كليــة التربية النوعية
FACULTY OF SPECIFIC EDUCATION

الخامات المتقدمة كمدخل إبداعي لتطوير النحت الوظيفي المجسم

Advanced Materials as an Innovative Approach to Developing Functional Sculptural Design

إعـــداد

م/ شوقية محمد عيسي عبد الفتاح عدس

باحثة ماجستير قسم النحت والتشكيل المعماري والترميم كلية الفنون التطبيقية - جامعة بنها

إشراف

أ.د/ عبد المؤمن شمس الدين القرنفيلي
أستاذ النحت الفراغي والميداني وعميد كلية الفنون التطبيقية السابق - جامعة بنها

أ.م.د/ سارة عبد ربه محمد
أستاذ مساعد بقسم النحت والتشكيل المعماري والترميم، كلية الفنون التطبيقية - جامعة بنها

أغسطس ٢٠٢٥م

الخامات المتقدمة كمدخل إبداعي لتطوير النحت الوظيفي المجسم

Advanced Materials as an Innovative Approach to Developing Functional Sculptural Design

إعـــداد
م/ شوقية محمد عيسي عبد الفتاح عدس[١]
إشـراف
أ.د/ عبد المؤمن شمس الدين القرنفيلي* أ.م.د/ سارة عبد ربه محمد**

الملخص:

شهد فن النحت عبر العصور تطورًا ملحوظًا في مفاهيمه وأساليبه وخاماته، اعتمد في بداياته على الخامات الطبيعية التقليدية كالأحجار بأنواعها (كالجرانيت، والرخام، والحجر الجيري)، والأخشاب (مثل السنديان، والجوز، والأرز)، والمعادن في صورتها الخام أو المشغولة يدويًا، مستخدمًا أدوات بدائية بسيطة. وقد شكلت هذه الخامات الأساس الأول لممارسة النحت، وكذلك في النحت الوظيفي، حيث ارتبط الشكل الفني بالاحتياجات اليومية والممارسات الحياتية، في أعمال تجمع بين البعد الجمالي والوظيفي.

ومع التقدم العلمي والصناعي الهائل، شهدت الخامات تحولًا جوهريًا، سواء من حيث التكوين أو الإمكانيات. فقد ظهرت الخامات المتقدمة مثل المواد المركبة (Composites) ، والخامات الذكية (Smart Materials) ، وخامات النانو

[١] باحثة ماجستير قسم النحت والتشكيل المعماري والترميم كلية الفنون التطبيقية - جامعة بنها
* أستاذ النحت الفراغي والميداني وعميد كلية الفنون التطبيقية السابق، جامعة بنها
** أستاذ مساعد بقسم النحت والتشكيل المعماري والترميم، كلية الفنون التطبيقية، جامعة بنها

(Nanomaterials) وغيرهم، والتي أتاحت إمكانيات لم تكن متوفرة في السابق من حيث الخفة، والمتانة، والتكيف مع العوامل البيئية، والاستجابة للحركة والحرارة. ولم يقتصر التطور على الخامات الاصطناعية فحسب، بل امتد أيضًا إلى الخامات الطبيعية التي أعيدت معالجتها تقنيًا لتكتسب خصائص جديدة تدعم الأداء الوظيفي والجمالي للنحت. من هذا المنطلق، يتناول هذا البحث كيف أصبحت الخامة عنصرًا فاعلًا في بناء الرؤية الإبداعية للنحت الوظيفي المجسم، وأداة لإعادة صياغة العلاقة بين الشكل، والاستخدام، والمستخدم في ظل المعطيات المادية والتقنية المعاصرة.

Abstract:

Sculpture as an art form has undergone significant transformations throughout history in terms of its concepts, methods, and materials. In its early stages, it relied primarily on traditional natural materials such as various types of stone (granite, marble, limestone), hardwoods (oak, walnut, cedar), and unprocessed or manually worked metals, using simple, primitive tools. These materials formed the foundational basis for sculptural practices, including functional sculpture, where artistic form was closely tied to daily needs and practical activities—creating a synthesis between aesthetic and utilitarian dimensions.

With the advent of rapid scientific and industrial advancements, materials have experienced a fundamental shift in both composition and potential. Advanced materials—such as composites, smart materials, and nanomaterials, among others—have introduced unprecedented properties including lightness, durability, adaptability to environmental conditions, and responsiveness to movement and temperature. This evolution was not limited to synthetic materials but extended to natural ones, which were technologically modified to gain enhanced characteristics that improved both the functional and aesthetic performance of sculpture.

Accordingly, this research investigates how materials have become an active and influential element in shaping the creative vision of functional sculptural design. It explores how contemporary material and technological innovations contribute to redefining the relationship between form, function, and user in modern sculptural practices.

الكلمات المفتاحية:
الخامات المتقدمة، النحت الوظيفي، الخامات الذكية، المواد المركبة، خامات النانو.

المقدمة:

يعد فن النحت أحد أقدم أشكال التعبير الإنساني الذي صاحب الحضارات منذ بداية نشأتها، ارتبط النحت في بداياته بالطقوس الدينية والرموز الأسطورية والوظائف المعمارية، قبل أن يتطور تدريجيًا ليصبح وسيلة فنية مستقلة تجمع بين الإبداع والتقنية. شهد هذا الفن تحولات جوهرية عبر العصور، ليس فقط على مستوى الشكل، بل أيضًا من حيث المواد والخامات والأدوات المستخدمة. ففي المراحل الأولى، اعتمد النحات على الخامات الطبيعية التقليدية كالجرانيت، والرخام، والبازلت، والحجر الجيري، إلى جانب أنواع متعددة من الأخشاب مثل السنديان والجوز والأرز، وكذلك المعادن كالنحاس والحديد والذهب في صورها الخام أو بعد معالجتها يدويًا، بإستخدام أدوات بسيطة يدوية. وكانت هذه الخامات تشكل بطرق تتوافق مع خصائصها الفيزيائية والميكانيكية، مما فرض على الفنان قيودًا شكلية وإستخدامية، خاصة في النحت الوظيفي الذي ارتبط بالشكل العملي اليومي للإنسان، مثل الأثاث، والأواني، والعناصر المعمارية، حيث امتزج الشكل الجمالي بالجانب الوظيفي. ومع التحولات الكبرى التي شهدها العالم نتيجة التقدم العلمي والتكنولوجي، وخاصة منذ الثورة الصناعية حيث ظهرت خامات جديدة ومتطورة أعادت صياغة علاقة الفنان بالمادة. مثل الخامات المركبة (composites materials)، والخامات الذكية(smart materials) القادرة على الاستجابة للبيئة المحيطة، وخامات النانو (nanomaterials) التي تمتاز

بخفة الوزن، والصلابة، والمرونة العالية، فضلاً عن إمكانيات تكنولوجية غير مسبوقة في التحكم والتشكيل. كما طالت هذه التطورات الخامات الطبيعية نفسها، حيث أعيدت معالجتها وإنتاجها بطرق تجعلها أكثر استجابة وتكيفًا مع الاحتياجات الجمالية والوظيفية المعاصرة.

بفضل هذا التطور، أصبح للخامة دور فعال في تشكيل رؤية النحات المعاصر، وأصبح لها دور إبداعي وتقني يتجاوز كونها مجرد وسيط شكلي وخاصة في مجال النحت الوظيفي المجسم، الذي يعنى بإنتاج نماذج نحتية تحمل وظيفة عملية واضحة، دون أن تفقد قيمتها الجمالية أو التعبيرية.

مشكلة البحث:

علي الرغم من التطور المستمر في مجال الخامات وتكنولوجيا المواد، لا يزال الكثير من الأعمال النحتية الوظيفية المعاصرة تعتمد على خامات وأساليب تقليدية ، مما يحد من قدرة المصمم أو الفنان على تحقيق حلول مبتكرة تراعي الجانب الجمالي والوظيفي معًا. وفي ظل ظهور الخامات المتقدمة كالخامات الذكية والمركبة والمطورة تقنيًا، أتاحت إمكانيات جديدة لتطوير النحت الوظيفي المجسم بما يعزز الأداء والوظيفة ويضيف أبعادًا جمالية غير مسبوقة. لكن تظل هناك فجوة واضحة وكبيرة في توظيف هذه الخامات المتقدمة ضمن التصميمات النحتية الوظيفية، سواء من حيث معرفة خصائصها أو آليات إستخدامها في تشكيل المجسمات النحتية الوظيفية.

ومن هنا، تنبع مشكلة البحث في التساؤل الآتي:

كيف يمكن توظيف الخامات المتقدمة في تطوير النحت الوظيفي المجسم، بما يحقق التكامل بين الجمال والوظيفة ويواكب التطورات التقنية المعاصرة؟

فروض البحث:

تفترض الباحثة ما يلي:

١. توظيف الخامات المتقدمة يسهم في تحسين الأداء الوظيفي للنحت.

٢. استخدام الخامات المتقدمة يفتح آفاقًا إبداعية في التصميم النحتي.

٣. النماذج النحتية المنفذة بهذه الخامات تكون أكثر كفاءة وتكاملًا.

أهداف البحث:

يهدف البحث إلي:

١. دراسة خصائص وإمكانات الخامات المتقدمة في النحت الوظيفي.

٢. تحليل أثر توظيف هذه الخامات على الجانب الجمالي والوظيفي للمجسمات.

٣. تنفيذ نماذج تطبيقية توظف خامات متقدمة لتطوير النحت الوظيفي.

منهج البحث:

يعتمد البحث على:

المنهج الوصفي التحليلي لدراسة الخامات وتحليل النماذج السابقة.

المنهج التطبيقي من خلال تصميم وتنفيذ نماذج نحتية باستخدام خامات متقدمة.

المحورالأول: الإطار النظري للبحث:

١. **تطور النحت الوظيفي عبر العصور**: يعد النحت الوظيفي أحد الاتجاهات الفنية التي جمعت بين البعد الجمالي والفائدة العملية، حيث لم يقتصر العمل

النحتي فيه على التعبير الفني، بل امتد ليؤدي وظيفة واضحة تخدم حياة الإنسان اليومية. وقد ظهر هذا النوع من النحت منذ العصور الأولى للحضارة، حين استخدم الإنسان الحجر والخشب والمعادن في تشكيل أدوات وأثاث وأوانٍ تحمل طابعًا فنيًا، لكنها تؤدي غرضًا وظيفيًا(عبده،٢٠١٧).

شكل (١) تمثل هذه المرآة أحد النماذج المميزة للنحت الوظيفي في مصر القديمة، حيث جمعت بين الوظيفة العملية كأداة للزينة، والقيمة الجمالية المتجلية في تصميم مقبضها المشكل على هيئة رأس الإلهة حتحور. ويعكس هذا الدمج وعي الفنان المصري بأهمية الشكل والوظيفة في آنٍ واحد.

ومع تطور الحضارات، تطورت أيضًا الخامات وأساليب التشكيل، فانتقل النحت من استخدام الخامات الطبيعية الخام مثل الجرانيت والرخام والخشب والمعادن، إلى توظيف خامات أكثر تنوعًا، مثل الطين والخزف والمعادن المصهورة، مع تطور الأدوات وتقدم الحرفة. ومع الثورة الصناعية، دخلت خامات جديدة إلى المجال الفني مثل اللدائن والبلاستيك والمطاط، ثم ومع الطفرات العلمية والتكنولوجية الحديثة، ظهرت الخامات الذكية، والمركبة، والنانوية، وخامات الطباعة ثلاثية الأبعاد، التي أحدثت ثورة حقيقية في طبيعة النحت الوظيفي، من حيث التكوين، الأداء، والجماليات. وأصبح من الممكن للفنان أن ينتج أشكالًا نحتية عملية تجمع بين الخفة والمتانة، وبين التفاعل والتجاوب مع المستخدم والبيئة، مما أتاح للنحت الوظيفي أن يتحرر من قيود الخامة التقليدية ويواكب متطلبات العصر (البسيوني،٢٠٠١).

٢. **اللدائن وتعدد إمكانياتها في تشكيل النحت الوظيفي** : تمثل اللدائن أحد أهم الخامات الصناعية التي أثرت بعمق في الممارسات الفنية الحديثة، خصوصًا في مجال النحت الوظيفي، نظرًا لما توفره من مرونة في التشكيل، وخفة في الوزن، وتكلفة إنتاج منخفضة مقارنة بالمواد التقليدية. واللدائن – أو المواد البلاستيكية – هي مركبات كيميائية صناعية أو شبه صناعية تتكون غالبًا من البوليمرات، وتتميز بقابليتها للتشكيل تحت تأثير الحرارة أو الضغط، ثم احتفاظها بشكلها بعد التبريد(Geo،and others،2023). وقد تنوعت أنواع اللدائن المستخدمة في النحت بين اللدائن الحرارية مثل الـABS ، والـPVC ، والـ PLA التي يمكن إعادة تشكيلها، واللدائن المتصلدة حراريًا التي تحتفظ

بشكلها ولا يمكن إعادة صهرها مثل راتنجات البولي إستر والإيبوكسي والسيليكون(السامراني،٢٠١٠).

أدى دخول اللدائن إلى مجال النحت إلى تغيير جذري في مفاهيم الشكل والكتلة واللون، إذ إنها تتيح للفنان إنتاج أشكال حرة، عضوية، وخطية يصعب تنفيذها بمواد تقليدية. كما وفرت خيارات واسعة من الألوان والشفافية واللمعان، مما أضاف بعدًا بصريًا جديدًا للأعمال النحتية. وفي السياق الوظيفي، أتاحت هذه الخامة إمكانية تنفيذ تصميمات متعددة الاستخدام، مثل الأثاث، أو المجسمات التركيبية، أو العناصر الزخرفية ذات الطابع العملي. أما من الناحية التقنية، فقد ساعدت خصائص اللدائن على دمجها بسهولة مع خامات أخرى، أو تشكيلها باستخدام تقنيات متعددة مثل الصب، أو الحقن، أو الطباعة ثلاثية الأبعاد، وهو ما جعلها خامة معاصرة قادرة على مواكبة احتياجات الفنان والمستخدم معًا، ووسيطًا فعالًا في تحقيق التكامل بين الجمال والوظيفة.

شكل(٢)
من أعمال الفنان أنطوان بفزنر،١٩٢٣
اسم العمل:رأس
الخامة:بلاستيك ألياف سيليلوز(ياقوت،٢٠٢٤،ص٣١٦)

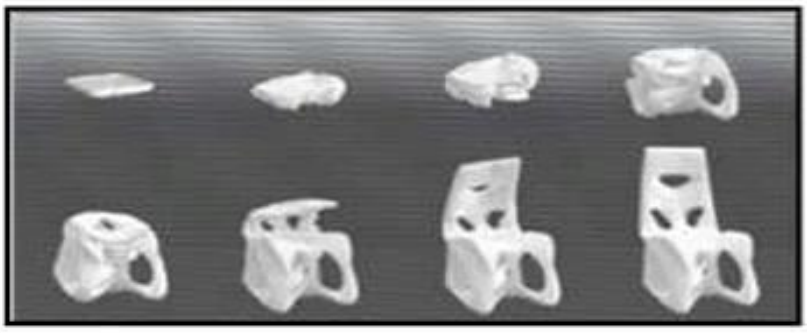
شكل(٣) من أعمال الفنان:ناعوم جابو
اسم العمل:البناء الخطي في الفضاء
الخامة:أكريلك،نايلون.
https://d1dzh206jt2san.cloudfront.net/posts-content-images/1536144237kAnKk.jpg,

٣. **المواد المركبة (composites materials):** تعد المواد المركبة من أبرز الخامات المتقدمة التي لعبت دورًا مهمًا في تحديث النحت الوظيفي، إذ تتكون

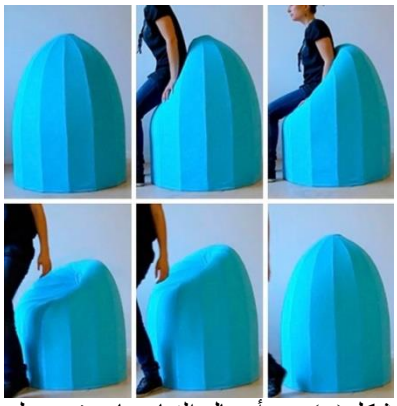
هذه المواد من دمج مادتين أو أكثر بهدف الحصول على خصائص وظيفية وجمالية أعلى مما توفره أي من المواد بمفردها. وتتميز المواد المركبة مثل الألياف الزجاجية أو ألياف الكربون بقدرتها على الجمع بين الصلابة والخفة، مع مقاومة عالية للحرارة والرطوبة والتآكل ،وكذلك المواد المركبة من البوليمرات مع الألياف الطبيعية والتي لها خصائص أعلي في مقاومة الحرار والعزل الصوتي(نحاس،٢٠٠٥،ص٨٢) ، وهو ما يجعلها مثالية للاستخدام في النحت الوظيفي المعاصر، خاصة عند الحاجة لتنفيذ أشكال كبيرة أو معقدة دون تحميل إضافي أو تكلفة عالية. كما تسمح هذه المواد بإنتاج تفاصيل دقيقة وبنية متماسكة، مع إمكانية التشكيل بطرق متعددة كالصب أو الترقق أو الحقن، مما يمنح النحات حرية أكبر في الابتكار والتجريب (what-is-composite-material-types-uses,2024) ومن خلال استخدام هذه المواد، يمكن إنتاج أعمال نحتية تجمع بين الاستدامة والتنوع، وتستجيب بشكل أفضل لمتطلبات الاستخدام العملي والجمالي، الأمر الذي جعل المواد المركبة من أهم الأدوات التي غيرت مسار النحت الوظيفي المعاصر.

٤. **الخامات الذكية (smart materials):** أتاحت الخامات الذكية مجالًا جديدًا ومثيرًا للنحت، خاصة في النحت الوظيفي، حيث أضفت عليه بعدًا تفاعليًا جعله أكثر حيوية وارتباطًا بالبيئة والمستخدم. وتعرف الخامات الذكية بأنها مواد قادرة على التفاعل مع المؤثرات الخارجية مثل الحرارة، الضوء، الضغط، أو الحركة، فتصدر استجابة معينة كأن تغير شكلها أو لونها أو

خصائصها (addington,2004). ويتيح هذا النوع من المواد للنحات تصميم أعمال وظيفية ديناميكية قادرة على التكيف مع المحيط أو مع المستخدم نفسه، مما يفتح آفاقًا جديدة للتجريب والتصميم. ومن أبرز الأمثلة على الخامات الذكية المواد المتغيرة الشكل، والبوليمرات الحساسة للحرارة (gharabagh,naghdia,2024)، والخامات الكهروضوئية، والتي يمكن من خلالها إنتاج أعمال فنية تجمع بين الحس البصري والحس التقني، وتعكس فهمًا معاصرًا لدور الفن في الحياة. وتعد هذه الخامات خيارًا مثاليًا للأعمال النحتية التي تهدف إلى إشراك المستخدم بشكل مباشر (نافع،٢٠٢١)، أو التي توظف مفاهيم الزمن والتغيير والتفاعل، حيث يتحول العمل النحتي من كونه مجسمًا ثابتًا إلى كيان حي يتفاعل مع محيطه باستمرار.



شكل (٤) مقعد من خامة البوليمر الذكي ذاكرة الشكل للفنان كارل دي سميت، يتميز بقدرة على الانكماش حتى ٥% من حجمه الأصلي ثم العودة لشكل وحجم المقعد عند التعرض للحرارة (عبدالرحمن،٢٠٢٥،ص٤٥٤)



شكل(٥) من أعمال الفنان:باير فيرونيك
اسم العمل:مقعدBounce Chair

الخامة: قطعة نحت تفاعلية من الفوم تتحول لمقعد لين بمجرد الجلوس عليه، وعندما ينهض الشخص الجالس من عليه يعود إلي الشكل الأصلي،وذلك بفضل الهيكل المعدني المصنع من شبيكة ذاكرة الشكل SMA.(عبدالرحمن، ٢٠٢٥)

٥.خامات النانو(nanomaterials) : خامات النانو تمثل طفرة نوعية في عالم الخامات الفنية بوجه عام، والنحت الوظيفي بشكل خاص، لما تقدمه من إمكانيات غير تقليدية على مستوى الخفة، الصلابة، والمقاومة. وتعتمد هذه الخامات على تكنولوجيا النانو، حيث تستخدم الجسيمات الدقيقة جدًا – التي تقاس بوحدة

النانومتر – في تحسين خصائص المواد العادية، مثل تقويتها، أو جعلها مقاومة للماء والخدش، أو حتى إضفاء خصائص مضادة للبكتيريا أو العوامل الجوية(حسب الله،٢٠١٧). في النحت، تسمح خامات النانو بإنتاج أعمال ذات تفاصيل عالية، ووزن منخفض، لكنها تتمتع بمتانة تفوق المواد التقليدية. وهذا يمنح الفنان حرية أكبر في التشكيل والحركة، دون التضحية بالثبات أو القوة(خالد،٢٠١٧). كما أن بعض الخامات النانوية تتيح إمكانية دمجها مع مواد أخرى لتعزيز الخصائص(التارقي،٢٠٢١)، مثل دمج الجسيمات النانوية مع الراتنجات أو المواد المركبة، لإنتاج أعمال تجمع بين الجمال، والدقة، والوظيفة (Khan, Saeed, & Idrees, 2017, p. 912) وبفضل هذه الخصائص، أصبح من الممكن تنفيذ أعمال نحتية عملية مبتكرة، تصلح للاستخدام اليومي أو في الفضاءات العامة، مع الحفاظ على الطابع الفني الراقي.

شكل (٦) يوضح كأس الملك الروماني ،إستخدم فيه تكنولوجيا النانو ،حيث استفاد الفنان قدما من لون الذهب الطبيعي الاصفر الذي يتغير الي لون شفاف عند تصغير حجمه ألي أقل من ٢٠ نانومتر،كما تتحول ألوانه من الأخضر الي البرتقلي ثم الأحمر بذيادة تصغير أحجامها،وهذا ما اعتماد عليه الفنانون قديما حيث تغير لون جسيمات النانو بتغير حجمها وشكلها ،وهذا ما هو متبع الأن في التعامل النانوي مع جسييمات الذهب والفضة.

شكل(٧) منحوتة من الزجاج تم طلائها بثاني اكسيد التيتانيوم المعالج بتقنية النانو.(التارقي،٢٠٢١،ص١٣٦)

٥. **خامات وتقنيات الطباعة ثلاثية الأبعاد:** أحدثت الطباعة ثلاثية الأبعاد نقلة حقيقية في مجال النحت الوظيفي، حيث أتاحت للفنانين والمصممين تنفيذ أفكارهم المعقدة بسرعة ودقة ومرونة غير مسبوقة. الحرية في استخدام أكثر من خامة مختلفة في الخواص الفيزيائية والكيميائية (بخاتي،٢٠٢٣،ص٣٨٦) وتعتمد هذه التقنية على تصميم رقمي يحول إلى نموذج مادي باستخدام طبقات متتالية من الخامات مثل البلاستيك، الراتنج، المعادن، أو حتى

الخرسانة (Velayutham&Raman،2024). وتمتاز خامات الطباعة ثلاثية الأبعاد بقدرتها على التجاوب مع تفاصيل التصميم الدقيقة، بالإضافة إلى كونها قابلة للتخصيص، ما يفتح المجال أمام إنتاج أعمال نحتية فريدة لكل استخدام. كما تسمح هذه التقنية بتقليل الهدر في المواد، وتسهم في تقصير دورة الإنتاج، مما يجعلها أداة فعالة في النحت الوظيفي(أحمد وأخرون،٢٠١٩،ص٧)، خاصة عندما يتعلق الأمر بإنتاج نماذج وظيفية قابلة للتكرار أو التعديل. ومن خلال دمج هذه التقنية مع خامات متقدمة أخرى، يمكن للفنان خلق أعمال نحتية وظيفية تجمع بين الطابع الصناعي والدقة الرقمية والجماليات الفنية، وهو ما جعل الطباعة ثلاثية الأبعاد عنصرًا محوريًا في مشهد النحت المعاصر.

شكل (٨) تصور لعمل الطابعة ثلاثية الابعاد في انتاج النماذج النحتية.
https://hitopindustrial.com/wp-content/uploads/Concept-Models-for-3D-Printing-Prototyping-Applications-768x432.webp

٦. **دور الخامات المتقدمة في تطوير النحت الوظيفي المجسم:** ساهمت الخامات المتقدمة بشكل كبير في إعادة تشكيل مفهوم النحت الوظيفي، حيث لم تعد الخامة مجرد وسيلة لتنفيذ الشكل، بل أصبحت عنصرًا فاعلًا في صياغة الفكرة والوظيفة والجمال معًا. فتعدد الخامات الحديثة وتطور خصائصها أتاح للفنان فرصًا واسعة للابتكار، وساعده على تجاوز القيود التقليدية التي كانت تفرضها المواد القديمة. من خلال هذه الخامات، أصبح بالإمكان تحقيق توازن حقيقي بين الأداء الوظيفي والمتعة البصرية، سواء في تصميم قطع الأثاث، أو

الأدوات اليومية، أو الأعمال النحتية المستخدمة في الأماكن العامة. كما أتاحت التقنيات المرتبطة بهذه الخامات، مثل الطباعة ثلاثية الأبعاد والمعالجة الذكية، إمكانية الدمج بين التكنولوجيا والفن في عمل واحد، يعكس حساسية الفنان المعاصرة تجاه القضايا الجمالية والتقنية والبيئية. وبذلك يمكن القول إن الخامات المتقدمة لم تضف بعدًا ماديًا جديدًا فقط، بل ساهمت في صياغة لغة بصرية معاصرة، وتطوير منظومة النحت الوظيفي كفن قادر على مواكبة التحولات المجتمعية والتكنولوجية في آن واحد.

المحور الثاني: الدراسة التجريبية التطبيقية

مقدمة:

في إطار التوجه المعاصر نحو تطوير الخامات التقليدية بما يتماشى مع متطلبات الفنون الحديثة، تهدف هذه الدراسة التطبيقية إلى تحسين خصائص خامة البولي إيثيلين (Polyethylene) وجعلها أكثر ملاءمة للاستخدام في أعمال النحت الفني .وقد تم تحقيق هذا الهدف من خلال دمج الخامة الأساسية مع مواد طبيعية وصناعية، لتعزيز الخصائص الميكانيكية والتشكيلية للمادة.

تم اختيار قشر الأرز (Rice Husk) كمادة مالئة طبيعية صديقة للبيئة، وذلك دعمًا لمبدأ الاستدامة وتقليل البصمة الكربونية، إلى جانب استخدام الألياف الزجاجية (Glass Fibers) كمادة تعزيز ميكانيكية، بهدف رفع كفاءة الخامة من حيث الصلابة والمقاومة.

تضمنت الدراسة كذلك تطبيق تقنيات النحت الرقمي الحديثة، باستخدام تقنية التحكم الرقمي بالحاسوب(CNC) ، وذلك لتحقيق أعلى درجات الدقة في التنفيذ

النهائي للنموذج النحتي، مما يعكس تكامل الجانب العلمي مع الخبرة الفنية والتكنولوجيا الرقمية.

الخطوة ١: اختيار الخامات وتحديد الهدف

الهدف العام:

تحسين خصائص خامة البولي إيثيلين لاستخدامها في الأعمال النحتية من خلال دعمها بمواد طبيعية وصناعية.

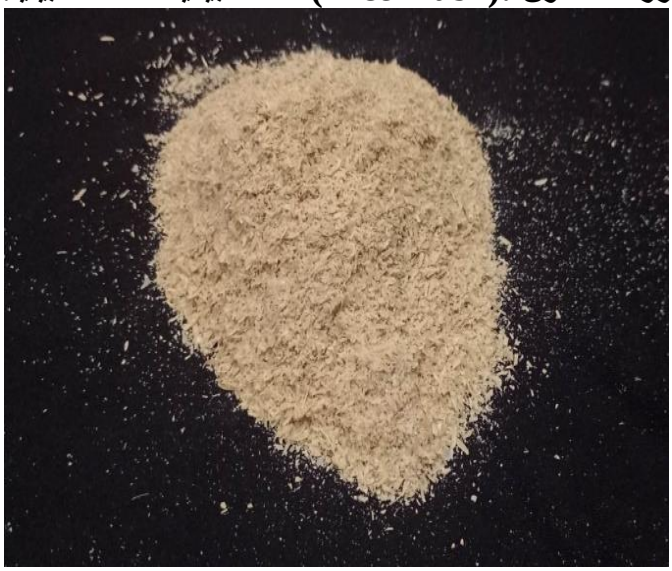
المكونات:

- **الخامة الأساسية:**
  - بولي إيثيلين عالي الكثافة(High Density Polyethylene – HDPE) ، على هيئة حبيبات صغيرة بيضاء اللون.

شكل(٩)

بولي ايثلين عالي الكثافة، تم استخدام بولي ايثلين في شكل حبيبات صغيرة بيضاء اللون.

- **المواد المالئة والمعززة:**
  - **قشر الأرز المطحون :(Rice Husk)** مادة طبيعية مستدامة بيئيًا.



شكل (١٠) قشر أرز مطحون

- **الألياف الزجاجية (Glass Fibers):** في هيئة ألواح، لتعزيز الصلابة والقوة الميكانيكية.

شكل (١١) الألياف الزجاجيّة في هيئة ألواح.

الخطوة ٢: تكوين الخلائط المركبة

الإجراء:

- إعداد ثلاث نسب مختلفة من الخلائط تحتوي على البولي إيثيلين مع نسب متغيرة من قشر الأرز والألياف الزجاجية.

الهدف:
الوصول إلى التركيبة المثلى من حيث الخصائص الميكانيكية والفيزيائية الملائمة للتطبيقات النحتية، من خلال التقييم المقارن بين العينات.

الخطوة ٣: الاختبارات المعملية

الموقع:
- المعامل المركزية بالمركز القومي للبحوث.
- مركز القياس والمعايرة.

الاختبارات المنفذة:
تم إخضاع العينات المركبة لمجموعة من الاختبارات المعملية بهدف تقييم أدائها بالمقارنة مع البولي إيثيلين النقي، وتشمل:

شكل (١٢) عملية خلط المواد في المكسر.

شكل (١٣) العينات بعد الكبس .

١. اختبار مقاومة الشد(Tensile Strength Test)
٢. اختبار الصلابة(Hardness Test)
٣. اختبار المرونة/مقاومة الانحناء(Flexural Strength Test)
٤. اختبار امتصاص الماء(Water Absorption Test)
٥. اختبار مقاومة الأشعة فوق البنفسجية(UV Resistance Test)

الهدف من هذه الاختبارات:

تحديد مدى تحمّل الخامة المركبة للظروف البيئية والاستخدام الفني، واستقرارها أمام العوامل المؤثرة على المدى الطويل.

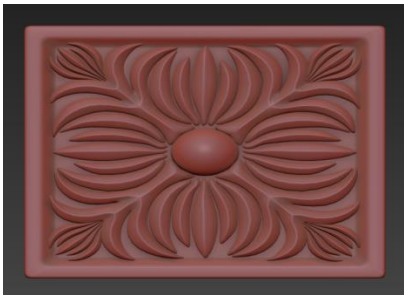
النتائج:
بناءً على التحاليل والنتائج، تم اختيار **عينة محددة** لتميزها من حيث الخصائص الميكانيكية والتشكيلية، وتمت مقارنتها بالبولي إيثيلين النقي لاعتمادها كمادة مناسبة للاستخدام النحتي.

الخطوة ٤: التصميم الرقمي ثلاثي الأبعاد

البرنامج المستخدم:
3ds Max ثري دي ماكس

النموذج المصمم:
وحدة زخرفية (بلاطة) بأبعاد (٣٠ × ٣٠ × ٣ سم)

الغرض:
اختبار الشكل والتفاصيل النحتية افتراضيًا قبل التنفيذ الفعلي، لضمان دقة التصميم وتوافقه مع طبيعة المادة المختارة.



شكل (١٤) وحدة زخرفية مصممة علي برنامج 3d max

الخطوة ٥: تصميم وصناعة القالب

نوع القالب:

قالب خشبي مغلف بطبقة حماية من الإيبوكسي(Epoxy)

سبب اختيار الخشب:

- انخفاض التكلفة مقارنة بالقوالب المعدنية
- سهولة التشكيل والنحت
- مناسب للإنتاج محدود الكمية
- إمكانية تحمّله درجات حرارة مرتفعة بعد تغليفه بالإيبوكسي

الأبعاد:

3 × 30 × 30سم

شكل (١٥) قالب خشب بأبعاد ٣٠*٣٠*٣سم مدعم بطبقة من الايبوكسي لتحمل درجات الحراراة العالية.

الخطوة ٦: الخلط الصناعي والتشكيل بالضغط

الموقع:

أحد مصانع إنتاج البلاستيك

الإجراء:

١. حساب حجم القالب وفقًا لأبعاد النموذج.
٢. تطبيق نسب التركيبة المعتمدة (بولي إيثيلين + قشر أرز + ألياف زجاجية).
٣. خلط المكونات باستخدام معدات صناعية.
٤. كبس الخليط باستخدام تقنية القولبة بالضغط (Compression Molding) للحصول على الشكل النهائي للبلاطة.

شكل (١٦) البلاطة بعد الكبس وقبل الصنفرة.

الخطوة ٧: النحت الرقمي باستخدامCNC

التقنية المستخدمة:

التحكم الرقمي بالحاسوب(CNC - Computer Numerical Control)

الهدف:

- تنفيذ تفاصيل نحتية دقيقة على البلاطة المركبة.
- اختبار مدى استجابة الخامة الجديدة لعمليات الحفر والتشكيل الرقمي.
- التأكد من قدرة المادة على الاحتفاظ بجودة التفاصيل النحتية بعد التصنيع.

شكل (١٧) البلاطة بعد النحت بتقنيات الCNC

نجحت الدراسة التجريبية في تطوير خامة مركبة تعتمد على البولي إيثيلين مدعومة بقشر الأرز والألياف الزجاجية، وأظهرت الخامة الجديدة خصائص ميكانيكية وتشكيلية متميزة تؤهلها للاستخدام في الأعمال النحتية المعاصرة. كما أثبتت التجربة إمكانية توظيف التقنيات الرقمية، خاصةCNC ، في تنفيذ نماذج نحتية دقيقة باستخدام خامات مطورة بيئيًا وصناعيًا.

النتائج:

١. ساهمت الخامات المتقدمة في تجاوز القيود التقليدية للنحت، وفتحت آفاقًا جديدة للتصميم الإبداعي.

٢. **ساهمت التجربة في توسيع آفاق الفنان (النحات) تجاه إمكانيات المواد الحديثة والمركبة(Advanced and Composite Materials)** ،من خلال دمج المعرفة التقنية والعلمية مع الحس الفني في عملية الإنتاج.

٣. مكنت تقنيات التشكيل الحديثة، من تقنيات النحت الرقمي، من تنفيذ نماذج نحتية أكثر دقة وكفاءة.

٤. أصبح للخامة دور مفاهيمي وتفاعلي في النحت الوظيفي، لا يقتصر فقط على الجانب المادي.

٥. أكدت التجارب التطبيقية أن الخامات المتقدمة تعزز من الأداء الوظيفي وتقلل من استهلاك الموارد.

٦. تشير نتائج هذه الدراسة إلى أن **البحث العلمي في خصائص المواد وتعديلها ليس** محصورًا في المجالات الصناعية فقط، بل له تأثير مباشر على **تطور الممارسة الفنية** وتوسيع دور النحات في التجريب، الإنتاج، والمفاهيم.

التوصيات:

١. ضرورة إدماج الخامات المتقدمة في مناهج تعليم الفنون والتصميم، لرفع وعي النحاتين المعاصرين بها.
٢. تشجيع التعاون بين الفنانين ومراكز البحث العلمي لتطوير مواد مخصصة للاستخدام الفني.
٣. توسيع نطاق استخدام الخامات المركبة في التصميمات النحتية ذات الطابع الوظيفي.
٤. دعم استخدام تقنيات التشكيل الرقمي في عمليات الإنتاج الفني لتحقيق الدقة والابتكار.
٥. توجيه الدراسات المستقبلية نحو استكشاف الأثر البيئي والمجتمعي لاستخدام الخامات المتقدمة في النحت.
٦. بناءً على التجربة، يوصى بإجراء المزيد من الدراسات على مواد مركبة أخرى، و**اختبار خامات طبيعية متعددة** كمكوّنات فعالة في الفن المعاصر، مما يعزز **من دور النحت بوصفه مجالاً مفتوحًا للتقاطع بين الفن والعلم والتقنية.**
٧. يوصى بتوسيع دور النحات ليشمل التفاعل المباشر مع المجال الصناعي والتقني، من خلال دراسة خصائص الخامات وأساليب تصنيعها، بما يسهم في تطوير ممارساته التجريبية وتعزيز قدرته على الابتكار المادي والفني.

المراجع:

- أبوالسعود، لينا محمد محمد. (٢٠٢٥، مايو). برامج النحت الرقمي ودورها في تصميم نماذج ثلاثية الأبعاد لوسائط الميديا المرئية. المجلة العملية للدراسات التربوية والنوعية، كلية التربية النوعية جامعة بنها (٣٢).
- بخاتي، يارا جمال. (٢٠٢٣). النحت الرقمي وأثره على إبداع النحات المعاصر. مجلة الفنون والعمارة للدراسات البحثية، كلية الفنون الجميلة، جامعة حلوان، المجلد (٤)، العدد (٨)، ص ٣٨٦.
- البسيوني، محمود. (٢٠٠١). الفن في القرن العشرين. القاهرة: الهيئة المصرية العامة للكتاب.
- التاراقي، آمنة هارون محمد. (٢٠٢١). الخامات المعالجة بتقنية النانو تكنولوجي واستخدامها في أعمال النحت المعاصر. مجلة التراث والتصميم، (٤).
- حسب الله، عبدالله أحمد عبدالله. (٢٠١٧). تأثير تطبيقات النانو على المواد المستخدمة في الواجهات الخارجية للمباني. كلية الهندسة، جامعة القاهرة.
- دومه، عبدالسلام علي أحمد، وآخرون. (٢٠١٩). تكنولوجيا الطباعة ثلاثية الأبعاد ومستقبلها في العالم العربي. مجلة العلوم البحثية والتطبيقية. تم الاسترجاع من: www.suj.sebhau.edu.ly – ISSN 2521-9200.
- الربيعان، ديانا محمد عبدالله. (٢٠٢٥، مايو). تأثير الذكاء الاصطناعي على إدارة الأعمال في المنظمات: دراسة حالة على تأثير الروبوتات في تحسين أداء إدارة المعرفة. المجلة العملية للدراسات التربوية والنوعية، كلية التربية النوعية جامعة بنها ، (٣٢).
- السامراني،عبداللطيف رشاد.(٢٠١٠).اللدائن والمواد المركبة.الطبعة الأولي.

- عبدالرحمن، شريف ربيع وحيد. (٢٠٢٥). الخامات الذكية وأثرها في تطوير المشغولة الفنية التفاعلية. مجلة العمارة والفنون الإنسانية، المجلد (١٠)، العدد (٥٣).
- عبدالفتاح، منى صبح. (٢٠١٨). التأثير التقني والجمالي لتطبيقات النانو تكنولوجي على تصميم الواجهات المعمارية. مجلة العمارة والفنون، (١١).
- عبده، سارة عبدالربه محمد. (٢٠١٧). قيم وروح فن النحت المصري القديم لتعزيز تصميم الأدوات الاستخدامية اليومية المعاصرة. مجلة التصميم.
- نافع، محمود أحمد محمود أحمد. (دون تاريخ). تكنولوجيا الخامات الذكية في النظم الوظيفية في منتجات التصميم الصناعي. The International Design Journal، المجلد (١١)، العدد (١).
- نحاس، محمود نديم. (٢٠٠٥). أحدث التطورات في مجال المواد المركبة – المواد المركبة الصديقة للبيئة والقابلة لإعادة الاستخدام. مجلة جامعة الملك عبدالعزيز: العلوم الهندسية، المجلد (١٦)، العدد (١)، ص ص ٧٧–١٠٢.
- ياقوت، لولا جابر. (٢٠٢٤). أثر استخدام الوسائط الشفافة على تنوع المعطيات البصرية في التشكيلات النحتية. مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية، المجلد (١٠)، العدد (٤٩).

References:

-Chao Gao, Feng Wang, Xiaobing Hund Ming Zhang,(2023).Analysis and Application of Polymer Materials in Contemporary Sculpture Art Creation, Polymers 2023, 15, 2727. https://doi.org/10.3390/polym15122727.

-Gharabaghi M., Naghdi A.(2014) Identifying Smart Materials and Applying Them in Residential Spaces in Cold Climate Case Study: City of Hamadan, International Research Journal of Applied and Basic Sciences, Science Explorer Publications, www.irjabs.com .Vol, 9 (1): 51-62

-khan, I., Saeed, K., & Idrees, K. (2019). Nanoparticles: Properties, applications and toxicities. Arabian Journal of Chemistry, 12(7), 908–931. https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2017.05.011

-Velayutham, A., & Raman, K. (2024). Sculpture in the modern era: Innovations in materials and styles. Journal of Visual and Per forming Arts, 5(3), 155. India.

الروابط الإلكترونية:

-https://www.rapiddirect.com/ar/blog/what-is-composite-material-types-uses/

-https://crownofegypt.blogspot.com/2012/08/blog-post_4635.html

- https://d1dzh206jt2san.cloudfront.net/posts-content-images/1536144237kAnKk.jpg