Dirasat: Human and Social Sciences, Volume 51, No. 5, 2024

Deanship of Scientific Research

The Role of 3D Printing Technology in Furniture Design and Manufacturing

Mueed Salameh Abd Almajid Alhajaj [1], ***Omran Mohamed Ahmed Hassan*** [2*], ***"Mohamad Ashraf" Abdel Aziz El Khattat*** [1]

[1]Department of Interior Design, Faculty of Architecture and Design, Al-Ahliyya Amman University, Amman, Jordan

[2] Department of Multimedia & Graphic Design, Faculty of Architecture and Design, Al-Ahliyya Amman University, Amman, Jordan

Received: 14/2/2022
Revised: 29/3/2023
Accepted: 26/9/2023
Published online: 27/8/2024

* *Corresponding author:*
as_elkhattat@ammanu.edu.jo

Citation: Alhajaj , M. S. A. A. ., Mohamed Ahmed Hassan, O. . ., & El Khattat , "Mohamad A. A. A. . (2024). The Role of 3D Printing Technology in Furniture Design and Manufacturing. *Dirasat: Human and Social Sciences*, *51*(5), 399–415. https://doi.org/10.35516/hum.v51i5.407

© 2024 DSR Publishers/ The University of Jordan.

This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY-NC) license https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/

Abstract

Objectives: The research aims to study the role of 3D printing technology in furniture design and manufacturing, due to its significant contributions in achieving products that match the required design for production (printing). The research also investigates methods of deposition-based shaping, materials used in 3D printers, and the processes of designing and printing models in furniture design.

Methods: The research adopts the descriptive-analytical methodology. A questionnaire and interviews were designed for interior designers, academics in the field of interior design, and specialized interior design companies. Utilizing qualitative methods, the employment of 3D printing technology in furniture design was studied.

Results: The research indicates that 3D printing technology contributes highly to obtaining a product that conforms to the design to be manufactured, and the Fused Deposition Modeling (FDM) method is one of the most important methods of 3D printing technology used in the process of producing designs with innovative ideas in the field of Interior design and furniture. The materials used in 3D printers are safe and fire-resistant, and it helps in making designs easy and making the necessary adjustments before starting the final manufacturing processes by producing preliminary samples for the design. The results also indicated the significant impact of 3D printing in saving time, effort, cost, and raw materials used when designing and manufacturing furniture.

Conclusions: 3D printing technology provides designers limitless opportunities for creativity in furniture design and aids in quantitatively producing furniture, in addition to its application in creating initial samples for manufacturing processes.

Keywords: 3D printing, furniture design, furniture manufacturing.

دور تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد في تصميم وتصنيع الأثاث

معيد سلامه عبد المجيد الحجاج [1]، ***عمران محمد أحمد حسن*** [2*]، ***"محمد أشرف" عبد العزيز الخطاط*** [1]

[1]قسم التصميم الداخلي، كلية العمارة والتصميم، جامعة عمان الأهلية، عمان، الأردن

[2]قسم الوسائط المتعددة والتصميم الجرافيكي، كلية العمارة والتصميم، جامعة عمان الأهلية، عمان، الأردن

ملخّص

الأهداف: يهدف البحث إلى دراسة دور تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد في تصميم وتصنيع الأثاث، لما لهذه التقنية الحديثة من إسهامات كبيرة في الحصول على منتج مطابق للتصميم المطلوب تصنيعه (طباعته). كما يهدف إلى دراسة طرق التشكيل بالترسيب المنصهر، والمواد المستخدمة في الطابعات ثلاثية الأبعاد، وعمليات تصميم وطباعة نماذج في تصميم الأثاث.

المنهجية: يعتمد البحث على المنهج الوصفي التحليلي؛ حيث تم تصميم استبانة مقابلات لمصممين داخليين وأكاديميين في مجال التصميم الداخلي، وشركات مختصة في مجال التصميم الداخلي. وباستخدام المنهج النوعي، تم دراسة توظيف تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد في مجال تصميم الأثاث.

النتائج: تشير نتائج البحث إلى أن تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد تساعد في عمل التصميمات وإجراء التعديلات اللازمة قبل البدء بعمليات التصنيع النهائية المتمثلة بإنتاج عينات أولية للتصميم. وتسهم على نحو فعال في الحصول على منتج مطابق للتصميم المطلوب تصنيعه، كما أن طريقة التشكيل بالترسيب المنصهر من أهم طرق تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد المستخدمة في عملية إنتاج التصميمات ذات الأفكار الإبداعية والمبتكرة في مجال التصميم الداخلي والأثاث. بينت النتائج أن المواد المستخدمة في الطابعات ثلاثية الأبعاد آمنة ومقاومة للحريق وأن تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد لها دورًا هامًا في تحقيق الأبعاد الوظيفية والجوانب الجمالية في تصميم وتصنيع الأثاث. كما أشارت النتائج إلى التأثير الكبير للطباعة ثلاثية الأبعاد في توفير الوقت والجهد والتكلفة والمواد الخام المستخدمة عند تصميم وتصنيع الأثاث.

الخلاصة: تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد تمنح المصمم آفاق لا متناهية من القدرة على الإبداع في عملية تصميم الأثاث وتساعد في إنتاج الأثاث على نحو كمي فضلا عن استخدامها في إعداد العينات الأولية لعمليات التصنيع.

الكلمات الدالة: الطباعة ثلاثية الأبعاد، تصميم الأثاث، صنيع الأثاث.

المقدمة:

في سياق تطوير تقنيات عالية التقنية، ظهرت تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد مع تطور العصر؛ حيث تتميز تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد بمزايا التطوير الرقمي والذكي ويمكن تخصيصها لمنتجات معينة؛ حيث تقوم بتصنيع مجسمات ثلاثية الأبعاد من خلال طبقات فوق بعضها البعض. وفي السنوات الأخيرة ومع تطور هذه التقنية التي أصبحت أكثر تقدمًا، تم استخدام تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد على نطاق واسع في الطيران والنقل والتصنيع وغيرها من المجالات (Li Zhang, 2013).

الطباعة ثلاثية الأبعاد تعد أحد طرق الإنتاج وتحظى في الوقت الحاضر بمزيد من الاهتمام (دومة وآخرون،2018)، وتقنية الطباعة ثلاثاية الأبعاد ظهرت في الثمانينيات من القرن العشرين عندما حصل العالم تشارلز هال(Charles Hull) على أول براءة اختراع على طابعته (Stereo (SLA) (lithography التي تتيح طباعة مجسم ثلاثي الأبعاد.

وفي الوقت الحالي يتم التركيز على تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد ودورها المستقبلي بأنها ستكون الطفرة الرائدة لتضع نهاية لعملية التصنيع التقليدية الحالية (حسين وحسن،2016، ص205)؛ حيث يتم استخدام تعريف "استخدام عملية التصنيع الآلي القائمة على التصميم بمساعدة الكمبيوتر لإنشاء الأجزاء المستخدمة مباشرة كمنتجات أو مكونات نهائية" لوصف التصنيع الإضافي (AM) (Majewski, ; 2011, p. 197-234) بينما يستخدم التعريف في الأصل لوصف التصنيع السريع(Hopkinson N,Athers, 2006) ولكن وفقًا لـ(.Buswell et al, 2007:16; 224-7) التصنيع السريع، والنماذج الأولية السريعة، والتصنيع الصلب الحر، وتقنيات التصنيع المضافة تعطي نفس مجموعة العمليات الخاصة بالمنتج النهائي لتصنيع الأثاث . والتصنيع الإضافي (AM) هو مجال يتوسع باستمرار (Valiyousefi, M et al, 2019) الذي تم استخدامه لأول مرة في صناعة الأثاث في تطبيقات مثل الطباعة ثلاثية الأبعاد لقطع الأثاث والمكونات والمفاصل.

تصنيع الأثاث عن طريق تقسيم التصاميم ثلاثية الأبعاد إلى طبقات صغيرة جدا باستخدام برامج التصميم ومن ثم يتم تصنيعها باستخدام الطابعات ثلاثية الأبعاد عن طريق طباعة طبقة فوق الأخرى حتى يتكون الشكل النهائي (البلاوالي، 2015).

تُعَدّ تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد أسرع وأسهل كما تتيح للمصممين القدرة على طباعة أجزاء متداخلة معقدة التركيب وهي بذلك تختلف جوهريًا عن طرق التصنيع التقليدية التي تواجه الكثير من المعيقات لاعتمادها بصورة واسعة على العامل البشري، كما تعد الطابعات ثلاثية الأبعاد ثورة علمية وتكنولوجية التي يتم استخدامها في مجالات الحياة المختلفة، كالطب والهندسة والتعليم والعلوم وطب الأسنان وصولًا إلى التصميم الداخلي والأثاث (مهران، 2019، ص327). وأكثر تقنيات الطباعة ثلاثية الأبعاد استخدامًا في تصنيع الأثاث هي تصنيع الفتيل المنصهر (FFF) ونمذجة الترسيب المنصهر (FDM) (Ayidin, M et al, 2015) (Smardzewski, J et al,2016).

وفي هذه الدراسة تناولنا تقنيات الطباعة ثلاثية الأبعاد والبرمجيات الحاسوبية المستخدمة في الطباعة ثلاثاية الأبعاد، وتحليل عينات الأثاث المنتج من خلال الطباعة ثلاثاية الأبعاد وتأثير الطباعة ثلاثية الأبعاد في خفض الجهد والتكلفة والمواد الخام، وتم تصميم استبانة مقابلة شخصية مع عدد من(المصممين الداخلين، أكاديميين في مجال التصميم الداخلي، وشركات مختصة في مجال التصميم الداخلي) لهم اهتمامات في توظيف تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد كأداة لتصنيع التصاميم المختلفة في مجال التصميم الداخلي والأثاث.

مشكلة الدراسة:

تتحد مشكلة البحث في دراسة دور تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد في تحقيق الأبعاد الوظيفة والقيم الجمالية وتوفير الوقت والجهد والتكلفة والمواد الخام المستخدمة في تصميم وتصنيع الأثاث.

أهمية الدراسة:

دراسة دور تقنية الطباعية ثلاثية الأبعاد في عمليات تصميم وإنتاج الأثاث، وأهمية توظيف تكنولوجيا الطباعة ثلاثية الأبعاد في إنتاج الأثاث الكمي، توظيف تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد كأداة في توفير الوقت والجهد والتكلفة والمواد الخام المستخدمة في أثناء عمليات التصنيع.

أهداف الدراسة:

تهدف الدراسة إلى قياس مدى توظيف تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد كأداة لتصنيع التصاميم المختلفة في مجال إنتاج الأثاث.

منهجية البحث:

يعتمد البحث على المنهج (الوصفي التحليلي)؛ حيث تمت دراسة تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد ودورها في تصميم وتصنيع الأثاث؛ حيث تم القيام

بجمع كمٌ من البيانات والمعلومات؛ ليتم بعد ذلك توضيح العلاقة بين متغيرات البحث التي جاءت في صورة أسئلة وفروض، ومن ثم استخدام أدوات التحليل الإحصائية لتحليل البيانات والمعلومات، ثم وضع النتائج والتوصيات.

أسئلة الدراسة:

- ما هو دور تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد في تحقيق الأبعاد الوظيفة والقيم الجمالية في مجال تصميم وتصنيع الأثاث؟
- ما هو دور تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد في توفير التكلفة والوقت والمواد المستخدمة وتحسين الجودة في تصميم وتصنيع الأثاث؟

فرضيات الدراسة:

الفرضية الأولى: تلعب تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد دورًا هامًا في تحقيق الأبعاد الوظيفة والقيم الجمالية في مجال تصميم وتصنيع الأثاث.

الفرضية الثانية: تلعب تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد دورًا هامًا في توفير الوقت والجهد والتكلفة والمواد الخام المستخدمة والمتانة عند تصميم وتصنيع الأثاث.

حدود الدراسة:

الحد الموضوعي: دراسة توظيف تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد (3D printing) في تصميم الأثاث.

الحد الزماني: منذ عام 2015م وحتى عام 2022م.

الحد المكاني: الأردن.

الدراسات السابقة:

أهتم البحث باستعراض عدد من الدراسات في توظيف تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد في تصميم وتصنيع الأثاث؛ حيث تناولت دراسة (مهران، 2019) بعنوان " تطبيقات الطباعة ثلاثية الأبعاد في مجال التصميم الداخلي والأثاث " التي تهدف إلى تطبيقات اتجاهات التصميم الحديثة، وأكدت الدراسة على أن الطباعة ثلاثية الأبعاد ما هي إلا وسيلة مساعدة للمصمم الداخلي، تختصر مراحل التشغيل للحصول على المنتج وتحسين جودة المنتج وتخفض تكلفة المنتج وأوجه التشابه والاختلاف في إنتاج تصاميم من خلال الطابعات ثلاثية الأبعاد، كما تناولت دراسة (زكريا، 2018) بعنوان " الطباعة ثلاثية الأبعاد وأثرها على المصمم الداخلي وعملية التصميم الداخلي " حيث أكدت الدراسة على أهمية الإمكانات التي تقدمها تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد، وأن تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد لها دور كبيرة حيث تسمح بالخروج عن الإطار الذي تفرضه عليه أساليب التصنيع التقليدية وأيضا تعرُّف الاختلافات الجوهرية بين عناصر التصميم الداخلي المصنعة بتقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد وأساليب التصنيع التقليدية، وجاءت دراسة (حسين وآخرون، 2016) بعنوان: " تطبيق تكنولوجيا الطباعة ثلاثية الأبعاد في إنتاج الأثاث الكمي " لتعرُّف استخدام تكنولوجيا الطباعة ثلاثية الأبعاد على تطور نظم إنتاج الأثاث من حيث الإنتاج الكمي لوحدات الأثاث ذات الطابع الخاص وتحسين مستوى الجودة ورفع مستوى كفائة الأداء، وإمكانية توظيف تكنولوجيا الطباعة ثلاثية الأبعاد في إنتاج الأثاث الكمي وإكسابه مميزات جديدة تؤدي إلى إنتاج تصميمات أثاث مبتكرة وبمنتهى الدقة، وإمكانية إجراء تعديلات على التصميم في أثناء عملية التنفيذ، وتوفر تكنولوجيا الطباعة ثلاثية الأبعاد الوقت واستخدام المواد الخام وتكلفة أقل وبالإضافة إلى جودة عالية للمنتج، وذلك من خلال إجراء مقارنة بين طرق التصنيع التقليدي وتكنولوجيا الطباعة ثلاثية الأبعاد.

كما تناولت دراسة (Felek, 2020) بعنوان "A New Era in Furniture Production: 3d Printer عصر جديد في إنتاج الأثاث: الطباعة ثلاثية الأبعاد" هدفت الدراسة إلى تعرُّف الإمكانات التي تقدمها تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد للمصمم واستخدامها في مجال تصميم الأثاث وتسليط الضوء على أهمية استخدامها في عمليات الإنتاج الضخم للأثاث من خلال عرض عينات متعددة وتحليلها لأثاث تم إنتاجه بالكامل من خلال تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد وعدم اختصارها على النماذج الأولية فقط، للوصول لأهداف الدراسة تم استخدام المنهج الوصفي التحليلي.

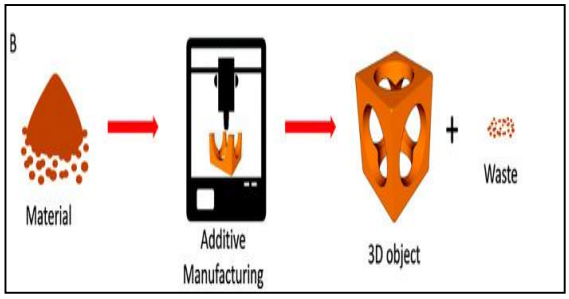
كما أكدت الدراسة من خلال النتائج أن تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد توفر الحرية للمصمم في عملية التصميم مما يجعل من الممكن إنتاج أشكال هندسية معقدة بسهولة ومن الصعب الحصول عليها بالطرق التقليدية، أيضا يتم استخدام الطابعات ثلاثية الأبعاد من قبل عدد من الشركات في عمليات تصميم وتصنيع الأثاث، يتم فحص عمليات الاستخدام هذه تحت ثلاثة عناوين رئيسية وهي: تصنيع الأثاث على نحو كامل، تصنيع بعض أجزاء الأثاث، تصنيع أدوات الربط والتجميع.

من خلال استعراض عدد من الدراسات يتضح أنها أهتمت بعرض الجوانب التقنية للطباعية ثلاثية الأبعاد وايضًا الأهتمام باستخدامها في عمليات الإنتاج الضخم للأثاث وإمكانية توظيف تكنولوجيا الطباعة ثلاثية الأبعاد في إنتاج الأثاث الكمي وإكسابه مميزات جديدة تؤدي إلى إنتاج تصميمات أثاث مبتكرة، كما أن تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد تختصر مراحل التشغيل للحصول على المنتج، وتختصر الوقت اللازم لتسويق منتج جديد وتحسين

جودة المنتج كما أنها تخفض تكلفة المنتج، وأيضا أكدت الدراسات السابقة على أن تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد ذات كفائة في استهلاك الطاقة، وهي جوانب مهمة ساعدت في دراسة دور الطباعة ثلاثية الأبعاد في تصنيع الأثاث من خلال الأبعاد الوظيفية ووالقيم الجمالية والخامات المستخدمة ومدى تقبل السوق العربي لفكرة توظيف تلك التقنية في تصنيع وإنتاج الأثاث.

تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد:

تُعَدّ تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد هي أحد طرق التصنيع بالإضافة (Manufacturing Additive) شكل (1)؛ حيث يمكن تصنيع منتج ثلاثي الأبعاد مجسم وملموس من خلال تصميمه على أحد برامج التصميم على الحاسوب ومن ثم طباعته (تصنيعه) من خلال تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد، وتتمم عملية الطباعة عن طريق رص طبقات الخامة فوق بعضها البعض حتى يكتمل شكل التصميم المطلوب طباعته، وتتيح تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد تصنيع تصاميم ذات أفكار وأشكال معقدة وبخامات مختلفة ومن الصعب الحصول عليها بالطرق التقليدية (Johnson and Mowry, 2015, p. 730).



الشكل (1): يوضح آلية عمل تقنيات التصنيع بالإضافة (Additive Manufacturing).

المصدر:https://bitfab.io/blog/additive-manufacturing

يعود تاريخ ظهور تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد إلى أكثر من ثلاثين عامًا (الثمانينيات من القرن الماضي)، يُعَدّ تشارلز هال (Charles Hull) على نحو عام مخترع الطباعة ثلاثية الأبعاد في عام 1983م، بدأ هال العمل على تطوير طلاءات قابلة للمعالجة بالأشعة فوق البنفسجية لتحسين متانة أجهزة الكمبيوتر اللوحي. كانت هذه الطلاءات تتكون من الراتنج (Resins) والبوليمر (Polymer) الذي يتفاعل مع ضوء الأشعة فوق البنفسجية والهواء ليتحول إلى مادة صلبة، بدأ هال يتخيل جهازًا يمكن أن يعالج هذا الراتنج في طبقات متتالية لتشكيل مجسم ثلاثي الأبعاد (البلاوالي، 2015، صفحة 10).

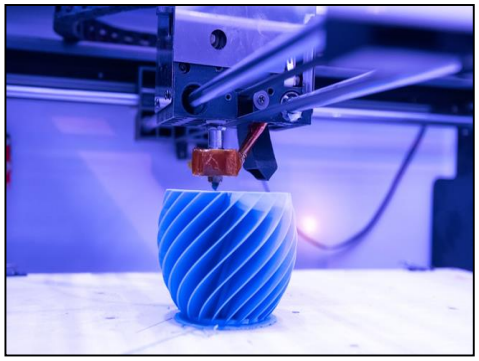
توجد اليوم ثلاث تقنيات شائعة لطباعة البلاستيك ثلاثية الأبعاد.

1.طريقة الإستيريوليثغرافي (SLA) Stereo Lithography.

2.طريقة تلبيد الليزر الانتقائي (SLS) Selective Laser Sintering.

3.طريقة التشكيل بالترسيب المنصهر Fused Deposition Modelling (FDM).(Almaliki - 2017)

حيث تستخدم طرق وخامات متعددة في الطباعة ثلاثية الأبعاد منها التشكيل بالترسيب المنصهر (FDM (Fused Deposition Modelling شكل (2)؛ حيث يعتمد على خامات مثل (النايلون Nylon - المواد البلاستيكية الحرارية (ABS) Acrylonitrile Butadiene Styrene - بوليمر الخشب المركب Lay Wood - مادة البولي فينيل الكحول (PVA) Polyvinyl alcohol - مواد التحلل البيولوجي للبلاستيك (PLA) Polylactic Acid - السيراميك والأسمنت Ceramics &concert) بعد الانتهاء من عملية التصميم على أحد برامج التصميم 3D max يتم نقل التصميم إلى برنامج (Cura) هو برنامج مفتوح المصدر خاص بالطابعات ثلاثية الأبعاد يقوم بتقطيع وتحويل صيغة التصميم المراد طباعته إلى صيغة (STL) (Standard Tessellation Language) تعني لغة معيار التغطية الفسيفسائية أو الملف التجسيمي والمقصود بها هو تحويل سطح التصميم الخارجي إلى مثلثات صغيرة.



الشكل (2): يوضح كيفية عمل الطابعة بتحديد نقطة البداية وطباعة طبقة تلو الأخرى.

المصدر: https://www.3dnatives.com/

- مميزات تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد:

تتميز الطابعات ثلاثية الأبعاد بالعديد من المميزات ومن أهمها أنها تشجع المصمم على إنتاج كل ما يقوم بتصميمه أو رسمه من تلك الأفكار الإبداعية، من خلال استخدام طريقة إضافة الطبقات فوق بعضها البعض التي تمكننا من إنتاج أشكال معقدة جدا لا يمكن إنتاجها بالطرق الصناعية

التقليدية بواسطة القوالب والآلات والأيدي العاملة ذات الخبرة (Evans,2012)، كما وأشارت عدة دراسات منها(Lourenço,2019) (عبد العزيز، 2015) (فؤاد، 2019) (البلاوالي، 2015) (أبو سعد، 2015).

يعتمد تصميم الأثاث على وظيفته في الفراغ الذي سيوضع فيه، سواء كان داخليًا أو خارجيًا وبناء على ذلك يتم اختيار الخامة والتقنية المناسبة، فالخامة والتقنية هما المكون الأساسي في تصميم الأثاث بالإضافة إلى أنهما نتيجة مهمة من نتائج التقدم العلمي والتكنولوجي (رمضان، 2017)، فقديما اعتمدت صناعة الأثاث على استخدام تقنيات التصنيع التقليدية، أما حاليًا يتم الاعتماد على تقنيات التصنيع الحديثة والمتطورة كتقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد التي ساهمت في تنفيذ التصاميم ذات الأفكار المبتكرة والحديثة التي تتميز بالخطوط المتداخلة والمنحنية والمستلهمة من الأشكال الهندسية والطبيعة وأصبح العنصر التشكيلي سهل الحصول عليه في قطع الأثاث المختلفة بعيدا عن تعقيدات تقنيات التصنيع التقليدية وأساليب التجميع المعقدة لفكر المصمم المبدع (أبو الإسعاد، 2018)، مما ساهم في تحسين جودة المنتج بالجمع بين التصميم والتصنيع مباشرة، علاوة على خفض تكلفة المنتج والتصميم (Evans, 2012).

- برمجيات تصميم نماذج الطباعة ثلاثية الأبعاد:

تمثل مجموعه من برامج التصاميم على الحاسوب المستخدمة من قبل المهندسين والمصممين لرسم وتطوير وإظهار التصاميم كما ويتم استخدامها في مجالات متعددة كالهندسة الصناعية والعمارة والتصميم الداخلي والأثاث وغيرها.

- **برنامج (3ds Max):**

هو برنامج تصميم وتحريك وإخراج التصاميم ثلاثية الأبعاد بدقة عالية من إنتاج شركة (Autodesk) شكل(3) يقدم مجموعة من أدوات غنية ومرنة لإنشاء تصميمات متميزة مع سهولة التحكم الفني الكامل بها (Bernier, et al, 2015, p. 25).

- **برنامج (ZBrush):**

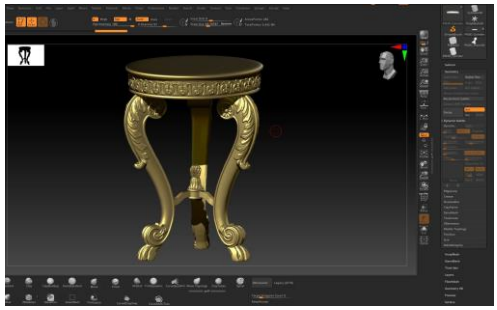
ظهر الإصدار الأول منه في عام 1999م، يستخدم كأداة للتصميم لإنتاج شخصيات الألعاب والأفلام وتصميم التماثيل والمنحوتات والتصميمات العضوية على نحو دقيق جدا شكل(4)، يستخدم طبقات متحركة ديناميكية في أثناء العمل لتمكين المصممين والنحاتين من العمل على عدة طبقات وإلغاء إحداها في حال حدوث أي خطأ في أثناء التصميم (تويج وآخرون، 2020، ص 97).

- **برنامج (Fusion 360):**

أداة قائمة على التقنية السحابية تجمع ما بين التصميم الصناعي والميكانيكي ثلاثي الأبعاد شكل(5) وقدرات التشارك وتشكيل الأدوات ضمن حزمة واحدة لضمان الشكل الجمالي والملاءمة والوظيفة في تصميم المنتجات، من إنتاج شركة (Autodesk) (تويج وآخرون، 2020، ص 97).

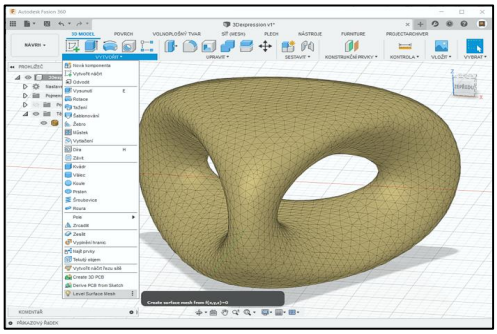
الشكل (3): تصميم ثلاثي الأبعاد على برنامج (3ds Max).

المصدر: https://www.autodesk.com /



الشكل رقم (4): تصميم الشخصيات على برنامج (ZBrush).

https://www.artstation.com/artwork/B1PYnA

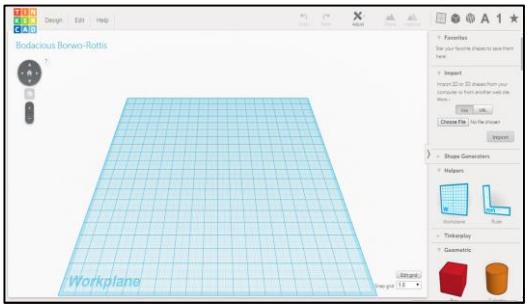


الشكل (5): تصميم ثلاثي الأبعاد بواسطة برنامج (Fusion 360).

المصدر: https://www.cadforum.cz /

- **برنامج (Tinker Cad):**

تطبيق سهل الاستخدام يستند إلى نهج الطبقات في الأساس يجمع بين الأشكال الهندسية المختلفة لإنشاء تصاميم جديدة شكل(6)، كما يُعَدّ برنامج مثالي للمبتدئين ويوفر دروس تعليمية لتعلم كيفية استخدام الواجهة وفهم منطق البناء ولكنه متاح فقط عبر الإنترنت (Bernier, et al, 2015, p. 24).



الشكل (6): الواجهة الأساسية لبرنامج (Tinker Cad).
المصدر: https://www.tinkercad.com/

تصميم الأثاث:

هي عملية ابتكارية ذات نشاط فكري إبداعي تنشأ في العقل وتوجهها إرادة المصمم لحل مشكلة معينة لتحقيق هدف محدد ومن هنا ظهر في الأثاث أفكار واتجاهات حديثة سواء في عملية التصميم أو التنفيذ شكل (7) (رمضان، 2017).

ويشغل الأثاث مكانة ذات طابع خاص في التصميم الداخلي؛ حيث يُعَدّ عمل فني مكتمل الأركان تكون بفضل عملية تصميمية إبداعية قام بها المصمم الداخلي في ظل قدراته الفكرية وتجاربه المتعددة (مرغم، 2020).

كما تُعَدّ التقنيات الحديثة من العوامل التي تؤثر على نحو كبير جدا على العملية التصميمية فكلما زاد التطور التقني كلما انعكس ذلك على العمل التصميمي، هذا الانعكاس يظهر بوضوح على مجال التصميم الداخلي بمفرداته المختلفة من حيث تطور القدرات التشكيلية والاستخدامية وظهور اتجاهات فكرية جديدة ومبتكرة (رمضان، 2017).

يُعَدّ مفهوم تصميم الأثاث أحد مجالات الفن التطبيقي ويعرف بأنه الفكر المرتبط بإيجاد الحلول الوظيفية والجمالية للكتلة، هي عملية تبحث بالتركيب الفيزيائي للمادة التي تتكون منها العناصر وتحدد العلاقة بين العناصر ونوعيتها وأثرها الحسي المنظور كاللون والشكل والملمس (جمال، كامل، 2020).

الشكل (7): يوضح إحدى التصاميم المنتجة بواسطة تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد - للمصمم باتريك جوين (Patrick Jouin).
المصدر: https://www.3dnatives.com/

العملية التصميمية

التصميم الداخلي: يعرف التصميم الداخلي بأنه فن تخطيط وتصميم وتجميل المساحات التي من صنع البشر(أبو صالح،المقدادي، 2020)، وتُعَدّ العملية التصميمية بمثابة الخطوات والمراحل المتبعة في تصميم أي منتج، بداية من طرح المشكلة وصولًا إلى المنتج النهائي، وهي الأساس والقاعدة العلمية أو المنهج المتبع في تصميم المنتجات، والبحث عن تصاميم فريدة من نوعها نجد أن وراءه فكرة ذات طابع مميز عن باقي التصاميم شكل (8)، فالفكرة التصميمية المبتكرة هي التي تمنح التصميم الاختلاف والتميز عن باقي التصميمات الأخرى ويمكن اعتبار فكرة التصميم بمثابة حكاية للعمل التصميمي تحكي هدفها وتعكس ظروفها وتجعل المستخدم يتفاعل ويتعايش، بالتالي تعكس فكر المصمم ومرجعه الذاتي ولا تنتهي الفكرة التصميمية في مرحلة التصميم فقط ولكن تمتد إلى مرحلة التنفيذ. لذلك، عند تطبيق الفكرة، تتسق جميع عناصر التصميم مع بعضها البعض لخدمة الفكرة، وإثراء جميع العناصر نفسها عن طريق الاختيار المدروس لها (الراوي، 2011).

الشكل (8): يوضح الفكرة التصميمة المستخدمة في العمل التصميمي.
المصدر: https://brightside.me

دور تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد في الجوانب الوظيفية لتصميم الأثاث:

ارتبطت الوظيفة في تصميم الأثاث بمحددات تصميمية تتعلق بطبيعة الاستخدام لهذه القطعة والغرض منها ومراعاة قياسات جسم الإنسان، كما وتتعلق هذه المحددات بالوظائف التي تؤديها تلك القطعة وبالتالي فإن طبيعية هذه الوظيفة تؤثر على شكل وحجم وأبعاد ونسب التصميم الخاصة بقطعة الأثاث شكل (9)، لذلك علينا مراعاة حرية الإبداع التشكيلي في نسب هذه القطع المصممة بما يتماشى مع الجانب الوظيفي (إمام، 2016)

الشكل (9): يوضح تصميم مقاعد متعددة الوظائف مما ينعكس إيجابيًا في توفير واستغلال المساحات.

المصدر:-https://www.ilanjoseph.com/furnishing-a-small-condo-with-space-saving-/furniture

دور تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد في القيمة الجمالية لتصميم الأثاث:

القيم الجمالية هي اللغة الرياضية أو الترجمة العددية التي من خلالها يتوصل المصمم في مجال تصميم الأثاث لتشكيل العلاقات المكونة والمترابطة المختلفة لتحقيق أكبر قدر من الاتساق بين الهيئات والأشكال التي يمكن إدراكها داخل العمل التصميمي ومدي فاعليتها في التأثير على المتلقي والمستخدم شكا(10)، والبناء التشكيلي يتسم بالتوازن وقوة التصميم، (حسن، 2022) بقدر هذا الوعي يكون قد نجح المصمم في استخدام أسس وعناصر التصميم في العمل التصميمي المنجز (الساعدي، 2014)

الشكل (10): يوضح انسيابية التصميم والخط المنحني المستمر وجمال العلاقة بين التصميم الداخلي والأثاث من تصميم زها حديد (Zaha Hadid).

المصدر: http://www.alebady.com

دور تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد في الجهد والتكلفة والمواد الخام:

لتقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد دور مهم في توفير عامل المتانة والجودة في التصاميم المنتجة حيث تم تطوير طابعة ثلاثية الأبعاد منخفضة التكلفة باستخدام مجموعة أدوات. تم تطوير التصميم باستخدام Solidworks 2018. لا يتفق جميع العلماء على إمكانية انتشار أكبر للطباعة ثلاثية الأبعاد لدي الأفراد. ولا شك في أن ذلك بسبب العقبات التي دائما ما تكون في الطباعة ثلاثية الأبعاد، مثل بطء معدلات الطباعة، باعتبارها تقنية جديدة إلى حد كبير. ولكن تقل تساهم الطباعة ثلاثية الأبعاد في تقليل التكلفة(K Gomathi - 2021). كما تسهم في التقليل من هدر المواد الخام المستخدمة في التصنيع التقليدي للأثاث مثل الأخشاب والمعادن، حيث تستخدم الطابعات مواد بديلة عالية الجودة، وتقنية الطابعات ثلاثية الأبعاد قادرة على صنع أجهزة عالية الجودة باستخدام العديد من أنواع المواد مثل سيراميك المعادن وأشكالها المركبة، البلاستيك وهي المادة الأكثر استخدامًا في الطباعة ثلاثية الأبعاد.

هذه مادة متنوعة للألعاب والمنتجات المنزلية المطبوعة ثلاثية الأبعاد. والبلاستيك خفيف الوزن وأيضًا يتميز بمتانة عالية ونعومة سطحه على نحو جيد جدًا. عادة ما يتم تصنيع أنواع البلاستيك المستخدمة في هذه العملية من إحدى المواد التالية:حمض البوليستيك Polyastic acid (PLA) هذه مادة صديقة للبيئة. يتكون(PLA) من مخروط السكر ونشا الذرة وبالتالي قابل للتحلل. ويتوفر هذا في شكلين ناعم وصلب. يتم تصنيع البلاستيك من حمض البوليستريك لذلك يتم استخدامه في الصناعات، يُعَدّ حمض البوليستيك أقوى وبالتالي يستخدم في تشكيل المنتجات المثالية، Acrylonitrille (ABS) butadiene styrene أكريلونيتريل بوتادين ستايرين هو أفضل خيار للطابعات ثلاثية الأبعاد المنزلية، كما يتم تقييمها للقوة والسلامة. Mr. A. A. Shinde (– 2020).

تحليل عينات الأثاث المنتج من خلال الطباعة ثلاثاية الأبعاد:

كما وساهم البحث بجمع عدد من العينات التصميمة المنتجة من خلال الطباعة ثلاثاية الأبعاد والعمل على تحليلها لدراسة أثر توظيف تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد في مجال تصميم وتصنيع الأثاث .

العينة رقم 1	اسم العينة	Nobu
	تقنية التصنيع	طريقة التشكيل بالترسيب المنصهر Fused Deposition (Modeling).
	المادة المستخدمة	البلاستيك.
	تحليل العينة	يعكس التصميم طبقات الخطوط المكونة له بوضوح، كما يمثل التصميم غشاء يخفي كونًا خلويًا داخليًا ويعكس كلًا من النعومة والانتظام مع عدم انتظام ضربات القلب والجنون.
	المصمم	Manuel Jiménez Garcia
	المصدر	(Felek, 2020)

الشكل (11)

العينة رقم 2	اسم العينة	SOFA SO GOOD
	تقنية التصنيع	طريقة ستيريوليثغرافي (Stereo lithography).
	المادة المستخدمة	الراتنج (Resins).
	تحليل العينة	يتميز هذا الأثاث بتصميم شبكي معقد وذو وزن خفيف(2.5 كجم) لا يمكن إنتاجه بالطرق التقليدية كدليل على ما يمكن تحقيقه باستخدام الطابعات ثلاثية الأبعاد، يتحمل هذا المقعد وزن 100 كجم كحد أقصى.
	المصمم	Janne Kyttanen
	المصدر	(Aydin, 2015)

الشكل (12)

العينة رقم 3	اسم العينة	One-shot Stool
	تقنية التصنيع	طريقة تلبيد الليزر الانتقائي (Selective Laser Sintering).
	المادة المستخدمة	المعادن على شكل مساحيق.
	تحليل العينة	كرسي وظيفي يتمتع بهيكل ديناميكي يسمح بطيه بسهولة مما يسهل من عملية النقل والتخزين، يتم تصنيعه كقطعة واحدة كاملة بمفصلات مخفية.
	المصمم	Patrick Jouin
	المصدر	(حسين و حسن، 2016)

الشكل (13)

العينة	اسم العينة	Loft Flagship store
رقم 4	تقنية التصنيع	طريقة التشكيل بالترسيب المنصهر Fused (Deposition Modeling).
	المادة المستخدمة	البلاستيك.
	تحليل العينة	تم استخدام تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد في أعمال التصميم الداخلي والأثاث في متجر (Loft Flagship) في اليابان لتعرُّف إمكانيات تلك التقنية في عملية التصميم، التي نتج عنها أنماط مطبوعة غير تقليدية متناغمة مع بعضها البعض في تشكيل العمل التصميمي.
	المصمم	DUS architects
	المصدر	(مهران، 2019)

الشكل (14)

ومن خلال دراسة تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد يتضح لنا عدد من الإمكانات التي تقدمها للمصمم في مجال التصميم الداخلي والأثاث وبالتالي أثرها على عملية التصميم وهي كالآتي:

- تشجع المصمم على إنتاج كل ما يقوم بتصميمه أو رسمه من تلك الأفكار الإبداعية ذات التصميمات العضوية والهندسية المتداخلة والجديدة على أرض الواقع التي كان من الصعب تنفيذها بتقنيات التصنيع التقليدية.
- مكنت المصمم من اختبار تصميمه من خلال إنتاج عينه أولية في أثناء عملية التصميم مما يسمح للمصمم بالوقوف على السلبيات والإيجابيات والعمل على تطويرها للخروج بتصميم ومنتج مطابق لكافة المواصفات القياسية ومن أول مرة.
- سمحت للمصمم بدمج أكثر من خامة في منتج واحد بمنتهى الدقة دون التفكير بعمليات التركيب، أيضا سمحت باستخدام المواد الخام ذات النفاذية للضوء كمادة الرزن (Resins) مما يضيف قيمة إضافية للتصميم.
- سهلت عملية إشراف المصمم على عملية التنفيذ حيث لا يصطدم بعقبات معينة سواء من ناحية الخامة أو تقنيات التشغيل وخطوط الإنتاج، فسمحت بالمشاركة في كافة مراحل الإنتاج وبالتالي أفسحت له المجال للابتكار والإبداع.
- تحرر المصمم من عمليات التجميع لأجزاء المنتج التي يتطلب تجميعها عددًا من العمليات؛ حيث يمكن تصميم أجزاء المنتج بحيث يقوم المستهلك بنفسه بتجميع أجزاء المنتج مما يوفر من التكلفة، ويسهل من عملية التخزين والنقل.

إجراءات البحث:

- **<u>أدوات الدراسة:</u>**

اعتمد البحث على أداة الدراسة التي تم استخدامها والمبنية على مقابلة عدد من(المصممين الداخلين، أكاديميين في مجال التصميم الداخلي، وشركات مختصة في مجال التصميم الداخلي) لهم اهتمامات في كيفية توظيف تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد كأداة لتصنيع التصاميم المختلفة في مجال التصميم الداخلي والأثاث، كبحث نوعي لتوظيف تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد في مجال تصميم الأثاث، ولفهم تأثير تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد (المتغير المستقل) على تصميم الأثاث (المتغير التابع)

المقابلة تتضمن طرح أسئلة مفتوحة على أفراد العينة من مجتمع الدراسة الذي يمكن حصره في خريجي التصميم الداخلي وشركات تصميم وتصنيع الأثاث لجمع البيانات، ولفهم آراء المستجيبين من خلال سلسلة من الأسئلة والإجابات.

- **<u>عينة الدراسة:</u>**

نظرا إلى أن تقنية الطباعة ثلاثاية الأبعاد واستخداماتها في الأردن حديثة وغير منتشرة جاءت عينة الدراسة محدودة وذلك لندرة الشركات التي تستخدم تقنية الطباعة ثلاثاية الأبعاد في مجال تصنيع وإنتاج الأثاث حيث تم تطبيق استبانة المقابلات وهي استبانة نوعية وليست كمية على عدد من (المصممين الداخلين، والأكاديميين في مجال التصميم الداخلي، عدد من الشركات المختصة في مجال التصميم الداخلي)، تم استخدام المقابلة للإجابة

عن تساؤلات الدراسة التي تم عرضها على عدد من المحكمين، كما تكونت عينة الدراسة من (19) من المستجيبين والجدول (1) يبين توزيع أفراد عينة الدراسة حسب طبيعة العمل والخبرة ولثبات المقابلة تم تطبيق أسئلة المقابلة على (3) مستجيبين من خارج عينة الدراسة وتسجيل استجاباتهم وبعد مرور أسبوعين تمت إعادة المقابلة من قبل شخص آخر على نفس الأفراد لمعرفة انسجام الاستجابات وتطابقها حيث تم التأكد من تطابق الاستجابات.

الجدول (1): يوضح توزيع أفراد عينة الدراسة حسب طبيعة العمل والخبرة.

المتغير	الفئة	التكرار	النسبة %
طبيعة العمل	مدير إنتاج في شركات تصنيع الأثاث	5	26.4
	مصمم داخلي	7	36.8
	أستاذ جامعي	7	36.8
الخبرة	من 1 – 3 سنوات	6	31.6
	من 4 – 6 سنوات	5	26.3
	7 سنوات فأكثر	8	42.1

- **تحليل البيانات:**

بعد تجميع بيانات المقابلات وترتيبها ووضعها تم تحليل استجابات أفراد عينة الدراسة ووضع أهم الأفكار الواردة والجداول حيث تبين التكرارات ونسبها المئوية ومن ثم تقسيم النتائج بعد ذلك إلى ستة محاور رئيسية المحور الأول تَحدثَ عن تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد والمحور الثاني تحدثَ عن البرامج والطرق المستخدمة في عملية التصميم والتصنيع، المحور الثالث تحدث عن إجراءات الأمن والسلامة في أثناء استخدام الطابعات ثلاثية الأبعاد، ثم محور تأثير تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد على مجال التصميم الداخلي والأثاث، وبعدها محور دور تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد في تحقيق الجوانب الوظيفة والقيم الجمالية في تصميم وتصنيع الأثاث، وأخيرًا محور دور تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد في توفير الوقت والجهد والتكلفة والمواد الخام المستخدمة والمتانة عند تصميم وتصنيع الأثاث. وعلى ضوء نتائج هذه المحاور ونتائج أسئلة المقابلات تم تفسَّير هذه النتائج.

تحليل أسئلة المقابلات التي تدور حول توظيف تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد Printing 3D في تصميم الأثاث التي تم تقسيم النتائج إلى خمس محاور وفق ما تتطلبه مقتضيات الدراسة الحالية:

المحور الأول: تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد:

الجدول (2): يوضح استجابات أفراد عينة الدراسة حول استخدام تقنية الطباعة ثلاثية ومناسبتها للغرض الذي استخدمت من أجله.

1 - عند استخدامك لتقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد هل وجدتها مناسبة لتحقيق الغرض الذي استخدمتها من أجله؟			
ت	الاستجابات	التكرار	النسبة
1	مناسبة تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد لتحقيق الغرض الذي استخدمت من أجله.	(17)	%89.4
3	بعض الأحيان.	(3)	%15.7
4	تستخدم في تنفيذ التصاميم ذات الأفكار المبتكرة.	(10)	%52.7
5	طريقه عملها المتمثلة بإضافة طبقات متتالية فوق بعضها البعض مما يسهل من عملية تحقيق الغرض الذي استخدمت من أجله.	(12)	%63.1

الجدول (3): يوضح المشاكل التي يمكن أن يواجها المصمم من الناحية التقنية في أثناء استخدام تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد.

2 - حسب خبرتك، عند استخدامك لتقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد؛ ما هي المشاكل التي يمكن أن يواجها المصمم من الناحية التقنية؟			
ت	الاستجابات	التكرار	النسبة
1	قلة الخبرة وآلية التطبيق وعدم المعرفة الكافية بكيفية استخدام تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد مما ينتج عن ذلك مشاكل في عدم الحصول على شكل التصميم المطلوب بدقة عالية.	(12)	%63.1
2	عدم توفر المواد اللازمة وطريقة استخدامها في بعض الأحيان.	(10)	%52.6
3	اختلاف المقاسات بين البرنامج والواقع.	(4)	%21.1
4	عدم استخدام برامج التصاميم المناسبة التي تتعامل معها الطابعات ثلاثية الأبعاد، عدم حفظ التصميم بصيغة تتعامل معها الطابعات ثلاثية الأبعاد قبل البدء بعملية الطباعة.	(7)	%36.8

الجدول (4): يوضح استجابات أفراد عينة الدراسة حول مساهمة تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد في الحصول على منتج مطابق للتصميم المطلوب.

3 - بر أيك، هل تساهم تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد في الحصول على منتج مطابق للتصميم المطلوب؟			
ت	الاستجابات	التكرار	النسبة
1	يرتبط ذلك بفكر المصمم وخبرته باستخدام الطابعات ثلاثية الأبعاد والمواصفات الخاصة بطريقة الطابعة المستخدمة وطبيعة البرنامج الذي تم عمل عليه التصميم والمادة الخام المستخدمة في عملية الطباعة.	(10)	%52.6
2	نعم ويرجع ذلك لآلية عملها المتمثلة بإضافة طبقات متعددة فوق بعضها البعض مما يسهل من عملية الحصول على تصميم مطابق للمطلوب بدقة عالية.	(15)	%78.9

المحور الثاني: الطرق والبرامج المستخدمة في عملية التصميم والتصنيع:

في هذا المحور تم طرح أربعة أسئلة فرعية وتم تحليل استجابات المشاركين فيها.

الجدول (5): يوضح طرق تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد المستخدمة في عملية تصنيع (طباعة) التصميمات المطلوبة.

1 - أي من طرق تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد تفضل أستخدامها؟			
ت	الاستجابات	التكرار	النسبة
1	طريقة الإستيريوليثغرافي(SLA) Stereo Lithography	(4)	%21.5
2	طريقة تلبيد الليزر الانتقائي(SLS) Selective Laser Sintering	(7)	%36.8
3	طريقة التشكيل بالترسيب المنصهر(FDM) Fused Deposition Modelling	(15)	%78.9

الجدول (6): يوضح برامج التصميم المستخدمة في عملية التصميم الذي يمكن من خلاله تحويل التصميم للطباعة بسهولة.

2 - أي من برامج التصميم تستخدم في أثناء التعامل مع تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد؟			
ت	الاستجابات	التكرار	النسبة
1	Fusion 360	(9)	%47.4
2	3D MAX	(10)	%52.6
3	Blender	(3)	%15.8
4	Z brush	(6)	%31.6
5	tinker CAD	(7)	%36.8

الجدول (7): يوضح استجابات أفراد عينة الدراسة حول مدى مقاومة المواد المستخدمة في الطابعات ثلاثية الأبعاد للحريق.

3 - حسب خبرتك، ما مدى مقاومة المواد المستخدمة في الطابعات ثلاثية الأبعاد للحريق؟			
ت	الاستجابات	التكرار	النسبة
1	مقاومة وأفضلها مادة (PLA) Polylactic Acid	(12)	%63.2
2	متوسطة المقاومة	(4)	%21.15
3	غير مقاومة	(3)	%15.8

المحور الثالث: وإجراءات الأمن والسلامة للطابعات ثلاثية الأبعاد:

في هذا المحور تم طرح سؤال واحد وتم تحليل استجابات المشاركين فيها.

الجدول (8): يوضح استجابات أفراد عينة الدراسة حول متطلبات توفيروسائل الأمن والسلامة العامة ومساحات مخصصة ذات تهوية جيدة للطابعات ثلاثية الأبعاد.

1 - بر أيك، هل يتطلب توفيروسائل الأمن والسلامة العامة ومساحات مخصصة ذات تهوية جيدة للطابعات ثلاثية الأبعاد؟			
ت	الاستجابات	التكرار	النسبة
1	نعم	(19)	%100
2	تتطلب التهوية الجيدة في حال استخدام المواد البلاستيكية الحرارية (Acrylonitrile Butadiene Styrene) (ABS)	(5)	%26.3
3	لا	(3)	%15.8

المحورالرابع: تأثيرتقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد على مجال التصميم الداخلي والأثاث:

في هذا المحور تم طرح ثلاثة أسئلة فرعية وتم تحليل استجابات المشاركين فيها.

الجدول (9): يوضح استجابات أفراد عينة الدراسة حول الإضافة التي قدمتها تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد للمصمم في مجال التصميم الداخلي والأثاث.

1 - بر أيك، ما الإضافة التي قدمتها تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد للمصمم في مجال التصميم الداخلي والأثاث؟			
ت	الاستجابات	التكرار	النسبة
1	السهولة والسرعة والدقة وتقليل الوقت والجهد في طباعة التصاميم ذات التفاصيل المتداخلة والمبتكرة مع أمكانية تجديد التصاميم المنتجة بكل سهولة	(15)	%78.9
2	الواقعية في تحقيق وتنفيذ تصاميم كان من الصعب الحصول عليها بالتقنيات الأخرى	(12)	63.2%
3	سهولة التعديل على التصاميم قبل البدء بعمليات التصنيع النهائية المتمثلة بإنتاج عينات أولية للتصميم	(3)	15.8%

الجدول (10): يوضح استجابات أفراد عينة الدراسة حول ظهورالاتجاهات الفكرية الجديدة المبتكرة في مجال التصميم الداخلي والأثاث بسبب استخدام تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد.

3- استخدام تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد في مجال التصميم الداخلي والأثاث أدى لظهوراتجاهات فكرية جديدة مبتكرة؟			
ت	الاستجابات	التكرار	النسبة
1	إمكانية خلق أشكال وتصاميم جديدة بكل سهولة وتعديلات سريعة على التصميم مما ينعكس في ظهور اتجاهات فكرية جديدة ومبتكرة.	(7)	%36.8
2	نعم، بسبب العديد من الإمكانات التي تقدمها تلك التقنية للمصمم مما يساعد في ظهور اتجاهات مبتكرة ومتطورة في مجال التصميم الداخلي والأثاث ومواكبة متطلبات العصر لتلبية احتياجات الأفراد دائمة التغير.	(12)	%63.2

الجدول (11): يوضح استجابات أفراد عينة الدراسة حول رؤيتهم لتقنية الطباعة ثلاثية بأنها ستكون الحل الأمثل في مجال تصميم وتصنيع الأثاث مستقبلا.

3- باعتقادك، هل ترى أن تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد ستكون الحل الأمثل في مجال تصميم وتصنيع الأثاث مستقبلا؟			
ت	الاستجابات	التكرار	النسبة
1	نعم، هذا يعتمد بدرجة كبيرة على تطور الطابعات والمواد الخام المستخدمة.	(17)	%89.5
2	ممكن جدا، في حال كانت صلابة القطع أفضل وأقوي.	(2)	%10.5

المحورالخامس: دورتقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد في تحقيق الوظيفة والجمالية في تصميم وتصنيع الأثاث.

في هذا المحور تم طرح ثلاثة أسئلة فرعية وتم تحليل استجابات المشاركين فيها.

الجدول (12): يوضح استجابات أفراد عينة الدراسة حول مساعدة تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد على ابتكارو أبداع تصاميم في مجال تصميم الأثاث كان من الصعب تنفيذها بالتقنيات الأخرى.

1- بر أيك، هل ساعدت تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد على ابتكارو أبداع تصاميم في مجال تصميم الأثاث كان من الصعب تنفيذها بالتقنيات الأخرى؟			
ت	الاستجابات	التكرار	النسبة
1	تساعد تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد على نحو عالي على ابتكار وإبداع تصاميم في مجال تصميم الأثاث كان من الصعب تنفيذها بالتقنيات الأخرى.	(19)	%100
2	ذكر أمثلة على المساعدة والمتمثلة بتسريع عملية تصنيع قطع معقده من مواد متعددة، سهولة تصنيع التصاميم ذات الانحناءات والزخارف المتعددة والتصاميم ذات التفاصيل المتداخلة مع بعضها البعض كالتصاميم العضوية والبارا مترية.	(10)	%52.6

الجدول (13): يوضح استجابات أفراد عينة الدراسة حول مساهمة تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد في تصميم وتصنيع أثاث يتسم بخفة الوزن ومتعدد الاستخدام ومواءمته مع احتياجات المنزل العصر.

2- ساهمت تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد في تصميم وتصنيع أثاث يتسم بخفة الوزن ومتعدد الاستخدام ومواءمته مع احتياجات المنزل العصري؟			
ت	الاستجابات	التكرار	النسبة
1	نعم، تساهم تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد على نحو عالي في تصميم أثاث عملي خفيف ومتعدد الاستخدام ومواءمته مع احتياجات المنزل العصري.	(19)	%100
2	لكن يعتمد ذلك الإسهام على نوعية ودقة الطابعات والمواد الخام المستخدمة.	(12)	%63.2

الجدول (14): يوضح استجابات أفراد عينة الدراسة حول التصاميم المنتجة بواسطة تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد في مجال تصميم الأثاث تحقق التكامل بين الجانب الوظيفي والجمالي.

3- حسب خبرتك، التصاميم المنتجة بواسطة تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد في مجال تصميم الأثاث تحقق التكامل بين الجانب الوظيفي والجمالي؟			
ت	الاستجابات	التكرار	النسبة
1	نعم، تحقق التكامل وظيفيًا وجماليًا.	(12)	%63.2
2	لا	(5)	%26.3
3	التحكم المرن في تصنيع أي شكل ممكن يجعل توفير الجانب الجمالي سهل لكن الجانب الوظيفي يحتاج الى التأكيد على عمر الأثاث الذي تم تصنيعه وذلك سيظهر مع مرور الزمن.	(2)	%10.5

المحور السادس: التكلفة والجودة والوقت والمواد المستخدمة.

في هذا المحور تم طرح ثلاثة أسئلة فرعية وتم تحليل استجابات المشاركين فيها.

الجدول (15): يوضح استجابات أفراد عينة الدراسة عن مدى توفرعامل المتانة والجودة في التصاميم المنتجة بواسطة تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد في مجال التصميم الداخلي والأثاث.

1- بر أيك، ما مدى توفرعامل المتانة والجودة في التصاميم المنتجة بواسطة تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد في مجال التصميم الداخلي والأثاث؟			
ت	الاستجابات	التكرار	النسبة
1	يرتبط ذلك بطبيعة المواد الخام المستخدمة.	(5)	%26.3
2	تتوفر المتانة والجودة بمستوى جيد جدا.	(10)	%52.6
3	تتوفر في القطع الصغيرة (الوصلات) الجامعة للقطع الأخرى.	(2)	%10.5
4	تتوفر المتانة والجودة بمستوي ضعيف.	(2)	%10.5

الجدول (16): يوضح استجابات أفراد عينة الدراسة حول مساهمة تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد في مجال تصميم وتصنيع الأثاث بتوفير التكلفة والوقت والجهد في أثناء عملية التصنيع.

2- تساهم تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد في مجال تصميم وتصنيع الأثاث بتوفير التكلفة والوقت والجهد في أثناء عملية التصنيع؟			
ت	الاستجابات	التكرار	النسبة
1	نعم توفر الوقت والجهد ولكنها مكلفة.	(10)	%52.6
2	يعتمد ذلك على المواصفات الخاصة بالطابعة المستخدمة وكذلك على حجم الطابعة المستخدمة في عملية طباعة التصميم.	(7)	%36.8
3	لا توفر التكلفة والوقت والجهد.	(2)	%10.5

الجدول (17): يوضح استجابات أفراد عينة الدراسة حول مساهمة تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد في التقليل من هدر المواد المستخدمة واستخدام المواد المعاد تدويرها مما يساهم في استدامة البيئة.

3- بر أيك، ما مدي مساهمة تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد في التقليل من هدر المواد المستخدمة واستخدام المواد المُعاد تدويرها مما يساهم في استدامة البيئة؟			
ت	الاستجابات	التكرار	النسبة
1	نعم	(15)	%78.9
2	تسهم بنسبة قليلة	(4)	%21.1

مناقشة النسب وفقًا للجداول أعلاه:

من خلال دراسة الجداول السابقة لاستبانة المقابلات يتبين أن في كل محور يكون هناك نسب عالية وأخرى قليلة مبنية على طريقة استجابة عينة الدراسة لأسئلة المقابلات الشخصية تشير استجابات أفراد عينة الدراسة أن تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد ستكون الحل الأمثل في مجال تصميم وتصنيع الأثاث مستقبلا حيث أكد جميع المستجيبين ذلك وبنسبة (100%) لكن يعتمد ذلك بدرجة كبيرة على تطور الطابعات والمواد الخام المستخدمة وأن تكون القطع المنتجة ذات صلابة أفضل وأقوى. كما تشير استجابات أفراد عينة الدراسة أن استخدام تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد في مجال التصميم الداخلي والأثاث أدى لظهور اتجاهات فكرية جديدة مبتكرة حيث أكد جميع المستجيبين ذلك وبنسبة (100%)، كما أكد المستجيبون جميعهم وبنسبة (100%) على ذلك، خاصة أنه أصبح هناك أثاث عملي خفيف ومتعدد الاستخدام في التصميم الداخلي. كما أكد بنسبة من المستجيبين تقدر بـ(78.9%) أن الطباعة ثلاثية الأبعاد تسهم في التقليل من هدر المواد المستخدمة واستخدام المواد المعاد تدويرها مما يساهم في استدامة البيئة فهي تساعد في التوفير كثيرًا، كما تشير بنسبة من المستجيبين تقدر بـ(78.9%) إلى أن أكثر طرق تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد التي يستخدمها المشاركون في عملية تصنيع (طباعة) التصاميم المطلوبة هي: طريقة التشكيل بالترسيب المنصهر (Fused Deposition Modelling (FDM.

كما أشارت نسب المستجيبين تقدر بـ(21.5%) أن الطباعة ثلاثية الأبعاد تعتمد على طريقة طريقة الإستيريوليثغرافي(Stereo Lithography (SLA، أشارت نسب المستجيبين تقدر بـ(10.5%) أن الطباعة ثلاثية الأبعاد تتوفر فيها المتانة والجودة بمستوي ضعيف، نسب المستجيبين تقدر بـ(10.5%).لا توفر التكلفة والوقت والجهد.

النتـائج:

ستتم مناقشة النتائج التي وصل لها البحث ومدى ارتباطها بالفرضيات التي وضعها في بداية الدراسة وعلى ضوء هذه النتائج ستتم كتابة التوصيات وفقا لمدى تحقيق هذه الدراسة لأهدافها وقد تم تقسيم هذا الفصل إلى خمسة محاور:

المحور الأول: تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد.

إن تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد مناسبة لتحقيق الغرض الذي استخدمت من أجله، كما أنها تسهم على نحو عال في الحصول على منتج مطابق للتصميم المطلوب تصنيعه (طباعته) وذلك لآلية عملها المتمثلة بإضافة طبقات متعددة فوق بعضها البعض من مواد خام متعددة سهلة الاستخدام والتشكيل، وتكون على شكل (خيوط، حبيبات، مساحيق) لذلك تساهم تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد على نحو كبير في الحصول على منتج مطابق للتصميم المطلوب بدقة عالية، لكن ذلك يتطلب خبرة كافية لدى المصمم الداخلي بكيفية عمل واستخدام تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد واختيار المواد الخام المناسبة لتجنب حدوث اختلاف في شكل ومقاسات التصميم المطلوب بين البرنامج الذي تم عمل التصميم عليه، والتصميم النهائي بعد الانتهاء

من عملية التصنيع (طباعة). كما أن التقنيات الحديثة كتقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد ما هي إلا وسيلة مساعدة تقدم العديد من الإمكانات للمصمم الداخلي التي تساعده في تحقيق تصاميمه ذات الأفكار الإبداعية والمبتكرة، وحررت المصمم الداخلي من قيود عمليات تشغيل المواد الخام وتجميعات المنتج التقليدية مما ينعكس على تطور التصاميم المنتجة في مجال التصميم الداخلي والأثاث.

المحور الثاني: الطرق والبرامج المستخدمة في عملية التصميم، والتصنيع.

إن أكثر طرق تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد المستخدمة في عملية تصنيع (طباعة) التصاميم ذات الأفكار الإبداعية والمبتكرة في مجال التصميم الداخلي والأثاث، كما وأكدت دراسة (حسين و حسن، 2016) على هذه الطرق هي:

- طريقة الإستيريوليثغرافي (SLA) Stereo Lithography.
- طريقة تلبيد الليزر الانتقائي (SLS) Selective Laser Sintering.
- طريقة التشكيل بالترسيب المنصهر (FDM) Fused Deposition Modelling.

ومن أهم برامج التصميم المستخدمة في عملية التصميم الذي يمكن من خلاله تحويل التصميم للطباعة بسهولة هي (3D MAX, 360 Fusion ,Blender ,Z brush tinker CAD). أشارت استجابات أفراد عينة الدراسة إلى ضرورة توفير متطلبات وسائل الأمن والسلامة العامة ومساحات مخصصة ذات تهوية جيدة للطابعات ثلاثية الأبعاد وتمثلت المتطلبات بالتهوية الجيدة والدائمة والتبريد، كما وأشارت الاستجابات لتوفير التهوية الجيدة في حال استخدام المواد البلاستيكية الحرارية (ABS) (Acrylonitrile Butadiene Styrene) في عمليات طباعة التصاميم.

المحور الثالث: إجراءات الأمن والسلامة للطابعات ثلاثية الأبعاد.

تُعَدّ أغلب المواد المستخدمة في الطابعات ثلاثية الأبعاد آمنة ومقاومة للحريق وأفضلها مادة(Polylactic Acid) (PLA) . كما تؤكد الدراسة على أن تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد تختصر مراحل التشغيل للحصول على المنتج المتمثلة بعملية التصميم على أحد برامج التصميم على الحاسب، ومن ثم عملية الطباعة والحصول على المنتج النهائي وبذلك تختصر الوقت اللازم لتسويق منتج جديد في العديد من المجالات.

المحور الرابع: تأثير تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد على مجال التصميم الداخلي والأثاث.

إنّ من أهم الإضافات التي قدمتها تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد للمصمم في مجال التصميم الداخلي والأثاث سهولة عمل التصميمات وإجراء التعديلات اللازمة قبل البدء بعمليات التصنيع النهائية المتمثلة بإنتاج عينات أولية للتصميم، مع إمكانية تجديد التصميمات المنتجة بكل سهولة،السرعة في صناعة (طباعة) التصاميم ذات الأفكار المبتكرة بدقة عالية، كما وتساهم تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد في تقليل الوقت والجهد في طباعة التصاميم ذات التفاصيل التي كان من الصعب الحصول عليها بالتقنيات الأخرى، مما يساعد في ظهور اتجاهات مبتكرة ومتطورة في مجال التصميم الداخلي والأثاث ومواكبة متطلبات العصر لتلبية احتياجات الأفراد دائمة التغير، كما وأشارت استجابات أفراد عينة الدراسة أن تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد ستكون الحل الأمثل في مجال تصميم وتصنيع الأثاث مستقبلا حيث أكد جميع المستجيبين ذلك وبنسبة (100%) لكن يعتمد ذلك بدرجة كبيرة على تطور الطابعات والمواد الخام المستخدمة. وتقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد سمحت بدمج أكثر من مادة خام في منتجات التصميم الداخلي بمنتهى الدقة دون الخوف من عمليات التركيب واللحام المعقدة لفكر المصمم الداخلي مما ساهم في ظهور اتجاهات وأفكار جديدة ومبتكرة.

المحور الخامس: دور تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد في تحقيق الوظيفة والجمالية في تصميم وتصنيع الأثاث.

تحقق التصاميم المنتجة بواسطته تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد الوظيفة والجمالية ولكن يرتبط ذلك بفكر مصمم مبدع والخبرة الكافية بكيفية استخدام الطابعات ثلاثية الأبعاد واختيار المواد الخام المناسبة، مما ينعكس على ابتكار وإبداع تصاميم في مجال تصميم الأثاث كان من الصعب تنفيذها بالتقنيات الأخرى، كما وساهمت تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد في تصميم وتصنيع أثاث يتسم بخفة الوزن ومتعدد الاستخدام ومواءمته مع احتياجات المنزل العصري، بذلك تقبل الفرضية الأولى " تلعب تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد دورا هاما في تحقيق الوظيفة والجمالية في تصميم وتصنيع الأثاث ". وإن المنتجات المصنعة في المستقبل ستكون أخف وزنا وأطول عمرًا ومستدامة بسبب عمليات التطوير المستمرة على الطابعات ثلاثية الأبعاد والمواد الخام المستخدمة.

المحور السادس: دور تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد في توفير الوقت والجهد والتكلفة والمواد الخام المستخدمة والمتانة عند تصميم وتصنيع الأثاث.

إنّ لتقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد دور مهم في توفير عامل المتانة والجودة في التصاميم المنتجة ويرتبط ذلك بطبيعة وتطور المواد الخام المستخدمة كما وتساهم تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد بتوفير الوقت والجهد عند تصميم وتصنيع الأثاث كما تسهم في التقليل من هدر المواد الخام المستخدمة؛

حيث تستخدم الكمية اللازمة فقط وتقلل من الاعتماد على الخامات الطبيعية واستخدام المواد المعاد تدويرها مما يساهم في استدامة البيئة، بينما لم تحقق تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد عنصر التكلفة، وبذلك تقبل الفرضية الثانية " تلعب تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد دورا هاما في توفير الوقت والجهد والتكلفة والمواد الخام المستخدمة عند تصميم وتصنيع الأثاث " بينما يرفض الجزء المتعلق بالتكلفة؛ حيث لا يتوفر ذلك في تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد في الوقت الحالي.

مناقشة النتائج التي وصل لها البحث ومدى ارتباطها بنتائج الدراسات السابقة التي اعتمدت على:

- الجوانب التقنية للطباعية ثلاثية الأبعاد.
- أهمية استخدام الطباعة ثلاثية الأبعاد في عمليات الإنتاج للأثاث.
- إمكانية توظيف تكنولوجيا الطباعة ثلاثية الأبعاد في إنتاج الأثاث الكمي.
- تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد تختصر مراحل التشغيل للحصول على المنتج، وتختصر الوقت، تخفض تكلفة المنتج،
- تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد ذات كفاءة عالية في في استهلاك الطاقة.

وجاءت نتائج الدراسة الحالية اعتمادًا على مناقشة محاور المقابلات التي تمت مع عينة الدراسة من المصممين الداخليين والاكاديميين وشركات تصميم الأثاث من خلال الاستنتاجات التالية:

- تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد تسهم على نحو عالي في الحصول على منتج مطابق للتصميم المطلوب تصنيعه (طباعته).
- طريقة التشكيل بالترسيب المنصهر Fused Deposition Modelling (FDM). من أهم طرق تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد المستخدمة في عملية تصنيع (طباعة) التصاميم ذات الأفكار الإبداعية والمبتكرة في مجال التصميم الداخلي والأثاث.
- المواد المستخدمة في الطابعات ثلاثية الأبعاد آمنة ومقاومة للحريق وأفضلها مادة(Polylactic Acid) (PLA) .
- تساعد تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد علي سهولة عمل التصاميم وإجراء التعديلات اللازمة قبل البدء بعمليات التصنيع النهائية المتمثلة بإنتاج عينات أولية للتصميم.
- تلعب تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد دورا هاما في تحقيق الأبعاد الوظيفة والجوانب الجمالية في تصميم وتصنيع الأثاث.
- تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد لها تأثير كبير في توفير الوقت والجهد والتكلفة والمواد الخام المستخدمة عند تصميم وتصنيع الأثاث.

المصادروالمراجع

الكتب:

الساعدي، أ. (2014). *الأثاث بين التعدد الوظيفي وتحقيق القيمة الجمالية*. جامعة بغداد كلية الفنون الجميلة، 98-110.

بلاوالي، ع. (2015). *الطباعة ثلاثية الأبعادprinting 3D*. 34.

توثيق المجلة

إمام، م. (2016). أثر التحول الفكري في تصميم الأثاث عبر الحركة الحداثية علي التصميم المعاصر. *مجلة التصميم الدولية*، 6(1)، 261-267.

حسين، م. وآخرون. (2016). تطبيق تكنولوجيا الطباعة ثلاثية الأبعاد في إنتاج الأثاث الكمي. *مجلة التصميم الدولية*، 6(4)، 205-2016.

دومه،ع. وآخرون. (2018). تكنولوجيا لطباعة ثلاثية الأبعاد ومستقبلها في العالم العربي. *مجلة العلوم البحثية والتطبيقية*. جامعة سها. ليبيا

رمضان، م. (2017). دور تكنولوجيا الخامات في تطوير مفاهيم تصميم وتشكيل الأثاث. *مجلة الفنون والعلوم التطبيقية*، 4(3)، 71-84.

ضيف الله، ض. (2018). مردود تقنيات البناء والإضافة والمحاكاة على التصميم الداخلي والأثاث: المسح الضوئي، الطباعة ثلاثية الأبعاد. *مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية*، (11)، 578-597.

عبدالعزيز، ح. ر. (2006). الطباعة ثلاثية الأبعاد (العبور السريع للمنتج). *مجلة البحوث والدراسات فى الآداب والعلوم والتربية*، جامعة الملك عبدالعزيز، 88–98.

فؤاد، ن. (2019). حقوق الملكية الفكرية في مجال تكنولوجيا الطباعة ثلاثية الأبعاد ومدى تأثيرها على الاقتصاد العالمي. *المجلة العلمية للملكية الفكرية وإدارة الابتكار*، 172-142.

مرغم، ع. (2020). التعاون بين مصممي الفنون التطبيقية ودوره في تطوير صناعة الأثاث. *مجلة بحوث التربية النوعية*، (58)، 454-469.

مهران، ش. (2019). تطبيقات الطباعة ثلاثية الأبعاد في مجال التصميم الداخلي والأثاث. *مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية*، (15)، 327-348.

أبو صالح، س. والمقداوي. (2020). اثر استبدال الغرف المنزلية بالقاعات الدراسية في التعلم عن بعد (دراسة سلوكية لطلبة الجامعات الأردنية). *مجلة البلقاء للبحوث والدراسات*، جامعة عمان الاهلية، 23(2)، 134.

ورقة علمية من مؤتمر:

أبو سعد، ط. (2015). *الطباعة ثلاثية الأبعاد وامكاناتها في التشكيل الخزفي. المؤتمر العلمي الثاني: الدراسات النوعية ومتطلبات المجتمع*، 1، 242-266.

الرسائل الجامعية:

الراوى، أ. (2011). *تأثير تكنولوجيا المعلومات على تطور الفكر المعماري*. مكتبة جامعة الأزهر، رسالة ماجستير.

References

Book:

Aydin, M. (2015). *Additive Manufacturing: Is It a New Era for Furniture Production?* David Publishing Company(6), 338-347.

Ayidin, M. (2015). *Additive Manufacturing: Is It a New Era for Furniture Production?* J. Mech. Eng. Autom, 338–347.

Buswell, R.A., Soar, R.C., Gibb, A.G.F., Thorpe, A. (2007). *Freeform Construction: Mega-scale Rapid Manufacturing for construction, Automation in Construction*:16; 224-7.

Evans, B. (2012). *Practical 3D Printers: The Science and Art of 3D Printing*. Apress Berkeley, CA. USA: Apress. 266

Gomathi, G., Arangamuthalvan, K. R., Deepigkashri, S., Dharnieshwaran, C. B., Dhivya, S., and Praveen, C. (2021). *Design and Fabrication of Low Cost 3D Printer, Materials Science and Engineering*. 163

Hopkinson N., Hauge R.J.M., and Dickens P. M. (2006). *Rapid Manufacturing: An Industrial Revolution for the Digital Age*. West Sussex: John Wiley and Sons.

Johnson and Mowry, D. B. (2015). *Mathematics: A Practical Odyssey*. USA: Cengage Learning.143

Li Zhang. *(2013). Impact of 3D printing technology on the development of the industrial design[J]. Applied Mechanics and Materials*, 2773(43), 7-437.

Lourenço, C. P. (2019). *The impact of 3d printing technology on supply chains.* Nova School of Business and Economics. 360-365

Majewski, C. (2011). *Applications of Evolutionary Computing to Additive Manufacturing. In: Tiwari M, Harding JA*, editors. Evolutionary Computing in Advanced Manufacturing, New Jersey: John Wiley and Sons; 197-234.

Mr. A. A. Shinde, Mr. R.D. Patil, Mr. A. R. Dandekar, Dr. N. M. Dhawale. (2020). *3D Printing Technology, Material Used For Printing and its Applications*, page 106

Smardzewski, J., Rzepa, B., and Kılıç, H. (2016). Mechanical Properties of Externally Invisible Furniture Joints Made of Wood-Based Composites. *Bioresources*, 11, 1224–1239.

Journal's Citation:

Hassan, O. (2022). Factors Affecting the Artist's Academic Performance and its Role in Enriching Scientific Research-Based on Artistic Work. *Dirasat: Human and Social Sciences*, 49(5), 548. https://doi.org/10.35516/hum.v49i5.3505

Westphal, Michael G. (2018). *The Promise of the Future: 3D Printing in Manufacturing.The University of the Rockies*. ProQuest Dissertations Publishing. 232

Almaliki, Alaa Jabbar. (2015). *The Processes and Technologies of 3D Printing*. International Journal of Advances in Computer Science and Technology, 4(10), 161-165.

Canessa, E., Fonda, C., Zennaro, M. and Deadline, N. (2013). Low-cost 3D printing for science, education and sustainable development Low-Cost 3D Printing. 11, 471- 476

Conference Paper:

Valiyousefi, M. and Alihedarloo, A. (2019). *A Study the impact of 3D-printed joints on the complex wooden structures. In Proceedings of the International Congress on Science & Engineering University of Tokyo*, Tokyo, Japan, 23 September.

Felek, S. Ö. (2020). A New Era in Furniture Production: 3d Printer. *6h international conference on knowledge & innovation in engineering. Science & Technology 6-8 March 2020 budapest*, Hungary, Turkey.

Website:

What is additive manufacturing? Applications, technologies, and benefits

https://bitfab.io/blog/additive-manufacturing

3Dnatives

https://www.3dnatives.com

Furnishing a small condo with space-saving furniture

https://www.ilanjoseph.com/furnishing-a-small-condo-with-space-saving-furniture