منهجية تصميم مصنع الأثاث الذكى فى ظل الثورة الصناعية الرابعة

A Methodology of Factory Design for Smart Furniture in Light of Industry 4.0

ا.د/علا محمد سمير

استاذ نظريات التصميم الداخلى-بقسم التصميم الداخلى والأثاث-كلية الفنون التطبيقة- جامعة حلوان

Prof. Dr. Ola Mohamed Samir

Professor of interior design theories-Department of interior design and furniture-Faculty Of Applied Arts-Helwan University

olabeer@yahoo.com

ا.د/مها محمود إبراهيم

استاذ الإتجاهات الحديثة فى التصميم الداخلى -بقسم التصميم الداخلى والاثاث-كلية الفنون التطبيقة- جامعة حلوان

رئيس قسم التصميم الداخلى والأثاث -كلية الفنون التطبيقية- جامعة٦ اكتوبر

Prof. Dr. Maha Mahmoud Ibrahim

Professor Of Modern Trends In Interior Design-Department Of Interior Design And Furniture- Faculty Of Applied Arts-Helwan University

Head Of The Interior Design And Furniture Department-Faculty Of Applied Arts-October 6 University

Maha.Mahmoud.Art@O6u.Edu.eg

ا.م.د/أحمد مصطفي رموزى

مدير برامج الفن والتصميم-الجامعة المصرية اليابانية للعلوم والتكنولوجيا[1]

استاذ مساعد التصميم الصناعي-كلية الفنون التطبيقية بجامعة حلوان

Dr. Ahmed M. Romouzy

Director of Art & Design Programs-Egypt-Japan University of Science & Technology

Associate Professor of Industrial Design-Faculty of Applied Arts- Helwan University

Ahmed_romouzy@hq.helwan.edu.eg

م.إسراء مجدى عبد الحسيب إبراهيم

معيدة بقسم التصميم الداخلى والأثاث كلية الفنون التطبيقية - جامعة٦ اكتوبر

Demonstrator .Esraa Magdy Abd El.Haseb Ibrahim

Demonstrator, Department of interior design and furniture Faculty Of Applied Arts - October 6 University

es.magdy.153848@o6u.edu.eg

الملخص

في ضوء التحديات الراهنة وما يشهده العالم من تطور تكنولوجى هائل، أحدثت الثورة الصناعية الرابعة موجة من التقنيات التحويلية التي تعيد تشكيل الصناعات المختلفة، ظهرت اتجاهات جديدة في مجال التصنيع، من خلال الصناعة ٤,٠ ستحدث ثورة في أنظمة التصنيع. يعد المصنع الذكي مزيجًا بين التكنولوجيا المتقدمة والتفكير الابتكاري، بما في ذلك أنظمة مصانع الاثاث الذكية بإستخدام أحدث التكنولوجيا والمفاهيم الصناعية الحديثة. يستكشف هذا البحث تطبيقات التقنيات الرئيسية لمصنع الاثاث الذكى، مثل الذكاء الاصطناعي (AI) وإنترنت الأشياء (IoT) وتحليلات البيانات الضخمة في صناعة الأثاث، يزال نظام المصنع الذكي مجرد رؤية. يقدم البحث منهجية مفصلة لتصميم مصنع الأثاث الذكي التى تعتمد على التكنولوجيا الحديثة مثل الأتمتة والاستشعار. كما يتعامل مع أهمية تكامل المصنع مع سلسلة التوريد ومن خلال تحليل تأثير هذه التقنيات على

التصميم، التصنيع، تجربة العملاء وإدارة سلسلة التوريد، يهدف هذا البحث إلى توفير رؤيه متطور لعملية تصنيع الأثاث. حيث يتيح الاستفادة القصوى من التحول التكنولوجي لتحسين الإنتاجية والجودة وخفض التكاليف.

الكلمات المفتاحية

الثورة الصناعية الرابعة، الذكاء الاصطناعي، إنترنت الأشياء، تعلم الآله، مصنع الاثاث الذكى

Abstract

In light of the current challenges and the tremendous technological development the world is witnessing, the Fourth Industrial Revolution has created a wave of transformative technologies that are reshaping various industries. New trends have emerged in the field of manufacturing. Through Industry 4.0, manufacturing systems will be revolutionized. A smart factory is a combination of advanced technology and innovative thinking, including smart furniture factory systems using the latest technology and modern industrial concepts. This research explores the applications of key smart furniture factory technologies, such as artificial intelligence (AI), Internet of Things (IoT), and big data analytics in the furniture industry. The smart factory system is still just a vision. The research presents a detailed methodology for designing a smart furniture factory that relies on modern technology such as automation and sensing. It also deals with the importance of integrating the factory with the supply chain and by analyzing the impact of these technologies on design, manufacturing, customer experience and supply chain management, this research aims to provide an advanced vision of the furniture manufacturing process. It allows making the most of technological transformation to improve productivity, quality and reduce costs.

Keywords

Fourth Industrial Revolution, artificial intelligence, Internet of Things, machine learning, smart furniture factory

المقدمة

تتميز الثورة الصناعية الرابعة بدمج التقنيات المتقدمة مثل الذكاء الاصطناعي والروبوتات وإنترنت الأشياء في مختلف الصناعات. في صناعة الأثاث، تمتلك هذه التقنيات القدرة على إحداث ثورة في عمليات التصميم والتصنيع والتوزيع. يحسن الذكاء الاصطناعي عمليات الإنتاج ويكتسب رؤى حول تفضيلات المستهلك.على سبيل المثال، تسمح بإنشاء تصميمات أثاث معقدة ومخصصة وتتيح ايضا إنشاء نماذج أولية من خلال الاستفادة من هذه التقنيات، يمكن لشركات الأثاث تحسين الكفاءة وخفض التكاليف وتقديم منتجات أكثر تخصيصًا للعملاء.ومع ذلك، فإن تأثير هذه التقنيات عميق، حيث يقود الكفاءة التشغيلية، ويحسن جودة المنتج، والتخصيص حسب الطلب، ويزيد من مشاركة العملاء. تهدف هذه الثورة إلى رقمنة التصنيع وتكامله وتحويله. فيجب أن تتبنى صناعة الأثاث هذه التقنيات لتظل قادرة على المنافسة وتفي بالمتطلبات المتطورة للمستهلكين في هذا العصر الرقمي.

مشكلة البحث

تكمن المشكلة في مدى اغفال دراسة و تطبيق تقنيات الثورة الصناعية الرابعة وآثارها على صناعة الأثاث.

أهداف البحث

- تحديد التقنيات الرئيسية للثورة الصناعية الرابعة ذات الصلة بصناعة الأثاث.
- دراسة تأثير تقنية الثورة الصناعية الرابعة على تصميم مصانع الاثاث وكيفية توطنها.
- الوصول الى منهجية لتصميم مصنع الاثاث الذكى للتكيف المصممين مع تقنيات الثورة الصناعية الرابعة.

فروض البحث

يفترض البحث:

استخدام تقنيات الثورة الصناعية الرابعة في صناعة الأثاث يؤدي إلى تطوير هذه الصناعة سواء على مستوى التصميم، التصنيع، إدارة سلسلة التوريد، إدارة المخزون، الفترة الزمنية وإمكانية التتبع مما يؤدي الى تلبية متطلبات العملاء المتنوعة.

أهمية البحث

تأتي أهمية البحث في :

- تعمل تقنيات الثورة الصناعية الرابعة، مثل الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء والروبوت، على تغيير طريقة تصميم المنتجات وتصنيعها وتوزيعها. مدى تأثير هذه التقنيات على صناعة الأثاث لتظل قادرة على المنافسة.
- تعد صناعة الأثاث مساهماً هاماً في الاقتصاد العالمي، وأي تغييرات في الصناعة يمكن أن يكون لها تأثير مضاعف على الصناعات الأخرى والاقتصاد ككل. لذلك، من المهم دراسة تأثير هذه التقنيات على صناعة الأثاث.
- توفر الدراسة نظرة ثاقبة للتحديات والفرص التي تنشأ من اعتماد هذه التقنيات في صناعة الأثاث، والتي يمكن أن تساعد شركات الأثاث والمصممين على اتخاذ قرارات طبقا لاستراتيجيات الجديدة.

منهجية البحث

لتحقيق فروض البحث سيتم إتباع المناهج الأتية:

- **منهج الوصفى التحليلى :** من خلال وصف وتحليل تأثير الثورة الصناعية الرابعة على صناعة الأثاث، مما يسمح لمنتجات الأثاث المخصصة لتلبية متطلبات العملاء المتنوعة.

حدود البحث:

- **الحدود الموضوعية:** الذكاء الصناعى – إنترنت الأشياء – تعلم الآلة – الروبوت.
- **الحدود الزمانية:** بداية ونهاية تطور الثورة الصناعية الرابعة.

المحور الأول: التعريف بتقنيات الثورة الصناعية الرابعة

تقنيات الثورة الصناعية الرابعة تشمل مجموعة واسعة من التكنولوجيات المتقدمة التي تعمل على تحويل وتحسين العمليات الصناعية والاقتصادية والاجتماعية. تتميز هذه التقنيات بقدرتها على تجميع وتحليل وتبادل البيانات بشكل ذكي وتوفير حلول مبتكرة للتحديات الصناعية والاقتصادية الحديثة.

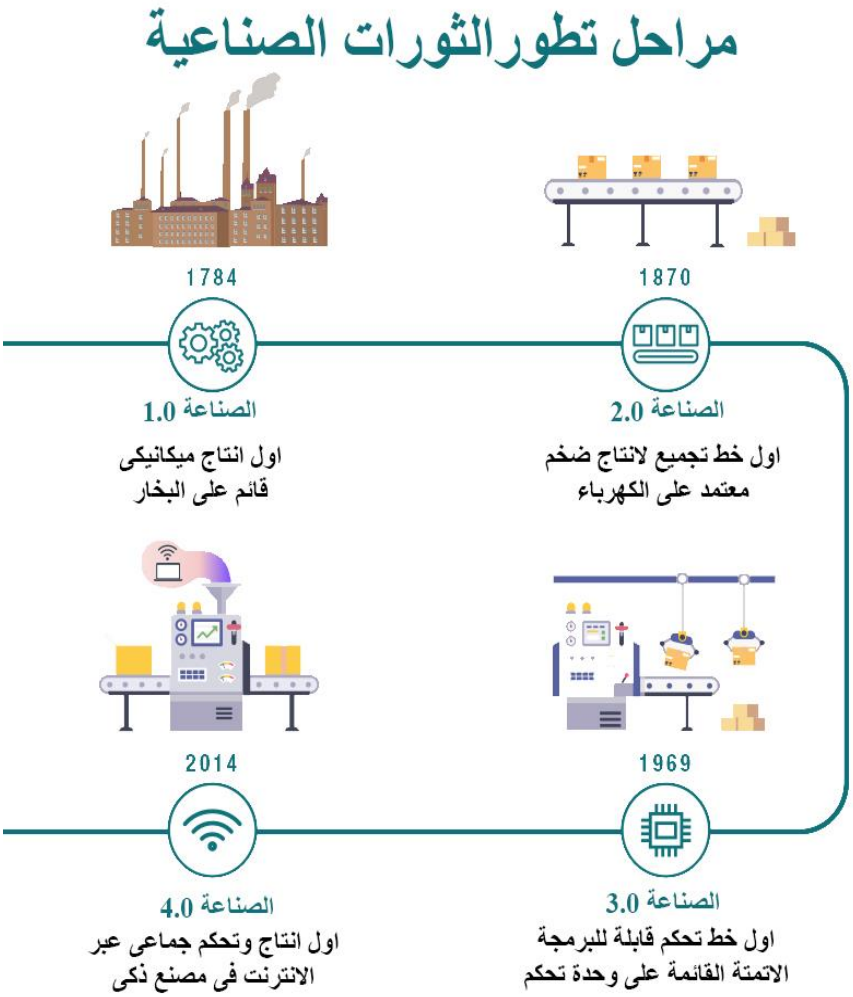
١-١ المفاهيم المرتبطة بموضوع الدراسة:

١-١-١-الذكاء الإصطناعي (AI): وفقًا لـ*(Merriam-Webster) هو فرع من فروع علوم الكمبيوتر يتعامل مع محاكاة السلوك الذكي في أجهزة الكمبيوتر وقدرة الآلة على تقليد السلوك البشري بذكاء.(16)

١-١-٢-تعلم الآله(ML): هو مجال الدراسة الذي يمنح أجهزة الكمبيوتر القدرة على التعلم والتحسين بشكل تلقائى دون برمجتها بشكل صريح. كما يتضح من الأسم، إنه يجعل الكمبيوتر أكثر تشابهًا مع البشر: القدرة على التعلم. للوصول الى البيانات واستخدامها فى التعلم بأنفسهم.(12)

١-١-٣-الصناعة ٤,٠ (Industrie 4.0): هى بناء (فكرة أو نظرية) الثورة الصناعية الرابعة التي تتميز بدمج التقنيات المتقدمة مثل إنترنت الأشياء (IoT) والذكاء الاصطناعي (AI) والتعلم الآلي (ML) في عملية التصنيع لإنشاء مصنع ذكي لزيادة الكفاءة والإنتاجية التي تعزز رقمنة التصنيع.(3)

١-١-٤-الثورة الصناعية الرابعة (4IR): إنطلقت الثورة الصناعية الرابعة من حيث توقفت الثورة الرقمية، وهي مجموعة وسائل حديثة تضمين التقنيات الجديدة في المجتمعات البشرية. واتسمت هذه الثورة بظهور تقنيات مبتكرة كالروبوتات والذكاء الاصطناعي وتقنية النانو والحوسبة الكمية والتقنية الحيوية وإنترنت الأشياء والطباعة الرباعية الابعاد والمركبات الذاتية القيادة والتعلم الآلي.(2)



توضح تطور مراحل الثورة الصناعية الرابعة(14)

١-١-٥-إنترنت الأشياء (IoT): هى تقنية تسعى إلى استخدام الأجهزة والأنظمة المتصلة بذكاء للإستفادة من البيانات التي تم جمعها بواسطة أجهزة الأستشعار والمحركات المضمنة في الآلات والأشياء المادية الأخرى. بحيث يتم التحكم بها من خلال شبكة الانترنت. سيطلق هذا التقارب بُعدًا جديداً من الخدمات التي تعمل على تحسين جودة حياة المستهلكين وإنتاجية المؤسسات، مما يفتح فرصة تشير إليها *GSMA بأسم 'الحياة المتصلة'.(12)

١-٢- مراحل تطور الثورة الصناعية في عملية التصنيع

١-٢-١- الصناعة ١,٠:

القرن التاسع عشر- الوقت الذي جاءت فيه الثورة في إنتاج الماكينة بمساعدة البخار والماء. والمعروفة بالثورة الصناعية ١,٠.(13)

١-٢-٢- الصناعة ٢,٠:

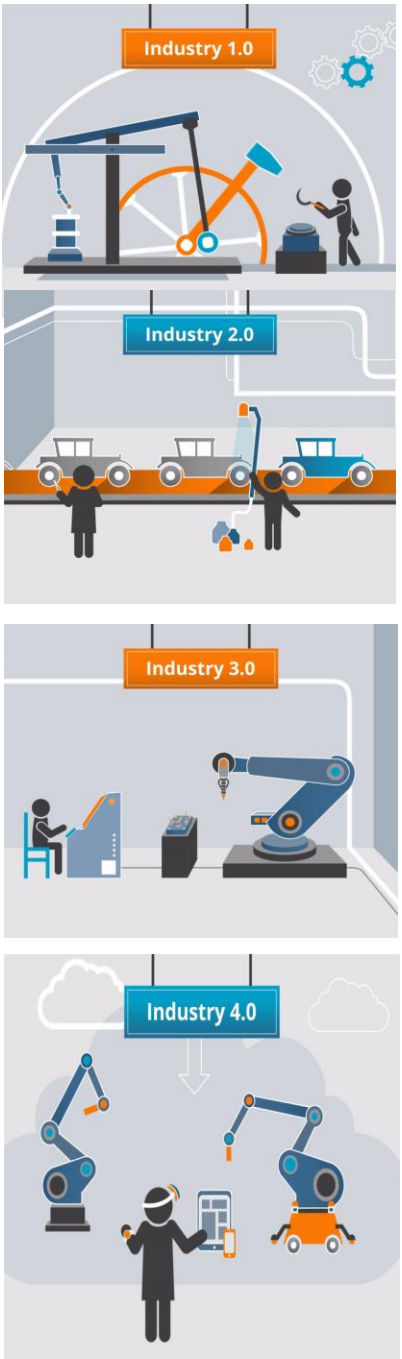
القرن العشرين - كان هذا هو الوقت الذي حصلت فيه الصناعات على دفعة الإنتاج الضخم باستخدام الماكينة التي تعمل بالكهرباء ومحرك الاحتراق. يمكن وصف هذا بالثورة الصناعية ٢,٠.(13)

١-٢-٣- الصناعة ٣,٠:

السبعينيات - أدى إدخال الكمبيوتر وتكنولوجيا المعلومات والروبوتات الصناعية إلى الأتمتة * المتقدمة في عملية الإنتاج. كان هذا وقت بداية عصر المعلومات. يمكن القول أن هذا هو عصر الثورة الصناعية ٣,٠.(13)

١-٢-٣- الصناعة ٤,٠:

+٢٠١٥ - يمكن وصف العصر بالثورة الصناعية ٤,٠ المعروفة أيضًا باسم الصناعة ٤,٠. تم إدخال IOT مع نظام الكمبيوتر المتقدم والروبوتات الصناعية الذى ادى الى نمو هائل. يمكن ملاحظة ذلك في الرقمنة من خلال إدارة سلسلة التوريد، وأتمتة التصنيع، وكذلك تقديم مجموعة واسعة من المنتجات الرقمية والخدمات اللوجستية، ومن خلال تحليلات البيانات المتقدمة ادى ذلك الى تحقيق المزيد من الدقة والتكامل.(13)

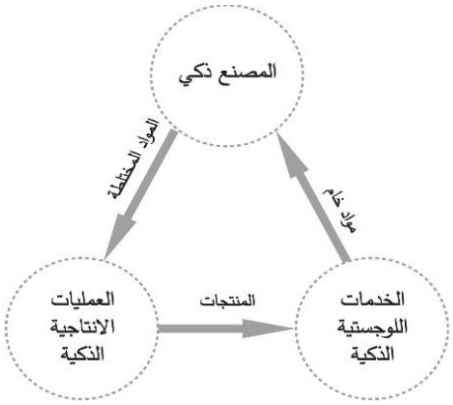


شكل (٢)مراحل تطور الثورة الصناعية في عملية التصنيع(13)

١-٣-الصناعة ٤,٠ والمصنع الذكى

نشأ مصطلح 'الصناعة ٤,٠' (Industrie 4.0) في ألمانيا. ظهر في نوفمبر ٢٠١١ مبادرة استراتيجي بالمانية تهدف إلى رقمنة التصنيع وتكامله وتحويله. فظهر مصطلح التصنيع الذكي(9). الهدف منه هو تحسين الإنتاجية والمرونة والكفاءة وخفة الحركة. تم تعريف Industrie 4.0 على أنها 'شبكات موارد التصنيع (آلات التصنيع، والروبوتات، وأنظمة النقل والتخزين ومرافق الإنتاج) المستقلة والقادرة على التحكم في نفسها والقائم على المعرفة والمجهزة بأجهزة الاستشعار و تتضمن أيضًا أنظمة التخطيط والإدارة ذات الصلة '(6). تقوم المصانع الذكية على شفافية المعلومات والمساعدة الفنية واتخاذ القرارات اللامركزية. وهذه االمصانع تتبنى أحدث النماذج والتقنيات والترتيبات والهياكل التنظيمية المتميزة. إلى انها تمثيل الانتقال التكنولوجي من الأنظمة المدمجة إلى الأنظمة الفيزيائية الإلكترونية*، وهنا أصبح الاستفادة من المعلومات والخدمات وتقنيات الاتصال مع بعضها البعض بسلاسة (أي مشاركة البيانات والمعلومات) للمساعدة في تحقيق استقلالية الماكينة والنظام والذكاء اللامركزي وتحسين الإنتاج.(19)

المصنع الذكي، المعروف أيضًا باسم المصنع الرقمي أو مصنع الصناعة ٤,٠ ، هو منشأة تصنيع متطورة تستخدم أحدث التقنيات والأنظمة المترابطة لإنشاء بيئة إنتاج ذكية. إنه مفهوم رئيسي يمثل الثورة الصناعية الرابعة التي تتميز بدمج التقنيات الرقمية في عمليات التصنيع.(4)

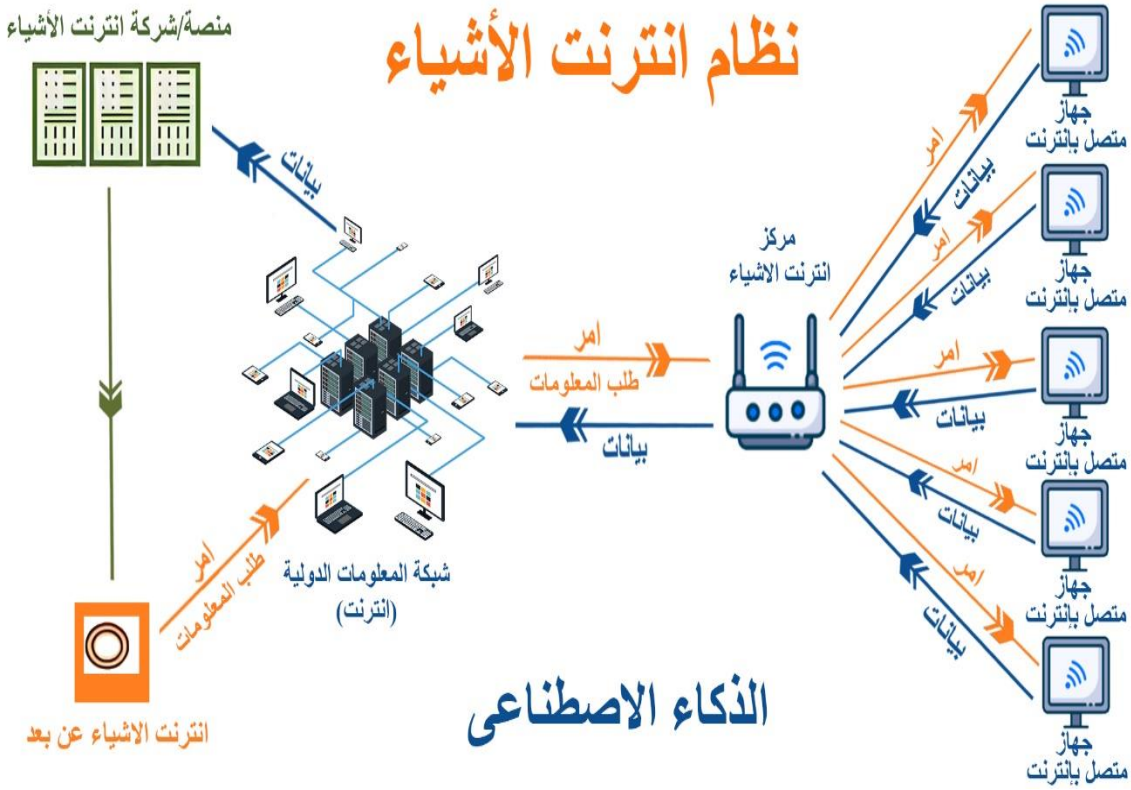


شكل (٣)السمات الرئيسية للثورة الصناعية الرابعة (18)

١-٣-١-تشمل السمات والخصائص الرئيسية للمصنع الذكي ما يلي:(7)

- **الأتمتة:** تعتمد المصانع الذكية بشكل كبير على الأتمتة من خلال استخدام الروبوتات والمركبات ذاتية التوجيه (AGVs) *والآلات التي يتحكم فيها الكمبيوتر. يمكن لهذه الأنظمة الآلية أداء مهام متكررة بدقة عالية وكفاءة.
- **تحليلات البيانات:** يجمع المصنع الذكي كميات هائلة من البيانات من أجهزة الاستشعار والآلات. ثم يتم تحليل هذه البيانات باستخدام الذكاء الاصطناعي (AI) واتخاذ قرارات تعتمد على هذه البيانات.
- **الأنظمة السيبرانية الفيزيائية:** تتكامل أنظمة الإنتاج المادي مع أنظمة المعلومات الرقمية في المصنع الذكي، مما يسمح هذا الدمج بين العناصر المادية والافتراضية بمراقبة وتحكم وتنسيق أفضل لعمليات التصنيع.
- **المرونة والتخصيص:** يمكن للمصانع الذكية التكيف بسرعة مع متطلبات الإنتاج المتغيرة وتلبية تفضيلات العملاء الفردية دون حدوث اضطرابات بعملية التصنيع.
- **الصيانة التنبؤية:** يمكن للمصانع الذكية باستخدام التحليلات التنبؤية توقع الاعطال بالمعدات واحتياجات الصيانة، وتقليل وقت التوقف عن العمل وتحسين أداء المعدات.
- **كفاءة الطاقة:** يتيح دمج التقنيات الذكية إدارة أفضل للطاقة وتحسين الموارد، مما يؤدي إلى تقليل النفايات وزيادة كفاءة الطاقة.

- **الاتصال البيني:** تستفيد المصانع الذكية من إنترنت الأشياء (IoT) وتقنيات الاتصال الأخرى لتوصيل مختلف الأجهزة والآلات والأنظمة ببعضها البعض خلال عملية الإنتاج. يسمح هذا الترابط بتبادل سلسلة من البيانات والتواصل بين انظمة التصنيع.



شكل(٤)

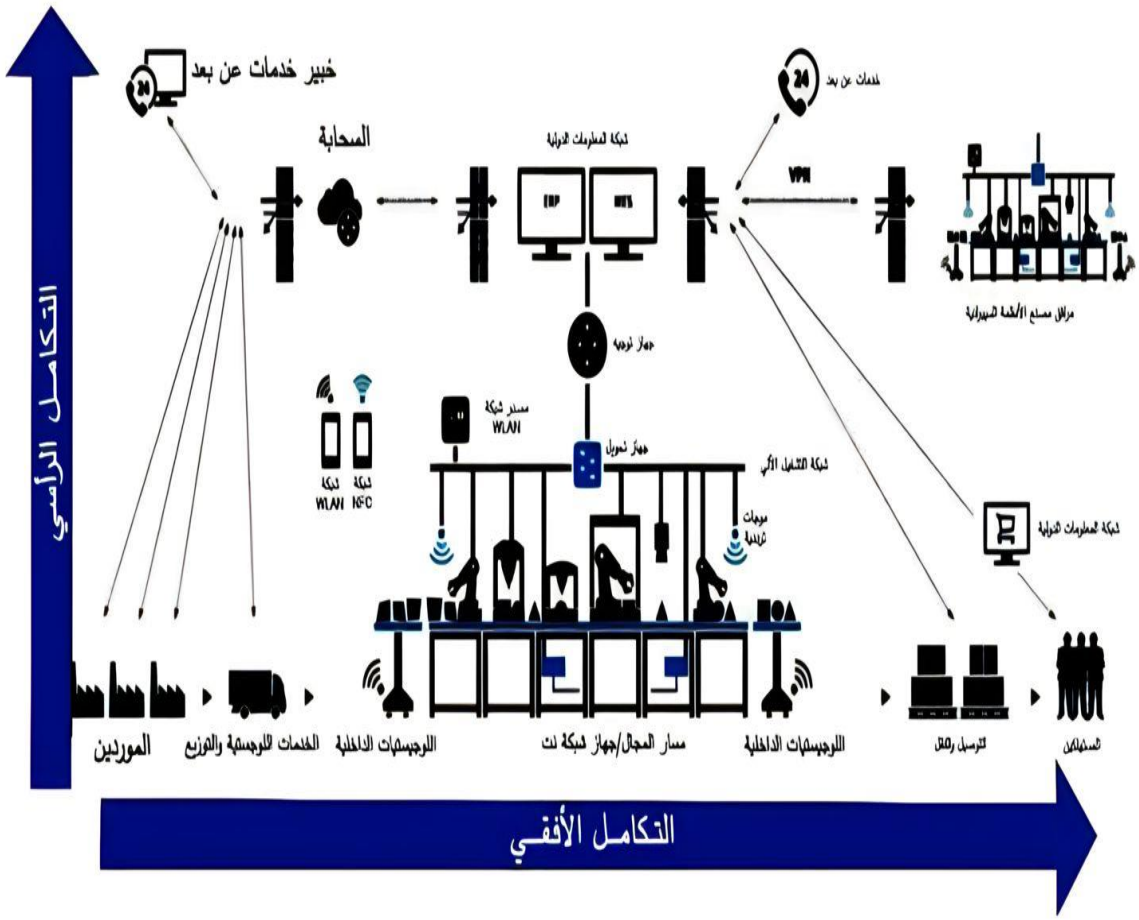
Internet Of Things Ecosystem)النظام البيئي لإنترنت الأشياء

(شكل من عمل الباحث)

- **التعاون بين الإنسان والآلة:** بينما تنتشر الأتمتة في المصانع الذكية ، لا يزال البشر يلعبون دورًا مهمًا في الإشراف على عملية الإنتاج وإدارتها. تعمل الروبوتات التعاونية (cobots) جنبًا إلى جنب مع العاملين البشريين لتعزيز الإنتاجية والسلامة.

١-٤-هدف المصنع الذكي فيما يلي:

تسعي تقنيات الثورة الصناعية الرابعة لتحقيق هدف المصنع الذكي فيكون للتكامل الأفقي والرأسي معنى مختلف يركز على التقنيات والعمليات والأنظمة التي تمكن من جمع البيانات وترتيبها والأتصال بها واستخدامها. فالتكامل الأفقي هو عمل آلالات وأجهزة إنترنت الأشياء والعمليات الهندسية معا بسهولة. بينما التكامل الرأسي هو ربط جميع وحدات الأعمال والعمليات داخل المؤسسات الصناعية .ويقصد بذلك ربط التكنولوجيا التشغيلية (OT) على مستوى الأنتاج مع تكنولوجيا المعلومات(IT) على مستوى المؤسسة ككل. مما يقوم على تدفق البيانات بين جميع وحدات الأعمال. ويتضمن ذلك المنشأة، التسويق والمبيعات و المشتريات، خدمة العملاء، المحاسبة، الموارد البشرية، مراقبة الجودة، البحوث والتطوير.(5)



شكل (٥)

التكامل الأفقي والرأسي في أنظمة الإنتاج في بيئة الثورة الصناعية الرابعة(1)

١-٥- الروبوتات المتقدمة فى صناعة الأثاث

تشير الروبوتات المتقدمة إلى استخدام أنظمة روبوتية متطورة قادرة على أداء المهام المعقدة بدرجة عالية من الدقة واستقلالية. تم تصميم هذه الروبوتات للعمل بشكل مستقل أو بأقل قدر من التدخل البشري، وهي مجهزة بأجهزة استشعار وبرامج وأجهزة متقدمة تمكنها من إدراك والتفاعل معها.

تُستخدم الروبوتات المتقدمة لأتمتة خطوط التجميع، وإجراء فحوصات مراقبة الجودة، والتعامل مع المواد الخطرة. وايضا في مجال الخدمات اللوجستية* ، تُستخدم الروبوتات لفرز البضائع وتغليفها وتحميل الشاحنات وتفريغها وإدارة المخزون.(10)

١-٥-١-أهمية الروبوتات المتقدمة

تتمثل اهمية الروبوتات المتقدمة في زيادة الكفاءة والإنتاجية. يمكن للروبوتات العمل على مدار الساعة دون الحاجة إلى فترات راحة، كما يمكنها أداء المهام بدرجة عالية من الدقة و واستقلالية. يمكن أن يؤدي ذلك إلى توفير في التكاليف للشركات وتحسين نوعية الحياة للعمال الذين لم يعودوا مطالبين بأداء مهام متكررة أو خطيرة.

ومع ذلك، هناك أيضًا مخاوف بشأن تأثير الروبوتات المتقدمة على سوق العمل. نظرًا لأن الروبوتات أصبحت أكثر تقدمًا وقادرة على أداء مجموعة واسعة من المهام، فهناك خطر أنها ستحل محل العاملين البشريين في صناعات معينة. وهذا يمكن أن يؤدي إلى فقدان الوظائف وزيادة التفاوت في الدخل.(5)

شكل (٦)

الفوائد المتعلقة بالروبوتات المتقدمة(1)

المحور الثانى: صناعة الاثاث:

تعد صناعة الأثاث واحدة من من أقدم وأهم الصناعات التي تلعب دورًا أساسيًا في تلبية احتياجات وتحسين جودة الحياة. شهدت هذه الصناعة تطورات ملحوظة في تقنيات التصميم وعمليات التصنيع، ومع تحول الصناعات نحو الثورة الصناعية الرابعة، أصبحت صناعة الأثاث تجربة تحوّل ممتدة من المصانع التقليدية إلى المصانع الذكية المتقدمة.

تحول صناعة الأثاث إلى المصانع الذكية المتقدمة وتبين كيفية استخدام التكنولوجيا المتقدمة لتحسين كافة جوانب العملية، بدءًا من تصميم الأثاث وصولًا إلى تجربة العملاء. هذا التحول يعزز الإبداع والكفاءة في الصناعة من خلال الأتمتة والإنتاج المرن واستخدام الروبوتات في مراحل مختلفة من الإنتاج، مما يسهم في تلبية تطلعات واحتياجات السوق المتغيرة بشكل سريع.

٢-١-المصنع الذكي هو هدف الثورة الرقمية

المصنع الذكي هو اساس للصناعة ٤,٠ . إنها تمثل بيئة إنتاج تنظم نفسها بشكل مثالي دون تدخل بشري. يتم دمج كل من أنظمة التصنيع وأنظمة اللوجستيات داخلها. تشمل مكوناته الأساسية الأنظمة الفيزيائية السيبرانية والشبكات الذكية.(15)

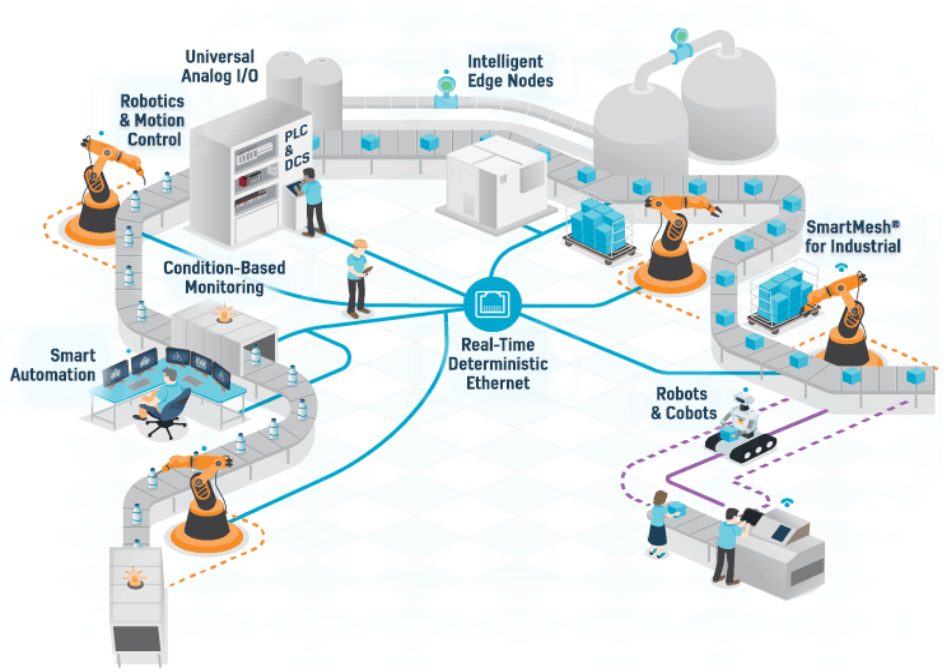
شكل (٧) الأنظمة الفيزيائية السيبرانية والشبكات الذكية للمصنع الذكى

يوجد تسعة ركائز تكنولوجية هما (الامن الالكترونى- الواقع المعزز- انترنت الاشياء- البيانات الضخمة- الحوسبة السحابية-الروبوتات المستقلة-نظام التكامل- التصنيع الاضافى-المحاكاة) التي تشكل الأساس للصناعة ٤,٠ مستخدمة بالفعل في التصنيع، والتي عند الاتصال معًا تخلق تكاملاً كاملاً من جمع البيانات، من خلال تحليلها واتخاذ قرارات إيجابية، مما يؤدي إلى زيادة الكفاءة وتغيير علاقات الإنتاج التقليدية بين الموردين والمنتجين والعملاء، وايضا بين الإنسان والآلة.(15)

شكل (٨)ركائز تكنولوجية التي تشكل الأساس للصناعة ٤,٠

٢-٢-أنظمة الروبوتية المتطورة

تشير أنظمة الروبوتية الى أن يكون للروبوتات المتقدمة تأثير كبير على جوانب مختلفة من عمليات التصميم والتصنيع والتجميع. تتضمن بعض التطبيقات الرئيسية للروبوتات المتقدمة في صناعة الأثاث ما يلي:(8)



شكل(٩)

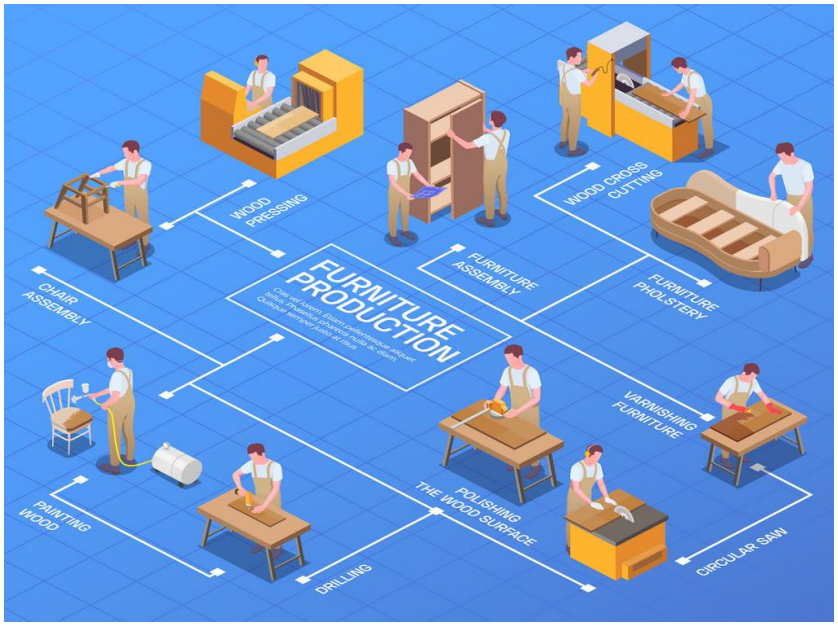
توضح الروبوتات المتقدمة لعمليات الصناعة(17)

- **التصنيع الآلي:** يمكن استخدام الروبوتات المتقدمة لأتمتة مراحل مختلفة من تصنيع الأثاث، بما في ذلك القطع والتشكيل والصنفرة والتشطيب. يمكن للروبوتات المجهزة بأجهزة استشعار وأنظمة رؤية متقدمة أداء هذه المهام بسرعة عالية ودقة واتساق ، مما يؤدي إلى تحسين الإنتاجية ومراقبة الجودة.
- **الروبوتات التعاونية (Cobots)**: تم تصميم الروبوتات التعاونية للعمل جنبًا إلى جنب مع العاملين من البشر، ومشاركة المهام ومساحة العمل بأمان. في صناعة الأثاث، تقوم بمساعدة العمال في رفع الأشياء الثقيلة، وتجميع مكونات الأثاث، وأداء المهام المتكررة، وبالتالي تقليل الضغط البدني على العمال وتحسين كفاءة الإنتاج الإجمالية وتعزيز بيئة عمل متناغمة وفعالة.
- **التخصيص والتخصص:** تتيح الروبوتات المتقدمة الإنتاج الفعال لعناصر الأثاث المخصصة. يمكن برمجة الروبوتات للتكيف مع تفضيلات العملاء الفردية وإنتاج تصميمات أثاث فريدة. من خلال الاستفادة من الروبوتات المتقدمة، يمكن لمصنعي الأثاث تقديم منتجات مخصصة على نطاق أوسع، لتلبية الطلب المتزايد على الأثاث المخصص في السوق.
- **مراقبة الجودة والفحص:** يمكن للأنظمة الروبوتية المجهزة بأنظمة الرؤية وخوارزميات الذكاء الاصطناعي فحص مكونات الأثاث والمنتجات النهائية بحثًا عن العيوب، مما يضمن جودة المنتجات طوال عملية التصنيع. يقلل هذا الفحص الآلي من الاعتماد على الفحص اليدوي، مما يؤدي إلى تحسين جودة المنتج وتقليل الفاقد.
- **تحسين سلسلة التوريد:** يمكن استخدام الروبوتات والأتمتة في عمليات المستودعات والخدمات اللوجستية لتحسين حركة وتخزين مكونات الأثاث والمنتجات النهائية. يمكن استخدامها للتعامل الفعال مع المواد، وإدارة المخزون، وتنفيذ الطلبات، وتحسين كفاءة سلسلة التوريد وتقليل التكاليف.
- **التصميم والنمذجة:** تتيح تقنيات الروبوتات المتقدمة، مثل الطباعة ثلاثية الأبعاد والتصنيع باستخدام الحاسب الآلي، للمصممين إنشاء نماذج أولية معقدة للأثاث بسرعة ودقة. يمكن للأذرع الروبوتية المجهزة بإمكانيات الطباعة ثلاثية

الأبعاد تصنيع مكونات أثاث مخصصة، بينما يمكن لآلات CNC التي يتم التحكم فيها بواسطة الروبوتات أن تنفش بدقة تصميمات معقدة في مواد مختلفة.

٢-٣-مثال على المصنع التقليدى

يقوم المصنع التقليدى على تسلسل التصنيع المحدود بمعدلات إنتاج أقل وبمزيد من الصيانة، استناد القرارات على بناءً على الخبرة المتراكمة دون تحليلات عميقة للبيانات و تدريب تقليدي للعمال على عمليات تقليدية دون متابعة تحديث الكفاءات بشكل متكرر، يعتمد على استخدام التكنولوجيا المحدودة التقليدية مع الاقتصار على الأتمتة الأساسية والمعدات التقليدية واستخدام العمليات اليدوية مما يؤدي إلى هدر فى الخامات والوقت مما يؤدى صعوبة التكيف مع التغييرات السريعة في السوق بسبب الهيكلية الثابتة.



شكل (١٠)

توضح نموذج لمصنع تقليدى لصناعة الأثاث(20)

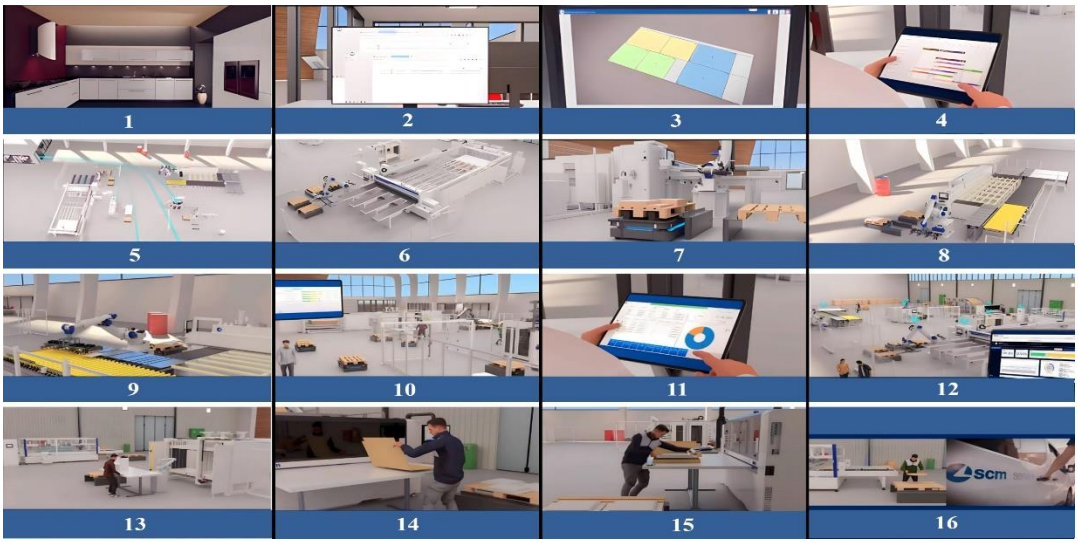
٢-٤-دراسه حاله مقترح لمصنع أثاث ذكى متقدم

تقدم شركة supply chain management (SCM) مقترح مستقبلى للإنتاج الرقمي، المتصل، المتكامل لدعم العميل في مواجهة التحديات الاكثر تعقيدا للتخصيص الشامل، مما يجعل العمليات أسرع وأكثر استدامة، ويحافظ على انخفاض التكاليف والاستهلاك والنفايات وتبسيط الإدارة.

يعمل مصنع Smart & Human (SCM) لصناعة الأثاث على تحسين الأداء بفضل الآلات والخلايا المرنة والمعايير المدمجة مع الوحدات التي تتكامل مع أحدث البرامج والخدمات الرقمية وأنظمة التشغيل الآلي المبتكرة، مثل الروبوتات الصناعية المفصلية و الروبوتات التعاونية Cobots.

يمكن الآن لـ ERP و CRM و PLM و MES و WMS و SWM *تبادل المعلومات بطريقة سلسة تمامًا. مثال على ذلك: الطلبات التي يتم أخذها على مستوى CRM يتم نقلها بشكل طبيعي إلى ERP. يتم إرسال أوامر شراء من ERP والمواصفات الفنية لـ PLM إلى أرضية الإنتاج. يتم إرسال تقارير إنتاج MES وقوائم جرد WMS إلى تخطيط

موارد المؤسسات ERP . يتم تحديث سلسلة التوريد SWM عبر الإنترنت بأوامر العملاء وطلباتهم وحالة الإنتاج والتخطيط. يتم إبقاء مسئولين في كل قسم للاطلاع الدائم بالأرقام في الوقت الفعلي، مما يقلل من الهدر ويزيد من الربح. (18)



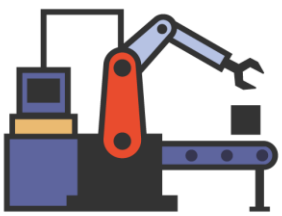
شكل (١١)

توضح نموذج لمصنع الرقمىSCM Smart & Human لصناعة الأثاث

(صورة من تجميع الباحث بالإستعانة بمرجع رقم (١٨))

٢-٥-فيما يلي مقارنة بين مصانع الأثاث التقليدية، النصف ذكية والذكية:

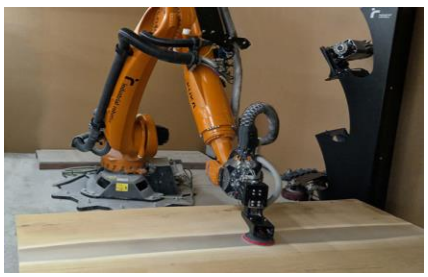
الجانب	المصنع التقليدي	المصنع النصف ذكي	المصنع الذكي
عمليات التصنيع	العمليات اليدوية كثيفة العمالة بأتمتة محدودة.	يدمج بعض التكنولوجيا البسيطة في عمليات التصنيع، مثل استخدام آلات محددة أو تقنيات تجميع مبسطة.	عمليات تصنيع متكاملة ومؤتمتة باستخدام الروبوتات، إنترنت الأشياء والتكنولوجيا الذكية.
التصميم وعمليات النماذج	الاعتماد على النماذج الأولية والأساليب التقليدية للتصميم، وقد يكون هناك اعتماد أكبر على التجربة المباشرة.	يستخدم تقنيات التصميم ثلاثي الأبعاد (3D) وتطبيقات النماذج الافتراضية لتقديم تصاميم دقيقة واختبارها قبل الإنتاج.	يستخدام برامج نمذجة ثلاثية الأبعاد والنماذج الرقمية مع تطبيقات تحليلية متقدمة لتحسين عمليات التصميم وجعلها أكثر دقة.
التخصيص	خيارات التخصيص المحدودة بسبب الإنتاج الضخم مما يتطلب وقتا إضافيا.	استخدام التقنيات البسيطة مثل القطع والتشكيل المعد بالتكنولوجيا.	إمكانيات التخصيص المتقدمة، لتقديم منتجات مخصصة للعملاء.
جمع البيانات وتحليلها	استخدام محدود لجمع البيانات وتحليلاتها.	يقوم بجمع بعض البيانات الأساسية وقد يستخدم التحليلات لتحسين عمليات محددة.	جمع بيانات شامل (اى من مختلف مراحل الإنتاج) وتحليلها بواسطة الذكاء الاصطناعي لتحسين كل جوانب التصنيع.

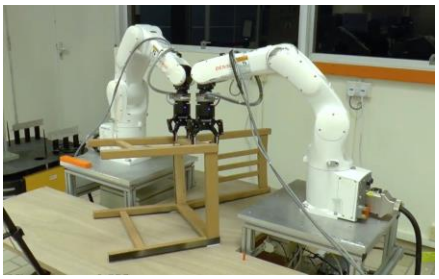
إدارة سلسلة التوريد	إدارة تقليدية لسلسلة التوريد بشفافية محدودة.	يوجد تكامل السلسلة التوريد باستخدام تقنيات مبسطة مثل تتبع الإمداد والتسليم.	إدارة متكاملة لسلسلة التوريد واستجابة لاحتياجات السوق المتغيرة مع تتبع في الوقت الفعلى وإدارة لوجستية فعالة.
تجربة العملاء	مبيعات تعتمد بشكل أساسي على المتاجر الفعلية مع وجود مبيعات محدوده عبر الإنترنت.	تحسين تجربة العملاء بسبب استخدام التقنيات البسيطة مثل التصميم ثلاثي الأبعاد والمعاينة.	توفير تجربة عملاء متفوقة من خلال استخدام صالات عرض بالواقع المعزز/ المواقع المختلط وتخصيص المنتجات عبر الإنترنت.
الاستجابة لتغييرات السوق	بطيء في التكيف مع متطلبات واتجاهات السوق.	يسمح باستجابة أفضل للتغييرات من خلال استخدام التكنولوجيا البسيطة وتوقع الاتجاهات.	استجابة سريعة ومرنة لتغييرات احتياجات السوق، مما يسهل التعديلات السريعة.
استغلال الموارد	التحكم في استغلال الموارد يكون محدودًا يترتب على ذلك حدوث هدر في المواد والموارد.	يستفيد من الأتمتة البسيطة لتحسين استغلال الموارد وتحسين الإنتاجية.	استغلال الأمثل للموارد باستخدام الأتمتة والتحليلات، مما يؤدي إلى تقليل الهدر وزيادة الكفاءة التكلفة.
العمالة	تعتمد على اليدوية والمهارات التقليدية للعمال في عمليات التصنيع.	تستخدم اليدوية مع بعض العمليات التلقائية والآلية لتحسين الإنتاجية والتكنولوجيا البسيطة.	تعتمد بشكل كبير على التكنولوجيا والآلات المتقدمة مع القدرة على التحكم والمراقبة عبر الإنترنت.
الصيانة والإصلاحات	الصيانة والإصلاحات تتم بناءً على الطلب وبشكل غير مستند إلى البيانات.	تتضمن صيانة وإصلاحات أكثر تنظيمًا باستخدام بيانات التحليل والمراقبة الذكية.	يعتمد على الصيانة التنبؤية والإصلاح باستخدام تحليلات البيانات والتقنيات المتقدمة، مما يقلل من التوقف ويحسن الكفاءة التشغيلية.
أمثلة	تصنيع الأثاث الخشبي التقليدي.	استخدام آلات للقطع والتشكيل مع التجميع اليدوي.	استخدام الأتمتة وتقنيات متقدمة في تصنيع الأثاث مع تحسين الإنتاجية.
شكل توضيحي			

جدول (١)

يوضح الفرق بين مصانع الأثاث التقليدية ومصانع الأثاث الذكية (جدول من عمل الباحث)

٢-٦-فيما يلي مقارنة بين مراحل تصنيع الأثاث التقليدي وبمساعدة الروبوتات

المرحلة	تصنيع الأثاث بمساعدة الروبوتات	تصنيع الأثاث التقليدي
التصميم والتخطيط	استخدام برامج الذكاء االصطناعي(AI) لقدرة الآلات والحواسبة الرقميّة على القيام بمهام تساعد المصممين على إنشاء تصميمات ونماذج متعددة ومتميزة من خلال إنشاء صور عديد عن طريق مدخلات لاوصاف نصية يحددها المصمم، مثال على ذلك :تطبيق"Midjourney"، حيث يصبح البرنامج شريك فى التصميمات والقدرة على تحسين باستخدام تحليلات الكمبيوتر.	استخدام برامج تصميم ثلاثية الأبعاد(3D) وبرامج ثنائية الأبعاد (2D) .لإنشاء تصاميم تحتاج إلى وقت أطول للتصميم وتعديلها.
تحضير الأخشاب الخام	استخدام الروبوتات والآلات المتقدمة لتقطيع وتحضير الأخشاب بدقة عالية.لتقليل الفاقد والتحسين في استخدام المواد.	التحضير اليدوي باستخدام أدوات يدوية.يمكن أن يكون هناك فاقد عالي واستهلاك مواد أكثر.
تقطيع الأخشاب	استخدام الروبوتات(RoboCut) له القدرة على تنفيذ عمليات القطع بدقة.قدرة على التعامل مع تصميمات معقدة.	القطع يتم يدويًا أو باستخدام آلات تقليدية.قد يكون هناك اختلاف في الدقة والوقت.
الصنفرة وتحضير الأسطح	الروبوتات(RoboSand) يمكنها تنفيذ عمليات الصنفرة وتحضير الأسطح بدقة عالية وسرعة. تجفيف سريع وتحقيق تجانس في السطح. 	عمليات الصنفرة وتحضير الأسطح تتطلب وقتًا أطول ويتم يدويًا.قد تكون هناك اختلافات في الجودة واللون.

الحفر والغراء	استخدام الروبوتات للحفر والتطبيق الدقيق للغراء. تقليل الفاقد وزيادة الدقة. 	الحفر والغراء يتم يدويًا وقد يتطلب المزيد من الوقت. يمكن أن يكون هناك اختلاف في الدقة والتوجيه.
التشطيب والطلاء	الروبوتات(RoboSpray) تنفذ عمليات التشطيب والطلاء بدقة عالية.تجفيف سريع وتحقيق تجانس في اللون. 	التشطيب والطلاء يمكن أن يتم يدويًا أو بمساعدة آلات تقليدية.قد تكون هناك اختلافات في الجودة واللون.
التجميع	الروبوتات(Robotics Science) تكون من عدد قليل من الأذرع وأجهزة الاستشعار الأساسيةالتي يمكنها تنفيذ عمليات التجميع بدقة عالية وسرعة تجميع دقيق وقوي. 	التجميع يتم يدويًا بواسطة العمال. يمكن أن يستغرق وقتًا أطول وقد تكون هناك اختلافات في القوة.

الكشف عن العيوب والجودة	الروبوتات تستخدم أنظمة الرؤية للكشف عن العيوب بدقة عالية. توثيق دقيق للجودة. 	الكشف عن العيوب يتم يدويًا وممكن أن يكون أقل دقة. يمكن أن يكون صعبة التوثيق.
التعبئة والشحن	الروبوتات تنفذ عمليات التعبئة والشحن بكفاءة. تقليل خطأ التعبئة. 	التعبئة والشحن يتم يدويًا وقد يكون معرضًا لأخطاء التعبئة. يمكن أن يستغرق وقتًا أطول.

جدول (٢)

يوضح الفرق بين تصنيع الأثاث التقليدي و تصنيع بمساعدة الروبوتات

(جدول من عمل الباحث)

النتائج

بإستخدام تقنيات الثورة الصناعية الرابعة في صناعة الأثاث أدى إلى تطوير هذه الصناعة سواء على مستوى التصميم، التصنيع، إدارة سلسلة التوريد، إدارة المخزون، الفترة الزمنية وإمكانية التتبع مما يؤدي الى تلبية متطلبات العملاء المتنوعة، للوصول الى منهجية لتصميم مصنع الأثاث الذكى للتكيف المصممين مع هذه التقنيات والأستفادة من التكنولوجيا المتقدمة.تم تصميم هذة المنهجية من خلال خمس مراحل هما(التخطيط وتحليل الاحتياجات، تكنولوجيا الأتمتة والذكاء الاصطناعي، تصميم العمليات وتحسين الأداء، تكنولوجيا المصنع الذكي والتشغيل اليومي، تدريب وتحسين مستمر). إتباع هذه المنهجية

يمكن تحسين عمليات الإنتاج بإستخدام أحدث التقنيات وتحقيق الكفاءة وتفعيل الاستفادة من البيانات بذكاء. كما هو موضح فى الشكل الأتى:

شكل(11) يوضح منهجية لتصميم مصنع الأثاث الذكى (مخطط من عمل الباحث)

نتائج البحث

1. تصميم مصنع الأثاث الذكي يؤدي إلى زيادة كبيرة في كفاءة عمليات الإنتاج والاستخدام الأمثل للموارد وتظهر زيادة ملحوظة في معدلات الإنتاج.
2. استخدام التكنولوجيا المتقدمة والرصد في الوقت الفعلي، يؤدى الى تحسين جودة المنتجات المصنوعة في المصنع الذكي، مما يقلل من نسبة الخطأ والفاقد.

3. التأمين على الأتمتة وتحسين الكفاءة، يمكن من تقليل تكاليف التشغيل بشكل كبير. قد يشمل ذلك تقليل تكاليف الطاقة والمواد الخام.
4. مصانع الأثاث الذكية تسمح بتخصيص المنتجات بسهولة وفقًا لاحتياجات العملاء. مما يؤدى من مرونة الإنتاج ويساعد في تلبية الطلبات المتغيرة بسرعة.
5. المصانع الذكية للأثاث تحسن تجربة العملاء من خلال توفير منتجات مخصصة بجودة عالية وتسليم أسرع.
6. تصميم مصنع الأثاث الذكي يمكن أن يجعل الشركة أكثر تنافسية في السوق العالمية من خلال تقديم منتجات عالية الجودة بتكاليف تنافسية.
7. التقنيات الحديثة للمصانع الذكية للأثاث تساهم في تحسين إدارة سلسلة التوريد من خلال رصد وتتبع العمليات بشكل دقيق وتوجيه المواد بفعالية من خلال إدارة السلسلة اللوجستية الذكية.
8. تقنيات الصناعة ٤,٠ في مصانع الأثاث الذكية تعزز الاستدامة وإدارة الموارد من خلال الأتمتة.
9. من خلال تحليل البيانات والأداء المستمر للمصانع الأثاث الذكية، يمكن تحديث منهجية التصميم لتحسين العمليات باستمرار.
10. تقنيات الصناعة ٤,٠ في مصانع الأثاث الذكية يمكنها التكيف بشكل أفضل مع التغيرات في احتياجات السوق والطلبات العالمية.

التوصيات:

توصيات خاصة بالمؤسسات التعليمية:

- رفع الوعى لدى المصممين بالتقنيات الحديثة الناتجة من الثورة الصناعية الرابعة.
- ضرورة الألمام الطلاب بالتكنولوجيا الحديثة الناتجة من الثورة الصناعية الرابعة وادخالها فى المناهج التعلمية.

توصيات خاصة بالهيئات الصناعية:

- تطبيق التكنولوجيا الحديثة التي تشمل الذكاء الاصطناعي (AI) وإنترنت الأشياء (IoT) وتحليلات البيانات الضخمة لتصميم البنية التحتية للبيانات لتجميع وتخزين المعلومات المتنوعة.
- تطبيق الأتمتة في عمليات التصنيع التى تشمل الروبوتات والمعدات التي تتحكم فيها البرمجيات.
- تقديم دراسة مفصلة لتقدير التكاليف اللازمة لتصميم وتنفيذ مصنع الأثاث الذكي.
- تطبيق أنظمة أمان قوية لحماية بيانات المصنع والعمليات من التهديدات السيبرانية للمصنع.
- تطوير مهارات المصممين والعمال من خلال التدريب المناسب لفريق العمل للتعامل مع التقنيات الجديدة اللازمة للتشغيل وصيانة المصنع.

توصيات خاصة بالدولة:

- تبنى المؤسسات والأجهزة المعنية للدولة بإدخال مفاهيم الذكاء الاصطناعى، انترنت الاشياء، تحليل البيانات فى تصميم مصانع الأثاث.
- وضع الدولة استراتيجية لتصميم وادارة مصنع الاثاث الذكى لتقييم النتائج لتحديد نقاط القوة والضعف واتخاذ الإجراء اللازمة لتحسين الانتاج من خلال تكامل منصات التصميم والطلب مع عمليات الإنتاج.

المراجع:

1. شريبه إ. ن.، وأحمد، س. س. " أهمية تطبيق تكنولوجيا التوائم الرقمية ومعوقاتها في المشاريع الهندسية في سوريا ".الجامعة الافتراضية السورية .pdf. (٢٠٢٢)

Shariba E. N., and Ahmed, S. s. 'The importance of applying digital twin technology and its obstacles in engineering projects in Syria'. Syrian Virtual University.pdf. (2022)

2. كتاب- الثورة الصناعية الرابعة- الطبعة الاولى - إعداد:دائرة الشؤون الخارجية والاتصالات شركة تنمية نفط عمان ش م م- الطبعة الاولى-س (٢٠١٩).

Book - The Fourth Industrial Revolution - First Edition - Prepared by: Department of Foreign Affairs and Communications, Petroleum Development Oman LLC - First Edition - 2019).

ثانيا:المراجع الاجنبية:

3. Bzhwen A Kadir,DESIGNING NEW WAYS OF WORKING IN INDUSTRY4.0.gree .pdf. (2020)nbuttey,
4. INDUSTRY4.0 AN OPPORTUNITY TO REALI.Werthmann Hedwig،Blunck Erskin SUSTAINABLE MANUFACTURING AND ITS POTENTIAL FOR A CIRCULA.ZE .pdf.(2017)R ECONOMY.Hrcak
5. G. Culot, F. Fattori, M. Podrecca, and M. Sartor: Addressing industry 4.0 cybersecurity challenges, IEEE Eng. Manag. Rev., vol. 47, no. 3, Sep. pdf. 2019).
6. Henning Kagermann, P.D.W.W.; Helbig, D.J. Recommendations for Implementing the Strategic Initiative INDUSTRIE 4.0-Final Report of the Industrie 4.0 Working Group; Technical Report; German Federal Ministry of Education and Research (BMBF): Bonn, Germany, 2013).
7. Pascal ،Manuela Waldner ،Philipp Gerbert ،Markus Lorenz ،Michael Rüßmann Industry 4.0: The Future of Productivity and Jan Justus. Michael Harnisch and ،Engel Growth in Manufacturing Industries : .pdf. APRIL 09,(bcg. 2015)
8. Angel Gonzalez. و ،Ramiro Cabás ،L. M. ،Cabás Ormaechea ،N. E. ،Nava Rodriguez .Book.Pdf. January (2011)research gateAdvanced Mechanics in Robotic System.
9. Thoben, K.D.; Wiesner, S.; Wuest, T. “Industrie 4.0” and smart manufacturing—A review of research issues and application examples. Int. J. Autom. Technol. 2017).
10. Wojciech, Turbański& Łukasz, Matwiej, Krzysztof Wiaderek and Maciej Sydor - Comparative analysis of the manual and robotic upholstery frame assembly processes. Study based on many years of research- MATEC Web of Conferences 338, 01028 (2021) June.
11. Zhou K, Liu T, Liang L. From cyberphysical systems to industry 4.0: Make future manufacturing become possible. International Journal of Manufacturing Research.;11:167-188. DOI: 10.1504/IJMR.2016.078251.(2016)

ثالثا:المواقع الاكترونية:

12. geeksforgeeks:(MachineLearningTutorial)[ONLINE]Available at:https://www.geeksfo rgeeks.org/machine-learning/Accessed: 20-Aug-2023
13. [ONLINE]Available at:https://heliconia.io/blog/industry-)Heliconia: (Industry 4.0 2/what-is_industry-4-0-1 Accessed: 21-Aug-2023

14. Iberdrola:[ONLINE]Available at:https://www.iberdrola.com/documents/20125/40114/Industrial_Revolutions.jpg/331071d6-5ae0-6834-5676-20a7202e285b?t=1626930072339 Accessed:28-Aug-2023
15. [ONLINE]Available at:https://ie.rsonline.com/web/generalDisplay.html?id=did-you-know/industry-4.0 Accessed: 26-Aug-2023)Ie.rs:(Industry4.0
16. [ONLINE]Available at:https://www.livehome3d.)Design Live Home 3D(AI in Interior com/useful-articles/ai-in-interior-design Accessed: 20-Aug-2023
17. media.licdn:[ONLINE]Available.at:Accessed:https://media.licdn.com/dms/image/C5112AQGp6X5kwb3lAg/articlecover_imageshrink_600_2000/0/1585044952999?e=2147483647&v=beta&t=ELeoMgrqKo_1zqg6F6tMLcHcP09KuRpEVMk2d5g7tOU 28-Aug-2023
18. SCM Woodworking Technology:[ONLINE]Available.at:Accessed:https://www.youtube.com/watch?v=Wj6KuqUWgZs28-Aug-2023
19. State of the IIoT-Key Trends and Predictions for the Industrial Internet of Things [ONLINE]Available.at:https://opto22.com/support/resources.tools/documents/2215whitepaper-state-of-the-iiot-2017 Accessed: 23-Aug-2023
20. vectorstock:[ONLINE]Available at:https://cdn.vectorstock.com/i/1000x1000/00/39/furniture-production-isometric-flowchart-vector-26380039.webp Accessed: 26-Aug-2023

---

i

* **GSMA** هو النظام الموحد للاتصالات المتنقلة، هي منظمة عالمية توحد النظام البيئي المحمول لاكتشاف وتطوير وتقديم الابتكار الأساسي لبيئات العمل الإيجابية والتغيير المجتمعي.

* **الأتمتة(Automation)**: استخدام الحاسوب والأجهزة المبنية على المعالجات والبرمجيات في مختلف القطاعات الصناعية والتجارية والخدمية من أجل تأمين سير الإجراءات والأعمال بشكل آلي دقيق وسليم وبأقل خطأ ممكن. تطورت العدد من التقنيات فتمثل الروبوتات (Robotics) واحدةً من أهم هذه التقنيات.

الأنظمة الفيزيائية الإلكترونية: أنظمة ميكانيكية يتم التحكم فيها بواسطة الخوارزميات المستندة إلى الكمبيوتر.

المركبات الموجهة الآلية (AGVs): هي مركبات ذاتية التوجيه تنقل المواد والمنتجات حول منشأة التصنيع أو التوزيع دون الحاجة إلى تدخل بشري.

الخدمات اللوجستية (Logistics): هي العمليات والإجراءات التي تضمن نقل المنتجات والبضائع من نقطة إلى أخرى عبر مختلف وسائل النقل البرية أوالبحرية أو الجوية.

*يرمز **CRM** يشير إلى إدارة علاقات العملاء

يرمز **ERP** إلى تخطيط موارد المؤسسات

يرمز **PLM** تعني إدارة دورة حياة المنتج

يرمز **MES** تعني نظام تنفيذ التصنيع

يرمز **WMS** تعني نظام إدارة المستودعات

يرمز **SWM** تعني إدارة سلسلة التوريد.

كل ما سبق أنظمة برمجية مستخدمة في العمليات التجارية لإدارة جوانب مختلفة من الشركة