الطباعة ثلاثيه أبعاد و تأثيرها علي جوده التصميم الداخلي و الأثاث

3D printing and its impact on the quality of interior design and furniture

ا.د/ علي السنوسي

استاذ بقسم التصميم الداخلي و الأثاث - كليه الفنون التطبيقيه - جامعه حلوان

Prof.Dr.Ali Al-Sanousi

Professor, Department of Interior Design and Furniture, Faculty of Applied Arts, Helwan University

dr.alysenousy@hotmail.com

ا.م.د/ هاله صلاح حامد

استاذ مساعد بقسم التصميم الداخلي و الأثاث - كليه الفنون التطبيقيه - جامعه 6 اكتوبر

Assist.Prof. Dr. Hala Salah Hamed

Assistant Professor, Department of Interior Design and Furniture, Faculty of Applied Arts - 6th of October University

Halaharb76@yahoo.com

م.د/ مي ابراهيم الدسوقي

مدرس بقسم التصميم الداخلي و الأثاث - كليه الفنون التطبيقيه – جامعه 6 اكتوبر

Dr. Mai Ibrahim Al-Desouki

Lecturer, Department of Interior Design and Furniture, Faculty of Applied Arts - 6th of October University

mai_eldesoky52.art@o6u.edu.eg

م / منة الله عطيه ابراهيم عطيه جبر

مصمم حر

Researcher. Menna allah attia Ibrahim attia

Freelance designer

Mennagabr1999@gmail.com

الملخص :

في هذا البحث سوف يتم التعرف علي التقنيات الحديثه في تحقيق التعدد الوظيفي و القيمه الجماليه في ان واحد فالطباعة ثلاثيه الأبعاد فهي ضمن احد هذه التقنيات فهي تعتبر تقنيه تحويله في قطاع التصميم و ابرزت علي انشاء مجسمات معقده بدقه عالميه تحقق الكفاءه و الابتكار التصميمي فهي تقنيه مبتكره في عصرنا الحالي و التي ساعدت الانسان من انشاء مجسمات من خلال نموذج رقمي و تحويله الي نموذج حقيقي يحقق الوظيفه و البعد الجمالي وتشير التوقعات إلى أن هذه التقنية قد تضع حدًا للتصنيع التقليدي كما نعرفه، وقد تُحدث ثورة في العديد من مجالات حياتنا اليومية، وذلك بسبب اختلافها اختلافًا جذريًا عن أي تقنيات تصنيع تقليدية أخرى موجودة فلم تقتصر الطباعة ثلاثيه الأبعاد علي الهندسه و التصميم فقط بل انها احتلت الكثير من المجالات مثل (الصناعه – البناء – الطب و طب الاسنان - السلع الاستهلاكيه – الفن و التصميم).

و تعتبر الطباعة ثلاثيه الأبعاد عباره عن مجموعه من العمليات صناعيه يستخدم فيها مواد تصنيع مختلفه ولها اكثر من طريقه انتاجيه وتعتبر هذه التقنيه واحده من التطورات الجديده في البناء و الهندسه المعماريه بالطباعة بماده تشبه الخرسانه في العماره الخارجيه و بالمواد المعاد تدويرها مثل البلاستيك في التصميم الداخلي و هذه التقنيه تساعد علي خلق فرص لتنفيذ مشاريع عالميه ذو طابع خاص و مميز باستخدام مواد مستدامه تحقق بناء مستدام و ايضا تتناول هذه الدراسه فوائد و سلبيات الطباعة ثلاثيه الأبعاد و نتعرف علي برمجيات النمذجه الخاصه بهذه التقنيه و في نهايه هذه الدراسه نصل الي مجموعه من النتائج و التوصيات التي من خلالها يمكن التأكيد علي اهميه الطباعة الثلاثيه الأبعاد .

الكلمات المفتاحيه :
(الطباعة ثلاثيه الأبعاد – الطباعة الخرسانيه ثلاثيه الأبعاد – التصميم الداخلي – الأستدامه – العماره)

Abstract :

In this research, modern technologies will be identified in achieving multifunctionality and aesthetic value at the same time, three-dimensional printing is among one of these technologies, it is considered a transformation technology in the design sector and highlighted the creation of complex models with global accuracy that achieves efficiency and design innovation, it is an innovative technology in our current era, which has helped man from creating we know it, and it has revolutionized many areas of our daily life, due to which it is radically different from any conventional manufacturing technologies Three-dimensional printing was not limited to engineering and design only, but it occupied many fields such as (industry-construction-medicine and Dentistry - consumer goods – art and design).

Three-dimensional printing is a set of industrial processes in which different manufacturing materials are used and it has more than one production method and this technology is considered one of the new developments in construction and architecture printing with concrete-like material in exterior architecture and with recycled materials such as plastic in interior design and this technology helps to create opportunities to implement international projects of a special at the end of this study, we arrive at a set of results and recommendations that Through it, the importance of three-dimensional printing can be emphasized .

Keywords :

(3D printing - 3D concrete printing - Interior design - Sustainability - Architecture)

المقدمه :

في عصرنا الحالي ظهرت العديد من التقنيات التي تساهم بشكل كبير في العماره و التصميم الداخلي التي حققت العديد من الابتكارات و في هذا البحث سوف نتناول واحده من افضل هذه التقنيات و هي الطباعة ثلاثيه الأبعاد

حيث انها حصلت علي براءه اختراع في عام 1981 و حملت عنوان " جهاز النماذج الاوليه السريعه " فتعد الطباعة ثلاثيه الأبعاد واحده من اسرع التقنيات نموا في العالم حاليا .

و ركزت الابحاث علي التقنيه ثلاثيه الأبعاد بشكل عام و ليس بالتفصيل و يتناول هذا البحث طرق و انواع الطباعة ثلاثيه الأبعاد و فائده استخدامها و كيفيه استخدام الخرسانه كماده بناء و التشكيل المعماري المميز فتتميز الطباعة ثلاثيه الأبعاد بالسرعه في التصميم و تحقيق اعلي معايير للجوده من حيث الوظيفه و الشكل الجمالي و تعتبر هذه التقنيه اكثر التقنيات الموفره لان من خلالها يتم استخدام المواد المعاد تدويرها و هذه التقنيه قادره علي تعزيز صناعه البناء و تجعل حياه المهندسيين المعماريين و المصممين اقل جهدا خاصه لانه يقلل من مقدار الوقت الذي يتم في البناء و يقلل من مخاط البناء .

مشكله البحث :

في ظل التقدم التكنولوجي المتسارع وظهور تقنيات حديثة ومتنوعة، برزت تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد كواحدة من الابتكارات الهامة التي أثرت في مختلف المجالات، بما في ذلك الصناعة، البناء، الطب، طب الأسنان، السلع الاستهلاكية، والفن والتصميم. وباعتبار أن التصميم الداخلي والأثاث لم يكونا استثناءً من هذا التأثير، فإن هذا البحث يسعى إلى استكشاف تأثير تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد على تطوير التصميم الداخلي والأثاث. ويتساءل البحث عن:

- ما مدى تأثير تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد في تحسين جودة وابتكار التصميم الداخلي والأثاث؟
- هل سيكون هناك إمكانية تحقيق الاستدامة في عمليات التصميم والتصنيع باستخدام هذه التقنية؟

فروض البحث :

- يفرض هذا البحث وجود تأثير كبير علي جوده التصميم الداخلي و الأثاث علي التطبيق من خلال تقنيه الطباعة ثلاثيه الأبعاد تفترض الدراسة أن تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد تؤثر بشكل كبير على جودة التصميم الداخلي والأثاث من خلال تطبيقها في العملية التصميمية والتصنيعية..

اهداف البحث :

- تطبيق تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد في التصميم الداخلي والأثاث بما يضمن تحقيق الجوانب الجمالية والوظيفية.
- الوصول إلى نماذج تصميم داخلي وأثاث تتسم بالجودة العالية وتحقق معايير الاستدامة باستخدام تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد.

اهميه البحث :

تكمن أهمية هذا البحث في تسليط الضوء على دور تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد في إحداث نقلة نوعية في تصميم وجودة الأثاث والتصميم الداخلي، وتوضيح مدى تأثير هذه التقنية في تعزيز الابتكار وتحقيق الاستدامة في هذا المجال

منهجيه البحث

يتبع البحث المناهج الاتيه :-

- دراسه نظريه بمنهج وصفي تحليلي و الذي يتم من خلال معرفه للتطور التقني للطباعة ثلاثيه الأبعاد و انواعها و ما يتم في اطار التصنيع و التنفيذ و مدي تأثيره علي تطور التصميم الداخلي و الأثاث .

- منهج تحليل استنباطي لمشاريع و نماذج منفذه بالطباعة ثلاثيه الأبعاد و التصميم و الأثاث و العماره من خلال عرض و تحويل و استنباط اهم المميزات و العيوب لهذا التصميم .

حدود البحث :

حدود مكانيه : جاءت الحدود المكانيه بغرض عرض نماذج تصميمه علي التصميم بالطباعة ثلاثيه الأبعاد علي المستوي المحلي و العالمي .

الحدود الزمانيه : بدايه من سنة 1981 حتي الان .

المفاهيم المرتبطه بموضوع الدراسه :

الطباعة ثلاثيه الأبعاد :- تعتبر احد التقنيات التصنيع الحديثه حيث يتم تصنيع القطع عن طريق تقسيمات ثلاثيه الأبعاد الي طبقات صغيره وذلك عن طريق برامج التصميم 3d – 2d ويتم ذلك عن طريق طباعة طبقه تلو الاخري و من ثم يتكون الشكل النهائي .

الطباعة الخرسانيه ثلاثيه الأبعاد : هي عباره عن الانتقال من الخرسانة المصبوبة التقليدية إلى الطباعة الخرسانية و تعتبر نقلة نوعية في التصميم عن طريق صب طبقة الخرسانة على طبقة اخري وفقا لنموذج رقمي دون الحاجة إلى صب الخرسانة بالشكل التقليديو توفر هذه التكنولوجيا إمكانية تحقيق مبتكرة ومعقدة هندسيا في عملية دقيقه .

روبوتات التصنيع : الروبوتات الصناعية هي آلات آلية تستخدم في الصناعات التحويلية بدلاً من البشر. فهي أسرع وأكثر دقة ويمكن أن تستمر لعدة أيام، و تعتبر الصفه المميزه عن البشر حيث يمكن ان يستمر العمل الي ساعات طويله دون راحه او اصابات عمل .

الخطوات الاجراءات للبحث :

اولا : مفهوم و تاريخ الطباعة ثلاثيه الأبعاد .

ثانيا : اهم مميزات و عيوب الطباعة ثلاثيه الأبعاد في مجال العماره حيث ان العماره و التصميم الداخلي تعتبر وجهان لعمله واحده لذلك كان يجب التعرف علي استخدامها في مجال العماره .

ثالثا : الطباعة ثلاثيه الأبعاد في مجال التصميم الخارجي و الداخلي و الأثاث .

رابعا: برمجيات النمذجه التكنولوجيا الخاصه بالتقنيه الطباعة ثلاثيه الأبعاد .

خامسا : الخامات المستخدمه في التصنيع ثلاثي الأبعاد .

سادسا : الصناعه ثلاثيه الأبعاد و دورها في تحقيق الاستدامه .

اولا : مفهوم و تاريخ الطباعة ثلاثيه الأبعاد :

مفهوم الطباعة ثلاثيه الأبعاد هي تقنيه التصنيع بالاضافه و هي عمليه تصنيع تستخدم لانشاء اشياء ثلاثيه الأبعاد عن طريق بناء طبقات من ماده معينه بناء نموذج رقمي .

و تعرف الطباعة ثلاثيه الأبعاد بعمله تصنيع مجسمات ثلاثيه الأبعاد عن طريق بناء طبقات متتاليه من ماده معينه استنادا الي نموذج رقمي و يتم تصميم هذا النموذج بأستخدام برمجيات متخصصه و يتم تصنيع هذه المجسمات من خلال تقنيات مختلفه مثل اذابه منصهره لمواد معينه او استخدام الليزر و تتيح هذه التقنيه انتاج اشكال معقده و تخصيص المنتجات بشكل أكبر مقارنه بالطرق التقليديه مما يجعلها مفيده في مجالات متعدده مثل التصنيع في عده مجالات .

و يبدا تاريخ تكنولوجيا الطباعة ثلاثية الأبعاد (3D printing) أو تكنولوجيا التصنيع بالإضافة (Additive Manufacturing)عام 1981 على يد العالم الياباني الدكتور هيديو كوداما (Hideo Kodama) .

و كان يجتهد في إيجاد طريقة لتطوير نظام لصناعة النماذج السريعة وقام بتطوير أسلوب الطبقة تلو الطبقة (layer-by-layer approach) التصنيع باستخدام سائل حساس للضوء وهو الريزن (resin) والذي يتحول إلى صلب لما يتسلط عليه الأشعة الفوق بنفسجية(Ultraviolet radiation) .

و في نفس العام قام تشارلز هال (Charles Hull) بتسجيل أول براءة اختراع للطباعة الحجريه الفراغيه (SLA/stereolithography)وقام بإنشاء أول شركة وسماها 3d systems عام 1988 .

في نفس العام (1988) ظهرت تكنولوجيا التلبيد الإنتقائي بالليزر (SLS/Selective laser sintering) على يد كارل ديكارد (Carl deckard) من جامعة تكساس... وبها يتم استخدام حبيبات البلاستيك وتظهر تلك الحبيبات بأشعة الليزر الموجهة.

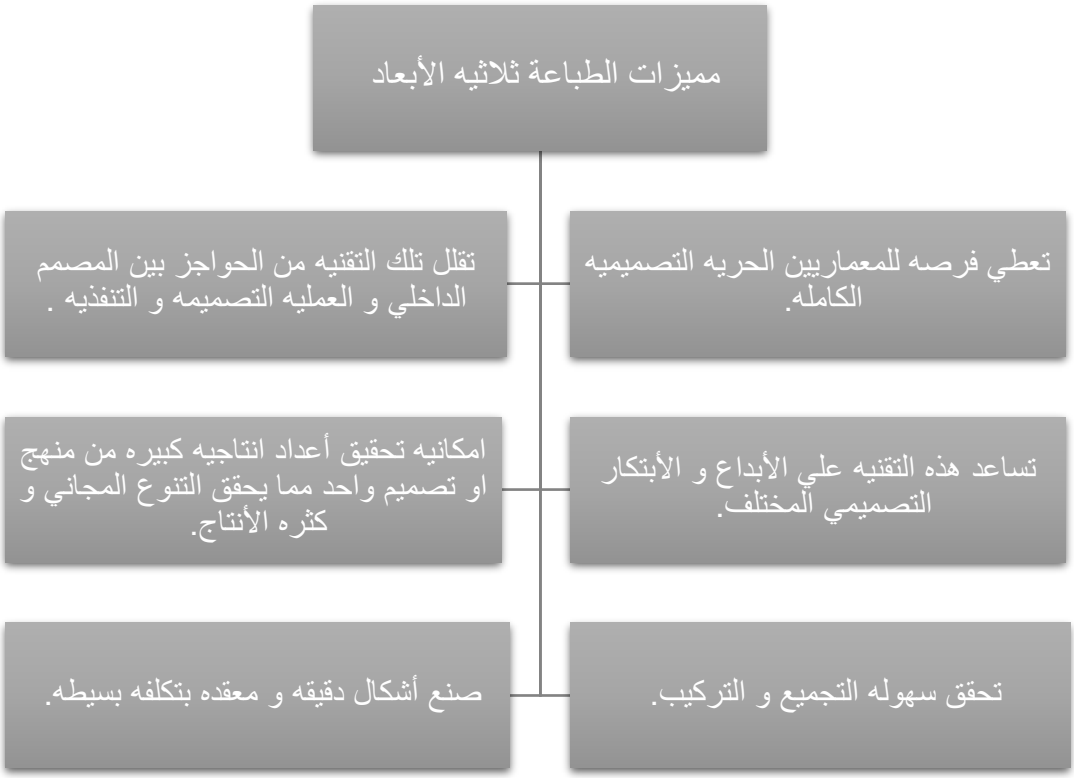
و من أشهر أنوع الطباعة وهي طباعة النمذجة بالترسيب المنصهر (Fused deposition modeling/FDM) على يد العالم سكوت كرامب (Scott Crump) وهي التي تعتمد على الطباعة بخيط البلاستيك أو الفيلامنت (filament)لطباعة النموذج و حديثاً عام 199 ظهرت الطباعة بالمعادن حيث يتم صهر حبيبات المعدن وتحويلها إلى منتج ثلاثي الأبعاد على يد علماء ألمان وكانت من نوع الانصهار الإنتقائي بالليز (Selective laser melting/SLM).

ثانيا : اهم مميزات و سلبيات الطباعة ثلاثيه الأبعاد في مجال العماره حيث ان العماره و التصميم الداخلي تعتبر وجهان لعمله واحده لذلك كان يجب التعرف علي استخدامها في مجال العماره :

أ) استخدمت الطباعة ثلاثيه الأبعاد لسنين عده في عمليات التصنيع البدائيه و الاوليه كتجربه في عدد كبير من المجالات و المنتجات و بالاخص في العماره حيث يتم تشكيل تصميم و العمل علي اجراء كافه الاختبارات و التعديلات المقترحه لكي يصل الي الوضع الامثل ومن ثم يتم اعداد خط انتاج للتصنيع و تجميع الاجزاء بالطرق التقليديه و لكن بوجود و و استخدام

البرامج الحديثه و المتطوره تم تتطور التقنيه الي ان يصـــبح التصـــميم النهائي يحدث من اول تجربه و اصـــبحت تلك التقنيه تنافس نفسها علي اظهار التصميم و التنفيذ في افضل صوره من اول مره .

وتمنح هذه التقنيه العديد من المزايا لمصممين المعماريين و المصمم الداخلي وهي :



شكل رقم (1) يشرح مميزات الطباعة ثلاثيه الأبعاد .

المصدر : الباحثه

1- تعطي فرصه للمهندسيين المعماريين الحرية التصميميه الكامله :

- ويتم ذلك لســـهوله التشـــكيل و البناء و الابداع و الكتله المعماريه لأن البناء بالطباعة الخرســـانيه يعتبر من افضـــل التقنيات الحديثه التي توفر الخامات و العماله .

صوره رقم (1) يوضح اشكال توضيحيه لسهوله البناء و التشكيل بالطباعة الخرسانيه .
https://99wow.blogspot.com/

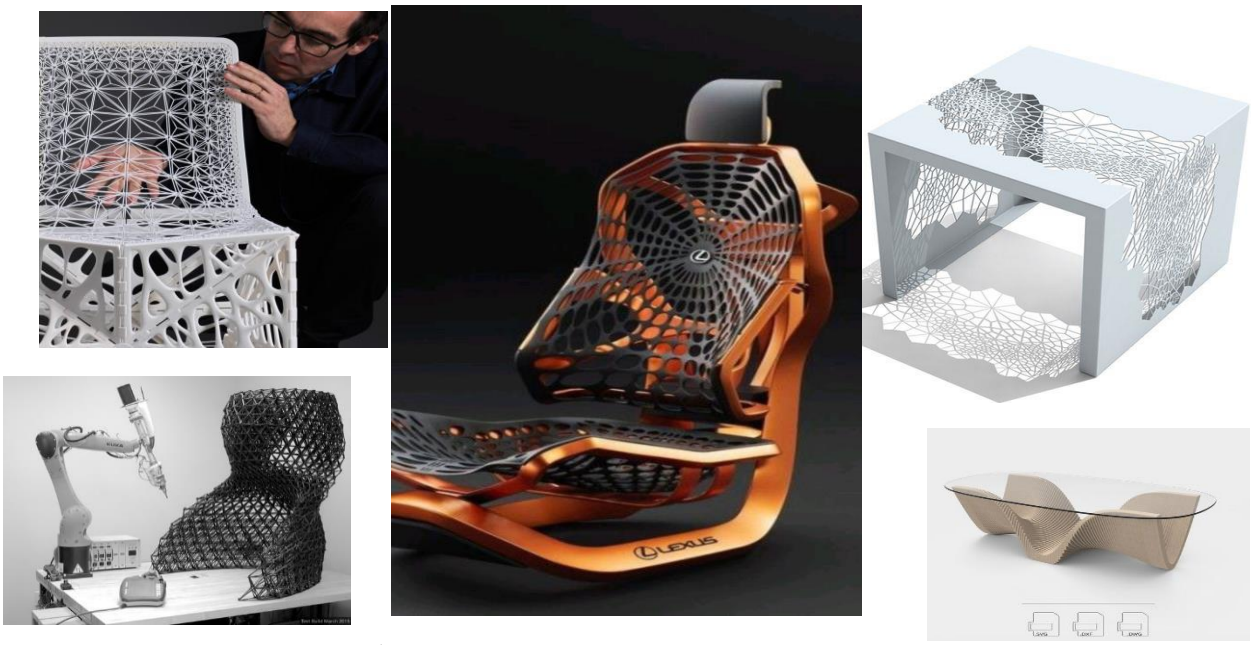
2- تقلل تلك التقنيه من الحواجز بين المصمم الداخلي وبين العمليه التصميمه و التنفذيه :

- حيث ان التصـميم التقليدي يعتبر الأن من اكبر العقبات التي يتعرض لها المصـمم حيث ان الخامات اصـبحت غير متوفره بالشـكل المطلوب في السـوق و ان تقنيات التشـغيل و العماله تحتاج الكتير من الوقت و المجهود و يتعرضـوا الي مخاطر و اصابات عمل مما لا يسمح لمصمم بمتابعه التصميم في كافه مرحله و الرضا عن كل البنود.

صوره رقم (2) يوضح اشكال توضيحيه لحواجز الذي يواجها المصمم في العمليه التنفذيه .
https://www.pinterest.com

3- تساعد هذه التقنيه علي الابداع والابتكار التصميمي المختلف :

- وذلك عن طريق التنفيذ التصميمي بسهوله و بحريه مما يساعد المصمم علي الابتكار في الشكل و يساعده علي الدمج بين الوظيفه و البعد الجمالي فتحقق الاحدوديه التصميميه لأنها تساعد المصمم علي اطلاق العنان لأفكاره فتساعد المصمم للحصول علي اجزاء كبيره الحجم و الاجزاء البارزه و المتداخله و المعشقه بزوايا غير اعتياديه التي كانت من المستحيل الوصول اليها بشكل تصميمي صحيح.



صوره رقم (3) يوضح حريه التصميم و التنفيذ بالتقنيه ثلاثيه الأبعاد .

https://www.autospinn.com/ https://www.pinterest.com/

4- امكانيه تحقيق اعداد انتاجيه كبيره من منتج او تصميم واحد :

يمكن لطابعة واحدة ثلاثية الأبعاد صنع العديد من الأشكال؛ افضل من الحرفيه البشريه يمكن للطابعة صنع شكل مختلف كل مرة. فا المكانات التقليديه تصنع نطاقاً محدوداً من الأشكال. تلغي الطباعة الثلاثية الأبعاد التكاليف الإضافية المتعلقة بإعادة تدريب عمال الآلات أو إعادة تجهيز آلات المصنع؛ فأي طابعة ثلاثية الأبعاد تحتاج فقط لمخطط رقمي مختلف، ومجموعة جديدة من المواد الخام كما سنتحدث عن ذلك فيما بعد.

3- الحصول علي منتج مطابق لكل المواصفات القياسيه التي تحقق البعد الوظيفي و البعد الجمالي التي راعاها المصمم من قبل و يعمل علي توفرها في التصميم .

4- تسهل عمليه الأنتاج دون عناء في عوامل التصنيع وعدم انشاء خطوط أنتاج تكلف الملايين التي تكون عائق للابداع و التطوير .

5- استغلال المواد المستخدمه و أعاده تدويرها و تقليل كميه المواد التي تهدر في التصنيع التقليدي .

6- تتفوق طريقه الطباعة ثلاثيه الأبعاد علي طرق التشكيل التقليديه و ذلك لأن مكونات المنتج في طريقه الطباعة ثلاثيه الأبعاد تنافس اداء مثلاتها التي صنعت بطرق التشكيل التقليديه .

7- لا تستخدم ادوات ادوات عمل او أجهزه كثيره و بذلك توفر من الوقت و هو ما يحقق و يتضمن انتاج محلي و الاستغناء عن المنتج الاجنبي بشكل ملحوظ في الخامات و الادوات عليالرغم من استراد الماكينات لأول مره و قطع الغيار و المواد الأوليه لأنتاج .

- حيث يتم ذلك عن طريق استنساخ عدد كبير مم تصميم واحد بنفس الجوده و الوقت و يتم ذلك عن طريق حفظ الرسومات الخاصه بكل تصميم و تنفيذه بنفس الشكل في اي وقت و أي كميه مطلوبه في وقت صغير جدا .

صوره رقم (4) يوضح تحقيق اعداد انتاجيه كبيره من منتج واحده بكميه و ألوان مختلفه .

https://www.pinterest.com/pin/40989800 https://www.focus-magazine.com/

5- تحقق سهوله التجميع و التركيب :

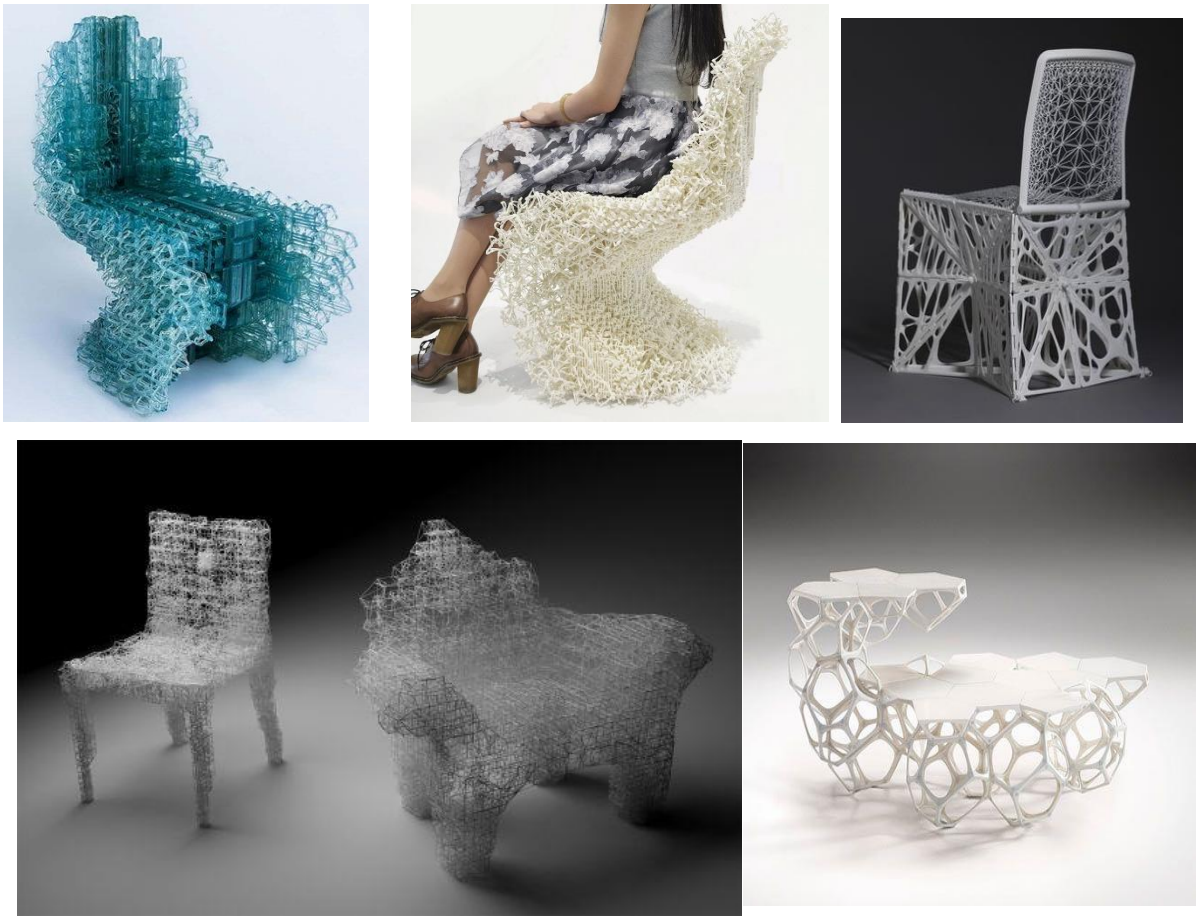
- حيث ان اساليب التجميع النمطيه لأجزاء المنتج تتطلب عمليه تجميعيه معقده و مكونات للتثبيت مثل الغراء و المسامير ووحدات تجميع (المفصلات) و تحتاج الي عماله متخصصه في التجميع و عدد من الادوات التي تحتاج اليها العمليه التصميميه و التقنيه ثلاثيه الأبعاد تساعد علي التخلي عن كل هذه الخطوات لأنها لا تحتاج الي التجميع و التركيب و تتكون عن طريق الطبقه تلو الاخري .

صوره رقم (5) يوضح الفرق بين المفصلات المستخدمه في الاثاث التقليدي و الاثاث المصنع بالطباعة ثلاثيه الأبعاد .
https://www.artsy.net/artwork/zaha-hadid https://dl.acm.org/

ب) مميزات الطباعة ثلاثيه الأبعاد .

1-صنع أشكال دقيقة ومعقدة بتكلفة بسيطة :

في التصنيع التقليدي، كلما زاد شكل الجسم تعقيدا، زادت تكلفته. أما بالنسبة إلى الطابعات الثلاثية الأبعاد، فإن التعقيد يكلف نفس ما تكلفه البساطة فصنع أجسام مزخرفة ومعقدة لا يتطلب المزيد من الوقت أو المهارة أو التكلفة أكثر من طباعة مكعب بسيط. ومجانية التعقيد هذه ستخل بتوازن نماذج التسعير التقليدية، وتغير كيفية حسابنا لتكلفة صنع الأشياء.



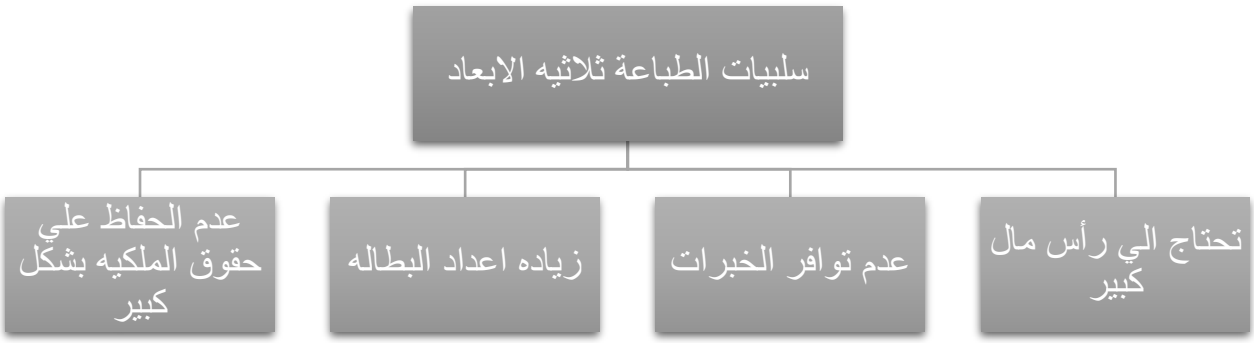
صوره رقم (6) يوضح كميه التفاصيل المعقده التي يمكن للمكينه ان تنفذها.

https://www.trendhunter.com/

https://www.pinterest.com/

سلبيات الطباعة ثلاثيه الأبعاد :

تعتبر الطباعة ثلاثيه الأبعاد سلاح ذو حديين بالرغم من الفوائد و المزايا العديده التي تقدمها الا انها لها العديد من السلبيات.



شكل رقم (2) يشرح سلبيات الطباعة ثلاثيه الأبعاد .المصدر (الباحثه)

سلبيات الطباعة ثلاثيه الأبعاد :

تعتبر الطباعة ثلاثيه الأبعاد سلاح ذو حديين بالرغم من الفوائد و المزايا العديده التي تقدمها الا انها لها العديد من السلبيات :

1- **تحتاج في البدايه الي رأس مال كبير:** لأن الأجهزه المستخدمه تحتاج ألي الاستراد و ليس متوفره بالشكل الكبير .

2- **عدم توافر الخبرات** : حيث عدم درايه المصمميين و المهندسيين و الطلاب بتقنياتها و تشغيلها بسبب انها تحتاج الي دراسه جيده و عدم توافر المحاضريين و الدارسيين بها و بالاخص لأنها تعمل بالبرامج الحديثه التي يجهلها الكثير .

3 – **زياده اعداد البطاله :**هذه التقنيه تهدد قطاعات كثيره بأنهيار لان من الممكن في المستقبل ان يتم الطلب من الذكاء الاصطناعي تصميمه و طباعته مما يؤثر علي تلك القطاعات و بالتالي تزداد اعداد البطاله .

4- **عدم الحفاظ علي حقوق الملكيه بشكل كبير:** حيث ان يمكن لأي شخص استنساخ نموذج لأي منتج عن طريق تحميله من الانترنت .

ثالثا : الطباعة ثلاثيه الأبعاد في مجال التصميم الخارجي والداخلي و الأثاث .

تعتبر تقنيه الطباعة ثلاثيه الأبعاد من التقنيات المتفرعه في انواعها و طرق تشغيلها و في هذا البحث سوف يتم شرح الأنواع بشكل اوضح .

شكل رقم (3) يشرح انواع الطباعة ثلاثيه الأبعاد . المصدر (الباحثه)

انواع الطباعة ثلاثيه الأبعاد :

ا) الطباعة الخرسانيه :

يشهد العالم تقدم تكنولجياً في جميع القطاعات دون استثناء، كما هو الحال في قطاع البناء لم يستثنى من هذا التطور القائم، كان أشبه بالخيال أن تقوم ببناء منزلك في وقت قصير بطابعة ضخمة، لكن اليوم بعد عدة دراسات من البحث والتطوير، تبين أن الخيال أصبح واقعا، اخيراً بدأت تقنية الطباعة الأسمنتية على نطاق واسع في الظهور للعالم وأصبحت طباعة خرسانة ثلاثية الأبعاد ثورة في صناعة البناء لتوفيرها حلاً بديلاً في البناء التقليدي الذي يخلف وراءه مخاطراً كثيرة في البيئة.

في العصور القديمة، كانت المنازل تبنى بالحجارة حتى أدخلت الصناعة الفرنسية بفضل الصناع فرانسوا كونية والذي كان رائدًا في تطوير الخرسانة المسلحة وكان أول شخص يستخدم الخرسانة المسلحة بالحديد لبناء المباني، ومنذ ذلك الحين تم تشييد معظم المباني والمنشآت بتلك الطريقة التي أدخلها والتي استمرت لأكثر من 100 عام وأكثر. والآن أحدثت الطباعة الثلاثية الأبعاد نقلة نوعية كبيرة في العالم الذي يخضع للتكنولوجيا حتى وصل امتدادها في قطاع البناء، فكما نرى يمكن للطابعة ثلاثية الأبعاد طباعة مواد مثل الخرسانة في تشيد هذه المباني بسهولة ، ومن هنا جاءت الطباعة الأسمنتية.

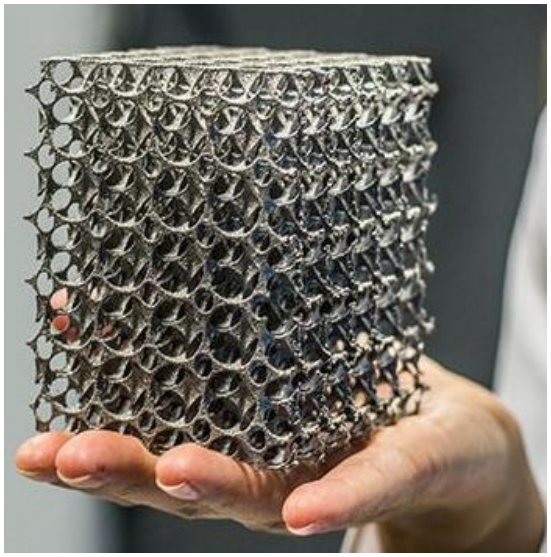
تتميز الطباعة الأسمنتية بالعديد من الإيجابيات التي تمكنها من السطو على مكانة الطباعة التقليدية، فالتكلفة الإجمالية لبناء المشروع أقل بكثير من تكلفته في البناء التقليدي، كما أنها لا تحتاج الكثير من العمالة لبناء المشروع مما أيضا يقلل من المخاطر، الإصابات البشرية، الحوادث والوفيات. أما عن سرعة البناء هي المعيار الأساسي عند البناء، فالبناء التقليدي يستغرق إلى أشهر وسنوات للانتهاء منه، أما الطباعة الأسمنتية فهي لا تستغرق أكثر من أسابيع محدودة. كما يمكن للطابعات ثلاثية الأبعاد أن تقلل من عملية هدر مواد البناء والاستهلاك فهي تقدر الكمية المطلوبة للبناء وفق القياسات والمعطيات والتي بدورها تقلل من النفايات في البيئة. بمساعدة تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد، يمكن إنشاء المزيد من الأشكال مثل المنحنيات والزخارف والرسومات والعديد من الأشكال في وقت أقل وبتكلفة أقل.

صوره رقم (7) يوضح الطباعة بالخرسانه.

https://99wow.blogspot.com/ https://www.innotech.om/

ب) التصميم الطرحي :

من اسمه فإن عملية التصنيع هذه تعتمد على إزالة أو قطع أو نحت قطعة من مادة صلبة للوصول بها لشكل مطلوب تنفيذه يمكن أن تكون تلك القطعة كتلة من المعدن أو البلاستيك أو الخشب على سبيل المثال ومن أمثلة الماكينات التي تستخدم هذه التقنية في التصنيع والانتاج، ماكينات الفريزة والخراطة وحتى ماكينات راوتر الأخشاب.

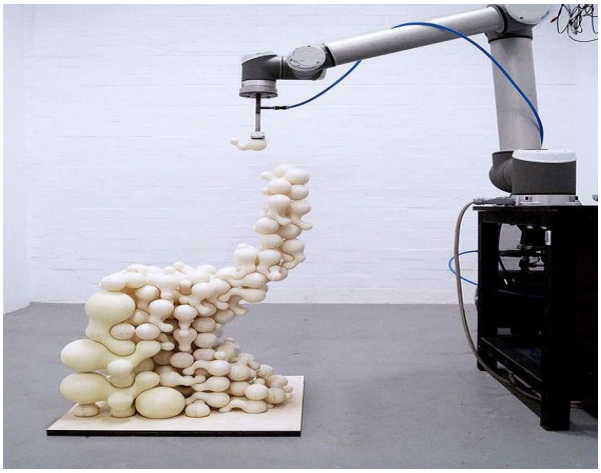


صوره رقم (8) يوضح شكل عمليه التصميم الطرحي.

https://uptivemfg.com/3d-printing https://www.rngexports.co.in/

ج) التصنيع الاضافي :

التصنيع بالإضافة هو عكس التقنية السابقة، فبدلاً من إزالة المادة الخام الزائدة في صورة رايش للوصول للشكل المطلوب نقوم هنا كما كان في التصنيع بالإزالة، نقوم هنا بدلاً من ذلك بإضافة المادة الخام على القدر الكافي لتشكيل التصميم المطلوب فتكون كمية الهدر في المادة الخام قليلة.

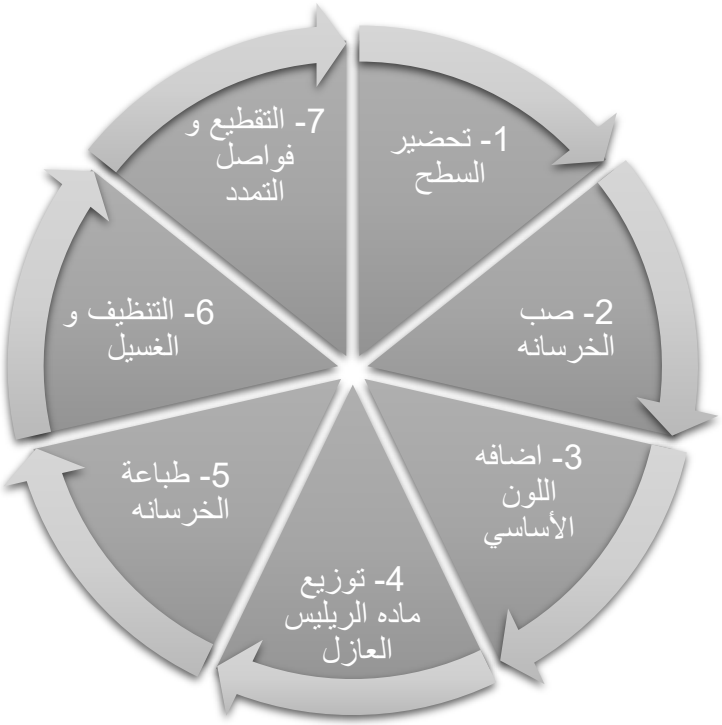


صوره رقم (9) يوضح شكل عمليه التصميم الأضافي .

https://papers.cumincad.org/ https://www.linkedin.com/

ج) خطوات الطباعة ثلاثيه الأبعاد بالخرسانه :

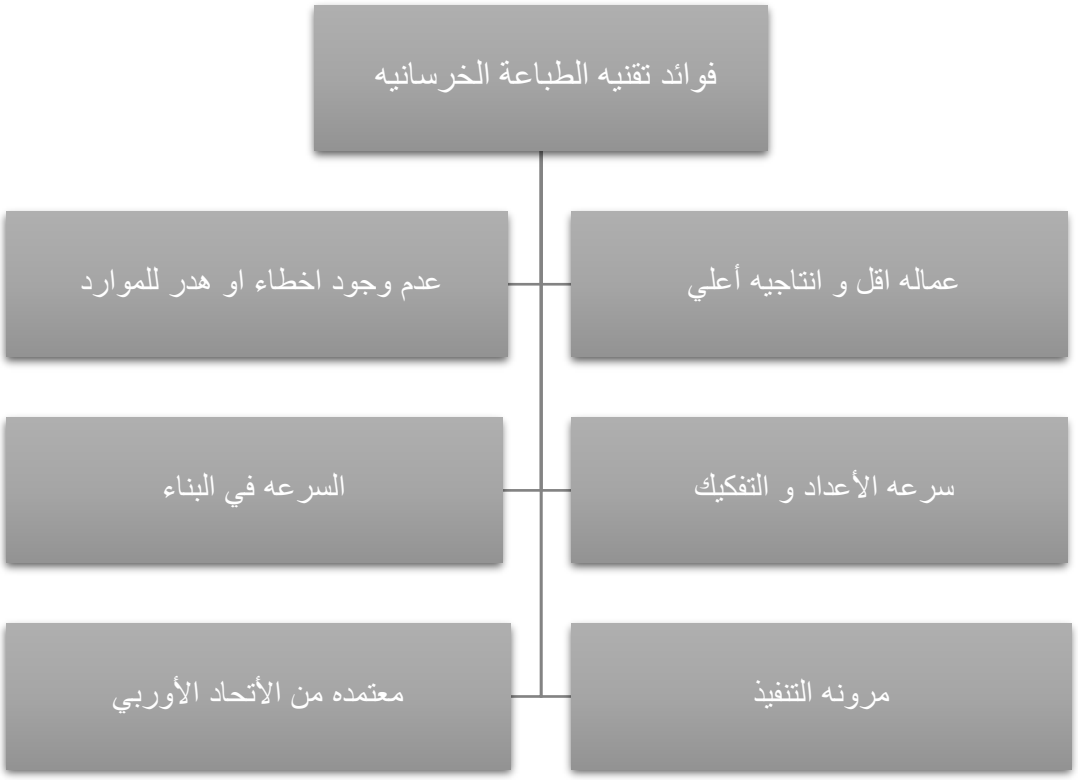
تتم الطباعة ثلاثيه الأبعاد عن طريق اتباع عده خطوات تتم في حلقه منظمه لانتاج مجسمات ثلاثيه أبعاد و هي :



شكل رقم (4) يشرح دائره خطوات الطباعة ثلاثيه الأبعاد .
المصدر : الباحثه .

1. **تحضير السطح** :يبدأ العمل بتسوية سطح الأرض المراد صبها وضبط المناسيب المطلوبة باستخدام ميزان القامة.
2. **صب الخرسانة** :توريد خرسانة بقوة 300 كجم/سم² بسمك 15 سم وصبها باستخدام مضخة (بمب) وفرمجتها وتسويتها.
3. **إضافة اللون الأساسي** :يتم توزيع مادة الهارد ألوان بالتساوي على سطح الخرسانة بمعدل 3 كجم لكل متر مربع، ثم يتم تمليس السطح.
4. **توزيع مادة الريليس العازل** :تضاف هذه المادة لمنع التصاق القوالب بالخرسانة.
5. **طباعة الخرسانة** :يتم استخدام قوالب أو أختام لطبع النقوش المطلوبة على السطح الطري للخرسانة.
6. **التنظيف والغسيل** :بعد جفاف الخرسانة، تُغسل الأرضية لإزالة مادة الريليس العازل.
7. **التقطيع وفواصل التمدد** :يتم تقطيع الخرسانة باستخدام ماكينة التقطيع الميكانيكية لعمل فواصل تمدد، مما يساعد في تقليل التشققات.

د) فوائد تقنية الطباعة الخرسانيه :



شكل رقم (5) يوضح فوائد الطباعة الخرسانيه .
المصدر : الباحثه

- عماله أقل وإنتاجية أعلى :

يمكنها طباعة منزل بالكامل باستخدام 3 عمال فقط .

- عدم وجود اخطاء او هدر للموارد

نظرا لخصائصها المحوسبة، تنتج تقنية أعلى جودة من الهياكل الإنشائية مع ما يقارب صفر أخطاء ونفايات.

- سُرعة الإعداد والتفكيك :

يستغرق إعداد هيكل الطباعة يومين فقط ويومًا واحدًا لتفكيكه .

- السرعه في البناء :

تقنية قادرة على طباعة ما يصل إلى 1 متر من الخرسانة كل 1 ثانية.

- مرونه التنفيذ :

يمكن تعديل هيكل الطباعة لطباعة الوحدات السكنية ذات الأحجام المختلفة .

- معتمدة من الاتحاد الأوروبي :

أعلى معايير السلامة باعتماد الاتحاد الأوروبي .

رابعا: برمجيات التكنولوجيا الخاصه بالتقنيه الطباعة ثلاثيه الأبعاد .

تعتبر البرمجيات جزءا اســاســيا من عمليه الطباعة ثلاثيه الأبعاد حيث تتيح للمســتخدميين انشــاء نماذج رقميه تحويلها الي كائينات ثلاثيه الأبعاد و هناك العديد من البرمجيات و الأدوات التي تستخدم في هذه العمليه و تنقسم الي نوعيين من البرمجه (برمجه النمذجه و برمجه التقطيع) و في هذا البحث سوف نتعرف علي هذه البرجيات .

Icon	اسم البرنامج	أهميته في التطبيق بأستخدام تقنيه الطباعة ثلاثيه الأبعاد
	Tinkercad	تعتبر من برامج النمذجه و من اسهل البرامج استخداما و مناسب للمبتدئين و يستخدم في تصميم النماذج ثلاثيه الأبعاد بشكل مبسط و سريع.
	Blender	و هو برنامج مجاني و يستخدم بشكل واسع في تصميم النماذج ثلاثيه الأبعاد و يقدم أدوات متقدمه للنمذجه و التحريك و الرسوم المتحركه .
	Auto cad	يستخدم بشكل اوسع و اكبر في التصميم الهندسي و النمذجه ثلاثيه الأبعاد و يعتبر من الأدوات المفضله في الصناعه الهندسيه و المعماريه .
	Solidworks	يستخدم في تصميم المنتجات و الهياكل المعقده و يعد من البرمجيات الأساسيه في الهندسه و التصنيع .
	Cura	يعتبر من برامج الطباعة و ستخدم في اعداد الملفات الثلاثيه الأبعاد و تحويل التصميمات الي أوامر للطباعة
	Prusaslicer	

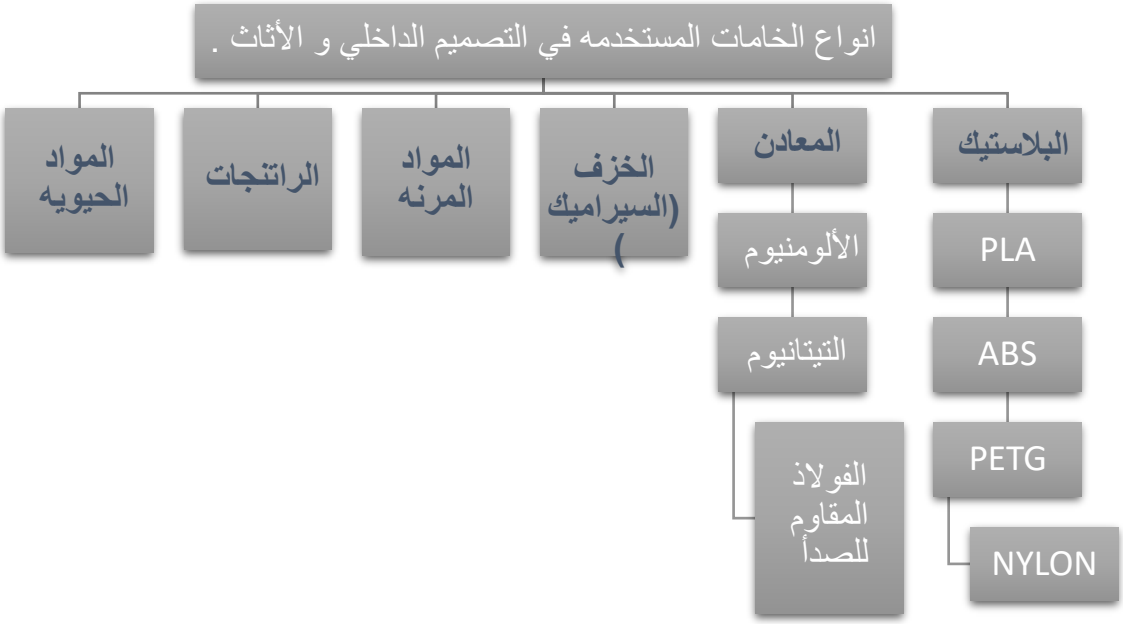
		أداه للطباعة تستخدم لتحضير نماذج ثلاثيه الأبعاد و تتميز بواجهه سهله الاستخدام مع العديد من اعدادات الطباعة .
	Simplify 3d	تعتبر من برمجيات الطباعة المدفوعه و تعتبر من اكثر البرامج دقه مع توافر خيارات عديده للتعديل و تحسين الجوده .
	Slic3r	يعتبر من برمجيات التقطيع و من اقدم البرامج و تحقق امكانيات التخصـــيص الكامل لتفاصيل عمليه التقطيع .
	Idea maker	يتميز بسـهوله الأسـتخدام و دعمه للطابعات متعدده سـواء كانت من نفس البرنامج او برامج اخري .

جدول رقم (1) يشرح اهميه كل تطبيق علي تقنيه الطباعة ثلاثيه الأبعاد .
المصدر (الباحثه)

خامسا : الخامات المستخدمه في التصنيع ثلاثي الأبعاد .

الطباعة ثلاثيه الأبعاد تســـتخدم مجموعه متنوعه من الخامات و التي تختلف بناء عن التقنيات المســـتخدمه و نوع الطابعه و المنتج النهائي المرغوب فيه و ســـوف نتعرف عليها في هذا البحث و قد قطعت المواد المتاحة للطباعة ثلاثية الأبعاد شـــوطا طويلا منذ الأيام الأولى لهذه التكنولوجيا. يوجد الآن مجموعة واســـعة من أنواع المواد المختلفة، والتي يتم توفيرها في حالات مختلفة (مســـحوق، خيوط، كريات، حبيبات، الراتنج وغيرها). الخيوط هي المادة التي يتم اســـتخدامها في الأغلب من قبل الطابعات لإنشـاء المجسـمات. حيث تأتي في مجموعة متنوعة من الأحجام والأنواع والألوان، وهذا يتوقف إلى حد كبير على ما تريد إنشاءه. الخيوط مصنوعة من مجموعة متنوعة من المواد.

و سوف يتناول هذا البحث اكثر الانواع استخداما في الطباعة ثلاثيه الأبعاد في العماره الخارجيه و العماره الداخليه و الأثاث :



شكل رقم (6) يشرح أنواع الخامات المستخدمه في التصميم الداخلي و الأثاث .
المصدر : الباحثه .

- البلاستيك :

ينقسم خامه البلاستيك الي اربع انواع مختلفه تستخدم في الطباعة ثلاثيه الأبعاد و سوف نتعرف عليهم :

1- **خامه PLA :** و تعتبر من الخامات الشائعه و سهله الأستخدام و صديقه البيئه و تتميز بأنها سهله التحلل و تستخدم عاده في الطابعات المنزليه او التعلميه .

2- **خامه ABS :** من اكثر الخامات التي تتميز بالمتانه و قوه التحمل في درجات الحراره العاليه و لكن تحتاج الي درجه حراره للطباعة مرتفعه و ينتج عن ذلك رائحه قويه عند الطباعة .

3- **خامه PETG** : هي خامه تجمع بين صفات خامتي PLA و ABS حيث تجمع بين المرونه و القوه و تتميز بالمقاومه العاليه للرطوبه .

4- **خامه NYLON** : هي خامه قويه جدا و مرنه و مقاومه للتأكل و الحراره و تستخدم في الطباعة الصناعيه للأجزاء الميكانيكيه .

- المعادن :

ينقسم الي ثلاث انواع و هم :

1- **الفولاذ المقاوم للصدأ :** يستخدم في الطباعة ثلاثيه الأبعاد للأجزاء المعماريه و الميكانيكيه .

2- **التيتانيوم :** يتميز بخفه الوزن و المتانه و القوه و يستخدم في المجالات الطبيه .

3- **الألومنيوم :** يستخدم في التطبيقات التي تتطلب خامه خفيفه الوزن و قويه .

- الخزف (السيراميك):

يتم استخدام السيراميك في الطباعة ثلاثيه الأبعاد لانتاج الأشكال الفنيه و ادوات المائده و المجوهرات كما يمكن تلوينه و زخرفته بعد الطباعة .

- المواد المرنه :

يستخدم عاده في المنتجات التي تحتاج الي مرونه مثل الاحذيه و الأغلفه الواقيه و الأجهزه المطاطيه .

- الراتنجات :

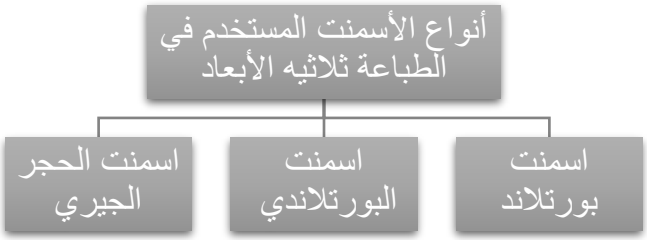
تستخدم في الطابعات ثلاثيه الأبعاد التي تعمل بتقنيه SLA و DLP و تتوفر بأنواع مختلفه مثل الراتنجات الشفافه المرنه و الراتنجات ذات الدقه العاليه.

- المواد الحيويه :

تستخدم في الطباعة الحيويه لتطوير الأنسجه و الخلايا البشريه و تستخدم بشكل اساسي في الأبحاث الطبيه و الهندسه الحيويه. فيعتبر اختيار الخامه يعتمد بشكل كبير علي التطبيق المطلوب و نوع الطباعة المستخدمه و الخصائص الميكانيكيه و الفيزيائيه التي يحتاجها المنتج النهائي .

الخامات المستخدمه في العماره بالطباعة ثلاثيه الأبعاد :

قد غيرت الطباعة ثلاثية الأبعاد الصناعة الإنشائية، مما يسمح للمهندسين والمعماريين بخلق أشكال وهياكل معقدة، وبدقة وسرعة فائقة. واحدة من التطبيقات الأكثر وعودًا للطباعة ثلاثية الأبعاد في الإنشاءات هي استخدام الخرسانة، وهي مادة مستخدمة على نطاق واسع يمكن طباعتها بأشكال وأحجام متعددة لإنشاء كل شيء من الجدران إلى الجسور لصنع الخرسانة المطبوعة ثلاثية الأبعاد، يتم استخدام خلطات الأسمنت الخاصة التي صُممت لتنسيقها من خلال فوهة الطابعة. هذه الخلطات تتميز بلزوجة أعلى من الخرسانة التقليدية، مما يسمح بطباعتها بطبقات دون الانحناء أو الانهيار و سوف نتعرف علي هذه الأنواع.



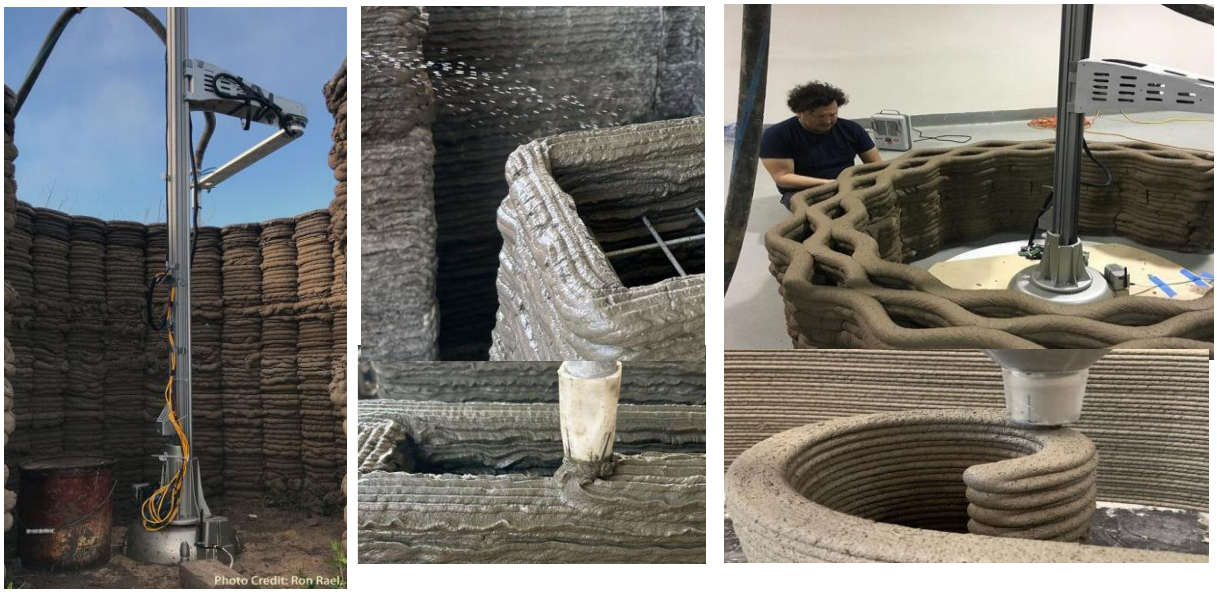
شكل رقم (7) يوضح أنواع الأسمنت المستخدم في الطباعة ثلاثيه الأبعاد .
المصدر : (الباحثه).

أسمنت بورتلاند : و يعتبر الأسمنت الأكثر استخدامًا للطباعة الخرسانة ثلاثية الأبعاد يتم استخدام هذا النوع من الأسمنت في الأعمال الإنشائية وهو الأفضل دائما في البناء .

الأسمنت البورتلاندي المضاد للكبريتات : يتم استخدامه في الاراضي و التربة المالحة و المناطق الساحلية.

أسمنت الحجر الجيري :يستخدم للديكور والتشطيبات بحيث لا يمكن استخدامه في الصبيات و البناء الاساسي

بالإضافة إلى نوع الأسمنت المستخدم، يمكن أن تؤثر العوامل الأخرى أيضًا على خصائص الخرسانة المطبوعة ثلاثية الأبعاد، مثل حجم وشكل فوهة الطابعة وسرعة الطباعة وسماكة الطبقة. يمكن للمهندسين والمعماريين إنشاء هياكل خرسانية ليست فقط قوية ومتينة، ولكن تتحلى أيضًا بالجماليات وصديقة للبيئة.



صوره رقم (10) يوضح شكل الخرسانه المستخدمه في الطباعة ثلاثيه الأبعاد .

https://www.sheffield-pottery.com/ https://ultimate3dprintingstore.com/

سادسا : الصناعه ثلاثيه الأبعاد و دورها في تحقيق الاستدامه .

تساهم الطباعة ثلاثيه الأبعاد في الأستدامه بعده طرق مختلفه حيث تعتبر تقنيه مبتكره يمكن ان تقلل من التأثير البيئي و تحسين كفاءه الأنتاج و من هنا سوف نتعرف علي هذا التقنيات التي تحقق الأستدامه :

1- **تقليل الهدر في المواد** : تعتمد علي أضافه طبقات من الماده بدقه عاليه لتشكيل منتج نهائي مما يقلل بشكل كبير في الهدر مقارنه بطرق التصنيع التقليديه التي تعتمد علي القطع و التشكيل من المواد الصلبه.

2- **استخدام مواد مستدامه** : حيث يمكن استخدام مواد معاد تدويرها و قابله للتحلل مثل البلاستك المشتق من النباتات او المعاد تدويرها مما يساهم في تقليل الأعتماد علي المواد غير المتجدده .

3- **الأنتاج المحلي** : يمكن تصنيع المنتجات محليا حسب الطلب مما يقلل الحاجه الي النقل و الشحن لمسافات طويله مما يقلل من التلوث البيئي للشاحنات .

4- **التصنيع علي حسب الطلب** : حيث يتم التصنيع علي حسب الأعداد المطلوبه بدلا من انتاج كميات كبيره من المنتجات و تخزينها لفترات طويله مما يقلل من الفاقد و المواد الزائده .

5- **اعاده تدوير النفايات :** بعض التقنيات الطباعة ثلاثيه الأبعاد تسمح بأعاده تدوير النفايات البلاستيكيه او المعدنيه و تحويلها الي مواد أوليه قابله للأستخدام مره اخري .

و من هنا سوف يتضح لنا ان الطباعة ثلاثيه الأبعاد تعتبر وسيله فعاله لتحسين الأستدامه في العديد من الصناعات بفضل قدراتها علي تقليل الهدر و استخدام مواد مستدامه و الأنتاج بكفاءه أعلي .

و من تحقيق الاستدامه استخدام خامات معاد تدويرها في الطباعة ثلاثيه الأبعاد و سوف نتعرف عليها :

الورق(Paper): نوع الورق العادي(4A) عبارة عن مادة للطباعة ثلاثيه الأبعاد تســـتخدم فى طريقة الطباعة (SDL) ،وتتميز بســـهولة الوصـــول اليها فهى متوفرة محليا وتكلفتها قليلة ، والنماذج ثلاثيه الأبعاد المطبوعة بالورق صـــديقة للبيئة وآمنة تماما ، ويمكن إعادة تدويرها بسهولة .

صوره رقم (11) يوضح الطباعة بالورق المعاد تصنيعه .
https://www.dezeen.com/

السيراميك :

هو مادة أضيفت مؤخرا لمجموعة المواد المختلفة التى تستخدم فى عمليات الطباعة الثلاثيه والذى أثبت نجاحه على عده مستويات، و هي تخضع الى نفس الظروف التي تحتاجها السيراميك بالطرق التقليدية الانتجايه و التي تطلق عليها الحرق و التزجيج.

صوره رقم (12) يوضح مادة السيراميك اثناء الطباعة ونماذج بعد الطباعة.
https://www.kettle.co/post/3d-printer

النتائج :

- التقنيات الحديثه مثل الطباعة ثلاثيه الأبعاد في طريقها الي استحواذ علي كل الطرق التصميمه و التنفذيه .
- لكل تقنيه مميزات و عيوب يجب معرفتها لتحديد الأحتياجات الخاصه لكل مشروع وتحديد ما هي التقنيه المناسبه لة .
- التقنيات الحديثه تساعد المصمم الي الأبتكار في التصميم و سهوله التنفيذ دون وجود اي عوائق .
- تحقيق افضل التصميمات من حيث البعد الجمال و البعد الوظيفي بأقل الامكانيات الماديه و توفر عدد كبير من العماله و التقليل من مخاطر العمل .
- تساعد التقنيات الحديثه علي تعلم برامج تكنولوجيا حديثه مثل برمجيات النمذجه و التقطيع و الطباعة .
- تسمح تقنيه الطباعة ثلاثيه الأبعاد بأستخدام الكثير من الخامات علي نطاق واسع و لكل خامه تتطبيقتها الخاصه بها .
- تعتبر تقنية الطباعة ثلاثيه الأبعاد و الاستدامه مكملان لبعضهما البعض فهذه التقنية تحقق الكثير من متطلبات الأستدامه والحفاظ على البيئة وصحة المستخدمين، فدراسة النماذج أثبتت مدى فعالية توظيف التقنية فى العمارة والتصميم الداخلى المستدام.

التوصيات :

- توعيه المؤسسات التعلميه علي الحرص في توفير اعضاء هيئه تدريس لديها الخبره علي شرح التقنيات الحديثه و طرق العمل بها بسهوله .
- تحتاج الدولة أن توجه أنظارها الى هذه التقنية الحديثة لتحقيق أقصى أستفادة منها فى البناء والتصميم الداخلى وخاصة التصميم المستدام.

- تشجيع الباحثيين علي نشر خبراتهم في المجالات التكنولوجيه الحديثه و مسعادتهم علي الدراسه و البحث في كل ما هو جديد في المجال التكنولوجي .

المراجع العربيه :

1- رشيد، حسان. "الطباعة ثلاثية الأبعاد ".*مجلة البحوث والدراسات*، كلية المعلمين، جدة، السعودية. العدد 5 (فبراير 2016).

1- rashid, hasaan. "altibaeat thulathiat al'abeadi." majalat albuhuth waldirasati, kuliyat almuealimina, jidat, alsueudia. aleadad 5 (fbrayir 2016).

2- صفي، أحمد محمد. "الطباعة ثلاثية الأبعاد وأثرها على المصمم الداخلي ".*مجلة العمارة والفنون*، كلية الفنون التطبيقية، جامعة بني سويف. العدد الحادي عشر، الجزء الثاني.

2- safi, 'ahmad muhamad. "altibaeat thulathiat al'abead wa'atharuha ealaa almusamim aldaakhili." majalat aleimarat walfunun, kuliyat alfunun altatbiqiati, jamieat bani suayf. aleadad alhadi eashra, aljuz' althaani.

3 - صابر، كريم مصطفى .*دور التكنولوجيا الإحلالية في تصميم وتطوير منتجات التصميم الصناعي* .أطروحة دكتوراه، كلية الفنون التطبيقية، جامعة حلوان، 2017.

3 - sabir, karim mustafaa. dawr altiknulujia al'iihlaliat fi tasmim watatwir muntajat altasmim alsinaeii. 'utruhat dukturah, kuliyat alfunun altatbiqiati, jamieat hulwan, 2017.

4 - جابر، يحيى عبد العزيز. "التكامل بين الطباعة ثلاثية الأبعاد والاستدامة في العمارة والأثاث ".*مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية* .8 (2023): 76-96

4 - jabir, yahyaa eabd aleaziza. "altakamul bayn altibaeat thulathiat al'abead walaistidamat fi aleimarat wal'athathi." majalat aleimarat walfunun waleulum al'iinsaniat 8 (2023): 76-96.

المراجع الاجنبيه :

5 - Bi, Xiaoyu, and Runzhou Huang. "3D printing of natural fiber and composites: A state-of-the-art review." *Materials & Design* 222 (2022): 111065.

6- Kerbelis, C. *Setting up the Hardware and Software for a 3D Printer*. Design Team 8, ECE 480, March 28, 2014.

7- Chandrakar, Alok Kumar, and Amit Kachhawaha. "Application of Additive Manufacturing on Three Dimensional Printing." *IJSR* 4 (2015): 2012-2016.

الدوريات :

8- الخليلي، أمل. "الطابعة ثلاثية الأبعاد: عالم جديد من التكنولوجيا ".*مجلة العلوم بالعربية*، العدد الخامس، يناير 2016.

8- alkhalili, 'amla. "altaabieat thulathiat al'abeadi: ealim jadid min altiknulujya." majalat aleulum bialearabiati, aleadad alkhamis, yanayir 2016.

9 - عبدالله، إبراهيم. "تكنولوجيا التعليم ".المجلة الدولية للتعليم بالإنترنت، العدد 1، ديسمبر 2016

9 - eabdallah, 'iibrahim. "tiknulujia altaelimi." almajalat aldawliat liltaelim bial'iintirnti, aleadad 1, disambir 2016

مواقع الأنترنت :

10- https://www.innotech.om/blog1/concrete-printing
11- https://geeksvalley.com/tutorial/3d-printing-materials-guide/5/
12- https://www.sheffield-pottery.com/
13- https://www.kettle.co/post/3d-printer
14- https://www.dezeen.com/
15- https://ultimate3dprintingstore.com/
16- https://www.trendhunter.com/
17- https://www.slideshare.net/slideshow/3d-printing-technology-in-architecturepdf/266394361#16