مجلة
علوم التصميم والفنون التطبيقية

استخدام تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد للحصول على القوالب للمنتجات الخزفية

محمد سعد سعد شومان

مدرس بكلية الفنون التطبيقية – جامعة دمياط

Submit Date: 2020-05-11 19:42:30 | Revise Date: 2021-01-06 15:43:59 | Accept Date: 2021-01-07 01:45:28

DOI:10.21608/jdsaa.2021.30000.1045

ملخص البحث:-

يتناول البحث امكانية استخدام الطابعات ثلاثية الأبعاد للحصول على قالب أم لمنتج الخزف من خلال دراسة لتقنيات الطباعة ثلاثية الأبعاد وأنواعها والخامات المستخدمة فى الطباعة بتلك الطابعات , والطرق التقليدية لإنتاج مثل هذا النوع من القوالب , ومن ثم توصل الباحث للحصول على قالب أم لمنتج الخزف باستخدام طابعة ثلاثية الأبعاد , وأنظمة الحاسب فى التصميم لإعداد التصميمات الخاصة بالمنتج والقالب .

الكلمات المفتاحية:-

الطابعات ثلاثية الأبعاد 3D Printing
النماذج والقوالب Molds and Modeling
القالب الأم Mother mold
التصميم باستخدام الحاسب ((CAD Computer-Aided Design .

مقدمة :

لقد أصبحت الآن كل المجالات العلمية تحاول تحقيق أقصى استفادة من التطور التكنولوجى و التقنيات المستحدثة نتيجة لهذا التطور, ودعمت ظهور الحاسبات الآلية وتطورها وكذلك تطور برمجياتها النمو المتسارع لعملية التطور التكنولوجى , ومع ظهور أنظمة التصميم بالحاسب CAD أصبحت عملية بناء النماذج الأولية والمجسمات على الحاسب الآلى أمر سهل ويمكن إجراء التعديلات على هذه التصميمات أو إجراء عمليات المحاكاة لهذه النماذج وغيرها من المميزات الأخرى لهذه الأنظمة , وأصبح نظام التصميم بالحاسب أكثر أهمية مع ظهور تقنيات الطابعة ثلاثية الأبعاد أصبح من الممكن بناء هذه النماذج بشكل مادى , ومع التطور السريع لتقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد أصبحت الآن وسيلة لصنع المنتجات المستخدمة فى العديد من المجالات كالطب وطب الأسنان والطيران والملاحة بالإضافة لصناعة المحركات والسيارات ولعب الأطفال والأثاث والفن والازياء ....وغيرها. وتعتمد الفكرة الأساسية لهذه الطابعات على بناء النموذج من خلال عملية بناء متتابع لطبقات تمثل القطاعات العرضية لهذا النموذج , وتتميز الطينات المكون الأساسى فى صناعة الخزف بإمكانية الحصول على معلقات طينية يتم صبها فى قوالب تصنع من الجص (الجبس) للحصول على المنتجات الخزفية بطريقة تعرف بالصب فى القوالب , ويتم عادتا إنتاج هذه القوالب بشكل تقليدى من خلال عدة مراحل تبدأ بصنع النموذج , ثم عمل قالب لهذا النموذج , ثم عمل قالب للقالب وهو مايعرف بالقالب الأم , ويتم إنتاج القوالب من خلال هذا القالب الأم فى عمليات الإنتاج الكمى , ومع ظهور تقنيات التحكم الرقمى باستخدام الحاسب CNC أصبح من الممكن إنتاج القوالب الأم من خلال هذة التقنية , والتى يمكن التعبير عنها بأنها العملية العكسية لبناء النماذج كما فى استخدام الطباعة ثلاثية الأبعاد , حيث يتم فيها التشكيل بالحذف من خلال الحفر فى كتلة فهى عملية أشبه بالنحت , وتستفيد هذه التقنيات من أنظمة التصميم بالحاسب CAD لإعداد التصميمات الخاصة بهذه النماذج , ومن هنا هل يمكننا أن نستخدم تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد للحصول على قالب أم لمنتج خزفى ؟ , وإن كان ذلك ممكناً فكيف يمكن ذلك ؟, وماهى الطريقة الملائمة لفعل ذلك , وماهى ايجابياتها وسلبيتها ؟ , وتعد هذه التساؤلات محور مشكلة البحث .

مشكلة البحث :

يحاول البحث الإجابة على هذة التساؤلات :

- هل يمكن الأستفادة من تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد فى مجال صناعة القوالب الخاصة بإنتاج الخزف ؟
- ماهى إيجابيات وسلبيات استخدام تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد فى مجال صناعة القوالب الخاصة بإنتاج الخزف؟
- ماهى الطريقة الملائمة لتحقيق ذلك فى ضوء الأعتبارات الخاصة لخامة الجص والمستخدمة فى قوالب صب المنتجات الخزفية ؟
- كيف يمكن أن يسهم الحاسب الآلى وأنظمة التصميم بالحاسب CAD فى عملية إعداد النماذج والقوالب من خلال تقنيات الطباعة ثلاثية الأبعاد ؟

هدف البحث :

- الحصول على قالب أم لمنتج الخزف من خلال استخدام الطابعات ثلاثية الأبعاد .
- دراسة أثر استخدام تقنيات الطابعات ثلاثية الأبعاد وبرامج الحاسب الآلى فى مجال صناعة القوالب الخاصة بإنتاج الخزف .

أهمية البحث :

- التعرف على تكنولوجيا الطباعة ثلاثية الأبعاد والإستفادة منها فى إنتاج قوالب الخزف .
- الاستفادة من تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد فى مجال الخزف .

فرض البحث :

إمكانية الحصول على قالب أم لمنتج الخزف.

حدود البحث :

يقتصر التطبيق العملى للبحث فى الحصول على قالب أم من خلال

View Published Article: Volume 2, Issue 1 - https://jdsaa.journals.ekb.eg/article_136548.html

تقنية الطباعة الثلاثية الأبعاد بتقنية الطباعة المعروفة بالنمذجة بالترسيب المنصهر(Fused Deposition Modeling (FDM .

منهج البحث :

يعتمد البحث على المنهج التجريبى والتطبيقى .

محاور البحث :

١. الطابعة ثلاثية الأبعاد .
٢. الطريقة التقليدية للحصول على القوالب لمنتجات الخزف .
٣. التطبيق العملى .

١ـ الطابعة ثلاثية الأبعاد :

تنتمى تقنيات الطباعة ثلاثية الأبعاد لما يعرف بالتصنيع التجميعى (Additive Manufacturing (AM , والتى يتم فيها صناعة المنتجات من خلال البناء بالإضافة من خلال إضافة للطبقات لبناء النماذج من خلال إضافة الطبقة تلو الأخرى . واعتمدت الجمعية الأمريكية للإختبارات والمواد المعروفة ب ASTM International American (Society for Testing and Materials) هذا المصطلح. وفى التسعينات بدأت تكنولوجيا الطباعة ثلاثية الأبعاد بالتطور من خلال معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا Massachusetts (Institute of Technology (MIT , وإطلاق مصطلح ٣D PRINTING «الطباعة ثلاثية الأبعاد» واختصارها ٣DP , وفى فبراير من عام ٢٠١١ منح المعهد رخصة لست شركات تمكنها من الإستخدام والترويج لمنتجاتها تحت هذا الأسم التجارى ٣DP . اليوم ومع ظهور تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد ٣D Printing ، أصبح من الممكن إنتاج منتجات معقدة من عدّة أجزاء بتفاصيل دقيقة بسرعة وسهولة فائقة , وكذلك الطباعة بخامات متعددة مثل البلاستيك , أو المعدن ,أو السيراميك كما هوالحال فى بعض تقنيات الطباعة ثلاثية الأبعاد .

١ـ٢ تقنيات الطباعة ثلاثية الأبعاد :

تتعد التقنيات المستخدمة فى الطابعات ثلاثية الأبعاد ولكن جميعا تشترك فى فكرتها الأساسية لبناء النموذج من خلال عملية بناء متتابع لطبقات تمثل القطاعات العرضية لهذا النموذج , وتتقارب ميكانيكيا فى التقنيات المستخدمة لأنظمة الحركة على محاورها الثلاثة XYZ, فالطابعات المستخدمة للحصول على منتج خزفى بشكل مباشر, وتستخدم مسحوق من تركيبة الجسم الخزفى المراد طباعته تتم من خلال استخدام مادة رابطة يتم نفثها بكمية وشكل يسمح لها بتكوين طبقة تمثل القطاع العرضى لشكل النموذج المطبوع بصورة متتابعة لبناء النموذج , وكلما كان ارتفاع الطبقات الممثلة لبناء النموذج صغيرة بأجزاء من المليميتر أو الميكرون كلما زادت دقة الطباعة , وجدير بالذكر أن هناك طابعات ثلاثية الأبعاد تدعم دقة بأجزاء من الميكرون لسمك هذه الطبقات , ويرجع ذلك للتقنية المستخدمة فى الطباعة . و السبب لتعدد التقنيات يرجع لخواص الخامات المستخدمة لعملية الطباعة كطبيعتها الكيمائية والفيزيائية , حيث تدعم بعض تقنيات الطباعة عمليات البلمرة الضوئية Vat Photopolymerisation, لخامات من بوليمرات ضوئية غالبا ماتكون بصورة سوائل هلامية تتصلد من خلال ضوء الأشعة فوق البنفسجية كما فى تقنية سيتروليثوجراف Stereo (lithography (SL , وتقنية العرض الرقمى للضوء Digital Light (Projection (DLP , وتتميز هذه التقنيات الطباعية بدقتها العالية والتى قد تصل لأجزاء من الميكرون, ولكن هناك خامات أخرى تحتاج لطاقة كبيرة لحدوث عملية التلبيد أو التصلد مثل الفلزات والرمل والزجاج والسبائك المعدنية كالتيتانيوم وتستخدم لهذه الخامات تقنيات كتقنية التلبيد بالليزر الإنتقائى (Selective laser sintering (SLS وتقنية الصهر بشعاع الألكترون (Electron Beam Melting (EBM وتعبر هذه التقنيات منخفضة الدقة نسبيا عن التقنيات السابقة , ولكن يعيب جميع هذه التقنيات التكلفة المرتفعة للطابعات التى تدعم هذه التقنيات, وكذلك التكلفة المرتفعة للخامات المعدة للاستخدام من خلال هذه الطابعات . وتعتبر تقنية الطباعة المعروفة بالنمذجة بالترسيب المنصهر((FDM Fused Deposition Modeling من أكثر التقنيات الطباعية انتشارا , ويرجع ذلك لتكلفتها المنخفضة جدا مقارنة بالتقنيات السابقة من حيث تكلفة الطابعة , أو الخامات المستخدمة للطباعة بهذه الطابعات والتى غالبا ماتوجد فى صورة لدائن حرارية (بلاستيك) , ففي هذه التقنية يتم تزويد الطابعة بخامة الطّباعة على شكل أسلاك أو خيوط من لدائن حرارية (بلاستيك)، تتصل برأس مدبب دقيق فيه فوهة ، يسخن هذا الرأس ليذيب مادة الطباعة ، وعند حركته أفقيا ورأسيا يخرج المادة حسب الشكل المطلوب ، وحال خروج المادة من الرأس تبرد في درجة حرارة الغرفة وتتصلب , ولكن يعيب هذه التقنية أنها تدعم دقة طباعية منخفضة يمكن التعبير عنها بأجزاء من الميليمتر وتحتاج لعملية معالجة بسيطة بعد الطباعة . ومن أشهر الخامات المستخدمة فى هذه التقنية :

حمض اللبنيك PLA) Polylactic Acid)

وتعتبر واحدة من المواد الأكثر شيوعا لخيوط الطباعة ثلاثية الأبعاد. ويوصى بها لكثير من الطابعات ، وذلك لأنها واحدة من أكثر المواد المتاحة للطابعة ثلاثية الأبعاد صديقة للبيئة ، فهي مصنوعة من الموارد المتجددة سنويا (نشا الذرة) وتتطلب طاقة أقل للمعالجة بالمقارنة مع البلاستيك التقليدي , كما انها تتميز بأنها عديمة الرائحة وقليلة الأعوجاج ومقاومة للمذيبات العضوية والغيرعضوية , وتتوافر بألوان متعددة, ومنها ما هو شفاف , لذلك تستخدم فى العديد من التطبيقات الطباعية .

اكريلونتريل بوتادين ستايرن (ABS(Acrylonitrile butadiene styrene

وهو ثاني المواد الأكثر شعبية من خيوط الطباعة ثلاثية الأبعاد ,و من اللدائن الحرارية الرخيصة، والدائمة، ومرنة قليلا، وخفيفة الوزن، كما أنها تتميز بالمتانة العالية ومقاومة الصدمات مقارنة بخامة PLA,وسهولة المعالجة بعد الطباعة لقابليتها الزوبان فى الأسيتون حيث يمكن تنعيم الأسطح المطبوعة به بعد الطباعة , وتتعد ألوانها , مما يجعلها مثالية في الطباعة ثلاثية الأبعاد , ولكن يعيبهاأنها غير آمنه للمواد الغذائية , كما أن أبخرتها أثناء الطباعة لها رائحة قد تلحق ضرر بالإنسان خاصة مرضى الحساسية لذلك ينصح باستخدامها للطباعة بأماكن جيدة التهوية .

نايلون Nylon

وهومن البوليمرات الصناعية الشائعة المستخدمة في العديد من التطبيقات الصناعية ويتميز بالمرونة والمتانة العالية ويصلح للعديد من التطبيقات وخصوصا الاجزاء الميكانيكية كالتروس وغيرها , كما يمتاز بإمكانية إعادة التدوير .

٢ـ الطريقة التقليدية للحصول على القوالب لمنتجات الخزف :

تعتبر عملية الحصول على المنتجات الخزفية بطريقة الصب من الطرق الهامة لإنتاج الخزف , حيث يتم إنتاج معظم المنتجات الخزفية مثل أدوات المائدة والأدوات الصحية من خلال الصب للمعلقات الطينية فى قوالب من الجص نظرا لما يمتاز به من القدرة على امتصاص الماء من المعلقات الطينية ومن ثم الحصول على السمك المطلوب والشكل للمنتج تبعا لشكل أجزاء القالب , وتتعدد أشكال القوالب مابين قالب قد يكون من قطعة واحدة كما هو الحال عند استخدام القوالب فى السادف

لتشكيل الأوانى المفتوحة والطباق , وقد تتعدد أجزاء القالب كما هو الحال فى إنتاج أدوات المائدة مثل البراد مثلا , أو إنتاج مفردات الأدوات الصحية , وتعتمد الطرق التلقيدية لإنتاج القوالب على عدة مراحل :

اولاً : بناء النموذج الأولى :

ويمكن تنفيذة من خلال مهارات العمالة المدربة على استخدام المخارط لخرط الأجزاء المتماثلة على مخارط تستخدم خامة الجص لهذا الغرض , أو من خلال تشكيل شرائح الجبس المعدة لهذا الغرض , كما يمكن الإستعانة بقطاعات من شرائح معدنية لتكوين وبناء الشكل أو أجزاء منه , وتحتاج عملية تشكيل النماذج بهذة الطريقة لحرفية ومهارة واستخدام أدوات القياس التقليدية لإعداد النموذج وفقا لأبعاد التصميم المطلوب , كما تتطلب المزيد من الوقت, وتعتمد دقة النموذج المنتج على حرفية وخبرة ومهارة العامل الذى يقوم بتنفيذ النموذج , ومؤخرا تم استخدام تكنولوجيا التحكم الرقمى بالحاسب الآلى CNC لإنتاج النموذج الأولى كخطوة لتوفير الوقت والجهد والحصول على نموذج يتميز بالدقة فى الأبعاد والجودة العالية , نظرا لأستفادة النماذج المنفذة بهذه الطريقة من مميزات التصميم بالحاسبCAD .

ثانيا : أعداد القالب الخاص بالنموذج :

ويتم من خلال تقسيم النموذج لأجزاء تخيلية تسمح بعمل أجزاء للقالب قابلة للفك والتجميع , ويتم صب كل جزء من هذة الأجزاءعلى حده من خامة الجص فى أغلب الأحيان , ويتم تجميعها للحصول على القالب الخاص بالمنتج الخزفى , وتستغرق هذه العملية وقت ومجهود كبير , بالإضافة إلى الحاجة إلى مهارة وخبرة من العامل الذى يقوم بذلك للحصول على الدقة المطلوبة , والآن قد تستخدم تقنيات التحكم الرقمى CNC لهذا الغرض .

ثالثا : إنتاج القالب الأم :

وهو القالب المسئول عن إنتاج القوالب الخاصة بالنموذج فى حال الإنتاج الكمى , ويتم فية عمل قالب لكل جزء من أجزاء القالب الخاصة بالنموذج المطلوب , لإنتاج أجزاء القالب المطلوب , وتتطلب هذه العملية المزيد من الوقت والجهد بالإضافة للحاجة إلى الخبرة والمهارة , وقد تستخدم أيضا تقنيات ماكينات التحكم الرقمى CNCلهذا الغرض , ولكن جدير بالذكر أن عملية بناء النماذج والقوالب بهذه الطريقة قد تهدر مزيدا من الخامات لأن الفكرة هنا قائمة على مايشبهة النحت فى كتل من الخامات المراد صناعة أجزاء القوالب أو النماذج منها . ومن ثم يمكن اختصار الخطوات السابقة لإنتاج النماذج والقوالب من خلال الطابعة ثلاثية الأبعاد بشكل مباشر والأستفادة من هذة التقنية لهذا الغرض كما سيتم عرضها فى الجانب التطبيقى للبحث .

٣- التطبيق العملى :

٣-١ طريقة الحصول على قالب أم لمنتج خزفى :

أ- يتم بناء التصميم الخاص بالمنتج من خلال أحدى برامج التصميم ثلاثية الأبعاد المتعددة واستخدم الباحث برنامج ٣D MAX لهذا الغرض , انظر الصورة رقم (١) .

ب- يتم تصميم القالب والقالب الأم من خلال أحدى برامج الحاسب الآلى المتعددة والمستخدمة لإعداد التصميمات ثلاثية الأبعاد , واستخدم الباحث برنامج ٣D MAX لهذا الغرض , انظر الصورة رقم (٢).

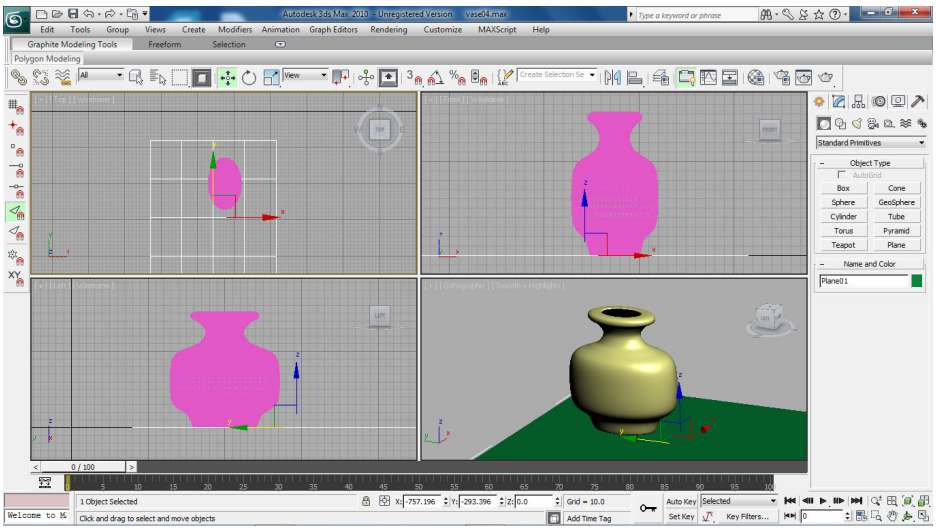
ت-يتم تحويل صيغة الملف المعد لأجزاء القالب الأم لصيغة STL او OBJ .

ث- يتم تحويل صيغة الملف المعد من الصيغة المسبقة إلى ملف Gcod وهى الصيغة التى تتمكن الطابعة ثلاثية الأبعاد من فهمها , وتتعد البرامج الخاصة بذلك , ويتم ضبط إعدادات الطباعة كسمك طبقة البناء واختيار الخامة المستخدمة للطباعة وكذلك الأبعاد المطلوبة للطباعة وغيرها من المميزات التى توفرها هذه البرامج , واستخدم الباحث برنامج Cura لهذا الغرض, انظر الصورة رقم (٣) .

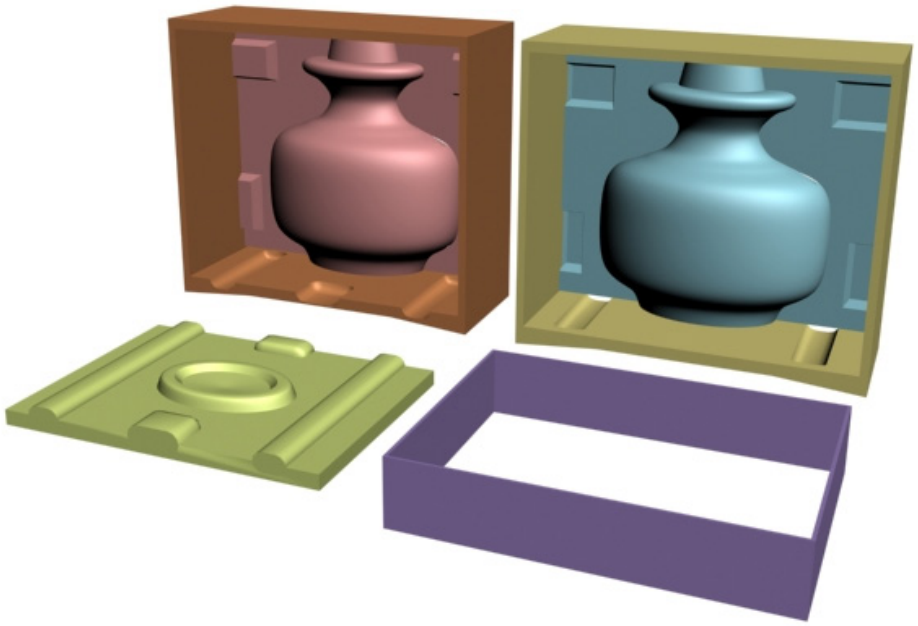
ج- يتم طباعة الأجزاء الخاصة بالقالب , وتتطلب استخدام تقنية FMD المستخدمة إجراء بعض التشطيبات البسيطة النهائية على الأجزاء المنتجة بهذة الطريقة , و تعبر من التقنيات الأقل فى التكلفة , انظر الصورة رقم (٥).

ح- يتم تجميع الأجزاء المطبوعة لكل جزء من أجزاء القالب ويتم صب معلقات الجص بها وتركهاحتى تمام الجفاف واستخراجها من القالب , وتتم نفس العملية لباقى الأجزاء , وتجميعها معا للحصول عل القالب المطلوب , انظر الصور رقم (٦,٥,٧) .

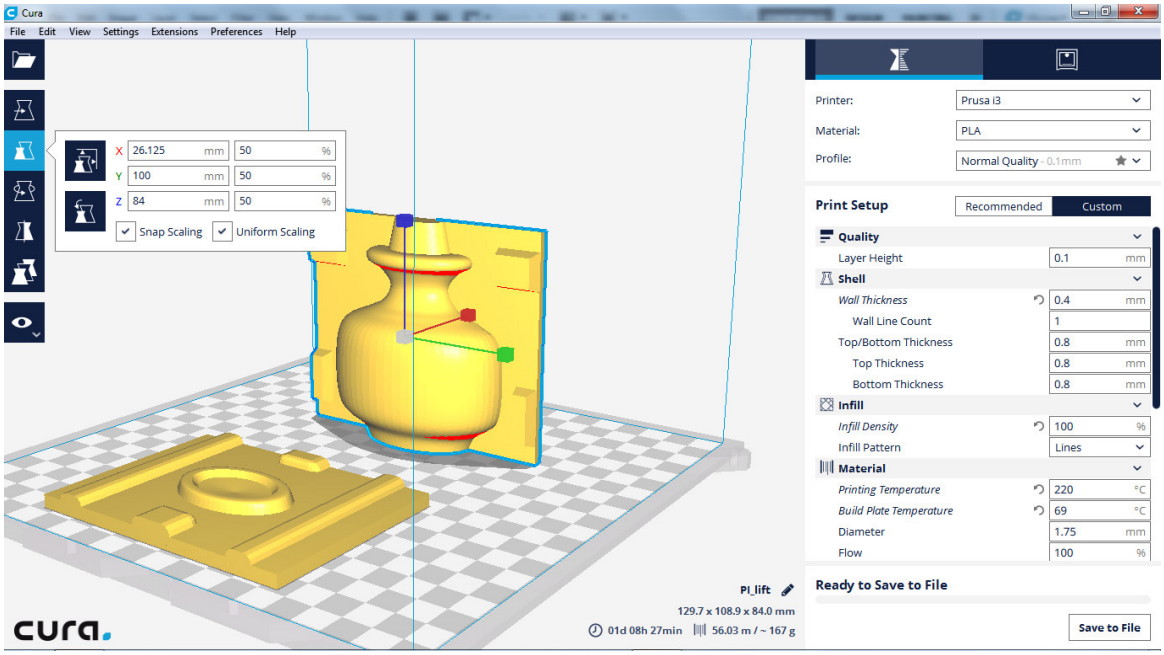
وقام الباحث بطباعة هذه الأجزاء بتقنية الطباعة المعروفة بنمذجة الترسيب المنصهر(Fused Deposition Modeling (FDM , واستخدمت خامة PLAفى عملية الطباعة , انظر الصورة رقم (٤) .



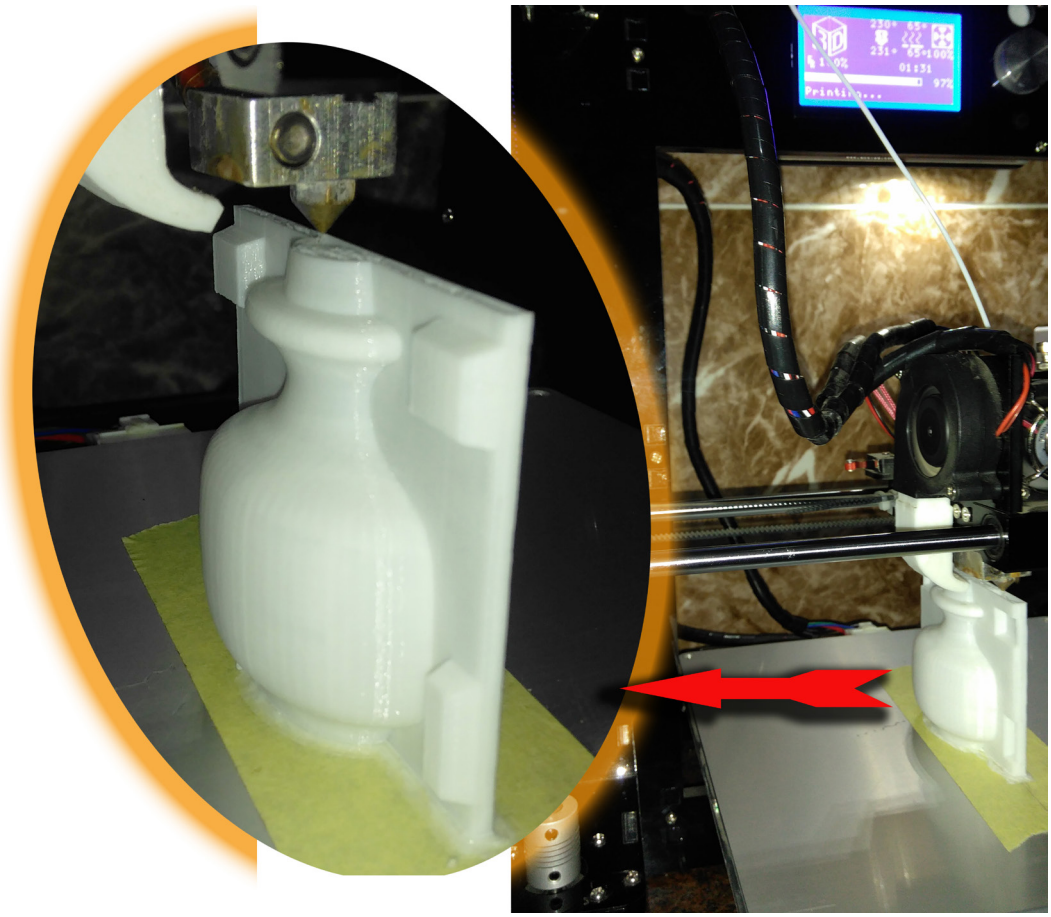
صورة رقم (1)
تستعرض تصميم النموذج على برنامج 3Dmax.



صورة رقم (2)
تستعرض تصميم القالب الأم للنموذج من خلال برنامج 3Dmax.

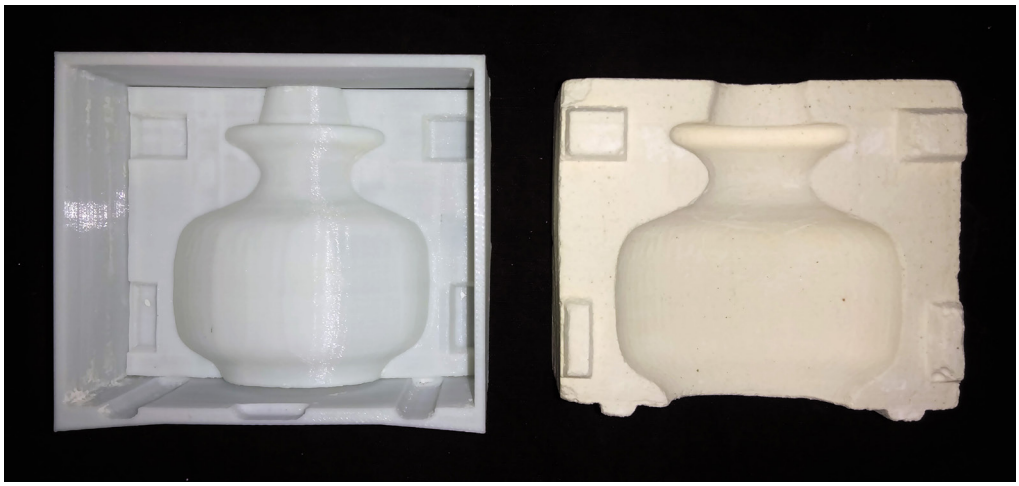


صورة رقم (3)
تعرض أحد الأجزاء المطبوعة للقالب الأم ببرنامج Cura , وتظهر بالصورة الإعدادات الخاصة بالبرنامج للطباعة

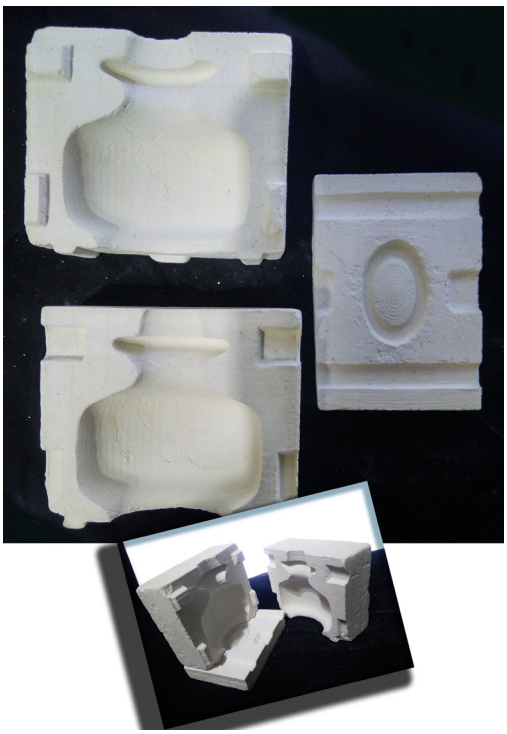


صورة رقم (4)
تعرض أحد الأجزاء المطبوعة للقالب الأم أثناء طباعتها على الماكينة المستخدمة بالبحث .

صورة رقم (5)
تعرض الأجزاء المطبوعة للقالب الأم.



صورة رقم (6)
تعرض أحد الأجزاء المطبوعة للقالب الأم , وأحد القطع المستخرجة للقالب والتى تم صبها من خامة الجبس .



صورة رقم (7)
تعرض أجزاء القالب المنتج من خلال صب الجص فى القالب الأم المطبوع .

٣-٢ مميزات استخدام الطابعات الثلاثية الأبعاد لإنتاج القوالب :
أ- يمكن الحصول على أجزاء معقدة للنماذج والقوالب يصعب إنتاجها بالطرق التقليدية .
ب- يمكن الحصول على أكثر من مقاس للقالب المستخدم من خلال الأستفادة من مميزات التصميم بالحاسب CAD.
ت- تتميز القوالب المنتجة من الخامات البلاستيكية بخامة PLA المستخدمة فى البحث بخفة الوزن ومقاومة الأحماض والقلويات , وتعتبر من الخامات صديقة للبيئة , ويمكن إعادة تدويرها .
ث- الحصول على دقة عالية من خلال الأستفادة من مميزات التقنيات المتعددة للطباعة ثلاثية الأبعاد .

نتائج البحث :

١. يمكن الحصول على نماذج وقوالب من خلال استخدام تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد تخدم صناعة الخزف .
٢. تتميز الطريقة المستخدمة لإنتاج النماذج والقوالب بتقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد بالعديد من المميزات .
٣. تستفيد هذة الطريقة من مميزات التصميم بالحاسب , مما قد يثرى التصميمات المنتجة فى صناعة الخزف.
٤. توفيرالوقت والجهد واختصار عديد من المراحل للطرق التقليدية لإنتاج النماذج والقوالب المستخدمة فى صناعة الخزف .
٥. يمكن إعادة تدوير الخامات المستخدمة لإنتاج القوالب بتقنية الطباعة ثلاثية البعاد مما يسهم فى توفير الموارد , والحفاظ على البيئة .

توصيات البحث :

١. يجب مواكبة التطور التكنولوجى من خلال تطوير المقررات الدارسيةو الاستفادة من الطباعة ثلاثية الأبعاد لإثراء مجال الخزف.
٢. ضرورة استخدام برامج و تقنيات الطباعة ثلاثية الأبعاد فى عملية التصميم والإنتاج , والاستفادة من مميزاتها العديدة .
٣. دعم الأبحاث العلمية المهتمة بتطوير تقنيات الطباعة ثلاثية الأبعاد للاستفادة منها فى مجال الخزف والمجالات العلمية المختلفة .
٤. عقد للمؤتمرات والندوات وورش العمل للتعريف , والتدريب على استخدام تكنولوجيا الطباعة ثلاثية الأبعاد لخدمة مجال الخزف.
٥. إجراء البحوث فى مجال تقنيات الطباعة ثلاثية الأبعاد لمواكبة هذا التطور التكنولوجى , لما له من أثر بالغ لفتح آفاق جديدة لتطوير مجال الخزف .

مراجع البحث :

أولا : المراجع العربيه

١. محمد نبيل طه فوده :» علاقة سمك قالب الجص بسمك المنتج الخزفي», مجلة علوم وفنون - دراسات وبحوث, مجلد١٢, العدد٣, جامعة حلوان ,القاهرة, ٢٠٠٠ .
٢. إبراهيم أمين إبراهيم عبد الله : «الطباعة ثلاثية الأبعاد» المجلة الدولية للتعليم بالإنترنت، جمعية التنمية التكنولوجية والبشرية ، عدد ديسمبر ، القاهرة ، ٢٠١٦ .
٣. حسان رشيد عبد العزيز : «الطباعة ثلاثية الأبعاد (العبور السريع للمنتج)»,مجلة البحوث والدراسات فى الآدب والعلوم والتربية ,المجلد ٣ - العدد ٥,السعودية, ٢٠٠٦ .

ثانيا: المراجع الأجنبيه :

4. Patrick Hood-Daniel, James Floyd Kelly :» Printing in Plastic Build Your Own 3D Printer», Paul .Manning ,US,2011
5. Brian Evans:» Practical 3D Printers», Paul Man- .ning ,US,2012
6. Joe Micallef:» Beginning Design for 3D Print- .ing», Springer Science,US,2015
7. Bibi van den Berg · Simone van der Hof Eleni. Kosta:» 3D Printing Legal, Philosophical and Economic Dimensions»,T.M.C. Asser press, The .Netherlands,2016

ثالثا : مواقع أنترنت :

8. https://www.arabsmakers.com/fdm
9. http://geeksvalley.com/tutorial/3d-printing-mate- /rials-guide/2
10. https://ar.wikipedia.org

Use the 3D printer technology to obtain molds for ceramic products

Abstract

The research deals with the possibility of using ٣d printers to obtain the mother mold of the ٣d printing ceramic product through a study of the techniques and their types and raw materials used in printing with these printers and traditional methods for producing such kind of molds, and then the researcher reached to obtain a mother mold for the ٣d printer And computer- ceramic product using a .aided design (CAD) to prepare modeling and molds