منهج الانتقاء التطوري في العمارة الكفؤة للطاقة
حالة دراسية: دور الخوارزمية الجينية في حسابات كفاءة استهلاك الطاقة للفضاء المعماري

أ.م.د.يونس محمود محمد سليم [1]
Younis1424@yahoo.com

محمد حسن صالح [2]
HONEY_studio_2@yahoo.com

الجامعة التكنولوجية – قسم هندسة العمارة/ العراق – بغداد [1]
وزارة الاعمار والاسكان - المديرية العامة للتخطيط العمرانى/العراق-بغداد [2]

ARTICLE INFO

Received: 03/06/2018

Accepted: 10/04/2019

الكلمات المفتاحية:

كفاءة استهلاك الطاقة؛ المحاكاة الحاسوبية؛ الخوارزمية الجينية؛ الإضاءة الطبيعية؛ الراحة الحرارية.

المستخلص:

ولد تزايد الطلب على الطاقة الى تأثيرات سلبية على البيئة نتيجة حرق الوقود الاحفوري، ولكون المباني المستهلك الرئيس للطاقة، فقد دعي لإجراء الدراسات من اجل إنشاء مباني كفؤة في الاستهلاك، فكانت التكنولوجيا متمثلة بالأدوات الرقمية للمحاكاة، حاضرة مع المصمم في انتخاب الحلول التصميمية لتحقيق هدف الوصول للتصميم الاكفأ. وهو ليس بالأمر السهل، في ظل صعوبات كم النماذج ذات الخصائص التصميمية المتعارضة التأثير فيما بينها، الواجب محاكاتها وتقييمها، بجهد ووقت كبيرين. هي الأسباب التي حدت من فاعلية تطبيق (منهج المحاكاة الحاسوبية التقليدي) خصوصاً للمشاريع الكبيرة، ليبرز (منهج الخوارزمية الجينية) كبديل فعال لتقييم التصاميم وتحسينها، بخطوات آلية لتبادل المتغيرات التصميمية بين النماذج الكفؤة وانتاج نماذج أكثر كفاءة بخطوات مماثلة لخطوات التطور الجيني للكائنات الحية. الا ان ضعف الاغناء المعرفي لآلية تطبيق هذا المنهج غيبه في البحوث والممارسات المعمارية المحلية، خصوصاً المرتبطة بمجال البيئة، لتبرز المشكلة البحثية: "ضعف الوضوح المعرفي عن طبيعة منهج الخوارزميات الجينية في انشاء نماذج ذات حلول تصميمية عالية الكفاءة مقارنة بالمنهج التقليدي ضمن الواقع المحلي"، ليتحدد هدف البحث: "الكشف عن طبيعة منهج الخوارزمية الجينية وتطبيقه لإنشاء حلول تصميمية محلية ذات كفاءة عالية بأقل وقت وجهد مقارنة بالمنهج التقليدي". اعتمد البحث منهج الكشف عن الآلية التطبيقية للخوارزمية الجينية في حل المشكلات التصميمية وانشاء مقارنة بين تطبيق (منهج المحاكاة الحاسوبية التقليدي) ومنهج (الخوارزمية الجينية في المحاكاة) على أنموذج افتراضي لفضاء معماري ضمن البيئة المحلية، لتحديد المنهج الاكفأ لإنشاء تصميم يحقق التوازن بين الخصائص التصميمية من حيث (نسبة مساحة الشباك الى مساحة الجدار) و(اختيار التوجيه الامثل) بما يضمن توفير اعلى معدلات للإضاءة الطبيعية وبأقل مقدار للكسب الحراري الشمسي داخل الفضاء، ومقارنة الوقت المستغرق لإنجاز العمل على وفق كلا المنهجين. ليتوصل البحث الى عدد من الاستنتاجات تمحورت حول كفاءة اعتماد منهج الخوارزمية الجينية من حيث اختصار الوقت ودقة النتائج مقارنة بالمنهج التقليدي.

Methodology of evolutionary selection in energy efficient architecture Case Study: Role of genetic algorithm in calculating the architectural spaces energy efficiency

Asst. Prof. Dr. Younis Mahmoud M.Saleem [1]
Younis1424@yahoo.com

Mohammed Hussein Salih [2]
HONEY_stduio_2@yahoo.com

University of Technology - Department of Architecture/ Iraq - Baghdad [1]
Ministry of Construction and Housing - Directorate General of Urban Planning/ Iraq - Baghdad [2]

Key Words:

energy efficiency; computer simulation; genetic algorithm; natural lighting; thermal comfort.

Abstract:

The growing demand to energy impacted negatively on environment as result of burning fossil fuel, and because buildings are main energy consumer, studies have been called towards creating efficient buildings, In which digital simulation technology, presented with designer to select efficient design solutions, which is uneasy task, due to the large number of models to be evaluated by simulation, consuming time and effort, due to large number of design variables interacting and conflicting in influence. Limiting the effectiveness of (traditional computer simulation approach). And Emersion (genetic algorithm approach) as an effective alternative to assess and optimize design, by automated steps for exchanging design variables between efficient models and produce more efficient new models, away similar to genetic evolution of organisms. But, lake of what and how to adopting this approach limited its use in local architectural researches and practices, Highlighting a problem: "Lack of cognitive clarity about the genetic algorithms approach in creating high-efficiency domestic compared to traditional approach", aiming to "determining the nature of the genetic algorithm approach and its application to create accurate and high efficiency domestic designs in less time and effort comparing to the traditional approach". Research methodology was reviewing genetic algorithm mechanism in solving design problems, making a comparison between traditional simulation approach and genetic algorithm approach on virtual model within local environment, determining the most efficient approach which balances characteristics (windows to wall ratio) and (perfect orientation) to provide the highest rates of natural lighting with minimum solar thermal gain, as well as the time it takes to complete the work according to each of the two approaches. Reaching a number of conclusions about effectiveness to adopt genetic algorithm approach in terms of time reduction and results accuracy compared to the traditional approach.

1- المقدمة

منذ بداية العصر الصناعي؛ تزايد الطلب على استخدام الطاقة بشكل كبير؛ من اجل تحسين مستويات المعيشة للإنسان؛ الا ان ذلك كان له تبعات سلبية في المناخ والنظام البيئي بشكل عام؛ كارتفاع درجات الحرارة نتيجة تركز غازات الدفيئة في الغلاف الجوي؛ وما نتج عنه من ذوبان الغطاء الجليدي في القطبين وارتفاع نسبة الملوثات من حرق الوقود الاحفوري. مما استدعى وضع تشريعات عالمية بتعاون دولي للحد من هذا التدهور عن طريق عقد عدة مؤتمرات لمعالجة المسببات في هذا الصدد؛ كان أهمها المؤتمر الدولي في اليابان (كيوتو 1992) بتنظيم من الأمم المتحدة. وكخطوة أولى لتنفيذ هذه التشريعات؛ أجريت دراسات استقصائية لتحليل المستهلك الرئيس للطاقة. فتبين بوضوح كيف أن المباني كانت لاعباً رئيساً في استهلاك الطاقة على المستوى العالمي؛ بمعدل تجاوز 40.7٪ من اجمال الطاقة عموماً؛ (EU; 2002)؛ فضلاً عن كون الصناعة البنائية الحالية هي مصدر لانبعاث 50٪ من ثنائي أوكسيد الكربون؛ (DTI; 2003). فتبلورت الجهود لدعم الأبحاث حول تصميم المباني الكفؤة في استهلاك الطاقة؛ بدءً من استثمار كافة الحلول التصميمية الممكنة لتحقيق مبدأ حفظ الطاقة من خلال الخصائص التصميمية؛ ومروراً باستحداث الآليات التكنولوجية الفعالة لإنشاء تلك المباني في ظل الثورة الرقمية الحاسوبية التي سهلت المهمة للمصمم بان يصل الى تلك الحلول التصميمية المحققة لهدف الكفاءة خلال المراحل المبكرة من التصميم؛ وذلك عن طريق تقنيات النمذجة والمحاكاة الحاسوبية للأداء البيئي للمبنى وما يترتب عليه من تقييم آثار استهلاك الطاقة وانبعاث الملوثات والتأثير في ديمومة توفير الراحة للشاغلين.

2- مناهج المحاكاة الحاسوبية:

على الرغم من توافر كل التقنيات الحاسوبية المتطورة المستخدمة حاليًا في التصميم؛ وعلى وجه الخصوص تحليل ومحاكاة الأداء البيئي وسلوكيات استهلاك الطاقة؛ الا الممارسة المهنية المحلية لحقل العمارة لاتزال بعيدة عن تطبيق غالبية تلك التقنيات؛ بسبب الصعوبات المرتبطة بكم النماذج التصميمية الواجب تحليلها للوصول الى الحل التصميمي الأكثر كفاءة؛ وما يرتبط بذلك من جهد كبير ومراحل زمنية طويلة لإنجاز تلك المحاكاة والتحليل؛ خصوصاً عند تعقد النماذج والابنية وكثرة المتغيرات التصميمية المتفاعلة فيما بينها. فاليوم وعلى المستوى المحلي؛ يتم استخدام المحاكاة الحاسوبية للطاقة في المباني عادةً ضمن **(منهج المحاكاة الحاسوبية التقليدي)**؛ وهو منهج يوصف بـ (scenario by scenario)؛ أي انتقاء نماذج محدودة بسيناريوهات محدودة يقترحها المصمم ويقيس الاكفأ منها ومن ثم يعتمد النموذج الاكفأ في تحليل متغيرات اخرى تطبق عليه ضمن محاكاة جديدة لإيجاد حل لمشكلة ثانية في التصميم تعتمد على نتائج الحل الاول. وبهذا يرتبط هذا النهج بعملية تكرارية تراكمية للحلول التصميمية (حل يعتمد على الحل الذي قبله) لحين تغطية جميع الحلول التصميمية التي تقود الى مبنى كفوء في استهلاك الطاقة.

3- منهج المحاكاة الحاسوبية التقليدي:

يرتكز هذا المنهج على إنشاء نماذج متعددة للتصميم (غالباً ضمن نطاق مئات بل آلاف الاحتمالات التصميمية) ناتجة من جمع متغيرات تصميمية مختلفة تتفاعل بعضها مع البعض؛ لتولد مجموعة من الحلول التصميمية المقبولة ضمن معايير كفاءة استهلاك الطاقة مثلاً؛ او خفض الملوثات؛ او أي متغير تصميمي آخر؛ (Paoletti et al.; 2011; Pratt et al.; 2011). ولكون هذا المنهج يعتمد بالأساس على تعدد النماذج (البدائل) الناتجة من مزج المتغيرات التصميمية المختلفة وتمثيل تلك المتغيرات ضمن برامج المحاكاة والتقييم؛ على شكل معلمات (Parameters)؛ لذا يغلب تسمية هذا المنهج التقليدي بـ (المنهج البارامتري Parametric Approach) للمحاكاة.

4- محدودية (المنهج التقليدي):

غالباً ما يكون هذا المنهج محدوداً في فعاليته؛ بسبب الصعوبة البالغة في القيام بمحاكاة وتقييم (مئات او آلاف الاحتمالات التصميمية)؛ وخصوصاً عند الاخذ بالحسبان متغيرات تصميمية كثيرة كمجمل ستراتيجيات الحلول التصميمية الذاتية؛ هذه الستراتيجيات لكل حل تصميمي قد تكون في بعض الأحيان متوافقة فيما بينها نحو تحقيق أداء كفوء؛ لكنها غالباً تكون متعارضة مع ستراتيجيات اخرى في تحقيق الهدف نفسه؛ مثلاً (تؤدي الزيادة في مساحة فتحات الشبابيك في الجدران الخارجية الى ادخال اكبر كمية ممكنة من ضوء النهار الى داخل الفضاء؛ وبالتالي تقليل معدل استهلاك الطاقة لغرض الإضاءة الاصطناعية؛ بينما من جانب اخر تؤدي تلك الزيادة في مساحة الشبابيك الى زيادة الاشعاع الحراري الشمسي النافذ؛ وبالتالي رفع درجة حرارة الفضاء الداخلي اعلى من حدود الراحة الحرارية؛ مما يترتب عليه زيادة في معدلات استهلاك الطاقة لغرض التبريد)؛ تلك التعارضات في تأثير الخصائص التصميمية تحتاج الى إيجاد نقاط التوازن بين الزيادة والنقصان وذلك عن طريق تقييم عدد كبير من النماذج ولسيناريوهات متعددة للوصول الى نقطة التوازن تلك؛ وهي عملية تصّعب هذا النهج التقليدي للتطبيق ضمن الممارسات المعمارية المهنية؛ مما يُضطر الى اللجوء لتطبيق عدد قليل (محدود نسبياً) من عمليات المحاكاة والتقييم للسيناريوهات والنماذج التصميمية البديلة؛ وبالتالي لا يتم الوصول إلى التصميم الأكثر "أداء"؛ وخاصة اذا كان هنالك عدد كبير من المتغيرات ينتج عنهُ كم هائل من الاحتمالات في كفاءة التصميم.

وفي سياق صعوبات كم الجهد والزمن لهذا المنهج التقليدي؛ فمن المهم عدم اغفال الحاجة الى إمكانيات حاسوبية عالية (Super Computer)؛ لا تتوفر اغلب الأحيان الا لدى المؤسسات الحكومية والتعليمية ومراكز البحوث الكبيرة؛ وان كانت بعض الأبحاث عنيت بكيفية التغلب على هذه المشكلة عن طريق نقل محاكاة ومعالجة النماذج التصميمية المتعددة الى خدمات معالجة سحابية (Cloud Computing)؛ أي عن طريق شركات خاصة لمعالجة البيانات عن طريق الانترنيت؛ (E. Naboni et al.; 2014). الا ان هذه الخدمات ايضاً تبقى ضمن إطار صعوبة التطبيق على المستوى المحلي.

وفي ظل كل تلك الصعوبات والمحدودية للمنهج التقليدي في انتخاب الحلول التصميمية لتحقيق الكفاءة في أداء المباني؛ ظهر نهج آخر يركز في تقليل عدد عمليات المحاكاة المطلوبة للتحليل وتقييم الحلول التصميمية وضمن السيناريوهات المتعددة والتفاعلات المعقدة بين متغيرات التصميم؛ وهو منهج يرتكز على مبدأ **الانتقاء التطوري** للحلول التصميمية الفعالة. والمستلهم من نظرية التطور الداروينية المثيرة للجدل.

5- منهج الانتقاء التطوري:

يرتكز هذا المنهج على خطوات آلية لعملية تبادل المتغيرات التصميمية (الخصائص التصميمية) بين نماذج منتقاة لمباني ذات مستوى معين من الأداء الكفوء؛ وإنتاج نماذج جديدة أكثر كفاءة؛ بطريقة تتصف (بالانتقاء الذكي) (أي اختيار الاكفأ واهمال الأقل كفاءة) داخل بيئة محاكاة حاسوبية. وان أكثر الوسائل لتطبيق منهج الانتقاء التطوري هي استخدام **الخوارزمية الجينية** (Genetic Algorithm)؛ (Melanie M.;2007). فهي تعتمد المبدأ الوراثي (الجيني) في توليد عدد من النماذج التصميمية المحققة لكفاءة الأداء الاعلى للمبنى؛ من خلال عملية انتقاء نماذج اولية ذات مستوى كفاءة أداء معينة ومزج الخصائص التصميمية بين تلك النماذج في عملية اقتران (أي تبادل الخصائص بين النماذج المقترنة) لإنتاج نسل جديد من النماذج يتم اختبارها عبر أدوات المحاكاة وانتقاء الخصائص الأكثر كفاءة من هذا النسل الجديد للنماذج واستبعاد غير الكفؤة؛ ويتم تكرار هذه العملية بشكل آلي (المزج والتوليد والمحاكاة والانتقاء) لحين انتهاء الخوارزمية اما بتوليد عدد من النماذج (الأجيال) التي تحمل كفاءة عالية بالأداء؛ أو لحين ان يتم التوصل إلى نموذج ذو أداء مرضي للمصمم يحقق الهدف؛ (Latifi et al; 2016). تكمن مزايا منهج للخوارزمية الجينية بفعاليته في الوصول إلى الحلول المثلى (او القريبة منها) في وقت قصير؛ وبإمكانيات حاسوبية اعتيادية؛ (Melanie M.;2007). وبسبب تلك المزايا؛

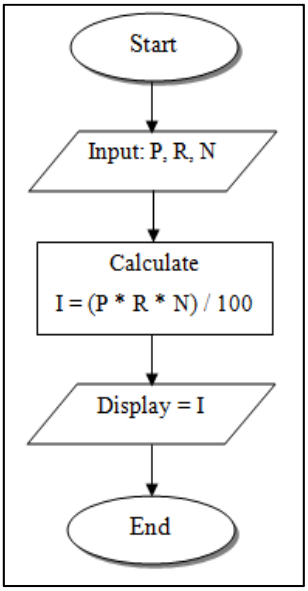
يتم تطبيقه في الكثير من المجالات العلمية التي تحتاج الى تقييم عدد كبير من النماذج والبدائل التي تحمل خصائص متعارضة لإنتاج حل مثالي بأقل جهد ووقت؛ وهذا ينطبق على حقل العمارة؛ لكن بالرغم من مزايا هذا المنهج التي سلطت عليها الضوء الكثير من الدراسات والممارسات المعمارية الغربية الرائدة؛ ابرزها (Chouchoulas; 2003) ؛ (Terzidis et al.; 2006) ؛ (Meredith et al.; 2008) ؛ (Quiroz et al.; 2010) ؛ (Paoletti et al.; 2011) ؛ (Li Li; 2012) ؛ (Pedro; 2013) ؛ (Emanuele et al.; 2014) ؛ (Parag et al.; 2016). الا ان استخدامه على المستوى المحلي في البحوث والممارسات المعمارية بقي ضمن نطاق ضيق جداً؛ وخصوصاً البحوث والمشاريع المعمارية المرتبطة بمجال البيئة والطاقة بسبب ضعف الاغناء المعرفي والأدوات التطبيقية لهذا المنهج في مجتمعنا المعماري المحلي.

فتبرز لنا مشكلة البحث: وهي "**ضعف الوضوح المعرفي عن طبيعة منهج الخوارزميات الجينية في خلق نماذج ذات حلول تصميمية عالية الكفاءة مقارنة بالمنهج التقليدي في الواقع المحلي** "؛ ليتبلور هدف البحث في: **الكشف عن طبيعة منهج الخوارزمية الجينية ومميزات تطبيقه في العملية التصميمية لإنشاء حلول دقيقة وذات كفاءة عالية بأقل وقت وجهد مقارنة بالمنهج التقليدي في الواقع المحلي.**

قبل الكشف عن منهج الخوارزمية الجينية؛ لابد من تلخيص الإطار المعرفي العام لعلم الخوارزميات وصولاً لتشخيص الخصائص الجوهرية المميزة للخوارزميات الجينية التي تمكنها من تحقيق حلول تطورية فعالة في حل المشكلات التصميمية.

6- الخوارزميات:

هي تسلسل خطوات لمنهج منطقي فعال (Effective logical method) من اجل تحقيق أداء مهمة او حل مشكلة معينة تواجه الانسان ومساعدته في اتخاذ القرارات ضمن المجالات المعرفية المختلفة في الحياة. وترتكز على مجموعة محددة من العمليات الرياضية التي تتسلسل من اجل معالجة معطيات (بيانات) أولية والوصول الى نتائج محددة. وتنسب التسمية (الخوارزمية) الى العالم المسلم (أبو جعفر محمد بن موسى الخوارزمي)؛ صاحب المنهج الجبري في الرياضيات حوالي القرن التاسع الميلادي. (Weisstein; Eric W)؛ وعرفت الكلمة في اللاتينية بـ (Algorithm)؛ ويعد هذا المنهج هو الأساس وراء التطور التكنولوجي الرقمي المصاحب للأنظمة الحديثة عن طريق تمثيله للبرامج الحاسوبية المكونة لتلك الانظمة؛ يوضح الشكل (1-1) مثال مبسط على طريقة عمل الخوارزمية؛ تحديد المشكلة والهدف المراد التوصل له والتحكم بسير العمليات من خلال مبدأ الشرط والفعل عند التحقق (if then do)؛ (Jeff; 2015). تتعامل الخوارزميات في اغلب الاحيان مع بيانات مدْخَلة؛ لذا تحتوي الخوارزمية دائماً على عمليات حسابية ومنطقية للتحقق من تلك البيانات ان كانت مطابقة لشروط حسابية معينة او مطابقة لمعايير منطقية في الصح والخطأ؛ فلا تقتصر تلك البيانات على (الأرقام) بل تشمل (النصوص والرموز والصور والرسوم والأصوات) ان كانت مدْخَلات او مخْرَجات او كلاهما؛ فمثلاً يمكن أن تنجز الخوارزميات عملية ترتيب مجموعةِ أسماءٍ أبجدياً؛ أو التَعَرُّفِ على جملة منطوقة؛ أو شكل مرسوم وتحديد معالمه؛ (almussa;2010). لقد كان من ضمن مساهمات الثورة التقنية هي تمكينها من تحليل الآليات التي يعتمدها دماغ الانسان في التفكير والاستنتاج والتفاعل مع محيطه وتواصله الاجتماعي؛ تبين استخدامه لمنهج خوارزمي معقد مرتكز على خليط من المنطق والحساب والمقارنة والشرط والتكرار للمعلومات المخزونة في الذاكرة؛ او المستلمة من الحواس؛ للوصول الى قرار معين. فتكون مبادئ الخوارزميات هي المنهج الذي يتبعه الانسان في الوصول الى كافة قراراته الواعية البعيدة عن المشاعر الذاتية في معظم حياته؛ كون قراراته الواعية مرتكزة على بيانات مدخلة من محيطه تقارن مع



الشكل (1-1): فكرة مبسطة عن الخوارزمية، **المصدر**: (Weisstein, Eric W)

ثوابت مدركة داخل عقله مصدرها مكتسب او موروث ليتم التحقق من الصح والخطأ فيتخذ القرار المناسب تجاهها وبالتالي تحويل هذه القرارات الى مخرجات (أفعال)؛ (kaleefa; 2017). وتصنف الخوارزميات حسب طبيعة البيانات المعالجة الى:

1- **الخوارزميات الحسابية:** التي تتعامل مع البيانات والمقادير الرياضية (الرقمية) التي ارتبط مفهوم الخوارزميات بها من قبل الرياضيين لحل المسائل الرياضية داخل الحواسيب الآلية؛ (Justin; 2013).

2- **الخوارزميات غير الحسابية:** وهي أكثر الخوارزميات شيوعاً للاستخدام لارتباطها بمفردات الحياة الأخرى التي لا تحتاج بالضرورة الى معادلات وقيم رياضية لتمثيلها؛ كمعالجة النصوص مثلاً (كشف الأخطاء اللغوية)؛ وخزن البيانات النصية واسترجاعها؛ (Thomas; 2009).

3- **الخوارزميات المركبة:** وهي مزيج ما بين الخوارزميات الحسابية والنصية السابقتين؛ وتستخدم للمجالات العلمية التي تمزج معالجة النصوص بأسلوب رياضي مثل فرز وترتيب وتصنيف قواعد البيانات ودمجها احياناً مع بيانات رسومية ضمن قواعد بيانات معقدة كما في الخوارزميات المستخدمة ضمن علوم نظم المعلومات الجغرافية (GIS)؛ (Jeff; 2015). **وسيتعامل البحث مع الخوارزميات من وجهة نظر الحوسبة والآلة (الخوارزميات الحسابية)؛ مع ضرورة توضيح طريقة تمثيل الخوارزميات لتسهيل التعامل معها بأسلوب مبسط.**

7- تمثيل وكتابة الخوارزمية:

يتم صياغة الخوارزمية بطرق مختلفة تتفاوت من حيث الامكانية التعبيرية ودقة التمثيل البصري لخطوات الخوارزمية لتسهيل مهمة فهمها والتعامل معها من قبل الانسان؛ فمن اهم تلك الطرق:

1- **استخدام اللغة الطبيعية:** بأي لغة طبيعية متداولة مثل العربية او الإنكليزية او أي لغة اخرى؛ ويتم استخدامها يوميا كوسيلة سهلة لتسلسل الفعاليات الحياتية من قبل الناس؛ ويجري تنفيذ تعليمات هذا النوع من الخوارزمية بالتسلسل الوارد ضمن نص الخوارزمية لكي تحدد السياق الصحيح والمنطقي للتنفيذ؛ (Weinstein; Eric W). والتسلسل فيها ضروري جداً؛ فلو تم تجاهل خطوة واحدة وسطية ستصبح الخطوة التالية معزولة وغير منطقية؛ مما يخل بنجاح تنفيذ الخوارزمية؛ (wikipedia)؛ كتمثيل ابسط الخوارزميات الحياتية بالخطوات الآتية:

1) البداية.
2) الاستيقاظ وترك السرير.
3) خلع ملابس النوم.
4) الاستحمام الصباحي.
5) تنشيف الجسم.
6) ارتداء الملابس للخروج.
7) اعداد الفطور وتناوله.
8) الخروج والتوجه للعمل.
9) النهاية.

2- **استخدام الرموز (Codes):** تدل على استخدام قواعد رمزية محددة مستنتجة ومعرفة مسبقاً كما في اللغات البرمجية المختلفة؛ (C; C#; C++; VB;Pyhon; Java)؛ (Jeff; 2015).

3- **استخدام التمثيل البياني (الرسومي):** عن طريق المخططات التدفقية (الانسيابية) (Flowcharts)؛ والمصاغة من رسوم لأشكال هندسية خاصة مثبتة ومعرفة لخطوات معينة مع أسهم وخطوط رابطة ما بين تلك الخطوات لتمثيل المسار؛ ومدمجة معها بعض العبارات باللغات الطبيعية و / أو مفردات منطقية ورياضية؛ (Thomas; 2009) هذا التمثيل هو الأكثر انتشاراً في وصف وتصميم الخوارزميات كونه يوضح وظيفة كل خطوة تبعاً لرمزها والعلاقة المنطقية بين كافة الخطوات التنفيذية تبعاً لموقع هذا الرمز؛ ويسهل مهمة بناء وتحليل وتعديل الخوارزمية؛ (Jeff; 2015).

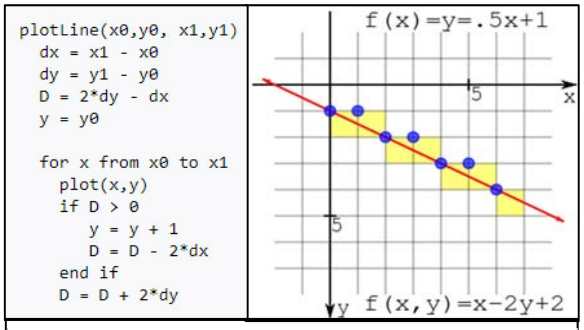
يعد تمثيل الخوارزميات بالمخططات التدفقية (الانسيابية) أكثر الوسائل الفعالة لإعطاء صورة كاملة ودقيقة وأكثر وضوح عن الخطوات المطلوبة للتنفيذ وتتبع المسائل الأكثر تعقيد بالتفرع والتكرار واستخراج النتائج والوصول للهدف من الخوارزمية؛ وتسهيل مهمة تحديد موقع ونوع الخطأ ان وجد لمعالجته؛ حتى أصبحت الخوارزميات تعرف من خلال المخطط التدفقي (الانسيابي) لها وتحمل صفاته كسمة رئيسة لها.

وفي سياق الإمكانيات الواسعة التي تمتلكها الخوارزميات في معالجة البيانات وإيجاد الحلول؛ تتبلور مجموعة من الوظائف الاساسية للخوارزميات تتباين تبعاً لطبيعة الاهداف المرجوة من استخدامها؛ وهي:

خوارزمية البحث (Searching Algorithm): تهدف لتحقيق آلية البحث عن قيمة او عنصر او رمز او صيغة نصية معينة ضمن بنية من المعلومات المخزنة؛ (Robert; 2011). -- **خوارزمية الفرز (Sorting Algorithm):** تهدف لتحقيق آلية ترتيب مجاميع معينة من البيانات المدخلة ترتيباً تصاعديا او تنازليا حسب أولويات معينة يحددها الهدف من الخوارزمية؛ (Bockmayr; 2010). -- **خوارزمية الحل الرياضي (Numerical problem solving algorithm):** تهدف لحل المسائل الرياضية المتعلقة بالمجالات العلمية المختلفة؛ مثل خوارزميات معادلات الرسوم الهندسية؛ ومعادلات السلوك الفيزيائي للأشكال والمواد (المحاكاة)؛ (Anany; 2012). -- **خوارزمية التحكم (Controlling Algorithm):** تهدف لبناء أنظمة التحكم؛ من خلال استخدام الاجراء الشرطي للبيانات (If Condition) لتحديد ما إذا يتوجب القيام بفعل معين ام لا تبعاً لتحقق مطابقة شرط لبيانات معينة مدخلة ضمن نظام معين؛ (Ivan; 2011)؛ مثل تحقق قيمة معينة لمقدار الاشعاع الشمسي ضمن خوارزمية التحكم بمحركات مصدات الشمس (اللوفرات المتحركة) للإيعاز لها بالعمل؛ وكذلك الكثير من المجالات الهندسية الأخرى.

تمثل اغلب هذه الوظائف الأساس لحل المشكلات والمساهمة في وضع القرار للكثير من المجالات المعرفية وبالخصوص الهندسية لاتباعها مبادئ منطقية تتشابه الى حد كبير مع المنهج الفكري للعقل البشري في تقريب الحلول والمسائل واتخاذ القرارات؛ ومن اهم تلك المجالات الهندسية هو مجال العمارة.

8- الخوارزميات والعمارة:



الشكل (2-1): خوارزمية (بريزنهام) لرسم خط مستقيم
المصدر: Wikipedia

أصبحت العمارة واحدة من اهم المجالات التي دخلت فيها الخوارزميات بدءاً من الممارسات المعمارية لعملية التصميم ورسم المخططات بمساعدة الحاسوب؛ (برمجيات وادوات CAD والنمذجة الـ BIM وبرمجيات الاظهار المعماري)؛ والتي تكون فيها مستويات الخوارزميات رياضية معقدة يقل فيها منطق صنع القرار. كمعادلات الرسم الرياضية الخاصة بإحداثيات نقاط الرسم وطبقاته وتمثيله البصري؛ بدءً من أبسطها كخوارزمية (بريزنهام) لرسم خط مستقيم؛ نسبة الى جاك بريزنهام عام 1962 في شركة IBM؛ (Hongxin; 2015)؛ (Paul E; 1987)؛ الشكل (2-1). وانتهاءً بالخوارزميات المعقدة لرسم الاشكال الهندسية والعضوية؛ كما في خوارزميات توليد الاشكال البارامترية (parametric design algorithm) المستخدمة في برمجيات التصميم البارامتري مثل (Lyrebird; Grasshopper; Revit Dynamo; Rosetta)؛ (António; 2016). والتطبيقات المرتبطة بتصميم العناصر الانشائية وحتى خوارزميات مهام اخراج المخططات كالتحكم بمتطلبات الطباعة الرقمية؛ بالرغم من كون كل تلك العمليات ممكن اجراءها بالطريقة اليدوية؛ الا ان هناك بعض المهام والمشكلات التصميمية التي تحتوي على مستوى من عدم اليقينية؛ والغموض؛ أو مجموعة من الحلول الممكنة التي تحتاج الى خوارزميات لتساعد **المعماري لاتخاذ القرار** وضمان تحقيق علاقة تكاملية بين العقل البشري والحاسوب للتقليل من مستوى

عدم اليقينية تلك. كما هو في برامج وأدوات المحاكاة الحاسوبية للتصاميم والمباني في مجالات البيئة والطاقة لتحليل تصميم المبنى ومعرفة نقاط الضعف واقتراح الحلول (Building energy simulator)؛ (Terzidis; 2006). ومن ضمنها الخوارزميات المستخدمة في برامج تحليل الأداء الضوئي للمباني باتجاه توفير الإضاءة الطبيعية داخل فضاءاته؛ (salim; 2001)؛ وحتى على مستوى التحليل المكاني للفضاءات المعمارية والوصول للعلاقة الوظيفية الأكفأ لتصميم المبنى؛ كالخوارزميات المستخدمة في تطبيق (Seed–Pro)؛ (Akin; 1995)؛ و تطبيق (Precedents)؛ (Oxman; 1993) ؛ و تطبيق (YASMIN)؛ (Jafar; 1996) ؛ وخوارزميات الإدارة للأنظمة الذكية لتشغيل المبنى والتي تسمى بخوارزميات الأنظمة الخبيرة (expert systems) كما في تطبيقات الإدارة الذكية للمباني (Calaos؛ Domoticz ؛ Assistant Home؛ MisterHouse؛ OpenHAB؛ OpenMotics)؛ (Jason; 2017).

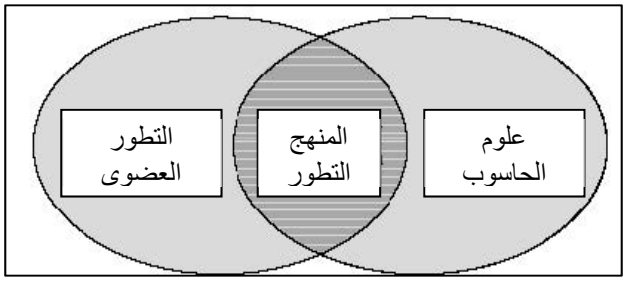
بالرغم من تعدد التطبيقات التي يستعين بها المصمم في ممارساته المعمارية والتي تحوي خوارزميات تخصصية مختلفة؛ الا ان المشكلات التصميمية المرتبطة بالأداء الوظيفي او البيئي وحتى التشكيل المعماري تتميز بكونها مشكلات معقدة تتعدد فيها المتغيرات؛ ومعظمها يكون متعارض التأثير في تحقيق الهدف؛ مما يخلق كم هائل من الاحتمالات التي تحتاج الى خوارزمية تتصف بالذكاء في اتباع استراتيجية لتقصير الطريق وانتقاء الاحتمالات التي تحقق حالة توازن بين تلك المتغيرات؛ هذه الحاجة دفعت علماء الرياضيات للبحث عن هكذا خوارزمية ذات مبدأ انتقائي للحلول؛ وهو ما أوصل العالم (John Holland) في بداية الستينات الى خوارزمية رياضية لتقليد ومحاكاة الانتقاء في جينات الكائنات الحية؛ (wikipedia). **هي الخوارزمية الجينية.**

9- الخوارزميات الجينية:

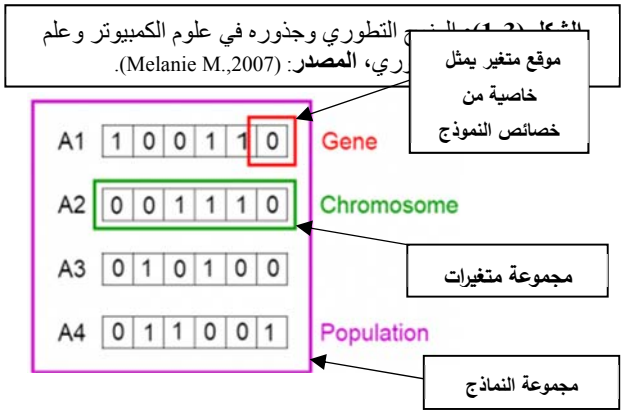
تعد واحدة من اهم الخوارزميات المطبقة في المجالات المعرفية المختلفة. وهي تتبع منهج الانتقاء التطوري للحلول؛ الذي يبدأ بالاختيار العشوائي من الاحتمالات والنماذج التصميمية الناجعة (المحققة للهدف من التصميم) لتمزج بين خصائصها الضمنية لتنتج احتمالات ونماذج جديدة تنتقي منها الأكثر كفاءة والأنسب لتكرر عملية المزج والمزاوجة بين خصائص النسل الجديد وهكذا حتى الوصول الى حل مثالي؛ فنظريتها تقوم على مبدأ الانتقاء الطبيعي والتطور؛ (Parag et al; 1999). **وسميت بالجينية ليس لارتباطها بالبنية الجينية العضوية وانما بمبدأ الانتقاء الذي تعمل به جينات الكائنات العضوية على وفق نظرية التطور؛** (Melanie M.;2007). الشكل (3-1).

تعد الخوارزمية الجينية؛ أكثر الستراتيجيات الفاعلة المستخدمة في أنظمة الذكاء الاصطناعي والتي دخلت في جميع المجالات ومن ضمنها العمارة. وقد وضعت الخوارزميات الجينية في محاولة لتفسير العمليات التكيفية للنظم الطبيعية؛ وتصميم النظم الاصطناعية على أساس هذه العمليات التكيفية. وتستخدم على نطاق واسع في التحسين للنماذج الأولية في التصميم لعديد من المجالات الهندسية؛ أو بدء التصميم من الصفر. وتظهر قوة كبيرة في مجالات التصميم نظراً لقدرتها على انشاء مجموعة واسعة من البدائل في التصميم؛ خلال وقت قصير جدا؛ والتي تساعد المصمم في صنع القرار؛ (Melanie M.;2007).

يتم التعامل مع النماذج التصميمية ومتغيراتها (خصائصها) من خلال مماثلتها بوحدات الكروموسوم العضوي وما تحويه من شفرات (Genes)؛ فتماثل مجموعة الخصائص التصميمية للنموذج الواحد سلسلة الكروموسوم الواحد (Chromosome)؛ والذي



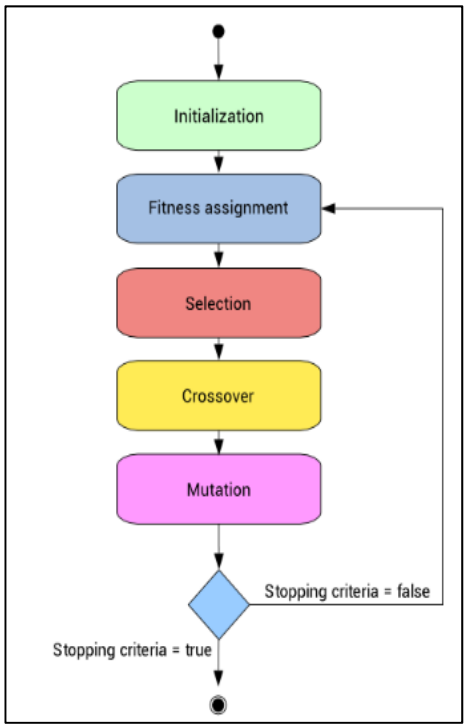
التطوري وجذوره في علوم الكمبيوتر وعلم
ري، **المصدر**: (Melanie M.,2007).



الشكل (4-1): التكوين البنائي للنموذج داخل الخوارزمية الجينية،
المصدر: (Eleftheria, 2009)

يحوي مجموعة من (Genes) التي تماثل كل منها متغير منفرد ضمن خصائص النموذج الواحد؛ (Eleftheria; 2009). الشكل (4-1).

تختلف متغيرات النماذج الداخلة في الخوارزمية الجينية حسب طبيعة المجال المعرفي المطبقة ضمنه لكنها تشترك جميعها بأربعة خطوات ومراحل رئيسة؛ وخطوة خامسة ثانوية؛ (Quiroz;2010)؛ الشكل (5-1) وهي:



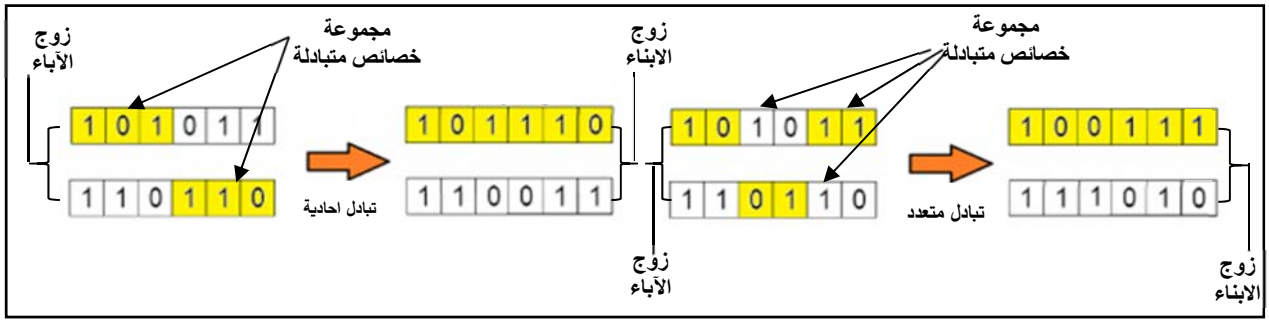
الشكل (5-1): نموذج هيكلية الخوارزمية الجينية، **المصدر:** (Quiroz,2010).

أولاً: (Initialization) انشاء مجموعة من النماذج الحاوية على متغيرات عشوائية في خطوة ابتدائية.

ثانياً: (Fitness Assignment) تقييم النماذج الاصلح لتحقيق الهدف من تلك المجاميع العشوائية في أجراء يدعى بـ تقييم الكفاءة؛ ويقصد بتحقيق الهدف هو مطابقتها لشرط محدد ضمن مجال معرفي معين.

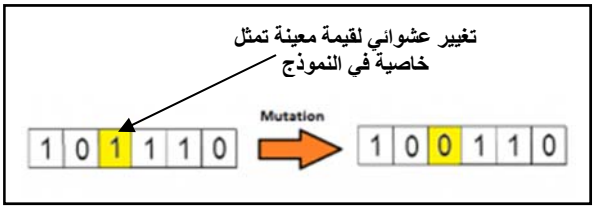
ثالثاً: (Selection) انتقاء النماذج الاصلح من خلال الخطوة الثانية وعدها بمثابة جيل (الآباء)؛ وتوصف جميع مجاميع النماذج الاصلح المنتخبة ضمن مفهوم الخوارزمية الجينية بمصطلح (population) (مجاميع الافراد).

رابعاً: (Crossover) المزاوجة والتبادل بين خصائص كل زوجين من (الآباء)؛ وإنتاج نماذج جديدة هجينة كجيل من (الأبناء). ليتم الرجوع للخطوة الثانية في عملية تقييم نماذج جيل (الأبناء). يتم التبادل بين النموذجين اما بخاصية واحدة (Genes) تحل كل منها محل الثانية فيدعى تبادل النقطة الواحدة (one point crossover)؛ او لأكثر من خاصية في النموذج الواحد مع النموذج الاخر من نفس الموقع وتسمى بالـ (Multi point crossover). والذي يحدد نوع التبادل؛ هو مدى تعقيد النماذج واحتوائها على متغيرات عديدة؛ (Latifi et al; 2016)؛ الشكل (6-1).



الشكل (6-1): المزاوجة وتبادل الخصائص، **المصدر:** (Eleftheria, 2009)

خامساً: (Mutation) الطفرة الوراثية. وتحدث هذه الخطوة بشكل غير دوري أي مرة واحدة كل مجموعة من الاجيال قبل تطبيق خطوة الانتقاء على النسل الجديد؛ والغاية منها للحفاظ على التنوع الجيني عن طريق تغيير قيمة معينة تمثل خاصية واحدة كجزء صغير فقط من النسل الجديد؛ الشكل (7-1)؛ (Latifi et al; 2016).



الشكل (7-1): الطفرة الجينية، **المصدر:** (Eleftheria, 2009)

تمثل هذه الخطوات والمراحل أساس منهج الانتقاء التطوري الذي تتبعه الخوارزمية الجينية من اجل التوصل الى حلول تصميمية دقيقة وبأقل وقت وجهد ممكن.

للكشف عن إمكانية الخوارزمية الجينية في مجال تحليل الأداء لتصميم المباني وإيجاد النموذج الأمثل؛ سيتم طرح الحالة التصميمية لتحقيق 1-أفضل انارة طبيعية. 2-اقل استهلاك للطاقة لغرض التبريد داخل الفضاء المصمم؛ حيث نجد ان هناك تعارض في تأثير كل من متغيري الحجم والتوجيه لفتحات النوافذ في مقدار الكسب الحراري داخل الفضاء وكذلك مقدار الإضاءة الطبيعية النافذة؛ والتي تساهم في خفض استهلاك الطاقة اللازمة للإضاءة الاصطناعية. وسيتم محاولة إيجاد الحل الأمثل لهذا النوع من التعارض من خلال تطبيق منهجين (المنهج التقليدي ومنهج الخوارزمية الجينية). وهذا يستدعي في البدء بيان تأثير حجم وتوجيه النوافذ في بيئة الفضاء المعماري.

10- تأثير حجم وتوجيه النوافذ في بيئة الفضاء المعماري.

بالرغم من التأثير الكبير لفتحات النوافذ واتجاهها في مقدار الإضاءة الطبيعية النافذة داخل الفضاءات وبالتالي خفض معدل استهلاك الطاقة لغرض الإضاءة الاصطناعية؛ (Boake; 1995)؛ الا ان الطاقة الحرارية المتولدة داخل الفضاء نتيجة نفاذ الاشعاع الحراري الشمسي من فتحات النوافذ واحتجاز سطح الزجاج الداخلي لإشعاع الموجات الحرارية الطويلة الصادرة من الاجسام؛ فضلاً عن تيارات الحمل الحراري للهواء الناتج من (اختلاف بين درجة حرارة سطح الزجاج ودرجة حرارة الهواء المجاور)؛ (CHARLIE; 2006)؛ كلها عوامل تؤثر سلباً على مقدار الراحة الحرارية داخل تلك الفضاءات؛ مما يقتضي دراسة وتحليل التعارض في التأثير لنماذج تصميمية كثيرة لغرض الوصول الى التصميم الامثل الذي يتحقق فيها التوازن بين (نسبة فتحات النوافذ الى مساحة الجدران الخارجية) وبين توجيه المبنى بالشكل الذي يضمن اقصى إمكانية لنفاذ الإضاءة الطبيعية وباقل تأثير في مقدار الكسب الحراري؛ (Servet Karasu; 2010).

يرتكز تحقيق هدف البحث على فكرة المقارنة بين تطبيق المنهج التقليدي لمحاكاة وتحليل النماذج التصميمية وبين تطبيق منهج الخوارزمية الجينية لإيجاد التصميم الأمثل؛ وذلك باقتراح المتغيرات التصميمية الخاصة ب:

1. **نسبة مساحة فتحات النوافذ الى مساحة الجدران.**
2. **زاوية توجيه المبنى نسبة الى اتجاه الشمال (زاوية السمت).**

وتعيينهما مرة كمعلمات (parameters) ضمن عملية المحاكاة بالطريقة التقليدية؛ وأخرى كتمثيل جيني ضمن الخوارزمية الجينية داخل بيئة المحاكاة نفسها وباعتماد القدرة الحاسوبية نفسها لكلا المنهجين.

11- التطبيق العملي:

لتطبيق المقارنة بهدف إيجاد النموذج الأمثل ضمن مجموعة بدائل؛ يتحقق فيه اقل مقدار لمعدل الكسب الحراري السنوي داخل الفضاء واقل مقدار لإجمالي استهلاك الطاقة لغرض الإضاءة؛ وإيجاد نقطة التوازن بين الخصائص التصميمية المتمثلة بنسبة مساحة فتحة النافذة الى مساحة الجدار كمتغير تصميمي لواجهة واحدة؛ وتوجيه الفضاء كمتغير ثاني؛ كلاهما ضمن نموذج افتراضي لفضاء مستطيل بأبعاد (5 م x 7 م) وارتفاع 3 م؛ ذو جدران خارجية من مادة الطابوق بسماكة (25 سم)؛ معرض للبيئة الخارجية من جميع الاتجاهات. ضمن بيئة محاكاة تمت باستخدام البيانات المناخية لمدينة **بغداد** ضمن تطبيق برنامج المحاكاة (DesignBuilder v5.3) اصدار سنة 2018؛ وهو تطبيق بريطاني معتمد عالمياً يختص بتحليل ومحاكاة أداء المباني وتقييم كفاءة الحلول التصميمية لها من ناحية (الطاقة والكلفة وتأثير الملوثات والأنظمة الذكية) (WWW.DesignBuilder.co.uk)؛ تم تنفيذ هذا التطبيق باستعمال حاسوب مكتبي ذو مواصفات متوسطة (Intel Ci7-6700k cpu @ 4.00GHz Ram 16.0GB)؛ وجرى فيه تطبيق:

أولاً: تطبيق المنهج التقليدي:

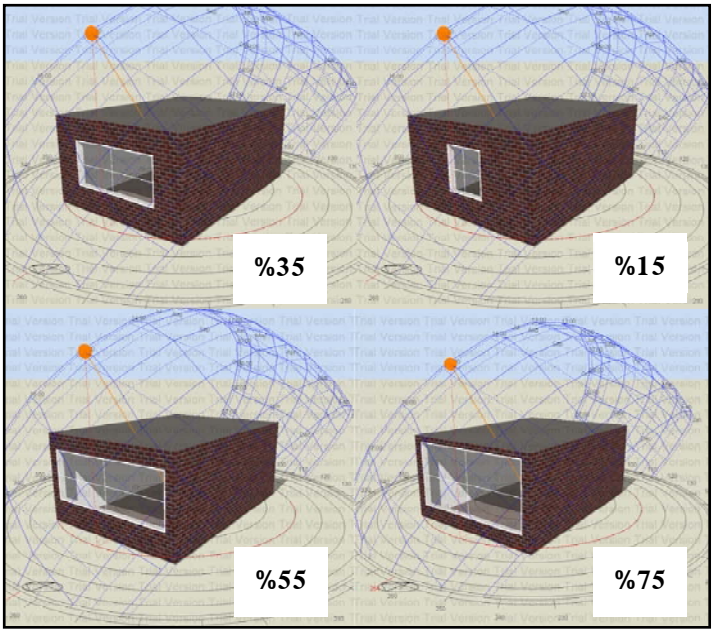
تم بافتراض أربع نسب مختلفة لمساحة فتحة النافذة الى مساحة الجدار (Window to Wall ratio)؛ وهي: (15% ؛ 35% ؛ 55% ؛ 75%)؛ الشكل (1-8)؛ و بثمان توجيهات رئيسة ومركبة؛ (N; W; S;E)؛ (NE; SE; SW;NW) فكان عدد النماذج المقيمة في المحاكاة (32) نموذج.

اعتمد التحليل الاحصائي لانحراف القيم عن القيمة الصغرى لها في إيجاد النموذج الذي حقق توازن بين اقل اجمالي للاستهلاك السنوي لأحمال الإضاءة نتيجة تأثير نسب مساحة النوافذ في توفير اضاءة طبيعية لضمان راحة بصرية داخل الفضاء؛ مع اقل معدل للكسب الحراري داخل الفضاء نتيجة تأثير الاشعاع الحراري الشمسي الداخل للفضاء.

تم خلال عملية المحاكاة حساب الوقت اللازم لتقييم الـ (32) نموذج (زمن المحاكاة وزمن تعديل المتغيرات على النماذج)؛ ليكون اجمالي الوقت لتطبيق المنهج التقليدي ما يقارب (95) دقيقة؛ وحسب الجدول (1-1).

ثانياً: منهج الخوارزمية الجينية:

تم اعتماد نفس النموذج المفترض في المنهج السابق لكن مع إدخاله ضمن منهج الخوارزمية الجينية واختباره ضمن بيئة تطبيق المحاكاة نفسه؛ فكان متغيري (نسبة فتحة النافذة؛ وتوجيه النافذة) هما الجينات المتبادلة (Genes) ضمن سلسلة كروموسوم (مجموع خصائص النموذج الواحد الفيزيائية)؛ بعكس المنهج السابق؛ فلم تحدد قيم معينة لنماذج نسبة الفتحات والتوجيه؛ أي ان مدى المتغير لنسبة فتحة النوافذ كان مفتوح لكن ضمن الحد الأدنى والحد الأعلى (15- 75%) أي ان جميع القيم بين هاتين النسبتين شملت بالتقييم والبالغ عددها (61) قيمة صحيحة؛



الشكل (8-1): النسب المختلفة لفتحة النافذة الى مساحة الجدار، **(اعداد الباحث)**

#	orientation	Windows / wall %	الإجمالي السنوي لأحمال الإضاءة	المعدل السنوي للكسب الحراري الشمسي	زمن تعديل المتغيرات / دقيقة	زمن المحاكاة / دقيقة	الزمن الكلي
1	N (0)	15	863.13	663.05	3.5	1	4.5
2	N (0)	35	831.12	1599.13	2	1	3
3	N (0)	55	823.23	2546.22	2	1	3
4	N (0)	75	817.49	3346.26	2	1	3
5	NE (45)	15	857.06	916.86	3.5	1	4.5
6	NE (45)	35	830.74	2211.25	2	1	3
7	NE (45)	55	822.62	3520.89	2	1	3
8	NE (45)	75	816.51	4627.18	2	1	3
9	E (90)	15	853.76	1400.32	3.5	1	4.5
10	E (90)	35	830.96	3377.24	2	1	3
11	E (90)	55	822.26	5377.44	2	1	3
12	E (90)	75	815.73	7067.07	2	1	3
13	SE (135)	15	854.54	1690.83	3.5	1	4.5
14	SE (135)	35	831.25	4077.89	2	1	3
15	SE (135)	55	822.44	6493.06	2	1	3
16	SE (135)	75	815.95	8533.23	2	1	3
17	S (180)	15	863.18	1713.60	3.5	1	4.5
18	S (180)	35	831.64	4132.79	2	1	3
19	S (180)	55	823.00	6580.47	2	1	3
20	S (180)	75	816.91	8648.10	2	1	3
21	SW (225)	15	868.45	1705.24	3.5	1	4.5
22	SW (225)	35	832.36	4112.64	2	1	3
23	SW (225)	55	823.63	6548.38	2	1	3
24	SW (225)	75	817.55	8605.93	2	1	3
25	W (270)	15	868.86	1415.82	3.5	1	4.5
26	W (270)	35	832.60	3414.62	2	1	3
27	W (270)	55	823.90	5436.96	2	1	3
28	W (270)	75	817.81	7145.29	2	1	3
29	NW (315)	15	865.49	923.70	3.5	1	4.5
30	NW (315)	35	831.97	2227.74	2	1	3
31	NW (315)	55	823.70	3547.15	2	1	3
32	NW (315)	75	817.85	4661.68	2	1	3
							94.5

الجدول (1-1): نتائج تطبيق المحاكاة للنماذج (32) المقترحة، (اعداد الباحث)

ضمن حسابات الخوارزمية؛ وكذلك الحال لمتغير التوجيه (0–359 درجة)؛ أي بمدى (360) قيمة؛ ولو فرضنا حساب عدد النماذج لهذين المتغيرين بهكذا مديين فسيكون لدينا (61 x 360) = (21960) نموذج من المفترض تقييمها (في المنهج التقليدي) لإيجاد الحل الامثل. الا ان منهج الخوارزمية الجينية سيقوم بأنشاء نماذج ابتدائية تمثل حلول تصميمية كفؤة وتقييمها في (محاكاة متوازية ينحصر تطبيقها بالخوارزمية الجينية)؛ حيث تقوم الخوارزمية باستثناء الأبناء الذين لا يبدون أي تحسين بقيم الاستهلاك (هدف التقييم)؛ وبذلك تقل عمليات المحاكاة لنسل بعد الاخر؛ وصولاً لأفضل النماذج. فبلغ اجمالي النماذج المقيمة في هذا التطبيق (320 نموذج). وقد تم حساب اجمالي وقت المعالجة والتقييم بـ (11) دقيقة و30 ثانية من العمل الحاسوبي؛ لتقييم جميع نماذج الأجيال وتحديد نقاط التوازن؛ وتلخيص البدائل الكفوة ضمن الجدول (1–2)؛ ثم انتقاء التصميم الأمثل بالطريقة الإحصائية التي تعتمد على الانحراف عن القيمة الصغرى.

تم عرض جزء من المخطط البياني التوضيحي لنتائج التطبيق؛ والتي تشمل النموذج ذو التصميم الاكفأ؛ وذلك للعدد الكبير من البدائل الناتجة من التطبيق والتي لا يستوعب عرضها في هذا البحث.

تحليل النتائج:

نلخص مقارنة نتائج التطبيق؛ بين منهج الخوارزمية الجينية مقارنة بالمنهج التقليدي من خلال الجدول (3–1).

	منهج الخوارزمية الجينية		المنهج التقليدي	
النماذج المقيمة	21960		32	
دقة النتائج	817.47	3344.56	817.49	3346.26
عدد البدائل	127 بديل متوازن		بديل واحد متوازن	
زمن المحاكاة	11.5 دقيقة		94.5 دقيقة	

الجدول (3–1): نتائج مقارنة تطبيق مناهج تحليل النماذج.
(اعداد الباحث)

#	Orientation / Degree	Window / Wall %	الإجمالي السنوي لأحمال الإضاءة	المعدل السنوي للكسب الحراري الشمسي
1	0.0	71	817.66	3323.77
2	0.0	53	824.11	2449.03
3	0.0	51	824.96	2351.83
4	0.0	45	827.18	2067.16
5	0.0	25	838.83	1131.09
6	0.0	15	863.13	663.05
7	1.5	75	817.47	3344.56
8	1.5	71	817.64	3325.07
9	1.5	53	824.08	2449.98
10	1.5	51	824.94	2352.75
11	1.5	45	827.15	2067.96
12	1.5	43	827.78	1974.32
13	1.5	39	829.25	1787.03
14	1.5	21	845.10	944.24
15	1.5	19	849.46	850.60
16	1.5	15	862.96	663.31
17	3.0	75	817.45	3352.73
18	3.0	65	819.53	3038.02
19	3.0	45	827.12	2071.16
20	3.0	41	828.44	1883.58
21	3.0	39	829.22	1789.79
22	3.0	21	845.10	945.70
23	3.0	15	862.78	664.33
24	4.5	73	817.42	3361.82
25	4.5	69	818.22	3241.58
26	4.5	53	824.04	2460.41
27	4.5	51	824.88	2362.76
28	4.5	49	825.93	2265.12
29	4.5	45	827.08	2076.77
30	4.5	41	828.41	1888.69
31	4.5	39	829.18	1794.64
32	4.5	21	845.09	948.26
33	4.5	15	862.59	666.13
34	6.0	75	817.40	3374.50
35	6.0	69	818.19	3253.81
36	6.0	67	818.84	3155.75
37	6.0	61	820.84	2861.73
38	6.0	59	821.55	2763.72
39	6.0	53	824.02	2469.69
40	6.0	51	824.86	2371.68
41	6.0	49	825.89	2273.66
42	6.0	45	827.05	2084.60
43	6.0	43	827.68	1990.21
124	360.0	73	817.49	3346.26
125	360.0	61	820.92	2837.78
126	360.0	41	828.52	1879.95
127	360.0	17	855.42	756.66

الجدول (2–1): نتائج منهج الخوارزمية الجينية في تحليل النماذج.
(اعداد الباحث)

الاستنتاجات:

من خلال البحث والتطبيق نستنتج فعالية منهج الخوارزمية الجينية تكمن في:

- إيجاد الحلول للمشكلات المعقدة في معالجة وتقييم متغيرات الخصائص التصميمية المتعددة والمتفاعلة فيما بينها وخصوصاً المتغيرات التصميمية (المتعارضة) ذات التأثير في أداء التصميم والمبنى من اجل الوصول الى التصميم الامثل.
- الامكانية العالية في تقييم ومحاكاة عدد كبير من النماذج التصميمية الناتجة من مزج الخصائص التصميمية المختلفة بمقدار دقة عالي مقارنة بالنماذج المختبرة والمقترحة عن طريق المنهج التقليدي للمحاكاة والتي تكون محدودة العدد بسبب الصعوبة البالغة في استيعاب الاعداد الكبيرة من الاحتمالات التصميمية عند تعدد المتغيرات لتصل في بعض الأحيان الى آلاف النماذج المختبرة.
- اختصار الوقت اللازم لعملية التقييم ومحاكاة الاداء لكافة النماذج والحلول التصميمية للمبنى والوصول لنقطة التوازن بين الأهداف التصميمية؛ من خلال ستراتيجية المحاكاة المتوازية لمجاميع النماذج وانتقاء الحلول الأعلى كفاءة واهمال الأقل كفاءة؛ بعكس المنهج التقليدي الذي يحتاج الى مراحل زمنية طويلة لإجراء تقييم النماذج المقترحة من المصمم وخصوصاً عند تعدد المتغيرات التصميمية الداخلة في المحاكاة وتعارضها في التأثير.
- توليد عدد كبير من البدائل التصميمية الكفؤة والتي تتيح للمصمم إمكانية انتقاء الحل الكفوء الذي يتناسب مع رؤيته وافكاره التصميمية؛ بينما يتحدد قرار المصمم بخيارات قليلة ناتجة من المنهج التقليدي؛ وبما افترضه من نماذج في بدأ المحاكاة والتقييم؛ مما قد يحجب عنه الكثير من الحلول ذات الكفاءة الاعلى.
- دقة النتائج والقيم المتولدة للحلول التصميمية الكفؤة نتيجة معالجة الخوارزمية الجينية لجميع قيم المتغيرات للخصائص التصميمية وضمن كامل مدياتها؛ دون اهمال لأي قيمة؛ بينما تفتقر نتائج المنهج التقليدي لهكذا دقة بسبب محدودية النماذج الداخلة في المحاكاة والتي يختار فيها المصمم ابتداءً قيم معينة من المتغيرات التصميمية لا تغطي كافة المدى التصميمي للخصائص.
- يمكن تطبيق منهج الخوارزمية الجينية في المحاكاة والتقييم بمعدات حاسوبية اعتيادية متوفرة على مستوى الاستخدام الشخصي للمصمم او المؤسسة البحثية الصغيرة؛ حتى وان تعددت المتغيرات التصميمية المتفاعلة؛ بينما يحتاج المنهج التقليدي الى إمكانيات حاسوبية عالية جداً وبالخصوص عند تعدد المتغيرات (الخصائص التصميمية) المتفاعلة وتكوين عدد كبير جدا من النماذج المقيمة؛ وهذه المعدات غالباً ما تكون غير متوفرة لدى المصمم او المؤسسة البحثية الصغيرة
- لا يحتاج تطبيق منهج الخوارزمية الجينية الى جهد كبير من المصمم في محاكاة وتقييم عدد كبير من النماذج بسبب الطبيعة الآلية لإجراء هذا المنهج على آلاف بل مئات الآلاف من النماذج؛ وهي من جانب آخر عملية صعبة جدا وتستهلك جهد كبير من المصمم وربما مجاميع من المصممين؛ إذا طبقت بالمنهج التقليدي لكونه يعتمد على تغيير قيم الخصائص التصميمية بصورة يدوية لنموذج بعد آخر.
- الامكانية العالية لتحسين الحلول التصميمية للنماذج المعقدة؛ نتيجة لتغطية كافة مديات القيم للخصائص التصميمية وتقييم تفاعلها مع بعضها والخروج بالحل الأمثل؛ وهذا ما يفتقر له المنهج التقليدي الذي يقف عند حدود انتقاء واحد من النماذج التصميمية المفترضة من قبل المصمم.
- ان الإمكانيات العالية في تقييم ومحاكاة عدد كبير من الاحتمالات والنماذج بدقة عالية وبوقت قصير تجعل من منهج الخوارزمية الجينية منهج فعال في بناء الأنظمة الذكية لإدارة المبنى (أنظمة التكييف والاضاءة) لما تحتاجه تلك الأنظمة من محاكاة سريعة وفورية (في الوقت الحقيقي) لاحتمالات وسيناريوهات متعددة من اجل اتخاذ القرارات المناسبة والفعالة.

التوصيات:

يوصي البحث من بالآتي:

- ضرورة تعزيز القاعدة المعرفية لطلبة هندسة العمارة في مجال التصميم البيئي؛ عن طريق رفدهم الأكاديمي بالأسس والمبادئ العامة لتطبيق الخوارزميات في العمارة والخوارزمية الجينية بشكل خاص؛ وآلية توظيفها لحل المشكلات التصميمية المعقدة (متعددة المحاور والمتغيرات)؛ من اجل اختصار الوقت والجهد واستحصال النتائج الدقيقة.
- التوسع في مجال البحوث المعمارية المحلية المعنية ببيان أثر تطبيق الخوارزمية الجينية في جوانب حقل العمارة وبيان دورها في حل المشكلات التصميمية المتعارضة المرتبطة بالعلاقات المكانية والوظيفية على مستوى فضاءات المبنى؛ والعلاقات المكانية والوظيفية للمباني واستعمالات الأرض ضمن النسيج العمراني على مستوى تخطيط المدينة.
- تحفيز الوعي المؤسساتي المحلي نحو أهمية اعتماد الخوارزمية الجينية كأداة فعالة في ممارساتها المعمارية لحل المشكلات التصميمية (البيئية والوظيفية) ضمن خطواتها المنهجية لأنشاء المباني الكفؤة وتحسين خصائصها وخفض كلفها.

References

Abdulaah ebn al azzeez almussa; “Principles of Algorithms” (mabadi alkhwarzmyat) [Arabic]; king faisal university; Saudi Arabia; **2010**.

Akin; Ö. Sen; R.; Donia; M.; & Zhang; Y. (**1995**). SEED-PRO: Computer Assisted Architectural Programming in SEED. Journal of Architectural Engineering; Vol.1; No. 4; pp. 153-161.

Anany Levitin; “Introduction to the design & analysis of algorithms 3rd”; villanova university; **2012**; p18

António Paulo Teles de Menezes Correia Leitão; “Algorithmic-based Building Information Modelling”; **2016**; p33-35

Ashraf Abed el muniem Jaffar; “Computer Applications in Architecture: An analytical approach to achieve practical design that is closest to optimal" (tatbicat alhasib al aali fee al emara: madghal tahlili letahqeeq al tasmeem al aamely al aqrab ela alamthal) [Arabic]; PhD thesis; Department of Architecture; zaqaziq university; Egypt; **1996**.

Boake; Terri Meyer; “Passive Versus Active Solar design: Opposing strategies of a new sustainable vernacular”; University of Waterloo; **1995**.p3

Bockmayr K. Reinert; “Discrete Math for Bioinformatics”; **2010**

Charlie huizenga; hui zhang; pieter mattelaer; tiefeng yu; edward arens; “window performance for human thermal comfort”; **2006**; p 5-6

Dalia abed el qanny Salim; “Study of natural lighting inside the atrium buildings at the local environment level: to achieve optimal performance using the computer” (dirasat al'iida'at altabieiat dakhil mbany al'atrium ealaa mustawaa albiyat almhlyt: lilwusul lil'ada' al'amthal biastikhdam alhasib alalii) [Arabic]; PhD thesis; Department of Architecture; Faculty of Engineering; Cairo university; **2001**.

DTI; **2003**. Our Energy Future - Creating a low carbon economy. UK Government Energy White Paper. The UK: The Stationary Office.

Ehab kaleefa; “Algorithms. How do they shape human consciousness?” (al kuarzmiat. Kaif toshekl waaie al insaan?) [Arabic]; article: http://aitmag.ahram.org.eg/News/86707.aspx; **2017**

Eleftheria Fasoulaki; Genetic Algorithms in Architecture: a Necessity or a Trend?; **2009**; p2-5

Emanuele naboni; alessandro maccarini; ivan korolija; yi zhang; "comparison of conventional; parametric and evolutionary optimization approaches for the architectural design of nearly zero energy buildings"; **2014**.

EU; **2002**. European Union- The new Directive on the Energy Performance of Buildings. First edition; EU.

Hongxin Zhang; "Computer Graphics"; Zhejiang University; 2015; p14-18

wikipedia.org/wiki/Algorithm

Ivan Sekaj; "Control Algorithm Design Based on Evolutionary Algorithms"; Slovak University of Technology; 2011; p4.

Jason Baker; Build a smarter home ; article; **2017**; https://opensource.com/life/17/12/home-automation-tools

Jeff Erickson; "Algorithms"; University of Illinois / USA; 2015; p5-p13.

Justin Solomon; "Numerical Algorithms"; **2013**

Melanie M.; "An introduction to genetic algorithms"; Damascus university; **2007**

Mohammad Latifi. Et Al; "Understanding Genetic Algorithms In Architecture"; 2016; Azad University; Iran P2; P1386

Oxman; r.; & oxman; r. (**1993**). Precedents: memory structure in design case libraries. In u. Flemming; & s. V. Wyk (ed.); caad futures '93; proceedings of the 5th international conference on computer-aided architectural design futures; (pp. 273-287).

Paoletti G.; S. Avesani; D. Exner; R. Lollini. **2011**. Designing low energy buildings: application of a parametric tool and case studies. PLEA 2011- 27th International Conference on Passive and Low Energy Architecture

Parag Sarwate; Akshay Patil; "Generative Algorithm for Architectural Design Based on Biomimicry Principles"; Institute of Technology/India; 2016; p2-4

Paul E. Black. Dictionary of Algorithms and Data Structures; NIST. **1987**

Prakash Mahato; Algorithm and Flowchart; **2011**

Pratt; K. and David E. Bosworth. **2011**. A method for the design and analysis of parametric building energy models. IBPSA Conference of International Building Performance Simulation Association; Sydney; Australia.

Quiroz; J. C. (**2010**). Creative Design Using Collaborative Interactive Genetic Algorithms. A Ph.D.; Computer Science and Engineering; University of Nevada; Reno.

Robert Sedgewick 1; Kevin Wayne 2; Algorithms 4th; Princeton University; **2011**

Servet Karasu; "The effect of daylight saving time options on electricity consumption of Turkey"; **2010**

Terzidis; Kostas (**2006**). Algorithmic Architecture. Architectural Press; Elsevier. P. 37; op.cit.

Thomas H. Cormen; Charles E. Leiserson; Ronald L. Rivest; Clifford Stein; "Introduction to Algorithms 3rd"; **2009**

Weisstein; Eric W. "Algorithm." From *MathWorld*--A Wolfram / Web Resource. http://mathworld.wolfram.com/Algorithm.html