مجلة التربية النوعية والتكنولوجيا (بحوث علمية وتطبيقية)
Journal of Specific Education and Technology (Scientific and Applied Research)

أهمية خزف الاستوديو و رؤية لتطويره
(المعوقات والفرص)

Digital technology and its impact on the development of studio ceramics
(Obstacles And Chances)

أ.م.د منى محمود شمس الدين م.د شيرين السعيد العرنوس م.د شيماء أسامة عبد الحميد
أستاذ مساعد بقسم الخزف كلية الفنون التطبيقية مدرس بقسم الخزف كلية الفنون التطبيقية مدرس بقسم الخزف كلية الفنون التطبيقية
Shaimaateleb@gmail.com shereenalarnous@gmail.com mahmoudmona1978@gmail.com

الملخص

تحتل المشروعات الصغيرة أهمية بالغة في اقتصاديات المجتمعات بغض النظر عن درجة تطورها واختلاف أنظمتها ومفاهيمها الاقتصادية و في ظل الازمات الاقتصادية العالمية تسعى كل الدول لدعم وتطوير الصناعات التي تسهم في زيادة الاقتصاد القومي ويتناول هذا البحث أهمية ودور خزف الاستديو وخاصة في الآونة الأخيرة ويحلل ظاهرة انتشار مشروعات كثيرة ومتعددة في السوق المصرية في هذا المجال ويهتم البحث ايضا بوضع رؤية أو تصور لتطوير مجال خزف الاستديو الذي يتميز بوجود الطابع الانساني ويحمل قيم فنية وجمالية واستخدامية فهو امتداد وتطوير لحرفة يدوية توجد من المصري القديم وتطورت عبر العصور وانعكست الثقافات المختلفة على هذا النوع من المنتجات الخزفية. ومع وجود الثورة الرقمية نجد انعكاسها في خزف الاستديو في العالم سواء على طرق الانتاج والتصميم ، وعادة يحتاج المصمم الخزاف في مجال إنتاج الصناعات التقليدية إلى مستوى حرفي وإتقان عالي في تفاصيل عمله وفي ظل هذا التطور التقني السريع والمتلاحق استطاعت التكنولوجيا الرقمية الحديثة إعطاء حلول اقتصادية وجمالية لتحقيق الارتقاء بمستوى منتج خزف الاستديو والصناعات المتناهية الصغر، حيث مكنت التكنولوجيا الرقمية من إيجاد الخيارات من قبل بدا عملية التنفيذ واختيار أفضل الحلول بصورة رقمية، كما مكنت المصمم الخزاف من تنفيذ الحلول بأدق صورة واعلى جودة في اقل زمن، حيث وفر التحكم الرقمي عدة أساليب تخدم التصميمات الخزفية، مما يعود بالنفع على النواحي الاقتصادية لخزف الاستوديو.

الكلمات المفتاحية: *خزف الاستوديو، التكنولوجيا الرقمية ، التصميم بمساعدة الحاسب،الاقتصاد المصري.*

مجلة التربية النوعية والتكنولوجيا (بحوث علمية وتطبيقية)
Journal of Specific Education and Technology (Scientific and Applied Research)

Digital technology and its impact on the development of studio ceramics (Obstacles And Chances)

Dr. Mona M. Shams-El Din
Assistant prof.- Ceramics Dept.
Applied Arts Helwan Univ.
mahmoudmona1978@gmail.com

Dr.Shereen Alarnous
lecturer- Ceramics Dept.
Applied Arts Helwan Univ.
shereenalarnous@gmail.com

Dr. Shaimaa Osama Abd-El Hameed
lecturer- Ceramics Dept.
Applied Arts Helwan Univ.
Shaimaateleb@gmail.com

Abstract

Small projects occupy great importance in the economies of societies, regardless of their degree of development and the differences in their economic systems and concepts. In light of the global economic crises, all countries seek to support and develop industries that contribute to increase the national economy. This research addresses the importance and role of studio ceramics and analyzes the phenomenon of the spread of many and multiple projects in the Egyptian market.. With the presence of the digital revolution, we find its reflection in studio ceramics in the world, both in production and design methods. In light of this rapid and successive technical development, modern digital technology has been able to provide economic and aesthetic solutions to achieve an improvement in the level of the studio ceramic product.

Keywords: *Studio Ceramics, Digital Technology, Computer Aided Design, Egyptian Economy.*

مقدمة:

تحتل المشروعات الصغيرة بأنواعها المختلفة أهمية بالغة في اقتصاديات المجتمعات كافة، بغض النظر عن درجة تطورها واختلاف أنظمتها ومفاهيمها الاقتصادية، وتباين مراحل تحولاتها الاجتماعية.

وعادة ما تناط مسؤولية إقامة المشاريع الكبيرة بالحكومة نظراً لحجم الاحتياجات المالية والبشرية الكبيرة إضافة إلى المستلزمات والمتطلبات الأخرى، والتي يصعب على المستثمر الفرد تأمينها، تاركة للقطاع الخاص مهمة إنشاء المشروعات الصغيرة.

ولقد اهتمت العديد من دول العالم المتقدمة و النامية بإقامة و دعم المشروعات الصغيرة التي تعد المجال الأساسي والمهم لاستيعاب الكثير من منتجات المشروعات الكبيرة بما يحقق نوعاً من التشابك المتبادل بين النوعين من المشروعات. وفي الوقت الحاضر تحظى المشروعات الصغيرة وخاصة الصناعية منها باهتمام واضعي السياسات الاقتصادية والاجتماعية في مختلف دول العالم.

وانطلاقاً من الدور المهم الذي يمكن لهذه المشروعات أن تلعبه في المساهمة في تحقيق الأهداف الاقتصادية والاجتماعية لتلك الدول، فقد قامت العديد من الدول مثل اليابان والصين والولايات المتحدة وألمانيا وغيرها بدعم وتشجيع هذا النوع من المشروعات وهذا ما ساعد في تحقيق طفرة نوعية مهمة وكبيرة على المستويين الاقتصادي والاجتماعي في هذه الدول. و لذى يعرض البحث

اهميه و دور خزف الاستوديو في الاقتصاد المصري و اهم المعوقات التي تواجهه و وضع رؤية لتطويره بما يتلاءم مع التطور التكنولوجي .

لقد تعددت المفاهيم والتعاريف للمشاريع الصغيرة التي تنسب إلى جهات مختلفة منها:

-وكالة التنمية الدولية الدانمركية DANIDA حيث عرفت المشروعات الصغيرة بأنها تلك التي تستخدم من ٦- ١٥ عامل.في حين ذهب بنك التنمية الصناعية في مصر إلى تعريف المشاريع الصغيرة بأنها تلك المشروعات التي لا تزيد التكلفة الاستثمارية لها بعد استبعاد تكلفة الأرض والمباني عن ١,١ مليون جنيه مصري.

-أما اتحاد الصناعات المصرية فقد عد المشاريع الصغيرة بأنها تلك المشروعات التي تبلغ استثماراتها الكلية ٥٥٠ ألف جنيه، ولا تستخدم أكثر من ١٠٠ عامل.

أما منظمة العمل الدولية فقد عرفت المشروعات الصغيرة بأنها وحدات صغيرة الحجم تنتج وتوزع سلعاً وخدمات وتتألف من منتجين مستقلين يعملون لحسابهم الخاص في المناطق الحضرية من البلدان النامية، وبعضها يعتمد على العمل من داخل العائلة وبعضها الآخر قد يستأجر عمالاً وحرفيين ومعظمها يعمل برأس مال ثابت صغير أو ربما بدون رأس مال ثابت.

مشكلة البحث:

وتكمن مشكلة البحث في عدة نقاط:

١-عدم الاهتمام الكافي بصناعة خزف الاستديو.

٢-عدم وجود رؤية لتطوير تصميم وإنتاج خزف الاستديو تواكب التطور الرقمي

هدف البحث:

١-توضيح المعوقات التي تواجهه صناعة خزف الاستديو.

٢-وضع رؤية لتطوير تصميم وإنتاج خزف الاستديو.

أولا: الإطار النظري theoretical framework

المحور الأول: أهمية صناعة خزف الاستوديو

١.المشكلات التي تواجه الصناعات الصغيرة بصفة عامة

الكثير من الدراسات تشير أن الملاك للمشاريع الجديدة يعانون من عدم كفاية التمويل والمنتج السيئ والتسويق غير الفعال ((O`Dwyer, & Ryan, 2000كما أن تفضيل المستهلك المحلي للمنتجات الأجنبية المماثلة بدافع التقليد، وعدم توفر الحوافز الكافية للمنتجات المحلية لتدعيم قدرتها التنافسية مقارنة بالمنتج الأجنبي، واتباع سياسة الإغراق من قبل بعض المؤسسات الأجنبية تضعف وبشكل كبير قدرة المنتج المحلي على المنافسة.

ويمكن تصنيف المشكلات التي تؤثر في المشروعات الصغيرة ضمن مجموعتين ترتبط المجموعة الأولى بالأوضاع السياسية والاقتصادية والاجتماعية التي يمر بها المجتمع ولذلك يصعب تغييرها من قبل إدارة المشروع وهي مجموعة المشكلات الخارجية. أما الثانية فهي مشكلات داخلية وترتبط بالتوجهات العامة لسياسات المشروع ويمكن معالجتها من قبل إدارة المشروع. وسوف نسلط القليل من الضوء على بعض هذه المشكلات:

١-**التمويل** :وهي في مقدمة المشاكل التي تواجهها هذه المشروعات، إذ أن صغر حجم المشروع يجعل من الصعب حصوله على القروض المصرفية لأسباب عديدة منها ارتفاع درجة المخاطرة وعدم وجود ضمانات كافية لدى أصحاب تلك المشروعات، فضلاً عن انعدام الوعي المصرفي وعدم توفر السجلات المحاسبية التي توضح المركز المالي للمشروع والتنبؤ بمستقبله.

٢- **المواد الأولية** :تأتي صعوبة الحصول على المواد الأولية بسبب اعتماد تلك المشروعات على المواد الأولية المستوردة فضلاً عن المحلية بسبب إنتاجها لسلع بديلة عن السلع المستوردة، وتتضح

هذه المشكلة عند ارتفاع أسعار المستوردات فيصعب على هذه المشروعات الحصول على كميات كبيرة.

٣-العمالة الماهرة :يعتبر العنصر البشري أحد أهم عناصر الإنتاج ولذلك فإن نقص العمالة الماهرة هو من أهم المعوقات التي تواجه المشروع الصغير، إذ لا يمكن تجاوزها بسهولة مع أن إدارتها من قبل أصحابها في أغلب الأحيان، ويعود سبب عدم وفرة العمالة الماهرة إلى تفضيل العاملين العمل في المشروعات الكبيرة والمشروعات الحكومية لوجود بعض الامتيازات كالتقاعد والضمان الاجتماعي والصحي....

ولذلك يأتي دور التكنولوجيا الصناعية الرقمية في التغلب على بعض المشاكل التي تتعرض لها المشروعات الصغيرة والتي يمكن ان تنهض بالمشروعات الصغيرة الى مشروعات متميزة م التي يمكن ان تنقلها من المحلية الى الدولية مما يأثر بدوره على الحالة الاقتصادية للفرد و المجتمع

٤-الكفاءات الإدارية والفنية :تعد الإدارة العلمية مفتاحاً لنجاح العمل، وتفتقر المشروعات الصغيرة للإدارة الصحيحة والخبرة في العديد من المجالات كالأعمال المحاسبية، والتسويقية، والتنظيمية والتخزينية.

٥- التسويق :يعتمد حجم الإنتاج على سعة الأسواق المحلية وهناك عوامل معينة تتحكم في قدرة الأسواق على استيعاب كامل السلع مثل عدد السكان، ودخول الأفراد، والسلع المنافسة وهذه الأمور غائبة عن اهتمام المشروعات الصغيرة إضافة لعدم معرفتها بوسائل التسويق والترويج، واعتمادها على الوسطاء في تصريف منتجاتها.

٦ -الضرائب والرسوم :تتأثر المشروعات الصغيرة بالضرائب والرسوم أكثر مما تتأثر بها المشروعات الكبيرة بسبب شمول هذه الأخيرة بأنظمة الحوافز والإعفاءات والتسهيلات والدعم، وهذه الضرائب والرسوم هي في نهاية المطاف تكلفة فتزداد بالتالي التكاليف الكلية وهذا الشيء يؤثر على الأرباح.

٧-ازدواجية الإجراءات :تعاني المشروعات الصغيرة من مشكلة تعدد الجهات التفتيشية والرقابية (الصحية، الاقتصادية، الضمان الاجتماعي، الدوائر الضريبية والجمركية، دائرة الجودة والمقاييس...) وبالنظر لتعدد الاجتهادات الشخصية، مما يعني خلق مشاكل تنظيمية مختلفة داخل تلك المشروعات.

٨-انخفاض الإنتاج :هنالك أسباب عدة تؤثر في انخفاض إنتاجية المشروع الصغير منها سوء التخطيط الذي يؤدي إلى عدم تدفق المواد الأولية، وسوء تدبير مستلزمات الإنتاج الأخرى مثل قطع الغيار والطاقة الكهربائية وخدمات الإنارة والتبريد فضلاً عن قلة الخبرات الفنية وكثرة توقفات العمل وارتفاع معدل دوران العمل.

٩-تردي النوعية :بسبب استعمال الآلات القديمة في عمليات الإنتاج، وارتفاع أسعار المواد الأولية الجيدة فضلاً عن صعوبات الاستعانة بالكوادر الهندسية والعناصر الفنية المدربة وعدم وجود مراكز لفحص الجودة والسيطرة النوعية.

١٠-الحوادث والأمن الصناعي :بسبب الجهل بقواعد الأمن الصناعي ومستلزمات السلامة المهنية لدى العاملين وأرباب العمل أيضاً فضلاً عن العوامل النفسية والإجهاد الذي يصيب العامل إضافة إلى ظروف العمل القاسية.

١١-ارتفاع التكلفة :حيث تفتقر هذه المشروعات إلى أنظمة السيطرة على التكلفة، وهي تنظر إلى زيادة الأجور كسبب رئيسي للتكلفة المرتفعة وللأسعار العالية ولا تأخذ مستلزمات الإنتاج الأخرى بعين الاعتبار.

١٢-عدم وجود نظام للمعلومات :فاتخاذ القرار يتم غالباً وفقاً لقنا عات شخصية نظراً لعدم توفر المعلومات الصحيحة والدقيقة عن المشكلة التي يتخذ حيالها القرار علاوة على عدم استخدام الانترنت ووسائل الاتصال المتطورة .

٢.خزف الاستوديو وأهميته في الاقتصاد المصري

كشفت دراسة جدوى صادرة عن جهاز تنمية المشروعات الصغيرة والمتوسطة، عن وصول أرباح تجارة الأواني المصنوعة من الفخار، إلى ١٠٠ ألف جنيه سنويا بعد مرور ٥ سنوات على بدء النشاط، فيما تتراوح أرباح العام الأول بين ٥٩ إلى ٦٠ ألف جنيه.

وأضافت الدراسة الحكومية، أنَّ تجارة الأواني الفخارية تتميز بارتفاع معدل العائد الداخلي الذي يصل إلى أعلى من ٣ أضعاف الإنفاق الرأسمالي، فيما يمكن لصاحب المشروع استرداد كافة التكاليف الثابتة خلال عام ونصف.

كما أشارت إلى وصول الإيرادات السنوية من المبيعات إلى أكثر من ٩٠٠ ألف جنيه للعام الخامس للمشروع، مقارنة بإيرادات تصل إلى ٦٣٠ ألف جنيه بنهاية العام الأول لمشروع بيع منتجات الفخار، موضحة أنَّ سرعة دوران المنتج أو السلعة لارتفاع الطلب عليها بالسوق المحلية، وراء ارتفاع حجم المبيعات، وبالتالي الإيرادات وربما تقل هذه الارقام بنسبة ٣٠:٤٠ % بسبب تغيراسعار الخامات و خصوصاً المستورد منها بشكل ملحوظ خلال الثلاثة أعوام الأخيرة .

وتابع الجهاز في دراسته، أنَّ مشروع بيع الأواني الفخارية يهدف إلى توفير فرص عمل مناسبة، واستغلال رواج هذه التجارة لانتشار أنواعا كثيره منها داخل السوق المصرية، والذي لا يحتاج سوى رأس مال يتراوح من ٩٠,٥ ألف جنيه خلال السنوات الخمس الأولى لبدء المشروع وتشغيل وإدارة النشاط التجاري. فيما أوضح من خلال دراسة الجدوى، إمكانية الحصول على قروض بنكية تصل قيمتها إلى ٤٦ ألف جنيه بضمان المشروع من البنوك المحلية المختلفة، وذلك في إطار مبادرة تمويل المشروعات الصغيرة والمتوسطة للبنك المركزي المصري، والاستمتاع بتسهيلات ائتمانية أخري، فالفائدة السنوية على القرض أقل من ٥%، والسداد على فترات طويلة. وبحسب الدراسة، لا يحتاج مشروع تجارة منتجات الفخار، سوى إلى عاملين فقط خلال السنوات الخمس الأولى للنشاط، ما يساهم في تقليل التكاليف في البداية، كما أنَّ منافذ البيع متوافرة بشكل كبير، حيث يرتفع الطلب على المنتج من الفنادق والمطاعم وربات البيوت، ومحال بيع الأدوات المنزلية، وغيرها.

في هذا الشأن بلغ إجمالي حجم سوق الصناعات الخزفية العالمي أكثر من ٣٥٧.٨٢ مليار دولار أمريكي في الربع الثالث من عام ٢٠٢٠، ومن المتوقع أن يصل حجم هذا السوق إلى ٤٠٧.٧٢ مليار دولار أمريكي بحلول عام ٢٠٢٥، كما من المتوقع أيضًا أن يؤدي التقدم في تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد إلى جانب الاستخدام المتزايد للتكنولوجيا إلى دفع نمو سوق الصناعات الخزفية.

إذًا يُمكننا القول إن مشروع بيع منتجات الخزف من أكثر المشاريع الناجحة والمُربحة؛ حيث يفضل الناس المنتجات الخزفية، مثل: الأواني والفناجين والأباجورات والفازات والمنتجات المستخدمة في الديكورات المنزلية والمكتبية وغيرها.

٣- ظاهرة انتشار خزف الاستديو في مصر

انتشرت في ال ٥ سنوات الماضية ظاهرة انتشار العديد من المشاريع الخاصة بخزف الاستديو سواء من المتخصصين أو من خارج التخصص وفي محاولة لتحليل هذه الظاهرة جمع الباحثين بعض النقاط التالية:

١- المشكلات الجمركية وإجراءاتها التي أدت لصعوبة دخول البضائع من الخارج أو الاستيراد فجعل هناك مجال واسع للمنتج المحلي المصر ليسد احتياجات السوق لهذه السلعة.

٢- الاتجاه العام (Trend) فقد أصبح توجه في المراحل العمرية المختلفة الاتجاه الى شراء المنتج ذو الطابع اليدوي الحرفي بعيدا عن المنتج المصنع.
٣- انتشار الدورات التدريبية المتخصصة المجانية لحرفة الخزف في أماكن مدعومة حكوميا مثل بيت جميل وصنايعية مصر وبيت جميل للفنون التراثية في القاهرة هو برنامج تعليمي يقدم فصول تعليمية في الزخارف الهندسة التقليدية، والرسم الحر، وتجانس الألوان والزخارف النباتية التقليدية، وكذلك يقدم تدريبات متخصصة في الخزف والزجاج والجبس، والأعمال المعدنية والأشغال الخشبية .يقع بيت جميل في الفسطاط بقلب القاهرة التاريخية، وقد تم إطلاق البرنامج في عام ٢٠٠٩ بالتعاون مع مدرسة مؤسسة الملك تشارلز للفنون التقليدية، مؤسسة مجتمع جميل وصندوق التنمية الثقافية .يعمل بيت جميل في الحفاظ على الحرف اليدوية التراثية في مصر وعلى دعمها، ويقبل حوالي ٢٠ طالبًا سنويًا في برنامج تدريبي لمدة عامين، تم تطويره وتقديمه من قبل مدرسة مؤسسة الأمير تشارلز وفقًا لنفس المبادئ والمعايير المتبعة في الدورات التدريبية في المركز الرئيسي في لندن".

٤-المشاكل أو الصعوبات التي تواجه خزف الإستوديو:

من خلال دراسة ميدانية لبعض المشروعات الصغيرة لخزف الإستديو المتواجدة بقرية فواخير الفسطاط بالقاهرة جمع الباحثين بعض المعوقات كالتالي:

- **إجراءات التسجيل الحكومية:**

يمر صاحب المشروع الصغير بإجراءات كثيرة وفي أماكن حكومية متعددة ويحتاج الى وقت ومجهود طويل لإخراج تصريح لمشروعه أو إجراء تسجيل ضريبي له . إن تسهيل الإجراءات وتبسيطها ووجود إعفاء ضريبي كتشجيع لأصحاب هذه المشاريع يمكن الدولة من حصر أعداد هذه المشاريع ودراسة دعمها لما توفره من توفير فرص للأيادي العاملة وإحياء التراث والهوية المصرية في الحرف اليدوية.

- **الدعم المالي والتمويل:**

يحتاج أصحاب المشاريع الصغيرة الى دعم مادي في بداية مشاريعهم وخاصة في مرحلة التأسيس وذلك لاحتياج هذه الصناعة الى معدات والآلات باهظة الثمن مثل الأفران والسادف وما إلى ذلك. فتوفير مثل هذه المعدات على نفقة الدولة يفتح المجال أمام المتخصصين الأكاديميين أو الحرفيين في بدء مشاريعهم في الحال.

- **المعارض ومنافذ البيع:**

تقوم كلا من وزارة الصناعة ووزارة التضامن الاجتماعي بإقامة معارض سنويا ودوريا متخصصة في مجال الحرف اليدوية وبدأت هذه المعارض بدعم كبير للأسر المنتجة وأصحاب المشاريع الصغيرة، ولكن في الآونة الاخيرة بدأ رفع الدعم عن هذه المعارض وأصبح من الصعب توفير مبالغ باهظة للمشاركة في مثل هذه المعارض وخاصة للمبتدئين في هذا المجال.

- **توفير العمالة المحترفة:**

هناك ندرة في العامل المحترف في مجال الخزف وخاصة الدولاب الخزفي أو عجلة الخزاف وكذلك في بقية المهارات التقنية الخاصة بتطبيق الطلاء الزجاجي. وساهمت الحكومة بإنشاء مدرسة الخزف التكنولوجية التطبيقية بالفسطاط والتي من دورها حل مشكلة توفير الأيادي العاملة المتخصصة في هذا المجال.

- **الخامات:**

يوجد ظاهرة احتكار الخامات الخاصة بهذه الصناعة مع عدم توفر مصدر حكومي معلن لتوفير هذه الخامات.

- **توفير الأماكن ومصادر الطاقة والمياه:**

تم تطوير قرية فواخير الفسطاط لتوفر أماكن وورش تصنيع مناسبة لهذه الصناعة، ولكن يبقى مشكلة آلية توزيع الأماكن وأحقية الحصول عليها وتسهيلات التملك والإيجار فيها. كما أن توفير الكهرباء أو الغاز أو المياه وكافة الخدمات في قرية فواخير الفسطاط تعتبر من أهم المعوقات التي تواجه أصحاب المشاريع.

(٢) المحور الثاني: مقترح لتطوير صناعة خزف الاستوديو

(٢-١) دور التكنولوجيا الرقمية في الصناعات الخزفية الصغيرة

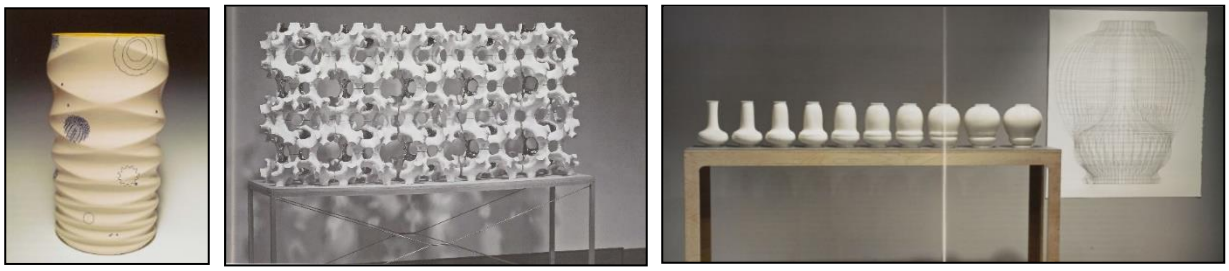
إن التاريخ الطويل والمتنوع للفخار في كل زمان أو مكان يعبر عن شخصية وقصص الثقافة والأشخاص الذين صنعوها. وبالنظر في التراث المتنوع للفخار فإن القطعة الخزفية هي بناء إنساني، غير مرتبط بوظيفة واحدة، ولكنه أقرب إلى لغة بصرية وتقاليد مشتركة تعكس الثقافة التي تعيش فيها .وفي ظل عصر التحول الرقمي وانتشار التكنولوجيا الرقمية في كل المجالات كان من المنطقي والطبيعي ان يتأثر المصمم الخزاف بمعطيات عصره وثقافة الرقمنة المنتشرة في المجتمع من حوله.

إن أجهزة الكمبيوتر، قادرة على حساب المعلومات بسرعات أكبر. ويمكن رؤية التأثيرات الإجتماعية لهذه التكنولوجيا في كل مكان، حتى في استوديو الفخار الذي يوجد فيه فرن كهربائي وبالتأكيد يمتلك وحدة تحكم رقمية في الإشعال أو يستخدم برنامج حساب التزجيج. وهذا يدل على أن الثورة الرقمية موجودة بالفعل في استوديو الفخار. ويهتم البحث بشكل خاص بالطرق الجديدة التي توفرها العمليات الحسابية، مثل إنشاء نماذج للطباعة ثلاثية الأبعاد باستخدام كود الكمبيوتر، وكيف يمكن أن يؤدي ذلك إلى إعادة تعريف تشكل المنتج، والعلاقة بين الصانع والمنتج.

في الدول النامية غالبًا ما تمثل الصناعة اليدوية الصورة الشائعة للفخار. مع الأخذ في الاعتبار أن معظم صناعة الفخار في العالم الحديث يتم إنتاجها ميكانيكيًا بكميات كبيرة مع الحد الأدنى من العمل اليدوي. لا يمكن التقليل من حساسية اليد البشرية والحس الانساني، ولكن في عصر الثورة الرقمية لا يمكن تجنب التكنولوجيا في ورشة الفخار، لذا فإن المهم هو كيفية استخدامها وكيفية اظهار جمالياتها وامكانياتها كما يوضحه شكل (١).

شكل (١) يوضح الحس الإنساني على بعض النماذج المنتجة رقميا

لقد أثرت التكنولوجيا الرقمية على ممارسات الاستوديو بالنسبة للعالم المتقدم وبدأت تؤثر كذلك في الدول النامية وفي هذا البحث لا نتحدث عن التسويق، أو العلامات التجارية، أو الصور الرقمية، والتي كان لها جميعًا تداعيات كبيرة على ممارسة خزف الاستوديو بشكل عام. ولكن نحن نركز على المعلومات والتكنولوجيا الرقمية لأنها تؤثر بشكل مباشر على إنشاء أشكال وأسطح الخزف - ما يعرف بالتصنيع الرقمي - وكيف بدأ ذلك في العمل في مجال تصميم وإنتاج خزف الإستديو. وماهي البرامج المستخدمة والأدوات والعمليات المطلوبة لتحقيق ذلك.



شكل (٢) يوضح مدى التنوع في الانتاج و الدقة في تنفيذ القطع الخزفية المنتجه رقميا

في حين أن المزايا الاقتصادية للعمليات الأكثر ميكانيكية في إنتاج الفخار (أو الثقافة المادية بشكل عام) واضحة جدًا، إلا أن هناك جانبًا سلبيًا. لكننا نرى هذه العيوب من الناحية الجمالية وليس الاقتصادية: على سبيل المثال، تجانس الأشياء المصنوعة باستخدام عمليات وأدوات ميكانيكية للغاية. على النقيض من المرونة والتنوع الرسمي المتطور للعمل الذي تم إنشاؤه بواسطة نماذج الإنتاج الصغيرة واليدوية مثل فخار الاستوديو، عادةً ما تنتج العمليات الآلية للغاية نسخة أصلية ثم سلسلة من النسخ المتماثلة الدقيقة.

يُشار إلى الوضع الحالي باسم الثورة الصناعية القادمة في مجال التصنيع أو "التصنيع المرن". تسمح الأدوات الآلية الأكثر مرونة بإنتاج كميات صغيرة لم تكن مجدية اقتصاديًا في الماضي أن التصنيع الذكي لا يأتي فقط من اختراع حديث لآلة واحدة من الآلات، ولكنه نتاج ازدهار متزامن للتقنيات المتصلة. وفي حين أن الأدوات نفسها كانت موجودة منذ الستينيات، فإن "الثورة الصناعية القادمة" الحالية ربما تكون نتيجة التقاء عوامل مختلفة: تطوير المزيد من أجهزة الكمبيوتر القوية

في حزم أصغر وأصغر؛ لغات برمجة سهلة الاستخدام ومصممة خصيصًا لتطبيقات محددة؛ وأصبح من السهل الوصول إلى المعلومات عالية التقنية عبر الإنترنت وشبكة الويب العالمية. وكذلك يوجد انخفاضًا كبيرًا في تكلفة الأجهزة، مما أتاح لفناني الاستوديو الفرديين - الذين قد لا تكون أهدافهم مماثلة لأهداف الصناعة - إمكانية الوصول إلى أدوات التصنيع الرقمية.

(٢-٢) البرامج المستخدمة في عملية تصميم المنتج الصناعي

التصميم بمساعدة الكمبيوتر (CAD) هو وسيلة لإنشاء رسومات ثنائية الأبعاد ونماذج ثلاثية الأبعاد رقميًا لمنتجات العالم الحقيقي قبل تصنيعها. باستخدام برنامج 3D CAD، يمكنك مشاركة التصاميم ومراجعتها ومحاكاتها وتعديلها بسهولة، مما يفتح الأبواب أمام منتجات مبتكرة ومتميزة تصل إلى السوق بسرعة.

برامج مساعدة في التصميم ثلاثي الأبعاد CAD :

البرامج في هذا المجال التصميم ثلاثي الأبعاد تفرض على المصمم تحديد احتياجاته بدقة عند اختيار إحداها للتصميم ورغم تنوع هذه البرامج إلا أنها تندرج تحت أربعة أنواع رئيسية.

- برامج تعتمد عل مفهوم التعامل مع الكتل المصمتة solid
  مثل SketchUp, Autodesk 123D, Tinkercad
- برامج تعتمد على مفهوم النحت للأشكال sculpting
  ZBrush, Sculptris, Mudbox
- برامج تعتمد على مفهوم محددات الأشكال parametric
  مثل Builder, Rhino،Katia
- برامج تعتمد على مفهوم الأشكال المضلعة polygonal
  مثل Blender, 3D Max, Maya, Modo

في عام ١٩٨٥، قام الدكتور صامويل جيزبيرج Dr. Samuel Geisberg بتأسيس شركة Parametric Technology Corporation (PTC) وحدد نهجًا جديدًا جذريًا لبرامج CAD. أنتج هذا الابتكار أول برنامج CAD للنمذجة الصلبة القائم على المعلمات والميزات في السوق، والذي يُعرف اليوم باسم Creo، وهو المعيار الصناعي لتصميم المنتجات وبرامج التطوير.
وبعد مرور أكثر من ٣٠ عاماً، بدأت صناعة تطوير المنتجات في تبني الموجة التالية من الابتكار التكنولوجي، كما فعلت العديد من الصناعات الأخرى بالفعل.
برنامج CAD هو أداة برمجية لإنشاء صور رقمية من خلال عملية تلقائية. هذه البرامج مفيدة للمهندسين والمصممين لإنشاء الوثائق واستكشاف الأفكار التي بنوها في أذهانهم وجعل أفكارهم مرئية. ويمكنهم استخدام هذه الأفكار المرئية لمحاكاة الشكل الذي قد يبدو عليه المنتج النهائي في الحياة الواقعية عند إنشائه. تسمح لهم البرامج بالتحرك في الصورة من جميع الزوايا وإضافة الألوان إليها، حتى يتمكنوا من فهم ما يقومون بإنشائه بشكل كامل قبل الالتزام بالمشروع.
يشير CAD إلى التصميم بمساعدة الكمبيوتر، وهو عملية تصميم إبداعي تتم باستخدام نظام الكمبيوتر. ويستخدم برنامجها، وهو برنامج تصميم CAD، على نطاق واسع من قبل المتخصصين في مجال التصميم الذي يتطلب الكثير من الرسومات الفنية الدقيقة. ومع ذلك، فهو ليس مثل برامج الرسم الأخرى حيث يمكنك ببساطة فتحه والبدء في الرسم. يتطلب الأمر مجموعة من الأدوات والمعادلات الرياضية للبدء، ومن أجل الحصول على تصميم دقيق. نظرًا لأنه ليس من السهل إتقان

البرنامج، يتم تدريب المصممين ليصبحوا محترفين من أجل استخدام البرنامج.و فيما يلي بعض مميزات و عيوب التصميم و التصنيع بمساعدة الحاسب الآلي :

مزايا التصميم والتصنيع بمساعدة الحاسب :

- توفير الوقت: عندما تستخدم برنامج التصميم بمساعدة الكمبيوتر، فإنه سيوفر وقتك ويمكنك عمل تصميمات أفضل وأكثر كفاءة في مدة زمنية أقصر.
- سهولة التعديل: عندما تقوم بعمل تصميمات، قد تجد ضرورة لإجراء تعديلات. عندما تستخدم برامج التصميم بمساعدة الكمبيوتر، سيكون من الأسهل بكثير إجراء أي تغييرات لأنه يمكنك إصلاح الأخطاء وتعديل الرسومات بسهولة.
- انخفاض نسبة الخطأ: نظرًا لأن برنامج CAD يستخدم بعضًا من أفضل الأدوات، فإن نسبة الخطأ التي تحدث بسبب التصميم اليدوي تقل بشكل كبير.
- تقليل جهد التصميم: عندما يتعلق الأمر بحجم الجهد المطلوب من أجل تصميم النماذج المختلفة، فقد تم تقليله بشكل كبير لأن البرنامج يقوم بأتمتة معظم المهمة.
- إعادة استخدام الكود: نظرًا لأن المهمة بأكملها يتم تنفيذها بمساعدة أدوات الكمبيوتر، فإن ذلك يزيل مشكلة ازدواجية العمل، ويمكنك نسخ الأجزاء المختلفة من الكود والتصميم والتي يمكن بعد ذلك إعادة استخدامها عدة مرات مرارًا وتكرارًا مرة أخرى.
- سهولة المشاركة: تسهل أدوات CAD حفظ الملفات وتخزينها بطريقة يمكنك استخدامها مرارًا وتكرارًا وإرسالها دون أي متاعب غير مرغوب فيها أيضًا.
- تحسين الدقة: ليس هناك شك على الإطلاق في حقيقة أن نوع الدقة التي ستوفرها برامج CAD لا يمكن تحقيقها أبدًا عن طريق اختيار الرسومات اليدوية. لديك أدوات لقياس مستوى الدقة والمهارة والدقة في التصاميم.

عيوب التصميم والتصنيع بمساعدة الحاسب :

- يمكن فقدان العمل بسبب الانهيار المفاجئ لأجهزة الكمبيوتر
- العمل عرضه للفيروسات
- يمكن "اختراق" العمل بسهولة
- تستغرق العملية وقتًا لمعرفة كيفية تشغيل البرنامج أو تشغيله
- ارتفاع تكلفة الإنتاج أو الشراء للأنظمة الجديدة
- الوقت والتكلفة لتدريب الموظفين الذين سيعملون عليها
- الحاجة إلى التحديث المنتظم للبرامج أو أنظمة التشغيل
- يحتاج إلى فرص عمل أقل بسبب أنظمةCAD/CAM

ونتيجة لمجالات التكنولوجيا الأخرى، يمكننا أن نتوقع أن يستمر التصميم بمساعدة الكمبيوتر في التطور في المستقبل، مما يفتح طرقًا جديدة ومبتكرة للتصميم والهندسة لعدد من الصناعات المختلفة. سيساعد هذا في جعل تجارب المستخدمين مع معدات CAD أكثر سهولة وبساطة مما كانوا يعتقدون أنه ممكن.

(٢-٣) التكنولوجيا الرقمية والصناعات الخزفية

بطبيعة التطور التكنولوجي أصبحت الصناعات الخزفية الكبيرة تعتمد بشكل اساسي على الأساليب الحديثة والمُبتكرة والتى تضمن دائمًا أشكالًا مميزة وذات جودة عالية، و بالرغم من كل المشكلات التي تواجه الصناعات الصغير بصفة عامة و خزف الاستوديو بصفه خاصة، فاثر التكنولوجيا

الرقمية و دخولها على عملية التصميم و الإنتاج في خزف الاستوديو اكبر و اسرع نسبيا من الصناعات الكبرى (خاصة في الدول النامية) و يأتي ذلك لعدة أسباب :
ان القرار و التنفيذ مسؤليه صاحب المشروع فهو قرار سريع يمكن ان يتسم بالمجازفة، عدم وجود قيود إدارية في تغير فكر المنشأة، عدم وجود خط انتاج مكلف، القدرة على تغير القيم التصميمية و عدم الالتزام باتجاه تصميمي في عملية التسويق و بالتالي ادخال تصميمات جديدة و قياس مردودها بصورة اسرع .

(٢-٣-١) أثر التكنولوجيا الرقمية على عملية التصميم و الإنتاج الخزفية

التحكم الرقمي (العددي) بالكمبيوتر Computer Numerical Control (CNC) هو طريقة تصنيع تعمل على أتمتة التحكم والحركة والدقة في أدوات الماكينة من خلال استخدام برامج الكمبيوتر المبرمجة مسبقًا ، والتي يتم تضمينها داخل الأدوات.
يستخدم CNC بشكل شائع في تصنيع الأجزاء المعدنية والبلاستيكية. تعد أجهزة الحفر والمخارط وأجهزة التوجيه والمثاقب ونفاثات الماء والليزر من أدوات القطع الشائعة التي يمكن أيضًا أتمتة عملياتها باستخدام CNC. يمكن استخدامه أيضًا للتحكم في الأدوات غير الآلية ، مثل اللحام والتجميع الإلكتروني .
يمكننا باستخدام CNC ، تصنيع كل جزء على برنامج كمبيوتر مخصص ، وعادة ما يتم كتابته بلغة قياسية دولية تسمى G-code ، ويتم تخزينها وتنفيذها بواسطة وحدة التحكم في الماكينة (MCU)، وهي عبارة عن كمبيوتر صغير متصل بالجهاز. تُستخدم لغة M-code أيضًا بالاقتران مع G-code في عمليات CNC.

(٢-٤) التصنيع الرقمي Digital Fabrication

التصنيع الرقمي هو عملية تتم بمساعدة الحاسب و فيها يتم توليد معلومات تنفيذية مباشرة من المعلومات التصميمية الإضافة اليها او الاقطاع منها . و تنقسم هذه العمليات الى قسمين: الأول هو عمليات التحكم الرقمية باستخدام الحاسوب (Computer Numerical Control) و التي تعرف اختصارا ب (CNC) . اما القسم الثاني فهو عمليات النمذجة السريعة (Rapid Prototyping) و الفرق الأساسي بين هاتين العمليتين ان عمليات (CNC) تقوم بتصنيع العناصر عن طريق الطرح من مادة البناء اما عمليات (RP) تقوم ببناء العناصر عن طريق إضافة طبقات فوق بعضها البعض .

أساليب التصنيع الرقمي
تقسم الى ثلاثة اقسام أساسية هي :

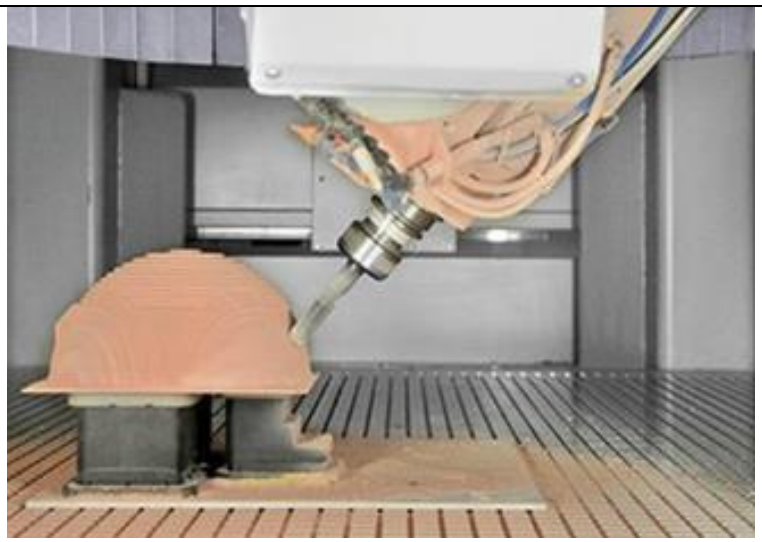
- التصنيع ثنائي البعد (Two Dimensional Fabrication)
- التصنيع بالطرح (Subtractive Fabrication)
- التصنيع بالإضافة (Additive Fabrication)

يمكن تقسيم أسلوب التصنيع الرقمي الى شقين أسلوب التصنيع الإضافي و أسلوب التصنيع الطرحي Additive and Subtractive Manufacturing شكل (٣)، و يعد الاختلافات بين التصنيع الإضافي والتصنيع الطرحي كبيرة. التصنيع الإضافي الذي يشار إليه غالبًا باسم الطباعة ثلاثية الأبعاد، هو عبارة عن اضافة طبقات متتالية من المواد لإنشاء المجسم. اما التصنيع الطرحي فيزيل المواد لإنشاء المجسم.

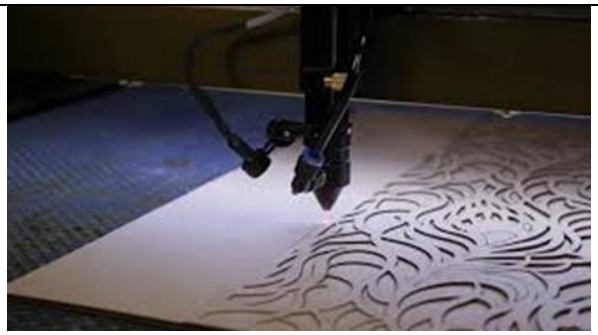
شكل (٣)الاختلاف بين التصنيع الإضافي والتصنيع الطرحي **Additive and Subtractive Manufacturing**

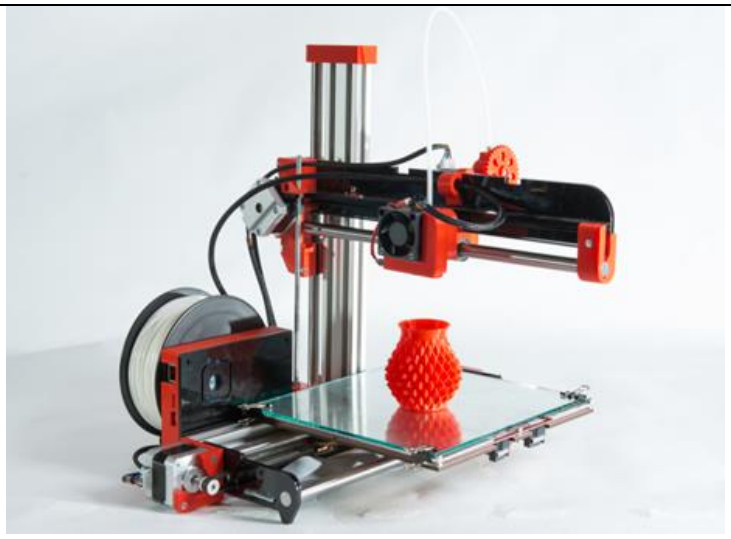
وفيما يلي جدول يوضح طرق الإنتاج المختلفة باستخدام التصنيع الرقمي بمساعدة الحاسب:

جدول يوضح التصنيع الرقمي بمساعدة الحاسب

1		**Milling Machine** وهي تعد من الخيارات المناسبة لانتاج نموذج لمنتج خزفي ثلاثي الابعاد وكبير الحجم. و يتم فيها توجيه أداة التشكيل و التي تشبه المسمار نحو قطعة العمل المراد تشكيلها و يمكن القيام بذلك على محور واحد أو عدة محاور بحيث يشمل التشكيل ثلاثي الابعاد و تختلف شكل أداة التقطيع من حيث الحجم و الشكل تبعا للخامة المراد تشكيلها و مظهر السطح النهائي المطلوب من حيث النعومة و الجودة كما تتنوع درجة ضغط رأس التشكيل تبعا للخامة المراد تشكيلها و تستخدم هذه الطريقة سواء مع الاحجام الكبيرة او الصغيرة.

2		**Routers** وهي تعد من الخيارات المناسبة لانتاج نموذج لمنتج خزفي ثنائي وثلاثي الابعاد وكبير الحجم ذات تكلفة مناسبة. وتختلف هذه الطريقة عن طريقة ال millingفي أنها تتعامل مع خامات أقل صلادة مثل الاخشاب و الالومنيوم و الفوم احيانا كما انا مدى الدوران في هذه الطريقة لا يتعدى المحاور الثلاث X,Y,Z و تستخدم هذه الطريقة مع الاحجام الكبيرة نسبيا مقارنة بال Milling Machine.
3		**Water jets** تعرف أيضًا باسم "النفث المائي"، وهي أداة قادرة على تقطيع المعادن أو غيرها من المواد (مثل الجرانيت والبلاط الخزفي) باستخدام نفاثة ماء بسرعة وضغط مرتفعين، في حدود ٦٠٠٠٠ رطل/بوصة مربعة، أو خليط من الماء ومادة كاشطة، مثل مسحوق العقيق. غالبًا ما تُستخدم أثناء تصنيع أو تصنيع أجزاء الآلات والأجهزة الأخرى. القطع بنفث الماء هو أسلوب التشغيل المفضل عندما

		تكون المواد التي يتم قطعها حساسة لدرجات الحرارة المرتفعة الناتجة عن طرق أخرى. وقد وجد تطبيقات في عدد متنوع من الصناعات من التعدين إلى الفضاء حيث يتم استخدامه لعمليات مثل القطع والتشكيل والنحت والتوسيع. يكون سمك المادة القابلة للمعالجة عن طريق المعالجة بنفث الماء محدودًا بشكل عام بسبب ضغط نفث الماء، وبتشتت النفاث كلما ابتعد عن الفوهة.
4		**Lasers cutting machine** القطع بالليزر هي تقنية تستخدم الليزر لتبخير المواد، مما يؤدي إلى قطع الحافة. وفي حين تستخدم عادةً في تطبيقات التصنيع الصناعي، كما تستخدم الان في مجال خزف الاستوديو لاحداث معالجات سطحية على سطح المنتج.

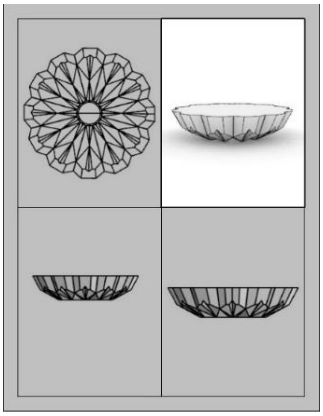
5		**3D printing** الطباعة ثلاثية الأبعاد أو التصنيع الإضافي هي عملية انتاج مجسمات ثلاثية الأبعاد من ملف رقمي.تتمثل رؤية الطباعة ثلاثية الأبعاد في حرية التصميم والفردية واللامركزية وتنفيذ العمليات التي كانت مستحيلة في السابق من خلال الطرق البديلة. وتشمل بعض هذه الفوائد تمكين النماذج الأولية بشكل أسرع، وخفض تكاليف التصنيع، وزيادة تخصيص المنتج، وتحسين جودة المنتج. تعد من الخيارات الجيدة لانشاء نموذج لمنتج خزفي (صغير ومتوسط الحجم)
6		**Robot Printing** تتميز هذه الطريقة بأنها تستخدم لطباعة الاحجام الكبيرة سواء كانت بإستخدام الطينات أو الاسمنت او ما شابههم من الخامات كما ان ذراع الطباعة الدوارة تسمح بمدى اكبر لمحاور التشكيل في جميع الاتجاهات.

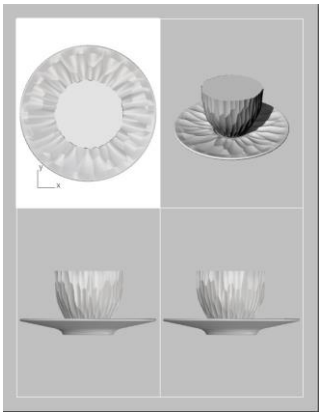
(٢-٥) عرض نماذج تم تطبيقها فعلياً في ورشة خاصة بالباحثين :

الأسطح المنكسرة هي من أصعب الأسطح التي يمكن تنفيذها يدوياً على الأسطح الخزفية، ولتوضيح الفرق في سهولة التنفيذ رقمياً ويدوياً تم اختيار نموذج من سطح منكسر أو متعدد الانكسار على فنجان قهوة وطبق الفنجان، طبق تقديم للفاكهة ٣٠ سم تقريباً.

(٢-٥-١) مرحلة الرسم باستخدام احد برامج ال CAD

هي أول مراحل الإنتاج و يتم فيها رسم المنتج المراد انتاجه بكل تفاصيله و المقاسات و إضافة نسبة الانكماش -على حسب انكماش الطينة المستخدمة – شكل (٤) تم استخدام أحد البرامج المخصصة في الرسوم ثلاثية الابعاد، وهو برنامج Rhino

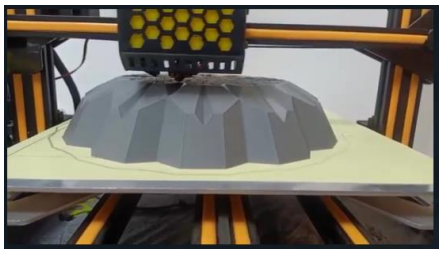


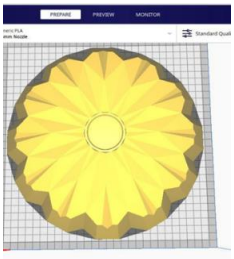


شكل (٤) تم رسم فنجان خزفي بطبقه و طبق عميق ذات ملمس و قوية تحمل الحس الإنساني و رسوم هندسية

(٢-٥-٢) مرحلة النموذج والاعداد له

مرحلة النموذج هي من أهم المراحل فيتم فيها اختيار أحد أساليب تنفيذ النموذج المتاحة تكنولوجياً، و يعتمد الاختيار في هذه المرحلة على عدة عوامل منها حجم المنتج، صفاته الشكلية منتج ثلاثي الأبعاد أم أقرب إلى ثنائي الأبعاد، وهنا تم استخدام الطباعة ثلاثية الأبعاد لإنتاج النموذج شكل (٥)





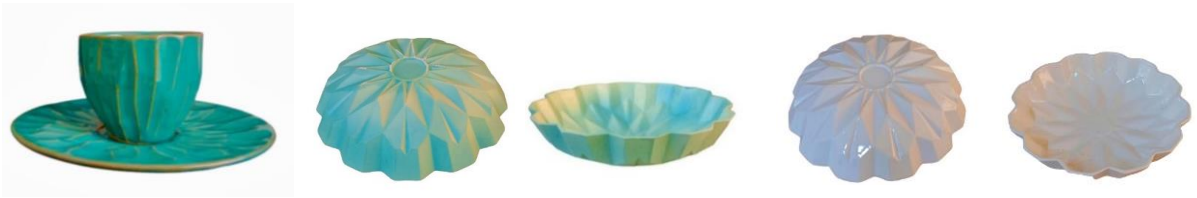
شكل (٥) يوضح استخدام الطباعة ثلاثية الابعاد لإنتاج النموذج

(٢-٥-٣) مرحلة القوالب و الصب

شكل (٦) يوضح مرحلة القوالب الجصية والصب

(٢-٥-٤) مرحلة الحريق

و هنا تم الحريق الأول ثم الحريق الثاني الذي تم فية طلاء المنتجات بطلاءات مختلفة كما في الشكل (٧)



شكل (٧) يوضح بعض المنتجات الخزفية التي تم انتاجها باستخدام الطابعة الثلاثية الابعاد في اعداد النموذج و الصب في قوالب جصية

(٣) النتائج والتوصيات

أولاً : النتائج:

١. **أثرت التقنيات الرقمية الحديثة على الفكر التصميمي لمنتجات خزف الاستديو سواء في مرحلة التصميم أو في إمكانيات التصنيع المختلفة.**
٢. **المام مصمم الخزف بأساسيات التصميم و الانتاج يعد من الضرورات الملحة و التي لا تقل اهمية عن عملية التصميم لما لعملية التصنيع من اعتبارات و محددات عديدة.**
٣. **يعد الخزف مثله مثل باقي الخامات التي تاثرت كثيرا طرق انتاجها و تصنيعها بالتكنولوجيا الرقمية و هو ما ظهر في الجانب التطبيقي من تصنيع النماذج الأولية بواسطة الطابعة ثلاثية الأبعاد.**

ثانياً : التوصيات:

١. **يشغل حجم سوق الصناعات الخزفية حيزاً كبيراً في الاقتصاد القومي مما يتطلب من السلطات المختصة بعمل الدعم اللازم والكافي المادي والتسهيلات اللازمة لأصحاب المشاريع الصغيرة وحل المشكلات التي تواجههم والتي تم ذكرها في البحث.**
٢. **يوصي البحث كلاً من المختصين والأكاديميين في مجال خزف الاستوديو بالاستعانة بالتكنولوجيا الرقمية واستغلال المميزات التي تقدمها من حيث التصميم و الإنتاج (توفير الوقت، سهولة التعديل ،سهولة المشاركة ...) في مجال خزف الاستوديو و تطويره**
٣. **ضرورة المام الطلاب بأساسيات طرق التصنيع الرقمي و عدم الاكتفاء فقط بعملية التصميم.**
٤. **إقامة بروتوكولات تعاون بين المؤسسات التعليمية و شركات انتاج البرمجيات المتعلقة بالتصميم و الانتاج و عمل محاضرات تعريفية بإمكانيات هذه البرامج في عمليتي التصميم و التصنيع.**

المراجع :

١. شيرين السعيد العرنوس ٢٠٢٣ "أثر التكنولوجيا الرقمية في تطوير منظومة تصميم الخزف المعماري باستخدام منهج التصميم البارامتري" - رسالة دكتوراة - كلية الفنون التطبيقية جامعة حلوان
٢. محمد سعد شومان ٢٠١٨"استخدام ماكينات التحكم الرقمي للحصول على منتج خزفي " -القاهرة :المؤتمر الدولي الخامس لكلية الفنون التطبيقية جامعة حلوان.
٣. سلوى احمد رشدي ٢٠١٦" الخزف المعاصر كمصدر مشروع صغير- مجلة كلية التربية النوعية العدد السادس ، مصر.
٤. رنا محمد محمود عباس د / محسن محمد الغندور د/ محمد سعد شومان ٢٠٢٤ "الإستفادة من تكنولوجيا التحكم الرقمى لمعالجة الأسطح لمنتجات خزف الأستديو." -رسالة ماجستير- كلية الفنون التطبيقية جامعة دمياط.
٥. محمد سعد شومان ٢٠٢٣ "أثر استخدام تكنولوجيا التحكم الرقمي بالحاسب الآلي على فن الخزف" مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية مصر.
٦. شيرين السعيد العرنوس ٢٠٢٢ " مدى تأثير استخدام الطابعة ثلاثية الأبعاد في تطويرالتصميم الخزفي المعماري" مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية المجلد ٧، العدد ٣١، الصفحة 119-104

روابط الانترنت ومصادر الصور:

1. https://kenanaonline.com/users/ahmedkordy/posts/281279
2. https://www.rowadalaamal.com/%D9%85%D8%B4%D8%B1%D9%88%D8%B9-%D8%A8%D9%8A%D8%B9-%D9%85%D9%86%D8%AA%D8%AC%D8%A7%D8%AA-%D8%A7%D9%84%D8%AE%D8%B2%D9%81/
3. https://www.elwatannews.com/news/details/6146485?t=push
4. https://studiopotter.org/potting-digital-age
5. https://studiopotter.org/towards-aesthetic-digital-clay
6. http://www.keep-art.co.uk/journal_18.html
7. https://www.ptc.com/en/technologies/cad
8. https://in.indeed.com/career-advice/career-development/cad-software
9. https://www.arcvertex.com/article/advantages-and-disadvantages-of-using-computer-aided-design-cad
10. https://www.techtarget.com/searcherp/definition/computer-numerical-control-CNC#:~:text=Computer%20numerical%20control%20(CNC)%20is,machining%20metal%20and%20plastic%20parts