

تقنيات الثورة الصناعية الرابعة في ادارة عمليات التصميم

The Role of Industry 4.0 Technologies in Design Process Management

أحمد خالد سعيد زهران

معيد بقسم تصميم المنتجات، كلية الفنون التطبيقية، جامعة بدر بالقاهرة، ahmedkhaledzahran@gmail.com

أ.د/ أسامة يوسف محمد

أستاذ التصميم الصناعي، كلية الفنون التطبيقية، جامعة حلوان، drosamayousefm@gmail.com

أ.م. د/ محمد محمد رياض

أستاذ مساعد بقسم التصميم الصناعي، كلية الفنون التطبيقية، جامعة حلوان.

معار لقسم تصميم المنتجات، كلية الفنون التطبيقية، جامعة بدر بالقاهرة، mohamedryead@yahoo.com

كلمات دالة: Keywords

الثورة الصناعية الرابعة

Industry 4.0

إدارة عمليات التصميم

Design

Process

Management

المصنع الذكي

Smart Factory

النظم الفيزيائية الإلكترونية

Cyber Physical Systems.

ملخص البحث: Abstract

ظهر مصطلح الثورة الصناعية الرابعة نتيجة للتطورات التكنولوجية المستمرة، والتي تتألف من مزج أنظمة التصنيع المتطورة والتقنيات الرقمية المتقدمة والنظم الفيزيائية السيبرانية Cyber Physical System (CPS) وانترنت الأشياء (IoT) ، والذي أدى إلى إحداث تغيير جذري في قطاع التصميم والتصنيع وزيادة استخدام التقنيات الرقمية من خلال تحويل عمليات الإنتاج إلى إنتاج متكامل ومتدفق وآلي ومحسن، حيث يتم تحليل البيانات التي تم الحصول عليها من عمليات الإنتاج في الوقت المناسب للاستفادة منها في تخطيط الموارد وصيانة وإدارة الإنتاج المرن من خلال الاستجابة السريعة لمتطلبات العملاء وعمليات الإنتاج جيدة الإعداد والتحكم. ويرتبط هذا بشكل أساسي بإدارة عمليات التصميم التي يمكن تعريفها بأنها "نشاط منهجي يتضمن تحديد العمليات ووصفها وقياساتها وإدارتها وتقييمها وتحسينها، باستخدام أنظمة وطرق وأدوات مختلفة لهذا النشاط المنهجي"، وبالتالي تساهم إدارة عمليات التصميم في خلق قيمة جديدة في عمليات التصميم والتصنيع. لذلك من الأهمية إدراك زيادة الفجوة الناتجة عن المتغيرات التي أحدثتها تقنيات الثورة الصناعية الرابعة على إدارة عمليات التصميم، بهدف مواكبة التطورات التكنولوجية الجديدة وخاصة على إدارة عمليات التصميم والإنتاج والاستفادة من هذه التقنيات الجديدة وتحقيق الميزة التنافسية في السوق بهدف تطوير فهم أفضل لإدارة عمليات التصميم في بيئات المؤسسات الصناعية. متبعا في ذلك المنهج الوصفي التحليلي، وذلك من خلال جمع المعلومات وتحليلها والاستنباط منها بهدف تحقيق هدف البحث.

Paper received 19th December 2021, Accepted 22th January 2022, Published 1st of March 2022

وستعمل هذه الاتجاهات التقنية على تحويل الإنتاج إلى إنتاج متدفق متكامل، وآلي، ومحسن من خلال الربط بين التخطيط وعمليات الإنتاج والتوريد والعملاء بتحليل البيانات التي تم الحصول عليها (البيانات الكبيرة) من عمليات الإنتاج لتخطيط الموارد وصيانة وإدارة الإنتاج المرن في الوقت المناسب. (2) ويتمثل أساس المرونة في الاستجابة السريعة لمتطلبات العملاء وعمليات الإنتاج جيدة الإعداد والتحكم، والتي ترتبط بشكل أساسي بإدارة عمليات التصميم التي يمكن تعريفها بأنها "نشاط منهجي يتضمن تحديد العمليات ووصفها وقياساتها وإدارتها وتقييمها وتحسينها، واستخدام أنظمة وطرق وأدوات مختلفة لهذا النشاط المنهجي".

مشكلة البحث: Statement of the Problem

نتيجة للتغيرات التكنولوجية الهائلة منذ ظهور مصطلح الثورة الصناعية الرابعة واعتماد الكثير من المؤسسات الصناعية لهذه التقنيات للمحافظة على ميزتها التنافسية، كان لابد لنا من دراسة تأثير هذه التقنيات على برامج إدارة عمليات التصميم في المؤسسات الصناعية ذات الصلة، كذلك رفع مستوى التنافسية في تلك المؤسسات مع تحسين إدراك العاملين بتلك المؤسسات بتأثير التقنيات الحديثة. تكمن مشكلة البحث في زيادة الفجوة الناتجة عن عدم إدراك المتغيرات التي أحدثتها تقنيات الثورة الصناعية الرابعة على إدارة عمليات التصميم والإنتاج، مما يؤدي إلى عدم قدرة المؤسسات الصناعية على التكيف مع التغيرات السريعة في السوق والتي تهدف إلى تحقيق الميزة التنافسية للصناعة من خلال زيادة

مقدمة: Introduction

تعتبر الثورة الصناعية الرابعة أو ما يعرف ب Industry 4.0 هي كلمة حديثة في مجال التصميم والتصنيع، وقد تم استخدام هذا المصطلح بشكل أساسي لأول مرة في نوفمبر 2011 من قبل الحكومة الألمانية في تقديمها لاستراتيجية التكنولوجيا الفائقة لعام 2020 (1). وأدى ظهور هذا المصطلح إلى إحداث تغيير جذري في قطاع التصميم والتصنيع من خلال زيادة التقنيات الرقمية المستخدمة خلال مراحل عمليات التصميم والتصنيع، مما أدى إلى طرح عدداً من التحديات لأصحاب المؤسسات الصناعية والمشاركين في إدارة عمليات التصميم والإنتاج داخل المؤسسة.

وتقوم الثورة الصناعية الرابعة على تحقيق الاتصال بالعالم الافتراضي والواقعي من خلال مجموعة من التقنيات، والتي أدت لظهور ما يعرف بالمصانع الذكية Smart Factory لمساعدة المؤسسات الصناعية على التكيف مع التغيرات السريعة وتحقيق الميزة التنافسية لها في الأسواق.

وتتمثل تقنيات الثورة الصناعية الرابعة المستخدمة في: الروبوتات المتقدمة Advanced Robots، وانترنت الأشياء (IoT) Internet of Things، والبيانات الضخمة BIG DATA، والمحاكاة المتقدمة Advanced Simulation، وتكامل النظم الأفقية والرأسية Integration Horizontal and Vertical System، والحوسبة السحابية The Cloud Computing، والأمن السيبراني Cyber Security، والتصنيع بالإضافة Additive Manufacturing، والواقع المعزز Augmented Reality.

(3) وتشتمل الثورة الصناعية الرابعة Industry 4.0 على العديد من التطورات التكنولوجية التي تتألف من مزيج من أنظمة التصنيع المتطورة والتقنيات الرقمية المتقدمة، والنظم الفيزيائية الإلكترونية Cyber Physical Systems (CPS) وأنترنترنت الأشياء (IoT) الذين يعتبروا أساس الثورة

الصناعية الرابعة التي سبقها ثلاث ثورات صناعية هي:

- الثورة الصناعية الثالثة
- الثورة الصناعية الثانية
- الثورة الصناعية الأولى

ونتيجة للتطورات التكنولوجية الإحلامية فإن الثورة الصناعية الرابعة قامت على دمج العديد من التطورات التكنولوجية التي تضم كل من المنتجات والعمليات، وترتبط الثورة الصناعية الرابعة Industry 4.0 بما يسمى بالأنظمة السيبرانية الفيزيائية system Cyber Physical، (4) التي تصف دمج الرقمية مع سير العمل الفعلي في الإنتاج، وهذا يعني أن خطوات الإنتاج الفيزيائي تقترن بعمليات قائمة على الحاسب الآلي. وتشتمل الأنظمة الفيزيائية على القدرة الحاسوبية والتخزينية والميكانيكا والإلكترونية، واعتمدها على الإنترنت كوسيلة اتصال. أما التكنولوجيا الأخرى ذات الصلة هي ما يسمى بإنترنت الأشياء (IoT) Internet of Things، والمعروفة بإمكانية الوصول في كل مكان إلى شبكة المعلومات الدولية Internet. ويوضح الشكل (1) التطور التاريخي للثورات الصناعية الأربعة.

القدرة على دمج تقنيات الثورة الصناعية الرابعة في برنامج عمليات التصميم وكذلك المرونة في التعامل مع المتغيرات.

أهداف البحث Objectives

تعظيم دور التقنيات المتقدمة الناتجة عن الثورة الصناعية الرابعة وتأثيرها على إدارة عمليات التصميم من خلال تضمين الأنظمة والطرق والأدوات المختلفة في مراحل إدارة عمليات التصميم، وتحقيق الميزة التنافسية في السوق لتطوير فهم أفضل لإدارة عمليات التصميم في المؤسسات الصناعية.

أهمية البحث Significance

يهتم البحث بدراسة تقنيات الثورة الصناعية الرابعة وتأثيرها على إدارة عمليات التصميم وما يترتب عليها من تغييرات في جميع مراحل عمليات التصميم والتصنيع وبالتالي رفع الوعي التصميمي لدى مصممي المنتجات، وتحقيق الميزة التنافسية للمؤسسات الصناعية في الأسواق التجارية.

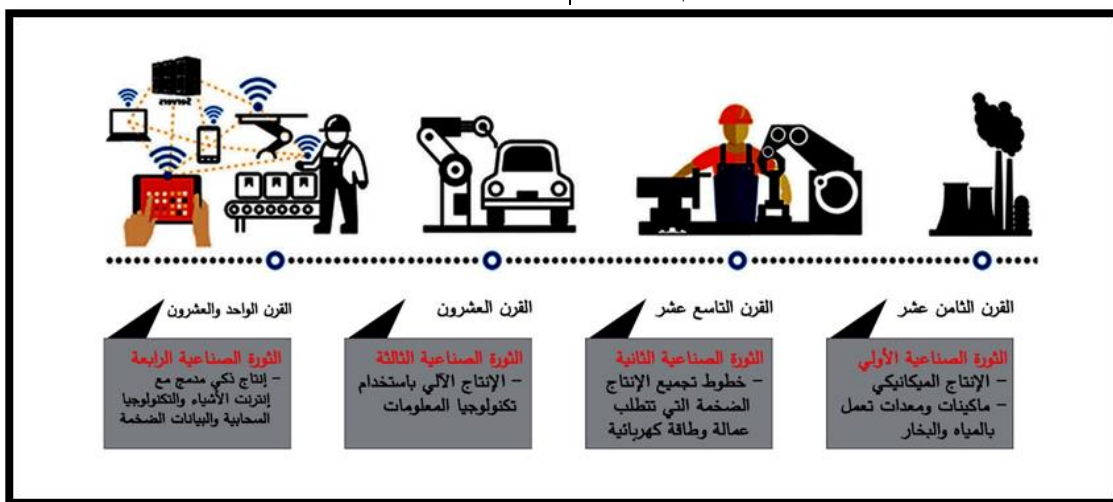
منهج البحث Research Methodology:

يتبع البحث المنهج الاستقرائي.

الإطار النظري Theoretical framework

أولاً: الثورة الصناعية الرابعة Industry 4.0

ظهر مصطلح الثورة الصناعية الرابعة (Industry 4.0) نتيجة للتغيرات التكنولوجية المستمرة لأول مرة في نوفمبر 2011 عندما قدمت الحكومة الألمانية استراتيجية التكنولوجيا الفائقة لعام 2020.



شكل (1) التطور التاريخي للثورات الصناعية الأربعة. (5)

(6)

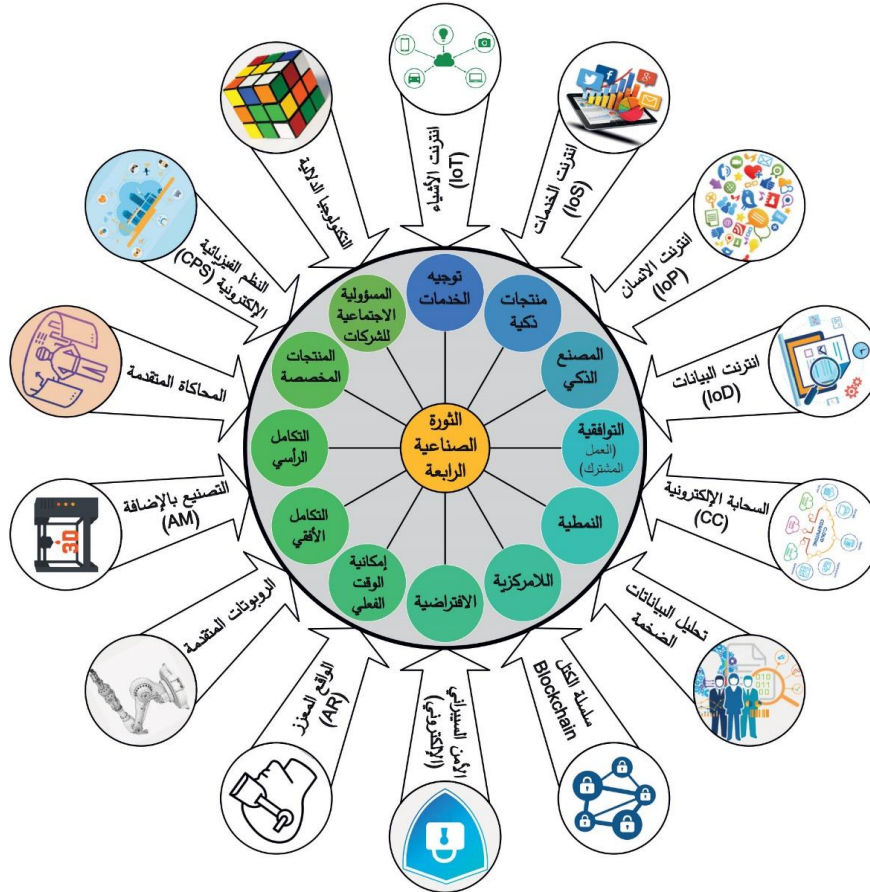
ويرى Vogel-Heuser and Hess عام 2016 ان الثورة الصناعية الرابعة يمكن تعريفها بأنها " قامت على المبادئ التصميمية والاتجاهات التكنولوجية، حيث تقوم المبادئ التصميمية بتوفير منهجية للمعرفة وتطوير الإجراءات والحلول المناسبة اللازمة لانتقال الثورة الصناعية الرابعة لمؤسسات التصنيع، بينما تشير اتجاهات التكنولوجيا ببساطة إلى الابتكارات التكنولوجية الرقمية المتقدمة التي تمكن من ظهور تكنولوجيا التصنيع الرقمية الجديدة والمعروفة باسم الثورة الصناعية الرابعة". (7) ويوضح الشكل (2) المبادئ التصميمية والاتجاهات التكنولوجية للثورة الصناعية الرابعة.

1- مفهوم الثورة الصناعية الرابعة Industry 4.0

Definition

تعمل الثورة الصناعية الرابعة على تغيير الطريقة التي تعمل بها المؤسسات والمنظمات الصناعية وتحديد المخاطر التي تواجههم ويجب أن تقرر كيف وأين تستثمر في هذه التقنيات الجديدة وأن تحدد ايها يلبي احتياجاته علي أفضل وجه.

وقد تم وضع أول تعريف لمصطلح الثورة الصناعية الرابعة Industry 4.0 بواسطة Free University of Berlin (FU) في عام 2011، وهو يعرف بأنه "مستوى جديد من التنظيم والتحكم في سلاسل القيمة بأكملها على مدار دورة حياة المنتجات بالكامل".



شكل (2) الاتجاهات والمبادئ التصميمية التكنولوجية للثورة الصناعية الرابعة (8)

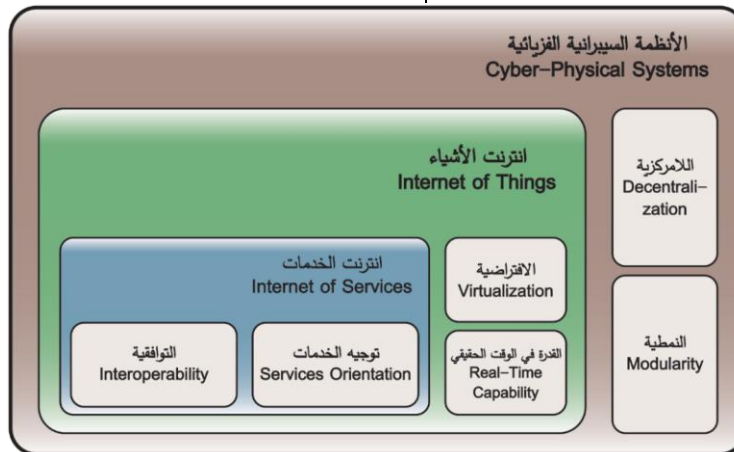
2- مبادئ تصميم الثورة الصناعية الرابعة Industry 4.0 design principles

يشتمل إطار الثورة الصناعية الرابعة على ستة مبادئ تصميمية، والتي تسمى اللامركزية Decentralization، والمحاكاة الافتراضية Virtualization، وقابلية التشغيل البيئي والتوافقي Interoperability، والنمطية Modularity، والقدرة في الوقت الفعلي Real-Time Capability، وتوجيه الخدمة Service Orientation.

وتسمى هذه المبادئ "مبادئ التصميم" لأنها تساهم في عملية التصميم أو الانتقال بالصناعات المشتركة إلى تقنيات الثورة الصناعية الرابعة. ويوضح الشكل (3) المبادئ التصميمية في بيئة النظم الفيزيائية السيبرانية التي تمثل إطار الثورة الصناعية الرابعة وتشتمل على إنترنت الأشياء والخدمات.

ولذلك فإن تبنى التطويرات والتحسينات المستمرة في التقنيات المتقدمة هي القوة الدافعة في قطاع إدارة عمليات التصميم والتصنيع، وذلك من خلال أربع مجموعات من التقنيات سيكون لها تأثير كبير على إدارة عمليات التصميم والتصنيع لكي تدفع المؤسسات الصناعية التي مواكبة العصر الجديد والقدرة على المنافسة ويمكن تنظيمها على النحو التالي:

- البيانات والقدرة الحسابية والاتصال (مثل الشبكات اللاسلكية)
- التحليلات والاستخبارات (مثل الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء)
- التفاعل بين الإنسان والآلة (مثل الواقع المعزز (AR)).
- التحويل من الرقمية إلى المادية (مثل الطباعة ثلاثية الأبعاد).



شكل (3) مبادئ تصميم وإطار الثورة الصناعية الرابعة (9)

يؤدي الطلب المتزايد على المنتجات الفردية للأشخاص صعوبة

1-2- اللامركزية Decentralization

التصميم والإنتاج دائماً مع متطلبات العملاء المتغيرة دون أخطاء أو فقد الإنتاجية. (13)

2-5- القدرة في الوقت الفعلي Real-Time Capability

يتم تحديد مبدأ القدرة في الوقت الفعلي على التكيف التلقائي للآلات ذات البرامج المحددة مع العمليات واتخاذ القرار من قبل الأنظمة الفيزيائية السيبرانية للاحتياجات الإنتاجية، وبالتالي مراقبة جودة المنتج من أجل اتخاذ القرارات في الوقت الفعلي.

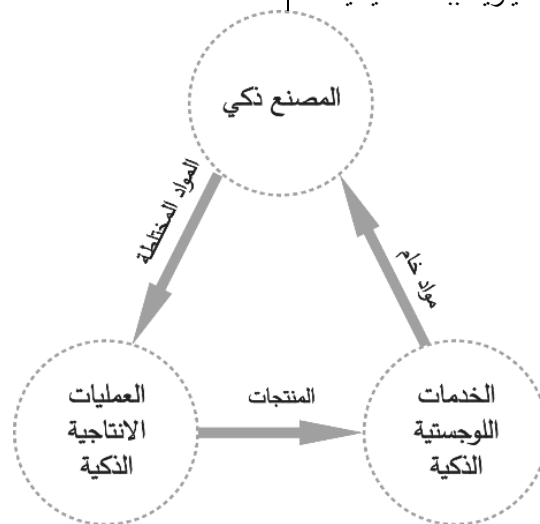
ويعد هذا المبدأ أحد أبرز جوانب الثورة الصناعية الرابعة حيث انه مسؤول عن ضمان أفضل وقت استجابة ممكن للمحفزات الداخلية والخارجية من خلال مشاركة البيانات والمعلومات واستقبالها وتحليلها في الوقت الفعلي. (14)

2-6- توجيه الخدمة Service Orientation

يتميز هذا المبدأ بتوفير الخدمات البشرية والتجارية والأنظمة الفيزيائية السيبرانية CPS عبر الإنترنت، الذي يمكن استخدامها من قبل أصحاب المصلحة. مما يسهل إنشاء أنظمة خدمة المنتج (PSS) Product-Service Systems المعروفة أيضاً باسم خدمة المنتج والتي يمكن تقديمها داخل المؤسسات الصناعية وخارجها. وبهذه الطريقة تحافظ الثورة الصناعية الرابعة على اتصال المؤسسات الصناعية مع جميع المستهدفين سواء كانوا عملاء أو صناع مشاركين أو موردين وغيرهم. ويمكن للجميع الوصول إلى الخدمات والمنتجات والمعلومات المفيدة حول الصناعة باستخدام المنصات الافتراضية والرقمية المتاحة في جميع الأوقات.

3- السمات الرئيسية للثورة الصناعية الرابعة The Main Characteristics for Industry 4.0

تعد الثورة الصناعية الرابعة ملتقى من ثلاثة جوانب رئيسية يجب مراعاتها: المصنع الذكي Smart Plant، والإنتاج الذكي Smart Production، واللوجستيات الذكية Smart Logistics كما يوضحه شكل (4)، ويعتبر المصنع الذكي مكون رئيسي للبنية التحتية الذكية للمستقبل مع التركيز على أنظمة وعمليات الإنتاج ذات الإمكانيات العالية بالإضافة إلى تجهيز شبكة التوزيع للتسهيلات الإنتاجية التي تشكل تخطيط المصنع.



شكل (4) السمات الرئيسية للثورة الصناعية الرابعة (15)

الذكي هو جوهر هذه الثورة الصناعية الجديدة، والتي تهدف إلى إنشاء منتجات مخصصة للعملاء.

هناك خمس رؤى للتغيير والاحلال للثورة الصناعية الرابعة هي :-

• **مستوى جديد من التفاعل الاجتماعي التقني New Level of Socio-Technical Interaction:** تقوم موارد الإنتاج المستقلة وذاتية التنظيم بعمليات التخطيط في سلاسل القيمة بين مؤسسات التصنيع.

• **المنتجات الذكية Smart Products:** المنتجات وتفاوت معايير التشغيل المسموح بها لعملية إنتاج معينة معروفة بشكل متبادل.

التحكم في الأنظمة مركزياً، فتمكن أجهزة الحاسب المدمجة بالأنظمة الفيزيائية السيبرانية (CPS) من اتخاذ القرارات بمفردها. ومن الضروري تتبع النظام بأكمله في نطاق التصنيع الذكي لضمان الجودة وإمكانية التتبع من خلال استخدام موجات ترددية في اصدار اوامر تشغيل وإيقاف ماكينات الإنتاج، ولذلك لم يعد هناك حاجة للتخطيط والتحكم المركزي داخل المؤسسات الصناعية. (10)

2-2- المحاكاة الافتراضية Virtualization

تعني المحاكاة الافتراضية أن الأنظمة الفيزيائية السيبرانية قادرة على مراقبة العمليات المادية، وذلك لترابط بيانات أجهزة الاستشعار بنماذج المصنع الافتراضية ونماذج المحاكاة، وبذلك يتم إنشاء نسخة افتراضية من العالم المادي.

وتحتوي هذه النسخة الافتراضية على جميع الأنظمة الفيزيائية السيبرانية (CPS) التي تعمل على إخطار الانسان في حالة الفشل بالإضافة الي توفير جميع المعلومات الضرورية مثل خطوات العمل التالية وترتيبات الأمن والسلامة. (11)

وتستخدم المحاكاة الافتراضية في الثورة الصناعية الرابعة أدوات ذات إمكانيات عالية لمساعدة العامل البشري في تقليل الوقت والتحليل واتخاذ القرار في الوقت الفعلي من خلال توفير المعلومات ومشاركتها ومعالجتها افتراضياً.

2-3- قابلية التشغيل البيئي (التوافقية) Interoperability

يقوم مبدأ التوافقية في بيئة التصنيع للثورة الصناعية الرابعة على أن النظام الفيزيائي السيبراني (CPS) يتألف من آلات وأنظمة تخزين ذكية ومرافق قادرة على تبادل المعلومات وبدء الإجراءات والتحكم في بعضها البعض بشكل مستقل. ويرتبط أيضاً بالعمل الذي يتم تنفيذه بتفاعل الانسان/الماكينة H2M الذي يتكون من قدرة الأشخاص على العمل بانسجام مع الآلات بحيث يتم تحقيق الجهد المطلوب بالتزامن مع جميع الأنشطة الصناعية. (12)

2-4- النمطية Modularity

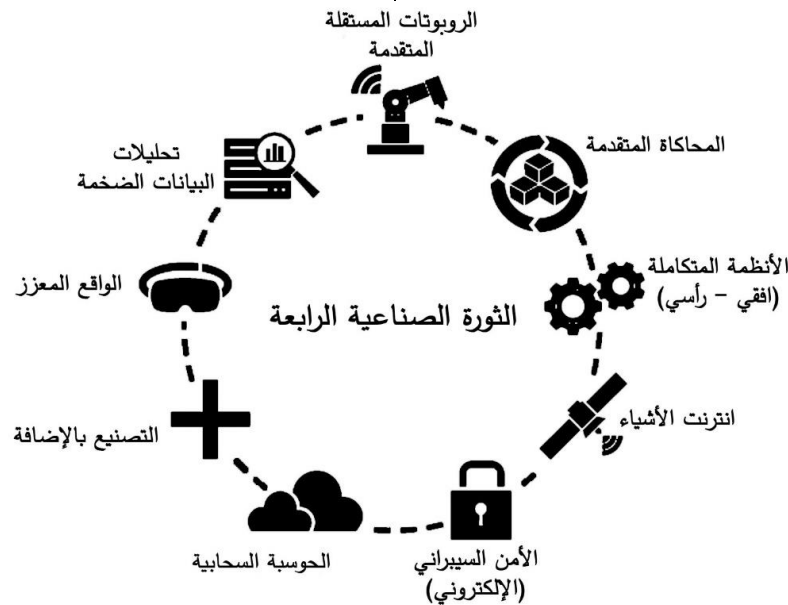
تشتمل النمطية على أنظمة معيارية يمكنها التكيف بمرونة مع المتطلبات المتغيرة في تصميم المنتجات من خلال استبدال أو توسيع وحدات الإنتاج الفردية، مما يجعل إضافة أو إزالة الوحدات أسهل بكثير، وبالتالي يمكن تعديل هذه الأنظمة المعيارية ببساطة ليتكيف

ويرتبط الإنتاج الذكي بشكل أساسي بإدارة لوجستيات الإنتاج على مستوى الصناعة إلى جانب التفاعل بين الإنسان والآلة (H2M) وكذلك التطبيقات التقنية ثلاثية ورباعية الأبعاد 3D/4D في العمليات الصناعية. وتتعاون اللوجيستيات الذكية خاصة من خلال الإنترنت وشبكات تكامل الموارد اللوجيستية مع الأداء العالي لكفاءة موارد اللوجيستيات على جانبي العرض والطلب، لذلك يمكنها الحصول على خدمة مطابقة للدعم اللوجستي. هذه الجوانب الثلاثة مستقلة عن بعضها البعض والتي بالتنسيق والتعاون المتبادل بينهم تشكل نظام إنتاج الثورة الصناعية الرابعة، حيث يعتبر التصنيع

والطائرات بدون طيار. تنتشر اليوم مجموعة من التكنولوجيات المتقدمة الجديدة التي يزيد عددها عن مائة تكنولوجيا وفقاً لدراسة أجريت مؤخراً في بلدان منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية والاتحاد الأوروبي. (16)

وتؤكد الثورة الصناعية الرابعة على فكرة الرقمنة المتناسقة والمتراصة مع جميع الوحدات الإنتاجية في التصنيع والاقتصاد، ومن خلال الترابط التكنولوجي هناك العديد من المجالات التكنولوجية الأساسية الموضحة بشكل (5) والتي تدعم الثورة الصناعية الرابعة وتؤثر على إدارة عمليات تصميم المنتج والتصنيع للمؤسسات الصناعية وهي:-

الروبوتات المتقدمة Advanced Robots، وإنترنت الأشياء BIG DATA، والبيانات الضخمة Internet of Things (IoT)، والمحاكاة المتقدمة Advanced Analytics (BDA)، وتكامل النظم الأفقية والرأسية Simulation (AS)، وIntegration Horizontal and Vertical System، والحوسبة السحابية The Cloud Computing (CC)، والأمن السيبراني Cyber Security (CS)، والتصنيع بالإضافة Additive Manufacturing (AM)، والواقع المعزز Augmented Reality (AR). (17)



شكل (5) التقنيات الأساسية التي تشكل أساس الثورة الصناعية الرابعة

والفعالة في الوقت الفعلي.

2- الواقع المعزز (AR) والتصنيع بالإضافة

يعتبر الواقع المعزز (AR) أحد تكنولوجيات الثورة الصناعية الرابعة التي تعتمد على المزج بين المعلومات الرقمية والمعلومات المشتقة من البيئة المحيطة، ثم عرضها معا عبر صورة مركبة غنية بالمعلومات عن طريق المدخلات الحسية التي يتم إنشاؤها بواسطة الكمبيوتر مثل الصوت أو الفيديو أو الرسومات أو بيانات GPS كما موضح بشكل (7) الأدوات المستخدمة في إنشاء بيئة الواقع المعزز، وعلى عكس الواقع الافتراضي Virtual Reality (VR) الذي يُنشأ بيئة اصطناعية بالكامل، ويستخدم الواقع المعزز البيئة الحالية ويعطيها معلومات جديدة .

ويعرف الواقع المعزز (AR) بأنه عملية إسقاط عناصر افتراضية غير موجودة ماديا وإظهارها بشكل واضح في العالم الحقيقي أمام المستخدم ولا يمكن رؤيتها إلا عند استخدام أجهزة تحتوي على كاميرات يمكن النظر من خلالها ورؤية الأجسام والصور العائمة، وهذه الأجهزة تتراوح من عدسة الهاتف الذكي إلى نظارات ذكية خاصة. (19)

يمكن تجميع هذه المنتجات لتحسين الإنتاج.

• الإنتاج الفردي Individualized Production: يتيح إعادة التشكيل المرنة للصناعات النظر في الخصائص المحددة لطلب العميل والمنتج أثناء مرحلة التصميم والتخطيط والإنتاج وإعادة التدوير.

• التحكم الذاتي Autonomous Control: يتحكم الموظفون في موارد الإنتاج الذكية وتكوينها بناءً على أهداف حساسة للسياق الحالي.

• يتحكم تصميم المنتج في البيانات المتعلقة بالمنتج Product Design Controls Product-Related Data: تصبح البيانات المتعلقة بالمنتج ميزة مركزية في إدارة دورة حياة المنتج .

ثانياً: التقنيات الأساسية التي تشكل أساس الثورة الصناعية الرابعة Industry 4.0 Basis Technologies

ظهر العديد من التقنيات المتقدمة الرائدة في الأونة الاخيرة والتي تساعد المؤسسات الصناعية المختلفة لتحقيق أهدافها، وتقود هذه الثورة أربعة مجموعات تكنولوجية متقدمة: تكنولوجيا المواد المتقدمة والتكنولوجيا الرقمية والتكنولوجيا البيولوجية وتكنولوجيا الطاقة والبيئة. وتشتمل هذه التكنولوجيات على تطبيقات في مجال الذكاء الاصطناعي، وبرمجة الجينات، والروبوتات، وإنترنت الأشياء، والطابعات الثلاثية الأبعاد، والسيارات ذاتية القيادة،

1- تحليل البيانات الضخمة (BDA) Big Data Analytics

يستخدم تحليل البيانات الضخمة في نطاق تجميع وتحليل وتوفير البيانات والمعلومات ذات الصلة بالموارد الحالية والموارد المستخدمة ووظائف الماكينة وكفاءة الطاقة وتوليد واستخدام النفايات ومستويات التلوث المنبعثة.

يستخدم بعض العلماء مصطلح تحليلات البيانات الضخمة Big Data Analytics (BDA) للتأكيد على العمليات والأدوات المستخدمة لاستخراج المعلومات والأفكار من البيانات الضخمة، وذلك من خلال تلقي البيانات والمعلومات وأرشفتها وتحليلها ومشاركتها، مما يتيح للمؤسسات الصناعية وإدارات التصميم والتصنيع... الخ اتخاذ قرارات أكثر واقعية بناءً على هذه المعلومات الحقيقية وتنظيمها ومعالجتها بشكل صحيح والوصول إليها في الوقت الفعلي. (18)

ويمكن الاستفادة من تحليل البيانات الضخمة في إدارة برنامج عمليات التصميم من خلال تجميع المعلومات والبيانات الخاصة بالبحوث المتعلقة بعمليات تصميم منتج ما والتي تشتمل على بحوث السوق والعملاء والموردين ثم يتم تنظيم وتحليل هذه المعلومات ومشاركتها مع فريق التصميم، مما يتيح اتخاذ القرارات الصحيحة



شكل (7) أدوات إنشاء بيئة الواقع المعزز (20)

الفكرة النهائية التي ستجرى عليها مراحل التطوير، بالإضافة لاستخدامها في إنتاج الأجزاء المطبوعة الحقيقية. وتتميز تقنية التصنيع بالإضافة في الحصول على أشكال لمنتجات يصعب تشكيلها بالطرق الإنتاجية التقليدية بالإضافة الى تقليل الوقت والتكلفة في انجاز هذه النماذج الأولية.

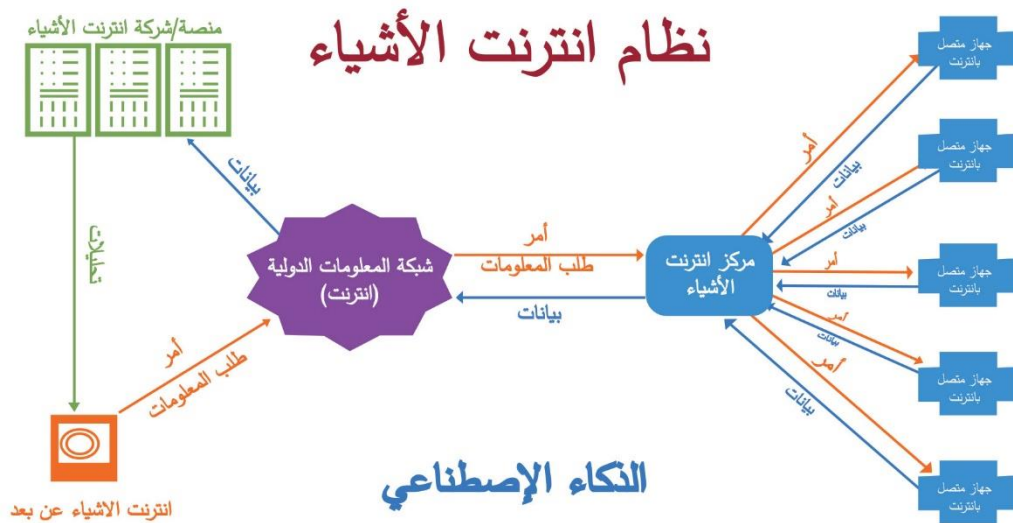
4- إنترنت الأشياء (IoT) Internet of Things

إنترنت الأشياء هو تكتل للأشياء المادية التي تحتوي على مجموعة متنوعة من أجهزة الاستشعار والمتصلة فيما بينها من خلال بروتوكول الإنترنت (شبكة المعلومات الدولية). التي تتميز بالاستشعار السلس في كل مكان وتحليلات البيانات وتمثيل المعلومات مع الحوسبة السحابية The Computing Cloud كإطار عمل موحد. أشار Porter & Heppelman (2014) إلى أن الجمع بين المكونات المادية (الأجهزة) والمكونات الذكية (المستشعرات والبرامج وتحليلات البيانات) والاتصال (اتصال سلكي أو لاسلكي) يسمح بتحسين المستمر للقيمة. (22) تعمل المكونات الذكية على تعزيز قدرات المنتج المادي، بينما تعمل مكونات الاتصال على تعزيز قدرة المكونات الذكية. يمنح الاتصال المنتج الذكي القدرة على تبادل المعلومات بين المنتج وبينته (سواء كان ذلك المستخدم أو المؤسسة الصناعية أو غيرها من المنتجات الذكية) والقدرة على تقديم وظائف موجودة خارج الجهاز المادي وتوجد مثل هذه الوظائف في المنتج "السحابية". كما يوضح شكل (9) النظام البيئي لإنترنت الأشياء.

يمكن الاستفادة من تقنية الواقع المعزز (AR) في إدارة عمليات التصميم في المراحل الخاصة بالمحاكاة وتصفية الأفكار وعرضها وليتم بعدها مرحلة تقييم وتحليل أسلوب عملها والحصول على النتائج النهائية لعملية التصميم قبل عمل النماذج الأولية بهدف الحفاظ على الوقت والتكلفة خلال عمليات التصميم.

3- التصنيع بالإضافة Additive Manufacturing (AM)

تعتبر تكنولوجيا التصنيع بالإضافة من التكنولوجيات المتقدمة في الوقت الحاضر والتي يتم من خلالها تقريب شكل المنتج من مخططات التصميم بنسبة عالية جدا. ونتيجة لذلك أصبحت هذه التكنولوجيا تستخدم في مجالات الفضاء، السيارات، الإلكترونيات، الطب، الروبوتات والطب الحيوي وما الى ذلك من المجالات الأخرى التي تتطلب دقة تصنيع عالية من ناحية الأبعاد والتفاصيل الدقيقة لما لها من إمكانية عالية في صنع المكونات المطلوبة في فترة قصيرة من الوقت بدقة عالية دون أي خطأ. وقد خضعت تكنولوجيا التصنيع بالإضافة الى تغيرات وتطورات جذرية بدءاً من اللدائن والبوليمرات وصولاً الى المعادن والمواد المختلفة. (21) ويعرف التصنيع بالإضافة بأنه عملية صنع كائنات ثلاثية الأبعاد من خلال وصف رقمي أو ملف افتراضي باستخدام تقنية التصميم بمساعدة الحاسب (CAD)، وتعتبر عملية إضافة وذلك لأن المواد توضع في طبقات متتالية. يمكن استخدام هذه التقنية في المراحل المبكرة من عمليات التصميم في تشكيل النماذج الأولية لأفكار التصميم تمهيدا لتصفيتها واختيار



شكل (9) النظام البيئي لإنترنت الأشياء Internet Of Things Ecosystem (23)

ويمكن الاستفادة من تقنية إنترنت الأشياء خلال برامج التصميم في ربط جميع مراحل عمليات التصميم حيث انه يمكن نقل البيانات عبر

واستقراراً. تعني هذه التحسينات والمميزات أن الروبوتات المتقدمة ستكون قادرة على أداء العديد من المهام بشكل اقتصادي. ويوجد الكثير من الفوائد المتعلقة بالروبوتات المتقدمة كما يوضح شكل (10) حيث تقوم المؤسسات الصناعية الآن بنشر الروبوتات المتقدمة كعنصر أساسي في عمليات التشغيل الآلي المتقدمة التي تمكن مصنع المستقبل (المصنع الذكي) أن يتحكم في الروبوتات بشكل مستقل. ويمكن أن يؤدي تعزيز هياكل المصنع والعمليات باستخدام التقنيات الرقمية إلى زيادة الإنتاجية والمرونة في كل من المصنع وسلسلة التوريد، مما يمكن المؤسسات الصناعية من التكيف بسرعة مع احتياجات العملاء المتغيرة. (24)



شكل (10) يوضح فائدة الروبوتات المتقدمة

تعد أدوات المحاكاة ضرورية لضمان التصميم المستدام للمنتج والتحقق من صحته وتصنيعه. ويمكن أن يؤدي الاستخدام السليم والمتكامل لأدوات المحاكاة إلى تمكين المصممين من تصميم منتجات أكثر استدامة وفعالية من حيث التكلفة وأفضل أداء. كما يوضح شكل (11) الاستفادة من استخدام تقنية المحاكاة المتقدمة في جميع المجالات. (25)



شكل (11) يوضح الاستفادة من استخدام تقنية المحاكاة المتقدمة

التصنيع وخدمات الإدارة المستدامة للوصول إلى شبكة المعلومات الدولية واستغلالها بأفضل شكل. ويمثل التصنيع المدمج بالحوسبة السحابية نموذجاً إنتاجياً متقدماً يجمع بين تقنيات الحوسبة السحابية وإنترنت الأشياء والمحاكاة الافتراضية والخدمات الموجهة. ومن خلال المهام الضرورية للبيئة التعاونية الحديثة لتخطيط العمليات داخل الثورة الصناعية الرابعة ومكوناتها الرئيسية فإنه يؤدي إلى النموذج توضيحي للنظام القائم على الحوسبة السحابية لتخطيط العملية كما في شكل (12). (26)

يقع جوهر هذا النظام في الحوسبة السحابية الذي يتكون من خدمات وتطبيقات متنوعة لتخطيط العمليات. يستخدم نظام تخطيط العمليات موارد خدمة CAD من الحوسبة السحابية والتي تؤدي إلى خطة العملية كأساس لإنشاء برامج NC داخل خدمة CAM. إلى جانب ذلك يتم استخدام الخدمات القائمة على الحاسب الآلي CAX المختلفة في وقت واحد في تطوير وتحليل مراحل دورة حياة المنتج.

الشبكة والتحديث بشكل فعال في الوقت الفعلي وهذه البيانات على سبيل المثال بحوث السوق والمستهلك خلال مرحلة الدراسة يمكن انتقالها خلال جميع المراحل والوصول إليها في الوقت الفعلي. فتعمل تقنية إنترنت الأشياء على تحسين العمليات لتصبح أكثر إنتاجية وحماية وأكثر ربحية وأسرع. وتوفر طرقاً لتتبع سلوكيات العملاء لتحقيق أقصى تأثير.

5- الروبوتات المتقدمة Advanced Robot

تتمتع الروبوتات المتقدمة بإدراك متفوق، وقابلية تكاملية، وقابلية للتكيف، وقابلية للتنقل التي تسمح هذه المميزات بالإعداد والتشغيل وإعادة التكوين بشكل أسرع، بالإضافة إلى عمليات أكثر كفاءة

وانه يمكن الاستفادة من تقنية الروبوتات المتقدمة خلال برنامج تصميم المنتج في مراحل التصنيع حيث يعمل على اتمام عملية التصنيع في أسرع وقت وأقل مجهود وأعلى جودة. وذلك لأن ما يميز الروبوتات المتقدمة هو الذكاء اللامركزي الذي يسمح للأجهزة والمعدات باتخاذ القرارات واتخاذ الإجراءات بشكل مستقل دون تدخل بشري.

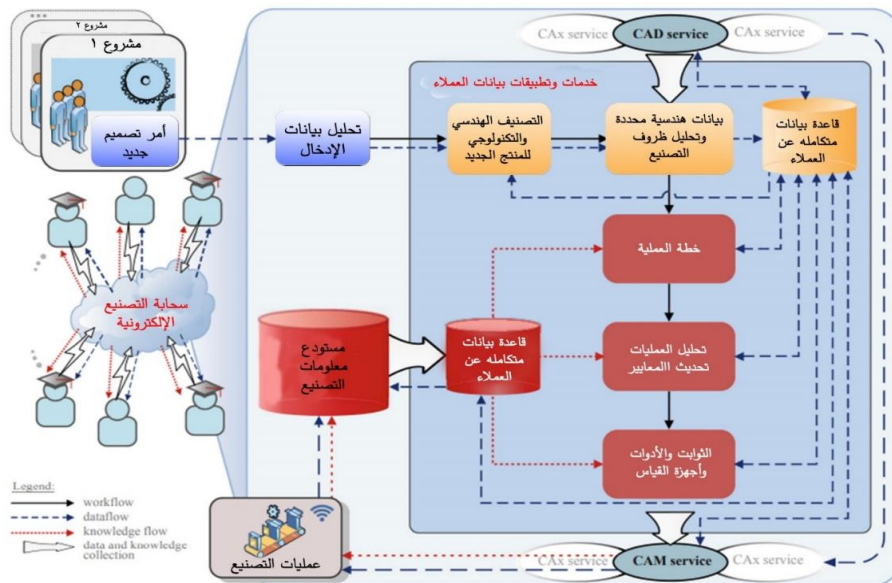
6- المحاكاة المتقدمة Advanced Simulation

غالباً ما تكون الأشكال الهندسية للمنتج معقدة للغاية بالنسبة للحسابات اليدوية والنماذج الأولية المادية وغالباً ما تكون باهظة الثمن. لذلك يجب استخدام أدوات المحاكاة أو الهندسة بمساعدة الكمبيوتر (CAE) في وقت مبكر خلال مرحلة التصميم لضمان منتج ناجح وبتنافسي.

سيتمكن المصمم من استكشاف أفضل أفكار التصميم وتعديلها وتثبيتها في المراحل المبكرة جداً من خلال التكامل بين CAD وCAM وCAE، وتقليل مخاطر أخطاء التصميم المكلفة وأيضاً يدعم استكشاف خيارات التصميم الأكثر فاعلية.

7- الحوسبة السحابية The Cloud Computing (CC)

إنشاء مصانع ذكية هو من إحدى أهداف الثورة الصناعية الرابعة حيث يتم ترقية تقنيات التصنيع وتحويلها بواسطة الأنظمة السيبرانية الفيزيائية (CPS) وإنترنت الأشياء (IoT) والحوسبة السحابية (CC). وتمثل السحابة الإلكترونية إطاراً لتطوير نظام أو خدمة التصنيع المدمج بالسحابة الإلكترونية التي تنشر وتدير معلومات



شكل (12) توضيح نموذج نظام تخطيط العمليات القائم على السحابة الإلكترونية

بأهمية الأمن السيبراني. (27)

ويمكن الاستفادة من تقنية الأمن السيبراني Cybersecurity في عمليات التصميم عن طريق تأمين جميع المعلومات الخاصة بمراحل عمليات التصميم حيث ان هذه المعلومات تكون على السحابة الإلكترونية التي تحتوي على البحوث والدراسات الخاصة بالمنتجات والعملاء والموردين وأيضاً عمليات الإنتاج التي تتم داخل المصنع الذكي.

9- تكامل النظام الأفقي والرأسي Vertical System Integration

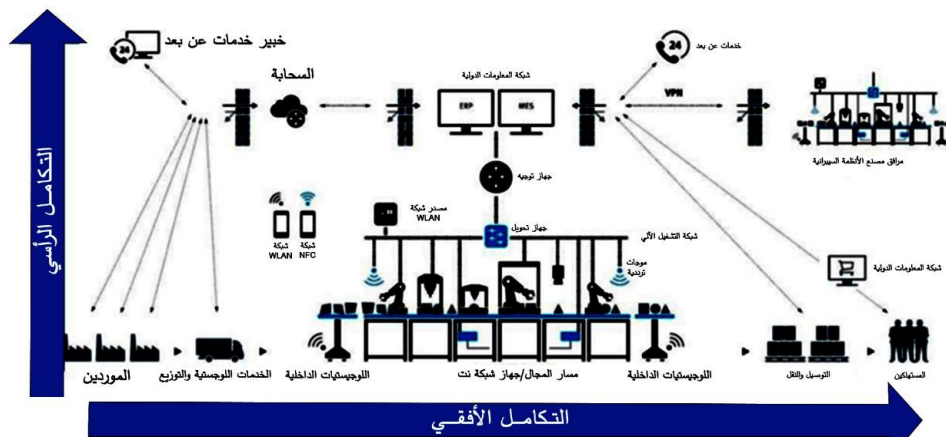
تسعى تقنيات الثورة الصناعية الرابعة لتحقيق هدف المصنع الذكي فيكون للتكامل الأفقي والرأسي معنى مختلف يركز على التقنيات والعمليات والأنظمة التي تمكن من جمع البيانات وترتيبها والاتصال بها واستخدامها. وفي المصنع الذكي المترابط يضمن التكامل الأفقي عمل الآلات وأجهزة إنترنت الأشياء والعمليات الهندسية معاً بسلاسة. بينما يضمن التكامل الرأسي ربط جميع وحدات الأعمال والعمليات داخل المؤسسات الصناعية. ويعني بذلك تقارب التكنولوجيا التشغيلية (OT) على مستوى الإنتاج مع تكنولوجيا المعلومات (IT) على مستوى المؤسسة ككل. مما يعمل على تتدفق البيانات بين جميع وحدات الأعمال وإنتاجها. ويتضمن ذلك أرضية المصنع، والتسويق، والمبيعات، وخدمة العملاء، والشراء، والمحاسبة، والموارد البشرية، ومراقبة الجودة، والبحوث والتطوير وغيرها من أعمال المؤسسات الصناعية. (28) كما يوضح شكل (14) التكامل

الأفقي والرأسي في أنظمة الإنتاج في بيئة الثورة الصناعية الرابعة.

وتكمن فائدة خدمات الحوسبة السحابية في عمليات التصميم خلال جميع المراحل وخصوصاً مرحلة وضع الفكرة النهائية والتصنيع وعمل النماذج الأولية وذلك من خلال تطبيقات الحوسبة السحابية وهي: CAX والتي تضم CAD وCAM.

8- الأمن السيبراني (CS) Cybersecurity

تقود الثورة الصناعية الرابعة اتصالاً بينياً لا مثيل له في بيئات التصنيع. فتعمل مرافق الإنتاج بشكل متزايد على دمج أجهزة إنترنت الأشياء (IoT) لمراقبة أنظمة الإنتاج والتحكم فيها، بينما يتم ترقية المصانع التقليدية إلى مصانع ذكية عن طريق إضافة أجهزة إنترنت الأشياء اللاسلكية. وأيضاً تدخل أجهزة الاستشعار والشبكات والأجهزة المحمولة المتصلة لاسلكياً مثل الهواتف الذكية والأجهزة اللوحية والأجهزة القابلة للارتداء إلى مكان العمل. وبذلك تسمح أنظمة التحكم الصناعية الحديثة (ICSs) Industrial Control Systems للمهندسين والمصممين من التحكم في المعدات والآلات من المواقع المادية داخل وخارج المصنع. ونظراً لأن ICSs أصبحت أكثر ارتباطاً بالإنترنت فقد أصبح تهديد الانتهاكات الأمنية والضرر المحتمل للمصانع والعمليات أمراً حقيقياً للغاية. فيترابيد شبح التهديدات والهجمات الإلكترونية (القرصنة الإلكترونية) التي تستهدف الشبكات والأنظمة الصناعية بشكل كبير، مما يجعل الأمن السيبراني في التصنيع أكثر أهمية من أي وقت مضى في التصنيع. وتعتمد بيئة الثورة الصناعية الرابعة بشكل كبير على أنظمة وتقنيات المعلومات التي ترفع الأمن السيبراني كأولوية قصوى. فتعتمد رؤية إدارة الأمن السيبراني على ثلاثة مفاهيم، وهي: تعريف الاستراتيجية وتأثير الجانب الاستراتيجي علي خلق القيمة والوعي



شكل (14) التكامل الأفقي والرأسي في أنظمة الإنتاج في بيئة الثورة الصناعية الرابعة (29)

في المفهوم، تمت الدعوة مراراً وتكراراً إلى أن المفهوم موجه إلى المؤسسات الصناعية على الرغم من حجمها والصناعة التي تعمل فيها وغيرها من الشروط المسبقة.

- كشف العلاقة بين الأساليب والمفاهيم المتنوعة التي تم تكييفها هنا.
- فهي تدعم فكرة إدارة التصميم كعملية متماسكة ومتعددة الجوانب، وبالتالي تبسيط توليد استراتيجيات عمل.

2- نطاق إدارة عملية التصميم

تعمل إدارة التصميم على تطوير العمليات والأساليب المناسبة التي يمكن أن تدمج التصميم في الكفاءة الأساسية للمؤسسة. ويقوم مدير التصميم بتنسيق الأنشطة التصميمية المختلف داخل المؤسسة (المصممون والمديرون ومطورو المنتجات وموظفو التسويق والاتصالات المؤسسية والموردون الخارجيون وما إلى ذلك) لتمكين المؤسسة الصناعية من الوصول إلى أهدافها بأكثر قدر ممكن من الفعالية وهذا يعني جعل الأفراد يعملون نحو هدف مشترك وخلق الظروف اللازمة لتقديم نتائج متماسكة ومرضية. ويجب أن يتمتع مدير التصميم بمهارات اتصال ممتازة، وفهم قوي للمنهجيات التصميمية المناسبة، وذلك لتلبية احتياجات المستهدفين من المنتجات بالإضافة إلى التمتع بمهارات الإدارة القوية، وتعتبر منهجية الماسة المزدوجة أحد الأدوات الموثوقة والمستخدمة في تحديد نطاق وإدارة عمليات التصميم.

3- منهجية الماسة المزدوجة The double diamond

يمثل ذلك النهج التصميمي نتاج عملية تطوير وتحديث لعمليات التصميم من خلال مركز أبحاث In-House التابع لمجلس التصميم بالملكة المتحدة Design Council بعد دراسة عميقة في أحدي عشر منظمة صناعية ومنها (-Whirlpool-Xerox-Sony-Microsoft-LEGO-Alessi). ويعد ذلك النهج من أبسط النماذج التي يتم استخدامها لشرح وتوضيح مراحل إدارة عمليات التصميم الموضحة بشكل (16).

وتعتبر منهجية الماسة المزدوجة منهج تصميم منظم يعالج عمليات التصميم والتحديات في أربع مراحل هي :-
إكتشاف أبعاد المشكلة Discover وتعريف وتحديد جوانب المشكلة Define ووضع الأفكار والحلول وتطويرها Develop واختيار الفكرة النهائية وتنفيذها Deliver. وتنقسم المراحل إلى جزئين أساسيين؛ حيث يقدم الجانب الأيسر الأول مساحة المشكلة التي تشير إلى القيام بالشئ الصحيح، بينما يركز الجانب الأخر على مساحة الحل للقيام بالأشياء بشكل صحيح.

ثالثاً: إدارة عملية التصميم

أنتع حديثاً مفهوم إدارة عملية التصميم ليشمل مجموعة واسعة من المهام والأنشطة المتعلقة بالتصميم كعملية شاملة مثل أنشطة التسويق والعلامة التجارية وإدارة البحوث والتطوير، ومع التطور في مفهوم إدارة عمليات التصميم ظهر العديد من المؤسسات والمنظمات المختصة بأنشطة التصميم المتعددة والتي تُعرف بوكالات التصميم الخارجية Outsourcing Design Agencies ووكالات الاستشارات التصميمية Design Consulting Agencies. ومن هنا أصبحت هذه المؤسسات تركز على أهمية المستخدم كمحور لعملية التصميم (UCD)، كما تهتم بإعتبرات الاستدامة واستغلال الموارد بشكل يرفع من قيمة المنتج إستخدامياً وبيئياً.

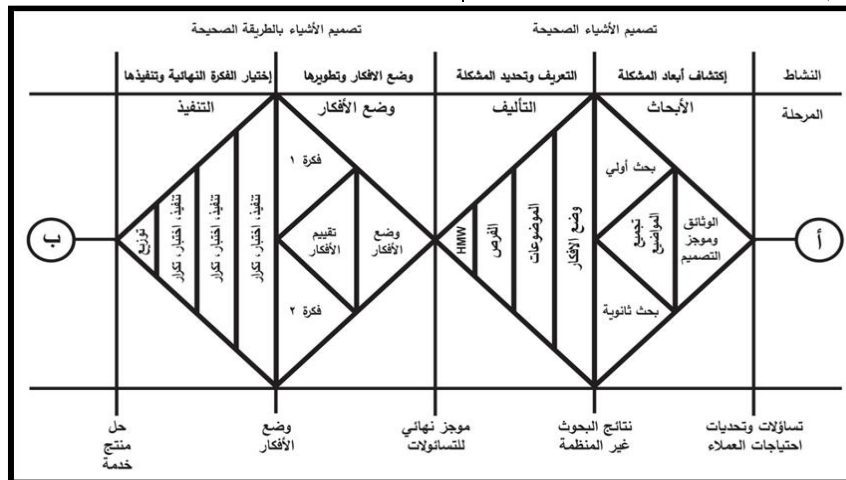
وبذلك أصبح من الضروري على المصممين هدم الصورة النمطية المتعارفة ان المصمم يقتصر دورة داخل قسم التصميم فقط، وانما يجب ان يدرك انه من الضروري ان يكون علي دراية بالمجالات والأنشطة الأخرى المتعلقة مثل التسويق والعلامة التجارية وموردين الخامات ومستلزمات الإنتاج وغيرها، ليكون بذلك المصمم هو رأس الفريق الذي يسعى لتلبية رغبات واحتياجات المستهلكين من خلال منتجات ذات مكانه مرموقة في الأسواق.

1- مفهوم إدارة عمليات التصميم

إدارة عمليات التصميم هو النشاط الذي يستخدم أساليب إدارة المشروعات، واستراتيجيات التصميم وسلسلة التوريد بهدف التحكم في العملية الإبداعية، ودعم ثقافة الإبداع والإبتكار من خلال بناء هيكل وبيئة مناسبة داخل المنظمة لتحقيق الأستراتيجية والهدف العام لها من خلال التصميم. وتعد إدارة عمليات التصميم نشاطاً شاملاً على جميع مستويات الأعمال (التشغيلية إلى الاستراتيجية)، من مرحلة التخطيط إلى مرحلة التنفيذ والتسليم.

وأيضاً يمكن تعريف إدارة عمليات التصميم على أنها عملية متطورة متماسكة ومتعددة للمؤسسة، حيث تعني جميع الأساليب الأساسية من الناحية الاستراتيجية، والأدوات من المجال الإبداعي والتجاري والتكنولوجي. ولكن بعبارة أخرى تشير إدارة عمليات التصميم إلى العملية التي تبدأ بالمشكلة / الهدف أو صياغة الفكرة، ثم تتحول إلى الموارد والقدرات ومرحلة تحديد العوامل الخارجية وتحليلها، مما يؤدي إلى مرحلة التفاعل التالية مع التحليل ويتم تقريبها من خلال مرحلة التنفيذ مع النتائج التي تعكس الصيغ التي تم إجراؤها في المرحلة الأولى، حيث تكشف عملية إدارة عمليات التصميم عن القدرة على المساهمة في الميزة التنافسية وبالتالي استمرارها، ويمكن توضيح مزايا مفهوم إدارة التصميم بالطريقة التالية. (30)

- يتيح مفهوم إدارة التصميم إمكانية تطبيقه المرن. عند التدقيق



شكل (16) مراحل الماسة المزدوجة (Double Diamond) (31)

الأفكار. وتتمثل المرحلة المتشعبة في جوهرها في توليد أكبر عدد ممكن من الأفكار واستكشاف الاحتمالات بمعنى أوسع، بينما تتعلق

وتتغير مراحل الماسة بين مبادئ متشعبة ومتقاربة والتي تدور حول الخروج بالعديد من الأفكار ثم التفكير فيما يجب فعله بهذه

وطويلة الامد، فيوضح إطار العمل أنه يمكن هيكلة العملية بشكل منهجي ومع ذلك تشجع على العمل بشكل متكرر.

رابعاً: تأثير تقنيات الثورة الصناعية الرابعة على إدارة عملية التصميم

يعتبر توظيف تقنيات الثورة الصناعية الرابعة المتقدمة في إدارة عمليات التصميم والتصنيع أمر بالغ الأهمية حيث انه سيعمل على تطوير عمليات التصميم لتتماشي مع الإتجاهات الحديثة التي ظهرت على الصعيد العالمي، حيث أخذ منحني عمليات التصميم أتجاهاً جديداً نتيجة لتطوير التقنيات المتقدمة للثورة الصناعية الرابعة وتطوير تطبيقاتها المختلفة المتمثلة في تطوير التقنيات والبرمجيات المرتبطة بالحاسب الآلي وظهور تكنولوجيا إنترنت الأشياء والحوسبة السحابية وتكامل النظام الأفقي والرأسي والروبوتات المتقدمة والمحاكاة المتقدمة والتصنيع بالإضافة والأمن السيبراني، حيث أدت تلك التطورات إلى حل الكثير من المشكلات التي كانت تواجه المصمم الصناعي أثناء عمليات تصميم وتطوير المنتجات، وأيضاً ساعدته في إتخاذ القرارات المختلفة مثل عمليات إختيار المنتج وإجراء الإختبارات المختلفة على التصميم المقترح وأيضاً الرسومات الهندسية والتنفيذية... إلخ وساعدت المصمم على إنجاز عمليات التصميم بالدقة والسرعة والكفاءة المطلوبة. بناءً على تحليل الإطار النظري الخاص بالثورة الصناعية الرابعة وتقنياتها وبرنامج إدارة علميات التصميم "الماسة المزدوجة Double Diamond" توصل الباحث الي تحديد تأثير تقنيات الثورة الصناعية الرابعة على إدارة عمليات التصميم كل مرحلة من مراحل برنامج التصميم والتي يوضحها الشكل (17) وتتكون من :-

المرحلة المتقاربة بأخذ الأفكار وتحليلها وتحسينها وتقييمها. بناء على اتخاذ هذه القرارات وحصرها في فكرة أو مشكلتين أو حلول رئيسية يتم بعد ذلك تنفيذها. وفيما يلي وصف مراحل الماسة المزدوجة (double Diamond)

● مرحلة الإكتشاف أبعاد المشكلة Discover

- المرحلة الأولى يتم فيها جمع المعلومات والدراسات اللازمة عن المشكلة وتحديد إحتياجات المستخدمين من خلال الأبحاث المتخصصة.

● مرحلة التعريف وتحديد جوانب المشكلة Define

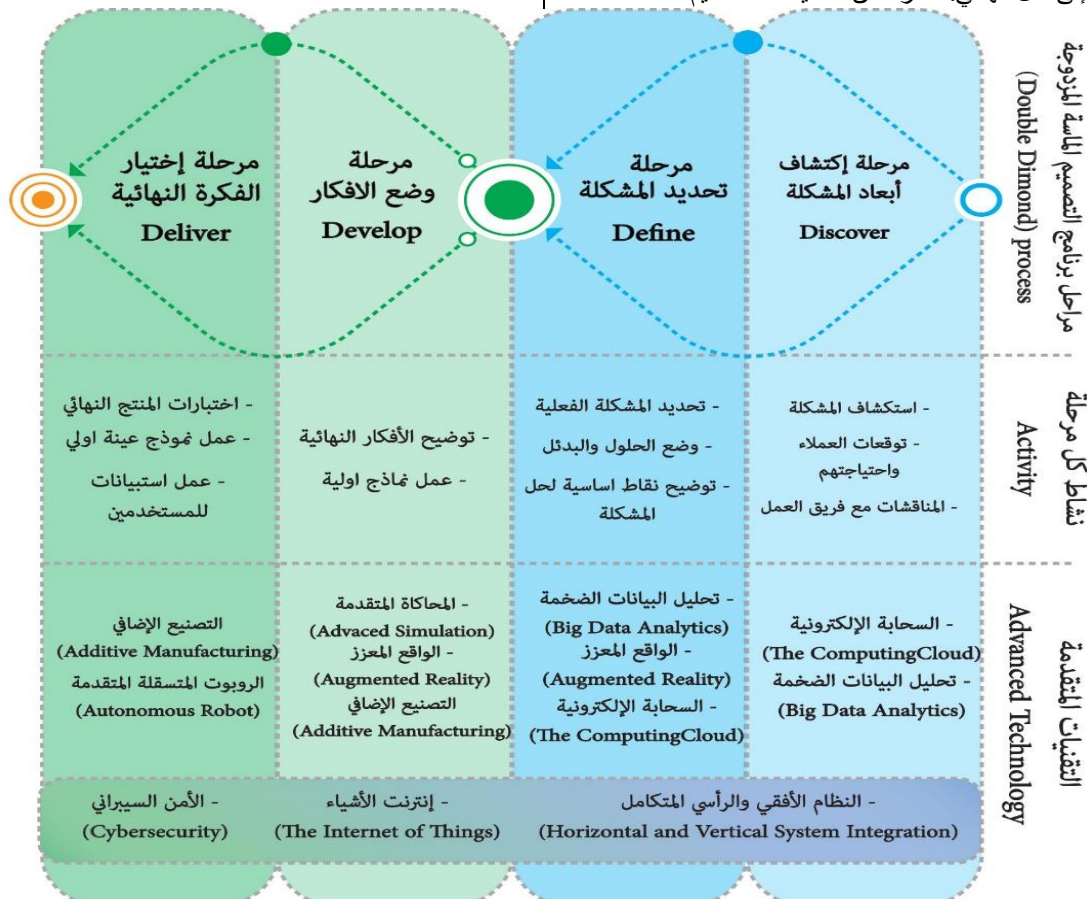
- المرحلة الثانية يتم تضييق النتائج وتحديد فكرة أو اثنتين من الأفكار أو المشكلات الواضحة التي يجب حلها، والوصول الي النقاط الرئيسية للتطوير حل يلبي إحتياجات المستخدم.

● مرحلة وضع الأفكار والحلول وتطويرها Develop

- في هذه المرحلة يتم التركيز على وضع وتطوير الأفكار التي توصل لحل متكامل فيتم اخيار أكثر الأفكار ملائمة لإحتياجات المستخدم والسوق بعد اختبارها.

● مرحلة إختيار الفكرة النهائية وتنفيذها Deliver

- في المرحلة الرابعة والأخيرة ينصب التركيز على اختبار الحل وتقييمه، وجعل التصميم جاهزاً للإنتاج والإطلاق في الأسواق، والبدء في عمل إسطلاع رأى المستخدمين حول الفكرة النهائية. تعتبر الماسة المزدوجة Double Diamond إطاراً جيداً وبسيطاً يمكنه توجيه فريق التصميم خلال عمليات التصميم ويسمح لهم بالانتقال من خلال تحديد المشكلة والتحقق من صحتها والتصميم والوصول إلى حل نهائي. نظراً لأن عمليات التصميم كانت معقدة



شكل (17) تأثير تقنيات الثورة الصناعية الرابعة على إدارة عمليات التصميم خلال برنامج التصميم "الماسة المزدوجة Double Diamond"

بعملية تصميم منتج جديد او تطوير منتج قائم بالفعل وذلك من خلال تجميع المعلومات عن طريق عمل الاستبيانات والمقابلات الافتراضية عبر إنترنت الأشياء والسحابة الإلكترونية. مما أدى الي الحصول علي مجموعة من المميزات التي تساعد في الحصول علي

1- مرحلة إكتشاف أبعاد المشكلة Discover

يمكن الاستفادة من تقنيات الثورة الصناعية الرابعة في مرحلة اكتشاف المشكلة وتحديدتها عن طريقة تقنية البيانات الضخمة Big Date والتي من خلالها يمكن تجميع المعلومات والبيانات الخاصة

استخدام تقنيات الثورة الصناعية الرابعة مما أدى اللي تحقيق المرونة خلال جميع مراحل عمليات والتصميم والتصنيع وذلك لتلبية احتياجات العملاء والمستهلكين في الوقت الفعلي.

- تمكّن تقنيات الثورة الصناعية الرابعة الأعمال من الاستجابة بسرعة أكبر لتغيرات السوق، وتقديم منتجات أكثر تخصيصاً وزيادة الكفاءة التشغيلية في دورة التحسين المستمر.
- يعتبر توظيف التقنيات المتقدمة للثورة الصناعية الرابعة في إدارة عمليات التصميم والتصنيع أمر بالغ الأهمية حيث انه سيعمل على تطوير عملية التصميم لتتماشي مع الإتجاهات الحديثة التي ظهرت على الصعيد العالمي.
- تطوير منهجية الماسة المزدوجة لإدارة عمليات التصميم ودمج مراحلها بتقنيات الثورة الصناعية الرابعة.
- توعية المنظمات الصناعية بالإستفادة من تطبيقات تقنيات الثورة الصناعية الرابعة في تطوير منتجاتهم لمنافسة المنتجات المماثلة في الأسواق المحلية والعالمية.

الخلاصة Conclusion

أدى تطوير وتطبيق الرقمنة والتقنيات الجديدة في التصميم والتصنيع خلال الثورة الصناعية الرابعة إلى ظهور المصانع والمنتجات الذكية، وذلك من خلال استخدام عمليات تحكم فريدة وحلول محسنة لإدارة عمليات التصميم. وقد تناولت الدراسة تحليل برنامج تصميم "الماسة المزدوجة (Double Diamond)" وتم تحديد تأثير تقنيات الثورة الصناعية الرابعة على جميع مراحل برنامج الماسة المزدوجة والخروج بنتائج البحث. مما ساعد على الانتقال الأمن من الطرق الحالية لإدارة عملية التصميم إلى استخدام تقنيات الثورة الصناعية الرابعة مما أدى اللي تحقيق المرونة خلال جميع مراحل عمليات والتصميم والتصنيع وذلك لتلبية احتياجات العملاء والمستهلكين في الوقت الفعلي. وأيضاً تحويل عمليات الإنتاج إلى إنتاج متكامل ومتدفق وآلي ومحسن، حيث يتم تحليل البيانات التي تم الحصول عليها من عمليات الإنتاج في الوقت المناسب. وأدت تلك التطورات إلى حل الكثير من المشكلات التي كانت تواجه المصمم الصناعي أثناء عمليات تصميم وتطوير المنتجات، وأيضاً ساعدته في إتخاذ القرارات المختلفة مثل عمليات اختيار المنتج وإجراء الإختبارات المختلفة على التصميم المقترح وأيضاً الرسومات الهندسية والتنفيذية... إلخ وساعدت المصمم على إنجاز عمليات التصميم بالدقة والسرعة والكفاءة المطلوبة، خلال برامج التصميم المختلفة وتبني البحث برنامج الماسة المزدوجة.

المراجع References

1. K. Zhou, T. Liu, L. Zhou, International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery. (2016) 2147–2152.
2. Alejandro Germán Frank, Lucas Santos Dalenogare, Néstor Fabián Ayala, Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies, International Journal of Production Economics, Volume 210, 2019, Pages 15-26, ISSN 0925-5273, <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.01.004>
3. K. Zhou, T. Liu, L. Zhou, International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery. (2016) 2147–2152.
4. Rajkumar, R., Lee, I.: NSF workshop on cyber-physical systems.(2006) .
5. BCMCOM. (2017).Industry 4.0 technologies for new trends and developments for industry delivering quality. <http://www.bcmcom.c>

متطلبات التصميم القائم على احتياج المستخدم.

2- مرحلة التعريف وتحديد جوانب المشكلة Define

تؤدي المعلومات والبيانات دوراً هاماً في العملية التصميمية حيث انه من خلالها يمكن للمصمم الحصول أن يضع الأفكار والحول وذلك من خلال تحديد متطلبات التصميم التي يجب توافرها في المنتج او الخدمة المطلوبة. فمن خلال تقنية تحليلات البيانات يتم تجميع الدراسات المطلوبة ويتم تحليلها تحليل وصفي وموضوعي من حيث المتطلبات الواجب توافرها في المنتج لتلبية رغبة المستخدم وإظهار هذه التحليلات في الوقت الفعلي للمصمم حيث يستخدمها في وضع المتطلبات التي تساعد في إيجاد أفكار متنوعة وتلبي رغبة المستخدم.

3- مرحلة وضع الأفكار والحلول وتطويرها Develop

في هذه المرحلة يتم وضع تصور للحلول الممكنة القائمة على المتطلبات التي توصل إليها في المراحل السابقة والعمل على تطويرها للوصول الي أفضل حل ممكن يلبي رغبة العملاء، وفي هذه المرحلة يمكن الاعتماد على التقنيات المتقدمة المختلفة حيث بتطوير تقنيات كل من تكنولوجيا السحابة الإلكترونية وتكنولوجيا إنترنت الأشياء ظهرت مجموعة من البرمجيات تحت مسمى التصميم بمساعدة الحاسوب CAD التي يمكنها التغلب على العديد من العقبات التي تواجه المصمم أثناء مرحلة التصميم. وأيضاً مقارنة بين الأفكار الجديدة و الأفكار القائم بالفعل والقيام بتحليل هذه الافكار من خلال تقنية تحليل البيانات الضخمة. ويتم أيضاً اختبار الأفكار الجديدة من خلال المحاكاة وإجراء الاختبارات الفنية من خلال تقنية المحاكاة المتقدمة.

4- مرحلة إختيار الفكرة النهائية وتنفيذها Deliver

تعتبر مرحلة الإختيار هي المرحلة الأخيرة التي يتم فيها اختيار أفضل حل لمشكلة التصميم والتي من الممكن ان يتم تطويرها فيما بعد. وهذا الإختيار يأتي بعد الإطلاع على النماذج المقدمة للأفكار وتقييمها من حيث مدى تحقيق احتياجات العملاء. لذلك ظهرت الحاجة للإستفادة من التكنولوجيا المتقدمة للثورة الصناعية الرابعة في عملية تقييم الأفكار من خلال مشاركة العميل كعنصر أساسي من عناصر التقييم ومثل هذه التكنولوجيات تكنولوجيا الواقع المعزز التي تدمج المستخدم مع التصميم النهائي الإفتراضي في البيئة الواقعية والتعامل معه. مما يسمح للمستخدم بالشعور والإحساس الحقيقي بالبيئة المحيطة مع قدرته على التفاعل مع المنتج او التصميم الجديد.

بعد التواصل اللي الفكرة النهائية التي تم تقييمها يأتي دور النماذج الأولية وذلك من خلال تكنولوجيا التصنيع بالإضافة حيث يتم تنفيذ هذه النماذج عن طريق الطباعة ثلاثية الأبعاد. ومن ثم يأتي تنفيذ النهائي للفكرة المختارة وهنا تستخدم تقنيات CAM التي يتم الحصول عليها من تقنيات CAD المسؤولة عن تنفيذ الرسومات التنفيذية وتحديد طرق ومتطلبات الإنتاج المختلفة. ثم يأتي دور تقنيات الروبوتات المتقدمة في عمليات التنفيذ داخل أرضية المصنع.

خامساً: نتائج البحث Results

بناءً على تحليل الإطار النظري الخاص بالثورة الصناعية الرابعة وتقنياتها وبرنامج إدارة عمليات التصميم "الماسة المزدوجة Double Diamond" توصل الباحث الي تحديد أثر تقنيات الثورة الصناعية الرابعة على إدارة عمليات التصميم في النقاط الآتية:

- تطوير وتطبيق الرقمنة والتقنيات الجديدة في التصميم والتصنيع خلال الثورة الصناعية الرابعة ادى إلى ظهور المصانع والمنتجات الذكية.
- استخدام عمليات تحكم فريدة وحلول محسنة لإدارة عمليات التصميم.
- تغيير مبادئ إدارة عمليات التصميم والتصنيع من خلال دمج أدوات وأساليب الثورة الصناعية الرابعة.
- الانتقال الأمن من الطرق الحالية لإدارة عملية التصميم إلى

- manufacturing become possible. *International Journal of Manufacturing Research*. 2016;11:167-188. DOI: 10.1504/IJMR.2016.078251
16. (2016c). An OECD Horizon Scan of Megatrends and Technology Trends in the Context of Future Research Policy. Bredgade: Danish Agency for Science, Technology and Innovation.
 17. KUKA. 2016. Hello Industrie 4.0: Smart Solutions for Smart Factories. Augsburg: KUKA Aktiengesellschaft
 18. Mohd Aiman Kamarul Bahrin*, Mohd Fauzi Othman, nor Hayati nor Azli, Muhamad Farihin Talib. *INDUSTRY 4.0: A REVIEW ON INDUSTRIAL AUTOMATION AND ROBOTIC*. Centre for Artificial Intelligence and Robotic, Universiti Teknologi Malaysia, Kuala Lumpur, Malaysia. 2016
 19. Mikalef P, Pappas I, Krogstie J, Giannakos M. Big Data analytics capabilities: A systematic literature review and research agenda. *Information Systems and e-Business Management*. 2018; 16:547-578. DOI: 10.1007/s10257-017-0362-y
 20. فادي عشري. 2019/8/25. ما هو الواقع المعزز AR؟ وكيف يعمل وما هي اهم استخداماته. من رابط الحساب على مدونة أفدني. ما هو الواقع المعزز AR؟ وكيف يعمل وما هي اهم استخداماته (afid.me)
 21. Aran Davies. (2021). How To Create AR Content For Your Business. BLOG on DevTeam.Space Site. How To Create AR Content For Your Business - DevTeam.Space
 22. Gao, W.; Zhang, Y.; Ramanujan, D.; Ramani, K.; Chen, Y.; Williams, C.B.; Wang, C.C.L.; Shin, Y.C.; Zhang, S.; Zavattieri, P.D. The status, challenges, and future of additive manufacturing in engineering. *Comput. Des*. 2015, 69, 65–89.
 23. Porter, M.E., Heppelmann, J.E. (2014). How smart connected products are transforming competition. *Harvard Business Review*, 1, November, Retrieved April 11, 2016, from <https://hbr.org/2014/11/how-smart-connected-products-are-transforming-competition>.
 24. 7wData Team. 16/5/2018. What is the Internet of Things (IoT)? Meaning & Definition. BLOG on 7wData Site. What is the Internet of Things (IoT)? Meaning & Definition | 7wData.
 25. Daniel Küpper, Kristian Kuhlmann, Sebastian Köcher, Thomas Dauner, and Peter Burggraaff. 6/12/2016. The factory of the future. BLOG on Boston Consulting Group. The Factory of the Future (bcg.com)
 26. Visual Components Team. 19/8/2021. 3D Manufacturing Simulation Software: The Ultimate Guide. BLOG on Visual Components
 - om/solutions_application_industry40.htm. Available on August 28, 2017.
 6. Jacobi, H.-F.; Landherr, M. (2013): Bedeutung des Treibers Informations- und Kommunikationstechnik für die Wettbewerbsfähigkeit industrieller Produktion In: Westkämper, Berlin: Springer, pp. 41-44
 7. Vogel-Heuser, B., & Hess, D. (2016). Guest editorial: Industry 4.0—prerequisites and visions. *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*, 13, 411–413.
 8. Ghobakhloo, M. (2018). The future of manufacturing industry: a strategic roadmap toward 26 Industry 4.0. *Journal of Manufacturing Technology Management*, doi: 10.1108/JMTM-02-27-2018-0057.
 9. Sangmahachai, K. (2015). Kasetsart energy and technology management center. http://www.wise.co.th/wise/Knowledge_Bank/References/Everything_4/Revolution_to_Industry_4.pdf. Available on August 30, 2017
 10. Schlick et al. (2014) Schlick, J., P. Stephan, M. Loskyll, and D. Lappe, 2014: Industrie 4.0 in der praktischen Anwendung. In: Bauernhansl, T., M. ten Hompel and B. Vogel-Heuser, eds., 2014: Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Anwendung, Technologien und Migration, 57–84.
 11. Gorecky et al. (2014) Gorecky, D., M. Schmitt and M. Loskyll, 2014: Mensch-Maschine-Interaktion im Industrie 4.0-Zeitalter. In: Bauernhansl, T., M. ten Hompel and B. Vogel-Heuser, 2014: Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik: Anwendung, Technologie, Migration
 12. Palma J, Bueno U, Storolli W, Schiavuzzo P, Cesar F, Makiya I. Os princípios da Indústria 4.0 e os impactos na sustentabilidade da cadeia de valor empresarial. In: 6th International Workshop—Advances in Cleaner Production. 24th to 26th May. São Paulo. Brazil; 2017. pp. 1-8
 13. Schlick J, Stephan P, Loskyll M, Lappe D. Industrie 4.0 in der praktischen Anwendung. In: Bauernhansl, Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik: Anwendung, Technologien und Migration; 2014. pp. 57-84
 14. Palma J, Bueno U, Storolli W, Schiavuzzo P, Cesar F, Makiya I. Os princípios da Indústria 4.0 e os impactos na sustentabilidade da cadeia de valor empresarial. In: 6th International Workshop—Advances in Cleaner Production. 24th to 26th May. São Paulo. Brazil; 2017. pp. 1-8
 15. Zhou K, Liu T, Liang L. From cyberphysical systems to industry 4.0: Make future

- Industry 4.0: Core elements and business. (Denkendorf, Germany, www.festo-tac.de.)
31. Laima Gerlitz, Gunnar Prause, Achim Hack. Embedded Creativity in Entrepreneurial Practices through Design Management: Case Study from the South Baltic Sea Region. Conference: CULTURAL AND CREATIVE INDUSTRIES - ECONOMIC DEVELOPMENT AND URBAN REGENERATION at Roma Tre University. 2015.
 32. Nessler, D. (2018). How to solve problems applying a Design Thinking, UX, HCD or any Creative Process from scratch V2. Retrieved from <https://uxdesign.cc/how-to-solve-problems-applying-a-uxdesign-designthinking-hcd-or-any-design-process-from-scratch-v2-aa16e2dd550b>.
27. Milošević, M., Lukić, D., Borojević, S., Šimunović, G., Antić, A.: A model of collaborative process planning system (E-CAPP). Tehnicki Vjesnik/Technical Gazette 24, 97–103(2017)
 28. G. Culot, F. Fattori, M. Podrecca, and M. Sartor, “Addressing industry 4.0 cybersecurity challenges,” IEEE Eng. Manag. Rev., vol. 47, no. 3, pp. 79–86, Sep. 2019.
 29. Michael Schuldenfrei. 29/4/2019. Horizontal and Vertical Integration in Industry 4.0. BLOG on Manufacturing Business Technology Site. Horizontal and Vertical Integration in Industry 4.0 | Manufacturing Business Technology (mbtmag.com)
 30. Regber H and Marius C 2017 Introduction to Site 3D Manufacturing Simulation Software: The Ultimate Guide (Videos Included) - Visual Components