التصميم البارامتري كمدخل لإستلهام الطبيعة في تصميم المنتجات

Parametric Design as an Approach to Inspire Nature in Product Design

أ.د/ أحمد يحيي عبد الرحمن راشد

أستـاذ بقســم الهندسـة المعمـاريــة - كليــة الهندسـة-الجامعـة البريطانيـة

Prof. Dr. Ahmed Yehia Rashed

Professor of Architectural Engineering Department Faculty of Engineering Director of Farouk El-Baz Center For Sustainability and Future Studies at The British University in Egypt

ahmedyrashed@yahoo.com

أ.م.د/ أسـامـة يوسف محمـد محمـد

أستاذ مساعد بقسم التصميم الصنــاعي - كليـة الفـون التطبيقيـة-جامعــة حلـوان

Assist. Prof. Dr. Osama Youssef Mohamed

Assistant Professor of Industrial Design Department - Faculty of Applied Arts Helwan University

Drosamayousefm@Gmail.com

م/ إسلام مجدي طاهر الصعيدي

معيــد بقســم التصميــم الصناعـي - كلية الفنون التطبيقية-جامعة حلوان

Lect. Eslam Magdy Taher El-Seady

Demonstrator at Industrial Design Department Faculty of Applied Arts Damietta University

Eslamelseady10@Gmail.com

ملخص البحث

الطبيعة هي مصدر الإلهام الأول للمصمم في عملية تصميم المنتجات بحثاً منه عن أساليب غير تقليدية للحلول والمعالجات الشكلية ولما كان من الضروري الإلمام بالأساليب الحاسوبية في تصميم المنتجات فقد استلزم استخدام الحاسب الآلي في إيجاد طريقة جديدة للمساعدة في ذلك, وبالتالي استحداث طرق جديدة للتصميم, فجاء موضوع البحث متناولاً التصميم البارامتري كمدخل يتم من خلاله فهم بعض البُني الشكلية في الطبيعة وتحليل المبادئ الهندسية التي تقوم عليها, فقد عمل علي تحويل تركيز المصمم من صنع الشكل أي استخدام أساليب الإبداع التقليدية إلي إيجاد الشكل الذي يعتمد علي النماذج الفيزيائية والطرق الحاسوبية في الإبداع والتي تعطي نتائج شكلية تحاكي الطبيعة.

ويُعتبر هذا المبدأ مدخلاً لمرحلة جديدة في التصميم تُعرف بـالبارامترية والتي تُعد أساس التصميم البارامتري والنهج الفلسفي له فدائما تنعكس آثار التطورات التكنولوجية علي ناتج عملية التصميم فينتج عنها فكر تصميمي مميز له خصائص شكلية تعكس مردود استخدام التصميم البارامتري في عملية التصميم, حيث يمكن للتصميم البارامتري أن يساعد المصمم في معالجة الأشكال المعقدة التي يصعب التعامل معها بالطرق التقليدية والحصول علي حلول تصميمية بصورة سريعة ودقيقة, ولذلك فمشكلة البحث تتمثل في الحاجة إلي تفعيل استخدام التصميم البارامتري في الحصول علي حلول تصميمية للأشكال المستلهمة من الطبيعة.

وتتمثل أهمية البحث في القدرة على تحليل بعض الأشكال في الطبيعة وتتبع نظامها البنائي وتوصيفها في نظريات بسيطة تدعم مقررات الإستلهام من الطبيعة, كما يهدف البحث إلي الاستفادة من التصميم البارامتري في تحليل بعض الأشكال

المعقدة والغير منتظمة المستوحاة من الطبيعة, ويتمثل فرض البحث أنه باستخدام التصميم البارامتري في تحليل الأشكال المستلهمة من الطبيعة فإن ذلك يؤدي الي سهولة تقنينها وبالتالي دعم الاستلهام من الطبيعة في تصميم المنتجات وقد استُخدم المنهج الاستقرائي لتحقيق ذلك.

الكلمات المرشدة:
التصميم البارامتري, تصميم المنتج, إستلهام الطبيعة, الهندسة الجُزيئية, فورونوي.

Abstract:

Nature is the First source of inspiration for the designer in product design process in search of unconventional techniques of formal and construction solutions, in additional computer knowledge is essential in product design, the use of computers has necessitated a new way of helping to develop new methods of design, it required the use of computers to find a new way to help and thus develop new ways of designing.

The process of creating new forms of industrial products, especially those of irregular and complex nature, requires the designer to explore many alternatives and innovative design solutions and rely on non-traditional methods in designing the shape, Since nature is the source of inspiration and creativity for the designer, the parametric design was the entrance of the designer to inspire from nature in the design of the industrial product and an entrance to achieve creativity and innovation in the form of the product, It provides a modern tool that enabled the designer to deal with the forms, especially the complex one, which was impossible to recognize the structure or it's form, in addition to enhancing the designer's ability to explore the wider horizons of design and development of creativity and innovation.

As a result of a large wave of systematic innovation and continuous research to develop the design process and to explore new ways of inspiration from nature, a new design style known as parametricism has emerged; this establishes the concept of parametric design. It is a style characterized by characteristics and formalities through the complexity and dynamics of its curved lines, for its various components and elements.

The concepts and techniques of computing determine the characteristics of this new style Parametricism has been built to fill the space with organic forms as if they are fluid flowing and connected, forming a dynamic path within it gives a sense of continuity and the movement between forms and is an introduction to simulate nature in organic forms.

It has shifted the focus of the designer of the form making like use of traditional methods of creativity such as paper and pen to find a form that relies on physical models and methods of computer creativity, which gives the results of mimicking nature.

Instead of the principle of classicalism and modernity in design as a set of simple overlapping elements, parametric principles emphasize that the design involves the writing of dynamic forms as if they were musical compositions containing large numbers of elements such as natural forms that organized within interconnected and adaptive systems, Parametricism is the basis of parametric design, which aspires to make all elements of design variable and mutually adaptive to achieve the formal objectives of design.

Keywords: Parametric Design, Product Design, Nature Inspiration, Fractal, Voronoi.

المحور الأول: مدخل البحث

مقدمة

إن عملية إبداع أشكال جديدة للمنتج الصناعي خاصة الأشكال ذات الطبيعة الغير مُنتظمة والمعقدة يتطلب من المصمم إستكشاف العديد من البدائل والحلول التصميمة المُبتكرة والإعتماد علي وسائل وأساليب غير تقليدية في تصميم الشكل, ولما كانت الطبيعة مصدر الإلهام لدي المصمم فكان التصميم البارامتري مدخل للمصمم لإستلهام وتقنين الاشكال من ومدخلاً للتجديد في شكل المنتج, حيث يقدم أداة حديثة تمكن المصمم من التعامل مع المجسمات وخاصة ذات البُنية المعقدة التي كان من المستحيل إدراك بنيتها سابقا وتتبع نظامها البنائي, إلي جانب تعزيز قدرة المصمم علي استكشاف آفاق أوسع للتصميم وتنمية قدراته الإبداعية والابتكارية.

ونتيجة لموجة كبيرة من الإبتكار الممنهج والبحث المستمر لتطوير عملية التصميم والبحث عن طرق جديدة لتقنين وإستلهام الاشكال من الطبيعة فقد ظهر إتجاه تصميمي جديد يعرف بالبارامترية والذي يؤسس لمفهوم التصميم البارامتري, حيث تُوَصْف خصائصه وسماته الشكلية من خلال تعقيد وديناميكية الخطوط المنحنية المكونة له والتي نتجت من التشكيلات المستمرة والمتصلة لمكوناته وعناصره المتباينة، فالتصورات والتقنيات الحاسوبية تحدد خصائص هذا الإتجاه التصميمي الجديد حيث بُنيت البارامترية علي ملئ الفراغ بالأشكال العضوية كما لو أنها سوائل متدفقة ومتصلة مشكلاً مسار حركي يقبع داخلها يضفي إحساسا بالاستمرارية والتنقل الحثيث بين الأشكال ويعد هذا مدخلاً لمحاكاة الطبيعة في الأشكال العضوية.

موضوع ومشكلة البحث

تدور مشكلة البحث حول الحاجة إلي تفعيل استخدام التصميم البارامتري في الحصول علي حلول تصميمية مقننه للاشكال المستوحاة أو المستلهمة من الطبيعة في تصميم المنتجات.

أهمية البحث

تتمثل أهمية البحث للمصمم في القدرة على تحليل بعض الأشكال في الطبيعة وتتبع نظامها البنائي وتوصيفها في صورة مبسطة بالإضافة إلي دعم مجال التصميم الصناعي في فهم وتقنين الاشكال المستلهمة من الطبيعة في تصميم المنتجات .

هدف البحث

الإستفادة من التصميم البارامتري في حل مشكلات تقنين أشكال التصميم المعقدة والغير منتظمة والمستوحاة من الطبيعة عن طريق تقديم وإستعراض أهم النظريات التي يعتمد عليها التصميم البارامتري في إستلهام صيغ شكلية كالتي توجد في الطبيعة.

فرض البحث

أنه باستخدام التصميم البارامتري في حل الأشكال المستلهمة من الطبيعة فإن ذلك يؤدي إلي سهولة تقنين الأشكال وبالتالي دعم عملية الإستلهام من الطبيعة في تصميم المنتجات.

منهج البحث

يتبع البحث المنهج الإستقرائي.

المحور الثاني : التصميم البارامتري

إن أحد أهم العناصر وأقوي الجوانب المُعبرة عن التصميم البارامتري هو الشكل فقد شملت البارامترية تغيراً كبيراً في الشكل الهندسي والجوانب الجمالية والتي تعتبر الجوانب الأكثر بروزاً والمميزة له, فلغة أي إتجاه تصميمي تُعرف بصريا

من خلال أنماطه الهندسية أو الأشكال القائم عليها والتعريف بما وراء المبادئ التي تحدد جوهر هذا الإتجاه وقد تم أستخدام مصطلح البارامترية في التصميم علي أنه إتجاه تصميمي متميز محدد الخصائص يلعب الشكل دوراً بارزا فيه باعتباره اللغة المُعبره عنه ويستخدم هذا المصطلح للتعبير عن مختلف البارامترات التي يستخدمها المصمم للتحكم في مخرجات العملية التصميمة.

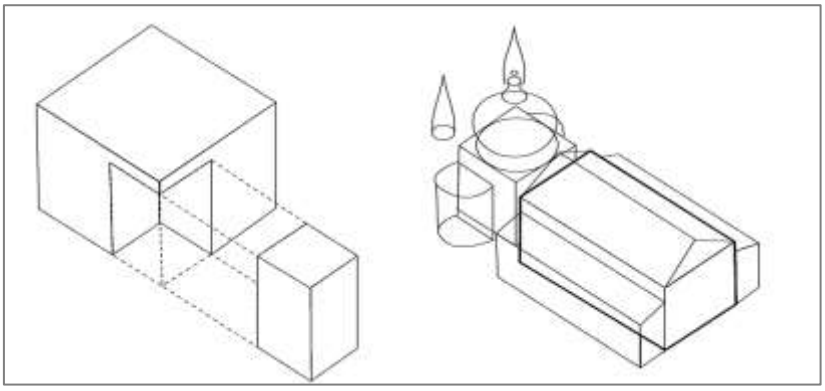
كما أن البارامترية تبحث عن أساليب الطبيعة في كيفية البناء والتشييد وتحقيق التعقيد والترابط والتراكب للمكونات والعمل علي نقل هذه الأساليب إلي التصميم بهدف إضفاء القليل من التعقيد الممنهج في بناء الشكل مما يحقق الإبداعية والأمثلية في بناء الأشكال.

أولاً: مفهوم وتعريف التصميم البارامتري

1- تعريف البارامترية

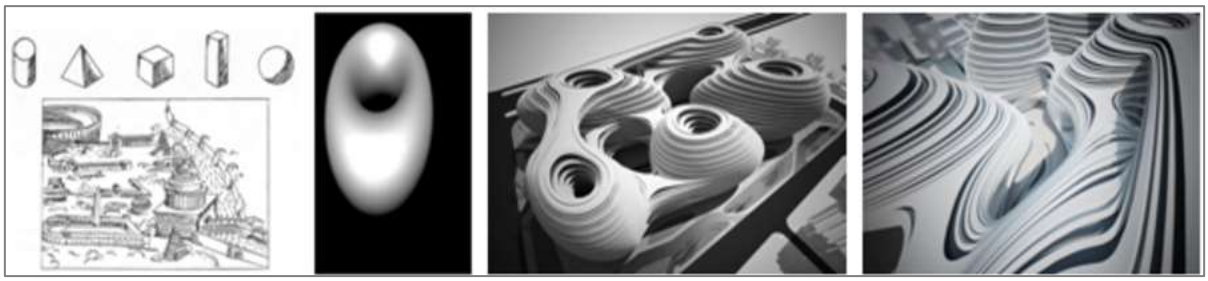
يتلخص تعريف البارامترية في أن جميع عناصر التصميم والمكونات متكيفة ومترابطة بارامتريا والتأثير علي إحداها يوثر علي كاملها ويعرف هذا بالتاثير المطاطي نظراً لأنه يؤسس لتحول أنطولوجي لفهم العناصر والمكونات الأساسية للتصميم كما هو موضح في شكل رقم(1) حيث تقدم البارامترية نماذج وتصورات تتسم بالتعقيد ضمن مبادئ التمايز والترابط وذلك علي خلاف المدخل الكلاسيكي والحديث للتصميم كما هو مُبين بالشكل رقم(2) الذي يتعامل مع كل عنصر من عناصر التصميم علي حدة.

شكل(1) نموذج تصوري يوضح أنطولوجيا الطراز البارامتري



شكل(2) تخطيط يوضح انطولوجيا الكلاسيكية و الحداثة

فبدلاً من تصميمات الكلاسيكية والحداثة المعتمدة علي الأحكام والجمود المثالي المطلق للأشكال الهندسية مثل (المكعب, الاسطوانة, الهرم, الكرة, نصف الكرة) فالأولويات الجديدة للبارامترية هي الاعتماد علي الكيانات الهندسية الحية(الديناميكية, الملاءمة, التكيف) مثل Spline, Nurbs, Subdivs كأسس للتكوينات الهندسية والنظم الديناميكية مثل أشكال Hair, Cloth, blobs, Metaballs التي تتفاعل مع الجواذب والمؤثرات الخارجية علي الشكل ويتردد صداها في مُجمل التكوين كما هو موضح بالشكل رقم(3) ويتم التحكم فيها من خلال بارامتراتها وينتج عنها العضوية في الأشكال.



شكل(3) مبني Galaxy Soho من تصميم زها حديد يوضح التباين بين البارامترية والحداثة

فالتجاه البارامتري إتجاهاً عاما وشمولي يمكن من خلاله أن تنظم وتعبر عن التنوع والتعقيد حيث تهدف إلي تحقيق تنوع في التعقيد داخل حيز التصميم من خلال إستخدام البرمجة بشكل مقنن لتحقق التمايز والترابط بين عناصر ومكونات التصميم من أجل تكثيف الترابط الداخلي والخارجي للعناصر المكونة للبناء التصميمي ضمن الحيز المُنشئ فيه إلي جانب تحقيق استمرارية الخطوط ضمن سياقات معقدة فالبارامترية ليست فقط أداة تشكيل أو تقييم للعمارة بل تشمل المنتج الصناعي والتصميم الداخلي والتصميم الحضري، حيث يقدم كل إتجاه تصميم جديد طريقة محددة لفهم والتعامل مع الأشكال والوظائف, وبناءاً علي ذلك فإن التعريف العملي للبارامترية يضم كلاً من:

2- سمات وخصائص البارامترية

السمات البارامترية هي السمات والخصائص التي يتم من خلالها عرض أهم المبادئ التي تحكمها ويتم عرضها كالأتي:

2-1 سمات شكلية

السمات الشكلية للبارامترية هي التي يمكن من خلالها تحديد القواعد والمبادئ التي تمكن من إعداد وتقييم السمات الشكلية للتصميم البارامتري فهي بمثابة مبادئ تحقيق الجمال وتتمثل في النقاط التالية

- يجب أن تكون الأشكال ناعمة مع الأخذ في الإعتبار أنها مترابطة بارامترياً وبالتالي التأثير علي إحداها يوثر علي مجمل التكوين.
- تجنب تجميع عناصر لا علاقة لها ببعضها البعض لأن هذا يسبب العُزلة داخل التكوين.
- تجنب الأشكال الصلبة (المربع, المثلث, الدائرة, المكعب, الهرم, الكرة) ويعزي هذا إلي أن هذه الأشكال فقيرة في تطويعها وفي قدرتها علي التكيف

2-2 السمات الوظيفية للبارامترية Functional Heuristics

هي السمات التي يمكن من خلالها توضيح القواعد والمبادئ التى تفسر وتقيم باختصار الأداء الوظيفي للتصميم البارامتري فهي مبادئ تُفعل الأداء و يمكن أن تتمثل في:

جميع الوظائف التي تتم داخل سيناريوهات بارامترية ويجب توصيفها داخل مصطلحات دارجة لإمكانية استيعابها إلي جانب تحقيق الترابط فيما بينها حيث أن نشاط واحد يؤثر علي باقي الأنشطة.

3- مفهوم وتعريف التصميم البارامتري

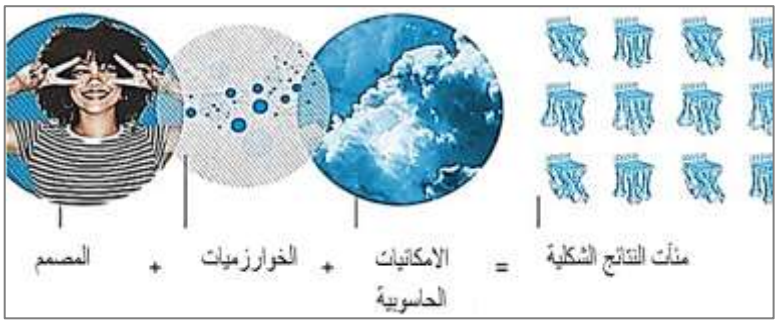
ترجع نشأة إستخدام مصطلح التصميم البارامتري Parametric Design إلي المعماري [لويجي موريتي Luigi Moretti 1907-1973] الذي كتب عن العمارة البارامترية في أطروحتة عام 1940 حيث ذكر فيها أن تحديد العلاقات بين الشكل وأبعاده يتوقف علي مجموعة من البارامترات وهي ليست فقط أرقام بل يمكن أن تكون أشكال وسطوح وزوايا الرؤية وكميات الخامات المستخدمة والمنحنيات وغيرها, ثم توالت لاحقاً بعض الأعمال بعد نموذج موريتي تعتمد علي طريقة البارامترات في تصميم الشكل مثل أعمال المصمم [أنطونيو جاودي Antoni Gaudi

1858-1926] و[فري أوتو1925-2015 Frei Otto] والتي نُسبت إليها البداية الحقيقية لأسلوب التصميم البارمتري فقد بحث جاودي عن إيجاد طريقة كالطرق التي توجد في الطبيعة يستطيع منها الحصول علي أشكال منحنية يستعين بها في بناء الشكل الأمثل للقباب والأسطح المنحنية قال جادوي أنا أبني النموذج الخاص بي وأترك الباقي للجاذبية.

3-1مفهوم التصميم البارامتري

يقوم مفهوم التصميم البارامتري علي مبدأ إيجاد الشكل Form Finding والتي يعتمد تصميم الشكل فيها علي التجربة والإكتشاف، حيث إنتاج الشكل يتم في بيئة الحاسب الآلي, وذلك بخلاف الطريقة التقليدية لبناء الاشكال Form Made والتي تعتمد علي الاساليب التقليدية في بناء الفكرة وتقوم علي المفهوم السابق للمصمم عن التصميم قبل الشروع في عملية الاستلهام.

فالتصميم البارامتري هو طريقة في التصميم تختلف عن الطرق التقليدية المعروفة, فمن خلال عمليات التصميم الأخري لا يستطيع المصمم التفاعل مع الفكرة أو مع خاماتها أو المنتج الناتج عنها أثناء مرحلة التصميم بل يتسني له ذلك بداية من مرحلة النمذجة, حيث يتاح للمصمم إجراء العمليات والتحليلات والاختبارات كالمتانة والأداء علي هذه النماذج بعد الانتهاء من وضع الفكرة بينما يسير نهج التصميم البارامتري علي خلاف ذلك, حيث يتم دمج معظم المتطلبات التصميمة في صورة بارامترات ضمن مرحلة صياغة الفكرة بشكل متكامل مع الحس الإبداعي لدي المصمم كما هو موضح بالشكل رقم(4-أ) مما يؤثر بشكل كبير علي المخرج الناتج لعملية التصميم حيث يعطي نتائج وبدائل أكثر إبداعية وواقعية مصحوباً بقابلية كبيرة للتنفيذ, فهذا النهج من التصميم يمكن المصمم من إبداع وإنتاج عدد كبير من الحلول لتصميم واحد وتعرف هذه الحلول بعائلة التصميم أو (Generations) كما بالشكل رقم(4-ب) فمستوي التجريد في حلول التصميم التي يعبر عنها في النظم البارامترية تضمن وضوح الحلول لمشكلات التصميم هذا يسمح بالتبديل والتعديل علي عناصر التصميم بهدف دعم إبداعية التفكير لدي المصمم بما يسمح بالاستكشاف الثري لفضاء التصميم.

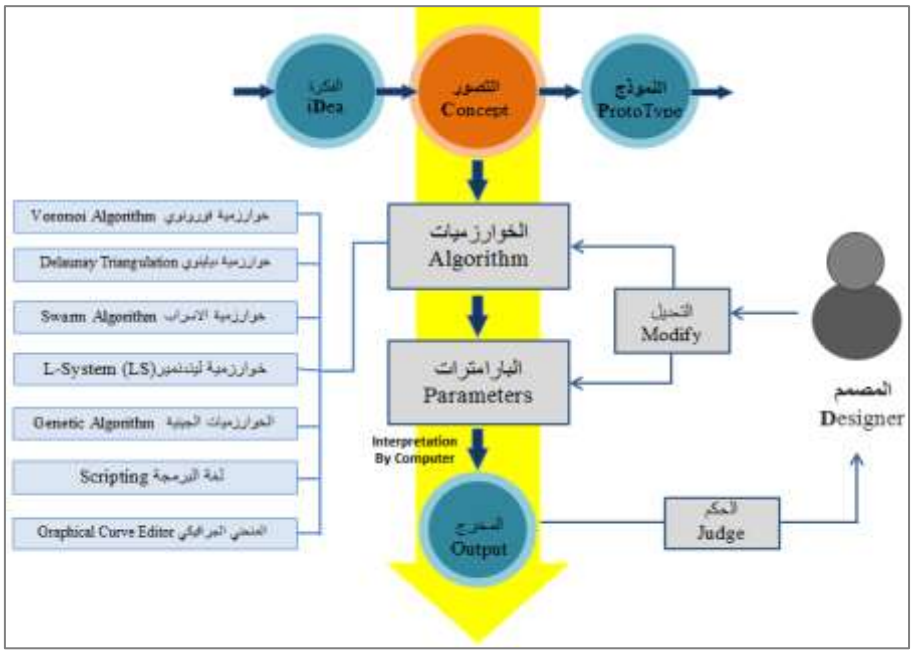


شكل(4- أ) البدائل الشكلية لتصميم كرسي باستخدام البارامتري

شكل(4- ب) تنفيذ إحدي البدائل والتي تعرف بعائلة التصميم(Generations)

3-2تعريف التصميم البارامتري

التصميم البارامتري Parametric Design يُعرف علي انه العملية التي من خلالها تُوصف مشكلة التصميم من خلال الإعتماد علي المتغيرات المحددة لها وبتغير قيم هذه المتغيرات من قِبل المصمم ينتج العديد من البدائل ومن ثم يتم إختيار الحل النهائي بُناءاً علي مجموعة من المحددات المتعلقة بالأداء أو سهولة البناء أو متطلبات الميزانية أو إحتياجات المستخدم أو المتطلبات الجمالية أو المزيج من هذه المتطللبات والتي تضع المصمم بمثابة الحاكم والمتحكم بالمخرج الناتج عن التصميم البارامتري ويوضح شكل رقم(5) آلية عمل التصميم البارامتري.



شكل(5) مخطط يوضح آلية عمل التصميم البارامتري

4- دور التصميم البارامتري في عملية تصميم المنتجات

يعزز التصميم البارامتري من الإبداعية لدي المصمم من خلال إنتاج الآف التصميمات وبذلك يفتح الباب للمصمم لإستكشاف اشكال غير تقليدية والتي لم يستطع تخيلها بمفرده, كما يضيف التصميم البارامتري إلي منظومة التصميم إمكانية اختيار أو تحديد الحلول أو الأفكار الناتجة عن هذه العملية ويتم ذلك في إطار صارم للغاية من حيث نطاق المشكلة والمتطلبات التي يحتاج التصميم إلي تلبيتها ولكن هذا ليس في معظم الحالات حيث يظهر التصميم البارمتري في أقوي حالاته في المشكلات التي تتعلق بالشكل, فالحاسوب أداة قوية جدا لخلق فروق في التصميم وتوفير حلول متعددة وبدائل لاحصر لها مثل سلوك الطبيعة في بناء الأشكال ولكن التقليل من التباين في التصميم وفقا لمعايير النفعية والاستفادة من التصميم ومعايير الجمال ففي الواقع في المنتجات التي تعتمد علي التصميم البارامتري فإن اختيار التصميمات الناتجة عن هذه العملية يقع علي عاتق المصمم, إلا أن هذا النهج وفر للمصمم وسائل مساعدة تمكنه من إختيار الحل الأمثل لمشكلة التصميم مثل اختبارات الاداء, كما يوضح شكل رقم(6) أهمية التصميم البارامتري خلال عملية مراحل عملية التصميم.

شكل(6) أهمية التصميم البارامتري

5- أنماط التصميم البارامتري

يوفر التصميم البارامتري عدد من الأنماط الشكلية المحاكية للأشكال في الطبيعة كبناء الشكل وأمثلية الأسطح وتهيئة وتوزيع البنية يستطيع المصمم الإستعانة بها في محاكاة الطبيعة.

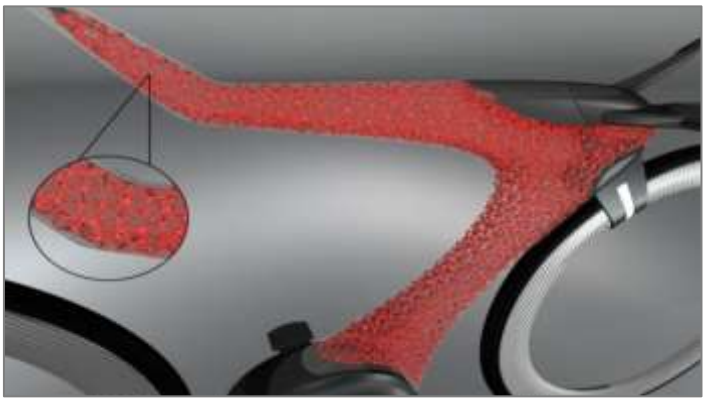
5-1 إيجاد الشكل Form Synthesis

تطورت من خلال التصميم البارامتري العديد من طرق التصميم والتي تهدف إلي بناء تراكيب تصميمية مختلفة ومعقدة وتقارب في بنيتها حد الأمثلية في الشكل, كسلوك التشكيل في الطبيعة حيث تُنتج هذه التراكيب حاسوبياً وتختلف مخرجاتها وفقاً لمجموعة كبيرة من البارامترات الخاصة بالمتطلبات المادية والبنائية والهيكلية والأحمال وغيرها من المتطلبات التي يتطلع المصمم إلي تحقيقها في المنتج الصناعي حيث يتيح للمصمم إدخال أهداف التصميم المحددة بما في ذلك المتطلبات الوظيفية، نوع المواد، طريقة التصنيع، ومعايير الأداء ومن ثم يبحث النظام في حيز التصميم لتركيبها من الناحية الإجرائية ويقيم عدد كبير من البدائل التي أُنتجت لتلبية تلك المتطلبات كما هو موضح بالشكل رقم(7).

شكل(7) البدائل الشكلية لتصميم دراجة وفق لبارامترات الاداء

5-2 أمثلية البنية والأسطح Lattice and surface optimization

طريقة تهدف إلي بناء منتج صناعي أكثر قوة ومتانة وأخف في الوزن من خلال تحويل كتلة الهيكل من كتلة مصمتة إلي شعيرات بنائية متصلة علي طول سطح الهيكل مكوناً شكل مثلثي كما بالشكل رقم(8).



شكل(8) هيكل دراجة ناتج عن خاصية امثلية البنية والاسطح

5-3 تهيئة البنية Topology optimization

يعتمد هذا النهج علي تقليل أوزان العناصر المستخدمة من خلال إجراء التحليلات اللازمة وتقليل الخامات الغير ضرورية والإبقاء علي معايير الأداء ويمكن الإستفاده من تهيئة البنية الشكلية للمنتج في تصميم المنتج الصناعي لانتاج اشكال متوافقه مع وظائفها كما بالشكل رقم(9)

شكل(9) تقليل أوان العناصر والخامات الغير ضرورية لجسم المنتج_منضدة_

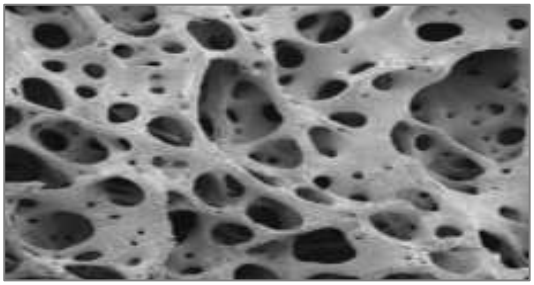
4-5 توزيع البنية Trabecular structures

تهدف هذه الطريقة الي تشكيل تكوينات تحاكي وزن ومتانه وشكل العظام ويمكن الاستفاده منها في استلهام اشكال للمنتجات الصناعية كما بالشكل رقم(10)

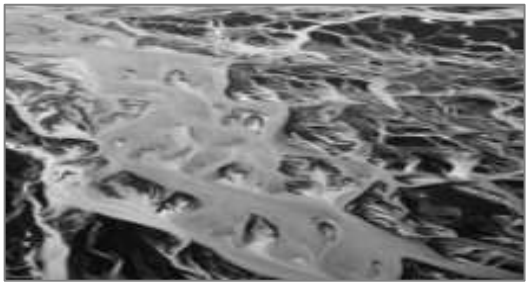
شكل(10)الاستفادة من توزيع البنية في تصميم منتج صناعي_نظارة_

ثانياً : البارامترية في الطبيعة Parametricism In Nature

تشبة النتائج الشكلية للبارامترية في هيئتها الظواهر الطبيعية العضوية كما بالشكل رقم(11- أ) والغير عضوية كما بالشكل رقم(11- ب), والتي نتجت من عمليات التنظيم الذاتي والتطور للعناصر وذلك علي خلاف النتائج الشكلية لحركات التصميم السابقة, حيث تعطي البارامترية في كثير من الأحيان تشكيلات تشبه في هيئتها التشكيلات الطبيعية المعروفة بإسم Biomorphism وهو مصطلح معني صياغة عناصر البناء التصميمي وفق أنماط تتشكل من الطبيعة أو التكوينات التي تعبر عن الطبيعة أو الكائنات الحية وذلك نتيجة الإعتماد علي إحدي أدوات التصميم البارامتري في بناء الشكل وهي خوارزميات التشكيل وتعرف بـ Genetice algorithm التي تُحاكي في سلوكها التشكلي سلوك الطبيعة في إنتاج الأشكال.



شكل(11- أ) تشكيل داخلي للعظام يوضح الظواهر الطبيعية العضوية



(11- ب) تشكيلات أمواج البحر توضح الظواهر الطبيعية الغير عضوية

كما يمكن جذب الشكل خارج النطاق الطبيعي وذلك باستخدام القوي الصناعية المحاكية لقوي الطبيعة كالجاذبية والرياح وأشعة الشمس و قوي الشد والأحمال والتي تحدها القوانين وتؤثر بدورها علي الشكل فهذا النوع من القوي الإصطناعية المحاكية لقوي الطبيعية يمكن بنائها عن طريق البرمجة النصية في البيئات التفاعلية للحاسب الآلي تشبة في طبيعتها قوانين الطبيعة تؤثر علي كامل التكوين محدثا نوع من التمايز الذكي في الشكل الخارجي و تُثري التشكيل الداخلي وتحقق الترابط مع الخارج, كما تتجلي صور البارامترية في الطبيعة في التكوينات ذات الطبيعة التكرارية أو ذات النمط المتكرر المعقد والتي تعرف بالتشكيلات الجُزيئية ذات الطابع الهندسي المتكرر مثل الكريستال ولشدة طبيعتها الغير منتظمة يصعب توصيفها بالاشكال الهندسية التقليدية ولكن يسهل تحليلها الي عناصرها الشكلية الاولية المكونة لها وتعرف عند المحاكاة في عملية التصميم بالنظم الغير عضوية او الغير حيوية.

إن أهم الأنماط التي توجد في الطبيعة وتتسم بالبارامترية في تكوينها هي تشكيلات فرونوي Voronoi التي تعرف بأنها ظاهرة نظامية تقوم على أسس هندسية ومفاهيم ذات منطق رياضي ويمكن أن نجدها في الطبيعهة بمقاييس وخامات مختلفة كما بالشكل رقم(12) ولعل أهم الأمثلة علي ذلك التكوين البنائي للعظام. البناءات الاسفنجية.

شكل(12) نماذج للبارامترية في الطبيعة

ويمكن الاستفادة من التكوينات البارامترية في الطبيعة كنماذج إستلهامية في عملية التصميم كما في شكل رقم(13) الذي يوضح إستعانة شركة مرسيدس لتكوين الداخلي المكون للعظام في بناء هيكل النموذج المعروف بإسم Aesthetics No.2 حيث يُضفي إلي المستخدم الإحساس بالأمان.

شكل(13) نموذج Aesthetics No.2 لسيارة مرسيدس يوضح الاستلهام من التكوينات البارامترية لبناء هيكل المنتج

المصمم يبني التعقيد في الشكل بواسطة مجموعة من العناصرالهندسية متقاطعة مع وظائفها منتجة تكوينات متكاملة, فمن أهم مبادئ البارامترية البحث عن أساليب الطبيعة في كيفية البناء والتشييد وتحقيق التعقيد والترابط والتراكب للمكونات والعمل علي نقل هذه الأساليب إلي التصميم بهدف إضفاء القليل من التعقيد الممنهج في بناء الشكل.

1- النمط البارامتري في الطبيعة Parametric Pattern in Nature

نماذج لصيغ شكلية موجودة في الطبيعة وفق بارامترات محددة بشكل تكراري او نسقي ويقوم علي أساس تكرار عنصرٍ ما وتدرك بصفة كلية في الطبيعة, ويمكن تقسيم الأنماط البارامترية في الطبيعة إلي:

1-1 نمط بارامتري منتظم ذو تخطيط مسبق Planned Pattern

هي الأنماط الموجودة في الطبيعة والتي تتميز بالدقة وكذلك الانساق التي يكون للإنسان تدخل فيها وتتميز بالإيقاع التصميمي والإستمرارية بجانب امكانية قياسها بضوابط وقوانين.

2-1 نمط بارامتري غير منتظم Random Pattern

هي الأنماط التي تعبر عن الإثارة البصرية وتتميز بالعشوائية الغير منظمة وعدم التماثل في أغلب الأحيان بين أجزائها وكذلك عدم تناسقها ويصعب قياسها كالأنماط التكرارية في الكائنات الحية.

2- صور البارامترية في الطبيعة

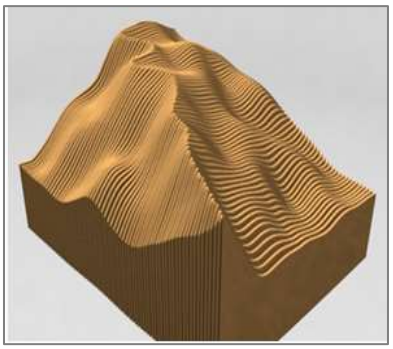
يمكن تتبع صور البارامترية في الطبيعة في عدة أنماط كما هو موضح بالشكل رقم(14) مثل الأنماط التكرارية العضوية والغير عضوية والهياكل الحيوية التكرارية والتكرار من خلال الأسراب.

شكل(14) يوضح مستويات البارامترية في الطبيعة

1-2 الأنماط التكرارية الغير عضوية Fractal Pattern (In organic Systems)

سميت هذه الأنماط بالغير عضوية في إشارة ألي تكون الأشكال في الطبيعة عن طريق عمليات تكون ذاتي Self-Formation وقد أستخدمت النظم الطبيعية الغير عضوية كنماذج إستلهامية أو مصادر إستلهام في صياغة التصورات وبناء الأشكال حيث صنعت هذه النظم عاداً من خامات طبيعية متجانسة مثل تكوينات الكثبان الرملية أو كتل ديناميكية متجانسة مثل الموائع, فالتصميم البارامتري يوفر العديد من القوالب التي تستخدم كمحاكيات حاسوبية للأنماط الشكلية في الطبيعة والتي تُمكن المصمم من إضفاء معالجات شكلية إبداعية علي المنتج, كما تتيح لة القدرة علي محاكاة التنظيم الذاتي وسلوك التشكيل للأنماط في الطبيعة من أجل بناء أشكال أكثر تكاملاً مع وظيفتها كما هو الحال في الطبيعة فالبناءات الطبيعية متكاملة مع وظيفتها بشكل مدهش, ففي الطبيعة تتكون الأنظمة بشكل ذاتي في عملية أُحادية الإتجاه حيث تقود إلي إنبثاق بناء معقد ومتطور وأكثر تمايزاً وترابطاً ويُعرف النمط المتكرر بأنة تكوين هندسي نتج عن عملية متصلة لتكرار عنصر ما علي مستويات وأحجام ومقاييس مختلفة وعادة يمكن تجزئه الناتج إلي عدة أجزاء بحيث يكون كل جزء منها متماثل في البناء.

وتتجسد في الطبيعة أنماط تكرارية مختلفة ومكونة للشكل تتكرر في سياقات رياضية مختلفة حيث تشتمل علي عدة أنواع منها الانماط المتماثلة والمواج والحلزونية ويوضح شكل رقم(15- أ) مثال للأنماط التكرارية في الطبيعة مع توضيح كيفية الإستلهام منها في تصميم منتج صناعي كالموضح بالشكل رقم(15- ب).



شكل(15- أ) تصور للانماط البارامترية في الطبيعة –الامواج والكثبان الرملية-

شكل(15- ب) الاستلهام منها في تصميم المنتج الصناعي

2-2 الأنماط التكرارية في الكائنات الحية Fractal Patterns in living Organisms

تتشكل للبارامترية صورة أخري في الطبيعة كالتي تُلاحظ في الأنماط التكرارية الحيوية والمراد بها الأنماط التي تقوم بوظائف حيوية مثل خلايا النحل كالموضحة بالشكل رقم(16) ,حيث يتم إنتاج مثل هذه الأشكال من خلال التصميم البارامتري بإستخدام أحد أهم أدوات التصميم البارامتري وهي الخوارزميات الجينيةGenetic Algorithm.

شكل(16) يوضح نمط حيوي في الطبيعة

3-2 إيجاد الشكل Pattern From Form Generation

يستخدم التصميم البارامتري لمحاكاة النماذج ذات الطبيعة شديدة التكرارية مثل الهياكل التكرارية الحيوية (Biological Fractal Structure) التي توجد في التكوين البنائي للأشجار, الشعاب المرجانية وأعضاء جسم الإنسان كما بالشكل رقم(17- أ) بما يوفرة من أدوات-خوارزميات-تنتج أشكال تحاكي أنماط النمو في الطبيعة (Growth Pattern) والتي يمكن توظيفها في منتجات صناعية كمعالجات شكلية فريدة من نوعها مثل وحدات الإضاءة الموضحة بالشكل رقم(17- ب)

شكل(17-أ) نمط لهيكل بنائي حيوي
صورة مقدمة من معهد التشريح بجامعة برن

شكل(17-ب) توظيف نمط لهيكل بنائي حيوي في وحدة اضاءة باستخدام خوارزمية(Genetic Algorithm)

4-2الأسراب Pattern From Swarms

الأسراب أو القطعان في الطبيعة تتالف من فيضان من الكائنات الحية تحكمها قواعد السلوك التي تحافظ علي مسار وإتساق حركة الأسراب ونتيجة ذلك فإن الأسراب تتصرف في سلوك مشابة للمائع أو السوائل كما هو موضح بالشكل رقم(18- أ), ولذلك عند محاكاة هذا التحول في التصميم تكون النتائج متشابهة ومحاكية للطبيعة لأن محاكاة هذه النظم تركز علي الشكل الناتج عن السلوك الجماعي للسرب وليس السلوك الفردي كما يوضح الشكل رقم(18- ب), وعادة ما تتحرك الأسراب بشكل متجانس مثل السوائل والهواء محدثتا خطوط منحنية بسيطة مكوناً كتل عضوية فهذا السيناريو يمثل مناظرة أو محاكاة لوسائل التنظيم الذاتي في الطبيعة والتي يتم توظيفها في مخرجات تصميمية وظيفية كما بالشكل رقم(18- جـ).

شكل(18- أ)
سلوك الاسراب في الطبيعة

شكل(18- ب)
نموذج افتراضي لسلوك الاسراب

شكل(18- ج)
تصميم ناتج عن خوارزمية الأسراب

3- نظريات التصميم البارامتري القائمة علي تشكيلات الطبيعة

يقنن التصميم البارامتري عدد من الأشكال التي تتواجد في الطبيعة كتشكيلات فورونوي والأشكال الجُزيئية الفركتالية في صورة نظريات تُسهل علي المصمم تقنين الاشكال المستلهمة من الطبيعة.

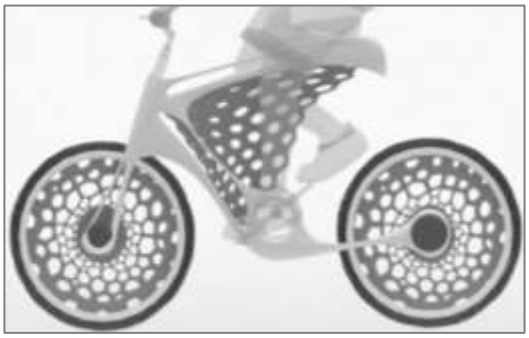
1-3 الهندسة الجُزيئية في الطبيعة Fractal Geometry in Nature

نظرية وضعها علماء الرياضيات لتقنين بعض الظواهر الطبيعية ومع تطور هذه النظرية أصبحت الهندسة الجُزيئية مدخلاً تجريبيا واتجاها تعبيريا في مجالات الفنون البصرية, وتعرف ببساطة علي أنها عناصر هندسية تُقسم الي اجزاء كل جزء منها يشبة في هيئتة الجزء الاكبر الذي أُشتقت منه ويمكن الاستفادة منها في تصميم المنتجات الصناعية كما هو موضح بالشكل رقم(19), والذي يتضح من خلاله مفهوم التشابهه الذاتي الناتج عن التكرار فكل جزء مهمها كان صغيراً فإنه في هيئته يشبهه الجزء الأكبر, فهي اشكل معقدة في الرياضيات تُبني بالتكرار البسيط للاشكال التي يتم تقليل مساحتها في كل مرة تكرر فيها وتهتم عاداً بدراسة البُنى المؤلفة من جُزيئيات والانماط التي توجد في الطبيعة وتصف العديد من الأوضاع والبُنى التي لا يمكن تفسيرها أو دراستها بالهندسة الرياضية الكلاسيكية.

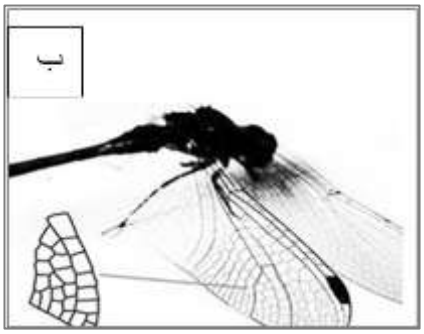
شكل(19) تصميم وتنفيذ منضددة باستخدام نظرية الهندسة الجُزيئية

2-3 نظرية فورونوي Voronoi Theory

يساهم التصميم البارامتري في تقديم أدوات تساعد المصمم في إستلهام أشكال من الطبيعة كتشكيلات فورونوي والتي تساعدة في إستلهام وتقنين أشكال جديدة للمنتج الصناعي, سميت هذه النظرية نسبة للعالم الروسي فرونوي Voronoi الذي أطلق هذا المصطلح علي نمط معين من التشكيل يتواجد في الطبيعة, وتُعرف علي أنها تقسيم للمساحات العشوائية إلي مجموعة من المساحات المحدوة والتي تسمي خلايا فورونوي حتي يسهل السيطرة عليها, ولها تطبيقات في عدد كبير من المجالات، وخاصة في مجال الفنون فتشكيلات فورونوي مثل غيرها من النظم الهيكلية المحاكية للطبيعة إنها مستقرة ومتكيفة ولعل من أهم إستخداماتها في تصميم المنتجات كما هو موضح بالشكل رقم(20-أ), كما يمكن أن تتخطي تشكيلات فورونوي الثنائية والثلاثية الأبعاد الرسم التخطيطي إلي تشكيل المنتجات حيث يمكن لتشكيلات فورونوي أن تحاكي العديد من الظواهر الطبيعية التي تحدث بشكل طبيعي مثل فقاعات الصابون والتي إعتمد عليها فري أوتو في طريقة إيجاد الشكل في البحث عن تصورات للمنتج من خلال تشكيلات الخلايا العظمية أو أجزاء من الحيوانات كما بالشكل رقم(20-ب).



شكل(20-أ)استلهام من الطبيعة لتشكيلات فورونوي ثلاثية الابعاد في تصميم دراجة



شكل(20- ب) تشكيلات فورونوي في اجزاء من جسم الحيوانات

يمكن بناء تشكيلات فورونوي في عدة خطوات يتم عرضها تباعاً كما هو موضح بالشكل رقم(21)

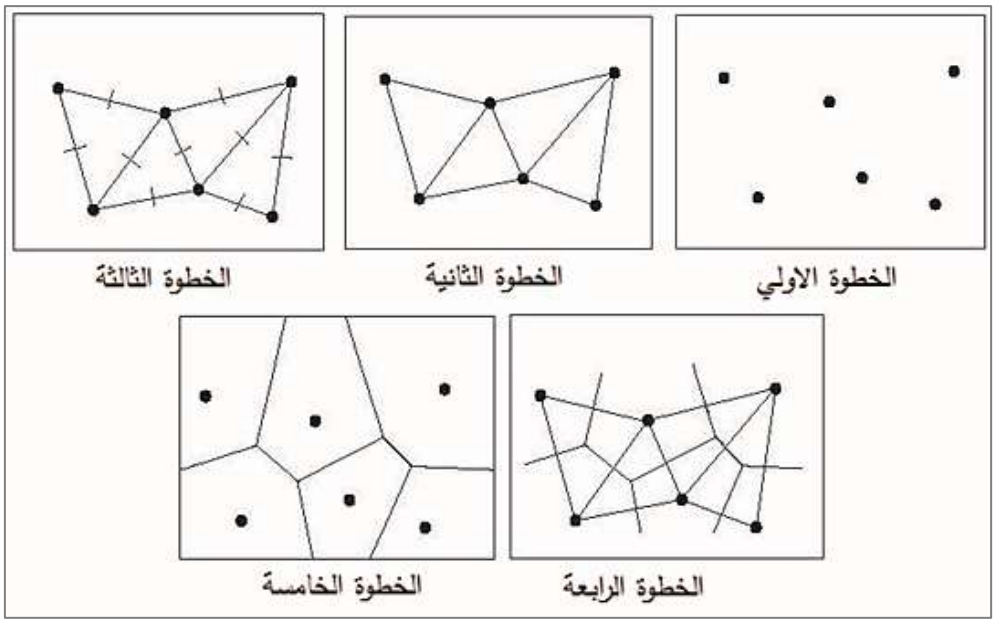
الخطوة الأولي: تحديد مجموعة من النقاط علي مسطح معين مراد تقنينه وتقسيمة إلي مساحات معروفة.

الخطوة الثانية: رسم خط يربط بين النقاط الموضوعة شرط ألا تتقاطع هذه الخطوط ويحدها من البداية نقطة ومن النهاية نقطة أخري.

الخطوة الثالثة: تقسيم الخطوط الواصلة بين النقاط عن طريق مستقيمات متعامدة عليها.

الخطوة الرابعة: مقاطعة جميع النقاط المتعامدة داخل كل منطقة لتشكيل نقطة جديدة ضمن كل منطقة تعرف نقطة التلاقي بنقاط فورونوي.

الخطوة الخامسة: حذف الخطوط الأصلية المرسومة في الخطوة الثانية للكشف عن شبكة جديدة تعرف بشبكية فرورنوي.

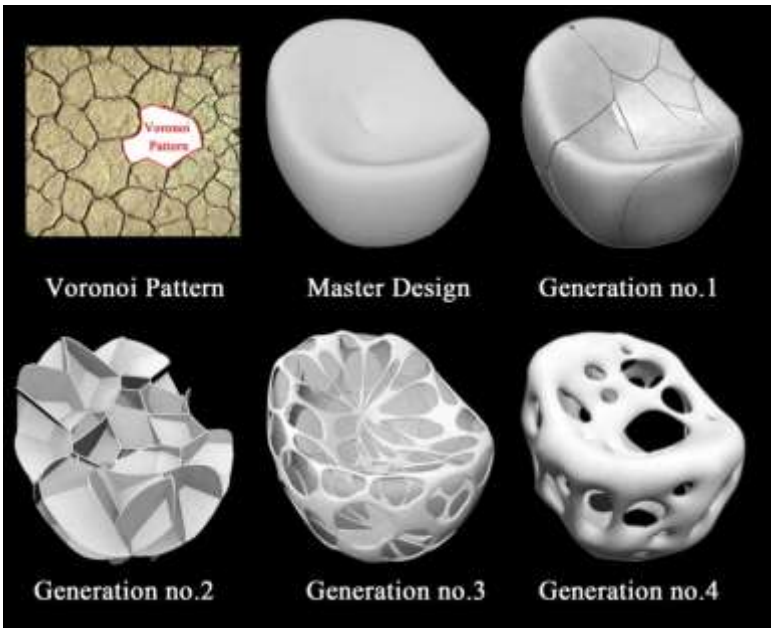


شكل(21) آلية عمل نظرية فورونوي

حيث أن هذه المساحات تسمي بخلايا فرونوي Voronoi Cells وكل خلية منها مسئولة من نقطة تسمي نقطة فورونوي Voronoi Point بداخلها ليست في المنتصف ولكن الشرط وجود نقطة واحدة محصورة بين مجموعة من الأضلاع المتلاقية الأطراف.

4- تطبيق لإستخدام التصميم البارامتري في عملية الإستلهام من الطبيعة

تقوم الفكرة علي بناء شكل للمنتج الصناعي كما في دراسة الحالة هذه حيث أنه باستخدام إحدي وسائل التصميم البارامتري وهي خوارزمية فورونوي المدعومة بنظرية فورونوي أمكن للمصمم إستلهام وتقنين أحد أهم الأشكال العشوائية في الطبيعة وهي تشكيلات فورونوي وذلك في عدة بدائل شكلية للمنتج الصناعي كما بالشكل رقم(22) الذي يوضح شكل المنتج -كرسي- قبل عملية الإستلهام وشكل المنتج في عدة بدائل بعد عملية الإستلهام مصحوباً بالنمط المتواجد في الطبيعة والذي تمت من خلاله عملية الاستلهام.



شكل(22) نتائج إستخدام التصميم البارامتري في الإستلهام من الطبيعة

النتائج

من خلال الدراسة تأكد أهمية التصميم البارامتري في تناول الإستلهام من الطبيعة في صورة حاسوبية وأكثر تقنيناً وجاءت نتائج البحث كالتالي:

- دمج دراسة موضوعات التصميم البارامتري في مقررات التصميم المختلفة وخاصة مقررات الإستلهام من الطبيعة يدعم مفهوم إستلهام الاشكال من الطبيعة ويساعد المصمم في معالجة الأشكال المعقدة التي يصعب التعامل معها بالطرق التقليدية والحصول علي حلول تصميمية بصورة سريعة ودقيقة وذات قابلية كبيرة للتنفيذ.
- رفع القيمة الجمالية للمنتج من خلال إستخدام التصميم البارامتري في إستلهام وتقنين أشكال المنتجات لما يوفره من امكانيات تساعد في تشكيل خطوط اكثر انسيابية وتحقق المعايير الجمالية بسهولة.
- التصميم البارامتري أداة حديثة تمكن المصمم من فهم التشكيلات المعقدة في الطبيعة وتناولها بصورة مبسطة في إطار مقنن ضمن نظريات مختلفة ومن خلال أدوات الحاسب الآلي.
- تتحقق النتائج الشكلية من خلال التصميم البارامرتي عن طريق النظريات التي تقوم عليها الكثير من الأشكال في الطبيعة مثل نظرية الهندسة الجُزيئية ونظرية فورونوي.
- يعزز التصميم البارامتري من إبداعية المصمم في الإستلهام من الطبيعة ويؤكد علي أهمية دراسة برامج الحاسب الآلي والتي يتحقق التصميم البارامتري من خلالها مثل برنامج 3Dmax ولغة البرمجة Scripting و Grasshopper.

الخلاصة

التصميم البارامتري مدخل للإستلهام من الطبيعة يقوم علي إتجاه تصميمي جديد يسمي البارامترية مدعوماً بعدة نظريات تسهل من تقنين الأشكال المستلهمة من الطبيعة كالنظرية الجُزيئية ونظرية فورونوي, كما يُعزز من الإبداعية لدي المصمم ويرفع من القيمة الجمالية للمنتج لما يقدمه من أدوات تسهل من عملية الإبداع مصحوبه بقابلية كبيرة للتنفيذ لإرتباط التصميم البارامتري الوثيق بالحاسب الآلي.

المراجع

- Schumacher, Patrick. *The Autopoiesis of Architecture New Agenda for Architecture*. Vol.1. United Kingdom: John Wiley & Sons Ltd, 2012.
- Carpo, Mario. *The digital turn in architecture 1992-2012*. United Kingdom: John Wiley & Sons Ltd, 2013.
- Frazer, John. *Parametric Computation History and Future*. United Kingdom: John Wiley & Sons Ltd, 2016.
- Terzidis, Kostas. *Algorithmic Architecture*. Architectural Press. Great Britain: Elsevier Ltd, 2006.
- Ping, Haw. *Natural System*. United Kingdom: John Wiley & Sons Ltd, 2013.
- Schumacher, Patrick. "The Parametricist Epoch Let the Style Wars Begin." AJ-The Architects Journal Issue 16 (2010): p23.

- Fischer, Thomas., & Herr, Christiane. "Teaching Generative Design." Design Technology Research Centre (2001): p6.
- Agkathidis, Asterios. "Generative Design Methods." ECAADE Issue 33(2014): p47.
- McCormack, J., Dorin, A. "Generative Design A Paradigm for Design Research." Centre for Electronic Media Art (2004): p4-5.
- Mentegazzi, Edoardo. "Parametricism the Act of Change in Architecture." Archiprint Issue 3(2014): p18.
- Gawell, Ewelina., & Nowak, Anna. "Voronoi tessellation in shaping the architectural form from flat rod structure." PhD Interdisciplinary Journal Issue 48(2015): pp48-50.
- Alshami, Mohammad., & Atwa, Mohammad. "Parametric Patterns Inspired by Nature for Responsive Building Façade." IJIRSET Issue 8(2015): P22.
- Lidia, Anna. "Insert Dadaism into Parametricism." Arch2o.com. https://www.arch2o. com/insert-dadaism-parametricism/(accessed August 27, 2018).
- Swenson, Kylee. "What Is Generative Design?."autodesk.com. https://www. autodesk. com/redshift/what-is-generative-design-2/ (accessed August 29, 2018).
- Davis, Mark. "project dreamcatcher." autodeskresearch.com. https://autodesk research. com/projects/dreamcatcher (accessed September 20, 2018).
- Lamb, Evelyn. "History, Development, and Applications of Fractal Geometry." tangents. wordpress.com https://3010tangents.wordpress.com/2015/03/02/history-development-and-applications-of-fractal-geometry/ (accessed August 15, 2018).
- Bennett, Lan "Voronoi-Diagramming." flyingneongoats.wordpress.com https://flyingneon goats. wordpress.com/2014/03/14/voronoi-diagramming/(accessed September 13, 2018).
- "Mercedes-Benz interior sculpture Aesthetics No. 2." carbodydesign.com https://www.car body design.com/2011/01/mercedes-benz-interior-sculpture-aesthetics-no-2/ (accessed June 17, 2018).
- Moore, Jason. "History of fractals." sk33lz.com. https://sk33lz.com/create/fractals/history-fractals (accessed June 17, 2018).