعية وتحسين المعرفة [5]

7-مفهوم التحول:-

يعتبر التحول موضوع مثير للاهتمام لن نحتاج الى البحث عن الطبيعة، حيث كل شيء يتحول، جميع الكائنات الحية تتحول، أجسادنا تتغير من الولادة الى الموت هذه التغييرات تنعكس هذه التغييرات في اجسامنا على نطاق زمني طويل،في فترات زمنية تطورية، حيث تُغير الأنواع شكلها للتكيف من أجل البقاء. لكن قد نرى تَغيرات في الشكل تحدث لبعض الكائنات الحية عند ظروف معينة، الأخطبوط يغير حجمه، شكله، لونه وملمسه بهدف للاستيلاء على سمكة صغيرة. فالفكرة تكمن حول ما نريد أنشاوءه، شيء يتحول بطريقة كاملة قدر الإمكان ليس التحول في الحجم أو الشكل أو اللون أو بعض التغيرات التصميمية الأخرى. لا يمثل التحول هنا انتقال الشيء من نقطة الى أخرى لكن عملية الانتقال هي موضوع التصميم لجعل الهيكل يتحول من نقطة الى أخرى، التحدي يكمن في تصميم القدرة على التحولل وكيف يُصمم هيكل ضمن هيكل، أو التصميم لفكرة قائمة على التحول في العمارة [6-p103]

التحول حالة ضرورية لمعرفة جذور الشيئ، والانتقال هو الحقيقة وتأثير لا مفر منه لولادة وظهور شيء جديد، مع استخدام السمات المميزة للشيء وعلاقته مع الماضي فالتحول والاستمرارية هي ورقة رابحة لتشكيل كيانات جديدة وإعادة تشكيل تلك الكيانات التي تغير وظيفتها، فالحفاظ على الأشياء التي تشكل أشكالا قوية بعد التعديل الوظيفي والفني والمعماريالضروري، يمكن أن يسهل الحفاظ على الهوية بالرغم من القيام ببعض التحولات المهمة داخلها [7]

كما يعرف التحول بأنه "المبدأ القائل بأنه يمكن تغيير المفهوم، الهيكل أو التنظيم المعماري من خلال سلسلة من التلاعب والتغييرات المنفصلة استجابة لسياق معين أو مجموعة من الشروط دون فقدان الهوية أوالمفهوم[8].

يمثل مفهوم التحول على أنه تغيير أو تعديل على الشكل أو الحجم أو الهيئة الخارجية أو الأنتقال (الحركة) أو التفاعل والذي ينطبق على البنية الداخلية والخارجية للمبنى مع الحفاظ على الهوية .

8-التحول في العمارة:-

أول كتاب وصف وصنف الحركة في العمارة بعنوان (Kinetic Architecture) في عام 1970 المؤلف من قبل (Zuk &Clarck) ذكرا فيه " أنه لا يوجد شيء دائم، وعملية التصميم مستمرة من شأنها أن تستمر بعد انشاء المبنى وكما وصفاها " أن الشكل المعماري بطبيعته قابل للاستبدال" للتحول أو التوسع أو الحركة .

في عام 1989 وصف نورمان (Lowell Norman) الهيكل القابل للتحول "أنه قبعة لهيكل متنقل أو محمول دون تفكيك أو فصل الأجزاء الأساسية ، يمكن أن يتحول بسرعة بين الهيئة الكاملة للأنشاء وبين الهيئة الكاملة للأنهيار ، ويتم ذلك من قبل شخص واحد دون مساعدة الاخرين (شكل -1)

في عام 2003 ذكر كرونبيرغ (Rober Kronenburg)،تحت وجهة نظر قابلية التنقل ، فالحركية هي مبانٍ أو مكونات المباني ذات حركة متغيرة .وكما بين في عام 2007 العمارة القابلة للتحول يشمل تغيير تصميم المباني والفضاءات والأشكال والهيئات عن طريق تغييرات فيزيائية لهياكلها للفضاءات الداخلية، أو الغلاف الخارجي، فهي عمارة تفتح وتغلق وتتوسع وتتقلص وتنتقل من مكان الى آخر لتلعب دورها بشكل أفضل ، فهي عمارة تتدحرج وتطفو وتطير .

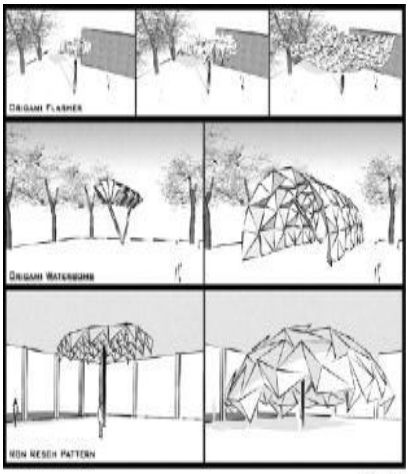
في عام 2010 نشر بحثا للمعماري آسفي (Maziar Asefi) وصف فيه صنفا مميزا من الهياكل التي تتكون من عناصر صلبة (Rigid) وعناصر قابلة للتحول ترتبط بمفاصل متحركة يمكن أن تغير شكلها الهندسي وبشكل عكسي ومتكرر ، ولها صفات أساسية في التحكم لإعادة التنظيم (شكل -2) [9-p8,9].

ففكرة التحول أعادةُ تعريف عمارة اليوم بطريقة تستطيع التكيف بكفاءة أكثر مع متطلبات المستخدمين فالمباني القابلة للتحول يمكن أن تحقق هوية جديدة ، إضافة الى جوانب مهمة في فكرة التحول في العمارة لتجمع بين الفن، العمارة، التكنولوجيا ويمكن أن تقترح لغة معمارية جديدة [4] .التحول ممكن أن يظهر على ثلاثة مستويات:-

1- المفهوم العام :- تحول المفاهيم من الطبيعة ،العلوم والفن الى العمارة.
2- المنهج الفكري :- تحويل منهجيات من مجال مهني الى آخر.
3- آليات التطبيق :- تحويل فكرة أو مفهوم في الفضاء المبني [10-p243].

فالتحول في العمارة يشمل منهجاً تصميمياً يحدث بسلسلة من التغييرات تكون إما على مستوى الفكرة، الهيكل أو التنظيم للمكونات المعمارية.

(شكل-2)
حاوية قابلة للتوسع جميع العناصر المنقولة هي متصلة.
المصدر
[9 -p9]



(شكل-1)
أمثلة من الهياكل القابلة للتحويل حيث الحركة تغير شكل وأستخدام المبنى

9- نظرية التحول

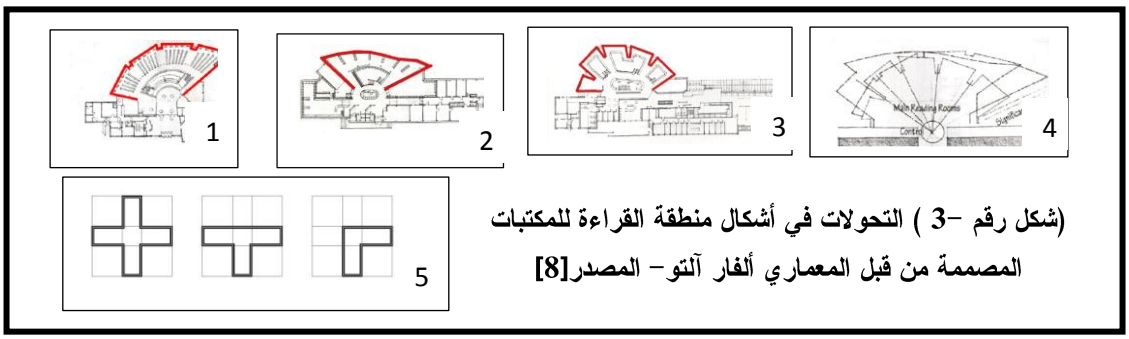
يعتقد هوبرمان (Hoberman) أن تحويل الأجسام متحولة يتطلب نظرية تصميم جديدة وأطاراً مفاهيمياً يعتمد على الرياضيات، الميكانيك والهندسة الأنشائية، هذا المنهج مستوحى من الطبيعة، من وجهة نظر تعتمد وظائف الكائنات الحية. عملية تحول الأجسام تحتوي على بعض الخصائص الفريدة، وهي لا تتعلق بالمظهر أو بالخصائص المادية ولكن بسلوك الأجسام وهي عملية كاملة وثلاثية الأبعاد تماما، سلسة مستمرة وعملية عكسية وقابلة للتكرار تؤدي الى فوائد وظيفية لمنتجات سهلة الاستخدام مع استجابة مرنة متكيفة، تؤدي هذه المعايير الى منهج تصميمي متكامل يوفر القدرة على بناء هياكل متحولة على نطاق واسع بالجمع بين الهيكل والآلية. من النادر العثور على أمثلة لهذا التحول الكامل السلس المستمر الذي هو أمر شائع في العالم الطبيعي، وتم التوصل الى أن التحول يحدث في المقاسات الصغيرة [11 p70,71-] .

10- التصميم المتحول

اليوم أصبح من المعتاد أن يتم تصميم تحولات الشكل رقميا بدلا من التحولات الفيزيائية مفهوم التحول يعطي إمكانية التفكير بالتصميم بالجمع بين التحولات الفيزيائية التي نراها في الطبيعة مع تحول التصميم الذي نراه رقميا .تستخدم الآلية في تصميم الأجسام، هذه الآلية تمتلك وسائط التحول وإحداث التغييرات ليس من خلال تحديد الجسم بشكل واحد وإنما من سلسلة من الأشكال للتحول الذاتي وتغيير نفسه، مع وجود ما وراء هذه الفيزيائية شيء لا يوصف وهو الحركة، فالآلية كعلاقات مجسدة جسم يحمل كل هذه الحركات داخل نفسه في احتمال لشكل معين. من هذه الآليات الميكانيكية إحدى وسائل التحول ترتبط بالعديد من عمليات التحول الأخرى [6- p105] يسمح مبدأ التحول للمصمم باختيار نموذج معماري أولي له هيكل رسمي(formal structure) وترتيب العناصر وتحويلها من خلال سلسلة من التعديلات والتلاعب للاستجابة لظروف معينة، وعلى المصمم الإلمام بالطبيعة الأساسية للفكرة، فإذا تم فهم وأدراك ترتيب النظام والنموذج النمطي، عندها يمكن من خلال تغييرات محدودة يتم وضعها وتقويمها والبناء عليها فالتحول يقود المصمم لأختيار نمط أولي(prototypical) يشكل الهيكل وتنظيم العناصر بشكل معقول يقود الى سلسلة من التحولات [12- p402] .

11- تحول الشكل

يسمح مبدأ التحول باختيار نموذج معماري أولي قد يكون شكلاً أو هيكلاً أو ترتيب العناصر وتحويله من خلال سلسلة من تغييرات منفصلة للاستجابة الى ظروف خاصة أو سياق التصميم، لتجربة الاحتمالات لاكتشاف فكرة وإمكانياتها، يمكن القول إن تكرار الشكل يظهر تحول الهيئات والأشكال في العمارة اذ يبدو مختلفا في كل مرة، في بعض الأحيان يتم تحويل الأشكال عن طريق زيادة حجمها أو تصغيرها أو تدور أو تتمدد أو أن تكون بأشكال وهيئات مختلفة كما في (شكل رقم -3) يوضح تغير شكل منطقة القراءة في المكتبة في كل تصميم وأمكانية الجمع بين هذه الأشكال التي يمكن من خلالها تحليل التحول في الأشكال الهيئات لمنطقة القراءة والمصممة من قبل الفار آلتوا وعلى النحو الآتي:-1- مكتبة angle يوضح شكل منطقة المكتبة وإستغلال المساحة المخصصة لمنطقة القراءة 2- مكتبة seinajoki تحول الأشكال في غرفة القراءة بتغيير شكلها واستخدام المساحة الوسطية للربط بين الطوابق المختلفة 3- مكتبة rovaniemi تحول الأشكال لغرفة القراءة وتغير شكلها بدقة أكثر واستخدام المساحة بطريقة مختلفة، 4- دمج الأشكال الثلاثة التي يمكن تحليل تحول الأشكال والهيئات لمنطقة القراءة 5- تكرار الأشكال يولد التحول [8]



(شكل رقم -3) التحولات في أشكال منطقة القراءة للمكتبات المصممة من قبل المعماري ألفار آلتو- المصدر[8]

12- استراتيجية التحول في العمارة

تعتمد استراتيجية التحول على مجموعة من المفاهيم الآتية:-

1- **الاستلهام:-** التصميم المعماري مستوحى دائما من أنظمة وآليات الطبيعة فالكائنات الحية لها إمكانات لا تعد ولا تحصى التي تمكنها من التكيف مع الظروف المتغيرة [13-p80].
2- **التجريد:-** ويعدّ مرحلة حاسمة بالنسبة لكامل عملية التحول، فإذا كان التجريد غير واضح (لأن مجال البحث عن معرفة معينة كبير جدا بحيث لا يمكن الحصول على معرفة معينة، أو يكون البحث عن المعرفة عند عمق(مستوى)غير كاف أو لا توجد معلومات كافية حول هذه الظاهرة) فاذا كان التجريد غير واضح فسيكون التطبيق صعب جدا.
3- **التطبيق:-** تحدد المهمة المطلوبة ويدرس مجال تطبيقها تدريجيا وتطوير سيناريوهات متعددة تحتاج الى كثير من الوقت والجهد لمقترحات تصميم المحاكاة، بوصفها مثالاً تطبيقياً وفقا لمبدأ التجريد فحقل التطبيق هو مهمة بحد ذاته [10-p262].

13-العمارة المتحولة

تعرف العمارة المتحولة على أنها مبانٍ تغير الهيئة أو الفضاء أو الشكل أو المظهر عن طريق تغيير فيزيائي لهيكلها, غلافها وسطحها الداخلي مما يتيح لها أجراء تغيير في طريقة استخدامها أو في إدراكها [9p–9]، وقد تتكون من أجسام قابلة للتحول تشغل حيزا فيزيائياً (مادي) أوتقوم بتحريك ونقل المكونات المادية التي تشترك في فضاء فيزيائي لإنشاء صور لفضاءات قابلة للتكيف[14–p26].

كما يعبر عن العمارة المتحولة على أنها ترجمة هادفة للمبادئ من الطبيعة الى العمارة (مجال تطبيقها التجريبي) وهي إحدى المجالات الإبداعية المبتكرة لأنها عمارة فضاء[10–p196]. العمارة المتحولة تخلق الإبداع والفضاءات الديناميكة تمنح للمستخدمين فرصة الإفادة بشكل فعال من التغيرات في بيئتهم المحيطة، كما تفتح الطريق لتوليد حالات غير متوقعة يمكن أن تنقل التاريخ أوالرسائل الاجتماعية والسياسية،هي ليست نقطة لوجهة نظر معمارية لكنها خطوة حاسمة نحو تحسين الإبداع البشري، فتكون العمارة جسماً ساكناً يعطي الإحساس بالتحول والتغيير بمرور الوقت، فهي يمكن أن تحدد مكانا وتعطي له معنى وبذلك تغير الفهم الإنساني للفضاء آضافة الى نقل رسالة ويمكنها إنشاء هوية جديدة.

العمارة القابلة للتحول هي استراتيجية مناسبة للأبنية (الهياكل المعمارية) التي تحتاج الى إعادة تصميم وتشكيل والتي تعتبر إحدى الأحتياجات للعمارة في العالم المتغير والاستجابة للمتطلبات المتغيرة سواء الوظيفية منها أوالجمالية[15] .

العمارة المتحولة:- هي العمارة التي لها إمكانية تغيير الشكل أو المظهر الخارجي أو الوظيفة بشكل مستمر استجابة للمتطلبات البيئية المتغيرة، تقوم بإعادة تعريف للفضاء من خلال عناصر نحتية متحركة ذات استخدام بسيط ومتطور من الناحية الجمالية، فهي تخلق فضاءات ديناميكية من خلال الهياكل، الغلاف الخارجي والبيئة الداخلية وتساعدها في ذلك مواد جديدة لها قابلية التحول وبطرق متعددة.

14- المواد المتحولة

الإنجازات التكنولوجية الحالية وسعت فهمنا للعمليات في الطبيعة، فجلبت جيلاً جديداً من المواد القادرة على صنع القرار الى جانب العمل الانعكاسي، هذه المواد هي منتجات كيميائية حيوية مصنعة (بايولوجية) تمتلك القدرة على الحوسبة الفيزيائية والكيميائية وأن تحولها يتم من خلال إثارتها وقدرة جزيئاتها على اتخاذ القرارت حول بيئتها والاستجابة لها بتغيير شكلها، وظيفتها أومظهرها. توافر هذه المواد يقدم فرصة لتصميم سلوكيات المواد على العكس من اختيار المواد لخصائصها، وهذا من المؤكد يغير طريقة التصميم والبدء بالتخلي عن السيطرة على عملية التصميم بالطرق التقليدية وإيجاد طرق لتوجه تحولات المواد لإنتاج عمارة دقيقة جدا يمكن الاعتماد عليها،هذه العمارة تكون أكثر توافقا مع مكوناتها المادية وذات طابع أيكولوجي أكبر[6–p194].

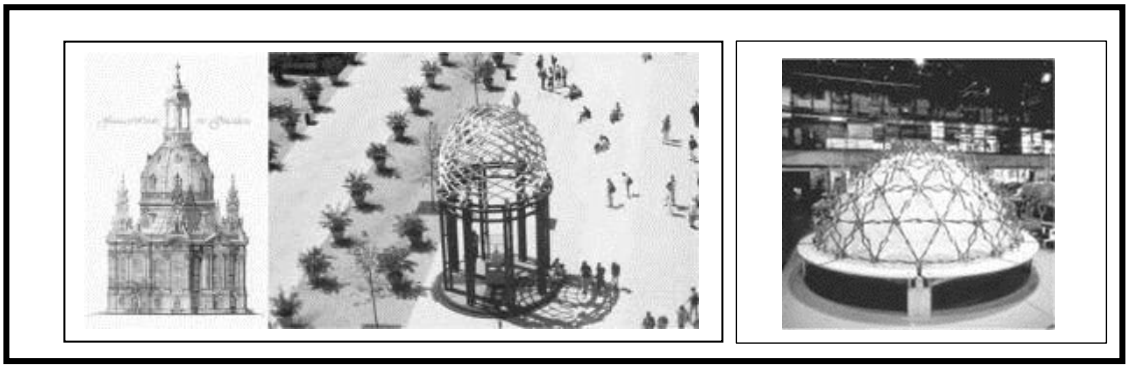
15- آليات التحول نحو أبنية ذاتية البناء

إن التحول في الإمكانات الجديدة وانفتاح الاستراتيجيات من خلال التقدم التكنولوجي لاسيما في التقنيات والمناهج والآليات، التي تعتبر القوة الدافعة وراء الاهتمام بالعمارة المتحولة لإيجاد حلول معمارية مستمدة من السلوكيات للكائنات الحية ينتج عنها أشكالاً جديدة، حيث قدمت التكنولوجيا نظرة جديدة في الآونة الأخيرة في استراتيجيات لعمل الآليات الطبيعية والتصنيع المتقدم مع المواد الجديدة، واستثمارها في مجال العمارة انعكست هذه الإمكانات لإيجاد آليات للتحول نحو عمارة ذاتية البناء[18p-14].

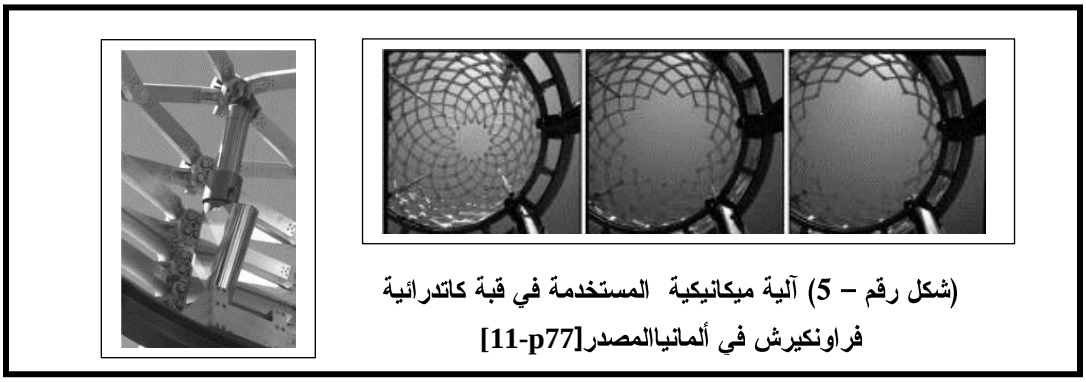
التصميم القابل للتحول هو تطوير لهياكل أو بيئات التي تغير شكلها أو حجمها نتيجة لوجود تغييرات مستمرة وسريعة تهدف الى التكيف مع المتغيرات المحيطة بنا، ويُعد التكيف في العمارة تطويراً لجيل من المباني قادراً على التكيف أو هي خطوات أولية نحو العمارة المتكيفة، وتهدف الى تصميم السلوك لخلق الأشياء التي لها صفات الكائنات الحية [102p-6]. أي أن العمارة تمتلك من وسائط التحول ضمن مكوناتها للتحول نحو عمارة ذاتية البناء [105p-6] ، والآليات عديدة ومتنوعة وهي :-

15-1آلية التحول الميكانيكي:-

عند تصميم الأجسام يمكن تحويلها الى قطعة متحركة، الجسم المتحول عبارة عن مزيج من هيكل وآلية يحول القوة المسلطة عليه الى حركة، الكثير من أعمال هوبرمان تتمثل بأجسام متحولة كالحامض النووي (DNA) للكائن المتحول تمنحه خصائص فريدة -11] [P72. أعتمد هوبرمان فكرة التحول للأشكال والحجوم الموجودة في الطبيعة تكشف عن وجود أوامر خفية لعمليات الطبيعة [11-P71]، صمم في عام 1997 قبة تتوسع عرضت في مركز بومبيدو تتكون من أعضاء هيكلية مثلثة الشكل تعمل بآلية المقص مغطاة بقماش من الداخل(شكل رقم-4)، ومن أعماله نموذج مصغر لقبة كاتدرائية فراونكيش (Frahenkirche) في دريدسن في المانيا، التي دمرت خلال الحرب العالمية الثانية القبة تفتح وتغلق لترمز الى تدمير الكاتدرائية أستخدم هيكل مشابهاً لقزحية العين، مصنوعاً من سبيكة الألمنيوم تعمل بآلية هيدروليكية مرتبطة بالكومبيوتر لغرض التحكم في غلقها وفتحها أبعاد القبة للكاتدرائية ارتفاعها 11 متراً وقطرها 22متراً [11-P75,76] (شكل رقم -5)

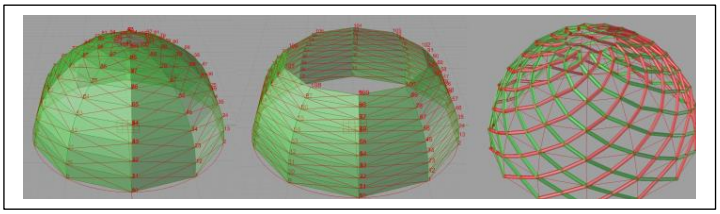


(شكل رقم -4) القبة الجيودسية المعروضة في بومبيدو سنتر لقبة كاتدرائية فراونكيرش
المصدر[11-p75]



(شكل رقم – 5) آلية ميكانيكية المستخدمة في قبة كاتدرائية
فراونكيرش في ألمانياالمصدر[11-p77]

من خلال النظام المفصلي فإن هذه الهياكل الديناميكية يمكن تنصيبها وإنشاؤها دون الحاجة الى مساند إضافية والهيكل يكون مستقراً حتى خلال عملية التحول(Werner-2013,p15)، فهي تحتوي على مكونات حركية وهياكلها لها القابلية على أخذ شكل ، هيئة، وظائف،أسلوب تكون جديدة وبطريقة مسيطر عليها ويكون التغيير على مستويات:-1- في الهيكل 2- الغلاف 3- السطوح الداخلية (Werner-2013,p32) (شكل رقم-6).



(شكل رقم- 6) قبة Hoberman في معرض أكسبو 2000
المصدر[16]

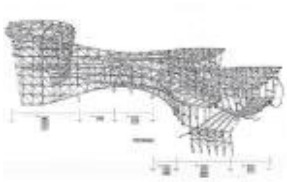
15- 2 آلية التصنيع الرقمي

تتيح التقنيات الرقمية في وجود علاقة مباشرة بين ما يمكن تصميمه وما يمكن بناؤه، تقوم بدمج التصميم والتحليل والتصنيع وتجميع المباني من خلال التقنيات الرقمية.

إن عمليات الإنتاج الرقمية الجديدة، أعطت إمكانية التصميم والإنشاء للمبنى اللتين أصبحتا وظيفة مباشرة للحوسبة، بالرغم من هندستها المعقدة التي توصف بشكل منحنيات وأسطح يمكن حوسبتها، مما يعني يمكن تحقيق بنائها عن طريق التصنيع بواسطة CNC عملية الإنتاج تعتمد على عمليات مختلفة(القطع-الأضافة ،.....) لتصنيع التكوينات [14-p51]، ويوجد تحول مذهل في تكنولوجيا التصنيع تكنولوجيا كاملة لأجهزة الكومبيوتر التي يتم التحكم بها، فهي أجهزة روبوتية أساسية لصنع الأشياء من القياس النانوي الذي تجمع به الذرات وصولا الى قياس العمارة [17-p98]، فآلة التصنيع هي جهاز يقوم بترجمة جسم رقمي في عالم التصميم الى جسم مدرك ماديا مثل طابعة الترسيب (شكل- 7) نموذج صلب من نظام CADوتحويله الى قطعة بلاستيكية (يتم ترجمة النموذج الرقمي الصلب من خلال سلسلة من التعليمات لترسيب حبيبات من المواد على شكل طبقات أفقية متراصة من البلاستك تقوم ماكنة التصنيع بتنفيذ التعليمات الواحدة تلو الأخرى [17-p112]. متحف كونكهام في بلباو وقاعة الحفلات الموسيقية والت ديزني لفرانك جيري استخدم أدوات التصميم والتصنيع CAD عالية الجودة، أعطى حرية في إنتاج أشكال هندسية حرة، كما ذكر(Branko Kolarevic) أن النمذجة ثلاثية الأبعادوالتمثيل المستخدم في مشاريع الإنشاء المعقدة هندسيا، في أحسن الحالات لديها ارتباط قوي مع تقنيات الإنتاج الرقمي الحالي، مثل بناء المكونات الجاهزة البدء من 3D-CAD Models نموذج الكاد ثلاثي الأبعاد الى التصنيع الآلي CAD-CAM التحكم العددي لإنتاج الكومبيوتر وأدوات التصنيع باستخدام الحاسب الآلي CNC. العديد من الأمثلة المعمارية التي تعتبر من المعالم المهمة لكل من (Gehry,Lynn,Cook,Fournier)لم يكن من الممكن تحقيقها بدون مساعدة أدوات النمذجة المتقدمة والتقنيات الحديثة جعلت من الممكن تحقيق السيطرة الشاملة على كل من عملية التصميم والبناء [18](شكل رقم - 8).

(شكل رقم- 7)ا لقطع الغير متكررة من الألواح
المعدنية لمشروع Experience Music
building (2000) لفرانك جيري المصنع رقميا
المصدر(Kolarevic-2003- 112)

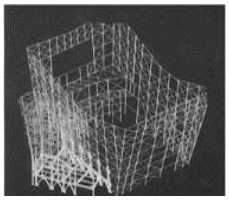
السطوح الزجاجية المقسمة لمتحف بلباو p174



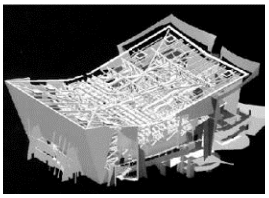
الهيكل الحديدي لمتحف كوكنهام في بلباو –1997 نفذ ببرنامج (Bo-cad)p-159

مشروع *Guggenheim Museum* في بلباو –أسبانيا
التصميم والتصنيع الرقمي لكامل أجزاء المبنى
(المصدر- [17])

السطوح المعدنية المتدفقة لقاعة والت ديزني p-162

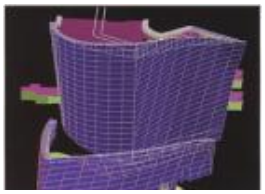


الهيكل الحديدي المدعم لقاعة الحفلات الموسيقية p-163



نموذج لقاعة الحفلات الموسيقية P-164

تركيب قطع الواجهات المصنعة رقمبا على السطح الخارجي لقاعة الحفلات الموسيقيةp137



النموذج الرقمي لأحد أجزاء القاعة p137

النموذج الرقمي التفصيلي للنظام الهيكلي الذي يغطي القاعة p137

(شكل رقم– 8)التصميم والتصنيع الرقمي لقاعة Walt Disney Concert Halوالت ديزني لفرانك جيري فى لوس أنجلوس أمريكا (المصدر- [17])

كما توفر تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد إمكانية إنشاء مكونات كاملة باستخدام هذه التقنية مثل الجسر الثلاثي الأبعاد للمشاة تم تصميمه ونفذ في موقع العمل بالكامل وباستخدام الحديد، أما في الصين فقد تمكنت Winsun رائدة في مجال الطباعة الثلاثية الأبعاد النجاح من طباعة أول منزل في عام 2014 [19] (شكل رقم–9).

جسر المشاة في أمستردام

منزل أستخدمت الطابعة الثلاثية في بناؤه– الصين

(شكل رقم– 9) المصدرالسابق

إن استخدام أدوات النمذجة والطباعة الرقمية المتطورة أعطت إمكانية للمهندس المعماري مراقبة ومتابعة المشروع من مرحلة التصميم وخلال عملية الإنتاج والتنفيذ لعناصر المبنى التي تنتج رقميا باستخدام روبوتات خاصة لعملية التصنيع وبذلك يظهر المبنى كأنه يبني نفسه على العكس من عمليات الإنشاء التقليدية ، إضافة الى أن طرق الإنتاج الرقمية سهلت عملية الإنشاء وقللت من الوقت والجهد والحصول على أبنية متفردة .

15–3 آليات التحول من المقياس النانوي الى المقياس المتري

تعتمد فكرتهاعلى استخدام المواد النانوية وإنشاء بناء من مقياس النانومتر الى المقياس المتري وتعتمد بالدرجة الأساس على استخدام الكربون الموجود في الجو وعلى النحو الآتي :–

1– استخدام أجهزة روبوتية متعددة الوظائف تقوم بالتقاط ثاني أوكسيد الكربون واستخراج الكربون وإطلاق الأوكسجين الى الهواء مرة أخرى .وبناء مصفوفات من من الأنابيب الكربونية ثلاثية الأبعاد مع توفير الخصائص المطلوبة لكل لكل منطقة معينة من المبنى من حيث (القوة أو الموصلية أو الشفافية)

2– التحكم بالروبوتات النانوية وتشغيلها خارجيا باستخدام الضوء، التعليمات يتم تشفيرها باستخدام أطوال موجية معينة.

3– ينبعث الضوء بواسطة جهاز عرض مثبت فوق الموقع. لتجنب تدخل الضوء المنبعث من مصادر أخرى ، يتم اختيار طيف موجي خاص .

4– يستخدم جهاز العرض نموذج BIM للمدخلات، وباستمرار يعرض المقطع الأفقي الذي يتحرك بشكل متواصل من أسفل الى أعلى النموذج .

5– يتم ملء فتحات النموذج بمواد نانوية غير ثابتة لتتحول مرة أخرى الى ثاني أوكسيد الكربون (بعد مدة زمنية أو تحت ظروف معينة) تكون وظيفتها لتحقيق الهيكل الأساسي الداعم .

عملية البناء تتضمن الآتي :–

أ- تطوير تفاصيل نموذج BIM مع جميع الخدمات الضرورية ، الطلاء ، الدعامات المؤقتة (يتم إضافتها بشكل تلقائي بعد الانتهاء من بناء النموذج باتباعها القواعد إن كل جزء من الهيكل يجب أن يدعم بشكل عمودي من الأسفل وصولا الى المستوى الأساسي .

ب- إعداد الموقع(الحفريات، تركيب الأجهزة).

ج– نشر الروبوتات النانوية على كامل مخطط المبنى.

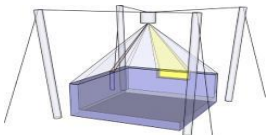
د– تبدأ عملية البناء عن طريق إرسال تعليمات مستمرة بأطوال موجية مختلفة لبناء المصفوفات أنابيب الكربون النانوية ثلاثية الأبعاد ذات خصائص معينة لحين الوصول الى قمة المبنى

ه– بعد إيقاف تشغيل الضوء لمدةمعينة ، تتوقف الروبوتات النانوية عن العمل ويمنع أي نشاط غير مرغوب فيه .

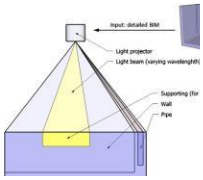
و- توضع المواد الداعمة عند الضرورة خلال الإنشاء يمكن لهذه المواد أن تذوب بعد انتهاء العمل تتحول الى غازات، النوافذ تكون مدمجة باستخدام ألواح من أنابيب الكربون الشفافة بعدها يصبح الهيكل قابلاً للسكن

[20] (شكل رقم- 10).

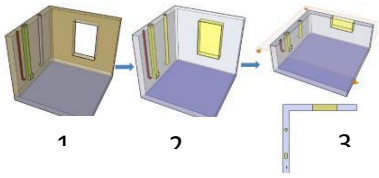
فكرة استخدام الكربون الموجود في الجو والاستفادة منه في إنتاج أنابيب كربونية ثلاثية الأبعاد إضافة الى التخلص والحد من التلوث، وباستخدام النمذجة BIM التي هي المرحلة الوحيدة المعدة من قبل الإنسان أما عمليات البناء فتتم باستخدام روبوتات وتُعد هذهالطريقة خاصة ابلأبنية ذاتية البناء بالأعتماد على تقنيات متطورة وهي ما زالت أفكاراً لم تطبق لحد الآن.



مراحل تطور البناء من المقياس النانوي الى المقياس المتري



الضوء الساقط المشفر بالتعليمات الى طبقة الأنتاج النانوي في المنطقة المبنية



1- النموذج البارامتري المعماري الخدمات الكهربائية والصحية

2- النموذج المنتج على شكل حرف L

3-مخطط لمقطع مع مقطع ثنائي الأبعادمع شفرة صفة المادة

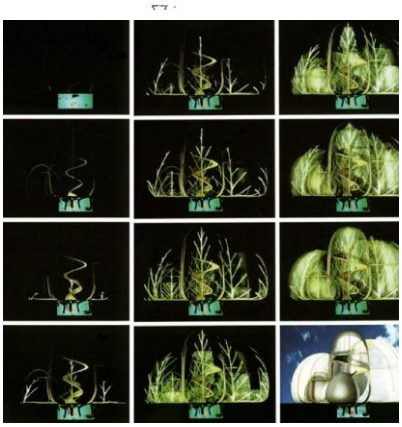
(شكل رقم - 10) عملية التصنيع الجزيئي بأستخدام الكربون الموجود في الجو(المصدر [20]

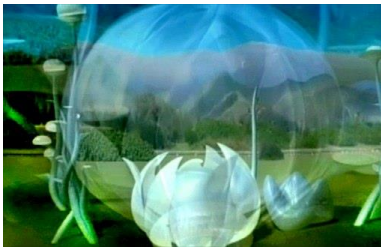
15-4 آلية النمو باستخدام الهندسة الجزيئية

طبق المعماري جون جوهانسن هذا المبدأ على مبنى متعدد الطوابق لهيكل أكثر تطورا ينمو على مراحل مستخدما الترميز(الشفرة Code)، يبدأ المبنى من أحواض في موقع البناء يبدأ الجذر والساق والفروع ومنصة وشبكة وأغشية وتتطور الفتحات للإحكام الضوئي، تنظيف ذاتي ونظم إصلاح وهدم. استلهم المشروع من الطبيعة افترض أن زراعة البذور سيّكون مستقبل العمارة ويعتقد أن أفكاره في يوم ما ستكون قاعدة للمباني التي يكون أنشاؤها من المستوى دون الذري. تستخدم العمارة النانوية في إنشاء مباني المستقبل حيث ستعمل الهياكل علاقة تكاملية مع البيئة وتتكيف مع الأحتياجات المتغيرة لسكانها، وأشار الى أن التقدم التكنولوجي يقربنا من الطبيعة، تخيل أن عملية البناء الجزيئي ليست بايولوجية بل ميكانيكية، يتم تكرار الخلايا الحية عن طريق الانقسام، يتم تجميعها بشكل ميكانيكي عن طريق بناء خلايا أخرى. وبين Drexler أن التكنولوجيا النانوية لا تستخدم ريبوسومات حية بل تجمعات من الروبوتات ولا أوردة بل أحزمة ناقلة ولا عضلات بل محركات ولا جينات بل أجهزة كومبيوتر، لا تنقسم ولكن مصانع صغيرة تنتج منتجات ومصانع أضافية [21].

المنزل المصمم جزيئيا لجون جوهانسن يبدأ بضخ مواد كيميائية منتقاة ومواد أساسية بشكل سائل في أحواض التجميع، تطور الشفرة من التصميم المعماري وبناؤها هندسيا ونمذجتها جزيئيا، هذه الشفرة تمثل جميع المخططات المعمارية، المواصفات واستراتيجيات إدارة التنفيذ، يبدأ النمو الجزيئي على شكل نظام أوعية دموية ويبدأ من الجذور النابعة من المركب الكيميائي وصولا الى خارج الحوض الى مستوى الأرض الطبيعية مكونة بشكل أولي " صفوف الجسور المستوية لتصل الى حافة المنزل، حيث تنحني الى الأعلى لدعم البنية العلوية. الأضلاع المتقاطعة تربط صفوف الجسور المستوية مكونة أرضية الطابق الأرضي ،ثم يبدأ نمو البنية العلوية مع تطور الأضلاع الخارجية والداخلية الأولية. تبدأ الاضلاع الرابطة الثانوية التي تنتشر وتتطور مكونة "الشبكة ". تكون هذه الشبكة من كثافات مختلفة، فتكون مبرمجة لتواجه متطلبات الإجهاد كونها أقل كثافة واكثر أنفتاحا لبعض المواقع في النموذج حيث تحدد فتحة الباب، الشبكة تعمل

بشكل جيد والغشاء يبدو كأنه غلاف واقي وكفاصل داخلي.تتصل الشبكة الرئيسية وتتواصل عبر الناقلات لتبدأ العمل، لتصل الى الأرضية العلوية، المدعومة بأقواس جانبية نابعة من بعض الأضلاع الهيكلية الرئيسة، عن طريق درج حلزوني مركزي. الغلاف الخارجي الواقي يخفي الداخل، إن جزيئات الغلاف الخارجي ترتبط لتعمل نسيجاً متواصلاً، يقوم الغلاف بعمل فتحات التي تتحفز بفعاليتين جزيئية. الأولى:- باستخدام تيار كهربائي يقوم بحث الجزيئات على الانتشار وتشكيل الفتحات. الثانية :- الجزيئات الاخرى، تعمل بوصفها عضلات على حافة الفتحة، وتنثني لترسم الغلاف الخارجي منفصلا. لاول مرة، يتم تجربة نمو الفضاء، ليكون كافيا لمنزل صغير. إن هذه التغييرات الشكلية توضح مرونة الهندسة الجزيئية في السنوات المقبلة. إذا لم يستغل سييم إزالته والأكثر صحة سيهدم المنزل نفسه ،و سوف يتم إعادة تدويرها لأبنية المستقبل[22-p132,134] (شكل رقم-11).





(شكل رقم- 11) مراحل نمو المنزل المصمم جزيئا لجون جوهانسن (المصدر-[22-p 135])

15-5 آلية النمو البايولوجية

تعود هذه الألية في مبادئها الى العمارة العضوية وتمتاز بأشكال غير مألوفة التي تكون من نظام بناء ايكولوجي للشكل البايولوجي هدفه النمو العضوي للعمارة،وبناء فضاءات ذات تاثير إيجابي على الكائنات الحية بالاستفادة من الأنماط البايولوجية في أنواع مختلفة من البناء. استخدم معماريو هذه الطريقة هذه الآلية في إنشاء المباني من مواد يمكن أن تبني نفسها(Built them self)وتتمتع بنوع من الذكاء الفطري لتشكيل" وعي ذاتي" لنظام البناء الأيكولوجي،وهذا النوع يتمثل أيضا"بالتجديد الذاتي" الشفاء الذاتي"التصليح الذاتي"" التعديل الذاتي" بوصفه نتاجاً لتحول عملية البناء وتفاعلها مع البيئة المحيطة فهي تلبي المتطلبات الخاصة لسكانها عن طريق التحسس الذاتي بالحالات النفسية والصحية لسكانها والتصرف وفقا لذلك(شكل رقم- 12) يوضح تصميم جسراً في الهند مصنوع من الجذور الهوائية لشجرة التين المطاط بعد لفها على بعضها لتكون جسرا للعبور فوق المصدر المائي [23 p-1600].

(شكل رقم- 12) Root bridge in India
المصدر https://www.thisisinsider.com/india-living-root-bridges-photos-2019-1

استخدمت قشرة ناعمة من مادة البوليمرات(ETFE) هي مواد نانوية تمتاز بتأثرها بشدة الضوء المسلط عليها، وأستخدم الروبوت قي تصنيعها، يقوم بضخ الهواء لتتضخم هذه المادة بضغط الهواء الذي يسلطه الروبوت ويتم تقويتها من الداخل باستخدام ألياف الكربون النانوية من قبل الروبوت أيضا، مشكلة هيكلا قائما بذاته تستعمل غلافاً للمباني [25-p66] (شكل رقم–13).

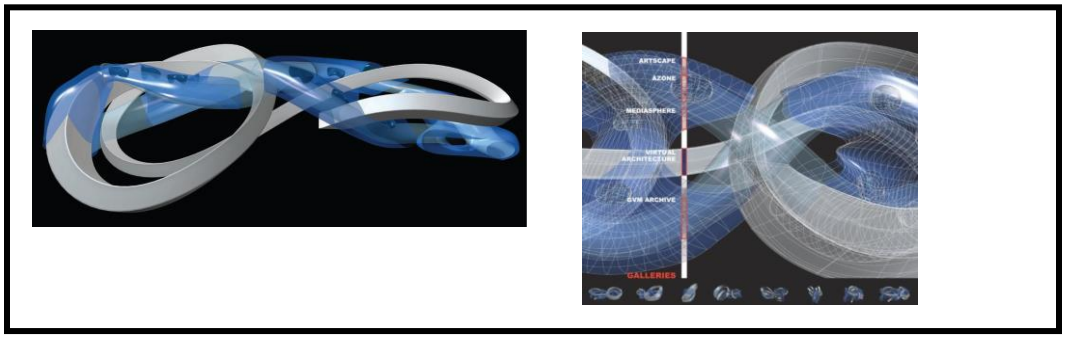
(شكل رقم- 13)

هيكل صممه معهد التصميم بالكومبيوتر ونفذه معهد بناء الهياكل في جامعة ستوتكارد– ألمانيا -2014 المصدر2015
((Knippeers-2016-p66)

15–6آلية الواقع الأفتراضي :–

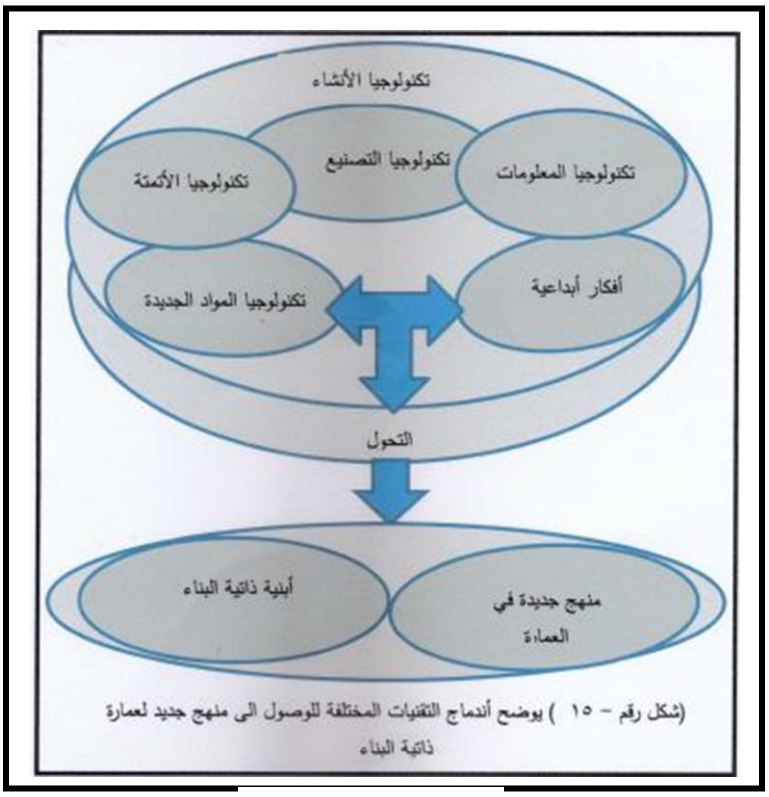
يتم بناء الفضاء المعماري من خلال الواقع الافتراضي وتعزيز التصور المعماري للفضاء من خلال البيئات الأفتراضية، وهي محاولة للربط بين ما بين الواقعي والافتراضي تظهر عمارة جديدة ذاتية البناء وتسمى بعمارة الخطوط المتقاربة (Asymptote Architecture)، توفر أنظمة الواقع الافتراضي بيئة محاكاة يتم أنشاؤها بواسطة الكومبيوتر حيث يشعر المستخدم كانه موجود من خلال:–

أنظمة رابطة مع الكومبيوتر – تقنيات واقعية متزايدة يرى المستخدم عالماً ثلاثي الأبعاد من خلال شاشة الكومبيوتر والمشاهد يكون خارج العالم الخيالي ولكنه يتواصل مع الأشياء – يحتوي الأشياء في داخله يُعد مسرحاً لأسقاط واقع أفتراضي مصغر يعتمد على :– التعامل البشري، واجهة التصميم، حسابات مؤكدة والتقنيات المستخدمة تشمل المتحسسات، السيطرة المايكروية، الروبوتات ،مواد ذكية، تقنيات السطوح فوق المألوفة (Hyper surface techniques)، تقنيات السطوح لناعمة(7)، يُعد متحف كوكنهام الافتراضي من الأمثلة لهذا النوع وهو متحف ذو مساحة دائمة التغيير، تم تخيله كجسم ثلاثي يعبر عن عمارة جديدة تتصف بالسيولة والتدفق وعدم الأستقرار وقابلة للتغيير ومستمدة من التغيير التكنولوجي والتي تغذيها رغبة الإنسان في اكتشاف المجهول. صمم المعماريون مكاناً لتغيير الأشكال الذي يترجم عدم الاستقرار في فن وسائل الإعلام والتكنولوجيا في عمارة المتاحف[26].



(شكل رقم—14) متحف كوكنهام الأفتراضي المصدر(7)

العمارة ذاتية البناء توجه يعطي احتمالات لإعادة التفكير في خلق نماذج معمارية متنوعة بالاعتماد على تطبيقات مختلفة أسهمت التطورات التكنولوجية وتطور المواد للحصول على أعمال إبداعية مستوحاة آلياتها من الكائنات الحية لبث الحياة في المبنى وكأنه يبني نفسه وفقا لمبادئ الطبيعة .



المصدر الباحثة

16– الأطار النظري لمواصفات التحول نحو عمارة ذاتية البناء:–

أعتمد البحث على آليات مختلفة لتحقيق عمارة ذاتية البناء وتُعد أساساً لاستخلاص مفردات الإطار النظري

جدول رقم–1يوضح أليات التحول نحو عمارة ذاتية البناء

	مفردات الأطار النظري	القيم الممكنة		
1	أساليب التحول	الميكانيكي		أستخدام الطي
				الأنتشار
				التوسع الحلزوني
		التصميم والتصنيع الرقمي		تصنيع مكونا ت صغيرة 3D/CAD
				تصنيع هياكل كاملة CAD/CAM
		النمو بأستخدام الهندسة الجزيئية	التصميم	بأستخدام BIM
			التصنيع	أستخدام شفرة CODE

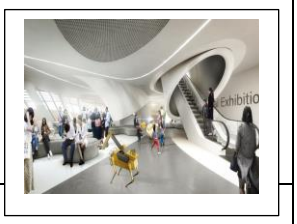
					روبوتات	
					أحزمة ناقلة	
					أجهزة كومبيوتر	
					مواد قابلة للنمو	
		النمو البايولوجي	نمو	طبيعي	نمو عضوي	
				تصنيع	روبوتات	
		الواقع الأفتراضي			أجهزة رابطة مع الكومبيوتر	
					التعامل البشري مع الكومبيوتر	
					واجهة التصميم	
					حسابات مضمونة	
2	مواد التحول	تقليدية				
		رقمية				
		كربونية نانوية				
		مواد بايولوجية	طبيعية			
			نانوية بايولوجية			
			مصنعة(ذكية)			
3	مستويات التحول	التحول في الشكل				
		التحول في الهيكل				
		التحول في الفضاءات الداخلية				
4	نوع الفكرة	تقليدية				
		أبداعية				

17-الدراسة العملية:-

سيتم في الدراسة العملية استخدام مفردات الإطار النظري على مجموعة منتخبة من المشاريع مصممة بآليات بناء ذاتي متنوعة لتحديد مدى فاعلية هذه الآليات، وتم اختيار مفردات آليات التحول الأربعة وهي :- (أساليب التحول- مواد التحول - مستويات التحول- نوع الفكرة) والتي تتناسب مع هدف البحث.

أسلوب القياس المعتمد :- أعتماد المنهج الوصفي التحليلي وتطبيقه على المشاريع المنتخبة

المشروع الأول

اسم المشروع/متحف العلوم لروبوتات المستقبل في سيئول self-constructing-robot-museum-in-South-Korea	الآليات المستخدمة
Melik Altinisik Architectsالمصمم / المكتب التركي	–أستخدم المصمم عدة آليات لتحقيق التحول نحو عمارة ذاتية البناء –التصميم بأستخدام نمذجة معلومات البناء BIM –التصنيع الرقمي تقوم الروبوتات بتجميع قطع المشروع المصنعة ولحامها وتلميع الصفائح المعدنية الكروية الشكل فريق آخر من الروبوتات يقوم بطباعة ثلاثية الأبعاد للكونكريت للمناطق المحيطة بالمتحف –أعتماد المشروع في تنفيذه على تقنية البناء الألي بأستخدام الروبوتات
وصف المشروع:– مصمم لدعم الأبتكار العلمي جمع المشروع بين الأنشاء بواسطة الروبوتات وتقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد يبدأ تنفيذ 2022 وينتهي في عام 2020المشروع في عام 	
) [27](المصدر-	

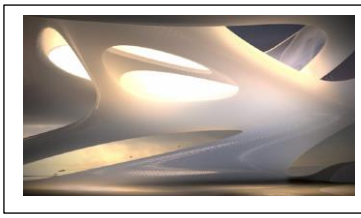
المشروع الثاني

اسم المشروع/ الأبنية القابلة للانتشار self-deploying buildings	الأليات المستخدمة
الشركة المنتجة في أنكلترا	
- وصف المشروع:- إنتاج نماذج متعددة وبمساحات مختلفة، الهيكل يكون مطوي وينتشر خلال بضعة دقائق بواسطة بطارية تشغل يدويا وتيتخدم لأغراض مختلفة كمساكن – عيادات طبية-فنادق ويمكن نقلها من موقع الى آخر مصممة وفق معايير حديثة ومزودة بوحدات الطاقة الشمسية ، ووحدة لمعالجة وتخزين المياه واستخدام طاقة الليد للإنارة. 	أستخدمت الشركة الوحدات القياسية النمطية في التصميم للوصول الى أنتاج كميات كبيرة من الهياكل ذاتية البناء –أستخدام الطرق التقليدية لأنتاج التصميم بواسطة الكومبيوتر – استخدام الألية الميكانيكية الطي والأنتشار – استخدام مواد تقليدية محسنة في إنتاج المبنى – استخدام وحدات الطاقة الشمسية – تصنع في ورش خاصة –الإنتاج لمكونات كاملة مع التجهيزات اللازمة –اعتمد المشروع استخام آلية التحول الميكانيكي
(المصدر– [28])	

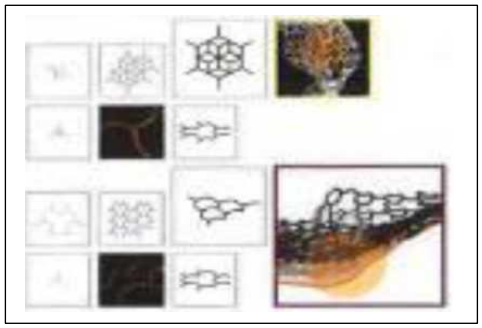
المشروع الثالث

اسم المشروع/ جناح ستافيلي ذاتي البناء Self-erecting pavilion- 2014	الآليات المستخدمة
المصمم /مؤسسة Tectonik structure	أستخدم المصمم آليات لتحقيق التحول نحو عمارة ذاتية البناء:- -التصميم بأستخدام برنامج CAD -جهاز تحكم ذاتي بالضغط -الهيكل قابل للنفخ -أعتمد التحول الميكانيكي
وصف المشروع:- جناح مؤقت لاستضافة حفلات الزفاف والمعارض وغيرها من المهام وخلال الأوقات الفاصلة بين الاستخدام، يتم تفكيكه وتخزينه لترك الموقع لاستخدامات أخرى، دون استخدام عمالة كثيرة وإنما يتم تنصيبه وتفكيكه من قبل شخص واحد. الهيكل التكتوني فريد من نوعه يعتمد على نسيج يمكن أن يطوي نفسه عند عدم الاستخدام، الهيكل يتكون من عناصر قابلة للنفخ دون وجود أجزاء صلبة تملئ وتفرغ بالتتابع مما يؤدي الى فتحه أو إغلاقه مع وجود أجزاء صلبة يتم تثبيتها هي المداخل، هنك إمكانية تغير الغطاء الواقي عند الحاجة	
(المصدر- [29])	

المشروع الرابع

2010 الافتراضي- Adobeاسم المشروع/ متحف	الآليات المستخدمة
Filippo Innocentiالمصمم / المعماري الأيطالي	أستخدم المصمم آليات لتحقيق التحول نحو عمارة ذاتية البناء:-
وصف المشروع:- مبنى افتراضي موجود على شبكة الأنترنيت يهدف الى تعزيز التصور المعماري للفضاء من خلال البيئات الافتراضية ، يتضمن البناء الافتراضي مزايا محددة للانشاء الرقمي -حجم غير محدود – مساحة قابلة للتمدد- إعادة التشكيل لمقياس غير محدود – صالات العرض تنمو وتتكيف مع متطلبات المشروع يمكن دمجها في مختلف البيئات الحضرية الحقيقية. 	- التصميم باستخدام الرقميات - الدمج بين العمارة الواقعية والعمارة الافتراضية - استخدام بيئة محاكاة من خلال الكومبيوتر - استخدم مواد رقمية وبيئة افتراضية - اعتمد المشروع آلية الواقع الافتراضي 
(المصدر- [30])	

المشروع الخامس

اسم المشروع/ The Augmentum	**الآليات المستخدمة**
المصمم / Faria Hamidzadeh	
وصف المشروع:- هو نظام يستخدام مادة (Augmentum)وهي مادة قادرة على التكيف مع مجموعة واسعة من الظروف المكانية يمكن بناؤه ضمن أي مساحة عامة ويُعد بمثابة انتقالة بين بيئتين البيئة المحمية والبيئة المفتوحة. ويكون إما نشطاً يتمكن من حصاد الطاقة التي تمنح الهيكل قوة، أو غير نشط يوفر سطوح جلوس ومناطق تضليل.	استخدم المصمم آليات لتحقيق التحول نحو عمارة ذاتية البناء:- استخدام عناصر متشابهة ذاتيا قابلة للنمو تجمع بطريقة معينة لتكون نظاما. يمكن أن يتكون من سطوح ناعمة ومناطق هيكلية صلبة. استخدام آلية المواد المتحولة. 
(المصدر:- [6p201])	

19 – نتائج التطبيق للدراسة العملية:-

1- نتائج المفردة الرئيسية رقم (1) أساليب التحول :- يتضح وجود تفاوت في النسب المتحققة ضمن المفردات الثانوية العائدة لها وحققت أعلى نسبة في المشروع الأول والخامس ، وتُعد هذه النتيجة إشارة الى أن التوجه باستخدام آليات التي لها القابلية على النمو واستخدام الروبوتات والطابعة الثلاثية الأبعاد هو التوجه المستقبلي وسيكون الأكثر استخداما ، ثم تلاها المشروعيين الثاني والثالث وتُعد النسبة المتحققة إشارة الى الابتعاد عن الآليات الميكانيكية واستبدالها بطرق جديدة تعتمد على المواد بالدرجة الأساس ، أما المشروع الرابع فحقق أقل نسبة وهذا يدل على انحسار التوجه باستخدام أسلوب الواقع الافتراضي.

2-نتائج المفردة الرئيسية رقم(2) مواد التحول:-يتضح وجود توجه في النسب المتحققة ضمن المفردات الثانوية العائدة لها نحو المواد النانوية والمواد الرقمية والمواد ذات الطابع البايولوجي والابتعاد عن المواد التقليدية **3- نتائج المفردة رقم(3) مستويات التحول:-** النسب المتحققة نحو عمارة ذاتية البناء محققة نسب متساوية تشير الى استخدام التحول من خلال المستويات الثلاثة للتحول في الشكل والهيكل والفضاء الداخلي حسب طبيعة كل مشروع وبذلك فإن المباني جميعها تتحول لتبني نفسها.

4-نتائج المفردة رقم (4) التباين في الفكرة:- النسب المتحققة متساوية ضمن المفردتين الثانويتين تشير الى أن التوجه في الأفكار نحو المشاريع المبتكرة الإبداعية بالرغم من أن الأفكار التقليدية ما زالت معتمدة.

الاستنتاجات المرتبطة بالإطار النظري :-

1- التحول نحو عمارة ذاتية البناء من التوجهات الحديثة يسعى المعماريين اعتمادها في تصميم وتنفيذ مشاريعهم لأمكانية تحقيقها بآليات متنوعة تنعكس على تنوع النتاج المعماري.
2- تحقق عمارة ذاتية البناء أعمالاً تتميز بالابتكار، فهي متجددة في أفكارها وتميل بشكل عام الى تحقيق الحركة بأنواعها المختلفة فهي تغير من شكلها وحجمها وحتى لونها، وأفكارها مستوحاة من سلوكيات الكائنات الحية.
3- تعتمد على مواد متطورة تحقق المتطلبات الوظيفية والجمالية وتلبي طموحات العصر مستفيدة من التكنولوجيا المتطورة.

4- العمارة ذاتية البناء عمارة متفاعلة مع البيئة الطبيعة، ومن أهدافها التقليل من استخدام الطاقة الأحفورية بتوظيف الطاقة الشمسية ضمن المبنى بطرق مختلفة.

5- يستخدم الكومبيوتر في إنتاجها على مستوى التصميم والتنفيذ بتصنيع مكوناتها عن طريق أجهزة التصنيع المرتبطة به وتجميعها موقعيا أو استخدام الروبوتات لاغراض التنفيذ.

6- تكمن أهمية العمارة ذاتية البناء بأنها عمارة مستقبلية لا تعتمد على تقنية أو مواد معينة بل يمكن توظيف أية تقنيات ومواد مستحدثة فهي تمتاز بمرونة عالية.

7- تعتمد على وحدات نمطية قد تكون متكررة تقلل من وقت التنفيذ وتقلل من كلفة الأنشاء وسهولة القيام بأعمال الصيانة .

13-التوصيات:-

- الاهتمام بتوظيف الآليات المختلفة ودمجها من قبل المعماريين في المشاريع الجديدة لخدمة المجال المعماري لأمكانيته واسعة المدى والاستفادة من المواد الحديثة التي دخلت مجال العمارة للخروج من الطابع التقليدي للعمارة.
- مواكبة التطورات التقنية التي تخدم هذا التوجه وتعزيز الدراسات النظرية والتطبيقية ودعم الباحثين خدمة للمجال المعماري.
- الاستفادة من الفعاليات البيولوجية التي تقوم بها الكائنات الحية وتوظيفها لأنها خير مثال على البناء الذاتي
- أعداد دراسة لتوضيح اهمية هذا التوجه ومدى فاعليته ضمن الاتجاهات الحالية للعمارة.
- الاستعانة بأفكار من تخصصات اخرى وتوظيفها ضمن العمارة ذاتية البناء مثل هندسة الفضاء والطيران.

جدولرقم-2 تطبيق مفردات الأطار النظري الرئيسية والثانوية والقيم الممكنة للمشاريع المنتخبة

ت	المفردات الرئيسية	المفردات الثانوية	القيم الممكنة		رقم المشاريع المنتخبة				
					1	2	3	4	**5**
1	أساليب التحول	التحول الميكانيكي	الطي		**0**	**1**	**1**	**0**	**0**
			الأنتشار		**0**	**1**	**1**	**0**	**0**
			التوسع الحلزوني		**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
			مجموع القيم الممكنة		**%0**	**%40**	**%40**	**%0**	**%0**
		التصميم والتصنيع الرقمي	تصنيع مكونات صغيرة 3D /CAD		**1**	**0**	**0**	**0**	**1**
			تصنيع هياكل كاملة CAD/ CAM		**1**	**1**	**1**	**0**	**1**
			مجموع القيم الممكنة		%100	%50	%50	%0	%100
		النمو بأستخدام الهندسة الجزيئية	التصميم	بأستخدام BIM	**0**	**0**	**0**	**0**	**1**
			التصنيع	أستخدام الشفرة	**0**	**0**	**0**	**0**	**1**
				روبوتات	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**
				أحزمة ناقلة	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
				أجهزة كومبيوتر	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**
			مجموع القيم الممكنة		%40	%20	%20	%020	%60
		النمو البايولوجي	نمو	طبيعي	0	0	0	0	0
				تصنيع روبوتات	**0**	**0**	**0**	**0**	**1**
			مجموع القيم الممكنة		%0	%0	%0	%0	%50
		آلية الواقع الأفتراضي	أجهزة رابطة مع الكومبيوتر		**1**	**1**	**1**	**1**	**1**
			التعامل البشري مع الكومبيوتر		**1**	**1**	**1**	**1**	**1**
			واجهات التصميم		**1**	**0**	**0**	**1**	**1**
			حسابات مضمونة		**1**	**0**	**0**	**0**	**1**
			مجموع القيم الممكنة		**%100**	**%50**	**%50**	**%75**	**%100**
		النسب المتحققة للمفردة الرئيسية الأولى			**%48**	**%32**	**%32**	**%19**	**%50**
	مواد التحول	تقليدية			**1**	**1**	**1**	**0**	**1**
		رقمية			**1**	**0**	**0**	**1**	**1**

2		كربونية نانوية		1	0	0	0
	بايولوجية	طبيعية	0	0	0	0	0
		نانوية	1	0	0	0	1
		ذكية	1	0	0	0	1
		النسب المتحققة للمفردة الرئيسية الثانية	**%83**	**%17**	**%17**	**%17**	**%67**
3	مستويات التحول	تحول في الشكل	1	1	1	1	1
		تحول في الهيكل	0	1	1	0	1
		تحول الفضاءات الداخلية	1	0	0	1	0
		النسب المتحققة للمفردة الرئيسيةالثالثة	**%66**	**%66**	**%66**	**%66**	**%66**
4	نوع الفكرة	أفكار تقليدية	0	1	1	0	0
		أفكار أبداعية	1	0	0	1	1
		النسب المتحققة للمفردة الرئيسية الرابعة	**%50**	**%50**	**%50**	**%50**	**%50**
		النسب المتحققة للمفردات الرئيسية لكل مشروع	**%62**	**%43**	**%43**	**%38**	**%58**

Conflicts of Interest

The author declares that they have no conflicts of interest.

المصادر:-

[1] معجم المعاني الجامع www.almaany.com

[2] قاموس معاجم www.almaany.com

[3] Cambridge Dictionary

https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/transformation

[4] حسن، عبد الله أحمد جاد الكريم،"**البنية والبنيوية**"، دراسات ومقالات نقدية وحوارات أدبية، شبكة الألوكة، 2016

[5]Samuels, Mark, "What is digital transformation", 2018

https://www.zdnet.com/article/what-is-digital-transformation-everything-you-need-to-know-about-how-technology-is-reshaping/

[6]Kolarevic, Branko & Vera Parlac, **"Buildings Dynamics: Exploring Architecture Change",** Taylor & Francis Group, London, 2015.

[7]Gyurkovich, Jacek, "Architecture in transition", Technical Journal, vol.4- no.1, Krakow , 2011.

[8]Ching, Francis D.K.," Know About the Transformation of Building in Architecture".

https://gharpedia.com/transformation-of-building-in-architecture/

[9]Werner, Carolina De Marco**, " Transformable and transportable Architecture"** Master Thesis, Escuela Técnica Superior de Arquitectura, Barcelona- Spain, 2013.

[10]Gruber, Petra, **" Biomimetic in Architecture: Architecture of Life and Buildings",** Springer, Germany, 2011.

[11]Kronenburg, Robert**, " Transportable Environments 3",** Taylor &Francis London , 2006**.**

[12]Arnheim, Rudolf**, "The Dynamics of Architectural Form**" University of California, New York, 1977.

[13] Ching, Francis D.K.," **Form Space order"**

https://gharpedia.com/transformation-of-building-in-architecture/

[14]Fox, Michael & Kemp, Miles, **" Interactive Architecture",** Princeton architectural Press, New York, 2009**.**

[15]Asefi, Maziar, **"Transformation and movement in architecture: the marriage among art, engineering and technology"**, Procedia - Social and Behavioral Sciences No. 51, 2012.

[16]Kersbergen, van Daniel," Iris dome parametric"-2010

https://www.grasshopper3d.com/photo/iris-dome-parametric

[17] Kolarevic, Branko,"**Architecture in the Digital Age",** Spon Press, New York, 2003.

[18]Penttilä,Hannu, 2006,"**Describing the Changes in Architecture Information Technology to Understand Design Complexity and Free Form Architectural Expression",** http://itcon.org/2006/29/2006,

[19]Hobson ,Benedict ,"Producing the world's first 3D-printed bridge with robots is just the beginning",2015. https://www.dezeen.com/2015/12/30/video-interview-robots-worlds-first-3d-printed-bridge-mx3d-joris-laarman-movie/

[20]Rebolj Danij & Others, "Can **we grow buildings?Concepts and requirements for automated nano - to meter-scale building",** Advanced Engineering Informatics April 2011, at: https://www.researchgate.net/publication/220371540

[21]Allam, Samar, " **Nanoscience and Nanotechnology in Architectur**e", 2014.

https://www.academia.edu/7175860/Nanoscience_and_nanomaterials_in_Architecture?auto=download.

[22]Johansn, John**," Nanoarchitecture a New Species of Architecture",** Princeton Architectural press, New York, 2002.

[23]حيدر، فاروق عباس **"موسوعة العمارة الحديثة والمعاصرة وروادها"**، الجزء الثالث، مكتبة منشأة المعارف، الأسكندرية، 2013.

[24] Huphries, Monica ,"Living bridges",2019

https://www.insider.com/india-living- root-bridges-photos-2019-1

[25] Knippers, Jan & Others, **"Biomimetic Research for Architecture and Building Construction",** Springer, Switzerland, 2016**.**

[26]Barranha, Helena**, "Between the Virtual and a Hard Place: The Dilemma Digital Art Museums"**, Electrical workshop in computing, London, 2016**.**

[27]Coldewey, Devin," This robotics museum in Korea will construct itself (in theory), 2019

https://techcrunch.com/2019/02/20/this-robotics-museum-in-korea-will-construct-itself-in-theory/

[28] Cooke, Lacy ,"**These incredible self- deploying pop up 8 minutes flat", 2017.**

https://inhabitat.com/these-incredible-self-deploying-buildings-pop-up-in-8-minutes-flat/

[29]Tectonik new generation portable structure, 2018**.** http://www.tectoniks.co.uk/index.php

[30]Design boom **,** "Adobe museum of digital media**"**

https://www.designboom.com/architecture/adobe-museum-of-digital-media/