تطبيقات الواقع الافتراضي في التصنيع ودوره في جودة الأثاث المعدني

Applications of virtual reality in manufacturing and its role in the quality of metal furniture

أ.د / خالد محمد جاد

استاذ تكنولوجيا انتاج الاثاث بقسم تصميم الاثاث والانشاءات المعدنية – كلية الفنون التطبيقية – جامعة حلوان

prof. Khaled Mohammed Gad

Professor of furniture production technology at the Department of Furniture Design and Metal Construction - Faculty of Applied Arts - Helwan University

khaled_atallah@a-arts.helwan.edu.eg

م.د / ايمن علي عبدالحليم

ـمدرس بقسم تصميم الاثاث والانشاءات المعدنية - كلية الفنون التطبيقية – جامعة حلوان

Dr. Ayman Aly AbdelHalim

Teacher in the Department of Furniture Design and Metal Construction - Faculty of Applied Arts - Helwan University

Dr-aymanaly@a-arts.helwan.edu.eg

م/ عبدالرحمن مهدي علي احمد

معيد بقسم تصميم الاثاث والانشاءات المعدنية- كلية الفنون التطبيقية – جامعة حلوان

Eng. Abdulrahman Mahdi Ali Ahmed

Teaching Assistant, Department of Furniture Design and Metal Construction, Faculty of Applied Arts, Helwan University

ملخص البحث

يناقش البحث اهمية الواقع الافتراضي في التصنيع الحديث الذي يعتمد بشكل كامل علي التقنيات الرقمية, حيث يكمن دور الواقع الافتراضي في تحليل أجزاء المنتجات بشكل كامل وإجراء الاختبارات والتفتيش عليها وكذلك معرفة نقاط الضعف والقوة والتأكد من جودتها في البيئة الأفتراضية للتأكد من صلاحيتها وإيفاءها بأحتياجات العملاء والوظائف التي صنعت من اجلها. كما أن الواقع الافتراضي (VR) يغير الطريقة التي نتعامل بها مع العالم. حيث أن هذه التكنولوجيا تغير أيضًا طريقة تصنيع المنتجات. حيث توغل الواقع الافتراضي في جميع مرافق التصنيع والشركات ، مما يؤدي مستقبلاً إلى إحداث ثورات مذهلة في عالم التصنيع و جودته. وتعتبر مراقبة الجودة وضمانها من العناصر الحاسمة في عمليات التصنيع. حيث يعد التأكد من أن المنتجات تلبي المواصفات والمتطلبات أمرًا ضروريًا للحفاظ على رضا العملاء وتجنب عمليات سحب المنتج المكلفة. ومن ثم يعد الواقع الافتراضي في التصنيع (VR) واحداً من التقنيات الواعدة لتحسين مراقبة الجودة وضمانها حيث يتيح الواقع الافتراضي للمصنعين محاكاة سيناريوهات العالم الحقيقي واختبار المنتجات وتحديد العيوب المحتملة قبل أن تتحول إلى مشكلات. وهذا يمكن أن يوفر الوقت والمال عن طريق تجنب الحاجة إلى بناء نماذج أولية مادية وإجراء اختبارات باهظة الثمن. ويناقش هذا البحث كيفية استخدام الواقع الافتراضي في التصنيع وبعض الفوائد التي يقدمها وتأثيره علي جودة المنتجات. حيث يستعرض البحث مفهوم الواقع الافتراضي وخصائصه كذلك الواقع المرئي من حيث أن يكون واقع مرئي أو مكاني ومفهوم التصنيع الافتراضي. وتكمن مشكلة البحث ان كثير من المنتجات تحتاج الي عمل نماذج اولية للتأكد من جودتها وجودة اجزائها قبل انتاجها بشكل كمي مما يتطلب كتير من الوقت والمجهود والمال وإجراء اختبارات جودة وفحص عليها. ويهدف البحث الي استخدام الواقع الافتراضي في مجال التصميم و التصنيع كخطوة سابقة على التصنيع الفعلي. كذلك أثر الجودة كخطوة تالية لعملية التصنيع في اختبار المنتجات و جودتها واجراء الفحص

والاختبارات عليها قبل عملية التصنيع والانتاج الكمي.ويحدد البحث العلاقة بين الواقع الافتراضي والتصميم والتصنيع على اعتبار التصميم هو اللبنة الأولي في هيكل التصنيع. مما يقودنا إلى تطبيقات الواقع الافتراضي في عمليات تصنيع المنتج الذي يبدأ بعملية التصميم ثم عملية التصنيع . مختتما البحث لمفهوم الجودة في التصنيع.

الكلمات المفتاحية
الواقع الافتراضي – التصنيع الافتراضي – الجودة

Abstract:

The research discusses the importance of virtual reality in modern manufacturing, which depends entirely on digital technologies, where the role of virtual reality lies in analyzing product parts completely, conducting tests and inspecting them, as well as knowing the weaknesses and strengths and ensuring their quality in the virtual environment to ensure their validity and meet the needs of customers and the functions for which they were made. Virtual reality (VR) is also changing the way we interact with the world. This technology is also changing the way products are manufactured. Virtual reality haall manufacturing facilities and companies, leading in the future to make amazing revolutions in the world of manufacturing and its quality. Quality control and assurance are critical elements in manufacturing processes. Ensuring that products meet specifications and requirements is essential to maintain customer satisfaction and avoid costly product recalls. Virtual reality in manufacturing (VR) is therefore one of the most promising technologies for improving quality control and assurance as virtual reality allows manufacturers to simulate real-world scenarios, test products and identify potential defects before they turn into problems. This can save time and money by avoiding the need to build physical prototypes and run expensive tests. This research discusses how to use virtual reality in manufacturing and some of the benefits it offers and its impact on product quality. Where the research reviews the concept of virtual reality and its characteristics as well as visual reality in terms of being a visual or spatial reality and the concept of virtual manufacturing. The problem of research is that many products need to make prototypes to ensure their quality and the quality of their parts before producing them quantitatively, which requires a lot of time, effort and money and conducting quality tests and inspection on them. The research aims to use virtual reality in the field of design and manufacturing as a step prior to actual manufacturing. As well as the impact of quality as a next step of the manufacturing process in testing products and their quality, conducting inspection and tests on them before the manufacturing process and quantitative production. The research determines the relationship between virtual reality, design, and manufacturing, as design is the first building

block in the manufacturing structure. Which leads us to the applications of virtual reality in the manufacturing processes of the product that begins with the design process and then the manufacturing process. Concluding the research on the concept of quality in manufacturing.

Keywords

Virtual Reality – Virtual Manufacturing– Quality

المقدمة

تستُخدم تقنية الواقع الافتراضي (VR) على نطاق واسع في التطبيقات العلمية والهندسية والتعليمية في جميع أنحاء العالم. كما تتقدم التكنولوجيا على نطاق واسع يوما بعد يوم. ويعد جانباً رائداً وواسع النطاق في تكنولوجيا المعلومات(IT)، حيث يمكن أن يمثل الواقع الافتراضي مفهوماً مكانياً ثلاثي الأبعاد بمساعدة الكمبيوتر والأدوات الذكية الأخرى. بإستخدام الادوات التي تدعم الواقع الافتراضي، يمكن للمستخدم التفاعل والتحكم وإدارة الأشياء التي تنتمي إلى البيئة الافتراضية. في هذا السياق، يمكن الإشارة إلى نظام الواقع الافتراضي على أنه عالم مكاني إصطناعي ثلاثي الأبعاد من وجهة نظر المستخدم. إن القدرة على تصوير المعلومات ثلاثية الأبعاد، حيث اصبح المستخدم علي تواصل كبير مع الكمبيوتر البشري، وغمر المستخدم في العالم الافتراضي، تجعل من أنظمة الواقع الافتراضي فئة مختلفة عن أنظمة المحاكاة الأخرى. يقوم نظام الواقع الافتراضي على ثلاثة عناصر وهي التفاعل والانغماس والخيال التي تكمل بعضها البعض لذلك الواقع الافتراضي هو واجهة قوية بين الانسان والحاسوب. (1)LaValle SM (2017)

في السنوات الأخيرة ،حقق تطوير رسوم الحاسوب وأجهزة الحاسوب تقدماً كبيراً في تكنولوجيا الواقع الافتراضي. الحالة المثالية للواقع الافتراضي هي أنه يمكن للمستخدمين التفاعل مع المنتجات في البيئة الافتراضية في الوقت الفعلي والحصول على ردود فعل حقيقية أنية دون قيود كما لو كانت غامرة. يحدد هذا الخصائص الثلاث التي يجب أن يتمتع بها نظام الواقع الافتراضي: المفهوم والانغماس والتفاعل.

فنجد المفهوم هو الغرض من الواقع الافتراضي ، التفاعل هو مطلب الواقع الافتراضي ، الانغماس هو جوهر الواقع الافتراضي لذلك يجب أن يتمتع نظام الواقع الافتراضي الممتاز أولا بحس جيد من الانغماس والتفاعل من أجل تمكين المستخدمين من اكتساب الخبرة الحقيقية وذلك لتحقيق الغرض من التصور. بينما التفاعل هو ضمان اكتساب المستخدمين إحساسا بالانغماس. يعني التفاعل أن إنه بدعم من الأجهزة التفاعلية يمكن للمستخدمين التفاعل مع كائنات العالم الافتراضي التي تم إنشاؤها بواسطة أجهزة الحاسوب بشكل بسيط وطريقة طبيعية من أجل تمكين المستخدمين من اكتساب خبرة حقيقية وذلك لتحقيق الغرض من التصور. ويمكن إنشاء بيئة أكثر طبيعية ومتناغمة بين الإنسان والآلة من خلال الإدراك ثنائي الاتجاه بين المستخدمين والبيئة الافتراضية. لذلك، فإن التفاعل بين الإنسان والحاسوب هو الرابط الرئيسي للواقع الافتراضي من التجربة إلى التطبيق.

ويناقش هذا البحث كيفية استخدام الواقع الافتراضي في التصنيع وبعض الفوائد التي يقدمها وتأثيره علي جودة المنتجات. حيث تكمن

مشكلة البحث

ان كثير من المنتجات تحتاج الي عمل نماذج اولية للتأكد من جودتها وجودة اجزائها قبل انتاجها بشكل كمي مما يتطلب كتير من الوقت والمجهود والمال وإجراء اختبارات جودة وفحص عليها.

هدف البحث

الي استخدام الواقع الافتراضي في مجال التصميم و التصنيع كخطوة سابقة على التصنيع الفعلي. كذلك أثر الجودة كخطوة تالية لعملية التصنيع في اختبار المنتجات و جودتها واجراء الفحص والاختبارات عليها قبل عملية التصنيع والانتاج الكمي.و تنبثق

اهمية البحث

من العلاقة بين الواقع الافتراضي والتصميم والتصنيع على اعتبار التصميم هو اللبنة الأولي في هيكل التصنيع. مما يقودنا إلى تطبيقات الواقع الافتراضي في عمليات تصنيع المنتج الذي يبدأ بعملية التصميم ثم عملية التصنيع . مختتما البحث لمفهوم الجودة في التصنيع.

المحور الاول : مفهوم وخصائص الواقع الافتراضي:

يمكن تعريف الواقعالافتراضي (VR) بانه نظام محاكاة حاسوب تفاعلي مع اندماج معلومات متعددة المصادر من خلال محاكاة المعلومات المرئية واللمسية والسمعية وغيرها من المعلومات الحسية ، كما يمكن للمستخدمين التفاعل مع الكائنات في العالم الافتراضي في الوقت الفعلي. حيث يكون له متطلبات محددة للغاية فيما يتعلق بأداء رسوم الحاسوب من أجل تحقيق درجة عالية من الواقعية والأداء في الوقت الفعلي حيث عرف **شيرمان وآخرون <u>الواقع الافتراضي</u>** (هو وسيط يتكون من محاكاة حاسوبية تفاعلية تستشعر موقف المشاركين وأفعالهم والتغذية المرتدة إلى حاسة واحدة أو أكثر، مما يعطي الشعور بأن المتلقي منغمس عقلياً أو حاضراً في المحاكاة (عالم افتراضي).

في الواقع الافتراضي تتمثل جودة الأداء الفني الأساسية في الانغماس والمعروف أيضا بسم الشعور بالوجود. يشير ما يسمى بإحساس الانغماس إلى درجة الواقع التي يمر بها النظام الحسي والإدراكي عند وضعه في البيئة الافتراضية في حالة محاكاة المشهد الافتراضي باستخدام أجهزة تفاعلية. يمكن فهم التفاعل على إنه إستخدام المستخدم لأجهزة الواقع الافتراضي ذات الصلة. وتصور الأشخاص للمنتجات في مشهد الواقع الافتراضي والتعليقات المقابلة من الجهاز في المشهد. يمكن أيضا تسمية المفهوم بالإبداع والإبداع هو بداية الواقع الافتراضي ويعتمد مصممي البيئة الافتراضية على أفكارهم ويستخدمون الإبداع والخيال للبناء يمكن أن نرى من الغماس والتفاعل ومفهوم الواقع الافتراضي أن الواقع الافتراضي ليس محاكاة ثلاثية الأبعاد هذا للعالم الحقيقي بل هي الطبيعة الافتراضية للتفاعل الطبيعي. (1)LaValle SM (2017)

١/١ العرض المرئي للوقع الافتراضي

يمكن توضيح العرض المرئي للواقع الافتراضي عبر توضيح مفهوم الواقع المرئي الرؤية المكانية وتتبع اتجاه الموقع كما يلي(٦) Fang K, X Wang, Zhang W, et al2020

١-الواقع المرئي

يشيرالواقع المرئي إلى إعادة إنتاج الصور المرئية في العالم الحقيقي باستخدام تقنية الواقع الافتراضي. يتطلب الواقع المرئي في بيئة الواقع الافتراضي سماعات رأس وأداءً على الشاشة، ويقدم أفضل نظام في السوق Oculus Rift دقة 1200 * 2160 بكسل ومجال رؤية 110 درجة. غالبا ما توفر الأجهزة عالية الأداء تجربة مستخدم جيدة، ولكن كلما كانت الدقة أفضل أم مجال الرؤية أفضل كانت رؤية المستخدم أكثر واقعية.

٢-الرؤية المكانية

تعني الرؤية المكانية أن البشر يمكنهم تكوين إحساس بالعمق المكاني في الدماغ من خلال الرؤية، هو ذلك للحكم على المسافة المكانية بينهم وبين المنتج محل التطبيق.

(كما تعني الرؤية المكانية أن البشر يمكن أن يشكلوا إحساسًا بالعمق المكاني في الدماغ من خلال الرؤية، وذلك للحكم على المسافة المكانية بينهم وبين الشيء المثير للقلق). Fang K, X Wang, Zhang W, et al2020 (٦)

تنقسم أبحاث الرؤية المكانية إلى أربعة محددات العمق الثابت عمق الحركة العمق الجسدي التوازن ثنائي العين وهذا الأقسام مجتمع تمكننا من الرؤية المكانية للواقع الافتراضي أما الأول العمق الثابت وهو إدراك المستخدم للإطار الثابت للمنتج (معلومات المنتج) مثل المقاسات والمواصفات وعلاقة المنتج بيئته الاستخدامية. أما الثاني عمق الحركة ويدركة المستخدم بملاحظة شيء ما يتحرك أو حركة ما في الواقع الافتراضي. والثالث العمق الجسدي ويتحكم فيه من خلال العضلات حول الدماغ والعينين لجعل المستخدم يدرك عمق الرؤية أما الرابع التوازن الثنائي العين يدركه من خلال المسافة الأفقية للحركة بين العينين يمكن المستخدم من إدراك المنتج نظرا لأن الصورة المدركة الأفقية في كلتا العينين مختلفة مما يؤدي إلى وجود تشابه يمكن تمكن المستخدم من تحديد عمق وموقع المنتج.

وعليه فإنه يتم الحصول على المعلومات الخاصة بمعلومات عمق المنتجات في فضاء (حيز) ثلاثي الأبعاد للنوعين الأول والثاني مين بيانات الواقع الافتراضي من خلال المقارنة والاختلاف بين المنتجات ومنها يمكن أن تكون المقارنة بين المنتجات مختلفة في نفس مشهد الواقع الافتراضي أو المنتج والمشهد بأكمله. Fang K, X Wang, Zhang W, et al2020 (٦)

٣-تتبع اتجاه الموقع

تتبع الموقع/الاتجاه هو تقليد الواقع الافتراضي للقواعد المرئية للعالم الحقيقي والاستجابة الديناميكية لصور الواقع الافتراضي لسلوكيات المستخدميين، مما يمنحهم شعوراً بالانغماس في النظام السلوكي. كذلك يختبر تكيف المنتج مع البيئة المحيطة و تفاعله معها. Fang K, X Wang, Zhang W, et al2020 (٦)

٢/١ الواقع الافتراضي وعلاقته بالتصميم والتصنيع:

ان الواقع الافتراضي لا يقتصر على كونه أداة تمثيلية وتجريبية فحسب، بل يمكن أن يكون وسيلة قوية لتصور الأشياء لعالمنا المادي أيضا .وتدور الميزات الفريدة لهذا التقنية حول استخدام الأجهزة الطرفية مثل وحدات التحكم(عصا تحكم) والقفازات جنباً إلى جنب مع نظازات الواقع الافتراضي باستخدام هذا النوع من النمذجة، يمكن للمصممين التغلب على بعض القيود الحالية لعمليات التصميم نظام انتقال من الرسم التخطيطي إلى النموذج، وقابلية تطوير النماذج المادية وصعوبات التلاعب في النماذج التي يتم إنشاؤها بواسطة الكمبيوتر.

ومع تطور تقنيات الواقع الافتراضي وإدخالها في عمليات التصميم تم تطوير منهجية تصميم المنتجات. التي كانت تقليدية حيث كانت تبدأ من التصميم على ورق وتطورت بعد ذلك من خلال النمذجة علي الحاسوب، وبعد ذلك يتم اختبار التصميم عبر النماذج المادية والنماذج الأولية. حيث ادي الواقع الافتراضي الي تحسين هذا العملية بشكل كبير من خلال دمج العديد من مراحل تطوير التصميم في مرحلة واحدة. حيث يمكن إجراء الرسم والبناء والاختبار بشكل كامل في البيئة الافتراضية ولن يقتصر بعد الان تمثيل المنتجات التي تم إنشاءها حديثا بعد الآن على سطح ثنائي الابعاد مثل ورق او شاشة كمبيوتر.

ويمثل الواقع الافتراضي الوسيلة النهائية لمفهوم التصميم. لا يمكننا فقط اختبار الأفكار على نطاق واسع وإدراجها في محيطها على الفور،ولكن الواقع الافتراضي يوفر أيضا طرق وأدوات لمشاركة المعرفة في تطوير المنتجات.

خلاصة القول الواقع الافتراضي (VR)هو واجهة كمبيوتر بشرية متطورة تسعى جاهدة لغمر المصممين والمستخدمين تماماً في بيئة تفاعلية افتراضية لمحاكاة العالم الحقيقي. من أجل تلبية متطلبات المنافسة في السوق ،لا يمكن لتقنيات الواقع الافتراضي تقليل الوقت والتكلفة بشكل فعال فحسب ، بل يمكنها أيضاً تحسين المنتجات المعقدة في عمليةالتصميم. الواقع الافتراضي هو واجهة كمبيوتر سريعة التطور تسعى جاهدة إلى غمر المستخدم بالكامل في محاكاة تجريبية ، وبالتالي تعزيز التأثير العام وتوفير رابط أكثر سهولة بين الكمبيوتر والمشاركين البشريين.تم تطبيق الواقع الافتراضي بنجاح على مئات السيناريوهات في مجالات متنوعة بما في ذلك النماذج الأولية والتصنيع والتصور العلمي والهندسة والتعليم.

ومع السعي والتطوير و الدراسات و الاستخدامات للواقع الافتراضي في التصنيع ظهر ما يسمي **التصنيع الافتراضي** وهو أحد تطبيقات الواقع الافتراضي **"يعُرفَّ التصنيع الافتراضي** على أنه نظام كمبيوتر قادر على توليد معلومات حول هيكل وحالة وسلوك نظام التصنيع كما يمكن ملاحظته في بيئة التصنيع الحقيقية" ، كما يعرف **التصنيع الافتراضي "**على أنه إنشاء نموذج افتراضي لنظام الإنتاج الذي يسمح بتحليل وتحسين عمليات التصنيع المختلفة قبل حدوث الإنتاج الفعلي**" كما يعرف ايضاً** "بأنه بيئة تصنيع اصطناعية متكاملة تمارس لتعزيز جميع مستويات القرار والمراقبة. فإن التصنيع الافتراضي هو نظام تتطور فيه النماذج الأولية المجردة لأشياء التصنيع، والعمليات، والأنشطة والمبادئ في بيئة قائمة على الحاسوب لتعزيز سمة أو أكثر من سمات عملية التصنيع. قد يدعم الواقع الافتراضي تطوير واجهات المستخدم الرسومية المحسنّة (GUIs) للتصنيع الافتراضي ، وبالتالي ، يعزز تكامل المستخدم البشري في نظام الحاسوب. لذلك ،فإن الواقع الافتراضي هو أداة للتصور في التصنيع الافتراضي.

حيث ساعد التصنيع الافتراضي في تحديد وحل المشاكل التي يمكن أن تواجه تصنيع المنتج والتي يمكن أن تؤدي إلى فشل المنتج خلال التصنيع، حيث تم تدارك، كل ذلك قبل التصنيع. وذلك حيث يمكن رؤية المنتج في جميع مراحل تصنيعه الافتراضي. قبل البدء في التصنيع والإنتاج الفعلي للمنتج . Mohsen Soori, Behrooz Arezoo, Roza Dastres, (2)2023

حيث انه في الوقت الحاضر ، تحتاج شركات التصنيع إلى إنتاج منتجات مبتكرة بتكلفة منخفضة وتسليمها في وقت قصير إلى السوق. إن إستراتيجية التخصيص لتلبية الطلبات الفردية ذات التنوع الكبير والحجم المنخفض جعلت عمليات التصنيع أكثر تعقيداً وديناميكية وتطلباً. وبالتالي ، فإن الطلبات الجديدة ومتطلبات العملاء لمنتج من التصور إلى الإنتاج تجبر شركات التصنيع على التغيير إلى التكنولوجيا الجديدة. التكنولوجيا الجديدة هي الواقع الافتراضي(VR) يمكن إرجاع أصول الواقع الافتراضي إلى ما لا يقل عن "العرض النهائي. المفهوم الأساسي للواقع الافتراضي هو الوهم. يركز على تجليات العالم الخيالي للعقل في رسومات الكمبيوتر. كما أنها وسيلة إعلام جديدة لاكتساب المعلومات والمعرفة ، وتمثل مفاهيم الأفكار بطرق لم تكن ممكنة من قبليوفر التصنيع الافتراضي بيئة نمذجة ومحاكاة قوية جداً بحيث يمكن محاكاة تصنيع / تجميع أي منتج ،بما في ذلك عمليات التصنيع المرتبطة به في الكمبيوتر. وتستُخدم التقنيات الرقمية المتقدمة لإنشاء بيئة افتراضية يمكن للمصنعين من خلالها تصميم عمليات الإنتاج ومحاكاتها وتحسينها قبل التنفيذ الفعلي لعملية التصنيع الفعلية. حيث يستخدم التصنيع الافتراضي المحاكاة الحاسوبية والنمذجة لتصميم واختبار المنتجات وعمليات التصنيع قبل إنشائها فعلياً .ويعد التصنيع الافتراضي مكوناً رئيسياً للصناعة 4.0التي تهدف إلى إنشاء أنظمة تصنيع متكاملة وفعالة للغاية من خلال الاستفادة من التقنيات المتقدمة مثل تحليلات البيانات الضخمة والذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء. ونتيجة لذلك، يمكن للمنتجين تحديد المشاكل المحتملة في وقت مبكر وإجراء التعديلات دون الاضطرار إلى دفع النفقات المرتفعة المرتبطة

بالمعالجة المادية.كما يمكنّ التصنيع الافتراضي أيضاً الشركات المصنعة من تحسين عمليات الإنتاج وتقليل النفايات وتحسين الكفاءة، حيث يمكن للمصنعين تعديل عملياتهم ومعداتهم لزيادة الإنتاجية وتقليل الاخطاء وتقليل الهدر. تسمح برامج CAD للمصنعين بتصميم نماذج رقمية للمنتجات وأنظمة الإنتاج، في حين تمكنهم برامج المحاكاة من اختبار هذه التصميمات وتحسينها في بيئة افتراضية. حيث التوائم الرقمية هي تمثيلات افتراضية لأنظمة أو منتجات حقيقية يمكن استخدامها لتتبع أداء تصنيع الأجزاء وتحسينه في الوقت الفعلي. ومن خلال الاستفادة من هذه التقنيات، يمكن للمصنعين تقليل التكلفة والوقت اللازم لتطوير منتجات وعمليات إنتاج جديدة . يمكنهم أيضاً تحسين كفاءة وجودة عمليات التصنيع الخاصة بهم من خلال تحديد المشكلات المحتملة ومعالجتها قبل حدوثها في العالم المادي. بالإضافة إلى ذلك، يمكن للتصنيع الافتراضي أن يتيح قدراً أكبر من المرونة والتخصيص في الإنتاج، حيث يمكن للمصنعين إعادة تشكيل أنظمة الإنتاج الخاصة بهم بسرعة استجابة لمتطلبات السوق المتغيرة. يمكنّ التصنيع الافتراضي أيضاً الشركات المصنعة من إجراء تحليل "ماذا لو "لاختبار سيناريوهات مختلفة، وتقييم تأثير التغييرات في عملية الإنتاج، وتحديد فرص التحسين.

كما يمكن للمصنعين تطوير توأم رقمي لنظام الإنتاج الخاص بهم واستخدامه لنمذجة سيناريوهات مختلفة مثل التغييرات في تصميم المنتج أو معاملات العملية أو تكوين المعدات من خلال استخدام أدوات محاكاة وتصور متطورة. بالإضافة إلى المحاكاة والتحسين، يمكن أن يعزز التصنيع الافتراضي التعاون والاتصال بين مختلف المجموعات وأولئك المشاركين في عملية الإنتاج. من خلال توفير منصة رقمية مشتركة لمشاركة البيانات والمعلومات، يمكن أن يساعد التصنيع الافتراضي في ضمان وصول جميع أصحاب المصلحة إلى نفس المعلومات، مما قد يساعد في تقليل الأخطاء وتحسين صنع القرار.

(2)Mohsen Soori, Behrooz Arezoo, Roza Dastres, 2023

شكل توضيحي لتطبيقات التصنيع الافتراضي

٣/١ مميزات التصنيع الافتراضي في الصناعة

يوفر التصنيع الافتراضي في الصناعة العديد من المزايا التي يمكن أن تساعد الشركات على تحسين عمليات التصنيع الخاصةبها، وخفض التكاليف، وزيادة الكفاءة والإنتاجية مزايا التصنيع الافتراضي في الصناعةالاتية هي.

1) **تقليل التكاليف**: يسمح التصنيع الافتراضي للشركات بمحاكاة عمليات الإنتاج واختبار تصميماتها، مما يمكن أن

يساعدها في تحديد المشكلات المحتملة وإجراء تغييرات على العملية قبل بدء الإنتاج. وهذا يقلل من تكلفة النماذج الأولية المادية ويمكن أن يقلل أيضاً من عدد النماذج الأولية المادية المطلوبة .

2) **تحسين الكفاءة**: من خلال تحديد العوائق، وتقليل النفايات، وزيادة الإنتاجية، يساعد التصنيع الافتراضي الشركات على تحسين إجراءات الإنتاج الخاصة بها. وبالتالي، يمكن تحسين كفاءة عملية الإنتاج.

3) **وقت أسرع للتسويق**: باستخدام التصنيع الافتراضي، يمكن للشركات تقليل الوقت اللازم لتطوير المنتج والترويج له. نظراًلإمكانية إكمال مرحلتي التصميم والاختبار بسرعة أكبر، يمكن للشركات البدء في إنتاج منتجاتها في وقت أقرب، ممايؤدي إلى وقت أسرع للتسويق.

4) **المرونة**: يسمح التصنيع الافتراضي للشركات بتعديل عمليات الإنتاج الخاصة بها بسرعة وسهولة لاستيعاب التغييرات في تصميم المنتج وطلب العملاء. يمكن أن يؤدي ذلك إلى مرونة أكبر في عملية التصنيع وتحسين الاستجابة لتغيرات السوق.(2) Mohsen Soori, Behrooz Arezoo, Roza Dastres, 2023

5) **تحسين الجودة**: يمكنّ التصنيع الافتراضي الشركات من تحديد المشاكل المحتملة في إجراءات الإنتاج والقضاء عليها قبل بدء الإنتاج. يؤدي ذلك إلى تحسين جودة المنتج النهائي ويقلل من احتمالية حدوث العيوب والأخطاء.

6) **تحسين السلامة**: باستخدام التصنيع الافتراضي، يمكن للشركات محاكاة عمليات التصنيع التي يحتمل أن تكون خطرة وتحديد مخاطر السلامة المحتملة قبل بدء الإنتاج. وهذا يمكن أن يحسن سلامة العمال ويقلل من احتمالية وقوع الحوادث والإصابات.

المحور الثاني: تطبيقات الواقع الافتراضي في التصميم والتصنيع وادراة العمليات:

القطاعات الصناعية والانتاجية هي الأكثر مساهمة في الأزدهار والرخاء في البلدان الصناعية. ومع ذلك ،فقد أصبح من الصعب بشكل متزايد تلبية طلبات العملاء والمنافسة. لقد وفرت التطورات في تكنولوجيا الواقع الافتراضي تطبيق الواقع الافتراضي على تطبيقات هندسية مختلفة مثل تصميم المنتجات ، والنمذجة ، وعناصر التحكم في أرضية المتجر (SFC- SHOP FLOOR CONTROLS)) نظام من أجهزة الكمبيوتر وأدوات التحكم المستخدمة لجدولة وإرسال وتتبع التقدم المحرز في أوامر العمل من خلال التصنيع على أساس مسارات محددة"، ومحاكاة العمليات، وتخطيط التصنيع، والتدريب، والاختبار، والتحقق. يمتلك الواقع الافتراضي إمكانات كبيرة في تطبيقات التصنيع لحل المشكلات قبل توظيفه في التصنيع العملي وبالتالي منع الأخطاء المكلفة.

لا يوفر الواقع الافتراضي بيئة للتخيل في البيئة ثلاثية الأبعاد فحسب ، بل يوفر أيضاً التفاعل مع الكائنات لتحسين اتخاذ القرار من منظور نوعي وكمي. تم تصنيف تطبيقات الواقع الافتراضي في التصنيع إلى ثلاث مجموعات (التصميم وعمليات التصنيع وإدارة العمليات).

١/٢ التصميم:

تم تطبيق تقنية الواقع الافتراضي في تطبيقين مختلفين في التصميم(التصميم والنماذج الأولية) .كما هو موضح بالجدول (١) . Faieza Abdul Aziz ,Amir Azizi, August 2014(4)

التطبيق	التعريف	مثال
تصميم المنتج	التصميم الافتراضي هو استخدام تقنية الواقع الافتراضي لتزويد المصمم ببيئة افتراضية لتقييم التصميم وتقييم التصاميم البديلة والتفاعل بشكل فعال مع نموذج المنتج وإجراء دراسات مريحة باستخدام تتبع جسم الإنسان بالكامل.	تم تطوير ورشة عمل افتراضية للتصميم الميكانيكي في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا، وكان الهدف من المشروع هو تطوير ورشة محاكاة للمصممين للقيام بأعمال التصميم المفاهيمي مع مراعاة عمليات التصنيع. تتكون ورشة المحاكاة من منشار شريط، ومثقاب عمودي ، وآلة تفريز، ومنشار دائري ذو طاولة.
النماذج الاولية	النماذج الافتراضية تعني عملية استخدام النماذج الافتراضية بدلاً من النماذج الأولية المادية أو بالاقتران معها، لابتكار واختبار وتقييم الخصائص المحددة للتصميم المرشح.	قامت جامعة إلينوي وشيكاغو وجامعة بوردو بتصميم وتنفيذ نموذج أولي لنظام تصميم بمساعدة الكمبيوتر قائم على الواقع الافتراضي. ينصب تركيز هذا العمل على السماح بطريقة مبسطة لتصميم الأجزاء الميكانيكية المعقدة من خلال استخدام تقنيات الواقع الافتراضي.

جدول (١) يوضح تقنية الواقع الافتراضي في تطبيقين مختلفين في التصميم

يوفر الواقع الافتراضي بيئة افتراضية للمصممين في مرحلة التصميم التصوري لتصميم منتج جديد ؛ يمكن للمصمم إنتاج "رسم ثلاثي الأبعاد" لأحد المنتجات في البيئة الافتراضية. في هذه المرحلة ، يمكن إجراء التجريب الوظيفي للسمات الميكانيكية مثل المفصلات والتجميع وما إلى ذلك لتقييم التصميم المفاهيمي ويمكن إجراء التعديلات حسب الاقتضاء. تشير الهندسة الرقمية إلى الاستخدام المتكامل للطرق والأدوات الرقمية في جميع مراحل تصميم المنتج وإنتاجه ، وتهدف إلى تحسين جودة التخطيط والتحكم طوال دورة حياة المنتج بأكملها. يمكناستخدام النماذج الأولية الافتراضية قبل بناء النموذج الأولي المادي لإثبات بدائل التصميم والقيام بالتحليل ، وتخطيط التصنيع ، ودعم قرارات الإدارة ، والحصول على تعليقات على منتج جديد من المستخدميين المحتملين ؛ يجب أن يشتمل هذا النموذج الافتراضي على ما يلي.

أ) **الوظيفة**: يجب أن يكون النموذج الافتراضي واضحاً تم تعريفها ومحاكاتها بشكل واقعي لمعالجة وظائف المنتج والسلوك الديناميكي.

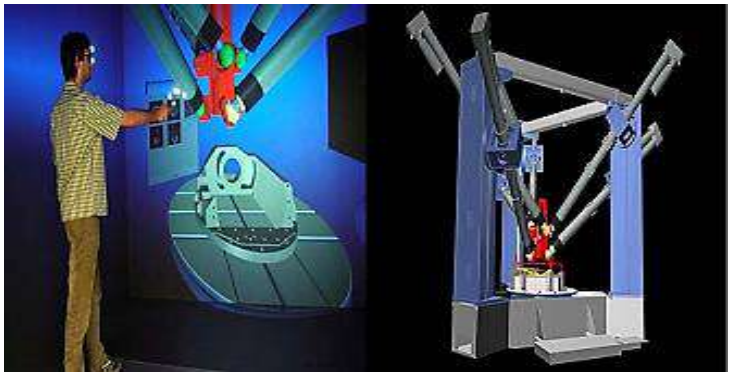
ب) **التفاعل البشري**: الوظيفة البشرية المعنية يجب أن تكون محاكاة واقعية ، أو يجب تضمين الإنسان في المحاكاة.

ج) **البيئة**: محاكاة الحاسوب دون اتصال بالإنترنت يمكن تنفيذ الوظائف، أو يمكن تنفيذ مجموعة من محاكاة الحاسوب غير المتصل بالإنترنت والمحاكاة في الوقت الفعلي.

٢/٢ عمليات التصنيع:

وقد تم تصنيف هذا إلى ثلاث مجالات مختلفة؛ الآلات والتجميع والتفتيش.

-**اولاً الآلات** تتضمن الآلات الافتراضية عمليات قطع مثل الخراطة والتفريز والحفر والتجليخ، إلخ. يتعامل التشغيل الآلي باستخدام الواقع الافتراضي بشكل أساسي مع عمليات القطع مثل الخراطة والتفريز والحفر والتجليخ، إلخ. ويبين الشكل (١) أن المهندس يستخدم الواقع الافتراضي لمحاكاة استخدام آلة سداسي الأبعاد يمكن للمستخدم تركيب قطعة عمل على آلة الطحن واختيار أداة وإجراء عمليات التشغيل المباشر. Faieza Abdul Aziz ,Amir Azizi, August 2014 (4)



شكل (١) استخدام الواقع الافتراضي في المحاكاة

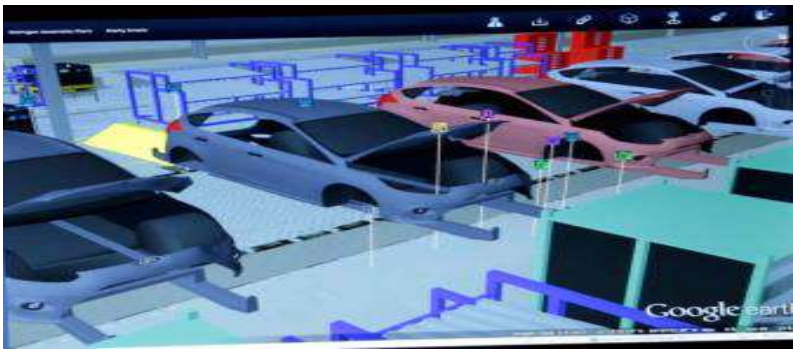
-ثانياً التجميع الافتراضي

هو عنصر رئيسي في التصنيع الافتراضي ويتم تعريفه على أنه استخدام أدوات الكمبيوتر لصنع أو المساعدة في القرارات الهندسية المتعلقة بالتجميع من خلال التحليل والنماذج التنبؤية والتصور وعرض البيانات دون تحقيق المنتج أو عمليات الدعم. يمكن استخدام الواقع الافتراضي لعمليات التجميع/التفكيك. في خط التجميع، يستخدم التصنيع الافتراضي بشكل أساسي للتحقيق في عمليات التجميع، والخصائص الميكانيكية والفيزيائية القائمة على النمذجة والمحاكاة.

في عام ٢٠٠٦، استخدمت تويوتا شخصًا افتراضيًا يسمى Ergo Man للمساعدة في تقليل الأحمال المادية على عمال التجميع الذين يقومون ببناء الجيل التالي من سيارة كامري في مصنعها في ملبورن. تم استخدامه كجزء من عملية تجميع افتراضية ثلاثية الأبعاد مبتكرة قامت بتكرار عملية إنتاج التجميع بالكامل رقميًا. تطبيق VR (Virtual Reality) آخر قيد التجميع هو شركة Ford Motor التي دخلت في شراكة مع شركة Siemens لبناء تقنية مصنع تجميع افتراضي. يستخدم التطبيق، المسمى Into Site، البنية التحتية لبرنامج Google Earth للسماح للمستخدمين بالتنقل عبر الإصدارات ثلاثية الأبعاد لمحطات تجميع فورد الفعلية، وصولاً إلى محطات العمل الفردية. يمر Into Site حاليًا بحوالي عام في مرحلته التجريبية، والتي تجري في Michigan Assembly Plant في واين، ميشيغان. يؤدي السماح للمهندسين بالمرونة في توظيف بالأجزاء والعمليات فعليًا إلى جعل الشركة أكثر كفاءة. بغض النظر عن مدى تحول عملية تصنيع السيارات إلى آلية وافتراضية، فإن المركبات في النهاية يصنعها البشر. كلما كان التواصل أفضل بين هؤلاء البشر، كان المنتج الأفضل الذي يمكنهم إنشاؤه. لحسن الحظ، لا يسمح Into Site للمهندسين بالسفر افتراضيًا إلى مصانع التجميع في جميع أنحاء العالم فحسب، بل سيؤدي أيضًا إلى ربطهم بشكل أفضل بزملائهم العالميين. من خلال نهج الاتصالات الموحد هذا، يمكن لزملاء العمل الإجابة عن الأسئلة في جميع أنحاء العالم على الفور، ويمكن مشاركة البيانات في الوقت الفعلي، وحتى يمكن تقليل تكاليف السفر.

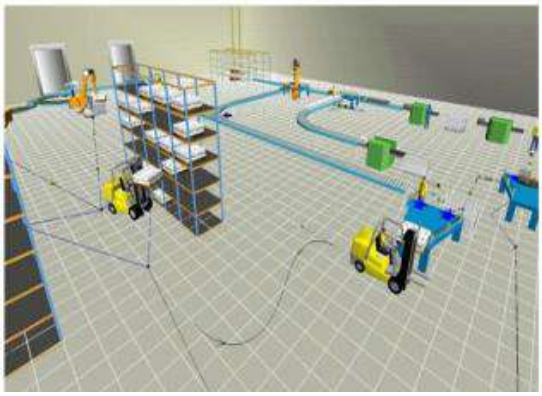
يوضح الشكل (٢) أن شركةFord Motor Company تختبر برنامجًا جديدًا من شركة Siemens ، باستخدام بنية Google Earth الأساسية التي تسهل التنقل الافتراضي داخل مصانع التجميع الخاصة بها. وتُستخدم تقنية التصنيع الافتراضية لنمذجة ومحاكاة عملية التفتيش، والخصائص الفيزيائية والميكانيكية لمعدات الفحص. يوفر هذا الفحص الافتراضي بيئة لدراسة منهجيات التفتيش، واكتشاف الاصطدام، وخطة التفتيش، والعوامل التي تؤثر على دقة عملية التفتيش .

(4)Faieza Abdul Aziz ,Amir Azizi, August 2014



شكل (٢) شركة فورد للسيارات تختبر برنامج افتراضي من شركة SIEMENS

٣/٢ إدارة العمليات



شكل (٣) المصنع الافتراضي

يصنف الواقع الافتراضي في إدارة العمليات إلى ثلاث فئات؛ التخطيط والمحاكاة والتدريب. في التخطيط، يمكن أن يؤدي الواقع الافتراضي إلى التخطيط الأمثل لنظام التصنيع من خلال توفير بيئة بصرية لجميع الأشخاص المشاركين في عملية التخطيط لمراقبة العوامل التي يمكن أن تؤدي إلى نتائج غير كافية وتأخير بدء المنتج. تؤدي المقارنة المرئية للحلول الممكنة بناءً على التجارب والحقائق البشرية إلى بدء سريع للإنتاج وعمليات تصنيع قوية.

كما يساعد الواقع الافتراضي في المحاكاة على التحقق من منطق النموذج والسلوك الواقعي للنموذج ويدعم أدوات المحاكاة لفهم النتائج والسلوك الديناميكي للنموذج. يقنع الواقع الافتراضي أيضًا الأشخاص الذين لا يؤمنون، ولا يعرفون أدوات المحاكاة ولا يفهمون قدرات المحاكاة. التدريب القائم على الواقع الافتراضي هو الطريقة الأكثر تقدمًا في العالم لتعليم مهارات التصنيع والعمليات للمستخدمين. باستخدام أحدث تقنيات الواقع الافتراضي ، يتم التدريب في نسخة واقعية ومحاكاة للمنشأة الفعلية ، مع استكمال الإجراءات والمشاهد والأصوات لأرضية المصنع. يتم التخطيط بشكل متزايد لتخطيطات المصنع والمصنع رقميًا باستخدام أدوات CAD ثلاثية الأبعاد. من أجل تحسين استدامة التخطيط ككل ، يجب أيضًا استخدام البيانات ثلاثية الأبعاد في عمليات التخطيط النهائية.

ويعد إنشاء التخطيطات ثنائية الأبعاد وتحديثها في وقت واحد لتمثيل عمليات المحاكاة بشكل تخطيطي غير فعال، وفائض عن الحاجة، وعرضة للخطأ. اعتمادًا على سياق استخدامها، يمكن أن تقدم التصورات والرسوم المتحركة ثلاثية الأبعاد التفاعلية بدلاً من العروض ثنائية الأبعاد مزايا وتحسينات مختلفة، على سبيل المثال تحليلات التصادمات المحتملة لقطع العمل والمعدات أثناء الإنتاج، والعروض التقديمية الواضحة للأنظمة المعقدة، والرسوم المتحركة للمعدات اليدوية. تم استخدام Review 3D لتطوير أداة للتخطيط القائم على المحاكاة للمصانع ذات الكفاءة في استخدام الموارد، والتي ترتبط بواجهات تخطيط الإنتاج الرقمي الخاصة بالشركة، حيث تم النظر في إجراءات التبسيط الآلي واليدوي لتخطيط البيانات بمستوى عالٍ جدًا من التفاصيل لإنشاء تصورات تفاعلية ثلاثية الأبعاد تسمى. يوضح الشكل (٣) المصنع الافتراضي Virtual Factory. تمشيا مع متطلبات الاستدامة للمصنع الافتراضي، يمكن استخدام هذه النماذج بشكل طبيعي لأكثر من مجرد عملية التخطيط الفعلية، على سبيل المثال للتسويق أو التدريب أو التخطيط التشغيلي. يقوم الباحثون أيضًا بتطبيق

الواقع الافتراضي لتدريب العمال على أداء الرفع اليدوي دون التسبب في ضرر أسفل الظهر. استخدم الباحثون أيضًا الواقع الافتراضي والواقع المعزز لتقليل مخاطر الاصطدام. إنهم يحاكون العملية في الوقت الفعلي حيث يتحرك المنتج الافتراضي المعروض على حزام ناقل ويمكن مراقبة أي تصادم قادم مبكرًا . استخدمت دراسة أجرتها تقنيات التغذية الراجعة المرئية المفردة والمجمعة لتدريب المستخدمين على أداء مهام الرفع اليدوي لتقليل مشاكل آلام الظهر. تم تصميم منصة الواقع الافتراضي القائمة على لغة برمجة ديناميكية متعددة الوكلاء لإظهار أنه يمكن استخدام محاكاة نظام متعدد الوكلاء في بيئة افتراضية بخصائص ديناميكية للنماذج الأولية التفاعلية. طور الباحثون منصة متخصصة للواقع الافتراضي، تسمى AReVi، للنماذج الأولية التفاعلية. تتعلق النقطة الرئيسية للنماذج الأولية التفاعلية باستخدام قدرات النمذجة الديناميكية في بيئة افتراضية مصممة كنظام متعدد العوامل.

إذا التطورات الجديدة في النمذجة الحوسبية والتصور والمحاكاة وإدارة بيانات المنتج تجعل الواقع الافتراضي (VR) بديلاً قابلاً للتطبيق لتحقيق وتصنيع المنتجات التقليدية. يمكن أن يكون الواقع الافتراضي أداة قوية لاختبار وتقييم المنتجات والأفكار الجديدة. تمكّن تطبيقاته في التصنيع الشركات من تقليل تكاليف التصميم والإنتاج، وضمان جودة المنتج وتقليل الوقت اللازم للانتقال من مفهوم المنتج إلى الإنتاج. تم تطبيق تقنية الواقع الافتراضي (VR) لحل مشاكل العملاء في العالم الحقيقي، وزادت الربحية، وقللت من وقت الوصول إلى السوق، وزادت من سلامة العمال. يمكن تحديد تصميم وعمليات التصنيع ونمذجتها والتحقق منها قبل تنفيذها فعليًا. يوفر الواقع الافتراضي للمهندسين طرقًا جديدة ليس فقط لتصور مشاكلهم، ولكن أيضًا للتفاعل مع البيئة لحل المشكلات بفعالية وكفاءة. August 2014 ,Amir Azizi ,Faieza Abdul Aziz(4)

ومن خلال دراسة الواقع الافتراضي وما به من مميزات مكن مصممي الاثاث وبالاخص مصممي الاثاث المعدني من اختبار وتجربة المنتج المصمم وجميع اجزائه حيث يستطيع ان يعرف نقاط الضعف والقوه بالمنتج وتحقيق الجوده المطلوبه من خلال تجربه المنتج من خلال الواقع الافتراضي كما يمكن اعطاء العمر الافتراضي لكل جزء من اجزاء المنتج واعطاء العمر الافتراضي للمنتج باكمله. كما يمكن لها انا يمارس عمليات التصنيع من تشكيل وقطع ولحام وتفريز وغيرها من عمليات كما يمكن لما ايضا عمل تجارب لونية لمنتج الاثاث و استخدام خامات اخري مع المعدن كا منتج نهائي. كما يمكن ان يقوم بعمل استطلاع رأي حول المنتج من قبلا العملاء قبل تصنيعه .لذلك تسعي جميع المؤسسات الصناعية اي استخدام الواقع الافتراضي في عمليت التصميم والتصنيع ومراقبة الجودة لضمان منتج خالي بنسبة كبيرة من العيوب كما ان ذلك يوفر للمؤسسة كتير من المال سواء في صنع النماذج الاولية او الانتاج الكمي وذلك من خلال تقليل نسبة الهدر ونسبة الانتاج الكبيرة ذات الجودة الكبيرة مع التحسين المستمرة من خلال التحليل البيانات المتسمر حول المنتج في كل المراحل من خلال الواقع الافتراضي.

المحور الثالث :الوقع الافتراضي و جودة المنتجات:[i]

مراقبة الجودة وضمانها هي مكونات حاسمة لعمليات التصنيع. يعد التأكد من أن المنتجات تلبي المواصفات والمتطلبات التنظيمية أمرا ضروريا للحفاظ على رضا العملاء وتجنب عمليات سحب المنتجات (*) من الاسواق المكلفة. واحدة من أكثر التقنيات الواعدة لتحسين مراقبة الجودة وضمانها في التصنيع هي الواقع الافتراضي (VR).

تسمح تقنية الواقع الافتراضي للمصنعين بمحاكاة سيناريوهات العالم الحقيقي واختبار المنتجات وتحديد العيوب المحتملة قبل أن تصبح مشاكل.

وتعد مراقبة الجودة جانبًا مهمًا في التصنيع حيث تكون الدقة والاتساق والسلامة ذات أهمية قصوى. وتعتمد مراقبة الجودة تقليديا على التفتيش البشري ومعدات التفتيش المتطورة. ومع ذلك، فقد أدى ظهور الواقع المعزز (VR) إلى تحول في

كيفية تنفيذ مراقبة الجودة. مكنت تقنية VR الصناعات من تعزيز عمليات مراقبة الجودة من خلال توفير المعلومات في الوقت الفعلي، وتحسين الكفاءة، وتقليل الخطأ البشري.

١/٣ مفهوم الجودة:

لاقي مفهوم الجودة الكثير من الاهتمام بحيث جعل اصحاب المؤسسات يطلقون على هذا العصر عصر الجودة؛ باعتبارها أحد الركائز الأساسية لنموذج الإدارة الجديدة الذي فرض نفسه مسايرة للتغيرات العالمية والإقليمية ولمواجهة تحديات المنافسة الحتمية. ولكثرة الرواد و المتخصصين في مجال الجودة؛ ونظراً لتباين واختلاف مجالات تطبيق الجودة في المؤسسات سواء كانت صناعية او خدمية باختلاف وتعدد خدماتها وأنشطتها ومنتجاتها؛ فقد تعددت المفاهيم والتعريفات الخاصة بها؛ حيث أن اتجاهات بعض تلك المفاهيم والتي من أهمها أن الجودة هي:

– درجة التميز.

– جعل الشيء كما يجب أن يكون عليه.

– مطابقة الشيء للاحتياجات.

– تقديم مخرجات ذات كفاءة تتفق مع احتياجات السوق.

– الملاءمة للاستعمال - ومقابلة القيمة لما يدفع.

– المستوى من التميز الذى يمكن قبوله كلاً من البائع و المشترى.

– المطابقة لمواصفات متفق عليها بتكلفة مقبولة.

– إجمال الملامح والمواصفات التى تميز منتجا أو خدمة ويمكن أن تتحقق عن طريقها حاجة معلومة (معينة).

– تحقيق وتجاوز آمال (توقعات) العملاء ، بتكلفة يشعر العملاء معها بحصولهم على سلعة او خدمة مناسبة مع ما تم دفعة.

كما ان هناك العديد من التعريفات للجودة في التصنيع، ولكن أهمهم هو أن الجودة تلبي أو تتجاوز توقعات العملاء. هذا يعني أنه يجب علي المؤسسات الصناعية إنتاج منتجات تلبي أو تتجاوز احتياجات العملاء ورغباتهم. تتضمن الجودة أيضًا ميزات مثل المتانة والموثوقية والجاذبية الجمالية.

٢/٣ مفهوم الجودة في التصنيع

" مقياس التميز أو حالة التحرر من العيوب وأوجه القصور والاختلافات الكبيرة". يتم تحقيقه من خلال الالتزام الصارم والمتسق بمعايير معينة تحقق اتساق المنتج من أجل تلبية متطلبات العملاء أو المستخدمين المحددة. كما تعرف الجودة على أنها «مجمل سمات وخصائص منتج أو خدمة تحمل قدرتها على تلبية الاحتياجات المعلنة أو الضمنية».

جودة التصنيع هي كل شيء عن تصنيع و انتاج منتج يلتزم بالمواصفات المطلوبة. إلى جانب النمو السريع في التكنولوجيا، نمت توقعات العملاء للجودة، وبالتالي من المتوقع أن يتم تسليم المنتجات «في المرة الأولى». أي المنتج المناسب، يتم تسليمه في الوقت المحدد، في كل مرة. لتجنب المنتجات ذات الجودة الرديئة (وتكلفة الجودة الرديئة)، من الضروري أن يتم تضمين الجودة طوال عملية التصنيع من مرحلة التصميم وحتى الإنتاج والتسليم .يرتبط هذا بالعمليات التي تسمح لك بتتبع الجودة في كل مرحلة - بشكل أساسي ضمان الجودة، والذي يبحث في العمليات التي ينطوي عليها التصنيع، مما

يضمن أنه يمكنك منع عدم المطابقة بشكل استباقي، ومراقبة الجودة التي تبحث عن عيوب في المنتجات أثناء الإنتاج قبل الوصول مرحلة التسليم.

وتدور الجودة في عالم التصنيع حول اتباع إجراءات محددة لتلبية مواصفات المنتج والامتثال لها بمجرد وضع معيار الجودة، يتعلق الباقي بتلبية توقعات المنتج من خلال الإجراءات الموحدة.

يمكن تقسيم الجودة في الإنتاج إلى ثلاثة عوامل: التصميم ومراقبة الجودة وإدارة الجودة .

١_ التصميم: يمكن تحسين المنتج بشكل كبير عن طريق التصميم. فعلى سبيل المثال، ينبغي أن تصنع السلع بالمواد المناسبة لضمان الأداء الوظيفي وفترة صلاحية أطول .

٢_ مراقبة الجودة: يتم تحسين مستوى الجودة عندما يتم تقليل عيوب النفايات والمنتجات أثناء عملية مراقبة الجودة .

٣_ **إدارة الجودة:** يعد استكمال عمليات الإنتاج التي تتبع المعايير التنظيمية في صميم إدارة الجودة. وفي الواقع الافتراضي يتم محاكاه لمراحل الانتاج و التأكد من ان الانتاج متماشياً مع مستوي الجودة المطلوبة و متفقاً مع مواصفات الاجزاء و هذا يعزز مراقبة الجودة.

تعتمد الجودة في التصنيع على مراقبة الجودة الفعالة Quality Control (QC) ، وهي مجموعة من الإجراءات المستخدمة لقياس واختبار المنتجات للامتثال. تتمثل الوظيفة الرئيسية لمراقبة الجودة في ضمان خلو جميع السلع من العيوب، وتلبية توقعات العملاء، والالتزام بأفضل الممارسات الصناعية. يمكن للمنتجات إما زيادة رضا العملاء أو خلق تعقيدات قانونية ومالية إذا تم العثور على أوجه قصور. في العصر الحالي حيث يدرك المستهلكون بشكل متزايد سلامة المنتج وجودته، من الأهمية بمكان أن يبذل المصنعون كل ما في وسعهم لضمان استيفاء المنتجات لجميع معايير الجودة. يمكن أن تؤثر السلع عالية الجودة على نجاح الشركة وتعزز مصداقيتها للجمهور. يمكن أن تؤدي أيضًا إلى انخفاض تكاليف الإنتاج وزيادة الأرباح.

٣/٣ جودة التخطيط والتصنيع المسبق لجودة المنتج (APQP)

يأخذ APQP (Advance Product Quality Planning) في الاعتبار ما يريده عملاؤك، باتباع عملية من خمس خطوات للتأكد من الحفاظ على الجودة في المقدمة طوال دورة حياة الإنتاج .فهو يضمن حصولك على عملية إنتاج متسقة، وتجنب التأخير بسبب الجودة الرديئة.

الخطوات الخمس لـ APQP هي:

- التخطيط و التحديد
- تصميم وتطوير المنتجات
- تصميم العمليات وتطويرها
- التحقق من صحة المنتج والعملية
- الإنتاج المستمر والاستخدام وخدمة ما بعد التسليم.

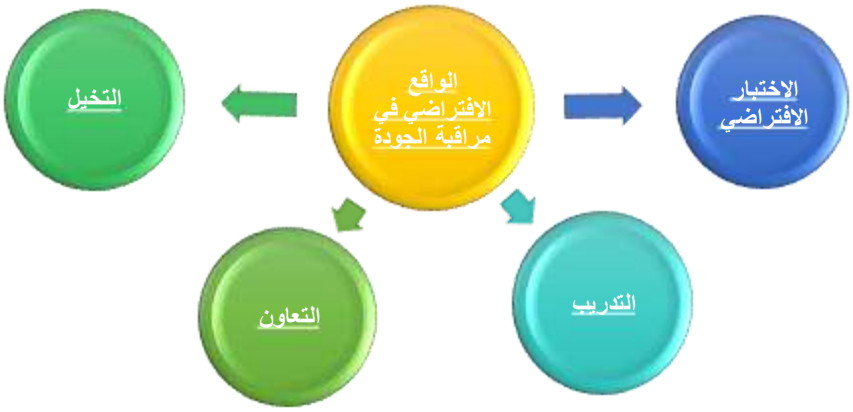
تشتمل APQP على PPAP (Production Part Approval Process) (عملية الموافقة على جزء الإنتاج)، والتي تركز على تحليل المخاطر حول سمات وخصائص تجميع الجزء.APQP و PPAP هما متطلبان لعدد من المعايير في مختلف القطاعات الصناعية.

ومع التقنيات الرقمية مثل الواقع الافتراضي والواقع المعزز والذكاء الاصطناعي يمكن للمصنعين تحسين مراقبة الجودة وتقليل العيوب والمزيد. تسمح منصات العمال المتصلة التي تعمل بالذكاء الاصطناعي للمصنعين بتوحيد مراقبة الجودة،

مما يؤدي إلى أخطاء أقل، وتقليل العيوب، وتبسيط عمليات الجودة التي تكون أسرع وأكثر دقة.وكان للواقع الافتراضي دور في مراقبة الجودة و ضمانها في التصنيع.

٤/٣ دور الواقع الافتراضي في مراقبة الجودة وضمانها في التصنيع:

تعد مراقبة الجودة وضمانها من المكونات الحيوية لعمليات التصنيع. ضمان استيفاء المنتجات للمواصفات والمتطلبات التنظيمية أمر ضروري للحفاظ على رضا العملاء وتجنب عمليات الاسترداد المكلفة. واحدة من أكثر التقنيات الواعدة لتحسين مراقبة الجودة والضمان في التصنيع هي الواقع الافتراضي .(VR) تسمح تقنية الواقع الافتراضي للمصنعين بمحاكاة سيناريوهات العالم الحقيقي واختبار المنتجات وتحديد العيوب المحتملة قبل أن تصبح مشاكل. فيما يلي بعض الطرق التي يمكن من خلالها للواقع الافتراضي تحسين مراقبة الجودة والضمان في التصنيع:



مخطط (٢) يوضح الواقع الافتراضي في مراقبة الجودة

الاختبار الافتراضي

يسمح الواقع الافتراضي للمصنعين باختبار المنتجات في بيئة افتراضية، وتحديد المشكلات المحتملة قبل حدوثها. يمكن أن يوفر هذا الوقت والمال من خلال تجنب الحاجة إلى بناء نماذج أولية مادية وإجراء اختبارات باهظة الثمن .

التدريب

يمكن استخدام الواقع الافتراضي لتدريب العاملين على إجراءات مراقبة الجودة وضمان الجودة،وتعتبر بيئة الواقع هذا بيئة امنه بدون ضغوطات الانتاج الفعلي، من اجل ضمان الجودة المطلوبة، وذلك قبل التصنيع الفعلي مما يسمح لهم بالممارسة في بيئة آمنة ومراقبة. يمكن أن يساعد ذلك في تقليل الأخطاء وتحسين جودة المنتج بشكل عام.

التخيل

يمكن أن يوفر الواقع الافتراضي تصورًا مفصلاً للمنتجات، مما يسمح للمصنعين بتحديد العيوب والمشكلات المحتملة بدقة أكبر. يمكن أن يساعد هذا في تحسين مراقبة الجودة من خلال تحديد المشكلات التي قد تمر دون أن يلاحظها أحد .

التعاون

يمكن أن يسهل الواقع الافتراضي التعاون بين مختلف الإدارات وأصحاب المصلحة، مما يسمح لهم بالعمل معًا لتحديد وحل مشكلات الجودة. هذا يمكن أن يحسن التواصل ويقلل من احتمالية سوء التواصل والأخطاء.

نتائج البحث

خلال ما تعرض له الدارس من نقاط علمية متعلقة بتطبيقات الواقع الافتراضي وأثره على مستوى جودة المنتجات.

فقد خلص البحث للنتائج الآتية :

1- تطبيق الواقع الافتراضي هو وسيلة قوية لتصور المنتجات بما يتيح تحديد المشكلات وحلها أو تلافيها قبل التصنيع بما يزيد من جودة المنتجات.

2- التصنيع التطبيقي هو الإمتداد الطبيعي للواقع الافتراضي ، بما يحدد العوائق الإنتاجية ، وتحديد التسلسل الأمثل لعمليات الإنتاجية .

3- تطبيق الواقع الافتراضي في مجال التصنيع هو أداة عصرية ومستقبلية للمنتجات لتلبية احتياجات المستخدمين ، بما يعزز القدرة التنافسية للمنتجات الصناعية .

4- يحدد الواقع الافتراضي كمية الأجزاء المنتجة سواء للمنتج منتجات أو خدمة ما بعد البيع ، مما يزيد من الجودة الشاملة للمنتجات.

5- يراعي أن تهتم المؤسسات الصناعية بتطبيقات الواقع الافتراضي وإعداد برامج للتدريب والاختبار للعاملين بكافة مستوياتهم.

المراجع:

المراجع العربية:

1) إدارة الجودة الشاملة (TOM) المفهوم والفلسفة والتطبيقات/ أ. د./ بهجت عطية راضي ؛ و أ. م. د/ هشام يوسف العريب. - القاهرة: شركة روابط للنشر وتقنية المعلومات/ ط١/ القاهرة:م٢٠١٦

المراجع الاجنبية :

1) LaValle SM (2017) Virtual reality .http://lavalle.pl/vr./ Accessed 19 Jan 2019.

2) Virtual manufacturing in industry 4.0: A review, Data Science and Management, Mohsen Soori, Behrooz Arezoo, Roza Dastres, (2023), doi: https://doi.org/10.1016/j.dsm.2023.10.006.

3) Virtual Product Creation in Industry (The Difficult Transformation from IT Enabler Technology to Core Engineering Competence**),** Rainer Stark (Industrial Information Technology Berlin Institute of Technology Berlin, Germany), https://doi.org/10.1007/978-3-662-64301-3.

4) Virtual reality applications in manufacturing system, Conference: 2014 Science and Information Conference (SAI), Faieza Abdul Aziz ,Amir Azizi, August 2014, DOI: 10.1109/SAI.2014.6918317.

5) Head-Mounted Displays: Messung räumlicher Präzision bei VR-Trackingsystemen (Head- Mounted Displays): Measurement of spatial precision of VR-trackingsystems).. Accessed 13 Sep 2020

6) Fang K, X Wang, Zhang W, et al. Characteristics of space network system formed by the constituent elements in urban streets: Tianzifang in Shanghai as a case study. Journal of Asian Architecture and Building Engineering, 2020(1):1-13.

7) Bookjans, M.; Weckenmann, A.: Virtual Quality Management – A new approach for the simulation-based optimization of quality control loops. In: Abrudan, I. (Hrsg.): Review of Management and Economic Engineering. Cluj-Napoca, 2010.

8) Filz, M.-A., Gellrich, S., Turetskyy, A., Wessel, J. *et al.*, 2020. Virtual Quality Gates in Manufacturing Systems: Framework, Implementation and Potential *4*, p. 106.

المراجع الالكترونية:

1- **https://www.linkedin.com/pulse/role-vr-quality-control-assurance-manufacturing/**

---

i

* - **عملية سحب المنتج**: هو إرجاعه إلى الشركة المصنعة، أو دفعه أو عملية إنتاج كاملة للمنتج، عادةً بسبب مخاوف تتعلق بالسلامة أو عيوب في التصميم أو أخطاء في انتاجه.