مجلة الفنون والعلوم التطبيقية
Journal of Applied Arts & Sciences
جامعة دمياط Damietta University
كلية الفنون التطبيقية

كفاءة تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد في تطوير مخرجات التصميم المعماري للنحات

" The efficiency of 3D printing technology in developing the sculptor's architectural design outputs "

سلمى محسن

مدرس بقسم نحت وتشكيل معماري – كلية الفنون التطبيقية– جامعة دمياط

ملخص البحث

تظهر إشكالية البحث في التعرف على تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد ودورها في إظهار إبداعات النحات في المنظومة المعمارية ، حيث يدور البحث حول التطور الحادث للتقنيات الحديثة وما لها من تأثير على تغير معالم العمارة شكلاً وخامةً مما إتاحة للنحات المعماري الفرصة للظهور بقوة في المنظومة المعمارية وعليه ؛يحاول البحث الإجابة على هذا التساؤل من خلال توضيح مفهوم تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد وأنواع الطابعات ثلاثية الأبعاد والبرامج المستخدمة بها والخامات المتوفر لتنفيذها وظهور كل ذلك في المنظومة المعمارية من خلال القيام بتجربة عملية مع الطلاب الفرقة الثالثة بقسم النحت والتشكيل المعماري والترميم بكلية الفنون التطبيقية جامعة دمياط ضمن دراسة مقرر تصميم النحت المعماري لتوضيح الفرق بين تنفيذ النماذج الأولية بالطرق التقليدية وبطريقة الطباعة ثلاثية الأبعاد ؛ لذلك فأن منهج البحث يعرض الجانب الوصفي التحليلي والجانب التطبيقي . ومن اهم النتائج التي توصلت إليها الباحث أن لتقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد ميزة هامة في توفير الوقت والجهد المطلوب لتنفيذ المشاريع المعمارية مما ساعد النحات على الوصول لملايين الأفكار التصميمة ومعالجتها.

الكلمات المفتاحية

الطباعة ثلاثية الأبعاد – النحت المعماري- برامج ثلاثية الأبعاد – خامات الطباعة ثلاثية الأبعاد

مقدمة البحث:

لقد أصبح الأمر أكثر سهولة منذ ظهور تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد فظهر النحات المعماري بقوة في المنظومة المعمارية، فلم يعد ما يتخيله صعب تحقيقه، نتيجة تقدم تقنية الطباعة التي بدأت تظهر في طباعة مباني ثلاثية الأبعاد تستند في قوانينها الهندسية على القاعدة بل وتجد البرامج الحسابات اللازمة لطباعتها وتدعيمها بالطريقة المثالية؛ فأصبحت العمارة النحتية أيقونة جديدة لتغيير فكر المنظومة المعمارية.

مشكلة البحث:

افتقاد دور النحات المعماري في المساعدة في تشكيل الهيئة المعمارية بصورة جمالية لذا تنحصر مشكلة البحث في سؤال رئيسي هو:

كيف ساعدت تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد على تنفيذ فكر النحات المعماري في المنظومة المعمارية؟

فروض البحث:

يفترض البحث: أن التطور الحادث في تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد ساعدت النحات على إخراج أعماله المعمارية وإثبات دوره في تلك المنظومة.

هدف البحث:

إلقاء الضوء على التطور الحادث في تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد يلعب دوراً هاماً في بلورة الأفكار التصميمة للنحات لإثبات دوره في المنظومة المعمارية.

أهمية البحث:

١- توضيح التطور الحادث في تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد

(ISSN 2537-1061) (Print)

(ISSN 2537-107X) (Online)

٢- التأكيد على الرؤى التصميمية للنحات في تشكيل المنظومة المعمارية.

الإطار النظري:

تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد:-

تعريف التقنية:

هي مجموعة الوسائل المستخدمة والأساليب المتاحة في العصور لتحقيق أغراض معينة في فروع الحياة العلمية المختلفة لتوفير كل ما هو ضروري لمعيشة الناس ورفاهيتهم. (٥، صـ١٠٢)

تعريف الطباعة: -

تعنى ترك أثر لمؤثرها على أي من السطوح أو المجسمات المختلفة (١٣)، فهي الطريقة التي يمكن بها الحصول على نماذج أو رسومات ملونة بطرق مختلفة. (٩، صـ٢١٨)

تعريف تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد: -

هي تقنية متقدمة يمكنها إنتاج مجسمات بالغة التعقيد بالاستعانة بكمية قليلة من الخامات مقارنة بطرق التصنيع الأخرى فهي تعتمد على استخدام برامج حاسب ألي متخصصة يتم تصميم شكل المنتج المطلوب بصورة مجسمة ومن ثم طباعة هذا المنتج من خلالها حيث تتم هذه العملية في صورة طبقات يتم فيها طباعة طبقة تلو الأخرى حتى الانتهاء من طباعة المجسم بالكامل، لذا يطلق على تلك التقنية التصنيع بالإضافة وهو مصطلح يشير إلى تصنيع المجسمات عن طريق إضافة طبقات من المادة طبقة تلو الأخرى كما تتميز تلك التقنية عن تقنيات تصنيع المجسمات التقليدية مثل النحت أو صب المواد داخل قوالب بالسرعة والدقة المتناهية بالإضافة إلى تقليل الكميات المهدرة من المادة الخام اللازمة لتصنيع المجسم. (٧،صـ١٠٥)

مبادئ تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد:-

تعرف الطابعة ثلاثية الأبعاد بأنها ألة ميكانيكية يتصل بها جزء إلكتروني الذي بدوره يتحكم في حركة الآلة بالكامل من خلال برامج وسيطة (أشهرها – Cura – Slic3r Kisslicer)تلك البرامج التي تحول التصميم إلى كود يقرأه المتحكم (الجزء الإلكتروني) وهو ما يعرف بـ G) codeالذي يحتوى على جميع الأوامر التي ستنفذها الطابعة حتى تنتهي من بناء المنتج ، حيث تتحكم هذه الأوامر في درجة حرارة انصهار المادة الخام وسمك الطبقة الواحدة واتجاهات المحركات لسمك الطبقة وعدد الطبقات المستخدمة وكمية المادة الخام المستخدمة والحجم النهائي للمنتج وعدد النسخ المطلوبة وسرعة الطباعة(٨،صـ٢٠٦).

تقنيات الطباعة ثلاثية الأبعاد:

١- الطباعة ثلاثية الأبعاد المباشرة: تعتمد على تقنية قاذفة الحبر التي ترتكز على فوهاتها الدقيقة التي تتحرك للأمام وللخلف وإلى الأعلى والأسفل وتقذف مادة سائلة في الطباعة كالحبر إلا أنها تستخدم المواد البلاستيكية كبديل عن الحبر في الطابعة التقليدية (٦، صـ٣٣١)، حيث تعتمد على جفاف طبقة سميكة شمعية ومواد بوليميرية بلاستيكية وتتصلب في كل طبقة لتشكل مع كل طبقة مقطع جديد من الجسم الصلب ثلاثي الأبعاد. (١٠)

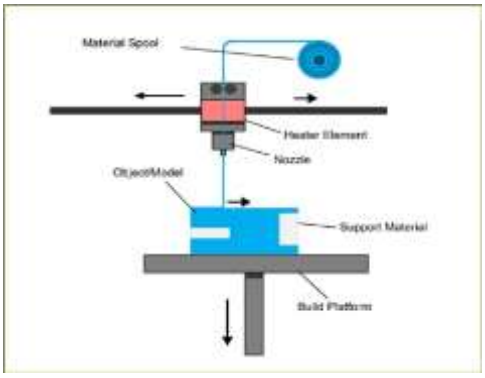
٢- الطباعة ثلاثية الأبعاد بالمادة اللاصقة: - تعرف بـ Binder - printingوهي تشبه الطباعة المباشرة في استخدامها للفوهات لتطبيق سائل بشكل طبقة جديدة إلا أنها تختلف عنها في استخدامها لمادتين منفصلتين كلاهما مع بعض يشكلان طبقة مطبوعة جديدة حيث تتكون المادتين من مسحوق ناعم وسائل لاصق يمرر المسحوق على لفافات يخرج منها المسحوق في صورة طلاء رقيق، وفي المرحلة الثانية تستخدم اللوحات لتطبيق المادة اللاصقة بحث يتم خفض القاعدة للأسفل الاستقبال طبقة جديدة من المسحوق وتتكرر العملية حتى يكتمل بناء النموذج. تعتبر هذه الطريقة أفضل من الطباعة المباشرة لأنها أسرع وتستهلك مادة خام اقل كما أنها تعتمد على مدى واسع من المواد كالمعادن والمواد السيراميك وكذلك الألوان. (٩، صـ٢١٩)

أنواع الطابعات ثلاثية الأبعاد :-

يكمن الفرق بين أنواع الطباعة ثلاثية الأبعاد في الطريقة والأسلوب والمواد الخام المستخدمة في بناء الطبقات لتشكيل المجسم المرغوب في طباعته (٢،صـ١١٩)وعليه تكون كالتالي :-

١-الطابعات نافثه المواد: -

تعتمد على استخدام أنواع مختلفة من مواد النفث المختلفة في الخصائص وشديدة الدق والصقل مثل مواد البلمرة الضوئية حيث أنها تعتمد على نفث قطرات من المادة السائلة على سطح الطباعة من خلال فوهة صغيره قطرها قطر القلم تتحرك للأعلى و لأسفل وإلى اليمين واليسار (٩، صـ٢٢٠) كما في الصورة رقم (١)



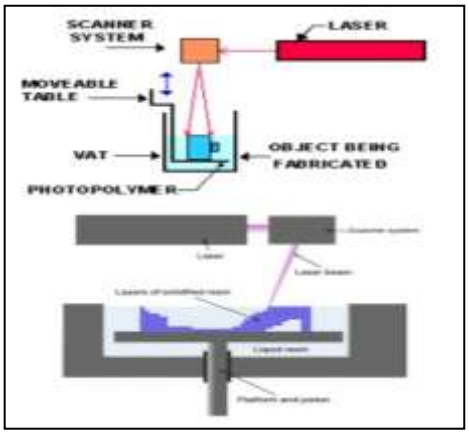
الصورة رقم (١) تعبر عن طريقة عمل طابعة قاذفة الحبر (١١)

(ISSN 2537-1061) (Print)

(ISSN 2537-107X) (Online)

٢-الطباعة الحجرية المجسمة Stereo lithography (SLA):-

تعتمد على تركيز الأشعة فوق البنفسجية على سطح حوض مملوء بسائل قابل للتبلور عند تعرضه لأشعة الليزر، حيث يقوم شعاع الليزر برسم المجسم ثلاثي الأبعاد عن طريق بناء طبقة تلو الأخرى حيث لا يتجاوز سمك الطبقة أجزاء من الميليمتر وتعاد هذه العملية عدده مرات حتى انتهاء من الشكل[٦،صـ٣٣١] إلا أن بعض النماذج المطبوعة بهذه التقنية تحتاج للدعم في بعض الأجزاء أو إلى الإزالة باليد والتنظيف والمعالجة بواسطة ألة تشبه الفرن واستخدام الضوء المكثف للتقوية من الراتنج ،حيث أنها تعتبر من أدق العمليات للطباعة ثلاثية الأبعاد فهي تعطى سطح نهائي ممتاز رغم وجود بعض العوامل المحددة منها [٤، صـ ٨٠] كما في الصورة رقم (٢)

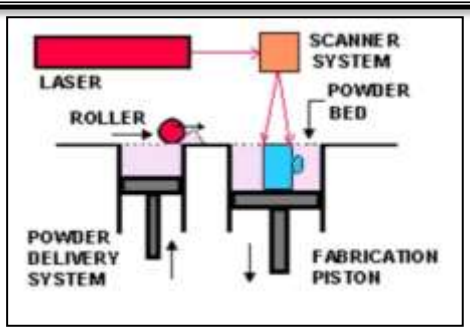


الصورة رقم (٢) توضح كيفية عمل الماكينة عن **طريقة ستيريوليلغرافيStereolithographic** [١١]

طابعة التلبية الانتقائي بالليزر أو طريقة التصليد الحراري الاختياري بالليزر SLS :

تعتمد هذه الطابعة على نفس أسلوب تقنية الستيريوليتغرافي SLA إلا أن المادة الخام تكون في صورة مسحوق مثل البوليستر، أو السيراميك أو الزجاج، أو النابلون، وبعض المعادن مثل الفولاذ، والتيتانيوم والألمنيوم[٤،صـ٨٢] يتحول للحالة الصلبة عند سقوط أحد أنواع أشعة الليزر عليه مكوناً الشكل المطلوب أثناء حركة الماكينة في الثلاث محاور. [١١]

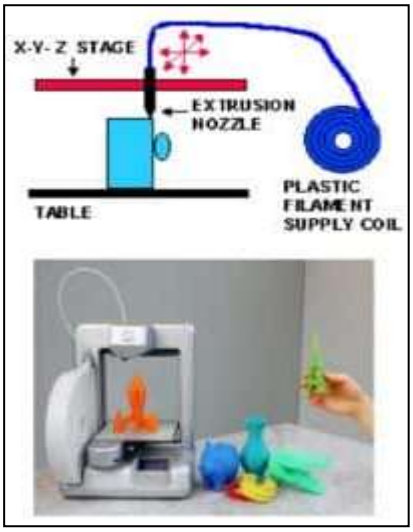
أما المواد التي لا يطالها الليزر تبقى كمسحوق يساعد بدعم المجسم بحيث يتم في نهاية الطباعة جمع بقايا المسحوق غير المستعمل ليتم استخدامه في الطباعة التالية ومن أهم مميزات هذه الطريقة من طريقة الستيريو ليتغرافي SLA هو عدم حاجتها لأي مواد داعمة [١،صـ٤٦] كما في الصورة رقم (٣) .



الصورة رقم (٣) توضح كيفية عمل الماكينة عن طريقة التلبية الانتقائي بالليزر أو طريقة التصليد الحراري الاختياري بالليزر SLS [١٢]

طابعة البناء بالترسيب المنصهر FDM

هذا النوع من الطباعة ثلاثية الأبعاد تبثق مواد اللدائن الحرارية عادة من خلال آلة بثق تعرف بالنمذجة المصهورة، حيث تعتمد هذه الطريقة على بكرة متصلة بالماكينة، وتقوم الآلة بطباعة كل طبقة بفوهة تشبه رأس الطباعة النفثة للحبر ، وقد يختلف سمك الطبقة اعتماداً على دقة الجهاز حيث تعتبر مطبوعتها أكثر صلابة من مطبوعات تقنية SLA . [٤صـ٨١] ،فهي تعمل باستخدام خيط من البلاستيك أو سلك معدني، يتم سحبه من بكرة ليغذي فوهة البثق التي تستطيع التحكم في سريانه بوقفه أو تشغيله [١، صـ ٤٦]،ثم يتم تسخين الفوهة حتى تصهر الخامة ومن ثم يمكن لها أن تتحرك في الاتجاهين الأفقي والرأسي بواسطة آلية ميكانيكية تعمل بالتحكم الرقمي يتم صنع المجسم النهائي باستخدام الخامة المنصهرة لتشكيل طبقات، حيث تتحول الخامة إلى الحالة الصلبة فور خروجها من الفوهة [٦،صـ٣٣٢] كما هو موضح بالصورة رقم(٤).



الصورة رقم (٤) توضح كيفية عمل الماكينة عن طريقة طريقة البناء بالترسيب المنصهر FDM [١٢]

(ISSN 2537-1061) (Print)

(ISSN 2537-107X) (Online)

المواد الخام المستخدمة في الطباعة:

لقد قطعت المواد المستخدمة في الطابعات ثلاثية الأبعاد شوطاً طويلاً منذ الأيام الأولى لهذه التقنية فظهرت في حالات مختلفة (مسحوق وخيوط وحبيبات وراتنج وكريات) كذلك هناك مواد محددة يتم تطوريها لنوع محدد من الطباعة ثلاثية الأبعاد والتطبيقات خاصة. (٤،صـ٨٢)وهم :-

١. **مادة أي بي أس**(acrylonitrile butadiene styrene (ABS
٢. **بي أيل أي**(polylactic acid (PLA
٤. النايلونNylon
٥. المعادن
٦. السيراميك

مادة أي بي أس(ABS) :

هي مادة الأكريلونيتريل بوتادين ستايرين من اللدائن الحرارية الرخيصة القليلة المرونة وخفيفة الوزن تأتي بمختلف الألوان ،حيث أنها مادة قوية من البلاستيك وذات ألوان كثيرة يمكن شرائها بصورة خيوط من العديد من المصنعين (١،صـ٤٨)، فهي ثاني المواد الأكثر شعبية من خيوط الطباعة ثلاثية الأبعاد ،حيث يتم بثقها بسهولة مما يجعلها مثالية وعليه فهي تستخدم في صناعة قطع الأثاث والوحدات التجميع، والآلات والمعدات الرياضية وخوذات الدراجات وأكثر من ذلك . (٤،صـ٨٣).

بي أيل أي(PLA) :

هو حمض اللبنيك هو مادة صديقة للبيئة مصنوعة من الموارد المتجددة سنويا وهي نشا الذرة (٤،صـ٨٣) ،كما أنه يتطلب طاقة اقل للمعالجة بالمقارنة مع البلاستيك التقليدي القائم على البترول كما أنه متاحة في العديد من الألوان فيمكن أن يكون شفاف أو غير شفاف ، حيث يعد من أكثر الخامات شيوعاً لخيوط الطباعة ثلاثية الأبعاد للبيئة إذ انه عديمة الرائحة إلى حدٍ كبيرٍ ومنخفضة الاعوجاج . (١،صـ٤٨)

النايلونnylon

هو البوليمر الاصطناعي المستخدم في العديد من التطبيقات الصناعية ، فهو عبارة عن خيوط من البلاستيك تكون أقل التكلفة وأكثر قوة ومرونة ومقاومة للصدمات فهي أقل هشاشة من ARS ، PIA، ولكن أقوى وأكثر منهما ،حيث يمكن استخدامها في مجموعة متنوعة من المنتجات مثل بلاطات الديكور والتجاليد الحائطية كما تستخدم في الحاويات والأدوات والمنتجات الاستهلاكية والألعاب . (١،صـ٤٨)

معادن

الكثير من المعادن والمعادن المركبة تستخدم كمواد للطباعة في الطابعات ثلاثية الأبعاد أثنان منها أكثر شيوعاً هما الألمنيوم ومشتقات الكوبلت، ويعتبر الفولاذ المقاوم للصدأ واحدة من أقوى واكثر المعادن شيوعاً في الطباعة ثلاثية الأبعاد حيث يكون بصورة مسحوقة يستخدم في عمليات الطباعة ثلاثية الأبعاد للتلبد والإذابة EBM ويكون لونه فضي ويمكن طلائه بمواد أخرى لإعطائه تأثير الذهب والبرونز، حالياً تتم أضافة الذهب والفضة مع مواد معدنية كثيرة لاستخدامها في الطباعة ثلاثية الأبعاد مباشرة في تطبيقات صناعة المجوهرات وهذان المعدنيين مواد قوية جداً وتتم معالجتها بصورة مسحوقة ، التيتانيوم واحدة من أقوى المعادن وهي كذلك تستخدم في الطباعة ثلاثية الأبعاد في بعض الأحيان وتأتي في شكل مسحوق ويمكن استخدامها في عمليات EBM أو التلبد والذوبان . (٤، صـ ٨٤)

السيراميك

هو مادة أضيفت مؤخراً لمجموعة المواد المختلفة التي تستخدم في عمليات الطباعة الثلاثية والذي أثبت نجاحه على عده مستويات، وهي تخضع إلى نفس الظروف التي تحتاجها السيراميك بالطرق التقليدية لإنتاجه والتي تطلق عليها الحرق والتزجيج . (٤، صـ ٨٦)

مراحل عملية الطباعة ثلاثية الأبعاد: (٦،صـ٣٣٣)

١- التصميم بواسطة برامج الحاسب CAD :للحصول على تصميم مجسم ثلاثي الأبعاد ويمكن أيضاً عمل مسح ضوئي أو بالليزر لمجسم ثلاثي الأبعاد حقيقي

٢- تحويل صيغة CAD إلى صياغةSTL : هي نوع من الملفات اختصار لـ standard tessellation language تعني لغة معيار التغطية الفسيفسائية حيث أن معظم الطابعات ثلاثية الأبعاد تتعامل مع ملفات STL بالإضافة إلى بعض أنواع الملفات الأخرى.

٣- الانتقال إلى آلة الطباعة والتعامل مع ملف STL : يقوم المستخدم بنسخ ملف STL إلى جهاز الكمبيوتر الذي يتحكم في الطابعة ثلاثية الأبعاد يقوم المستخدم بتحديد الحجم واتجاه الطباعة.

٤- إعداد وتجهيز الآلة: كل آلة تمتلك متطلباتها الخاصة تكيفية تحضيرها وتجهيزها لبدأ طباعة جديدة. هذا يشتمل على إعادة تعبئة المواد البوليمرية والمواد المستخدمة كلاصق والمواد المستهلكة الأخرى التي تستخدمها الطابعة ، وتحديد سمك طبقة الطباعة الوقت.

٥-البناء / الطباعة: هي عملية أوتوماتيكية بالكامل. سمك كل طبقة يصل إلى ٠.١ mm وقد تكون أقل أو أكثر بقليل. ووفقاً لحجم المجسم والآلة والمواد المستخدمة فإن هذه العملية قد تستغرق ساعات أو حتى أيام لتكتمل.. يتطلب فحص الآلة وهي تقوم بعملها بين الحين والآخر للتأكد من عدم وجود أي أخطاء كانتهاء خامة الطباعة، مشاكل في البرنامج .

(ISSN 2537-1061) (Print)

(ISSN 2537-107X) (Online)

٦-إزالة أو تحريك الجسم المطبوع من الآلة: يجب أخذ كامل الحيطة أثناء إبعاد المجسم المطبوع في بعض الحالات كالتأكد من انخفاض درجة الحرارة، وعدم حركة الأجزاء .

٧- المعالجة بعد الطباعة: الكثير من الطابعات ثلاثية الأبعاد تتطلب أجراء معالجة بعد عملية الطباعة للأجسام المطبوعة. هذا يشمل إزالة المسحوق المتبقي أو غسل للتخلص من مواد تثبيت المجسم على المنصة. استخدام المنتج المطبوع وهي الاستفادة من الجسم أو الأجسام المطبوعة الجديدة .

برامج التصميم ثلاثي الأبعاد

يعد تصنيف وتقييم برنامج تصميم ثلاثي الأبعاد أمراً معقدًا لغاية لأن كل شخص لديه تفضيلات وتطبيقات مختلفة للطباعة من التطبيقات المجانية عبر الإنترنت إلى البرامج الاحترافية المتطورة . (٣، صـ ٩٦)، وعليه فيوجد العديد من البرامج هم: -

برنامج النمذجة الصلبة Tinker Cad :

تطبيق سهل الاستخدام يستند إلى نهج الطبقات في الأساس يجمع بين الأشكال الهندسية المختلفة لإنشاء كائنات جديدة، يلائم التصاميم الهندسية وطريقة التفكير الهندسية. من الصعب جدًا إنشاء كائنات عضوية باستخدام الواجهة . (٣، صـ ٩٧)

برنامج النمذجة الحرة ثلاثية الأبعاد free Cad

برنامج النمذجة ثلاثية الأبعاد يتيح التنقل بسهولة وتعديل النموذج الثلاثي الأبعاد من خلال التصفح في محفوظات النموذج وتغيير عناصره الفردية، هذا البرنامج يؤكد على الدقة. مع انعدام حرية التصميم ذات النمط الحر." برنامج مجاني يسمح لك بإنشاء تصميمات هندسية مثل الأجزاء الفنية وقطع الغيار والأدوات الذكية والحالات ونماذج المقاييس . (٣، صـ ٩٧)

برنامج zbrush

يستخدم هذا البرنامج بشكل رئيسي لتصميم التماثيل والمنحوتات وشخصيات الألعاب أو أي تصميم آخر يحتاج إلى شكل عضوي . (٣صـ ٩٧)

برنامج 3dmax

يستخدم هذا البرنامج بشكل رئيسي لتصميم المباني والكيانات المعمارية الهندسية والعضوية بجانب قدرته على تصميم التماثيل والمنحوتات واي تصميم لاي مجال وعليه فقد وقع عليه الاختيار ليكون محل التجربة القائمة للتنفيذ عليه مباني .

مميزات تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد (٢، صـ١٢٠)

١- سهولة إنشاء النماذج وتعديل التصميم

٢- إمكانية نسخ التصميمات باستخدام نظام مسح ضوئي رقمي وتحويلها إلى منتج ثلاثي الأبعاد .

٣- لا يوجد حدود لمدى تعقيد التصميم المراد تصنيعه حيث يمكن إنشاء أشكال مركبة لا يمكن إنتاجها كقطعة واحدة من طريق تقنيات التصنيع التقليدية .

٤- تمتاز بنظام استرجاع متكامل للخامات، كما أن المخلفات الثانوية تكون اقل مما تخلفه تقنيات التصنيع التقليدية

٥- اختصار الوقت والجهد والتكلفة وبالتالي الحصول على دورات إنتاجية قصيرة جداً .

٦- الحصول على منتج مطابق لكل المواصفات القياسية الواردة في النموذج الرقمي .

الإطار التطبيقي

تجربة تطبيقية توضيح الفرق بين تنفيذ التصميم المعماري بالطرق التقليدية وتنفيذه بالتقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد من أجل تنمية وتوضيح الرؤي التصميمية المكتسبة لدي الطلاب قسم النحت في تدريس مقرر تصميم النحت المعماري الفرقة الثالثة.

حيث تمت التجربة عن طريق دراسة المدارس المعمارية قبل وبعد القرن العشرين ومن ثم قام كل طالب بتحديد الاتجاه المراد تنفيذه وبدأ ابتكار أفكار تصميمة مستوحى من الاتجاه حيث أن توصيف المقرر جاء ليؤكد على ضرورة الإلمام بالخصائص الفنية للمدارس المعمارية وعليه كانت التجربة كالتالي: -

المرحلة الأولى

وهي تحديد المدارس المعمارية قبل القرن العشرين وعمل دراسة متوفاة عن كل مدرسة اختص بها كل طالب على حدى ومن ثم قام بعمل تصميمات مستلهمة من العناصر الفنية لهذا العصر مع إضافة الحداثة للتصميمات لكي تواكب العصر الحالي وجاء بهذه التصميمات بصورة ورقية محدداً احدى الزوايا التصميم وليس جميعها ومن ثم بدأ بتحديد خامة أوراق الكرتون المقوى(الناصبيان)لتنفيذ احدى الوجهات ومن ثم بدأ ظهور الرؤية التصميمية وبلورة العملية الإبداعية لاستنتاج الوجهات الأخرى للمبنى حيث حافظ كل طالب على إخراج المبنى متناغم ومتزن من جميع الجهات وذلك لتعاملهم مع المبنى على أساس كونه كتلة نحتية في الفراغ من اجل تنمية الإبداع والابتكار للخروج بتصميمات لمبنى مبتكرة برؤي تصميمية جديدة وبالفعل كانت النتائج الشق الأول من التجربة كالاتي :

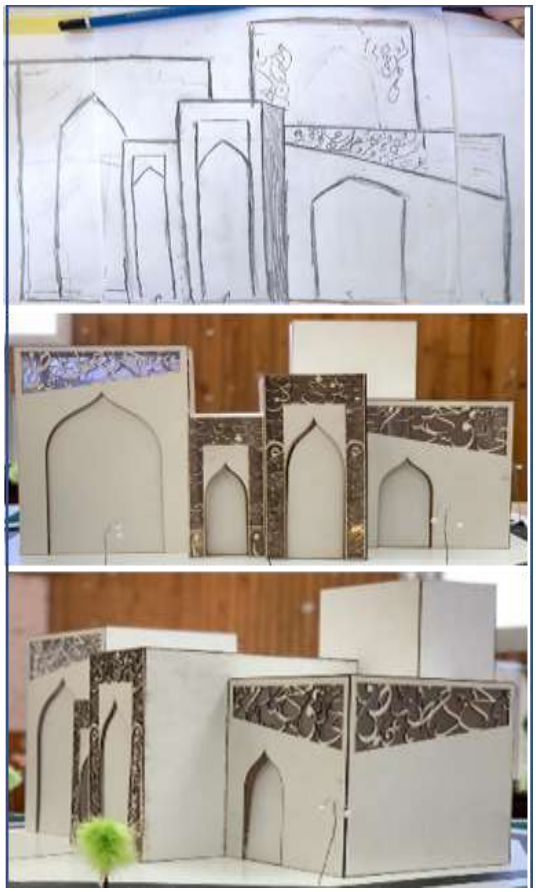
(ISSN 2537-1061) (Print)

(ISSN 2537-107X) (Online)

النموذج(١)العمارة الفرعونية للطالبة دينا حمدي إبراهيم

النموذج (٣) عمارة قوطية للطالبة صفا رفعت عبده

النموذج (٢) العمارة الرومانية للطالبة مريم مجدي عيد



النموذج (٤) عمارة إسلامية للطالبة لجين سعيد الدسوقي

(ISSN 2537-1061) (Print)

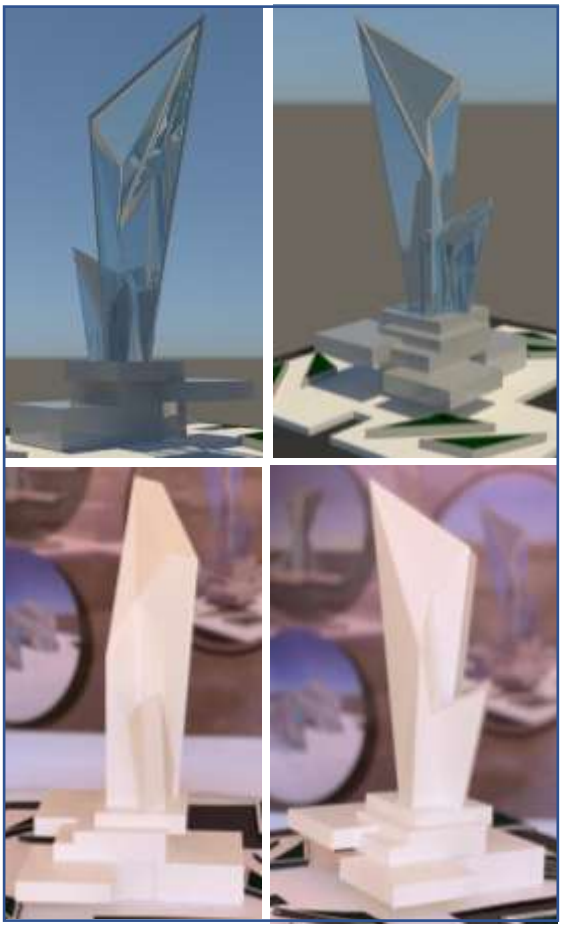
(ISSN 2537-107X) (Online)

النموذج (٥) عمارة إسلامية للطالبة دينا حمدي إبراهيم

النموذج(٦)عمارة فجر المسيحية للطالبة رحمة خالد محمد

المرحلة الثانية

بدأت هذه المرحلة في الفصل الدراسي الثاني لنفس العينة الطلابية بعد أن تم تدريس احدى البرامج الرسم ثلاثي الأبعاد و هو ال 3dmax حيث بدأ الطلاب بعمل دراسة مستوفاه عن المدارس المعمارية بعد القرن العشرين ومن ثم اختص كل طالب بمدراس معمارية حديثة محاولاً لإيجاد تصميمات عصرية فريدة تميز تلك المدرسة فبدأ التصميم على مرحلتين مرحلة ورقية تم نقل أفكارها على برنامج ال 3dmax لمعالجة كافة زواياه ومرحلة ابتكارية بدأ فيها الطلاب بالدخول على برنامج ال 3dmax واستغلال عناصره لخلق تصميم جديد منفرد يحقق الخصائص الفنية لكل مدرسة ومن ثم اصبح كل طالب قادراً على إعطاء العديد من الأفكار للمدرسة الواحدة ومن بعد الانتهاء من التصميم ثلاثي الأبعاد جاءت مرحلة التنفيذ التي لم تستغرق سوى ضغطة زر حيث قام الطلاب بطباعة التصميمات عن طريق تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد مستخدمين خامة PLA ذات اللون الأبيض داخل طابعة الليزر فكانت نتائج الشق الثاني للتجربة كالاتي:

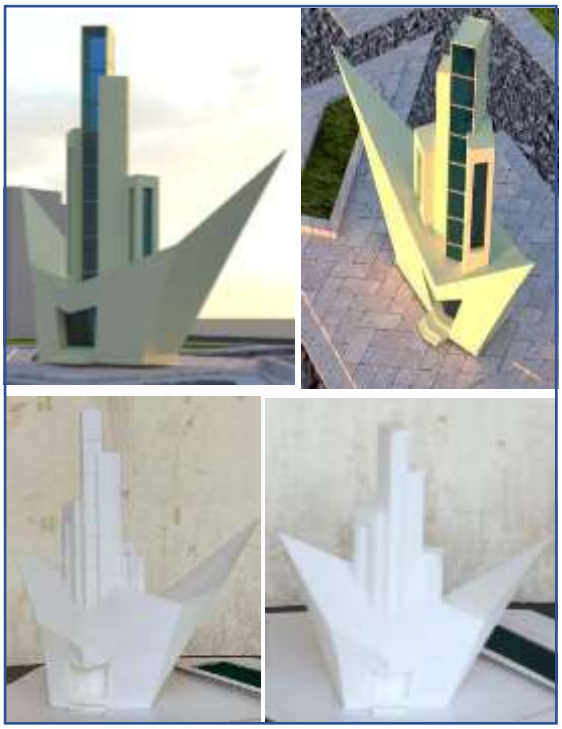


النموذج (١)عمارة تفكيكية للطالبة لجين سعيد الدسوقي

(ISSN 2537-1061) (Print)

(ISSN 2537-107X) (Online)

النموذج (٢) العمارة المستقبلية للطالبة صفاه رفعت عبده



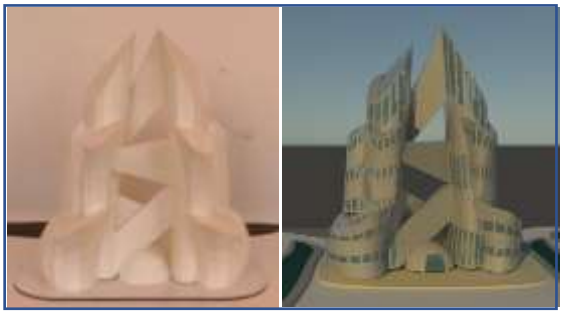
النموذج (٣) عمارة تفكيكية للطالب لمازن محمود أبو الفتوح

النموذج (٤) عمارة تفكيكية للطالبة مريم مجدي عيد

(ISSN 2537-1061) (Print)

(ISSN 2537-107X) (Online)

النموذج(٥)العمارة تفكيكية للطالبة دينا حمدي إبراهيم



النموذج(٦)عمارة مستقبلية للطالبة هبة محمد البسطامي

النموذج(٧)العمارة التجريدية لطالبة سلوى إيهاب حافظ

النموذج (٨) عمارة تفكيكية للطالبة هاجر ماهر محمود

نتائج الإطار التطبيقي: -

مما سبق اتضح الفرق بين التنفيذ التقليدي والتنفيذ الرقمي حيث أن التنفيذ التقليدي اعتمد على رسم الفكرة على الورق ومحاولة تخيل جميع الأوجه مما كان له دور في إهدار الكثير من الوقت والجهد والخامة على عكس التنفيذ الرقمي الذي ساعد على تطوير الأفكار وخلق الملاين منها وكذلك توفير الوقت والتكلفة وعدم وجود إهدار للخامات كما انه

(ISSN 2537-1061) (Print)

(ISSN 2537-107X) (Online)

تميز بإمكانية معالجة الرؤى التصميمية وإخراجه بصورة أفضل .

النتائج:

- إن لتقنية الطباعة الثلاثية الأبعاد الأثر الكبير على بلورة الفكر التصميمي للنحات في الاتجاه المعماري والعمراني
- أن التقنيات الحديثة تساعد في تقديم ملايين الأفكار المعمارية .
- إن لتقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد ميزة هامة في توفير الوقت والجهد المطلوب لتنفيذ المشاريع المعمارية .
- إن تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد لم تتوقف على طباعة النماذج الأولية إلا أنها بدأت تخرج إلى النور وبدا يتم طباعة المبنى بالصورة الطبيعة.

التوصيات:

- توصي الباحثة بضرورة الاطلاع على التطور الرقمي الحادث في كافة مجالات الحياة من أجل التعرف على تقنيات جديدة تخدم التصميم المعماري
- تعلم البرامج الثلاثية الأبعاد حيث أنها متطلب أساسي للتعامل مع تقنية الطباعة الثلاثية الأبعاد
- التعرف على التقنيات الحديثة المستخدمة في التصميم والتنفيذ والمرتبطة بالبرامج ثلاثية الأبعاد من اجل تطوير الفكر التصميمي للنحات والإلمام بكافة مفرداتها
- متابعة التطور الحادث في تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد من أجل الوصل إلى أفكار ابتكارية في مجال التصميم المعماري.

المراجع: -

١. أحمد محمد صفى الدّن محمد زكرًا :" الطباعة ثلاثُّة الأبعاد وأثرها على المصمم الداخلً وعملية التصميم الداخلًي" بحث منشور في مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية، المجلد ٣، العدد ١١ يوليو ٢٠١٨م

٢. أسماء حسين حسن عبد المنعم، غادة دسوقي المعداوي : " توظيف تقنيات الطباعة الثلاثية الأبعاد في تطوير الفكر التصميمي الابتكاري للإعلان المجسم " مجلة العلوم والفنون التطبيقية، المجلد ٩، العدد ٣، يوليو ٢٠٢٢م

٣. زهراء حسين عليوي اللهيبي و أخرون : ‘‘أثر استخدام طابعة ثلاثية الأبعاد في تنفيذ تصاميم النحت الفخاري" بحث منشور في مجلة لارك للفلسفة واللسانيات والعلوم الاجتماعية العدد ٣٦ يناير ٢٠٢٠م

٤. سارة يحيى عبد العزيز جابر : "التكامل بين الطباعة ثلاثية الأبعاد والاستدامة في العمارة والأثاث" بحث منشور في المؤتمر الدولي الحادي عشر - التحديات الحضارية في ظل الألفية الثالثة (تراث - تكنولوجيا - تصميم) في مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية – المجلد ٨، العدد ٧، أبريل ٢٠٢٣م

٥. سلمى محسن أبو العنين البلاسي : "فاعلية الذكاء الاصطناعي في تصميم النحت المعماري والعمراني" مجلة العلوم والفنون التطبيقية، المجلد ١١، العدد ١، يناير ٢٠٢٤ م

٦. شيماء عبد الستار شحاتة مهران "تطبيقات الطباعة ثلاثية الأبعاد في مجال التصميم الداخلي والأثاث" بحث منشور في مجلة العمارة والفنون الإنسانية، المجلد ٤، العدد ١٥، يونيو ٢٠١٩

٧. عادل فتحي عباس : ‘‘تنفيذ المباني بتقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد نحو تحقيق أهداف التنمية المستدامة في مصر" بحث منشورة في المؤتمـــر الدولي "رؤي لمدن المستقبل – التطبيقات والتقنيات المبتكرة" في مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية، المجلد ٧العدد ٥، مايو ٢٠٢٢م

٨. مروة حسين توفيق حسين ، شيماء محمود حسن : "تطبيق تكنولوجيا الطباعة ثلاثية الأبعاد في إنتاج الأثاث الكمي" بحث منشور في مجلة التصميم الدولية، المجلد ٦، العدد ٤ أكتوبر ٢٠١٦ م

٩. نهله شعبان شحاته حسن : "استفادة من تقنيه الطباعة ثلاثية الأبعاد لإنتاج تصميمات افتراضية لمكملات طباعية باستخدام الحاسوب" مجلة العلوم والفنون التطبيقية، المجلد ١٠، العدد ١، يناير ٢٠٢٣م

10. https://ceps.uokerbala.edu.iq/wp/blog/2015/12/22/I / الطابعة-ثلاثية-الأبعاد-عالمً-جديد-من- (٢٠٢٤/٤/٧)

11. https://www.lboro.ac.uk/research/amrg/about/the7categoriesofadditivemanufacturing/materialextrusion(٢٠٢٤/٤/٧) /

12. https://net3lem.com /الطباعة-ثلاثية-الأبعاد/ (٢٠٢٤/٤/٧)

13. https://printing.forumegypt.net/t38-topic (٢٠٢٤/٤/٨)

(ISSN 2537-1061) (Print)

(ISSN 2537-107X) (Online)

Abstract

The problem of the research appears in identifying three-dimensional printing technology and its role in displaying the sculptor's creativity in the architectural system. The research revolves around the development of modern technologies and their impact on changing the features of architecture in form and material, which gave the architectural sculptor the opportunity to appear strongly in the architectural system. Therefore, he tries Researching the answer to this question by clarifying the concept of 3D printing technology, the types of 3D printers, the programs used in them, the materials available for their implementation, and the appearance of all of this in the architectural system through values with a practical experience with the students that explains the difference between implementing prototypes using traditional methods and using the 3D printing method; Therefore, the research method presents the descriptive, analytical side and the applied side. One of the most important findings reached by the researcher is that 3D printing technology has an important advantage in saving the time and effort required to implement architectural projects, which helped the sculptor to access and process millions of design ide

(ISSN 2537-1061) (Print)

(ISSN 2537-107X) (Online)