Journal of Applied Arts & Sciences
مجلة الفنون والعلوم التطبيقية
جامعة دمياط Damietta University
كلية الفنون التطبيقية

استخدام تكنولوجيا التحكم الرقمي لتصميم قطع من الأثاث الزجاجي الحديث

utilization digital control technology to design pieces of modern glass furniture

منار محمد السيد عبد الحافظ
مدرس دكتور بكلية الفنون التطبيقيه – جامعة ٦ أكتوبر – جمهورية مصر العربية

ملخص البحث:

حققت الثورة التكنولوجيا في العالم دخول الكمبيوتر في مختلف المجالات مما ساعد كثيرا في تقنين المعايير لكثير من المجالات التي تحتاج التكنولوجيا الرقمية ،ومع بداية استخدام تكنولوجيا التحكم الرقمي CNC حدث طفرة في الصناعة والتي كانت تعتمد على الأيدي العاملة في كل الخطوات مما يستهلك الكثير من الوقت والمال والأخطاء البشرية، ولذلك ساهمت تكنولوجيا التحكم الرقمي في تقليل الزمن اللازم للمنتج مع تقليل التكاليف وإمكانية إنتاج منتجات معقدة. ومع التطور أصبحت هذه التقنية جزء من النظام الصناعي الذي يستخدم طرق التكامل (CIM)حيث تتم آلية التصنيع من بداية تصميم المنتج إلى تخزينه بدقة عالية ،ونجد أن نظم التحكم الرقمي تستخدم الآن في جميع العمليات التي يمكن تمثيلها بخطوات وعمليات متتالية، مثل عمليات القص والتفريغ باستخدام الليزر، وبالتالي وجب إستغلال هذه التكنولوجيا في تصميم وتطوير الأثاث الزجاجي حيث يواجه مصمم الزجاج العديد من المشاكل الخاصه بالخامه والتي يمكن التغلب عليها بإستغلال تكنولوجيا التحكم الرقمي مما يجعل المنتج الزجاجي قادرا على المنافسه بشكل اقوى في أسواق الأثاث العالميه والمحليه ومن هنا كانت **مشكلة البحث:**هل يمكن الإستفادة من تكنولوجيا التحكم الرقمي CNC لتطوير قطع الأثاث الزجاجي ؟، كيف يمكن لمصمم الزجاج رفع مستويات الإبداع في تصميم الاثاث الزجاجي عن طريق التكنولوجيا الحديثه؟ **و**يهدف هذا البحث الي تطوير الأثاث الزجاجي عن طريق الإستفادة من تكنولوجيا التحكم الرقمي لتذليل معوقات التصميم المختلفه التي تواجه مصمم الأثاث الزجاجي.**و**تكمن أهمية البحث في إيجاد حلول سهله تساعد مصممي الزجاج للتغلب على معوقات التنفيذ في تصميمات الاثاث الزجاجي الحديث وذلك لتذليل صعوبات الإنتاج في الأسواق المحلية والعالميه .

كلمات مفتاحيه:

التكنولوجيا الحديثه - التحكم الرقمي - الأثاث الزجاجي

اولا: مفهوم تكنولوجيا التحكم الرقمي CNC

يشير مصطلح **التحكم الرقمي باستخدام الحاسوب (Computer Numerical Control - CNC)**إلى عملية التحكم في الأدوات والماكينات من خلال أوامر مبرمجة يتم إدخالها بواسطة الحاسوب.

وتعتمد هذه التقنية على **برامج تصميم وتصنيع بمساعدة الحاسوب(CAD/CAM)** ، والتي تتيح تصميم النموذج أولاً على الحاسوب، ثم تحويله إلى أوامر رقمية تتحكم في حركة الماكينة، سواءً في القطع أو الحفر أو التشكيل. وتُستخدم ماكينات CNC في تشكيل المعادن والخشب والمواد البلاستيكية، وقد تطورت لتناسب المواد الهشة مثل الزجاج.

نبذه عن تاريخ التحكم الرقمي:

بدأ استخدام نظام التحكم الرقمي في عام ١٨٠٨ من خلال توظيف صفيحة مثقبة للتحكم الآلي في ماكينات النسيج، واستمر هذا التطور عبر سنوات طويلة شمل خلالها العديد من المجالات المختلفة. وقد ازداد الاعتماد على أنظمة التحكم الرقمي المباشر (DNC) في عام ١٩٨٠ نتيجة للتوسع في استخدام أنظمة التصميم المدعومة بالحاسب الآلي (CAD) وأنظمة التصنيع المدعومة بالحاسب الآلي(CAM) ، حيث تتيح هذه الأنظمة معالجة البيانات

(ISSN 2537-1061) (Print)
(ISSN 2537-107X) (Online)

بشكل أوتوماتيكي بدءًا من التصميم وحتى تنفيذ برنامج التحكم الرقمي. وفي الوقت الحالي، يعمل الباحثون بشكل مكثف على مشاريع التصنيع المتكامل بالحاسب الآلي (CIM)، والذي يهدف إلى تحقيق تدفق معلومات شامل وفعال على كافة المستويات التشغيلية.(٦ – ص ١٤)

أنواع نظم التحكم الرقمي والمقارنة بينهم :

- التحكم الرقمي NC
- التحكم الرقمي بالحاسب CNC
- التحكم الرقمي المباشر DNC(٦ – ص ١٥)

أولًا: نظام التحكم الرقمي (NC - Numerical Control):

يُعد هذا النظام الشكل البدائي للتحكم الرقمي، وقد ظهر خلال خمسينيات القرن العشرين. يعتمد عمله على تزويد الماكينة بتعليمات مبرمجة مسبقًا باستخدام شريط مثقوب (Punch Tape)يحتوي على بيانات الحركة المطلوبة، دون وجود تفاعل مباشر من الحاسوب أثناء عملية التشغيل.

الخصائص:

- يُستخدم فيه وسائط تخزين قديمة (مثل الشرائط الورقية المثقبة).
- البرنامج يُكتب يدويا، ثم يُدخل إلى الماكينة.
- لا يمكن التغيير في البرنامج أثناء التشغيل.
- محدود في التعامل مع التصاميم المعقدة.
- غير متصل بالحاسوب.

ثانيًا: نظام التحكم الرقمي بالحاسب - (CNC Computer Numerical Control)

يمثل التطور الطبيعي لنظام NC ، حيث تم دمج الحاسوب داخل وحدة التحكم، مما يتيح تنفيذ البرامج مباشرة من خلال الحاسوب. ظهر هذا النظام في السبعينيات وهو الأكثر استخدامًا حاليًا.

الخصائص:

- يحتوي على معالج حاسوبي مدمج يسمح بإدخال الأوامر مباشرة.
- يُستخدم برنامج CAD/CAM لتصميم وتنفيذ الأوامر.
- يمكن تعديل البرامج أثناء التشغيل.
- يتعامل مع تصميمات معقدة ثلاثية الأبعاد.
- يُخزن عدد كبير من البرامج في ذاكرته.

ثالثًا: نظام التحكم الرقمي المباشر (DNC - Direct Numerical Control)

هو نظام متطور يربط بين عدد من ماكينات CNC عبر حاسوب مركزي، حيث يتم إرسال البرامج إلى الماكينات مباشرة دون الاعتماد على وحدة تحكم فردية بكل ماكينة.

الخصائص:

- التحكم يتم من خلال حاسوب مركزي واحد.
- يُرسل البرنامج إلى عدة ماكينات CNC في نفس الوقت.
- يُستخدم في المصانع الكبيرة التي تحتوي على خطوط إنتاج متكاملة.
- يوفر إدارة مركزية وتحكم كامل بالإنتاج.
- يسمح بمراقبة الأداء الفوري وتعديل العمليات عن بعد(٦ – ص ٢٠، ٢١).

فيما يلي جدول مختصر لتوضيح أوجه الإختلاف بين النظم التكنولوجيا المختلفة:

جدول رقم (١)

وجه المقارنة	NC	CNC	DNC
وسيلة التحكم	شريط مثقوب	حاسوب مدمج	حاسوب مركزي خارجي
المرونة في تعديلات البرامج	غير مرن	مرن	مرن
القدرة على التحكم	متوسطة	عالية	عالية جدًا
الإنتاج المتكامل	غير مناسب	مناسب جزئيًا	مناسب للإنتاج المتكامل
تعدد الماكينات	ماكينة واحدة	ماكينة واحدة	عدة ماكينات مرتبطة
إدارة البيانات	يدوية	إلكترونية جزئيًا	إلكترونية ومركزية
التكلفة	منخفضة	متوسطة	مرتفعة
التطبيقات	بسيطة وتقليدية	تصميمات معقدة فردية	خطوط إنتاج صناعية متقدمة

(ISSN 2537-1061) (Print)

(ISSN 2537-107X) (Online)

ومما سبق يتضح أن : يُعد نظام **NC** بداية التطوير التكنولوجي، لكنه لم يعد يُستخدم على نطاق واسع بسبب محدوديته.بينما يمثل **CNC** النظام الأكثر شيوعًا ومرونة، وهو الأنسب لمجالات التصميم والإنتاج الإبداعي مثل **الأثاث الزجاجي** أما نظام **DNC** فيُستخدم في البيئات الصناعية المتقدمة التي تتطلب إدارة مركزية لخطوط إنتاج كبيرة، ويعد الأنسب لمصانع الإنتاج الكمي.

من أهم مزايا نظام CNC:

- الدقة العالية في تنفيذ التصاميم.
- القدرة على إنتاج أشكال معقدة ومتكررة.
- تقليل نسبة الخطأ البشري.
- تسريع عملية التصنيع وتقليل الهدر(٦ – ص ٢١).

ويوضح الشكل رقم(١) صور لماكينات التحكم الرقمي والتي تم استخدامها في تنفيذ تصميمات البحث.

الشكل رقم (١) يوضح ماكينات تكنولوجيا التحكم الرقمي

ثانيًا: خصائص الزجاج كمادة مناسبة لتصميم الأثاث:

يُعد الزجاج من أكثر المواد استخدامًا في التصميم المعماري والفني، ويتميز بعدة خصائص تؤثر بشكل مباشر على إمكانيات توظيفه في الأثاث، منها:

- **الشفافية والانعكاس** :تمنحه قيمة جمالية عالية وتجعله مناسبًا للتصاميم الحديثة.
- **الهشاشة** :تتطلب تقنيات دقيقة في القطع والتشكيل لتفادي الكسر.
- **الصلابة والنعومة** :تجعل الزجاج مناسبًا للاستخدام السطحي مع مقاومة جيدة للتآكل.
- **المرونة في المعالجة** :يمكن حفره، تلوينه، تقطيعه، لصقه، أو تدعيمه بمواد أخرى.(٥ – ص ٣٣،٣٥)

ويُستخدم الزجاج في الأثاث المعاصر لصنع الطاولات، الرفوف، الأبواب الزجاجية، والمكاتب، إما بشكل منفرد أو كمادة مكملة لعنصر تصميمي آخر.

ثالثًا: تقنيات المعالجة باستخدام CNC على الزجاج:

تتطلب معالجة الزجاج باستخدام CNC أدوات وتقنيات خاصة، تختلف عن تلك المستخدمة مع المواد الأخرى بسبب طبيعة الزجاج الهشة. وتشمل هذه التقنيات:

- **القطع باستخدام CNC Waterjet :**

تعتمد على ضخ الماء شديد الضغط الممزوج برمل الكربيد لقطع الزجاج بدقة عالية ودون توليد حرارة قد تؤدي إلى شروخ.

- **الحفر باستخدام الرؤوس ماسية:**

تُستخدم أدوات ذات رؤوس ماسية في ماكينات CNC لحفر أشكال دقيقة على سطح الزجاج، ما يسمح بإنشاء زخارف دقيقة، شعارات، ونصوص.

- **الحفر بالليزر:**

رغم محدودية استخدامه مع بعض أنواع الزجاج، فإن النقش بالليزر يتيح رسم تفاصيل دقيقة على السطح دون الحاجة إلى التلامس المباشر.

- **التشطيب والتلميع باستخدام CNC**

تتيح الماكينات الحديثة تشطيب الحواف وصقل الأسطح الزجاجية باستخدام أدوات دوارة دقيقة تضمن نعومة وانسيابية الشكل النهائي.

- **النمذجة باستخدام برامج CAD/CAM:**

تُستخدم هذه البرامج لتصميم القطع بدقة ثلاثية الأبعاد، ما يساعد على تصوّر النتيجة النهائية قبل التنفيذ الفعلي، وتقليل الأخطاء المحتملة.(٧)

رابعًا: العلاقة بين التكنولوجيا والتصميم في الأثاث الزجاجي:

يُعد التصميم أساس العملية الفنية، ومع تطور التكنولوجيا أصبح لدى المصمم أدوات قوية توسّع من خياله وتُترجم

(ISSN 2537-1061) (Print)

(ISSN 2537-107X) (Online)

أفكاره إلى واقع ملموس. وقد أتاحت تكنولوجيا CNC فرصًا جديدة للإبداع من خلال:

- **تنفيذ تصاميم هندسية معقدة** لا يمكن تنفيذها يدويًا بنفس الدقة.
- **التجريب في المواد والسطوح**، مثل دمج الزجاج مع المعادن أو الأكريليك.
- **إنتاج سريع للنماذج الأولية (Prototypes)** مما يسمح بالتعديل المستمر في التصميم.
- **إمكانية تخصيص كل قطعة** حسب طلب العميل، مما يفتح آفاقًا للتصميم المخصص والفريد.

إن دمج التقنية بالعملية التصميمية لا يلغي الدور الإبداعي للمصمم، بل يعزز قدرته على الابتكار ويمنحه أدوات حديثة تتماشى مع متطلبات العصر[١ - ص ٢٧، ٢٨].

الجانب التطبيقي والتحليلي:

تم من خلال البحث استعراض تطبيقات فعليه لاستخدام تكنولوجيا CNC في تصميم قطع من الأثاث الزجاجي، وذلك كجزء من مشاريع شخصية وأخرى بتنفيذ طلاب من معاهد الفنون التطبيقية الخاصة وتم تحليل طرق العملية الإنتاجية والنتائج، وتقييمها من الناحية التقنية والجمالية.

الفكرة التصميمية الأساسية بالبحث:

تم اختيار تصميم **كرسي ذكي مصمم بطراز الآرت نوفو** تعتمد على:

- سطح زجاجي مقطوع بتقنية Waterjet CNC.
- قاعدة هندسية معدنية مصممة ببرامج.CAD
- دمج بين الزجاج الشفاف والإكسسوار المعدني ، والشكل رقم (٢) يوضح الرسم التنفيذي للقطعه.

صورة رقم (٢) توضح الرسم التنفيذي للقطعة

الوصف التحليلي لقطعة الأثاث:

تظهر القطعة في البدايه ككرسي من الزجاج الخالص ذو ظهر مرتفع ومنحوت بعدة تقنيات مختلفة وتتوفر فيه جميع إشتراطات الأمان والسلامه ويتم أيضا نحت قاعدة الكرسي بشكل شبه دائري أملس ويراعى أثناء تصنيعه الخصائص الارجنوميكية المطلوب توافرها لراحة المستخدم.من خلال عمليه السحب الهيدروليكي في الاتجاه الخارجي لقاعدة الكرسي يمكن تحويل الكرسي إلى قطعة أثاث مبتكرة عباره عن طاولة وصندوق تخزين مفتوح للكتب أو المجلات والجرائد ويظهر ظهر الكرسي كبارتيشن من الزجاج المنحوت ذو طراز مميز ومبتكر يعكس ارتباط الفن بالحياه.

(ISSN 2537-1061) (Print)

(ISSN 2537-107X) (Online)

الوصف التصميمي لقطعة الأثاث:

تمثل اللوحة الأساسية لقطعة الأثاث فتاه من طراز الأرت نوفو ذات تفاصيل رقيقه تبدو جالسة على كرسي، بينما تكون جلسة الكرسي عبارة عن قرص منحوت شبه دائري من الزجاج ، بينما تكون قاعدة الكرسي عبارة عن مكعب متحرك والتي يمكن عن طريق ازاحتها للخلف تحويل الكرسي إلى طاوله وصندوق تخزين للكتب أو المجلات مدمجة مع فاصل من النحت الزجاجي .

التصميم الصناعي لقطعة الأثاث:

- يتم تجهيز الإسكتشات المبدئية لقطعة الأثاث وعمل الرسومات التنفيذية من خلال برامج خاصة بالرسم الهندسي.
- يتم تجهيز لوح من الزجاج المعالج حراريا ضد الكسر ويتم تقطيعه وتفريغه من خلال ماكينات ووترجت خاصة بالزجاج.
- يتم حفر تفاصيل الفتاه على اللوح المسطح السابق تجهيزه بتقنية الحفر الميكانيكي.
- يتم عمل التجهيزات الخاصة لجلسة الكرسي والقاعدة وتجهيز وحدة التخزين من خلال بعض المعالجات البسيطة الخاصة بالزجاج
- يتم في المرحلة الأخيرة تجميع الوحدات المجهزة مسبقا من خلال عمليات اللصق بتقنيات خاصة واستخدام إكسسوارات داخلية خاصة بالزجاج.(٢ – ص ٥،٦)

مراحل التنفيذ على ماكينات ال CNC:

١. **التصميم الرقمي** :استخدام برنامج Rhino و AutoCADلرسم الشكل النهائي للسطح والزخارف.
٢. **تحويل النموذج إلى أوامر CNC**: باستخدام برنامج CAM لتوليد المسارات الدقيقة للقطع.
٣. **القطع** :تنفيذ القطع على لوح زجاجي بسمك ١٢ ملم باستخدام ماكينة.Waterjet
٤. **تشطيب الحواف** :باستخدام ماكينة CNC مزودة برؤوس تلميع دوارة.
٥. **تجميع القطعة** :تركيب السطح على القاعدة وتثبيت العناصر باستخدام مواد لاصقة شفافة مقاومة للحرارة، ويوضح الشكل رقم (٣) شكل القطعة بعد التنفيذ.

شكل رقم (٣) توضح القطعة بعد التنفيذ

نتائج التجربة المبدئية:

- تم تنفيذ القطعة بنجاح دون كسر أو تلف، مما يؤكد فعالية التقنية.
- احتفظ السطح الزجاجي بدرجة شفافية ونقاء عالٍ بفضل دقة القطع والتشطيب.
- الزخارف الهندسية أعطت القطعة طابعًا فنيًا معاصرًا يصعب تنفيذه يدويًا.

(ISSN 2537-1061) (Print)

(ISSN 2537-107X) (Online)

التقييم الفعلي لقطعة الأثاث الناتجة:

- **من حيث الدقة** :ساهمت التقنية الحديثة في الوصول إلى دقة عالية جدًا في التقطيع والتفاصيل.
- **من حيث الجهد والوقت** :اختصرت العملية الرقمية زمن التنفيذ بنسبة ٤٠% مقارنة بالطرق التقليدية.
- **من حيث الإبداع** :توسيع الآفاق للمصمم لتجربة أشكال جديدة ثلاثية الأبعاد بسهولة.

من خلال ما سبق يمكن عمل مقارنة بين قطع الأثاث المصنعة بإستخدام تقنية cnc وبين الأثاث المصنع يدويا وذلك لتوضيح أهمية استخدام التقنيات الحديثة في تطوير الأثاث الزجاجي كما هو موضح في جدول رقم (٢)

جدول رقم (٢)

المعيار	الأثاث الزجاجي المصنوع باستخدامCNC	الأثاث الزجاجي اليدوي
الدقة	عالية جدًا؛ تُنفذ بتقنيات قياس دقيقة تقلل من الأخطاء.	محدودة وتعتمد على مهارة الحرفي؛ احتمالية وجود تفاوت في الأبعاد.
التكرار والتماثل	يمكن تكرار نفس التصميم بدقة متماثلة عدة مرات دون اختلاف.	يصعب تكرار القطع بنفس الدقة في كل مرة.
الزخرفة والتفاصيل الدقيقة	يمكن تنفيذ زخارف معقدة جدًا بدقة شديدة باستخدام الليزر أو الحفر الميكانيكي.	التفاصيل اليدوية قد تكون فنية ولكنها محدودة في الدقة والتعقيد.
الوقت اللازم للإنتاج	أقل بكثير؛ العمليات تتم بصورة أتوماتيكية وسريعة.	طويل نسبيًا بسبب العمليات اليدوية المتتابعة.
الجودة النهائية	جودة نهائية موحدة، ناعمة ومتقنة، خاصة في الحواف والتشطيب.	قد تكون فنية ذات طابع فريد لكنها عرضة للاختلافات أو العيوب الصغيرة.
إمكانية تخصيص التصميم	عالية ومرنة جدًا؛ يمكن تعديل التصميم رقميًا بسرعة قبل التنفيذ.	ممكنة ولكنها تحتاج جهدًا ووقتًا كبيرًا من الحرفي.
المتانة والسلامة	غالبًا أكثر أمانًا لأن الماكينات تضمن سماكات دقيقة وزوايا مدروسة.	تعتمد على خبرة الحرفي واستخدام المواد المعالجة.
التكلفة الإنتاجية	أقل على المدى الطويل بفضل تقليل الهدر وسرعة الإنتاج.	قد تكون أعلى بسبب العمل اليدوي وتكرار الأخطاء.
الجانب الإبداعي الفني	يتيح إمكانيات إبداعية أكبر من خلال التجريب الرقمي والمحاكاة ثلاثية الأبعاد.	مرتفع جدًا؛ يعتمد على لمسة الحرفي وخبرته الشخصية.
الاعتماد على المهارة البشرية	يعتمد على مهارات التصميم الرقمي وتشغيل الماكينات.	يعتمد بشكل كبير على الخبرة والحرفية.

مما سبق يتضح أن الأثاث اليدوي يتميز بالطابع الإبداعي الفريد والروح الفنية، لكنه محدود في الدقة والتكرار.بينما **توفر تقنية cnc** دقة فائقة وسرعة وجودة إنتاج عالية، مع مرونة كبيرة في التصميم، مما يجعله الأختيار الأفضل للإنتاج الكمي ، مع الحفاظ على الجانب الإبداعي من خلال تصميم رقمي متقدم بناء على ماسبق تم تنفيذ أكثر من قطعة أثاث زجاجي من خلال ورش طلابية بنفس التقنيات السابقة وكانت كل النتائج مرضية على المستوى الفني والعملي والوظيفي ويوضح الشكل رقم (٣)،(٤) عرض لبعض الصور التوضيحية من هذه النماذج.

(ISSN 2537-1061) (Print)

(ISSN 2537-107X) (Online)

الشكل رقم (٣) توضح نماذج مختارة من التصميمات المنفذة

شكل رقم(٤) يوضح بعض النماذج المنفذة

النتائج والتوصيات:

نتائج البحث:

توصل البحث إلى مجموعة من النتائج الهامة التي تؤكد على فاعلية توظيف تكنولوجيا التحكم الرقمي CNC في تصميم الأثاث الزجاجي الحديث، والتي يمكن تلخيصها في النقاط التالية:

١. **فاعلية CNC في معالجة الزجاج:**

أثبتت التجربة العملية أن تكنولوجيا CNC قادرة على تنفيذ تصميمات زجاجية معقدة بدقة عالية وبتكرار متماثل، وهو ما يُعد ميزة أساسية في خطوط الإنتاج الحديثة.

٢. **تحسين جودة المنتج النهائي:**

أدت استخدامات CNC في القطع والتشطيب إلى تحسين المظهر النهائي للأثاث الزجاجي من حيث النعومة، التناسق، والدقة في التفاصيل.

٣. **دعم الإبداع التصميمي:**

من خلال البرامج المرتبطة بأنظمة CNC مثل (CAD/CAM)، تمكّن المصمم من تصور الأشكال ثلاثية الأبعاد والتعديل عليها بحرية قبل التصنيع، مما أتاح مساحات أوسع للإبداع.

٤. **تقليل نسبة الهدر والتكلفة التشغيلية:**

بفضل الدقة العالية والقدرة على محاكاة النموذج قبل التنفيذ، ساهمت التقنية في تقليل نسبة الفاقد في المواد، وبالتالي تقليل الكلفة الإنتاجية.

٥. **قابلية التوظيف في الأسواق:**

يوفر الأثاث الزجاجي الناتج عن تكنولوجيا CNC مواصفات عالية الجودة تتماشى مع المعايير العالمية، مما يعزز من فرصه التنافسية في الأسواق المحلية والدولية.

٦. **الحاجة لتأهيل المصممين:**

أبرز البحث حاجة ملحة لتدريب وتأهيل مصممي الأثاث الزجاجي على استخدام برمجيات التصميم والتصنيع

(ISSN 2537-1061) (Print)

(ISSN 2537-107X) (Online)

الرقمي، لضمان الاستفادة القصوى من إمكانيات التكنولوجيا.

توصيات البحث:

بناءً على ما توصل إليه البحث من نتائج، يوصى بالتالي:

١. **إدماج تكنولوجيا CNC في مجال تصميم الزجاج:**

ضرورة اعتماد هذه التكنولوجيا في مؤسسات التصميم والإنتاج الزجاجي، مع توفير البنية التحتية المناسبة لذلك من معدات وبرمجيات.

٢. **تطوير المناهج التعليمية في الكليات الفنية:**

يُوصى بإدخال محتوى متخصص حول تصميم الزجاج باستخدام تقنيات CNC ضمن مناهج التعليم الفني والتطبيقي، لتأهيل الطلاب لسوق العمل المعاصر.

٣. **إنشاء ورش تجريبية ومختبرات تصميم رقمية:**

التأكيد على إنشاء وحدات تصميم رقمي في كليات الفنون والتطبيقات الصناعية لتشجيع الطلاب والباحثين على التجريب والتطوير المستمر.

٤. **تشجيع البحث التطبيقي في تصميم الأثاث الزجاجي:**

تشجيع إجراء المزيد من الدراسات التطبيقية التي تتناول توظيف التكنولوجيا الحديثة في تصميم وتنفيذ منتجات زجاجية مبتكرة.

٥. **ربط المصممين بالقطاع الصناعي:**

تعزيز التواصل بين مصممي الزجاج والشركات الصناعية عبر مبادرات مشتركة، لتسريع تطبيق الابتكارات في الأسواق.

٦. **نشر الوعي بأهمية التصميم الرقمي في تطوير الصناعات المحلية:**

من خلال المعارض، والندوات، والمنصات الرقمية، يجب نشر ثقافة التصميم الرقمي ورفع وعي الصناع بأهميته في تحسين الإنتاجية والجودة.

المراجع:

١. تكنولوجيا وحساب فني التحكم الرقمي بالحاسب الآلي فرايز– الإدارة العامة للبرامج والمواصفات – مصلحة الكفاية الإنتاجية والتدريب المهني – وزارة التجارة والصناعة.

٢. حسام الدين فاروق النحاس – م.د/ أحمد كمال ، بحث منشور بعنوان (مهارات الفكر الإبداعي لتطوير وحدات الأثاث بإستخدام الزجاج) – مجلة العمارة والفنون – العدد الثامن.

٣. حسام الدين فاروق النحاس ، م/ شيماء سلامة (استحداث صياغات ومعالجات لونية جديدة بإستخدام نظم الطباعة الرقمية لزجاج العمارة)- مجلة الفنون والعلوم التطبيقية - المؤتمر الدولي الأول كلية الفنون التطبيقية دمياط – جامعة المنصورة – نوفمبر ٢٠١٠م.

٤. عفت توكل محمد علي (الأثاث الرقمي وتكنولوجيا الطباعة الثلاثية والرباعية الأبعاد) مجلة الفنون والعلوم التطبيقية – المجلد ١١ – العدد ٤ – أكتوبر ٢٠٢٤- ص ١٥٩.

٥. منى سيد رمضان (الزجاج الذكي واستخداماته في البيئة المصرية) – رسالة ماجيستير – كلية الفنون التطبيقية – ٢٠٠٨م

٦. محمد حسن إمام (تقنيات النمذجة الرقمية وتأثيرها على عمليات تصميم الأثاث) بحث منشور - International Design Journal, Volume 13, Issue 1, (January 2023)

7. اسس التحكم الرقمي – https://www.scribd.com/

8. https://armadaglass.co.uk/what-is-cnc-glass-processing/

Abstract:

The revolution achieved the technology witnessed by the world by providing computers in all areas great help to humans where the standards were legalized for many areas governing performance, and with the beginning of the use of digital control technology CNC there was a development in manufacturing which was dependent on workers in a work that consumed a lot of time, money and human mistakes, so the technology contributed to reducing the time needed for the product while reducing costs and the possibility of producing complex products.

With development, these systems are part of an industrial system that uses industrial integration methods (CIM) where the manufacturing mechanism is carried out from product design to storage with high accuracy and we find that digital control systems and similar systems are now used in all processes that can be represented by successive steps and processes, such as laser cutting and unloading, and it is unfair not to use this technology in the design and development of glass furniture where the glass designer faces many problems of the right and can be overcome by exploiting Digital control technology making The glass product is able to compete stronger in the global and local furniture markets, hence **the** problem of research: Can CNC digital control technology be used to develop glass furniture? How can a glass designer raise the levels of creativity in glass furniture design through modern technology?,The goal of this research is: to develop glass furniture by taking advantage of digital control technology to overcome the different design constraints facing the glass furniture designer .The importance of research lies in finding easy solutions that help glass designers overcome the obstacles of implementation in modern glass furniture designs in order to overcome production difficulties in local and international markets.

Key words: modern technology - digital control - glass furniture

(ISSN 2537-1061) (Print)

(ISSN 2537-107X) (Online)