مردود تقنيات البناء والإضافة والمحاكاة على التصميم الداخلى والأثاث (المسح الضوئى , الطباعة ثلاثية الأبعاد)

The return of building techniques, addition and simulation on interior design and furniture

م.د/ محمد حامد ضيف الله

مدرس بقسم التصميم الداخلى و الأثاث- كلية الفنون التطبيقية – جامعة بنى سويف

ملخص البحث :

التصميم هو حالة من تعايش المصمم والمستخدم مع الحيزات الفراغية والتى في أصلها فراغ محدد الأبعاد للوصول إلى كتلة فراغية لبيئة التصميم الداخلى . وعند النظر بعمق الى ماهية التكوين الشكلى للتصميم نلحظ أن هناك اعتمادية على مبدأى البناء والإضافة للفراغ لإنشاء الكتلة , والاختزال والحذف من كتلة قائمة بالفعل للوصول الى الشكل النهائى,هذا بالاضافة إلى مراعاة عناصر أخرى منها الخامة والتقنية والتى من شأنها وضع التصميم فى إطار التيسير على المستخدم للتعايش مع التصميم للوصول الى الحالة التصميمة المرغوبة ضمن إطار الوظيفة سواء النظرية ,الجمالية والنفسية للتصميم.

فى بعض الأحيان يصطدم المصمم بإشكالية الحوار بين التكوين الشكلى والتقنية الإنشائية للتصميم فكثير من الأحيان تحد التقنيات الإنشائية من تحررية هذا التكوين وإبداعه , أو أن يطغى التكوين الشكلى على النفعية والاستدامة الإستخدامية , ويتجلى ذلك فى التصميم المعمارى والداخلى المعتمد على الخطوط العضوية والمنحنية, والأثاث فنجد ان بعض الاساليب التقليدية مع الخامة تضع بعض العراقيل تجاه تجسيد الفكرة التصميمية ويظهر بالتوازى المرحلى فى المجالات المختلفة للصناعة ظهور التقنيات التى تعتمد مفهوم الاحداثيات الثنائية الأبعاد قديماً والثلاثية الأبعاد حديثاً , ومنها الذى يؤصل مفهوم الإضافة كما الوضع فى الطابعات ثلاثية الابعاد أو مفهوم الاختزال كما فى اجهزة الحفر (الراوتر) ثلاثى الأبعاد أيضاً كما ظهرت تقنيات المسح الضوئى ثلاثى الأبعاد والتى تمكن من عملية المحاكاة للتشكيل التصميمي بالاشتراك مع التقنيات السابق ذكرها .ولانغفل دور تقنيات الخامات المتناهية الصغر (النانو تكنولوجى) فى تجسيد الإبداع الفكرى للتصميم وفق متطابات محددة فى الخامات المرغوب إستخدامها .

يهدف البحث إلى إلقاء الضوء على إمكانية تجسيد لفكر التصميم الداخلى والأثاث المبدع والمتحرر من خلال التقنيات الحديثة والمرتبطة بالصناعات المتقدمة الدقيقة وذلك للوصول إلى تصميم ناجح من الناحية الشكلية والإنشائية والإقتصادية يمكن تطبيقه بمبدأ الإنتاج الكمى بهدف أسمى وهو تنمية الإقتصاد الوطنى مع الحفاظ على الموروث الثقافى والإستفادة فى المجال الأكاديمى. وفى هذه الدراسة البحثية يتم تناول مردود تقنيات البناء والإضافة والمحاكاة للمسح الضوئى والطباعة ثلاثية الأبعاد.

الكلمات الإسترشادية

البناء والإختزال , التقنية , التكوين الشكلى , التقنية الإنشائية , الإحداثيات , التصميم الداخلى , الأثاث , الحفر , الطابعات , الماسح الضوئى, الخطوط العضوية , نانو تكنولوجى,الإقتصاد الوطنى .

Abstract

Design is a state of coexistence between the designer and user with space in which the origin of a space dimensions. To reach the spatial mass of the interior design environment. Looking at the structure of the design, we see that there is a dependence on the principles of

construction and addition for space to create the mass, reduction and deletion of the block already to reach the final form This is in addition to taking into account other elements including material and technology, , which will put the design in the framework of facilitating the user to reach the design status within the framework of the function , both theoretical , aesthetic and psychological design

In some cases, the designer collides with the problem of dialogue between the structural formation and the structural technique of design. Of the liberation of this composition and creativity ,

Or that Formal formation Overwhelmed on the utilitarian and sustainable use,

This is reflected in architectural and internal design based on organic and curved lines and furniture We find that some traditional methods with raw material put some obstacles to the embodiment of the design idea In the various fields of industry, the emergence of techniques that adopt the concept of 2D and 3D coordinates has recently been shown in parallel Which is the basis of the concept of addition as the situation in the printers triangular Or the concept of reduction as well as in the three-dimensional raster and the three-dimensional scanning techniques Which enables simulation of the design in combination with the above techniques (Nanotechnology)

In the embodiment of the creativity design according to specific in the materials to be used.

. The research aims at shedding light on the possibility of the embodiment idea of interior design and furniture through modern technologies, And related to the advanced industries to achieve a successful design in terms of formality, construction and economic . It can be applied to the principle of quantitative production With the aim of developing the national economy While preserving cultural heritage and making use of the academic field. . In this study, the results of construction techniques, addition and simulation of 3D scanning and printing.

مشكلة البحث

التأثير المتبادل لكل من الشكل والتقنية يضع المصمم أحياناً فى قالب التقليدية ويحد التجربة الإبداعية والمشاركة الفعالة فى تنمية الإقتصاد الوطنى .

هدف البحث

– الاستفادة من التقنيات الرقمية الحديثة للتغلب على الاشكال التقليدية والنمطية لعناصر التصميم الداخلى المختلفة والأثاث والإستفادة من سرعة التنفيذ .

– الحفاظ على الموروث الثقافى لعناصر التصميم التاريخية عن طريق عمل المستنسخات عالية الدقة لزيادة الوعى الثقافى باستخدام تقنيات الحذف والإضافة والمحاكاة للاغراض التعليمية والإقتصادية .

فروض البحث

– يمكن للمصمم الداخلى والأثاث الإستفادة من تقنيات البناء والإختزال والمحاكاة من خلال التطبيق الإيجابى لتقنيات الحذف والإضافة والمحاكاة لتنمية الوعى الثقافى وتنمية الإقتصاد الوطنى .

المقدمة :

يصطدم المصمم فى بعض الأحيان بإشكالية الحوار بين التكوين الشكلى والتقنية الإنشائية للتصميم فكثير من الأحيان تحد التقنيات الإنشائية من تحررية هذا التكوين وإبداعه , أو أن يطغى التكوين الشكلى على النفعية والاستدامة الإستخدامية , ويتجلى ذلك فى التصميم المعمارى والداخلى المعتمد على الخطوط العضوية والمنحنية, والأثاث فنجد ان بعض الاساليب التقليدية مع الخامة تضع بعض العراقيل تجاه تجسيد الفكرة التصميمية , وبالنظر إلى ماهية نمذجة الفكرة التصميمة وتجسيدها نجدها تعتمد على مبدئى الأنشاء فى الفراغ طبقة تلو الأخرى أو من خلال كتلة فعلية يتم الحذف منها واختزال الأجزاء الغير مرغوبة فى الشكل النهائى للتصميم . وأصبحت التقنيات الحديثة حاليا توفر حلولا ممتازة لتلك الإشكالية والتى كانت بدايتها خمسينيات القرن الماضى متاحة للإستفادة منها لتخصصات التصميم عامة والتصميم الداخلى والأثاث خاصة , فبعد أن كانت تستخدم التقنيات بإمكانيات محدودة وعلى نطاق مبتكريها فى المجال العسكرى والفضاء استطاعت التخصصات الطبية الإستفادة فى صناعة الأطراف الصناعية والأنسجة الحيوية وزراعة الأعضاء والصناعات الدوائية ,والمجالات الهندسية والفنية استطاعت الاستفادة منها فى أعمال الإنشاء المعمارى للمبانى والجسور والوحدات السكنية والإدارية وعناصرها المختلفة مع الأثاث بأشكاله المتنوعة . واستطاع نظام المحاكاة المكون من المسح الضوئى والطابعات ثلاثية الأبعاد حل الإشكاليات وتحقيق التطور والإستفادة منه فى الدراسة الشكلية للتجارب التصميمية السابقة وتحليل المعضلات المعقدة ,والدراسات الأكاديمية والمساعدة على تخطى الحواجز المكانية والزمانية. وتنمية الوعى والحفاظ على الموروث الثقافى لعمل النماذج والمستنسخات مع امكانية تنفيذ الخطوط التصميمية العضوية بسهوله بعيدا عن إشكاليات التنفيذ التقليدية.

أولاً : المفاهيم المرتبطة بموضوع الدراسة

أ- التقنية :

هى جملة الوسائل المتبعة لإنجاز مهام معينة معتمدة على أسلوب ما, كما يمكن تعريفها على انها الطرق التى تحقق الإستخدام الأمثل والإستفادة العظمى للموارد المتاحة. (أ.د/ أحمد عوض,,محاضرة)

ب- البناء:

هو الإضافة التراكمية المعتمدة على أساس قبلها ويتم من خلالها اضافة كتلة إلى الفراغ وأجزاء إلى آخرى رأسيًا وأفقيًا بحيث تكون الكتلة أو الحجم الناتج وحده واحدة طبقا للتصميم .

ج- الإختزال :

هو ازالة كل ماهو زائد وليس له ضرورة وعبئا على التصميم وحذف من كتلة موجودة بالفعل عن طريق خطوات يتدخل بها المصمم على المستويين الأفقى والرأسى لتكوين تناقض بين الكتلة الإيجابية والفراغ السلبي الناتج عن الحذف طبقا للتصميم . (على رأفت، ص 270 :280)

د- المحاكاة :

هى عملية مماثلة وتقليد معرفى للخصائص القابلة للملاحظة لمصدر أصلى للحصول على نموذج بطريقة إعادة تركيب وبناء أو اختزل الشكل من تلك المصدر الأصلى . (إيمان بدر, ص6)

ثانياً : الماسح الضوئى الرقمى ثلاثى الأبعاد (3d Scanner) وأستخدامه للمحاكاة الشكلية للتصميم

الماسح الضوئى الرقمى ثلاثى الأبعاد هو أداة تقوم بالمحاكاة وتحليل النماذج والتصميم بجمع البيانات الشكلية الظاهرة والخاصة بأبعادها وألوانها وملامسها وأحيانا الخامات المكونة لها وتحويلها الى بيانات رقمية تعتمد على اشاء مجموعه من النقاط والتى من خلالها يتم قراءة الشكل لحفظها وتستخدم هذة البيانات للتحليل والمقارنة والتوثيق أو لإنشاء مجسمات رقمية ثلاثية الأبعاد تستخدم فى العديد من المجالات والتطبيقات .

أ-مبدأ العمل

يعتمد مبدأ العمل على توجيه وإسقاط حزمة ضيقة من الليزر LASER (Simulated) by Amplification Light Emission Radiation ذات الأشعة المتوازية الخطوط على الجسم ثلاثي الأبعاد المراد تصويره من خلال وضع أحداثيات ونقاط مساعدة ثابته لمقارنة أبعاد الشكل بها- وهناك أنواع لاتتطلب هذه الخطوط المساعدة وخاصة الثابته منها أما الأنواع المتحركة فهى ماتحتاج الى هذه النقاط المساعدة- ويتم حساب الابعاد عن طريق حساب الزمن المستغرق بين إسقاط الاشعة الضوئية وارتدادها للمصدر على سطح المجسم المراد تصويره وتحويله الى بيانات رقمية تحفظ بالحاسب ، ويجرى حاليا العمل على تطوير أجهزة تستطيع المسح الضوئى ثلاثى الأبعاد لمجسمات ذات معاملات الإنعكاس الضوئية المرتفعة والشفافة كما الحال فى المرايا والزجاج.(الماسح الضوئى ثلاثى الابعاد المرتب/https://ar.wikipedia.org/wiki)

ب-مميزات المحاكاة بواسطة الماسح الضوئى الرقمى ثلاثى الأبعاد

- دقة البيانات وسرعة الحصول عليها وحفظها.
- الحصول على بيانات الجسم الممسوح والمراد محاكاته دون تماس معه, وهذه خاصية مهمة في حال صعوبة الوصول للجسم والحفاظ أيضاً عليه . (ماسح ثلاثى الأبعاد/https://ar.wikipedia.org/wiki)

ج-مجالات تقنيات المحاكاة باستخدام الماسح الضوئى الرقمى ثلاثى الأبعاد(3d Scanner) للتصميم

- الدراسة الشكلية للتجارب التصميمية السابقة وتحليل المعضلات المعقدة .
- الدراسات الأكاديمية والمساعدة على تخطى الحواجز المكانية والزمانية.
- تنمية الوعى والحفاظ على الموروث الثقافى باستخدام تقنيات المحاكاة لعمل النماذج والمستنسخات
- المجال الطبى والدوائى ,الأثرى والثقافى بالإضافة للمجال الفنى والهندسى.(محاكاة/https://ar.wikipedia.org)

د-أنظمة الماسحات الضوئية الرقمية ثلاثى الأبعاد

1-الماسحات ثلاثية الأبعاد ذات المدى البعيد والمتوسطة

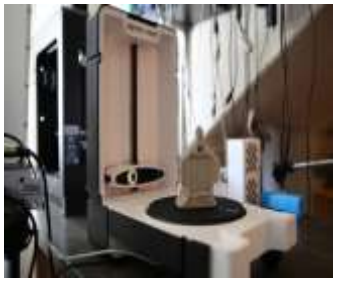
وغالباً ماتكون هذه الأنواع متحركة ضمن منظومة متكامله بمعنى انه يتم نقلها للمجسم المراد مسحه ضوئيا مثل المبانى خارجياً وداخلياً(كما تم للرفع المجسم لمقبرة الملك توت عنخ أمون)والأماكن والقطع الأثرية وتفاصيلها والأعمال الفنية والنحتية والمعمارية من حوائط وفتحات معمارية وحلايا الحوائط والأسقف والأرضيات وقطع الأثاث,ومنه ما على الأرض أومحمولا على وحدة متحركة أو أن يوضع على الطائرات والأقمارالصناعية.
(https://en.wikipedia.org/wiki/3D_scanner)

		شكل توضيحى (1) **للماسح الضوئى ثلاثى الأبعاد متوسط وبعيد المدى للمبانى والتفاصيل المعمارية** **نظام المسح الضوئي فارو Focus3DX 330استخدم لمسح كنيسة سان بيترونيو, بولونيا**
شكل توضيحى(2) ***الصورة الناتجه لساحة بولونيا ماجيوري وواجهة من الكنيسة المسجلة بواسطة فارو Focus3DX 330** ***جزء ثلاثي الابعاد من تفاصيل واجهة الكنيسةسجلت بواسطة نظام الماسح الضوئى سيديو NUB3D**		

2-الماسحات ثلاثية الأبعاد متوسطة وقريبة المدى

تستخدم هذه الأجهزة فى مسافه عمل تصل إلى1 سم لتسجيل أشكال أو أسطح الأجسام بتفاصيل كبيرة وعادة ما ترتبط فيها مسافه التسجيل بدقه النتيجة. فيما تستخدم في مسح أسطح الرسومات واللوحات والمنسوجات ، مثل تسجيل شكل وسطح النقوش والتابوت فى مقبرة توت عنخ امون . ويمكن أن تُستخدم المخرجات الواردة من جهاز المسح ثلاثي الأبعاد فى الدراسة ويمكن تجسيدها فى نسخ طبق الاصل.ولا تستخدم فى تسجيل الهياكل الكبيرة لأن أجهزة المسح في المدى القريب أبطئ بكثير من أجهزة المسح بعيدة المدى.تستخدم أجهزه المسح قريبة المدى نظام إضاءة منظم وتعمل بطريقة حساب المثلثات ، فيتم تسجيل البيانات من خلال كاميرا أو أكثر مع الليزر لينتج عن ذلك خريطة دقيقة لسطح المجسم .وتقوم اللكاميرات بتُسجل البيانات بحساب المسافه بين كل نقطه. (إنجى فوزى ,ص28: 42)

ماسح ثلاثى الأبعاد قريب المدى متحرك محمول باليد مع نقاط احداثية مساعدة لمقارنة الأبعاد واستنتاج قياسات المجسم المراد تسجيه رقمياً يصلح للمنتجات المستقلة يصلح للمناضد الكبيرة والأبواب وقطع غيار المعدات.

		
ماسح ثلاثى الأبعاد ثلاثى المحاور ذات مصدر متغير الإرتفاع للمجسمات ذات الإرتفاع وقاعدة متحركة لوضع المجسم عليها ورفعه ثلاثى الأبعاد يصلح للمقاعد والمناضد الصغيرة والمجسمات النحتية و عمل المستنسخات	ماسح ثلاثى الأبعاد ثنائى المحور ذات ثلاث مصادر ثابته وقاعدة متحركة لدقة تفاصيل أعلى	ماسح ثلاثى الأبعاد ثنائى المحور ذات مصدر واحد ثابت وقاعدة متحركة لوضع المجسم عليها ورفعه ثلاثى الأبعاد يصلح للمجسمات النحتية الصغيرة وجيد للعمل ضمن منظومة المستنسخات الأثرية

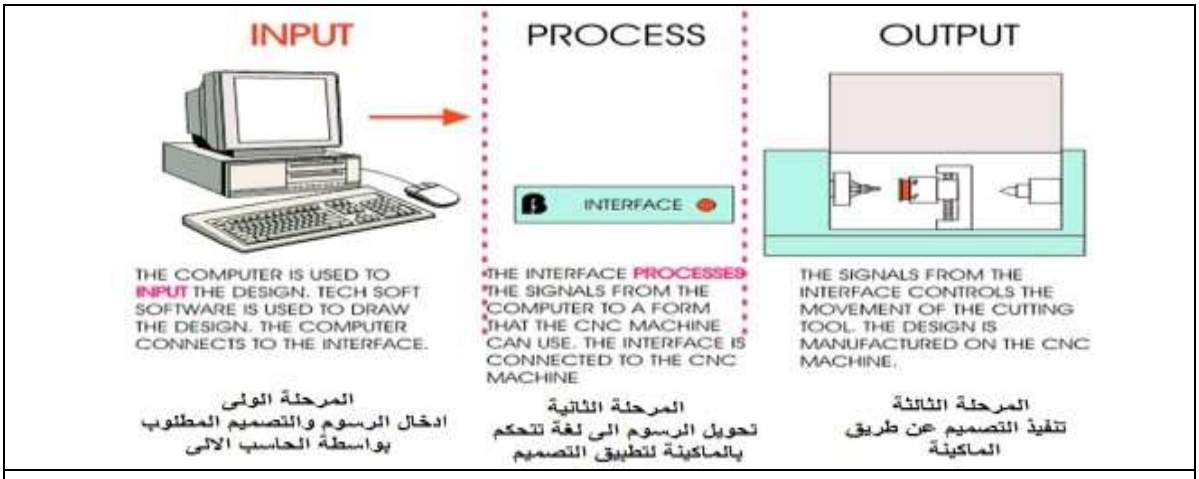
شكل توضيحى (3) لتصنيف ماسحات ضوئية ثلاثية الأبعاد متوسطه وقريبة المدى

شكل توضيحى (4) ماسح ثلاثى الأبعاد رباعى المحاور واخر متحرك على جميع المحاور باحجام مختلفة للحصول على دقة أعلى ويعطى نتائج مميزة فى المجسمات ذات التجاويف ومنه ما هو مزود بالموجات فوق الصوتية

رابعاً : الطباعة ثلاثية الأبعاد الرقمية (3D printing)

هي أحد أشكال تقنيات التصنيع الحديثة المعتمدة على مبدأ البناء والإضافة والتى بدات محاولاتها فى عام1950 لتصنيع مواد البناء مثل الطوب ثم الانتقال إلى 1986م والنقله نحو التطور السريع ثم عام 1993 استطاع إيمانويل ساش (Emanuel sachs) تكوين جسم ثلاثي الأبعاد بوضع طبقات رقيقة متتالية من مادة ما فوق بعضها البعض.(http://geeksvalley.com/tutorial/introduction-3d-printing/2)والطابعات ثلاثية الأبعاد المتقدمة أصبحت أسرع وأوفر وأسهل في الاستعمال من التقنيات الأخرى للتصنيع التى تعتمد على البثق (Extrusion)، التشكيل بالكبس (Pressing) ، الصب في القوالب (Molding) ومازالت طريقة الطباعة ثلاثية الأبعاد تحت التطوير من قبل بعض الشركات العالمية وذلك بقصد الوصول إلى إنتاج سريع ومرن لأجزاء نموذج العينة الأولى (Prototype) وكذلك الأجزاء النهائية للمنتج مباشرة من النموذج المُصمم على الحاسب الآلى بمساعدة البرامج المساعدة للتصميم (CAD).

(كريم صابر, ص40)



شكل توضيحى (5) للمراحل الثلاث الأساسية للتصميم وتنفيذه بواسط الحاسب والماكينات التى تعمل على النظام الرقمى

أ- خطوات الطباعة الرقمية ثلاثية الأبعاد

تتلخص الخطوات كما يلى

- عملية التصميم
- رسم التصميم على الحاسب الألى (أو عمل محاكاة بواسطة الماسح الضوئى الرقمى ثلاثى الأبعاد)
- تحويل التصميم إلى لغة تتعامل معا الألة (يطلق عليه G Code) عن طريق البرامج الوسيطة والمسئول عن جميع الوامر التى ستنفذها الطابعة ومنها درجة حرارة انصهار المادة الخام والكمية المستخدمة ,عدد الطبقات المستخدمة وطريقة ملئ الطبقات البينية ,حجم المجسم وعدد النسخ المطلوبة هذا بالإضافة إلى سرعة الطباعة .
- تجهيز الطابعة وتوصيلها بالحاسب الألى لاستقبال الملف الخاص بالتصميم بعد الحصول على شيفرة الطباعة والتى تسمى G Code عن طريق برنامج Pronterfaceأو Cura وهو المتحكم فى عملية الطابعة .
- عملية الطباعة نفسها
- عملية نهو الطباعة وهى مرحلة يتم فيها بعض التشطيب النهائى وازلة الأجزاء الغير مرغوبه(فى بعض أنواع الطابعات وخاصة التى تعمل بنظام التلارسيب المنصهر). (http://ar3dprinter.com/wp-content/uploads/2017/08/)

ب- أنظمة (أنواع) الطباعة ثلاثية الأبعاد

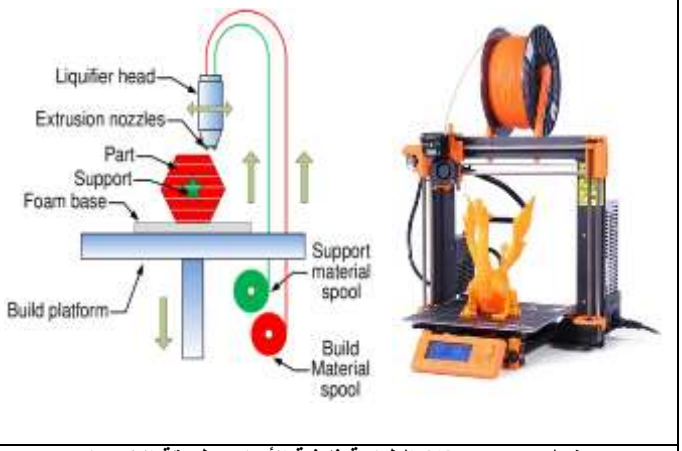
تعتمد الطباعة ثلاثية الأبعاد في أساسها على إنتاج مجسمات ملموسة من تصميمات رقمية معتمدة على مبدأ الإضافة والبناء, وتعمل كل أساليب وتقنيات الطباعة ثلاثية الأبعاد على هذا الأساس ذاته

ولكنها تختلف فيما بينها من حيث الطريقة والأسلوب والمواد المستخدمة وتعتمد على ثلاثة طرق وهى الانصهار ,استخدام الأشعة فوق البنفسجية والتى تستخدم الليز أو توجيه الإلكترون وهناك الانواع الولى التى تتعامل مع مكونات مواد البناء مثل مخلوطات الاسمنت والرمل والزلط والخزف والسيراميك مع بعض المواد التى تساعد على سرعة التصلد بعد التشكيل نستعرض منها ما يلى :-

1- الطباعة ثلاثية الأبعاد بطريقة الإنصهار (Fused Deposition Modeling) FDM

تستخدم في هذه التقنية مواد بلاستيكية مصنعة من لب الذرة ومعالجة كيميائياً ، تأتي على شكل خيوط رفيعة سماكتها إما 1.75 ملم أو 3 ملم وذلك حسب سمك رأس الإنصهار فعند درجة حرارة معينة تذوب المادة البلاستيك وتقوم الآلة برسم الطبقة الأولى على محورين أفقيين ثم الطبقة التي فوقها على المحور العمودي وهكذا حتى يكتمل تصنيع النموذج أوالمجسم المراد عمله من الأسفل إلى الأعلى (فكرة الطابعة شبيهة جداً بمسدس الغراء أو مسدس الصمغ) على غرار أن الطابعة تتحرك آلياً على المحاور الثلاثة من خلال وحدة تحكم مركزية موصولة بجهاز الكمبيوتر - المواد الخام المستخدمة في هذه الطابعة هي مصنوعة من مواد طبيعية وبلاستيكية رخيصة الثمن تعمل بالإنصهار تحت درجة حرارة عالية و يمكن استخدامها أيضًا مع بعض المواد الأخرى مثل الكربون والبرونز وبعض أنواع الأخشاب.

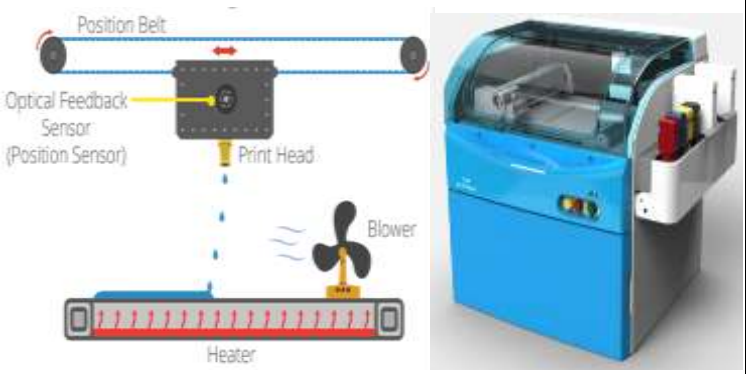
(https://www.facebook.com/3D.Expert.eg/)



شكل توضيحى (6) الطباعة ثلاثية الأبعاد بطريقة الإنصهار

2- الطباعة ثلاثية الابعاد بنفث المادة بمساعدة الأشعة فوق البنفسجية (Material Jetting)

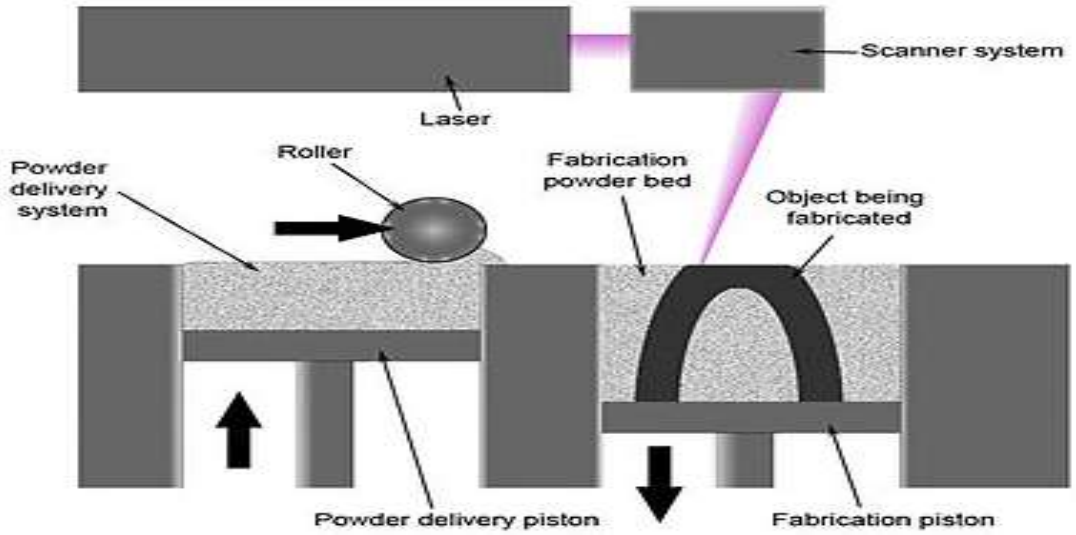
تشبه هذه التقنية من حيث كيفيتها وطبيعتها الطابعات العادية المعروفة باسمinkjet ، ولكن بدلًا من نفث قطرات الحبر على الأوراق، تقوم الطابعة ثلاثية الأبعاد من هذا النوع بنفث قطرات من سائل الفوتوبوليمر الذي يتم معالجته عبر الأشعة فوق البنفسجية.كما أسلفنا في الفقرة الماضية تعمل هذه الطريقة عبر نفث قطرات من 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 الذي يتم دعمه بمادة هلامية يمكن إزالتها فيما بعد بسهولة.وتستخدم طريقة النفث Material Jetting في الأغراض الصناعية مستخدمةً مادة الفوتوبوليمر، وتشمل بعض الطابعات من هذا النوع مجموعات متعددة من النفاثات لتمكين الطابعة من طباعة نماذج بألوان مختلفة ويمكن استخدام عجائن الورق المعاد تدويره واستخدامه فى بعض الوحدات .



شكل توضيحى (7) للطباعة ثلاثية الابعاد بنفث المادة بمساعدة الأشعة فوق البنفسجية

1- طابعات الليزر ثلاثية الأبعاد (Selective Laser Sintering) SLS

تعمل هذه الطابعات عبر نشر مسحوق المادة المستخدمة على مكبس، ليتم توجيه أشعة الليزر على المكبس لتقوم بصهر المسحوق طبقًا للمسار المحدد عبر تطبيق الكمبيوتر المتصل بالطابعة، بعدها تقوم الأشعة بتجميد المسحوق المنصهر لتكوين الطبقة الأولى من النموذج، بعد هذه المرحلة يتحرك المكبس للأسفل قليلًا ليتم نشر كمية جديدة من المسحوق، ويتم تكرار العملية بالكامل حتى الانتهاء من النموذج. وتستخدم هذه الطريقة من طرق الطباعة ثلاثية الأبعاد في التطبيقات الصناعية، وقد ظهرت منها نسخة مكتبية مؤخرًا ولكنها ليست منتشرة حتى وقتنا هذا، حيث أنّه من المنتظر أن تمتد هذه التقنية لتتخطى حاجز المادة المستخدمة وهي النايلون، لتشمل عدد آخر من المواد الأكثر شيوعًا مثل أنواع البلاستيك المعروفة. (https://www.ruoaa.com/2014/10/3d-printing-revolution.html)



شكل توضيحى (8) لطابعة الليزر ثلاثية الأبعاد

2- الطباعة ثلاثية الأبعاد باستخدام المعدن Metal Printing

أشهر تقنيات الطباعة بالمعدن هي الصهر بالليزر الانتقائيSLM ، 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. خلال 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 يتمك الانتهاء من النمذجة كليًا.وتستخدم هذه الطريقة في الأغراض الصناعية، وتستخدم عدد من المعادن مثل الصلب، التيتانيوم، الألومنيوم، الكوبلت و النيكل،الذهب والفضة وتعد هذه الطريقة هي الأهم على الإطلاق فيما يتعلق بالغرض الصناعي، حيث أنّها تستخدم حاليًا بكثرة في مجالات صناعة السيارات، الطائرات، بالإضافة إلى الأجهزة الطبية ,الحلى والمجوهرات والمنشأت المعمارية. (https://www.ruoaa.com/2014/10/3d-printing-revolution.html)

شكل توضيحى (9) الطباعة ثلاثية الأبعاد باستخدام المعدن للقطع الصغيرة والمنشأت المعمارية بأحجام كبيرة

ج- الخامات التى يمكن إستخدامها بواسطة الطابعات ثلاثية الأبعاد

يمكن استخدام كل من خامات الخزف والسيراميك والمعادن ،البوليمرات والعديد من المركبات الأخرى وبالوان مختلفة حيث يجرى التطوير بالماكينات حتى يتسنى تنفيذ تصميم يحوى عدة خامات وبألوان متعددة من خلال تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد معاستخدام المواد الحيوية للإستخدامات الطبيه بالإضفة إلى الخامات المتناهية الصغرnano matirials . وتسخدم غالبية الخامات فى صورة مسحوق أو خيوط او فى صورة شبه سائلة .

1- مادة البولي أميد (Nylon)

مادة قوية ومرنة ,مقاومة للتأكل تنتج سطح جيد ومصقول لها خاصية التشحيم الذاتى لذا فهى مفيدة فى الأجزاء الميكانيكية والمتحركة مثل مفصلات حركة الأبواب. و تستخدم بشكل أساسى فى صورة المسحوقة أو على صورة خيوط . و هي مادة قوية ومرنة و اثبتت نجاحا عند أستخدامها في الطابعات ثلاثية الأبعاد. و في حالتها الطبيعية تكون أبيض اللون و لكن يمكن تلوينها قبل أو بعد الطباعة ويمكن ان تكون على شكل مسحوق مع الألمنيوم المسحوق مكونة مادة أخرى شائعة الأستخدام في الطابعات ثلاثية الأبعاد و التي تعتمد على طريقة التلبد (Sintering – Alumide).

2- المواد البلاستيكية الحرارية ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene)

هي مادة شائعة الأستخدام فى الطباعة الحرارية من البلاستيك تستخدم في الطباعة ثلاثية بشكل خيوط بالاخص في الطابعات الثلاثية الأبعاد ذات المستوى الأدنى و هي مادة قوية من البلاستيك و ذات الوان كثيرة و يمكن شرائها بصورة خيوط من العديد من المصنعين و لهذا السبب هي شائعة الأستخدام فهى خفيفة الوزن صلبة مقاومة للصدمات قابلة لاعادة التدوير الا انها قابلة للذوبان فى الأسيتون على العكس مع الماء يمكن استخدامها مع الأجسام المعرضة للسقوط والأجسام التي تتعرض لدرجات الحرارة مرتفعة نسبياً بالإضافة للاستخدامات الخشنة مثل ألعاب الأطفال وحامل الهاتف في السيارة ومقابض الأدوات الحادة. (http://ar3dprinter.com/3d-filament/)

3- بوليمر الخشب المركب (Lay Wood)

تم تطوير مواد للطابعات ثلاثية الأبعاد النافثة ذات المستوى المنخفض و تنتج بصورة خيوط و هي عبارة عن بوليمير الخشب المركب و يشار اليها أيضا WPC وتستخدم فى صناعات الأثاث وأعمال التجاليد الحائطية.

4- المعادن (Metal)

الكثير من المعادن والمعادن المركبة تستخدم كمواد للطباعة في الطابعات ثلاثية الأبعاد . أثنتان منها أكثر شيوعا هما الألمنيوم و مشتقات الكوبلت. كذلك تستخدم مادة هي واحدة من أقوى و اكثر شيوعا في الطباعة ثلاثية الأبعاد الا وهو الفولاذ المقاوم للصدأ و يكون بصورة مسحوقة لإستخدامها في عمليات الطباعة ثلاثية الأبعاد للتلبد و الأذابة و(EBM) . و يكون لونها فضي و يمكن طلائها بمواد أخرى لأعطاء تأثير الذهب و البرونز. حاليا تتم أضافة الذهب و الفضة مع مواد معدنية اخرى لاستخدامها في الطباعة ثلاثية الابعاد مباشرة في تطبيقات صناعة المجوهرات , و هذان المعدنيين مواد قوية جدا و تتم معالجتها بصورة مسحوق.(https://techcrunch.com/2016/07/24/metal-3d-printing-takes-flight/)

5- السيراميك (Ceramics)

السيراميك هي مادة جديدة نسبيا على مجموعة المواد التي يمكن أستخدامها في الطباعة ثلاثية الأبعاد و أثبتت نجاحا في عدة مستويات . و هي تخضع الى نفس الظروف التي تحتاجها السيراميك بالطرق التقليدية لأنتاجه و التي تطلق عليها الحرق و التزجيج.

6- الورق (Paper)

الورق العادي نوع A4 هي مواد للطباعة ثلاثية الأبعاد تستخدمها طريقة الطباعة SDL لشركة Mcor Technologies و تكلفة هذه المعدات متوسطة و لكن ما يميزها أمكانية الحصول عليها بسهولة و بتكلفة قليلة والنماذج المطبوعة بواسطة الورق أمنة و صديقة للبيئة و يمكن أعادة تدويرها بسهولة و لا تحتاج الى عمليات أضافية.

7- المواد الحيوية (Bio Material)

يجري البحث على الأنسجة الحية واسخدامها للطباعة ثلاثية الأبعاد للمواد الحيوية في الأغراض الطبية و التطبيقات في العديد من المؤسسات الرائدة من أجل تطوير التطبيقات التي تشمل طباعة الأعضاء البشرية للزرع فضلا عن أمكانية أستبدال الأنسجة الخارجية للجسم. (https://en.wikipedia.org/wiki/Construction_3D_printing)

8- الأطعمة (Foods)

تجربة النفث في الطباعة ثلاثية الأبعاد للطعام تزداد بصورة دراماتيكية في السنوات الأخيرة. الشكولاتة هي الأكثر شيوعا و رغبة و هناك أيضا طابعات تعمل بالسكر و في بعضالتجارب مع المعكرونة و اللحوم. عند النظر الى مستقبل البحوث التي تضطلع في استخدام تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد نتوقع طباعة مواد غذائية كاملة متوازنة.

9- مواد التحلل البيولوجى للبلاستيك PLA (Polylactic Acid or Polylactide)

هي مواد التحلل البيولوجي للبلاستيك يمكن أستخدامها بصورة راتنج في طريقتي الطباعة SL و DLP و كذلك على شكل خيوط لطريقة الطباعة FDM توجد الوان متعددة فيها و يمكن أن توجد بصورة شفافة و أثبتت أنه خيار مفيد في بعض التطبيقات. فهى تعطى سطحاً لامعا صديقا للبيئة قابل لإعادة التدوير فهى صلبة لكن ليست بنفس قوة تحمل ABS.
(http://ar3dprinter.com/3d-filament/)

شكل توضيحى (10) للمواد الشائعة الإستخدام فى الطباعة ثلاثية الأبعاد

د- مجالات الطباعة ثلاثية البعاد

- المجال الطبى فى الأطراف والأعضاء الإصطناعية وزاعة الأعضاء من خلال الطباعة الحيوية ومحاكاة الأجنة
- مجال الفضاء وبناء القطه والوحدات التى يتم الإحتياج اليها خارج الكرة الأرضية .
- مجال صناعة لعب الأطفال .
- صناعة السيارات ومغذياتها المكملة لها .
- صناعة الحلى والمجوهرات بالإضافة إلى مجال التعليم وعمل النماذج بمقاييس مختلفة .
- المجال الهندسى فى انشاء المبانى وخاماتها . (https://en.wikipedia.org/wiki/Construction_3D_printing)

الطباعة ثلاثية الأبعاد فى المجال الطبى لصناعة الاطراف الصناعية والطباعة الحيوية للانسجة والعضاء وحاكاة الجنة

صناعة المجوهرات والسيارات	عمل النماذج المصغرة والتعليمية	مجال الإنشاء بالموقع

شكل توضيحى (11) لمجالات الطباعة ثلاثية الأبعاد

خامساً : التطبيق العملى للماسح الضوئى والطابعات ثلاثية الأبعاد والتى تحقق أهداف الدراسة البحثية من خلال تقنيات المحاكاة والبناء

أ- الحفاظ على الموروث الثقافى لعناصر التصميم التاريخية والإستفادة فى المجال الأكاديمى

فقد أستخدمت تقنية التصوير الضوئى ثلاثى الأبعاد للتابوت الحجرى ومقبرة الملك المصرى القديم توت عنخ امون من قبل الباحثين فى منظمة اليونيسكو للدراسة الدقية للفن المصرى القديم وكما قامت بنشر تلك الدراسة القناة العلمية الفضائية national geographic .

	توضيح لتأكيد الحفاظ على الموروث الحضارى بواسطة الرفع الرقمى المجسم للتابوت الحجرى وجدران مقبرة الملك توت عنخ أمون مما يتعكس إيجابيا على دراسة التصميم الداخلى للمنشأت المصرية القديمة وعناصرها

محاكاة شكل قناع توت عنخ امون من خلال الرفع المجسم واستنتاج الشكل الحقيقى بواسطة الطابعات ثلاثية الأبعاد لوجه توت ثم استنساخ الشكل وتصويره باجهزة المسح المجسم لمحاكاة حركاته وعمل فيلم وثائقيا عللى الحاسب الألى

شكل توضيحى (12)لتطبيق تقنية المسح الضوئى ثلاثى الأبعاد بهدف الحفاظ على الموروث الثقافى والدراسة المتأنية لمقبرة الملك المصرى القديم توت عنخ أمون

هذا وقد تم أيضاً التطبيق من خلال المحاكاة للكرسى الأسود Black Chair وهو مقعد شاعر ويلز Ellis Humphrey Evan عام 1917 فقد تم التكليف من الهيئة الوطنية Snodonia ببريطانيا بمسح الضوئياً بالتقنية ثلاثية الأبعاد ثم عمل نسخة أخرى بواسطة الطباعة ثلاثية الأبعاد .(https://3dprint.com/28391/drumlord-black-chair/)

شكل () لعملية محاكاة الكرسى الأسود Black Chair بواسطة النظام المكون من المسح الضوئى والطباعة ثلاثية الابعاد

ب- الاستفادة من التقنيات الرقمية الحديثة للتغلب على الاشكال التقليدية والنمطية لعناصر تصميم المنشأت المختلفة والأثاث والإستفادة من سرعة التنفيذ .

1-متحف المستقبل مبادرة أطلقها صاحب السمو الشيخ محمد بن راشد آل مكتوم حاكم دبى بدولة الإمارات بهدف استكشاف مستقبل العلوم، والتكنولوجيا، والابتكار. افتتح متحف المستقبل أبوابه للمرة الأولى أمام الجمهور في معرض أقيم على هامش القمة العالمية للحكومات 2016،(http://www.museumofthefuture.ae) ومن المقرر أن يتم افتتاح المتحف عام 2019 ويعتمد تصميمه على الحاسب الألى وتقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد مع وجود قاعات عرض متحفيه إفتراضية وهى أحد أنواع المتاحف الذى يحدث من خلالها تفاعل بين الزائر وما يقدم له من مواد ثقافية وتعليمية .(رانيا القطان , ص 130)

شكل توضيحى (13) لمتحف المستقبل بدبى والمعتمد على تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد وتوضيح الماكن الإدارية بمساحى 240م2والذى تم افتتاح هذا الجزء عام 2016م لكل من المعماريين Thornton Tomasetti and Syska Hennessy

2-بناء المساكن سريعة التجهيز والمتنقلة

امكن إعداد وحدات سريعة التجهيز مجهزة للسكن واخرى للعمل الإدارى يمكن إستخدام تقنياتها أثناء الظروف الدائمة والإستثنائية المؤقتة فى كل من هولاندا والصين وروسيا .(http://www.3ders.org/articles/20140414-new-photos-of-10-green-3d-printed-houses-in-shanghai-built-in-24-hours.html)

أحد المنازل والتى تم بنائها بتقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد بخامات بلاستيكية حيويه غير ضارة بالبيئة ذات مساحة 8 م2 بأمستردام –هولندا عام 2016 يحوى بداخله أريكة تتحول غلى سرير مزدوج وملحق بالمسكن حوض استحمام وهو مقام بمنطقة صناعية ويصلح للسكن المؤقت وحلات الإغاثة السكنية فى الحالات الطارئة

أحد النماذج بهولندا لأحد الأركان التى تصلح للمعارض المؤقته ومنزل بمنطقة مفتوحة بمساحة 1110م2 عام 2017م

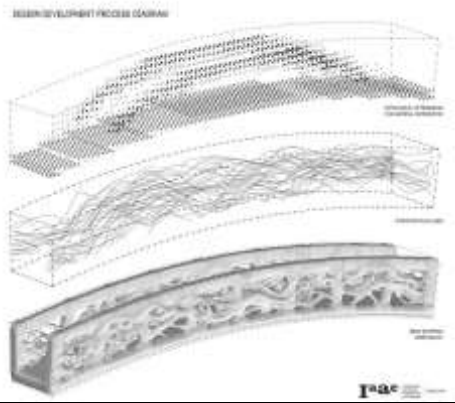
منزل مطبوع باستخدام رغوة الخرسانة والبولى يوريثين السائل للعزل الحرارى بالفراغات جنوب موسكو بروسيا مساحتة 38م2 فى عام 2016م وذات أرضيات خشبية مع أجهزة من شركة سامسونج وكانت تكلفته هى 10.150 دولار تقريباً

شكل توضيحى(14)لاستخدام تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد فى بناء المنشأت المؤقته والدائمة ذات الخطوط الهنسية والحرة والعضوية الخلوية

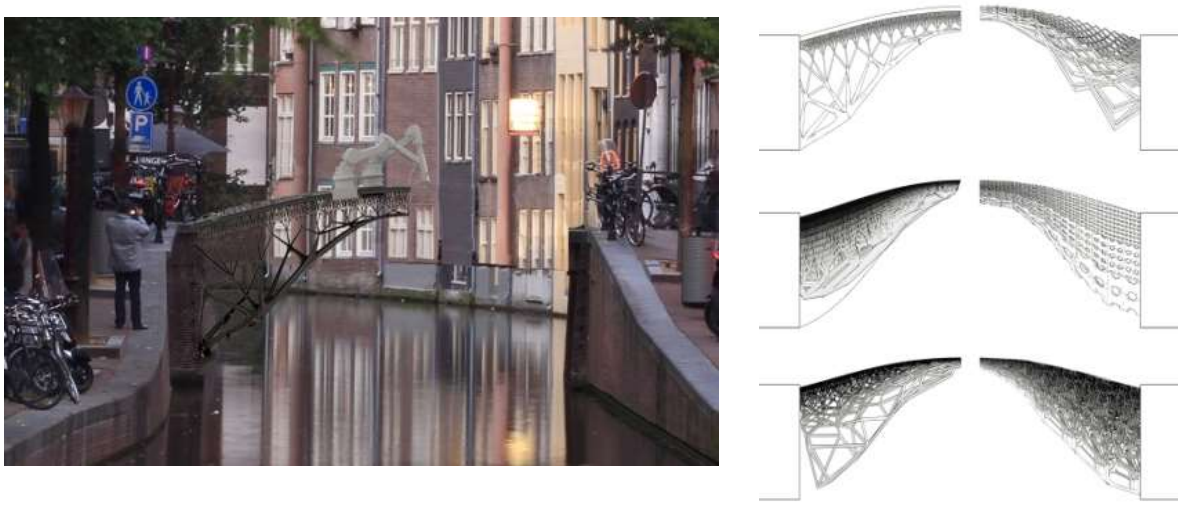
3-استخدام تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد فى الأعمال المعمارية للجسور

تم افتتاح كوبرى حديقة Castilla-La Mancha للمشاه أعلا بحيرة صغيرة في إسبانيا فى ديسمبر 2016 م بمدريد الذى يبلغ طوله 12 وعرضه 1.75 متر من الخرسانة المسلحة الدقيقة الحبيبات , وقد تم تطويره من خلال التصميم البارامترى بالحاسب الألى والذي يسمح بتحسين توزيع المواد ويسمح بتحقيق أقصى قدر من الأداء الهيكلي

http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-4184104/World-s-3D-printed-pedestrian-bridge-Madrid.html



شكل () لكوبرى حديقة Castilla-La Mancha بأسبانيا



شكل (15) لكوبرى اعلا قناة مدريد بأسبانيا بعد تصميم على برنامج MX3D ثم تنفيذه بتقنية الطباعة الثلاثية البعاد بالموقع

5-استخدام تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد فى الأثاث

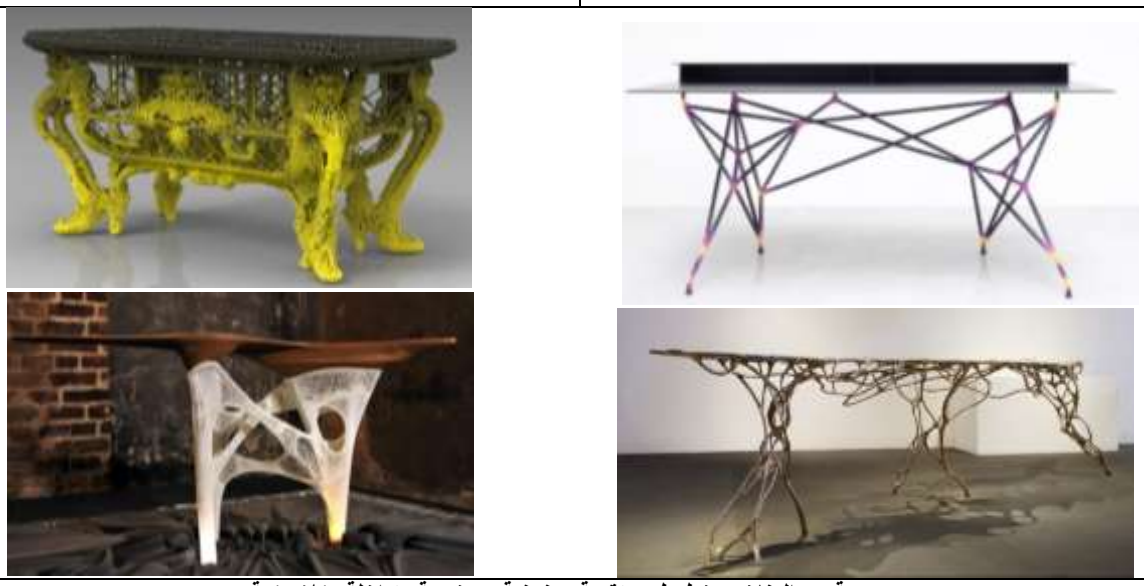
بعدما أصبحت الطباعة ثلاثية الأبعاد فى طور متقدم من حيث السرعة والخامات المستخدمة ظهر جليا هذا الممردود على التصميم الداخلى والأثاث من حيث تنفيذ التصميمات المعقدة والتى تتميز بالخطوط المتداخلة والمنجنية والمستلهمة من الأشكال الهندسية والطبيعة وأصبح العنصر التشكيلى سهل الحصول علية فى قطع الأثاث المختلفة بعيدا عند تعقيدات التقنيات التقليدية وأساليب التتجميع المقيدة لفكر المصمم المبدع . (https://www.trendir.com/3d-printed-furniture/)

فاصل (قاطوع) ووحدة تخزين يمكن اعادة ترتيبه

كرسى من المعدن بخطةط خلوية Gaudi Bar Stools by Ventury

مقعد مصنع بطريقة طباعة الألومنيوم بالليزر بشكل شبكة متداخلة الخيوط الرفيعه بمعملJoris Laarman Lab

استخدام خامات مختلفه والوان متعددة لطباعة المقاعد بخطوط تصميم عضوية



مجموعة من المناضد بخطوط مستقيمة ومنحنية وعضوية متداخلة وكلاسيكية

شكل توضيحى (16) مجموعة متنوعة من قطع الأثاث المنمذجة والمنفذة بتقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد

سادساً : النتائج

من خلال الدراسة لموضوع البحث تتلخص النتائج حول مدى الأستفادة من التقنيات الحديثة لكل من المسح الضوئى والطباعة ثلاثية الأبعاد اعتماداً على مبادئ الإضافة والبناء لتحقيق المحاكاة والنمذجة للخطوط التصميمة الأكثر تعقيداً من حيث الشكل والأكثر سهولة من حيث التطبيق والتنفيذ بعيداً عن التقليدية , فيما يلى

– المساعدة فى التغلب على الظروف المؤقتة الطارئة للأزمات السكنية وإمكانية إنشاء تجمعات سكنية للشباب ولخدمة المجتمعات الصناعية بالقرب منها .

– تنمية الوعى والحفاظ على الموروث الثقافى باستخدام تقنيات المحاكاة لعمل النماذج والمستنسخات والإستفادة إقتصادياً من عمل المستنسخات الأثرية من أثاث وخزف ومنحوتات ووحدات للإضاءة وخلافه بهدف ثقافى وعمل مبادرة المتاحف المتنقله فى أنحاء مصر وخاصة فى القرى والأماكن النائية للتعريف بأصولنا والترابط بها وأيضاً بهدف إقتصادى لبيعها

على المستوى المحلى والعالمى سواء فى المناطق الأثرية أو المطارات او المعارض والوكلاء الخارجيين بهدف تنشيط الإقتصاد والسياحة المصرية .وأمكانية تنفيذ التصميمات الحديثة المعتمدة على الهوية المصرية بشكل معاصر .

- تستطيع التقنيات الحديثة تحقيق الأهداف المؤقتة والمستدامة فى التصميم .
- سهولة الدراسة الشكلية للتجارب التصميمية السابقة وتحليل المعضلات المعقدة .
- مساعدة الدراسات الأكاديمية والمساعدة على تخطى الحواجز المكانية والزمانية.

سابعاً : التوصيات

- لابد من إهتمام المراكز البحثية والجامعات بضرورة الحصول على تقنيات لمسح الضوئى والطباعة ثلاثية الأبعاد للتغلب على مشكلات التنفيذ وسهولة الحصول على النماذج الأولية والتصميمات النهائية أسوة بما قامت به كلية الفنون التطبيقية بجامعة 6 أكتوبر.
- الإستزادة فى الدراسة البحثية للخامات وخاصة المتناهية الصغر منها وتوافقها مع أنظمة الطباعة الثلاثية الأبعاد وتطوير الطابعات لسهوله طباعة عدة خامات وألوان فى ذات الوقت لخدمة حرية وطلاقة التصميم .
- التوجه نحو دراسة الطباعة رباعية الأبعادوالإستفادة منها فى علم التصميم الداخلى والأثاث .

ثامناً : المراجع

1- الكتب العلمية

- على رأفت ,ثلاثية الإبداع المعمارى(2_ الإبداع الفنى فى العمارة) ، طبعة أولى، مركز أبحاث انتركونسلت، الجيزة, مصر،1997.
- الطباعة ثلاثية الأبعاد, ترجمة: على عبد الحكم محمود , 2015(نقلا عن موقع www.yourbook.info) (أ.د/ أحمد عوض,,محاضرة)

2- الرسائل العلمية

- إيمان بدر, فلسفة التصميم الداخلى فى العمارة المعاصرة بين المحاكاة والإبداع ,دكتوراة , , قسم التصميم الداخلى والأثاث, كلية الفنون التطبيقية، جامعة حلوان,مصر،2007.
- إنجى فوزى أحمد ,الاتجاهات المعاصرة فى العمارة فى ضوء العمارة الرقمية ,ماجستير ,كلية الهندسة ,جامعة عين شمس,مصر ,2010 .
- رانيا أحمد القطان ,رؤية معاصرة للتصميم الداخلى للمتاحف من خلال الأسس والمعايير الخاصة بمنظمة الأمم المتحدة للتربية والعلوم والثقافة (UNESCO) , ماجستير, الفنون التطبيقية , جامعة دمياط ,مصر , 2016.
- كريم صابر, دور التكنولوجيا الإحلالية فى تصميم وتطوير منتجات التصميم الصناعى, دكتوراة,الفنون التطبيقية , جامعة حلوان ,مصر,2017.

2- مواقع شبكة المعلومات العامة

- https://3dprint.com/28391/drumlord-black-chair (10/2017)
- http://www.3ders.org/articles/20140414-new-photos-of-
- **http://ar3dprinter.com/wp-content/uploads/2017/08/** (12/2017)
- http://ar3dprinter.com/3d-filament/ (8/2017)
- https://ar.wikipedia.org/wiki/الماسح الضوئى ثلاثى الابعاد المرتب (10/2017)
- https://ar.wikipedia.org/wiki/ماسح ثلاثى الأبعاد (8/2017)
- https://ar.wikipedia.org/ محاكاة (8/2017)
- http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-4184104/World-s-3D-printed-pedestrian-bridge-Madrid.html10-green-3d-printed-houses-in-shanghai-built-in- 24-hours.html(12/2017)
- https://en.wikipedia.org/wiki/Construction_3D_printing (1/2018)
- https://www.facebook.com/3D.Expert.eg/ (10/2017)
- http://geeksvalley.com/tutorial/introduction-3d-printing/2 (10/2017)
- https://www.ruoaa.com/2014/10/3d-printing-revolution.html (11/2017)
- https://techcrunch.com/2016/07/24/metal-3d-printing-takes-flight (10/2017)
- https://www.trendir.com/3d-printed-furniture/ (12/2017)