تأثير النظام البارامتري على أساليب تصميم المجسمات النحتية ثلاثية الأبعاد

Effect of the parametric system on designing methods of 3D sculptures.

أ.د/ منال هلال أيوب
استاذ تصميم النحت بكلية الفنون التطبيقية جامعة حلوان
Prof. Manal helal ayoub
Professor of Sculpture Design, Faculty of Applied Arts, Helwan University
drmnlhelal@gmail.com
م.م/ ايمان محمد السيد حبيب
مدرس مساعد بالمعهد العالي للفنون التطبيقية بالسادس من اكتوبر
Assist.Lect. Eman mohammed habib
Teacher assistant at The Higher Institute of Applied Arts, 6th of October
emanhabib157@gmail.com

الملخص

يتناول البحث اهمية ما يشهده العالم من تقدم ملحوظ في مجال الكمبيوتر و التكنولوجيا التي اثرت بشكل مباشر في طريقة تصميم مجسمات نحتية ثلاثية الأبعاد ، فأصبحت هذه الثورة الرقمية من أقوى العوامل التي أثارت ضجة في مجال النحت ، فأصبح الفنان النحات من السهل عليه تصميم و تنفيذ مجسمات و احداث بعض التعديلات فيها كالاحلال و التبديل و الفك والتركيب بمنتهى السهولة ، الامر الذي كان من الصعب ادراكه قديما ، ومن خلال البحث سنقوم بتناول مدى تأثير النظام البارامتري على الأساليب تصميم النحت المجسم ثلاثي الأبعاد

ويعرف النظام البارامتري بأنه أسلوب في التصميم يستخدم مجموعة من القواعد أو العناصر (البارامترات) المرتبطة ببعضها البعض، ومن خلال برامج الكمبيوتر يمكن توليد شكل أو نموذج ثلاثي الأبعاد وفق المعادلات الحسابية التي تمثل علاقة العناصرببعضها، عند تغيير قيمة أي عنصر من هذه العناصر تتغير أقيام العناصر الأخرى وبذلك تنتج علاقة جديدة لتوليد شكل جديد ، وبالتالي تستجيب المنظومة للتغييرات بما يؤدي الى توليد النماذج المتجددة ، مما يمكن للمصمم الاختيار من النماذج وفق ما يلائم معايير ومتطلبات أي تصميم ، كما أن آليات العملية تتيح التعامل مع الأشكال شديدة التعقيد والسيطرة على متغيراتها المتداخلة. ويقدم امكانيات مضافة في وصف أي مشكلة تصميمة وتقديم بدائل حلها من خلال عملية يتم فيها تكوين وصف لمشكلة باستخدام متغيرات معينة، وعند القيام بتغيير أقيام هذه المتغيرات يمكن تكوين مجموعة كبيره من الحلول البديلة، وعندها يتم اختيار أحدها باعتباره التصميم المطلوب حسب المتطلبات والمعايير الخاصة.

وقد كان لاستخدام تلك الأنظمة الأهمية الكبرى لتخفيض الوقت و الجهد وتسهيل ادارة عمليات التصميم رقميا للمجسمات بصفة عامة و الأشكال النحتية بصفة خاصة .

الكلمات المفتاحية:

النظام البارامتري ، بناء الشكل ، النحت المجسم

Abstract:

The research deals with the importance of the world's remarkable progress in the field of computer and technology, which directly affected the way of designing three-dimensional sculptural figures , this digital revolution has become one of the strongest factors that caused a stir in the field of sculpture , the artist became the sculptor it is easy to design and implement the

The parametric system is defined as a method of design that uses a set of rules or elements (parameters) related to each other, and through computer programs can generate a three-dimensional form or model according to the computational equations that represent the relationship of the elements to each other, when changing the value of any of these elements change the other elements and thus produce a new relationship to generate a new form, and therefore the system responds to changes leading to the generation of renewable models, which enables the designer to choose from models according to suit the criteria and requirements of any design, and the mechanisms of the process allow dealing with the forms are very complex and control their variables overlapping. It provides added possibilities in describing any design problem and providing alternatives to solve it through a process in which a description of a problem is formed using certain variables, and when changing the values of these variables can be formed a large group of alternative solutions, and then one of them is selected as the desired design according to special requirements and standards.

The use of these systems has been of great importance to reduce time and effort and facilitate the management of digital design processes for figures in general and sculptural forms in particular .

Keywords:

parametric system, shape construction , 3D sculpture

تمهيد:

مع بداية ظهور فن النحت ، بدأ النحاتون المصريون القدماء بانتاج أعمال فنية مجسمة بكتل ضخمة مما كانت تحتاج الى جهد ووقت أكبر لبناء الشكل النحتي، ومع تطور الأساليب الجديدة والمستحدثة وتطبيقات الوسائط التكنولوجية المساعدة لتشكيل المجسمات بدخول الحاسب الالي والبرامج المختلفة التي افرزت حلولا تصميمية مبتكرة ، و كان الأساس في تطبيق تلك البرامج استخدام المنطق الرياضي وهو اساسيات و قواعد الرياضة مع نظريات علوم الكمبيوتر في بناء الشكل ، الذي أتاح بناء تصميمات مترابطة ومعقدة معتمدة على بعضها البعض بنائيا .

وفي هذا البحث سنهتم بالقاء الضوء حول تعريف النظام البارامتري و أساليبه والخصائص البنائية وهو ذلك النظام المعني بحل المعضلات التصميمية بوجهة نظر مختلفة تحمل من المقومات و الخصائص الهندسية التي تتيح بناء تصميمي مترابط العلاقات معتمدة على بعضها البعض.

مشكلة البحث:

١. الى اي مدى يؤثر تطبيق المنهج البارامتري في التصميم ليؤثر على بناء الشكل النحتي المجسم بأشكال تتسم بالمرونة و الحداثة بأشكال غير تقليدية . ؟

٢. كيف يمكن رفع كفاءة العملية الابتكارية في التصميم باستخدام برامج مناسبة بتطبيق النظام البارامتري وبناء النحت المجسم . ؟

هدف البحث :

التوصل لمنهجية تربط بين النظام البارامتري والبناء التصميمي لمجسمات نحتية ثلاثية الابعاد.

اهمية البحث :

١ . يسهم تطبيق النظام البارامتري في رفع معدلات الابتكار و القيم الجمالية لتصميم المجسمات النحتية ثلاثية الأبعاد .

٢ . رفع كفاءة الفنان النحات باستخدام التكنولوجيا الرقمية مع النظام البارامتري والتي تؤدي الى استحداث صياغات تصميمية متنوعة.

فرض البحث:

انه بتطبيق النظام البارامتري في تصميم و بناء الشكل النحتي و بواسطة برامج متقدمة في التصميم يمكن تحليل الشكل النحتي الى أجزاءه المكونة له بحيث يخرج الشكل عن الأنماط التقليدية للتصميم.

حدود البحث:

الحدود الزمنية :

يمكن حصر الحدود الزمنية والتي سوف يتناولها البحث في القرن الحادي و العشرين .

الحدود الموضوعية :

يمكن ان يتحدد هذا البحث في كيفية معالجة و بناء المجسم النحتي ثلاثي الأبعاد باستخدام المنطق الرياضي للنظام البارامتري

منهجية البحث :

يتبع البحث المنهج الوصفي التحليلي في مجال التصميم و الوقوف على ابرز الاعتبارات و الخصائص للإتجاه البارامتري لغرض استنتاج رؤية مبتكرة لتصميم النحت المجسم.

١,١. التصميم البارامتري:

بعد التطور العلمي الذي حدث في شتى مجالات المعرفة و بعد تطور الاتجاهات و المباديء القديمة بعد ان كانت من المسلمات والتي تم استبدالها فيما بعد ، بمفاهيم توائم متطلبات العصر بمزيد من الموضوعية و الدقة وكان المصمم يتناول الطبيعة بشيء من المحاكاه دون التقليد الكامل لها حيث اهتم المصمم باعادة اكتشاف مفردات الطبيعة بحيث تحتوي الجزأ الأكبر من التفاصيل هذا الاتجاه الجديد الذي ادى الى التوصل للعديد من الأشكال المجسمة التي تندرج تحت ما يسمى بالنظام البارامتري.

في عام ١٩٨٨م اكتشف باتريك شوماخر Patrik Schomacher الطالب و المعماري المبتديء لفلسفة زها حديد التي تدعو الى التخلي عن الخطوط التصميمية المعمارية المستقيمة والزوايا القائمة التي يستخدمها المعماريين في التصميم المعماري ، وتبني فلسفة جديدة تقوم أولاً على الترجمة المباشرة للخطوط المنحنية التي ترسم بها الإسكتشات المعمارية السريعة وتحويلها إلى رسومات معمارية تقرأ على أساس أنها هي الخطوط التصميمية التي سيتبعها تصميم المشروعات بدلاً من ترجمة خطوط الاسكتشات السريعة إلى خطوط مستقيمة وأقواس صحيحة اولا ثم تحويلها إلى رسومات معمارية. الأمر الثاني هو ان المساحات التي تنبع بين الخطوط المنحنية يمكن اعتبارها الفراغات المعمارية التي تحتوي على مكونات المباني وهي فراغات سائلة لاتفرض حواجز أو قواطع جدارية فيما بينها لفصل المكونات عن بعضها، ولكن تأتي المكونات

لتتموضع داخل هذه الفراغات التي تحتويها الخطوط بطريقة تحدد مدى علاقة أو ارتباط كل مكون بباقي المكونات بطريقة سلسة ولينة، وإذا نظرت لهذه الأشكال من أي جهة ستجد أنها متناغمة مع بعضها بالرغم من ثراء وإختلاف أشكالها . الأمر الثالث هو ان زها حديد استطاعت إدخال الأشكال المائلة والمنحدرة في معجم التصميم المعماري.(١)

وكان شوماخر أول من أطلق اسم بارامتريسزم parametricism على هذا التوجه المعماري في عام ٢٠٠٨م قبل أن يصبح توجهاً عالمياً وينتشر في أنحاء مختلفة من العالم حيث ان هذا التوجه يعتبر طابعا جديدا وليس مجرد نظرة جديدة للتقنيات حيث ان التقنيات هي استخدام او توظيف للحركة و المحاكاة ونجد ان كل ما سبق اثر و ادى الى حل المشكلات التصميمية بطريقة نظامية مترابطة ، تؤكد على ادراك الجماليات وهذا مما يجعلها ظاهر فكرية جديدة مثلها كمثل الاتجاهات و الظواهر الحديثة ومن اهم ادوات النظام البارامتري الحفاظ على جماليات الحداثة من خلال التشكيل الرقمي .

لم يلاقي التصميم البارامتري اقبالا من المعماريين في هذه الفترة على اعتبار صعوبة تناول البنى الخاصة بتفاصيل الطبيعة وقياسها واعادة تمثيلها ولحد فترة الثمانينات في القرن العشرين. لكن بعد ظهور علم المورفولوجيا الذي اهتم بدراسة هيئات الاشكال ووظائفها في الكائنات الحية بالنسبة للنباتات والحيوانات والموجودات غير الحية المتمثلة ببنية الجبال والصخور ذات الأشكال غير المنتظمة وغيرها وعلم التشكل

"المورفوجينتك" Morphogentics ودراسة الحياة البحرية والاسفنجيات والخلية ونواتها والهندسة الكسرية او التشعبية "الفراكتال" والتطور التكنولوجي في علم الكمبيوتر بعد عام ١٩٩٠، اصبحت هنالك قدرة على اتمام ماقد كان مستحيل في السابق، فاصبح التصميم البارامتري نظرية مستقلة تقوم على عدة نظريات وينطبق علية مفهوم النزعة البارامترية، فهو اكبر من ان يكون اسلوب شاع استخدامه ليصبح اتجاه فكري معاصر.

ان لمصطلح التصميم البارامتري معانٍ عديدة فهنالك من عرفه على انه التصميم الحدودي او نمذجة التصميم او التصميم المعياري او القياسي. لكن اصح معنى للتصميم البارامتري "التصميم المتغير"، وان البراميتر هي عبارة عن مساحات برمجية تحتوي على خوارزميات وعمليات رياضية واحدة او اكثر، كما ان التصميم البارامتري يقوم على اسس هندسية ومفاهيم ذات منطق رياضي مستوحاة من الطبيعة.

لم يكتشف الكمبيوتر التصميم البارامتري، كما ان التصميم البارامتري لم يعيد تعريف العمارة، الا انه قدم اداة حديثة طيعة ومرنة مكنت المصمم من التعامل مع المجسمات وخاصة ذات البنية المعقدة التي كان من المستحيل ادراك بنيتها سابقا وتتبع نظامها البنائي، كما مكنه من محاكاة الطبيعة وفهم الانظمه البنائية التي تقوم عليها بنى الاشكال فيها ليوظف تلك المفاهيم في تصميمات مبهرة غايه في التعقيد موائمة للعصر.(٥)

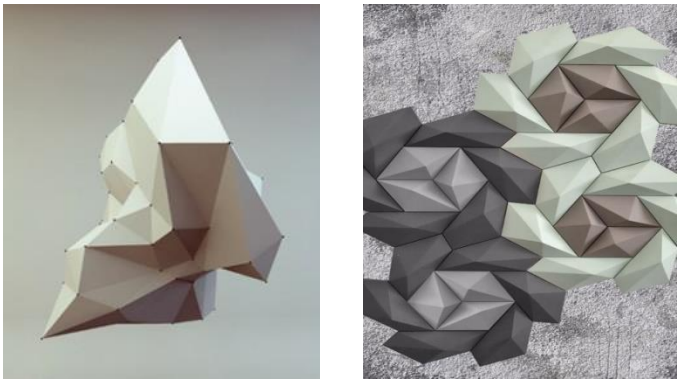
٢,١ سمات و خصائص النظام البارامتري :

سمات النظام البارامتري و التى تتحدد في مجموعة من القواعد و المبادئ للوصول الى التصميم البارامتري من خلال تحقيق مبادئ الجمال و تتمثل تلك السمات و الخصائص في الخطوات الأتية :

١-يعتمد بناء التصميم البارامتري في بداية ظهوره علي علم المورفولوجي الذي يعتمد علي تشريح البنية الاساسية للكائنات الحية في الطبيعة (نباتات – حيوانات) و ما تعززه تلك الاشكال من بنية معقده يمكن توظيفها في العديد من الافكار التصميمية الملائمة للعصر كما في الشكل (١) توضح علم التشكل (المورفولوجي) الاسفنجيات(٧).

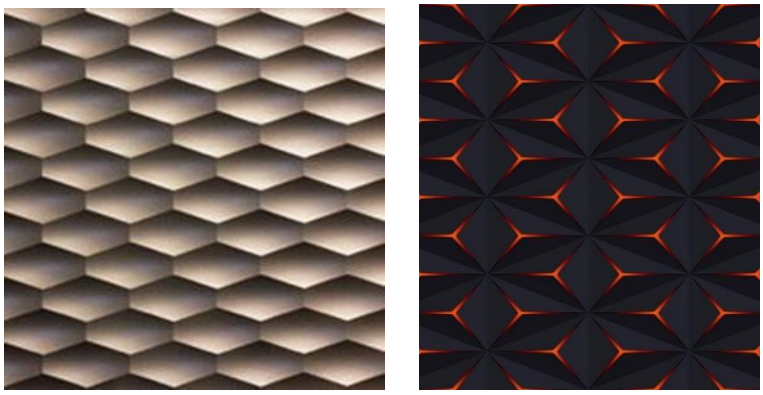
شكل (١) صور توضح علم التشكل (المورفولوجي) للاسفنجيات

.تجميع العناصر التي لها صفة تربطها ببعضها البعض كي نتلافي حدوث ما يسمي بالعزلة داخل التكوين كما يوضح الشكل 2(٢)



شكل (٢) تصميمات توضح ترابط العناصر مع بعضها البعض.

٣- استخدام الاشكال الهندسية الاساسية (المربع -المثلث-الدائرة-المكعب-الهرم-الكرة)علي اعتبار انها المفردات التي يبني عليها النظام البارامتري كما يتضح في الشكل (٣) .

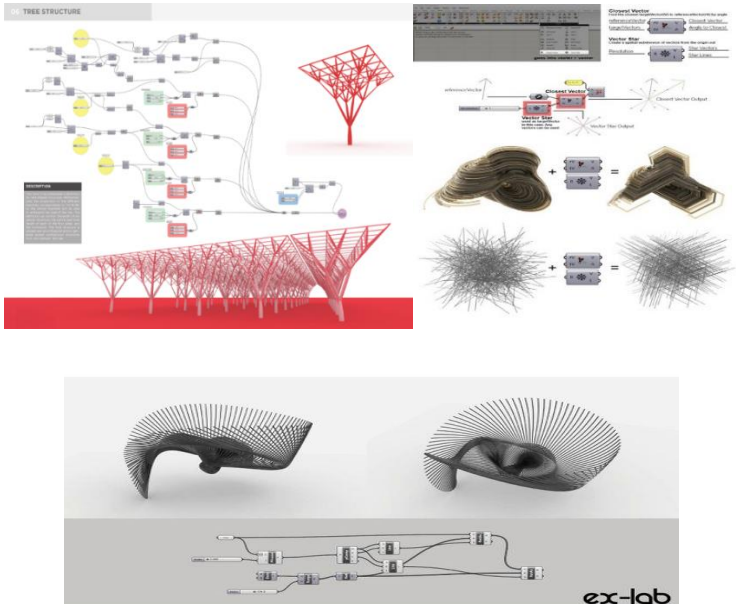


شكل (٣) تصميمات توضح اعتمادها الكلي على الأشكال الهندسية .

٤-ينبغي ان تكون الاشكال مترابطة بارامتريا بحيث تتوافق جميع اجزائها في مجمل تكوينها كما يوضح الشكل (٤) .

شكل (٤) يوضح الترابط بين العناصر في التكوين .

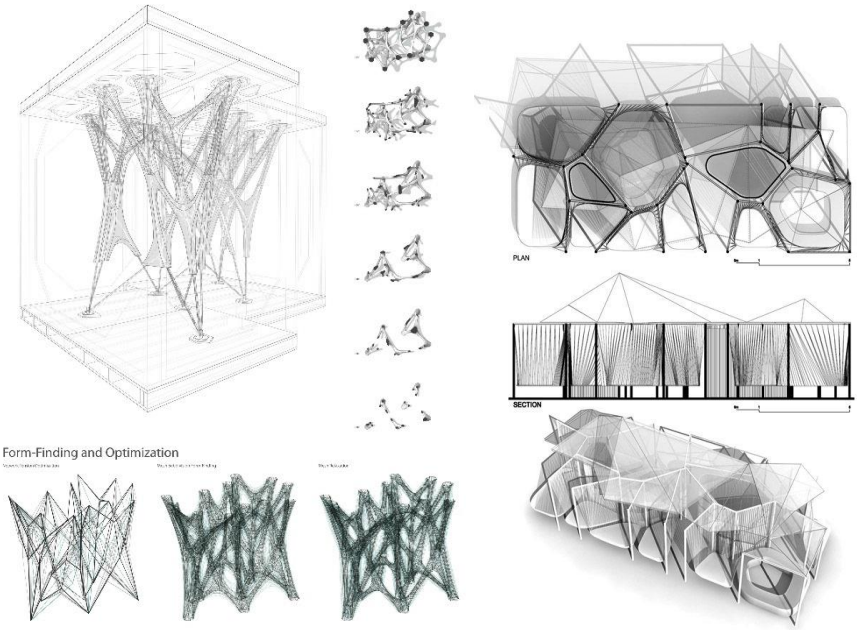
5- التصميم البارامتري باستخدام مجموعة من البرامج على سبيل المثال برنامج (رينسورز-Rhinoceros & اوتو ديسك ريفيت -Autodesk Revit & الغراسهوبر – Grasshopper) و التي تسمح باجراء تعديلات في اي جزأ من اجزاء التصميم و ذلك بغرض اختصار الوقت و الجهد و اللذان يتطلبهما تنفيذ تلك التعديلات يدويا و من هنا يستطيع المصمم دراسة العلاقات بين الجوانب الاساسية فعليا بما في ذلك المادة الوسيطة المستخدمة في تنفيذ التصميم و كذلك تقنيات التصنيع المرتبطة بالتنفيذ . كما في الشكل (٥) الذي يوضح بعض التصميمات باستخدام برنامج الغراسهوبر (grasshopper). (١١)



شكل (٥) بعض التصميمات على برنامج الغراسهوبر grasshopper.

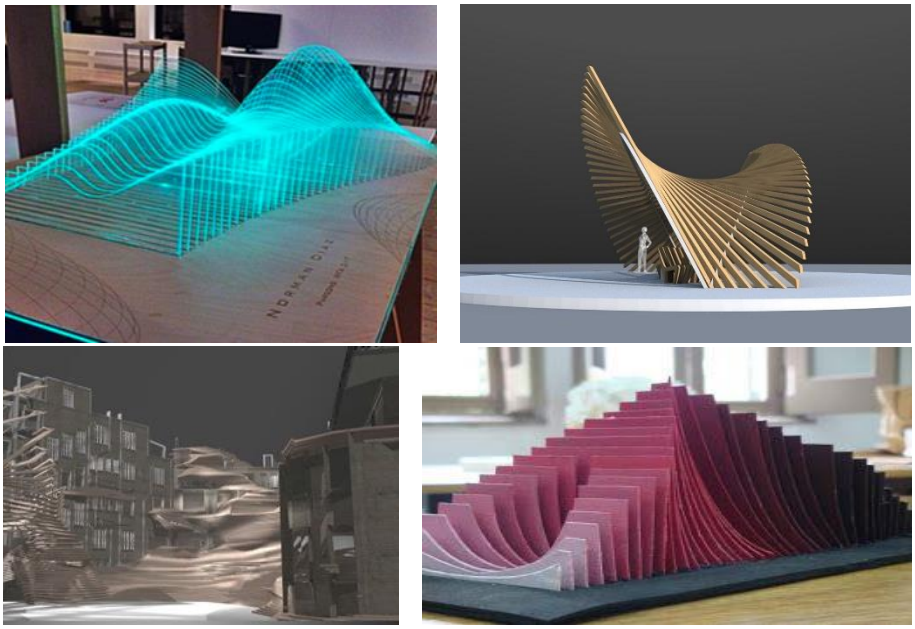
٦-امكانية التوصل الي تصميم ديناميكي يمتاز بالانسيابية من خلال المفهوم البارامتري بحيث يهتم بفلسفة الحركة لتصميم المجسمات النحتية.

٧- يعد التصميم البارامتري تصميم مستدام بسبب انه يحقق من اعادة الاستخدام و التدوير و سهولة الاحلال و التبديل و الفك و التركيب كما انه يتميز بقوة الاحتمال و ذلك يرجع الي البناء الهندسي الشبكي و قوة تماسكه كما يوضح الشكل (٦).



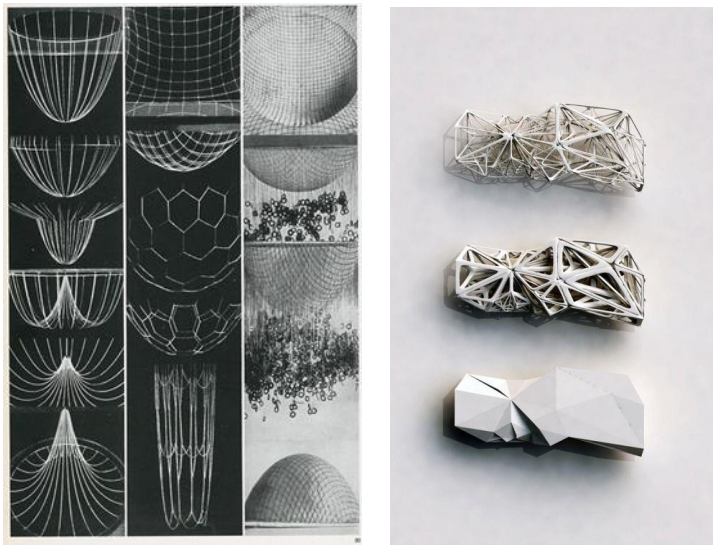
شكل (٦) يوضح بعض التصميمات التي تعتمد على البناء الهندسي الشبكي وقوة تماسكه

٨- يعد من اهم ما يميز النظام البارامتري هو تنوع الخامات في تصميماته خاصة و ان هذه التصميمات تعتمد علي الوحده التكرارية و التي يمكن تحقيقها باستخدام تقطيعات الليزر مثلا علي سبيل الذكر استخدام الخشب للحصول علي مجسم نحتي ثلاثي الابعاد بالملامس المتنوعة و الاشكال و المساحات المختلفة و تشكيلات بنائية من خلال محاكاة الطبيعه و فهم الانظمة البنائية التي بها تبني الاشكال كما يوضح الشكل (٧) .



شكل (٧) يوضح تنوع الخامات في التصميمات .

٩- من اهم السمات الجمالية التي تميز التصميم البارامتري هي تنوع الملامس سواء كانت هذه الملامس طبيعية علي السطح او بعد معالجة تلك الاسطح بطريقة او باخرى لتحدث ملمسا ايهاميا يدرك بحاسة البصر او ملمس غير ايهامي يدرك بحاسة اللمس كما يوضح الشكل (٨) .



شكل (٨) يوضح تنوع الملامس الايهامية و الغير الايهامية.

١٠-التصميم البارامتري يتميز بتنوع الالوان و الخامات وفقا لطبيعة الهيكل النحتي الذي يتم تنفيذه بذلك النظام ، و بالتالي فانه يسهل على المصمم توزيع الألوان و الملامس و اقتراحات الخامات وفقا لمسارات الخطوط و طبيعة الأسطح.

٣,١ - الفكر التصميمي الرقمي و أثره على الشكل النحتي

شهد العالم خلال العقدين الأخيرين متغيرات تكنولوجية هائلة ، حيث التقدم في علوم الكمبيوتر الألي وتطبيقاته الأمر الذي أدى الى سيادة (التكنولوجيات الرقمية) ، ليشهد العالم ما اصطلح على تسميته بعصر الثورة الرقمية وارتبط فن النحت ارتباطا وثيقا بالثورة الرقمية ، لذلك يسعى فناني النحت الى توظيف أحدث التكنولوجيات المتاحة لخدمة المنتج النحتي و ذلك من خلال تطوير تصميماتهم و تطويع التكنولوجيا وتطبيقاتها لخدمة العملية الابداعية ، و انعكاس ذلك كله على الفكر النحتي ، فتميز الانتاج النحتي بالتنوع و المرونة(٦).

١. ٤ -الفكر التصميمي و الثورة الرقمية :

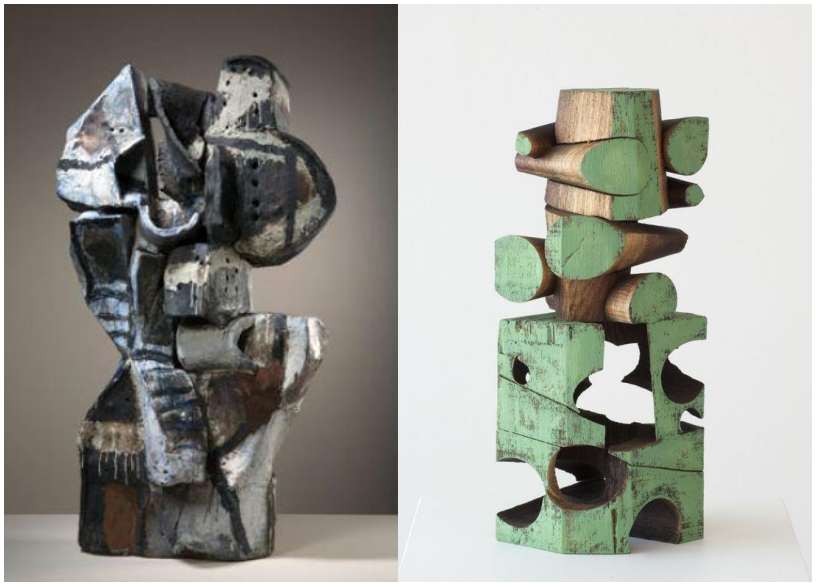
تحولت العلوم و تطبيقاته (الهندسية خاصة) من واقع الحتمية و الجزم و النظام و التحديد و الرياضيات التقليدية الى واقع جديد هو الواقع الحقيقي ، فهو واقع اللاحتمية و اللاتحديد واللانظام ، حتى بتنا نسمع نظريات جديدة مثل الفوضى و اللاخطية و الطوبولوجيا وذلك في انعكاس للواقع العلمي المتغير كل هذه التغيرات العلمية الجديدة قد احدثت تحولا في فهم الكون الأمر الذي انعكس على انتاج مجسمات نحتية جديدة و مستحدثة وهو ما يؤكد تأثر الفكر التصميمي للنحت بالنظريات الهندسية الكسرية و الطوبولوجيا الهندسية.

١. ٥- الفكر التجميعي و النحت المعاصر :

يعد مصطلح التجميع من مصطلحات الفن التي ظهرت في العصر الحديث و هو اسلوب فني يعتمد على التجميع والتراكب للخامات المختلفة و تركيبها مع بعضها البعض ، انها تقنية بناء اعمال ثلاثية الأبعاد لاستحداث ايقاعات جديدة من خلال المزاوجة بين خامة التشكيل و خامات أخرى لايجاد ابعاد تشكيلية وفنية جديدة لمحتوى رؤية العمل الفني النحتي من منطلق التحرر و الخروج من الشكل التقليدي .(9)

١ . ٦ - بناء الشكل باستخدام هندسة الفراكتال :

بدأ ظهور ما يعرف باسم هندسة الفراكتال في سبعينيات القرن العشرين و تم بلورتها في ثمانييات هذا القرن ، وتعتبر هندسة الفراكتال مدخلا تجريبيا اوليا يفتح افاق جديدة في استخدام اسلوب تحليل الأشكال الى مكوناتها وانعكاس ذلك على العملية الابداعية ، وقد اخذت هندسة الفركتال والهندسة الكسرية تثري اعمال التصميم وتنمي طاقات الابداع والخيال عند المصممين حيث كان يهتم علم هندسة الفركتال بالبحث ووصف خصائص الأشكال في الطبيعة و التحقق من المكونات الرياضية وخصائص الأشكال الطبيعية و تفسيرها باعتبارها انماط لا تنتهي ابدا ، وقد بدأ تطبيق هذا الفكر التصميمي من خلال تكبير و تكرار بعض أشكال الطبيعة بطريقة تناقصية او تزايدية لنصل الى أشكال معقدة التكوين في صورتها النهائية و بأسلوب اخر يمكن ان نصف عملية الفراكتال انها تتم من خلال تكرار الأشكال البسيطة مرارا و تكرارا لتأخذ نظما ديناميكية في صورتها الجديدة ، و يمكن وصف هندسة الفراكتال بأنها أشكال هندسية تنتج من تقسيم الشكل الأساسي الى اجزاء صغيرة وكل جزأ هو صورة مصغرة من الشكل الأساسي فهي أشكال هندسية غير منظمة تتكون من أجزاء غير منتهية و متداخلة فيما بينها. (٣)



شكل (٩) يوضح بعض الأشكال النحتية التي تعبر عن نظرية الفراكتال .

١ .٧ - بناء الشكل باستخدام الطوبولوجيا الهندسية :

ويعتمد علم الطوبولوجيا الهندسية على كيفية تحول الأرقام الى خطوط و أشكال فالتصميم المعتمد على هذا الفكر يعتمد على خلق علاقات جديدة في الفراغ ولذلك نستطيع القول ان الطوبولوجيا هي علم يدرس الأشكال و الأسطح الهندسية بفكر مجازي مختلف و يعطي لنا أفكار جديدة لشغل الفراغ و لذلك فانها تختلف اختلافا كليا عن الهندسة التقليدية ففي هذا العلم

يكون جميع الأشكال الهندسية في الدائرة هي نفسها (فتشكيل المثلث يمكن ان يكون من الدائرة ومن جميع الأشكال طوبولوجيا)، (٨)

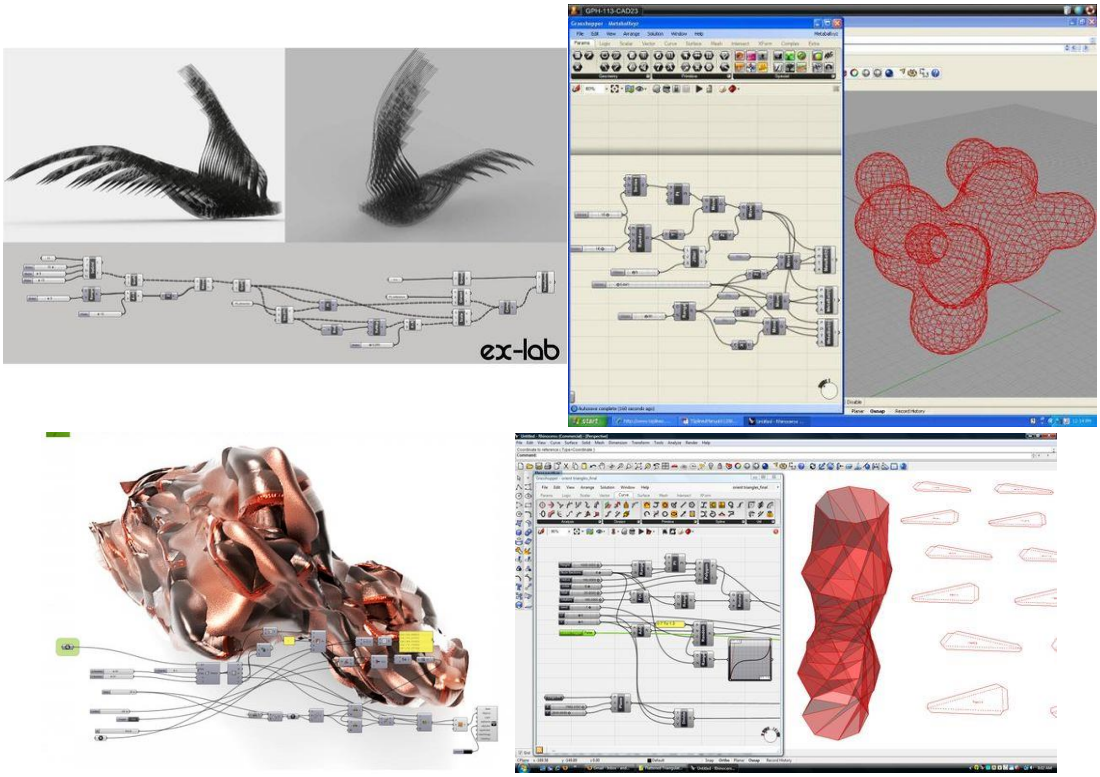
فيمكن تشويه كل من الدائرة و المربع عن طريق انبعاجهم لتأخذ الشكل البيضاوي او المستطيل على التوالي وقد يتساوى عدد الأضلاع و يتطابق ، و تعتبر ظاهرة التطابق الشكلي مثيرة للانتباه حيث يتم التركيز على العلاقات التشكيلية للعنصر وليس هندسته فمن الممكن التعبير عن نفس التركيب الطوبولوجي هندسيا بعدد لا نهائي من الأشكال كما يوضح الشكل (١٠) .

شكل (١٠) يوضح تصميمات نحتية توضح التحول الطوبولوجي لانتاج اشكال لها خصائص جديدة .

١ . ٨ -بناء المجسم النحتي بتطبيق النظام البارامتري :

عند الشروع في اعداد تصميم بارامتري يتطلب ذلك اعداد دراسات لوغارتمية و معادلات رياضية تتم بمجموعة من البرامج ذات الصلة و التي كانت من قبل تحتاج شهور او سنين لتنفيذها علي سبيل المثال الاهرامات في مصر و التي تطلبت حسابات معقدة اخذت من المصممين المصريين سنينا عديده لاكمالها و لذلك فان استخدام البرامج المطورة في اعداد مثل هذه التصميمات وفر علي المصممين المعماريين الحسابات الضخمة و المعقده كما في سابقه

وحينما نتحدث عن الأشكال ذات الطبيعة الفنية فانه لابد ان يتحدد ويتوافق كل مكونات الأجزاء مع طبيعة و بناء الكل في تناسق و تناغم وتوافق هندسي ، وهذا يتحقق من خلال ظاهرة التكرار لتلك العناصر ، وبتغيير الزوايا والمحاور الرئسية و الأفقية المكونة للشكل يتم افراز الاف الأفكار التي قد يتم بها تصميم اعمال نحتية مجسمة حين يتم ترجمتها بالخامات المختلفة سواء كانت تلك الخامات ذكية ام خامات تقليدية ويوضح الشكل (١١) بعض التصميمات البارامترية التي تم تنفيذها على برنامج الغراسهوبر(grasshopper ()٤).



شكل (١١) يوضح بعض التصميمات البارامترية التي تم تنفيذها ببرنامج الغراسهوبر.

1. ٩ - عيوب النظام البارامتري :

2. لا يصلح لجميع الاغراض الوظيفية فاستخدام التصميم البارامتري يوحي بالحركة و النشاط في المكان وهو ما قد لا يتناسب مع بعض الفراغات كفراغات النوم و الاستشفاء حيث انه قد لا يحقق الراحة و الهدوء البصري اذا استخدم بشكل مبالغ فيه
3. يحتاج الى تكلفة عالية في التنفيذ نظرا لاستحداثه واستخدام تقنية القطع الآلي واستخدام خامات كثيرة.
4. يحتاج الى مهارة عالية في استخدام البرامج المخصصة
5. ينظر بعض الغير متخصصين اليه بنظرة تكرارية مملة .
6. عدم اقبال الكثير من المصممين بصورة كبيرة نظرا للخوف من التغيير وضرورة التدريب وتعليم البرنامج جديدة كالمايا Maya - و الراينو - Rhino والجراسهوبر- Grasshoppe .
7. صعوبة التعامل مع البرامج المختصة به لمن هم ليس لديهم خلفية رياضية و خبرة في مجالات التصميم بالكمبيوتر .

نتائج البحث :

1. من خلال الدراسات الوصفية التحليلية امكن اثبات ان التصميم البارامتري يمتاز بالمرونة و الطلاقة و الانسيابية بالاضافة الى القيم الجمالية و الوظيفية بشكل متفرد .
2. يتوافق التصميم البارامتري مع مبدأ الاستدامة من خلال مبدأ اعادة الاستخدام والتطور التقني لشكل المجسم النحتي .
3. يتميز التصميم البارامتري بالليونة و الجودة في عمليات التصميم الأمر الذي يسهل اجراء تعديل على جزا ما او كل الأجزاء وتطبيقه تلقائيا على بقية تصميم المجسم النحتي

توصيات البحث :

1. ضرورة تطبيق التكنولوجيا الرقمية و برامج التصميم الحديثة (الراينو و المايا و الجراسهوبر) من قبل المصممين لمواكبة اتجاهات عمليات التصميم الحديثة .
2. ينبغي الاستفادة من جماليات و ايجابيات التصميم البارامتري وتجنب السلبيات التي تم التوصل اليها من خلال المتخصصين وذلك بغية التوصل الى افكار تصميمية ناجحة .
3. ضرورة ادخال برامج التصميم البارامترية في مقررات التصميم بقسم النحت كأحد اهم الاتجاهات المؤثرة في تنيمة و ابتكار تصميمات ومجال النحت المجسم ثلاثي الأبعاد .

المراجع

المراجع العربية :

1. عبد العزيز ،داليا علي عبد المنعم ،٢٠١٨، فاعلية دور الفكر التصميمي على تطور الشكل الخزفي في العصر الحديث؛ مجلة العمارة و الفنون ، العدد الحادي عشر ، الجزأ الثاني.

Abdel Aziz , Dalia Ali Abdel Moneim, 2018, faeleiat dor al fekr al tasmemy ala tatawor al shakl al khazafy fi alaasr al hadeeth, magalt al emara w al fonon , al aadd al hadi ashar , al goza al thany.

2. يعقوب ، لينا غانم ،العمارة الرقمية دراسة الخصائص التشكيلية للعمارة الرقمية ، العراق، قسم الهندسة المعمارية ، الجامعة التكنولوجية.

Yaqoub , Lina Ghanem,al emara al raqamia derast al khasaees al tashkelia le al emara al raqamia , al eraq, qesm al handasa al meamaria, al gamaa al toknologya.

٣. خضر ،نظلة حسن احمدى ،.٢٠٠٤، هندسة الفراكتال و تنمية الابتكار التدريسي لعلوم الرياضيات، القاهرة، عالم الكتاب.

Khader , Nazla Hassan Ahmadi 2004 handasat al fraktal w tanmyt al ebtekar al tadresy le olom al reyadtar al qahera, Alam Al-Kitab.

4. حنفي ، نيرفانا أسامة ، ٢٠٠٩، اسس و معايير تصميم المباني الذكية ، رسالة دكتوراه ، كلية الهندسة ، ، جامعة القاهرة.

Hanafi , Nirvana Osama, 2009. Osos w maaier tasmem al mabany al zakeia resalt doctora,kolyt al handasa, gameat al qahera.

5. محمد ، وسام انسي ابراهيم ،٢٠١٨، الابداع في استخدام النظام الشبكي ببرامج الحاسب ثلاثية الأبعاد في تصميم المنتجات ، مجلة العمارة و الفنون ، العدد العاشر.

Muhammad ,Wissam Onsi Ibrahim, 2018, al ebdaa fi estekhdam al nezam al shabaky bebrameg al haseb tholathyt al abaad fi tasmem al montagat, maglt al emara w al fnon , al add al asher.

المراجع الأجنبية :

6. Nicole, Larson, 2015 Architecture, Software, Issue (3),Northtown.
7. Raovan, hancock, 2014,offices design for architects, Issue (1),UK.

مواقع الانترنت:

8. https://www.google.com.sa/search?q=eva+hild+ceramics&safe (Accessed 19-10-2021)
(Accessed 25-10-2021) 9. https://www.google.com.sa/search?q=hans+coper+ceramics&rlz
10.https://www.google.com.sa/search?q=david+hicks+ceramics&safe (Accessed 10-11-2021)
11. https://www.google.com.sa/search?q=sarah+house+ceramics&safe (Accessed 28-11-2021)