أثر استخدام تكنولوجيا التحكم الرقمى بالحاسب الآلى على فن الخزف

The effect of using computer numerical control on ceramic art

م.د / محمد سعد سعد شومان

المدرس بقسم الخزف - كلية الفنون التطبيقية - جامعة دمياط

Dr. Mohamed Saad Saad Shouman

Lecturer of ceramic department - faculty of applied arts – Damietta University

mohamedshouman@du.edu.eg

المستخلص :

أصبحت لتكنولوجيا التحكم الرقمى باستخدام الحاسب الآلى CNC، والتصميم باستخدام الحاسب CAD دورا هاما فى تطور العديد من المجالات ومن بينها صناعة الخزف كأداة لإنتاج الموديلات والقوالب المستخدمة فى إنتاج الخزف, والأستفادة من الدقة والسرعة التى توفرها هذه التقنية, وكذلك الأستفادة من مميزات أنظمة التصميم بالحاسب CAD, فهل يمكن الاستفادة من هذه التكنولوجيا كأداة من الممكن أن يكون لها دور فى إثراء فن الخزف ؟, ويعبر هذا التساؤل عن المشكلة الحقيقية للبحث, وللإجابة عليه يجب فهم طبيعة هذة التقنية والتى من الممكن أن تقوم بعمليات الحذف من خلال الحفر لتشكيل السطح, ومن ثم يمكن من خلال فكر الفنان الخزاف استخدامها كأداة للتعبير عن فكرته منفردة, أو الدمج بينها وبين تقنيات تشكيل الخزف, وتقنيات معالجة الأسطح الخزفية المتعددة. ومن ثم يتناول البحث امكانية استخدام تقنية التحكم الرقمى بالحاسب الآلى CNC, والأستفادة من أنظمة التصميم باستخدام الحاسب CAD كأدوات لأثراء فن الخزف, مع عرض مختصر لتقنية التحكم الرقمى بالحاسب الآلى CNC, والطرق التقليدية لتشكيل ومعالجة الأسطح الخزفية, حيث يهدف البحث لاستخدام ماكينة تحكم رقمى بثلاث محاور للحصول على قطع خزفية فنية تحمل قيمة جمالية, وقد توصل الباحث من خلال تجربة فنية ذاتيه من الحصول على قطع خزفية تحمل قيمة جمالية مميزة, واشتمل التطبيق العملى للبحث على عرض لبعض القطع الخزفية لها قيمة جمالية استخدمت فيها الطرق التقليدية لتشكيل الخزف مع استخدام ماكينه للحفر تعمل بالتحكم الرقمى بالحاسب الآلى, فى أحد مراحل الحصول على هذه القطع الخزفية.

الكلمات المفتاحية:

الخزف الفنى،التحكم الرقمى بالحاسب الآلى ,التصميم باستخدام الحاسب.

Abstract:

CNC technology and CAD design has become an important role in the development of many fields, including the ceramics industry as a tool for the production of models and molds used in the production of ceramics, taking advantage of the accuracy and speed provided by this technology, as well as taking advantage of the advantages of CAD design systems. Is it possible to benefit from this technology as a tool that can have a role in enriching the art of ceramics? , And this question expresses the real problem of the research, and to answer it we must understand the nature of this technique, which can perform deletions through drilling to form the surface, and then through the artist's thought it can be used as a tool to express his idea separately, or to combine it with shaping techniques Ceramic, and various ceramic surface treatment technologies. Then the research deals with the possibility of using CNC digital control technology, and the use of CAD design systems as tools to enrich the art of ceramics, with a

brief presentation of CNC digital control technology, and traditional methods of forming and treating ceramic surfaces, where the research aims to use a digital control machine With three axes to obtain artistic ceramic pieces bearing an aesthetic value, the researcher has reached through his own artistic experience of obtaining ceramic pieces bearing a distinctive aesthetic value, and the practical application of the research included a presentation of some ceramic pieces with aesthetic value in which traditional methods of forming ceramics were used with the use of his machine For drilling works with numerical control by computer, in one of the stages of obtaining these ceramic pieces.

Keywords:
Ceramic Art, CNC Computer Numerical Control, (CAD) Computer-Aided Design .

مقدمة :

إن استحداث العديد من التقنيات المعتمدة على التقدم العلمى فى كل المجالات العلمية دفع بالعديد من المجالات لتسير بخطى متسارعة نحو التطور, ولذا يجب على الباحثين فى شتى المجالات محاولة تحقيق أقصى استفادة من هذة التقنيات والتكنولوجيا لمواكبة هذه التطورات, ففى الأربعينات من القرن الماضى كانت البدايات لظهور الحاسب الآلى المدعوم بالمفاتيح الالكترونية والتى تمكنه من إدخال البيانات فى صورة متغيرات ثنائية, ومنذ هذه الفترة حتى الآن صحبها ظهور العديد من برمجيات الحاسب والتى تتطور بشكل هائل ومستمر لتخدم جميع مجالات الحياة, مع توفير الكثير من الجهد والوقت وإثراء حياة البشر بكثير من الرفاهية, وفى الوقت الحالى تطورت الحاسبات والبرمجيات لتقود الآلآت والماكينات والمعدات وبالإضافة لظهور أدوات جديدة مثل الروبيوتات ... ألخ , وكذلك توفير العديد من الأنظمة التى تدعم عمليات الفن والتصميم. و فى القرن التاسع عشر كانت هناك محاولات بدائية للتحكم فى آلات النسيج من خلال شريط مثقوب قابل للاستبدال كحامل للبيانات, ثم محاولات للتحكم ببعض الآلات الموسيقية كالبيانو من خلال صفيحة عليها نقاط بارزة, وشهدت الخمسينات من القرن الماضى ظهور أول آلة تعمل بالتحكم الرقمى, ويتحكم بها من خلال صمام انبعاثى يوفر حركة متزامنة على ثلاث محاور يتم تشغيلة عبر شريط مثقب مشفر ثنائيا, وشهد العام ١٩٧٥نقلة نوعية من خلال الإنتقال من التحكم الرقمى المصمم بالمكونات المادية الى التحكم الرقمى بالحاسب الآلى من خلال البرمجيات CNC Computer Numerical (Control), وفى الثمانينات تتكامل العديد من الأنظمة كأنظمة التحكم الرقمى بالحاسب الآلى CNC , وأنظمة التصنيع باستخدام الحاسب CAM, و أنظمة التصميم باستخدام الحاسب CAD بشكل مشترك, لخدمة عمليات التصميم والإنتاج فى جميع المجالات, مما يخدم رغبات البشر ويدعم حياتهم بمزيد من الرفاهية, والآن تحتل ماكينات التحكم الرقمى بالحاسب بأنواعها المختلفة أغلب المجالات لتنفيذ العديد من المهام بدقة وسرعة لا تقارن بالتقنيات اليدوية أو التقليدية.(٥- ص٢)

ونظرا لتعدد طرق تشكيل الخزف نتيجة مرونة الخامات الخزفية فى التشكيل, وذلك لأن خامة الخزف يمكن أن تأخذ هيئات مختلفة (معلقات طينية, طينات شبة جافة, طينات لدنة) مما يؤدى لتنوع طرق التشكيل من صب للمعلقات الطينية فى القوالب, أو كبس للطينات الشبه جافة , أو التشكيل بالآلات كالبثق من خلال ماكينات البثق أو استخدام السادف لتشكيل منتجات كالأوانى المفتوحة, كالأطباق والفناجين, أو التشكيل اليدوى بتقنيات التشكيل للطينات اللدنة كما هو الحال غالبا عند إنتاج قطع خزفية فنية من خلال تقنيات التشكيل الخزفي كاستخدام الشرايح أو الحبال وغيرها ...., بالإضافة لتقنيات معالجة السطح للتعبير عن فن الخزف, ولا يتقيد الفنان الخزاف بتقنية محددة ولكن يحاول أن يستخدام هذة التقنيات, أوالدمج فيما بينها للتعبير عن فكرته, وأصبحت لتكنولوجيا التحكم الرقمى باستخدام الحاسب CNC والتصميم باستخدام الحاسب CAD

دورا هاما فى تطور العديد من المجالات ومن بينها صناعة الخزف كأداة لإنتاج الموديلات والقوالب المستخدمة فى إنتاج الخزف , والأستفادة من الدقة والسرعة التى توفرها هذه التقنية, وكذلك الأستفادة من مميزات أنظمة التصميم بالحاسب CAD, وهنا ينبغى التساؤل هل يمكن الاستفادة من هذه التكنولوجيا كأداة من الممكن أن يكون لها دور فى إثراء فن الخزف ؟, ويعبر هذا التساؤل عن المشكلة الحقيقية للبحث, وللإجابة عليه يجب فهم طبيعة هذة التقنية والتى من الممكن أن تقوم بعمليات الحذف من خلال الحفر لتشكيل السطح , ومن ثم يمكن من خلال فكر الفنان الخزاف استخدامها كأداة للتعبير عن فكرته منفردة, أو الدمج بينها وبين تقنيات تشكيل الخزف, وتقنيات معالجة الأسطح الخزفية المتعددة .

مشكلة البحث :

يحاول البحث الإجابة على هذة التساؤلات :

1- هل يمكن أن تساهم تكنولوجيا التحكم الرقمى بالحاسب الآلى فى إثراء فن الخزف ؟

2- هل يمكن الحصول على قطع خزفية لها قيمة جمالية من خلال الأستفادة من تكنولوجيا التحكم الرقمى بالحاسب الآلى ؟

3- ماهى الطريقة الملائمة للإستفادة من تكنولوجيا التحكم الرقمى بالحاسب الآلى للحصول على قطع خزفية لها قيمة جمالية؟

4- كيف يمكن أن يسهم الحاسب الآلى وتكنولوجيا التحكم الرقمى بالحاسب الآلى كأداة لإثراء فن الخزف ؟

أهمية البحث :

1- استحداث أدوات جديدة لإثراء فن الخزف من خلال الاستفادة من تقنيات التحكم الرقمى CNC .

2- ألقاء الضوء على أثر استخدام تقنيات التحكم الرقمى بالحاسب الآلى وبرامج الحاسب الآلى لإثراء فن الخزف .

حدود البحث :

- استخدام ماكينة تحكم رقمى بثلاث محاور للحصول على قطع خزفية فنية تحمل قيمة جمالية .

هدف البحث :

- الحصول على قطع خزفية تحمل قيمة جمالية من خلال الدمج بين برامج الحاسب الآلى وتقنيات التحكم الرقمى بالحاسب الآلى كأدة للحصول على هذه القطع الفنية الخزفية .

منهج البحث :

المنهج التجريبى .

محاور البحث :

أولا : فن الخزف

ثانيا : الطرق التقليدية لتشكيل الخزف الفنى

ثالثا : التطبيق العملي

أولا : فن الخزف :

لايمكننا أن نضع تعريف أو تفسير محدد لماهية الفن بشكل عام ولكن يمكننا أن نبحث عن اللفظ أو الكلمة بالقواميس لنعرف أصل الكلمة، فالاشتقاق اللغوي لكلمة " الفن " (Techne) باليونانية و Ars باللاتينية) وتعني هذه الكلمة (النشاط الصناعي النافع بصفة عامة) فالفن عن اليونانيين لم يكن قاصرا على الغناء والشعر والنحت والموسيقي وغيرها من الفنون الجميلة بل يشمل أيضا الكثير من الصناعات المهنية كالنجارة, والحدادة, والبناء, وغيرها من مظاهر الإنتاج الصناعي . (١- ص٨)

وقد يفسر المفكرون والفلاسفة الفن كما يرى جيو(M.J. Guyan) (١٨٥٤ – ١٨٨٨)، بأنه نشاط اجتماعي تنحصر غايته في الحياة أو الواقع نفسه ويجب على الفنان أن يكون معاصرا لتقدم الحياة وتطورها وأن يقف على أشكال الحياة الاجتماعية التي تذوب فيها الحياة الفردية.(١- ص١٠٢)

ولا زالت كثير من المعاجم الإنجليزية تنص على أن " الفن " نشاط يهدف إلي غايات عقلية ثقافية دون أن يكون له أدنى نشاط علمي أو مهني ولعل هذا هو السبب في أن كليات الآداب في الجامعات الإنجليزية تحمل أسم " كلية الفنون " Faculty of Arts. (٢- ص٢٤٠)

ومن ثم فالباحث يرى من وجهه نظره أن الفن هو نشاط إنساني يعبر عن احتياج ما ويصاغ وفقا لأفكار وخبرات الفنان وتفاعله مع البيئة المحيطة , ولذلك يعتبر فن الخزف واحد من أقدم الفنون التى عرفها الإنسان فالطين أحد مكونات البيئة المحيطة بالانسان والأقرب إليه نظرا لما يتميز به من مرونة ولدونة تجعله أداة سهله للتعامل معها, وإثارة الفكر للإنسان منذ قديم الأزل, ومحاولة تشكيلة لأدوات نفعية, أو تلبية متطلبات حياتية مثل بناء المنازل من الطين علي سبيل المثال ,أو التشكيل بغرض التسلية والمتعة, حتى أكتشف الانسان الحريق ليحتفظ بصورة ماصنعة من قطع خزفية تشير للعديد من الحضارات الإنسانية .

ثانيا : الطرق التقليدية لتشكيل الخزف :

نظرا لما تتمتع به الطينات من خواص مميزة كالدونة والمرونه, مما أثرى عمليات التشكيل للخزف وتنوعت الطرق والأساليب لتشكيل الخزف الفنى والصناعى , ولكن دوما للخزف الفنى النصاب الأكبر من هذه الطرق والأساليب فلا يوجد محددات أو متطلبات خاصة كما في الخزف الصناعى لعمليات الإنتاج التى تتطلب إنتاج كمي , فالخزف الفني قد ينطوي علي قطعة واحدة تتميز بالتفرد وعدم التكرار, وهو عكس مايحدث فى الإنتاج الصناعى, وقد تغلب الآلات والمعدات عندما يتعلق الأمر بالخزف الصناعى, بينما يغلب الطابع الإنسانى عندما يتعلق الأمر بالخزف الفنى فنجد أن أبسط الطرق للتشكيل قد تستخدم فى عملية أنتاج الخزف الفنى كالتشكيل بتقنية الضغط بالأصابع Pinching, وبالرغم من بساطه هذه الطريقة فى التشكيل الا أنها تحمل قيم جمالية فريدة من خلال السطح المتعرج والملمس الناتج عن أصابع الفنان فى تفاعلة المباشر مع الطين, وهو مايؤكد علي الحس الإنسانى فى هذه الطريقة للتشكيل, وتتعدد الطرق والأساليب المستخدمة للتشكيل الخزفى للحصول على منتج الخزف الفنى كما نشير إلى أغلبها فى النقاط التالية :

- التشكيل بالحبال Coiling
- التشكيل بالشرائح Slab Building
- التشكيل بالطينات الملونة Forming with colored clays
- البناء بالطينات الملونة Building with colored clays
- التشكيل باستخدام (دولاب التشكيل) عجلة الخزاف wheel throwing

- التشكيل باستخدام القوالب الجصية plaster forming Molds
- الصب في القوالب الجصية Slip-Casting
- الضغط في القوالب الجصية Molds-pressing

(٤- ص ١٢٠:١٣٢)

كما تتعدد الطرق والأساليب والتقنيات المستخدمة لمعالجات السطح والتي تثرى منتج الخزف بشكل عام والخزف الفنى بشكل خاص من خلال أحداث للملامس أو لتاثيرات اللونية بالبطانات أو الطلاءات الزجاجية من خلال :

- حريق أفران الخشب Wood Firing
- حريق الراكو Raku
- حريق الحفرة Pit Firing
- الطلاءات الزجاجية Glazes
- أسلوب تطبيق الطلاء Glazing
- عزل الطلاء الزجاجي Glaze Resist
- الطلاء المتشقق (الكراكليه) Crackle
- تجمع الطلاء الزجاجي Crawling
- الطلاء الملحي Salt-glaze
- البطانات وتقنيات تطبيقها Engobe (Slip)
- الملامس الزخرفية The Decorative Textures
- الصنفرة والتنعيم Sand-papering and fining
- الصقل Polishing
- التفريغ perforating
- التبصيم Impressing
- الأختام Stamp Impressing
- الحزوز والتهشير Hatching and Incising

(٤- ص١٣٥:١٤٠)

وجميع ماسبق ذكره من طرق وأساليب وتقنيات تعتمد بشكل كبير عندما يتعلق الأمر بالخزف الفنى باستخدام مهارات وخبرات ومهارات الفنان اليدوية لصياغة عمله الفنى, ويرى الباحث أن الأعمال الفنية المبنية على مهارات الفنان اليدوية قد تحمل حس انسانيا متفردا, ولكن لامانع من استخدام التكنولوجيا الحديثة كأدوات مكملة مع مهارات الفنان اليدوية لأثراء العملية الفنية وهو ما حاول الباحث أن يقوم به من خلال التجربة الذاتية التالية .

ثالثا : التطبيق العملي :

اعتمد الباحث على ماكينة تحكم رقمي بثلاث محاور وأحد تطبيقات الحاسب المستخدمة في عملية التصميم, لتصميم وإنتاج بعض القطع الخزفية الفنية باتباع الخطوات التالية :

1- وضع تصور واسكتشات للقطعة الخزفية المراد تنفيذها على برامج الحاسب الآلى واستخدم الباحث برنامج Artcam) لهذا الغرض, والذي يتيح إمكانية عمل المحاكاة للتصميم وإنشاء ملف التشغيل الخاص بالماكينة, بالإضافة للأستفادة من المميزات المتعددة لهذا البرنامج من إمكانيات التعديل المتعددة والتى تميز أنظمه التصميم بالحاسب, انظر الصورة رقم (١), ورقم (٢) .

2- بعد عمل التصميم للقطعة الخزفية الفنية بالشكل المطلوب يتم عمل ملف(G-cood) المستخدم لتشغيل الماكينة للتنفيذ.

3- يتم تجهيز كتلة من الطين بالأبعاد المطلوبة للقطعة الخزفية الفنية الذى تم تصميمها, بنوع الجسم الخزفى الذي يتم اختياره حسب رغبة الفنان, وتجفيفها, أو التشكيل للقطعة الخزفية الفنية وتركها لتجف, واستكمالها وفقا للتصميم المراد وذلك من خلال تثبيتها على ماكينة التحكم الرقمى بالحاسب المستخدمة وإجراء عملية الحفر .

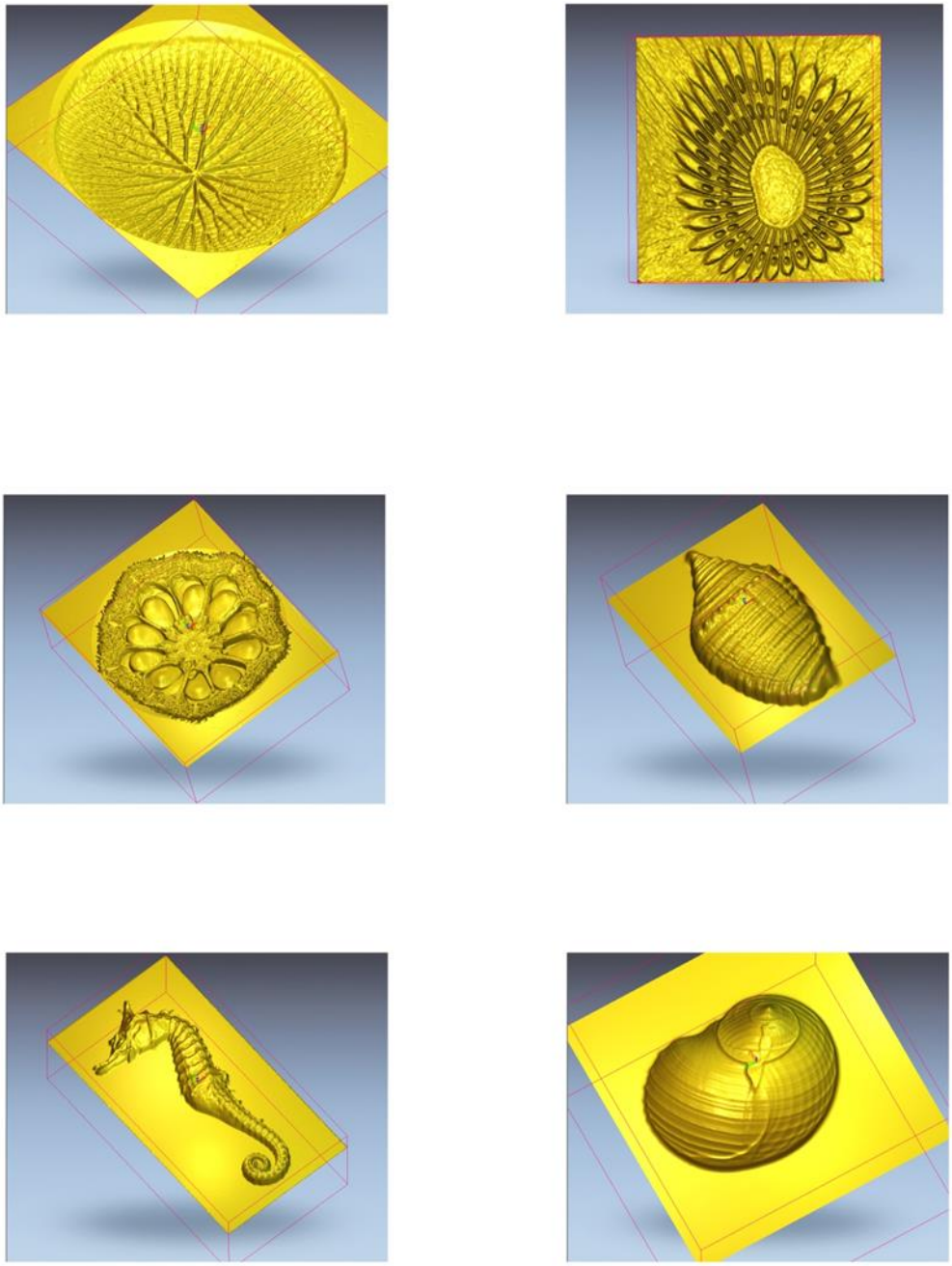
4- يتم فتح برنامج التشغيل المستخدم لتشغيل والتحكم فى الماكينة من خلال وحدة التحكم الخاصة بها (واستخدم الباحث برنامج mach3 للتحكم بالماكينة), و ادراج ملف التشغيل الخاص بتصميم القطعة الخزفية الفنية للبرنامج , ويمكن عمل محاكاة لعملية التنفيذ لمعرفة كل المعلومات المتعلقة بتنفيذ التصميم كالوقت الذى ستستغرقة الماكينة فى عملية التنفيذ .

5- يتم تشغيل الماكينة لتنفيذ التصميم من خلال حركة بنطه الحفر بالأبعاد الخاصة بتصميم القطعة الخزفية الفنية .

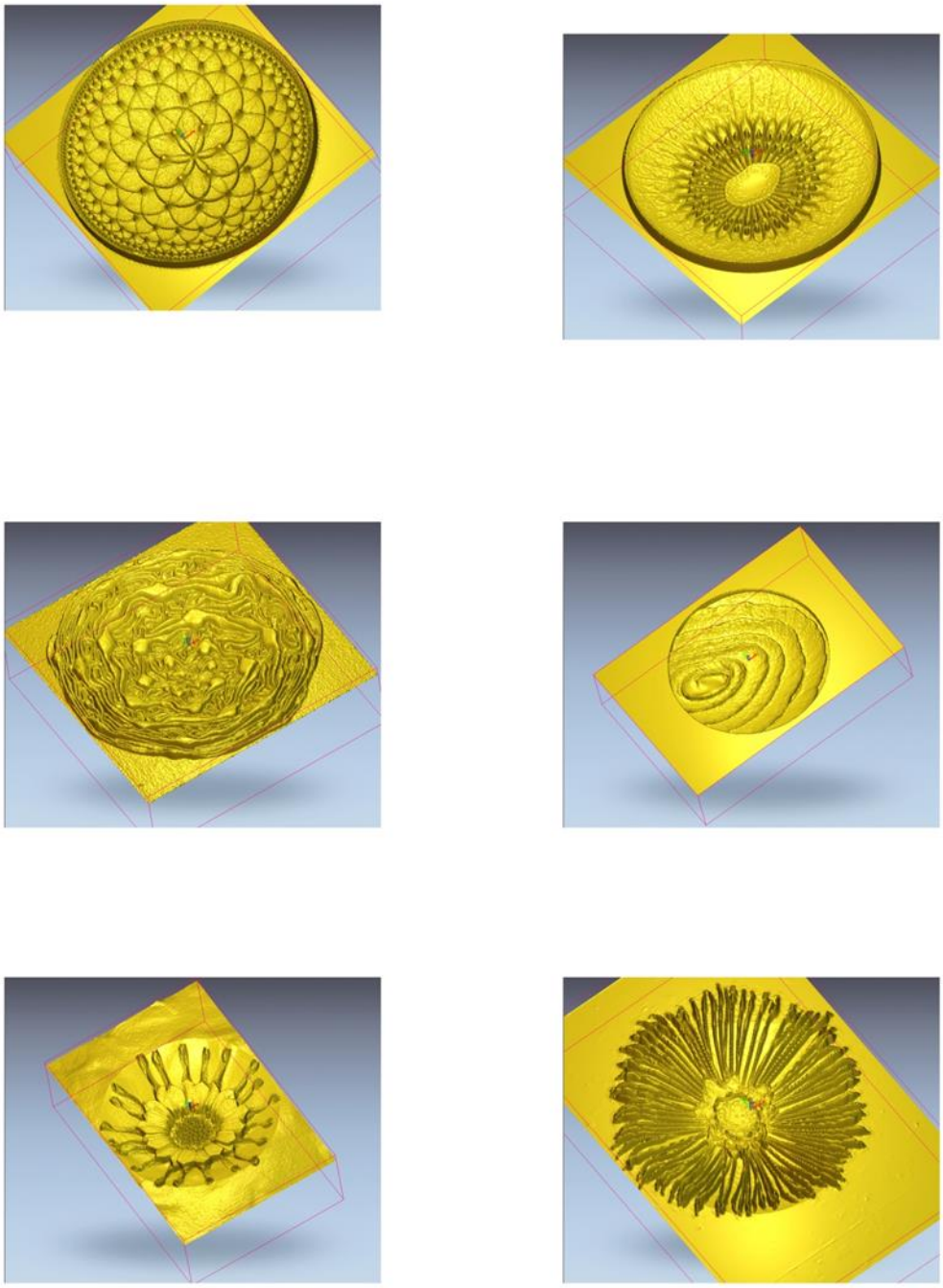
6- يمكن متابعة عملية التنفيذ وتشغيل وإيقاف الماكينة متى تتطلب الأمر ذلك .

7- يتم حرق المنتج الخزفى بالأسلوب والتقنية التى يرى الفنان من خلال تجاربه وخبراته أنها قد تثرى العمل الفنى .

وتستعرض الصور أرقام (٣), و(٤), و(٥), و(٦), و(٧), و(٨), و(٩) التجربة الذاتية للباحث لبعض الأعمال الخزفية الفنية, والتى تم عرضها فى معرض خاص تحت عنوان " الخزف الرقمى " أقيم بقاعة العرض الخاصة بكلية الفنون التطبيقية – جامعة دمياط فى الفترة من ١٧ ديسمبرإلى ١٩ ديسمبر .



صورة رقم (١) تستعرض بعض التصميمات التى تم إنشائها على أحدي برامج التصميم بالحاسب الآلى (برنامج Artcam) مستوحاه من عناصر طبيعية نباتية وحيوانية، واستخدمت للتنفيذ على بعض القطع الفنية الخزفية من خلال ماكينة تحكم رقمى CNC بثلاث محاور .



صورة رقم (٢) مجموعة أخرى من التصميمات التى تم إنشائها على برنامج Artcam مستوحاه من عناصر طبيعية نباتية, واستخدمت للتنفيذ على بعض القطع الفنية الخزفية .

صورة رقم (٣) مجموعة من الأطباق تم تشكيلها بطريقة الضغط بلأصابع من طينة أسوان الحمراء وتم حفر بعض من التصميمات المنفذة ببرنامج التصميم بالحاسب الآلى المشار إليها فى صور سابقة , وتم حفرها بمنتصف الأطباق المشكلة بعد جفافها وحرقها حريق أول (بسكويت) ,ثم حريق ثانى لتطبيق طلاء زجاجى على حواف الأطباق , وتتراوح أبعاد الأطباق لكل طبق فى حدود(٩,٥سم طول *٩,٥سم عرض*٤سم ارتفاع) .

صورة رقم (٤) صورة تفصيلة لبعض الأطباق بالصورة رقم (٣) مع جانب من معروضات المعرض .

الصورة رقم (٥) صورة تفصيلة لقطعتين بالصورة رقم (٣) مع جانب من معروضات المعرض .

صورة رقم (٦) مجموعة من القطع صغيرة جدا فى الحجم من طينة أسوان الحمراء, وتم حفر بعض من التصميمات المنفذة بالحاسب الآلي المشار إليها فى صور سابقة , وتم حفرها على كتل طينية بعد جفافها وحرقها حريق أول (بسكويت) ,ثم حريق ثانى لتطبيق طلاء زجاجى بتقنية مسح للطلاء للأجزاء المرتفعة من التصميم لأظهار التفاصيل للتأكيد على دقة التنقية المستخدمه لتنفيذ العمل , وتتراوح متوسط أبعاد القطع في حدود(٥سم طول *٥سم عرض*٣سم ارتفاع) .

صورة رقم (٧) أحدي القطع الخزفية المنفذة بطريقة الحفر على وجهى القطعة باستخدام ماكينة تحكم رقمى بثلاث محاور لأحد التصميمات المنفذة على الحاسب والمشار إليها فى صور سابقة وتم التنفيذ على كتلة جافة من طينة أسوان الحمراء وتم حرق القطعة حريق أول, وحريق ثانى لتطبيق الطلاء الزجاجى, وتتراوح أبعاد القطعة (١٣سم طول*١٥سم عرض *٤سم ارتفاع)

صورة رقم (٨) مجموعة اخرى من القطع الصغيرة فى الحجم من طينة أسوان الحمراء, وتم حفر بعض من التصميمات المنفذة بالحاسب الآلي , وتم حفرها على كتل طينية بعد جفافها وحرقها حريق أول (بسكويت) , وتتراوح متوسط أبعاد القطع في حدود (١٠سم طول *٩سم عرض*٣سم ارتفاع).

صورة رقم (٩) أربع قطع لكتل مختلفة الأحجام جافة من طينة أسوان الحمراء , وتم حفر نفس التصميم بالتقنية المشار اليها سابقا, وحرقها حريق أول (بسكويت) ,ثم حريق ثانى لتطبيق الطلاءالزجاجى, وتتراوح أبعاد القطع بترتيب العرض من اليمين (٨سم طول *٨سم عرض*٣سم ارتفاع) , (٩سم طول *٩سم عرض*٣سم ارتفاع) (١٤سم طول *١٤سم عرض*٣سم ارتفاع), (١٥سم طول *١٣,٥سم عرض*٤سم ارتفاع).

نتائج البحث :

1- يمكن الحصول على قطع خزفية لها قيمة جمالية مميزة و مبتكرة, من خلال الدمج بين الطرق التقليدية لتشكيل الخزف و ماكينات التحكم الرقمى بالحاسب الآلى واستخدام برامج الحاسب كأدوات مكملة للعملية الإبداعية .

2- يمكن الحصول على تفاصيل دقيقة تثرى فن الخزف يصعب الحصول عليها بالطرق التقليدية .

3- تنوع التصميمات من خلال المرونة فى تعديل التصميم والاستفادة من مميزات التصميم بالحاسب.

4- توفيرالوقت والجهد واختصار عديد من مراحل التصميم و التنفيذ .

5- يمكن إعادة تدوير خامة الخزف الناتجة عن عملية التشكيل بهذة الطريقة مما يسهم ف توفير الموارد .

6- قد تفتح هذه التكنولوجيا المجال أمام اتجاهات جديدة فى مجال فن الخزف .

7- تسهم هذه التكنولوجيا بدور متميز فى إثراء فن الخزف .

توصيات البحث :

1- عقد الندوات وورش العمل للتعريف والتدريب على استخدام التكنولوجيا التحكم الرقمى CNC, والتصميم باستخدام الحاسبات لخدمة مجال الخزف بشكل عام, والخزف الفنى بشكل خاص, وكذلك كافة التخصصات المختلفة .

2- ضرورة استخدام برامج وتقنيات الحاسب الآلى فى عمليات التصميم كأداة فنية لإثراء الخزف الفنى بشكل خاص, وكافة الفنون الأخرى بشكل عام والاستفادة من مميزاتها العديدة .

3- دعم الأبحاث العلمية المهتمة بتطوير, وإنتاج برامج الحاسب للاستفادة منها كأدة جديدة لأثراء الفنون بشكل عام, و فى مجال الخزف بشكل خاص .

4- إجراء البحوث لمواكبة هذا التطور التكنولوجى فى مجال تقنيات التحكم الرقمى, وذلك لما له من أثر بالغ لفتح آفاق جديدة لتطوير مجال الخزف بشكل عام .

مراجع البحث:

أولا : المراجع العربيه :

1- إبراهيم، زكريا "مشكلات فلسفية ٣ ،مشكلة الفن"،مكتبة مصر،القاهرة,١٩٧٧.

Ebrahim ,Zakarya " Moshkelat Falsafya , Moshkelt el fan "| Maktabet Maser ,elkahera, 1977.

2- رمضان الصباغ " جماليات الفن و الإطار الأخلاقي و الاجتماعي "، دار الوفاء لدنيا الطباعة و النشر ، الإسكندرية ,١٩٩٩.

Elsabag, Ramadan "jamaliat el fan we eletar elakhlaky wa elektema'y ",dar elwafa ledonia elteba'a wa elnashr , elaskandarya,1999.

3- زكى، أحمد – حلمى، السباعى "المخارط الرقمية CNC ",دار طباعة المنهل ,٢٠١٦.

Zaky,Ahmed&Helmy,Elsebaey"Elmakharet Elrakamya CNC",Dar Teba'at Elmanhal,2016.

4- زكي، ماجد محمد "إمكانية التحكم فى الملامس الخزفية " , رسالة ماجستير , كلية الفنون التطبيقية , جامعة حلوان ,٢٠١١.

Zaky,Maged Mohamed "Emkanyat Eltahakom fe Elmalames Elkhazafya ", Resalt Magester, Kolyat Elfenon Eltatbekya, Gam'et Helwan,2011.

5- شومان , محمد سعد " استخدام ماكينات التحكم الرقمى بالحاسب الآلى للحصول على منتج خزفى"،المؤتمر الدولى الخامس لكلية الفنون التطبيقية, جامعة حلوان,٢٠١٨.

Shouman, Mohamed saad "Estekhdam Mmakenat Eelta7akom eElrakamy bel7aseb alaly Llelhosol ala Montag khazafy",El motamer Eldawly Elkhames le kolyat Elfenon Eltatbekya,Jam3at Helwan ,2018.

مراجع للإطلاع :

ثانيا: المراجع الأجنبيه :

1.Graham T. Smith," CNC Machining Technology", spring ,London,1993.

2.Patrick Hood-Daniel, James Floyd Kelly :" Build Your Own CNC Machine", Paul Manning ,US,2009.

3.COLBECK,John :"Pottery Materials " Bats ford Limited, London 1988.

4.HAMMER , Frank : "The Potter's Dictionary Of Materials and Techniques", Pitman Publishing , London , Reprinted,1992.

ثالثا : مواقع أنترنت :

http://www.mfg.mtu.edu/cyberman/machtool/auto/nc/intro.html

https://www.edx.org/course/introduction-computer-numerical-control-tenarisuniversity-cnc101x

http://www.qhunt.com/2015/10/basic-components-of-numerical-control.html

http://www.cncroutersource.com/closed-loop-system.html