أدوات التصميم البارامتري وكيفية الاستفادة منها في تصميم النحت المجسم

Parametric design tools and how to take advantage of it in 3D sculptural design

أ.د/ منال هلال ايوب

رئيس قسم النحت - كلية 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 بمدينة السادس من اكتوبر

Assist.Lect. Eman mohammed habib

Assistant Lecturer at The Higher Institute of Applied Arts, 6th of October

emanhabib157@gmail.com

الملخص:

تميز التصميم في أواخر القرن الحادي والعشرين بأساليب جديدة ومستحدثة والتي من خلالها تحققت القدرة على تطويع كافة الوسائط التقنية في تشكيل المجسمات والأشكال ثنائية الأبعاد وثلاثية الأبعاد .مما أدى الى الخروج بمجموعات لا نهائية من الأفكار التصميمة تتميز وتغاير الأشكال التصميمية والحلول التصميمية التي سبقتها

ولم يكن باستطاعة المصمم الوصول الى تلك الابداعات في شتى المجالات المعمارية والفنية الا من خلال برامج الحاسوب خاصة تلك التي تتعلق بتفعيل المنطق الرياضي وما يعرف باسم الخوارزميات في تشكيل وبناء الشكل وهو ما أدى الى ظهور " الإتجاه البارامتري " وتتلخص إشكالية البحث في مدى تأثير البارامترى على الفكر التصميمى للعمل النحتى المعاصر؟ ويهدف البحث الى القاء الضوء على نشأة البارامترى القاء الضوء على مفهوم البارامترى واداوته يتخذ البحث المنهج) الوصفي والتحليلي (الحدود المكانية بعض دول العالم على سبيل المثال لا الحصر منذ ظهور البارامترى وحتى الان وعرضت الباحثة قراءة تشكيلية لبعض المجسمات النحتية البارامترية المتحفية وقراءة تشكيلية لبعض المجسمات النحتية البارامترية في الهواء الطلق

ومن نتائج البحث ان تمكن النحات من خلال استخدام البارامترى من تصميم اعمال للعرض داخليا بالمنشات او خارجيا بالساحات والحدائق وان فنان البارامترى لدية دراية بالعناصر التي يجب مراعاتها عند تصميم مجسمات للعرض المتحفى او العرض الحدائقى وفى الهواء الطلق ويوصى الباحث بضرورة الاهتمام بالتقنيات المعاصرة في مجال الفنون وتوجيه البحث العلمي في مجال الفنون عامة والنحت خاصة الى مناقشة التطورات والاكتشافات الحديثة في مجالات التصميم وتنفيذ المجسمات في مختلف دول العالم.

الكلمات المفتاحية:

أدوات التصميم البارامتري، تصميم المجسمات النحتية.

Abstract:

The design was distinguished in Late Twenty-First Century With new and new methods Through which the ability to adapt all technical media in the formation of two-dimensional and three-dimensional figures and shapes was achieved.

Which led to the emergence of endless sets of design ideas characterized by the heterogeneity of design forms and design solutions that preceded it. The designer could not access these creations in various architectural and artistic fields only through computer programs, especially those related to the activation of mathematical logic and what is known as algorithms in the formation and construction of the form, which led to the emergence of the "parametric direction" and the problem of research is summarized in the extent of the influence of parametric on the design The research aims to shed light on the emergence of parameter to shed light on the concept of parameter and its tools the research takes the approach (descriptive and analytical) spatial boundaries of some countries of the world, for example, but not limited to since the appearance of parameter until now, and the researcher offered a formative reading of some objects Museum parametric sculpture and a formative reading of some parametric sculptural objects in the open air One of the results of the research is that the sculptor, through the use of parametric, is able to design works for display internally in facilities or externally in squares and gardens, and that the parametric artist has knowledge of the elements that must be taken into account when designing models for museum display or garden display and outdoors, and the researcher recommends the need to pay attention to contemporary techniques in the field of Arts and direct scientific research in the field of Arts in general and sculpture in particular to discuss recent developments and discoveries in the fields of design and implementation of models in different countries of the world.

Keywords:

Parametric design tools, 3d sculpture design

المقدمة:

تميز التصميم في أواخر القرن الحادي والعشرين بأساليب جديدة ومستحدثة والتي من خلالها تحققت القدرة على تطويع كافة الوسائط التقنية في تشكيل المجسمات والأشكال ثنائية الأبعاد وثلاثية الأبعاد .مما أدى الى الخروج بمجموعات لا نهائية من الأفكار التصميمة تتميز وتغاير الأشكال التصميمية والحلول التصميمية التي سبقتها

ولم يكن باستطاعة المصمم الوصول الى تلك الابداعات في شتى المجالات المعمارية والفنية الا من خلال برامج الحاسوب خاصة تلك التي تتعلق بتفعيل المنطق الرياضي وما يعرف باسم الخوارزميات في تشكيل وبناء الشكل وهو ما أدى الى ظهور " الإتجاه البارامتري " وهو ذلك الإتجاه المعني بحل المعضلات التصميمية برؤى مختلفة تحمل من المقومات والخصائص الهندسية التي تتيح بناء تصميمي مترابط العلاقات المرتبطة والمعتمدة على بعضها البعض

حيث أصبح الحاسوب الذي فرض نفسه في مجال التصميم ذو قيمة وأهمية كبيرة مما أدى ذلك الى تسهيل عملية التصميم والتطبيق

ومن هنا فقد أصبح المصمم قادر على تمثيل مجسمات ذات بنية معقدة تتصف بالغرابة والفرادة، وأصبح باستطاعته قياس ما كان غير ممكن قياسه من قبل

ولذلك كان التفكير في نقطة هذا البحث هى الكشف عن بعض الخصائص البنائية و الاداوات البارمترية و توظيفها في التوصل الى فلسفة في التصميم النحتي المجسم.

مشكلة البحث :

تتلخص إشكالية البحث في التساؤل التالى،

مدى تأثير البارامترى على الفكر التصميمى للعمل النحتى المعاصر؟

هدف البحث :

يهدف البحث الى:

- القاء الضوء على نشأة التصميم البارامترى.
- القاء الضوء على مفهوم التصميم البارامترى واداوته.

أهمية البحث:

- يعرض البحث العوامل المؤثرى في نشأة التصميم البارامترى.
- ذكر وتوضيح كيفية تأثير الأسلوب البارامترى في التصميم النحتى.

منهجية البحث:

يتخذ البحث المنهج (الوصفي والتحليلي)

حدود البحث :

الحدود المكانية بعض دول العالم على سبيل المثال لا الحصر.

حدود زمانية:

منذ ظهورالتصميم البارامترى وحتى الان.

- **النشأة التاريخية للتصميم البارامترى:**

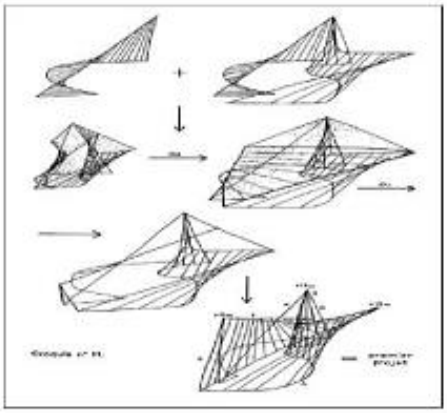
لقد ظهر التصميم البارامتري في مجالات تصميمية غير العمارة منذ منتصف القرن العشرين، فقد استخدم في تصاميم الطائرات والتصاميم التي لها علاقة بالـ aerodynamics، لكنه بدأ يظهر في المجال المعماري في الربع الأخير من القرن العشرين، وازداد وضوحه عندما ظهرت تصاميم استخدم فيها من قبل بعض كبار المعماريين مثل زها حديد وفرانك جيري، فإزداد توجه العمارة نحوه .يشير الباحثون في هذا المجال إن جوهر التصميم البارامتري اساسه تداخل المؤثرات المتنوعة على التصميم المعماري، فمنذ الأهرامات التاريخية الى المؤسسات المعاصرة، تم تصميم الأبنية وبنائها من خلال علاقات عدد من المؤثرات المتنوعة من ضمنها: المناخ، الاستخدام، الطراز، المحيط، وأيضا مزاج المصمم .ولكن الاشارة المعاصرة المهمة ظهرت عندما عقد المؤتمر المعماري في بوسطن في عام 1964في المركز المعماري وتم فيه بحث اثر البرمجيات في توليد الاشكال في المجالات المتنوعة الاخرى ,وقد بدا واضحا أن العصر الإلكتروني سوف يكون له تأثيرا كبيرا على

التصميم المعماري لاحقا، فقد كانت الصناعات الفضائية aerospaceقد بدأت استخدام برامج الحاسوب لحساب مساحات وتوليد اشكال الأسطح المعقدة، فضلا المسار الفضائي animated flight path simulationsوهو ما أبهر المعماريين واثار اهتمامهم للاستفادة من هذه التقنية في توليد الشكل وحينها أشار بعض الباحثين الى أنها مسألة وقت فقط حتى يتمكن الكومبيوتر من المساهمة في خلق أشكال مثل الاشكال التي خلقها مندلسون Erich Mendel sonوانتونيو كاوودي Antonio Gaudiوفري اوتو Frei Ottoوكيزلر Keesler .ولكن في ثمانينات القرن العشرين أمكن حصول انجاز كبير في التصميم البارامتري في العمارة كان منطقية للمعماريين. اذ توجهت الدراسات المعمارية بهذا الاتجاه إلى الطبيعة والى تعقيد الاشكال الموجودة في الطبيعة)التي حاول الانسان الاستفادة من محاكاتها وخاصة ما قدمته من نظم منشأية لها تعقيدات متعددة فقد قام الكثير من المعماريين والمصممين باستعارة قواعدها لإخراج أشكال وهيئات معمارية وحضرية، ولكن ما كان واضحا أنه كان من الصعب جدا أن يتم قياس ورسم الأشكال والنظم النابعة من الطبيعة بدقة.

- **الأدوات البارامترية:**

زادت الأدوات البارامترية في الآونة الأخيرة بشكل بارز في الممارسة المعمارية مع التأكيد حول إمكاناتها كأداة تساعد على الإبداع في التصميم ودعم وصنع القرار وحل المشكلات، وهنا سنحاول ايجاد تحليلا لعدد من الأدوات البارامترية والتي يمكن أن تساعد بقوة في مراحل التصميم المبكرة .وتؤدي الى بزوغ أفكار غير تقليدية.

وجدير بالذكر أن تحديد العلاقات بين المتغيرات في النموذج البارامتري هو عمل ذهني معقد يتضمن استراتيجيات ومهارات رياضية (Mathematical) محددة، بعضها جديد للمصممين .وسنحاول هنا ايضاح بعضا من هذه الاستراتيجيات وربطها بما يمتلكه المصممون بالفعل في ذخيرتهم، وتكيفها مع أوضاع التصميم المختلفة .سوف تلعب هذه الاستراتيجيات الجديدة دورا فعالا في التصميم لرسم المهام المعقدة التي يمكن للمصممين القيام بها بالأدوات الجديدة .بذلك يعتمد المصممون على المراقبة والعمل باستخدام نماذج بارامترية، وليس على تخمين ما قد يحتاجه التصميم من توليد أفكار جديدة أو معالجات . وفيما يلي نقدم بعض الأدوات البارامترية التي يمكن من خلالها خدمة الاتجاهات التصميمية المختلفة، وفيما يلي استراتيجيات وأدوات النماذج البارامترررية .



-الإستمثال:(Optimization)

الإستمثال أو التحسين (Optimization) هو مصطلح عام في علوم الحاسب الآلي والرياضيات ويعني الوصول للأحسن او الأمثل أو الأفضل .وفي الهندسة المعمارية الاستمثال أو إيجاد أفضل الحلول بشكل مطلق صعب جدا، وغالبا ما تكون غير ممكنة إلا من وجهة نظر معينة، لذلك يجب استخدام خوارزميات معينة .وعموما فإن الحالة المثلى تكون دائما نسبة إلى تفاصيل النظام الذي يتم البحث عنه .تم استخدام الإستمثال في الهندسة المعمارية كأداة للبحث عن النموذج الأمثل بدءا

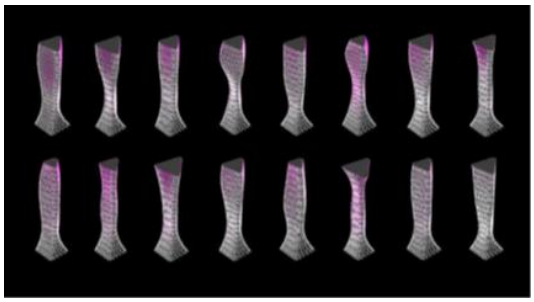
من النموذج في حالة ملائمة تقريبا للغرض، ويتم إجراء تعديلات عليه، ويتم تقييم النموذج لمعرفة ما إذا كان الأداء الكلي قد اقترب من الهدف .ويتم إجراء التغييرات بشكل متكرر، بحثا عن تحسن تدريجي في الحالة المؤقتة الجديدة للنموذج . وتقدم الحوسبة الإلكترونية طرقا آلية عالية السرعة لنشر مجموعات مختلفة من الخوارزميات لإجراء هذا المسار الإنتاج النموذج المطلوب .نقدم فيما يلي بعض منها:

-اتجاهات حتمية:(deterministic patterns)

مجال القوة:(Force field)

عند التفكير في ما يؤثر على شكل جسم أو مبنى، من الطبيعي أن نتخيل مجازا القوى المختلفة أو المتجهات التي تؤثر عليه تقوم هذه المتجهات بتغيير الاتجاه أو الشكل أو الشدة بشكل إيقاعي بناء على موقعها في مجال القوة ووجود أو عدم وجود قوى مختلفة تعمل عليها.

باستخدام برنامج الجراس هوبر لإجراء تحليل النظام الإنشائي الذي يغلف البرج بنا ء على ما يغيره المصمم من متغيرات في شكل القطاعات الأفقية التي يتكون منها البرج وبالتالي يبحث على أفضل تركيبة ممكنة من المنحنيات التي تتحكم في الشكل التي تبحث عن التوازن الأمثل بين الشكل والهيكل كما يوضح الشكل رقم.(1)



الشكل رقم (1) متغيرات في شكل قطعات تصميم برج باستخدام برنامج الجراس هوبر

-حركة السرب(Swarming):

تحاول الخوارزمية الحسابية لتحسين جزيئات السرب (Particle Swarm Optimization) محاكاة السلوك الاجتماعي لسرب من الطيور أو الأسماك (تتحرك بحثًا عن الطعام) ، يتصرف الفرد في هذه المجموعة وفقًا لذكائه المحدود، وكذلك لذكاء المجموعة يلاحظ كل فرد سلوك الأفراد المجاورة ويعدل سلوكه وفقًا لذلك .إذا اكتشف أحد الأعضاء مسارًا جيدًا للطعام، فإن الأعضاء الآخرين يتبعون هذا المسار بغض النظر عن مكان تواجدهم في السرب كما يوضح الشكل (2) والشكل (3)

شكل رقم :(2) جناح صممه فريق MSA في جامعة مازاندران في ديسمبر 2017والذي تم فيه استخدام خوارزمية حرب السرب[0] .

شكل رقم :(3) يوضح شكلاً من أشكال سرب الطيور المهاجرة[0]

-اتجاهات عشوائية(Random patterns)

-الآلية الخلوية:(Cellular Automata)

الآلية الخلوية هي الطريقة الحسابية التي يمكنها محاكاة عملية النمو من خلال وصف نظام معقد من قبل وحدات مفردة بسيطة تتبع قواعد بسيطة.

سبب اتصال هذه الآلية بالهندسة المعمارية هو قدرة الآلية الخلوية على توليد الأنماط، هذه الأنماط المنظمة قد تعطي لنا القدرة على تكوين أشكال معمارية .وتختلف الآلية الخلوية التي تظهر على أنها اتجاه حسابي، عن الأساليب المحددة التقليدية في أن النتائج الجارية هي أساس للمجموعة التالية من النتائج .تستمر هذه الطريقة التوليدية حتى تتحقق بعض الحالات، تنشأ الأنماط الهندسية المتكررة أو الكسوريات (Fractals) ورد الفعل (Reactor) المختلف بطريقة مماثلة، ويتم تشغيل العديد من الطرق الرقمية في الهندسة المعمارية بشكل أساسي .وتستخدم مجموعة أولية من المتغيرات لإنشاء نتيجة واحدة . إذا كان هناك بديل مطلوب، يجب تعديل المتغيرات ويتم تكرار الجيل من جديد .في الطرق البارامترية يمكن توقع النتائج بسهولة، بينما في الطرق التعاودية (Recursion) لا يمكن أن تكون النتيجة عادية .وهذا يوفر منصة غنية يمكن من خلالها تطوير أنماط معمارية محتملة،كما يوضح الشكل رقم.(4)

شكل رقم (4) عندما نظر ولفرام إلى مبنى كامبريدج نورث، أدركه كنمطه المفضل دائما" القاعدة " 30 تشتهر القاعدة 30 بإنتاج نتائج عشوائية فوضوية، والتي يمكن رؤيتها في العشرات من التكرارات الأولى فقط، إذا نظرنا بعناية إلى الجهة اليمنى لنمط القاعدة30 ، من الواضح أنه يتكرر .وتتزايد فترة التكرار بشكل كبير مع قرب النمط من الحافة اليسرى.0

-التكرار:(Repetition)

يمكن اعتبار التكرار بمثابة فعل بسيط لنسخ عنصر ما عدة مرات .في الأنظمة البارامترية، يمكن أن تصبح أداة التكرار أكثر إثارة للاهتمام، لأن العنصر المتكرر يمكن أن يتغير مع الحفاظ على الهيكل الأساسي له دون الحاجة إلى أن يكون مطابقا تماما له .باستخدام نظام قائم على القواعد، يمكن للمصمم تغيير العنصر المكرر وفقا لأي عدد من المتغيرات) مثل المسافة والوقت والموقع وما إلى ذلك .(من الناحية الرياضية، يمكن أن يكون التكرار البسيط في شكل2 ،2 ،2 ،2 ، 2 كمقدار حركة كما يوضح في الشكل رقم.0 (5)

شكل (٥) تكرار ثنائي بسيط في أحد الوحدات0

-التعاودية(Recursion):

تعمل هذه الاداة عن طريق تكرار الفكرة بشكل متكرر مع دمج التسلسل الهرمي في التصميم بين جميع أجزائه هذه الأجزاء تنسخ وتحول الكل يؤدى هذا بشكل طبيعي إلى طبقات من المعلومات ذات التركيب الهرمي، حيث تشتق خصائص كل طبقة من الطبقة الأعلى منها على الفور .الخوارزميات التعاودية **(Recursion)** هي الممثل الطبيعي لمثل هذه الهياكل الهرمية، ويتم استخدام هذه الأداة عندما يحتاج المصمم العمل بالتسلسل الهرمي في التصميم كما يوضح الشكل رقم.(6)

شكل (6) ثلاثة تكرارات تعاودية لبناء اسفنجي منجر0 Manger sponge

تستخدم الأداة التعاودية قاعدة نسخ توليدية فان لاستنساخ الفكرة ثم تستدعي نفسها عند كل استنساخ، بنفس قاعدة النسخ المتماثل .لذا فان كل خطوة، تأخذ الأداة التعاودية فكرة موجودة وتكررها وتتطلب كل وظيفة تعاودية شرط إنهاء لتحديد متى يتم إيقاف هذه العملية ويمكن أن يكون هذا الشرط في شكل اختبار حجم النمط المراد إنشاؤه) أي تحديد الحد الأدنى للحجم) ، أو العدد الإجمالي للعناصر المولدة أو مستوى التعاودية الذي حدث حتى الآن (بمعنى تحديد الحد الأقصى لعدد التكرارات التعاودية.

-النمط الهندسي المتكرر /الكسوريات) :(Fractals النمط الهندسي المتكرر:Fractals

هي مثال كلاسيكي آخر على التعاودية يعتمد انتشار هذا النوع من النمط على نفس الإجراء الذي يتم القيام به على نمط التفرع .(branching) على سبيل المثال، إذا كان النمط يتطلب إنشاء مربع ثانٍ يكون طول ضلعه نصف مساحة طول ضلع المربع الأصلي، فعند التكرار التالي، سيكون المربع الذي تم إنشاؤه حديثًا هو ربع حجم المربع الأساسي في الطبيعة عادة ما يكون النمط التعاودي محرف ومحدود بالبيئة التي يحدث فيها وعندما يتكرر النمط، فإنه يأخذ في الاعتبار بشكل أساسي ظروف النمط الأم بالإضافة إلى قوى الطبيعة التي تعمل عليه، كما هو موضح في نبات براسيكا رومانيسكو Brassica Romanescoشكل(8) ، وكما هو موضح بالمعبد الهندوسي بشكل .(7)

شكل (7) نبات براسيكا رومانيسكو(Brassica romances)

شكل (8) المعهد الهندوسي كنموذج لعلم الكونيات الكسورية بالهند0

المفهوم الرئيسي الآخر في الهندسة الكسورية هو التشابه الذاتي، والتي تم تمثيلها في الواجهة الكسورية لمشروع ساحة الاتحاد في ملبورن بأستراليا من خلال نظام مثلث التماثل المتشابهكما يوضح في الشكل رقم (9) هناك طريقتان رئيسيتان

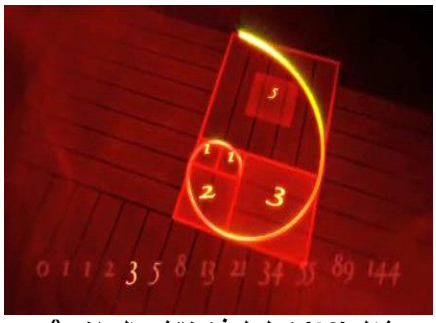
لتوليد بنية كسورية :نموها بشكل متكرر من بنية واحدة، أو بناء أقسام في الوحدات الأصغر على التوالي من الشكل الابتدائي المقسم كما في قاعدة سيربينسكي والتي سيرد ذكرها فيما بعد.

شكل (9) ساحة الاتحاد Federation square في أستراليا من تصميمLAB-architecture-studio, 2014

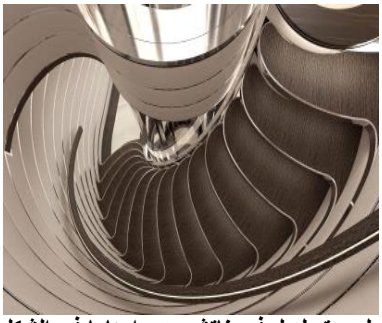
-السلسلة والتسلسل:(Series and Sequences)

في علم الرياضيات، السلسلة هي مجموع كل الإجراءات في تسلسل لا نهائي .والتسلسل الرياضي هو قائمة مرتبة من الأشياء (أو الأحداث) والتي قد تكون لانهائية .والترتيب الذي تظهر به الإجراءا ت مهم، وقد يظهر الإجراء نفسه عدة مرات في الترتيب.

تسلسل الفيبوناتشي (89.55.34.21.13.8.5.3.2.1.1.0) (Fibonacci) كما يوضح في الشكل رقم (10) هو مثال معروف للتسلسل الرياضي حيث يكون كل إجراء هو مجموع الإجراءين السابقين يمكن تفسيره شكليا، ويوجد بشكل شائع مؤثراً على الهندسية المعمارية خاصة في علاقته بالنسبة الذهبية كما يوضح في الشكل رقم.(11)



شكل (10) تسلسل فيتوناتشي الرياضي0



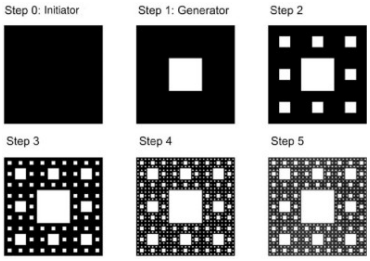
شكل (11) يلعب تسلسل فيبوناتشي دورا هاما في الشكل الذي يبدو عليه الدرج الحلزوني الذي هو من أبرز المعالم على متن يخت كوزموس.0

-سيربينسكي:(Sierpinski)

مسطح سيربينسكي (Sierpinski) هو كسورية (Fractals) مستوية، وهي شكل تعاودي ومماثل .اكتشفه Wada Sierpinskiفي عام .1916 ويبدأ بنائه بمربع .من الناحية النظرية، يتم قطع المربع إلى تسعة مساحات فرعية متطابقة في شبكة3 × 3 ، ويتم إزالة المربع الفرعي المركزي .ثم ينطبق الإجراء نفسه بشكل متكرر على الأقسام الفرعية الثمانية المتبقية كما يوضح في الشكل رقم (12) ويمكن تطبيق القاعدة على أشكال أخرى غير المربع كما يوضح في الشكل رقم (13).

وفي كل مستوى تكراري، يتكون المسطح من شكل :مربع بحجم 3/1 حجم المسطح عند هذا المستوى ويوضع كمركز للمسطح .ثم يتولد لدى الدالة ثمانية مسطحات إضافية مرتبة حول المربع الأساسي .وتعكس كل من الوظيفة التعاودية وبنية البيانات هذا الترتيب.

شكل (12) واجهة المتحف المصري الكبير طبقت القاعدة على شكل المثلث



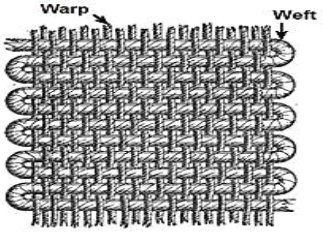
شكل (13) في كل مستوى تعاودي" يقطع "مسطح سيربينسكي 1/9 من المربع المتبقي وتطبق الخوارزمية نفسها على البقية.

-النسيج:(Weaving)

يتكون النسيج من تشابك خيطين بزاوية قائمة لبعضهما البعض .الخيوط العرضية لا تتموج وتسمى" اللحمةWeft'' "، بينما الخيوط الطولية تشابك اللحمة وتسمى" السداة Warp" "كما يوضح في الشكل رقم .(14) لا تزال هذه الطريقة هي الطريقة الأساسية لإعطاء القوة السطحية الهيكل النسيجي.

أولا :يجب أن يكون النسيج قادرا على احتواء أي سطح منحني أو متموج وليس فقط المستويات المسطحة البسيطة .

ثانيا :تحتاج خيوط النسج إلى الحفاظ على استمراريتها على طول السطح .وعلى عكس التغطية/التبليط (Tiling) والتقسيم (Subdivision)والتي سيأتي شرحها فيما بعد، لا يمكن للنسيج في حالة الإلتواء تقسيم السطح إلى وحدات قابلة للتكرار ومتشابهة .يجب الأخذ بعين الإعتبار ظروف الدوران والإنحناءات ووضع السطح من أجل ربط السطح بالكامل بإستمراره بطريقة سلسة .لإضافة المزيد من التعقيد، يعكس الالتواء اتجاهه مع كل صف .ثالثة، لا يمكن أن تتقاطع خيوط الحياكة، وهو الوضع الذي يحدث بسهولة في عالم النمذجة ثلاثية الأبعاد كما يوضح في الشكل رقم.(15)



شكل (14) مكونات النسيج الطولية والعرضية

شكل (15) واجهة لمبنى setella McCartney بطوكيو عبار عن شبكة خارجية للمبنى وضح فكرة النسيج.

-انتشار التفاعل:(Reaction diffusion)

انتشار التفاعل هو عملية تنطوي على نوع من التفاعل بين مكوناتها أو مزيج منها، في حين أنها تتحرك من خلال الانتشار العشوائي .قد تولد هذه الأنظمة مجموعة متنوعة من الأنماط مثل الموجات المتحركة أو البقع الثابتة.

كان التفسير الوحيد لشرح لماذا الحيوانات لديها هذه العلامات هو التمويه كما يوضح في الشكل رقم (16) وبصورة أخرى لشرح كيف يحدث ذلك مع نمو المخلوق .التفسير المقبول الآن على نطاق واسع هو أن هذه الأنماط يتم إنتاجها في عملية التنظيم الذاتي (self-similarity) التي تعمل أيضا في أنواع مختلفة جدا من الظواهر الطبيعية .إنها تشبه المقارنات في الطريقة التي تتكون بها تموجات الرمال أو ترتب الحيوانات أعشاشها في المستعمرات .وبعبارة أخرى، فإن الوصف في النهاية وصف رياضي لا يعتمد على التفاصيل البيولوجية حتى لو تم تكييفه وضبطه عن طريق الإنتقاء الطبيعي كما يوضح في الشكل رقم(17)

شكل (16) أنماط مختلفة لجلود الحيوانات في الطبيعة، وتتبع آلية انتشار التفاعل

شكل (17) يمكن استخلص آلية انتشار التفاعل في تصميمات بعض مشاريع المعمارية زها حديد.
Major leisure and entertainment venue in Sharjah
-tvarem-s- hub-central-aljada-oddechovy-stavi-architects-hadid-zaha-

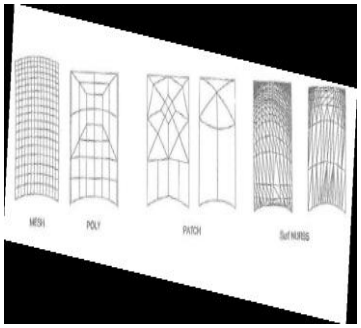
-التقسيم:(Subdivision)

في كثير من الحالات، يحتاج المصممون الذين يتعاملون مع الأسطح والأشكال الملساء إلى تقسيمها من أجل فصلها إلى مكونات مستوية يمكن تصنيعها رقميا على آلات CNC أو قواطع الليزر.

إنها عملية فصل سطح متواصل إلى مكونات أصغر من خلال تتبع الخطوط أو تسجيلها أو قطعها عبر السطح .يمكن المعظم برامج النمذجة ثلاثية الأبعاد الحديثة تقديم أسطح ناعمة والسماح بتقسيمها وتقريبها التلقائي.

ومع ذلك، بدون قوة البرمجة النصية، لن يكون لدى المصمم سيطرة تذكر على طريقة التقسيم الفرعي وسيكون عليه قبول ما يقدمه البرنامج .على سبيل المثال، يمكن أن يؤدي تحويل سطح NURBS في 3Ds Max بإستخدام إحدى تقنيات تقريب السطح القياسية إلى العديد من التقسيمات الطوبولوجية المثيرة للاهتمام، ولكن يمكن أيضا إنشاء تقسيمات غير مرغوب فيها كما يوضح في الشكل رقم(18) ، كما يوضح في الشكل رقم.(19)

إذا كان التحكم الدقيق في التقسيم الطوبولوجي مطلوبا، وعلى وجه الخصوص، إذا كان الحل المطلوب هو الحل الذي لا يمكن تحقيقه بسهولة من خلال معالجة واجهة المستخدم لبيئة النمذجة، فيجب كتابة برنامج نصي مخصص كما تم عمله في مبنى المرطز الثقافي من أعمال زاها حديد كما يوضح في الشكل رقم .(20)



شكل (18) طرق مختلفة لتقسيم السطح

شكل (19) تقسيم السطح الخارجي لدار أوبرا فوانغتشو
Guangzhou opera house

شكل (20) آلية التقسيم للأسطح من الآليات البارامترية القوية التي ساعدت على سهولة تنفيذ الخطوط المنحنية بشكل دقيق جدا في مبنى حيدر حليف الثقافي من أعمال المعمارية زها حديد

-التعبئة:(Packing)

ترتبط فكرة التعبئة (Packing) ارتباطا وثيقا بإثنين من الاعتبارات العامة الأخرى وهما :ملء الفراغ والتناظر .يتعلق ملء الفراغ بتقسيم المساحة بطرق لا تترك سوى أقل قدر ممكن من الفراغات، أو لا شيء على الإطلاق، حتى لو استمرت هذه التقسيمات إلى ما لا نهاية .يأخذ التناظر معناه الأكثر شمولا من أكثر مظاهره شيوعا في الهندسة الإقليدية) المرآة، التناظر الدوراني والتقليدي .(عندما لا تكون هناك أهمية للحجم، وعندما نتكرر نفس الأجزاء، يتم العثور على نفس الشكل في العديد من المقاييس، وهناك أنماط أساسية تشهد على الروابط الأعمق بين الأشياء .كما هو الحال في كثير من الأحيان . تحدث التعبئة (Packing) في الطبيعة بمقاييس مختلفة وتؤدي القوة الطبيعية للنمو داخل مساحة مقيدة إلى مفهوم التعبئة، في كل كما يوضح في الشكل رقم (21) ويمكن النظر إلى التجويف والتآكل على أنها عكس التعبئة - يمكن أن نعتبر ونفكر في التجاويف الفارغة كمواد معبأة، كما في نبات الفطر كما يوضح في الشكل رقم .(22) وفي مرجان البحر كما يوضح في الشكل رقم.(23)

شكل (21) مقطع من جلد حيوان الزرافة

شكل(22) مقطع تفصيلي لنبات الفطر

شكل(23) مرجان البحر

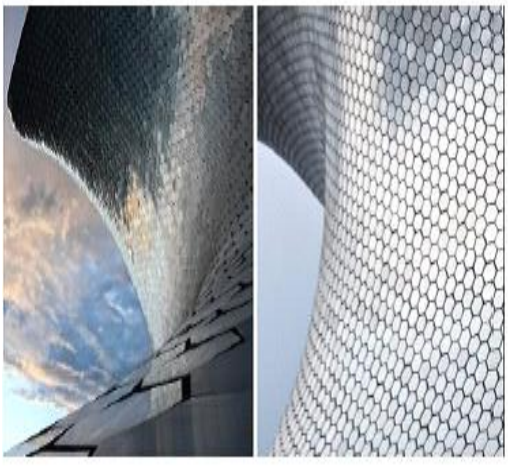
تختلف خوارزميات التعبئة أيضًا في كفاءتها لأنها تحتوي على مقايضات بين عدد العناصر المراد حزمها والوقت اللازم لإنشاء حل .ويجب على المهندسين المعماريين أيضًا إيجاد طرق لتقسيم المساحة التي لا تترك أي مساحة داخل الحدود غير المستخدمة، وتتعلق بالتكرار الدقيق للشكل أو الحجم داخل الخلايا الفردية قد تكون الخلايا نفسها صالحة لتكوين المبنى، كما هو الحال في الاطار الانشائي فخلايا الفراغات الذي يسمح بخدمة المساحات الكبيرة المغلقة، والتي تكون غير مزودة بالدعم الهيكلي، مثل تلك الموجودة في مبنى مكعب الماء لأولمبياد بكين 2008 كما يوضح في الشكل رقم.(24)

شكل (24) مبنى مكعب الماء لأولمبيات بكين2008

-التغطية/التبليط:Tiling

هو تقليد معماري، حيث يتم استخدام الأشكال لتغطية سطح الأجزاء الداخلية المبنية والواجهات الخارجية بالسيراميك والجص والطوب والحجر والأخشاب، وتكرار الوحدات العادية ومجموعات الأشكال، أو الشرائح غير المنتظمة في المساحات المعماري في الرياضيات، يتم تعريف التغطية/التبليط (Tiling) على أنه ترتيب الأشكال المستوية المتطابقة لتغطية منطقة معينة تمامًا دون تداخل كما يوضح في الشكل رقم (25)وبالتالي، يمكن للمصمم أن يفكر في التبليط باعتباره امتدادًا طبيعيًا لمفهوم التكرار، ولكن ثنائي الأبعاد في كثير من الأحيان، يعتمد نمط التبليط على شبكة أساسية من الصفوف والأعمدة يمكننا استخدام هذه الدورات لإنشاء التكرار.

من أجل إنشاء نمط التغطية/التبليط (Tiling) فانه يمكن الاستفادة من عدة دورات متداخلة لتكرار نص برمجي ينشئ وحدة التبليط الواحدة على العدد المطلوب من الصفوف ولكن ذلك أيضا داخل كل تكرار إنشاء صف يكرر وحدة التبليط على العدد المطلوب من الاعمدة سيؤدي هذا إلى مستوى ثنائي الأبعاد من وحدات التبليط بشكل جزئي يمكن تغيير أي جانب من جوانب التكرار والوحدة أثناء تكرارها مثل :حجم الوحدة الفردي، وعدد الصفوف والأعمدة والتباعد بين الوحدات مثال على ذلك أبراج البحر في ابو ظبي علي شكل خلية النحل كما يوضح في الشكل رقم .(26)



شكل (25) واجهة متحف museo soumaya في المكسيك من أعمال المصممfernando romero

شكل (26) أبراج البحر في ابو ظبي

-التغطية بالمضلعات:(Tessellation)

عندما يتكرر الشكل الهندسي مرارا وتكرارا، ويغطي سطحا من الوحدات بدون اي فجوات أو تداخلات فإنه يؤدي إلى التغطية بالمضلعات(Tessellation) ، وهو نمط ذو تأثير بصري متميز، على الرغم من انها مستمدة من مجموعة من القواعد القائمة على الأشكال الهندسية الرياضية والحسابات، وهي في الحقيقة قد تعطي الانطباع بأنه لا يوجد مساحة للإبداع إلا أنه تم قبول هذا النوع من التغطية أو الكسوة بالمضلعات على نطاق واسع في عدد كبير من الثقافات ويتم توظيفها في العديد من المجالات من الحياة مثل التصميم والفن كما يوضح في الشكل رقم.(27)

شكل :(27) الأنماط الإسلامية والفسيفساء في مدخل أيوان مسجد الأمام أصفهان بإيران

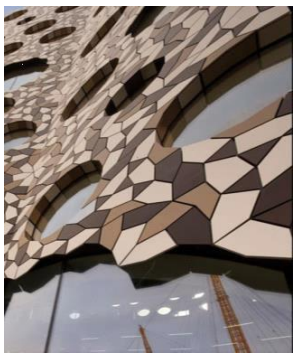
التصنيف الأساسي من أنماط التغطية بالمضلعات Tessellation patterns استنادًا إلى أنواع الوحدات، يتم تصنيف التغطية بالمضلعات **(**tessellation) على أنها مضلعات منتظمة ومضلعات شبه منتظمة ومضلعات غير منتظمة.

المضلعات المنتظمة قطعها متناظرة للغاية وتتكون من مضلعات منتظمة كلها من نفس الشكل وكلها تلتقي في قمة الرأس . المضلع المنتظم هو (الشكل الذي تتساوى فيه جميع الجوانب والزوايا) يوجد أشكال مختلفة للمضلعات المنتظمة وهي مصنوعة من شبكة مثلثات ومربعات وسداسيات متساوية الأضلاع .يشكل مجموع زوايا المضلعات في التغطية بالمضلعات العادية 360 درجة حول كل نقطة تلاقي كما يوضح في الشكل رقم (28) تتكون التغطية بالمضلعات شبه المنتظمة من نوعين أو أكثر من المضلعات العادية .يتم ترتيب هذه المضلعات المنتظمة بطريقة تتطابق فيها كل نقطة تلاقي، مما يعني أن كل نقطة تلاقي محاطة بنفس المضلعات مرتبة بنفس الترتيب الدوري هناك ثمانية مضلعات شبه منتظمة تشمل مجموعات مختلفة من المثلثات، المربعات، السداسيات، المثمنات وذات الإثني عشر ضلعا كما يوضح في الشكل رقم.(29)

التغطية بالمضلعات غير المنتظمة هي تلك التي لا توجد فيها قيود فيما يتعلق بالأشكال المستخدمة أو ترتيبها حول نقطة التلاقي .يعتقد أن هناك عدد لا نهائي من المضلعات غير النظامية كما يوضح في الشكل رقم.(30)

شكل :(28) مثال على التغطية المنتظمة.

شكل :(29) مثال على التغطية شبه المنتظمة . مبنى مكتب Tri-Tessellate في نوبدا، الهند صممه مكتب أميت خانا.



شكل :(30) مثال على التغطية غير المنتظمة، كلية التصميم والاتصالات في شمالGreenwich

-فورونوي:(Voronoi)

هو تقسيم المساحة إلى خلايا متجاورة ترتبط الخلايا بمجموعة من النقاط(مواقع) Voronoi في تلك المساحة تحتوي كل نقطة على خلية مرتبطة تتكون من جميع النقط الأقرب يعرف مخططVoronoi ، الذي سمي بإسم عالم الرياضيات-1868) Georgy voronoi (1908أيضا عرف باسم فسيفساء Dirichlet بعد (1805-1859) Lejeune Dirichlet الذي استخدم مخططات voronoi ثنائية وثلاثية الأبعاد في دراسته للمعادلات الرباعية تحتوي مخططات Voronoi على العديد من التطبيقات المحاكاة في العلوم المكانية كما يوضح في الشكل رقم.(31)

تتضمن كل تجربة من هذه التجارب إنشاء نمط من الـ vorooi من مجموعة نقاط ينتج عنها أنماط خلوية حيث تحتوي كل خلية على المساحة الأقرب إلى نقطتها من أي نقطة أخرى أنها تشكل مجموعة من الأشكال التي يمكن أن تبدو مثل المربعات أو خلايا النحل، أو البلورات، أو الصخور كما يوضح في الشكل رقم (32) والشكل رقم.(33)

شكل :(31) أنماط مختلف من الطبيعة لمخطط الـVoronoi

التصميم النحتى:

يعتبر فن النحت من أقدم الفنون التي عرفها ومارسها الإنسان منذ نشأته حتى الآن في شتى المجتمعات الإنسانية عراقة فى القدم أو الحداثة .حيث تميز فن النحت بالتنوع في الفكر والفلسفة القائمة على إنتاجه منذ القدم، فهو يختلف من مجتمع إلى آخر تبعاً للحضارات الفكرية القديمة، حيث إن الفن هو وليد العصر ومرآته. فلقد قدمت الفنون القديمة في مجال النحت للعالم أعمالاً فنية متنوعة من حيث الفكر وارتباطه بالدين أو السياسة، أو المعتقدات عبر العصور تزخر بها المتاحف والمناطق الأثرية في شتى أنحاء العالم .حيث تتنوع وتختلف هذه الأعمال النحتية بشكل كبير فى أشكالها وأساليبها الفنية وأغراضها التعبيرية. فعلى الرغم من قدم تلك الأعمال الفنية إلا أنها لا تزال تؤثر فينا وتشد مشاعرنا تجاهها لفهم طبيعتها والمضمون الفكرى وراءها، هم الإعجاب بعظمتها وقوتها وصمودها عبر تلك العصور الطويلة تحكى لنا، مع قصة الحضارة ورسوخها وقوتها وضعفها .

فهناك أعمال تتحقق وتتكامل فيها كل القيم التعبيرية والجمالية والتشكيلية في اتساق تام، كما أن الأعمال النحتية الحديثة والمعاصرة لا تقل من حيث القوة التعبيرية والفلسفيه القائمة على تشكيلها عن النحت القديم، فكل عصر له فلسفته ومنطقه في تحليل وتقديم رؤى إبداعية متلاحقة من الأعمال، مما دفعت النقاد لمحاولة تفسيرها وربط الظواهر المتيافيزيقية بالفكر الحديث، وبتطوره عبر مراحل ومدارس النحت الحديث، فتلك الأعمال في العصر الحديث أخذت تتزايد بشكل مضطرد، فهي تشكل رصيداً كبيراً من التراث الفنى العالمى والمحلى الذى نتعامل معه في حياتنا الثقافية.

ويتضمن فن النحت الأشكال المجسمة ذات الأبعاد الثلاثة، ولوظيفته أهمية كبرى من حيث الإحساس بالكتلة والحركة المتجهة إلى الفراغات، وتتيح أعمال النحت قديماً أم حديثاً المتعة الفنية ليس من خلال مشاهدتها فحسب بل عن طريق التوازن والحركة الفعلية .

أى أن فن النحت بوصفه أحد فروع النشاط الإنساني في إطار الفن العام تتأثر أشكاله ومضامينه الجمالية بما يطرأ على المفاهيم الجمالية من تغير بشكل عام والأعمال النحتية الميدانية بشكل خاص تتأثر من حيث الشكل والمضمون بما يطرأ المفاهيم الجمالية من تغير .ولا سيما تلك النوعية من الأعمال النحتية المقامة في الميدان والتى تعرف حديثا باسم "Out Door Sculpture"والتي لا تمثل ظاهرة محدثة في القرن العشرين على وجه الخصوص، إذ أن جذورها ممتدة في عمق التاريخ الحضارى فى إطار الطرز الفنية المتنوعة، إلا ان الهدف من إقامتها هو الذي طرأ عليه بعض التغيرات نتيجة لتطوير بعض المفاهيم الجمالية الخاصة بفن النحت .فمنها ما يرتبط بالمفاهيم التشكيلية التى تخص العناصر المكونة للعمل النحتي، ومنها ما يرتبط بالدور الوظيفي تبعا للهدف الذي أنشئ من أجله العمل .

ويعد التعبير النحتى الميداني الطريقة الأكثر شمولية لوصف شكل الفن والمتمثل في حياتنا العامة، ويعتبر فن النحت الميداني والأماكن العامة قضية من قضايا البحث في المجتمع المعاصر الأن قضية ما زالت مثاراً للبحث ومحلاً للتجربة وهى قضية جديرة بأن تثار وتحتشد بها الأفكار والجهد، إزاء الحاجة إلى إبداع فن يضيف إلى الأماكن العامة قيم الجمال ويحقق الارتباط بين الجمهور والعمل الفنى، وكذلك الارتباط بين أفراد المجتمع وقضايا عصرهم في سجل قائم في ميدان أو مكان عام .0

وفيما يلى تعرض الدراسة بعضا من الاعمال النحتية والتي استخدم في تصميمها البارامترى

وفيما يلى تعرض الباحثة نماذجا من الاعمال النحتية والتي تم تصميمها باستخدام البارامترى، حيث قسمت الباحثة الاعمالى الى منحوتات تم تصميمها للعرض الداخلى او العرض المتحفى وأخرى تم تصميمها للعرض الخارجي سواء كان في الحدائق او الميادين والساحات، ومن المسلمات ان لكل نوع منهما متطلبات في التصميم بما يتناسب والفراغات المحيطة بكل منها ن وكذلك مراعاة العوامل المحيطة بها من اضاءة وعناصر أخرى بيئية مثل الأشجار والنباتات والاضاءة الطبيعية او الصناعية وكذلك جمهور المتلقى لكل منهما.

- **قراءة تشكيلية لبعض المجسمات النحتية البارامترية المتحفية:**

اسم العمل: بلو سكاي

اسم المصمم :كين كيلير ken kelleher

ابعاد العمل:12m * 1.5m * 3m

وصف العمل: أطلق على هذا العمل الفني اسم الدمعة وهو مصنوع من الألمنيوم المصقول، وهو مكون من 7قطع مختلفة في الحجم

والشكل مثبتة مع بعضها البعض كما يوضح في الشكل رقم .(34)

ويلاحظ هنا قيام المصمم باختيار ما يتناسب والعرض الداخلى حيث جاء التصميم في هيئة هرم مقلوب قمته لاسفل وفى وضع راسى ولا توجد به نتوءات او خروجات كثيرة لعناصر الشكل حتى لا يعيق حركة المارة بالفراغ المحيط، وكذلك راعى المصمم التجانس اللونى بين المنحوتة واللعناصر اللونية المحيطة بها في الحيز العمرانى الداخلى، وجاءت الاسطح منبسطة مصقولة لامكانية استقبال الضوء بما يتيح اظهار تفاصيل العمل

اسم العملcircling spire :

مكان العمل :الولايات المتحدة الامريكية

اسم المصممlyle london :

ابعاد العمل:30.5 x 190.5 x 30.5 cm

وصف العمل :نحت تجريدي مصنوع من الفولاذ المقاوم للصدأ، هذا النوع من النحت المعدني فريد من نوعه ولن يكون متاحًا للشراء بمجرد بيعه الشكل .(35)

جاء التصميم في هيئة حلزونية تشبه ورقة الشجر منشأها لاسفل متصل بالقاعدة وقمتها لاعلى، وعمد المصمم الى إيجاد تنوع في اتجاه اسطح العمل والتي جاءت انسيابية تتحرك بعين المتلقى من اسفل الى اعلى، كما ساعد تنوع الاتجاهات والمساحات في سريان الضوء في هدوء مع إيجاد تنوع بين الفاتح والداكن، ولم يوجد المصمم تفاصيل كثيرة تدعو لتوقف المتلقى بجانب العمل للتحقق منها ن ولكنه عمد الى إيجاد لمسة فنية كحلول تشكيلية للفراغات والمساحات المعمارية الموجودة داخل المبنى.

اسم العمل"Momentum" :

اسم المصمم McConnell :

مكان العمل :هوليوود هيلزلوس انجلوس

أبعاد العمل2m × 14m × 9m :

وصف العمل: نحت حركي تفاعلي مع عنصر صوتي يعكس حركة الدودة الألفية كما يوضح في الشكل رقم .(36)

- **قراءة تشكيلية لبعض** المجسمات **النحتية البارامترية في الهواء الطلق:**

اسم العمل :Passio Musicae

المصمم :إيلا فيلهلمينا هيلتونين

السنة 1967 :

الموقع :هلسنكي، فنلندا

تكريما للملحن الفنلندي جان سيبيليوس في عام 1957، نظمت جمعية سيبيليوس مسابقة في النحت فاز بها النحات الفنلندي إيلا هيلتون كما يوضح في الشكل رقم .37

يزن التصميم النهائي 24 طنًا بشكل لا يصدق ويبلغ قياسه 8.5على 10.5على 6.5متر .على الرغم من أن بواسطة الكمبيوتر، فقد استخدم التكرار الرسمي -المعروف من تصميم حدودي معاصر -لتحديد النصب التذكاري والمساحة المحيطة به .بموجب هذا، من المفترض أن تشبه الأنابيب الفولاذية الـ 600أنابيب الأعضاء، ومع ذلك، من الواضح أن الملحن أداة نادرًا ما يستخدمها الملحن .للتعامل مع النقد وتجنب الغموض، أضاف هيلتونين وجه سيبيليوس على جانب النصب التذكاري . بالإضافة إلى ذلك، هناك نسختان أخريان من هذا النصب موجودان :نسخة أصغر في مقر اليونسكو في باريس ونسخة مشابهة من الناحية المفاهيمية في مقر الأمم المتحدة في مدينة نيويورك 36

في هذا التصميم يلاحظ مراعاة المصمم الفراغ المحيط بالعمل وعناصره النباتية، فقد قام المصمم باستلهام تصميمه من الروح الغالبة على المكان فقد جاء التصميم اقرب ما يكون لهيئة مجموعة من الأشجار، وإنما يحاول المصمم استكمال العناصر الموجودة بالفراغ المحيط ن بإيجاد مجسم يحاكى العناصر الأخرى محققا الانسجام الشكلى، ليعطي إحساسا للمتلقي بوجود معايشة في الشكل العام، مبتعدا عن إيجاد عناصر غريبة في الشكل العام، حتى وان كانت بخامات مختلفة عن العناصر الطبيعية والتي تتمثل في الأشجار المحيطة.

اسم العمل :القراءة بين السطور

المصممGijs Van Vaerenbergh :

السنة2011 :

الموقع :بورجلون، ليمبورغ، بلجيكا

كما يوضح في الشكل رقم (38)

تم تصميم كنيسة مذهلة للغاية من قبل المهندس المعماري والمصمم الهولندي .Gijs Van Vaerenbergh تقع الكنيسة خارج بلدة بورغلون الصغيرة ويبلغ ارتفاعها 10أمتار .تعتمد الكنيسة على 100طبقة مكدسة من الألواح الفولاذية المكسوة بالعوامل الجوية لتحقيق ذلك .تم تشييده كجزء من برنامج أوسع نظمه معرض Z33في مدينة هاسيلت المجاورة، بلجيكا، بهدف خلق الفن في الأماكن العامة .من الممكن التنقل داخل الكنيسة واعتمادًا على وجهة النظر، تختفي الكنيسة تقريبًا من منظرها الطبيعي .أصبح هذا ممكنًا فقط من خلال تصميم بسيط ومتكرر يذكر بقوة اللغة المرئية للعمارة البارامترية .كان Gijs Van Vaerenbergh مسؤولًا أيضًا عن إنشاء قبة صاعدة داخل كنيسة موجودة في لوفين، بلجيكا .أثبت فن الكنيسة وهندستها المعمارية مرة أخرى أنها من بين أكثر النماذج إبداعًا، مما يسمح باختبار طرق ومواد البناء الجديدة بحثًا عن تجربة مكانية إلهية.

تعرض الباحثة هنا لهذا التصميم والذى جاء في هيئة منشأ كنسى، وهو ما يتناسب وطبيعة المكان والمحيط الذى يتم التنفيذ لوضعه به، حيث قام المصمم باستلهام الشكل العام من العمارة المحيطة وقام بتصميم التفاصيل في المساحات الداخلية للعمل والتي جاءت على هيئة كتابات، مما يعطى فرصة للمتلقى بتفحص أجزاء العمل وتفاصيله ناقلا من خلالها رسالة العمل بهذ المكان، استكمالا للروح العامة بالمكان محافظا ومؤكدا على هوية المكان في إيصال رسالة دينية، وهنا يلاحظ نجاح المصمم الى حد كبير في الالتزام بروح المكان وهى من عناصر إنجاح اى عمل فنى

اسم المشروع :نصب نيلسون مانديلا

المصمم :ماركو سيانفانيلي سنة 2012

الموقع :هويك، بالقرب من ديربان، جنوب أفريقيا

كما يوضح في الشكل رقم .(39)

قبل 60عامًا، تم القبض على نيلسون مانديلا من قبل شرطة الفصل العنصري في جنوب إفريقيا .يتأمل الفنان الجنوب أفريقي ماركو تشيانفانيلي في هذه اللحظة الحاسمة في تاريخ جنوب إفريقيا من خلال هذا النصب التذكاري الذي يظهر مانديلا خلف القضبان .بنيت عام 2012، وتمثل الأعمدة الفولاذية الخمسين الذكرى الخمسين للحدث .يبلغ ارتفاع أعلها تسعة أمتار وفقط من منظور أمامي معين، يصبح وجه مانديلا مرئيًا .ومع ذلك، وفقًا لـ Cianfanelli، يمكن أيضًا تفسير الأعمدة على أنها شخصيات مجردة أو أشخاص، تظهر من إحدى الزوايا على أنها تقف جنبًا إلى جنب قبل أن تجد نفسها متضامنة للسماح برؤية وجه مانديلا .جميع الأعمدة المعدنية لها فتحات مختلفة ويتم فصلها بحيث يمكن للمرء أن يمشي خلالها كما لو كان في متاهة.

فى هذا العمل والذي يطلق عليه عملى تشخيصى، وهو ما يقابل تفاصيل الأشخاص في فن النحت بتقنياته المختلفة ن فقد قام المصمم باستخدام البارماترى في تجسيد هيئة احد الزعماء محققا الالتزام بالنسب والملامح وروح العمل ن بتقنية حديثة، مما لا يفقد العمل الرسالة التي صمم من اجلها وهى احياء سيرة ذاتية وذكرى زعيما شعبيا لدى بعض الشعوب، موضحا

التفاصيل والتي من شانها الحفاظ على الشكل والهيئة العامة لتماثيل الأشخاص ن وهو ما يعرف بالمصطلحات الدارجة فن البورتريه او تماثيل الأشخاص.

نتائج البحث:

- البارامترى يساعد الفنان في تصميم مجسمات نحتية في شتى الموضوعات
- تمكن النحات من خلال استخدام البارامترى من تصميم اعمال يمكن عرضها داخليا بالمنشات او خارجيا بالساحات والحدائق
- فنان البارامترى لدية دراية بالعناصر التي يجب مراعاتها عند تصميم مجسمات للعرض المتحفى او العرض الحدائقى وفى الهواء الطلق

توصيات البحث:

- ضرورة الاهتمام بالتقنيات المعاصرة في مجال الفنون
- توجيه البحث العلمي في مجال الفنون عامة والنحت خاصة الى مناقشة التطورات والاكتشافات الحديثة في مجالات التصميم وتنفيذ المجسمات في مختلف دول العالم

المراجع العربية:

أمينة رشاد سعد الدين :الرؤية الحديثة لتمثال الميدان وكيفية الاستفادة منها في المدن الجديدة، ماجستير - كلية الفنون الجميلة -جامعة حلوان، ٢٠٠٢.

Omnia rashad saad elden: alroaa alhadetha letemthal almaydan w kayfeyt alestefada menha fe almodon algadeda, majester, koleyet alfonon algamela,gamete helwan,2002.

مواقع الانترنت :

• http://www.iaacblog.com/programs/structural-form-finding-genetic-optimization(Accessed 19-2-2023)
• https://parametric-architecture.com/pavilion-number-2-msa-team/(Accessed 19-2-2023)
• https://unanimous.ai/two.new-patents (Accessed 28-2-2023)
• https://boingboing.net/2018/01/04/a-train-station-with-walls-des.html (Accessed 28-2-2023)
• https://www.archdaily.com/84165/passive-house-karavitz architecture (Accessed 3-3-2023)
• https://www.architecturaldigest.in/content/8-temples-india-architecture-lessons-design-tungnath-)
• http://vidaday.onlearning.us/?p=191 (Accessed 3-3-2023)
• https://www.boatinternational.com/yachts/news/project(Accessed 3-3-2023)
• https://magazin.mannesmann-linepipe.com/ en/ 04/ 2016/ projects/ grand- HYPERLINK "https://magazin.mannesmann-linepipe.com/%20en/%2004/%202016/%20projects/%20grand-egyptian-museum-kairo"egyptian HYPERLINK "https://magazin.mannesmann-linepipe.com/%20en/%2004/%202016/%20projects/%20grand-egyptian-museum-kairo"-museum- HYPERLINK "https://magazin.mannesmann-

linepipe.com/%20en/%2004/%202016/%20projects/%20grand-egyptian-museum-kairo"kairo (Accessed
• https://www.researchgate.net/figure/Sierpinski-carpet-fig15-254559207 (Accessed 3-3-2023)
• https://en.wikipedia.org/widi/weaving, https://www.technicaltextile.net/articles/smart-textile-2592 (Accessed 3-3-2023)
• http://www.designmag.cz/architektura/77689dy.htmlvo-kapek. (Accessed 10-3-2023)
• https://www.researchgate.net/figure/Different-methods-of-surface-modeling-mesh-Poly-Patch-NURBS_fig22_228793186 (Accessed 10-3-2023)
• https://www.azernews.az/travel/129613.html (Accessed 10-3-2023)
• https://homesthetics.net/azerbaijan-cultural-centre-by-zaha-hadid/notorious-fluid-design-the-azerbaijan-cultural-centre-by-zaha-hadid-architects-homesthetics-2 (Accessed10-3-2023)
• https://www.ptw.comau/ptwproject/watercube-national-swimming-centre (Accessed 4-4-2023)
• https://www.fickr.com/photos/8996989@No2/8143294969 (Accessed 9-4-2023)
• https://cfileonline.org/architecture-tile-museo-soumayas-facade-may-be-its-best-feature-contemporary-cermaics (Accessed 10-4-2023)
• https://www.amazon.com/Laminated-Islamic-patterns-Entrance-poster/dp/Bo7k83D2D7 (Accessed 10-4-2023)
• https://www.archdaily.com/89/2991/tri-tessellate-akda?ad medium=gallery# (Accessed 14-4-2023)
• https://www.behance.net/gallery/62082093/Blue-Hexagon-Tiles (Accessed 14-4-2023)
• https:www.building.co.uk/buildings/seeless-acts-of-beauty/5005822.articlens (Accessed 25-4-2023)
• https://parametric-architecture.com/11-eye-catching-parametric-public-sculptures-around-the-world/ (Accessed 25-4-2023).