تنظير معرض (مشغولات معدنية باراميترية)و(باراميترات معدنية)
التصميم البارامتري في فطر عيش الغراب كمثير ابداعي لتصميم المشغولة المعدنية
Parametric design in mushrooms as a creative stimulus Metal work design

أ.م.د/إيمان مصطفي ابراهيم ريحان
أستاذ أشغال المعادن المساعد بكلية التربية النوعية جامعة كفر الشيخ
Assist.Prof.Dr.Eman Mustafa Ibrahim Rehan
Assistant Professor of Metal Works at the Faculty of Specific Education, Kafr El-Sheikh University
ahmedart33@yahoo.com

الملخص

من أهم مبادئ البارامترية البحث عن أساليب الطبيعة من حيث كيفية البناء والتشييد وتحقيق التعقيد والترابط والتراكب للمكونات والعمل علي نقل هذه الأساليب إلي التصميم بهدف إضفاء القليل من التعقيد الممنهج في بناء الشكل، و فطر عيش الغراب أوما يسمي الماشروم فنجده مثال واضح يضم العديد من الأشكال البارامترية التي تتسم بالتعقيد الصور البارامترية المتميزة والفريدة ، كما تحمل العديد من التنوعات في الأشكال والهيئات والألوان ، وهو مادفع الباحثة لتناوله كمدخل لتحسين تصميم المشغولة المعدنية. ففطر عيش الغراب مثال واضح للتصميم البارامتري في الطبيعة يمكن بدراسته وتحليل أشكاله الافادة منه في تصميم وتنفيذ المشغولة المعدنية ، وخاصة أنه مصدراً خصباً لصور متميزة وفريدة من التصميم البارامتري في الطبيعة و لم يتم تناوله من قبل في مجال أشغال المعادن وخاصة المعلقات المعدنية الحائطية. **وتتلخص مشكلة البحث في التساؤل:**

- ما مدى امكانية توليد أفكار مستمدة من التصميم البارامتري في الطبيعة لإنتاج أفكار جديدة ومتعددة تعتمد علي الاختلاف واللاتقليدية للمشغولة المعدنية.

كما يهدف البحث الى: الاستفادة من التصميم البارامتري في الطبيعة كاسلوب تصميمي يخدم مجال أشغال المعادن وقدتم تنفيذ ٢٣ معلقة معدنية

الكلمات المفتاحية

المشغولة المعدنية - البارامترية - فطر عيش الغراب

Abstract

One of the most important principles of parametrics is the search for the methods of nature in terms of how to build and construct and achieve complexity, interconnection and overlap of components and work to transfer these methods to the design with the aim of adding a little systematic complexity in building the form, and the mushroom, or what is called the mushroom, we find it a clear example that includes many parametric shapes that are characterized by the complexity of the distinctive and unique parametric images, and it also carries many variations in shapes, bodies and colors, which prompted the researcher to address it as an introduction to improving the design of the metalwork

The mushroom is a clear example of parametric design in nature, and by studying and analyzing its shapes, it can be used in the design and implementation of the metalwork, especially since it is a fertile source for distinctive and unique images of parametric design in nature and has not been addressed before in the field of metalwork, especially metal wall hangings. The research problem is summarized in the question

-To what extent is it possible to generate ideas derived from parametric design in nature to produce new and multiple ideas that depend on the difference and unconventionality of the metalwork

The research also aims to

-Benefit from parametric design in nature as a design method that serves the field of metalwork 23 metal pendants were implemented that benefited

Keywords
Parametric - Mushroom - Metal crafts

المقدمة

يستلهم الفنان من الطبيعة التي حوله من خلال تأملها ، والتفاعل معها ليكون صياغاته التصميمية لأعماله الفنية ، فهي مصدر زاخر لاينضب، فعالم الطبيعة ملئ بالنظم المتنوعة والصور اللانهائية التي تخدم الرؤية الجمالية للفنان، فهي تفتح عينه علي مصادر الجمال بتتبع العلاقات الشكلية للمفردات المتنوعة، فنجد علاقات متماثلة ومنظمة وأخري ذات علاقات شكلية تبدو عشوائية، تكون في الغالب غير متماثلة وغير منتظمة الأجزاء ، وهي ماتتصف بالتعبير والاثارة البصرية ، والعلاقات الشكلية Pattern علاقات بنائية الشكل تنتج من تجمع أكثر من مفردة شكلية Motif " ( ) ، وهذه العلاقات الشكلية تعتبر أساساً استلهام التصميم الجيد . " تطورت عمليات التصميم بتقدم التكنولوجيا والبرامج الحاسوبية فأصبحت تستخدم في تطوير الأفكار وتنوعها وليس رسمها فقط واظهارها بالخامات والاضاءات فحسب كما كان من قبل ، بل يمكن أن تنسق بين العديد من المعلومات المختلفة ومعطياتها التي يتم تغذية البرنامج بها للحصول علي أشكال أكثر تناسقاً و بشكل متسلسل ومنظم فأصبحت تؤثر علي عملية التصميم نفسها، مثل النظام الخواريزمي Algorithm System ، والذي يخزن معلومات حول البيئة، وأي مؤثر آخر قد يؤثر علي التصميم ، مما أدي إلي توليد أفكار جديدة لم تكن معروفة من قبل، مثل التصميم الرقمي والتصميم البارامتري والطوبولوجي وغير ذلك ، ويعتمد كل منها علي الحسابات الهندسية المعقدة لعمل التصميم المطلوب وفقا للمعلومات التي تم ادخالها للحاسب من خلال لغة البرمجة وتدفق البيانات بهدف الحصول علي نتائج متميزة ومتفردة وغير نمطية " ( ) البارامترية هي " تقنية مستحدثة في برامج التصميم باستخدام الكمبيوتر، والتي تعمل علي ادراج مجموعة من المعلومات عن الشئ المراد تصميمه طول عرض ارتفاع خامة وهكذا ، وفي هذه الحالة يكون التصميم هنا المشكلة التي يتطلب ايجاد حلول وبدائل ترضي تلك المشكلة ، ويعرف ذلك بالتصميم البارامتري، حيث يصف المشكلة من خلال تلك المتغيرات والتبديل بينها وتغييرها ، وبين مجموعة من البدائل للتوصل إلي حلول متعددة يمكن الاختيار من خلالها لنصل للحل النهائي للمشكلة، أي التوصل للتصميم المناسب من خلال التعقيد الممنهج ويمكن استخدام العديد من البرامج التصميمية كالراينو والمايا وغيرها لفهم الأنظمة البنائية خاصة المعقدة التي كان من المستحيل ادراكها

فيما قبل" ( ). كذلك فإن التصميم البارامتري يمكن أن نطلق عليه تصميم مستدام من خلال مبدأ إعادة الاستخدام أو اعادة التدوير، ومثال ذلك " استخدام الأسطح المتغيرة والمنحنية والتحكم فيها وتقليل المسافات البينية لها ومن أهم أمثلة ذلك متحف جوجينهايم وهو من أعمال المعماري فرانك جيري حيث تم اعادة استخدام الشرائح المعدنية وتوظيفها لتغطي تلك الأسطح المكونة للمبني " ( ) ، فكما يمكن تطبيق التصميم البارامتري بالاستعانة بالحاسب يمكن أيضاً استلهام التصميمات البارامترية الموجودة بالفعل في الأشكال المتعددة في الطبيعة والتي تحمل نظماً ذات بني معقدة وفريدة الشكل وغيرتقليدية والطبيعة مليئة بتلك النماذج البارامترية المتنوعة. إن الاستلهام من الطبيعة أو الرجوع إليها ليس بجديد فالتصميم البارامتري يبني علي مفاهيم ترجع مصادرها إلي الطبيعة ، ولكن بتتبع النظام القائم عليه التصميم البارامتري في بعض مفردات الطبيعة ، نري الشجرة واحدة ولكن تتعدد أنواع الأشجار ، وأيضاً الحيوانات والطيور كلها متعددة لصنف واحد ومع ذلك لايتطابق فيها اثنان ، كذلك فإن المصمم عند استخدامه التصميم البارامتري بالحاسوب يمكنه التوصل إلي استخراج فكرة معينة لتصميمات لانهائية والطبيعة تساعده في تداعي تلك الأفكار الابتكارية أيضاً ، كما يمكن أن نصل إلي أفكاراً لتصميمات بارامترية متعددة ومتنوعة ومعقدة من خلال تناول عناصر ومفردات الطبيعة التي تتسم مفرداتها بالبنية أو التكوينات البارامترية الغير نمطية والمميزة . " من أهم مبادئ البارامترية البحث عن أساليب الطبيعة من حيث كيفية البناء والتشييد بما يحقق التعقيد والترابط والتراكب للمكونات و نقل هذه الأساليب إلي التصميم لإضفاء القليل من التعقيد الممنهج في بناء الشكل بما يحقق الابداع والمثالية في البناء"( ) ، وهو مانجده بوضوح في الأشكال المتنوعة المتميزة والمعقدة في فطر عيش الغراب أوما يسمي الماشروم فنجده مثال واضح يضم العديد من المظاهر أو الصور البارامترية ، فمنها مايحمل خطوطاً متنوعة السمك والاتجاه والحركة ومنها مايقوم تصميم شكله علي نظام شبكي كتلك التي تشبه التشكيل البنائي لعظام الانسان من الداخل أو خلية النحل ومنها مايحمل تنوعاً من النقاط أوالدوائر الغير منتظمة بشكل متنوع لانهائي أو ماتحمل أشكالاً عضوية غير منتظمة متعددة ومتكررة بشكل معقد وغير ذلك من التنوعات في الأشكال والهيئات والألوان ، وهو مادفع الباحثة لتناوله في هذا المعرض كمدخل لتحسين واثراء تصميم المشغولة المعدنية.

مشكلة البحث

الطبيعة من أهم مصادر استلهام نظم العلاقات الشكلية المتنوعة ، فبتأملها وتحليلها يمكننا التوصل إلي أنواع تلك النظم وبالتالي الاستفادة منها في حياتنا العامة بوجه عام وفي الفن بوجه خاص ، فنجد منها مايحمل علاقات شكلية ظاهرة ، ومنها مايحمل علاقات شكلية غير ظاهرة ، مما يعكس نمو الأشكال وخطوات تكوينها وكلاهما مصدراً خصباً للاستلهام ومدخلاً هاماً للإبداع الفني. إن نظرة الفنان للطبيعة تبدأ بنظرة جمالية تليها مرحلة التحليل للمدركات الشكلية وأجزائها ، وإيجاد العلاقات بين تلك الأجزاء ثم الإدراك الكلي لها مرة أخري ، فالإدراك يبدأ بالكليات ثم بإدراك الأجزاء وتحليلها من خلال تأملها وهو مايغذي الإدراك البصري للفنان ، ومن ثم يسهم في زيادة مخزونه البصري الذي يتحول فيما بعد ويوظف في صياغته لأعماله الفنية. إن فطر عيش الغراب مثال واضح للتصميم البارامتري في الطبيعة يمكن بدراسته وتحليل أشكاله ،الافادة منه في تصميم وتنفيذ المشغولة المعدنية ، وخاصة أنه مصدراً خصباً لصور متميزة وفريدة من التصميم البارامتري في الطبيعة و لم يتم تناوله من قبل في مجال أشغال المعادن وخاصة المعلقات المعدنية الحائطية.

يمكن أن تتلخص مشكلة البحث في التساؤلات الآتية:

- ما مدى امكانية توليد أفكار مستمدة من التصميم البارامتري في الطبيعة لإنتاج أفكار جديدة ومتعددة تعتمد علي الاختلاف واللاتقليدية للمشغولة المعدنية؟

- مامدي امكانية تنفيذ مشغولات معدنية متنوعة وغير تقليدية في ضوء التصميم البارامتري لفطر عيش الغراب؟

أهمية البحث

ضرورة إلقاء الضوء على التطورات التكنولوجية الحديثة التي يمكنها خدمة مجال تصميم وتنفيذ أشغال المعادن والربط بينها وبين أشكال الطبيعة لتحسين المشغولة المعدنية.

أهداف البحث

يهدف البحث الى:

- الاستفادة من التصميم البارامتري في الطبيعة كاسلوب تصميمي يخدم مجال أشغال المعادن .
- تناول التصميم البارامتري في الطبيعة متمثلا في فطر عيش الغراب بالدراسة والتحليل لاستخلاص القيم الجمالية والامكانات التصميميمية الغير تقليدية.
- الافادة من بعض أشكال فطر عيش الغراب كمثال للتصميم البارامتري في الطبيعة في تحسين تصميم وتنفيذ المشغولة المعدنية .

فروض البحث

- هناك علاقة بين أشكال فطر عيش الغراب وبين التصميم البارامتري يمكن الافادة منها في تحسين تصميم المشغولة المعدنية.
-يمكن الحصول علي أفكار تصميمية غير تقليدية للمشغولة المعدنية في ضوء التصميم البارامتري في فطر عيش الغراب.

مصطلحات البحث

البارامترية: "كمصطلح أنه تصميم توليدي متغير ومترابط"( )،وهو "مصطلح رياضي يبني علي المتغيرات الشكلية رغم استخدامه في التصميم المعماري لأول مرة في الستينات تقريبا، فهي مساحات برمجية لعمليات رياضية خوارزمية إما واحدة أو متعددة كما يعرف بكونه اسلوب شاع استخدامه فأصبح اتجاهاً فكرياً معاصراً، وتقدم البارامترية نماذج تتسم بالتعقيد غير ذلك المنهج الكلاسيكي والمنهج الحديث للتصميم الذي يتعامل مع كل عنصر من عناصر التصميم منفرد، حيث يتعامل التصميم البارامتري مع كل العناصر مجتمعة للوصول إلي أفضل النتائج وعلي كم غير متناهي منها يمكن اختيار أفضلها للتنفيذ"(vii)

التصميم البارامتري: يعرفه رونالد هادسون Ronald Hudson بأنه عملية تطوير نموذج حاسوبي لتمثيل العلاقة بين مدخلات تتنوع متغيراتها والتعديل عليها مما ينتج عنه بدائل تصميمية نموذجية لاحصر لها ويتم اختيار الأفضل بناءاً علي معايير يضعها المصمم" (ix)

كما عرفه هيرنا نديز Hernandez علي أنه عملية تسهل التصميم حيث تتم في بيئة تجعل التغير والتنوع بدون مجهود وتعددية الحلول بدلاًمن الحل المفرد وتتم بمساعدة النماذج البارامترية علي برامج الحاسوب المتنوعة " (x)

بينما تعرفه احدي الأبحاث بأنه يمكن تعديل جزء من التصميم بشكل لايؤثر سلباً علي الشكل النهائي وكذلك بدون الحاجة لإعادة رسمه من جديد وذلك بتغير الخواص المتغيرة أو البارامترات مما يسمح بانتاج عدد لانهائي من التصميمات" (x)

ويعرفه أحد الأبحاث أيضاً كونه" التصميم المتغير الذي يتم علي أسس هندسية بمفاهيم تحمل منطقاً رياضياً مستوحي من الطبيعة" (xi)

التعريف الاجرائي للبحث يشمل الجانب الحاسوبي في انتاج تصميمات معقدة لانهاية لها يمكن الاختيار من تلك البدائل التصميمية للتنفيذ دون اهدار للخامة المعدنية ، كما يشمل استلهام التصميمات البارمترية في الطبيعة كالاشياء التي تبدو بسيطة ولكنها تحمل تعقيداً يمكن الاستلهام منه كأشكال فطر عيش الغراب كمثال منفرد ومميزوغير تقليدي للتصميم البارامتري في الطبيعة.

فطر عيش الغراب (Mushroom) هو فطر مثمر ينمو فوق الأرض. حيث توجد أصناف كثيرة من الفطريات اللحيمة، التي تشبه المظلة في شكلها. وينمو عيش الغراب بكثرة في الغابات ومناطق الأعشاب "(xii)ويوجد منه نوعين احدهما سام والنوع الآخر صالح للطعام ،وله العديد من الأشكال الفريدة والغير نمطية ، كما يعرف باسم الماشرم ، ويحمل أشكالاً باراميترية طبيعية.

منهج البحث

اعتمد علي المنهج الوصفي والتحليلي بالتعريف بمفاهيم البحث والمصطلحات الخاصة بالبحث بالاضافة لتحليل أعمال بعض الفنانين – والمنهج التطبيقي في التطبيقات العملية للمعرض

الاطار النظري للبحث

فكرة المعرض

إن الموجودات في الكون لها نظام واحد يدل علي أن الخالق واحد، فنجد الخطوط المتتابعة أو النقاط المتكررة بشكل متتابع سواء منتظم أو غير منتظم مما يتولد عنه نظم تكرارية بشكل إيقاعي جمالي متميز ، ونجد كل عنصر من خلق الله تعالي في الكون له عدة أشكال أو فصائل متنوعة ومتغيرة من حيث بنائها وشكلها سواء الخارجي أو الداخلي فمنها ماهو مركب ومعقد ومنها ماهو بسيط وهادئ. فقد "اعتمد بعض المصممين علي النمذجة البارامترية لتوليد تفاعل مستمر للتصميم بدلاً من تطور المنتج نفسه ، بمعالجة المفاهيم الهندسية فهي بذلك توفر مساحة لانهائية من الحلول التصميمية وتتغير المخرجات بتغير المدخلات أو المعلومات المتضمنة في تخطيط النموذج للتصميم الرأسي والأفقي التي يقوم بها المصمم" (xiii)سواء كان ذلك باستخدام الحاسوب ببرامجه المتنوعة أو الاعتماد علي توليد تصميمات بارامترية غير تقليدية تتسم بنوع من التعقيد الممنهج بدون استخدام الحاسوب. في فطر عيش الغراب نجد تنوعاً هائلاً من النظم والتكراريات المعقدة المتنوعة والغير تقليدية وبشكل متناسق جميل ، فتمثل في مفرداتها مثال واضح للتصميم البارامتري في الطبيعة ، لذا يمكننا بتناول أشكالها بالدراسة والتحليل التوصل إلي نظم تصميمية تحقق الحداثة والابتكار بشكل جمالي يحتوي علي شئ من التعقيد الممنهج والغير تقليدي ، وهو من متطلبات العصر في تصميم أي منتج فني وبالأخص أشغال المعادن ، وهو ماقامت عليه فكرة المعرض، حيث اعتمدت علي الشكل الخارجي والداخلي والتفاصيل الداخلية الدقيقة والتجمعات المتنوعة لأشكال فطر عيش الغراب والاستفادة من نظمها البارامترية في تصميم وتنفيذ معلقات معدنية مبتكرة .

التصميم البارامتري "إن مصطلح البارامتريك له تاريخ مختلف عن تاريخ التصميم البارامتري فهو مصطلح رياضي يعبر عن المتغير في الرياضيات كالسين والصاد، أما التصميم البارامتري فهو منهجية تفكير تم توظيفها واستخدامها لأول مرة في العمارة في الستينات" (xiv)

نماذج للتصميم البارامتري في الطبيعة

تتجسد الصور البارامترية في الطبيعة والتي تشمل الأشكال التكرارية المتنوعة بأشكال مختلفة حيث تتكرر في سياق رياضي بصور متنوعة ، فإذا تأملنا الطبيعة من حولنا نجد صوراً متعددة من صور التصميم البارامتري التي يمكننا تصنيفها إلي عدة أنماط يمكن حصرها في الآتي:

- أنماط عضوية تكرارية (كالحلزونيات والأمواج وغيرها)
- أنماط غير عضوية تكرارية (مثل تكوينات الكثبان الرملية وأشكال الموائع)
- أنماط تشكل الهياكل الحيوية التكرارية (والمقصود بها الأنماط شديدة التكرارية والتي تقوم بأداء وظائف حيوية كهياكل خلايا النحل والشعب المرجانية وتفرعات الأشجار والشرايين وغير ذلك)
- أنماط الأسراب التكرارية ويقصد بها تحركات الأسراب بنسق معين وليس تحرك فرد منهم بمفرده ، فالمقصود الحركة الإجمالية لمجموعة السرب الناتج عن السلوك الجماعي للأفراد معاً بشكل محاكي للنظم المتشكلة ذاتياً في الطبيعة ، فحركة الأسراب تحدث خطوطاً منحنية مكونة كتلاً عضوية تحاكي بعض الأشكال الطبيعية مثل التي تنتج من حركة السوائل والموائع علي سبيل المثال والتي تتشكل ذاتياً في الطبيعة فنجدها جميعاً صوراً تعتمد علي التكرار بصور متعددة وبشكل معقد وغير تقليدي.

فالاشكال البارامترية باعتمادها علي التكرار بأشكال وصور متنوعة تكون صوراً وأشكالاً معقدة التركيب رغم ماتبدو من بساطة في هيئتها العامة ، كما نري في شكل (١) ، وهي نماذج متنوعة للتصميم البارامتري في الطبيعة تبدو بسيطة في ظاهرها رغم كونها تحمل أشكالاً وتفاصيل معقدة.

شكل (١) نماذج لبعض أمثلة الصور والنماذج البارامترية في الطبيعة ويتضح فيها مدي التعقيد والتميز

إن التصميم البارامتري تصميم يتميز بالفرادة والتعقيد الممنهج ، وهو تصميم مميز وغير نمطي ، وفي شكل (١) مثال لعدة نماذج للتصميم البارامتري في الطبيعة فنجد الصبارات والنباتات المتنوعة والحشرات والفطريات والأرض وغيرها...، وكلها نماذج غير نمطية تعتمد علي التكرار بصورة تختلف كل منها عن الآخري ، فهناك أشكالاً أكثر تقارباً بين بعضها وتولد تجمعات متناغمة فيما بينها وهي الأشكال التي يحققها التصميم البارامتري ، وهي نماذج تصلح جميعها للاستلهام لعمل تصميم بارامتري بدون استخدام الحاسوب وبالتالي سنحصل كذلك علي تصميمات بارامترية إذا ما أدخلناهم علي برامج الحاسوب لينتج منها العديد والعديد من التصميمات البارامترية الفريدة.

من أكثر الأمثلة في الطبيعة غزارة في التنوع وتحمل تصميماً بارامترياً ، هو فطر عيش الغراب ، حيث يحمل تنوعاً في الخطوط والتجمعات المتناغمة ويحتوي علي خطوط مرنة مميزة فريدة وغير نمطية مما يجعلها مصدراً خصباً لاستلهام التصميم البارامتري للمشغولة المعدنية.

توظيف التصميم البارامتري في الفن

أولاً: توظيف التصميم البارامتري في العمارة

"إن مصطلح البارامترك Parametric له أصول قديمة في الرياضيات ، ويوجد جدال واسع حول زمنية استخدامه في الفن كمصطلح ،لكن بعض الدراسات المسحية تؤكد علي أن الاستخدام الأول له كان في مجال العمارة" [xvi] فالبارامترية أو التصميم البارامتري هو" اسلوب عميق ظهرت بداياته في فن العمارة ، وصيغت كلمة النزعة البارامترية لإسلوب معماري جديد كمصطلح حديث ومتطور يصف التغير المعماري الذي يقدم اجابات مقبولة ومستدامة من خلال البحث في الأساليب وتوليد أشكال غير معتادة بهندسة معقدة وفلسفة فنية متزايدة "[xvii] كما كتب لوجي مورتي عنها" أنها دراسة العمارة بهدف تحديد العلاقات بين الابعاد المعتمدة علي أشكال مختلفة المعايير[xviii] هدف العمارة البارامترية إلي الاستفادة من الطبيعة وأشكالها العضوية في صياغة التصميمات المعمارية وكان من أوائل من طبقها المهندس والمعماري فراي اوتو والذي استعمل في مشاريعه نظام عمارة الخيام بحيث يثبت الأشكال بطريقة انشائية طبيعية تماثل أشكال الطبيعة ولكنه لم يستخدم وقتها الكمبيوتر في تلك التصميمات حيث اعتمد فقط علي عمل نماذج مصغرة. كذلك فإن المعمارية العراقية زها حديد كانت من أوائل الرواد العرب في هذا المجال ، وكانت أول من أدخل الأشكال المنحنية والمائلة والمنحدرة إلي معجم التصميم المعماري، حيث صممت معماريات ذات طابع بارامتري يستفاد منه بشكل واضح في دراسة التصميم البارامتري ، " ففي البداية كان التصميم المعماري في مكتبها - والذي ضم العديد من المعماريين الذين تتلمذوا علي يديها- يبدأ باسكتشات معمارية تبدو كلوحات فنية ، ثم يتم تحويلها بعد ذلك إلى رسومات معمارية دون استخدام الكمبيوتر، حيث كانت خطوط التصميم ماتزال مستقيمة ولكن بزاوية غير قائمة بالاضافة إلي كتل معمارية مائلة و ربما ذات أسطح منحدرة . ثم بدأت الخطوط التصميمية في وسط التسعينيات تأخذ هيئة أكثر ليونة وتتسم بإنحناءات سلسلة ، خاصة مع التعمق في استعمال الكمبيوتر في التصميم وتطبيق المحددات اللوغريتمية عليه ، وقد قوبلت بالرفض في البداية حيث كان لها مشاركات خاسرة في العديد من المسابقات لمايقرب من عشر سنوات محاولة إقناع الآخرين بهذا التوجه الجديد . ثم بدأ المكتب يفوز بالمسابقات واحدة تلو الأخرى مع نهاية التسعينيات، حتى فاز بأحد أهم مشاريعه وهو متحف ماكسي (MAXI) للفن المعاصر في روما, ثم فاز المكتب بمشروع شركة فولكس فاجن ، وبدأت الخطوط التصميمية تصبح أكثر سلاسة وأناقة سواء من الخارج أو الداخل ، وبدأت المشاريع تكون أكبر فأكبر، مثل مشروع أوبرا الصين , وبدأت تتنوع وظائف المباني التي يصممها المكتب، وعمل المكتب على تصميم قطع الأثاث والتصميم الداخلي والإنارة والملبوسات والمركبات . كما قام بتطبيق فلسفته التصميمية على مشاريع تخطيط المدن وتحول عدد موظفي المكتب من ٤ إلى ٤٠٠ موظف "[xix]

في تلك الأثناء وبالتحديد عام ١٩٨٨ اكتشف طالب معماري مبتدئ من تلاميذ المعمارية زها حديد يسمي باتريك شوماخر ، الفلسفة التي تبنتها المعمارية زها حديد والتي تدعو إلي البعد عن التقليدية والزوايا القائمة والخطوط المستقيمة في التصميم المعماري، وتبني فلسفة تصميمية حديثة قائمة علي استغلال الاسكتشات المعمارية بدلاً من تحويلها لاشكال بخطوط مستقيمة ذات زوايا قائمة واستغلال انحناء تلك الخطوط التي في الاسكتشات والتأكيد عليه كأنها مقصودة لتكون في النهاية شكلاً اجمالياً متناغماً، ففي الأبحاث التي أجراها شوماخر في مدرسة جمعية العمارة البريطانية كان يقوم بالاستفادة من أشكال الطبيعة العضوية الشكل ويقوم بتحورها ثم يشكلها من جديد من خلال التصميم البارامتري.

فقد أدرك أهمية وجود التميز والتفرد حيث أنه أصبح من متطلبات المجتمع الحالي ، فالناس أصبحت تفضل تلك التصميمات الغير تقليدية ويفضلون التصميمات الفريدة أكثر من تلك التصميمات المتكررة والشائعة ، فقد أصبح ذلك اسلوب حياة المجتمع الحالي، لذا رأي شوماخر أننا لابد أن نساير العصر بتلك التصميمات المتفردة ، وفي عام ٢٠٠٨ قام باطلاق اسم

Parametric Architecture أو عمارة المحددات اللوغارتيمية (العمارة البارامترية) علي تلك الفلسفة المعمارية التي اكتشفها أثناء تتلمذه بمكتب المعمارية زها حديد ، وكان شوماخر أول من أطلق اسم Parametricism على هذا التوجه المعماري قبل أن ينتشر ويصبح توجهاً عالمياً "(xx)ونجد شكل (٢) و(٣) و(٤) مثالا لاستخدام التصميم البارامتري في العمارة.

شكل (٢) علي اليمين تطبيق مبادئ التصميم البارامتري علي تخطيط الأحياء والمدن محققاً نوعاً من التنوع في أشكالها وعلي اليسار علاقات متبادلة من تشكيل السقف ونقاط الانارة باستخدام التصميم البارامتري وهي مخططات من مكتب المعمارية العربية زها حديد العراقية

شكل (٣) بعض المصممين المعماريين الذين تناولوا التصميم البارامتري في عمائرهم وبعض أعمالهم المعمارية البارامترية

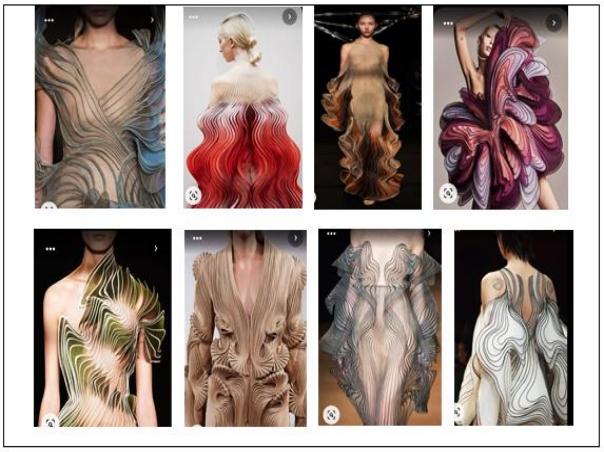
شكل (٤) (أ)مظلة حيوية مستوحاة من جناح فراشة كنموذج للتصميم البارامتري ويعتمد تصميمها علي التماثل والتكرار والحركة ويليها(ب) تصميمان معماريان للمعمارية زها حديد أول من ادخلت التصميم البارامتري في العمارة والصف الذي يليه (ج)تصميم معماري مستوحي من غصون الأشجار يتضح فيه التصميم البارامتري والصورة التالية له (د) لمبني مستوحي من جناح فراشة يظهر فيه أيضا التصميم البارامتري

ثانياً : توظيف التصميم البارامتري في تصميم الأزياء

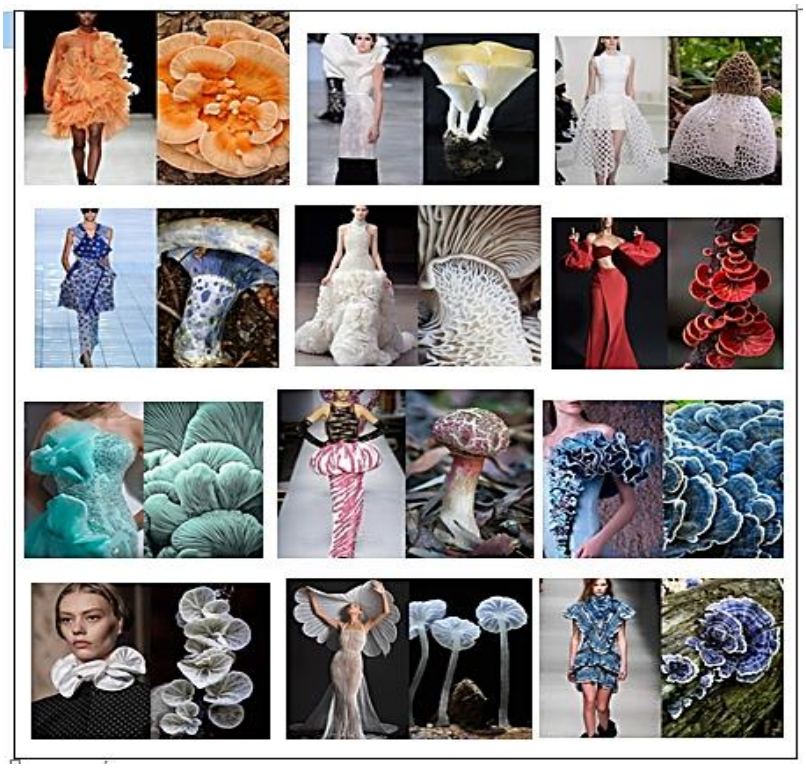
قام العديد من مصممي الأزياء في العصر الحديث بالاستفادة من أشكال العمارة البارامترية في تصميم الأزياء ، محاولة منهم لعمل تصميمات معقدة وفريدة تتناسب ومتطلبات العصر ومتطلبات المرأة المعاصرة وشكل (٥) يوضح بعض هذه التصميمات .

شكل(٥) الاستلهام من العمارة البارامترية في تصميم الأزياء للمرأة المعاصرة للمصممة روزي

كما استلهم البعض الآخر من مبادئ التصميم البارامتري واستخدام الحاسوب في تصميم الأزياء مثل شكل (٦)، كما نري في شكل (٧) أن بعض مصممي الأزياء استلهموا من التصميم البارامتري لفطر عيش الغراب في تصميم أزياءهم .



شكل (٦) بعض تصميمات الازياء المستلهمة من التصميم البارامتري

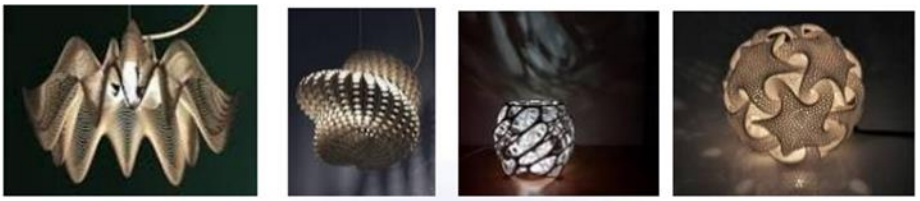


شكل (٧) بعض تصميمات الازياء المستلهمة من البارامترية في بعض الفطريات ومنها فطر عيش الغراب أو الماشروم

ثالثاً : توظيف التصميم البارامتري في الأثاث الداخلي والديكور

استفاد مصمموا الديكور والأثاث الداخلي من التصميم البارامتري سواء كانت الاستفادة باستخدام الحاسب الالي أو بالاستلهام من نماذج التصميم البارامتري في الطبيعة ونجد أمثلة لذلك شكل (٨،٩)

شكل (٨) يوضح استخدام المصمم الداخلي للتصميم البارامتري في تصميم بعض المنتجات كالكراسي والمعلقات الحائطية الديكورية



شكل (٩) بعض وحدات الاضاءة المصممة بمنهج التصميم البارامتري وتوضح توظيف التصميم البارامتري في تصميم وحدات الاضاءة"(xxi

رابعاً: توظيف التصميم البارامتري في تصميم الحلي

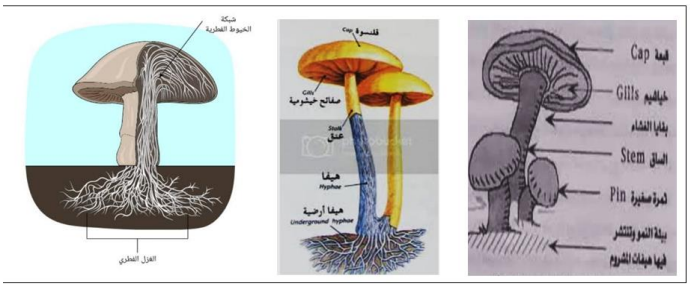
استخدم بعض مصممي الحلي التصميم البارامتري بالحاسوب وباستغلال أشكال الطبيعة في تصميم الحلي مثل شكل (١٠) والذي نري فيه تطبيق للحلي المتنوعة "(xxi

شكل (١٠) بعض الحلي التي استخدمت التصميم البارامتري في تصميمها

فطر عيش الغراب (الماشروم) والتصميم البارامتري

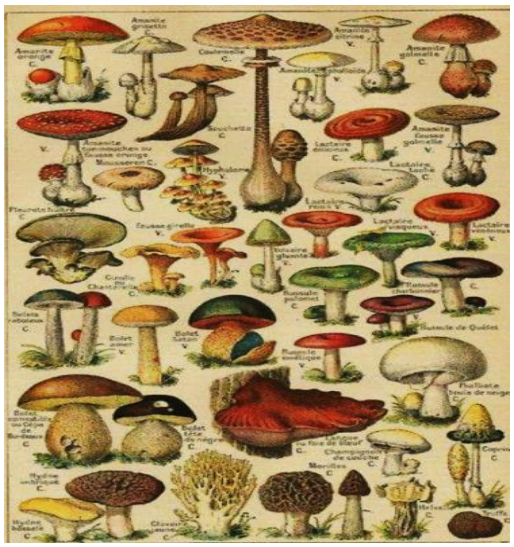
الفطريات مملكة من ممالك الكائنات الحية حقيقية النوي، وتنتشر انتشاراً واسعاً حيث تنمو في الأواسط المختلفة ، حيث نجدها في التربة الجافة والرطبة والمياة العذبة والمالحة والهواء ، ومنها ما يهاجم النباتات والحيوانات والإنسان مسبباً له الأمراض ، كما تفسد العديد من الأطعمة في حين نجد أخري تسهم في تسوية الجبن الريكفورد مثلاً، ومنها ماهو غذاء للإنسان مثل فطر عيش الغراب . إن فطر عيش الغراب هو فطر يعرف بفطر الحقل وهو فطر دعامي يتألف جسمه الذي يحتوي علي أبواخ من مجموعة خيوط فطرية تتراص بجوار بعضها مكونة شكل بارامتري طبيعي وتبدو وكأنها غزل وتسمي غزل فطري (ميسيليوم) كما تتشكل تلك الأبواخ بشكل خارجي عن الجسم الثمري شكل(١١). تتعدد أشكال الفطر لكن يبقي التكوين البنائي لها واحد حيث يتكون من قبعة أو قلنصوة ، وتحتوي علي صفائح خيشومية وهي شبكة خيوط فطرية تختلف باختلاف أشكال الفطر نفسه ، كما تسمي خياشيم ويلي القبعة جسم أو ساق ويكون عليه بقايا غشاء كما يحتوي

تكوينه الداخلي علي الخيوط الفطرية ويليها الغزل الفطري وهو عبارة عن شبكة من الخيوط المغزولة من تلك الخيوط الفطرية. نلاحظ في الشكل العام لتجمعات فطر عيش الغراب وأشكاله المتنوعة كمثال في الطبيعة ماينطبق علي التصميم البارامتري في الطبيعة ، كما نري ذلك فيه أيضاً بالأجزاء التفصيلية له الدقيقة والمعقدة والتي تعد من أهم الأمثلة البارامترية يحمل عيش الغراب أو الفطر أشكالاً متنوعة في شكلها العام ، كما نري في تفاصيلها العديد من الأشكال التي تحمل تصميمات بارامترية طبيعية متميزة مثيرة لعين الفنان بما تحمله من أشكال وخطوط ومساحات وألوان متعددة وبما تحمل من حركة تقديرية متنوعة تتنوع من شكل لاخر مثل شكل (١٢) ، كما تتنوع فصائله وأنواعه والذي يوضحه المخطط التصنيفي شكل (١٣) كما نري في تجمعات فطر عيش الغراب تكويناً بارامترياً مميزاً بالإضافة إلي تفاصيله الداخلية التي تمثل نماذج متنوعة للتصميم البارامتري في الطبيعة ، ونري وضوح تنوع أشكاله كما نراها بالشكل (١٤) ، وشكل (١٥) يوضح أشكالاً متعددة لتجمعات أشكال فطر عيش الغراب ، وشكل (١٦) يوضح التفاصيل الداخلية والأشكال والزخارف الظاهرية لسطح الفطر وقبعته والتي تحمل تنوعات هائلة للتصميم البارامتري.



شكل (١١) ويحتوي علي عدة رسوم توضيحية للتركيب العام لعيش الغراب بصور توضيحية متنوعة

شكل (١٢) صورة طبيعية لفطر عيش الغراب وجزء تفصيلي للنسيج المكون للقبعة ويظهر التصميم البارامتري فيه بوضوح (تصوير الباحثة)



شكل (١٣) رسم يجمع بعض الاشكال للفصائل المتنوعة لفطر عيش الغراب وأسمائها

شكل (١٤) بعض أشكال فطر عيش الغراب المتنوعة والتي نري فيها مثالا واضحا للتصميم البارامتري في الطبيعة

شكل (١٥) مجموعة متنوعة لبعض تجمعات لفطر عيش الغراب (الماشروم) يتضح فيها التصميم البارامتري سواء في شكل الفطر نفسه ، أو في الشكل العام للتجمعات الفطرية

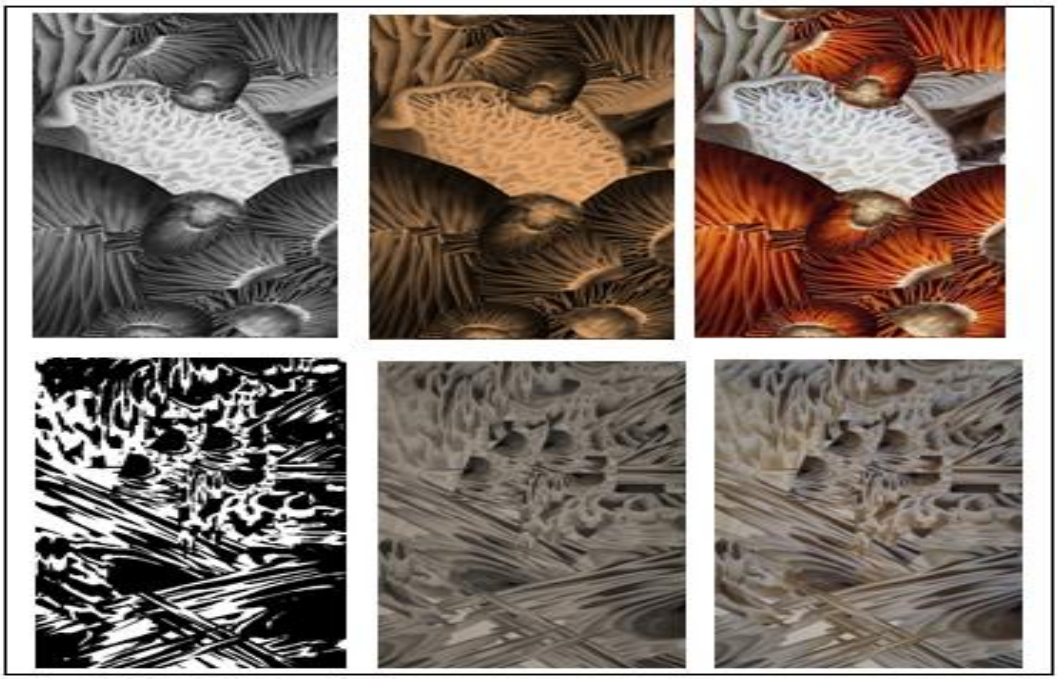
شكل (١٦) بعض التفاصيل لاجزاء من فطر عيش الغراب والتي يتضح فيها التصميم البارامتري من دقة وتعقيد

بعض التصميمات المستفادة من النظم البارامترية في فطر عيش الغراب والتى تم معالجتها ببرامج الحاسوب المتنوعة

للحصول على تصميم بارامتري متفرد :

شكل (١٧) بعض أجزاء تفصيلية من فطر عيش الغراب يتضح فيها نظام التصميم البارامتري وقد اجريت عليها تغيير في اللون للوقوف علي مدي ايحاءاتها الملمسية وامكاناتها التصميمية البارامترية تمهيداً للاستفادة منها في تصميم المشغولة المعدنية

شكل (١٨) بعض التصميمات البارامترية المستوحاه من التصميم البارامتري للتفاصيل الداخلية لفطر عيش الغراب للمعلقة المعدنية وتأثيراتها اللونية ، كما نري التنوع في التصميم الواحد والذي يوضح الكم الهائل الذي يمكننا الحصول عليه من خلال التغيرات الطفيفة في التصميم الواحد والشكل المعقد والمتفرد لتصميم المشغولة (تصميمات باستخدام الحاسب الآلي)



شكل (١٩) بعض التصميمات البارامترية المستوحاه من التصميم البارامتري للتفاصيل الداخلية لفطر عيش الغراب وتأثيراتها اللونية باستخدام الحاسب الآلي

حدود البحث في تصميم وتنفيذ أعمال المعرض

- استخدمت الفنانة بعض أشكال فطر عيش الغراب سواء مفردة أو في تجمعات أو في شكل تفاصيل داخلية منها مما يحمل نموذجاً للتصميم البارامتري في الطبيعة كمصدر لاستلهام أعمال المعرض. وقد اختصت فطر عيش الغراب وأشكاله بالتناول حيث حفزت الجانب الإبداعي لديها ووجدت أنها تحمل صوراً متعددة لنظام التصميم البارامتري في الطبيعة.
- كما استلهمت الفنانة تصميماتها من الحركة الديناميكية للخطوط المكونة لشكل الخارجي لهيئة فطر عيش الغراب وتجمعاتها المميزة الهيئة الشكلية فسواء في حركة أشكالها أو تجمعاتها أو التعقيدات الشكلية لهيئاتها التفصيلية والتي تعبر عن التصميم البارامتري بوضوح.
- استخدمت الفنانة خامة النحاس الأصفر بشكل أساسي بالإضافة إلي النحاس الأحمر والألومنيوم بصور متعددة منه ، كما استخدمت بعض الأحجار في بعض الأعمال كقيمة جمالية مضافة للعمل.
- تم اختيار نوع وشكل الخامة المعدنية وغير المعدنية المضافة للنحاس الأصفر واختيار أساليب التشكيل لكل عمل بما يتناسب مع تصميم العمل.

الخامات المستخدمة في أعمال المعرض:-

نحاس أصفر سمك ٠,٨ مم و٠,٩ مم بالإضافة إلي نحاس أصفر و نحاس أحمر وألومنيوم(مطلي وملون) في شكل مسطحات وشرائح ذات سمك أقل وأسلاك متنوعة- أحجار وأصداف متنوعة الأشكال والأحجام بما يتناسب وتصميم العمل.

أساليب التشكيل المستخدمة في أعمال المعرض:-

قامت أعمال هذا المعرض على بعض أساليب التشكيل البسيطة والتي تستخدم في العملية التعليمية في كليات الفنون وكان الأسلوب الأساسي المستخدم هو الحفر علي المعدن باسلوب الزنكوغراف بالإضافة إلي بعض الأساليب الأخري ، كالتطعيم بمعادن أخري أو بأحجار وأصداف متنوعة واستخدام أساليب تشكيل ومعالجات سطح أخري في بعض الأعمال كالنشر والتفريغ والشق والتفليج والبرم والحني والثني والتطعيم سواء بالأحجار أو الأصداف أو المعادن الملونة الأخري والتشكيل بالبارز والغائروالطرق والأكسدة وغير ذلك.

كما تم استخدام التلوين بالحرارة والتلوين بالأكسدة والتطعيم بالأحجار كعوامل مضافة لخدمة ابراز تصميم العمل الفني.

وجميع أساليب التشكيل المستخدمة أساليب بسيطة تناسب مجال تدريس أشغال المعادن.

الاطار التطبيقي: أعمال المعرض:

قدمت الباحثة في هذا المعرض مجموعة من المعلقات المعدنية التي تميزت بالثراء والتنوع التصميمي ، فاستلهمت الباحثة أعمال معرضها الحالي من الأشكال البارامترية الموجودة في الطبيعة متمثلة في فطر عيش الغراب أو الماشروم ، والتي استلهمت من أشكاله الخارجية والداخلية والتي تحمل أشكالاً بارامترية معقدة ومتنوعة مابين الخطوط التكرارية والنقاط والنماذج الحيوية وغير ذلك ، لعمل تصميمات بارامترية للمعلقات المعدنية للمعرض بدون استخدام الحاسوب أو الكمبيوتر في بعض التصميمات ، كما استخدمت الحاسوب وبعض برامجه للمساعدة في عمل بعض التصميمات الأخري ثم قامت باختيار المناسب منها للتنفيذ ولاسلوب الحفر بالزنكوغراف ، مع اضفاء لمسات الفنانة بعد ذلك من أساليب التشكيل والخامات المعدنية والاحجار المتنوعة علي بعض المشغولات كونها مشغولة معدنية تحتاج لتفاعل الفنان معها لاخراج مشغولات

غير تقليدية تتميز بالفرادة والدقة والتعقيد في بعض الأحيان. اعتمدت الباحثة في المدخل الثاني والثالث علي تصميم أعمالهما بالاستفادة من التصميم البارامتري الموجود في فطر عش الغراب وتحليل أشكاله المتنوعة والمعقدة سواء الشكل العام الخارجي المتنوع بين كل نوع وآخر ، أو التنوع الموجود في التفاصيل الداخلية الدقيقة لتلك الأشكال المعقدة ثم قامت باختيار بعض التصميمات ونفذت أعمال المدخلين دون الاستعانة بالحاسوب .أما المدخل الأول فقد قامت الباحثة باستغلال الحاسوب في عمل العديد من التصميمات البارامترية من خلال الاستفادة من أشكال فطر عيش الغراب التي تحمل تصميماً بارامترياً ، فنتج عنها مجموعة متنوعة من التصميمات قامت باختيار بعضها لتنفيذ أعمال ذلك المدخل .

المدخل الأول

أعمال مستوحاة من التصميم البارامتري لفطر عيش الغراب باستخدام الحاسب الآلي:

اعتمدت أعمال هذا المدخل علي الاستعانة ببرامج الحاسب الآلي والتي قامت الفنانة بالتجريب في العديد منها بغرض التوصل إلي أفضل التصميمات البارامترية للمشغولة المعدنية ، والتي تتسم باضفاء صفة التعقيد الممنهج والتميز، بالإضافة إلي التجريد والتبسيط في الخطوط وتكراراتها ، والمستوحاة من أشكال عيش الغراب الداخلية والخارجية وتكراراتها المتنوعة والتي قامت علي التكرار والحذف والاضافة وغيرها من الصياغات التشكيلية معتمدة علي استخدام الحاسب الآلي وبرامجه في بناء تلك الصياغات التصميمية ، بهدف الحصول علي كم متنوع من التصميمات البارامترية المتعددة للمشغولة المعدنية ، ثم تم بعد ذلك الاختيار مابين تلك التصميمات التي قامت بانتاجها لاختيار أفضلهم للتنفيذ فكانت أعمال ذلك المدخل، وهي الأعمال من (١: ٧). اعتمدت أعمال هذا المدخل في تنفيذها علي أسلوب حفر الزنكوغراف علي ألواح النحاس الأصفر سمك ٠,٨ مم،و٠,٩ مم ، بالاضافة إلي بعض الأساليب التشكيلية الأخري في بعض الأعمال أواضافة بعض الخامات الأخري اذا احتاجت المشغولة لذلك في صياغتها ، كما تم صياغة التصميم الفني لبعض المشغولات بتغييرات بارامترية للتصميم الواحد أحياناً مما أثري تصميمها وسهل عملية الانتقاء من بينها للتنفيذ بشكل مناسب وميسر ، وخدمت كل منها جانب تصميمي يختلف عن الآخر رغم التشابه في الوحدات التفصيلية المستخدمة .

العمل الأول	مصدر الاستلهام
العمل رقم (١)	أجزاء تفصيلية داخلية لشكل فطر عيش الغراب المستوحي منه تصميم العمل(١)

تحليل العمل(١)

أبعاد العمل: ١٢×٢٢سم للجزء المعدني ومثبت علي خشب أبعاده ٢٤×٣٥ سم – العمل مستوحي من التصميم البارامتري في الطبيعة متمثلاً في فطر عيش الغراب.

خامات العمل: ألواح نحاس أصفر مثبتة علي خشب مكسي قشرة خشب باللون البني البندقي.

أساليب التشكيل : التلوين بالحرارة – حفر الزنكوغراف- الثني علي الثناية وذلك لأطراف العمل

الوصف العام والبعد التقني والجمالي للعمل

اعتمد بناء العمل الفني علي استخدام الحاسب الآلي بالاضافة إلي تكوين تصميم مستوحي من الأجزاء الداخلية لأشكال عيش الغراب المعروف بالماشروم (مصدر الاستلهام) والتي احتوت علي أشكال بارامترية طبيعية أثارت الهام الباحثة.

جاءت المشغولة معبرة عن التصميم البارامتري في الطبيعة برؤية فنية خاصة ، حيث اعتمد التصميم علي التشعب من نقطة في الجزء الأوسط يسار العمل ، تشعبت منه خطوط انسيابية لينة تنوعت في حركتها وسمكها لتعطي ثراءاً بصرياً مع وجود مسافات بينية تحمل فراغات وأجزاء وأشكال متنوعة مستوحاة كذلك من نفس مصدر الاستلهام ساعدت علي ابراز التنوع الملمسي للمساحات المكونة للعمل. بتأمل العلاقة بين أجزاء العمل وخطوطه نلاحظ ذلك التعقيد في التصميم والمستوحي من فطر عيش الغراب كمثال للتصميم البارامتري الطبيعي والذي حقق نوعا من الإيقاع ، فهي توحي من جهة بإيقاعات الألوان والخطوط المكونة للعمل ، وحركتها الخطية المتشعبة من الجزء الايسر السفلي ومن ناحية أخري بتكامل وتوافق ألوان التأثير الحراري مع لون النحاس الأصفر بشكل متكامل .

العمل الثاني	مصدر الاستلهام
العمل رقم (٢)	**أجزاء تفصيلية داخلية لعدة أشكال لفطر عيش الغراب المستوحي منه تصميم العمل(٢)**

تحليل العمل (٢)

أبعاد العمل: ١٢×٢٢سم – العمل مستوحي من التصميم البارامتري في الطبيعة متمثل في فطر عيش الغراب.

خامات العمل: ألواح نحاس أصفر مثبت علي خشب مكسي قشرة خشب باللون البني البندقي.

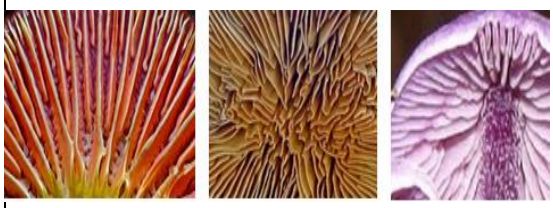
أساليب التشكيل : التلوين بالحرارة – حفر الزنكوغراف- الثني علي الثناية وذلك لأطراف العمل.

الوصف العام والبعد التقني والجمالي للعمل

اعتمد البناء التصميمي للمشغولة المعدنية علي استخدام الحاسب الآلي بالاضافة إلي الاستلهام من الأجزاء الداخلية لأشكال عيش الغراب المعروف بالماشروم (مصدر الاستلهام) والتي احتوت علي أشكال بارامترية طبيعية معقدة الخطوط بشكل تكراري جمالي انسيابي بهيئة خطوط متشعبة وخطوط عضوية متآلفة لتصميم بارامتري مميز.

كان للتلوين بالحرارة دوره في اظهار جمال التصميم الذي اتسم بتنوع وتكرار الخطوط والتي برزت في هيئات بارزة وغائرة بفعل حفر الزنكزغراف والذي كان له دور قوي في اخراج التصميم بشكل مميز يظهر تعقيدات شكلية ممنهجة مستوحاة من تفاصيل عيش الغراب الممثل للتصميم البارامتري في الطبيعة.

العمل في مجمله يحمل البساطة في انسيابية خطوطه وتآلفها وبساطة التشكيل أضفت عليه مسحة جمالية هادئة ، كذلك فالعمل اتسم بانسجام سواء في ألوانه أو في خطوطه وأشكاله رغم التفاصيل الدقيقة وتكرار وتتابع الخطوط المكونة لتصميمه وهو مايمثل التصميم البارامتري.

العمل الثالث	مصدر الاستلهام
	
العمل رقم (٣)	أجزاء تفصيلية داخلية لعدة أشكال لفطر عيش الغراب المستوحي منه تصميم العمل(٣)

تحليل العمل (٣)

أبعاد العمل: ١٢×٢٢سم – العمل مستوحي من التصميم البارامتري في الطبيعة متمثلة في فطر عيش الغراب

خامات العمل: ألواح نحاس أصفر مثبت علي خشب مكسي قشرة خشب مشطوف من الأطراف ومدهون باللون البني البندقي.

أساليب التشكيل التلوين بالحرارة – حفر الزنكوغراف- الثني علي الثناية وذلك لأطراف العمل.

الوصف العام والبعد التقني والجمالي للعمل

اعتمد البناء التصميمي للمشغولة المعدنية علي استخدام الحاسب الآلي والتكراريات المتعددة من خلاله لوحدات من فطر عيش الغراب والتي تحتوي في حد ذاتها علي التصميم البارامتري فجاء التصميم العام للمشغولة بشكل مميز.

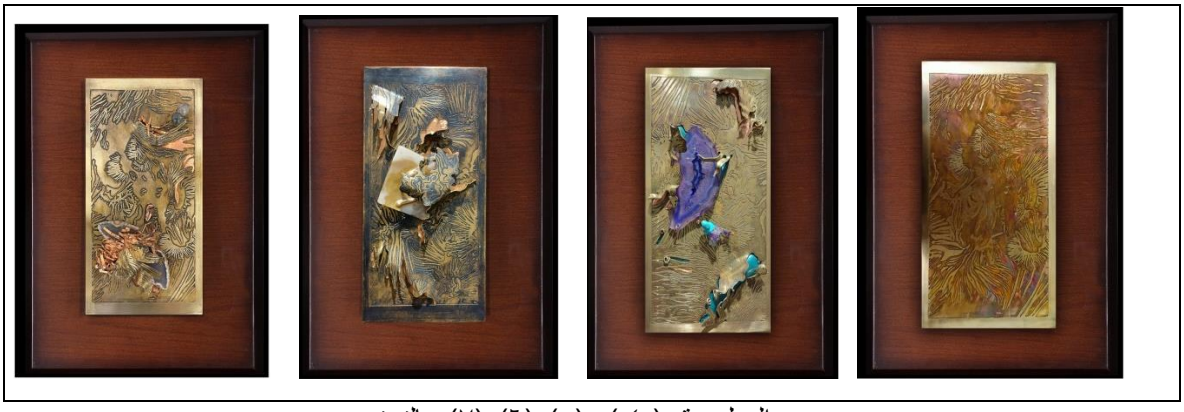
تتابع الخطوط داخل التصميم مع تراكباتها وانتشارها بصورة اشعاعية تارة ومتجاورة متراكبة تارة أحدث نوعاً من الحركة البصرية المميزة للعمل.

تنوع الخطوط وانتشارها مع تنوع المساحات المرتفعة والمنخفضة علي سطح العمل بفعل حفر الزنكوغراف أحدث نوع من التنوع الملمسي المميز والذي أكدته تباينات المساحات وتباين الألوان والتي برزت الملمس بشكل واضح.

انسيابية الخطوط داخل العمل وتآلفها بفعل برامج الحاسب الآلي أضافت لمسة جمالية معقدة رغم ماتبدو من بساطة ظاهرية ، أكدها تكرار وتتابع الخطوط المكونة لتصميمه وهو مايمثل التصميم البارامتري.

كان للتلوين بالحرارة دوره في جعل العمل مميزاً بالثراء اللوني بالاضافة لتلك المسحة المميزة للأكسدة البسيطة للمعدن والتي أكدت صورته الجمالية وبرزت التصميم بشكل جمالي مميز.

العمل الرابع والخامس والسادس والسابع



العمل رقم (٤) و(٥)و(٦)و(٧) بالترتيب

تحليل الأعمال (٤و٥و٦و٧)

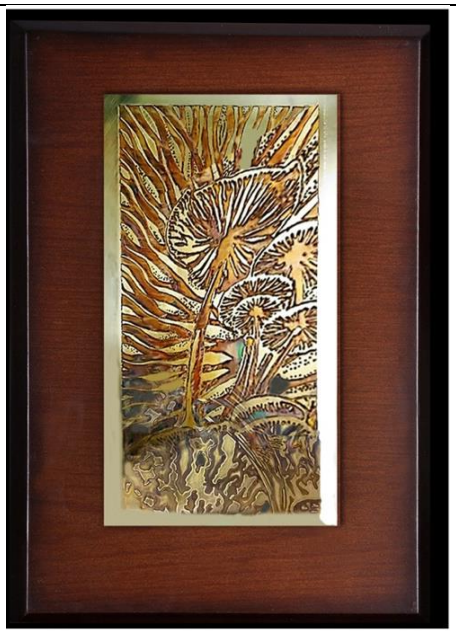
اعتمدت أساليب التشكيل الاساسية فيهم علي اسلوب حفر الزنكوغراف والعمل (٤) تم التلوين بالحرارة أما الأعمال (٥) و(٦)و(٧) فتم اضافة اسلوب النشر والحني والتفليج واضافة التطعيم بالمعادن الأخري مثل الالومنيوم الملون في العمل (٥) والنحاس الأحمر والأحجار والريبوسيه في الأعمال (٥و٦و٧) كذلك تم التلوين بالحرارة والاكسدة البسيطة في العملين (٥و٧) وتم أكسدة العمل (٦)

المدخل الثاني

أعمال مستوحاة من التصميم البارامتري للشكل العام والتفاصيل الداخلية لفطر عيش الغراب :

قامت أعمال هذا المدخل علي الاستلهام من الشكل العام لفطر عيش الغراب بشكل أساسي بالاضافة لبعض أجزاء من بعض تفاصيله الداخلية فاعتمدت علي التصميم البارامتري لفطر عيش الغراب المستوحي من شكله الخارجي وتفاصيله الداخلية والـــــذي يتنوع من شكل لآخر ، وهي الأعمـــــــال من (٨: ١٨) .

حرصت الفنانة علي اظهار القيمة الجمالية للهيئة الشكلية البارامترية لفطر عيش الغراب والتي تتنوع وتختلف من شكل لآخر ، بالإضافة إلي القيمة الجمالية والشكلية للتفاصيل الداخلية لبعض أجزاء فطر عيش الغراب المتنوعة الأشكال والهيئات كذلك ، والتي تحمل في طياتها تصميمات بارامترية طبيعية تخدم تصميم الأعمال الفنية وتضفي عليها مسحة من الجمال والتعقيد الممنهج .

العمل الثامن	مصدر الاستلهام
	
العمل رقم (٨)	**العمل رقم(٨) أشكال متنوعة لعيش الغراب وأجزاء تفصيلية داخلية لعدة أشكال منه المستوحي منهم تصميم العمل(٨)**

تحليل العمل (٨)

أبعاد العمل: ١٢×٢٢سم – العمل مستوحي من التصميم البارامتري في الطبيعة متمثلة في فطر عيش الغراب

خامات العمل: ألواح نحاس أصفر مثبت علي خشب مكسي قشرة خشب مشطوف من الأطراف ومدهون باللون البني البندقي.

أساليب التشكيل : التلوين بالحرارة – حفر الزنكوغراف- الثني علي الثناية وذلك لأطراف العمل.

الوصف العام والبعد التقني والجمالي للعمل

- قام البناء التصميمي للمشغولة علي الاستلهام من الشكل الجمالي العام ومن تفاصيل تلك الأجزاء الداخلية لأشكال عيش الغراب المعروف بالماشروم (مصدر الاستلهام) والتي حملت العديد من الأشكال البارامترية الطبيعية ذات الطابع المعقد في هيئته حيث تتابعت الخطوط بشكل تكراري جمالي انسيابي بهيئة متشعبة و عضوية متآلفة بشكل ايقاعي مميز.

- لعب استخدام الحرارة دوراً في انتاج العديد من الألوان التي تباين ظهورها من مكان لآخر داخل العمل مما كان له عظيم الأثر في احداث ايقاعاً مميزا بالاضافة لتلك الظلال التي احدثها استخدام الأحماض في الحفر والتي ظهرت بشكل واضح في تلك الأماكن المنخفضة من العمل فأحدثت بتباينها ابراز لجماليات مفردات تصميم العمل.

العمل التاسع	مصدر الاستلهام
العمل رقم (٩)	**شكل لعيش الغراب وجزء تفصيلي داخلي لشكل آخر لعيش الغراب المستوحي منهم تصميم العمل(٩)**

تحليل العمل (٩)

أبعاد العمل: ١٢×٢٢سم – العمل مستوحي من التصميم البارامتري في الطبيعة متمثل في فطر عيش الغراب

خامات العمل: ألواح نحاس أصفر مثبت علي خشب مكسي قشرة خشب مشطوف من الأطراف ومدهون باللون البني البندقي- شرائح نحاس أحمر سمك ٠,٤ مم

أساليب التشكيل : التلوين بالحرارة – حفر الزنكوغراف- الثني علي الثناية وذلك لأطراف العمل– الحني والثني- النشر(الشق) - التفليج- الطرق - الأكسدة البسيطة بالحرارة – التتطعيم بالمعادن الأخري –– القص والبرم .

الوصف العام والبعد التقني والجمالي للعمل

اشتملت المشغولة المعدنية علي أجزاء داخلية من فطر عيش الغراب وعلي شكل احد أشكال فطر عيش الغراب الذي يتميز بتنوع الملمس والشكل العام حيث اعتمد البناء التصميمي للمشغولة المعدنية علي الاستلهام من الأجزاء الداخلية لأشكال عيش الغراب المعروف بالماشروم (مصدر الاستلهام) والتي احتوت علي أشكال بارامترية طبيعية معقدة الخطوط بشكل تكراري جمالي انسيابي بهيئة خطوط متشعبة وخطوط عضوية متآلفة في تآلف وانسجام مع الشكل العام للماشروم بشكل مميز ومنسجم .

كان للتطعيم بالنحاس الأحمر دوره في ابراز جمال المشغولة حيث تنوعت مساحات اللون الأحمر وأشكاله الناتجة عن أساليب التشكيل المتنوعة وتضافرت مع مساحات لون النحاس الأصفر والذي تنوعت ملامس سطحه بدورها بين الخشن والناعم وتنوع أساليب التشكيل التي احتوتها مساحته .

تنوعت السطوح بين البارز والغائر بفعل الحفر للزنكوغراف مع تلك المساحات التي تم نشرها ومعالجتها بالحني والثني والتفليج وتطعيمها بالنحاس الأحمر والذي تم معالجة سطحه كذلك بأسلوب الريبوسيه لتبرز الشكل الجمالي للفطر والذي يؤكد التصميم البارامتري المستلهم من فطر عيش الغراب أو الماشروم .

اضافة النحاس الأحمر في تلك الفراغات الناتجة عن النشر والتفليج والحني للنحاس الأصفر تنوعت أساليب تشكيله مابين القص والبرم وبين التشكيل بالبارز والغائر مما ساهم في ابراز الايقاع الجمالي لخطوط وألوان المشغولة وملمسها وذلك بتنوع أساليب تشكيلها وخاماتها .

تنوعت خطوط تصميم المشغولة المعدنية والملامس التي تحتويها مابين خطوط منحنية طولية وخطوط عضوية متنوعة ، بالاضافة لتلك المساحات التي تركت دون ملامس لتظهر الملمس الناعم في التصميم والذي ساعد علي توضيح وابراز الملامس الخشنة وقوي من ظهورها وتوضيح جمالها بالاضافة لكونها تأخذ سطح ناعم لامع ساهم في ابراز الاشكال من فوقها ، ومع ذلك التنوع والاختلاف في الملامس والخطوط واتجاهاتها وأنواعها وسمكها ، كان هناك تآلف وانسجام عام للمشغولة ككل .

العمل العاشر	مصدر الاستلهام
العمل رقم (١٠)	أشكال لعيش الغراب وجزء تفصيلي داخلي لشكل آخر لعيش الغراب المستوحي منهم تصميم العمل(١٠)

تحليل العمل(١٠)

أبعاد العمل: ١٢×٢٢سم – العمل مستوحي من التصميم البارامتري في الطبيعة متمثلة في فطر عيش الغراب

خامات العمل: ألواح نحاس أصفر مثبت علي خشب مكسي قشرة خشب مشطوف من الأطراف ومدهون باللون البني البندقي- شرائح نحاس أحمر سمك ٠,٤ مم

أساليب التشكيل : التلوين بالحرارة – حفر الزنكوغراف- الثني علي الثناية وذلك لأطراف العمل– الحني والثني- النشر(الشق) - التفليج- الطرق– التتطعيم بالمعادن الأخري - التشكيل بالبارز والغائر.

الوصف العام والبعد التقني والجمالي للعمل

كان لاختيار شكل فطر عيش الغراب بالمشغولة المعدنية هنا كشكل أساسي والاستلهام من الأجزاء الداخلية لأشكال عيش الغراب المعروف بالماشروم(مصدر الاستلهام) كشكل مكمل أو أرضية للشكل ، حيث احتوي الشكل علي أشكال بارامترية طبيعية معقدة الخطوط بهيئة تكرارية جمالية انسيابية و خطوط متشعبة وخطوط عضوية متآلفة ، وكان لاختيار خطوط الخلفية اختيار مكمل متآلف ساهم في تكامله مع الشكل مع ابراز هيئة الشكل بصورة واضحة.

كان للتلوين بالحرارة دوره في اظهار جمال التصميم سواء التلوين علي المعدن الأساسي بالمشغولة وهو النحاس الأصفر أو علي المعدن المضاف والمطعم به وهو النحاس الأحمر ولكل منهم تنوع لوني مختلف ، أما خطوط التصميم والذي أظهرها الحفر بالزنكوغراف اتسمت بالتنوع والتكرار فبرزت في هيئات بارزة وغائرة بفعل الحفر والذي ساهم في اخراج التصميم بشكل مميز ظهر في هيئة تعقيدات شكلية ممنهجة من تفاصيل عيش الغراب الممثل للتصميم البارامتري في الطبيعة.

العمل الحادي عشر والثاني عشر والثالث عشر والرابع عشر

الأعمال (١١و١٢و١٣و١٤) بالترتيب

تحليل الاعمال (١١و١٢و١٣و١٤)

تم اعتماد كل من العمل ١١و١٢و١٣ علي اسلوب الحفر بالزنكوغراف والنشر والتفليج والطرق والحني والتطعيم بالمعادن الأخري والأحجار والتلوين بالحرارة أما العمل (١٤)فتم الاعتماد علي اسلوبي الحفر بالزنكوغراف والتلوين بالحرارة.

العمل الخامس عشر والسادس عشر والسابع عشر والثامن عشر

الأعمال (١٥و١٦و١٧و١٨) بالترتيب

تم الاعتماد علي اسلوبي الحفر بالزنكوغراف والتلوين بالحرارة فقط في تنفيذها.

المدخل الثالث أعمال مستوحاة من التصميم البارامتري الموجود في التفاصيل الداخلية لفطر عيش الغراب:

اعتمدت أعمال هذا المدخل في تصميمها علي الاستلهام من التصميم البارامتري المستوحي من التفاصيل الداخلية الدقيقة لفطر عش الغراب (الماشروم) ، والتي قامت علي التكرار والحذف والاضافة وغيرها من الصياغات التشكيلية بدون استخدام الحاسب الآلي ، للحصول علي كم متنوع من التصميمات ، والتي اشتملت علي الأعمال من (١٩:٢٣).

العمل التاسع عشر

العمل رقم(١٩)

تحليل العمل (١٩)

أبعاد العمل: ١٢×٢٢سم – العمل مستوحي من التصميم البارامتري في الطبيعة متمثلة في فطر عيش الغراب

خامات العمل: ألواح نحاس أصفر مثبت علي خشب مكسي قشرة خشب باللون البني البندقي

أساليب التشكيل : التلوين بالحرارة – حفر الزنكوغراف- الثني علي الثناية وذلك لأطراف العمل

العمل العشرون

العمل رقم (٢٠)

تحليل العمل (٢٠)

أبعاد العمل : ١٢×٢٢سم – العمل مستوحي من التصميم البارامتري في الطبيعة متمثلة في فطر عيش الغراب

خامات العمل: ألواح نحاس أصفر مثبت علي خشب مكسي قشرة خشب باللون البني البندقي .

أساليب التشكيل : التلوين بالحرارة – حفر الزنكوغراف- الثني علي الثناية وذلك لأطراف العمل

العمل الحادي والعشرون

العمل رقم (٢١)

تحليل العمل (٢١)

أبعاد العمل: ١٢×٢٢سم – العمل مستوحي من التصميم البارامتري في الطبيعة متمثلة في فطر عيش الغراب

خامات العمل: ألواح نحاس أصفر مثبت علي خشب مكسي قشرة خشب باللون البني البندقي

أساليب التشكيل : التلوين بالحرارة – الأكسدة في بعض الأماكن البسيطة – حفر الزنكوغراف

العمل الثاني والعشرون

العمل رقم (٢٢)

تحليل العمل (٢٢)

أبعاد العمل: ١٢×٢٢سم – العمل مستوحي من التصميم البارامتري في الطبيعة متمثلة في فطر عيش الغراب

خامات العمل: ألواح نحاس أصفر مثبت علي خشب مكسي قشرة خشب باللون البني البندقي

أساليب التشكيل التلوين بالحرارة – الأكسدة البسيطة – حفر الزنكوغراف- الثني علي الثناية وذلك لأطراف العمل.

العمل الثالث والعشرين

العمل رقم (٢٣)

تحليل العمل (٢٣)

أبعاد العمل: ١٢×٢٢سم – العمل مستوحي من التصميم البارامتري في الطبيعة متمثلة في فطر عيش الغراب

خامات العمل: ألواح نحاس أصفر مثبت علي خشب مكسي قشرة خشب مشطوف من الأطراف ومدهون باللون البني البندقي .

أساليب التشكيل: التلوين بالحرارة – حفر الزنكوغراف- الثني علي الثناية وذلك لأطراف العمل.

نتائج البحث وتحليلها

من خلال ماتم عرضه من معلومات وتطبيقات وأعمال تم تحليلها نستنتج النتائج التالية:

- أشكال فطر عيش الغراب كأحد أشكال التصميم البارامتري في الطبيعة ، تحمل تصميماً بارامترياً فريداً أمكن الاستفادة منه في اثراء تصميم وتنفيذ المشغولة المعدنية .

- صياغة أعمال المعرض باستخدام حفر الزنكوغراف أعطي امكانية كبيرة في ابراز التصميمات والتعبير بشكل أبسط عن التصميم البارامتري المتسم بالتعقيد.

- أساليب التشكيل ومعالجة السطح يمكن أن تتنوع لتؤدي الهدف المرجو من التصميم ويمكن أن يحمل العمل أسلوب واحد فقط لكنه حقق الهدف المرجو التعبير عنه .

- أمكن الاستفادة من برامج الحاسب الآلي المتنوعة في التوصل الي تصميمات متعددة للمشغولة المعدنية واعطاء بدائل عديدة لسهولة الاختيار منها للتنفيذ النهائي دون اهدار للخامة المعدنية.

- تناول عيش الغراب كأحد أمثلة التصميم البارامتري أثري تصميم المشغولة المعدنية بشكل حقق نوعاً من الطلاقة الفكرية في أعمال المعرض بإضفاء القليل من التعقيد الممنهج في التصميم بشكل جمالي.

توصيات ومقترحات البحث

- توصي الباحثة بأهمية إجراء المزيد من التجريب والتدريب علي استخدام الماكينات الحديثة مثل ماكينة ال cnc لتيسير عمليات معالجة الأسطح في المشغولة المعدنية ، بالاضافة إلي التجريب في عمل سبائك معدنية لينة وزهيدة الثمن للتجريب عليها في الماكينة وتسهيل عملها.

- إعطاء الطبيعة اهتماماً أكبر من التأمل والبحث والربط بينها وبين العلوم الحديثة والتطور التكنولوجي لخدمة مجال أشغال المعادن .

مراجع البحث

المراجع العربية

1- أحمد يحي عبد الرحمن راشد وآخرون:" التصميم البارامتري كمدخل لاستلهام الطبيعة في تصميم المنتجات"،مجلة العمارة والفنون والعلوم الانسانية العدد الرابع عشر، المجلد الرابع، مارس وابريل ٢٠١٩م.

A7med yehia 2bdel-Rahman Rashed w 25ron :"eltasmem 2l baramtry kmd5l l 2stlham 2l tabe3a x tasmem 2l montagat ",maglet 2l3mara w el xnon w el3lom el 2nsania 2l3dd elrab3 3ahr , 2lmogald elrab3 ,Maris w April 2019 m.

2- أيسر فاهم وناس:"الاتجاه التشكيلي في الفن المعاصر"،مقال منشور ، ويكبيديا ، الموسوعة الحرة البريطانية ، ٢نوفمبر ٢٠١٣.

2isar fahm w nas :" el2tegah eltashkely x elfn el mo3aser " ,maqal manshour,wekepedia,elmawso3a el hora elbretania 2 November 2013

3- أيسر فاهم وناس:" مورفولوجيا التصميم البارامتري كمدخل لاثراء الأشكال المتعددة الأسطح""، رسالة دكتوراه، كلية التربية الفنية،جامعة حلوان،٢٠١٦.

2isar fahm w nas :"morphologia eltasmem 2l barametry kmd5l l 2thraa el24kal elmot3ddet el2sto7 "", resalt doctorah kolet el Tarbia elfania,Gam3t helwan 2016.

4- أيمن علي جودة وآخرون:" مدي تأثير التطور الرقمي للتصميم البارامتري علي تصميم الوحدات المعمارية الخزفية"، مجلة العمارة والفنون والعلوم الانسانية، المقالة ١١، مجلد ٥ ، العدد٢٠،شتاء ٢٠٢٠ .

Ayman ali Goda w 25roon" mada t2thir el tatwer el raqamy ll tasmem el barametry 3la tasmem el wa7dat el m3maria el5zafia" maglt el3mara w elfenon w el3loom el2nsania , elmaqala 11 ,moglad 5 ,el 3dd 20 ,sheta2 2020.

5- سماء أحمد وحيد:"التصميم البارامتري كأداة لتنمية الابتكار في تصميم الحلي"المؤتمر الدولي الرابع لكلية الفنون التطبيقية(ابداع –تصميم-انتاج –تنافسية)،مجلة التصميم الدولية،٢٠١٦.

Samaa Ahmed Wa7ed :" eltasmem el barametry k adaah l tanmyt el 2btekar x tasmem el 7oly " el mo2tamer el dawly el rab3 l kolyt el fenon el tatbe2ia (ebda3-tasmem-entag-tnafosia),maglet el tasmem el dawlia 2016

6- شيماء سمير عبد المنعم عباس وآخرون:"استحداث تراكيب للزخرفة الهندسية الاسلامية باستخدام التصميم البارامتري"،مجلة التراث والتصميم ، المجلد الأول ، العدد الثالث، يونيو ٢٠٢١.

Shimaa Samir Abdelmen3m Abas w 25roon :" este7dath trakeb ll za5rafa el7andasia el eslamia b este5dam el tasmem el barametry "maglet eltorath w el tasmem , mogalad el Awal , el 3dd el thaleth,yonio 2021

7- عبير سويدان وآخرون:" تصميم أزياء مقتبسة من العمارة البارامترية للمرأة المصرية المعاصرة"، مجلة العمارة والفنون والعلوم الانسانية، المقالة ١١، مجلد ٥ ، العدد ٢٠ ، شتاء٢٠٢٠.

Abeer Swedan w 25roon:"tasmem Azyaa moqtabsa mn el3mara el barametria ll mar2a el masrya el mo3asra",maglet el 3mara w elfenon w el3loom el 2nsania ,elmqala 11 ,mogalad 5 , el 3dd 20 ,shetaa 2020

8- ليلي جمال عبد العزيز حسن بدران : " توظيف الوسائط المتعددة في تناول المتغيرات الشكلية للعنصر الطبيعي كمصدر للتصميمات الزخرفية " ، رسالة ماجيستير ، كلية التربية الفنية ، جامعة حلوان ، ٢٠١٠.

laila Gamal AbdelAziz Hassan Badran:"tawzef el wsa2t el mot3dda x tnawl elmot8yrat el 4klia ll3nsor el tabe3y k masder leltasmemat elzo8rofia ",resalt magaster,kolyt el tarbia elfania,gam3t helwan,2010

9- محمود محسن علي وآخرون:" أثر النمذجة البارامترية في تصميم البلاطات الزجاجية للعمارة"، مجلة العمارة والفنون والعلوم الانسانية، المقالة ١١، مجلد ٥ ، العدد١٩،يناير وفبراير ٢٠٢٠.

Mahmoud Mohsen Ali w 25roon:"2ther el namzga el barametria x tasmem el blatat el zogagia lel3mara"maglet el3mara w el fenon w el3lom el2nsanya ,elmaqala 11 ,mogalad 5 ,el 3dd 19 ,yanair w febrair 2020

10- ياسر علي معبد فرغلي، الأمير أحمد شوقي أحمد عريبة ويارا بركات ابراهيم الارشل:"إشكالية التطبيقات البارمترية كمدخل لاتجاه البارامترسيز"،مجلة التصميم الدولية ، ٢٠١٨ ،مج٨،ع ٣.

yasser Ali Ma3bd fara8ly,el2mir Ahmed Shaw2y Ahmed Ariba w yara Barakat Ibrahim el 2r4l ;"24kalia el tatbekat el barametria k mad5l letegah elbarametrsez",magalt eltasmem eldawlia 2018 ,magalt 8 , el 3dd 3

11- يمني خالد:" الاتجاه البارامتري في التصميم الداخلي وتطبيقه علي المعارض التجارية الدولية" ، رسالة ماجيستير غير منشورة ، كلية الفنون التطبيقية ،قسم التصميم الداخلي والأثاث، جامعة حلوان ، ٢٠١٦ .

youmna khaled:"el 2tegah el barametry x el tasmem el da5ly w tatbe2o 3la elm3ared el togaria el dawlia ",Resala magaster 8er manshora , kolyt el fenon el tatbyqia , qesm el tasmem el da5ly w el 2sas , gam3t helwan ,2016

المراجع الأجنبية

12- Hudson,Robert.:"Strategies for parametric design in architecture. An application of practice led research.", Doctor of Philosophy,University of Bath,Department of Architecture and Civil Engineering ,2010 ,p22

13- Mohamed-Anis Gallas,Kevin Jacqut, "Parametric Modeling:An Advanced Design Process for Architectural Education,2016.

14-Lpek Gursel Dino-et al:"Creative design exploration by Parametric generative Systems in architecture,METU,JFA,London,2008

15- Luigi Moretti:"Ricerca Mathematicain Archibe Bura Moebius" IB no,

مواقع الانترنت

16https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%B9%D9%8A%D8%B4_%D8%A7%D9%84%D8%BA%D8%B1%D8%A7%D8%A813

، ويكيبيديا ، الموسوعة الحرة ، ٣٠سبتمبر ٢٠٢٢.

17https://albenaamag.com/2017/11/28/%d8%a7%d9%84%d8%b9%d9%85%d8%a7%d8%b1%d8%a9-

الهوامش

i

[i]) ليلي جمال عبد العزيز حسن بدران : " توظيف الوسائط المتعددة في تناول المتغيرات الشكلية للعنصر الطبيعي كمصدر للتصميمات الزخرفية " ، رسالة ماجيستير ، كلية التربية الفنية ، جامعة حلوان ، ٢٠١٠، ص١١٧.

[i]) محمود محسن علي وآخرون:" أثر النمذجة البارامترية في تصميم البلاطات الزجاجية للعمارة"، مجلة العمارة والفنون والعلوم الانسانية، المقالة ١١، مجلد ٥ ، العدد١٩،يناير وفبراير ٢٠٢٠، ص٢٣٧ .

[i]) عبير سويدان وآخرون:" تصميم أزياء مقتبسة من العمارة البارامترية للمرأة المصرية المعاصرة"، مجلة العمارة والفنون والعلوم الانسانية، المقالة ١١، مجلد ٥ ، العدد ٢٠ ، شتاء٢٠٢٠، ص٦٦ .

[v]) أيمن علي جودة وآخرون:" مدي تأثير التطور الرقمي للتصميم البارامتري علي تصميم الوحدات المعمارية الخزفية"، مجلة العمارة والفنون والعلوم الانسانية، المقالة ١١، مجلد ٥ ، العدد٢٠،شتاء ٢٠٢٠، ص ٢٤.

[v]) أحمد يحي عبد الرحمن راشد وآخرون:" التصميم البارامتري كمدخل لاستلهام الطبيعة في تصميم المنتجات"،مجلة العمارة والفنون والعلوم الانسانية العدد الرابع عشر، المجلد الرابع، مارس وابريل ٢٠١٩م، ص٢٨.

[v]) ياسر علي معبد فرغلي، الأمير أحمد شوقي أحمد عربية ويارا بركات ابراهيم الارشل:"إشكالية التطبيقات البارمترية كمدخل لاتجاه البارامترسيزممجلة التصميم الدولية ، ٢٠١٨ ،مج٨،ع ٣ ،ص١٩٠.

[v]) Hudson,Robert.:"Strategies for parametric design in architecture. An application of practice led research.", Doctor of Philosophy,University of Bath,Department of Architecture and Civil Engineering ,2010 ,p22

[i]) أيسر فاهم وناس: :" مورفولوجيا التصميم البارامتري كمدخل لاثراء الأشكال المتعددة الأسطح""، رسالة دكتوراه، كلية التربية الفنية،جامعة حلوان،٢٠١٦، ص٨٨ .

[x]) يمني خالد:" الاتجاه البارامتري في التصميم الداخلي وتطبيقه علي المعارض التجارية الدولية" ، رسالة ماجيستير غير منشورة ، كلية الفنون التطبيقية ،قسم التصميم الداخلي والأثاث، جامعة حلوان ، ٢٠١٦ ، ص٣١.

[x]) شيماء سمير عبد المنعم عباس وآخرون:"استحداث تراكيب للزخرفة الهندسية الاسلامية باستخدام التصميم البارامتري"،مجلة التراث والتصميم ، المجلد الأول ، العدد الثالث، يونيو ٢٠٢١، ص٧.

[x]) أيسر فاهم وناس:"الاتجاه التشكيلي في الفن المعاصر"،مقال منشور ، ويكيبيديا ، الموسوعة الحرة البريطانية ، ٢نوفمبر ٢٠١٣.

[x] (https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%B9%D9%8A%D8%B4_%D8%A7%D9%84%D8%BA%D8%B1%D8%A7%D8%A8 ، ويكيبيديا ، الموسوعة الحرة ، ٣٠سبتمبر ٢٠٢٢.

[x] (Mohamed-Anis Gallas,Kevin Jacqut, "Parametric Modeling:An Advanced Design Process for Architectural .Education,2016

[x]) أيسر فاهم وناس: :" مورفولوجيا التصميم البارامتري كمدخل لاثراء الأشكال المتعددة الأسطح""، مرجع سابق ، ص ٩٧ .

[x]) أيسر فاهم وناس:" مورفولوجيا التصميم البارامتري كمدخل لاثراء الأشكال المتعددة الأسطح""، مرجع سبق ذكره ، ص٨٧ .

[x] (Lpek Gursel Dino-et al:"Creative design exploration by Parametric generative Systems in .architecture,METU,JFA,London,2008 ,P.16,17.

[x] .Luigi Moretti:"Ricerca Mathematicain Archibe Bura Moebius" IB no,1971,p207. (

[x] (https://albenaamag.com/2017/11/28/%D8%A7%D9%84%D8%B9%D9%85%D8%A7%D8%B1%D8%A9

[x] (https://albenaamag.com/2017/11/28/%D8%A7%D9%84%D8%B9%D9%85%D8%A7%D8%B1%D8%A9

[x]) سماء أحمد وحيد:"التصميم البارامتري كأداة لتنمية الابتكار في تصميم الحلي"المؤتمر الدولي الرابع لكلية الفنون التطبيقية(ابداع –تصميم–انتاج –تنافسية)،مجلة التصميم الدولية،٢٠١٦، ص٥ .

[x]) نفس المرجع السابق٢٠١٦،ص٦.