التصنيع بمساعدة الروبوت وأثره على مستقبل صناعة الأثاث في مصر

Robot-aided manufacturing and its impact on the future of the furniture industry in Egypt

د/ أمينه عبد الجواد عبد الباقي امام

مدرس بقسم التصميم الداخلي والاثاث – كلية الفنون التطبيقية – جامعة بنها - amina.emam@fapa.bu.edu.eg

ملخص البحث Abstract:

أصبحت الصناعات المعتمدة علي الروبوتات في الوقت الحاضر أحد معايير قياس تقدم الدول بما فيها صناعة الاثاث، وقد اشارت التقارير أن صناعة الروبوتات على مستوي العالم عام 2020 تقدر بحوالي مائة مليار دولار، وبعد مرور 45 عام تقريبا سوف يتفوق الروبوت علي البشر في أداء الكثير من المهام خاصة مجال الصناعات التي تتطلب من الانسان تعامل مباشر مع الات القطع والنشر وغيرها، مثل صناعة الأثاث، وذلك لتقليل اخطار الحوادث التي يتعرض لها العمال، مما يوجهنا الي موضوع البحث وهو دراسة إمكانية ادخال تقنيات التصنيع بمساعدة الروبوت في مصر، وتتلخص مشكلة البحث في غياب ثقافة التصنيع بمساعدة الروبوت في صناعة الاثاث في مصر لاسيما في ظل التطور التكنولوجي الذي نعيشه حاليا، مما يدفعنا الي اختبار فرضية البحث وهي إمكانية تطبيق بعض نظم التحكم بمساعدة الروبوت في صناعة الأثاث في مصر، ومن أهداف البحث تسليط الضوء على المميزات التي يمكن الاستفادة منها باستخدام تقنيات التصنيع بمساعدة الروبوت على المدي الطويل سواء في أداء المهام الخطرة أو الدقيقة في مجال صناعة الأثاث في مصر، وأيضا قياس مدي استعداد مصنعين الأثاث في مصر لإدخال تلك التقنيات في مصانعهم، وتتضمن عينة البحث سبع وعشرون مصنعا من مصانع الأثاث في مصر، وهم إما شركات تصنيع كبيرة أو متوسطة الحجم، والذين كانوا أقرب إلى امكانية اعتماد تقنيات التصنيع بمساعدة الروبوت، ويتبع البحث المنهج الوصفي التحليلي في الجانب النظري لاستخلاص مميزات التصنيع بمساعدة الروبوت، وطرق اعتماد تقنياته في المراحل المختلفة في صناعة الأثاث، ثم المنهج التحليلي والاحصائي في الجانب الميداني، والذي يشمل الدراسة الإحصائية للوقوف علي رأي المصنعين في إمكانية اعتماد تقنيات التصنيع بمساعدة الروبوت في صناعة الأثاث في مصر ، وجاءت النتائج باستعداد مصنعين الأثاث المصريين وموافقتهم علي اعتمادها، اذا ما تبنت الدولة ادخال تلك النظم في الصناعة المصرية في المستقبل، وبتحليل العوامل التي يمكن أن تؤدي لتطبيق تقنيات التصنيع بمساعدة الروبوت طبقا للاستبيان، كانت الحاجة إلى تقليل العمالة والاكتفاء بالعمالة الماهرة فقط، وتقليل الخسائر الناتجة عن مشاكل الجودة، وانخفاض تكلفة وحدة الأثاث، هي أكثر دوافع مصنعين الاثاث نحو الاتجاه للتصنيع بمساعدة الروبوت، كما كشفت النتائج أن مصنعي الأثاث السكني والاثاث الهيكلي المعتمد على الألواح كانوا أكثر استجابة تجاه اعتماد تلك التقنيات وخاصة عند التشطيب والطلاء، وجاءت التوصيات للباحثين بإجراء المزيد من الدراسات حول كيفية الاستفادة من تقنيات التصنيع بمساعدة الروبوت في صناعة الأثاث في مصر، وللهيئات الصناعية الحكومية توصي الباحثة بالتحول نحو تقنيات التصنيع بمساعدة الروبوت وذلك لما له من فوائد تم مناقشتها في البحث.

كلمات دالة Keywords:

التصنيع بمساعدة الروبوت
Robot-Aided Manufacturing
صناعة الأثاث
Furniture Industry
الروبوت
Robots
الذكاء الاصطناعي
Artificial Intelligence(AI)

Paper received 10th November 2022, Accepted 15th January 2023, Published 1st of March 2023

المقدمة Introduction

الروبوتات الذكية تعد من أحد اهم مخرجات الثورة الرقمية التي نعيشها في الوقت الحاضر بعدما شارك العديد منها في المجالات الصناعية ومنها صناعة الأثاث، فهي تعد الان تكنولوجيا الحاضر والمستقبل وسوف يكون لها تأثير كبير في مجال صناعة الاثاث في المستقبل، فقد أصبحت تجسيد لحلم البشر في بناء الات أو كيانات ذكية قادرة على القيام بتطوير بعض وظائفها الذاتية والمعرفية مثل القدرة على اتخاذ القرار والتعلم من الأخطاء واتخاذ القرارات بصوره شبه مستقله. (عمرو طه – 2020)

كما أصبحت صناعة الروبوتات في الوقت الحاضر أحد معايير قياس تقدم الدول، خاصة الدول الصناعية الكبرى مثل الولايات المتحدة الأمريكية واليابان، حيث اشارت التقارير أن صناعة الروبوتات على مستوي العالم عام 2020 تقدر بحوالي مائة مليار دولار وأنه بعد مرور 45 عام تقريبا سوف يتفوق الروبوت علي البشر في أداء الكثير من المهام في مجال الصناعات التي تتطلب من الانسان تعامل مباشر مع الات القطع والنشر وغيرها، مثل صناعة الأثاث وذلك لتقليل اخطار الحوادث التي يتعرض لها العمال. (عمرو طه – 2020)

مشكلة البحث Statement of the Problem

- غياب ثقافة التصنيع بمساعدة الروبوت في صناعة الأثاث في مصر، لاسيما في ظل التطور التكنولوجي الذي نعيشه في الوقت الحالي، مما يدفعنا الي اختبار إمكانية اعتماد بعض تقنيات التصنيع بمساعدة الروبوت في صناعة الأثاث في مصر.

تساؤلات البحث:

تحاول الدراسة الإجابة عن التساؤلات التالية:

- ما هي أهم مميزات التصنيع بمساعدة الروبوت وهل يمكن أن تؤثر على قرار المصنعين في التوجه نحو الروبوت؟
- ما هي أهم مراحل صناعة الأثاث في مصر التي يمكن أن يؤثر ادخال تقنيات التصنيع بمساعدة الروبوت عليها؟
- هل مصر جاهزة لتطبيق تقنيات التصنيع بمساعدة الروبوت في مصانع الأثاث في مصر؟

أهداف البحث Objectives

- تسليط الضوء على المميزات التي يمكن الاستفادة منها عند تطبيق تقنيات التصنيع بمساعدة الروبوت على المدي الطويل في أداء المهام الخطرة والدقيقة في مجال صناعة الأثاث في مصر.
- قياس مدي امكانيه استعداد مصنعين الاثاث المصريين بما يكفي للتعامل بمساعدة الروبوت.

فروض البحث Hypothesis

- توجد العديد من المميزات للتصنيع بمساعدة الروبوت، والتي يمكن أن تؤثر على قرار المصانع في التوجه نحو التصنيع

Citation: **Amina Emam (2023), Robot-aided manufacturing and its impact on the future of the furniture industry in Egypt, International Design Journal, Vol. 13 No. 2, (March 2023) pp 389-406**

الروبوتي.
- يوجد العديد من مراحل صناعة الأثاث في مصر التي يمكن ادخال تقنيات التصنيع بمساعدة الروبوت فيها.
- المصانع المصرية ليست جاهزة لتطبيق التصنيع بمساعدة الروبوت.

حدود البحث Delimitations

- **حدود زمانيه ومكانية**: شركات صناعة الأثاث في مصر خلال الفترة من 2020 الي 2022.
- **حدود موضوعيه:** استخدام الروبوتات في صناعة الأثاث.

أهمية البحثSignificance

- سد الفجوة الموجودة في صناعة الأثاث، والمتعلقة بثقافة التصنيع بمساعدة الروبوت في مصر؟

عينة البحث:

- تتضمن عينة البحث 27 مصنعا مستجيبا من مصنعين الأثاث في مصر، وهم كانوا إما شركات تصنيع كبيرة أو متوسطة الحجم، والذين كانوا أقرب إلى امكانية اعتماد تقنيات التصنيع بمساعدة الروبوت.

مصطلحات البحث Terminology

الاطار النظري Theoretical Framework

يتكون إطار البحث من ثلاث محاور أساسيه للإجابة عن تساؤلات البحث هي:

المحور الأول: مفهوم التصنيع بمساعدة الروبوت ومميزاته

المحور الثاني: استخدام التصنيع بمساعدة الروبوت في صناعة الاثاث

المحور الثالث: الدراسة التطبيقية والإحصائية لإمكانية تطبيق نظم التصنيع بمساعدة الروبوت على صناعة الأثاث في مصر والخروج بالنتائج والتوصيات.

المحور الاول : مفهوم التصنيع بمساعدة الروبوت ومميزاته

للإجابة عن السؤال الأول من تساؤلات البحث وهو **"ما هي أهم مميزات التصنيع بمساعدة الروبوت والتي يمكن أن تؤثر على قرار المصنعين في التوجه نحو التصنيع بمساعدة الروبوت؟"** قامت الباحثة بدراسة مختصره عن التصنيع بمساعدة الروبوت لاستنباط أهم مميزاته.

مقدمه: الروبوت هو أحد أنظمة الذكاء الصناعي التي تهتم باستبدال العمالة البشرية بالأنظمة الذكية، مما يعني استخدام الأجهزة الإلكترونية الفيزيائية التي يتم التحكم فيها بواسطة خوارزميات الكمبيوتر والعديد من أجهزة الاستشعار وهذا الاتجاه هو أحد تعبيرات الثورة الصناعية الرابعة في صناعة الأثاث. (Wojciech et al, 2022)

1-1 تعريف الروبوت وتاريخه

كما في المخطط (1) يعرف المعهد الأمريكي للروبوت بأنه مناول يدوي قابل لإعادة البرمجة، ومتعدد الوظائف، ومصمم لتحريك المواد والأجزاء والأدوات أو الأجهزة الخاصة، من خلال مختلف الحركات المبرمجة، بهدف أداء مهام متنوعة (Tom Logsdon1984)

المخطط (1) يوضح تعريفات الروبوت

ويعرفه الاتحاد الياباني للروبوتات الصناعية إن الروبوت هو آلة ذكية، بمكن برمجتها؛ لتؤدي بعض المهام التي يقوم بها الإنسان بدنياً، مع قدرتها على اتخاذ قرار ذاتي دون تدخل بشري .

يرجع الفضل في أول استخدام لمصطلح علم الروبوتات "Robotics"إلى كاتب الخيال العلمي الأمريكي الروسي الأصل إسحاق أسيموف "Isaac Asimov" في مجموعته القصصية "أنا روبوت عام 1950". (صفات امين 2006)

هذه القصة كان لها الفضل في صياغة القوانين الثلاثة الأساسية للروبوتات الصناعية الموجودة بمخطط (2) والتي تتحكم في أدائها للأعمال ومساعدة الإنسان، وهذه القوانين هي: (خليل أبو قوره2014) (Frederick schodt 1988)

مخطط (2) يوضح القوانين الثلاثة الأساسية للروبوتات الصناعية

ومنذ هذا التاريخ بدأت الروبوتات في الازدياد حتى تم اختراع الحاسوب الرقمي في القرن العشرون، وأشار عندها الباحثون إلى الحاسوب على أنه "دماغ إلكتروني" وبدأوا يفكرون في صناعة روبوتات بأدمغة حاسوبية. (حسن محمد2021)

وفي دراسة استقصائية تمت في عام٢٠١٧م خلصت إلى أنه بحلول العام 2150 م ستحل الروبوتات محل الإنسان في الصناعات، كما وضحت الدراسة بأن هناك احتمالية تصل لحدود٥٠% بأن تتفوق الروبوتات على البشر بحلول العام٢٠٦٢م (حسن محمد2021)

2-1 مكونات الروبوت الذي يستخدم في صناعة الاثاث:

برغم التنوع الكبير في أشكال الروبوتات طبقا للمهمة التي يقوم بها في صناعة الأثاث سواء تجميع أو تشطيب أو غيره كما سيتم شرحه في المحور التالي، الا أنه يمكن تحديد مكونات الروبوت الأساسية التي تتواجد في معظم الروبوتات التي تستخدم في صناعة الاثاث بما يأتي:

1- **الجذع:** وهو القائم الأساسي للروبوت، وتتصل به أطراف الروبوت بواسطة محاور حركية، كما يثبت عليه عادة وحدات التحكم الرئيسية والآليات الانتقالية، ووسائل التغذية الكهربائية.
2- **الأطراف:** وهي بمنزلة الأذرع البشرية، إلا أنها متعددة المفاصل بحسب التنوع الحركي المطلوب. ويتوقف نطاق عمل الروبوت على طول الأذرع، ونوعية المفاصل وعددها.
3- **القوابض:** وهي تقابل يد الإنسان، وتستخدم في القبض على الأدوات التي يستخدمها الروبوت في إنجاز المهمات الموكلة إليه.
4- **أجهزة الاستشعار:** وهي بمنزلة الحواس للإنسان، وتتمثل في الأجهزة الذكية التي يتعرف بها الروبوت إلى العالم المحيط؛ ويمكن بواسطتها أن يتعرف إلى العوائق والعقبات التي تقف في سبيل حركته، وكذلك التعرف إلى حدود الأجسام التي يتعامل معها، والإحساس بدرجات الحرارة

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

والرطوبة، كما يمكن بواسطتها تلقي الأوامر الصوتية والحوار والتفاعل والتواصل مع مستخدميه.

5- **العقل الروبوتي، أو جهاز الكمبيوتر:** وفيه تخزن البيانات وبرامج التشغيل، وتغذية الإشارات الواردة من أجهزة الاستشعار والأوامر الخارجية التي تصل إليه عبر وحدات التشغيل الطرفية، ويقوم العقل الروبوتي بمعالجة البيانات والإشارات السابقة وإصدار الأوامر إلى وحدة التحكم.

6- **وحدة التشغيل الطرفية:** ويتم بواسطتها نقل الأوامر والبرامج، من الشخص القائم على تشغيل الروبوت إلى العقل الروبوتي أو جهاز الكمبيوتر، وقد تكون منفصلة تماما عن الروبوت، وتصل أوامرها إليه بالاتصال عن بعد.

7- **- وحدة التحكم:** وهي بمنزلة الجهاز العصبي للإنسان حيث تتلقى الإشارات من العقل الروبوتي، وترسلها إلى وحدات القيادة لتشغيل الأطراف والقوابض الروبوتية.

8- **وحدات القيادة:** وتتمثل في المحركات بأنواعها المختلفة التي تقود حركة المفاصل الروبوتية، ويتم تشغيلها بواسطة إشارات كهربائية صادرة من وحدة التحكم ويمكن تلخيص أهم مكونات الروبوت في المخطط رقم (3) التالي:

المخطط (3) يوضح أهم مكونات الروبوت الصناعي(الباحثة)

-3 مزايا وعيوب تطبيق نظم التصنيع بمساعدة الروبوت في مجال الصناعة :

مخطط رقم (4) يوضح مزايا تطبيق نظم التصنيع بمساعدة الروبوت

الدقة والثبات والامان:

الروبوت اقل عرضه للأخطاء وإنجاز الوظائف بدقة وتماثل، كما يقوم بالمهام المتكررة بنفس الطريقة كل مره، ويعمل على تقليل العبء الواقع على تكنولوجيا المعلومات، كما يمكن للروبوتات اداء المزيد من المهام الخطرة التي تواجه العامل البشري في الصناعات المختلفة والخطيرة حيث يمكن للروبوتات القيام بعض المهام مثل:

- المهام التي تتطلب جهدا بدنيا من العامل البشري.
- المهام التي يتم اجراؤها في البيئات الخطرة.
- العمليات التي قد تؤدي الي اصابات الاجهاد المتكررة.

كما يمكن ان يؤدي استخدام تكنولوجيا الرؤية الاليه التي تعمل علي تحسين إدراك الروبوتات الي تعزيز سلامه العامل البشري.

زيادة معدل الإنتاج

يؤدي التشغيل الالي الي زيادة الإنتاجية حيث تتولي الروبوتات المتقدمة المهام اليدوية مثل تجميع الأجزاء، وتعمل قدرة الروبوتات المتقدمة على التكيف الذاتي مع معاملات العملية الإنتاجية المتغيرة، بالإضافة الي ذلك تعتبر الروبوتات المتقدمة أسهل كثيرا في الاعداد واعادة التكوين إذا توفر برنامج محاكاة مناسب وتكون أسرع في تعلم كيفية اداء المهام كما بمخطط (5). (زهران واخرون 2022)

الاعتمادية والتوافقية

الروبوت متتبع للقوانين ويوفر تجربة متكررة ويعمل على مدار ايام الأسبوع بكفاءة كما بمخطط (5). (زهران واخرون 2022)

الجودة وخفض التكاليف

يمكن أن تتفوق الروبوتات المتقدمة على العاملين البشريين في بعض المهام مثل التجميع وتقديم قدر أكبر من الموثوقية والدقة وبالتالي تحسين جودة الأداء، كما يقلل من حجم القوة العاملة اليدوية وبالتالي يقلل التكاليف الكلية كما بمخطط (5). (زهران واخرون 2022)

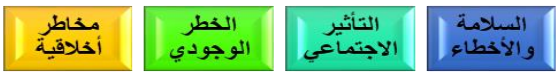
سرعة التغير والحركة:

يمكن للمنتجين استخدام الروبوتات المتقدمة في تكوين أنظمة الإنتاج المتقدمة التي تلبي الطلب المتزايد على المزيد من تنويعات المنتجات والمنتجات المتخصصة فتتأثر عمليات التصنيع بالروبوتات وذلك نتيجة للرقمنه واستخدام تكنولوجيا الحوسبة المتقدمة مثل انترنت الأشياء في المزيد من مجالات تصميم المنتجات والتصنيع وسلاسل التوريد والتوزيع حيث اصبحت عمليات التصنيع أكثر تعقيدا وانتشارا كما بمخطط (5). (زهران واخرون 2022)

ويمكن تلخيص أهم مزايا تطبيق نظم التصنيع الروبوتي في المخطط رقم (5) التالي:

مخطط (5) يوضح مزايا تطبيق نظم التصنيع الروبوتي (زهران واخرون 2022)

ثانيا العيوب



مخطط (6) يوضح عيوب تطبيق نظم التصنيع الروبوتي

السلامة والأخطاء

كما هو موضح بمخطط (6) و (7) تعتبر سلامة الروبوتات من القرصنة من أهم مشاكل استخدام الروبوت في مجال صناعة الأثاث، حيث أن حدوث قرصنة للروبوت يؤدي الي تعطل العملية الإنتاجية، أو انتاج قطع أثاث غير مطابقة للمواصفات علي أقل تقدير، كما أن الجهة المصنعة للروبوتات قد تفقد قدرتها على التنبؤ بسلوكه، وعدم سيطرتها على استخدامه في المستقبل. (عمرو طه2020)

- التأثير الاجتماعي

في حال التوسع في الاعتماد على الروبوتات في الصناعة فكيف سيتعامل المجتمع مع هذه الثورة، خاصة فيما يتعلق بفقدان الوظائف؛ فاذا أفسحت مصانع الاثاث مجال العمل أمام

الروبوتات، واستغنت بالفعل عن العمال الذين اعتادوا العمل نفسه بأسلوب يدوي، مما يوجهنا لضرورة تطوير الايدي العاملة حتى تتواكب مع التطور الهائل في مجال صناعة الأثاث بمساعدة الروبوت. (عمرو طه2020)

- **الخطر الوجودي**

إن التقدم الكبير في علم الروبوتات واستخدامه في الصناعة علي وجه الخصوص قد يؤدي إلى كارثة عالمية غير قابلة للاسترداد، والحجة الداعمة لهذه الفرضية هي أن البشر مهيمنون على باقي المخلوقات لامتيازهم بدماغ ذو قدرات مميزة تفتقر إليها أدمغة المخلوقات الأخرى وعليه إذا تفوق الذكاء الاصطناعي على الأدمغة البشرية وأصبحت فائقة الذكاء، فإنها سيصعب التحكم بها، ويتوقف مصير البشرية على تصرفات هذه الأجهزة. (عمرو طه2020)

- **مخاطر أخلاقية**

من أهمها عدم ارتباط الروبوت بأي معايير اخلاقيه، وأيضا عملية التحيز الجنسي أو العنصري لمبرمجي الروبوتات، من خلال اختيار البيانات عن طريق الخلفية الثقافية لمطوري النظام أنفسهم (عمرو طه2020)

ويوضح مخطط (7) ملخص عيوب تطبيق نظم التصنيع الروبوتي

مخطط (7) يوضح عيوب تطبيق نظم التصنيع الروبوتي

1 -4 أهمية استخدام نظم التصنيع الروبوتي في مجال صناعة الاثاث:

قطاع تصنيع الأثاث علي مستوي العالم يواجه نقصًا في العمالة الماهرة وبحثًا معقدًا عنهم. حيث يفقد عمال الأثاث الأفضل والأكثر خبرة انتباههم وسرعتهم على مر السنين، ولا يرغب العمال الشباب خصوصا ذوي المؤهلات العليا في اختيار مهنة النجارة. ومن ثم يواجه المصنعون مشكلة إنتاج منتجات أكثر وأفضل دون زيادة عدد الموظفين مما يدفعنا الي التفكير في استخدام التصنيع الروبوتي بجانب العمالة اليدوية الماهرة. (عمرو طه2020) كما يوضح جدول رقم (1) أهمية استخدام نظم التصنيع الروبوتي في مجال صناعة الأثاث

. فيما يلي أهمية استخدام نظم التصنيع الروبوتي في مجال صناعة الاثاث:

للإجابة عن السؤال الثاني من تساؤلات البحث وهو **" ما هي أهم مراحل صناعة الأثاث في مصر التي يمكن أن يؤثر ادخال تقنيات التصنيع بمساعدة الروبوت عليها؟ "** وجدت الباحثة أن الروبوت يمكن ادخاله في صناعة الأثاث في واحد أو أكثر من المراحل التالية:

أولا: تصميم الاثاث بمساعدة الروبوت (الذكاء الاصطناعي)

يتم تعريف مصطلح الذكاء الاصطناعي الذي يُشار له بالاختصار (AI) علي أنه قدرة الآلات والحواسيب الرقميّة على القيام بمهام مُعينة تُحاكي التي تقوم بها الكائنات الذكيّة والعقل البشرى؛ مثل القدرة على التفكير والاستفادة من التجارب السابقة وغيرها من العمليات الأخرى التي تتطلب عمليات عقلية، ويهدف الذكاء الاصطناعي إلى الوصول إلى أنظمة تتمتع بالذكاء وتتصرف على النحو الذي يتصرف به البشر من حيث التعلُّم والفهم، بحيث تُقدم تلك الأنظمة للمستخدمين خدمات متعددة من التعليم والتفاعل وغير ذلك. (يمنى حمدي 2022)

يمكن الاستفادة من تطبيقات الذكاء الاصطناعي في التصميم حيث تساعد تلك التقنية المصممين على إنشاء متغيرات عديدة واستخراج الاف النماذج والتصميمات ذات الاشكال الفريدة عن طريق المدخلات التي يحددها المصمم حيث يصبح شريكًا وأداة تصميم يمكن للمصممين استخدامها لتلبية متطلبات العمل المتطورة باستمرار.

ويندرج مجال التصميم تحت نوع الذكاء الاصطناعي العام وهو النوع الذي يَعمل بقدرة تُشابه قدرة الإنسان من حيث التفكير، فهو يُركز على جعل الآلة تفكر وتخطط من تلقاء نفسها وبشكل مُشابه للتفكير البشري، إلا أنه لا يوجد أيّ أمثلة عمليّة عديدة على هذا النوع، فكل ما يوجد حتى الآن مُجرد دراسات واقع. (يمنى حمدي 2022)

مثال علي استخدام الروبوت في التصميم:

من أهم التطبيقات التي تستخدم الذكاء الصناعي في العملية التصميمة تطبيق "Midjourney" وهو مختبر أبحاث مستقل ينتج برنامج ذكاء اصطناعي خاص تحت نفس الاسم يقوم بإنشاء صور من أوصاف نصية، على غرار برنامج OpenAI's DALL-E وDiffusion Stable، وفيه يقوم المستخدمون بإنشاء عمل فني باستخدام Midjourney باستخدام أوامر Discord bot.

تم تأسيس Midjourney بواسطة David Holz، المؤسس المشارك لشركة Leap Motion. دخلت الإصدار التجريبي المفتوح لأول مرة في 12 يوليو 2022، وتعمل الشركة على تحسين الخوارزميات الخاصة بها، وتصدر إصدارات جديدة كل بضعة أشهر. تم إطلاق الإصدار 2 من الخوارزمية في أبريل 2022 والإصدار 3 في يوليو. في 10 نوفمبر 2022، تم إصدار التكرار الأولي للإصدار 4 حيث يستخدم المصمم الأمر / imagine ثم يكتب نصا؛ ثم يقوم الروبوت بإرجاع صورة تمثل هذا النص.

المؤسس ديفيد هولز يقول إنه يرى المصممين على أنهم عملاء وليسوا منافسين للروبوت Midjourney. كما أن المصممين يستخدمون Midjourney للنماذج الأولية السريعة للمفاهيم الفنية لعرضها على العملاء قبل بدء العمل بأنفسهم كما بصوره (1). ونظرا لأن مجموعة تدريب Midjourney قد تتضمن أعمال فنانين محمية بحقوق الطبع والنشر، فقد اتهم بعض الفنانين Midjourney بتقليل قيمة العمل الإبداعي الأصلي، وقد فازت صورة Midjourney تسمى Théâtre d'Opéra Spatial بالمركز الأول في مسابقة الفن الرقمي في معرض ولاية كولورادو 2022.

ثانيا: تحضير الاخشاب الخام

ان أكبر مشكلة تواجه مصنعي الاثاث عند تطبيق نظم التحكم الروبوتي في قطاع المنتجات الخشبية عند التحضير هي جودة المواد الخام التي يتم استخدامها في عملية التصنيع. فيجب على موردي المواد الخام وضع مواصفات للمواد الخام أفضل من نظيرتها في التصنيع اليدوي او الالي، كما يجب أن تأتي المواد الخام التي تم تسليمها بترتيب معين حتى يتمكن الروبوت من معالجتها والتعامل معها، وغالبًا ما تكون المواد الخام التي يتم تسليمها إلى خلايا الروبوت غير منظمة. مما يعقد التصنيع الآلي بطريقة غير ضرورية. (Jegatheswaran ET al2021,)

وغالبا ما يفتقر المصنعون إلى الفهم الجيد لضرورة سلامة الروبوت، كما يريدون حل العديد من المهام باستخدام روبوت واحد فقط في نفس الوقت. بالإضافة الي ذلك، فإن خطوات الإنتاج التي تعتمد على الطريقة اليدوية، ليست مناسبة للتصنيع باستخدام الروبوتات الصناعية ويجب تطوير طريقة جديدة للتصنيع. (Jegatheswaran ET al2021)

ثالثا: تقطيع الاخشاب

يعد التقطيع مهمة أساسية للعديد من مصنعي الأثاث، سواء كانت تقوم بقص الأشكال المسطحة لتجميعها لاحقًا أو تقوم بنحت

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

التفاصيل ثلاثية الأبعاد في كتل من الأخشاب. (Landscheidt 2017)

يوفر التقطيع الروبوتي درجة كبيرة من المرونة مقارنة بأشكال أخرى من التقطيع. فهي أكبر من ماكينات CNC، وبالتالي فهي غير مقيدة بحجم مسطح العمل الذي يمكن العمل عليه كما في الروبوت كاواساكي الموجود الموضح بصورة رقم (2). (Landscheidt 2017)

مثال على روبوتات القطع

صورة (2) توضح نموذج للروبوت كاواساكي الذي يقوم بتقطيع الاخشاب من انتاج شركة EDGE Automation والعامل الذي يقوم بتشغيله

مقارنه بين روبوت التقطيع وماكينات ال CNC

1. الدقة

ربما تكون دقة المعالجة هي السبب الاول الذي يستخدم الأشخاص من أجله آلة CNC. فإذا كان الروبوت غير دقيق، فلا يمكن انتاج أثاث عالي الجودة، ومن ثم فان ماكينات ال CNC تتفوق على الروبوت من حيث الدقة، الا انه تم تحسين دقة الروبوت في السنوات القليلة الماضية، ويمكن معايرة الروبوتات الصناعية عن طريق قابليتها لتكرار عمليات القطع، على سبيل المثال، يمكن معايرة روبوت KUKA KR210 بتكرار 100 ميكرون بدقة تصل إلى 200 ميكرون.

2. مساحة العمل

غالبًا ما تحتوي الروبوتات الصناعية على مساحة عمل كبيرة. فالروبوت الصناعي متوسط الحجم له مساحة عمل من 7 إلى 8 أمتار مكعبة. علاوة على ذلك، يمكن بسهولة إضافة محور خارجي إلى الروبوت وتوسيع مساحة عمله إلى أبعد من ذلك. ومن ثم فهو أفضل من ماكينات ال CNC.

3. سهولة الحركة

ربما تكون أكبر فائدة للروبوتات هي تعدد استخداماتها، ويمكن بسهولة نقلهم من مهمة إلى أخرى، حيث تعتبر آلات CNC جيدة في مهمة واحدة محددة، سواء كانت الطحن، أو الخراطة، أو الحفر، وما إلى ذلك، الا أن الروبوت يمكنه القيام بكل هذه المهام وأكثر.

فالروبوتات قادرة أيضًا على التحرك على طول مسارات أكثر تعقيدًا من معظم آلات CNC. وتميل آلات CNC إلى أن يكون لها 3 أو 4 درجات من الحرية (DoF)، وهذا كافٍ للعديد من مهام التصنيع، ولكنه قد يكون مقيدًا، وتحتوي جميع الروبوتات الصناعية تقريبًا على 6 DoF مما يعني أنه يمكن إلى حد كبير تنفيذ أي تصميم نريده، ومن ثم فان روبوت القطع يتفوق على ماكيناتCNC في سهولة التحرك.

4. الصلابة

تؤثر صلابة الأداة الآلية على دقتها بشدة، فتتحرك الأداة ذات الصلابة المنخفضة عندما تواجه مادة صلبة، مما يؤدي إلى قطع غير دقيق، وعادة ما يكون للروبوتات صلابة أقل بكثير من الأدوات الآلية التقليدية. تكون صلابة الروبوت عمومًا أقل من 1 نيوتن لكل مايكرومتر، بينما غالبًا ما تحتوي آلات CNC على أكثر من 50 نيوتن لكل مايكرومتر.

يمكن لآلات الروبوت أن تتعامل بسهولة مع المواد اللينة مثل الرغوة والخشب والبلاستيك وما إلى ذلك. ومع ذلك، قد تتسبب المواد الأكثر صلابة مثل الفولاذ أو التيتانيوم في حدوث رد فعل عنيف في محركات الروبوت، مما يقلل من الدقة، ومن ثم فان ماكينات ال CNC تتفوق على الروبوت من حيث الصلابة.

5. القدرة على تحمل التكاليف:

يمكن أن تكون كل من الأدوات الآلية والروبوتات باهظة الثمن، ومع ذلك، تتمتع الروبوتات بميزتين متميزتين عن آلات CNC التقليدية هما مساحة العمل الكبيرة وتعدد الاستخدامات، فإن إمكانية تصنيع تصميمات (عمليًا) من أي حجم وشكل وتعقيد يعني أن الروبوتات يمكن أن تقدم قيمة أكبر لصناعة الاثاث بتكلفة أقل. وقدر باحثون من جامعة مؤنس في بلجيكا أن الروبوت أرخص بنسبة 30٪ من آلة تعمل بنفس مساحة العمل. ومن ثم فان روبوت القطع يتفوق على ماكيناتCNC في التكلفة التجارية. (https://robodk.com/blog/robot-machining-vs-cnc/)

رابعا: الصنفرة وتحضير الاسطح والحفر والغراء

تعتبر الصنفرة وغيرها من أشكال تحضير السطح من المهام الشاقة خلال نوبات العمل الطويلة، فقد يتأثر اتساق الصنفرة اليدوية، مما يؤدي إلى انخفاض الجودة.. (Steffen Landscheidt et al, 2017)

وتتمثل الفائدة الكبيرة لاستخدام الروبوتات في الصنفرة في نعومة وتناسق تشطيب السطح الذي توفره. فعندما ينتهي العامل من برمجة مسار الروبوت بشكل صحيح، فإنه سيحرك الوسائط الكاشطة فوق سطح المادة، بنفس الطريقة والضغط، في كل مرة. (Steffen Landscheidt et al, 2017)

مثال علي روبوتات الصنفرة:

يعتبر الروبوت RoboSand الموضح بصورة (3) أحد أنواع الروبوتات المثالية للصنفرة المسطحة وكذلك المنتجات الحجمية، حيث يوجد عدد من مسارات الصنفرة المحددة مسبقًا والتي يمكن للمشغل الاختيار من بينها. كما يكون له الحرية في تحديد مسار جديد أكثر ملاءمة لقطعة الأثاث، ويقوم RoboSand بتنفيذ المهام مع الحفاظ على ثبات ضغط الصنفرة، كما انها تقوم بنفس عدد الدورات بالضبط في كل مرة ولا تتوقف حتى تكتمل المهمة، ويقلل RoboSand بشكل كبير من الوقت المطلوب لصنفرة أي منتج. مما يحمي العمال من تنفس الغبار، وتحسين ظروف عملهم، تمامًا مثل جودة المنتج النهائي، وهو مكسب لهم، علاوة على ذلك، لدى RoboSand خيار لتغيير الأدوات والانتقال من روبوت صنفرة إلى آلة للتوجيه والحفر والطحن، ويمكن إضافة وظائف اختيارية وبرمجتها بناءً على المتطلبات الدقيقة لأي مصنع. (https://industrialrobotics.lt/robotic_sanding_milling_grinding/)

صورة (3) توضح الروبوت RoboSand

مثال علي روبوتات الحفر

يحتوي الروبوت RoboCut الموضح بصورة (4)على حفار يمكنه حفر أرقام الطلبات أو أي رموز مطلوبة على الجانب الداخلي لأي لوح اثاث، وقد تكون الرموز لأغراض مرجعية داخلية، ولا ينبغي الخلط بينها وبين أي علامات خارجية أو ملصقات، ويمكن أن يعمل الروبوت على مدار الساعة طوال أيام الأسبوع، لذلك ستكون هناك دائمًا الواح جاهزة عند بدء المرحلة التالية، كما يأتي RoboCut ببرنامج سهل الاستخدام مملوكًا يسمح للمشغل باختيار حجم اللوح المطلوب والاختيار من المجموعة المقترحة من قوالب FEFCO أو تحميل ملف DXF والحصول على قالب دقيق مفصل.

(/ https://ronchinimassimo.com/en/milling-robots/robocut)

صورة (4) توضح RoboCut robot

خامسا: التشطيب والطلاء

غالبًا ما تواجه أساليب التشطيب اليدوي مشاكل بسبب التناقض في كمية الطلاء المستخدمة. فإذا تباطأ الشخص ولو للحظة أثناء قيامه بحركة الطلاء، فسيستخدم طلاءً أكثر من اللازم مما يؤدي الي اهدار الخامة ويقلل من جودة التشطيب، ومن ثم تعتبر روبوتات الطلاء خيارًا مثاليًا لتحسين كفاءة مهمة طلاء الأثاث، وقد تم تصميم نماذج روبوت مختلفة خصيصًا لعمليات الطلاء.

حيث أن طلاء الأثاث باستخدام الروبوتات الصناعية مثير للاهتمام وله الكثير من الإمكانات، وغالبًا ما يتم تحقيق أفضل جودة ممكنة عند تنفيذ الطلاء باستخدام روبوتات صناعية مؤتمتة بالكامل.

فالخشب كمادة أكثر تعقيدًا من المواد الأخرى، وخاصة الاخشاب الصلبة يمكن أن يكون من الصعب جدا التعامل معها بسبب حساسيتها للرطوبة. بالإضافة إلى ذلك، يعتبر الفرز الصحيح وموضع المواد الخام التي يتم تسليمها أمرًا بالغ الأهمية في عملية الطلاء(Steffen Landscheidt et al, 2017)

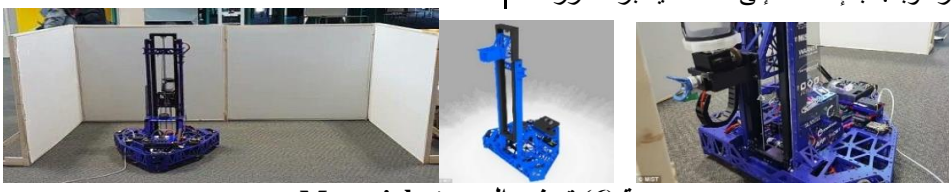
أمثلة على روبوت الطلاء والرش

1- من أهم الروبوتات المستخدمة في عملية رش الاخشاب هو الروبوت RoboSpray الموضح بصورة (5) وهو روبوت صناعي يمكنه الطلاء أو رش الغراء. ويتم تدريبه من خلال برمجته على ما يجب القيام به ببساطة. وقد تم تطوير تقنية Easy to Teach للتدريب على الروبوت البسيط نسبيًا والخالي من البرمجة (بدون رمز). وفيها يتم تسجيل الحركات البشرية أثناء تنفيذ العملية، والتي يتم تصويرها بعد ذلك في رسم بياني على برنامج الروبوت الذي يسمح بتعديل كل نقطة على حدة أو جزء من الرسم البياني كما هو مطلوب، وبمجرد الانتهاء من أي تعديل، يتم تحويل الرسم البياني إلى لغة روبوتية، فأثناء تتبع تحركات الإنسان، يتم تسجيل سجل للإحداثيات في المكان وزاوية الأداة والطابع الزمني. وهذا يسمح بتكرار أو تعديل الحركات البشرية كما هو مطلوب حتى يقوم الروبوت بأداء المهام على أكمل وجه.

(/https://industrialrobotics.lt/robospray-2)

صورة (5) توضح الروبوت RoboSpray

2- ابتكر فريق MISTالمكون من طلاب الهندسة بجامعة واترلو الكندية، روبوتا ذكيا جديد أطلقوا عليه اسم Maverick، الموضح بصورة (6) والذي يمكنه طلاء الأخشاب المستخدمة في جدران المنازل بدقة مذهلة، فهو مزود بأجهزة استشعار تجعله إنسان آلي مستقل بالكامل، وأشار الفريق أن عملية الطلاء اليدوى التقليدية بطيئة جدا ومكلفة وغير فعالة وخطرة، لذا فالروبوت Maverick سيمكنه التخفيف من بعض هذه المشاكل. (Dongpu Jin et al,2021)



صورة (6) توضح الروبوت Maverick

سادسا: التجميع

إن ادخال الروبوتات في عملية التجميع يعتبر التنفيذ الحقيقي المطلوب في الثورة الصناعية الرابعة في صناعة الأثاث. فالهدف من الروبوتات هو الحصول على القيم المثلي في عملية الإنتاج (الأداء، الإنتاجية، الجودة) وتحسين رفاهية الإنسان في العمل.

وقد أجريت مجموعة من الدراسات للمقارنة بين معايير الجودة لإنتاج الأثاث في حالة التجميع اليدوي والتجميع الروبوتي، تحتوي على أكثر من 30 ألفًا منتجا. تضمن التحليل نتائج القياسات طويلة المدى لمستوى جودة التجميع التي تنتج بصورة يدوية، وبين استخدام الروبوتات في نفس العملية، والنتائج توضح أن التجميع الآلي يؤدي إلى نسبة مئوية أقل بكثير من المنتجات المعيبة مما في حالة التكنولوجيا غير الروبوتية، كما أن أنواع العيوب في المنتجات مختلفة أيضًا، ومن الأسهل منع هذه العيوب وإزالتها باستخدام التصنيع الروبوتي. Pei-Chi Huang et al, 2018))

أمثله على روبوتات التجميع:

قام فريق من قسم الهندسة الميكانيكية في جامعة كولومبيا الأمريكية بتصميم روبوت يعمل باستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي، مما يُمكنه تجميع الأخشاب في قطع الأثاث بالمرونة والمهارة البشرية نفسها. وسعى الباحثون في البداية إلى تطوير برنامج يهدف إلى حماية العمال الراغبين في إنجاز أعمال تجميع الأثاث من الإصابة، ولكنه تطور إلى روبوت يستطيع تجميع جميع قطع الأثاث والتي تتراوح من صنع مقعد صغير إلى بناء مشروعات خشبية ضخمة. Pei-Chi Huang et al, 2018)

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

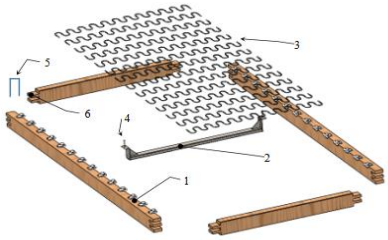
ويتكون الروبوت من أطراف تتحرك على نحو مرن، ومزود بأطراف ناعمة لإحكام القبض على الأدوات، ولتجربته، تم استخدامه في تنفيذ تصميم لمنضدة وحده، وقد نجح في تصنيعها تماماً دون الحاجة إلى أي مساعدة بشرية.(Pei-Chi Huang et al, 2018)

من مميزات الروبوت، أنه قادر على استخدام المعدات الثقيلة في تنفيذ التصميمات بسرعة وسهولة، إضافة إلى دقته العالية وقدرته على المناورة، ولفتوا إلى أن دور المستخدم يقتصر على اختيار التصميم فقط ومتابعة الروبوت أثناء تحويل التصميم إلى قطعة أثاث. ((Pei-Chi Huang et al, 2018

مثال علي استخدام التصنيع الروبوتي في عمليات التجميع

يتم التجميع الالي لمجموعة من إطارات التنجيد باستخدام الروبوت عن طريق الخطوات التالية: (Wojciech Turbański et al,2021)

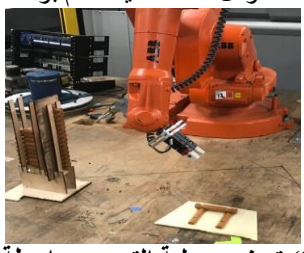
(1) تجهيز أربعة قضبان من خشب الصنوبر مع حوامل زنبركيه مثبتة بالدبابيس كما بصوره (7)
(2) دعامة فولاذية
(3) اسلاك مموجة من الصلب
(4) مسامير لتثبيت الدعامة
(5) دبابيس لمفاصل الزاوية (4 قطع لكل مفصل)
(6) غراء PVAc لمفاصل الزاوية.



صورة (7) توضح مكونات الإطار الذي سيتم تجميعه بواسطة الروبوت

خطوات عملية التجميع بواسطة الروبوت: (Wojciech Turbański et al,2021)،

(أ) وضع القضبان كما بصوره (8)
(ب) صنع مفاصل الزاوية (تغطي بالغراء، الضغط، التدبيس)
(ج) تجميع الدعامة بمسامير
(د) ربط الزنبركات وكل هذه العمليات تتم بواسطة الروبوتات



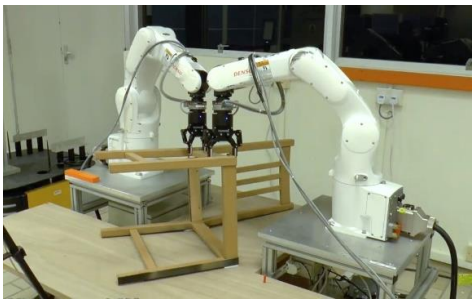
صورة (8) توضح عملية التجميع بواسطة الروبوت

ثانيا: تجميع كرسي

يعتبر Science Robotics نظام متوفر من بضعة أذرع وأجهزة استشعار أساسية يمكنها تجميع إطار طقم كرسي بشكل مستقل (ish) ومن الصفر، ويأتي هذا البحث من مجموعة (Control Robotics Intelligence) (CRI) في NTU في سنغافورة، وقد عملوا على تجميع كرسي Ikea بالكامل لفترة من الوقت، وقد كان عليهم تعليم الروبوت إدخال المسامير الخشبية التي تستخدمها إيكيا لربط الأجزاء ببعضها البعض، مما أدى إلى تجميع هيكل كرسي Ikea بالكامل.

الروبوت IkeaBoth الموضح بصورة (4) على وجه الخصوص ملحوظ لأنه مستقل تمامًا ولا يتطلب النظام إدخالًا بشريًا من أي نوع، ولا حتى تعليمات، وبدلاً من ذلك، فإنه يستخدم نظامًا منطقيًا لتحديد أفضل طريقة لملاءمة جميع الأجزاء معًا، باستخدام جميع الثقوب المتاحة للمثبتات وجميع الأجزاء المتاحة، ويتبع أسلوب التجميع المُحسَّن الخاص به لينتهي بقطعة أثاث تنتهي بكونها ما قصدته شركة Ikea أن يكون تقريبًا بشكل افتراضي.(Youngwoon Lee et al, 2019)

الأمر المختلف في هذا الروبوت أنه يعتمد على أجهزة COTS "أجهزة تجارية جاهزة للاستخدام" بسيطة جدًا بشكل متعمد تصلح للاستخدام المنزلي، وهناك نوعان من أذرع Denso الصناعية، والقابض المتوازي Robotiq، مستشعرات القوة، وكاميرا واحدة للعمق. ولم يستخدم نظام تتبع للحركة، وعلى الرغم من أنه استغرق 20 دقيقة (11 دقيقة منها تخطيط للحركة)، فقد تم تحويل أجزاء الكرسي المتناثرة بشكل عشوائي بنجاح إلى إطار كرسي في لقطة واحدة. (Youngwoon Lee et al, 2019)

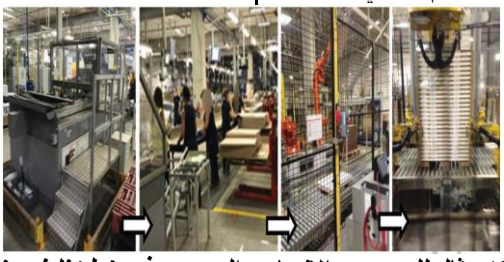


صورة (9) توضح الروبوت IkeaBoth

سابعا: التعبئة والتغليف

تلعب الروبوتات الصناعية دور رئيسي في عمليات التعبئة والتغليف من حيث أداء المهام المتكررة، وتحقيق الكفاءة وخفض التكاليف وزيادة الإنتاجية، كما يمكن أن تقود التصنيع اليوم لتكون الصناعة قادرة على المنافسة، لتحل محل الماكينات التقليدية. (Ana Colima et al, 2019)

فهي تؤدي بشكل مستمر المهام المبرمجة عليها بمستويات السرعة والتكرار والدقة التي يستحيل تحقيقها من قبل العاملين البشريين، ومع ذلك، فإن العامل هو الأكثر مرونة في عمليات التغليف حيث يتم التوزيع الفعال لمهام العمل بين البشر والروبوتات وتصميم خط الإنتاج بصوره فعاله بحيث يتم الدمج بينهما في نفس خط الإنتاج كما بالصورة (10). (Ana Colima et al, 2019)



الصورة (10) مثال للدمج بين الانسان والروبوت في خط تغليف منتجات الأثاث

يعد تغليف المنتجات في صناديق للنقل أمرًا مهما في عملية التصنيع عبر مختلف الشركات المصنعة، فإذا كان المصنع يستخدم الورق المقوى المموج لصنع صناديق التغليف، فأنه يحتاج إلى أكثر من 50 حجمًا أو نوعًا مختلفًا من الصناديق لتعبئة منتجات الاثاث، وما يزيد عن 8000 متر مربع من الورق المقوى شهريًا.

مميزات استخدام الروبوت في التعبئة والتغليف:

1- تغليف آمن ومسؤول

ينتج روبوت قطع الصناديق الكرتونية حلول تغليف صديقة للموارد لمستقبل صناعة معالجة الأخشاب، حيث ينتج الروبوت صناديق من الورق المقوى حسب المقاس تلقائيًا بالكامل وفي الوقت المناسب، في عملية ديناميكية، يتم فيها استخدام المواد الخام بشكل مسؤول، وبالتالي توفير مواد التعبئة والتغليف بكميات كبيرة.

2- تغليف حسب الطلب في الوقت المناسب

المنتجات عالية الجودة تحتاج إلى حماية واستقرار، وقد تم تصميم التعبئة والتغليف خصيصًا لتقديم خصائص مثالية للنقل والتخزين والمبيعات، مما يجعل من روبوت التغليف خيارا مثاليا لعملية التعبئة والتغليف -https://www.homag.com/en/products/packaging (technology).

ثامنا: الكشف عن عيوب التصنيع (فحص المنتج)

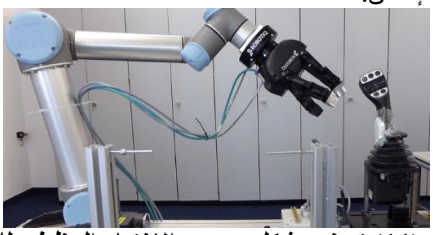
غالبًا ما يكون الفحص هو المرحلة النهائية في عملية التصنيع. تأتي هذه الخطوة قبل تغليف وشحن منتجات الأثاث. يمكن أن تساعد عمليات الفحص الجيدة في تقليل إعادة العمل والفاقد. ونتيجة لذلك، فإنها تزيد من جودة المنتج وصورة العلامة التجارية، كما يمكن دمج الروبوتات مع أنظمة الرؤية والماسحات فوق الصوتية وأجهزة الاستشعار الأخرى. وبالتالي، فإنه يجعل خطوة فحص الأثاث أكثر بساطة.

يعد اختبار منتجات الاثاث خطوة حيوية لضمان جودة المنتج ولكنه يستغرق أيضًا وقتًا طويلاً. وباعتبارها مهمة غير ذات قيمة مضافة، فإن هذا قد يجعل من الصعب تحسينها، حيث يمثل إجراء اختبار فعال تحديًا للعديد من مصنعي الأثاث، ولا يزال اختبار المنتجات الروبوتية غير شائع في صناعة الأثاث، ولكن، يمكن أن تكون مهمة مفيدة جدًا للشركات التي تتطلع إلى زيادة الإنتاجية الإجمالية لمنشآتها.

فيما يلي خمس أنواع من عمليات اختبار الاثاث التي يمكن للروبوتات القيام بها:

1. الاختبار الوظيفي للأزرار وشاشات اللمس الموجودة في الأثاث الذكي

على عكس أشكال الاختبار الأخرى، يمكن للروبوتات أن تحاكي عن قرب الأفعال البشرية كما بصوره (11)، مما يجعلها مثالية للاختبار الوظيفي لعناصر واجهة المستخدم الفعلية مثل الأزرار أو شاشات اللمس، وعلى سبيل المثال، يمكن إضافة قلم بشاشة تعمل باللمس إلى الروبوت وسيعمل على تشغيل الشاشة كما يفعل الإنسان.



صوره (11) توضح شكل روبوت الاختبار الوظيفي للأزرار وشاشات اللمس الموجودة في الأثاث الذكي

2. اختبار الضغط الاثاث

منتجات الاثاث المصممة لتكون متينة وشديدة التحمل تحتاج إلى الخضوع لاختبار الضغط، ويمكن للروبوتات تقليد أنواع الضغط التي ستختبرها قطعة الاثاث في الحياة الواقعية مما يجعلها مثالية لهذا النوع من الاختبارات، وتوضح صوره (12) مثال علي روبوت اختبار ضغط الأثاث المتواجد في مركز اختبارات الأثاث بمدينة العاشر من رمضان. /(https://robodk.com/blog/electronic-product-testing)

صوره (12) مثال علي روبوت اختبار ضغط الأثاث المتواجد في مركز اختبارات الأثاث بمدينة العاشر من رمضان.

4. الفحص البصري بالكاميرات أو أجهزة الاستشعار

ربما تتضمن عملية الاختبار تحليل الصور المرئية لقطع الاثاث أو اختبارها باستخدام أجهزة استشعار أخرى. جمع هذه البيانات عمل شاق لمهندسي التفتيش، وسيكون من الأفضل قضاء وقتهم في تحليل البيانات التي تم جمعها، من ثم تعد الروبوتات خيارًا رائعًا لجمع بيانات المستشعر هذه وتساعد على تقليل عنق الزجاجة في الفحص.

أسباب الاتجاه الي ادخال الروبوتات في عملية الفحص

1- تتطلب اختبارات جودة الاثاث اتساقًا متكررًا والبشر غير متسقين، فهم متفوقون في المهام التي تنطوي على القدرات المعرفية، ليس المهام التي تتطلب أداء نفس الحركة الجسدية تمامًا في كل مرة، ومن ناحية أخرى، فإن الروبوتات متسقة للغاية.

2- يسمح بتحسين عملية الاختبار بفضل قابلية التكرار العالية للروبوتات، فيمكن الاستمرار في تحسين عمليات اختبار الاثاث بمرور الوقت.

3- تحسين الإبلاغ عن الأخطاء كما أن تناسق البيانات التي تم جمعها يجعل من السهل جدًا الإبلاغ عن الأخطاء. مع جمع البيانات البشرية، لا يوجد يقين بشأن ما إذا كانت الأخطاء قد تم تسجيلها بدقة. أما باستخدام الروبوت، يمكن التأكد من تسجيل نقاط البيانات باستمرار. (https://robodk.com/blog/electronic-product-testing)

وبعد الانتهاء من مناقشة مراحل تصنيع الأثاث بمساعدة الروبوت يمكن تلخيصها في المخطط رقم (8) :

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

مخطط (8) يوضح مراحل تصنيع الأثاث بمساعدة الروبوت

المحور الثالث : الدراسة الإحصائية علي صناعة الأثاث في مصر والخروج بالنتائج والتوصيات.

بعد الانتهاء من الإطار النظري للبحث، تم تصميم الدراسة الاحصائية والاستبيانات بناء عليها، فهي تقيم مدي إمكانية تطبيق التصنيع بمساعدة الروبوت في صناعة الأثاث في مصر، من خلال تقييم الفوائد التي تشجع أصحاب المصانع على تنفيذها، والعمليات الصناعية التي يمكن استخدام التصنيع بمساعدة الروبوت بها، ثم قيمت مدى استعداد مصنعي الأثاث في مصر الي تطبيقها.

منهجية الدراسة:

استخدمت الدراسة الاحصائية المنهج الوصفي التحليلي لقياس متوسطات العوامل التي تؤثر على قرار المصنع المستجيب لتطبيق التقنيات الآلية في المصانع المحددة، وأهم تقنيات التصنيع الروبوتي التي يمكن استخدامها في صناعة الأثاث، ولتحديد وتقييم مدى استعدادهم لاعتماد نظم التصنيع بمساعدة الروبوت داخل مؤسستهم.

مجتمع الدراسة وعينتها

أجريت الدراسة من خلال استبيان تم إرساله إلى 61 مصنع للأثاث في جمهورية مصر العربية، وبلغ معدل الاستجابة من المستجيبين المحتملين ٪ 44 أو 27 مصنعا مستجيب، وتم تحديد مصانع الأثاث التي تم اختيارها من قاعدة بيانات خاصة بمصنعي الاثاث في مصر، وأولئك الذين تم اختيارهم كانوا إما شركات تصنيع كبيرة أو متوسطة الحجم، والذين كانوا أقرب إلى امكانية اعتماد تقنيات التصنيع الروبوتي كما هو موضح في الجدول التالي:

جدول (2) تحليل الاستبيانات

عدد الاستبيانات التي تم توزيعها	عدد الاستبيانات التي تم استردادها	عدد الاستبيانات الصالحة للتحليل
61	27	27

مصادر جمع البيانات

لتحقيق أهداف البحث المذكورة، فان الدراسة قد اعتمدت على المصادر التالية لغرض جمع البيانات، وهي كالتالي:

- **الإطار النظري للبحث:**

وفيه تم تحديد أهم مميزات التوجه نحو التصنيع بمساعدة الروبوت والتي تم مناقشتها في المحور الأول من البحث، وأهم العمليات الصناعية في صناعة الاثاث التي يمكن استخدام التصنيع بمساعدة الروبوت فيها والتي تم مناقشتها في المحور الثاني من البحث.

- **الاستبيانات:**

تم تصميم الاستبيان لغرض قياس إمكانية استخدام التصنيع بمساعدة الروبوت في مصانع الأثاث المصرية.

مراحل تصميم أداة الدراسة:

بعد الانتهاء من تحديد مشكلة الدراسة وأسئلتها وأهدافها وفرضياتها وصياغة الإطار النظري للبحث، تم تصميم الاستبيانات وصياغة فقراتها بما يسلط الضوء على محاور الإطار النظري لقياس إمكانية اختبارها من خلال أربعة أجزاء كالتالي:

- **أولا: المتغيرات المستقلة :**

قام **الجزء الأول** من الاستبيان بتجميع البيانات حول خلفية المصنع المستجيب والبيانات الديموغرافية له، مثل موقع المستجيب في المصنع، وحجم المصنع، وعدد العمال العاملين، ونوع المنتجات، والسوق المستهدف، وسنوات التشغيل.

- **ثالثا: المتغير التابع**

الجزء الثاني من الاستبيان بتقييم العوامل التي تؤثر على قرار المستجيب لتطبيق التقنيات الآلية في المصانع المحددة. تم تضمين ما مجموعه 20 دافعا لتطبيق تقنيات التصنيع الروبوتي في الدراسة ما بين محاور للعمال او الشركة أو الدولة أو منتج الأثاث نفسه، ثم تم تصنيف هذه الدوافع على أساس مقياس تصنيف ليكرت المكون من خمس نقاط، من 1 مناسبه جدا إلى 5 غير مناسبه للغاية.

وفي الجزء الثالث الذي قام بتحديد أهم تقنيات التصنيع الروبوتي التي يمكن استخدامها في صناعة الأثاث وتم تصنيفها علي أساس مقياس تصنيف ليكرت المكون من خمس نقاط، من 1 مناسبه جدا إلى 5 غير مناسبه للغاية وطلب من المستجيبين تحديد تقنيات التصنيع الروبوتي التي يمكن استخدامها في تصنيع في مصانعهم مستقبلا.

وفي الجزء الرابع تم تقييم مدى امكانية اعتماد نظم التصنيع الروبوتي داخل مؤسستهم.

اختيار مقياس الاستبيان:

تم اعتماد مقياس ليكرت Likert Scale خماسي التدريج لغرض اجراء الدراسة، لكونه من أكثر المقاييس استخداما لوصف وتحليل استجابات أفراد عينة الدراسة، لسهولة فهمة وتوازن درجاته، حيث يشير أفراد عينة الدراسة الخاضعة للاختبار عن مدى استجابتهم وموافقتهم حول كل فقرة من فقرات متغيرات الدراسة وفق المقياس المذكور، وعلى النحو التالي:

جدول (3) مقياس ليكرت المستخدم في الدراسة

مناسبة جدا	مناسبه الي حد ما	مناسبة	غير مناسبة	غير مناسبه للغاية
1	2	3	4	5

وقامت الباحثة باعتماد مقياس لتحليل درجة الموافقة على تحديد أثر تطبيق التصنيع بمساعدة الروبوت على صناعة الأثاث في مصر، وتم تقسيمه إلى خمس مستويات، حيث تم احتساب درجة القطع من خلال حاصل الفرق بين أعلى قيمة للمقياس 1 وأقل قيمة فيه 5 مقسوما على خمس مستويات، وبذلك تصبح المستويات الخمس لدرجة الاتفاق كالتالي:

جدول (4) مس تويات الاتفاق

الاستجابة	المتوسط المرجح	الاتجاه العام
مناسبة جدا	من 1 الي 1.8	الموافقة بشدة
مناسبه الي حد ما	من 1.8 الي 2.6	الموافقة
مناسبة	من 2.6 الي 3.4	محايد
غير مناسبة	من 3.4 الي4.2	عدم الموافقة
غير مناسبه تماما	من 4.2الي 5	عدم الموافقة بشدة

صدق الاستبيان:

تم اختبار الاستبيان مسبقا في البداية بين سبع مصنع أثاث في العام 2021 وذلك لغرض التحقق من الصدق الظاهري للاستبيانات Face Validity ، وبعد الحصول على الردود

من المستجيبين، تم تعديل الاستبيان وفقا لذلك، لضمان الوضوح وسهولة التنفيذ كما في ملحق رقم (1)، ثم تم توزيع الاستبيانات المنقحة على 61 مصنع وشركة للأثاث في مصر، وبعد أربع أسابيع، تم إرسال تذكير للمتابعة عبر الهاتف لجميع المستجيبين، وفي نهاية الأسبوع الثامن، أرسل ما مجموعه 27 مصنع أثاث استبياناتهم المكتملة.

ثبات الاستبيانات:

للتحقق من ثبات أداة الدراسة، تم استخدام معامل الثبات كرونباخ ألفا Cronbach's Alpha ، لحساب معاملات الثبات لمتغيرات الدراسة من أجل قياس الاتساق الداخلي لفقرات الاستبيان، حيث بلغت نسبة الثبات للأداة الكلية 0.88 %، والجدول رقم (5) يوضح ذلك:

جدول (5) درجة ثبات الاستبيان

عدد الفقرات	معامل الثبات الفا
29	0.88

تحليل الاستبيان:

تم تجميع البيانات من الاستبيانات وجدولتها باستخدام برنامج " Microsoft Excel 2020" لتسهيل التحليل. ثم إجراء تحليل البيانات باستخدام الحزمة الإحصائية للعلوم الاجتماعية، " SPSS" وتم تحليل مدى إمكانية استخدام التصنيع بمساعدة الروبوت في صناعة الأثاث في مصر، عن طريق قياس اهم المميزات التي أثرت على قرار المصنع المستجيب لتطبيق التصنيع بمساعدة الروبوت في المصنع، وأهم تقنيات التصنيع بمساعدة الروبوت التي يمكن استخدامها في صناعة الاثاث، ثم تقييم مدى استعدادهم لاعتماد نظم التصنيع الروبوتي داخل مؤسستهم.

المعالجات الإحصائية المستخدمة لأغراض تحليل البيانات:

بعد الانتهاء من عملية جمع بيانات المتغيرات المطلوبة للدراسة، تم إدخالها إلى برنامج الاكسيل للحصول على النتائج المتعلقة بالإجابة عن أسئلة الدراسة واختبار فرضياتها، كما تم تطبيق بعض الأساليب الإحصائية المتوفرة في الحزم الإحصائية للعلوم الاجتماعية بتطبيقSPSS ، بهدف معالجة البيانات إحصائيا حيث تم استخدام بعض الأساليب الإحصائية الوصفية كالتالي:

1- الجداول التكرارية (Replication Tables)
2- النسب المئوية .(Percentages)
3- المتوسط الحسابي .(Arithmetic Mean)
4- الانحراف المعياري .(Standard Deviation)
5- التباين

عرض نتائج الدراسة واختبار الفرضيات:

نتائج تحليل استبيان التصنيع بمساعدة الروبوت وأثره على مستقبل صناعة الأثاث في مصر (ملحق رقم 1)

نتائج الجزء الأول من الاستبيان: البيانات حول خلفية المصنع المستجيب

بعد الانتهاء من تحديد عينة الدراسة النهائية البالغة سبع وعشرون مصنعا للأثاث، تم توزيعهم حسب خلفية كل مصنع مستجيب وذلك لمعرفة التوزيع الديموغرافي للعينات وظهرت النتائج على النحو الموضح في جدول (6):

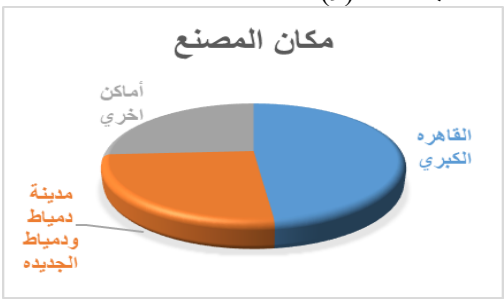
جدول رقم (6) البيانات حول خلفية المصنع المستجيب

البيان	المتغير	التكرار والنسبة المئوية		الترتيب
		ت	%	
مكان المصنع	القاهرة الكبرى	13	48	1
	مدينة دمياط ودمياط الجديدة	7	26	2
	أماكن اخري	7	26	2
حجم المصنع	كبير	15	55	1
	متوسط	10	37	2
	صغير	2	8	3
نوع الأثاث	اثاث هيكلي	1	4	3
	اثاث مسطحات	5	19	2
	كلاهما	21	77	1
تصميم الاثاث	الأثاث السكني	11	41	1
	الأثاث الإداري والتجاري	5	18	3
	جميع انواع الاثاث	11	41	2
مدة انشاء المصنع	من 1 الي 5 سنوات	3	11	3
	من 5الي 10 سنوات	7	26	2
	أكثر من 10 سنوات	17	63	1

باستقراء الجدول السابق رقم (6) يتضح ما يلي:

أولا: بالنسبة لمكان المصنع

بمراجعة مكان المصانع التي توافق على إمكانية ادخال التصنيع بمساعدة الروبوت في خطوط انتاجها فقد احتلت مصانع القاهرة الكبرى المركز الأول حيث نجد أن نسبة 48% من المصانع المستجيبة منها، بينما نسبة 26% منهم من مدينة دمياط ويأتي بالتساوي معها المستجيبين من باقي محافظات الجمهورية بنسبة 26% كما بالمخطط (9)

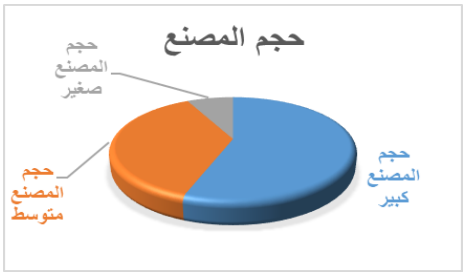


مخطط (9) يوضح نسب متغير مكان المصنع المستجيب

ثانيا: حجم المصنع المستجيب

من حيث حجم المصانع المستجيبة لإمكانية استخدام التصنيع بمساعدة الروبوت بينت النتائج المعروضة في جدول (6) ومخطط (10) أنه في المرتبة الاولي تأتي نسبة 55% من المصانع المستجيبة الكبيرة الحجم، مما يدل على استعدادهم التام، في حين أن في المرتبة الثانية تأتي نسبة 37% منهم متوسطة الحجم ويأتي أخيرا المصانع صغيرة الحجم بنسبة 8%

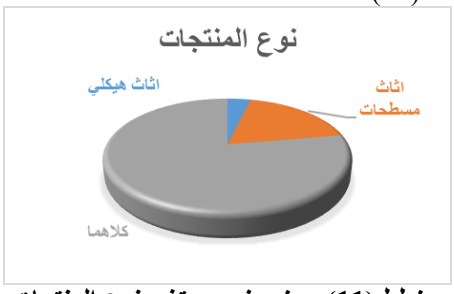
This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License



مخطط (10) يوضح نسب متغير حجم المستجيب

ثالثا: نوع الأثاث المنتج

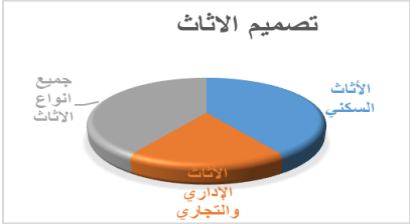
بالنسبة لمتغير نوع الأثاث الذي يتم تصنيعه نجد أن المصانع التي تصنع جميع أنواع الأثاث تأتي في المرتبة الأولي بنسبة 77% بينما في المرتبة الثانية تأتي المصانع التي تصنع أثاث المسطحات بنسبة 19% وأخيرا تأتي المصانع التي تصنع الأثاث الهيكلي بنسبة 4% كما هو موضح بجدول (6) والمخطط (11)



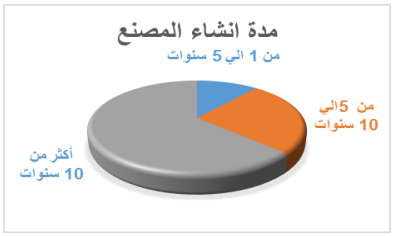
مخطط (11) يوضح نسب متغير نوع المنتجات

رابعا: نوع التصميمات التي ينفذها المصنع

بالنسبة للتصميمات التي ينفذها المصنع نجد أن تصميمات الأثاث السكني تأتي في المقدمة بنسبة 41% وتتساوي مع المصانع التي تنفذ جميع أنواع التصميمات بينما تأتي المصانع التي تصنع الأثاث الإداري والتجاري بنسبة 18% كما هو موضح بجدول (6) والمخطط (12).



مخطط (12) يوضح نسب الأثاث الذي يتم تنفيذه



مخطط (13) يوضح مدة انشاء المصنع

خامسا: المدة الزمنية التي مرت على انشاء المصنع

بمراجعة متغير المدة الزمنية التي مرت على انشاء المصنع فتحتل المرتبة الاولي المصانع التي مر على انشائها أكثر من 10 سنوات فهي تأتي في المقدمة بنسبة 63% بينما نسبة المصانع التي مر عليها من 5الي 10 سنوات 26% في المرتبة الثانية وأخيرا تأتي المصانع التي مر عليها أكثر من 10 سنوات بنسبة 11% كما هو موضح بجدول (6) والمخطط (13).

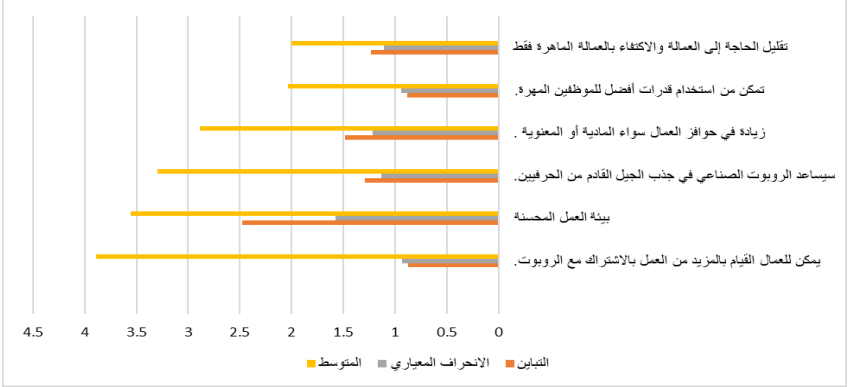
نتائج الجزء الثاني من الاستبيان: ما هي أهم فوائد التصنيع بمساعدة الروبوت التي تؤثر علي قرار المصنع في التوجه نحو التصنيع الروبوتي

للإجابة على السؤال الأول من المشكلة البحثية المتمثل في **" ما هي أهم مميزات التصنيع** بمساعدة **الروبوت التي تؤثر على قرار المصانع في التوجه نحو التصنيع الروبوتي؟** " واختبار الفرضية الاولي التي تتمثل في **" توجد العديد من المميزات للتصنيع بمساعدة الروبوت، والتي يمكن أن تؤثر على قرار المصانع في التوجه نحو التصنيع الروبوتي** "، فقد تم حساب المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والتباين وأيضا مستوي التقييم على مقياس ليكارت السابق ذكره في الجدول رقم (4) لقياس استجابة مصنعي الأثاث في جمهورية مصر العربية حول متغيرات المحور الاول من الدراسة النظرية والجزء الثاني من الاستبيان الخاص **بمميزات استخدام التصنيع بمساعدة الروبوت** وقد أتت النتائج على النحو التالي:**المحور الأول: بالنسبة للعمال**

جدول رقم (7) يوضح المتوسط والانحراف المعياري والتباين لتقييم المستجيبين من مصانع الأثاث لأهم فوائد التصنيع بمساعدة الروبوت التي تؤثر على قرار المصنع في التوجه نحو التصنيع الروبوتي (بالنسبة للعمال)

عبارات القياس	مناسبة جدا	مناسبه الي حد ما	مناسبة	غير مناسبة	غير مناسبه للغاية	المتوسط	الانحراف المعياري	التباين	الترتيب	الاتجاه العام
	العدد	العدد	العدد	العدد	العدد					
	%	%	%	%	%					
يمكن للعمال القيام بالمزيد من العمل بالاشتراك مع الروبوت.	0	2	7	10	8	3.89	.934	.872	6	عدم الموافقة
	0	7.4	25.9	37.0	29.6					
بيئة العمل المحسنة	4	5	2	4	12	3.5556	1.5770	2.48	5	عدم الموافقة
	14.8	18.5	7.4	14.8	44.4					
سيساعد الروبوت الصناعي في جذب الجيل القادم من الحرفيين.	2	2	15	2	6	3.2963	1.1373	1.29	4	محايد
	7.4	7.4	55.6	7.4	22.2					
زيادة في حوافز العمال سواء المادية أو المعنوية .	4	5	12	2	4	2.8889	1.2195	1.48	3	محايد
	14.8	18.5	44.4	7.4	14.8					
تمكن من استخدام قدرات أفضل للموظفين المهرة.	9	10	6	2	0	2.0370	.93978	.883	2	الموافقة
	33.3	37.0	22.2	7.4	0					
تقليل الحاجة إلى العمالة والاكتفاء بالعمالة الماهرة فقط	10	11	4	0	2	2.0000	1.1094	1.23	1	الموافقة
	37.0	40.7	14.8	0	7.4					
المتوسط العام	2.9									محايد

باستقراء المتوسط والانحراف المعياري والتباين لتقييم المستجيبين من مصانع الأثاث للمحور الاول من محاور تقييم أهم فوائد التصنيع بمساعدة الروبوت التي تؤثر على قرار المصنع في التوجه نحو التصنيع الروبوتي (بالنسبة للعمال) والموضح بالجدول السابق رقم (7) نجد أن الفقرة رقم (6) **" تقليل الحاجة إلى العمالة والاكتفاء بالعمالة الماهرة فقط "** جاءت في الترتيب الأول بين جميع الفقرات بأفضل متوسط 2.0000 وانحراف معياري 1.1094 وتباين 1.23،وجاءت الفقرة رقم (1) **" يمكن للعمال القيام بالمزيد من العمل بالاشتراك مع الروبوت."** بأسوأ متوسط 3.89 وانحراف معياري 934. وتباين872. كما يتضح في المخطط رقم (14) وأيضا جاء المتوسط العام المرجح للمحور الأول من الجزء الثاني للاستبيان 2.9 والذي يمثل في مقياس ليكرت محايد، مما يدل على أن تقديرات المصنعين على هذا السؤال كانت إيجابية، ووجود فروق ذات دلالات إحصائية بين الفوائد المقترحة وصحة الفرضية الاولي.



مخطط رقم (14) يوضح المتوسط والانحراف المعياري والتباين لتقييم المستجيبين من مصانع الأثاث لأهم فوائد التصنيع بمساعدة الروبوت التي تؤثر على قرار المصنع في التوجه نحو التصنيع الروبوتي (بالنسبة للعمال)

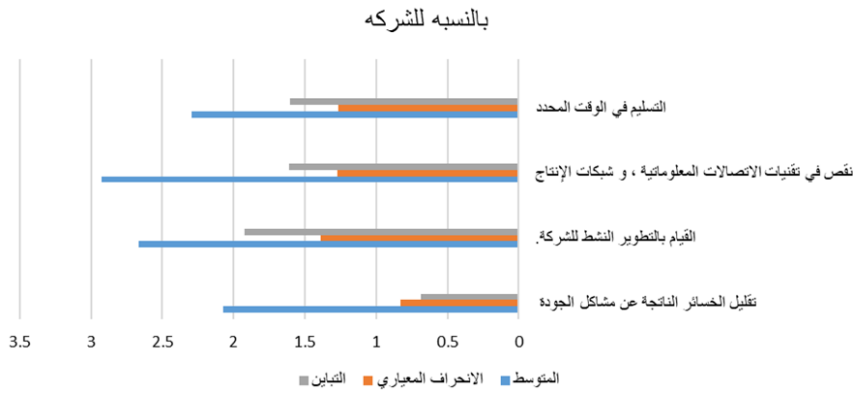
المحور الثاني: بالنسبة للشركة

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

جدول رقم (8) يوضح المتوسط والانحراف المعياري والتباين لتقييم المستجيبين من مصانع الأثاث للمحور الثاني من محاور تقييم أهم فوائد التصنيع بمساعدة الروبوت التي تؤثر على قرار المصنع في التوجه نحو التصنيع الروبوتي (بالنسبة للشركة)

عبارات القياس	مناسبة جدا	مناسبه الي حد ما	مناسبة	غير مناسبة	غير مناسبه للغاية	المتوسط	الانحراف المعياري	التباين	الترتيب	الاتجاه العام
	العدد	العدد	العدد	العدد	العدد					
	%	%	%	%	%					
تقليل الخسائر الناتجة عن مشاكل الجودة	6	15	4	2	0	2.0741	.82862	.687	1	الموافقة
	22.2	55.6	14.8	7.4						
القيام بالتطوير النشط للشركة.	8	5	4	8	2	2.6667	1.38675	1.923	3	محايد
	29.6	18.5	14.8	29.6	7.4					
معالجة نقص تقنيات الاتصالات المعلوماتية ، وشبكات الإنتاج	4	6	9	4	4	2.9259	1.26873	1.610	4	محايد
	14.8	22.2	33.3	14.8	14.8					
التسليم في الوقت المحدد	10	5	8	2	2	2.2963	1.26536	1.601	2	الموافقة
	37.0	18.5	29.6	7.4	7.4					
المتوسط العام	2.48									محايد

باستقراء المتوسط والانحراف المعياري والتباين لتقييم المستجيبين من مصانع الأثاث للمحور الثاني من محاور تقييم أهم فوائد التصنيع بمساعدة الروبوت التي تؤثر على قرار المصنع في التوجه نحو التصنيع الروبوتي (بالنسبة للشركة) والموضح بالجدول السابق رقم (8) نجد أن الفقرة رقم (1) " **تقليل الخسائر الناتجة عن مشاكل الجودة** " جاءت في الترتيب الأول بين جميع الفقرات بأفضل متوسط 2.0741 وانحراف معياري 82862. وتباين 687. ، وجاءت الفقرة رقم (3) " **معالجة نقص تقنيات الاتصالات المعلوماتية، وشبكات الإنتاج** " بأسوأ متوسط 2.9259 وانحراف معياري 1.26873 وتباين 1.610 ، كما يتضح في المخطط رقم (15) كما جاء المتوسط العام المرجح للمحور الثاني من الجزء الثاني للاستبيان 2.48 والذي يمثل في مقياس ليكرت **محايد** ، مما يدل علي أن تقديرات المصنعين على هذا السؤال كانت حياديه وأيضا وجود فروق ذات دلالات إحصائية بين الفوائد المقترحة وصحة الفرضية الاولي.



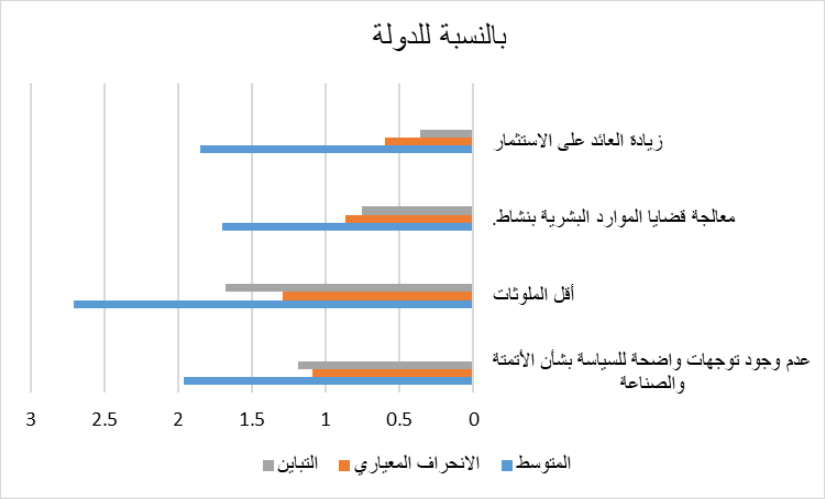
مخطط رقم (15) يوضح المتوسط والانحراف المعياري والتباين لتقييم المستجيبين من مصانع الأثاث للمحور الثاني من محاور تقييم أهم فوائد التصنيع بمساعدة الروبوت التي تؤثر على قرار المصنع في التوجه نحو التصنيع الروبوتي بالنسبة للشركة

المحور الثالث: بالنسبة للدولة

جدول رقم (9) يوضح المتوسط والانحراف المعياري والتباين لتقييم المستجيبين من مصانع الأثاث للمحور الثالث من محاور تقييم أهم فوائد التصنيع بمساعدة الروبوت التي تؤثر على قرار المصنع في التوجه نحو التصنيع الروبوتي (بالنسبة للدولة).

عبارات القياس	مناسبة جدا	مناسبه الي حد ما	مناسبة	غير مناسبة	غير مناسبه للغاية	المتوسط	الانحراف المعياري	التباين	الترتيب	الاتجاه العام
	العدد	العدد	العدد	العدد	العدد					
	%	%	%	%	%					
عدم وجود توجهات واضحة للسياسة بشأن الأتمتة والصناعة	10	12	3	0	2	1.9630	1.09128	1.191	3	الموافقة
	37.0	44.4	11.1	0	7.4					
أقل الملوثات	5	9	5	5	3	2.7037	1.29540	1.678	4	محايد
	18.5	33.3	18.5	18.5	11.1					
معالجة قضايا الموارد البشرية بنشاط.	14	8	4	1	0	1.7037	.86890	.755	1	الموافقة بشده
	51.9	29.6	14.8	3.7	0					
زيادة العائد على الاستثمار	7	17	3	0	0	1.8519	.60152	.362	2	الموافقة
	25.9	63.0	11.1	0	0					
المتوسط العام	2.05									الموافقة

باستقراء المتوسط والانحراف المعياري والتباين الخاص **بتقييم المستجيبين من مصانع الأثاث للمحور الثالث من محاور تقييم أهم فوائد التصنيع بمساعدة الروبوت التي تؤثر على قرار المصنع في التوجه نحو التصنيع الروبوتي (بالنسبة للدولة)**، والموضح بالجدول السابق رقم (9) نجد أن الفقرة رقم (3) " **معالجة قضايا الموارد البشرية "**جاءت في الترتيب الأول بين جميع الفقرات بأفضل متوسط 1.7037 وانحراف معياري 86890.وتباين 755.، وجاءت الفقرة رقم (2) " **أقل الملوثات** " في المرتبة الرابعة بأسوأ متوسط 2.7037 وانحراف معياري 1.29540 وتباين 1.678، كما يتضح في المخطط رقم (16) كما جاء المتوسط العام المرجح للمحور الثالث في الجزء الثاني من الاستبيان 2.05 والذي يمثل في مقياس ليكرت **موافق** ، مما يدل علي تقديرات المصنعين على هذا السؤال كانت إيجابية وأيضا وجود فروق ذات دلالات إحصائية بين الفوائد المقترحة وصحة الفرضية الاولي.



مخطط رقم (16) يوضح المتوسط والانحراف المعياري والتباين لتقييم المستجيبين من مصانع الأثاث للمحور الثالث من محاور تقييم أهم فوائد التصنيع بمساعدة الروبوت التي تؤثر على قرار المصنع في التوجه نحو التصنيع الروبوتي بالنسبة للدولة

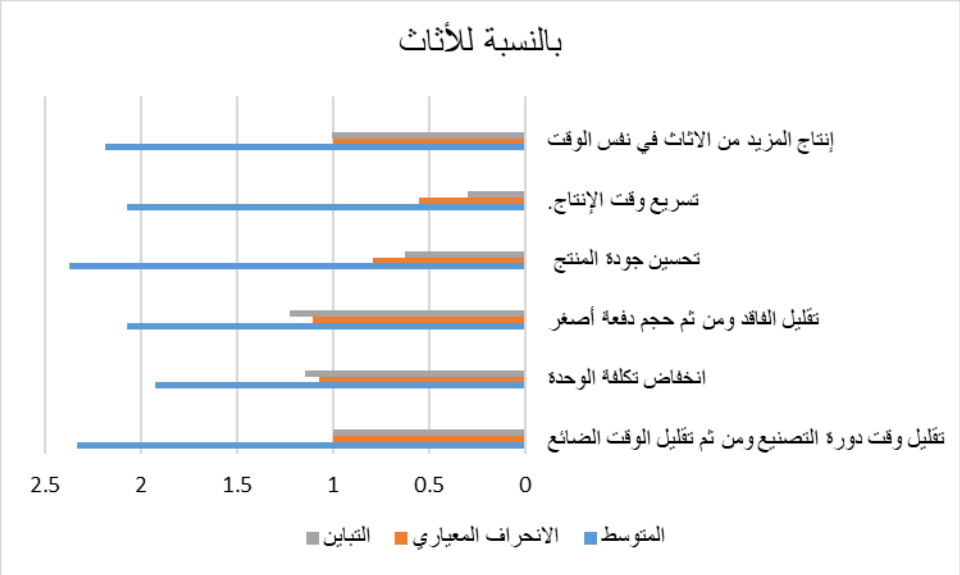
المحور الرابع: بالنسبة للأثاث

عبارات القياس	مناسبة جدا	مناسبه الي حد ما	مناسبة	غير مناسبة	غير مناسبه للغاية	المتوسط	الانحراف المعياري	التباين	الترتيب	الاتجاه العام
	العدد	العدد	العدد	العدد	العدد					
	%	%	%	%	%					
تقليل وقت دورة التصنيع ومن ثم تقليل الوقت الضائع	7	7	10	3	0	2.3333	1.00000	1.000	5	الموافقة
	25.9	25.9	37.0	11.1	0					
انخفاض تكلفة الوحدة	11	11	2	2	1	1.9259	1.07152	1.148	1	الموافقة
	40.7	40.7	7.4	7.4	3.7					
تقليل الفاقد ومن ثم حجم دفعة أصغر	9	12	2	3	1	2.0741	1.10683	1.225	2	الموافقة
	33.3	44.4	7.4	7.4	3.7					
تحسين جودة المنتج	3	13	9	2	0	2.3704	.79169	.627	6	الموافقة
	11.1	48.1	33.3	7.4	0					
تسريع وقت الإنتاج.	3	19	5	0	0	2.0741	.54954	.302	2	الموافقة
	11.1	70.4	18.5	0	0					
إنتاج المزيد من الاثاث في نفس الوقت	8	9	7	3	0	2.1852	1.00142	1.003	4	الموافقة
	29.6	33.3	25.9	11.1	0					
المتوسط العام	2.58									الموافقة

جدول رقم (10) يوضح المتوسط والانحراف المعياري والتباين لتقييم المستجيبين من مصانع الأثاث للمحور الرابع من محاور تقييم أهم فوائد التصنيع بمساعدة الروبوت التي تؤثر على قرار المصنع في التوجه نحو التصنيع الروبوتي (بالنسبة لمنتجات الأثاث)

باستقراء المتوسط والانحراف المعياري والتباين الخاص **بتقييم المستجيبين من مصانع الأثاث للمحور الرابع من محاور تقييم أهم فوائد التصنيع بمساعدة الروبوت التي تؤثر على قرار المصنع في التوجه نحو التصنيع الروبوتي (بالنسبة لمنتجات الأثاث)**والموضح بالجدول السابق رقم (10) نجد أن الفقرة رقم (2) " **انخفاض تكلفة الوحدة** " جاءت في الترتيب الأول بين جميع الفقرات بأفضل متوسط 1.9259وانحراف معياري1.07152 وتباين 1.148، وجاءت الفقرة رقم (4) " **تحسين جودة المنتج** " في المرتبة السادسة بأسوأ متوسط 2.3704وانحراف معياري 79169. وتباين 627. ، كما يتضح في المخطط رقم (17) كما جاء المتوسط العام المرجح في المحور الرابع من الجزء الثاني للاستبيان 2.58 والذي يمثل في مقياس ليكرت **موافق** ، مما يدل علي تقديرات المصنعين على هذا السؤال كانت إيجابية وأيضا وجود فروق ذات دلالات إحصائية بين الفوائد المقترحة وصحة الفرضية أيضا.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License



مخطط رقم (17) يوضح المتوسط والانحراف المعياري والتباين لتقييم المستجيبين من مصانع الأثاث للمحور الرابع من محاور تقييم أهم فوائد التصنيع بمساعدة الروبوت التي تؤثر على قرار المصنع في التوجه نحو التصنيع الروبوتي بالنسبة للأثاث

نتائج الجزء الثالث من الاستبيان: ما هي تقنيات التصنيع الروبوتي التي يمكن استخدامها في صناعة الأثاث؟

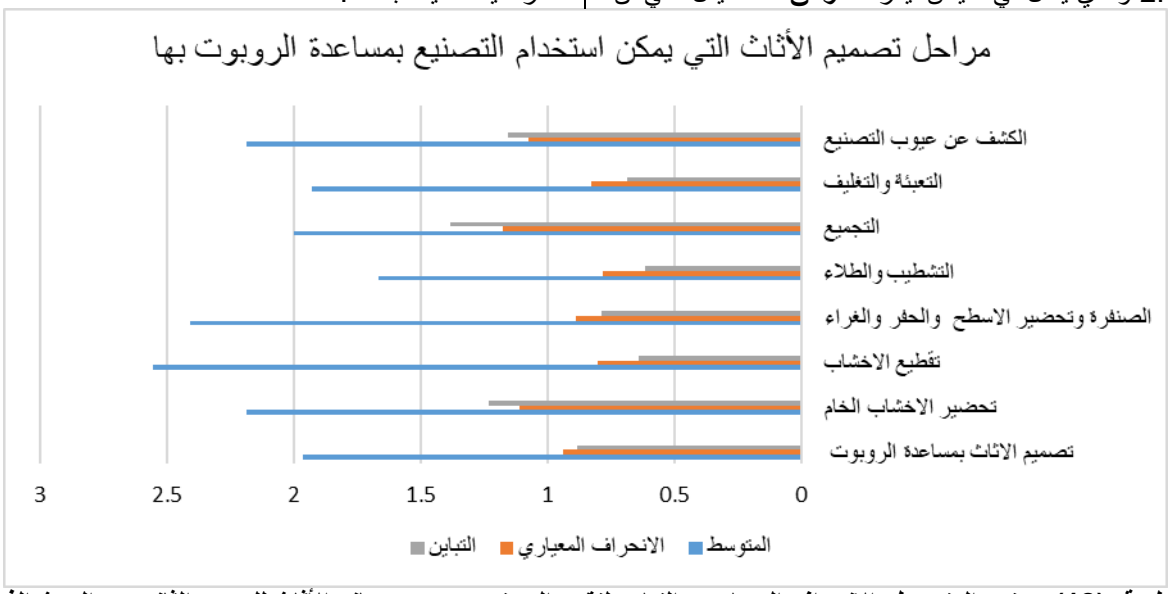
للإجابة على السؤال الثاني من المشكلة البحثية المتمثل في **" ما هي تقنيات التصنيع بمساعدة الروبوت التي يمكن ان تؤثر في صناعة الأثاث في مصر؟ "** ومناقشة واختبار الفرضية الثانية التي تتمثل في **" توجد العديد من تقنيات التصنيع بمساعدة الروبوت التي يمكن ادخالها في صناعة الأثاث في مصر"**، فقد تم حساب المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والتباين ومستوي التقييم على مقياس ليكارت السابق ذكره في الجدول رقم (4) لقياس استجابة مصنعي الأثاث في جمهورية مصر العربية حول متغيرات المحور الثاني من الدراسة النظرية والجزء الثالث من الاستبيان الخاص **بتقنيات التصنيع بمساعدة الروبوت التي يمكن ان تؤثر في صناعة الأثاث في مصر** وقد أتت النتائج على النحو التالي:

عبارات القياس	مناسبة جدا	مناسبه الي حد ما	مناسبة	غير مناسبة	غير مناسبه للغاية	المتوسط	الانحراف المعياري	التباين	الترتيب	الاتجاه العام
	العدد	العدد	العدد	العدد	العدد					
	%	%	%	%	%					
تصميم الاثاث بمساعدة الروبوت	9	12	5	0	1	1.9630	.93978	.883	3	الموافقة
	33.3	44.4	18.5	0	3.7					
تحضير الاخشاب الخام	5	18	1	0	3	2.1852	1.11068	1.234	5	الموافقة
	18.5	66.7	3.7	0	11.1					
تقطيع الاخشاب	1	13	11	1	1	2.5556	.80064	.641	8	الموافقة
	3.7	48.1	40.7	3.7	3.7					
الصنفرة وتحضير الاسطح والحفر والغراء	4	11	9	2	0	2.4074	.88835	.789	7	الموافقة
	14.8	40.7	33.3	11.1	0					
التشطيب والطلاء	14	8	5	0	0	1.6667	.78446	.615	1	الموافقة بشدة
	51.9	29.6	18.5	0	0					
التجميع	11	10	3	1	2	2.0000	1.17670	1.385	4	الموافقة
	40.7	37.0	11.1	3.7	7.4					
التعبئة والتغليف	8	15	2	2	0	1.9259	.82862	.687	2	الموافقة
	29.6	55.6	7.4	7.4	0					
الكشف عن عيوب التصنيع	7	14	0	6	0	2.1852	1.07550	1.157	5	الموافقة
	25.9	51.9	0	22.2	0					
المتوسط العام	2.107									الموافقة

جدول رقم (11) يوضح المتوسط والانحراف المعياري والتباين لتقييم المستجيبين من مصانع الأثاث للمحور الثاني من البحث الذي يشمل مراحل تصميم الأثاث التي يمكن استخدام التصنيع بمساعدة الروبوت بها

باستقراء المتوسط والانحراف المعياري والتباين الخاص **بتقييم المستجيبين من مصانع الأثاث للجزء الثالث من الاستبيان الذي يختبر المحور الثاني من محاور الدراسة النظرية وهي تقنيات التصنيع بمساعدة الروبوت التي يمكن ان تؤثر في صناعة الأثاث في مصر** والموضح بالجدول السابق رقم (11) نجد أن الفقرة رقم (5) **" التشطيب والطلاء "** جاءت في الترتيب الأول بين جميع الفقرات بأفضل متوسط 1.6667 وانحراف معياري .78446 وتباين .615 ، وجاءت الفقرة رقم (3) **" تقطيع الاخشاب "** في المرتبة السادسة بأسوأ متوسط 2.5556 وانحراف معياري

80064. وتباين 641. كما يتضح في المخطط رقم (18)، كما جاء المتوسط العام المرجح للجزء الثالث من الاستبيان 2.107 والذي يمثل في مقياس ليكرت **موافق** ، مما يدل علي أن تقديرات المصنعين على هذا السؤال كانت إيجابية وأيضا وجود فروق ذات دلالات إحصائية بين الفوائد المقترحة وصحة الفرضية الثانية للبحث .



مخطط رقم (18) يوضح المتوسط والانحراف المعياري والتباين لتقييم المستجيبين من مصانع الأثاث للمحور الثاني من البحث الذي يشمل مراحل تصميم الأثاث التي يمكن استخدام التصنيع بمساعدة الروبوت بها

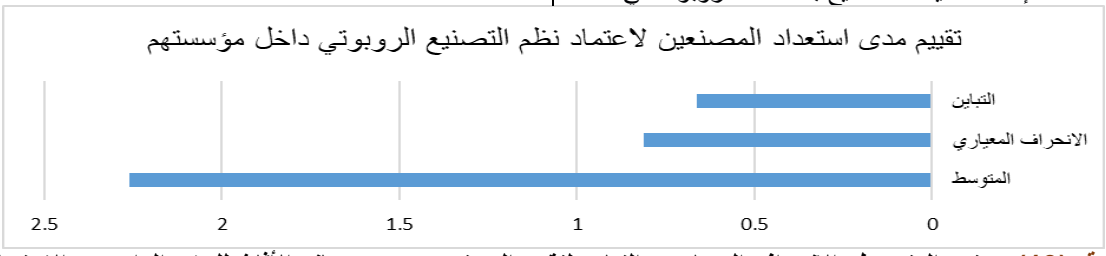
نتائج الجزء الرابع من الاستبيان: ما هو تقييمك لإمكانية استخدام نظم التصنيع الروبوتي مستقبلا؟

لإجابة السؤال الثالث من أسئلة البحث الذي يتمثل في **"هل مصر جاهزة لتطبيق تقنيات التصنيع بمساعدة الروبوت في مصانع الأثاث في مصر؟"** ولمناقشة واختبار الفرضية الثالثة التي تتمثل في **"المصانع المصرية ليست جاهزة لتطبيق التصنيع بمساعدة الروبوت"** فقد تم حساب المتوسط الحسابي والانحراف المعياري ومستوي التقييم على مقياس ليكارت السابق ذكره في الجدول رقم (4) لقياس استجابة مصنعي الأثاث في جمهورية مصر العربية حول جميع متغيرات الدراسة النظرية بشكل عام وقد أتت النتائج على النحو التالي:

جدول رقم (12) يوضح المتوسط والانحراف المعياري والتباين لتقييم المستجيبين من مصانع الأثاث للمحور الثالث من البحث الذي يشمل تقييم مدى استعدادهم لاعتماد نظم التصنيع الروبوتي داخل مؤسستهم

عبارات القياس	مناسبة جدا	مناسبه الي حد ما	مناسبة	غير مناسبة	غير مناسبه للغاية	المتوسط	الانحراف المعياري	التباين	الترتيب	الاتجاه العام
	العدد	العدد	العدد	العدد	العدد					
	%	%	%	%	%					
تقييم مدى استعدادهم لاعتماد نظم التصنيع الروبوتي داخل مؤسستهم	5	11	10	1	0	2.2593	.81300	.661	1	الموافقة
	18.5	40.7	37.0	3.7	0					

باستقراء الجدول السابق رقم (12) نجد أن الاتجاه العام نحو إجابة هذا السؤال هو الموافقة طبقا لمقياس ليكرت بمتوسط 2.2593 وانحراف معياري 81300. وتباين 661. كما بالمخطط (19) مما يدل على تقبل واستعداد أصحاب القرار من مصنعي الأثاث لإدخال تقنيات التصنيع بمساعدة الروبوت في الصناعة المصرية مستقبلا، مما يدل على عدم صحة الفرضية الثالثة من فرضيات البحث التي تتمثل في **"المصانع المصرية ليست جاهزة لتطبيق التصنيع بمساعدة الروبوت"**



مخطط رقم (19) يوضح المتوسط والانحراف المعياري والتباين لتقييم المستجيبين من مصانع الأثاث للجزء الرابع من الاستبيان الذي يشمل تقييم مدى استعدادهم لاعتماد نظم التصنيع الروبوتي داخل مؤسستهم

النتائج Results

من خلال الدراسة النظرية نجد أن:

يوجد العديد من مميزات التصنيع بمساعدة الروبوت في صناعة الأثاث على مستوي العالم، ومن ثم يمكن الاستفادة منها في ادخال بعض نظم التصنيع بمساعدة الروبوت الي بعض مراحل صناعة الأثاث في مصر مثل تحضير الاخشاب الخام وتقطيعها والصنفرة والتجميع والتشطيب والتغليف وغيرها من المراحل المختلفة التي تم تحليليها في الدراسة الإحصائية.

من خلال الدراسة التطبيقية والإحصائية نجد أن:

1- أهم العوامل التي تشجع على التحول نحو التصنيع

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

بمساعدة الروبوت كانت كالتالي:

- بالنسبة للعمال: الحاجة إلى تقليل العمالة والاكتفاء بالعمالة الماهرة فقط كما في جدول رقم (7)
- بالنسبة للشركة: تقليل الخسائر الناتجة عن مشاكل الجودة كما في جدول رقم (8)
- بالنسبة للدولة: معالجة قضايا الموارد البشرية كما في جدول رقم (9)
- بالنسبة للأثاث: انخفاض تكلفة وحدة الأثاث كما في جدول رقم (10)

2- أهم العمليات التي تدخل فيها نظم التصنيع بمساعدة الروبوت هي التشطيب والطلاء وأقلها تقطيع الاخشاب كما في جدول رقم (11) طبقا لقرارات المصنعين

3- مصنعي الأثاث مستعدين لاعتماد نظم التصنيع بمساعدة الروبوت وأي جهود من قبل الحكومة لدفع هذا التحول سوف تقابل ترحيبا من مصنعي الاثاث في مصر كما في جدول رقم (12)

التوصيات Recommendation

- **توصيات للباحثين:** اجراء المزيد من الدراسات حول كيفية الاستفادة من نظم التصنيع بمساعدة الروبوت في صناعة الأثاث في مصر.
- **توصيات للهيئات الصناعية والحكومية:** توصي الباحثة بالتحول التدريجي نحو تقنيات التصنيع بمساعدة الروبوت وذلك لما به من فوائد تم مناقشتها سابقا.

المراجع References

1- Colima, Ana& Nuno Sousab & Paula Carneiroa & N´elson Costaa & Pedro Arezesa and Andr´e Cardoso(2019)- **Ergonomic intervention on a packing workstation with robotic aid – case study at a furniture manufacturing industry**- ios press- DOI:10.3233/WOR-203144

2- Dongpu, Jin& Eric, Garlock& Andrew, Mittleider(2021)- **Maverick Interface for MAVs** - Nimbus Lab. http://nimbus.unl.edu

3- Frederick, schodt,(**1988**) **Inside the Robot Kingdom: japan, Mechatronics, and the Coming Robotopia** (New York Kodansha international Ltd.,1988) pp.37-39

4- Jegatheswaran, Ratnasingam, Hazirah Ab Latib&Lee Yan Yi& Lim Choon Liat,and Albert Khoo(2021) - **Extent of Automation and the Readiness for Industry 4.0 among Malaysian Furniture Manufacturers** - Ratnasingam et al. (2019). "Automation in furniture," BioResources 14(3)

5- Landscheidt, S., Kans, M. (2017) **Automation Practices in Wood Product Industries: Lessons learned, current Practices and Future Perspectives**. In: The 7th Swedish Production Symposium SPS, 25-27 October, 2016, Lund, Sweden Lund, Sweden: Lund University

6- Pei-Chi, Huang& Yi-Hsuan, Hsieh& Aloysius, K. Mok(2018) - **A Skill-Based Programming System for Robotic Furniture Assembly**- The University of Texas magazine at Austin, Austin, TX, US {peggy, yihsuan, mok}@cs.utexas.edu-

7- PRMR 2021- https://doi.org/10.1051/matecconf/202133801028

8- Steffen, Landscheidt & Mirka, Kans & Mats, Winroth (2017)- **Opportunities for robotic automation in wood product industries:The supplier and system integrators´ perspective** - 7th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing, FAIM2017, 27-30 June 2017, Modena, Italy

9- Suhan, Park& Haeseong, Lee& Seungyeon Kim (2022)- **Robotic furniture assembly: task abstraction, motion planning, and control** - i*ntelligent Service Robotics* volume 15, pages441–457

10- Tom, Logsdon,(**1984**) , **the Robot Revolution**. (New York Simon & Schuster,1984) p. 19.

11- Wojciech, Turbański& Łukasz, Matwiej, Krzysztof Wiaderek and Maciej Sydor (2021) - **Comparative analysis of the manual and robotic upholstery frame assembly processes. Study based on many years of research**- MATEC Web of Conferences 338, 01028

12- Youngwoon, Lee& Edward S. Hu& Zhengyu Yang, Alex Yin, and Joseph J. Lim (2019)- **IKEA Furniture Assembly Environment for Long-Horizon Complex Manipulation Tasks**- arXiv:1911.07246v1 [cs.RO] 17 Nov

13- Zahran . Ahmedkhaled **(March 2022)** -The Role of Industry 4.0 **Technologies in Design Process Manageme**- international Design Journal, Vol. 12 No. 2, pp 299-311

14- الحمراوي . حسن محمد عمر (2021) - **أساس المسئولية المدنية عن الروبوتات بين القواعد التقليدية والاتجاه الحديث** - مجلة كلية الشريعة والقانون - العدد الثالث والعشرون لسنة٢٠٢١م الإصدار الثاني" الجزءالرابع

15- أبو قورة، خليل - صفات سلامة(2014) **تحديات عصر الروبوتات وأخلاقياته** ، مركز الإمارات للدراسات والبحوث الاستراتيجية، الطبعة الأولى٢٠١٤م، صـ١٢،١١.

16- سلامة. صفات أمين (2006) ، **تكنولوجيا الروبوت رؤية مستقبلية بعيون عربية**، المكتبة الأكاديمية، القاهرة، الطبعة الأولى٢٠٠٦م، صـ١٠.

17- محمد. عمرو طه بدوي (2022) - **النظام القانوني للروبوتات الذكية** - مجلة الدراسات القانونية والاقتصادية - كلية الحقوق–جامعة القاهرة – 2020

18- مجلة الروبوت العربية، مجلة تصدر عن الجمعية العربية للروبوت، العدد الأول، أكتوبر٢٠١٥م، صـ٦

19- حمدى. يمنى (2022) - **تطبيق الذكاء الإصطناعي في تطوير إدارة عمليات التصميم الداخلي**- مجلة علوم التصميم والفنون التطبيقيه- المجلد3 – العدد2

20- https://industrialrobotics.lt/2022/04/22/advantages-of-a-robot-carpenter-for-the-furniture-

26- https://ronchinimassimo.com/en/milling-robots/robocut/
27- https://www.homag.com/en/products/packaging-technology
28- (https://robodk.com/blog/electronic-product-testing)/
29- (https://robodk.com/blog/electronic-product-testing**)**
industry/
21- https://robodk.com/blog/7-robotic-applications-for-furniture-industry/
22- https://www.alroeya.com/5-0/90815
23- https://robodk.com/blog/robot-machining-vs-cnc/
24- https://industrialrobotics.lt/robotic_sanding_milling_grinding/
25- https://industrialrobotics.lt/robospray-2/

جامعة بنها
كلية الفنون التطبيقية
قسم التصميم الداخلي والاثاث

التاريخ: ..../...../....

استمارة استبيان لمصانع الأثاث في جمهورية مصر العربيه

في إطار إنجاز بحث بعنوان " التصنيع بمساعدة الروبوت وأثره على مستقبل صناعة الأثاث في مصر"

تم تصميم استمارة استبيان كأداة قياس لمتغيرات الدراسة وتتعلق هذه المتغيرات بمميزات التصنيع الروبوتي التي تفترض الدراسة أنها يمكن أن تؤثر علي قرار المصانع في التوجه نحو التصنيع بمساعده الروبوت ، وأهم مراحل تصنيع الأثاث التي تستخدم الروبوتات، كما يهدف الاستبيان إلى قياس مدي امكانيه استعداد المصنع المصري بما يكفي للتعامل جنبا الي جنب مع الروبوت.

هذه الاستمارة سريه، صممت من أجل اغراض البحث العلمي فقط، وسوف يتم تجميع الاستجابات بطريقه لا تسمح بالتعرف علي أي مستجيب.

ولكم فائق الشكر

الجزء الأول : بيانات حول خلفية المصنع المستجيب							
موقع المصنع	القاهرة الكبرى		مدينة دمياط ودمياط الجديدة		أماكن اخري		
حجم المصنع	كبير		متوسط		صغير		
نوع المنتجات	اثاث هيكلي		اثاث مسطحات		منتجات اخري		
السوق المستهدف	الأثاث السكني		الأثاث الإداري والتجاري		أنواع اخري		
عدد سنوات التشغيل	من 1 الي 5 سنوات		من 5الي 10 سنوات		من 5الي 10 سنوات		

إلجزء الثاني : ما هي أهم قواعد التصنيع بمساعدة الروبوت التي تؤثر علي قرار المصنع في التوجه نحو التصنيع الروبوتي						
المحور الأول : بالنسبة للعمال						
عبارات القياس	**مناسبة جدا**	**مناسبه الي حد ما**	**مناسبة**	**غير مناسبة**	**غير مناسبه للغاية**	**ملاحظات**
يمكن للعمال القيام بالمزيد من العمل بالاشتراك مع الروبوت.						
بيئة العمل المحسنة						
سيساعد الروبوت الصناعي في جذب الجيل القادم من الحرفيين.						
زيادة في حوافز العمال سواء المادية أو المعنوية .						
تمكن من استخدام قدرات أفضل للموظفين المهرة.						
تقليل الحاجة إلى العمالة والاكتفاء بالعمالة الماهرة فقط.						
المحور الثاني : بالنسبة للشركة						
تقليل الخسائر الناتجة عن مشاكل الجودة						
القيام بالتطوير النشط للشركة.						
نقص في تقنيات الاتصالات المعلوماتية ، و شبكات الإنتاج						
التسليم في الوقت المحدد						
المحور الثالث : بالنسبة للدولة						
عدم وجود توجهات واضحة للسياسة بشأن الأتمتة والصناعة						
أقل الملوثات						
معالجة قضايا الموارد البشرية بنشاط.						
زيادة العائد على الاستثمار						
المحور الرابع : بالنسبة للأثاث						
تقليل وقت دورة التصنيع ومن ثم تقليل الوقت الضائع						
انخفاض تكلفة الوحدة						
تقليل الفاقد ومن ثم حجم دفعة أصغر						
تحسين جودة المنتج						
تسريع وقت الإنتاج.						
إنتاج المزيد من الاثاث في نفس الوقت						
الجزء الثالث : ما هي تقنيات التصنيع الروبوتي التي يمكن استخدامها في صناعة الأثاث						
تصميم الاثاث بمساعدة الروبوت						
تحضير الاخشاب الخام						
تقطيع الاخشاب						
الصنفرة وتحضير الاسطح والحفر والغراء						
التشطيب والطلاء						
التجميع						
التعبئة والتغليف						
الكشف عن عيوب التصنيع						
الجزء الرابع : إمكانية استخدام نظم التصنيع الروبوتي مستقبلا						
تقييم مدى استعدادهم لاعتماد نظم التصنيع الروبوتي داخل مؤسستهم						

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

الجزء الثاني : ما هي أهم فوائد التصنيع بمساعدة الروبوت التي تؤثر علي قرار المصنع في التوجه نحو التصنيع الروبوتي						
المحور الأول : بالنسبة للعمال						
عبارات القياس	مناسبة جدا	مناسبه الي حد ما	مناسبة	غير مناسبة	غير مناسبه للغاية	ملاحظات
يمكن للعمال القيام بالمزيد من العمل بالاشتراك مع الروبوت.						
بيئة العمل المحسنة						
سيساعد الروبوت الصناعي في جذب الجيل القادم من الحرفيين.						
زيادة في حوافز العمال سواء المادية أو المعنوية .						
تمكن من استخدام قدرات أفضل للموظفين المهرة.						
تقليل الحاجة إلى العمالة والاكتفاء بالعمالة الماهرة فقط						
المحور الثاني : بالنسبة للشركة						
تقليل الخسائر الناتجة عن مشاكل الجودة						
القيام بالتطوير النشط للشركة.						
نقص في تقنيات الاتصالات المعلوماتية ، و شبكات الإنتاج						
التسليم في الوقت المحدد						
المحور الثالث : بالنسبة للدولة						
عدم وجود توجهات واضحة للسياسة بشأن الأتمتة والصناعة						
أقل الملوثات						
معالجة قضايا الموارد البشرية بنشاط.						
زيادة العائد على الاستثمار						
المحور الرابع : بالنسبة للأثاث						
المحور الرابع : بالنسبة للأثاث						
تقليل وقت دورة التصنيع ومن ثم تقليل الوقت الضائع						
انخفاض تكلفة الوحدة						
تقليل الفاقد ومن ثم حجم دفعة أصغر						
تحسين جودة المنتج						
تسريع وقت الإنتاج.						
إنتاج المزيد من الاثاث في نفس الوقت						
الجزء الثالث : ما هي تقنيات التصنيع الروبوتي التي يمكن استخدامها في صناعة الأثاث						
تصميم الاثاث بمساعدة الروبوت						
تحضير الاخشاب الخام						
تقطيع الاخشاب						
الصنفرة وتحضير الاسطح والحفر والغراء						
التشطيب والطلاء						
التجميع						
التعبئة والتغليف						
الكشف عن عيوب التصنيع						
الجزء الرابع : إمكانية استخدام نظم التصنيع الروبوتي مستقبلا						
تقييم مدى استعدادهم لاعتماد نظم التصنيع الروبوتي داخل مؤسستهم						

جدول رقم (1) يوضح أهمية استخدام نظم التصنيع الروبوتي في مجال صناعة الأثاث

أولا : بالنسبة للعمال	ثانيا : بالنسبة للشركة	ثالثا: بالنسبة للدولة	رابعا : بالنسبة للأثاث
يمكن للعمال القيام بالمزيد من العمل بالاشتراك مع الروبوت. في هذه الحالة، سيكون مكان العمل المجهز بإنسان آليًا جذابًا للعمال ذوي المؤهلات العليا	تقليل الخسائر الناتجة عن مشاكل الجودة ، مثل إصلاح عيوب المنتج ، وإهدار المواد الخام ، والعمل الإضافي بسبب عدم رضا العملاء.	عدم وجود توجهات واضحة للسياسة بشأن الأتمتة والصناعة	تقليل وقت دورة التصنيع ومن ثم تقليل الوقت الضائع
بيئة العمل المحسنة فلن تكون هناك مهام رتيبة وخطيرة متبقية	القيام بالتطوير النشط للشركة.	أقل الملوثات	مكونات موحدة ومن ثم انخفاض تكلفة الوحدة
سيساعد الروبوت الصناعي في جذب الجيل القادم من الحرفيين.	نقص في تقنيات الاتصالات المعلوماتية ، و شبكات الإنتاج	معالجة قضايا الموارد البشرية بنشاط.	تقليل الفاقد ومن ثم حجم دفعة أصغر
زيادة في حوافز العمال سواء المادية أو المعنوية .	التسليم في الوقت المحدد	زيادة العائد على الاستثمار	يساعد على تحسين جودة المنتج بسبب معايير التصنيع الأعلى
تمكن من استخدام قدرات أفضل للموظفين المهرة.	----	----	تسريع وقت الإنتاج.
تقليل الحاجة إلى العمالة والاكتفاء بالعمالة الماهرة فقط، وتوسيع الشركة والإنتاج	----	----	إنتاج المزيد من الاثاث في نفس الوقت مما يؤدي الي انتاجية أعلى