DOI: https://doi.org/10.33193/JALHSS.125.2025.1546
ISSN Online: 2414-3383
ISSN Print: 2616-3810
مجلة الفنون والأدب وعلوم الإنسانيات والاجتماع
Journal of Arts, Literature, Humanities and Social Sciences
www.jalhss.com
editor@jalhss.com
Volume (125) October 2025
العدد (125) أكتوبر 2025

الأبعاد التقنية والجمالية لتكنولوجيا التصنيع بالإضافة في مجال الخزف

د. ناهد بنت محمد موسى تركستاني
أستاذ الخزف المساعد، كلية التصاميم والفنون، جامعة جدة، المملكة العربية السعودية
البريد الالكتروني: nmturkestani@uj.edu.sa

الملخص

هدف البحث التعرف على الأسس الفكرية لتكنولوجيا التصنيع بالإضافة والتعرف على الأسس الفكرية للأبعاد التقنية والجمالية لتكنولوجيا التصنيع بالإضافة في مجال الخزف. استخدم البحث المنهج الوصفي. وتوصل إلى عديد النتائج من أهمها: تعزيز تقنيات التصنيع بالإضافة (AM) في مجال الخزف نهج متعدد التخصصات بين الفنانين والفنيين لدعم دمجها في العملية الإبداعية في مجال الخزف. توفر تقنيات التصنيع بالإضافة (AM) في مجال الخزف الكثير من الوقت والجهد في مراحل التصميم وصولًا إلى النموذج النهائي، وكذلك المناخ الإبداعي للفنانين ومتمرسي وهواة الفنون. تتيح تقنيات التصنيع بالإضافة (AM) في مجال الخزف المزيد من الالتزام والتحفيز والمشاركة للوصول إلى مستويات أعلى من الإبداع الفني. تساعد تقنيات التصنيع بالإضافة (AM) في مجال الخزف في تغطية عددًا كبيرًا ونطاقًا كاملاً من الأسئلة حول كيفية دمجها وتوظيفها. توفر تقنيات التصنيع بالإضافة (AM) في مجال الخزف قدر كبير من المرونة في تنفيذ التصميمات التي كان يصعب تنفيذها بتقنيات التشكيل التقليدية. تؤدي تقنيات التصنيع بالإضافة (AM) في مجال الخزف لتطور كبير في الاحتمالات التصميمية بدلا من التفكير في قيود التصميم الخزفي. أوصى البحث بناء على نتائجه بالاستفادة من دراسة تقنيات التصنيع بالإضافة (AM) في مجال الخزف وتطبيقها كاتجاهات جديدة في العملية الإبداعية في مجال الخزف. العمل على نشر الوعي بتقنيات التصنيع بالإضافة (AM) في مجال الخزف أكاديميًا وفنيًا في المتاحف واستوديوهات الفن لإلهام التفكير النقدي والإبداعي وتمكينه. تشجيع مشاريع البحث الإجرائي التي يجريها دارسي وهواة الفنون والفنانون للتحقيق في تكامل الخزف والفن والتعاون عبر مجالات الموضوع.

الكلمات المفتاحية: الأبعاد التقنية، الأبعاد الجمالية، تكنولوجيا التصنيع بالإضافة، الخزف.

DOI: https://doi.org/10.33193/JALHSS.125.2025.1546
ISSN Online: 2414-3383
ISSN Print: 2616-3810
مجلة الفنون والأدب وعلوم الإنسانيات والاجتماع
Journal of Arts, Literature, Humanities and Social Sciences
www.jalhss.com
editor@jalhss.com
Volume (125) October 2025
العدد (125) أكتوبر 2025

The Technical and Aesthetic Dimensions of Additive Manufacturing Technology in The Field of Ceramics

Dr. Nahed bint Mohammed Musa Turkistani
Assistant Professor of Ceramics, College of Design and Arts, University of Jeddah, Saudi Arabia
Email: nmturkestani@uj.edu.sa

ABSTRACT

The research aimed to identify the intellectual foundations of additive manufacturing technology. And learning about the intellectual foundations of the technical and aesthetic dimensions of additive manufacturing technology in the field of ceramics. The research used the descriptive method. The research reached many results, the most important of which are: enhancing additive manufacturing (AM) techniques in the field of ceramics, a multidisciplinary approach between artists and technicians to support their integration into the creative process in the field of ceramics; Additive manufacturing (AM) techniques in the field of ceramics save a lot of time and effort from the design stages all the way to the final model, as well as a creative environment for artists, professionals, and art enthusiasts. Additive manufacturing (AM) techniques in ceramics allow for greater commitment, motivation, engagement and access to higher levels of artistic creativity; Additive manufacturing (AM) techniques in ceramics will help cover a large number and full range of questions on how to integrate and employ them; Additive manufacturing (AM) techniques in ceramics provide a great deal of flexibility in implementing designs that would otherwise be difficult to implement with traditional molding techniques. Additive manufacturing (AM) techniques in ceramics greatly advance design possibilities rather than considering the limitations of ceramic design. Based on its results, the research recommended benefiting from studying additive manufacturing (AM) techniques in the field of ceramics and applying them as new trends in the creative process in the field of ceramics. Working to spread awareness of Additive Manufacturing (AM) techniques in the field of ceramics academically and artistically in museums and art studios to inspire and empower critical and creative thinking; Encouraging action research projects conducted by art scholars, enthusiasts and artists to investigate the integration of ceramics and art and collaboration across subject areas.

Keywords: Technical Dimensions, Aesthetic Dimensions, Additive Manufacturing Technology, Ceramics.

DOI: https://doi.org/10.33193/JALHSS.125.2025.1546
ISSN Online: 2414-3383
ISSN Print: 2616-3810
مجلة الفنون والأدب وعلوم الإنسانيات والاجتماع
Journal of Arts, Literature, Humanities and Social Sciences
www.jalhss.com
editor@jalhss.com
Volume (125) October 2025
العدد (125) أكتوبر 2025

مقدمة:

كانت التكنولوجيا ولا تزال العصب الأساس والفاعل في تحريك عجلة تقدم وتطور الفن بمختلف مجالاته وأصبحت مدخلاتها على اختلاف أنواعها عاملًا رئيسًا في تحقيق السبق والتفرد في أي مجال فني تنشط فيه وبالأخص في مجال الخزف. تقوم تقنيات التصنيع الجديدة المبتكرة، على التصميم بمساعدة الحاسوب Computer-Aided Design (CAD) ، والتصنيع بمساعدة الحاسوب Computer-Aided Manufacturing (CAM)، ومعدات الإنتاج المؤتمتة والروبوتات والطباعة ثلاثية الأبعاد على تغيير كيفية التصميم والنماذج الأولية والإنتاج الخزفي. فالتصنيع الإضافي (AM) أو ما يعرف بالطباعة ثلاثية الأبعاد (D3) هي عملية تصنيع تتيح تصنيع النماذج عن طريق طباعة طبقة تلو الأخرى متتالية مسترشدة بنموذج رقمي ثلاثي الأبعاد. (Citarella & Giannella, 2021). ويحظى التصنيع الإضافي بشعبية كبيرة حيث تسمح هذه التقنية الفريدة بتصنيع أشكال معقدة يكاد يكون من المستحيل تصنيعها باستخدام الأساليب التقليدية. لذلك فالتصنيع الإضافي (AM) هي أداة تمكّن المصممين من إنشاء نماذج مخصصة أو معقدة في خطوة واحدة دون قيود التصنيع التقليدية مثل نفايات المواد وصعوبة تصنيع الأشكال المعقدة والحاجة إلى الأدوات المتخصصة. (ISO/ASTM 52910, 2018). علاوة على ذلك يمكن تقليل عدد الأجزاء وبالتالي يتم تقليل أو إلغاء وقت التجميع والتكلفة. (Wong & Hernandez, 2012). وتتضمن طرق التصنيع الإضافي (AM) الشائعة انصهار طبقة المسحوق powder-bed fusion، أو التغذية بالمسحوق powder-feed، أو تغذية الخيوط Filament-feed، أو الطرق القائمة على نفاث الموثقbinder-jet-based

يعتبر ظهور تقنيات التصنيع الإضافي (AM) بمثابة ثورة في تقنيات التشكيل والتي تعد فلسفة تشكيل فريدة تتيح الإعداد المرن للهياكل شديدة التعقيد والدقة التي يصعب تحقيقها باستخدام طرق التشكيل التقليدية مثل الصب والتشكيل الآلي. (Chen & et.al., 2019). كما أن هناك اتجاه في التصنيع الإضافي (AM) الخزفي في السنوات الأخيرة، حيث أن معظم التقارير عن التصنيع الإضافي (AM) تدور حول النمو في التصنيع الإضافي الخزفي Ceramic-AM وتأثيرها الكبير على التصميم والتصنيع السريع للأجزاء المتطورة المعقدة. يوضح تقرير (Wohlers Report, 2022) نموًا كبيرًا في التصنيع الإضافي الخزفي. وتتمثل الفوائد الرئيسية للتصنيع الإضافي الخزفي مقارنةً بالتصنيع التقليدي في سلسلة إنتاج أقصر، وتكلفة إنتاج منخفضة، إنتاج نماذج أكثر تعقيدًا ودقة، وحرية تصميم، وتخصيص أكبر، وتقليل إهدار المواد.

مشكلة البحث:

تتيح الأبعاد التقنية والجمالية لتكنولوجيا التصنيع بالإضافة في مجال الخزف إنتاجًا أكثر إبداعاً وتنوعاً وتعقيداً من التي تُنتج بواسطة تقنيات التشكيل التقليدية مما يتيح أفاق جديدة للإبداع الفني. وهذا ما أشارت اليه دراسة العامري (2016)، بأن استخدام التكنولوجيا الحديثة في المجالات الفنية المختلفة يعد أمرًا حتميًا لمواجهة المفاهيم الجديدة في ظل فنون الحداثة وما بعدها. وأوصت به دراسة محسن (2018)، بضرورة استخدام الكليات والاقسام التصميمية لتكنولوجيا التصنيع بالإضافة بسبب امكانياتها المتقدمة في تصنيع النماذج والمنتجات مما يساعد بصورة فاعلة في تنفيذ الإبداعات الفنية بطريقة سريعة وغير مكلفة ودون الحاجة الى استخدام ورش متعددة تتطلب عدد غير قليل من المكائن والمعدات فضلا عن انتفاء الحاجة الى التعاقد مع معامل الإنتاج لأداء هذا الغرض وكذلك ضرورة استحداث مناهج جديدة في موضوع التصنيع بالإضافة تساهم في تدريب الفنانين والمتمرسين على التصميم من خلال التطبيقات الخاصة بهذه التكنولوجيا من اجل تهيئتهم لاستخدامها سواء في مراحل التعلم او في حياتهم العملية. وما توصلت إليه دراسة Menano & et.al., (2019) على أن دمج تكنولوجيا التصنيع بالإضافة في مجالات التصميم والفنون يمكّن الفنانين وهواة ومتمرسي الفنون من استخدام وسيلة جديدة تمامًا لتنمية الابداع الفني للفنانين.

وفي ضوء ما سبق تكمن مشكلة البحث وهي الأبعاد التقنية والجمالية لتكنولوجيا التصنيع بالإضافة في مجال الخزف ويمكن تحديد مشكلة البحث في التساؤلات التالية:

1. ما الأسس الفكرية لتكنولوجيا لتصنيع؟
2. ما الأبعاد التقنية والجمالية لتكنولوجيا التصنيع بالإضافة في مجال الخزف؟

DOI: https://doi.org/10.33193/JALHSS.125.2025.1546
ISSN Online: 2414-3383
ISSN Print: 2616-3810
مجلة الفنون والأدب وعلوم الإنسانيات والاجتماع
Journal of Arts, Literature, Humanities and Social Sciences
www.jalhss.com
editor@jalhss.com
Volume (125) October 2025
العدد (125) أكتوبر 2025

أهداف البحث:

1. التعرف على الأسس الفكرية لتكنولوجيا التصنيع بالإضافة.
2. التعرف على الأسس الفكرية للأبعاد التقنية والجمالية لتكنولوجيا التصنيع بالإضافة في مجال الخزف.

أهمية البحث:

1. تناوله لتكنولوجيا التصنيع بالإضافة التي لا تزال مصدر اهتمام الباحثين وموضوع حديث وفعال في مجال الخزف.
2. تزويد العملية الإبداعية في مجال الخزف بالتكنولوجيا الحديثة.
3. بيان أهمية دمج تكنولوجيا التصنيع بالإضافة وعلاقتها بتطوير وتنمية إبداع الفنانين والهواة والمتمرسين في مجال الخزف.
4. إثارة تحفيز الإبداع الفني في ضوء تكنولوجيا التصنيع بالإضافة في الخزف.
5. تشكل الدراسة نموذجًا نظريًا لتكنولوجيا التصنيع بالإضافة في مجال الخزف.
6. تسهم في تكوين مجموعة المعرفة حول الأبعاد التقنية لتكنولوجيا التصنيع بالإضافة في مجال الخزف.
7. تقدم هذه الدراسة أنسب نظرية يمكن توظيفها لإجراء دراسات أخرى تتناول متغيرات جديدة غير المتغيرات التي تناولتها الدراسة الحالية.

منهجية الدراسة:

يتبع البحث المنهج الوصفي التحليلي للأبعاد التقنية والجمالية لتكنولوجيا التصنيع بالإضافة في مجال الخزف.

مصطلحات الدراسة:

التصنيع بالإضافة Additive Manufacturing**:**

وفقًا لـ (ISO/ASTM 52900, 2015)، يُعرَّف التصنيع الإضافي بأنه "عملية ضم المواد لصنع أجزاء من بيانات نموذج ثلاثي الأبعاد، عادةً طبقة تلو طبقة، بدلاً من التصنيع الطرحي ومنهجيات التصنيع التكويني". وعرف (Tebianian & et.al., 2023) التصنيع الإضافي بأنه "عملية تعتمد على التكديس المنفصل والذي يتم التحكم فيه عن طريق البرامج الخاصة ونظام التحكم في المواد. ويعرفها البحث إجرائيًا بأنها: "عملية يتم من خلالها إنشاء نماذج ثلاثية الأبعاد عن طريق إضافة طبقات المواد الخزفية عبر وضع انتقائي أو تشكيل ".

الأبعاد التقنية Technical Dimensions**:**

هي لفظة مشتقة من اللفظة الإغريقية الدالة على (الفن) ويمكن تعريفها بطريقة إجمالية بأنها القدرات والعمليات الداخلة في الفن. (عتمان، 2018). وتعنى التقنية في الفن "مجال المهارة في استخدام الأدوات وهناك من يرى أن التقنية هي عبارة عن طريقة فنية أي الطريقة المتبعة لإخراج العمل الفني". (Malcolm, 1972). ويعرفها البحث إجرائيًا بأنها: قدرة الخزاف على تقنيات التصنيع بالإضافة استخدامًا يجعلها تحقق الغرض منها.

الأبعاد الجمالية Aesthetic Dimensions**:**

عرف المسيري، والتريكي (2003)؛ البعد الجمالي بأنه: إيجاد مسافة وجدانية واضحة تفصل بين شخصية القارئ والعمل الفني. حيث تمثل القيم الجمالية الصفات التي تجعل الأشياء مرغوب فيها، وتطلق على ما تتميز به الأشياء من صفات تجعلها قابلة للتقدير بهدف الفن. (عفيفي. وآخرون، 2021). ويعرفها البحث إجرائيًا بأنها: "القيم الجمالية الفنية لتكنولوجيا التصنيع بالإضافة في مجال الخزف التي يمكن تحقيقها في النماذج الخزفية ثلاثية الأبعاد من خلال العلاقة بين الخامات الخزفية وتقنية التشكيل المستخدمة في تحقيق البعد الجمالي.

الدراسات المرتبطة:

الدراسات العربية:

1. دراسة: أحمد، وسليمان. (2023) بعنوان: "دراسة تطبيقية لتصميم وتنفيذ طابعة خزفية ثلاثية الأبعاد"؟

هدفت الدراسة إلى:

- تقديم تصور مقترح لتصميم طابعة خزفية ثلاثية الأبعاد.
- تنفيذ الطابعة الخزفية ثلاثية الأبعاد وفق التصميم المقترح.

DOI: https://doi.org/10.33193/JALHSS.125.2025.1546
ISSN Online: 2414-3383
ISSN Print: 2616-3810
مجلة الفنون والأدب وعلوم الإنسانيات والاجتماع
Journal of Arts, Literature, Humanities and Social Sciences
www.jalhss.com
editor@jalhss.com
Volume (125) October 2025
العدد (125) أكتوبر 2025

- وإنتاج نموذج خزفي ثلاثي الأبعاد باستخدام الطين الأسواني من خلال الطابعة الخزفية ثلاثية الأبعاد المنفذة.

وتفيد هذه الدراسة البحث الحالي في دراسة تكنولوجيا الطباعة الخزفية ثلاثية الأبعاد. وتختلف هذه الدراسة مع البحث الحالي في دراسة تطبيقية لتصميم وتنفيذ طابعة خزفية ثلاثية الأبعاد.

أما في هذا البحث فسيتم دراسة الأبعاد التقنية والجمالية لتكنولوجيا التصنيع بالإضافة في مجال الخزف.

2. دراسة: رشوان، (2020) بعنوان: "استراتيجية لتطوير الخامات في تكنولوجيا تصميم وتصنيع الخزف بالإضافة".

هدفت الدراسة إلى:

- إعداد استراتيجية لدور التكنولوجيا الحديثة للخامات وطرق التصنيع مما يصقل مهارات المصمم المهنية في استخدام تقنيات النمذجة الحديثة في التصميم.
- تحليل للخامات الخزفية الحديثة المستخدمة في ماكينات D Printer3.
- دراسة الخامات الخزفية الجديدة المستخدمة في ماكينات AM وخاصة في ماكينات الطباعة ثلاثية الابعاد في مجال الخزف ومحاولة تحسين خواصها من خلال الإضافات بما يخدم متطلبات تصميم المنتج وإخراج النموذج الأول.

وتفيد هذه الدراسة البحث الحالي في دراسة تكنولوجيا تصنيع الخزف بالإضافة وتختلف هذه الدراسة مع البحث الحالي في استراتيجية لتطوير الخامات في تكنولوجيا تصميم وتصنيع الخزف بالإضافة. أما في هذا البحث فسيتم دراسة الأبعاد التقنية والجمالية لتكنولوجيا التصنيع بالإضافة في مجال الخزف.

الدراسات الأجنبية:

1. دراسة Zhao, (2021) بعنوان: "بحث حول تطبيق تكنولوجيا الطباعة ثلاثية الأبعاد على الخزف"
"Research on The Application of Ceramic 3D Printing Technology".

هدفت الدراسة إلى:

- تحليل واستخدام مزايا تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد للخزف، من أجل ضخ حيوية جديدة في صناعة الخزف التقليدية.

وتفيد هذه الدراسة البحث الحالي في دراسة تكنولوجيا التصنيع بالإضافة في مجال الخزف. وتختلف هذه الدراسة مع البحث الحالي في تناولها بحث في تطبيق تكنولوجيا الطباعة الخزفية ثلاثية الأبعاد. أما في هذا البحث فسيتم دراسة الأبعاد التقنية والجمالية لتكنولوجيا التصنيع بالإضافة في مجال الخزف.

2. دراسة **Vastamäki**, (2019) بعنوان: "الطباعة الحجرية الخزفية ثلاثية الأبعاد"
"Stereolithography Ceramic 3D-Printing".

هدفت الدراسة إلى:

- التعرف على الوضع الحالي للطباعة الخزفية ثلاثية الأبعاد في العالم ودراسة العوامل الحاسمة المطلوبة لإنتاج مكونات الخزف المطبوعة بنجاح.

وتفيد هذه الدراسة البحث الحالي في تكنولوجيا التصنيع بالإضافة في مجال الخزف. وتختلف هذه الدراسة مع البحث الحالي في تناولها الطباعة الحجرية ثلاثية الأبعاد للخزف. أما في هذا البحث فسيتم دراسة الأبعاد التقنية والجمالية لتكنولوجيا التصنيع بالإضافة في مجال الخزف.

3. دراسة Nash, (2018) بعنوان: "الخزف المزجج ذاتيًا المطبوع ثلاثي الأبعاد: تحقيق مستوحى من الخزف المصري".
"3D Printed, Self-glazed Ceramics: An Investigation Inspired by Egyptian Faience".

هدفت الدراسة إلى:

- تقديم مراجعة تاريخية وسياقية للخزف المصري وإجراء تقييم مرئي لمصنوعات الخزف التقليدية والمعاصرة لإنشاء معايير مرجعية للمواد المختلفة قيد التطوير خلال البحث،
- تقديم مراجعة سياقية للطباعة الخزفية ثلاثية الأبعاد لتقديم نظرة عامة ووضع سياق للبحث في مجال مواد الطباعة ثلاثية الأبعاد / تطوير العمليات للتطبيقات الإبداعية في الفن والتصميم،

DOI: https://doi.org/10.33193/JALHSS.125.2025.1546
ISSN Online: 2414-3383
ISSN Print: 2616-3810
مجلة الفنون والأدب وعلوم الإنسانيات والاجتماع
Journal of Arts, Literature, Humanities and Social Sciences
www.jalhss.com
editor@jalhss.com
Volume (125) October 2025
العدد (125) أكتوبر 2025

- التحقق من الطباعة ثلاثية الأبعاد للرابط المسحوق كوسيلة لتشكيل أجسام خزفية ذاتية التزجيج باستخدام تقنية التزجيج المستوحاة من الخزف المصري، تطوير هيكل زجاجي أو عالي التزجيج للسيراميك ثلاثي الأبعاد القابل للطباعة والحرق الواحد.

وتفيد هذه الدراسة البحث الحالي في تكنولوجيا التصنيع بالإضافة في مجال الخزف. وتختلف هذه الدراسة مع البحث الحالي في تناولها الخزف ذاتي التزجيج بالطباعة ثلاثية الأبعاد مستوحى من الخزف المصري. أما في هذا البحث فستتم الأبعاد التقنية والجمالية لتكنولوجيا التصنيع بالإضافة في مجال الخزف.

الإطار النظري:

نما التصنيع بالإضافة (AM) وتطور بشكل كبير خلال الثلاثين عامًا الماضية منذ أن بدأ الباحثون في أوستن تكساس في تطوير ما يمكن القول بأنه أول تكنولوجيا التصنيع بالإضافة (AM)؛ حيث استخدم الليزر في إذابة طبقات البوليمر بشكل انتقائي. (Beaman & Traver , 1986) ولقد حقق تطوير تقنيات التصنيع بالإضافة (AM) تقدمًا كبيرًا منذ ذلك الحين. ويعد فهم العمليات المختلفة المستخدمة في التصنيع بالإضافة (AM) المرتبطة بها أمرًا بالغ الأهمية لتحسين المنتجات والمواد التي يتم إنتاجها من خلالها.

وفيما يلي المخطط الزمني لتاريخ تقنيات التصنيع بالإضافة (Sames & et.al) (AM.., 2016).

1984م:	بدأ Deckard & Beaman العمل على التكنولوجيا لبناء أجزاء ثلاثية الأبعاد من المسحوق، باستخدام مصدر حرارة ليزري.
1986م:	براءة اختراع SLS بواسطة Deckard في جامعة تكساس.
1989م:	براءة اختراع ترسيب الموثق النافث للحبر، بواسطة Sachs & Cima في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا.
1993م:	براءة اختراع EBM من قبل Larson بدون انتماء.
1995م:	تطلق "EOSINT M 25 EOS" للتلبيد المباشر للمعادن بالليزر (DMLS).
1995م:	مختبرات ساندیا Sandia الوطنية تبدأ تطوير LENS.
1997م:	ترخص EOS حقوق SLS من D Systems3 وتركز على المسحوق.
1999م:	التقوية بالموجات فوق الصوتية المسجلة ببراءة اختراع بواسطة Dawn White of Solidica.
2001م:	استحوذت شركة D Systems3 على حقوق تقنية SLS من خلال الاستحواذ على شركة تحمل براءات اختراع أصلية بواسطة Deckard.
2002م:	أطلقت Arcam أول آلة تجارية 12S.
2012م:	استحوذت شركة D Systems3 على شركة Z-Corp صاحبة براءة الاختراع الأصلية في عملية ربط النافثة للحبر inkjet binder.

دوافع استخدام التصنيع بالإضافة (AM) في مجال الخزف:

هناك حاجة عامة للمتخصصين في الفن فهم المزيد حول تقنيات التصنيع بالإضافة (AM) ودعم تطويرهم المهني وتمكين قدرتهم على تنمية مهارات الآخرين حول التصنيع بالإضافة (Maloy & et.al) .(AM.., 2017)

1. التعلم من خلال الإنشاء: تُعرف الأنشطة البنائية والإنشائية باسم Makerspace التي تتعامل مع العالم من خلال الأنشطة العليا. التصنيع بالإضافة (AM) ترتبط مباشرة بمفهومين تربويين ناشئين آخرين: مساحات التصنيع والتفكير القائم على التصميم. يعد التعليم القائم على التصميم (DBL) للتجربة والخطأ عملية مفتوحة، وابتكار، وتكرار أنشطة Makerspaces وأنشطة DBL التي تهدف إلى تشجيع التعلم الذي يحركه الطلاب من خلال الاستكشاف وبناء المصنوعات اليدوية، لكي تساعد هذه الأنشطة الطلاب في تطوير مهارات التفكير الإبداعي والتعلم الاستقصائي وحل المشكلات (Abdulmajid, 2020).
2. إنتاج الوسائل الفنية التعليمية: يعمل استخدام التصنيع بالإضافة (AM) للإنتاج الفني والتي تساعد على اكتساب وتنمية المهارات كالوسائل التعليمية يمكن طباعتها لتشجيع المعلمين في كل نظام تعليمي تقريبًا. (Tillinghast & et.al.., 2014).
3. الممارسات الفنية الخاصة: استخدام التصنيع بالإضافة (AM) في إعداد وتهيئة بيئة تعليمية خاصة لأولئك الذين يعانون من الإعاقات، وذلك عندما يكون الإنتاج الفني مصمم بواسطة التصنيع بالإضافة (AM) لمن

DOI: https://doi.org/10.33193/JALHSS.125.2025.1546
ISSN Online: 2414-3383
ISSN Print: 2616-3810
مجلة الفنون والأدب وعلوم الإنسانيات والاجتماع
Journal of Arts, Literature, Humanities and Social Sciences
www.jalhss.com
editor@jalhss.com
Volume (125) October 2025
العدد (125) أكتوبر 2025

يحتاجون إلى تقنيات مساعدة، عندما يحتاج أولئك الذين لديهم تعليم معين إلى بيئة واقعية لمشروعات الطلاب. (Buehler & et.al., 2016)

4. تنمية المهارات الفنية: تتيح تقنيات التصنيع بالإضافة (AM) الفرص لإيجاد حلول لتنفيذ العمل الفني، واختبار مبدا الارجنوميه في التصميم، والدمج بين التقنيات والخامات، تنشيط التفكير الإبداعي والاتصالي، ..إلخ (المعداوي و حسين، 2021).

وظائف التصنيع بالإضافة (AM) في مجال الخزف:

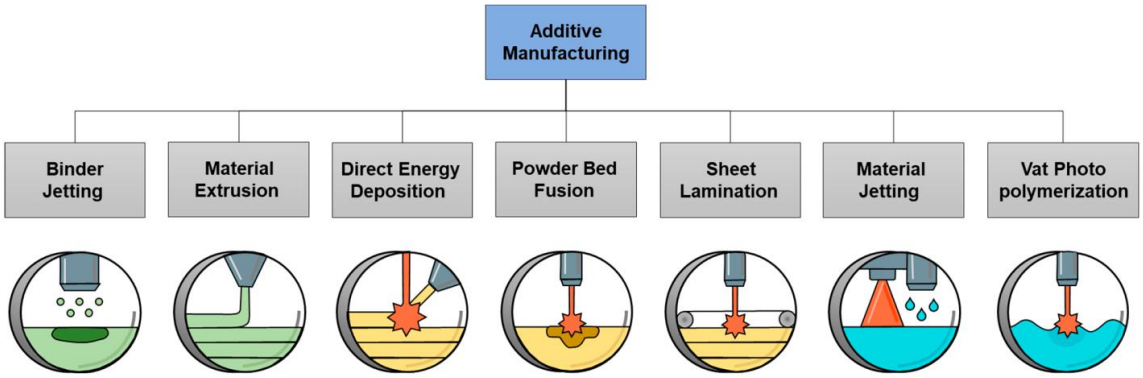
تتعدد وظائف تقنيات التصنيع بالإضافة (AM) نتناول فيما يلي أهم تلك الوظائف في مجال التعليم والفنون:

(1). التعليم **Education**: يستخدم التصنيع بالإضافة (AM) في المدارس ومؤسسات التعليم العالي والمكتبات العامة والمتاحف كاستخدام التصنيع بالإضافة (AM) في المشاريع القائمة على حل المشكلات، والتثقيف حول التكنولوجيا وممارسات التصميم، وإنشاء أو استخدام النماذج المطبوعة باستخدام تقنيات التصنيع بالإضافة (AM) كوسائل تعليمية، وإنتاج التقنيات والأساليب المساعدة للمتعلمين ذوي الاحتياجات الخاصة Novak, (2022)

(2). الفنون **Arts**: تُستخدم تقنيات التصنيع بالإضافة (AM) في الحفظ والترميم، حيث يعتبر التصنيع بالإضافة (AM) مفيد في المساعدة خلال مراقبة حالة القطع الأثرية في الماضي والحاضر والمستقبل، مما يجعل من الممكن البحث في السلوك المادي للعمل الفني (Beentjes, 2019). وكذلك دراسة الأعمال الفنية فحقيقة أن النسخ الفردية للأعمال الفنية والتحف ذات الطبيعة الهشة يمكن لتقنيات التصنيع بالإضافة (AM) نسخها وإنتاجها بدقة وبكميات تتيح دراسة هذه الأعمال الفنية على نطاق أوسع وبطرق مختلفة (Ballarin & et.al., 2018). وأيضًا دراسة التراث الثقافي حيث يحفز استخدام تقنيات التصنيع بالإضافة (AM) بشكل فعال العملية الإبداعية للدارسين والمختصين ويمكن أن تزيد من سهولة فهم عناصر التراث الثقافي والتعامل معها بحرية وبشكل مختلف، وبالتالي تحفيز أنواع مختلفة من الأساليب وطرق تحليلها (Tissen, 2022).

الأبعاد التقنية التصنيع بالإضافة في مجال خزف:

تنقسم عمليات التصنيع بالإضافة (AM) الرئيسية إلى سبع فئات، شكل (1)، (Ron & et.al., 2023) حددتها الجمعية الأمريكية للاختبار والمواد ((ISO/ASTM،ASTM) 52900, 2015) ولكل فئة العديد من التقنيات الفرعية لكل منها خامات خاصة. ((Ruscitti & et.al., 2020)،Ahangar & ey.al., 2019)، (Redwood & et.al., 2017)، (Urhal & et.al., 2019).

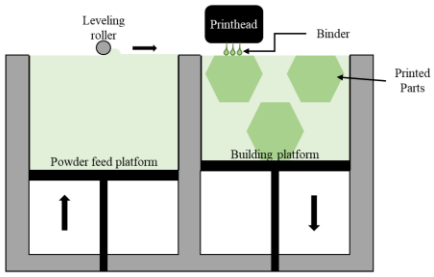


شكل (1): عمليات التصنيع بالإضافة (AM).

1. نفث المادة الرابطة **Binder Jetting:**

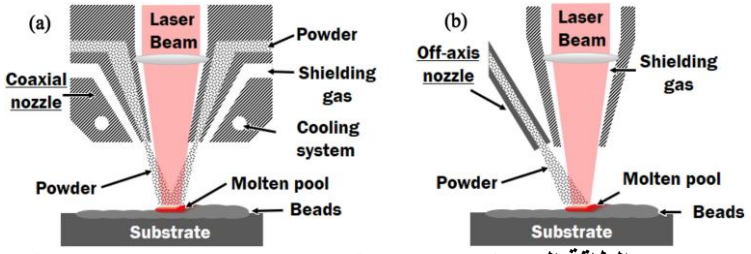
تقوم على ترسيب عامل الترابط السائل بشكل انتقائي لربط مواد المسحوق. ومن تقنياتها (BJ) قائمة على الجبس، والرمل، والمعادن، والخزف.

DOI: https://doi.org/10.33193/JALHSS.125.2025.1546
ISSN Online: 2414-3383
ISSN Print: 2616-3810
مجلة الفنون والأدب وعلوم الإنسانيات والاجتماع
Journal of Arts, Literature, Humanities and Social Sciences
www.jalhss.com
editor@jalhss.com
Volume (125) October 2025
العدد (125) أكتوبر 2025



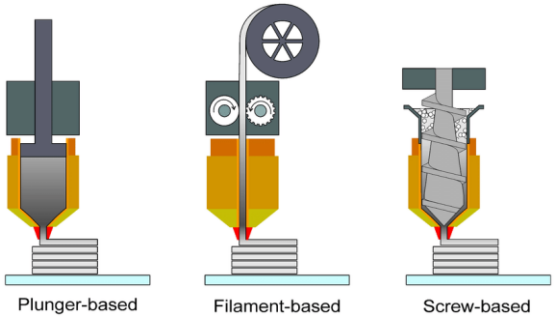
شكل (2): نفث المادة الرابطة Binder Jetting. (Chavez & at.al., 2020)

2. ترسيب الطاقة الموجه **Directed Energy Deposition:**
تقوم على استخدام الطاقة الحرارية المركزة لصهر المواد عن طريق الصهر أثناء ترسيبها. ومن تقنياتها (LENS) قائمة على المعادن؛ وتقنية (EBAM) قائمة على المعادن.



شكل (3): ترسيب الطاقة الموجه Directed Energy Deposition . (Ahn, 2021)

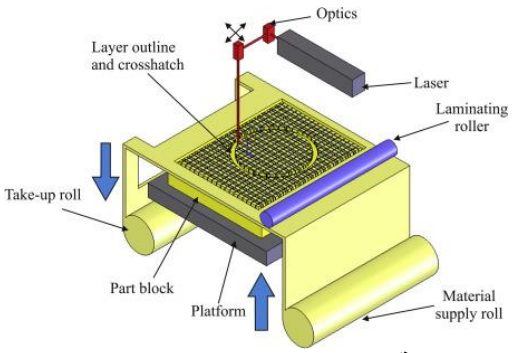
3. بثق المواد **Material Extrusion:**
تقوم على توزيع المواد بشكل انتقائي من خلال فوهة أو فتحة. ومن تقنياتها (FDM) قائمة على البلاستيك، والزجاج، المواد مركبة؛ وتقنية (PDM) قائمة على الخزف، والخرسانة.



شكل (4): بثق المواد Material Extrusion. (Gonzalez-Gutierrez & et.al., 2018)

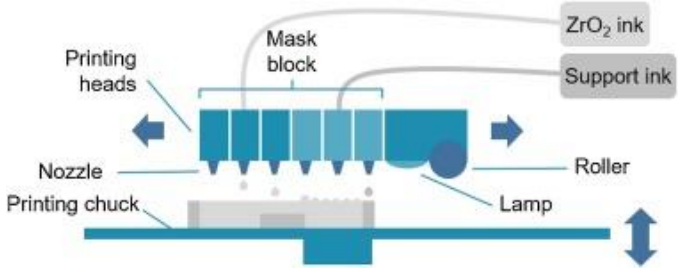
4. تصفيح الرقائق **Sheet Lamination:**
تقوم على ربط صفائح المواد لتشكيل جزء ومن تقنياتها (LOM) قائمة على الورق، والمواد المركبة.

DOI: https://doi.org/10.33193/JALHSS.125.2025.1546
ISSN Online: 2414-3383
ISSN Print: 2616-3810
مجلة الفنون والأدب وعلوم الإنسانيات والاجتماع
Journal of Arts, Literature, Humanities and Social Sciences
www.jalhss.com
editor@jalhss.com
Volume (125) October 2025
العدد (125) أكتوبر 2025



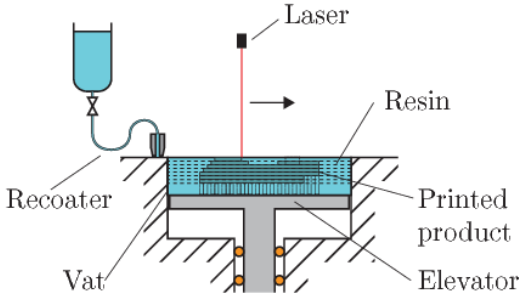
شكل (5): تصفيح الرقائق Sheet Lamination. (Pilipović, 2022)

5. نفث المواد **Material Jetting:**
تقوم على ترسيب قطيرات مواد البناء بشكل انتقائي. ومن تقنياتها (MJ) قائمة على البلاستيك؛ وتقنية (NPJ) قائمة على المعادن؛ وتقنية (DOD) قائمة على الخزف.



شكل (6): نفث المواد Material Jetting. (Willems & et.al., 2021)

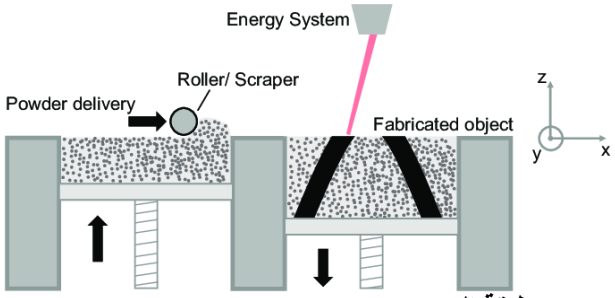
6. البلمرة الضوئية بالحوض **vat photopo-lymerization:**
تقوم على معالجة البوليمر الضوئي السائل في وعاء بشكل انتقائي عن طريق البلمرة المنشطة بالضوء. ومن تقنياتها (SLA) قائمة على البلاستيك، والخزف؛ وتقنية (CDLP) قائمة على البلاستك.



شكل (7): البلمرة الضوئية بالحوض vat photopo-lymerization. (Hafkamp & et.al **2017 ,.)**

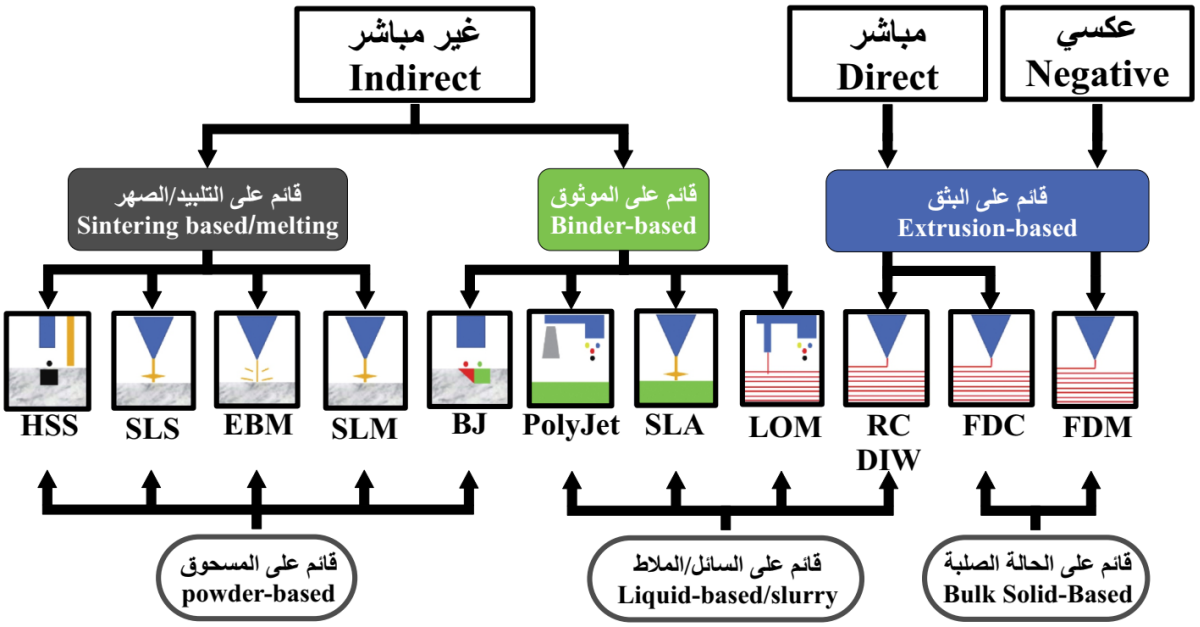
7. صهر طبقة المسحوق **Powder Bed Fusion:** تقوم على دمج الطاقة الحرارية بشكل انتقائي لمناطق طبقة المسحوق. ومن تقنياتها (MJ) و(SLS) قائمة على البلاستيك؛ وتقنية (SLM) و (EBM) قائمة على المعادن. (Wiberg, 2019)

DOI: https://doi.org/10.33193/JALHSS.125.2025.1546
ISSN Online: 2414-3383
ISSN Print: 2616-3810
مجلة الفنون والأدب وعلوم الإنسانيات والاجتماع
Journal of Arts, Literature, Humanities and Social Sciences
www.jalhss.com
editor@jalhss.com
Volume (125) October 2025
العدد (125) أكتوبر 2025



شكل (8): صهر طبقة المسحوق (Powder Bed Fusion Wiberg, **2019**)

ويعتمد تصنيف تكنولوجيا التصنيع بالإضافة في مجال الخزف على المواد الخام Raw materials أو الإستراتيجية strategy أو الأسلوب، شكل (2).



شكل (9): تصنيف تكنولوجيا التصنيع بالإضافة في مجال الخزف. (سليمان و آخرون، 2023)

اولًا: وفق حالة المواد الخزفية المستخدمة:

يعتمد تصنيف تكنولوجيا التصنيع بالإضافة في مجال الخزف وفق المواد الخزفية المستخدمة على الحالات الفيزيائية المختلفة للمواد الخزفية، وكذلك الخصائص الانسيابية لكل حالة، وغالبًا ما يتم تحضير المواد الخزفية في الحالات التالية:

- مسحوق جاف Powder.
- ملاط / سائل Slurry/Liquid.
- الحالة الصلبة (Wang & et.al ,.Solid-State. 2019).

DOI: https://doi.org/10.33193/JALHSS.125.2025.1546
ISSN Online: 2414-3383
ISSN Print: 2616-3810
مجلة الفنون والأدب وعلوم الإنسانيات والاجتماع
Journal of Arts, Literature, Humanities and Social Sciences
www.jalhss.com
editor@jalhss.com
Volume (125) October 2025
العدد (125) أكتوبر 2025

وفيما يلي وصف لتكنولوجيا التصنيع بالإضافة في مجال الخزف وفق حالة المواد الخزفية المستخدمة:
((Wang & et.al, 2019، (Chen & et.al., 2019)،Pinargote & et.al., 2020))

المسحوق:	حيث يتم استخدام طبقات من مسحوق المواد الخزفية الأولية، ويتم ربط جزيئات المسحوق عن طريق الأساليب التالية:	المواد الرابطة السائلة: وذلك من خلال رؤوس الطباعة التي تقوم بنفث قطرات المادة الرابطة بشكل انتقائي على المساحيق الخزفية.
		الطاقة الحرارية: وذلك من خلال اندماج مسحوق المواد الخزفية باستخدام حزمة الليزر القائمة على طاقة أشعة الليزر لتلبيد / إذابة مساحيق السيراميك بشكل انتقائي.
السائل/الملاط:	تتضمن المواد الخزفية سائلة أو شبه سائلة، إما في شكل مُعلقات أو ملاط/عجائن، اعتمادًا على اللزوجة ومعدل التدفق. ويتم إنتاج النماذج الخزفية إما عن طريق البثق أو النفث أو البلمرة الضوئية.	
الحالة الصلبة	تشتمل على مواد خزفية أولية صلبة سائبة، وتتضمن الأنظمة شبه المنصهرة التي يتم فيها تشتيت جزيئات المواد الخزفية الدقيقة كمواد وسيطة، وتكون الأنظمة شبه المنصهرة عادةً من الخلائط الخزفية/ البوليمرية.	

ثانيًا: التصنيف وفق الإستراتيجية:
يمكن تصنيف تكنولوجيا التصنيع بالإضافة في مجال الخزف إلى ثلاث استراتيجيات (مباشرة Direct، غير مباشرة Indirect، وعكسي) (Negative) (Zocca & et.al ,., 2015).

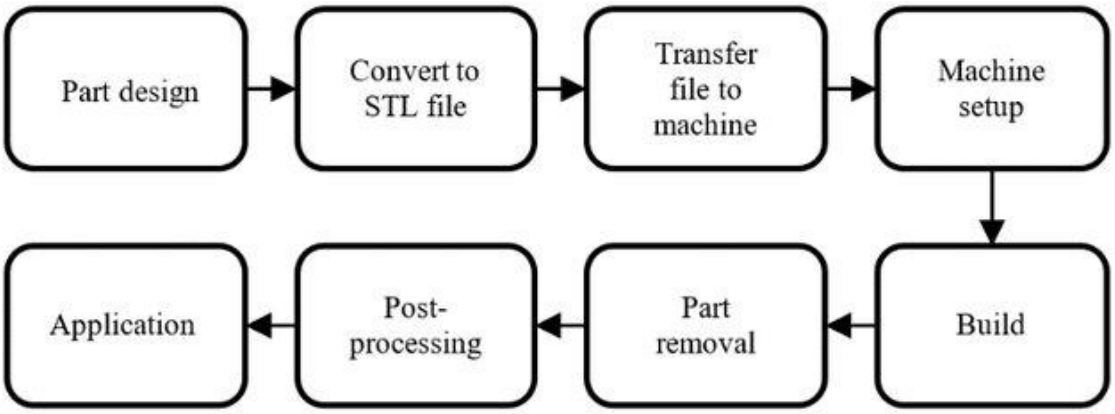
- مباشر: يعني أن المواد الخزفية يتم ترسيبها مباشرة مع إعطاء الشكل المطلوب للنموذج الخزفي النهائي.
- غير المباشر: يعني أنه يتم ترسيب طبقات من المواد الخزفية مع إدراج مقطع عرضي (شريحة) لكل طبقة، ثم إزالة المواد الزائدة المحيطة بالجزء بعد الانتهاء من جميع الطبقات لتحرير النموذج الخزفي النهائي.
- عكسي: يعني أن تكنولوجيا التصنيع بالإضافة في مجال الخزف تُستخدم لإنتاج القوالب Mold، والذي يتم استخدامه على التوالي لإنتاج الجزء الأخير.

ثالثًا: التصنيف وفق الأسلوب:
يعتمد تصنيف تكنولوجيا التصنيع بالإضافة في مجال الخزف وفق الأسلوب المتبع لتشكيل النماذج إلى ثلاث أنواع التلبيد/الصهر Sintering /melting، الموثق Binder، البثق Extrusion-based (Yeong & et.al, 2013).

1. تقنيات التلبيد/الصهر Sintering /melting : تتضمن تذويب جزيئات مسحوق المواد الخزفية بالكامل بواسطة الليزر لتندمج معًا كما هو الحال في التلبيد الانتقائي بالليزر.
2. تقنيات الموثقBinder : تتضمن تعليق المواد الخزفية أو خلطها في مواد رابطة، ثم ترسيخ أو ترسيب مُعلق المواد الخزفية عن طريق البلمرة الضوئية باستخدام الأشعة فوق البنفسجية، أو من خلال نفث قطرات من المادة الرابطة البوليمرية على سطح طبقة المسحوق لتشكيل مقطع عرضي للجزء.
3. تقنيات البثق Extrusion-based : تتضمن تصنيع خيوط filament المواد الخزفية بمزيج من المادة الرابطة ويتم إذابتها وبثقها من خلال فوهة، أو من خلال الصب الآلي حيث يتم وضع خليط المواد الخزفية في حاقن ويتم ترسيبه من خلال فوهة بدون عملية تسخين.

خطوات عملية التصنيع بالإضافة في مجال الخزف:
يتضمن التصنيع بالإضافة AM عددًا من الخطوات التي تنتقل من وصف CAD الظاهري إلى الجزء الناتج الفعلي. وتتضمن معظم عمليات التصنيع بالإضافة AM، إلى حد ما، على الأقل الخطوات الثماني، شكل (12)، التالية:
((Leirmo & Martinsen, 2019،Gibson & et.al., 2015))

DOI: https://doi.org/10.33193/JALHSS.125.2025.1546
ISSN Online: 2414-3383
ISSN Print: 2616-3810
مجلة الفنون والأدب وعلوم الإنسانيات والاجتماع
Journal of Arts, Literature, Humanities and Social Sciences
www.jalhss.com
editor@jalhss.com
Volume (125) October 2025
العدد (125) أكتوبر 2025



شكل (10): عملية التصنيع بالإضافة AM Process.

- الخطوة (1) **CAD**:

يجب أن تبدأ جميع أجزاء التصنيع بالإضافة AM من نموذج برمجي يصف الهندسة الخارجية بشكل كامل، ويمكن أن يتضمن ذلك استخدام أي برنامج احترافي للنمذجة الصلبة CAD تقريبًا، ولكن يجب أن يكون الإخراج ثلاثي الأبعاد صلبًا أو تمثيلًا سطحيًا. يمكن أيضًا استخدام المعدات الهندسية العكسية (مثل الليزر والمسح الضوئي) لإنشاء هذا التمثيل.

- الخطوة (2) التحويل إلى **STL:**

تقبل كل آلة AM تقريبًا تنسيق ملف STL، والذي أصبح معيارًا واقعيًا، وفي الوقت الحاضر ويمكن لكل نظام CAD تقريبًا إخراج تنسيق ملف كهذا، يصف هذا الملف الأسطح الخارجية المغلقة لنموذج CAD الأصلي ويشكل الأساس لحساب الشرائح.

- الخطوة (3) النقل إلى جهاز **AM** ومعالجة ملفات **STL:**

يجب نقل ملف STL الذي يصف الجزء إلى جهاز AM. وخلال هذه الخطوة يتم تحرير الملف بحيث يكون الحجم والموضع والاتجاه الصحيحين للبناء.

- الخطوة (4) إعداد الجهاز:

يجب إعداد جهاز AM بشكل صحيح قبل عملية الإنشاء. ترتبط مثل هذه الإعدادات بمعاملات البناء مثل قيود المواد، ومصدر الطاقة، وسمك الطبقة، والتوقيت، وما إلى ذلك.

- الخطوة (5) البناء:

يعد بناء الجزء عملية آلية بشكل أساسي ويمكن للآلة أن تستمر إلى حد كبير دون إشراف. يجب إجراء المراقبة السطحية للجهاز فقط في هذا الوقت لضمان عدم حدوث أخطاء مثل نفاد المواد أو الطاقة أو مواطن الخلل في البرامج، وما إلى ذلك.

- الخطوة (6) الإزالة:

بمجرد انتهاء آلة AM من البناء، يجب إزالة الأجزاء. قد يتطلب ذلك التفاعل مع الماكينة، والتي قد تحتوي على أقفال أمان لضمان على سبيل المثال أن تكون درجات حرارة التشغيل منخفضة بدرجة كافية أو أنه لا توجد أجزاء متحركة بشكل نشط.

- الخطوة (7) المعالجة البعدية:

بمجرد إزالة النموذج من الجهاز، قد تتطلب الأجزاء قدرًا من التنظيف الإضافي قبل أن تصبح جاهزة للاستخدام. قد تكون الأجزاء ضعيفة في هذه المرحلة أو قد تحتوي على ميزات داعمة يجب إزالتها. لذلك غالبًا ما يتطلب ذلك وقتًا ومعالجة يدوية دقيقة وذات خبرة.

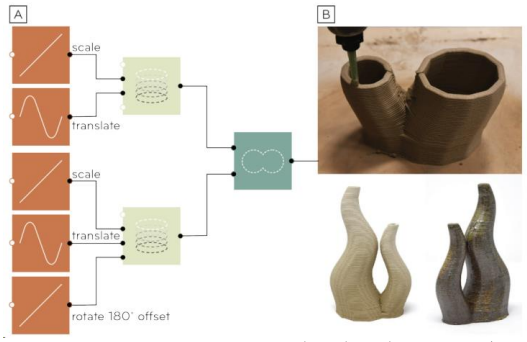
DOI: https://doi.org/10.33193/JALHSS.125.2025.1546
ISSN Online: 2414-3383
ISSN Print: 2616-3810
مجلة الفنون والأدب وعلوم الإنسانيات والاجتماع
Journal of Arts, Literature, Humanities and Social Sciences
www.jalhss.com
editor@jalhss.com
Volume (125) October 2025
العدد (125) أكتوبر 2025

- الخطوة (8) التطبيق:

قد تكون الأجزاء جاهزة الآن للاستخدام. ومع ذلك، قد يحتاجون أيضًا إلى علاج إضافي قبل قبولهم للاستخدام. على سبيل المثال، قد تتطلب طلاءًا أوليًا لإعطاء ملمس سطح وتشطيب مقبول. قد تكون العلاجات شاقة وطويلة إذا كانت متطلبات التشطيب متطلبة للغاية. قد يُطلب أيضًا تجميعها مع مكونات ميكانيكية أو إلكترونية أخرى لتشكيل نموذج أو منتج نهائي.

الأبعاد الجمالية للإنتاج الخزفي القائم على التصنيع بالإضافة (Ceramics-AM):

القيم الجمالية للإنتاج الخزفي القائم على التصنيع بالإضافة تعتمد على عوامل عدة، كالتصميم الأصلي للنموذج الخزفي ثلاثي، والتقنيات المستخدمة الخامة المستخدمة في التصنيع بالإضافة. يمكن أن تساهم هذه العوامل في إنشاء أعمال فنية خزفية ذات طابع فريد تتميز بالدقة العالية والتفاصيل المعقدة. وتتحدد القيم الجمالية للإنتاج الخزفي القائم على التصنيع بالإضافة بناءً على ثلاث قيم جمالية الجمالية المستحيلة Impossible Aesthetic، الجمالية الرمزية Coded Aesthetic، جمالية البثق Extruded aesthetic (Scott, 2018, pp 89-90) .

الجمالية المستحيلة **Impossible Aesthetic**	تلك الخزفيات التي تبدو وكأنها لا يمكن تنفيذها بأي طريقة أخرى، حيث استخدم الفنانون والصناع لتقنيات التصنيع بالإضافة لإظهار أعمالهم الفنية الافتراضية، والتي كان من المستحيل عملياً تنفيذها حتى يتم تطوير هذه التكنولوجيا، أي ينصب تركيزهم على دفع الآلة إلى أقصى حدودها.	 شكل (11): إمري كان "Emre Can" ، بورسلين. (Can, 2022)
الجمالية الرمزية **Coded Aesthetic**	تلك الخزفيات التي تعمل فيها تقنيات التصنيع بالإضافة في خدمة العمل الذي تم إنشاؤه بواسطة الحاسوب. وتعتبر تقنيات الطباعة الخزفية ثلاثية الأبعاد بالنسبة للفنانين والصناع أفضل عملية لالتقاط الصور المؤقتة والأثيرية - لتحويل رمز الافتراضي إلى عمل فني ملموس. وينصب التركيز هنا على استخدام تقنيات لتقنيات التصنيع بالإضافة في خدمة تصميمه وتوفير النسخ المتماثل - أو الصنعة.	 شكل (12): الجمالية الرمزية Coded Aesthetic. (Bourgault, & et.al, 2023)

DOI: https://doi.org/10.33193/JALHSS.125.2025.1546
ISSN Online: 2414-3383
ISSN Print: 2616-3810
مجلة الفنون والأدب وعلوم الإنسانيات والاجتماع
Journal of Arts, Literature, Humanities and Social Sciences
www.jalhss.com
editor@jalhss.com
Volume (125) October 2025
العدد (125) أكتوبر 2025

جمالية البثق **Extruded aesthetic**	حيث تظل خطوط البثق مرئية - عن عمد؛ حيث يتم عرض العملية؛ وينصب التركيز على الأشياء الجديدة التي يمكن لتقنيات الطباعة الخزفية ثلاثية الأبعاد القيام بها، عندما تصبح أداة إبداعية، في حد ذاتها، أو حتى وسيلة فنية مشروعة.	شكل (13): جمالية البثق Extruded aesthetic.

نستعرض بعض الأعمال الفنية الخزفية الفنانين العرب والأجانب باستخدام تكنولوجيا التصنيع بالإضافة للتعرف على الأبعاد التقنية والجمالية للإنتاج الخزفي القائم على التصنيع بالإضافة (Ceamics-AM) التي يقدمونها ويتناولونها في أعمالهم المتنوعة.

1. **رشا فوزي أحمد**:

وصف العمل:

اسم العمل :" مزهرية حلزونية".

الأبعاد :10×10×20 سم

الخامة: طينة السيل (الحِيبة).

الطلاء الزجاجي: طلاء زجاجي ذو بريق معدني.

سنة الإنتاج : 2023م

شكل (14): :"مزهرية حلزونية". (أحمد، 2023)

DOI: https://doi.org/10.33193/JALHSS.125.2025.1546
ISSN Online: 2414-3383
ISSN Print: 2616-3810
مجلة الفنون والأدب وعلوم الإنسانيات والاجتماع
Journal of Arts, Literature, Humanities and Social Sciences
www.jalhss.com
editor@jalhss.com
Volume (125) October 2025
العدد (125) أكتوبر 2025

يتضح في هذا العمل الخزفي استخدام تقنية البثق في تشكيل المزهرية الخزفية من حيث البعد التشكيلي، وكذلك تأثر الفنانة وبشكل كبير بالجمالية الرمزية من حيث البعد الجمالي.

2. **بريان بيترز Brian Peters**:

وصف العمل:

اسم العمل : تكوين"Hex Screen"
الأبعاد :2.6×5×4 بوصة. للقطعة
الخامة: تيرا كوتا.
الطلاء الزجاجي: طلاء زجاجي ابيض.
سنة الإنتاج : 2022م

شكل (15): : Hex Scree". (Peters, " 2022)

يتضح في هذا العمل الخزفي استخدام تقنية البثق في تشكيل الشبكة السداسية من حيث البعد التشكيلي، وكذلك تأثر الفنانة بشكل كبير بالجمالية الرمزية من حيث البعد الجمالي.

3. **أوليفييه فان هيربت Olivier van Herpt**:

وصف العمل:

اسم العمل : **"White Textured Vas"**
الأبعاد :16×16×26 بوصة. للقطعة
الخامة: بورسلين.
الطلاء الزجاجي: طلاء زجاجي ابيض.
سنة الإنتاج : 2022م

شكل (16): " White Textured Vas". (Herpt, 2023)

يتضح في هذا العمل الخزفي استخدام تقنية البثق في تشكيل White Textured Vas من حيث البعد التشكيلي، وكذلك تأثر الفنان وبشكل كبير بالجمالية المستحيلة من حيث البعد الجمالي.

النتائج:

تتيح تقنيات الابتكار الرقمي كتقنيات التصنيع بالإضافة (AM) الفرصة في مجال الخزف للفنانين والحرفيين وطلاب الفنون لعرض أفكارهم والرؤى الفنية والفلسفية الخاصة بهم في العمل الفني وناقش البحث الحالي تقنيات التصنيع بالإضافة (AM) في مجال الخزف في محاولة لدمج تقنيات التصنيع بالإضافة (AM) كمنهج تعليمي. وفيما يلي أهم النتائج التي توصل إليها البحث الحالي:

DOI: https://doi.org/10.33193/JALHSS.125.2025.1546
ISSN Online: 2414-3383
ISSN Print: 2616-3810
مجلة الفنون والأدب وعلوم الإنسانيات والاجتماع
Journal of Arts, Literature, Humanities and Social Sciences
www.jalhss.com
editor@jalhss.com
Volume (125) October 2025
العدد (125) أكتوبر 2025

1. تعزيز تقنيات التصنيع بالإضافة (AM) في مجال الخزف نهج متعدد التخصصات بين الفنانين والفنيين لدعم دمجها في العملية الإبداعية في مجال الخزف.
2. توفر تقنيات التصنيع بالإضافة (AM) في مجال الخزف الكثير من الوقت والجهد من مراحل التصميم وصولًا إلى النموذج النهائي، وكذلك المناخ الإبداعي للفنانين ومتمرسي وهواة الفنون.
3. تتيح تقنيات التصنيع بالإضافة (AM) في مجال الخزف المزيد من الالتزام والتحفيز والمشاركة والوصول إلى مستويات أعلى من الإبداع الفني.
4. ستساعد تقنيات التصنيع بالإضافة (AM) في مجال الخزف في تغطية عددًا كبيرًا ونطاقًا كاملاً من الأسئلة حول كيفية دمجها وتوظيفها.
5. توفر تقنيات التصنيع بالإضافة (AM) في مجال الخزف قدر كبير من المرونة في تنفيذ التصميمات التي كان يصعب تنفيذها بتقنيات التشكيل التقليدية.
6. تؤدي تقنيات التصنيع بالإضافة (AM) في مجال الخزف لتطور كبير في الاحتمالات التصميمية بدلا من التفكير في قيود التصميم الخزفي..

التوصيات:

1. الاستفادة من دراسة تقنيات التصنيع بالإضافة (AM) في مجال الخزف وتطبيقها كاتجاهات جديدة في العملية الإبداعية في مجال الخزف.
2. العمل على نشر الوعي بتقنيات التصنيع بالإضافة (AM) في مجال الخزف أكاديميًا وفنيًا في المتاحف واستوديوهات الفن لإلهام التفكير النقدي والإبداعي وتمكينه.
3. تشجيع مشاريع البحث الإجرائي التي يجريها دارسي وهواة الفنون والفنانون للتحقيق في تكامل الخزف والفن والتعاون عبر مجالات الموضوع.

المصادر والمراجع

1. أحمد، رشا فوزي. (2023). أثر الملدنات "المولاس" والمواد الرابطة "الصمغ العربي" على فاعلية الطباعة الخزفية ثلاثية الأبعاد لطينة السيل (الحِيبة) بمحافظة قنا. المجلة العلمية لعلوم التربية النوعية، ، مج. 18، ع.18, 44-73. doi: https://doi.org/10.21608/sjsep.2023.329190

2. أحمد، رشا فوزي. وسليمان ، ابراهيم دسوقي عبد الموجود. (2023). دراسة تطبيقية لتصميم وتنفيذ طابعة خزفية ثلاثية الأبعاد. مجلة جامعة جنوب الوادي الدولية للعلوم التربوية، مج. 6، ع. 11، 211-250. doi: https://doi.org/10.21608/musi.2023.330547

3. رشوان، نهلة محمد حامد. (2020). استراتيجية لتطوير الخامات في تكنولوجيا تصميم وتصنيع الخزف بالإضافة. اطروحة دكتوراة. مصر: كلية الفنون التطبيقية، جامعة حلوان.

4. سليمان، ابراهيم دسوقي عبد الموجود. وآخرون. (2023). الأبعاد التقنية لتكنولوجيا الطباعة ثلاثية الأبعاد في مجال الخزف. مجلة جامعة جنوب الوادي الدولية للعلوم التربوية، مج. 6، ع. 11، 211-250. doi: https://doi.org/10.21608/musi.2023.330547

5. عفيفي، عاطف إبراهيم عنان. وآخرون. (2021). "الابعاد الجمالية والفلسفية للفن الجديد وعلاقتها لاستحداث مشغولة خشبية بتقنية فن الكولاج". مجلة بحوث التربية النوعية، ع. 62، 141-168. https://doi.org/10.21608/mbse.2021.67736.1016

6. عثمان، شيماء أحمد الدسوقى. (2018). "التقنيات المعاصرة ودورها في بناء التصميم ثلاثي الأبعاد". مجلة بحوث التربية النوعية، ع. 55، 331-350. https://doi.org/10.21608/mbse.2018.137692

7. العامري، محمد حمود. (2016). الاتجاهات المعاصرة في التربية الفنية. جامعة السلطان قابوس، كلية الآداب والعلوم الاجتماعية، مجلة الآداب والعلوم الاجتماعية، مج7, ع1، ص 237.، ص. 221-241.

8. المسيري، عبد الوهاب. والتريكي، فتي. (2003)، الحداثة وما بعد الحداثة، ط1 دار الفكر ، سورية.

9. محسن، وميض عبد الكريم. (2018). تكنولوجيا التصنيع بالإضافة وانعكاساتها في التصميم الصناعي المعاصر. الجمعية العلمية للمصممين، مجلة التصميم الدولية، المجلد 8، العدد 1، 63-69.

DOI: https://doi.org/10.33193/JALHSS.125.2025.1546
ISSN Online: 2414-3383
ISSN Print: 2616-3810
مجلة الفنون والأدب وعلوم الإنسانيات والاجتماع
Journal of Arts, Literature, Humanities and Social Sciences
www.jalhss.com
editor@jalhss.com
Volume (125) October 2025
العدد (125) أكتوبر 2025

10. المعداوي، غادة دسوقي. وحسين، اسماء عبد المنعم. (2021). الطباعة الرقمية الثلاثية الأبعاد وآثارها على تطوير مهارات التفكير الإبداعي لطلاب كليات الفنون التطبيقية. مجلة الفنون والعلوم الإنسانية، العدد 7. doi: https://doi.org/10.21608/mjas.2021.187601

11. Abdulmajid, M. (2020). Technical Dimensions Of 3d Printing Techniques in The Field of Arts and The Education System. Research Journal Specific Education, Faculty of Specific Education, Mansoura University Issue No. 59. doi: https://dx.doi.org/10.21608/mbse.2020.129497

12. Ahangar, P., & ey.al. (2019). Current Biomedical Applications of 3D Printing and Additive Manufacturing. MDPI, Applied Sciences, Volume 9, Issue 8, pp. 1-23. doi: https://dx.doi.org/10.3390/app9081713

13. Ahn, D.-G. (2021). Directed Energy Deposition (DED) Process: State of the Art. In International Journal of Precision Engineering and Manufacturing-Green Technology (pp. 703–742). doi: https://doi.org/10.1007/s40684-020-00302-7

14. Ballarin, M., & et.al. (2018). Replicas in cultural heritage: 3D printing and the museum experience. Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., XLII-2, pp. 55-62. doi: https://dx.doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-55-2018

15. Beaman, J., & Traver , A. (1986). Part Generation by Layerwise Selective Sintering. Austin, Texas, United States: University of Texas Austin.

16. Beentjes, T. P. (2019). Casting Rodin’s Thinker: Sand mould casting, the case of the Laren Thinker and conservation treatment innovation. PhD thesis. Netherlands: Faculty of Humanities, University of Amsterdam.

17. Bourgault, Samuelle & et.al. (2023). CoilCAM: Enabling Parametric Design for Clay 3D Printing Through an Action-Oriented Toolpath Programming System. In Proceedings of the 2023 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '23). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, Article 264, 1–16. https://doi.org/10.1145/3544548.3580745

18. Buehler, E., & et.al. (2016). Investigating the Implications of 3D Printing in Special Education. ACM Transactions on Accessible Computing, Volume 8, Issue 3, 11. doi: https://doi.org/10.1145/2870640

19. Can, E. (2022, 4 25). Retrieved from EMRE CAN: https://www.emrecanceramic.com/

20. Chavez, L. A., & at.al. (2020). The Influence of Printing Parameters, Post-Processing, and Testing Conditions on the Properties of Binder Jetting Additive Manufactured Functional Ceramics. Ceramics, 3(1), 65-77. doi: https://doi.org/10.3390/ceramics3010008

21. Chen, Z., & et.al. (2019). 3D printing of ceramics: A review. Journal of the European Ceramic Society, Vol. 39(4) 661-687. doi: https://doi.org/10.1016/j.jeurceramsoc.2018.11.013

22. Citarella, R., & Giannella, V. (2021). Additive Manufacturing in Industry. Appl. Sci, 11, 840. doi: https://doi.org/10.3390/app11020840

23. Gibson, I., & et.al. (2015). Additive Manufacturing Technologies 3D Printing, Rapid Prototyping, and Direct Digital Manufacturing (Second Edition ed.). New York, USA: Springer. doi: https://dx.doi.org/10.1007/978-1-4939-2113-3

DOI: https://doi.org/10.33193/JALHSS.125.2025.1546
ISSN Online: 2414-3383
ISSN Print: 2616-3810
مجلة الفنون والأدب وعلوم الإنسانيات والاجتماع
Journal of Arts, Literature, Humanities and Social Sciences
www.jalhss.com
editor@jalhss.com
Volume (125) October 2025
العدد (125) أكتوبر 2025

24. Gonzalez-Gutierrez, J., & et.al. (2018). Additive Manufacturing of Metallic and Ceramic Components by the Material Extrusion of Highly-Filled Polymers: A Review and Future Perspectives. Materials, 11(5), 840. doi: https://doi.org/10.3390/ma11050840
25. Hafkamp, T., & et.al. (2017). A trade-off analysis of recoating methods for vat photopolymerization of ceramics. Solid Freeform Fabrication 2017: Proceedings of the 28th Annual International Solid Freeform Fabrication Symposium – An Additive Manufacturing Conference (pp. 687-711). University of Texas at Austin. Retrieved from https://hdl.handle.net/2152/89873
26. Herpt, O. v. (2023). Olivier van Herpt. Retrieved from Olivier van Herpt: https://oliviervanherpt.com/white-textured-vase/
27. ISO/ASTM 52900. (2015). Additive manufacturing — General principles — Terminology. USA: ASTM Compass.
28. ISO/ASTM 52910. (2018). Additive Manufacturing—Design—Requirements, guidelines and recommendations. . ISO; ASTM.: ISO: Geneva, Switzerland; ASTM: West Conshohocken, PA, USA.
29. Leirmo, T. S., & Martinsen, K. (2019). Evolutionary algorithms in additive manufacturing systems: Discussion of future prospects. Procedia CIRP, 81. doi: https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.03.174
30. Malcolm, Dorothea C. (1972). “Design: Elements and Principles”, Davis Pubns, USA.
31. Maloy, R. W., & et.al. (2017). 3D Modeling and Printing in History/Social Studies Classrooms: Initial Lessons and Insights. Contemporary Issues in Technology and Teacher Education,Vol.: 17, Issue 2, 229 - 249.
32. Menano, L., & et.al. (2019). Integration of 3D Printing in Art Education: A Multidisciplinary Approach. Computers in the Schools, Interdisciplinary Journal of Practice, Theory, and Applied Research, Vol. 36, 222-236. doi: https://doi.org/10.1080/07380569.2019.1643442
33. Nash, K. J. (2018). 3D Printed, Self-glazed Ceramics: An Investigation Inspired by Egyptian Faience. PhD thesis. UK: Faculty of Arts, Creative industries and Education, University of the West of England.
34. Novak, E. (2022). 3D Printing in Education. Routledge. doi: https://dx.doi.org/10.4324/9781138609877-REE81-1
35. Peters, B. (2022). Brian Peters. Retrieved from Brian Peters: https://www.brian-peters.com/screenwalls#/hexscreen
36. Pilipović, A. (2022). Sheet lamination. Polymers for 3D Printing. In Polymers for 3D Printing Methods, Properties, and Characteristics (pp. 127-136). Elsevier Inc. doi: https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818311-3.00008-2
37. Pinargote, N. W., & et.al. (2020). Direct Ink Writing Technology (3D Printing) of Graphene-Based Ceramic Nanocomposites: A Review. MDPI, Nanomaterials, 10(7), pp. 1-48. doi: https://doi.org/10.3390/nano10071300
38. Redwood, B., & et.al. (2017). The 3D Printing Handbook: Technologies, design and applications. Amsterdam, Netherlands: 3D Hubs B.V.

DOI: https://doi.org/10.33193/JALHSS.125.2025.1546
ISSN Online: 2414-3383
ISSN Print: 2616-3810
مجلة الفنون والأدب وعلوم الإنسانيات والاجتماع
Journal of Arts, Literature, Humanities and Social Sciences
www.jalhss.com
editor@jalhss.com
Volume (125) October 2025
العدد (125) أكتوبر 2025

39. Ron, T., & et.al. (2023). Additive Manufacturing Technologies of High Entropy Alloys (HEA): Review and Prospects. Materials, Volume 16, Issue 6 , 2454. doi: https://doi.org/10.3390/ma16062454
40. Ruscitti, A. F., & et.al. (2020). A review on additive manufacturing of ceramic materials based on extrusion processes of clay pastes. Cerâmica, 66, pp. 354-366. doi: https://dx.doi.org/10.1590/0366-69132020663802918
41. Sames, W., & et.al. (2016). The metallurgy and processing science of metal additive manufacturing. International Materials Reviews, Volume 61,Issue 5, 315-360. doi: https://doi.org/10.1080/09506608.2015.1116649
42. Scott, C. (2018). The legitimacy of the 3D printer as both artistic tool and artistic medium: assessing the nature and aesthetics of 3D printing artistic output and the effect that 3D-printing may have on the borders of the creative landscape. Master's Thesis. London, UK: Faculty of Art, Design & the Built Environment, Ulster University.
43. Tebianian, M., & et.al. (2023). A Review on the Metal Additive Manufacturing Processes. Preprints, 2023080173. doi: https://doi.org/10.20944/preprints202308.0173.v1
44. Tillinghast, R. C., & et.al. (2014). Integrating three dimensional visualization and additive manufacturing into K-12 classrooms. IEEE Integrated STEM Education Conference. Princeton, NJ, USA: IEEE. doi: https://doi.org/10.1109/ISECon.2014.6891051
45. Tissen, L. N. (2022). 3D Printing and the Art World: Current Developments and Future Perspectives. IntechOpen. doi: https://dx.doi.org/10.5772/intechopen.109107
46. Urhal, P., & et.al. (2019). Robot assisted additive manufacturing: A review. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, 59. doi: https://doi.org/10.1016/j.rcim.2019.05.005
47. Vastamäki, T. (2019). Ceramic technology: how to recognize clay processing. Master thesis. Finland: Faculty of Engineering and Natural Scien
48. Wang, J.-C., & et.al. (2019). Review of additive manufacturing methods for high-performance ceramic materials. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 103, pp. 2627–2647. doi: https://dx.doi.org/10.1007/s00170-019-03669-3
49. Wiberg, A. (2019). Towards Design Automation for Additive Manufacturing : A Multidisciplinary Optimization approach. Licentiate dissertation, Linköping University Electronic Press. doi: https://doi.org/10.3384/lic.diva-160888
50. Willems, E., & et.al. (2021). Additive manufacturing of zirconia ceramics by material jetting. Journal of the European Ceramic Society, 41(10), 5292-5306. doi: https://doi.org/10.1016/j.jeurceramsoc.2021.04.018
51. Wohlers Report. (2022). Analysis. Trends. Forecasts. 3D Printing and Additive Manufacturing State of the Industry. USA: Wohlers.
52. Wong, K. V., & Hernandez, A. (2012). A Review of Additive Manufacturing. International Scholarly Research Network ISRN Mechanical Engineering Volume 2012, Article ID 208760, 1-10. doi: https://doi.org/10.5402/2012/208760

DOI: https://doi.org/10.33193/JALHSS.125.2025.1546
ISSN Online: 2414-3383
ISSN Print: 2616-3810
مجلة الفنون والأدب وعلوم الإنسانيات والاجتماع
Journal of Arts, Literature, Humanities and Social Sciences
www.jalhss.com
editor@jalhss.com
Volume (125) October 2025
العدد (125) أكتوبر 2025

53. Yeong, W. Y., & et.al. (2013). State-of-the-art review on selective laser melting of ceramics. In P. J. Bártolo, & et.al., High Value Manufacturing: Advanced Research in Virtual and Rapid Prototyping (pp. 65-69). London, UK: CRC Press, Taylor & Francis Group.
54. Zhao, B. (2021). Research on The Application of Ceramic 3D Printing Technology. Journal of Physics: Conference Series, Vol. 1827, pp. 1-7. doi: https://doi.org/10.1088/1742-6596/1827/1/012057
55. Zocca, A., & et.al. (2015). Additive Manufacturing of Ceramics: Issues, Potentialities, and Opportunities. J. Am. Ceram. Soc., Vol. 98(7), pp. 1983–2001. doi: https://doi.org/10.1111/jace.13700