مقال تقنى

جماليات البنية الشكلية للتصميم الرقمي ثلاثي الابعاد لاستحداث مشغولات حلي معاصرة.

* تريز مجدي رياض رزق
* الدارسة بمرحلة الدكتوراه، قسم التربية الفنية، تخصص أشغال معادن، كلية التربية النوعية، جامعة القاهرة.
البريد الإليكتروني:treazmr@gmail.com

تاريخ المقال:

- **تاريخ تسليم البحث الكامل للمجلة: 08 أكتوبر 2022**
- **تاريخ القرار الأول لهيئة التحرير: 14 أكتوبر 2022**
- **تاريخ تسليم النسخة المنقحة: 04 ديسمبر 2022**
- **تاريخ موافقة هيئة التحرير على النشر: 05 ديسمبر 2022**

الملخص:

للحلي تصميم جمالي خاضع لضوابط ومعايير شكلية تفرضها تنوعاتها تبعاً للغرض الوظيفي المعد من أجلة، والاتجاهات الاقتصادية والثقافية والاجتماعية التي تعكسها سمات الشعوب المختلفة، مما يتطلب حلول تصميمة وتقنيات بنائية متغيرة، ونظراً لمتغيرات الزمن وما تحدثه من طرق انتاج جديدة للتصميم وأدوات التشكيل التي تحمل سمات العصر، هذا يتسبب في توسيع حدود الخامة المعدنية وتوظيفها فنياً وتشكيلياً، والعمل علي تحقيق تكاملية البنية الشكلية عن طريق تنظيم مجموعة من العناصر البصرية الاساسية كالـ (النقطة، والخط، واللون، وغيرهم) التي تتكون من خلالهم تأثيرات شكليه غير محدودة، تمثل التصميم والخامة والتقنية، التي تمر بمراحل من التبديل، التعديل، الحذف، الإضافة وغيرها من أساليب التصرف الشكلي، لتكوين نمط الشكلي خاص بالفنان، وهذا ما تحققه بدقة استخدام النظم الرقمية ثلاثية الابعاد من خلال نظم (الكادcad) في تكاملية عناصر التصميم لإنتاج مشغولة الحلي المعدني من بداية عرض الأفكار، وتحليلها، وتقييمها، وتطويرها، حتي يعطي عدد لا نهائي من البدائل للتصميم الواحد بسرعة ودقة اعلي من استخدام الطرق التقليدية.

الكلمات المفتاحية: *البنية، التركيب البنائي، البنية الشكلية، التصميم الرقمي، ثلاثي الابعاد.*

مقدمة البحث:

يعتبر الحلي من المصنفات المعدنية التي تظهر سمات تعبيرية وتشكيلة عديدة، فهي بمثابة البوصلة التي تشير إلي الاتجاه المعرفي والاقتصادي والفني للثقافات عبر العصور، فقد كان ومازال من أهم أنواع الفنون التشكيلية التي برع فيها الإنسان، فقد ارتبط حب الإنسان بالحلي إلي اختيار انسب الخامات والطرق التي تتناسب مع صياغة مشغولاته، لذا ففناني الحلي دائمين البحث لإيجاد حلول ابتكاريه لتصاميم تناسب احتياجاتهم، فعليهم الكشف دائما عن الوسائط الجديدة والمثيرات المتنوعة، داخل كل مصدر من مصادر الاستلهام المتعددة.

"فالاستلهام في الفن من إحدى المحركات الأساسية لعمليات التصميم، التي تتوقف عليها ملامح العمل الفني وطبيعته التشكيلية والوظيفية، للتعبير عن مدي التقدم والمواكبة الحضارية، فالمصمم الجيد هو ما يستغل مصادر متعددة وأساليب متنوعة لإنتاج مفرداته الخاصة النابعة من المؤثرات التي تحيط به والتي تدعوه للتفكير والتأمل والتحليل من خلال عمليات التبديل والتحوير وإعادة التنظيم التي تكون نتاج لثقافة الفنان وخبراته التي يجب أن تتطور دائماً من خلال التأثر بالمناخ التكنولوجي المتقدم". (سهيل ياسر، 2012م، ص 32، 33)

لذا فكان علي الفنان المصمم تجريب نظم التصميم الحديثة (الرقمية) "وفاعليتها في إيجاد العديد من الحلول، للكثير من المشكلات التي كانت تعوق تنفيذ العديد من الأفكار، فقد أصبحت هناك ضرورة ملحة لإدخال هذه التقنيات على الاعمال الفنية وذلك لإثرائها، ولتنفيذ معالجات تشكيلية لا حصر لها في مراحل التصميم والاعداد، هذا ما يترك العنان للفنان للابتكار والابداع دون قيد، ويساعد المصمم لإيجاد بدائل وحلول تصميمة لحل المشكلات التي تطرأ علي التصميم أحياناً في كثير من مراحل قبل التنفيذ". هذا وفق منظومة فنية تمثل قواعد واشتراطات ملزمة للمصمم، لتحقيق مجموعة من السمات الجمالية بالشكل مثل الاهتمام بتحقيق الترابط والوحدة، والاتزان، والايقاع، وغيرهم. (محمد الدسوقي عثمان شيماء، 2018م، ص 334،333)

فتتيح برامج النمذجه الرقمية إمكانية تصميم نموذج رقمي مرئي غير ملموس لرسم صورة تمثل ما يتخيله الفنان المصمم بالاعتماد على الكمبيوتر، وإمكانات التغير الشكلي السريع عن طريق الحذف والإضافة والتبديل بين الوحدات المكونة للمشغولة لإيجاد بدائل تصميمية متنوعة لإتاحة الفرصة لاختيار أفضل الحلول التشكيلية من حيث الشكل والوزن والتكلفة المادية لسهولة عملية اتخاذ القرار. (شكل رقم 1)

(شكل رقم 1)

شكل يوضح الفرق بين النماذج التصميم اليدوي والرقمي للحلي المعدني [24]

مما سبق جاءت فكرة البحث في رصد عوامل البنائية للتصميم و محاولة إضافة صور جمالية متنوعة علي النموذج الواحد للمشغولة المعدنية بطرق أسرع وادق من الطرق اليدوية ، باستخدام النظم ثلاثية الابعاد للتصميم الرقمي، الذي قد يؤدي إلي تعمق رؤية الفنان ويجعل هذه التجربة مجالاً خصباً للتجريب والابتكار، مما يساهم بدورة في تنمية ودعم مجال أشغال المعادن بصفة عامة وتصميم الحلي المعدني خاصة برؤية جديدة، وفق معايير تحددها العلاقة المتبادلة بين كل من الشكل والتصميم والخامة والوظيفة، وقواعد اختيار كل منها لتنفيذ المشغولة المعدنية، من هذا المنطلق يمكن تحديد مشكلة البحث في التساؤل التالي:

مشكلة البحث:

- إلي أي مدي يمكن الإفادة من النظم الرقمية ثلاثية الابعاد في استحداث البنية الشكلية لتصميم الحلي المعدني المعاصرة؟

فروض البحث:

- يمكن استخدام تقنيات التصميم الرقمي ثلاثي الابعاد في تحقيق معالجات تصميمة لا حصر لها ببنية المشغولة الشكلية، والتي تعطي رؤية متكاملة للتصميم قبل التنفيذ.

أهمية البحث:

ترجع أهمية البحث الحالي إلى ما يلي:

- الإفادة من متغيرات البنية الشكلية للتصميم المرتبطة بالقيم الفنية لضمان تعزيز الرؤية وفاعلية الإداء الوظيفي للمشغولة.

- استثمار النظم الرقمية في بناء مشغولات حلي معدني التي تتصف بالطلاقة والمرونة في التصميم.
- تطوير الفكر الابتكاري لتصميم مشغولات الحلي المعدنية باستخدام النظم الرقمية ثلاثية الابعاد.

أهداف البحث:

يهدف البحث إلى تحقيق ما يلي:

- الاستفادة من التطور التكنولوجي للنظم الرقمية للتصميم ثلاثي الابعاد.
- تطوير الفكر الابتكاري في البناء التصميمي لمشغولات الحلي المعدني بالنظم الرقمية ثلاثية الابعاد.
- تنمية المهارات الفكرية لدي المصمم من خلال قدرته على التكيف مع المشكلات التصميمة وتحليلها.
- تطوير المحتوي العلمي والتربوي لتصميم الحلي المعدني لاستيعاب استخدام برامج (Matrix9, Rhinoceros 6) في العملية التعليمية للتصميم.
- تحديد العلاقة بين كل من (التصميم والشكل والوظيفة والخامة) في مشغولة الحلي المعدنية.

حدود البحث:

- استخدام برامج (Matrix9, Rhinoceros 6) لتصميم نماذج ثلاثية الابعاد للحلي المعدني.
- دراسة عناصر بناء الشكل عامة، والعوامل المؤثرة على البنية الشكلية لتصميم مشغولات الحلي باستخدام النظم الرقمية ثلاثية الابعاد.

منهجية البحث:

- يتبع البحث المنهج الوصفي التحليلي في عرض وتحليل عناصر البناء الشكلي والمعايير التي يجب اتباعها لتصميم جيد لمشغولة الحلي المعدنية، في ظل استخدام النظم الرقمية ثلاثية الابعاد للمساعدة في عمليات التجريب والتقييم والتقويم واتخاذ قرار قبل البدء في مرحلة التنفيذ.

<u>إجراءات البحث:</u>

الإطار النظري للبحث:

مرحلة التصميم تعتبر هي المرحلة الابتكارية الاولي والاهم في تنفيذ أي عمل فني وبمجال اشغال الحلي المعدني بصفة خاصة، لأنه يتعامل على مساحات دقيقة جدا لا تتعدي المليمترات، فيجب حساب كل جزء بدقة قبل التنفيذ لتجنب إهدار الخامات الثمينة التي تصنع منها.

ومن منطلق تحسين ورفع كفاءة وجوده الأعمال الفنية التطبيقية ودور للتصميم الرقمي لتحقيق هذا، ليكون بمثابة تجهيزات فنية جديدة تستخدم كأداة تشكيلية تندمج مع الفنان لتكوين فريق عمل واحد لحل مشكلات التصميم، لما يمكن أن ينتجه من بدائل شكلية متعددة، فعلي الفنان المصمم أن يختار أنسب الأساليب التي تساعده لتحقيق أهدافه الفنية وفق معايير وأسس جمالية، تجمع بين الطرق اليدوية والاستخدام الأمثل لما يقدمه المجتمع من تكنولوجيا الآلات والأدوات بهدف زيادة فاعلية الأداء وتيسير عملية تصميم وانتاج الأعمال التي تتسم بالدقة والمعاصرة.

فتغيير المفاهيم الفكرية للفنان المصمم والمنفذ لمشغولات الحلي المعدنية من منطلق استخدام وسائط تشكيلية جديدة ذات إمكانات تقنية تؤدي بدورها تغيير في مفهوم الصياغة التقليدية التي تؤثر بالتابعية على إثراء التعبير الفني للمشغولة ككل، "فالنمذجة (*)[25] هي واحدة من أهم عمليات التصميم وتنفيذ مشغولات الحلي المعدنية ومراحل إنشاءه تتضمن قدراً كبيراً من أساليب العرض وتقنيات التشكيل سواء في بناء النموذج وإعادة صياغتها بما يتلاءم مع متغيرات الشكل والوظيفة". (سماء احمد وحيد مصطفي، 2009م، . ص 84)

ومن الجهة التعليمية "تعتبر عملية التعليم والتعلم التي تساعد على تهيئة تصور حاسوبي (computer visualization) باستخدام الكمبيوتر الافتراضي، لتهيئة البيئة المناسبة للاكتشاف والابتكار، وتحسين خبرات التعلم"، والتي من أشهر هذه البرامج في مجال تصميم الحلي: (Art Cam Jewel Smith, Rhinoceros, 3DMAX, Matrix). (محمد حمدان، 2015م، ص 148)

فتصميم وتنفيذ نماذج من خلال النظم الرقمة، وتطبيقها في مجال التربية الفنية بصفة عامة وبمجال أشغال المعادن بصفة خاصة، ينشئ حالة ديناميكية للتعرف على نتائج تفاعل العناصر المكونة للنموذج والتركيب والتجميع والتغيير فيما بينهم لعمل تجميعات وتراكيب وعلاقات متعددة غير تقليدية للشكل الواحد.

علاوة على ذلك فإنها تعمل على مد المصمم بشبكة معلومات، ووسائط تخزين مختلفة للبيانات لعمل أرشيف من الزخارف بمراحل تصميمها، حيث يمكن الرجوع إليها في أي وقت، هذا ما أدي إلى ظهور جيل من المصممين لديهم القدرة على استخدام نظم الرقمية كـ(الكاد cad) " (computer aided design) أي التصميم بمساعدة الكمبيوتر، وهي عبارة عن أدوات تستخدمها من قبل

(*) النمذجة: التمثيل في العروض الرياضية لإظهار بناء أو مظهر بأنظمة حاسوبية، لتكون بمثابة عملية تمثيل رياضي لأي سطح أو مجسم باستخدام برامج متخصصة، لإعطاء نماذج ثنائية أو ثلاثية الأبعاد تكون أقرب إلى الواقع المادي.

بعض التطبيقات، التي تعمل على تطوير التصميم في شكل ثلاثي الابعاد، بحيث تمكن المصمم من فحص النماذج ومتطلبات الأداء التصميمي بكل دقة". (Nageswre RAO، Posinasetti، 2010، P2)

فهي تمتلك "كلا من إمكانية الرسم الثنائي الابعاد منخفضة الأداء والثلاثي الابعاد عالية الأداء، وتعد الرسومات ثلاثية الابعاد مهمة لتصميم العناصر المادية كما ستظهر فعلياً في الواقع حيث يمكن رؤية العناصر الثلاثية الابعاد المرسومة من نقاط رؤية متعددة عن طريق تدويرها وإضافة لون وملمس وتفاصيل الظل للنموذج لجعل العناصر تظهر بشكلها الحقيقي، فهي تعمل على استكشاف وتطوير النماذج الصلبة والقشرية في الفراغ ثلاثي الابعاد ببيئة افتراضية". (ايمن مصطفي إسماعيل، 2014م، ص118) ومن هذا المنطلق يتطرق هذا البحث للإمكانات التشكيلية لكلا من برامج (Rhinoceros 6، Matrix 9.0) في تصميم نماذج للحلي المعدني، لأنهم يعتبروا من أهم برامج تصميم منتجات الحلي، المتشابهين تماماً مع اختلافات بسيطة تميز كل منهم عن الاخر لتكمله بعضهم البعض، فكل منهم يحتوي على نفس الواجهة بنفس الأوامر والإمكانيات، كما يتميزون "بالبساطة والسهولة في التعليم والأداء واعتمادهم على العمل بتقنية "Nurbs" [(*)(26)]، "وهي طريقة يقوم فيها المصمم بتكوين الاشكال عن طريق التمثيل الرياضي للشكل ثلاثي الابعاد حيث يستطيع أن يحول بدقة أي شكل خطي ثنائي الابعاد إلي أكثر الاشكال ثلاثية الابعاد تعقيداً".(كرم مسعد، 2010م، ص 117)

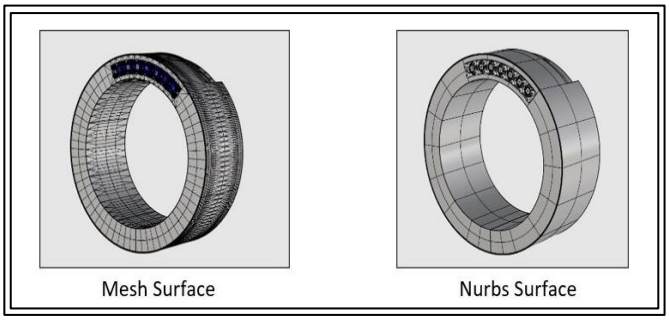
كما يظهر الفرق بينهما في احتواء برنامج ال "Matrix" على مكتبة من الأحجار وطرق عرض أكثر دقة من برنامج "Rhinoceros"، أما برنامج "Rhinoceros" فيتميز بكونه من البرامج التي لا تتطلب مواصفات خاصة للأجهزة التي يعمل عليها، حتى يمكن تنزيله على أجهزة ذات إمكانيات ضعيفة، كما تتمكن هذه البرامج من تحويل النماذج إلى اشكال خطية "Mesh" [(*)(27)] والتعامل معها. (جدول رقم 1) (شكل رقم 2)

Nurbs Surface	Mesh Surface
نماذج أكثر دقة.	أحجام الملفات أصغر.
أفضل للتطبيقات الهندسية والميكانيكية.	أسهل لتعديل النماذج.
يجعل الاشكال ناعمة	متوافق مع تنسيق STL، لا حاجه للتحويل.
	عرض ثلاثي الأبعاد بالكامل، لذلك لا يوجد طبقات من تراكب الأجزاء المكونة للنموذج.

(جدول رقم 1)

يوضح الفرق بين (Nurbs Surface& Mesh Surface)

من إعداد الباحثة



(شكل رقم 2)

شكل يوضح الفرق الشكلي بين (Nurbs Surface& Mesh Surface)

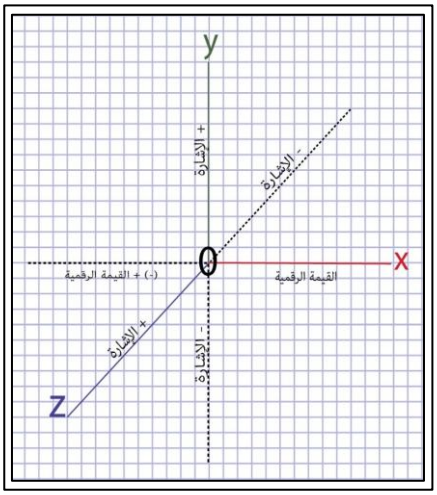
من إعداد وتصميم الباحثة

فتعمل هذه البرامج بإنشاء النماذج بأسلوب الخطوط الفراغية "wireframe"، هذه الخطوط التي تمثل النماذج الثلاثية الابعاد، "بإحداثيات x,y,z [(*)(28)]، لتجميع وتكوين نموذج ثلاثي الابعاد مكون من مجموعات من هذه الخطوط، ويطلق على مثل هذه النماذج " النماذج المكونة من الخطوط الفراغية wireframe". (BLUNDEL، 2008، P297) (شكل رقم 3، 4)

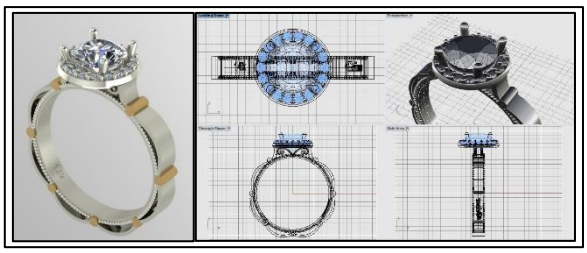
(*) Nurbs: هي المعادل الرقمي لصياغة الخط المنحني B-Splines المستخدمة لرسم المنحنيات المعقدة، بخطوط مرنه يتم تعديلها من خلال نقاط التحكم التي من شأنها أن تحقق المنحني المطلوب بطريقة سلسة. ومن وجهه نظر الباحثة هي إمكانية تمنح الشكل انسيابية بأقل عدد من الخطوط "weir frame"

(*) Mesh: وهو ما يسمي بالسطح الشبكي، التي تتكون من مجموعة من الوجوه متعددة الأضلاع، وغالباً أكون على شكل مثلثات، والتي تشكل غطاء سطحياً للنموذج، تتميز بأنها سريعة الإنشاء، ولكن من عيوبها صعوبة التعديل لصغر حجم الأجزاء المكونة للنموذج الواحد.

(*) X.Y.Z: نظام الإحداثيات الديكارتي: يعمل على تمثيل وضع النقاط الثلاثية الابعاد، تمثل المحور السيني والصادي x وy يشير إلى العرض والارتفاع، المحور z يشير إلى العمق وهو ما يمثل البعد الثالث.



شكل رقم 3
شكل يوضع "نقطه الصفر"
وعلاقتها بمحاور الرسم ثلاثية الأبعاد (29)



شكل رقم 4
شكل يوضع نموذج لخاتم يوضح مواضع الخطوط الفراغية "wireframe "
مع توضيح طريقة العرض النهائية للنموذج
في أكثر من زاوية رؤية (واجهه علوية، أمامية، وجانبية، منظورية)
نموذج جاهز من موقع Grabcad (30)

"ويلاحظ في مثل هذه النماذج، أن هناك مستويات متعددة للعناصر المستخدمة، لكل منها مستوى ثنائي البعد يتم فيه تمثيل مجموعة من الخطوط لتوضيح البنية الشكلية للعناصر المصممة، التي عند تجميعها تكون نموذج ثلاثي الابعاد"، هذا ما يؤدي إلى مشكلة شائعة لاستخدام مثل هذه النماذج للمصمم في بداية الامر لضبط كل عنصر من عناصر بناء الشكل من (النقطة ـ الخط ـ الدائرة ـ المثلث ـ المربع ـ المستطيل وغيرهم من الاشكال الثنائية والثلاثية الابعاد) في زاوية الرؤية المناسب بالنسبة لباقي زوايا الرؤية حتى يتكون الشكل. (ايمن مصطفي إسماعيل، 2014م، ص65)

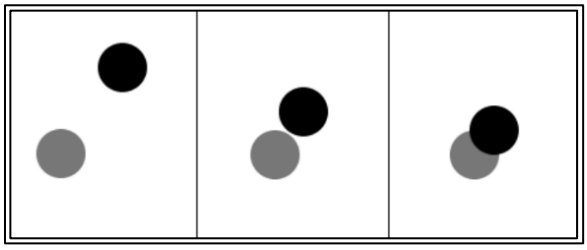
"فالشكل هو مجمل العلاقات الكيفية التي تقاس بمعايير كمية، الذي يشير النموذج، الذي يمثل البنية الخارجية لمجموعة من العناصر مختلفة، لذلك يعتبر الشكل البنائي هو التعبير عن مجموعة العلاقات التي تحكم التكوينات الشكلية والفراغية في إطار بنائي يعبر عن الشكل ومضمونة"، وهذا ما تحدد القيم الفنية لاي عمل فني. (أحمد زكي عبد الرحمن، 2015م، ص 42،41)

فيما يلي عرض لأهم هذه العناصر ودور النظم الرقمية ثلاثية الابعاد في التوصل إلى تصميمات مبتكرة يمكن أن يتم توظيفها في إنتاج مشغولات حلي معاصرة.

عناصر بناء الشكل:

النقطة Point:

هي أبسط عناصر التصميم المرئي، ليس لها طول ولا عرض ولا ارتفاع، بالمعني الحقيقي فهي ذات أبعاد صفرية، ولكنها تعتبر هي المكون الأساسي لكل الأشكال دون استثناء، "ويتوقف استخدمها في أي تصميم على مساحتها، وما تنتجه من حلول جمالية يمكن تحقيقها عن طريق تباين مساحتها، والدرجة اللونية، والمسافات بينهم، كما للنقطة دور مؤثر في بناء الحركة وتحديد اتجاهها وفق العلاقة بين نقاط ومدي قربهم وبعدهم عن بعضهم البعض". (سعيد سويلم ليلي، 2018م، ص81) (شكل رقم 5)



شكل رقم5
شكل يوضح العلاقة بين نقطتين بالتراكب والتجاور (31)

تكتسب النقطة ابعاداً ليطلق عليها الدائرة، فهي تعتبر نقطة ممتدة مستمرة في الدوران ليس لها بداية ولا نهاية "ومن الجهة التصميمة للحلي يراها المصممون أنها شكلاً ممتازاً يحمل الكثير من القوة والرمزية. ويعتبرونها اختيار جيد لتحقيق التوازن الروحي والتواصل مع الطبيعة الأنثوية الجذابة، لخلوها من الزوايا الحادة مما يجعلها من أكثر الأشكال الهندسية جلباً للراحة"[(32)]

الدائرة وطرق استخدمها عبر الحضارات الفنية:

ظهرت الدائرة في كثير من العناصر التصميمة للحلي في الحضارات الإنسانية فهي كانت رمزاً للتماسك، والأمان والكمال عند القبائل البدائية، كما استخدمها المصري القديم، عندما لاحظ الدوائر في الطبيعة بقوة كالقمر والشمس والنباتات ذات الأزهار الدائرية، مثال علي ذلك استخدامه في تصميم القرط الذي وجد في مقبرة الملك توت عنخ آمون فهو عبارة عن دائرة يظهر في منتصفها الملك محاط من الجانبين بصقرين يرمزون إلى حورس،

المحاط بالصل الملكي (الكوبرا المقدسة) للحماية، ويخرج من الدائرة الايادي لترمز بأن القوى الإلهية والمقدسة التي خلقت الكون كله تجسد في الفرعون. (شكل رقم 6)

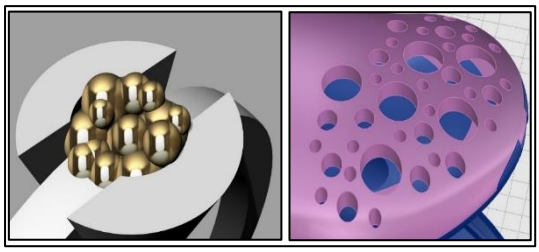
شكل رقم 6
زوج من الأقراط خاصة للتزيين / الملك توت عنخ آمون (33)
المتحف المصري

وبالفن القبطي فترمز الدائرة إلى " الأبدية والخلود واللانهائية والقدسية فقد قاموا الرسامون برسم صور القديسين حول رؤوسهم دائرة ضوئية للإشارة إلى الأنبياء والشخصيات المقدسة، كما اخذت الدائرة قدراً كبيراً من الحرية بالفن الإسلامي "في ترتيبها وتكرارها لعدم وجود زوايا تقطع حركة الخط الدائري وهو ما يوفر نمو لا نهائي يمكن أن يستوعب دمج أنواع آخري من الزخارف، مما أتاح له بناء أنماط زخرفية أكثر تعقيداً تنطلق في كل الاتجاهات، لذلك فكانت ترمز للأبدية والخلود وبوحدة الكون والوجود".(مهدي سلامه هيام، ص3-6) (شكل رقم 7)

شكل رقم 7
شكل يوضح استخدام الدائرة في الزخرفة الإسلامية
مجموعة من الحلي الذهبية من الأقراط والقلادات
القرن 4 ـ 11 هـ / 10 ـ 17 م
المتحف الإسلامي / من تصوير الباحثة

التمثيل الرقمي للنقطة والدائرة:

فالتمثيل الرقمي للنقطة يأتي بطرق تشكيلية متنوعة، ولكن في هذه الحالة تكتسب النقطة أبعاد ثنائية لتكون دائرة وثلاثية الابعاد لتمثل الكرة، هذا ما يجعلها متنوعة عند أستخدمها في بنية المشغولات المعدنية فقد تكون جسم مسطح، أو ثقباً، أو حفراً، أو اضافة بارزة مجسمة، كما انها تتميز بأحداث تأثيرات ملمسيه وتنويعات حركية إيهاميه للشعور من خلال التقارب والتباعد بين النقاط وما تصنعه من توزيعات متنوعة تأكد إدراك مساحات ظلاليه متدرجه من الفاتح للغامق، بما يؤكد إنتاج سطوح ذات مظاهر سطحية مختلفة. (شكل رقم 8)



شكل رقم8
شكل يوضح ملمس التفريغ والبروز في مشغولات الحلي المعدنية
باستخدام البرامج الرقمية ثلاثية الابعاد
والتي يمكن أن تعبر عن إمكانية توظيف شكل النقطة بحلول تشكيلية مختلفة
ببنية العمل (Matrix 9.0 ، Rhinoceros 6)
من إعداد الباحثة

الخط Line:

الخطوط هي علامات تتحرك في مسافة بين نقطتين حيث يمكن للمشاهد أن يتخيل اتجاه البناء الشكلي بناءاً على كيفية توجيه الخط، كما تعمل الخطوط على "إنتاج نسيج متغير وفقاً لطوله ودرجه انحنائه أو ميلة، فهناك أنواع مختلفة من الخطوط التي تمثل وظائف شكلية وتعبيرية تتطلب من المشاهد أن يكون لدية معرفة بالعالم المادي لفهم مرونته أو صلابته أو طبيعته التركيبية" [35] فمنها على سبيل المثال وليس الحصر:

أ. الخطوط المستقيمة: وهو خط هندسي صارم يوحي بالقوة ويشير إلى الاتجاه.

ب ـ الخطوط المنحنية والانسيابية والحلزونية: "تعبر عن الحيوية والنشاط والنعومة والحركة". (Donald، 2007، P1,2)

ج ـ الخط المنكسر أو المتعرج: تعتبر من الخطوط التي تنتج من التقاء خطين مستقيمان يحصرون بينهما زاوية حادة أو منفرجه، ويتميز بطبيعته الحادة وأجزائه المستقيمة، الذي ينشأ من خلال التكرار.

الخط وطرق استخدمه عبر الحضارات الفنية:

عرف الإنسان الأول، الخطوط بأنواعها ووضعها في تراكيب "تمثل أشكال تجريدية للإنسان والحيوان، كما قدم الزخارف النباتية التي تشبه سعف النخيل أو اغصان النباتات البسيطة على هيئة خطوط متفرقة ". (رزق بشاي سامي، 1992م، ص 24)

كما امتاز الفنان المصري القديم باستخدام لخطوط الهندسية والتجريدية للتبسيط والتخليص، " كما أعتاد أغلب المصورين المصريين القدامى على تقسيم مسطحات رسومهم بخطوط يستعينون بها في ضبط تصوير زخارفهم". (حافظ الخولي محمد، 2007، ص 43)

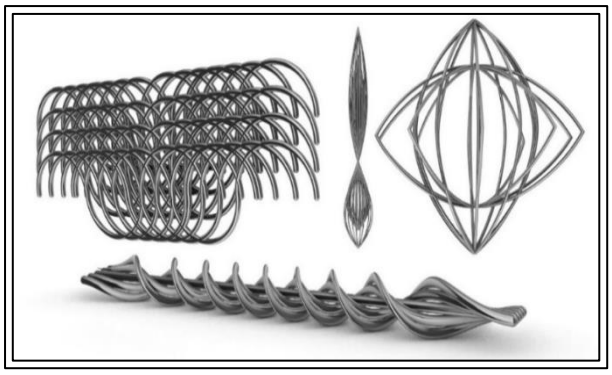
فقد استخدموا الخطوط المستقيمة لتعكس "اتجاه رؤية النخل وخط الارض وتعطي الإحساس بالصرامة، والخطوط المنكسرة التي ترمز لحركة المياه لدي الحضارة المصرية القديمة"[36]، هذا ما اوضحته قلادة الأميرة نفروبتاح فقد تم تكرار الخط المستقيم من خلال الوحدات المتجاوزة من الاحجار الملونة للتعبير عن الصرامة والحزم والتي تؤكده وضع رأس الصقر من الاتجاهين الذي رمز له بحورس دلاله على الحماية. (شكل رقم 9)

شكل رقم 9
قلادة الأميرة نفروبتاح التي كشف عنها في مقبرتها عام 1956 بالقرب من هرم أبيها امنمحات الثالث في هوارة بالفيوم
متحف الحضارة/ من تصوير الباحثة

التمثيل الرقمي للخط:

تتعدد وتتنوع طرق التمثيل الرقمي للخط ما بين التكرار (الأفقي والراسي ودائري وفي صفوف واعمده، وفي الاتجاه المعاكس) كما تتمكن النظم الرقمية من التفافة حول نفسه أو حول المحور المحدد، هذا ما تتيحه هذه النظم لأعداد أشكال لا نهائية من أساليب التشكيل المرئي.

كما تمنح النظم الرقمية ثلاثية الابعاد في التحكم نسبة الخطوط من طول وسمك واتجاه والمسافة بينهم بطرق سهلة ودقيقة، هذا ما يكسب العمل الفني بنية شكلية مختلفة كلا له قيمته الفنية والتعبيرية. (شكل رقم 10)



شكل رقم10 شكل يوضح تركيب الخطوط في محيط ثلاثي الابعاد باستخدام البرامج الرقمية ثلاثية الابعاد(Rhinoceros 6، Matrix 9.0)
من إعداد وتصميم الباحثة

العوامل المؤثرة في البناء الشكلي للتصميم:

الشكل Form:

هو مصطلح يطلق على الكتل ذات الثلاث أبعاد(طول وعرض وعمق) " التي أخذت شكلاً معيناً يمكن أن يكون مصمتاً أو مفرغاً له أشكالاً متعددة من أهم هذه الاشكال المكعب والكرة والمخروط والاسطوانة والهرم"، وغالباً ما يستخدم النموذج عند الإشارة إلى الاعمال المادية التي تشغل حيز من الفراغ. (رفقي علي أحمد، 1998م، ص 12)

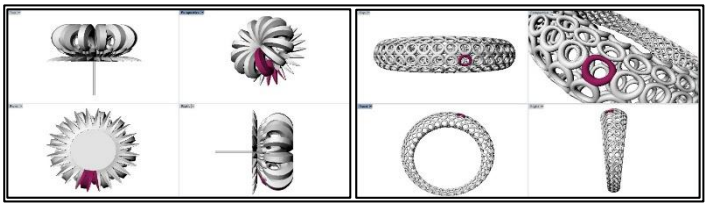
تمنح برامج تصميم المجوهرات ثلاثية الابعاد المصممين من نقل إبداعاتهم من الورق إلى نماذج حقيقية بوقت قياسي، حيث توفر هذه البرامج مكتبات واسعه من العناصر الاساسية للمجوهرات من الخواتم والاساور والاقراط والسلاسل، بالإضافة لأنواع الاحجار الكريمة المختلفة ليتمكن المصمم من عرضها بأبعادها الحقيقية للتأكد من ملاءمتها الوظيفية من ناحية الشكلية ومقاييسها الخارجية قبل البدء في عمليات التنفيذ من خلال الطباعة ثلاثية الابعاد أو التنفيذ اليدوي. (شكل رقم 11)

شكل رقم11
شكل يوضح طرق عرض النموذج باستخدام برامج
(37)(Rhinoceros 6 ، Matrix 9.0)

كما تعمل على تزويد المصمم برؤى غير نمطية للشكل لتساعده على ابتكار تراكيب متعددة من خلال أساليب التركيب والحذف والإضافة في أقل وقت ممكن، وهو ما يطلق عليه أساليب التصرف الشكلي للوحدات من خلال إجراء العديد من التجارب بهدف الحصول على أشكال جديدة مبتكرة، من خلال ربط وتجميع هذه العناصر في ظل علاقات تنظيمية يحكمها التصميم وفقاً لمقاييس وقواعد محدده، ومنها ما يلي على سبيل المثال:

التكرارArray:

وفي هذه الحالة تسمى وحدة التكرار (Motif) "وهي الوحدة التي تتكرر في التصميم لتكوين الهيئة العامة له في نسق موحد"، للحصول على شكل جديد أو للتغيير في الشكل الأصلي لها، هذه العمليات يحكمها مبدأ الالتصاق والتجاور. (النبوي الشال عبد الغني، 1984م، ص 186) (شكل رقم 12)



شكل رقم 12
شكل يوضع وحدة التكرار (Motif) منفذ ببرنامج RHINO 6
نموذج جاهز من موقع Grabcad (37)

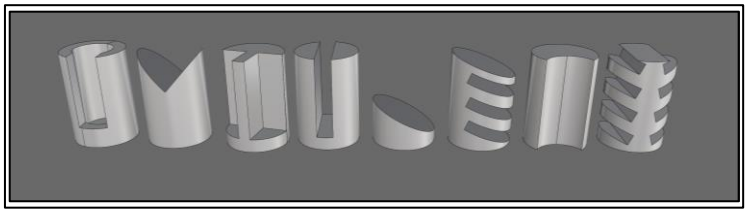
التداخل Overlap:

تعني "وضع مسطح أو جزء منه على أجزاء من مسطح اخر"، وفي المشغولات المعدنية فهي تطلق على "مجموعة من الكتل المتداخلة بطريقة ما، قد تكون متداخلة مصمتة أو معزولة عن بعضها، وينبغي في هذه الطريقة مراعات العلاقة والنسب الهندسية بين الكتل وبعضها حتى يكون هناك انسجام فيما بينهما". قد يكون التداخل كلي أو جزئي أو تشابك (فخري منير، أسعد لبني، 2018م، ص17) (ايمن مصطفي، 2014م، ص81). (شكل رقم 13).

شكل رقم 13 شكل لقرط يوضع مبدأ التشابك بين الوحدات والتداخل بين الفصوص وجسم الشكل (38)

الحذف Subtraction:

هي إزالة أو اقتطاع جزئي من السطح يؤدي إلى تغيير ملحوظ في بنية الشكل، ولهذا الفراغ دور هام في المشغولات الثلاثية الابعاد عامتاً ولمشغولات الحلي خاصة لأنها تعمل على إظهار ما في داخلها كما تعمل على توجيه انتباه المتلقي، كما انها تعمل على التغيير الملمسي للسطح الخارجي للخامة في بعض الاحيان. (شكل رقم 14).



شكل رقم 14
شكل يوضح المتغيرات الشكلية لنموذج أسطواني من خلال أسلوب الحذف من إعداد وتصميم الباحثة

الملمس Texture :

الملمس هو المظهر الخارجي لأسطح المواد "ويعتبر من إحدى عناصر التصميم الذي يشير إلى الخصائص السطحية للأشكال المختلفة، إذ أن لكل شكل سطحاً وكل سطح له خصائص معينة قد توصف بالنعومة أو الخشونة، فالشكل والملمس لا ينفصلان لان دلالات الملمس على السطح هي أشكال في نفس الوقت". (جبار الديلمي مروة، 2016م، ص247)

قد تكون ملامس حقيقة من طبيعة الخامة، أو صناعية يرجع لطرق التقنية المنفذة على أسطح الخامات، ويصاحب كل طريقة أو أسلوب تقني نتائج مظهرية متباينة من حيث النعومة والخشونة والصقل على الأسطح المعدنية.

فالملمس في أي عمل الفني له دلالة فعلية على الخامة لأنه في بعض الأحيان يمثل تقليد لملمس الخامة المطلوبة (ملمس الخشب على المعدن)، ففي الفنون الرقمية ثلاثية الأبعاد لمشغولات الحلي المعدني يمكن التواصل إلى تأثيرات ملمسيه لا حصر لها ضمن مكتبة خاصة بالبرامج المخصصة لذلك مع التحكم في المساحة المطبق ودرجه خشونة الملمس على مساحات لا تتعدي المليمترات، بأماكن يصعب الوصول إليها يدوياً (وفقاً لبنية الشكل وتصميمه). (شكل رقم 15)

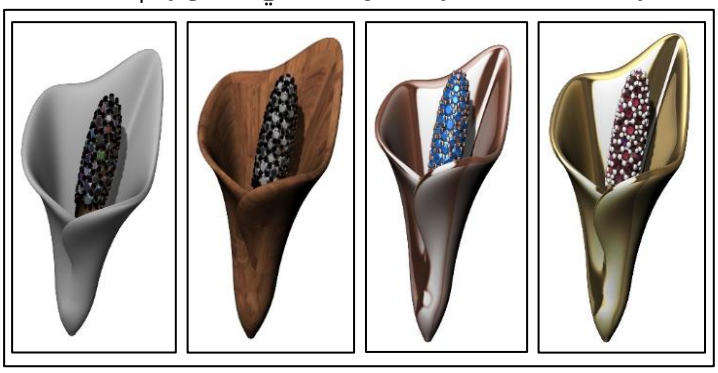
لذا تفترض الباحثة أن استخدام النظم الرقمية والنمذجة ثلاثية الأبعاد بشكل خاص في تصميم المنتجات المعدنية أثر كبير في التحرر الابتكاري، وإتاحة إمكانية تعدد الرؤي وانتقاء المناسب ببنية العمل الفني.

شكل رقم 15
شكل يوضح بعض من ملامس المطبقة على خاتم ببرنامج
(39)(Matrix 9.0 ، Rhinoceros 6)

الخامة Material:

تتنوع الخامات في صناعة الحلي عبر العصور، فلكل منها صفاتها الشكلية والتشكيلية التي تميزها عن غيرها، التي يمكن ان تساعد الفنان علي توصيل فكرته عبر مفاهيم جمالية جديدة نحو تناولها، فالخامة في مشغولات الحلي تتحلي بثراء حسي، وتعبيري، وتشكيلي، ووظيفي متعدد الاتجاهات.

هذا ما يمكن أن توفره إمكانيات النظم الرقمية للنمذجة ثلاثية الابعاد موضوع البحث الحالي، والتي تساعد الفنان في الحصول على تصورات لعدد من الخامات المتنوعة لنفس المشغولة الامر الذي يمنح كسب رؤية تشكيلية ذات نطاق تعبيري أكبر في التصميم، كما يوفر وقت قياسي بأقل جهد لانتقاء الأفضل قبل مرحلة التنفيذ المباشر لمشغولات الحلي. (شكل رقم 16).



شكل رقم 16
شكل يوضح المتغيرات الشكلي لتطبيق الخامة على النموذج ببرامج النمذجة الرقمة من إعداد الباحثة

انطلاقا مما سبق يتضح أن البنية الشكلية للتصميم تختلف باختلاف عناصر البناء الشكلي التي تحمل كل منها قيمة فنية خاصة بها، فيكون دور النظم الرقمية للتصميم عمل تخيل ثلاثي الابعاد لنموذج غير ملموس يظهر فيه إبداعات الفنان الفكرية، في محاولة منه لاكتشاف هيئات جديدة بأسهل الطرق لدعم فلسفة التجريب الفني، والتغلب على طرق الأداء التقليدية التي تهدر الكثير من الوقت والجهد والمال.

كما تتيح أيضاً تقييم البدائل المطروحة عن طريق استبعاد البعض، وتطوير البعض الأخر من خلال إمكانات الدمج والمفاضلة والتقليل بينهما، في إطار عدد من المعايير والنظم الشكلية والجمالية التي يتحكم العلاقة بين التصميم والشكل والخامة والوظيفة وما تمثله من قيمة اقتصادية وثقافية.

المعايير المناسبة لتصميم وإنتاج مشغولة الحلي المعدنية:

التصميم في مقابل الشكل:

العمل الفني يتم إدراكه مسبقاً من خلال هيئته المصممة للتنفيذ، فلا يمكن الفصل بين الشكل والتصميم فوجود كل منهم يعتمد علي الآخر، فالتصميم هو الذي يحدد الخطوات المتبعة للتنفيذ بدقة، فلا يوجد صيغة متعارف عليها في تصميم الحلي تمثل الحل الأمثل للصياغة، فالفنان المصمم يعمل لاستكشاف العلاقات الجديدة فيبسط في أحيان ويستبعد ويضيف في أحيان آخري، ليكون التجريب هو المدخل الأساسي الذي يستخدمه لإيجاد حلول تعبيرية وتشكيلية مختلفة للبنية الشكلية، حيث ينظم الفنان مفرداته من خط وشكل وفراغات، وإيقاعات لونية وملمسيه، ليضعها في علاقة تبادلية بين الشكل والأرضية، تحمل قيم جمالية وثقافية وتراثية لا حصر لها.

من هذا المنطلق تري الباحثة أن طرق النمذجه الرقمية الحديثة تعتبر من أهم أساليب التجريب التي تعطي حلول تعبيرية وتشكيلية متنوعة في التصميم، لأنها تمنح المصمم قدراً عالياً من التحكم في كل جزء، وسرعة في تطبيق أساليب البناء الشكلي من (تقارب وتباعد، تكبير وتصغير، إضافة وحذف، تكرار، الشكل المعاكس (Mirroring)) هذا بالإضافة إلي اعتبارها مصدراً لأشكال جمالية غير تقليدية، فهي تعطي نموذج مرئي غير ملموس يمثل المنتج النهائي بما يحوي طرق التشكيل وخامة واحجار وتأثيرات ملمسيه متنوعة لمساعدة الفنان المصمم لاختبار المعايير المناسبة لتصميم وإنتاج المشغولة المعدنية.

الشكل في مقابل الوظيفة:

هناك العديد من الأغراض التي تصيغ مشغولات الحلي من أجلها فمنها الجمالي والعقائدي، والادخاري المادي، والاجتماعي وغيرها، فالعلاقة بين الشكل والوظيفة هي علاقة جدلية تعتمد على الرابط وهو الإنسان، فالحلي ما هي إلا نتيجة لقرارات الإنسان تم اتخاذها في ازمنه ومجتمعات مختلفة لتحقيق رغبة وظيفية معينة، لذلك تخضع دائما أشكال الحلي المعدني إلى

التغيير الدائم تحت تأثير القيم الفنية والحاجات الاجتماعية والثقافة والإمكانات التقنية المتاحة.

"والموائمة الوظيفية تعد من أهم العوامل التي تعمل على نجاح تصميم مشغولة الحلي، وتحقيق الغرض المعد من أجلة لأن قيمة الأشياء لا تنفصل عن وظيفتها" فنظراً لتعلق الحلي بالعديد من الوظائف التي ترتبط بعضها بجسم الانسان، فلابد أن يتناسب الشكل والحجم والوزن مع القياسات المختلفة لجسم الإنسان من يد أو عنق أو اذن أو رأس، لكي يتم ارتداؤها حيث أن قطعة الحلي لا تستكمل مهمتها إلا عندما يتم ارتداؤها وتؤدي وظيفتها بشكل مناسب، ففكرة الحلي التي يتم ارتداؤها بصعوبة لا يمكن قبولها مهما كان الأمر، تلك هي الفلسفة الواضحة التي لازمت اشكال الحلي في تطورها.(زينب احمد منصور، 1996، ص17، 18)

وتري الباحثة النظم الرقمية للتصميم ثلاثي الابعاد يعطي الفرصة إلى اختبار التصميم قبل التنفيذ من خلال حساب الوزن التقريبي للقطعة بأكثر من خامة (النحاس، وذهب بعياراته، والفضة بعيارتها، والخشب والاحجار وغيرها) قبل بداية مرحلة الطباعة ثلاثية الابعاد، وبعد طباعتها يمكن اختبار الحجم قبل التنفيذ الفعلي بالخامات المعدنية.

الخامة في مقابل الشكل:

الخامة "هي الوسيلة الفعالة لنقل الأفكار لما لها من طبيعة خاصة كمثير ملهم للفنان ليعبر بها عن مضمون فلسفي خاص به، لذا فهي أولى الخطوات التي تمكنه من تحقيق الهدف الذي يسعى إليه، كما انها تعتبر غاية الفنان باعتبارها ذات كيفيات خاصة تعينه على تكوين موضوعه الجمالي".(ريهام محمد خليل، 2008م، ص278)

فقد تتنوع مصادر الخامات فمنها الطبيعي والصناعي التي تتميز كل منها بإمكاناتها الشكلية والتشكيلية والتعبيرية، التي تقوم بتحديد مدي قدرة الخامة على استيعاب الشكل المنفذ، فيكون دور المصمم الفنان إدراك نوعية الخامة المناسبة للتصميم لإحكام صياغة العلاقة المتبادلة بين الشكل والخامة حتى تتحقق الوحدة العضوية للمشغولة المعدنية.

فيكون دور المصمم التعرف على الحدود التشكيلية للخامات المستخدمة للتنفيذ، محاولة أسناد إمكاناتها لتحقيق قيم فنية جمالية وتعبيرية، "وذلك من خلال التغير في طريقة تناول الشكل الذي يتطلب فكراً جديداً ومستوى غير مألوف في التناول، وبهذا يكون التصميم باستخدام التجريب في الخامات نشاطاً ابتكارياً تحدده العلاقات البنائية لهيئة المشغولة"[40].

وفي مجال أشغال المعادن بصفة عامة ومجال أشغال الحلي خاصةً يعتبر البعض أن صغير حجم مشغولات الحلي نسبياً، يجعلها غير قادرة للتعبير عن ذات الفنان، وإن هذا يؤثر على مرونة وطلاقة الفكر التصميمي به، فنجد أن مقومات لغة الشكل في عصر التكنولوجيا التي تطرح أساليب إبداعية تتمثل في إيجاد كيفية لتطويع الخامة من خلال التقنيات والأساليب التشكيلية والمعالجات الفنية الحديثة، مع إمكانية تطرح طرق تقنية جديدة تساعد الفنان في التحكم الكامل بكل جزء من أجزاء المشغولة بشكل رقمي.

الخامة في مقابل الوظيفة

الخامة وخاصة في مجال إنتاج مشغولات الحلي المعدني، تكون الوظيفة الأساسية لها هي التزيين، فلابد أن تتناسب نوعية الخامة من حيث خواصها الفزيائية مع وظيفتها، فيكون دور الفنان دائماً هو تحويل الخامة إلى مادة استعمالية، وفيه يتم انتقاء الجانب الابتكاري بناءً على العلاقة بين الخامة والوظيفة والإنسان، ومدي التوافق بينهما لتحقيق التكامل الجمالي والعضوي للصياغة.

كما تعتبر هي الجانب المرئي للعمل الفني، الذي يؤثر على كل من الشكل والمحتوى ويتحكم في كيفية قيام الفنان بعملة، وفق خصائصها من (ملمس، ووزن، وصلادة، ومقاومتها للعوامل الجوية، والامن والسلامة أثناء أستخدمها)، فاختلاف هذه الخواص تجلب قيم شكلية وتشكيلية تحقق اهداف العملية الإبداعية، ضمن ضوابط يحكمها في الأساس الوظيفة المنفذ من أجلها مشغولة الحلي المعدنية.

وارتباطاً بهذا الأمر تري الباحثة أن الخامة هي الوسيلة المرئية والمحسوسة لنقل فلسفة أو رؤية الفنان الابتكارية، فكلما اتسعت معرفة الفنان بالخامة وحدودها لتوظيف طرق تصنعها المختلفة يؤدي بالضرورة إلي زيادة سعة الأفكار التخيلية لدية وقدراته على الإبداع، فالنظم الرقمة تتيح للمصمم إنتاج نماذج يصعب تنفيذها يدوياً لقدرتها على توسيع حدود الخامة التشكيلية من خلال انتاج تصميمات ذات سمك رفيع قد يصل إلى 3, مم، وحجم المشغولة الذي يصل إلي 1سم او اقل الذي يحتوي علي ملامس وتفاصل تشكيلية وفراغات دقيقة.

من هذا تصبح العملية التصميمة تمثل عملية تبادلية بين كل من العقل البشري والنظم الرقمية بمساعدة الكمبيوتر، فهو يقوم

بتوسيع حدود العقل البشري وفق رؤية ومهارة الفنان المعرفية والمهارية، كما يكون له القدرة الإبداعية في عمليات التركيب والتجميع والحذف والاضافة لانتقاء أفضل الحلول التشكيلية للتصميم وفق لمفاهيم وقيم ودلالات التعبيرية خاصة به.

وفي النهاية يجب توضيح أن لكل تقنية تصميمية وتنفيذية مزايا وعيوب، ولكن علي الفنان أن يوازن بين استخدام العقل والفكر البشري، والكمبيوتر كأداة تساعده لتحقيق أهدافه الفنية فيجب ألا يطغي على إبداع وابتكار المصمم، وبالأخص عند إنتاج مشغولات الحلي لأنها تحمل سمات تعبيرية لتصورات إنسانية مختلفة عبر العصور والبلدان، ولكنها في النهاية وبالرغم من صغر حجمها إلا أنها تحمل قيم فنية وجمالية لا حصر لها.

نتائج البحث

- أوضحت الدراسة التحليلية المدي الواسع للاستفادة من النظم الرقمية ثلاثية الابعاد في أثراء القيم الجمالية لتصميم مشغولات الحلي المعدنية.
- جماليات العناصر التشكيلية والحلول التشكيلية التي تطرحها النظم الرقمية ثلاثية الابعاد يعتبر مصدر تشكيلي غير محدود.
- ممارسة العمل ببرامج التصميم الرقمي من أجل إيجاد رؤى فنية للمشغولة الواحدة.
- تعمل النظم الرقمية ثلاثية الابعاد بتوسيع حدود العقل البشري وفق رؤية ومهارة الفنان المعرفية والمهارية، لأبداع اعمال تتسم بالأصالة والطلاقة والمرونة.
- إن نظم التصميم الرقمي يعطي حلولا لسهولة التعامل مع مشكلة صغر حجم مشغولات الحلي المعدني.
- إمكانية الحصول على تأثيرات ملمسه سطحية من خلال استخدام النظم الرقمية ثلاثية الابعاد.
- تساهم النظم الرقمية في برامج الكاد في تكامل عناصر التصميم في الحلي من بداية عرض الأفكار، وتحليلها، وتقييمها، وتطويرها.

<u>التوصيات والمقترحات:</u>

يوصي البحث:

- الاهتمام بالنظم الرقمية وملحقاتها كأداة فعالة من أدوات التصميم والتنفيذ.
- انتاج المزيد من الأبحاث التي تتناول التصميم الرقمي وارتباطه بشتى مجالات الفنون البصرية.
- العمل على الربط بين الفنون القديمة والحديثة كوسيلة للحفاظ على هويتنا الفنية وأثرائها وتحقيق عنصر الاستمرارية.
- العمل على الربط بين الطرق اليدوية والميكانيكية لعمليات تصميم وتنفيذ الاعمال الفنية وخاصة المشغولات المعدنية مجال هذا البحث.
- ضرورة الربط بين التقدم التكنولوجي لبرامج الكمبيوتر والدراسة التفاعلية في مجال التدريس الأكاديمي بالكليات المتخصصة بمجال الفنون.
- إدخال برامج الكاد في عمليات التصميم بشكل أوسع مع تحديد دورها بالنسبة للطالب حتى لا تؤثر على مراحل ابتكاره وإبداعه الفني.
- الاهتمام بتجهيز المعامل الدراسية ببرامج حديثة وتدريب الطلاب عليها.
- تدريس التصميم الرقمي بمجال الحلي المعدني في المؤسسات التعليمية يؤهل الخريج لسوق العمل.

المراجع:

الكتب العربية:

1. حافظ الخولي، محمد؛ أحمد سلامة، محمد2007م
2. التصميم بين الفنون التشكيلية والزخرفة. ط1. مكتبة نانسي. دمياط..
3. رزق بشاي، سامي؛ وجدي إبراهيم، فاروق؛ عبد الفتاح عبد المجيد، محمد1992م"تاريخ الزخرفة". دار الشروق للنشر والتوزيع. القاهرة.
4. كمال حمدان، طليع2017م" تطور البنية المجتمعية في الجنوب اللبناني". دار الفارابي. بيروت. لبنان.
5. سعيد سويلم، ليلي2018م"تصميم المواد البصرية تقنيات وتطبيقات". العبيكان. الرياض. المملكة العربية السعودية.
6. سهيل، ياسر 2012م"الابتكار وفن التصميم باستخدام الكمبيوتر تطبيقات على استخدام الكمبيوتر في الفنون". دار الكتاب الحديث. ط1. القاهرة.
7. جبار الدليمي، مروة2016م"أسس التصميم الداخلي والديكور". شركة دار الاكاديمية للنشر والتوزيع. عمان. الأردن.
8. فخري صالح، منير، وأسعد عبد الرزاق، لبني2018م" أسس التصميم". دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع. بغداد.
9. محمد علي إسماعيل، حمدان؛ محمد فكري حسين، علياء
10. 2015م" القائد الصغير مواهبه وذكاءاه المتعددة النظرية والتطبيقية". المجموعة العربية للتدريب والنشر. القاهرة.

الرسائل العلمية:

11. إسلام السيد محمد إبراهيم غريب2006م" الأسس القياسية للتطوير ثلاثي الأبعاد للمنتجات المعدنية باستخدام نظم التصميم الرقمي المتكامل". سالة ماجستير. كلية الفنون التطبيقية. جامعة حلوان.
12. ايمن مصطفي محمد إسماعيل2014م" أثر استخدام التقنيات الرقمية على تطوير نظم الهياكل المعدنية للمعارض المتنقلة". رسالة ماجستير. كلية الفنون التطبيقية. جامعة حلوان.
13. أحمد ذكي عبد الرحمن عميش2015م" إدارة التصميم لدعم الإبداع في تصميم المنتجات". رسالة دكتوراه. كلية الفنون التطبيقية. جامعة حلوان.
14. ريهام محمد محمد خليل على2008م" الفكر الفلسفي لحركة (الأرت نوفو) في الأعمال المعدنية والإفادة منه في مجال المشروعات الصغيرة". رسالة دكتوراة. كلية التربية الفنية. جامعة حلوان.

15. زينب أحمد منصور1996م" الاتجاهات الفنية الحديثة وأثرها على الحلي المعدنية". رسالة دكتوراة. كلية التربية الفنية. جامعة حلوان.
16. سماء أحمد وحيد مصطفي2009م"تقنيات الواقع الافتراضي كأداة في عرض وتقييم تصميم المنتجات المعدنية". رسالة ماجستير. كلية الفنون التطبيقية. جامعة حلوان.
17. كرم مسعد أحمد محمد فرج2010مدور برامج الكمبيوتر في استحداث أساليب للتشكيل اليدوي للحلي المعدنية للذراع". رسالة دكتوراه. كلية التربية الفنية جامعة حلوان.
18. مني المرزوقي1989م"الاتجاهات والنظريات العلمية والفنية الحديثة لفن الإعلان الأوربي والاستفادة منها في تصميم الاعلان في مصر. رسالة دكتوراه. كلية الفنون التطبيقية. جامعة حلوان.

الأبحاث المنشورة:

19. محمد الدسوقي عثمان، شيماءإبريل 2018م" التقنيات المعاصرة ودورها في بناء التصميم ثلاثي الابعاد ". مجلة بحوث التربية النوعية. جامعة المنصورة. العدد 50.
20. مهدي سلامة، هيام --------قوة الشكل الدائري وأثرها في جماليات الفن الإسلامي. المؤتمر الدولي الثاني. التنمية المستدامة للمجتمعات بالوطن العربي. دور الثقافة والتراث والصناعات الإبداعية والسياحية والعلوم التطبيقية في التنمية المستدامة.
21. "Line, Space, Shape, and Form". Texas A&M University. United States.Jan 2007Donald H House

المعاجم والقواميس:

22. النبوي الشال، عبد الغني1984م"مصطلحات في الفن والتربية الفنية"، السعودية، مطابع جامعة الملك سعود.
23. Nagesware Rao, Posinasetti2010" Cad/ Cam: Prin & Apple 3E" tata McGraw – Hill Education/ NEW DELHI.
24. Blundell. B2008"An Introduction to Computer Graphics and Creative 3-D environments springer"
25. https://elsada.net/96773 21-7-2022 /4:00PM
26. https://www.aussiemikes.org 15-9-2022 / 3:00PM
27. https://www.igi-global.com 25-3-2021 /12:00 am
28. https://www.rhino3d.com/features/nurbs /5-10-2022 /11:30 AM
29. https://link.springer.com17-7-2022 / 1:15PM
30. https://Definition of x-y-z matrix | PCMag5-8-2022 /5:00 PM
31. https://www.dreamstime.com/illustration 30-11-2022 /9:00PM
32. https://grabcad.com 30-11-2022 /9:30 PM
33. https://vanseodesign.com 22-7-2022 /4:00 PM
34. https://www.mpp-me.com 11-9-2021 / 10:00AM
35. https://egymonuments.gov.eg 4-5-2022 / 5:00 PM
36. https://www.faa-design.com 4-5-2022 / 6:00 PM
37. https://login.uproxy.library.dcuoit.ca 30-11-2022/ 10:00 PM
38. Roxo, Justin. "Elements of art: interpreting meaning through the language of visual cues"
39. زخرفة مصرية قديمة- ويكيبيديا1:00 PM / 14-9-2021 (wikipedia.org)
40. https://www.cad-cast.com 1-12-2022 / 8:00PM
41. https://discourse.mcneel.com 1-12-2022 /9:00PM
42. https://www.youtube.com/watch?v=o7myrajXi3k 1-12-2022 /9:30 PM