Journal of Engineering Sciences and Information Technology
Volume (5), Issue (5): 30 Dec 2021
P: 126 - 147

ISSN: 2522-3321

مجلة العلوم الهندسية وتكنولوجيا المعلومات
المجلد (5)، العدد (5): 30 ديسمبر 2021م
ص: 126 - 147

Sustainable Architectural Design of the Residential Compound Towers in Aleppo City Using the Genetic Algorithm

Samer Mohamed Saleh Trissi

Mohamed Najib Kayali

Faculty of Architecture || University of Aleppo || Syria

Ahmed Haj Darwish

Faculty of Informatics Engineering || University of Aleppo || Syria

Abstract: This research aims to find innovative design solution to create sustainable compound residential towers in Aleppo city, for the reconstruction phase, by using the concept of sustainability and benefiting from natural energy sources. International organizations and many countries are interested in applying sustainable architecture standards, reducing emissions, mitigating pollution, and reducing long- term operating costs for buildings by making the most of natural resources. Tower buildings are among the most important design models that have been subject to the concepts of sustainability and their applications, due to their consumption of large amounts of energy. This research presents a study of a sustainable design for a residential compound tower, for the reconstruction phase in Aleppo city, using the genetic algorithm within the Grasshopper program. The tower design Idea depends on developing and linking the basic design idea of the project with main design determinants such as dimensions, heights and other variables, including location and climatic characteristics, and then creating a barometric chart for these connections within the Grasshopper program. This chart links to the Galapagos tool, which is responsible for running the genetic algorithm. The random structure is generated when the algorithm started, and as a result of the cross- breeding, more advanced generations are created. The process continues to reach the most appropriate environmentally sustainable form to reduce the heat load acquired in summer. The model is evaluated environmentally using Ladybug simulation software, to provide solutions for modular residential towers that fit the local environment of Aleppo city. The results of the research showed that the solar heat load was reduced by adopting the genetic algorithm to find the most suitable configuration for the tower. The amount of reduction is 35% between the initial solutions and the final approved solution. The research also revealed that the use of green roofs reduces the heat load by 20%. The research also showed the effect of using shading facades. On the southern, western and eastern directions, the heat gain was reduced by 5%.

Keywords: sustainable design, compound towers, genetic algorithm, generate a solution, reconstruction.

التصميم المعماري المستدام للأبراج السكنية التراكبية في مدينة حلب باستخدام الخوارزمية الجينية

سامر محمد صالح تريسي

محمد نجيب كيالي

كلية الهندسة المعمارية || جامعة حلب || سوريا

أحمد حاج درويش

كلية الهندسة المعلوماتية || جامعة حلب || سوريا

المستخلص: هدف البحث إلى إيجاد حلول تصميمية مبتكرة، لإنشاء أبراج سكنية تراكبية مستدامة ضمن مدينة حلب لمرحلة إعادة الإعمار، وذلك من خلال التركيز على مفهوم الاستدامة والاستفادة من مصادر الطاقة الطبيعية، وسط الاهتمام الكبير من جانب الدول والمنظمات الدولية لتطبيق معايير العمارة المستدامة، لتقليل الانبعاثات وتخفيف التلوث، وخفض تكاليف تشغيل الأبنية على المدى البعيد، والاستفادة القصوى من الموارد الطبيعية وتعتبر الأبنية البرجية من أهم النماذج التصميمية التي خضعت لمفاهيم الاستدامة وتطبيقاتها وذلك لاستهلاكها كميات كبيرة من الطاقة. يقدم هذا البحث دراسة لتصميم مستدام لبرج سكني تراكبي لمرحلة إعادة الإعمار في مدينة حلب، وذلك باستخدام الخوارزمية الجينية ضمن برنامج Grasshopper، تقوم الفكرة الأساسية لتصميم البرج على وضع فكرة التصميم الأساسية للمشروع، وربطها بالمحددات الأساسية للتصميم كالأبعاد والارتفاعات و المتغيرات الأخرى، كالموقع والخصائص المناخية، ثم إنشاء مخطط بارمتري لهذه العلاقات ضمن برنامج Grasshopper، يربط هذا المخطط بالأداة المسؤولة عن تشغيل الخوارزمية الجينية وهي Galapagos، في بداية عمل الخوارزمية يتم توليد المجتمع العشوائي، وبنتيجة عمليات التزاوج تنشئ أجيال أكثر تطوراً، تستمر العملية للوصول للشكل الأنسب المستدام بيئياً، من حيث خفض الحمل الحراري المكتسب صيفياً، تتم هذه العمليات باستخدام برنامج Grasshopper، ويتم تقييم النموذج بيئياً باستخدام برنامج المحاكاة ladybug وتقديم حلول لأبراج سكنية تراكبية تناسب البيئة المحلية لمدينة حلب، أوضحت نتائج البحث خفض الحمل الحراري الشمسي باعتماد الخوارزمية الجينية لإيجاد التكوين الأنسب للبرج، مقدار الخفض هو 35% بين الحلول الأولية والحل النهائي المعتمد، كما أوصل البحث إلى أن استخدام الأسطح الخضراء يخفض الحمل الحراري بمقدار 20%، كما أوضح البحث أثر استخدام واجهات التظليل على الاتجاهات الجنوبية والغربية والشرقية قد أدى إلى خفض الكسب الحراري بمقدار 5%.

الكلمات المفتاحية: التصميم المستدام، الأبراج التراكبية، الخوارزمية الجينية، توليد الحلول، إعادة الإعمار. Grasshopper.

المقدمة.

تعتبر مشكلة تأمين السكن للناس بعد الحرب من أهم المشاكل التي تواجهها سورية، ومع حجم الدمار الذي سببته الحرب لابد من الاتجاه الشاقولي لحل هذه المشكلة، لهذا يدرس البحث إمكانية إقامة أبراج سكنية مستدامة، حيث باتت الاستدامة ضرورة من ضروريات العصر وذلك للاستفادة من الموارد الطبيعية المتوفرة وللحد من تلوث البيئة، ومع محدودية عدد الأبنية البرجية في مدينة حلب، كان لابد من دراسة واقع الأبنية البرجية في حلب وتقييمها على صعيد الاستدامة. ودراسة بعض التجارب العربية والعالمية. مع إمكانية الاستفادة من التطور العلمي والتكنولوجي الذي أتاح امكانيات جديدة في دراسة التصميم المعماري. كبرامج التصميم بمعونة الحاسب والبرمجيات التي تساعد في عملية التصميم كالخوارزميات التطبيقية والخوارزمية الجينية. هذا التطور حول دور المهندس المعماري من دور المصمم الى دور المراقب لعملية تطور التصميم باستخدام الخوارزميات. كما ساهمت برامج المحاكاة بإمكانية توقع جودة العمل المعماري من خلال تقييم كفاءته البيئية ومدى ملائمته لواقع المنطقة المراد البناء فيها. يقدم البحث بعض الحالات الدراسية لمقترحات تطوير الأبنية البرجية التراكبية باستخدام الخوارزمية الجينية ضمن تطبيق برنامج Grasshopp

مشكلة البحث:

عرفت مدينة حلب القديمة بعراقتها المعمارية، حيث تميزت ببيوتها التقليدية وقصورها المميزة، ولكن الحركة المعمارية الحديثة في المدينة لم تنظر إلى الأصالة المتجذرة، ولم تواكب الانفتاح العالمي نحو التطور المعماري والتكنولوجي خصوصاً في الاتجاه نحو الأبنية البرجية، ولذلك يسعى البحث الى توجيه النظر إلى هذه الإشكالية.

هدف البحث:

يهدف البحث إلى:

1- تطوير طرق التصميم المعماري في سوريا، باستخدام الأساليب المتبعة حديثاً في العالم كالخوارزميات التطورية وأدوات المحاكاة الرقمية.
2- إيجاد مقترحات لتصميم أبنية برجية مستدامة لمرحلة إعادة الإعمار في سوريا

فرضيات الدراسة:

تفترض الدراسة:

1- استخدام الخوارزمية الجينية كطريقة لتوليد الحلول المعمارية.
2- الأبراج السكنية التراكبية كحل للإسكان في مرحلة ما بعد الحرب.

أهمية الدراسة:

تنبع الاهمية العلمية للدراسة من خلال تقديمه لاقتراحات تطوير بناء الأبنية البرجية في مدينة حلب باستخدام الخوارزمية الجينية وفق معايير الاستدامة المتبعة عالميا، وتقديم حلول لتطوير التصميم المعماري للأبراج بما يناسب البيئة المحلية لمدينة حلب. وذلك باستخدام الخوارزمية الجينية بالإضافة لتوضيح طريقة بناء النموذج الخوارزمي وآليات تطويره على مستوى الشكل والمضمون واختبار الأداء البيئي المستدام باستخدام برنامج Grasshopper.

منهجية الدراسة.

أ- **تحليل الدراسات المرجعية**: من خلال دراسة مفاهيم ومعايير الاستدامة، وربط هذه المعايير مع التكوين المعماري وطرق توليد الأشكال المعماري، ودراسة وتحليل بعض الأبنية البرجية المستدامة والدور الخوارزمي المستخدم في تصميمها، والتعريف بالبرامج المستخدمة وهي:

Grasshopper : برنامج يضاف الى برنامج. Rhino يوفر مجموعة متنوعة من الرسومات التفاعلية لدعم عملية اتخاذ القرار خلال المراحل الأولية للتصميم. كما أنه يبسط عملية التحليل وأتمتة الحسابات ويسرعها، ويوفر فهم التصورات الرسومية في واجهة النمذجة ثلاثية الأبعاد لـ Rhino وGrasshopper، يتحكم بالعديد من البارامترات البيئية.

Ladybug: أداة تصميم مناخي متكاملة ومفتوحة المصدر تساعد هذه الأداة في تحقيق حلول أداء متكاملة في مرحلة مبكرة. مما يجعل التحليل تفاعليًا للغاية، من خلال دمج تحليل بيانات الطقس والمحاكاة المتقدمة في بيئة بارا مترية تم استيراد ملفات الطقس Energy- Plus القياسية (EPW) بواسطة تقنية Ladybug

Galapagos : يقوم بتشغيل الخوارزمية الجينية ضمن برنامج Grasshopper لتوليد الحل الأمثل لبيئة العمل وفق المحددات المفروضة في بداية العمل.

ب- **منهجية التجريب:** من خلال تقديم المقترحات والتصاميم المستدامة للأبراج وتوليد الحلول باستخدام الخوارزمية الجينية، وربطها بملف المناخ لمدينة حلب.

ج- **حدود الدراسة**: مدينة حلب

هيكلة الدراسة:

تم تقسيم هذه الدراسة إلى مبحثين، يتناول المبحث الأول منها الإطار النظري للدراسة والدراسات السابقة، بينما يتطرق المبحث الثاني إلى إنشاء الحلول التصميمية ووضع المقترحات

المبحث الأول- الإطار النظري والدراسات السابقة

أولاً- الإطار النظري: مفهوم ومعايير الاستدامة وآلية عمل الخوارزمية الجينية

1- مفهوم الاستدامة:

مفهوم الاستدامة هو الاستغلال الأمثل للموارد والإمكانات المتاحة سواء كانت بشرية أو مادية أو طبيعية بشكل فعال ومتوازن بيئيا وعمرانيا لضمان استمرارية الإدامة دون إهدار مكتسبات الأجيال القادمة (RITCHIEA, 2009) أما في المؤتمر العالمي للتنمية والبيئة تمت صياغة مفهوم الاستدامة (بأنها سد حاجات الناس في الحاضر دون التأثير على الأجيال القادمة لسد احتياجاتهم في المستقبل) (United Nations, 1987). قدم هذا التعريف لأول مرة 1987 ويعني تحقيق حاجة الحاضر من دون التأثير في الأجيال القادمة وتحسين نوعية حياة الإنسان في ظل محدودية سعة النظام البيئي. وقد تم تحديد أربعة أهداف للأبنية المستدامة بموجب منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (OECD)، 1- كفاءة المصادر 2- كفاءة الطاقة 3- التوافق مع البيئة 4- التكاملية وتنظيم المناهج (ومن ضمنها تنظيم إدارة البيئة). التصميم المستدام، العمارة الخضراء، الإنشاءات المستدامة، البناء الأخضر، هذه المفاهيم جميعها ما هي إلا طرق وأساليب جديدة للتصميم والبناء تستحضر التحديات البيئية والاقتصادية التي ألقت بظلالها على مختلف القطاعات في هذا العصر، فالمباني الجديدة يتم تصميمها وتنفيذها وتشغيلها بأساليب وتقنيات متطورة تسهم في تقليل الأثر البيئي، وفي نفس الوقت تقود إلى خفض تكاليف التشغيل والصيانة، كما أنها تسهم في توفير بيئة عمرانية آمنة ومريحة. وهكذا فإن ضروريات تبني مفهوم الاستدامة في القطاع العمراني لا تختلف عن الضرورة التي أدت إلى ظهور وتبني مفهوم التنمية المستدامة (Sustainable Development) بأبعادها البيئية والاقتصادية والاجتماعية المتداخلة (محمود، 2004)

2- العمارة المستدامة:

مصطلح العمارة المستدامة مرتبط بالتصميم المعماري البيئي، وتصف العمارة المستدامة أننا نحصل على ما نحتاج من الكون وهذا الإدراك يوجهنا للاستفادة من الموارد الطبيعية المتوافرة وتوظيفها لخدمة الحضارة الإنسانية وبالتالي التعريف الإجرائي لمفهوم الاستدامة في العمارة: هو الحفاظ على الأنظمة الايكولوجية والاقتصادية والاجتماعية المشكلة للبيئة الحضرية والتعامل مع الموارد والتوجه التقني للتطوير بصورة متناغمة ومتوافقة مع الاحتياجات الحالية والمستقبلية للإنسان) محي هلال، 2014).

3- معايير التصميم المعماري المستدام:

الاتجاه العالمي نحو الاستدامة ومبادرات التصميم الأخضر وتطبيقات التصميم المستدام أدت الى ظهور بعض الأنظمة لتقييم أداء المبنى مثل معيار (BREEAM) الذي يتم تطبيقه في بريطانيا منذ عام 1990م، ومعيار رئاسة الطاقة والتصميم البيئي (LEED) في الولايات المتحدة الأمريكية، بدء بتطبيقه عام 2000 م، تمنح شهادة الـ (LEED) للمشاريع المتميزة في تطبيقات العمارة المستدامة، وتتكون من ستة معايير رئيسية (YUDELSON, 2008) وهي:

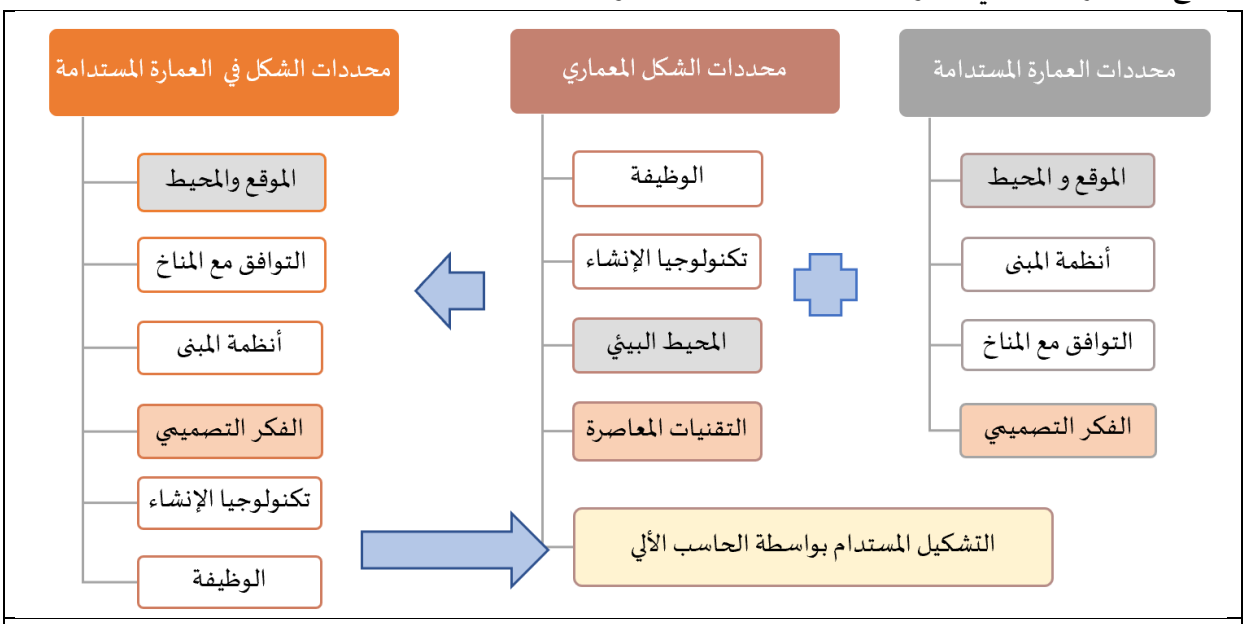
اختيار الموقع وتطوير الاستدامة البيئية له، الاستعمال الأكفأ لمصادر المياه، كفاءة الطاقة، الحفاظ على مواد البناء، حماية وتحسين كفاءة البيئة الداخلية، الإبداع في التصميم (الإداء النموذجي لمعايير LEED، تكامل التصميم. . الخ)

4- محددات التصميم المعماري المستدام:

تتأثر أشكال المباني المصممة باستخدام الطرق التقنية في العمارة المستدامة باحتياجات ومحددات لهذه النوعية من التصميم، فتشكل نتاجاً لتفاعل هذه العوامل والمحددات وتأثيرها المتبادل. تعتبر محددات التصميم المستدام عموماً محددات ثابتة لأي نوع من المباني ولكنها متغيرة بتغير المفاهيم والقيم الخاصة بكل عصر وتوجهاته المعمارية، فالمحددات الرئيسة والمؤثرة بشكل مباشر في تكوين المباني المستدامة، وخصوصاً المعايير الخاصة بـ LEED وهي

1. اختيار الموقع المناسب وتطوير الاستدامة البيئية له: البنية التحتية البيئة وغيرها
2. الاستعمال الأمثل لمصادر المياه: تخفيض الاستهلاك، المعالجة، البحث عن مصادر بديلة وغيرها.
3. كفاءة الطاقة: استعمال مصادر الطاقة المتجددة، وحماية المصادر الطبيعية، وترشيد الطاقة وغيرها.
4. الحفاظ على مواد البناء: تقليل استهلاكها، وترشيد استهلاك المواد الطبيعية، وإعادة التدوير استخدام المواد المحلية، وتقليل الهدر وغيرها.
5. حماية وتحسين كفاءة البيئة الداخلية: الإضاءة، والتهوية، والحرارة وغيرها.
6. الإبداع في التصميم: الأداء النموذجي لمعايير LEED ، وتكامل التصميم وغيرها.

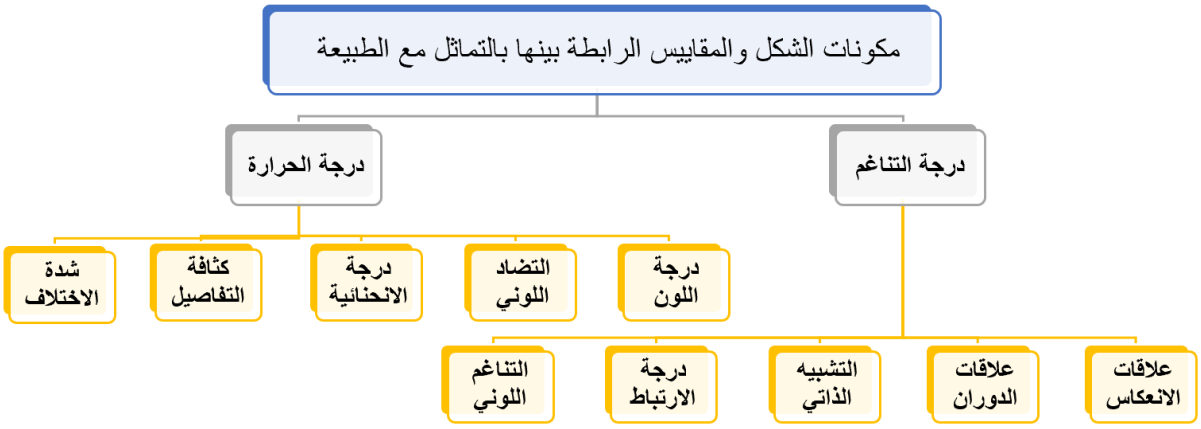
أظهر تحليل مفاهيم العمارة المستدامة والتكوين لمعايير LEED ودراسة بعض الأمثلة، استنتاج أهم محددات تكوين شكل المبنى في العمارة المستدامة بحيث تشمل كلاً من موقع المبنى والمحيط، وأنظمة المبنى، والتوافق مع المناخ، والفكر التصميمي، والوظيفة وتقنيات الإنشاء (عجور 2012).



شكل (1) محددات الشكل المعماري في العمارة المستدامة [الباحثون]

تعد أبحاث **Salingaros** في كتابه Theory of architecture عام 2008 من أهم الأبحاث التي توضح أهمية دخول أساليب التصميم الرقمي وأدوات التحليل في العمارة، حيث تعد أدوات لمعرفة القوانين التي تتحكم في التكوين المعماري وخصائصه الجوهرية. فالتكوين المعماري ومقابله البيولوجي يمتلكان نظاماً دقيقا وفق مصفوفات وأسس

رياضية تمنح التكوين هيئته وخصائصه بالتنظيم والتعقيد والعشوائية والتناسق والحرارة والربط بين كافة عناصر التصميم.



شكل (2) محددات الشكل [الباحثون] حسب سيلنغاروس

5- أمثلة لتطوير تصميم الأبراج باستخدام الفكر الخوارزمي

من الأمثلة العربية يعتبر برج بيروت التراسي من تصميم المعماريان السويسريان Herzog and de Meuro، شُكلت الشقق بنمط تراكبي للخلف و للأمام، حيث سمح هذا التراكب بتوليد إيقاعات من الظل والنور بشكل متناغم، دُرس التشكيل الأمثل لبروزات التراسات باستخدام الخوارزمية الجينية لتوليد الحل الأمثل بيئيا (Herzog & de Meuron2013),

كما تعتبر قرية السماء Sky Village من تصميم MVRDV، حيث صمم البرج ليكون بمثابة أكروبوليس من وحدات قابلة للتراكب فوق بعضها البعض، (Maleki, 2013)

قاعة المدينة لندن London City Hall من تصميم Foster & partners، شكل المبنى مشتق من كرة معدلة هندسيًا، تم تطويرها باستخدام تقنيات النمذجة الحاسوبية. طور التصميم باراميترياً ببرنامج (MicroStation) من (CAD) باستخدام الخوارزميات التوليدية لتحسين الأداء البيئي بنسبة (25%).

برج سويس ري Swiss Reinsurance من تصميم Foster & partners، اعتبرت الإضاءة والتهوية وخفض استهلاك الطاقة، كجينات مولدة لصياغة هندسة الشكل، فضلاً عن التحميل الانشائي والهيكلي، ووظف إمكانات الهندسة الترابطية باستخدام الخوازميات التطورية لإيجاد الشكل، بالهام من وحي الطبيعة بأبعاد كسرية على وفق مفهوم التشبيه الذاتي. (Oxman, 2014)، واستخدم المصمم برمجية مصممة من شركة (Bently system) لصياغة الشكل بالنمذجة ثلاثية الابعاد والتي تغير الجينات المولدة للشكل بمرونة ودقة عالية. لإتاحة القدرة على التغيير والتوليد والتحسين لأي عنصر أو مكون في النموذج، بالتعامل مع عناصر الشكل كمعادلات رياضية تقوم الحوسبة بتبسيط عملياتها. وساعدت النمذجة الرقمية على توفير قاعدة بيانات لكل عنصر والتعامل معه بصورة منفردة مما أتاح سهولة تصميم وتحميل النظام الهيكلي ومكوناته. المصدر:(www. fosterandpartners. com)

6- الغراس هوبر Grasshopper :

هو برنامج يضاف الى برنامج Rhinoيقوم بتطبيق وانتاج الاشكال المعقدة بنسبة خطأ محدودة والتي يصعب على المهندس عملها ضمن برنامج Rhino لتعقيدها البالغ والتي من الممكن ان ترافقها الاخطاء أو قد تأخذ وقتا طويلا جدا بالنمذجة أو تكون مستحيلة النمذجة اليدوية كما يقدم حلول لتطوير النماذج المرسومة وتوليد حلول جديدة وفق مبدأ الخوارزمية الجينية وتقيمها بالعديد من البرامج الملحقة والتي تعمل ضمن بيئة Grasshopper. ألية عمل

البرنامج تقوم على سلسلة من الأوامر والحسابات والمعادلات او الخوارزميات (خطية –لوغاريتمية) وتكرار للأجسام مع تعديل بمحاور الشكل وحجمه وترتيب التوزيع بما يتم إدخاله من محددات.

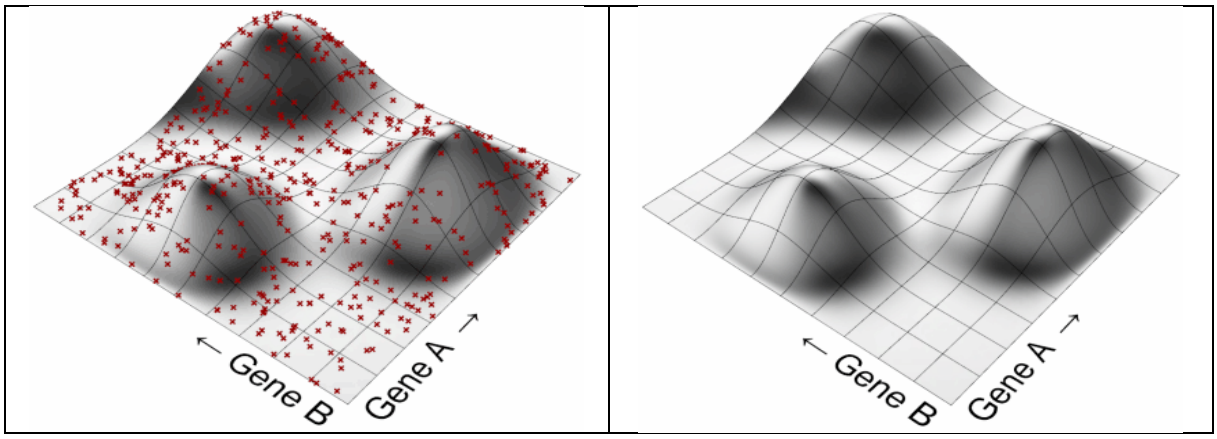
الخوارزمية الجينية في Galapagos

بدأ استخدام الحلول التطورية أو الخوارزميات الجينية من أوائل الستينيات. حيث تنبع الإشارات الأولى إلى هذا المجال الحسابي عندما نشر لورانس جيه فوغل مقالًا مميزًا بعنوان "حول تنظيم الفكر" والذي أطلق أولى المساعي في الحوسبة التطورية. شهدت أوائل السبعينيات مزيدًا من الأعمال الأساسية التي أنتجها إنغو ريشنبرغ وجون هنري هولاند. لم يكتسب الحساب التطوري شهرة خارج عالم المبرمجين حتى كتاب ريتشارد دوكينز، "The Blind Watchmaker" في عام 1986، والذي جاء مع برنامج صغير أنتج تدفقاً لا نهاية له من مخططات الجسم تسمى "Bio-morphs" بناءً على الانتقاء البشري. منذ 1980 أتاح ظهور الكمبيوتر الشخصي للأفراد الذين ليس لديهم تمويل حكومي تطبيق المبادئ التطورية على المشاريع الشخصية ومنذ ذلك الحين أصبحت هي اللغة الشائعة. قد يكون مصطلح "الخوارزميات التطورية" معروفًا على نطاق واسع في هذه المرحلة من الزمن، حيث التطبيقات الموجودة التي تطبق المنطق التطوري إما تهدف إلى حل مشاكل محددة، أو هي مكتبات عامة تسمح للمبرمجين الآخرين بالتعامل معها. يوفر غالاباغوس منصة عامة لتطبيق الخوارزميات التطورية لاستخدامها في مجموعة متنوعة من حل المشكلات من قبل غير المبرمجين. (Rutten, 2010)

آليات العمل غالاباغوس

آلية تشغيل الحل التطوري سنستعرض العملية كسلسلة من إطارات الصور، حيث يُظهر كل إطار حالة ما. يمثل الشكل (3) مظهر اللياقة البدنية لنموذج معين. يحتوي على متغيرين، مما يعني قيمتين مسموح التغيير لقيمة كل متغير. في الخوارزميات الجينية نشير إلى المتغيرات أو البارامترات بالجينات. عندما نغير الجين، تتغير حالة النموذج وإما أن تصبح أفضل أو أسوأ (حسب ما نبحث عنه). مع لذلك تغير الجين أ، ترتفع أو تنخفض ملاءمة النموذج بأكمله. ولكن لكل قيمة من A، أيضاً يمكننا تغيير قيمة الجينB، مما ينتج عنه نماذج أفضل أو أسوأ من A و B. (Latifi, 2016)

"السكان" في لحظة معينة، يوضح الشكل (3) اللياقة البدنية، الهدف هنا إيجاد أفضل نقطة للإشراف في هذا المشهد، أثناء التحدث عن "منظر طبيعي" بالمعنى الدقيق للكلمة، عندما يبدأ الحل. الخطوة الأولى هي توليد المجتمع العشوائي مع إعطاء القيم العشوائية لكل من AوB، الجينيوم أو الفرد هو مجموع كل الجينات المتغيرة التوزيع التالي:

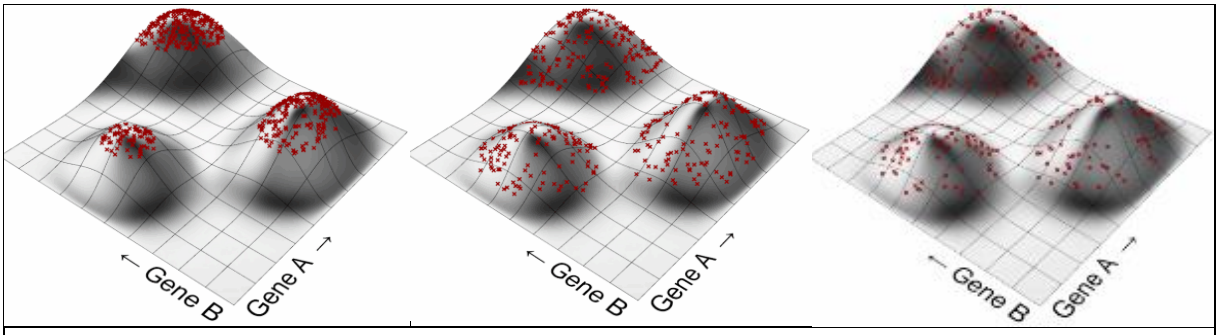


محاور قيم الجينات	المجتمع العشوائي

الشكل(3) مظهر اللياقة البدنية لنموذج معين (Latifi, 2016)

تتحقق الخوارزمية من الأصلح إلى الارتفاع. نحن نبحث عن أرض مرتفعة لتحقيق الإشراف على المناظر الطبيعية ومن المعقول أن تكون الجينومات الأعلى أقرب إلى المرتفعات من بقية الجينات:

مع الجيل الأول ستبدأ النقاط بالصعود إلى المرتفعات:



الشكل (4) مع مرور الأجيال يتم اعتماد الجين ذو القيمة الأعلى(Latifi, 2016)

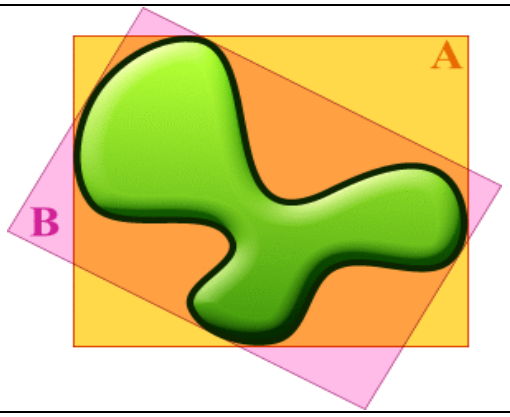
مع مرور الأجيال ستستمر الخوارزمية بالتحسين وصولاً للحل الأمثل عند أعلى القمة وإعطاء القيم الأفضل لكل جين حتى الوصول إلى الحل النهائي والذي سيعطي أفضل الأفراد: (Latifi, 2016)

آلية العمل واختيار الأفراد والتقييم:

وظيفة اللياقة البدنية، آلية الاختيار، خوارزمية اقتران، خوارزمية الاندماج، مصنع الطفرة

وظائف اللياقة البدنية

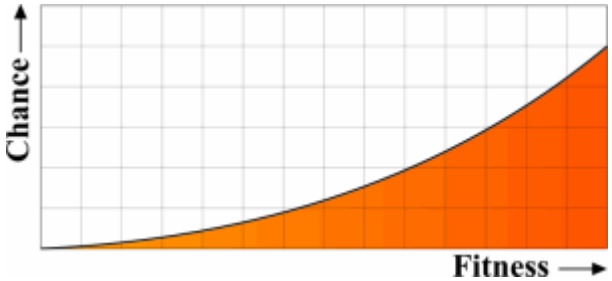
يعد من الصعب جدًا تحديد ما تعنيه بالضبط أن تكون لائقًا في التطور البيولوجي، فاللياقة هي عدة قوى متضاربة. في الخوارزميات التطورية، تعتبر اللياقة مفهومًا سهلًا للغاية فهي *كل ما نريده*، عندما نحاول حل مشكلة معينة، وبالتالي فإننا نعرف معنى أن تكون لائقًا .على سبيل المثال، إذا كنا نسعى إلى وضع شكل بحيث يمكن قصه بأقل قدر من نفايات المواد، فهناك وظيفة لياقة صارمة للغاية لا تترك مجالًا للجدل .حيث يمثل الشكل نموذجًا لتغليف كائن في مربع إحاطة بحجم أدنى .المربع المحيط الأدنى هو أصغر مربع متعامد يحتوي بالكامل على أي شكل معين .يوضح الشكل تغليف الشكل الأخضر بمربعين محيطين .منطقة B أصغر من A وبالتالي فهي أكثر ملاءمة، سيمثل الجين A الدوران حول المحور X وسيمثل الجين B الدوران حول المحور .Y ليست هناك حاجة للسماح بالدوران أعلى من 360 درجة، لذلك فإن كلا الجينين لهما مجال عمل محدود.

	زوايا الدوران	من 0- 90
	عدد الاحتمالات مع منزلة عشرية واحدة لزوايا الدوران	900 احتمال
	سيتم التدوير للحصول على أنسب شكل للمغلف	

الشكل (5) يوضح مساحة وتوضع اللوح الأنسب لإجراء عملية القص(*Rutten*, 2010)

آليات الاختيار:

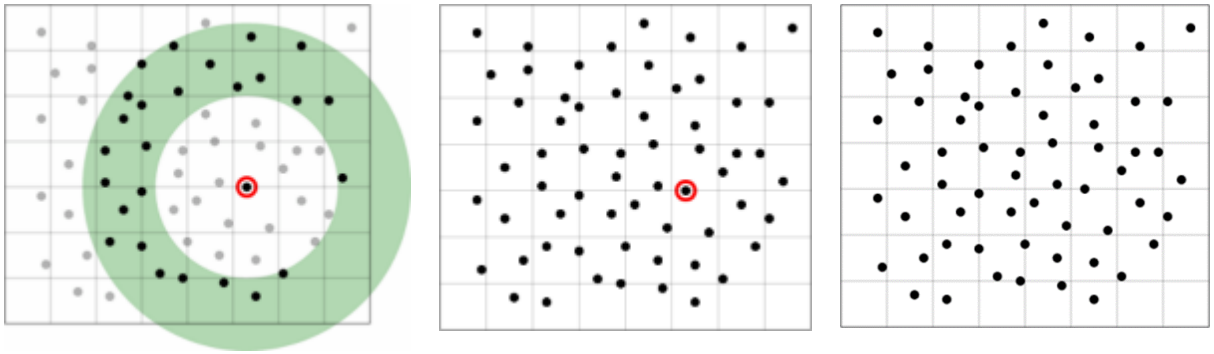
يستمر التطور البيولوجي عن طريق الانتقاء الطبيعي. القوة التي حددها داروين باعتبارها الحَكَم في التقدم، يؤثر الانتقاء الطبيعي على اتجاه تجمع الجينات بمرور الوقت من خلال تنظيم من يحصل على التزاوج. في الحالات القصوى، يتم منع التزاوج لأن جينوم معين غير لائق لدرجة أن حامله لا يمكنه البقاء حتى سن الإنجاب. عند حل المشكلات باستخدامEvolutionary Solver، نستخدم *دائمًا* شكلاً من أشكال الاختيار الاصطناعي. وهو الاختيار حسب الخواص، وبالتالي اختار الأفراد التي تحقق أعلى نسبة من الخصائص المطلوبة لإجراء عملية التزاوج. (Rutten, 2010)



الشكل (6) يوضح العلاقة ما بين فرص الاختيار والكفاءة (*Rutten*, 2010)

خوارزميات الاقتران

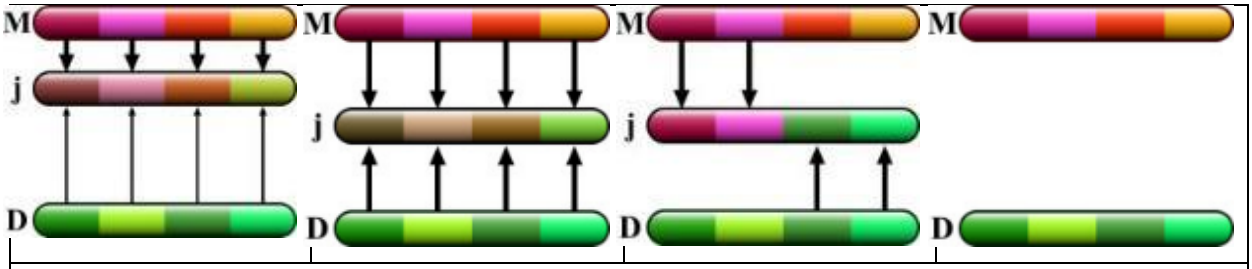
الاقتران هو عملية العثور على رفقاء. بمجرد أن يتم اختيار الجينوم للتزاوج بواسطة خوارزمية التحديد النشطة، يجب عليه اختيار رفيق من السكان لإكمال الفعل. هناك بالطبع العديد من الطرق التي يمكن أن يحدث بها اختيار الشريك، لكن جزر غالاباغوس في الوقت الحالي تسمح بطريقة واحدة، الاختيار عن طريق المسافة الجينومية. من أجل شرح ذلك بالتفصيل، تُمثل جميع الجينومات (الأفراد) في مجموعة سكانية معينة كنقاط على شبكة. المسافة بين جينومين على الشبكة متشابهة تقريبًا مع المسافة بين الجينومات في مساحة الجين. يُحدد جينوم واحد من خلال عدد من الجينات. نحن نفترض أن جميع الجينومات في نوع ما لها نفس العدد من الجينات (تقنيًا هذا ليس تقييدًا للخوارزميات التطورية، على الرغم من أنها حاليًا تشكل قيد في غالاباغوس). تمثل النقطة الحمراء أحد الأفراد المعد للتزاوج في حال كانت النقاط قريبة جدا فإن الأفراد متشابهون وبالتالي نتيجة التزاوج ستكون مشابهة للأفراد الأصليين، أما الأفراد البعيدة فإنها مختلفة بشكل كبير مما يؤدي إلى حالة من عدم التوافق. يبدو أن الخيار الأفضل هو تحقيق التوازن بين الأفراد القريبين والبعيدين .لاختيار الأفراد الذين ليسوا قريبين جدًا وليسوا بعيدين جدًا .(Rutten, 2010)



الشكل (7) يوضح اللون الأخضر نطاق الاختيار في غالاباغوس. (*Rutten*, 2010)

خوارزميات الاندماج

بمجرد اختيار الرفيق، يجب إنشاء النسل. على المستوى الجيني، العملية البيولوجية لإعادة تركيب الجينات معقدة بشكل رهيب وهي عرضة للتطور. ومن المفارقات أن الجينات البيولوجية هي أكثر رقمية من الجينات الآلية. كما اكتشف مندل في ستينيات القرن التاسع عشر، فإن الجينات ليست صفات متغيرة باستمرار. بدلاً من ذلك، يتصرفون مثل مفاتيح التشغيل والإيقاف. الجينات في الحل التطوري مثل غالاباغوس تتصرف مثل أرقام الفاصلة العائمة، التي يمكنها تحمل جميع القيم بين طرفي نقيض عدديين .عندما يتزاوج جينومين، نحتاج إلى تحديد القيم التي يجب تخصيصها لجينات النسل. مرة أخرى، توفر غالاباغوس عدة آليات لتحقيق ذلك، تخيل أن لدينا جينومين من أربعة جينات لكل منهما .لا يوجد جنس ولا خصائص قائمة على الجنس في الحل، لذا فإن الجمع بين M و D يحتمل أن يكون عملية متماثلة تمامًا .الآلية التي هي مرادفة إلى حد ما لإعادة التركيب البيولوجي هي التزاوج المتقاطع، حيث يرث الصغير عددًا عشوائيًا من الجينات من الأم والباقي من الأب .في هذه الآلية يتم الحفاظ على قيمة الجين(Rutten,). 2010 كم هو موضح في الشكل (8)

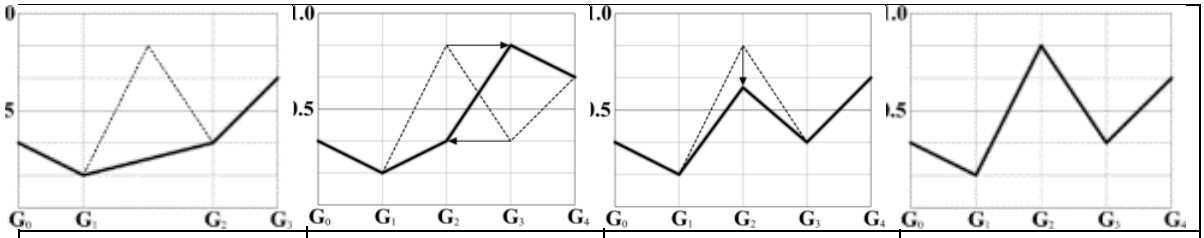


الشكل (8) طريقة دمج الجينات في غالاباغوس. (*Rutten*, 2010)

سيحسب Blend Coalescence القيم الجديدة للجينات بناءً على كلا الوالدين، من الممكن أيضًا إضافة تفضيل مزج بناءً على الملاءمة النسبية. إذا كانت الأم أفضل من الأب على سبيل المثال، فستكون قيمها الجينية أكثر بروزًا في النسل.

مصانع الطفرات

صممت الآليات السابقة (الاختيار والاقتران والاندماج) لتحسين جودة الحلول على أساس جيل بعد جيل. ومع ذلك، فإن كل منها لديه ميل لتقليل التنوع البيولوجي في السكان .الآلية الوحيدة التي يمكن أن تقدم التنوع هي الطفرة .تتوفر عدة أنواع من الطفرات في نواة غالاباغوس، على الرغم من أن طبيعة التنفيذ في Grasshopperفي الوقت الحالي تقيد الطفرة المحتملة على طفرات النقطة فقط .(Rutten, 2010)



مخطط الجينيوم	طفرة نقطة	طفرة معكوسة	طفرة معكوسة

الشكل (9) أشكال حدوث الطفرة في غالاباغوس. (Rutten, 2010)

الواقع المناخي والأبنية البرجية في مدينة حلب:

يمكن اعتبار المناخ في حلب مناخاً شبه قاري، نظراً لأن سلسلة الجبال المحاذية للبحر الأبيض المتوسط الشاملة جبال اللاذقية وجبال الأمانوس تقوم بحجب تأثيرات المناخ المتوسطي على المدينة. معدل درجات الحرارة يتراوح بين 18- 20 درجة مئوية، ومتوسط هطول الأمطار حوالي 385 ملم. 80% من الأمطار تحصل بين شهري تشرين الأول وآذار .من النادر تساقط الثلوج وإن كانت المدينة تشهدها كل بضع سنوات. ومتوسط درجة الرطوبة حوالي 58 .%(قشري وسمسوم، 2009)

يعتبر التصميم المستدام باستخدام أساليب خفض الكسب الحراري الشمسي في مدينة حلب ضرورة لابد منها، وذلك لأن مدينة حلب تتمتع بما يقارب من 3000 ساعة من أشعة الشمس الكاملة، الأمر الذي يعكس أهمية تعزيز الراحة الحرارية ضمن المبنى وتجنب اكتساب حرارة الشمس (KARAMATA B, 2014)

ومع تركز الدراسات الحديثة على مفهوم الاستدامة والاستفادة من مصادر الطاقة الطبيعية، وذلك لتقليل الانبعاثات وتخفيف التلوث، وخفض تكاليف تشغيل الأبنية على المدى البعيد، والاستفادة القصوى من الموارد الطبيعية وخصوصاً مع ندرتها في سوريا، تعتبر الأبنية البرجية من أهم النماذج التصميمية التي خضعت لمفاهيم الاستدامة وتطبيقاتها وذلك لاستهلاكها كميات كبيرة من الطاقة. يقدم هذا البحث دراسة لإنشاء برج تراكبي مستدام في مدينة حلب.

الأبنية البرجية محدودة العدد في مدينة حلب، حيث لا وجود لناطحات السحاب، ويعد القصر البلدي من أكثر المباني ارتفاعاً في المدينة من تصميم المهندس المعماري هيثم قطاع وبارتفاع إجمالي 24 طابق، إضافة الى بعض الفنادق والأبنية السكنية كبرجيات الحمدانية، وتشير التوجهات في مرحلة اعادة الاعمار الى مقترحات عدة لبناء أبنية سكنية برجية في عدة مناطق من حلب. وبالرغم من قلة هذه المباني إلا أنها لم تأخذ أي من معايير الاستدامة بعين الاعتبار.

القصر البلدي في مدينة حلب　　برجيات الحمدانية　　فندق أمير حلب

شكل (10) بعض الأبنية البرجية في مدينة حلب [الباحثونون]

ثانياً- الدراسات السابقة

1- دراسة Larsen (2012)

GENERATIVE ALGORITHMIC TECHNIQUES FOR ARCHITECTURAL DESIGN

Niels Martin Larsen Thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy Aarhus School of Architecture – 2012

تشير الدراسة إلى منهجية التصميم المعماري من خلال القدرة على خلق أساليب حسابية حسب الطلب كأجزاء متكاملة من عملية التصميم ويشير الميل في الممارسة الحديثة إلى زيادة التركيز على تطوير الحلول وفق جمالية الهيكل الانشائي الفريد باعتباره عنصرا حاسما في حل مشكلة التصميم، وتدرس استخدام الحساب لتوليد الهندسة والمعلومات المتعلقة بالتحقيق، يتم توجيه اهتمام المهندس المعماري نحو قواعد توليد النموذج، والتي تعكس بعد ذلك نوايا التصميم، البارامترات السياقية وقيود الإنتاج. ومن مزايا هذا النهج القدرة على إدارة التعقيد الكبير من حيث الشكل والأداء. ويرجع ذلك جزئيا إلى حقيقة أن المنطق الرياضي الكامن يسمح بتوليد المعلومات على العديد من المستويات فيما يتعلق بمراحل التطوير واحتياجات المتلقي. يتم تناول ضرورة إنشاء إطار معماري لاعتماد ومناقشة التقنيات التوليدية في هذه الدراسة.

2- دراسة Turrin (2011)

Design Explorations of Performance Driven Geometry in Architectural Design Using Parametric Modeling and Genetic Algorithms

تطرح الدراسة ميزات وخصائص الجمع بين النمذجة البارا مترية والخوارزميات الجينية لتحقيق عملية موجهة نحو الأداء في التصميم.

3- دراسة Dino (2012)

Creative Design Exploration by Parametric Generative Systems in Architecture

أشارت الدراسة إلى عملية توليد الأشكال التي تتطلب أربع عناصر وهي:

1. الشروط والبارامترات للبدء وتسمى المدخلات
2. الخوارزميات وآليات التوليد،

3. عمل جيل من المتغيرات
4. اختيار الحل الأفضل

كما أشار ت الدراسة الى ان التصميم الخوارزمي يسمح بصياغة الإجراءات لحل المشاكل المعقدة واستكشاف عدد كبير من بدائل الحلول التصميمية

4- دراسة Michael Hensel (2013)

Performance- Oriented Architecture: Rethinking Architectural Design and the Built Environment

يدعو المهندس المعماري والمعلم الشهير مايكل هينسل إلى طريقة مختلفة تمامًا في التفكير في الهندسة المعمارية. من خلال تفضيل التركيز الجديد على الأداء، فهو يرفض الاتفاقيات القديمة في التصميم والتصميم البيئي. فهو يعمل على سد الفجوة بين الأوساط الأكاديمية والمنفذين، يدرس معالجة الشكل والوظيفة في التصميم. وتأثيرهما بعيد المدى على إنتاج المعرفة وتطويرها، مع التركيز بشكل كبير على أبحاث التصميم في الهندسة المعمارية وقيمة النهج متعدد التخصصات.

5- دراسة Kostas Terzidis (2009)

Algorithms for visual design using the Processing language

يعتبر أول كتاب يشارك الخوارزميات اللازمة لإنشاء التعليمات البرمجية لتجربة مشاكل التصميم في لغة المعالجة، يقدم هذا الكتاب سلسلة من الإجراءات العامة التي يمكن أن تكون بمثابة لبنات بناء ويشجع على استخدام تلك اللبنات الأساسية للتجربة والاستكشاف، يقوم الكتاب بالتوجيه إلى إيجاد الحلول المحتملة. يغطي الكتاب موضوعات مثل الأشكال المهيكلة والهندسة الصلبة والشبكات وقواعد البيانات والحوسبة المادية ومعالجة الصور وواجهات المستخدم الرسومية والمزيد.

6- دراسة Zubin Khabazi (2009)

Generative Algorithms using Grasshopper

يشرح الكتاب أساليب عمل الخوارزميات التطورية، وطرق تصنيع الحلول التوليدية وصولا إلى التصنيع، كما يقدم الخوارزميات اللازمة لإنشاء التعليمات والأوامر المستخدمة لحل مشاكل التصميم ضمن برنامج Grasshopper، يقدم هذا الكتاب سلسلة من الخطوات المتتابع في أليات إنشاء النماذج البارامترية، وفق الكثير من الأفكار المختلفة، ويوضح طرق تطوير الحلول والربط بين المحددات المتنوعة.

7- دراسة Thomas Schröpfer (2016)

Dense + green: innovative building types for sustainable urban architecture

تشير الدراسة إلى أن تكامل الطبيعة مع الهندسة المعمارية هو أحد الاهتمامات الرئيسية للاستدامة. يستكشف هذا العنوان الأنماط المعمارية الجديدة التي تظهر من تكامل المكونات الخضراء مثل المدرجات السماوية والحدائق الرأسية والواجهات الخضراء في المباني البرجية.

المبحث الثاني- دراسة تصميم معماري لبرج سكني تراكبي في مدينة حلب باستخدام الخوارزمية الجينية

الهدف من دراسة الحالة تحديد حجوم الكتل المتراكبة لإنشاء برج سكني تراكبي مستدام، وفق ملائمة ظروف المناخ لمدينة حلب، يمثل الشكل التصميمي مجمع برجي سكني تراكبي، حيث تشكل كل كتلة مجموعة من الشقق السكنية قابلة للحل المعماري.

الفكرة التصميمية: إنشاء مجمع تراكبي من الشقق وفق نظام الأبراج، يحوي كل طابق على عدد من الشقق السكنية، شملت الحالة الدراسية حالة البرج مع الأخذ بالاعتبار التصميم الأدائي وفق معطيات المناخ، وبنيت مفردات الخوارزمية ضمن برنامج غراس هوبر، وتم الربط مع ملف المناخ الخاص بمدينة حلب من خلال برنامج ليدي بغ، توليد الحلول المناسبة لمدينة حلب باستخدام الخوارزمية الجينية ضمن غالاباغوس، يوضح الشكل (11) مخطط العلاقات البارامترية ضمن برنامج غراس هوبر. المحددات التصميمية للبرج:

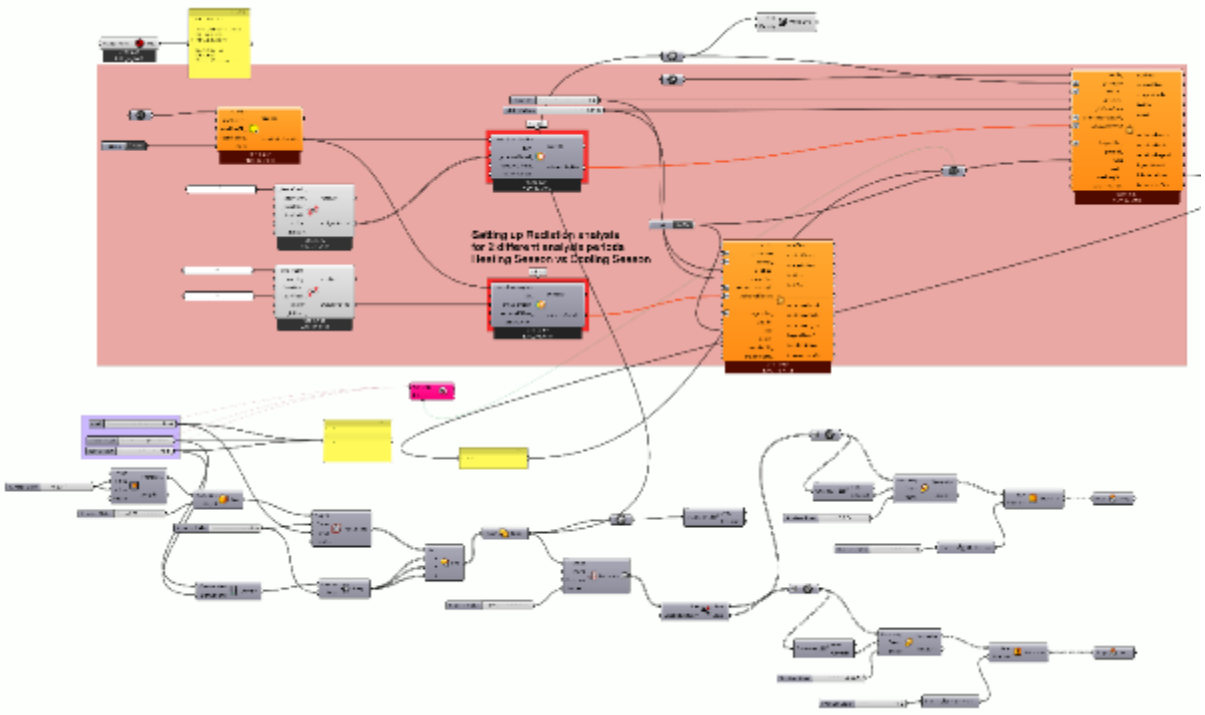
حدد ارتفاع البرج ب 100 متر، وهو ارتفاع ثابت.

أما أبعاد متوازي المستطيلات الذي يتم تجزئته إلى مكعبات متغيرة القيمة 20*20*100.

الجدول رقم (1) البارامترات المتغيرة:

العناصر المتغيرة	القيم البارامترية	عدد الاحتمالات	الاحتمالات الكلي
بدء المجال الخلوي لكل مكعب	من 0- 20	20	
نهاية المجال الخلوي لكل مكعب	من 0- 20	20	
نسبة البعثرة أو العشوائية	من 10- 100	90	
عدد المكعبات	من 15- 25	10	

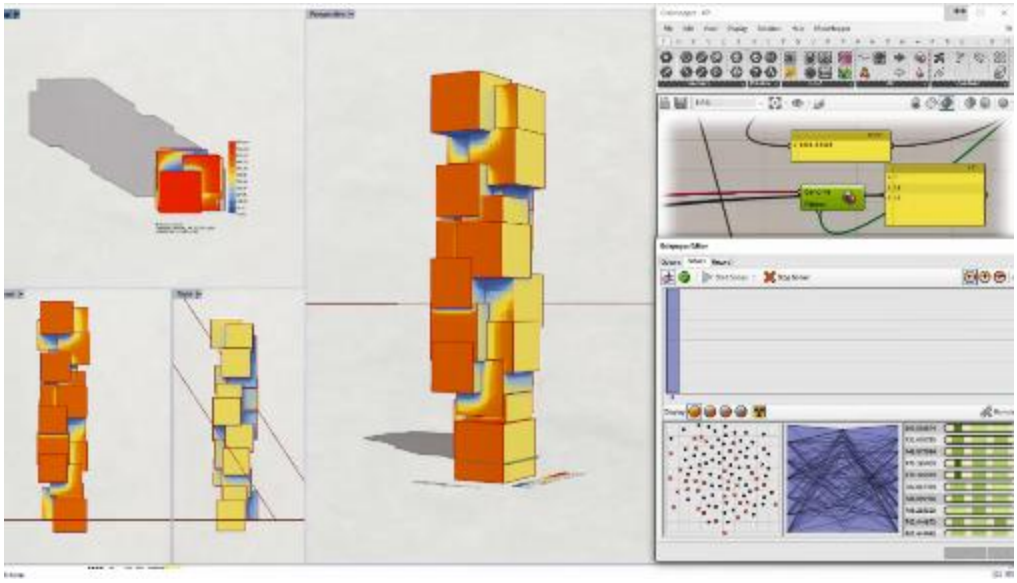
آلية العمل التوليدية للحول إنشاء البرج بشكل متوازي مستطيلات، يتم ملؤه بمتوازيات مستطيلات متغيرة الأبعاد حسب آليات ملئ الفراغ الخلوي مع تحديد نسب الحذف.



الشكل (11) مخطط العلاقات البارا مترية ضمن برنامج غراس هوبر بالإضافة لملف المناخ.

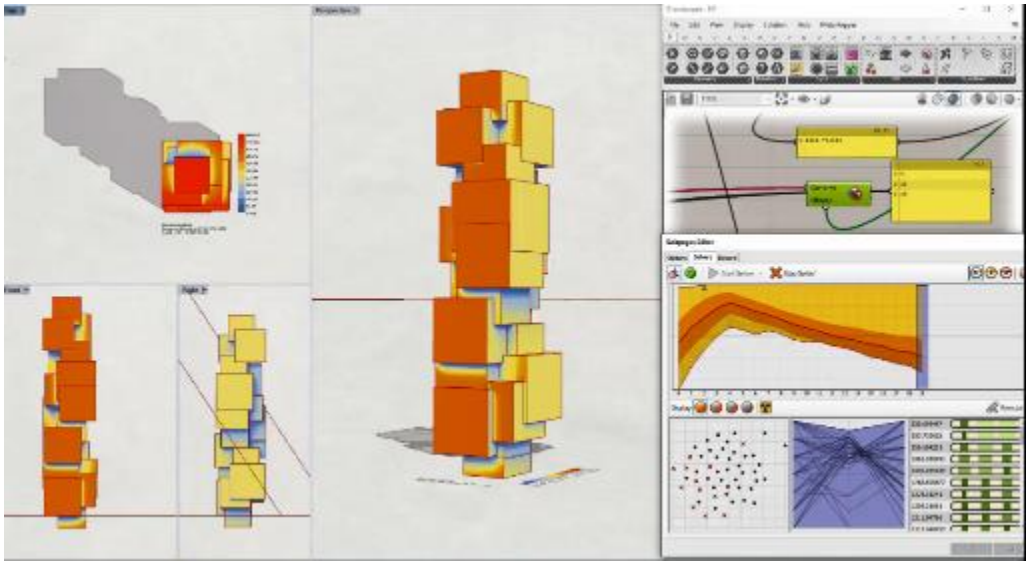
بعد إنشاء المخطط الخوارزمي للعلاقات البارا مترية يتم تحديد قيمة البارامترات المتغيرة لكل جين في هذا التصميم عدد الجينات المتغيرة 3 جينات لكل فرد، يوضح الشكل (12) بدء عملية توليد النماذج ضمن غالاباغوس يجري العمل على خفض الكسب الحراري وتوليد الحلول التي تحقق كسب حراري أقل، حدد عدد أفراد المجتمع العشوائي ب 100

فرد وعدد أفراد كل جيل ب50 فرد تعبر النقاط عن الأفراد وإشارات x للأفراد الخاضعين للتزاوج، أما المخطط البياني فيوضح حدوث الطفرة، وأسفل يمين الشكل توضيح الجينات والأفراد حيث كل فرد ممثل برقم خاص.



الشكل (12) توليد المجتمع العشوائي ويضم 100 فرد.

مع استمرار العملية التوليدية للنماذج يتم تقييم الكسب الحراري لكل فرد يوضح الشكل (13) فرد من الجيل رقم 19 مع كسب حراري 165 كيلو واط ساعي على المتر المربع خلا الشهر الثامن.

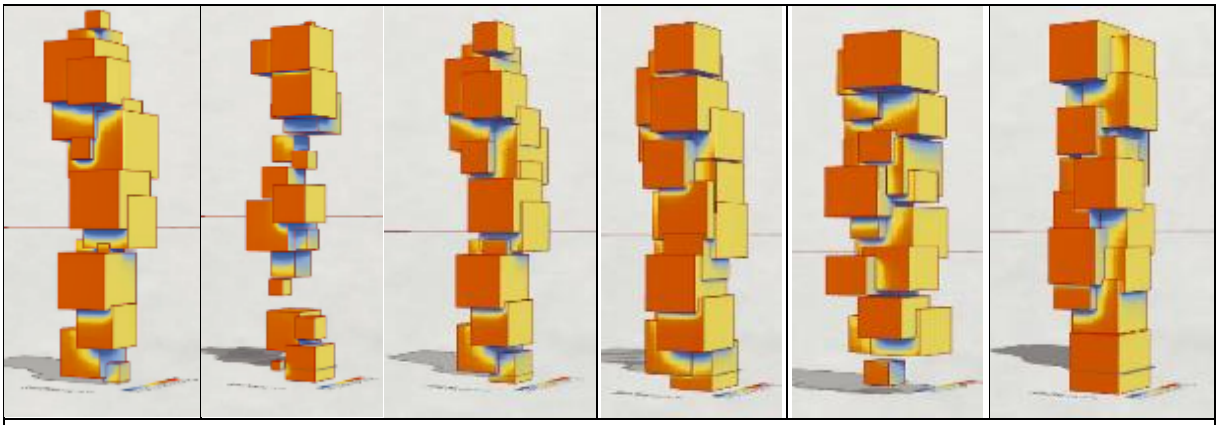


الشكل (13) فرد من الجيل رقم 19 مع كسب حراري 165 كيلو واط ساعي على المتر المربع خلا الشهر الثامن. [لباحث].

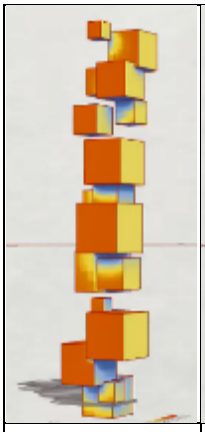
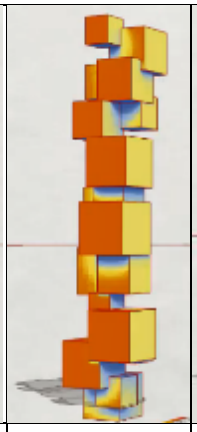
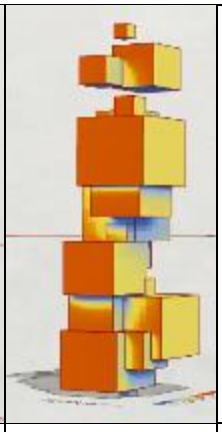
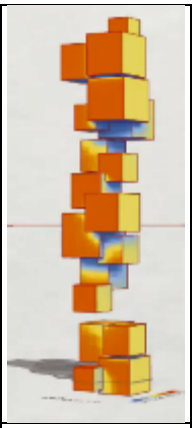
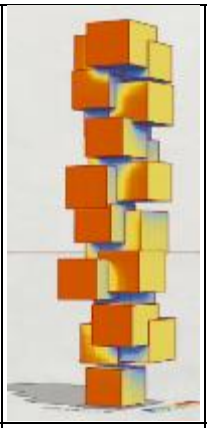
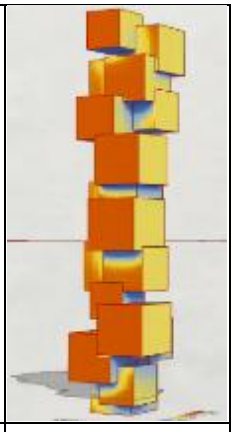
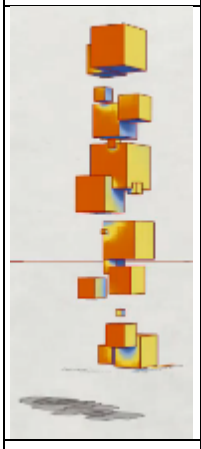
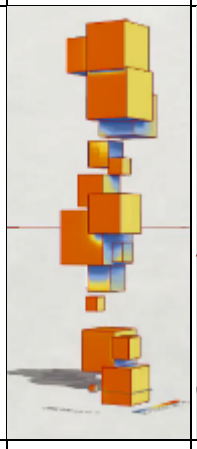
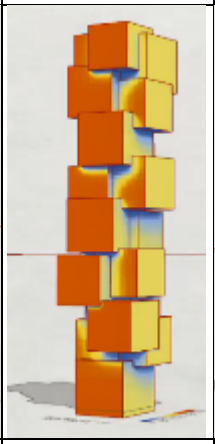
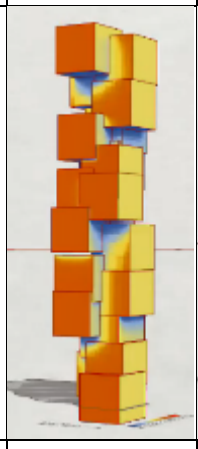
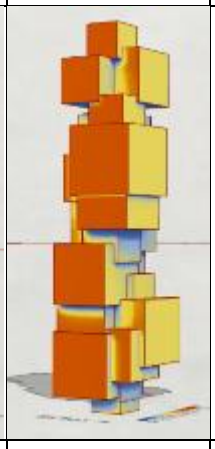
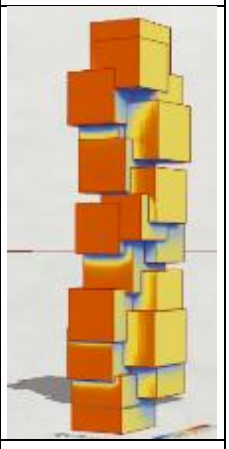
بعد الانتهاء من عملية توليد النماذج عند الجيل 216 تم اختيار أحد الأفراد الملائم تصميما مع تحقيقه لكسب حراري 115 كيلو واط ساعي على المتر المربع خلا الشهر الثامن. أجريت إضافات على الشكل الناتج لدراسة أثر السطح الأخضر على خفض كمية الكسب الحراري، وتبين الأثر الكبير للأسطح الخضراء حيث خُفض الكسب الحراري بنسبة 20%، ليصل إلى 94 كيلو واط ساعي على المتر المربع خلا الشهر الثامن. ومع إضافة مشربيات جزئية على الواجهات الجنوبية والشرقية والغربية، خُفض الكسب الحراري بنسبة 5%، ليصل إلى 89 كيلو واط ساعي على المتر المربع خلا الشهر الثامن، يوضح الشكل (14) فرد من الجيل 216 معتمد كحل نموذجي مع بعض الإضافات.

الشكل (14) فرد من الجيل 216 معتمد كحل نموذجي مع بعض الإضافات. [لباحث]

يوضح الشكل (15) التراكب المختلف للكتلة المعمارية للبرج وبداية توليد النماذج للأفراد في الجيل الأول مع سير العملية التصميمية وصولاً للحل النهائي عند الجيل 216 مع إظهار الأحمال الحرارية لكل فرد مقدرة ب الكيلو واط ساعي على المتر المربع خلال الشهر الثامن.



أفراد من الجيل الأول					
192	156	186	177	120	176

					
G89	G56	G22	G10	G6	G2
126	133	142	118	122	143
					
G212	G200	G146	G140	G110	G98
110	123	130	132	128	141

الشكل (15) نماذج مختلفة حسب الأجيال والحمل الحراري[لباحث]

يوضح الجدول (2) مسار العمل

عدد أفراد المجتمع العشوائي المحددة في بداية عمل الخوارزمية الجينية	100
عدد أفراد لكل جيل	50
عدد الأجيال الكلي	216
عدد الجينات المتغيرة لكل فرد	3
عدد الحلول الكلية المولدة (قد يتكرر بعض الأفراد)	10900
زمن المستغرق في معالجة الخوارزمية	96 ساعة عمل

مناقشة النتائج.

تشير نتائج دراسة التصميم المعماري المستدام للأبراج السكنية التراكبية في مدينة حلب باستخدام الخوارزمية إلى النتائج التالية:

1- تطبيق مفاهيم ومعايير التصميم المستدام في مجال العمارة خصوصا في حالة الأبراج والأبنية السكنية هو الحل الأمثل للتغلب على مشاكل استنزاف الموارد الطبيعية والخامات غير المتجددة.

2- ساهمت الخوارزميات التطورية بتقديم حلول مبتكرة من ناحية التشكيل المعماري وأحياناً غير متوقعه من ناحية الشكل، مع استخدام الخوارزميات الجينية وبرامج توليد النموذج يمكن الحصول على عدد غير محدد من الحلول يمكن أن يتم الاختيار من بينها. على أساس الأداء البيئي من خلال الربط مع ملفات المناخ الصادرة عن الهيئة الدولية للمناخ

3- سلوك الخوارزمية مع الكتل المتراكبة تتجه أغلب التفريغات للانفتاح نحو الغرب والتظليل للجنوب، وغالبا ما تكون غير متغيرة في الجهة الشمالية.

4- عند استخدام الخوارزميات من أهم الخطوات الواجب اتباعها دقة اختيار البارامترات المتغيرة حيث أن اختيار البارامترات أمر مهم للتحكم في سلوك الشكل، ينبغي اختيار البارامترات بعد تحليل المشكلة، فالعثور على القيم المناسبة يمكن أن يسيطر على الحجم الهائل من الحلول.

5- يعتبر الجيل الأول الأكثر تنوع شكليا واختلاف في قيم البارامترات المتغيرة.

6- قد تستمر عملية توليد النماذج حتى 300 جيل مع ملاحظة الاختلافات الكبيرة في الأجيال الأولى وتنخفض نسبة التغييرات في بقية الأجيال لتصبح محدودة جدا

7- يتم تسجيل حالة كل فرد ناشئ ضمن الخوارزمي حسب تقيم كل جين ومقدار التطور الحاصل لكل لفرد.

8- من الملاحظ في أغلب الحلول تأمين الظل الذاتي للكتل المعمارية، اما عن طريق التراكب أو الالتواء حسب المحددات المختارة، الأسطح الخضراء تخفض الكسب الحراري من 20- 30 % على حسب الحالة المدروسة.

9- أجريت التجارب ضمن محددات زمنية مختلفة، والأشكال الناتجة عن التقييم شتاءً متقاربة من حالات التقييم صيفياً، ومع التقييم على مدى عام كامل كانت الأشكال مطابقة الى حد ما للأشكال الناشئة صيفا، لذلك تم اعتماد الحالات في ذروة الصيف لإمكانية قياس حقيقي لمقدار خفض الحمل الحراري.

10- الخوارزميات التطورية تحتاج إلى وقت وحواسب بإمكانات عالية حيث أن عملية واحدة قد تستمر لأيام أو حتى أسابيع.

11- لا تضمن الخوارزميات التطورية حلا ما لم يتم تحديد قيمة "جيدة بما فيه الكفاية" للبارامترات المحددة مسبقًا، ستعمل العملية إلى أجل غير مسمى، ولن تصل أبدًا إلى الإجابة.

12- الخوارزميات الجينية لها فوائد متعددة، حيث تربط بين عدد كبير من المتغيرات، قادرة على معالجة مجموعة متنوعة من المشاكل التي تواجهنا. على أساس يقع ضمن فئة "التطور القابل للحل ."

13- تسمح الحلول التطورية- من حيث المبدأ- بدرجة عالية من التفاعل مع المستخدم. إلى حد ما، وهناك الكثير من الفرص للحوار بين الخوارزمية والمبرج، حيث تنمي روح الاستكشاف والابتكار .

التوصيات والمقترحات.

بناءً على النتائج التي تم التوصل إليها يوصي الباحثون ويقترحون ما يلي:

1- انشاء مختبرات لتقيم الأداء البيئي في جامعة حلب وتدريب الطلاب على برامج المحاكاة الحاسوبية لاختبار أداء المبنى وبذلك تكون هناك فرص لتطوير التصميم قبل البدء بعمليات البناء إنتاج أبنية متوافقة مع البيئة المحلية.

2- ضرورة توعية المعماريين ببرامج نمذجة المعلومات والتقنيات المتقدمة من خلال إتاحة برامج دراسية وتدريبية خاصة باستراتيجيات التصميم البيئي والتي لها دور كبير في توظيف عناصر الاستدامة للتكامل مع النتاج التشكيلي للمبنى المستدام، واعتماد كود خاص للاستدامة لتطبيقه في مدينة حلب.

3- زيادة البحوث والدراسات التي تعنى بالاستدامة وطرق التصميم البارامترية والخوارزمية لما لها من أثر كبير على تطوير الناتج المعماري المحلي.
4- استخدام طرق التصميم الخوارزمية في مجالات السكن البيئي، بما يحقق غايات جمالية واقتصادية لاستخدامها في مرحلة إعادة الاعمار في مدينة حلب.
5- الاستفادة من مقترحات تصاميم الأبراج المقدمة ضمن الدراسة، وخصوصا الأبراج التراكبية لتكون حلاً بيئيا، واقتصادياً، لتأمين السكن في مرحلة إعادة الاعمار
6- الاستفادة من الأسطح الخضراء وتعميم تجربتها، حيث بينت التجارب والقياسات أن الأسطح الخضراء تخفض الكسب الحراري للأبنية بنسبة الثلث.
7- الاستفادة من البحث في تحديد التوجيه الأنسب للكتل المعمارية، واتجاهات البروزات والتراجعات والانفتاح، بما يخدم تطوير العمارة في مدينة حلب.
8- استمرار الدراسات المعمارية باستخدام الخوارزميات وتطوير أوجه أخرى للتصميم باستخدام الخوارزميات. كأبعاد النوافذ وزوايا انحرافها، ودراسات الرياح واستخدام الطاقات البديلة وتأثيرها.

قائمة المراجع

أولاً- المراجع بالعربية:

- قشري وسمسوم (2009) دراسة جغرافية مناخية، محافظة حلب (الأرقام نقلا عن مركز الطقس السوري
- محمود أحمد عيسى(2004) الطاقات المتجددة والتصميم العمراني المستدام، كلية تصاميم البيئة، جامعة الملك عبد العزيز، جدة، المملكة العربية السعودية.
- مجي هلال ميسون هادي مهدي خولة(2014)، استراتيجيات التصميم المستدام في تقليل التأثيرات على البيئة العمرانية، القاهرة، مصر، مؤتمر الأزهر الهندسي الدولي الثالث عشر
- منى محمد حسني عجور. (2012)، إشكالية العالقة بين العمارة المستدامة والشكل. Engineering Research Journal. 134، الصفحات 1- 18.

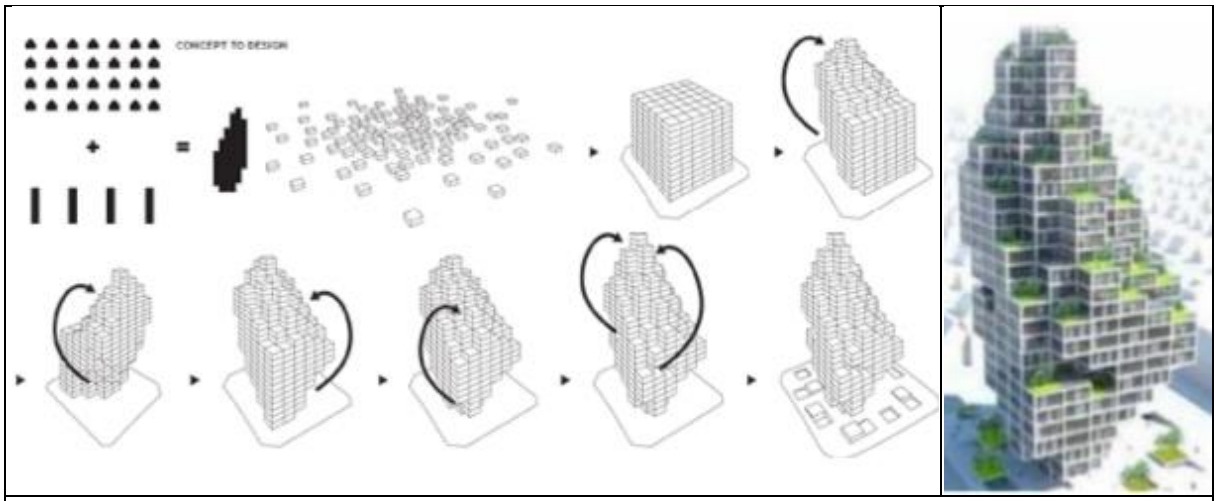
ثانياً- المراجع بالإنجليزية:

- BARONI L. , CENCI L. , TETTAMANTI M. , 2007- - Evaluating the environmental impact of various dietary patterns combined with different food production systems, European Journal of Clinical nutrition 61(2), 279- 286. .
- Dino, İ. G. (2012), "Creative Design Exploration by Parametric Generative Systems In Architecture", METU JFA, pp. 207- 224.
- Herzog & de Meuron (2015) Beirut Terraces, http://www. archdaily. com/353569/beirut- terraces-herzog- de- meuron/
- KARAMATA B, (2014) Concept, Design and Performance of a Shape Variable Mashrabiya as a Shading and Daylighting System for Arid Climates. , Ph. D. Thesis, Swiss Federal Institute of Technology.

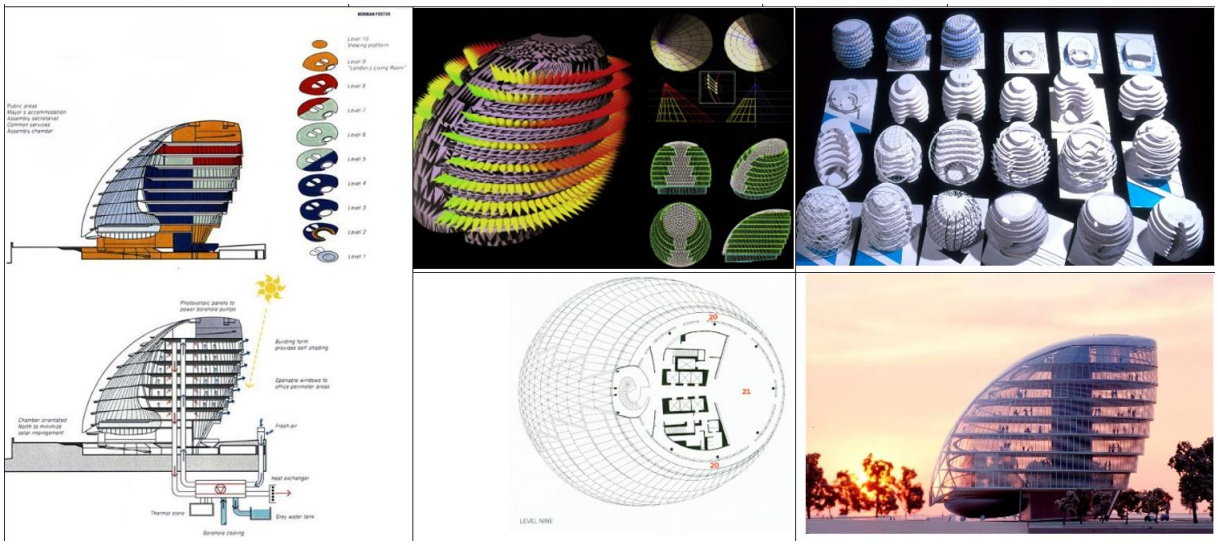
- Latifi, M. Modares, T. (2016) UNDERSTANDING GENETIC ALGORITHMS IN ARCHITECTURE, The Turkish Online Journal of Design, Art and Communication- TOJDAC August 2016 Special Edition, THIS is LEED. http://leed. usgbc. org/leed. html.
- Maleki, A. (2013) ENERGY SAVINGS POTENTIAL BY USING GREEN ROOFS, Technical and Physical Problems of Engineering 14 Volume 5 Number 1 Pages 89- 95
- Minutillo, J. (2009) Tall Buildings Push Limits by Stepping Up, Not Back, McGraw- Hill Construction- Continuing Education Center
- Neri Oxman. (2014). Silk Pavilion: A Case Study in Fiber- based Digital Fabrication. MIT media lab. PP: 255 -248
- RITCHIEA. , 2009- Sustainable Urban Design: An Environmental Approach. Taylor & Francis; 2ed 256.
- Rocha, C. (2017) Generative Design for Energy Efficiency Energy Analysis and Optimization, Thesis to obtain the Master of Science Degree in Architecture. lisboa
- Rutten, D (2010) Evolutionary Principles applied to Problem Solving, https://www. grasshopper3d. com/profiles/blogs/evolutionary- principles
- United Nations, 1987- Report of the World Commission on Environment and Development, general assembly resolution 42- 187
- YUDELSON J. , 2008- The Green Building Revolution. Island Press, London, 2 ed 272

الملحق:

الشكل(16) برج بيروت التراسي وطريقة التصميم الخوارزمية لتوليد أشكال التراسات ومسافات البروز والتراجعات ضمن البلاطات (Rocha, 2017)

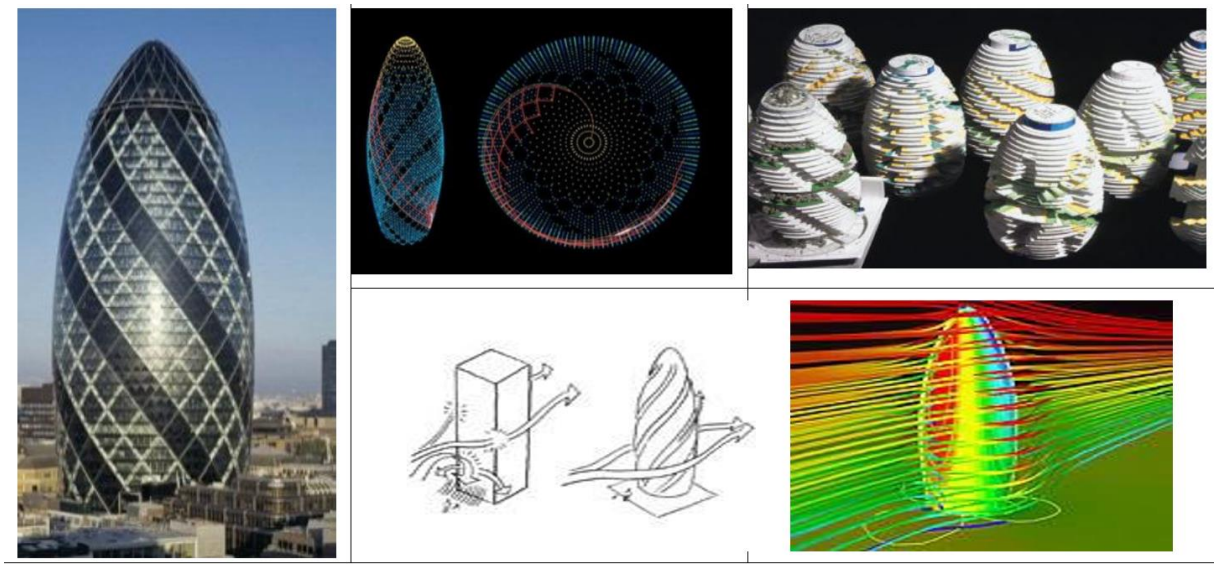


الشكل(17) برج قرية السماء Sky Village الدنمارك والتطور الخوارزمي للمشروع من خلال توضع الوحدات الموديولية وطريقة التجميع (Minutillo, 2009)



الشكل (18) قاعة المدينة لندن التوليد الخوارزمي للنموذج ودراسة توليد شكل التفريغ الأنسب والتقييم البيئي وصولا للتصميم النهائي

www. fosterandpartners. com



الشكل (19) برج سويس ري، لندن، يوضح الشكل طرق توليد أشكال المداخن الشمسية الملتوية ضمن البرج، ومواقع المناطق الخضراء ضمن البرج، والتحليل البيئي الذي يوضح سبب اعتماد الشك المغزلي للبرجز

www. fosterandpartners. com