الامكانات التشكيلية لبرامج التصميم الرقمي ثلاثي الابعاد للحلى المعدني وأوجه الاستفادة من طرق التنفيذ الميكني.

مقال
تقنى

* 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: 13 ديسمبر 2022**
- **تاريخ موافقة هيئة التحرير على النشر: 15 ديسمبر 2022**

الملخص:

وفرت التكنولوجيا الحديثة العديد من الطرق والأدوات التي تهدف إلي تطوير الجوانب التقنية في العديد من المجالات الفنية ، وذلك بتوظيف كل من العلم والمعرفة الفنية معاً لمجموعة من البرمجيات المستخدمة في معالجة المعلومات بشكل رقمي لتسهيل عمليات النقل والتخزين والانتاج، والتي تتصف بالدقة والجودة والسرعة، لتحسين جوده الأداء التشكيلي لمشغولات الحلي المعاصرة متنوعة الشكل والوظيفة، فهي توفر للفنان قدراً كبيراً من الإمكانات للتغلب على معوقات الخامة، ، حيث توفر مفردات وبدائل تشكيلية وأساليب إنتاجية متنوعة، تتيح فرصاً للتقييم والتجريب وانتقاء أفضل النتائج، ومن ثم اتخاذ القرار المناسب قبل البدء في مرحلة التنفيذ والإنتاج. لتهيئة فرص التحقق الامثل لأهداف الفنان الجمالية والتشكيلية، وكذلك التحرر والخروج عن المألوف للانتقال إلى مرحلة جديدة في مجال تشكيل وانتاج مشغولات الحلي المعدني التي يصعب تنفيذها يدوياً، التي تحمل الطابع المعاصر لإنتاج مشغولات تتسم بالجودة في أقل وقت وجهد للفنان، كما تعمل هذه الطرق على توفير الكثير من الخامات المعدنية المستهلكة.

الكلمات المفتاحية: *الإمكانات التشكيلية، الميكانيكية، ثلاثية الابعاد، النمذجة الرقمية ثلاثية الابعاد، الحلي.*

مقدمة البحث:

في ظل التطور الحديث لنظم الكمبيوتر والتقنيات الرقمية، وظهور تكنولوجيا ذات إمكانيات تشكيلية ميكانيكية متميزة لتصنيع المنتجات المعدنية عامة ومشغولات الحلي خاصة، هذا ما يجعل وجود حاجه للتعرف على تلك المعالجات التي تمثل طفرة هائلة في مجال التصميم الرقمي ثلاثي الابعاد وتوظيفه في إنتاج مشغولات للحلي المعدني، والتي تنتج صور تصف المنتج قبل تنفيذه، تحمل أبعاد ووحدات وخامات وتقنيات تعكس فلسفة وفكر المصمم.

هذا من خلال استخدام الكمبيوتر بشكل مباشر وأساسي، كوسيلة يستطيع المصمم بها توصيل محتواه الفني بشكل افتراضي غير ملموس، لإنتاج لغة تصميمة غير تقليدية، تكون بمثابة حلقة الوصل بين المادة والشكل والمحتوي، وقد ساهم ذلك في تطور اتجاهات الفن بشكل واضح، لفتح افاق للتجريب والبحث في عالم ملئ بالإمكانات التشكيلية البسيطة والمركبة وإتاحة فرص لتطبيقها بأساليب سهلة ودقيقة في أقل وقت ممكن.

فقد ظهر العديد من البرامج التي تحمل كل منها خصائص ومميزات تجعل للمصمم حرية الاختيار من بينهم لما يحقق أهدافه الانشائية والجمالية، فمنها برامج (Art Cam _ Jewel Smith Rhinoceros – 3d Max – Matrix) وغيرها.

التي تعمل من خلال نظم (CAD / CAM) [*] التي تعني التصميم والتصنيع بمساعدة الكمبيوتر، " المصممة لتحقيق تكامل التصميم والإنتاج، هي تعمل علي الاستخدام الأمثل للبيانات المتاحة للتوصل إلي التصميم الملائم لقدرة التصنيع، وتحديد الاشكال والابعاد الفعلية وكذلك الخصائص"، فمن خلالها يستطيع الفنان إنشاء نماذج افتراضية ثنائية وثلاثية الابعاد، للوصول بالتصميم إلى أقصى أداء تشكيلي متفق علية قبل الوصول إلي مرحلة التنفيذ، هذا ما يزيد من قدرة الفنان علي اتساع حدود السيطرة علي الخامة تشكيلياً بشكل ادق من استخدام الطرق اليدوية المتعارف عليها، حيث أصبح الكمبيوتر ببرامجه وسيلة تساعد الفنان بالانتقال بفكرة التصميمي إلى مرحله التنفيذ بمساعدة تكنولوجيا الآلات والأدوات التي أصبح لها أثر بالغ في قدرة الفنان لإنتاج أعمال فنية بصور كان يصعب إنجازها في الماضي، لذا فمن المتوقع تزايد القبول العام لقيمة ما تنتجه الفنون الرقمية.(سحر شعبان ، 2018م، ص ص 30 -32) (دليا محمود ، 2009م، ص 101)

وبهذا البحث تم تطرق الباحثة إلى دراسة برنامجي Rhinoceros (6، 9 Matrix)، حيث أنهم يحملون نفس الواجهة و الأدوات، كما تعتبر هذه البرامج من أكثر برامج التصميم ثلاثي الأبعاد تميزا في مجال الحلي، والمنتجات المعدنية من حيث البناء والتعديل، وذلك لاعتمادهم في الرسم علي تقنيه "(Nurbs) [15][*] " فقد تقدم هذه التقنية شكل رياضي واحد لكلاً من الاشكال الحرة والاشكال التحليلية الرئيسية ، كما تعمل علي امداد المصمم بمرونة كبيرة للتعديل والتغيير والتبديل لإنتاج عدد كبير من الاشكال المتنوعة، وتقليل مساحة الذاكرة اللازمة لتخزين الاشكال الناتجة "، كما انها من البرامج التي حصلت على شهرة واسعة، وسرعة في الانتشار نظراً لتميزها بالبساطة والسهولة في التعليم والأداء، "كما يتميز برنامج Rhinoceros عدم حاجته إلي أجهزة خاصة للعمل عليه فالأجهزة المحمولة (Laptop) العادية تعمل علية بشكل سريع".[16] (اميرة فؤاد، 2010م، ص 38)

كما تتيح للفنان مهارات وتقنيات يستطيع بها تمثيل وإظهار صوره ذهنية من تصوراته العقلية إلى صورة مرئية تفصيلية، الأمر الذي يوثر على المحصلة البصرية والادائية لدي الفنان، ويفتح مصادر جديدة يثري بها الإنتاج الفني، للتخلص من القيود التي تحد من التفكير الابتكاري، وتجعله قادر علي الكشف عن المزيد من بنائيات المشغولة. "هذا ما يظهر أهمية امتلاك الفنان لتلك الأدوات والتقنيات التي تجعله قادراً على إنتاج مشغولات أكثر دقة بأقل وقت وجهد، من خلال إيجاد علاقة ربط بين الممارسات اليدوية والتقنيات الرقمية، لما لها من مميزات كسهولة التخزين والاسترجاع والعرض وإضافة والتطوير والاختبار والمفاضلة للوصول لأفضل النتائج، دون فقد أي من التخطيطات السابقة". (فريد حسين احمد. محمد، ديسمبر 2018م، ص ص 484، 494)

هذا ما يجعل التصـميم الرقمي ثلاثي الابعاد مختلفاً عن الطرق اليدوية للتصـميم والتصـنيع في مجال أشـغال الحلي المعدنية، لأنها من المجالات التي لها متطلبات خاصة لصياغة مشغولاتها في مراحل بنـائها المختلفـة ومـا يحتم في بعض الأحيـان عمـل تعديلات في مراحل مختلفة قبل التشـطيب، والإخراج المشـغولة الفنية، فيكون علي الفنان اختيار أنســب الحلول في كل مرحلة، وما يناسـب الخامات المسـتخدمة والمواد بأفضـل طرق للتشـكيل التي تحقق الأهـداف الوظيفيـة والجمـاليـة معـاً، هـذا مـا جعـل الفنانين وممارســين هذا المجال ســاعيين دائماً نحو إيجاد حلول فنية وتقنية جديدة للتشـــكيل والإنتاج ، تبعاً للتقدم والتطور التكنولوجي المصـــاحـب للعصـــر، ليكون بمثـابـه المعطيـات

الديناميكية المتنامية في عملية إنتاجه الفني، فخبرات وخيال الفنان وحســـه هو ما ينظم ويحدد دور كل من الآلات والأدوات المتاحة لديه وفق خصـــائص وإمكانات كل منها للتعبير عن المضـــمون الفني تبعاً لاختلاف عناصـــر التشـــكيل وأســـاليبها المناسبة لكل مشغولة.

مما سبق ذكره فالوسيط التشكيلي لا يقتصر في هذا البحث على الخامة فقط، بل يشمل إمكانات التشكيل ببرامج النمذجة الرقمية ثلاثية الابعاد للتصميمات القابلة للتنفيذ الميكني التي تتوافق مع هذه النظم، وما يمكن ان تحققه من صور تشكيلية معقدة ومتعددة، لذا فإتقان استخدام هذه البرامج في الوقت الحالي أصبح يشكل ركناً هاماً في الفنون بصفة عامة وفي إنتاج مشغولات الحلي التي تحمل الطابع المعاصر، لما تتطلبه من دقة التصميم ومهارة التنفيذ ومهارة الاداء.

مشكلة البحث:

تتلخص مشكلة البحث في السؤال التالي:

- كيف يمكن الاســـتفادة من الامكانات التشـــكيلية (لبرامج ومعدات النمذجة الرقمية ثلاثية الابعاد) في تشكيل وتنفيذ مشغولات حلي معدنية معاصرة؟

فروض البحث:

- يمكن اكتشـاف طرق تشـكيلية رقمية ثلاثية الابعاد ومنابع تجريبية وابداعية جديدة لتصميم وتصنيع مشغولات الحلي المعدنية.
- يمكن توسيع نطاق الرؤية من خلال مجموعة لانهائية من المتغيرات الشكلية باستخدام برامج Rhinoceros 6, Matrix 9.
- يمكن الحصول على نموذج مرئي يمثل الصورة الحقيقية للمشغولة.

أهمية البحث:

تتلخص أهمية البحث الحالي في إلقاء الضوء على ما يلي:

- المتغيرات التكنولوجيـة لبرامج ال (cam, cad) ثلاثي الابعـاد و ما تقدمة من تقنيات ميكانيكية للتنفيذ تخدم مجال أشـــغال المعادن مثل:
- التصـور المرئي ثلاثي الابعاد لتصـميم الحلي المعدني من خلال بناء نموذج يحاكي الواقع المراد تنفيذه.
- اســتخدام التقنيات الرقمية للتصــنيع في تنفيذ مشــغولات الحلي ثلاثية الابعاد ميكانيكياً.
- تقليل هالك الخامة بسبب ارتفاع مستوي دقة التحكم الرقمي أثناء مراحل تصميم وتعديل وتنفيذ مشغولات الحلي المعدني ميكانيكياً.

أهداف البحث:

يهدف البحث إلى تحقيق ما يلي:

- إلقاء الضـوء على الامكانيات التشـكيلية والجمالية للبرامج الرقمية ثلاثية الأبعاد، الأكثر تخصـصـاً في تصـميم الحلى وأوجه الاسـتفادة من ماكينات التنفيذ والإنتاج المتوافقة معها.
- الاســتفادة من التقنيات الرقمية في النمذجة والمحاكاة وتحســين الأداء التشـكيلي والشـكلي والوظيفي لمشـغولة الحلي المعدنية وتحليل وتقييم النتائج قبل التنفيذ.
- تفعيـل دور الكمبيوتر في مراحـل التصـــميم والتنفيـذ الميكني، والاجراء المتتابع للعمليات التصميمة المختلفة.

حدود البحث:

- اســتخدام برامج (Matrix9, Rhinoceros 6) ثلاثية الابعاد لتصـــميم مشغولات حلي معدنية.
- دراســـة بعض المعالجات التشـــكيلية التي تتيحها البرامج الرقمية المتخصصة فى تصميم الحلى من (نسخ، دوران، تغيير الحجم، التمدد والمط، الدمج والفصـــل، اللف والبرم، الحذف والتفريغ، تســـطيح الاشكال المجسمة)
- التعرف على طرق التنفيذ الميكنية للمشـغولات المصـممة من قبل برامج (Matrix9, Rhinoceros 6) ومعدات الإنتاج مثل: (مكينات الليزر، مكيناتCNC، ومكينات الطباعة ثلاثية الابعاد).

منهج البحث:

المنهج الوصـفي التحليلي وبعض خطوات المنهج التجريبي في تصـــميم وعرض مجموعـة من النمـاذج الموضـــحـة للإمكـانـات التشـــكيليـة لبرامج (Matrix9, Rhinoceros 6) وطرق التنفيـذ الميكني للمشغولات.

الإطار النظري للبحث:

"النمذجة الرقمية باستخدام الحاسب هي أحد الوسائل الحديثة المستخدمة لدراسة العمليات الصناعية وهي أحد وسائل الهندسة الصناعية الأكثر شيوعاً في العقدين الماضيين، كما تعتبر إضافة تعمل على تغيير النماذج التقليدية للتدريب التقني في مجال صناعة المنتجات المعدنية التي يجب أن تتوافر فيه الوسائط عالية المستوي". (مروة عبد الرحمن، 2013م، ص3)

هذا ما يقدم طفرة في أساليب معالجة الوسائط التشكيلية التي يستخدمها الفنان لإنتاج أعماله الفنية، من خلال نظم تحمل الصفة الرقمية الميكانيكية للتصميم والتنفيذ، التي تحتوي على إمكانات تشكيلية غير محدودة يستطيع من خلالها الفنان استخدام مجموعة الأوامر التي تحقق أهدافه التشكيلية لصياغة مشغولاته الفنية المختلفة الشكل والوظيفة.

فأجهزة الكمبيوتر قد غيرت المشهد في كثير من المجالات الفنية، ومثال واضح علي ذلك هو التكنولوجيا المستخدمة في تصميم الحلي CAD، فقد أصبحت طريقة لتكرار مهارات الحرفيين في العصور السابقة، من خلال التصميم بمساعدة الكمبيوتر، في نفس الوقت فلا تحل النظم الرقمية مكان الفنان الممارس لقد جعل ببساطة من الممكن للفنان التعبير عن نفسه بوضوح، وفي نفس الوقت لا يمكن لهذه النظم أن تعوض يد الفنان الحرفية التي تتطلب رؤية الفنان مقترنه بمعرفة المواد وفهم إجراءات التصنيع التقليدية، ولكن تتغير الأدوات فقط، لتكون لوحة المفاتيح والفارة بدلاً من أقلام الألوان والازاميل والمنشار وغيرهم لأنشاء مشغولاتهم الفنية.

فهي طرق تعمل على استبدال الواقع المحسوس إلى حالة منظورة، يمكن الإحاطة بكل جوانبه وإدراك مكوناته بدقة اعلي، كما انها لا يكلف بنائها شيء. (شكل رقم 1).

شكل يوضح النموذج المصمم يدوياً ومراحله بالتصميم الرقمي ثلاثي الابعاد [17]

"فالفن تعبير تكاملي يجعل الانسان في تواصل دائم مع الأجيال السابقة والمعاصرة ليكون هو في حد ذاته مرآه تعكس الواقع المحيط بالأفراد المكونين لهذا المجتمع، لقدرته على الحيوية والاستمرارية والتواصل بين الأجيال، ومترابطة بين مختلف وسائل الإبداع الفني"، ومن هنا تعددت الأساليب التشكيلية في المشغولة المعدنية بين اليدوي والميكانيكي الذين يكملون بعضهم البعض ولكن يبقي للطرق الميكانيكية ما توفره من سرعة الأداء ودقة تنفيذ التقنية وإتاحة الفرصة للتجريب لاكتشاف حلول تشكيلية جديدة غير مألوفة لمساعده الفنان علي الإبداع والابتكار. (شيماء محمود الجارحي، 2015م، ص 77، 78)

وهذا ما يتطلبه عمليات صياغة مشغولات الحلي المعدنية، بالإضافة إلى مراعات تحقيق التوازن بين معايير تنفيذ المشغولات الفنية التي تحددها العلاقة بين كل من الشكل والتصميم والخامة والوظيفة، وقواعد اختيار كل منها للتنفيذ، وهذه المعايير التي تفترض الباحثة أنه يمكن تحقيقها من خلال الاستعانة ببرامج النمذجة الرقمية ثلاثية الابعاد أثناء مراحل التصميم والتنفيذ.

ومن هنا تتعدد الإمكانات التشكيلية الميكانيكية لبرامج النمذجة الرقمية ثلاثية الابعاد لتصميم وتنفيذ مشغولات الحلي المعدني:

أولاً: إمكانات التصميم الرقمي ثلاثي الابعاد:

عملية التمثيل الرقمي تنقسم إلى "معلومات أحادية الابعاد بالكتابات، أو ثنائية الابعاد بالاسكتشات والمساقط والقطاعات والصور، أو ثلاثية الابعاد كالنماذج المجسمة التي يمكن رؤيتها من جميع الاتجاهات، وكل هذه الاشكال تتكون من وحدة تشكيلة واحدة التي منها تتولد جميع التشكيلات الممكنة، خلال مجموعة من العمليات البنائية، وما يطلق عليها من "عمليات توالد الأشكال" وهذه الوحدة البنائية تعرف باسم النقطة حيث تمثل وحدة البنية التجريدية للشكل، وعمليات التحريك المختلفة التي يمكن أن تتخذها النقطة في الفراغ التي تنقسم إلي خمس صور منها :

1. النمو الخطي ذو البعد الأحادي " الخط المستقيم line.
2. النمو المركزي ذو البعدين " الدائرة " circle".
3. النمو المركزي ذو الابعاد الثلاثة " الكرة " sphere.
4. النمو الحر ذو البعدين " المضلعات " polygons.
5. النمو الحر ذو الابعاد الثلاثة " المجسمات " volume ". (اميرة فؤاد، 2010م، ص 54 - 56)

ومن ثم تكون تلك الاشكال هي المكونات الأساسية لأي شكل ثنائي أو ثلاثي الابعاد، هذا ما تقوم من خلاله برامج النمذجة الرقمية ثلاثية الأبعاد كالبرامج موضوع البحث (Matrix9, Rhinoceros 6)، والتي تقوم بتكوين النماذج من خلال عمليات الدمج والفصل والازالة والتركيب والتعديل لصياغة النماذج على اختلاف مصنفاتها بالعديد من المتغيرات التشكيلية التي قد تساهم بشكل فعال في تحقق الرؤية التعبيرية للفنان، وفيما يلي عرض لأهم الامكانات التشكيلية التي ميزت تلك البرامج الرقمية:

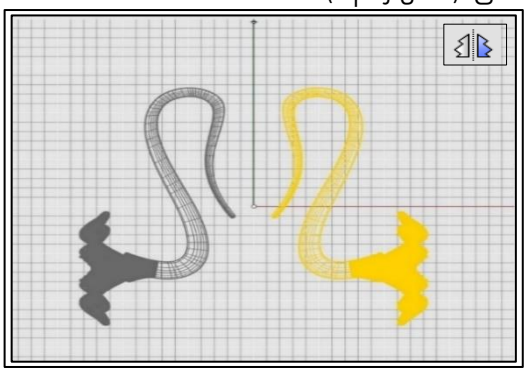
النسخ Copy:

وهي عملية نسخ متعدد للنموذج والتي تطبق بأكثر من أسلوب وبأوامر مختلفة منها ما يلي:

عكس الصورة Mirror:

ينشئ الأمر نسخة طبق الأصل من العنصر في الاتجاه المقابل من خلال محور يقوم بتحديده المستخدم، والذي يستخدم بشكل

شائع في تصميم مشغولات الحلي أو عند تنفيذ الوحدة الثانية من الحلق. (شكل رقم 2)



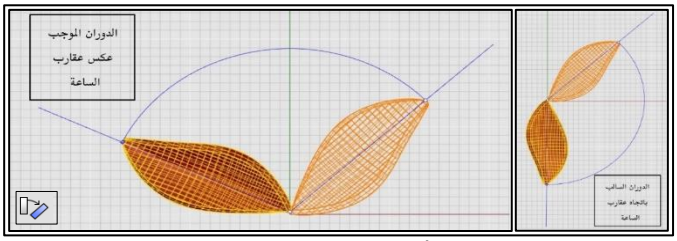
(شكل رقم2) شكل يوضح تطبيق أمر Mirror علي حلق نموذج جاهز من موقع Grabcad (18) الشكل من إعداد الباحث

التكرار Array:

يعمل هذا الامر على نسخ عنصر معين إلي عدد من النسخ والذي يوضحه الجدول التالي: (جدول رقم 1) (شكل رقم 3)

الدوران :Rotate

يستخدم التدوير لتحريك النموذج في حركة دائرية حول نقطة أساسية، وللدوران الدقيق يجب تحديد درجه الدوران،"وعند كتابه درجه الدوران يكون الدوران عكس اتجاه عقارب الساعة، أما إذا كتب مصاحب لعلامة السالب يكون الدوران في اتجاه عقارب الساعة".(2002, p108,.....) (شكل رقم 4).



يوضح أمر الدوران ببرامج RHINO، MATRIX
من إعداد الباحثة

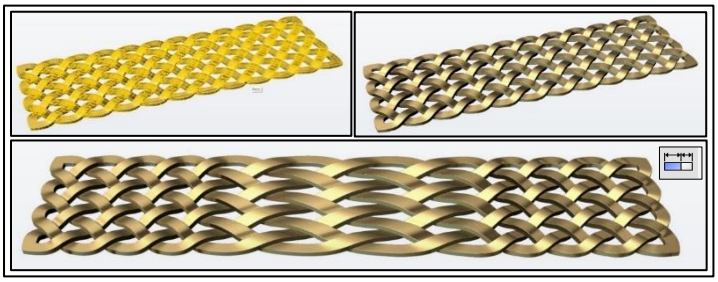
الحجم Scale:

هو مصطلح يطلق على الكتل ذات الثلاث أبعاد من طول وعرض وعمق "أخذت شكلاً معيناً يمكن أن يكون مصمتاً أو مفرغاً لها أشكالاً متعددة منها (المكعب والكرة والمخروط والاسطوانة والهرم) "، ويتم تحديد هذه الكتل بمقدار الحيز الذي تشغله من الفراغ. (رفقي علي، أحمد، 1998م، ص 12)

فتتيح هذه الأوامر الخاصة بتغيير الحجم التحكم في كل بُعد من أبعاد النموذج الطول والعرض والارتفاع والتغيير في كل منهم على حدي أو بجمع أثنين أو الثلاثة معاً وهذا ما يوضحه (جدول رقم 2)

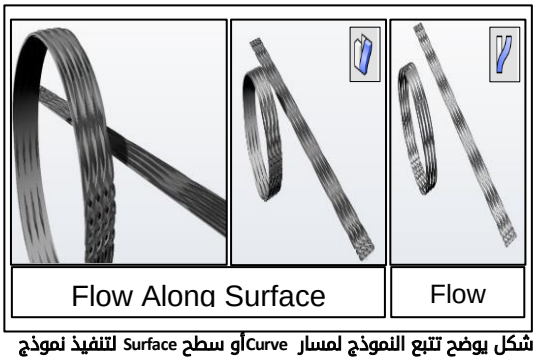
1- تمدد أو مط Stretch:

يقوم الأمر بإطالة جزء من النموذج في اتجاه واحد. (شكل رقم 5)



شكل يوضح تطبيق أمر Stretch نموذج جاهز من موقع Grabcad(19) الشكل من إعداد الباحثة

كما يمكن من خلال الأوامر بهذه البرامج تحويل النماذج المسطحة إلى نماذج تتبع مسارات منحنية ففي بعض الأحيان يسهل الرسم المسطح عن الرسم حول المنحني في تصميمات الحلي المعقدة، وهذا ينفذ من خلال الامر (Flow Along Curve) أو نقلها من سطح مصدر إلى سطح مستهدف من خلال الامر (Flow Along Surface). (شكل رقم 6)



(شكل رقم6) شكل يوضح تتبع النموذج لمسار Curveأو سطح Surface لتنفيذ نموذج لسوار لليد نموذج جاهز من موقع Grabcad((20) الشكل من إعداد الباحثة

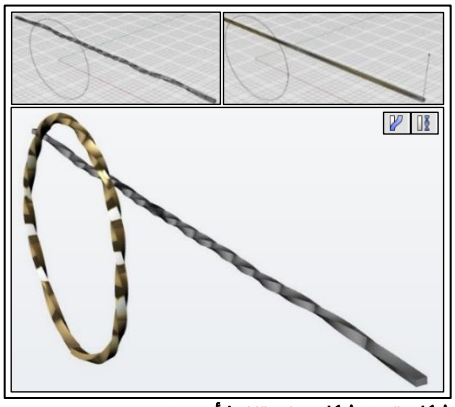
الدمج والفصل

تقوم هذه الأوامر بقص أو دمج أو فصل المساحات المشتركة بين الأسطح المتعددة (poly surface) أو الأسطح المحددة (surface) لإنشاء سطح متعدد واحد يجمع الاشكال.

اللف والبرم Twist:

تستخدم هذه التقنية في مجال أشغال المعادن في التشكيل بالأسلاك المعدنية المختلفة السمك والشكل لإنتاج الكثير من مشغولات الحلي المعدنية، ولكن تستلزم عند اتباع هذه التقنية أن يكون سمك السلك المستخدم رفيع حتى لا يصعب تشكيلة، ولكن باستخدام التقنيات الميكانيكية للتشكيل يستطيع مصمم المشغولات المعدنية أن يشكل أي شكل أياً كان عريض أو سميك

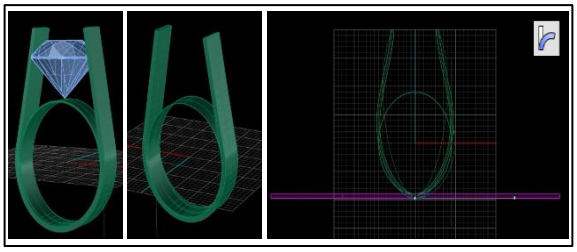
وبشكل متقن ودقيق، بناءً عليه يقوم الامر Twistبهذا العمل حتى يقوم بتدوير النموذج حول محور يحدده المصمم. (شكل رقم 7)



(شكل رقم7) شكل يوضح تنفيذ أمري (Flow Along Curve ,Twist)
لبرم الاشكال المسطحة وتتبعها مسار خط منحني من إعداد الباحثة

الالتواء Bend:

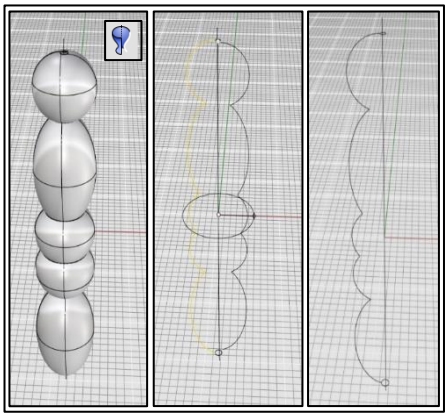
يساعد هذا الامر في تنفيذ إنحناءات للنموذج من اتجاه واحد أو من كلا الاتجاهين معاً. (شكل رقم 8)



(شكل رقم8) شكل يوضح تنفيذ أمر bend لتنفيذ خاتم
من إعداد الباحثة

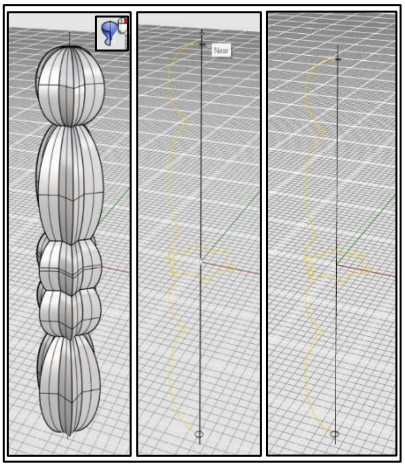
الدوران حول محورRevolve:

تقوم البرامج بتنفيذ هذا الامر من خلال طريقتين الأولي ينشئ فيها سطحاً عن طريق تدوير منحني محدد على المحور.
(شكل رقم 9)



(شكل رقم9) شكل يوضح تنفيذ أمر Revolve لتنفيذ شرابه سبحة من إعداد الباحثة

والثانية تنشئ فيها سطحاً عن طريق تدوير منحني بحسب شكل السطح المراد حول المحور. (شكل رقم 10)

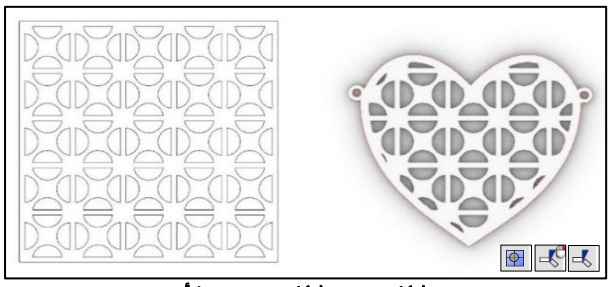


(شكل رقم10) شكل يوضح تنفيذ أمر Rail Revolve لتنفيذ شرابه سبحة
من إعداد الباحثة

التفريغ والحذف Trim:

هي عملية إزالة لجزء من السطح الخارجي للخامة، بما يؤدي إلى تغيير ملحوظ في إجزاء العمل الفني، وينتج من هذا الفراغ زخرفة في بعض الأحيان، هذا ما يقوم به الامر (Trim) الذي يحذف منه الأجزاء المحددة من العناصر عند التقاطعات من العناصر الأخرى.

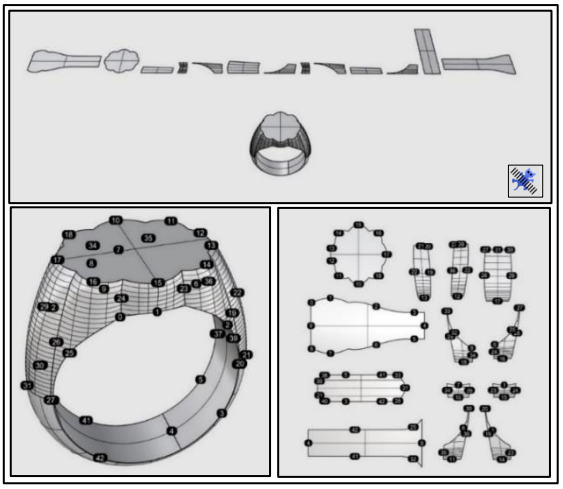
كما تتيح هذه البرامج إعادة السطح كما كان من خلال الامر Untrimالذي يعل على غلق فراغات الأسطح عند الضغط على حافة الشكل المفرغ. (شكل رقم 11)



(شكل رقم11) شكل يوضح تنفيذ أمر Trim
لتنفيذ دلاية مزخرفة بأسلوب التفريغ من إعداد الباحثة

إفراد أسطح النماذج المجسمة:

يقوم الامر (Smash Double – Curved Surface) بإفراد الأسطح (Surface)، وللنماذج متعددة الأسطح poly surface، كما يمكن ترقيم الاسطح المنفردة لسهوله التجميع فيما بعد عند التنفيذ عند الضغط على labels= yes من شريط الأوامر قبل تنفيذ الأمر. (شكل رقم 12)



(شكل رقم12) شكل يوضح تنفيذ أمر (Smash Double – Curved Surface)
من إعداد الباحثة

وهناك العديد من الأوامر التي تتيح سهولة الحركة والتغيير في زوايا الرؤية ونقل العناصر والنقاط بشكل دقيق وتغيير حالة الحواف وإظهار أبعاد كل جزء من أجزاء النموذج من زوايا وأضلاع ومساحات، هذا يهدف إلي " تقييم المنتج وتحديد التكلفة المحددة له قبل الإنتاج، مع الاخذ في الاعتبار بمعايير الأداء والأمان وتحليل الاحتمالات الواقعة علي مكونات النموذج من خلال الحسابات الهندسية والمواصفات الفنية لاختيار الخامة، وذلك من خلال دراسة أساليب تحليل التصميم بدقة قبل عمليات التنفيذ". (مروة عبد الرحمن، 2013، ص39)

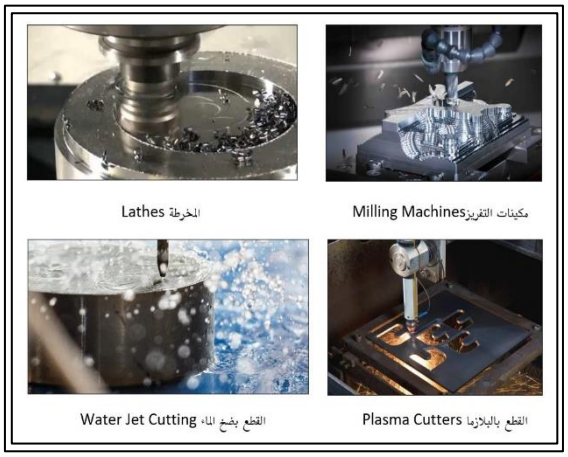
وبمجرد الانتهاء من إنشاء النموذج الرقمي من قبل هذه البرامج، يتم تحويها إلى لنظم ال CAMالتي تعمل علي تشغيل الآلة وبرمجتها لتنفيذ التصميم المعد، علي هيئة ملفات رقمية إلى الطابعات والمكينات حيث سيتم تحويل هذه البيانات إلى نماذج بالنحت المباشر علي كتل المعدن أو بإنشاء نموذج شمعي ثلاثي الأبعاد، حيث يتم تحول أفكار الفنان وضربات المفاتيح إلى مشغولات فنية قيد التنفيذ.

ثانياً: ماكينات وطرق تنفيذ التصميم الرقمي ثنائي وثلاثي الابعاد:

الإمكانات التشكيلية لنظم التصميم الرقمي، تساعد الفنان في إنتاج تصميمات لمشغولات يمكن تنفيذها بأكثر من ماكينة منها:

مكينات ال CNC:

مكينات CNC "وهي اختصار (Computer Numerically Controlled Machine) وتعني ماكينة يتم التحكم بها رقمياً باستخدام الكمبيوتر"[21]، والتي يفضل استخدمها إذا كانت النماذج المنفذة مسطحة ذات سماكات صغيره أو كبيرة، والتي تعمل على الحفر المباشرة للأسطح المعدنية، فمنها مكينات الليزر والقطع بضخ الماء ومكينات التفريز والمخارط، ولكن هذه الطرق قد تهدر الكثير من الخامة أثناء التنفيذ. (شكل رقم 13)



(شكل رقم 13) يوضح أنواع مكينات CNC(22)

الطابعات ثلاثية الابعاد:

تعتبر الطابعات ثلاثية الابعاد أحدي طرق التشكيل المرنة لإنتاج قالب شمعي لنموذج يمكن سبكه وعمل قالب عليه للإنتاج المتعدد، فقد تستخدم هذه المكينات مواد مثل البلاستيك المنصهر أو الراتنجات (Resin) [23](*)السائل الذي يتصلب من خلال مصدر الإضاءة أو الحرارة "حيث يتكون النموذج عن طريق بناء الشكل بشكل طبقي (طبقه تلو الأخرى) حتى يتراوح سمك الطبقة الواحدة من 0,015 إلى 0,025 مليميتر، حيث يحتوي الماكينة على مصدر للضوء ومصفوفة من أكثر مليون مرآة متناهيه تشغل مساحة تقريبية (1280 x 1024 بكسل) تعمل على تشكيل تلك الطبقات" ،حتى يتكون النموذج الشمعي بأكمله، الذي يمكن تنفيذه بعد ذلك عن طريق الطرد المركزي أو الصب بالفراغ إلى المعدن. (محمد سويلم. عادل، 1994م، ص 70) (مسعد أحمد . كرم، يونيو 2023م، ص 140) (شكل رقم 14)

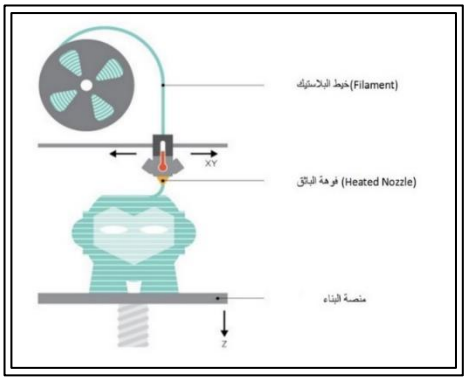
(*) Resin: هو نوع من الراتنجات السائلة اللزجة التي تتغير لزوجتها على مدي واسع تبعاً للعمليات المطلوبة، ويُطلق على نوع الراتينج المستخدم في الطباعة ثلاثية الأبعاد راتنج فوتوبوليمير، وهو سائل يتحول إلى بلاستيك من خلال تفاعل كيميائي مع ضوء الأشعة فوق البنفسجية.

(شكل رقم 14)

يوضح شكل النموذج الشمعي الناتج من عمليه الطباعة ثلاثية الابعاد(24)

تتعدد تلك المكينات وتختلف باختلاف مصدر الضوء فمنها:

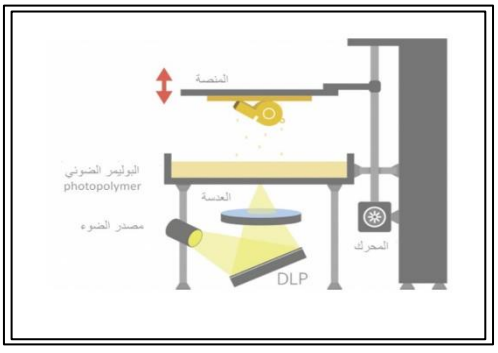
- **FDM**: وهي اختصار (Fused Deposition Modelling) والتي تعني الترسيب المنصهر، والتي تستخدم خيط البلاستيك المنصهر وخروجه من فوهة صغيرة (Nozzle) لبناء النموذج طبقة بعد طبقة على منصة الطباعة"[25](شكل رقم 15)



(شكل رقم 15) يوضح كيفية طباعة الطابعات

FDM ثلاثية الابعاد (26)

(Digital Light Processing) DLP: والتي يكون مصدر الضوء بها عبارة عن UV بروجكتور، وهذا النوع من الطابعات يعتمد علي البلمرة، "ويستخدم فيها الراتنج السائل أو الرزن الذي يتفاعل مع مصدر الضوء". [27] (شكل رقم 16)



(شكل رقم 16)

يوضح كيفية طباعة الطابعات DLP ثلاثية الابعاد (28)

(Digital Light Processing) MASLA (LCD): وتكون شاشة LCD تعرض صورة الشريحة ومصدر الإضاءة يكون UV LED.

ومن خلال هذه التقنية يمكن تنفيذ التصميمات معقدة وبارزة ومتداخله لمشغولات من الحلي المعدنية التي يصعب تنفيذها يدوياً، عن طريق صنع قوالب للسبك [*] للنموذج المطبوع بخامة البلاستيك أو الرزن. (شيماء الجارحي، 2015م، ص 79)

كما انها تتيح للفنان التعديل في المراحل المختلفة قبل الطباعة على البرنامج أو بعد الطباعة على النموذج الشمعي واختار النموذج جيداً قبل التنفيذ بالصب المعدني

كل تلك السمات والمهارات والإمكانات التقنية يمكن أن تنقل الفنان من مرحله التعبير والتنفيذ التقليدية، إلى مرحلة أستخدم الوسيط الرقمي للتصميم والانتاج، وبذلك يصبح دور الفنان هو الالمام والتدريب المتقن لتلك المهارات التي يمكن أن توفرها النمذجة الرقمية ومحاولة تطويعها لتطوير وتميز إنتاجه الفني.

نتائج البحث

1- دراسة الإمكانات الهائلة لبرامج النمذجة الرقمية ثلاثية الابعاد، تساعد مصمم الحلي المعدني للوصول لأعلي دقة أثناء مراحل التصميم والتنفيذ.
2- تساعد عمليات النمذجة للبرامج ثلاثية الابعاد فناني أشغال المعادن في وضع تصورات حلول ابتكارية يمكن اختبارها وتقيمها قبل التنفيذ.
3- تحقيق الاستثمار المادي لتكلفة إنتاج مشغولات الحلي نظراً لارتفاع قيمة وثمن الخامات المستخدمة في إنتاجها.
4- تتشابه وحدات بناء النموذج الرقمي مع الوحدات بناء التقليدية مما يسهل علي المصمم تفهم كيفية بناء الاشكال الرقمية وإدراك المخاطر التي تطرأ على النموذج.
5- استنباط الكثير من طرق التشكيل الرقمية التي يستفاد منها في توليد الافكار.
6- بناء بيئة افتراضية مثلي للتوصل إلى حلول شكلية متعددة، حتى تسمح بالمقارنة بين بدائل التصميم للتوصل إلي أفضلهم.

التوصيات والمقترحات:

1- ضرورة الربط بين التقدم التكنولوجي لبرامج النمذجة الرقمية ودراسة الطرق المستحدثة في تصميم المشغولات المعدنية بكليات التربية النوعية.
2- التعرف على رواد التصميم باستخدام التقنيات الحديثة ودراسة أعمالهم، للتعرف علي السلوك الانشائي المتعارف علية.
3- تفعيل دور برامج النمذجة الرقمية ثلاثية الابعاد في عمليات التصميم بشكل أوسع، حتى يتمكن الطالب من الاستفادة القصوى من كلا الطرق اليدوية والميكانيكية ومحاولة الدمج بينهما لإنتاج مشغولات فنية معاصرة.

4- الاهتمام بتجهيز معامل دراسية مزوده ببرامج حديثة وتدريب الطلاب عليها لتحقيق أكبر قدر ممكن من الكفاءة والدقة وجودة الأداء.
5- دعم الدراسات العلمية والتجريبية المتعلقة بتطوير التطبيقات والوسائل الرقمية المتعلقة بمجال تصميم وتحليل المنتجات المعدنية.

المراجع:

الكتب العربية:

1. رفقي على، احمد 1998م التصميم، وأسسه ومقوماته الجمالية والتعبيرية. مودرن سنتر. القاهرة
2. محمد سويلم. عادل 1994م اللدائن – ماهيتها- أنواعها- طرق تصنيعها – تشعبها، دار الكتب العلمية، القاهرة.

الرسائل العلمية:

3. أميرة فؤاد أنور محمد 2010م " وضع منهجية متطورة لتصميم الحلي لاستيعاب نظم الكاد بما لا يؤثر سلبا على أبداع المصمم" رسالة دكتوراة. كلية الفنون التطبيقية. قسم المنتجات المعدنية والحلي. جامعة حلوان.
4. ايمن مصطفي محمد إسماعيل 2014م " أثر استخدام التقنيات الرقمية على تطور نظم الهياكل المعدنية للمعارض المتنقلة. رسالة ماجستير. كلية الفنون التطبيقية. جامعة حلوان.
5. سحر شعبان سعيد عبد الحليم 2018م" العلاقة الجمالية بين التشكيل اليدوي والآلي في بناء المشغولة الفنية كمنطلق للمشروعات الصغيرة". رسالة ماجستير. كليه التربية الفنية. جامعة حلوان.
6. داليا محمود إبراهيم2009م " أثر الإنتاج بالنظم الرقمية على تصميم منتج الأثاث المعدني، قسم الأثاث والانشاءات المعدنية والحديدية". رسالة ماجستير. كلية الفنون التطبيقية، جامعة حلوان.
7. شيماء محمود علي محمد الجارحي2015م"المتغيرات التعبيرية والتشكيلية في الحلي الشعبية كمدخل لأثراء تدريس أشغال المعادن". رسالة ماجستير. كلية التربية الفنية جامعة حلوان.
8. مروة عبد الرحمن أحمد عبد الرحمن2013م" فاعلية المحاكاة الرقمية للعمليات الصناعية واستخدامها للتدريب على تقنيات تصنيع المنتجات المعدنية". رسالة ماجستير. كلية الفنون التطبيقية. قسم المنتجات المعدنية والحلي. جامعة حلوان.

الأبحاث المنشورة:

9. فريد حسين أحمد. محمد ديسمبر 2018 "حدود وخصائص الوسائط المستخدمة في تمثيل وإظهار المنتج في مراحل تصميميه مختلفة". بحث منشور بالمؤتمر العلمي الدولي الأول للقصور المتخصصة. " الموروث الفني والحرفي لغة تواصل بين الشعوب. الجزء الثاني (المحور الثاني والثالث). الهيئة العامة لقصور الثقافة. وزارة الثقافة. القاهرة.
10. مسعد أحمد. كرم يونيو 2023 تم قبول للنشر بتاريخ 23/ 7/ 2022مجماليات الخط الكوفي في العمارة الإسلامية كمصدر للتصميم الرقمي للحلي المعدنية". الجمعية العربية للحضارة والفنون الإسلامية. المجلد الثالث – العدد الخامس

المعاجم والقواميس

11. المعجم الوجيز 1992ممجمع اللغة العربية. الهيئة العامة لشئون المطابع الاميرية القاهرة.
12. النبوي الشال، عبد الغني1984ممصطلحات في الفن والتربية الفنية"، السعودية، مطابع جامعة الملك سعود

المراجع الأجنبية:

13. Ahmad sh. AL khatib1987" dictionary of scientific & technical terms" English – Arabic. library du Laban. Lebanon. Sixth edition
14. _____2002Rhinoceros level 1 training manual v3.0". Robert MCNeel& associates. Usa

المواقع الالكترونية:

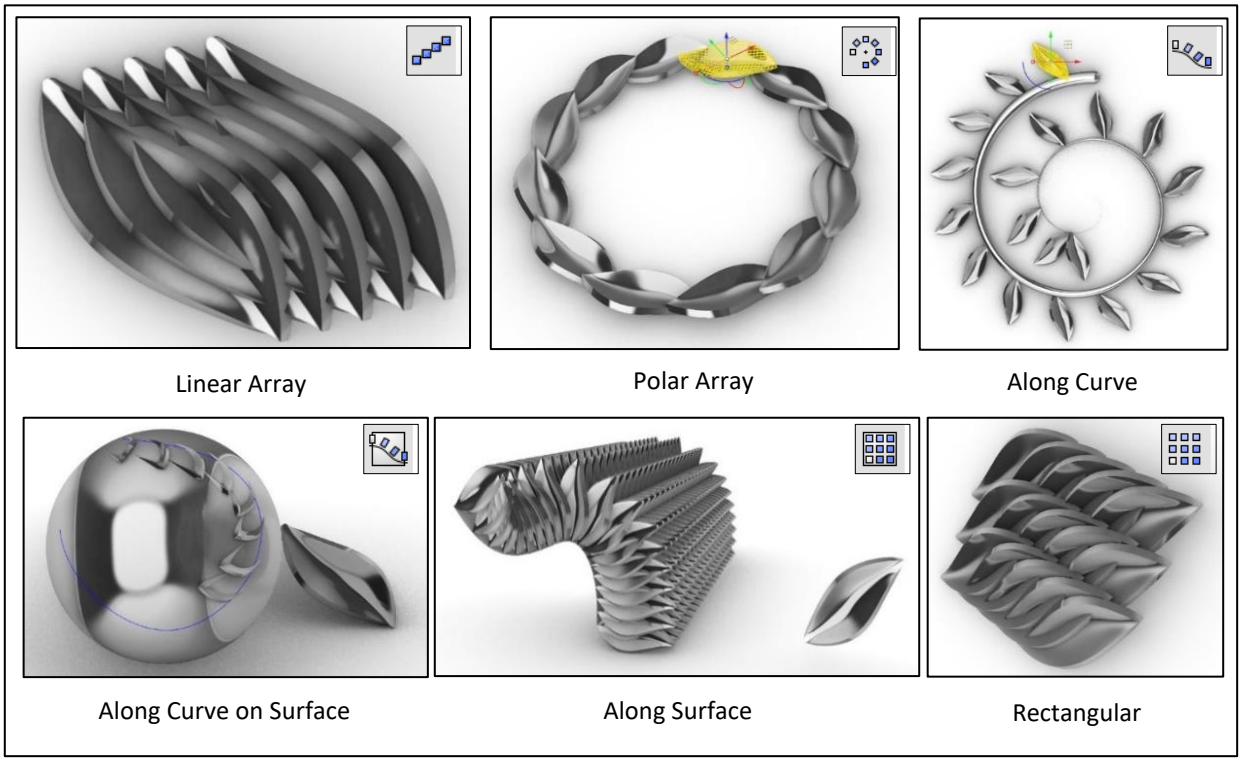
15. https://www.al-jazirah.com/digimag/14092003/th11.htm 16-1-202 6:00pm
16. https://www.rhino3d.com/features 9-1-2021 - 7:00 pm
17. https://www.mrahaljewelers.com 15- 9-2022 5:30 pm
18. https://grabcad.com 15-9-2022 5:30 pm
19. https://grabcad.com 5-7-2022 10:00 am
20. https://grabcad.com 5-7-2022 10:00 am
21. https:// mechx.net. 7-7-2022 8:00 pm
22. https://sharpcnclaser.com. 7-7-2022 8:00 pm
23. https://3dprinterly.com 20-9-2020 4:00pm
24. https://www.sherwoodjewellery.com .15-9-2022 7:30pm
25. https://www.eleccurrent.com. 7-7-2022 2:00 pm
26. https://www.eleccurrent.com. 7-7-2022 2:00 pm
27. https://www.eleccurrent.com. 7-7-202 22:00 pm
28. https://www.eleccurrent.com. 7-7-2022 2:00 pm

أسم الأمر	الأوامر الداخلية	الرمز	اشرطه استدعاء الأمر	وظيفة الأمر
Array	Rectangular		ـ شريط الأدوات الرئيسي transform / Array	ينسخ الأمر العناصر في أعمدة وصفوف ومستويات في اتجاهات x yg و z.
	Polar			ينسخ الأمر العناصر حول نقطة المركزي المحددة. ملحوظة: في شريط الأوامر إذا تم تغيير قيمة Zoffset ينقل كل عناصر المصفوف في اتجاه ال z بالقيمة المحددة.
	Linear			ينسخ الأمر العناصر بخط في اتجاه واحد
	Along Curve			ينسخ الأمر العناصر على طول منحنى.
	Along Surface			يقوم الأمر بنسخ العناصر في صفوف وأعمدة على سطح.
	Along Curve on Surface			ينسخ الأمر العناصر وتدويرها على طول منحنى على سطح ما.

(جدول رقم 1)

يوضح مجموعة من الأوامر الخاصة بالتكرار ببرامج RHINO، MATRIX

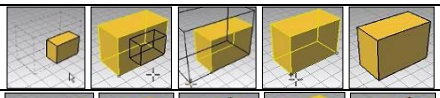
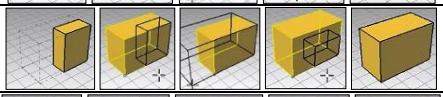
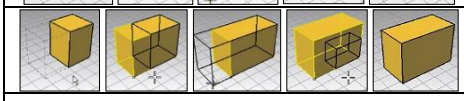
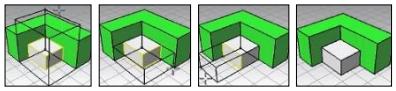
من إعداد الباحثة



(شكل رقم 3)

يوضح تنفيذ بعض الأوامر الخاصة بالتكرار ببرامج RHINO، MATRIX

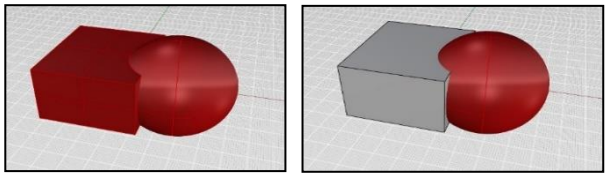
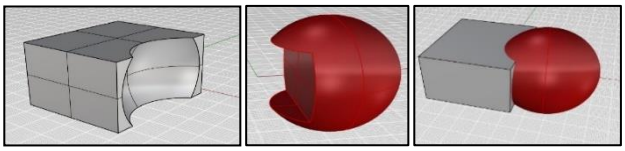
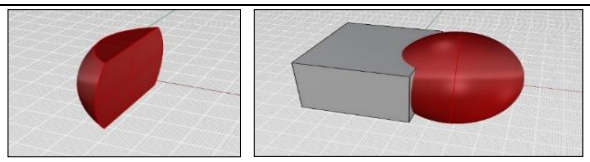
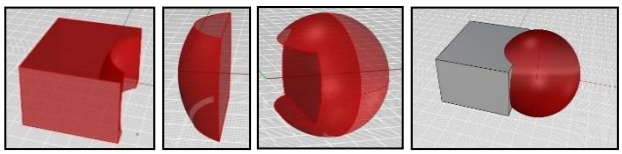
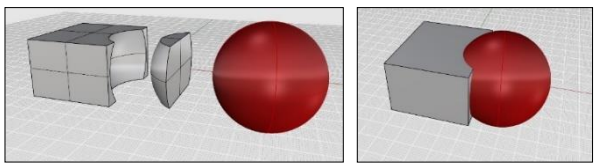
من إعداد الباحثة

الأمر	الأوامر الداخلية	الرمز	اشرطه استدعاء الأمر	وظيفة الأمر	صور لتوضيح تنفيذ الامر
Scale	Scale 3-D		ـ شريط القوائم transform ـ مجموعات شريط الأدوات transform ـ شريط الأدوات الرئيسي scale ـ منطقة الأوامر	يغير الأمر حجم العناصر المحددة بشكل موحد في اتجاهات x yg zg	
	Scale 2-D			يغير الأمر حجم العناصر المحددة بشكل موحد في اتجاهين.	
	Scale 1-D			يغير الأمر حجم العناصر المحددة في اتجاه واحد.	
	Non- Uniform Scale			يغير الأمر حجم العناصر المحددة في ثلاث اتجاهات باستخدام أطوال مختلفة لكل اتجاه.	

(جدول رقم 2)

يوضح الأوامر الخاصة بتغيير حجم النموذج ببرامج RHINO، MATRIX

من إعداد الباحثة

أسم الأمر	الرمز	اشرطه استدعاء الأمر	وظيفة الأمر	صور لتوضيح تنفيذ الامر
Union		ـ شريط القوائم solid ـ مجموعات شريط الأدوات Solid tools ـ شريط الأدوات الرئيسي Solid tools ـ منطقة الأوامر	يقوم الأمر بقص المساحات المشتركة للأسطح المتعددة أو الأسطح المحددة وإنشاء سطح متعدد واحد يجمع الاشكال.	
Difference			يقوم الأمر بطرح الاشكال من بعضها.	
Intersection			يقوم الامر بإظهار المنطقة المشتركة بين الأشكال.	
Boolean Two Object			يتنقل الأمر من خلال نقرات الفارة بين عمليات ال Boolean لإظهار الجزء المشترك والمختلف وطرحهم من بعض والاختيار من بينهم.	
Boolean Split			يقوم الامر بفصل الاشكال المشتركة وغير المشتركة بين شكلين.	

(جدول رقم 3)

يوضح الأوامر الخاصة بأوامر والفصل ببرامج RHINO، MATRIX

من إعداد الباحثة