

أنظمة التصميم التطوري فى العمارة الحديثة

Evolutionary Design Systems in Modern Architecture

أ.د/ سعيد حسن

أستاذ التصميم الإدارى ورئيس قسم التصميم الداخلى والأثاث بجامعة 6 أكتوبر- كلية الفنون التطبيقية

أ.د/ علا محمد سمير

أستاذ بقسم التصميم الداخلى والأثاث - جامعة حلوان- كلية الفنون التطبيقية

م.م/هاله محسن محمود السيد المحمودى

مدرس مساعد بقسم التصميم الداخلى والأثاث - جامعة 6 أكتوبر - كلية الفنون التطبيقية

ملخص البحث:

يتناول البحث فلسفة التطور فى العمارة من خلال عدة مفاهيم عن التطور فى الكائنات الحية كمحاكاة لتطور الأنظمة البيئية فى الطبيعة وكيفية الإستفادة منها فى مجال العمارة. سوف نستعرض فى الجزء الأول من البحث أهم الإتجاهات التى إتبعها العمارة التطورية فى التصميم وكذلك علاقة المبنى التطورى بالبيئة المحيطة. وهذه الإتجاهات هى:

- تطور المبنى من خلال إضافة هيكل جديد لربط المبنى القديم بمبنى حديث.
 - قابلية تصميم هيكل المبنى نفسه للتطور الذاتى.
- العمارة التطورية تعتمد على عنصرين أساسيين وهما الشكل والتكنولوجيا المستخدمة فى التصميم وذلك ما سوف نستعرضه فى الجزء الثانى من البحث من خلال دراسة أنظمة العمارة التطورية وهى:
- نظام البناء الكبسولات.
 - نظام المديولر.
 - نظام الخوارزميات الجينية.

مشكلة البحث:

أن معظم هياكل العمارة ثابتة ونحن فى حاجة لهياكل ديناميكية متطورة تتزامن مع التطور الوظيفى والبيئى. العمارة التطورية تعد محاكاة لنمو وتطور الكائن الحى والتى تتيح الفرصة لخلق هياكل معمارية ديناميكية قابلة للنمو. فهل يمكن لأنظمة التصميم التطورى أن تخلق مبنى ذاتى التطور؟؟

هدف البحث:

التأكيد على أهمية العمارة التطورية كأسلوب بناء يتناسب مع متطلبات الإنسان المتغيرة فى العصر الحديث، حيث أمكنها إيجاد حلول تساعد على تطور البناء من خلال إتباع أنظمة تكنولوجية حديثة .

فروض البحث:

- أن العمارة التطورية هى عمارة هياكل ديناميكية قابلة للنمو والتطور.
- أن تطبيق أنظمة التصميم التطورى فى العمارة ينتج عنه هيكل معمارى متطور ذاتيا.

الكلمات المفتاحية: العمارة التطورية- نظام بناء الكبسولات- عمارة المديولر- الخوارزميات الجينية.

Research Summary:

The research displays the philosophy of evolution in architecture through organism's evolution concepts which uses as a simulation of the ecosystems evolution in the nature, and how to use it in the field of architecture. In the first part of the research we will refer to the relationship between the evolutionary building and the surrounding environment. There are two trends of evolutionary architecture:

- The building evolves through build a new structure then link the old building with the new one.
- The capability of the building design structure for self-evolution.

The form and the technology are the elements of the evolutionary architecture. The second part of the research refers to the three systems of evolutionary architecture:

- Building system capsules.
- Modulation system.
- Genetic algorithm system.

Research problem:

That most structures of buildings are stable which is not compatible with the human future needs. Evolutionary architecture is a dynamic simulation of the evolution of the living organism. The evolution of this dynamic structures based on technological systems. So is it possible to create a self-evolutionary building?

Search Goal:

Emphasize the importance of evolutionary architecture systems as a new construction trend that suits the changing human needs in the future.

Keywords:

Evolutionary Architecture - Capsule Building System - Modular Architecture - Genetic Algorithm.

مقدمة البحث:

يتناول البحث فلسفة التطور في العمارة من خلال عدة مفاهيم عن التطور في الكائنات الحية كمحاكاة لتطور الأنظمة البيئية في الطبيعة وكيفية الاستفادة منها في مجال العمارة. سوف نستعرض في الجزء الأول من البحث أهم الاتجاهات التي إتبعها العمارة التطورية في التصميم وكذلك علاقة المبنى التطوري بالبيئة المحيطة. وهذه الاتجاهات هي:

- تطور المبنى من خلال إضافة هيكل جديد لربط المبنى القديم بمبنى حديث.
 - قابلية تصميم هيكل المبنى نفسه للتطور الذاتي.
- العمارة التطورية تعتمد على عنصرين أساسيين وهما الشكل والتكنولوجيا المستخدمة في التصميم وذلك ما سوف نستعرضه في الجزء الثاني من البحث من خلال دراسة أنظمة العمارة التطورية وهي:
- نظام البناء الكبسولات.

- نظام المديولر.
- نظام الخوارزميات الجينية.

أهداف البحث:

- التأكيد على أهمية العمارة التطورية كأسلوب بناء يتناسب مع متطلبات الإنسان المتغيرة في العصر الحديث.
- إثبات أن المبنى يمكنه أن يتطور وينمو ليستوعب عدد أكبر من الأفراد على المدى الطويل وذلك من خلال إتباع أنظمة تكنولوجية حديثة للبناء.

مشكلة البحث:

أن معظم هياكل العمارة ثابتة ونحن في حاجة لهياكل ديناميكية متطورة تتزامن مع التطور الوظيفي والبيئي. العمارة التطورية تعد محاكاة لنمو وتطور الكائن الحي والتي تتيح الفرصة لخلق هياكل معمارية ديناميكية قابلة للنمو. فهل يمكن لأنظمة التصميم التطوري أن تخلق مبنى ذاتي التطور؟؟

أهمية البحث:

إلقاء الضوء على أهمية الأنظمة التكنولوجية الحديثة وتأثيرها على مستقبل العمارة ، حيث أصبح المبنى قادرا على التطور الذاتي وتلبية إحتياجات مستخدميه على المدى الطويل.

فروض البحث:

- أن العمارة التطورية هي عمارة هياكل ديناميكية قابلة للنمو والتطور.
- أن تطبيق أنظمة التصميم التطوري في العمارة ينتج عنه هيكل معماري متطور ذاتيا.

تعريف بأهم المصطلحات التي سوف يتناولها البحث:

Evolutionary Architecture العمارة التطورية

فلسفة تطبيقية مستندة على الدراسة العميقة لعمليات الطبيعة والكائنات الحية والتراكيب والمواد في تعدد المستويات من الجزيئات الذرية إلى دراسة عضلات الحشرة وعلم التشريح الحيواني، وجميع العلاقات البيئية، ثم تطبيق هذه المعرفة في مجالى التصميم والعمارة.

العمارة التطورية تؤكد على تغير مفهوم تصميم الفراغات بحيث تكون متحركة وقابلة للتطور من خلال التحولات التكرارية التي تسمح بمرونة التصميم.¹

Capsule Architecture نظام البناء الكبسولات

تصميم مبنى متعدد الوحدات تحكمه شبكة اتصال ديناميكية حيث يمكن للنظام تغيير أجزاء معينة من البناء بهدف زيادة المساحات تبعا لحاجة التصميم. الكبسولة هي وحدة قابلة للتكرار لوظائف مؤقتة. هذه الوحدات الجاهزة يتم تصنيعها خارج الموقع وقد صممت لتكون قابلة للاستبدال وفقا لاحتياجات الصيانة ترتبط كل كبسولة بواحد من اثنين من اعمدة رئيسية محورية في المبنى.²

¹ Neal Panchuk, An Exploration into Biomimicry and its Application in Digital & Parametric (Architectural) design ,master thesis, Waterloo, Ontario, Canada, 2006.p25

² Nailuchen, OPEN DESIGN SYSTEM, research paper published on January 31, 2014.

Modular Architecture عمارة المديولر

نظام البناء من خلال شبكة من الوحدات في تصميم نمطى حيث يمكن تكرار شكل الوحدة في تكوينات متعددة، حيث تمثل أجزاء منفصلة والتي يمكن تجميعها مع بعضها لتعطى هيكل المبنى النهائي. وحدات قابلة للتطوير وقابلة لإعادة الاستخدام كذلك يمكن إضافة أو إستبدال أى وحدة دون التأثير على النظام.³

Genetic Algorithm الخوارزميات الجينية

تقنية حسابية استخدمت في الهندسة المعمارية من أجل حل المشاكل الوظيفية والشكلية المعقدة، والتي تعتبر كأداة التصميم المعماري يمكن استخدامها في النظام التطوري المعماري. وهي نظام لحت الهياكل المعمارية الحركية على التصرف بكفاءة، حيث توجد طرق عديدة لتحسين أداء المبنى وزيادة قدرته على البيئة المحيطة لتحقيق الاستفادة المثلى على المدى الطويل.⁴

أولاً: بعض المفاهيم عن التطور فى الكائنات الحية كمحاكاة لتطور الأنظمة البيئية فى الطبيعة وكيفية الإستفادة منها فى مجال العمارة**1- مفهوم النمو فى الكائنات الحية:**

النمو ظاهرة طبيعية ترتبط بحياة النبات والحيوان والإنسان على اختلاف أشكالهم وأنواعهم، وعلى اختلاف مستويات تطورهم وتعقد بنيتهم العضوية والجسدية. للنمو قوانينه الطبيعية التي تجعله مستقلاً عن إرادة الكائنات الحية الخاضعة له، فليس في مقدور النبات أو الحيوان أو الإنسان رفض عملية النمو التي يخضع لها.⁵ أصل الإنسان فى نظرية التطور أن جميع مخلوقات توالدت من بعضها البعض مع مرور السنين بفعل التطور الطبيعي. والتي نشأ عنها علم الجينات (العلم الذى يدرس الصفات المتوارثة وما ينتج عنها من تنوع فى الكائنات الحية).⁶

2- مفهوم تطور النظم البيئية:

يمكن إدراك وظائف النظم البيئية وتطورها من خلال دراستها ضمن أنواعها وأحجامها المختلفة، والمهم هنا أن تكون عناصر النظام البيئي متكاملة وتعمل معا لإنجاز نوع من التوازن الطبيعي والوظيفي ولو لفترة زمنية قصيرة. وهناك كائنات تطورت عبر عصور جيولوجية طويلة إلى أنظمة متزايدة التعقيد والتنوع التي أنجزت سيطرة على الجو وأستوطنت من أنواع متعددة الخلايا أكبر وأكثر تنظيماً ضمن المجتمع.⁷ فكرة تطور النظم البيئية فى الطبيعة تعتمد على الحاجة للزيادة فى حجم المسكن لإحتواء عدد أكبر من أفراد النظام وبالتالي يتطور الشكل العام لهيكل النظام ليتكيف مع الزيادة فى العدد والإحتياجات لتلك الكائنات، وهى الفكرة التى إنطلق منها مفهوم التطور فى العمارة حيث أن المبنى هو نظام وجزء من البيئة المحيطة له والذى قد يتطلب نوع من التطور لمناسبه إحتياجات ساكنيه المستقبلية.

³ Riham Nady, When Beauty and Efficiency Meet: Modular Architecture, research paper, Arch2o, <http://www.arch2o.com/language-modular-architecture.8/8/2016/>

⁴ Siyuan Jing, Architectural evolutionary system based on Genetic Algorithms, research paper published on February 17, 2016.

⁵ بهاء الدين تركية، النمو، مقال، الموسوعة العربية، <https://www.arab-ency.com/ar/%D8%A7%D9%84%D8%A8%D8%AD%D9%88%D8%AB/%D8%A7%D9%84%D9%86%D9%85%D9%88>

2017/4/2

⁶ عادة الحلايقة، ما هى نظرية التطور ، مقال ، موقع موضوع الإلكتروني 2016/11/28
⁷ حسين وحيد عزيز الكعبي، مقال ،وظائف النظم البيئية وتطورها ، محاضرة بنظام التعليم الإلكتروني ،كلية التربية الأساسية ،جامعة بابل ، العراق 2013/4/17

ثانياً: تطبيق مفهوم التطور في العمارة

المبدأ الأساسي للعمارة الحديثة هو الحركة والقدرة على التغيير تبعاً للمتطلبات المتجددة من هنا جاءت تطبيق فكرة التطور في العمارة، والعمارة التطورية هي عمارة ديناميكية متحركة شجعت على الخروج من نظام البناء التقليدي إلى البناء بنظام الوحدات المتكاملة، حيث المبنى ينمو ويتطور بداية من وحدة تليها وحدات أخرى تتصل ببعضها مباشرة أو من خلال وحدات أصغر Connectors

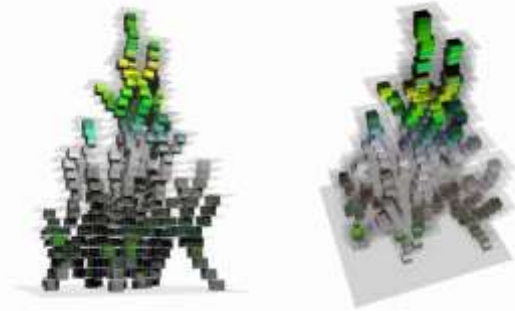
وتتعدد أشكال الوحدات التي يمكن أن تنمو من خلال وحدات جديدة بتركيبات معينة حيث الأشكال الهندسية Geometric Shapes الدائرية أو المتعددة الأضلاع (سداسية أو ثمانية... إلخ) والتي تساعد على إنتاج وحدات جديدة ملحقه بالوحدات الأصلية للهيكل. لذلك فإن الأشكال في العمارة التطورية متعددة الأبعاد بحيث تتيح الفرصة لتصميم متطور يدعم فكرة التغيير المستمر للفراغات الداخلية.

1- تعريف العمارة التطورية:

فلسفة تطبيقية مستندة على الدراسة العميقة لعمليات الطبيعة والكائنات الحية والتركيب والمواد في تعدد المستويات من الجزيئات الذرية إلى دراسة عضلات الحشرة وعلم التشريح الحيواني، وجميع العلاقات البيئية، ثم تطبق هذه المعرفة في مجال التصميم والعمارة.⁸

2- النمو الهيكلي في العمارة التطورية:

التصميم التطوري هو أيضاً تصميم بارامترى يدعم النمو ثلاثي الأبعاد كما يوضح النموذج شكل (1)، حيث يمثل هيكل المبنى في العمارة التطورية مزيج من المحاكاة لأنماط النمو الطبيعي وطرق التصميم الرقمي الحديثة.



شكل (1) نموذج توضيح تصميم الهيكل في العمارة التطورية.

العمارة التطورية تعتبر عمارة خلق وتوليد Generative architecture، لأنها تعمل على إنتاج جيل جديد من وحدات المبنى الأساسية، وهذه الوحدات الجديدة تسمح بالإضافة والنمو التطوري للمبنى كله في عدة اتجاهات.



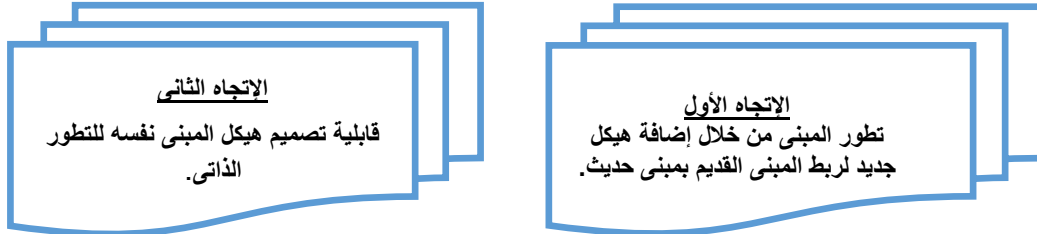
شكل (2) إظهار الشكل النهائي للهيكل من خلال برنامج الكمبيوتر المتخصص

يتبع تصميم هيكل المبنى دراسة مورفولوجية تسمح بتطور سلسلة الوحدات من أسفل إلى أعلى بناء على نظام رياضي رقمي وبواسطة برامج الكمبيوتر المتخصصة والتي تعمل على تحديد المحاور الجديدة لربط الأشكال الغير المتجانسة للوحدات النامية. ومن ثم إظهار المرحلة النهائية على البرنامج قبل تطبيقها كما في شكل (2).

⁸ Neal Panchuk, An Exploration into Biomimicry and its Application in Digital & Parametric (Architectural) design, master thesis, Waterloo, Ontario, Canada, 2006.p25

يتم التعامل مع كل وحدة كجزء من الهيكل نفسه مكملة وليست زائدة، وهو ما نراه في الطبيعة والكائنات الحية حيث تظهر أى سلالة متفرعة من الأصل. هنا يمثل المحور الرئيسى هيكل المبنى وهو الأصل الذى يتطور وينمو ليصبح قادرا على إستقبال أجزاء جديدة تنتمى له والتي يمثلها الجيل الجديد من الوحدات القابلة للسكن ، لذا لابد من تصميم قنوات اتصال بحسابات محددة لتحقيق عملية الربط .⁹

ثالثا: أهم الإتجاهات التى إتبعتها العمارة التطورية فى التصميم



الاتجاه الأول:

تطور المبنى من خلال إضافة هيكل جديد من مواد قابلة للتمدد لربط المبنى القديم بمبنى حديث

معظم المباني فى العمارة الحديثة بنيت بنظام الهياكل الثابتة لذلك تتسم بالعدم المرونة حيث لا يمكنها التطور ولا تسمح بالإضافة، وبالتالي لا توفر وسطا مناسباً لتلبية إحتياجات الإنسان المتجددة مع مرور الوقت مما يضطر الأشخاص إلى الانتقال لفراغات أكبر.

كما ذكرنا سابقاً أن فكرة تطور المبنى تعتمد على إضافة أجزاء للهيكل الرئيسى وذلك لتلبية إحتياجات طرأت مستقبلياً بعد البناء بفترة قد تكون طويلة. كذلك بعض المباني القديمة قد تحتاج إلى توسيعات للفراغات الداخلية وهذا غير ممكن فى نظام البناء القديم حيث أن العمارة الثابتة لها هيكل محدد، وقد لا تسمح مواد البناء التقليدية بالإضافة أو التعديل على شكل المبنى إلا فى أضيق الحدود.

أيضاً المباني العامة مثل المتاحف والمستشفيات والمسارح تتطلب أحيانا إضافة مباني كملحقات للمبنى الأصيل بينما تواجه مشكلة المساحة المحدودة لذا يكون من الصعب التوسع بما يناسب المتطلبات الوظيفية الجديدة. من هنا ظهر الإتجاه الأول لتطور العمارة وهو اللجوء لبعض الحلول الإبتكارية البسيطة لإضافة بعض الأجزاء للمبنى وذلك بإستخدام مواد خفيفة قابلة للتمدد كالأخشاب والالهياكل المعدنية والزجاج. مع مراعاة تصميمها بشكل يتوافق مع الشكل الأصيل للمبنى بحيث تظهر كأجزاء جديدة ولكن مكملة للشكل العام للمبنى. نوضح ذلك من خلال بعض الأمثلة كما فى الصورتين (2،1) منازل متطورة بنظام إضافة هياكل خفيفة للمبنى الأصيل.¹⁰

⁹ <http://www.new-territories.com/blog/architecturedeshumeurs/?p=94> 31/7/2017

¹⁰ <https://www.realhomesmagazine.co.uk/completed-projects/case-studies-two-storey-extensions/>



صورة (2) منزل متطور بإضافة هيكل من الخشب والزجاج ملحق بسلاسل الحديدية والذي يسمح بإضافة مساحة داخلية للمطبخ.



صورة (1) منزل متطور بإضافة هيكل من المعدن والزجاج للمبنى الأصلي والذي يسمح بمساحة إضافية لغرفة المعيشة

الاتجاه الثاني:

قابلية تصميم هيكل المبنى نفسه للتطور الذاتي حيث يتكون المبنى من وحدات قابلة للتمدد

العمارة الحديثة التي تتبع النظام الديناميكي في البناء تتميز بمرونة عالية في التصميم وحرية في الحركة في اتجاهات متعددة، لذلك تعد أكثر مناسبة لاحتياجات الإنسان في العصر الحديث. العمارة المتطورة ذاتيا تعطي الفرصة لنمو المساحات الداخلية وتوسيع الفراغات الأصلية لتحقيق أكبر قدر من الاستفادة دون التأثير على الشكل الخارجي للمبنى. وهذا ما يعطي التصميم درجة المرونة اللازمة لتوفير الوقت الذي يتطلبه بناء جزء جديد أو إضافة ملحق للمبنى من مواد أخرى.

ما يحققه هذا الاتجاه هو الوحدة في الشكل والمضمون حيث المبنى قادرا على إنتاج جيل جديد من الوحدات من نفس النوع ونفس الخامات وتحقيق الزيادة المطلوبة في المساحات دون احتياج إلى تعديل في هيكل المبنى حيث أن هذه الإضافة محسوبة مسبقا في التصميم الأصلي. بالتالي يتطور المبنى وينمو تبعا للاحتياجات الوظيفية الجديدة ومن خلال الوحدات المتحركة القابلة للتمدد التي تم برمجتها تبعا لنظام رقمي يحافظ على الشكل العام له، وكأنه كائن حي ينمو ويتطور. كما ذكرنا من قبل هيكل المبنى في العمارة التطورية يتكون من محور أو عدة محاور مترابطة مع بعضها بعلاقات رياضية معقدة، ويعتبر كل محور هو نقطة المركز للوحدات المرتبطة به والتي تكون حرة الحركة سواء بزوايا متعامدة أو متراكبة على بعضها البعض لتكوين الشكل النهائي لهيكل المبنى.

تعتمد العمارة التطورية على عنصرين أساسيين يشترك بينهما عنصر الوظيفة

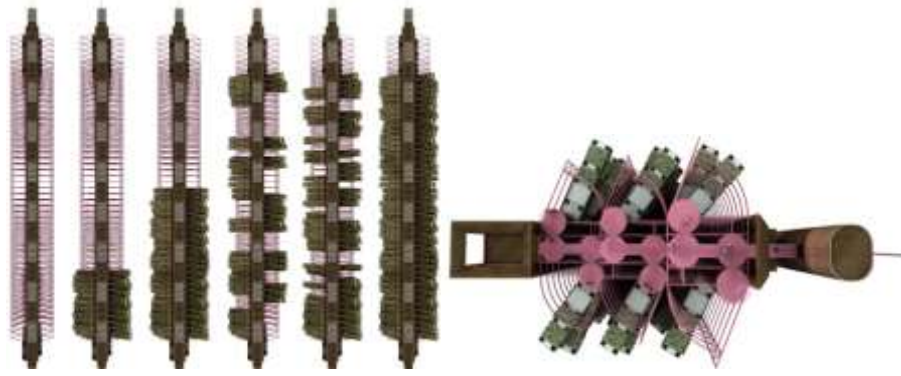
1. شكل الهيكل Form

يجب أن يصمم هيكل المبنى بشكل يتناسب مع فكرة التطور بالتالي يمكن استخدام العديد من الأشكال الهندسية ثنائية أو ثلاثية الأبعاد في تصميم الوحدات، والتي تسمح بالتكرار مع الإزاحة أو التراكب والتعامد على بعضها البعض.

2. التكنولوجيا المستخدمة في تصميم الهيكل Techniques

يصمم المبنى بنظام رقمي وتبعا لحسابات رياضية دقيقة، والهيكل ديناميكي متحرك يعتمد على مواد من الصلب والاسيتيل ومجموعة من الوصلات المتصلة بالكمبيوتر والتي تسمح بالحركة الحرة للوحدات في اتجاهات متعددة حسب التصميم. مثال على ذلك مبنى تطوري عبارة عن ناطحة سحاب مكونة من مئات الوحدات السكنية سابقة التجهيز والقابلة للتمدد. كما يوضح شكل (3) كل من المسططين الأفقي والرأسي للمبنى، والتي توضح المحاور الستة الرئيسية للهيكل وشكل الوحدات مثبتة بأماكنها.





شكل (3) المسططين الأفقي والرأسي لناطقة السحاب المتطورة

أما عن الوحدات المتطورة المستخدمة على طول الهيكل فهي وحدات منفصلة مستطيلة الشكل ، سابقة التجهيز وقابلة للتمدد لتتسع مساحتها إلى الضعف كما يوضح شكل (4) كل من حالتى التمدد والإنكماش للوحدة. تصميم الوحدات مرن ومتطور حيث يمكن استخدام الوحدة كما هي فى حجمها الطبيعي، ثم عند تغير احتياجات ساكنيها يمكن زيادة مساحتها الداخلية لتناسب الوضع الجديد.¹¹



شكل (4) الوحدة المتطورة فى كل من حالتها الأصلية وحالتها بعد التمدد.

رابعاً: أنظمة العمارة التطورية

هناك عدة أنظمة للبناء فى العمارة التطورية تعتمد كل منها على تشكيلات هندسية مختلفة ولكل منها نظام خاص بها يسمح بتكوين هيكل مبنى متكامل قابل للزيادة تبعاً للحاجات المستقبلية وبدون التأثير على الشكل الخارجى للمبنى، حيث أن المبنى تبعاً لهذه الأنظمة يعد مصمم مسبقاً للتطور الذاتى.



¹¹<http://www.tuvie.com/felipe-campolina-designed-a-skyscraper-with-portable-housing-a-new-way-to-inhabit/>
30/8/2017

النظام الأول.....نظام البناء الكبسولات

يعتمد هذا النظام على فكرة التطور من خلال وحدات منفصلة بعضها ثابتة والأخرى قابلة للتمدد والحركة، والتي تسمى "الكبسولة". الكبسولة المفردة تحتوى على المتطلبات اللازمة لاستخدام فرد أو فردين، بينما مع زيادة عدد الكبسولات يمكن تكوين مبنى متكامل مثل الشجرة التي لها فروع تنمو وتتطور مع الوقت تبعا للاحتياجات المتجددة للأفراد.

الجدول (1) التالي يضم الأمثلة التي توضح تصميم الكبسولة وتطور المبنى في نظام الكبسولات:

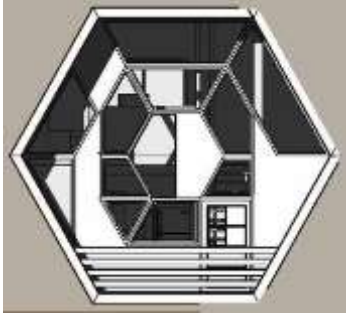
الكبسولة في الحالة المفردة	كبسولة الخلية HIVEHAUS
<p>الكبسولة من تصميم بارى جاكسون، عبارة عن وحدة سداسية منتظمة الشكل مكونة من سقف وأرضية وستة جوانب لها أشكال مختلفة كما هو موضح شكل(5).</p> <p>الحوائط المتحركة تسمح بحرية تصميم المساحة الداخلية تبعا للوظيفة والتي يمكن تغييرها في المستقبل. كل خلية لديها أرجل قابلة للتعديل بحيث يمكن تثبيتها على جميع الأرضيات.</p>	<p>تطور المبنى في نظام الكبسولات</p> <p>الشكل السداسي للوحدات يسمح بضمها على شكل مجموعات، وبذلك يكون لها القابلية على التمدد وتوسيع حجمها بإضافة وحدات ربط كما في شكل (6) والتي تجمع بين وحدتين أو ثلاثة من خلال شبكة مديول¹².</p>
 <p>شكل(5) الأجزاء المكونة لكبسولة الخلية</p>	 <p>شكل (6) نظام تطور كبسولة الخلية</p>
	<p>التطور في هذا النظام يعتمد على الإمتداد الأفقى كما هو موضح بالصورة(3)،ويمكن إضافة العدد المطلوب من الخلايا لإتمام هيكل المبنى.</p>

¹² <http://design-milk.com/hivehaus-modular-hexagonal-home-barry-jackson/>

	<p>الكبسولة في الحالة المفردة الكبسولة عبارة عن أنبوبة إسطوانية مصنعة من الخرسانة معاده التدوير كما يوضح شكل (7)، الوحدة مصممة كغرفة نوم فندقية لفرد أو فردين مع حساب التهوية والإضاءة اللازمة.</p>
<p>شكل (7) الأجزاء المكونة لكبسولة الأنبوبية</p>	<p>تستخدم هذه الكبسولات في فندق توبوهوتل بالمكسيك. وتوضح الصورة (4) التصميم الداخلي لها، والمكون من سرير مزدوج ووحدة جانبية.</p>
	<p>صورة (4) التصميم الداخلي لكبسولة الأنبوبية</p>
	<p>تطور المبنى في نظام الكبسولات فندق تيبوهوتيل كمثال مكون من مجموعة من كبسولات الأنبوبية والتي تظهر على شكل هرمي والناتج عن إرتكاز الوحدة العلوية على محور منتصف الودنتين السفليتين فتصبح كل مجموعة مكونة من ثلاث كبسولات مرتبطة بسلم خارجي. يتطور المبنى في كل من الإتجاهين الأفقي والرأسي حيث يسمح الشكل الإسطوانى للأنايبب بإضافة كبسولة جانبية وأخرى علوية كما في صورة (5). جميع الكبسولات تواجه بعضها البعض في مساحة مفتوحة خارجية مطلة على الحديقة.¹³</p>
<p>صورة (5) الشكل الخارجى لمبنى فندق تيبوهوتيل</p>	<p>كبسولة الأنبوبية TuboHotel</p>

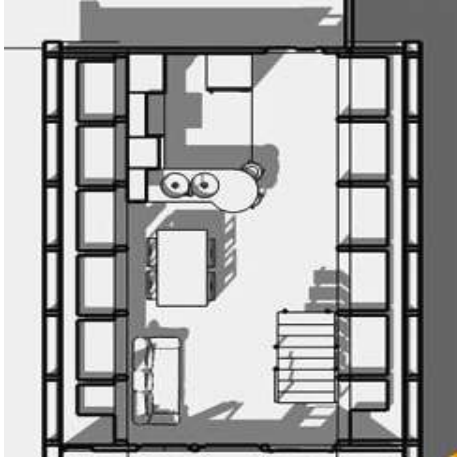
¹³<https://dornob.com/tube-hotel-stacked-sewer-pipes-take-hostel-to-new-heights/> .16/10/2017

الكبسولة في الحالة المفردة



الكبسولة مصممة كمحاكاة لصفائح الجرافين في ذرات الكربون التي تصنع سلسلة متكاملة من خلال عدة علاقات هيكلية ثلاثية الأبعاد. الوحدة سداسية الشكل كما يوضح المسقط الرأسى شكل (8) ، وهو ما يسمح بارتباطها بوحدات أخرى من خلال إحدى الجوانب وكذلك سهولة تثبيتها.

شكل (8) المسقط الرأسى لكبسولة الجرافين



الكبسولة الواحدة مستقلة بنفسها ولها نظام للإضاءة والتهوية. كل وحدة عبارة عن شقة دوبلكس مساحتها 50متر مربع، منقسمة إلى مستويين بينهم سلم داخلي .
المستوى الأول يحتوي على المطبخ وغرفة الطعام، وقطع الأثاث مدمجة في الجدران كما يوضح القطاع الأفقى شكل (9) ، أما المستوى الثاني يحتوي على غرفة نوم وحمام ومكتب.

شكل (9) القطاع الأفقى لكبسولة الجرافين يوضح التصميم الداخلى للدور الأرضى



تطور المبنى في نظام الكبسولات

تطور المبنى يعتمد على إستخدام الجرافين كعنصر هيكلى يسهل تكرار وحداته فى الاتجاهين الأفقى والرأسى. كما فى صورة (6) يتكون المبنى من مجموعة وحدات مدمجة تصنع شكل سلسلة تشبه خلايا النحل.¹⁴

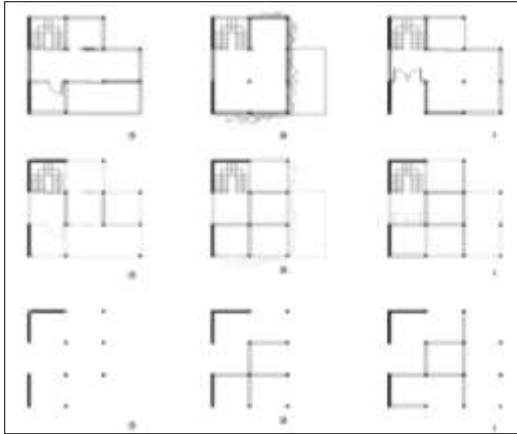
الجدول (1) يوضح تطور المبنى في نظام الكبسولات من خلال عدة أمثلة لأنواع المختلفة للكبسولة.

الكبسولة الجرافين Graphene Loft

النظام الثاني.....نظام المديولر

يعتمد هذا النظام على فكرة التطور من خلال شبكة نمطية تعتمد على تكرار وحدات ثابتة أو متحركة ذات أشكال هندسية مع إحداث إزاحة بشكل معين لتكوين نسق متعارف عليه، تلك الوحدات قابله للنمو والتغيير المستمر للتكيف مع البيئة الداخلية للمبنى.

¹⁴ Fernanda Castro, Concept Graphene Loft, 29 June, 2012. <http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-167166/concepto-grafeno-loft-arketiposchile>



شكل(10) إستخدام المربع لتكوين

شبكة مديول هندسية لإحدى فراغات المبنى¹⁵

العمارة المديولية ذات تصميمات شبكية يمكن من خلالها تكوين مجموعة من الكتل سواء المصممة أو المفرغة والتي تسمح بتشكيلات عديدة ومتنوعة لعناصر هيكل المبنى من أعمدة وحوائط . هذه الشبكات تناسب تصميمات العمارة الديناميكية بشكل كبير حيث تسمح بحركة الإحداثيات من خلال عدة مواضع بدون تقييد بأبعاد محددة وذلك تبعاً للوحدات القياسية المديولية.¹⁶

نستعرض تطور المبنى في نظام المديولر من خلال المثال التالي:

الإسكان الاجتماعي الإيبيري الأمريكي التاسع بيو / الأرجنتين

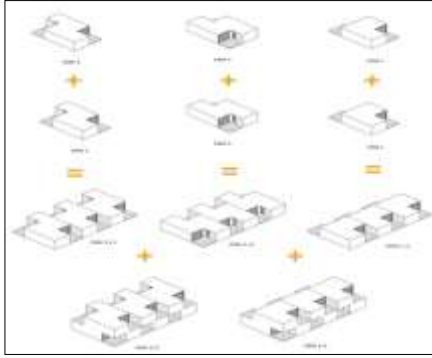
مجموعة من المساكن ذات الطابع الشعبي مدينة روساريو بالأرجنتين بأمريكا الجنوبية شكل (11)، حيث تم تصميم هيكل المبنى بنظام المديولر. بنيت هذه المساكن تبعاً لمبدأ مرونة التصميم من خلال مساحات الاستخدام المشترك التي تسمح بالتفاعل الاجتماعي وتتطور تبعاً لشبكة مديولية.



شكل(11) تطور المبنى تبعاً لنظام المديولر، مبنى الإسكان الاجتماعي الإيبيري الأمريكي

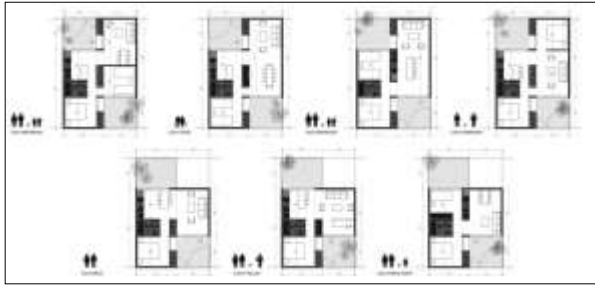
¹⁵ <https://uxmag.com/articles/what-grid-system-architecture-and-the-golden-ratio-do-for-web-design>

¹⁶ أحمد نجم الدين، نحو منظومة أولية للتصميم المعماري باستخدام الشبكات المديولية، دكتورا في التصميم المعماري، كلية هندسة، جامعة القاهرة، بحث منشور بجريدة جامعة الأزهر 2012



المبنى مكون من وحدات مستطيلة الشكل تنشأ الوحدة الأساسية من إزاحة قطعتين متساويتين مع التكرار بشكل نمطى على شبكة مديولية متساوية الأبعاد. يعمل التكرار مع الازاحة شكل (12) على خلق تكوين يتطور لينتج هيكل المبنى. ومع اختلاف اتجاه الازاحة يختلف الشكل النهائى للوحدات حيث بعضها يأخذ شكل حرف S والناتج عن مستطيلين متوازيين بينهم إزاحة، والبعض الآخر يأخذ حرف شكل L .

شكل(12) التكوينات المختلفة لهيكل المبنى فى نظام المديولر



يتطور المبنى من خلال النمو فى الاتجاهين الأفقي والرأسي متبعا مبدأ المرونة التي تسمح بالتغيير الداخلي لفراغات كل وحدة سكنية كما فى شكل (13) تبعا للاحتياجات المستقبلية.¹⁷

شكل(13) التصميم الداخلى للوحدات فى نظام المديولر

يسمح بقدر كبير من المرونة.

النظام الثالث.....نظام الخوارزميات الجينية

الخوارزمية الجينية عبارة عن تقنية حسابية استخدمت فى الهندسة المعمارية من أجل حل المشاكل الوظيفية والشكلية المعقدة، والتي تعتبر كأداة التصميم المعماري يمكن استخدامها فى النظام التطوري المعماري. كما تمثل نظام لحت الهياكل المعمارية الحركية على التصرف بكفاءة، حيث توجد طرق عديدة لتحسين أداء المبنى لتحقيق الاستفادة المثلى على المدى الطويل.¹⁸

التطور بنظام الخوارزميات الجينية يعتمد على حساب البنية المعمارية الحركية للمبنى واختبار حلول عشوائية لضمان التحسين النهائى المناسب للمبنى وتأقلمه مع البيئة. هذا النظام هو نموذج كيفية تطور المبنى ذاتيا والذي يعد اتجاه معماري حديث يعتمد على التشكيل تبعا لحسابات رياضية دقيقة من خلال برامج كمبيوتر متخصصة وعلى مستوى عالي من التكنولوجيا، أى أن هيكل المبنى مبرمج ليتطور من نفسه وينمو لينتج أجزاء جديدة كمحاكاة لعمليات النمو فى الطبيعة.

التطور فى نظام الخوارزميات الجينية :

الخوارزميات الجينية هى نماذج ذاتية النمو تجمع بين العمارة الحيوية والتكنولوجيا الحديثة، حيث أن مستوى التشكيل للنموذج الواحد يتم تصميمه إنشائيا ليسمح بإعادة إنتاج نماذج أخرى على طول الهيكل. يوضح شكل (14) إحدى الخوارزميات من تصميم مايكل هانز ميرير.

¹⁷ Nicolás Valencia, First place in the Ibero-American Social Housing. 19 December, 2014

<https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/759050/primer-lugar-en-concurso-iberoamericano-de-vivienda-social-ix-biau-argentina>

¹⁸ Siyuan Jing, Architectural evolutionary system based on Genetic Algorithms, research paper published on February 17, 2016.

<http://www.interactivearchitecture.org/architectural-evolutionary-system-based-on-genetic-algorithms.html>

شكل (14) خوارزمية نظام لمايكل هانز ميرير.¹⁹

يؤكد هذا النظام على العلاقة بين عملية النمو في الطبيعة وتشكيل الهيكل في نظام الخوارزميات، وتختلف كل خوارزمية تبعاً لأصلها كمحاكاة لنمو إحدى الأشكال في الطبيعة فيصبح لها مدلول وتصنع لغة بينها وبين البيئة التي تنشأ بها.²⁰

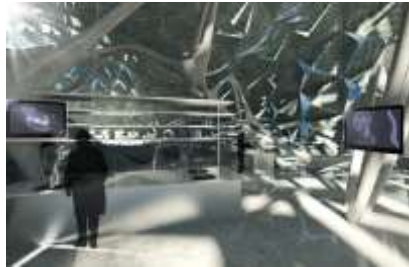
أمثلة على تطور المبنى في نظام الخوارزميات الجينية:

المثال الأول: تصميم معهد بحوث متعددة التخصصات Research Institute



صورة (7) تطور هيكل المبنى تبعاً للخوارزمية

يقع المبنى في وسط مدينة لوس أنجلوس وتصميمه يعد محاكاة لكائن حي يتفاعل مع بيئته حيث يتحكم الهيكل تلقائياً في مسامته من خلال شبكة من الخوارزميات المتقدمة صورة (7). الخوارزمية مكونة من أجزاء هيكلية أولية تتطور منها أجزاء ثانوية موزع عليها الأحمال المختلفة.



شكل (15) تصميم وحدات الفتحات في

واجهه المبنى تبعاً للخوارزمية

تصميم هيكل المبنى يعتمد على مجموعة كبيرة من البيانات والعمليات الحسابية الدقيقة التي تؤثر على كل أجزائه تبعاً لنظام برمجة متخصص يمكن التحكم في واجهة المبنى والتي تتكون من شبكة متقلبة باستمرار من الفتحات الداخلية ولكن أيضاً ملحق بها نظام الفتح والإغلاق لتنقية الهواء وتقليل التلوث.



شكل (16) الفراغات الداخلية للمبنى تبعاً لتصميم الخوارزمية

كذلك يعمل النظام على العزل الصوتي والتحكم في مستويات الصوت داخل المبنى. حيث أن التصميم الداخلي للمبنى شكل (16) تصميم مرن ومفتوح لمجموعة من الأجزاء الهيكلية تربط بينها شبكة وحدات تكرارية تمتد في الاتجاه الأفقى على طول السلسلة الخوارزمية مما يسمح بتطور الفراغات وسهولة التقسيم الداخلى لها تبعاً للحاجة.²¹

¹⁹ Kathrin M. Wiertelarz, Processes of making: Algorithmic methods in architectural practice, book, kassel university press GmbH. 2015 .p39

²⁰ تصريف الباحثة من المرجع السابق ص 38، 39

²¹ <http://www.evolo.us/architecture/research-institute-is-a-study-on-emergent-porosity-through-genetic-algorithms/> 18/12/2017

المثال الثاني: الإسكان الجديد لشنغهاي Algorithmic Housing for Shanghai

المشروع من تصميم مارسين بيلسنيك Marcin Pilsniak مشروع إسكان ليقام بمدينة شنغهاي بالصين، بهدف استكشاف الحلول الممكنة لمشاكل الإسكان في المدن النامية. التصميم يضم مجموعة من المباني المرنة لتناسب البيئة الديناميكية للمدينة كما توضح صورة (8)، وذلك من خلال تطبيق قواعد النمو على الهيكل المعماري والتي تضمن له أن يتطور باستمرار وفقا لتفاعله مع البيئة.

صورة (8) مشروع إسكاني بشنغهاي يتطور بنظام الخوارزمية



المشروع يعد نموذج لإنشاء هياكل معمارية قادرة على التطور الذاتي والاستجابة للتغيرات المستمرة في البيئة المحيطة صورة (9). يعتمد التصميم على ستة خوارزميات مختلفة تم تعيينها على نموذج ثلاثي الأبعاد كمجموعة من الأسطح الديناميكية التي تشكل النظام البيئي الأساسي لمنطقة سكنية.

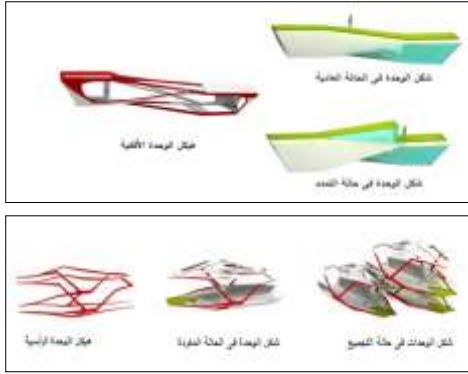
صورة (9) نموذج الهيكل المعماري المتطور بنظام الخوارزمية

نموذج الخوارزمية مقسم إلى أربع فئات رئيسية، بما في ذلك المنطقة السكنية الأساسية والمنطقة السكنية الحديثة والمنطقة التجارية والمنطقة الترفيهية. والخوارزميات الحضرية الستة المستخدمة في المشروع هي (النشاط التجاري، نظام العبور، نظام الحدود، الكثافة السكانية، ارتفاع المبنى، والمناطق الترفيهية). وبناء على ذلك يتم تحويل البيانات التي تم إنشاؤها بواسطة الخوارزميات إلى الهندسة المعمارية من خلال مجموعة أخرى من القواعد التي تترجم المعلومات إلى قانون البناء للتحليل المادي والهيكلية.²²

خامسا: نموذج تطبيقي للعمارة التطورية**مشروع مسابقة الإسكان لعام 2007 Housing Competition 2007**

تصميم كل من جيفري إيلاندر Geoffrey Elander، سانغ دوك Sang Duk Mo المبنى ليس مجرد مبنى سكني أو تجاري ولكنه يشمل كل هذا حيث ينمو بنمو ساكنيه ويتطور لتلبية احتياجاتهم فيصبح مبنى سكني واداري وتجاري في نفس ذات الوقت أي أنه ذاتي التطور صورة (10).

صورة (10) المبنى ذاتي التطور يشمل كل الأنشطة (سكني، تجاري، اداري)



يبدأ تصميم الهيكل من وحدة واحدة والتي تمثل نقطة انطلاق الكبسولات التي تتطور من خلال حسابات دقيقة لإنتاج مجموعة وحدات جديدة كمحاكاة للنواة المركزية التي تجذب حولها عدة محاور. يعتمد التصميم على نوعين من وحدات الكبسولات تتطور لاستيعاب عدد أكبر من الأفراد، كما يظهر في الشكلين (17،18).

الشكلين (17،18) تطور الوحدات في كلا من الاتجاهين الرأسى والأفقى.

هناك مجموعة من الكبسولات تتطور في الاتجاه الرأسى والتي تقع في منتصف المبنى، أما المجموعة الأخرى من الكبسولات تتطور في الاتجاه الأفقى وتقع على الجانبين، هذا التنوع يخلق حركة وانسيابية والتي تحاكي نمو فروع النباتات في الطبيعة صورة(11).



صورة (11) تطور الكبسولات على امتداد هيكل المبنى يحقق الاتصال والحركة.²³

النتائج:

في نهاية البحث تم التوصل الى عدة نتائج:

- العمارة التطورية هي نموذج العمارة الحديثة التي تتناسب مع متطلبات الإنسان المتغيرة من خلال انتاج جيل جديد من المباني المتطورة ذاتيا.
- يمكن للمبنى أن يحاكي نمو الكائنات الحية في الطبيعة من خلال تطبيق مفاهيم التطور في العمارة.
- هناك اتجاهين للتطور في العمارة:
 - الاتجاه الأول: تطور المبنى من خلال إضافة هيكل جديد.
 - الاتجاه الثاني: قابلية المبنى للتطور الذاتي.
- تعتمد العمارة التطورية على عنصرين أساسيين (شكل الهيكل والتكنولوجيا المستخدمة في التصميم).
- المبنى يمكنه أن يتطور وينمو ليستوعب عدد أكبر من الأفراد على المدى الطويل وذلك من خلال إتباع أنظمة تكنولوجية حديثة للبناء.
- هناك عدة أنظمة للبناء في العمارة التطورية حيث أن المبنى تبعا لهذه الأنظمة يعد مصمم مسبقا للتطور الذاتي:
 - النظام الأول نظام البناء الكبسولات.
 - النظام الثاني نظام المديولر.
 - النظام الثالث نظام الخوارزميات الجينية.

²³ <http://www.evolo.us/2010/0/page/50/> 19/12/2017

التوصيات:

في نهاية البحث توصي الباحثة بالتالي:

- دراسة كل من الخامات والميكانيزم لهياكل المباني التطورية ومدى مناسبتها للبيئة التي تنشأ بها لما له من تأثير على قدرة المبنى على التفاعل مع محيطه في المستقبل.
- دراسة التصميم الداخلي للمباني التطورية والذي يتطلب مواصفات خاصة بحيث يوازي التطور مع هيكل المبنى نفسه.
- تحليل نماذج تطبيقية لتكنولوجيا الواقع الافتراضي وكيفية الاستفادة منها في إنشاء فراغات تطويرية من خلال برامج متخصصة.
- دراسة عناصر الفراغ الداخلي المتطور وخاصة قطع الأثاث التي لها قابلية لتغيير شكلها للتأقلم مع الزيادة في عدد الأفراد.

المراجع:

اولا الكتب الإنجليزية

- 1-Neal Panchuk,An Exploration into Biomimicry and its Application in Digital & Parametric (Architectural) design ,master thesis, Waterloo, Ontario, Canada, 2006.p25.
- 2-Kathrin M. Wiertelarz, Processes of making: Algorithmic methods in architectural practice, book, kassel university press GmbH. 2015 .p39.

ثانيا الأبحاث المنشورة

- 1-أحمد نجم الدين،نحو منظومة أولية للتصميم المعماري باستخدام الشبكات المديولية، دكتوراه في التصميم المعماري،كلية هندسة،جامعة القاهرة ، بحث منشور بجريدة جامعة الأزهر 2012
- 2 -Nailuchen, OPEN DESIGN SYSTEM, research paper published on January 31, 2014.
- 3 -Riham Nady, When Beauty and Efficiency Meet: Modular Architecture, research paper, Arch2o, <http://www.arch2o.com/language-modular-architecture.8/8/2016/>
- 4 -Siyuan Jing, Architectural evolutionary system based on Genetic Algorithms, research paper published on February 17, 2016.

ثالثا الرسائل العلمية

- 1 -Neal Panchuk,An Exploration into Biomimicry and its Application in Digital & Parametric (Architectural) design ,master thesis, Waterloo, Ontario, Canada, 2006.p25

رابعا مواقع الانترنت

- 1-<http://www.new-territories.com/blog/architecture/deshumeurs/?p=94>
- 2-<https://www.realhomesmagazine.co.uk/completed-projects/case-studies-two-storey-extensions/>
- 3-<http://www.tuvie.com/felipe-campolina-designed-a-skyscraper-with-portable-housing-a-new-way-to-inhabit/>
- 4-<http://design-milk.com/hivehaus-modular-hexagonal-home-barry-jackson/>
- 5-<https://dornob.com/tube-hotel-stacked-sewer-pipes-take-hostel-to-new-heights/>
- 6-<http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-167166/concepto-grafeno-loft-arketiposchile>
- 7-<https://uxmag.com/articles/what-grid-system-architecture-and-the-golden-ratio-do-for-web-design>
- 8-<https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/759050/primer-lugar-en-concurso-iberoamericano-de-vivienda-social-ix-biau-argentina>
- 9-<http://www.interactivearchitecture.org/architectural-evolutionary-system-based-on-genetic-algorithms.html>
- 10-<http://www.evolu.us/architecture/research-institute-is-a-study-on-emergent-porosity-through-genetic-algorithms/>
- 11-<http://www.evolu.us/architecture/algorithmic-housing/#more-2100>
- 12 - <http://www.evolu.us/2010/0/page/50/>