أثر استخدام النظام الخوارزمي على توليد الأفكار في التصميم الداخلي والأثاث

The Effect of Using the Algorithm System on the Generate Ideas in Interior Design and Furniture

أ.م.د/ دعاء عبد الرحمن محمد جوده

الأستاذ المساعد بقسم التصميم الداخلي والأثاث - كلية الفنون التطبيقية - جامعة حلوان

مقدمة :

تؤثر التقنيات الرقمية في العصر الحالي على عملية تمثيل التصميم والرسم المعماري والتصميم الداخلي والتي كان يتم القيام بها بالطرق اليدوية ، وفي البداية كان استخدام برامج الحاسب يقتصر على رسم الفكرة التى رسمها المصمم يدوياً (الاسكتش) من قبل ، ثم تحويلها إلى الاسلوب الرقمي لإظهارها بالخامات والاضاءة المقترحة فقط ، لكن تطور تأثير التقنيات الرقمية وأصبح يؤثر على عملية التصميم نفسها ، فالآن يستخدم معظم المعماريين والمصممين الداخليين برامج الحاسب الآلى لتطوير الأفكار وليس فقط لرسمها أو التعبير عنها ، كما يمكن لهذه البرامج أن تقوم بالتنسيق بين عدة معطيات وأنواع مختلفة من المعلومات التي يتم تزويد البرنامج بها لتكون أشكالاً إنسيابية ومتناسقة ، ذلك جعل من الممكن إبتكار أشكال عضوية وديناميكية بطريقة متسلسلة منظمة مما ساعد علي نقل هذه الأفكار من خيال المصمم إلى حيز الواقع ، ويتم توليد هذه الأشكال باستخدام نظم الحاسب المختلفة مثل النظام الخوارزمي Algorithm System والذي يعتمد على تخزين معلومات معينة حول البيئة أو أي مصدر آخر ممكن أن يؤثر على التصميم من خلال تحويل هذه المعلومات إلى معادلات أو رسومات بيانية ومن ثم تطبيقها على التصميم لكي تغير في شكله، وكل هذا أدى إلى توليد أفكار Generate Ideas وأنماط جديدة من التصميمات لم تكن موجودة من قبل مثل التصميم الرقمي Digital ، والمنطبق Folding ، والبارامتري Parametric ، والطوبولوجي Topology والانسيابي Fluid وغيرها ، لذلك يهتم البحث بدراسة النظام الخوارزمي لتوضيح أثره على إنتاج وتوليد الأفكار في مجال التصميم الداخلي والأثاث .

الكلمات المفتاحية : النظام الخوارزمي Algorithm System – توليد انتاج الأفكار Generate Ideas – العمارة الانسيابية Fluid Architecture – العمارة الطوبولوجية Topological Architecture .

Abstract :

The digital techniques of the present age affect the process of representing design, architectural drawing and interior design, which was done by hand , In the beginning, the use of computer programs was limited to drawing the idea that was drawn by the designer before, and then converted to digital style to show only the raw materials and lighting proposed , But the development of the impact of digital technologies and affects the design process itself, now most architects and interior designers use software programs to develop ideas and not just to draw or express them , These programs can also coordinate several data types and types of information that are provided to the program to be smooth and consistent forms, This has made it possible to create organic and dynamic forms in a structured and organized way, which helped to move these ideas from the imagination of the designer into reality , These forms are generated using different computer systems such as Algorithm System, which depends on the storage of specific information about the environment or any other source that may affect the design by converting this information into equations or graphs and then applied to the design to change its shape, All this led to the generation of new ideas and patterns of

designs that did not exist before, such as digital design, Folding, Parametric, Topology, Fluid and others, so the research is interested in studying the Algorithm system to illustrate its effect on the production and generation of ideas in the field of interior design and furniture.

Keywords:
Algorithm System - Ideas Generate- Fluid Architecture - Topological Architecture.

مشكلة البحث :

تكمن مشكلة البحث في الإجابة على السؤال الآتي : هل يؤثر استخدام النظام الخوارزمي Algorithm System على توليد الأفكار Generate Ideas في مجال التصميم الداخلي والأثاث ؟ وكيفية الاستعانة به كأداة جديدة لإنتاج أفكار وبدائل عديدة متنوعة ومتطورة .

هدف البحث :

- يهف البحث إلى دراسة النظام الخوارزمي Algorithm System وتوضيح مدى تأثيره على توليد الأفكار Generation Ideas في مجال التصميم الداخلي والأثاث .
- توضيح تأثير النظام الخوارزمي Algorithm System والتصميم المدعوم بالحاسب على بعض الاتجاهات المعمارية الحديثة كالعمارة الإنسيابية والطوبولوجية .

فروض البحث :

يفترض البحث أن دراسة وفهم واستخدام الإسلوب الخوارزمي يساعد على إنتاج وتوليد أفكار جديدة متنوعة في مجال التصميم الداخلي وتصميم الأثاث .

أهمية البحث : ترجع أهمية البحث لضرورة إلقاء الضوء و دراسة أدوات التقنيات الرقمية لما لها من تأثير كبير على العملية التصميمة لما تقدمه من حلول وبدائل تصميمة متنوعة ومتطورة مع قدرتها على اختيار الأفضل .

منهجية البحث :

يتبع البحث المنهج الوصفي التحليلي من خلال وصف وتحليل للنظام الخوارزمي وآلية توليد الأفكار والأشكال باستخدام البيئة الرقمية مع وصف وتحليل بعض نماذج من الاتجاهات الحديثة الناتجة من استخدام الخوارزميات كالعمارة الانسيابية والطوبولوجية ، لمعرفة تاثير استخدام برامج التكنولوجيا الرقمية علي الفكرالتصميمي في مجال التصميم الداخلي .

تقنيات الحاسب الآلى والعملية التصميمية :

اقتصر استخدام الحاسب الآلي في البداية على القيام بإعداد الرسومات الهندسية وتخزين المعلومات ثم استرجاعها مرة أخرى عند الحاجة إليها ، ثم تطور هذا الدور إلى المساعدة في عملية التصميم ذاتها ، واستخدام إمكانيات الحاسب في البرمجة التقليدية التي تعتمد على أسلوب حل المشكلة من خلال الخوارزميات Algorithm ، وهي مجموعة من الخطوات الرياضية والمنطقية المتسلسلة اللازمة لحل مشكلة ما . (Slawomir Wojtkiewicz p342)

مميزات الخوارزميات : تتميز الخوارزميات بالقدرة على وصف خطوات الحل بشكل واضح ومحدد ، وعدم اعتمادها على أسلوب محدد في المعالجة ، واستخدامها لحل جميع المشاكل المشابهة ، وسهولة فهم خطوات حل المشكلة واستيعابها.

تركيب الخوارزميات : هناك ثلاث تراكيب لبناء البرامج وكتابة الخوارزميات والفكرة ، فأى برنامج أو خوارزمية يتكون من التراكيب الثلاثة :

1- **التسلسل Sequence** : حيث تكون الخوارزمية عبارة عن مجموعة من العمليات المتسلسلة .

2- **الاختيار : Selection :** فبعض المشكلات لا يمكن حلها بتسلسل بسيط للتعليمات ، وقد تحتاج إلى اختبار بعض الشروط وتنظر لنتيجة الإختبار إذا كانت صحيحة تتبع مسار يحوى تعليمات متسلسلة ، واذا كانت خاطئة تتبع مسار آخر مختلف من التعليمات ، وهذه الطريقة تسمى باتخاذ القرار أو اختيار الأفضل Optimization .

3- **التكرار Repetition** عند حل بعض المشاكل لابد من إعادة نفس تسلسل الخطوات عدد من المرات ، وهذا ما يطلق عليه التكرار، وباستخدام تلك التراكيب يسهل فهم الخوارزميات وإكتشاف الأخطاء الواردة بها وتغييرها .(شريف 2004 ص 127)

مصادر استلهام الأشكال الرقمية :

ويمكن أن تصنف مصادر إستلهام الأشكال الرقمية إلى :

أ - أشكال مستلهمة من الطبيعة كالكائنات الحية والنباتات وغيرها .

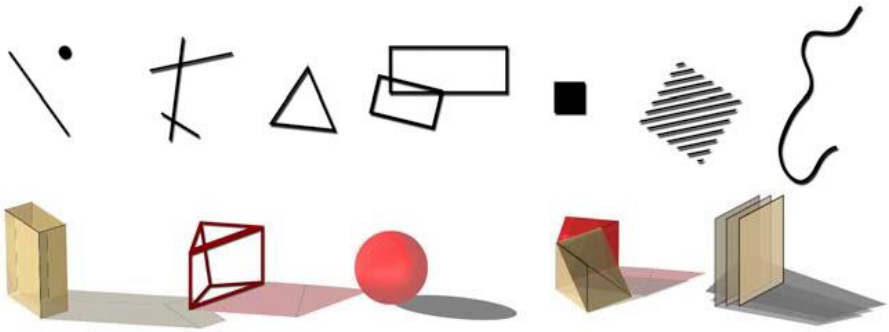
ب- أشكال وزخارف تم حفظها على البرامج مثل الزخارف التراثية الإسلامية وغيرها .

ج- أشكال مستلهمة من المجسمات التي يمكن إنتاجها بواسطة البرمجيات الرقمية وخاصة البرامج ثلاثية الأبعاد مثل برنامج 3DMAX و Solid Thinking و Rhino Script وغيرها (لينا غانم ص 4)

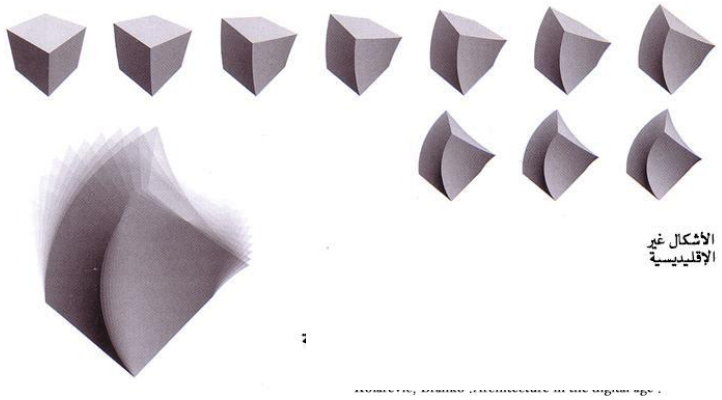
توليد الأفكار –الأشكال :(IDEAS – SHAPES GENERATE):

من المراحل الهامة فى العملية التصميمة مرحلة وضع الأفكار في مجال التصميم الداخلى والأثاث ، وساعدت برمجيات تكنولوجيا المعلومات على تسهيل التشكيل والتكوين للمصمم الداخلي ، فأتاحت له مجالاً واسعاً من الأفكار التى لم تكن متاحة من قبل .

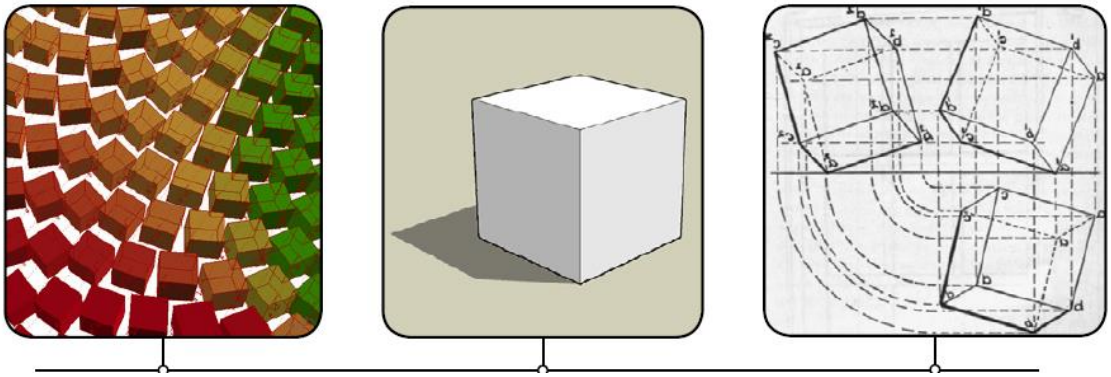
فعند استخدام برامج الحاسب مثل الكاد والكام والكاتيا (CAD \ CAM , CATIA) تمكن المصمم من الخروج عن الأشكال الإقليدسية المألوفة وهى الإسطوانة والهرم والمكعب والمنشور والكرة كما بالشكل (1) . وهذه الأشكال التي كانت تستخدم في الحضارات المصرية القديمة واليونانية والرومانية والإسلامية وحتى قبل بداية استخدام التكنولوجيا الرقمية في التصميم ، وأيضا مستخدمة كأشكال أساسية والتى يتم البدء بها فى التصميم الرقمى بواسطة البرمجيات (Software) . أما بعد استخدام برامج الحاسب تم الوصول لأشكال غير إقليدية مختلفة .



شكل (1) يوضح بعض الأشكال الهندسية الإقليدية الأساسية منها الأشكال ثنائية الأبعاد كالخط والمربع والمثلث وأشكال ثلاثية الأبعاد كالكرة والمكعب ومتوازي المستطيلات .



شل (2) يوضح بعض الأشكال الحرة غير المنتظمة نتيجة الضغط والتشويه Distortion (غيرالاقليدية الطوبولوجية)



شكل (3) يوضح رسم مكعب بالطرق اليدوية يميناً ثم رسمه ببرامج الحاسب ثلاثية الأبعاد 3DModel ، ثم رسم المكعب باستخدام برامج تعتمد على التصميم التوليدى Generative design وخضوعها لعمليات تغيير الخصائص Propriety كالأبعاد وزاوية الدوران Rotate والألوان والتكرار Repetition (Zubin Khabazi . 8 p)

النماذج الإنتاجية Generative Models :

استحوذت النماذج الإنتاجية أو نُظم التصميم الإنتاجية Generative Design Systems على اهتمام العديد من المصممين والباحثين في نهاية الثمانينات من القرن الماضي، فهي تختلف عن النظم الأخرى حيث أن المصمم لا يتعامل معها لإنتاج التصميمات ، بل لأنها تُنتج الأدوات أو البرامج المُنتجة للتصميم وليس لإنتاج التصميم نفسه، وهذه النظم لها العديد من التعريفات نذكر منها أنها تهدف إلى إنشاء عمليات تصميمية والمنتجات الافتراضية ، والتي بدورها تُنتج تصميمات جديدة لها كفاءة عالية و قابلة للتنفيذ ، من خلال استغلال الحاسبات والقدارت الصناعية الحالية ، واستخدام التصنيع المدعوم الحاسب CAM للتنفيذ .

إن نُظم التصميم الإنتاجية باستخدام التصميم المدعوم بالحاسب تنقسم إلى أربعة اتجاهات رئيسية وهى:

أ- قواعد الشكل Shape Grammars

ب- الخوارزميات Algorithms

ج- الخوارزميات الوراثية Genetic Algorithms

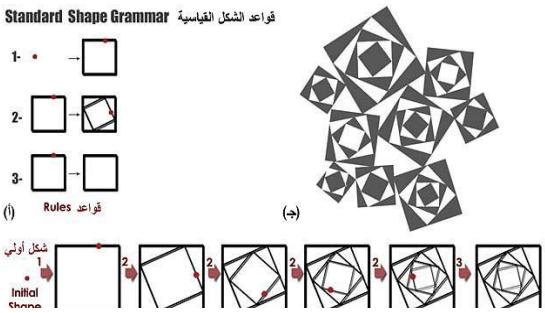
د- نظام ليندنماير . L-System (النظام الخطى) (أيمن رئيس 32)

أنواع قواعد الشكل :

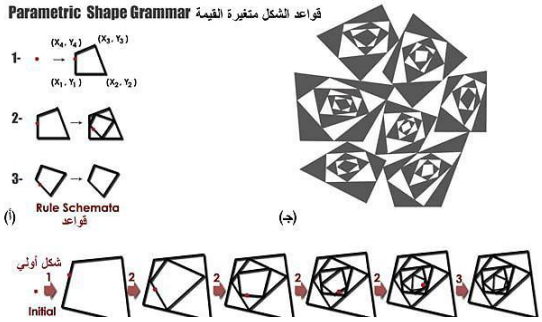
يوجد نوعان من قواعد الشكل هما :

أ- قواعد الشكل القياسية Standard Shape Grammar

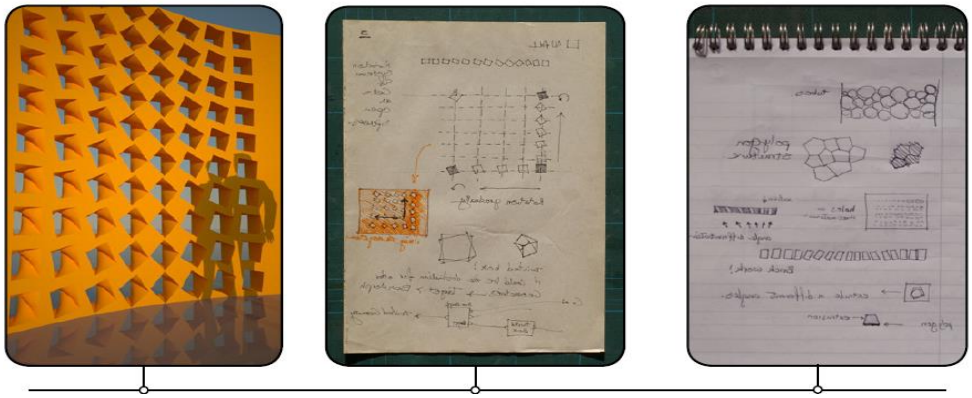
ب- قواعد الشكل متغيرة القيمة Parametric Shape Grammar وهي تُنتج أشكال أكثر تنوعاً من القياسية



شكل (4) يوضح قواعد الشكل القياسية ونتيجتها عند التكرار بواسطة برامج الحاسب



شكل (5) يوضح قواعد الشكل متغيرة القيمة وعند تكرارها تنتج أشكال كثيرة ومتنوعة



شكل (6) يوضح مراحل تطور التصميم من الإسكتش اليدوى ثم عمل التفاصيل ثم الرسم باستخدام برامج تعتمد على التصميم التوليدى Generative design ، (Zubin Khabazi . p 134)

وعند استخدام برامج الحاسب الآلى يجب التفرقة بين أسلوب تمثيل أوعمل الشكل Form making حيث يعبر عن تميثل ورسم فكرة موجودة مسبقاً لدى المصمم ، و أسلوب إيجاد الشكل Form finding حيث أنه يعنى استخدام أدوات الحاسب الآلى في استلهام الفكرة نتيجة الاستفادة من معلومات كثيرة جداً تم تخزينها عليه مسبقاً .

أسلوب عمل الشكل Form making :

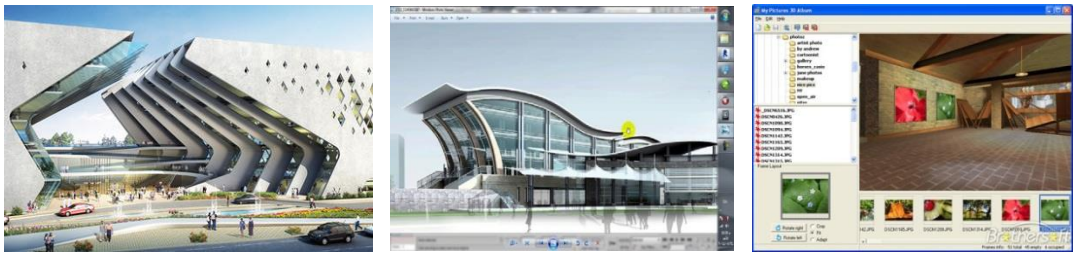
يمثل أسلوب عمل الشكل الطريقة التقليدية للنمذجة Forming ويعتمد علي وجود تصور ما لدى المصمم الداخلي قبل تحويله إلي نموذج رقمي ، فيتم رسمه بأدوات الحاسب الرقمية لغرض دراسته وتطويره سواء من خلال عملية التصميم القائم علي المراجعة المستمرة والتطوير ، أو عبر بيئات برامج التحليل الرقمية وصولاً إلي الشكل النهائي .

ويتمثل هذا التصور في الطريقة التقليدية إما ثنائي الأبعاد عبر رسومات أولية " اسكتش " أو ثلاثي الأبعاد عبر نموذج "ماكيت" يدوي الصنع ، أما الأسلوب الرقمي فيعتمد علي إدخال وتمثيل الشكل رقمياً بواسطة أحد برمجيات الحاسب ثنائية الأبعاد أو ثلاثية الأبعاد أو المسح الضوئي ثنائي أو ثلاثي الأبعاد أيضاً ، كما يلي :

1- تمثيل الشكل وإظهاره باستخدام الحاسب الآلى :

يعد الأسلوب الأكثر شيوعاً بين المعماريين والمصممين الداخليين ، والذي يعتمد تكوين الشكل رقمياً بناءً علي تصور مسبق وهوالأسلوب التقليدي في إستخدام البرمجيات ، ويتولد التصميم عبر المعالجة المباشرة بالأدوات التي توفرها البرمجيات وذلك باستخدام برامج النمذجة الرقمية الشائعة Digital Forming Soft ware والمتنوعة ، مما يساعد المصمم باستخدام هذه البرامج في الحصول علي الحرية الكافية لتحديد اختياراته التصميمية .

كما يمكن إستخدام العديد من البيئات البرمجية المتنوعة في عالم العمارة والتصميم الداخلي لتقديم وتطوير الأفكار التصميمية . ولعل الإختلاف الرئيسي بين هذه البيئات يرتبط بمدى إستيعابها وتقبلها للتصميم ككل ومن ثم لعمليتي تطويره وتنفيذه . لذا فإن بعض البيئات تكون صالحة لمرحلة التصميم وبعضها تكون صالحة لتطويره . (نوار سامي ص 208)



شكل (7) يوضح تمثيل الشكل الرقمى في برامج الرسم ثلاثية الأبعاد المختلفة 3D Modelling Programs وإمكانية المعالجات التصميمية والخامات والاضاءة (. www.3DMAX.com)

2- توليد الشكل بالمسح الثلاثي الأبعاد :

يتمثل هذا الأسلوب بتحويل النماذج " الماكيتات " المجسمة يدوياً لتصميم ما من هيئتها المادية إلي شكل رقمي بإستخدام إحدى أدوات المسح ثلاثي الأبعاد 3D Scanners ليتم التعامل معها بعد ذلك من خلال الحاسب الآلي في عمليات الدراسة والتطوير والتصويب .

ويعد النموذج المبني يدوياً " الماكيت " أحد أهم الأليات العريقة في وضع أفكار التصميم الأولية وتطويرها . فنماذج " ماكيت " العديد من المباني التي تم تنفيذها بدأً من العصور الوسطى مروراً بعصر النهضة في أوروبا ووصولاً إلي يومنا هذا بقيت شاهدة علي قيمة هذه النماذج " الماكيت " ودورها في العملية التصميمية حيث سمحت للمصممين بتقديم ودراسة وتطوير أفكارهم .

شكل (8) يوضح الإسكتش و النموذج المجسم " الماكيت " في دراسة وتطوير الفكرة التصميمية مشروع Opus ب Hong Kong للمعماري فرانك جيري Frank Gehry

إن التعامل مع هذه النماذج " ماكيت " في عصر التكنولوجية الرقمية وفي ظل وجود هذا التقدم الهائل في البرامج الرقمية قد أصبح له جوانب وسمات وأساليب مختلفة ، بدأت بأسلوب المعماري فرانك جيري Frank. Gehry والذي يعد رائداً في إستخدام النماذج " ماكيت " كأساس لتوليد وإستكشاف الأفكار التصميمية .

وقد طور جيري Gehry أسلوبه ليعمد إلي مسح النماذج "الماكيتات" رقمياً بهدف تكوين نموذج رقمي Model من النموذج اليدوي للتصميم يتم توظيفه في بيئة تصميم رقمية بغرض تطويره وتصويبه وجعل بياناته أكثر دقة للإيفاء بكل الغايات التصميمية ، ومن ثم يكون أكثر قابلية للإستخدام في كل ما يتبع ذلك من مراحل تقود التصميم للخروج إلي حيز التنفيذ . (Steele, James p125)

أسلوب إيجاد الشكل Form finding :

يعتبر هذا الأسلوب مجال التجريب والإستكشاف لدي المعماري والمصمم الداخلي حيث يتم توليد الشكل رقمياً في بيئة الحاسب الآلى عبر توليده بأدوات رقمية ، ويتم إيجاد الشكل عبر معادلات وأنظمة ديناميكية متتالية ، ويعطي الوسط الرقمي قابلية توليدية كبيرة جداً في التصميم .

تتغير هذه الأنظمة الديناميكية بإستمرار وبأسلوب يتخلله التغيير منتجةً لمخرجات جديدة وغير متوقعة . ولا يمكن شرح سلوكها مع الزمن من خلال تكوين أجزائها ؛ لأنها شبكة من الروابط المتداخلة والتفاعلات الداخلية التي تعرف عملها . إضافةً إلي أن سلوك هذه الأنظمة يتأثر بشكل كبير بأي نوع من المعلومات المضافة أو المطروحة برمجياً أثناء العمل ، بمعنى أنه يمكن لتغيير كمي قليل أن يُحدث تأثيراً نوعياً واسعاً غير متوقع . (Kolarveic, p 87. Branko)

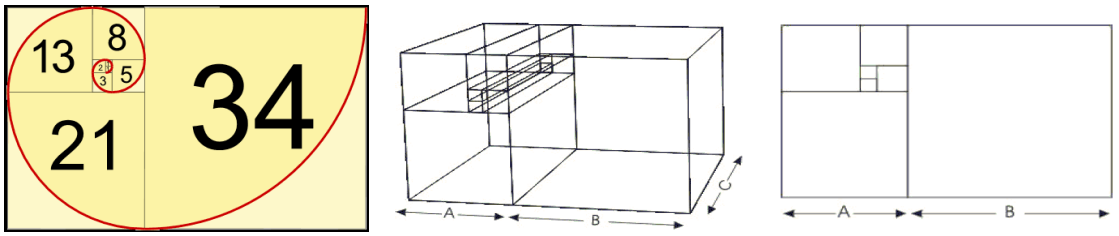
من هنا يمكن الاعتماد على الاسلوب الخوارزمي في الآليات المستخدمة في أسلوب إيجاد الشكل والمتمثلة في الإستشكاف والتجريب في العمل التصميمي من خلال برمجيات الحاسب الآلي الرقمية .

شكل (9) اتباع الاسلوب الخوارزمي في التصميم الداخلى والخارجي لجناح معرض سيربنتين Serpentine Gallery 2002 الذي صممه Toyo Ito and Cecil Balmond ويتضح الاستفادة من الخطوط المعمارية كنوافذ وفتحات للسقف ومعالجة التصميم الداخلي باعتبارها عنصر أساسي في التصميم .(www.serpentinegallery.org/architecture)

ب- الأسلوب الخوارزمي (اللو غاريتمي) :

يسمح هذا الأسلوب للمصممين بإستكشاف هيئات Forms ذات معني ضمن نظم هندسية Geometrical patterns أكثر تعقيداً . وتتميز البيئات التي يعمل بها هذا الأسلوب بكونها مبنية رياضياً Mathematically based ، حيث يتم تحديد الأساليب التي يمكن أن يسلكها التصميم عند نمذجته ومن ثم عمل محاكاة رقمية Digital simulation لعمليات طبيعية من خلال هذا الأسلوب .

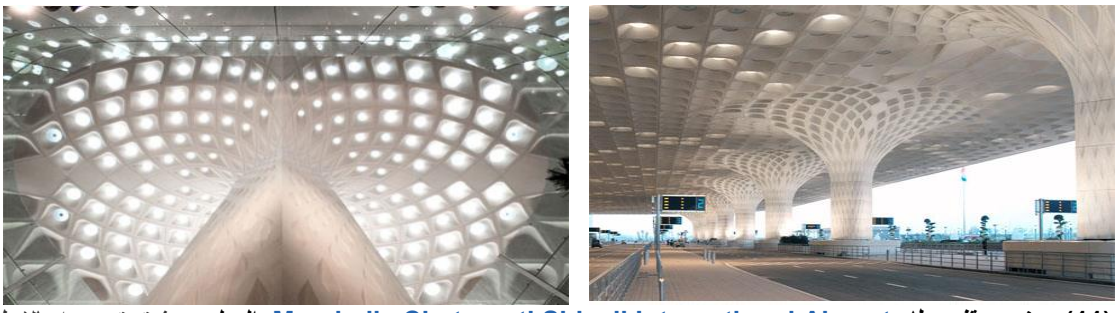
إن من أمثلة الأساليب الخوارزمية المعروفة : علاقة القطع الذهبي Golden section ومولد الحلزون اللوغاريتمي حيث يمكن رؤية الأشكال والتنظيمات في الطبيعة كنتاجات نهائية لقوانين نمو داخلية – مثل الحلزونات والمتكسرات – ممزوجة بقوى خارجية تعمل عليها من الطاقة مثل الشمس والرياح والماء .



شكل(10) أشكال توضيحية للقطع الذهبي Golden section في ثنائية الأبعاد حيث (a+b):b = b:a وثلاثية الأبعاد حيث (a+b+c):c = c:b = b:a ، ولمولد الحلزون اللوغاريتمي Generator of logarithmic spiral .

ويتم في هذا الأسلوب محاكاة مثل هذه النماذج رقمياً من خلال كتابة خوارزمياتها كمقابلات لقوانين انتظام الأشكال الطبيعية

يصبح بعد ذلك من الممكن تطبيق تصورات النمو والشكل العضوي البيلوجي أي النموذج على التصميم المعمارى والداخلي .



شكل (11) يوضح سقف مطار Mumbai's Chatrapati Shivaji International Airport الدولى حيث تم تصميمه بالاسلوب الخوارزمي حيث التسلسل والتكرار مع تغيير المقاسات، مع وجود فتحات من الزجاج للحصول على الضوء الطبيعي

شكل (12) يوضح تصميم لقاطوع ووحدات جلوس بتصميم خوارزمي وأشكال مستلهمة من الخطوط المنحنية الطبيعية باستخدام التباديل المتاحة للحصول لأفضل حل Optimization مع الاستعانة بالبرامج الخوارزمية لتحديد كيفية التنفيذ وتحديد وحدات الربط بين الأجزاء باستخدام أنظمة التصنيع المدعوم بالحاسب CAM .

ج- الخوارزميات الوراثية Genetic Algorithms :

تعريف الخوارزميات الوراثية :

هي عبارة عن أداة من أدوات التكوين (باستخدام برامج الحاسب الآلى Soft Ware) أو إحدى نماذج التحويل ذات صلة بتصميم حل مشكلة معينة ، لأنها تحقق تكامل الوسائل لتوليد حلول التصميم مع القدرة على تقييم ملاءمة الحلول البدائل .والحصول على أشكال ، Codes تعتمد بشكل أساسي على تحويل الأشكال الهندسية إلى رموز وإجراء عملية التزاوج بينها ، Genotype تسمى نمط وراثي Parents أصلية تعتبر بمثابة آباء ، والحصول على أشكال جديدة Phenotype ، كما في الهندسة الوراثية .

تطور هذا الأسلوب ليصبح الأساس في أسلوب التطور الخوارزمي الشكلي في العمارة والتصميم الداخلي في الخوارزم الجيني Genetic Algorithm ، وهو مستوى من عمليات البحث ، تطبق عليها قواعد التزاوج ، حيث تتم العديد من المحددات (البرامترات) في بنية الجين تتغير قيمها خلال عملية التوليد ، ومن هنا يتم توليد عدد من الأشكال المتشابهة التي تنتقى من الجمع المولد بناءً علي موازنة مناسبة معرَفة مسبقاً ، ثم تهجن الأشكال ، فتُمَرَر الملامح المفيدة التي تعزز الصمود والإستمرارية إلي الأجيال الجديدة من التصميم . ويتم ذلك للحصول علي الحلول المثلي من خلال تغييرات إضافية صغيرة علي عدة أجيال .

شكل (13) يوضح استخدام برامج الحاسب الآلى في التصميم باستخدام الخوارزميات يميناً ، ثم استخدام التصنيع بمساعدة الحاسب CAM ثم التحليل باستخدام برامج التحليل البيئية .

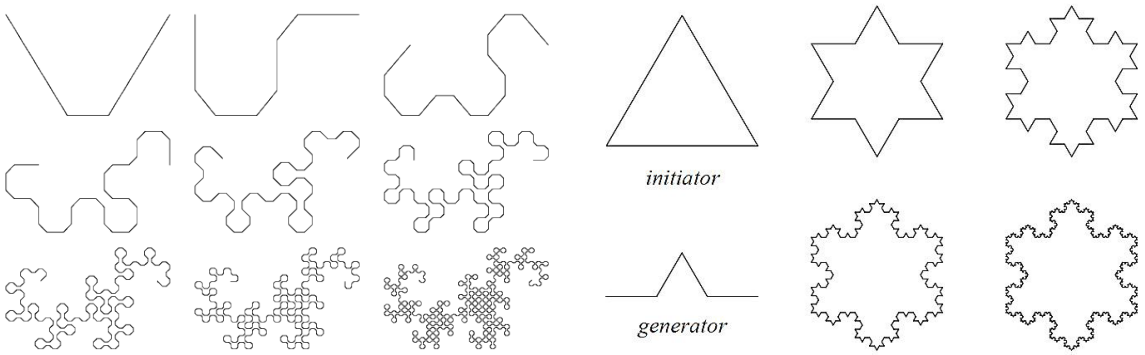
وبالتالي تكون مهمة المعماري أو المصمم الداخلي في هذا الإسلوب من التصميم التوليدي القائم علي الإستعارات البيولوجية هي : تعريف المنبع المشترك للشكل الشفرة الوراثية Genetic coding لعائلة كبيرة من الموضوعات المتشابهة ، تتحقق فيها التنوعات من خلال العمليات المختلفة لإعادة الإنتاج بعمليات من الشفرة الوراثية Genetic coding يؤكد النقلات لتفصيل

المنطق الداخلي للمشروع مثل مراحل النمو أو الحركة للكائن الحي بدلاً من شكله الخارجي . ويتضح مما سبق المعماري أو المصمم الداخلي يصبح وفق هذا الأسلوب محفزاً أكثر منه مصمماً وتصبح العمارة والتصميم الداخلي محاكاة لنظم حيوية قائمة في محاولة لتقليد شفرة النمو الذاتي لهذه النظم بإسلوب يخضع لمبادئ الإنتقاء والتكرار كما في العالم الطبيعي (Steele, James p125)

د- نظام ليندنماير . L-System (النظام الخطى) :

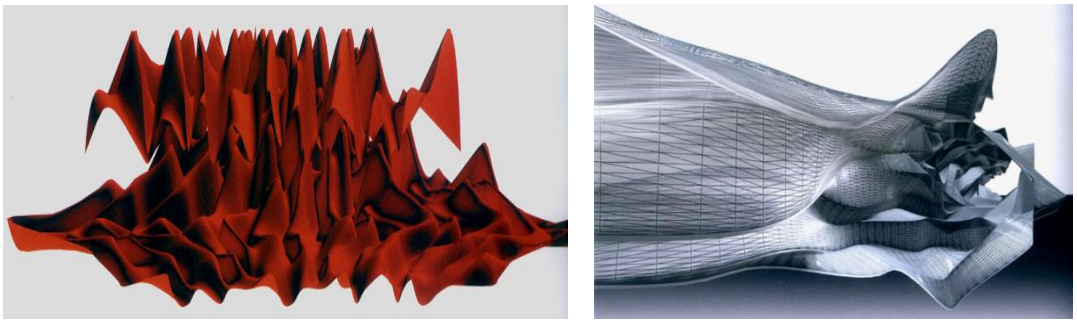
مصطلح L-System هو اختصار Linden Mayer System ونظام ليندنماير أسلوب إعادة صياغة لتعريف عناصر معقدة بالاستعاضة عنها بأجزاء من عناصر بسيطة باستخدام مجموعة من قواعد إعادة الكتابة أو الإنتاج، وقد بدأ هذا النظام كنظرية رياضية للعالم Aristid Lindenmayer حول نمو الكائنات متعددة الخلايا، ثم بدأ استخدامها كأساس لوضع النماذج الرياضية الحسابية لنمو النباتات، ولكن سرعان ما تم إعادة صياغتها من خلال نظم إعادة الكتابة . وقد اقترح Von Koch منحنى فتات الثلج سنة ١٩٠٥ Snowflake Curve ، أو نجمة كوش Koch Star كمثال لتعريف العناصر الرسومية في ضوء إعادة كتابة القواعد للوصول لنتائج مختلفة ، ومن خصائصها أنها ليس لها نهاية حيث أن فكرة تكوينها تقوم علي تقسيم الخط إلى ثلاث أجزاء متساوية، ثم تكوين مثلث متساوي الأضلاع على جزء منها بدون قاعدته، وهكذا تتكرر هذه العملية دون توقف، ويمكن تطبيق قواعد مشابهة على أشكال مختلفة حيث يمكن استخدام

شكل مربع بدل من المثلث باستخدام نظم DOL Systems والتي تُسمى جزر كوش التربيعية Quadratic Koch Island. ويتم برمجة الحاسب بهذا النظام لكي ينتج متوالية غير منتهية من الأفكار تعتمد على التقسيم بهذه الطريقة



شكل (14) يوضح نموذج نظام ليندنماير L-System الخطى ونجمة كوش Koch Star

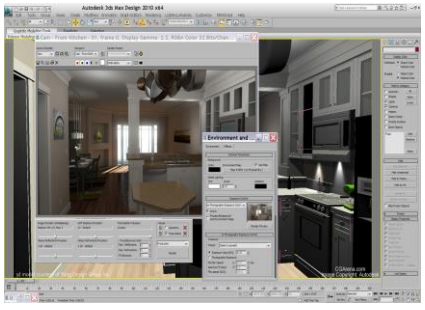
يستخدم كثير من المعماريين والمصممين الحاليين نظام ليندنماير في أعمالهم مثل المعماري كارل شو Karl Chu ، وأسلوبه يعتمد على المورفوجينية الرقمية كنظاماً شكلياً يقوم علي المنطق التوليدي لنظام " L " Lindermayer System وتوظيفاته في برمجيات النمذجة الرقمية .



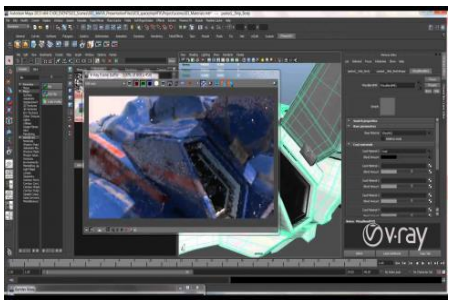
شكل (15) إستنساخ أنماط تطورية في بعض أعمال كارل شو Karl Chu تعتمد علي المنطق التوليدي لنظام " إل " Lindermayer " L " System الذي يعتمد على النمو والتراكم و إستخدام الخوارزميات Algorithms مع البحث عن مبادئ الطبيعة من حركة وديناميكية وطاقة في تصميماته.

برامج الحاسب الآلى Soft Ware التي تساعد على توليد الأفكار Generation :

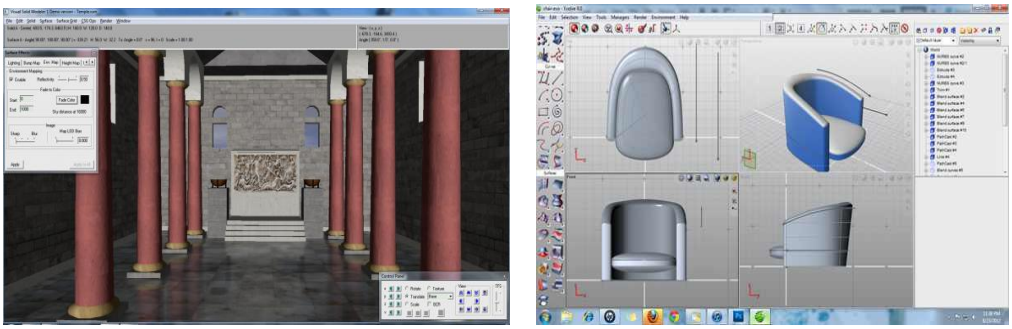
هناك العديد من برامج الحاسب الآلى التي استخدمت للتحكم في التصميم وتطويره وتعديله للحصول على نتائج متعددة للحصول على نتائج غير تقليدية وغير متوقعة ومنها ما يلى :



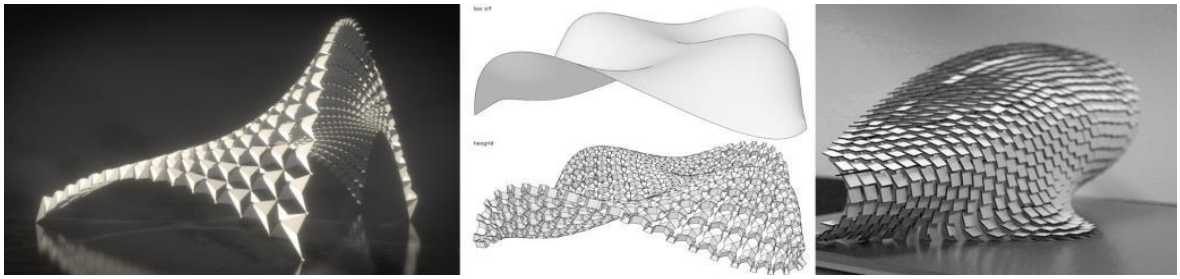
شكل (16) التصميم باستخدام 3DMAX



شكل (17) التصميم باستخدام برنامج مايا MAYA



شكل (18) يوضح التصميم باستخدام برنامج Solid Thinking



شكل (19) التصميم باستخدام برنامج الراينو بإضافة الجراسهوبر Rhinoceros Plug in Grasshopper

أثر استخدام نظام توليد الشكل باستخدام الخوارزميات Algorithmic على التصميم الداخلي :

باستخدام برامج الحاسب الآلى التي تعتمد على توليد الشكل باستخدام الخوارزميات دخلت الحركة الديناميكية بصريًا إلى الأشكال الإستاتيكية الثابتة والتقليدية ، فتعامل المصممون مع التصميم على أنه (فن مرن) تتكون فيه الكتل من خلال (التحوّل والحركة والإنسيابية) وهو مستمر يبدأ مرة بعد الاخرى بالتتابع الزمنى ، ولم تعد الأشكال مرتبطة بالمحددات البسيطة كالحجم والمقياس والأبعاد فهناك محددات أخرى ، كالقوى الخارجية والقوى الداخلية والحركة مع إضافة البعد الرابع الزمن، وأيضاً تدفق الطاقة الطبيعية التى تُولد الأشكال . (على رأفت 188)

وساعد التطور الكبير في التكنولوجيا الرقمية باستخدام الخوارزميات والخوارزميات الجينية على ظهور اتجاهات حديثة للعمارة والتصميم الداخلي مثل العمارة الطوبولوجية والعمارة السائلة (الانسيابية) وعمارة الجينات وعمارة الانطباق وغيرها.

العمارة السائلة (الانسيابية) Fluid Architecture :

العمارة السائلة (الإنسيابية) (Fluid Architecture) تعتبر مفهوم واتجاه تصميمي حديث نتيجة اندماج العمارة مع التقنيات الرقمية الذي تعرض له العديد من رواد العمارة مثل فرانك جيري Frank Gehry و زاها حديد Zaha Hadid وماركوس نوفاك Marcos Novak من خلال الاستعانة بالتقنيات الحديثة وتطبيقاتها في مجال العمارة و التصميم الداخلي والأثاث ،ومع دخول تقنيات الحاسب الآلي كداعم في العملية التصميمية والذي أصبح وسيلة تساعد المصمم في التوصل إلي الفكرة ساعد ذلك على استحداث عمارة بما تشمله من تصميم داخلي تتسم بالسيولة وتكون ذات هندسة غير متوقعة مستلهمة من الطبيعة ومحررة من القيود التصميمية والإنشائية التقليدية ،أي أنه اعتبر وسيلة للربط بين التكنولوجيا والديناميكية. (جيهان الدجوى ص 271)

إن ظهور فكرة الطاقة والزمن فى الإحداثيات التشكيلية الجديدة نابع من الفكر الاستعارى البيئى الذى يسعى إلى أن الشكل يتبع التدفق Form Follow Flow والذى يرى أن التشكيلات يجب أن تأخذ فكرها من تكوين التشكيل الناتج عن

تدفق الطاقة الطبيعية الذى يدفع إلى إنتاج التشكيلات الطبيعية. والتي ساعد على ظهور هذه التشكيلات الانسيابية استخدام التصميم المدعوم بالحاسب الآلى وباستخدام البدائل الخوارزمية لإختيار الحل الأفضل Optimization (على رأفت 189)

شكل (20) بيت الأوبرا بالصين Opera House in China وتم تصميمها بواسطة المكتب المعمارى MAD architects والتصميم يتسم بالإنسيابية والخطوط المنحنية المستوحاه من الطبيعة والذي يوحي بالحركة والديناميكية والمرونة وتوحي بأنها جزيرة للثقافة

شكل (21) يوضح التصميم الداخلي لبيت الأوبرا بالصين Opera House in China حيث الخطوط الانسيابية المرنة المستوحاه من الطبيعة والتي تم تصميمها باستخدام برامج الحاسب التي تعتمد على الخوارزميات Algorithmic لتوليد الأشكال الانسيابية المختلفة والتي توحي بالحركة

نماذج من تصميم الأثاث الانسيابى :

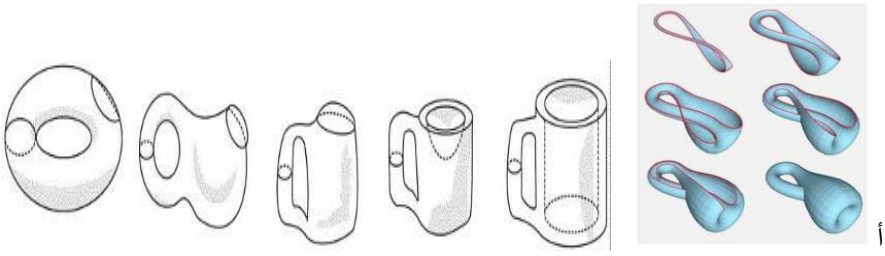
شكل (22) يوضح منضدة لزاها حديد Zaha Hadid بتصميم انسيابي مستوحى من الخطوط المنحنية الطبيعية ، وكراسي بمخادع بتصميم حيوي انسيابى يوحي بالحركة والديناميكية

/https://www.yankodesign.com/2016/03/15/fluid-furniture-2

العمارة الطوبولوجية Topological :

هي عمارة تعتمد على النمذجة المعاصرة بمساعدة الحاسب الآلى وتقنيات التحريك لتوفير الطواعية للشكل ، فهى عمارة توفر حيز داخلي أكثر فاعلية وديناميكية ، بدلاً من الفراغ التقليدي الساكن ، وينقسم التصميم الطوبولوجي إلى طوبولوجى هندسي وآخر طبيعي .

التصميم الطوبولوجى الهندسي يختص بخصائص الأشكال الهندسية التي لا تتأثر بالتغير في الحجم والشكل ، أي تبقى ثابتة خلال عملية التحول المستمر (مثل الشد والإلتواء و التغير في المقياس و الضغط) ، وإمكانية التعديل في طوبولوجيا الشكل الهندسي تتيح تطوير الشكل من خلال معادلات خاصة وباستخدام برامج التحريك ثلاثية الأبعاد مثل ثري دي ماكس 3DMAX أو الراينو Rhinoceros ، سواء كان الشكل الطوبولوجي منحنى أو مستقيم .((Ahmed Hussein p60



شكل (23 - ب) يوضح التحول الطوبولوجي للحلقة إلى شكل فنجان عند التعرض للشد والسحب والثني ، ويمكنه أن يعود لشكله الأصلي

شكل (23 - أ) يوضح التحول الطوبولوجي من شريط موبيوس Mobius strip إلى زجاجة كلاين Klein bottle

الحيز الداخلي الطوبولوجي :

هو حيز ديناميكي متغير الخواص يتميز بكونه قياسي أو متري وكمي ومتجانس وهو يضم أنظمة حركية وديناميكية Dynamic Systems متغيرة . (الدجوى 2016 ، ص 268)

كمثال للتصميم الطوبولوجي معرض شانيل المتنقل Channel Mobile Art Pavilion وشكل المعرض مستوحى من شكل الحلقة Torus ، ثم حدث له تحول طوبولوجي هندسي نتيجة للشد Stretch وتحول من الدائرة إلى المثلث ، وهو مبنى مؤقت يتنقل بين عواصم الدول في العالم مثل طوكيو ونيويورك وشكل المعرض تم تصميمه وتطويره ببرامج الحاسب وأدوات النمذجة ، وتم تصنيعه باستخدام التصنيع الرقمي CAM نظراً لتغير شكل وانحناء كل لوح من ألواح التكسية الموجودة بالشكل.

شكل (24) يوضح التصميم الطوبولوجى Topological Design لمعرض شانيل المتنقل Channel Mobile Art Pavilion حيث تم استلهام الشكل من التحول الطوبولوجي للأشكال الهندسية

شكل (25) يوضح التصميم الداخلي والأثاث لمعرض شانيل المتنقل Channel Mobile Art Pavilion ويوضح الخطوط الانسيابية في التصميم في معالجة الأسطح الداخلية من حوائط وأسقف ووحدات أثاث ، ومنطقة الانتظار يعلوها السقف باستخدام خامات شفافة للترابط بين الداخل والخارج ولإمداده بالضوء الطبيعيى أثناء النهار .
www.archdaily.com/144378/chanel-mobile-art-pavilion-zaha-hadid-architects/

نماذج من تصميم الأثاث الطوبولوجي :

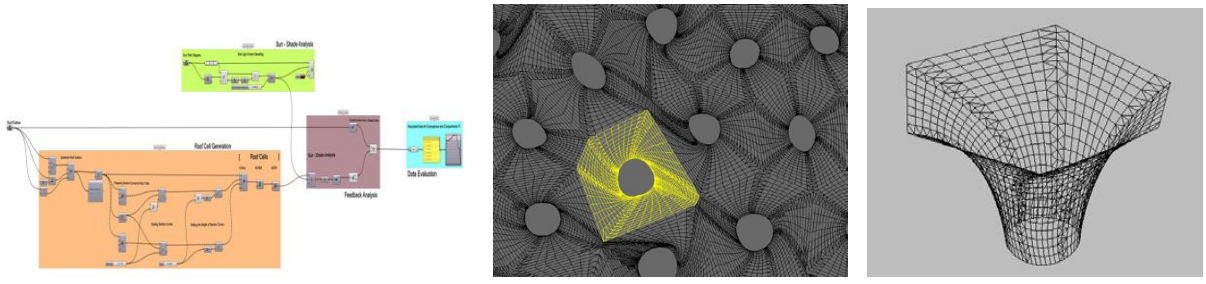
شكل (26) يوضح تصميم مقعد لزاها حديد Kuki Chair by Zaha Hadid وهو يوضح التصميم الطوبولوجي لشكل الدائرة ثنائية الأبعاد وتحويلها لمقعد بواسطة التثني لينتج مقعد ثلاثى الأبعاد

شكل (27) يوضح تصميم وحدات أثاث للجلوس مستوحاه من شريط موبيوس Mobius strip وهى تعتمد على الاستمرارية في الشكل من خلال الخواص الرياضية و الهندسية المختلفة لشريط موبيوس

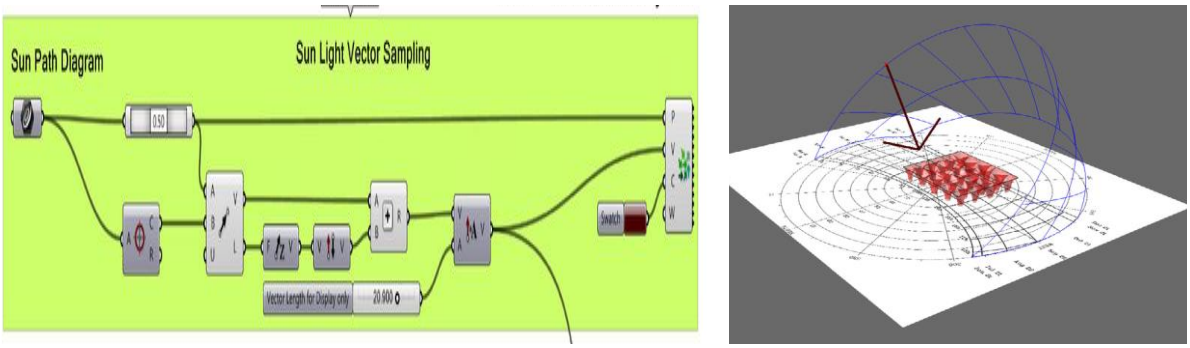
شكل (28) يوضح تصميم وحدات أثاث للجلوس مستوحاه من شريط موبيوس Mobius strip وهى تعتمد على الاستمرارية في الشكل من خلال الخواص الرياضية و الهندسية المختلفة لشريط موبيوس
https://www.architonic.com/de/story/temenouzhka-zaharieva-digital-furniture-design/

وفيما يلي استعراض لخطوات تصميم لسقف باستخدام الخورازميات للحصول على أفضل تظليل :

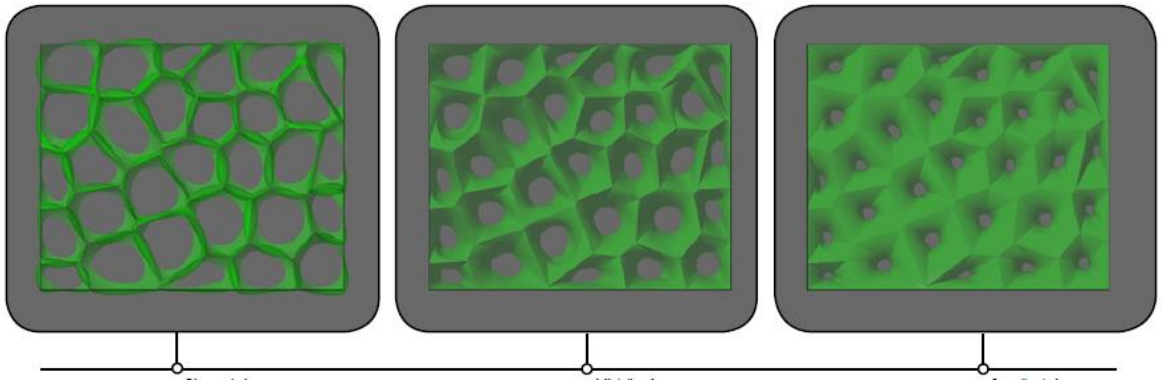
أولاً : رسم وحدة التصميم وهي عبارة عن دائرة ومن أعلى شكل سداسي وتم رسمها باستخدام نظام الخوارزميات ببرنامج راينو Rhino ثم تكرار هذه الوحدة حتى تكون مسطح السقف .



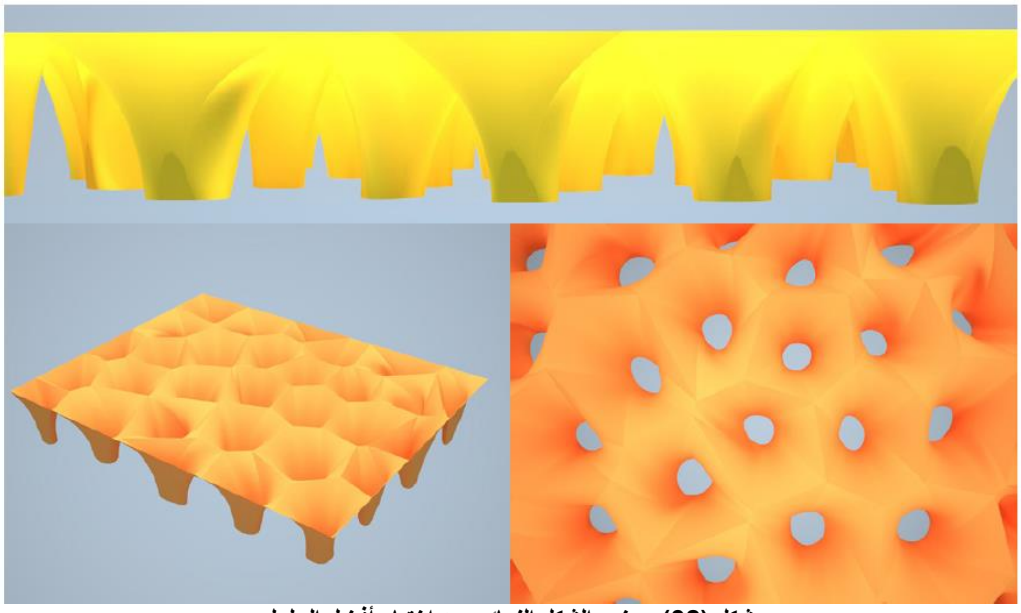
شكل (29) يوضح شكل الخلية المكونة للسقف على شكل مخروط مقلوب من أعلى شكل سداسي ومن أسفل دائرة ، ثم تكرار هذه الخلية Repitation لتكون شكل السقف باستخدام اسلوب الخوارزميات (Zubin Khabazi . 100 p)



شكل (30) يوضح أنه بعد الانتهاء من تكرار الوحدة والوصول لتصميم السقف يتم عمل اختبارات عليه باستخدام برامج المحاكاه البيئة -Sun Shade Analysis لقياس نسبة التظليل واختيار أفضل مساحة للفتحات بالسقف وأفضل نسبة ميل



شكل (31) يوضح إمكانية توليد العديد من البدائل لشكل وحجم الفتحات للسقف لدخول نسبة من أشعة الشمس مع التظليل المطلوب فيوجد شكل به فتحات كبيرة ومتوسطة وصغيرة لاختيار أفضل الحلول .



شكل (32) يوضح الشكل النهائي بعد اختيار أفضل الحلول

Optimization مع أفضل مساحات للفتحات والتي تساعد على التظليل المناسب والمطلوب

ومما سبق يتضح أن أي مشروع تصميم داخلي يحتاج للعديد من العناصر مثل وجود مشكلة والهدف هو حل تلك المشكلة وسيكون مشروع التصميم إجابة محتملة سيقوم المصمم بإعداد استراتيجيات لتحديد الاحتياجات والضروريات، والتعامل مع برامج التصميم الخوارزمي التي تساعد على إنتاج البدائل التصميمة لحل المشكلة ثم عمل مقارانات بين الحلول لاختيار الأفضل Optimization ثم عمل محاكاه Simulation للبيئة المحيطة بالمنشأ المقترح لإجراء اختبارات على هذا المقترح ثم توضيح استراتيجيات لتصنيع وتجميع عناصر التصميم .

فالبرامج التي تعمل وفق النظام الخوارزمي Algorithm تساعد على تحقيق الاستراتيجية التي تؤثر على المشروع في مراحله المختلفة مثل :

- النمذجة : المساعدة في عمل التصميم المطلوب بعرض البدائل المتاحة من أفكار .
- عرض الاسلوب التقني في التنفيذ مع عرض خطوات التنفيذ .
-عرض للخامات المختلفة وخصائص هذه الخامات المقترحة ، وأثارها الإيجابية والسلبية .
- الآليات التقنية: والقيود وإمكانيات الأجهزة العاملة في المشروع .
- الطاقة: استهلاك الطاقة للمشروع وطرق الحد من استهلاك الطاقة .
- التفاعل / التكيف : التفاعل بين العناصر مع بعضها البعض أو مع المحفزات الخارجية.
- علم البيئة: ما هي الاعتبارات طويلة الأجل لحياة المشروع في بيئته .
- الاقتصاد: ما هي الأوضاع الاقتصادية للمشروع ، وتكاليف التنفيذ .

النتـــــائـج :

- يساعد التصميم الرقمي المدعوم بالحاسب الآلى المصمم على التحرر من القيود الموجود في أدوات الرسم التقليدية مما مكن المصمم من الإبتكار وذلك أحدث انطلاقاً في الأفكار والتصميمات التي تتسم بالديناميكية والحيوية.
- يعتمد التصميم الرقمي بشكل أساسي على الخوارزميات المختلفة والتي تساعد على توليد وإنتاج أفكار غير منتهية للنموذج التصميمي ، كما أنها توفر أداه استكشافية للمصمم لإبتكارات وإبداعات تصميمية لأنها تتبع منهج يعتمد على إنتاج عدد لا نهائي من الحلول والبدائل .
- حدث تطور هائل فى مجال التقنيات الرقمية والبرمجيات الخاصة بالعمارة والتصميم الداخلي مما ساهم في إثراء الفكر المعماري فظهرت اتجاهات تصميمية جديدة نتيجة اندماج العمارة بالتكنولوجيا و من ضمنها العمارة الإنسيابية والطوبولوجية .
- تساعد برامج الحاسب التي تعمل وفق النظام الخوارزمي Algorithm المعماري والمصمم الداخلي على إنتاج حلول كثيرة ومتنوعة ومتطورة وأيضاً توفر أدوات اختيار الأفضل مع دراسة البيئة المحيطة بالمبنى .

التوصيـــــات :

- التوصية بالاهتمام بدراسة برامج التقنيات الرقمية للتصميم المدعوم بالحاسب الآلى والتي تعمل وفق النظام الخوارزمي Algorithm والتعرف علي إمكانيات هذه البرامج المتطورة لتحقيق التميز للمصمم من خلال قدرته على استخدام البرنامج وتطويع إمكانياته لتحقيق تصميمات مختلفة ومتطورة ومتفردة ومميزة لشخصية المصمم .
- ضرورة تدريس برامج التقنيات الرقمية في مجال العمارة والتصميم الداخلي والتي تعمل وفق النظام الخوارزمي Algorithm ،وملاحقة آخر التطورات فيها لأهميتها في إنتاج وتوليد أفكار وتصميمات تفوق الخيال، إلا أن المصمم يجب أن يتوخى الحذر في أن تراعي تصميماته الجانب الوظيفي بجانب الجانب الجمالي .

المراجـــع :

1- المراجع العربية :

1- أحمد محمد محمد إبراهيم :" **التصميم في الفراغ الاليكتروني وارتباطه بالإتجاهات الحديثة للتصميم الداخلي** "، رسالة دكتوراه – كلية الفنون التطبيقية – جامعة حلوان ، 2013 .

2- أيمن رئيس محمد محمود **: " تقييم بعض برامج الحاسب الآلي المساعدة لعملية التصميم المعماري "**رسالة ماجستير ، كلية الهندسة ، جامعة بنها 2012 .

3- شريف محمد ربيع **:" استخدام الحاسب الآلى كأداه للتقييم في العملية التصميمية تقييم الجوانب الوظيفية للمراكز التجارية "** رسالة دكتوراه – كلية الهندسة – جامعة القاهرة 2004 .

4- جيهان الدجوى **" فلسفة التطور في الفكر الانساني وتقنيات الحاسب الآلى في العمارة الذكية وأثرها على التصميم الداخلي "** رسالة دكتوراه – كلية الفنون التطبيقية – جامعة حلوان ، 2016 .
5- على رأفت (دكتور) ، **"ثلاثية الابداع المعماري - عمارة المستقبل "**، مركز أبحاث انتركونسلت ، مصر 2007
6- لينا غانم : **" دراسة الخصائص الشكلية للعمارة الرقمية "** ، بحث منشور ، الجامعة التكنولوجية ، قسم الهندسة المعمارية .
7- نوار سامي مهدي: **" الاغتراب والموضوع المعماري دراسة في العلاقة بين التفكيك والعمارة الرقمية"**، رسالة دكتوراه ، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، 2009 .

2- المراجع الأجنبية :

8- Ahmed Hussein Ezzat,:**Architecture Ideology at the turn of Century**, Master Thesis, University of Alexandria, College of Fine Arts, 2008, P. 60.
9- Suha Ozkan, Dr .**Architecture + Conception, A+C, Phoenix publishing & media**, INc, Japan, 2011, P. 238.
10- Steele, James**: Architecture and Computers "Action and Reaction in the Digital Design Revolution**", Laurence king publishing, London, 2001, p 125.
11- Kolarveic, Branko:" **Architecture in the digital age (design and manufacturing**", Taylor & Francis, new York, 2003, p 87.
12- Rita Margarida Serra Fernandes: **" Generative Design: a new stage in the design process** " , Master of Science Degree in Architecture , 2013 .
13- Slawomir Wojtkiewicz: **" Generative Systems in architecture design"** dipl.arch, PhD, Faculty of Civil and Environmental Engineering, Technical University of Bialystok, Bialystok, Poland .
14- Spilier, Neil, **"Digital Architecture Now"**, Thames & Hudson Ltd., United Kingdom, 2008
15- Zubin Khabazi , **Generative Algorithms, (using Grasshopper)**Morphogenesism education 2012

3- مواقع شبكة الانترنت :

16- www.3DMAX.com
17- www.arnewde.com/architecture-design/tanzania-hotel-designed-by-wow-architects-in-tanzania.
18- https://www.architonic.com/de/story/temenouzhka-zaharieva-digital-furniture-design/7000029
19- www.arch2o.com/chanel-mobile-art-pavilion-zaha-hadid-architects/
20- www.archdaily.com/144378/chanel-mobile-art-pavilion-zaha-hadid-architects/
21- https://www.yankodesign.com/2016/03/15/fluid-furniture-2/
22- http://wowozine.com/amazing-fortune-cookie-chair-check-out-the-kuki-chair-by-zaha-hadid/
23- http://www.rhino3d.com/nurbs.htm
24- https://weburbanist.com/2014/02/26/algorithmic-architecture-14-fractalparametric-structures/