الطباعة الرقمية الثلاثية الأبعاد و آثارها على تطوير مهارات التفكير الإبداعي لطلاب كليات الفنون التطبيقية

3D Digital printing And its impact on the development of creative thinking skills for students of applied arts faculties

د/ غادة دسوقي المعـــــداوي مدرس بقسم الاعلان بالمعهد العالي للفنون التطبيقية بالتجمع الخامس

د/ أسماء عبد المنعم حسين دكتور طباعة ونشر وتغليف بالمركز القومي لبحوث المياه

ملخص البحث

يشهد عصرنا الحالي تغييراً مستمراً وتطوراً سريعاً في مختلف جوانب الحياة بما في ذلك التطور التقنى والتقدم العلمي، وتعد الطباعة الرقمية ثلاثية الأبعاد هي احدى تلك الثورات التي أنطلقت لتشمل مجالات عديدة حيث تتم عمليات الطباعة ثلاثية الأبعاد باستخدام التكنولوجيا الرقمية عن طريق استنساخ الجسم وتصميمه عن طريق برامج نموذجية على جهاز الحاسب.

وفى أطار ذلك يتطرق البحث إلى طرق توظيف أمكانات الطباعة الرقمية ثلاثية الأبعاد لإنتاج مجسمات تعليمية مبتكرة ذات جودة عالية بكليات الفنون التطبيقية، نظرا لأمكاناتها الفائقة في تقليل الوقت والتكلفة اللازمة مما يحقق تيسير عملية التعلم ويؤثر بشكل إيجابي على مدى فاعلية المنظومة التعليمية ككل. حيث تتمثل مشكلة البحث في وجود بعض القصور ببيئات التعلم التقليدية في اكتساب الخبرات وتنمية المهارات لطلاب الكليات الفنية وافتقار المجالات الفنية التعليمية لمواكبة التطور سواء في الخامات او الاجهزة او التقنيات الحديثة المستخدمة في العديد من الدول.ومن هنا فإن اهداف البحث تتمثل في دراسة فاعلية استخدام الطباعة الرقمية ثلاثية الابعاد في تنمية مهارات التفكير الإبداعي لدى طلاب كليات الفنون التطبيقية من خلال تنفيذ اعمال فن مبتكرة يصعب تنفيذها بالطرق التقليدية مما يعزز التفاعل بين الطالب والتكنولوجيا الرقمية الحديثة و يحقق فعالية التعلم.

الكلمات المفتاحية

الطباعة ثلاثية الابعاد– التفكير الأبداعى–الأبتكار – كليات الفنون التطبيقية

المفاهيم المرتبطة بموضوع البحث

الطباعة ثلاثية الابعاد: هي مجموعة من العمليات والتكنولوجيا التي تقدم تشكيلة كاملة من القابليات الإنتاجية للاجزاء والإنتاج باستخدام طريقة الطبقة فوق الطبقة والتي تسمي بالتصنيع التجميعي وهي طريقة فورية لخلق نماذج ثلاثية الابعاد. [1] حيث يمكن انشاء نموذج كامل في الطباعة في عملية واحدة باستخدام الطباعة ثلاثية الابعاد وتعتبر هذه الطريقة هي الأكثر انتشارا

التفكيرالإبداعي: هو التفكير في نسق مفتوح لا تحده المعلومات التقليدية او القوالب الموضوعة كما انه يعبر عن نفسه في صورة انتاج هادف يتسم بالتنوع والجدة والأصالة وبقابليته للتحقق ، والتفكير الإبداعي تفكير منفتح يخرج من التسلسل المعتاد في التفكير الى ان يكون تفكيرا متشعبا ومتنوعا يودي الى توليد اكثر من اجابة واحدة **للمشكلة** .

الابتكار: هو تطوير منتج جديد او تعديل المنتج او أسلوب تنظيم في ممارسة العمل التجاري او تنظيم مكان العمل او الطرق التسويقية وبناء عليه يشمل الابتكار أربعة أنواع من النشاطات هي : المنتج ، العملية الإنتاجية ،التسويق ، التنظيم .

هدف البحث :يهدف البحث الي تطوير قدرات طلاب الفنون التطبيقية من خلال استخدام تكنولوجيا الطباعة ثلاثية الابعاد وتطبيقاتها في البرنامج التعليمي لتنمية مهارات الطالب الانتاجية وتحفيز التفكير الإبداعي.

أهمية البحث :_تتجه المنظومه التعليمية الان الي تنمية وتطوير قدرات خريجي المؤسسات التعليمية في مجال البحث والإنتاج والتطوير كاحد متطلبات السوق المعرفي في الالفية الثالثة . وتقوم الفاعلية التعليميه في عصر المعرفة بتشجيع الطالب علي الابداع والابتكار واستخدام التكنولوجيا والتعليم الذاتي المستمر، ويعد البحث انعكاسا للاتجاهات الحديثة التي تؤكد علي الاهتمام بالبحوث التطويرية في مجال الفاعلية التعليمية كما يلقي الضوء علي أهمية استخدام هذه التكنولوجيا لتنمية مهارات التفكير الإبداعي ومهارات الانتاجية

الطالب الفنون التطبيقية. حيث ان الابتكار يعد القوه الدافعة للنمو الاجتماعي والاقتصادي والمساهم الأساسي في تحقيق التنمية المجتمعية المستدامة.

فرضية البحث:_لقد عملت التكنولوجيا علي إيجاد حلقة وصل بين البيئة التعليمية وواقع سوق العمل ويمكن للطباعة ثلاثية الابعاد ان تحدث ثورة في تجربة التعلم من خلال مساعدة الطلاب علي التفاعل مع المقررات الدراسية و الوصول بسهولة الي مجال اهتمامهم و

منحهم الفرصة لانتاج وتصنيع تصاميمهم الخاصة باستخدام تكنولوجيا الطباعة ثلاثية الابعاد كما انها تقلّل من العقبات التى تواجه الطالب اثناء العملية التعليمية والتي قد يتعرض لها اثناء استخدام الطرق التقليدية وبالتالي تشجّعه على التحديث والابتكار.

منهج البحث: يتبع البحث المنهج الوصفي التحليلي مع عرض نماذج تطبيقية لاعمال الطلبة في مقرر كل من تصميم المطويات والنشرات والاغلفة للفرقة الثالثة، ومقرر تصميم نوافذ العرض للفرقة الرابعة (قسم الإعلان).

المقدمة:

ظهرت تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد في السنوات القليلة الماضية لتحتل مكانة هامة في كافة المجالات التي تخدم الإنسان، حيث دخلت الطباعة ثلاثية الأبعاد فى العديد من المجالات منها الفنية، والتراثية، والاثرية، وقد أثرت هذه التكنولوجيا على التاريخ الإنساني الحديث ربما أكثر من أي مجال آخر حيث فتحت آفاقا وإمكانيات جديدة للتطبيقات الصناعية الأولية وإنتاجها.

وتعد الطباعة ثلاثية الأبعاد هى تقنية مبتكرة يتم من خلالها بناء مجسم ملموس من نموذج رقمي ثلاثي الأبعاد، ويتم تشكيل هذا النموذج عن طريق طباعة مجموعة من الطبقات المتتالية بعضها فوق الآخر حتى يتم الحصول على الشكل النهائي وهو ما يعرف بنظام التصنيع المضاف (Additive Manufacturing). وقد تم تطوير هذه التقنية لعمل النماذج الأولية السريعة حيث يمكن انشاء نموذج كامل فى عملية واحدة ، وتتسم تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد بالسرعة وسهولة الاستخدام وتوفير الوقت والجهد والمال عند مقارنتها بتقنيات التكنولوجيا الأخرى القائمة على مبدأ التصنيع.

تاريخ الطباعة الثلاثية الأبعاد

ترجع بداية الطباعة ثلاثية الأبعاد إلى عام 1976،.و في عام 1984، ومع مزيد من التعديلات والتطور والتقدم للمفهوم النافثة للحبر تحولت التكنولوجيا من الطباعة مع الحبر إلى الطباعة مع المواد. حيث يرجع أصول الطباعة ثلاثية الأبعاد إلى عام 1986، عندما تم إصدار أول براءة لجهاز المجسمات (SLA) وهذه البراءة تنتمي إلى تشارلز هال. ومنذ ذلك الحين، تم تطوير مجموعة متنوعة من تطبيقات تكنولوجيا الطباعة ثلاثية الأبعاد عبر العديد من الصناعات و لازالت فى تطور مستمر الى الان .[1].

مراحل عمل الطباعة الرقمية ثلاثية الأبعاد

ويعد المبدأ العام فى الطباعة ثلاثية الابعاد واحد هي الطبقات Layers حيث يمكن طباعة أي مجسم ثلاثي الأبعاد من خلال وضع طبقات(الخامة) فوق بعضها البعض بالشكل المطلوب ليتكون في النهاية مجسم ثلاثي . ويتم فى الخطوة الأولى بناء النموذج ثلاثي الأبعاد أو ما يسمى ملف " STL" ، حيث يمكن الحصول على هذا المجسم من خلال ماسح ضوئي ثلاثي الأبعاد (3D Scanner)، أو من خلال تصميمه باستخدام أحد برامج الحاسب المختصة بالتصميم ثلاثي الأبعاد (Computer Aided Design "CAD") مثل برامج "3D MAX, Sketch up, AutoCAD . وبعد ذلك تأتي الخطوة الثانية وهي فحص الملف من الأخطاء في التصميم مثل عدم اتصال النقاط ، وخاصة للنماذج المأخوذة من الماسح الضوئي ثلاثي الأبعاد ، وتسمى هذه العملية بعملية التصحيح، ومن ثم في الخطوة الثالثة يتم إرسال النموذج المصحح إلى ما يسمى بالمقطع "Slicer"، حيث يقوم هذا البرنامج بتقطيع النموذج إلى مجموعة كبيرة من الطبقات الرقيقة جدًا "شرائح" قد يتجاوز عددها ألف طبقة، ويسمّى الملف الناتج من هذه العملية ملف "G-Code"، وهو يحتوي على مجموعة من التعليمات والأوامر التي تساعد الطابعة على إنجاز العمل بالكفاءة المطلوبة. بعد ذلك يرسل الملف إلى الطابعة ليم تنفيذه بناءً على التكنولوجيا المستخدمة في الطابعة ، وفي النهاية يدخل المجسم الناتج في عملية التنظيف والتنعيم لإزالة الحواف والأجزاء غير المرغوب بها . [3,2]

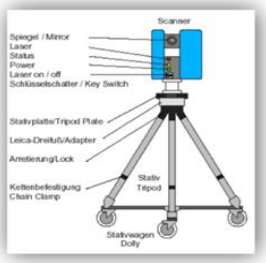
شكل (1) : يوضح مراحل عمل المجسم ثلاثي الأبعاد

الماسحات الرقمية الضوئية ثلاثية الأبعاد 3d Printing Scanner

يعد الماسح الضوئي ثلاثي الأبعاد أحد الأجهزة التي أحدثت ثورة في مجال تشكيل صور ثلاثية الأبعاد للأجسام التي يتم عليها عملية المسح، ويعتبر الماسح الضوئي ثلاثى الأبعاد هو تقنية حديثة تستخدم ضوء الليزر لمسح المجسم ثلاثي الابعاد حيث تقوم بمحاكاة وتحليل النماذج والمجسمات الطبيعية بجمع البيانات الشكلية الظاهرة والخاصة بابعادها والوانها وملامسها واحيانا الخامات المكونة لها وتحويلها الى بيانات رقمية يتم معالجتها ببرامج خاصة تتعلق بنوعية الماسح المستخدم بهدف إنشاء نموذج ثلاثي الابعاد للمجسمات 3D Models عالية الدقة ، ويمكن بعد ذلك أن تستخدم تلك البيانات التي يتم جمعها لبناء نماذج رقمية ثلاثية الأبعاد تستخدم فى العديد من المجالات والتطبيقات. [4]

أنظمة الماسحات الضوئية الرقمية ثلاثية الابعاد

توجد أنظمة مختلفة من الماسحات الضوئية الرقمية ثلاثية الابعاد فهناك ماسحات ضوئية ثلاثية الأبعاد بعيدة ومتوسطة المدى وغالبا ماتكون هذه الأنواع متحركة ضمن منظومة متكاملة اى يتّم نقلها للمجسم المراد مسحه ضوئياً مثل المبانى سواء فى الخارج او الداخل, ومنه ما على الأرض أومحمولا على وحدة متحركة أو أن تّوضع على الطائرات والأقمارالصناعيةّ، وماسحات ضوئية **المسح الرقمى ثلاثى الابعاد خارج المبانى** ثلاثية الأبعاد قريبة المدى وتستخدم هذه الاجهزة فى مسافه عمل ما بين 1 الى 8 سم لتسجيل أشكال او أسطح الأجسام بتفاصيل كبيرة، وعادة ما ترتبط فيها مسافه التسجيل بدقه النتيجة وتستخدم في مسح أسطح الرسومات واللوحات والمنسوجات . [5]

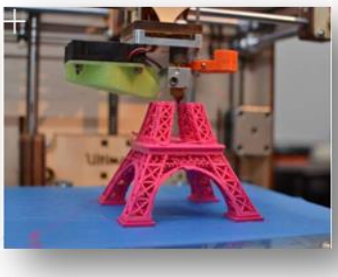


شكل (2) : جهاز

شكل (3):أهم تقنيات

التقنيات المختلفة للطباعة ثلاثية الأبعاد

تعتمد الطباعة ثلاثية الأبعاد في أساسها على إنتاج مجسمات ملموسة من تصميمات رقمية من خلال التصنيع الإضافي حيث يتم بناء المنتج شيئا فشيئا حتى يكتمل تكوينه بشكل كلى بحيث يخرج من الماكينة مكتملا ومجمعا فى صورته النهائية، ويختلف ذلك عن طرق الانتاج التقليدية للمنتجات والتى تعتمد على تصنيع اجزاء للمنتج بشكل منفصل ثم تجميعه بعد ذلك ، وتعمل كل أساليب وتقنيات الطباعة ثلاثية الأبعاد على هذا الأساس ذاته، ولكنها تختلف فيما بينها من حيث الطريقة والأسلوب والمواد وتتمثل أهم تلك التقنيات فيما يلى الطباعة ثلاثية. [6,3]المستخدمة والتطبيقات بطبيعة الحال.



– النمذجة بالترسيب المنصهر – Fused Deposition Modeling (FDM): وهى عملية سحب المواد بالحرارة، وتعد هذه الطريقة الأكثر شيوعًا وانتشارًا والأقل تكلفة من بين طرق الطباعة ثلاثية الأبعاد، وتبدأ الطباعة عبر تقنية FDMمن خلال خيط من البلاستيك او سلك معدنى تسمى (filament) ، يتصل هذا الخط ببكرة متصلة بالطابعة ليمر بمرحلة الصهر، وبعد **شكل** (3) : طرز ماكينات طباعة ثلاثية الابعاد انصهاره يتم تشكيل النموذج عبر ترسيب المادة المنصهرة عبر مسار يتحكم فيه التطبيق الخاص بجهاز الكمبيوتر المتصل بالطابعة، عند الانتهاء من كل طبقة يتم تشكيل طبقات متتالية على منصة البناء وفقا للبيانات ثلاثية الأبعاد المقدمة إلى الطابعة. ومع انتهاء عملية الترسيب تتم عملية التبريد التي تعيد المادة المستخدمة إلى الحالة الصلبة مرة أخرى .

2- الستيريوليثغرافي SLA (Stereo lithography) : تمثل أقدم التقنيات في الطباعة ثلاثية الأبعاد وهي عملية تعتمد على الليزر والتي تستخدم التبلمر الضوئي لصنع مجسمات صلبة من السوائل. وهى تعمل عبر تركيز الاشعة فوق البنفسجية على سطح خزان مليئا براتنج سائل ضوئي التبلمر قابل للمعالجة باستخدام الليزر، حيث يقوم شعاع الليزر برسم المجسم ثلاثى الابعاد طبقة تلو طبقة وفقا للبيانات المقدمة إلى الجهاز. وتعد هذه الطريقة هي الأمثل من حيث التكلفة لإنتاج النماذج الأولية السريعة لتطوير المنتجات في قطاع الأعمال الصغيرة وقطاع التعليم لأنها قادرة على تصنيع أجزاء قوية موثوق بها نسبيا وبسرعة، فهي الأرخص من حيث ثمن الطابعات وتكاليف التشغيل، كما تعتمد في الأساس على مختلف المواد البلاستيكية رخيصة الثمن ولكن يمكن استخدامها أيضًا مع بعض المواد الأخرى مثل الكربون والبرونز وبعض أنواع الأخشاب.

3- التلبيد الانتقائي بالليزر(SLS) Selective Laser Sintering: او طريقة التصلد الحرارى الاختيارى بالليزر فتعمل باسلوب مماثل لتقنية الستيريوليثغرافي SLA لكن يستبدل السائل القابل للتبلور في الحوض بمواد في صورة مساحيق مثل البوليستر، او السيراميك او الزجاج او النايلون وبعض المعادن مثل الفولاذ والتيتانيوم والالمونيوم والفضة، تنصهر المادة عندما يتم توجيه الليزر الى المسحوق في هذه النقطة، اما المواد التي لا يصل اليها شعاع الليزر تبقى كمسحوق يساعد بدعم المجسم ، ويتم تكرار العملية بالكامل حتى الانتهاء من النموذج ثم يتم في النهاية جمع بقايا المسحوق غير المستعمل ليتم استخدامه في الطباعة التالية. تقوم طريقة SLS للطباعة ثلاثية الأبعاد باستخدام الليزر لصهر وتجميد مسحوق المادة المستخدمة لتكوين طبقات النموذج المراد إنتاجه . وتستخدم هذه الطريقة من طرق الطباعة ثلاثية الأبعاد في التطبيقات الصناعية.

4- النفث بالمعدن Material Jetting : تشبه هذه التقنية من حيث كيفيتها وطبيعتها الطابعات العادية المعروفة باسم inkjet ، ولكن بدلًا من نفث قطرات الحبر على الأوراق، تقوم الطابعة ثلاثية الأبعاد من هذا النوع بنفث قطرات من سائل الفوتوبوليمر الذي يتم معالجته عبر الأشعة فوق البنفسجية.حيث توجد فوهات دقيقة فى الطابعات الثلاثية الابعاد تتحرك الى الامام والخلف وتقذف مادة سائلة فى حين ان فى الطباعة الرقمية فإن سطح الورقة تتحرك للاعلى والى الاسفل حتى يتم ترسيب طبقات متعددة من المادة نفس السطح ، ويستخدم هذا النوع من الطابعات البلاستيكية كبديل عن الحبر فى الطابعات التقليدية و تعمل هذه الطريقة عبر نفث قطرات من المادة السائلة على سطح الطباعة، ليتبع هذه العملية مرور الأشعة فوق البنفسجية فوق المادة السائلة لتقوم بتشكيلها عبر تجميد طبقات رقيقة للغاية، ويتم تكرار هذه العملية مرة تلو الأخرى حتى يتم الانتهاء من النموذج النهائي وتستخدم هذه الطريقه في الأغراض الصناعية .

5- النفث بالتغليف Binder Jetting :تتفق هذه الطريقة مع تقنية SLS من حيث استخدامها لطبقات رقيقة من المسحوق ولكنها لا تستخدم أشعة الليزر، حيث يتم استخدام مادة تغليف تقوم بتغليف المسحوق لتكوين طبقات النموذج المطلوب. تبدأ هذه التقنية عبر نشر مسحوق المادة المستخدمة ثم نشر مادة التغليف فوقه ليتم صهرهما معًا، وبمجرد إتمام عملية صهر الطبقة الأولى يتحرك سطح الطباعة إلى الأسفل لتكرار العملية مرة أخرى، وهكذا حتى الانتهاء من النموذج بشكل كامل، ليتم بعدها تنظيف النموذج من المسحوق المترسب ثم تغليفه مرة أخرى بالكامل بمادة لاصقة لمزيد من الصلابة والتماسك . تستخدم هذه الطريقة أيضًا في الأغراض الصناعية، وتتميز عن طريقة SLS من حيث استهلاكها لطاقة أقل، ولكنها في الوقت نفسه تنتج نماذج أقل صلابة وقوة، حيث تعتمد هذه الطريقة على مسحوق الحجر الرملي في الطباعة .

6- الطباعة بالمعدن Metal Printing :وتعد أشهر تقنيات الطباعة بالمعدن هي الصهر بالليزر الانتقائي SLM، والصهر بشعاع الإلكترون EBM وكلتا الطريقتين يشبهان طريقة SLS من حيث استخدام مسحوق المعدن، ولكنهما يختلفان في أنّ الأولى تستخدم الليزر أيضًا في توفير الحرارة العالية اللازمة لصهر المعدن، والثانية تستخدم إشعاع الإلكترون لإتمام العملية ذاتها. وخلال عملية الطباعة ثلاثية الأبعاد بكلتا الطريقتين يتم نشر مسحوق المعدن على سطح الطباعة ليتم صهره عبر الليزر أو عبر إشعاع الإلكترون، وبعد إتمام عملية الصهر ينخفض سطح الطباعة ليتيح نشر الطبقة الأخرى من المسحوق، وهكذا حتم يتم الانتهاء من النمذجة كليًا. وتعد هذه الطريقة هي الأهم على الإطلاق فيما يتعلق في بالأغراض الصناعية، وتستخدم عدد من المعادن مثل الصلب، التيتانيوم، الألومنيوم، الكوبلت و النيكل، وتستخدم حاليًا بكثرة في مجالات صناعة السيارات، الطائرات، بالإضافة إلى صناعة الأجهزة الطبية.

الخامات التى يمكن استخدامها بواسطة الطابعات الثلاثية الابعاد

يمكن استخدام كل من خامات الخزف والسيراميك واللمعادن والعديد من االبوليمرات الاخرى وبالوان مختلفة حيث يجرى التطوير بالماكينات حتى يتسنى تنفيذ تصميم يحوى عدة خامات وبألوان مختلفة من خلال تقنية الطباعة ثلاثية الابعاد ، وتستخدم غالبية الخامات فى صورة مسحوق او خيوط او فى صورة شبه سائلة.[3]

شكل (4) : يوضح الخامات التى يمكن استخدامها بواسطة الطابعات الثلاثية الابعاد .

نماذج لتطبيقات الطباعة ثلاثية الابعاد في بعض مجالات الفنون التطبيقية

شكل (5) : تطبيقات الطباعة ثلاثية الابعاد في مجالات الفنون التطبيقية

مجال الفوتوغرافيا والسينما والتليفزيون

التطبيق: استخدام الطباعة الثلاثية الابعاد في تقديم الشخصيات التخيلية في العروض والافلام السينمائية فضلا عن الملابس الغير نمطية والتى تتسم بالتراكيب المعقدة على خامات متطورة .

شكل (6) : مثال لاستخدام الطباعة الثلاثية الابعاد لطباعة الملابس المعدنية الغير نمطية بفيلم X-Men's Apocalypse . [7]

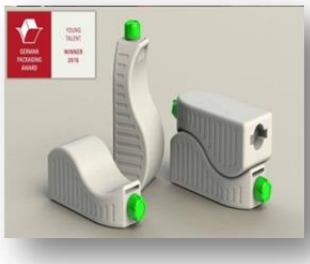
مجال الاعلان

التطبيق: تسويق المنتجات عن طريق التصميمات الابداعية الغير نمطية فى الحملات الاعلانية والترويجية.

شكل (7) : مثال لاستخدام بعض الشركات الطباعة ثلاثية الابعاد فى الترويج والدعاية لعلامتها التجارية الشهيرة مثل شركتى MacDonald's ، Adidas.[8]

مجال الطباعة والنشر والتغليف

التطبيق : استخدام الطباعة ثلاثية الابعاد فى طباعة عبوات غير نمطية تستخدم فى تغليف او تعبئة المنتجات 3D-PRINTED CUSTOM PACKAGING بعيدا عن مشاكل طرق التصنيع التقليدية مما يحقق مساحة اقل لعرض المنتجات واساليب اكثر جاذبية للعرض على أرفف البيع بالمحلات التجارية .



شكل (8) : استخدام اشكال غير نمطية مطبوعة باستخدام الطباعة ثلاثية الابعاد من عبوات التغليف[10,9]

مجال الأثاث والتصميم الداخلي

التطبيق: انتاج نماذج من التصميمات الهندسية الدقيقة ثلاثية الابعاد التى تتميز بالخطوط المتداخلة والمنحنية بعيدا عن تعقيدات التقنيات التقليدية واساليب التجميع المقيدة لفكر المصمم المبدع .

شكل (9) : استخدام الطباعة ثلاثية الابعاد فى تصميم نماذج هندسية دقيقة للأثاث مستلهمة من الاشكال الهندسية والطبيعية [11] ، وبناء على مواصفات خاصة للمنتجات CUSTOMIZED FURNITURE.

المجال: النسيج وطباعة المنسوجات

التطبيق :انتاج تراكيب نسجية دقيقة واشكال غير نمطية contour printing من الملابس ثلاثية الابعاد على خامات يتوافر بها المرونة stretchable material

شكل (10) : مجموعة صور توضيحية لاستخدام الطباعة ثلاثية الابعاد فى انتاج تصميمات الأزياء المجال: الحلى والمعادن

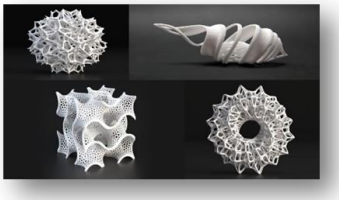
التطبيق: تستخدم تطبيقاتها في صناعة الذهب والفضة والمجوهرات والمشغولات المعدنية

شكل (11) : مجموعة صور توضيحية استخدام الطباعة ثلاثية الابعاد فى تصميم الحلى والمجوهرات [12] المجال: التصميم الصناعي

التطبيق : تصنيع نماذج أولية سريعة للطائرات والسيارات وقطع الغيار Prototyping ، وانتاج قطع الغيار البديلة.

شكل (12) : مجموعة صور توضيحية لاستخدام الطباعة ثلاثية الابعاد فى انتاج النماذج الاولية المجال: الزخرفة

التطبيق : استخدام الطباعة ثلاثية الابعاد فى التصميم الابداعى للاعمال الزخرفية والتى تتسم بسمات وتراكيب معقدة غير نمطية.



شكل (13) :استخدام الطباعة ثلاثية الابعاد فى تصميم اشكال معقدة من الاعمال الفنية الزخرفية المعقدة المجال: النحت

التطبيق: استخدام الطباعة ثلاثية الابعاد فى استنساخ او إعادة إنشاء قطع مفقودة أو متهالكة من عناصر بنائية تاريخية ، مما يسهل استخدامها خاصة مع العناصر التراثية الدقيقة التفاصيل.

شكل (14) :إعادة إنشاء المنحوتات الأثرية بعد مسحها عن طريق الماسح الليزري

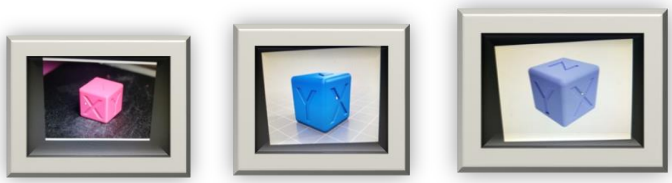
جدول1 : يوضح أهمية استخدام الطباعة ثلاثية الابعاد علي الفاعلية التعليمية وتنمية المهارات لطالب الفنون التطبيقية

اهمية استخدام الطباعة الرقميه ثلاثية الابعاد في الفاعلية التعليمية	النتائج المستهدفه من العملية التعليميه	المهارات المكتسبه وفقا لمعايير جودة التعليم العالي	الإمكانات المتاحة من استخدام الطباعة الرقميه ثلاثية الابعاد
استطلاع الراي قبل التنفيذ	تلبية احتياجات المجتمع	يكتسب الطالب من خلال الممارسة مهارات المعرفه والفهم.	من خلال انتاج عينة أولى في المعمل التجريبى اثناء عمل التصميم واجراء كافة الاختبارات عليها واستطلاع الراي مما يسمح للطالب بالوقوف على السلبيات والايجابيات وتطويرالتصميم.
اتاحة الفرص لايجاد حلول للتنفيذ	التفكير العلمي المنطقي المتسلسل في حل وتحليل وعرض المشاكل.	يكتسب الطالب من خلال الممارسة مهارات مهارات ذهنية.	وفرت انماط تجميع ولحام غير نمطية لتشكيل العديد من الأشكال المعقدة بكل سهولة وبالتالى اصبح لدى المصمم القدرة على اطلاق العنان لافكاره دون التقيد باثار عمليات التجميع على تصميمه.

الدمج بين اكثر من تكنيك في التنفيذ	تطبيق المعارف الحديثه في التصميم الاعلاني	يكتسب الطالب من خلال الممارسة مهارات مهنية وعملية.	لايوجد حدود لمدى تعقيد التصميم مع الطباعة ثلاثية الابعاد حيث تسمح باطلاق العنان لافكارالطالب دون التقيد بعمليات تصنيع معقدة
التعامل مع المجسمات ليس فقط التصميمات 2d	وضع المواصفات الفنية للمنتج الإعلاني باختلاف اشكاله تبعا للوظيفة.	يكتسب الطالب من خلال الممارسة مهارات مهنية وعملية.	امكانية نسخ التصميمات باستخدام نظام مسح ضوئى رقمى وتحويلها الى منتج ثلاثى الابعاد وهو ما يمكن الطالب من استنساخ اى منتج واقعى فى الطبيعة مع مطابقة اجزائه على تصميمه واضافة التعديلات عليه بسهولة شديدة
اختبار مبدا الارجنوميه في التصميم	وضع المواصفات الفنية للمنتج الإعلاني باختلاف اشكاله تبعا للوظيفة الاستخدامية والارجنومية للتصميم	يكتسب الطالب من خلال الممارسة مهارات المعرفه والفهم ومهارات ذهنية	تسمح للطالب بمتابعة تصميمه فى كافة المراحل لتلافى أي مشاكل مرتبطة بارجنومية تصميم المنتج ومعالجة أي نقاط ضعيفة فيه.
الدمج بين اكثر من خامة	استخدام الخامات والتقنيات المتنوعه في تنفيذ معالجات جرافيكيه للتصميمات 2d,3d	يكتسب الطالب من خلال الممارسة مهارات مهنية وعملية.	امكانية تكوين تشكيلات مختلفة فى ذات المنتج وباكثر من خامة نظرا لامكانياتها اللا متناهية فى التشكيل .
التحكم في الموقف التصميمي	الربط بين مبادئ اقتصاديات التصميم ،التسويق،التقييم البيئي للمنتجات	يكتسب الطالب من خلال الممارسة مهارات مهنية وعملية.	مهارات تصميم الاشكال المختلفة كما توفر تقنية الطباعة ثلاثية الابعاد امكانية انتاج منتج كقطعة واحدة بدون الحاجة الى اى عمليات للتجميع او اللحام لاجزاء المنتج كما فى عمليات االتصنيع التقليدية
التحكم في الموقف التصميمي	الربط بين مبادئ اقتصاديات التصميم ،التسويق ،التقييم البيئي للمنتجات	يكتسب الطالب من خلال الممارسة مهارات مهنية وعملية	مهارات تصميم الاشكال المختلفة كما توفر تقنية الطباعة ثلاثية الابعاد امكانية انتاج منتج كقطعة واحدة بدون الحاجة الى اى عمليات للتجميع او اللحام لاجزاء المنتج كما فى عمليات االتصنيع التقليدية
تميز الموقف التعليمي	التحليل ،التقييم ،التقويم وتحديد الخيارات التصميميه	يكتسب الطالب من خلال الممارسة مهارات ذهنية	سهولة تعديل المجسم آخذاً برأي الاساتذة وتعليقّاتهم على النماذج الأولى مما يحقق تيسير عملية التعلم ويؤثر بشكل ايجابى على مدى فاعلية المنظومة التعليمية ككل.
الحرية في تعديل التصميم وإعادة التدوير(الخيال)	تطوير مفهوم اساسيات التصميم المتقدم من حيث التخيل والعرض	يكتسب الطالب من خلال الممارسة مهارات مهنية وعملية	تلك التقنية تسمح للطالب بالمشاركة فى كافة مراحل الانتاج دون ادنى عقبات تذكر مما يسّمح له بالأبداع والابتكار دون الاصطدام بتكنولوجيا التشغيل والتصنيع
الحلول التصميمية المتنوعة	اظهار الأفكار التصميمية بشكل يسمح للمتلقي بالتفاعل معها	يكتسب الطالب من خلال الممارسة مهارات المعرفه والفهم	توفر حلولًا أسهل وأسرع وأقل تكلفة، كما أنّها تتيح تكوين تصميمات معقدة تحتاج إلى تداخل الكثير من عمليات التصنيع العادية، حيث يمكن من خلالها تكوين مجسمات باستخدام مواد ومواصفات فيزيائية مختلفة بأسلوب مدمج شديد السلاسة.
تنشيط التفكير الإبداعي والاتصالي	استنتاج مفردات العمل التصميمي بمفرداته المتنوعة وصياغته وصولا للتفكير الإبداعي	يكتسب الطالب من خلال الممارسة مهارات ذهنية.	تقلّل تلك التقنية من العقبات التى تواجه الطالب اثناء العملية التعليمية ومابين عمليات التصنيع التقليدية وبالتالي تشجّع على الابتكار.

اثارة الدافعية للانتاج	الألمام باساليب الجدوي الاقتصادية.	يكتسب الطالب من خلال الممارسة مهارات المعرفه والفهم.	يلم الطالب باساليب الجدوي الاقتصادية للمشروع من خلال دراسة جدوي الطباعة ثلاثية الابعاد وحساب تكاليف عملية الطباعة والخامات المستخدمة ومقارنتها بالطرق التقليدية
تجسيد المفاهيم	استخدام تقنيات جديدة لعرض الأفكار.	يكتسب الطالب من خلال الممارسة مهارات المعرفه والفهم.	اتاحت تلك التقنية امكانية تكوين تشكيلات مختلفة فى ذات المنتج وبنفس الخامة نظرا لامكانياتها اللامتناهية فى التشكيل ، فاصبح لدى المصمم الحرية المطلقة فى تصميم منتجات عضوية وهندسية متداخلة دون ان ينشغل بمدى امكانية تصنيع تلك الأجزاء.
البيئة والمجتمع	مراعاة البعد البيئي في التصميم وتوظيف الدراسات النظرية في التعرف علي مقومات البيئة والتفاعل معها بوعي وإيجاد الحلول التصميمية المناسبة وربط المنتج التصميمي بالاتجاهات الاقتصادية والثقافية والاجتماعية للمجتمع	يكتسب الطالب من خلال الممارسة مهارات ذهنية بالاضافة الى اكتسابه لمهارات مهنية وعملية	يتوفر في الطابعات ثلاثية الأبعاد نظام استرجاع متكامل للخامات وإعادة تدويرها.
اختبار التصميم (سلبيات وايجابيات)	أهمية تطبيق اساسيات التصميم واستنتاج الحلول لمشاكل متغيرات السوق.	يكتسب الطالب من خلال الممارسة مهارات المعرفه والفهم.	و يتم ذلك فورا من خلال انتاج عينة أولى تُم انتاجها فى المعمل التجريبى اثناء عمل التصميم واجراء كافة الاختبارات عليها مما يسمح للطالب بالوقوف على السلبيات والايجابيات ومن ثم العمل على تطوير تصميمه خلال عملية التنفيذ ذاتها فيخرج التصميم والمنتج مطابقاً لكافة المواصفات القياسية ومن اول مرة.

<u>بعض من النماذج المنفذة من أعمال الطلبة في مادة تصميم نوافذ العرض</u>

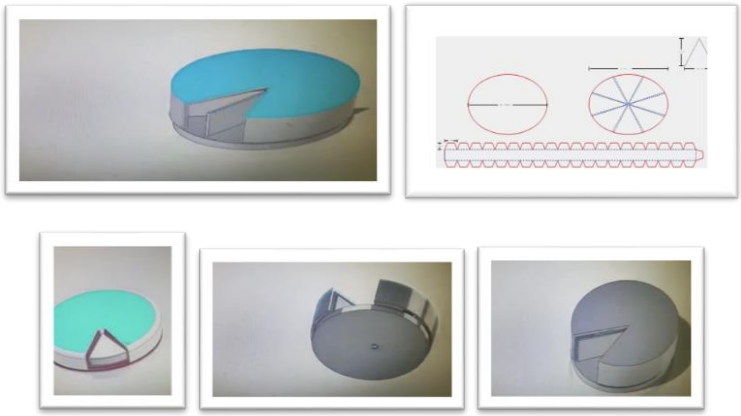


شكل (15) : مراحل التنفيذ لاحد النماذج المنفذة بالطباعة ثلاثية الابعاد

شكل (16) : مجموعة صور توضح استخدام ماكينة الطباعة ثلاثية الابعاد اثناء التشغيل لعمل نموذج لروبوت وبعض اشكال القواعد لتوظيفها داخل نافذة العرض.

شكل (17) : صورة توضيحية لواجهة نافذة عرض مكتبة الف

شكل (18) : صورة توضيحية لنماذج مصغرة لواجهات بعض المحال التجارية



شكل (19) : تصميم مقترح لعلبة جبنة مثلثات واعدادها للتنفيذ بتقنية الطباعة ثلاثية الابعاد

النتائج

- ان تقييم أهمية التقنية يتم بناء علي الاحتياجات البشرية التي يلبيها، وللطباعة ثلاثية الأبعاد تطبيقات في جميع مجالات الاحتياجات البشرية.
- توفر للشركات والأفراد تطبيقات سريعًه ودقيقه وذات قابلية للتكراروهذه المنتجات مبتكرة ومتفردة وقابلة للتحديث وإعادة الاستخدام والتدوير بتكلفة منخفضة.
- إذا كانت الثورة الصناعية قد حققت لنا الإنتاج الضخم ، فيمكن لثورة الطباعة الرقمية ثلاثية الأبعاد ان تشجع العودة إلى الحرف اليدوية الفردية.
- ان تكنولوجيا الطباعة ثلاثية الأبعاد يمكن أن تحدث ثورة في العالم وتعيد تشكيله.
- ان التطورات في تكنولوجيا الطباعة ثلاثية الأبعاد سوف تغير وتحسن الطريقة التي نصنع بها المنتجات والسلع.

استخدام التقنية التكنولوجية عمل علي تغيير كثير من مظاهر و أساليب التعليم المتبعة داخل الجامعات والتي ساعدت علي تغيير ملامح البيئة التعليمية.

التوصيات

ضرورة تطوير المؤسسات التعليمية والنهوض بقدراتها وفاعليتها التعليميه لتتوافق مع سوق العمل واكساب الخريج المرونة الكافية التي تمكنه من مواجهة التغيرات المستقبلية .

لابد من اهتمام المراكز البحثية والجامعات بضرورة الحصول على تقنيات للمسح الضوئى والطباعة ثلاثية الابعاد للحصول على النماذج الاولية والتصميمات النهائية لأفكار مبتكرة والخروج من قوالب الانتاج النمطى بالأضافة الى التغلب على مشاكل التنفيذ بالطرق التقليدية للتصنيع .

- إجراء الدراسات البحثية للخامات التى تتوافق مع انظمة الطباعة الثلاثية الابعاد مع تطوير الطابعات مما يحقق امكانية طباعة خامات متعددة بالوان مختلفة لخدمة طلاقة التصميم وحرية الابداع وإخراج جيل واعد من المصممين يستطيع ان يستخدم وسائل التكنولوجيا الفائقة

• التدريب على الطرق والأساليب الحديثة فى تنفيذ تقنية الطباعة ثلاثية الابعاد والاستفادة منها فى تنفيذ افكار مبتكرة واضافة قيم جمالية وتصميمية وتكنولوجية متنوعة وأكثر دقة لتحقيق العالمية فى التصميم.

المراجع

1 - http://geeksvalley.com/tutorial/introduction-3d-printing/5

2 - https://sites.google.com/site/3dddpriter/home/2

3 - نهج الطباعة ثلاثية الأبعاد – دليل المبتدئين ، صناعة الطباعة ثلاثية الأبعاد ، مايو 2014 http://3dprintingindustry.com/3d-printing-basics- free-beginners-guide/processes

4 - محمد /د.، م)الأبعاد ثلاثية الطباعة –الضوئى المسح(والأثاث الداخلى التصميم على والمحاكاة والإضافة البناء تقنيات مردود الثانى– يوليو 2018 الجزء – عشر الحادي العدد الله، مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية، ضيفٌ حامد

5- https://en.wikipedia.org/wiki/3D_scanner

6 - https://www.arageek.com/tech/2017/10/15/3d-printing-episode-2.html

7-https://www.3ders.org/articles/20160918-3d-printing-brought-x-mens-apocalypse-to-life-with-advanced-costumes-in-cinema-history.html

8 - https://digitalsynopsis.com/design/famous-logos-3d-printed-as-everyday-item

9 -https://www.trinckle.com/blog/innovative-packaging-idea-gets-a-boost-from-3d-printing/

10-https://www.tube-boxes.com/packaging-wholesale/30-ml-wooden-motif-essential-oil-tube-boxes-packaging

11 -https://mydecorative.com/3d-printing-for-high-tech-interior-designing

12-https://www.vectary.com/3d-modeling-inspiration/12-jewelry-designers-using-3d-printing-you-should-follow-20e703adfcaa