"استخدام الذكاء الاصطناعي في تطوير عملية تصميم المنتجات من خلال النمذجة الرقمية والمحاكاة"

"Using artificial intelligence to develop the product design process through digital modeling and simulation"

م.د/ عمر بن عبد العزيز مخلص
مدرس دكتور - قسم التصميم الصناعي- كلية الفنون التطبيقية – جامعة حلوان
Assist. Lect. Omar Benabdalaziz Mokhles
Lecturer - Industrial Design Department - Faculty of Applied Arts – Helwan University
omer.ben_abdelaziz@a-arts.helwan.edu.eg
الباحثة / مريم هاني عبد المحسن العبد
طالبة بكالوريوس – قسم التصميم الصناعي – كلية الفنون التطبيقية – جامعة حلوان
Researcher. Mariam Hany Abd El Mohsen El Abd
Bachelor's degree student -Industrial Design Department - Faculty of Applied Arts – Helwan University
mariam2733@a-arts.helwan.edu.eg
الباحثة / ايمان أشرف عويس حجاج
طالبة بكالوريوس – قسم التصميم الصناعي – كلية الفنون التطبيقية – جامعة حلوان
Researche. Eman Ashraf Ewis Hagag
Bachelor's degree student -Industrial Design Department - Faculty of Applied Arts – Helwan University
eman79538@gmail.com

الملخص:
يعتبر مجال تصميم المنتجات من المجالات المزدهرة والتي تخضع للعديد من عمليات التطوير والتحديث، خصوصا في ظل التنافسية العالية في الأسواق العالمية بهدف الوصول الي عمليات تصميم أكثر كفاءة وتواكب التقدم السريع في عمليات الإنتاج، باستخدام التكنولوجيات المتطورة.

حيث تهدف هذه الورقة البحثية الي وضع تصور لكيفية تحسين مراحل تطوير المنتجات عن طريق استخدام تكنولوجيات الذكاء الاصطناعي وبالأخص تطوير عمليات النمذجة الرقمية والمحاكاة كأداة لتطوير مراحل التصميم بصفة عامه، حيث تم وضع تصور لتأثير تكنولوجيات الذكاء الصناعي المتمثلة في إدارة القرار والقياسات الحيوية والتعلم الالي وأتمتة العمليات الروبوتية والتعلم العميق على مراحل عمليات تصميم المنتجات وتأثيره على مدخلات ومخرجات هذه العملية، وكذلك تأثير الذكاء الاصطناعي على النمذجة والمحاكاة بصفة خاصة والتي تعتبر من أهم مراحل عملية التصميم، حيث نقوم بالمحاكاة الرقمية لعمليات التصنيع عن طريق التطبيقات الصناعية من خلال دمج تطبيقات الذكاء الاصطناعي والواقع الافتراضي والتوائم الرقمية والتصنيع الافتراضي و التصنيع الذكي وغيرهم من التطبيقات.

حيث أن البيانات التنبؤية للذكاء الاصطناعي نتيجة المحاكاة التي تتم تعنى عددا اقل من حالات فشل الأدوات وتقليل وقت المعالجة عن طريق التعلم الآلي (ML) لتطوير المنتجات بتكلفة اقل للعمالة والوقت والجهد وتحسين جودة المنتج، وتساعد عمليات التجميع المتكاملة للتعلم الآلي على انشاء ما يعرف بالتصنيع الذكي الذي يعمل علي إعادة تشكيل جميع عمليات دورة المنتج كاملة بما في ذلك التصميم والتصنيع والخدمات، وايضا سيوفر التصنيع الافتراضي والتوائم الرقمية بيئة نمذجة

ومحاكاة قوية جدا بحيث يمكن محاكاة تصنيع وتجميع أي منتج قبل الإنتاج الفعلي، بالإضافة إلى إتاحة الواقع الافتراضي للعديد من المستخدمين الانغماس والتفاعل مع النموذج الأولي الافتراضي، حيث ينتج عن دمج هذه التطبيقات تحسين وتكامل الأنظمة ورفع جودة وأداء المنتجات النهائية.

الكلمـات المفتاحية:
الذكاء الاصطناعي – النمذجة والمحاكاة – التعلم الآلي – التوائم الرقمية – التصنيع الذكي

Abstract:
The field of product design is considered one of the thriving domains subject to numerous development and updating processes, especially in the face of intense competition in global markets. The goal is to achieve more efficient design processes that keep pace with rapid advancements in production using advanced technologies.
This research paper aims to outline a vision for improving product development stages by utilizing artificial intelligence (AI) technologies, particularly enhancing digital modeling and simulation processes as tools for overall design improvement. The paper conceptualizes the impact of AI technologies, including decision management, vital measurements, machine learning, robotic process automation, and deep learning, on various stages of product design processes. It explores their influence on the inputs and outputs of these processes, as well as their specific impact on modeling and simulation stages, which are crucial in the design process.
The paper emphasizes the significance of AI in shaping digital simulations of manufacturing processes through applications that integrate AI, virtual reality, digital twins, virtual manufacturing, and smart manufacturing. Predictive data from AI, resulting from simulations, means fewer tool failure cases, reduced processing time through machine learning (ML), and lower costs for labor and time, ultimately improving product quality.
Integrated assembly operations with machine learning contribute to creating what is known as smart manufacturing, reshaping the entire product lifecycle, including design, manufacturing, and services. Additionally, virtual manufacturing and digital twins provide a highly powerful modeling and simulation environment, enabling the simulation of manufacturing and assembly for any product before actual production. Virtual reality also allows users to immerse themselves and interact with the virtual prototype, resulting in enhanced and integrated systems, elevating the quality and performance of the final products through the integration of these applications.

Keywords:
Artificial Intelligence - Modeling and Simulation - Machine Learning - Digital Twins - Smart Manufacturing.

المـقـدمـة:

مما لا شك فيه أن مراحل تصميم وتطوير المنتجات من أهم المجالات التي يتم تطويرها باستمرار لضمان الحصول على منتجات تنافسية وذات جوده عالية من الناحية الوظيفية والجمالية والإرجونوميكية بأقل تكلفة ممكنة، ومع تطور التكنولوجيا والاعتماد عليها بصورة كبيرة وظهور الابتكارات في مجال الهندسة والتصميم المعتمدة على التكنولوجيات المتقدمة أصبحت التقنيات التقليدية في تصميم المنتجات تواجه تحديات كبيرة، وأصبح واضحًا الحاجة الى دعم مراحل تصميم المنتجات بتكنولوجيات متقدمة لضمان عدم حدوث قصور في إتمام مراحل عملية تصميم المنتجات بسبب استخدام الطرق التقليدية فقط والتي ينتج عنها زيادة التكلفة والوقت وعدم الاكتشاف المبكر للعيوب وتقليل الابتكار والابداع وغيره من النتائج السلبية التي قد تتسبب في حدوث المشاكل.

ويعد الذكاء الاصطناعي من أكثر التكنولوجيات المتطورة استخدامًا وتطويرًا في الآونة الأخيرة حيث جذب الانتباه بصورة متزايدة نتيجة نجاح تطبيقات الذكاء الاصطناعي في عدد من المجالات والشعور العام السائد حاليا بأن التطور التكنولوجي القادم في عديد من المجالات سيعتمد بصورة أساسية على مساعدة الذكاء الاصطناعي في المهام المختلفة.

ولذلك فقد تم التطرق في هذا البحث لاستخدام تكنولوجيا متطورة لتطوير مراحل تصميم المنتجات بصورة عامة ألا وهي تقنية الذكاء الاصطناعي وبالأخص في مرحلتي النمذجة الرقمية والمحاكاة، حيث تتم النمذجة والمحاكاة بعدد من الأدوات منهاCAD :، CAE، CAM، Simulation Software، Prototyping Tools

حيث أنه من الممكن تطوير مراحل النمذجة والمحاكاة عن طريق تحليل البيانات الواردة باستخدام نماذج التعلم الآلي والتعلم العميق، حيث ان التعلم الآلي هو مجال فرعي اساسي للذكاء الاصطناعي يسمح لأجهزة الكمبيوتر بالتعلم دون الحاجة الى برمجة واضحة، بينما التعلم العميق هو فرع من التعلم الآلي الذي يستفيد من الشبكات العصبية ذات الطبقات المتعددة (خوارزميات التعلم العميق) لتقليل البيانات عالية الابعاد؛ فسينتج عن ذلك تطوير عملية التصميم وتوقع احتياجات المستخدم المستقبلية.

مشكلة البحث:

هناك قصور في استخدام تكنولوجيات الذكاء الصناعي في تطوير وتحسين عمليات ومراحل تصميم المنتج خصوصا في مرحلتي النمذجة والمحاكاة الرقمية في السوق المحلي والاعتماد على الطرق التقليدية خلال مراحل تصميم المنتجات.

هدف البحث:

دراسة تأثير استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي على مراحل التصميم بصفة عامة ومرحلتي النمذجة والمحاكاة بصورة خاصة، واستكشاف المراحل التي يمكن أن تحصل على أقصى استفادة ممكنة نتيجة دعم هذه المراحل بتطبيقات الذكاء الاصطناعي.

محاور البحث:

يتكون البحث من اربعة محاور، وهم:

أولاً: منهجيات تصميم المنتجات:"عرض لمراحل التصميم (تم اختيار الماسة الثلاثية)، ومراحل ما بعد التصميم".

ثانياً: عرض لأهم تكنولوجيات الذكاء الاصطناعي.

ثالثاً: دمج الذكاء الاصطناعي بعمليات التصنيع والمحاكاة.

رابعاً: دراسة تأثير الذكاء الاصطناعي على مراحل دورة حياة المنتج.

أولاً: منهجيات تصميم المنتجات Design Methodologies

يمكن تتبع أصول التفكير التصميمي الحديث إلى الستينيات والسبعينيات عندما بدأت طرق التصميم في التحول من التركيز على الجماليات إلى حل المشكلات والنهج المركز على المستخدم، ومع استمرار البحث عن نهج أكثر ليونة وتكرارًا لحل المشكلات، وجدت العملية المزدوجة توافقا مع مفاهيم من طرق العمل السريعة، حيث أصبحت العملية المزدوجة إطارًا مرنًا لدمج التفكير التصميمي في العمليات التطويرية التكرارية، حيث قدم المجلس التصميمي في المملكة المتحدة نموذج العملية المزدوجة في عام ٢٠٠٥ كوسيلة لتوضيح مراحل البحث والتفكير التوجيهي.

تصميم العملية المزدوجة (Double Diamond) هي إطار عمل لحل المشكلات تم تطويره من قبل مجلس التصميم في المملكة المتحدة. يتألف من أربع مراحل متميزة: الاكتشاف، التعريف، التطوير، والتسليم. عملية التصميم المزدوجة أصبحت نموذجًا معترفًا ومؤثرًا على نطاق واسع، مما يوفر تمثيلاً بصريًا لرحلة التصميم. بسبب بساطته وقابليته للتكييف، يعتبر أداة قيمة للمصممين في مختلف الصناعات والتخصصات.

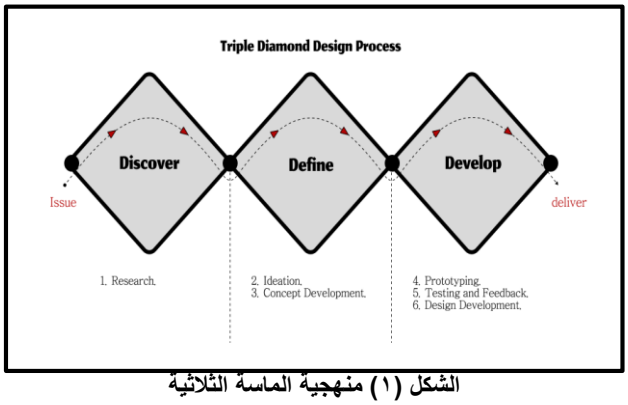
ولقد اكتسبت العملية المزدوجة شهرة عالمية باعتبارها إطارًا بسيطًا وفعالًا لتوجيه مشاريع التصميم، وتم اعتمادها على نطاق واسع من قبل مختلف تخصصات التصميم، بما في ذلك تصميم المنتجات وتصميم الخدمات وتصميم تجربة المستخدم. تضمن هذا النهج على مرحلتين رئيسيتين: التفكير التباعدي والتفكير المتقارب.

ركز هذا الإطار على أهمية استكشاف مجموعة واسعة من الاحتمالات (المتباعدة) قبل التضييق إلى الحل الأكثر قابلية للتطبيق (المتقارب).

1- منهجية الماسة الثلاثية (Triple diamond methodology):

قام المصممون والمنظمات بتكييف نموذج الماسة المزدوجة ليناسب السياقات والاحتياجات الخاصة، وشملت بعض الإصدارات مراحل إضافية، مع التأكيد على حلقات التغذية المستمرة وتكامل ردود الفعل من المستخدمين طوال العملية.

ومن أهم وأحدث تلك الإصدارات والتي تم استخدامها في سياق البحث هي منهجية الماسة الثلاثية (Triple Diamond) وهي تمثل عملية تصميم استراتيجي لتحديد المشكلات المعقدة وتعريفها وحلها، تتكون العملية من ثلاث مراحل، تركز كل منها على جانب معين من حل المشكلات: الاكتشاف والتعريف والتطوير. كما موضح بالشكل (١).



الشكل (١) منهجية الماسة الثلاثية

وفيما يلي عرض للمراحل الأساسية التي تكون منهجية الماسة الثلاثية:

المرحلة الأولى: الاستكشاف

تركز هذه المرحلة على جمع المعلومات والبيانات المتعلقة بالمشكلة من خلال الأبحاث والمقابلات واستطلاعات الرأي، الهدف من هذه المرحلة هو تطوير فهم واضح للمشكلة والمجال او السياق الذي توجد فيه، يتضمن ذلك البحث والمراقبة والتعاطف مع المستخدمين للحصول على رؤى حول احتياجاتهم وتحدياتهم.

المرحلة الثانية: التعريف

تتضمن هذه المرحلة تلخيص وتحليل المعلومات المجمعة خلال مرحلة الاكتشاف لتحديد المشاكل الأساسية والفرص حيث التركيز لتحديد التحدي التصميمي الذي يجب معالجته، ويتم تحديد الأهداف الرئيسية وتصور الحلول المحتملة مع تحديد معايير تتماشى مع الأهداف والمتطلبات.

المرحلة الثالثة: التطوير

يتم في هذه المرحلة وضع نماذج أولية للحلول المختارة في المرحلة السابقة ثم البدء في عمليات النمذجة والمحاكاة أي وضع نماذج أولية للحلول المختارة يتم اختبارها وتقيمها ثم تحسينها وتعديلها حتى الوصول إلى نموذج نهائي مطابق للمواصفات المطلوبة، وتتضمن هذه المرحلة كلا من:

١- النمذجة الرقمية:

هي عملية تحويل الفكرة لصورة مادية لها وجودها في الواقع الافتراضي الرقمي لتتحول إلى واقع مجسم يخاطب المدركات الحسية للإنسان؛ اي بنموذج افتراضي متعدد الأبعاد تفاعلي بصريًا على جهاز كمبيوتر أو ملموسا كنموذج أولى أو منتج نهائي، تهدف النماذج إلى توفير تمثيل واقعي للتصميم أو المنتج المستهدف، وتساعد في فهم المفهوم وتقييمه وتجربته قبل البدء في إنتاجه أو تطبيقه بشكل كامل، يمكن استخدام النماذج لاختبار الوظائف وتقييم التصميم وتحسينه وتوضيح التفاصيل وتواصل الأفكار مع الفرق والعملاء.

٢- المحاكاة عند الحديث عن "محاكاة التصميم":

يمكن أن يكون الإشارة إلى مفهومين رئيسيين:

- محاكاة النظام أو العملية:

تتعلق هذه بمحاكاة نظام أو عملية ما، سواء كانت تقنية أو عملية حقيقية، ويمكن أن يكون مفيدًا في تجربة أو تحليل كيفية أداء النظام أو العملية قبل تنفيذها على نطاق واقعي، مثال على ذلك هو استخدام برامج النمذجة لمحاكاة العمليات الصناعية أو الأنظمة المعقدة.

- محاكاة التصميم الرقمي:

يمكن أيضًا أن يشير إلى استخدام البرمجيات والأدوات التي تمكن المصممين من تجسيد أفكارهم وتصور كيف سيبدو المنتج النهائي، يشمل ذلك استخدام برامج النمذجة ثلاثية الأبعاد (3D)، حيث يمكن للمصممين إنشاء نماذج رقمية للمباني أو المنتجات أو أي شيء آخر قبل أن يتم بناؤها في الواقع.

في كلا الحالتين، تهدف محاكاة التصميم إلى تقديم نظرة شاملة وواقعية حول كيفية أداء أو ظهور شيء ما قبل تنفيذه على نطاق كبير، هذا يمكن أن يقلل من المخاطر ويساعد في اتخاذ قرارات أفضل خلال مراحل التطوير.

باختصار، تتضمن بداية الماسة الثلاثية الاستكشاف والفهم الأولي لمساحة المشكلة (الاكتشاف)، يليها تعريف المشكلة وتأطيرها (التعريف). وهذا يمهد الطريق للمرحلة اللاحقة من توليد الحلول وتنفيذها (التطوير)، مما يؤدي إلى نهج أكثر شمولية وتكرارية للتفكير التصميمي.

تعد الماسة الثلاثية عملية متكررة، مما يعني أنه بعد إكمال عملية "التطوير"، قد يقوم المصممون بإعادة النظر في المراحل السابقة بناءً على رؤى جديدة أو تعليقات أو تغييرات في متطلبات المشروع.

مراحـــل ما بعد الـتصمـيم:

بعد إتمام عملية التصميم والوصول الى نموذج مفصل للتصميم النهائي، يمر المنتج بعدة مراحل للوصول الي منتج نهائي جاهز للبيع والاستهلاك، فتنشطر تلك المراحل إلي:

١- مرحلة الإنتاج:

تشكل مرحلة الإنتاج سلسلة من الأنشطة تضمن إنتاج منتج ذو جودة عالية وجاهز لتلبية احتياجات السوق. فيتم تنظيم وتنسيق هذه العمليات بعناية لضمان كفاءة الإنتاج وتقليل التكاليف وتحقيق الجودة المرغوبة في المنتج النهائي.

٢- مرحلة الاطلاق:

تشمل سلسلة من الخطوات التي يتم اتخاذها لتقديم المنتج بنجاح إلى السوق وجذب انتباه واعتماد المستهلكين.

بشكل عام، يتطلب نجاح المنتج عملية متكاملة تسمى دورة حياة المنتج تتلخص في:

- تصميم المنتج:

-يبدأ بتحليل احتياجات السوق وتوليد أفكار تصميمية.

-يتم تطوير تصميم نهائي يجمع بين الوظائف والجماليات.

- إنتاج المنتج:

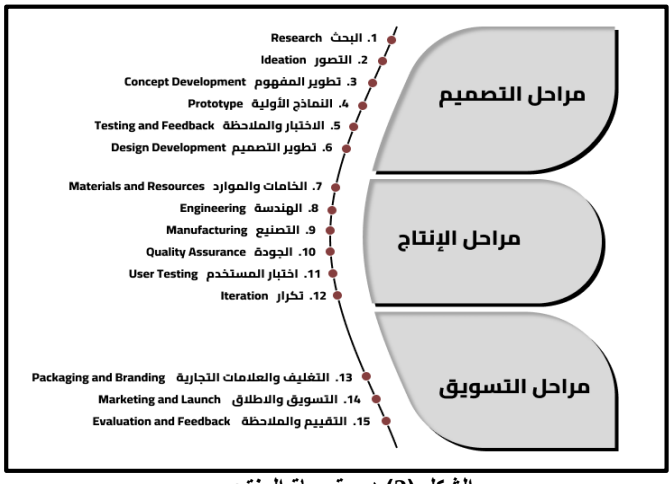
-يتضمن اختيار وتأمين المواد الخام وتحويل التصميم إلى منتج فعلي.

-يشمل مراقبة الجودة لضمان تلبية المعايير المحددة.

- تسويق المنتج:

-يبدأ بفحص السوق ووضع استراتيجية تسويق شاملة.

-يشمل إطلاق حملات ترويجية وتوزيع المنتج بشكل فعّال.



الشكل (2) دورة حياة المنتج

ثانياً: تقنيات الذكاء الاصطناعي Artificial intelligence technology

الذكاء الاصطناعي هو فرع واسع النطاق من علوم الكمبيوتر يهتم ببناء آلات وبرمجيات ذكية قادرة على أداء المهام التي تتطلب عادة الذكاء البشري، حيث يسمح للآلات بنمذجة قدرات العقل البشري او حتى تحسينها من خلال انظمة برمجية واجهزة ايضا صممها البشر والتي في ضوء هدف معقد تعمل من خلال استيعاب كميات كبيرة من بيانات التدريب المصنفة وتحليل البيانات بحثا عن الارتباطات والانماط للتنبؤ بالحالات المستقبلية.

حيث أنه بهذه الطريقة يمكن لروبوت الدردشة الذي يتم تغذيته بأمثلة نصية أن يتعلم كيفية إنشاء تبادلات واقعية مع الاشخاص أو يمكن لأداة التعرف على الصور أن تتعلم كيفية تحديد ووصف الكائنات في الصور من خلال مراجعة ملايين الأمثلة وإنشاء نصوص وصور وموسيقى ووسائط اخري واقعية.

١- تصنيفات الذكاء الاصطناعي:

تصنف الي:

-الذكاء الاصطناعي الضيق:

يمثل كل أنواع الذكاء الاصطناعي الموجودة، ويشير إلى الأنظمة التي يمكنها أداء المهام بشكل مستقل وتكون أفعالها مقيدة بما تمت برمجتها للقيام به (أجهزة تفاعلية ومحدودة الذاكرة).

-الذكاء الاصطناعي العام:

وهو قدرة توكيل الذكاء الاصطناعي للإدراك والفهم والتعلم والعمل تمامًا مثل الإنسان، في هذه الحالة يتم بناء كفاءات متعددة بشكل مستقل وتشكيل اتصالات وتعميمات عبر عدد من المجالات، مما يؤدي بدوره إلى تقليل وقت التدريب اللازم بشكل كبير.

-الذكاء الاصطناعي الفائق:

يعمل بشكل أفضل بفضل قدراته على الاعتماد على الذاكرة بشكل أكبر، ومعالجة البيانات وتحليلها بشكل أسرع، فضلاً عن اتخاذ القرار.

٢- تقنيات الذكاء الاصطناعي:

فيما يلي بعض تقنيات الذكاء الاصطناعي الرئيسية:

- التعلم الآلي (Machine Learning) (ML):

التعلم الآلي هو فرع من الذكاء الاصطناعي يشمل تطوير خوارزميات ونماذج إحصائية تمكن الحواسيب من تحسين أدائها في مهمة معينة من خلال التجربة، دون برمجة صريحة.

- التعلم العميق:

التعلم العميق هو نوع من التعلم الآلي يشمل شبكات عصبية تحتوي على العديد من الطبقات (شبكات عصبية عميقة)، يكون هذا النهج ناجحًا خاصة في مهام مثل التعرف على الصور والنصوص الكتابية.

- معالجة اللغة الطبيعية (Natural Language Processing) (NLP):

هو مجال في الذكاء الاصطناعي يركز على التفاعل بين الحواسيب والبشر من خلال اللغة الطبيعية، ويتيح للآلات فهم وتفسير وتوليد اللغة البشرية.

- رؤية الحاسوب:

تتضمن رؤية الحاسوب تعليم الآلات على تفسير واتخاذ قرارات استنادًا إلى البيانات البصرية، يتم استخدام ذلك في تطبيقات مثل التعرف على الصور والفيديو، والمركبات الذاتية القيادة، والتعرف على الوجوه.

- التعرف على النصوص:

تمكين الحواسيب من تفسير وفهم اللغة المنطوقة، يتم استخدامه في مساعدين افتراضيين مثل Siri أو Alexa، وكذلك في خدمات النص الصوتي.

- الروبوتات:

غالباً ما يتم دمج الذكاء الاصطناعي في الروبوتات لتمكينها من أداء مهام في بيئات معقدة، يتضمن ذلك الروبوتات الفعلية والروبوتات البرمجية.

تطبيقات الذكاء الاصطناعي في مجال التصميم:

هناك العديد من تطبيقات الذكاء الاصطناعي في مجال التصميم والتي تؤدي عدد من المهام المحدده ومن أهمها التصميم التوليدي الذي فيه يمكن للذكاء الاصطناعي ان يساعد في إنشاء التصميمات من خلال إنشاء خيارات متعددة بناءً على معلومات وقيود محددة ويمكن أن يساعد هذا النهج المصممين على استكشاف نطاق أوسع من الإمكانيات وإيجاد حلول مبتكرة، كما يمكنه تحليل ومحاكاة التصميم من خلال ان يساعد استخدامه لتحليل التصاميم ومحاكاة أدائها في ظل ظروف مختلفة.

على سبيل المثال، يمكن لخوارزميات الذكاء الاصطناعي تحليل السلامة الهيكلية أو ديناميكيات السوائل أو الخصائص الحرارية للتصميم، فيساعد ذلك المصممين على تحديد المشكلات المحتملة وتحسين التصميمات والتأكد من استيفائها للمواصفات المطلوبة.

ثالثاً: دمج الذكاء الاصطناعي بعمليات التصنيع والمحاكاة

يحدث الذكاء الاصطناعي (AI) ثورة في مختلف الصناعات، في سياق التصنيع يشير الذكاء الاصطناعي إلى دمج التقنيات المتقدمة التي تمكن الآلات والأنظمة من أداء المهام التي تتطلب تقليدياً الذكاء البشري، يشمل ذلك المهام مثل التصوير، والتعلم، والتفكير، وحل المشكلات، واتخاذ القرارات، تطبيق الذكاء الاصطناعي في التصنيع لديه القدرة على تعزيز الكفاءة والإنتاجية والمرونة في عمليات الإنتاج، حيث نتج عن ذلك علم يربط أساليب الهندسة الرقمية بتطوير المنتج، بهدف بصورة أساسية لتحديد الأساليب المستندة إلى البيانات لحالات الاستخدام التي تتيح دعم أو استبدال مهام محددة في تطوير المنتج، وتربط عمليات تطوير المنتج (Product development) (PD)?، وطرق الهندسة الرقمية (AI)(Digital Engineering)، حيث يغطي المعرفة اللازمة لطريقة ناجحة لتحديد الهوية والتكامل لتحويل تطوير المنتج الافتراضي إلى الهندسة الرقمية.

يقترح البحث طرقًا عديدة لتطوير النمذجة والمحاكاة باستخدام الذكاء الاصطناعي؛ يتم ذلك باستخدام بعض التطبيقات مثل: التصنيع الذكي، التصنيع الافتراضي، الواقع الافتراضي، التوائم الرقمية، التعلم الآلي، التعلم العميق وغيرهم من التطبيقات.

١- التصنيع الذكي (Smart Manufacturing) (SM):

يشير مصطلح التصنيع الذكي (SM) إلى مجموعة من الأنشطة التي تعتمد على استخدام وتنسيق المعلومات والأتمتة والحساب والبرمجيات والاستشعار والشبكات والاستفادة من المواد المتطورة، حيث يتميز التصنيع الذكي بالمرونة إلى حد كبير في تلبية متطلبات التصميم بمستويات أعلى من الدقة والموثوقية مع الحفاظ على التكلفة عند الحد الأدنى، علاوة على ذلك هناك أحكام لتخصيص المنتج وتكييفه مع البيئة.

ولقد استفادت العديد من الشركات بشكل كبير من تقنيات المعلومات سريعة التطور مثل إنترنت الأشياء، والحوسبة السحابية (Cloud Computing) (CC)، الأنظمة الفيزيائية السيبرانية (Cyber-Physical Systems) (CPSs)، وحوسبة الحافة، وكذلك تضم بعض التقنيات مثل الروبوتات التعاونية، والتحكم الرقمي بالكمبيوتر (Computer Numerical Control) (CNC)، وطابعات ثلاثية الأبعاد ((3Dprinters، والروبوتات الذكية، والتحليل الضخم للبيانات Big Data) (Analytics، ونظم التحكم الذكية، والتعلم الآلي، والواقع الافتراضي والواقع المعزز.

يمكن تصنيف التصنيع الذكي إلى ثلاثة نماذج أساسية: التصنيع الرقمي، والتصنيع الشبكي الرقمي، والتصنيع الذكي من الجيل الجديد .

٢- التصنيع الرقمي:

هو النموذج الأساسي الأول للتصنيع الذكي؛ السمات الرئيسية للتصنيع الرقمي هي كما يلي: تُستخدم التكنولوجيا الرقمية على نطاق واسع في المنتجات، مما يشكل "جيلًا رقميًا" من المنتجات المبتكرة؛ يتم تطبيق التصميم الرقمي والنمذجة والمحاكاة وإدارة معلومات المعدات الرقمية على نطاق واسع؛ يتم تحقيق تكامل عملية الإنتاج وتحسينها.

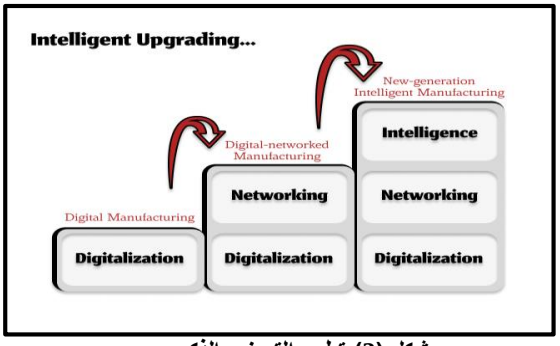
٣- التصنيع الشبكي الرقمي:

هو الجيل الثاني للتصنيع الذكي؛ وقد يشار إليه أيضًا باسم "الإنترنت + التصنيع". على مستوى المنتج، يتم تطبيق التكنولوجيا الرقمية وتكنولوجيا الشبكات على نطاق واسع، يتم توصيل المنتجات من خلال الشبكة، في حين يتم تحقيق التصميم التعاوني والمشترك والبحث والتطوير.

٤- الجيل الجديد من التصنيع الذكي:

يؤدي التكامل المتعمق بين الجيل الجديد من تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي وتكنولوجيا التصنيع المتقدمة إلى تشكيل جيل جديد من التصنيع الذكي؛ فهو يمر عبر كل رابط في دورة الحياة الكاملة للتصميم والإنتاج والمنتج والخدمة، ويتعلق المفهوم أيضًا بتحسين وتكامل الأنظمة المقابلة.

ويهدف إلى رفع جودة منتجات الشركات وأدائها ومستويات الخدمة بشكل مستمر مع تقليل استهلاك الموارد وسيعمل الجيل الجديد من التصنيع الذكي على إعادة تشكيل جميع عمليات دورة المنتج الكاملة، بما في ذلك التصميم والتصنيع والخدمات فضلاً عن تكامل هذه العمليات. وسوف يعزز ظهور تقنيات جديدة، ومنتجات جديدة، وأشكال أعمال جديدة، ونماذج جديدة، وسوف يؤثر بشكل عميق ويغير هيكل الإنتاج، وأنماط الإنتاج، وأساليب الحياة، ونماذج التفكير للبشرية .وسوف يؤدي في النهاية إلى تحسن كبير في قوى الإنتاج الاجتماعية .سيحدث الجيل الجديد من التصنيع الذكي تغييرات ثورية في صناعة التصنيع وسيصبح القوة الدافعة الرئيسية للتنمية المستقبلية لهذه الصناعة.



شكل (3) تطور التصنيع الذكي.

٢- تطبيق الذكاء الاصطناعي في المحاكاة:

يمكن استخدام الذكاء الاصطناعي في المحاكاة عن طريق تكامل الواقع الافتراضي (Virtual Reality) (VR) والذكاء الاصطناعي (Artificial intelligence) (AI) وتقنيات التصنيع في سياق تصميم المنتج حيث أن تقارب هذه التقنيات سيعزز الجوانب المختلفة لعملية تصميم المنتج، ودعم بدمج أنظمة التصنيع في عملية تصميم المنتج، ويشمل ذلك تقنيات مثل التصنيع الإضافي (الطباعة ثلاثية الأبعاد)، والتصنيع بمساعدة الكمبيوتر (Computer-aided Manufacturing) (CAM)، والروبوتات.

حيث يمكن للمصممين إنشاء نماذج افتراضية متوافقة بشكل مباشر مع أنظمة التصنيع، مما يتيح الانتقال السلس من مرحلة التصميم الافتراضي إلى الإنتاج المادي، يعمل هذا التكامل على تبسيط عملية التصنيع، وتقليل الأخطاء، ويسمح بمزيد من التخصيص والمرونة في تصميم المنتج.

أنظمة التشغيل الافتراضية:

هي أدوات محاكاة تعتمد على الكمبيوتر من أجل اختبار والتحقق من صحة وظائف نظام التصنيع أو الآلة قبل أن يتم بناؤها أو تركيبها فعليا تستخدم أنظمة التصنيع الافتراضية المتقدمة أنظمة التشغيل الافتراضية لمحاكاة وتحليل عملية التصنيع بأكملها، بما في ذلك خط الإنتاج والآلات وأنظمة التحكم من خلال حل المشكلات المحتملة في بيئة افتراضية؛ يمكن للمصنعين تجنب التأخير المكلف ووقت التوقف عن العمل أثناء عملية التشغيل الفعلية، من خلال تمكين المهندسين من اختبار وضبط خوارزميات التحكم والإعدادات في بيئة افتراضية.

لاستخدام نظام التشغيل الافتراضي، يقوم المهندسون بإنشاء توأم رقمي لنظام التصنيع أو الآلة باستخدام برنامج النمذجة ثلاثية الأبعاد ويتضمن التوأم الرقمي نموذجا تفصيلًيا للمكونات المادية، مثل المحركات وأجهزة الاستشعار وأنظمة التحكم، بالإضافة إلى البرنامج الذي يتحكم في تشغيلها. ثم يحاكي نظام التشغيل الافتراضي تشغيل نظام التصنيع أو الماكينة في ظل مجموعة من ظروف التشغيل، مما يسمح للمهندسين بتحديد وتصحيح أي مشكلات محتملة .

يمكن تطوير أنظمة التصنيع الآلية من خلال التطبيقات المختلفة لأنظمة التشغيل الافتراضية على عملية إنتاج الأجزاء مثل تخطيط العمليات بمساعدة الكمبيوتر (Computer-aided Operations)(CAPP) بالإضافة إلى أنظمة التشغيل الافتراضية ونتيجة لذلك يمكن استخدام البيئات الافتراضية لتصميم وتقييم عملية إنتاج المكونات.

يتم تحليل تطبيق التشغيل الافتراضي لأنظمة التصنيع الآلية لتقليل مقدار الوقت المستغرق في استكشاف الأخطاء وإصلاحها وإجراء التصحيحات في أنظمة الإنتاج الحقيقية التالية.

تشمل مزايا أنظمة التصنيع الافتراضية تحسين جودة المكونات المنتج، وتقليل كمية النفايات وتسريع تصميم المنتج والعمليات باستخدام المحاكاة الافتراضية والتعديل. ونتيجة لذلك، يمكن زيادة الدقة والكفاءة في عمليات التصنيع، علاوة على ذلك، فإن التسويق الرقمي باستخدام أنظمة التصنيع الافتراضية يمكن أن يزيد من القيمة المضافة في عمليات التصنيع والانتاج.

أنظمة التصنيع السحابية:

هي استخدام تقنيات الحوسبة السحابية لإدارة دمج تقنيات عملية التصنيع وتحسينها، تتضمن أنظمة التصنيع السحابية تقنيات مختلفة مثل تحليلات البيانات الضخمة، وإنترنت الأشياء IoT)، لتمكين الشركات المصنعة من تبسيط عمليات الإنتاج الخاصة بها وتحسين كفاءتها الإجمالية.

واحدة من المزايا الرئيسية لأنظمة التصنيع السحابية هي أنها تسمح للمصنعين بالوصول إلى مجموعة واسعة من الموارد والأدوات والخدمات عبر الإنترنت واستخدامها، دون الحاجة إلى الاستثمار في أجهزة أو برامج باهظة الثمن. وهذا يمكّن الشركات المصنعة من توسيع نطاق عملياته لأعلى أو لأسفل حسب الحاجة، وتقبلها الاستفادة من التقنيات الجديدة عندما تصبح متاحة.

يمكن لأنظمة التصنيع السحابية أيضا أن تساعد الشركات المصنعة على جمع وتحليل البيانات من عمليات الإنتاج الخاص بهم، والتي يمكن استخدامها لتحديد الأنماط وتحسين سير العمل وتحسين مراقبة الجودة الشاملة. على سبيل المثال، يمكن استخدام أدوات تحليل البيانات لمراقبة أداء الأجهزة الفردية والتنبؤ بموعد الحاجة إلى الصيانة أو الإصلاحات، مما يمكن أن يساعد في تقليل وقت التوقف عن العمل وتحسين الكفاءة.

بشكل عام يعد التصنيع الافتراضي أداة قوية لتقليل المخاطر المرتبطة بإنتاج سلع جديدة من حيث تعديل هندسة الإنتاج. يمكن تطبيق شبكات التصنيع الافتراضية وأنظمة التصنيع السحابية على أنظمة التصنيع المحاكية في البيئات الافتراضية لمشاركة فوائد أنظمة التصنيع المختلفة في التطبيقات الصناعية المختلفة.

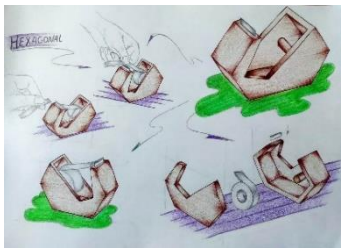
رابعاً: تطبيق الذكاء الاصطناعي خلال دورة حياة المنتج

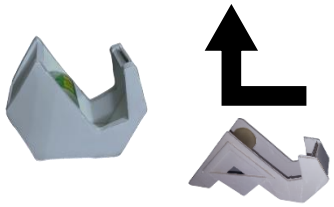
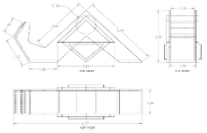
مما لا شك فيه أن هناك عدد من المحاولات لاستخدام تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي في مراحل تصميم المنتج عن طريق عمل تطبيقات ومواقع متخصصة في مهمة محددة لخدمة مراحل التصميم ولكن لا يوجد تصور كامل لأثر استخدام تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي على مراحل التصميم بصفة عامة وربط هذه المراحل ببعضها وبعمليات التصنيع والإنتاج والتسويق، حيث يمثل الجدول رقم (١) مقارنة بين استخدام الطرق التقليدية عن طريق المصمم واستخدام تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي خلال المراحل التي تم عرضها سابقاً في شكل (٢)، وذلك لتصميم قطاعة سلوتيب.

ومما لا شك فيه أن درجة تعقيد المنتج تحدد بصورة مباشرة درجة الحاجة لاستخدام تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي.

جدول (١): مقارنة بين استخدام الطرق التقليدية وتكنولوجيات الذكاء الاصطناعي خلال تصميم قطاعة السولتيب لكل مرحلة من مراحل التصميم والإنتاج والتسويق.

المراحل	دور المصمم	تطبيق الذكاء الاصطناعي	ملاحظات
مراحل التصمـيم	جمع المعلومات عن مستخدمي السلوتيب بكثرة أو بشكل يومي،	استخدام مواقع مثل: Chat GPTكمساعد في جمع البيانات.	لا يمكن الاعتماد على الذكاء الاصطناعي

١- البحث Research	وإحصاء المشكلات التي واجهتهم اثناء عملية القطع باستخدام الانترنت او المقابلات الشخصية.	**جزء من النتيجة:** الفئة المستخدمة لقطاعة الشريط اللاصق باستمرار قد تشمل: صناعة التعبئة والتغليف: تستخدم قطاعات الشريط اللاصق بشكل مكثف في التعبئة والتغليف . الصناعات الإبداعية: يستخدم قطاعات الشريط اللاصق في الحرف اليدوية والأعمال الفنية. صناعة السيارات: تستخدم قطاعات الشريط اللاصق في صناعة السيارات لتثبيت الأجزاء الداخلية والخارجية، مثل الأرضيات والألواح والتجهيزات الداخلية.	بشكل كامل في مرحلة البحث؛ حيث ان بعض المعلومات لا تكون دقيقة ١٠٠% وأحيانا ما تكون الإجابات مختصرة ولا تشمل كل ما نحتاجه في هذه المرحلة.. فيكون الذكاء الاصطناعي بمثابة مساعد وليس عليه اعتماد كامل.
٢- التصور Ideation	وضع الأفكار والحلول المبدئية عن طريق اسكتشات سريعة. 	استخدام برامج الذكاء الاصطناعي مثل: "leonardo.ai ". ادخال نص وصفى للفكرة المبدئية. **جزء من النتيجة:**	اقتراحات مقبولة بالنسبة لتصور مبدئي.
٣- تطوير المفهوم Concept Develop -ment	التفكير بشكل أعمق في تجميع كل ما يحتاجه التصميم من إمكانيات وحسابات ميكانيكية وفيزيائية. جزء من اعتبارات تصميم: حساب مسافة كافية للإصبع بين السوليتب وسلاح القطع. إمكانية تغيير السوليتب عند نفاذه. تحمل مكان وضع السوليتب قوة الشد الواقعة عليه.	استخدام مواقع مثل:Bing ، Chat GPTفي اقتراح اعتبارات للتصميم. **جزء من النتيجة:** **السلامة:** يجب أن يتم تصميم القطاعة بحيث تقلل من خطر الإصابة أثناء الاستخدام. يمكن تضمين واقيات أو أغلفة لحماية الأصابع من الشفرة الحادة وتقليل خطر الجروح. **المتانة:** يفضل أن تكون القطاعة مصنوعة من مواد قوية ومتينة لتحمل الاستخدام المتكرر وتعزيز عمر الأداة.	من الواضح انه اعطي ردًا منطقيًا ومفيد يمكن الاعتماد عليه في التصميم.
٤- النماذج الاولية Prototype	عمل نموذج أولى بخامات متوفرة ورخيصة. 	استخدام برامج الذكاء الاصطناعي مثل: "leonardo.ai ". 	اعتقد ان النتائج لم تكن دقيقة ومحددة في هذه المرحلة ولكن من الممكن استخدام النتائج في تصور

			أفكار أكثر ثم تنفيذها كنماذج أولية يدويًا.
٥- الاختبار والملاحظات Testing and Feedback	إضافة اعتبارات تصميم إضافية الناتجة عن اكتشاف المشكلات التي ظهرت في النماذج الأولية.	لا حاجة لاستخدام الذكاء الاصطناعي في هذه المرحلة.	من الصعب استخدام برامج الذكاء الاصطناعي في اختبار النماذج الأولية لأنها نماذج مادية وليست رقمية.
٦- تطوير التصميم Design Develop -ment	التعديل على النماذج الأولية للوصول الى نموذج مقترح، إضافة بعض الاتجاهات التصميمية. 	يمكن استخدام الذكاء الاصطناعي في السؤال عن الاتجاهات ومدارس التصميم اقتراح تصاميم تناسب الاتجاه المختار. **جزء من النتيجة:**	تبدو نتائج جيدة، ولكن يصعب فهمها بشكل دقيق فلذلك تحتاج بعض التعديلات.
مراحل الإنتـــــاج	يمكن اختيار لجسم القطاعة خامة مثل: الخشب، الخزف، البلاستيك، الصاج.	السؤال عن الخامة الأنسب لقطاعة السلوتيب باستخدام Chat GPT. **جزء من النتيجة:** **البلاستيك:** في تصنيع مقابض القطاعة وأجزاء الهيكل، يتم اختياره لمرونته ومقاومته للكسر وسهولة تشكيله في تصميمات مختلفة. **المعدن:** في الشفرة أو أجزاء القطاعة الأخرى التي تحتاج إلى قوة وصلابة عالية، يمكن استخدام الفولاذ المقاوم للصدأ، او الألومنيوم.	من الواضح انه الى حدٍ كبير كانت الإجابة مفيدة ومرضية ومتكاملة مع الخامات الذى اقترحها المصمم.
٧- الخامات والموارد Materials and Resources	يمكن اختيار لشفرة القطاعة خامة مثل: الاستانلس ستيل، البلاستيك، الألومنيوم.		
٨- الهندسة Engineer	تحويل التصميم الي رسوم هندسية ووضع التفاوت والابعاد المناسبة للمنتج. 	لم تنجح برامج تحويل الصور الى نموذج ثلاثي الابعاد بالنسبة لتصميم المنتجات مثل برنامج: monster mash. لذا فلا حاجة لاستخدام الذكاء الاصطناعي في هذه المرحلة.	من الصعب توصل برامج الذكاء الاصطناعي للرسوم الهندسية المناسبة للمنتج بكل تفاصيله.
٩- التصنيع Manufact uring-	انشاء خطوط انتاج وتحديد مصادر المكونات، والقوالب او الاسطمبات ومن ثم تجميع أجزاء قطاعة السلوتيب.	لا حاجة لاستخدام الذكاء الاصطناعي في هذه المرحلة.	من الصعب توصل برامج الذكاء الاصطناعي لأشكال الاسطمبات المناسبة، فقط يمكن الاستعانة

			به لوضع اقتراحات وحلول لمشكلات قد تحدث اثناء العملية.
١٠- الجودة Quality Assurance	طوال عملية التصنيع، يتم تنفيذ تدابير ضمان الجودة، للتأكد من أن قطاعة السلوتيب تلبى المواصفات والمعايير المطلوبة، ويتم ايضًا اجراء عمليات المحاكاة بكل خطوة من خطوات التصنيع.	لا حاجة لاستخدام الذكاء الاصطناعي في هذه المرحلة.	من الصعب توصل برامج الذكاء الاصطناعي للتقييم ومراقبة جودة المنتج بالدقة المطلوبة.
١١- اختبار المستخدم User Testing	في هذه المرحلة يتم اختبار قطاعة السلوتيب لتقييم اداءها فعليًا، ثم يتم جمع التعليقات من المستخدمين، ومعالجة المشكلات.	لا حاجة لاستخدام الذكاء الاصطناعي في هذه المرحلة.	يمكن للذكاء الاصطناعي اقتراح تعديلات بناءً على تعليقات المستخدمين.
١٢- تكرار Iteration	نقوم بهذه المرحلة في حالة وجود مشكلات او تعليقات قد ظهرت في مرحلة اختبار المستخدم، فيتم اجراء التعديلات اللازمة.	يمكن استخدام برامج الذكاء الاصطناعي في تقديم توصيات للتحسين للوصول الى حلول في وقت قصير للمشكلات التي تم جمعها، عن طريق اجراء محادثة مع Chat GPT.	لن يعطى الذكاء الاصطناعي وحده في هذه المرحلة نتيجة جيدة، لكن يمكن استخدامه كمساعدة للمصمم في هذه المرحلة.
مراحل التسويـــق			
١٣- التغليف والعلامات التجارية Packaging and Branding	تصميم عبوة مناسبة لقطاعة السلوتيب، حيث يوضع في الاعتبار خامة المنتج ونقاط الضعف به للحصول على أفضل حماية للمنتج. **مثال:** 	يمكنه فقط اقتراح تصميم خارجي للرسوم المطبوعة على عبوة التغليف. 	يصعب على برامج الذكاء الاصطناعي التوصل لتصميم عبوه مناسبة من حيث الوظيفة فلا يمكن الاعتماد عليه في هذه المرحلة الا لتصميم الرسوم الخارجية للعبوة فقط وفى غالب الامر يتم التعديل عليها ايضًا.
١٤- التسويق والاطلاق Marketing and Launch	- يتم تحديد الجمهور المستهدف مثل المكاتب والشركات التجارية. - وضع استراتيجية للتسويق لجذب انتباه العملاء المستهدفين. - عمل لوحات اعلانيه عن المنتج. 	استخدام برامج الذكاء الاصطناعي في عمل لوحات اعلانية عن طريق وكتابة وصف للإعلان المطلوب انشاءه، لكن في اغلب الاحيان يتطلب تدخل المصمم في تلك الخطوة،	لقد أعطت برامج الذكاء الاصطناعي نتائج جيدة في اقتراح استراتيجية لتسويق قطاعة السلوتيب، ولكن لم تكن جيده بما يكفى لإنشاء لوحة إعلانية كاملة المواصفات.

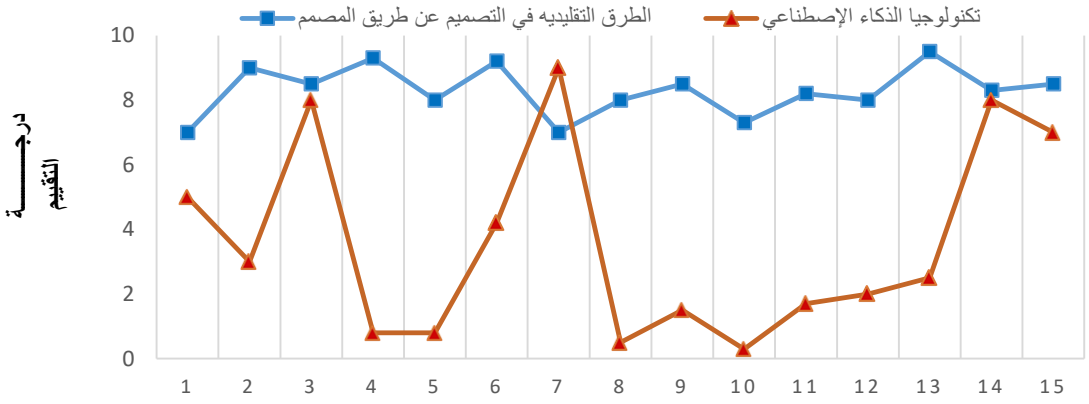
		لتعديل بعض الأجزاء ببرامج التصميم مثل: Photoshop. **النتيجة:** استخدام مواقع مثل:Chat GPT لاقتراح بعض الطرق التسويقية لقطاعة السلوتيب: **جزء من النتيجة:** التسويق عبر الإنترنت عن طريق انشاء موقع ويب. التسويق التعاوني: قم بالتعاون مع شركاء آخرين في الصناعة لتبادل التسويق والترويج لمنتجاتكما.	
١٥- التقييم والملاحظة Evaluation and Feedback	جمع بيانات عن المبيعات ورضاء المستخدمين وأي مشاكل او اقتراحات من العملاء. استخدام هذه المعلومات في تطوير المنتج وتحسينه في المستقبل.	يمكن استخدام الذكاء الاصطناعي في عمل إحصائية لنسبة رضاء العملاء عن المنتج، مثل Chat GPT. عند ادخال تقييمات واراء المستخدمين، كانت **النتيجة كالآتي:** " بناءً على العبارات التي ذكرتها، يمكن تقدير نسبة الرضا بنسبة ٨٠٪ إلى ٩٠٪.	نجح الذكاء الاصطناعي في تحليل التقييمات التي جمعها المصمم في هذه المرحلة.

مما لا شك فيه أن هناك أهمية متزايدة لاستخدام تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي في العديد من مراحل التصميم وخصوصا بعد التطور الكبير في أجهزة الحاسب وشرائح معالجة البيانات، ولكن كما يتضح من الجدول رقم (١) فإن استخدام تلك التكنولوجيات يجب أن يتم بالاشتراك مع الطرق التقليدية وأنه لا يمكن الاستغناء عن المصمم بصوره كاملة حيث يمثل المصمم حلقة الربط بين استخدام ما يحقق الهدف من تقنيات الذكاء الاصطناعي ودمجه مع الطرق التقليدية في التصميم من خلال التصور الذي يريده.

وكما يتضح من جدول رقم (١) إن استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي خلال مراحل النمذجة الرقمية والمحاكاة يعطي نتائج إيجابية أكثر حيث يوفر الكثير من الوقت والجهد المبذول وكذلك يؤدي إلى تقليل التكلفة وزيادة دقة النتائج.

يوضح شكل (4) أن هناك عدد من المراحل التي تكون فيها أهمية استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي كبيرة مثل وضع اتجاهات عامة للتصميم يقوم المصمم بعد ذلك بالاستلهام منها وتطويعها لخدمة أهدافه وخدمة حل المشكلة التصميمية التي يتعرض لها، وهناك مراحل أخرى يكون فيها الطرق التقليدية ذات أهمية أكبر مثل وضع اسكتشات يدوية والتعديل عليها وكذلك مقابلة المستخدم المستهدف ومعرفة الاحتياجات العامة له.

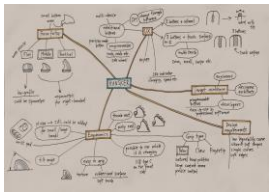
شكل (4) نتائج المقارنة بين استخدام الطرق التقليدية وتكنولوجيا الذكاء الاصطناعي في تصميم قطاعة السلوتيب

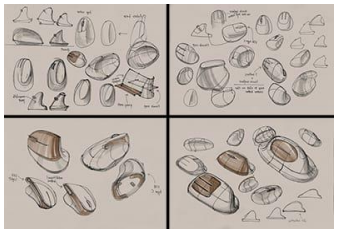


مراحل تصميم المنتج كما في شكل (٢)

كما يوضح جدول رقم (٢) مقارنة بين استخدام الطرق التقليدية عن طريق المصمم واستخدام تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي خلال المراحل التي تم عرضها سابقاً في شكل (٢)، وذلك لتصميم فأرة (mouse) وذلك لدراسة تأثير استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي خلال مراحل التصميم لمنتج أكثر تعقيداً.

جدول (٢): مقارنة بين استخدام الطرق التقليدية وتكنولوجيات الذكاء الاصطناعي خلال تصميم فأرة (mouse) لكل مرحلة من مراحل التصميم والإنتاج والتسويق.

المراحل	دور المصمم	تطبيق الذكاء الاصطناعي	ملاحظات
مراحل التصمـــيم			
١- البحث Research	تحليل المنتجات الحالية، وفحص المتطلبات المريحة، وجمع الأفكار لإرشاد عملية التصميم. إجراء أبحاث السوق لفهم احتياجات المستخدم وتفضيلاته واتجاهاته المتعلقة بماوس الكمبيوتر. إحصاء المشكلات التي واجهتهم اثناء الاستخدام عن طريق الانترنت او المقابلات الشخصية. 	استخدام مواقع مثل: Chat GPTكمساعد في جمع البيانات. **جزء من النتيجة:** تسجيل الحركات: يمكن استخدام برامج تسجيل الحركات لتتبع حركات الماوس الفعلية للمستخدمين أثناء التصميم. ردود الأفعال: يمكن استخدام استطلاعات بعد المهمة أو تعليقات المستخدمين لفهم ردود فعلهم وتقييم رضاهم عن تجربة استخدام الماوس في المرحلة التجريبية. النقرات والضغطات: يجب تسجيل عدد النقرات والضغطات التي يقوم بها المستخدمون على الماوس .	قام الذكاء الاصطناعي بنفس إجراءات البحث التي قام بها المصمم ولكن بشكل أسرع. لكن بعض المعلومات ليست دقيقة ١٠٠%. فيكون الذكاء الاصطناعي بمثابة مساعد وليس عليه اعتماد كامل.

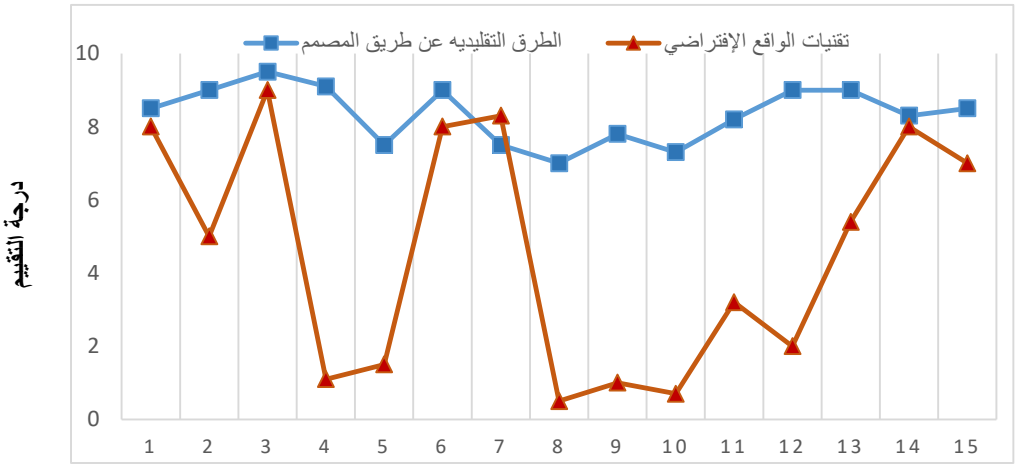
٢- التصور Ideation	وضع الأفكار والحلول المبدئية عن طريق اسكتشات سريعة. 	استخدام برامج الذكاء الاصطناعي مثل: leonardo.ai و lookx.ai. ادخال نص وصفي للفكرة المبدئية. **جزء من النتيجة:** 	اقتراحات مقبولة بالنسبة لتصور مبدئي.
٣- تطوير المفهوم Concept Develop -ment	التفكير بشكل أعمق في تجميع كل ما يحتاجه التصميم من إمكانيات وحسابات ميكانيكية وفيزيائية. **جزء من اعتبارات تصميم:** تصميم فأرة كمبيوتر (ماوس) بزاوية أعلى وأكثر راحة للمعصم. تقليل الضغط الناتج عن الاستخدام المستمر لأجهزة الكمبيوتر. متطلبات الراحة والسلامة.	استخدام مواقع مثل:Bing ، Chat GPTفي اقتراح اعتبارات للتصميم. **جزء من النتيجة:** راحة المستخدم: يجب مراعاة الحجم والشكل والملمس بحيث يناسب مختلف أحجام الأيدي ويوفر قبضة مريحة. توافق مع البيئة: يجب مراعاة توافق الماوس مع مختلف أنظمة التشغيل والبرامج. يجب أن يكون متوافقًا مع مختلف أجهزة الكمبيوتر والأجهزة اللوحية والهواتف الذكية.	من الواضح انه اعطي ردًا منطقيًا ومفيد يمكن الاعتماد عليه في التصميم.
٤- النماذج الاولية Prototype	تم تحويل المفهوم المحدد إلى نماذج اولية مادية لاختبار الوظائف الاساسية وبيئة العمل. 	استخدام برامج الذكاء الاصطناعي مثل: "leonardo.ai ". 	اعتقد ان النتائج لم تكن دقيقة ومحددة في هذه المرحلة ولكن من الممكن استخدام النتائج في تصور أفكار أكثر ثم تنفيذها كنماذج أولية يدويًا.
٥- الاختبار والملاحظات Testing and Feedback	إضافة اعتبارات تصميم إضافية الناتجة عن اكتشاف المشكلات التي ظهرت في النماذج الأولية.	لا حاجة لاستخدام الذكاء الاصطناعي في هذه المرحلة.	من الصعب استخدام برامج الذكاء الاصطناعي في اختبار النماذج الأولية لأنها نماذج مادية وليست رقمية.
٦- تطوير التصميم Design Develop	تم في هذه المرحلة الاخذ في الاعتبار من التعليقات ونتائج الاختبارات في المرحلة السابق للحصول على أفضل النتائج، وكانت: إجهاد أقل للعضلات. انخفاض ضغط المعصم. إضافة بعض الاتجاهات التصميمية.	يمكن استخدام الذكاء الاصطناعي في السؤال عن الاتجاهات ومدارس التصميم اقتراح تصاميم تناسب الاتجاه المختار. **جزء من النتيجة:** 	النتائج اعطت شكل جمالي، ولكن غير دقيق في معايير التصميم.

مراحل الإنتـــــاج			
٧- الخامات والموارد Materials and Resources	تم في هذه المرحلة الاخذ في الاعتبار عوامل مثل المتانة والتكلفة والاثر البيئي. عمل فريق التصميم مع الموردين والمصنعين بشكل وثيق لتحديد ومصدر المواد المطلوبة لفارة الكمبيوتر (ماوس) .	السؤال عن الخامة الأنسب للفأرة باستخدام Chat GPT. **جزء من النتيجة:** البلاستيك: يتم استخدامه في صنع الهيكل الخارجي والأزرار، يتم استخدام أنواع مختلفة من البلاستيك، مثل ABS وبولي كربونات. المعدن: يستخدم المعدن في بعض الأجزاء المهمة في الماوس، مثل الإطار الداخلي والمفصلات الداخلية ولكن الألومنيوم هو المعدن الشائع. المطاط أو السيليكون: يستخدم في قاعدة الماوس لتوفير قبضة جيدة ومنع الانزلاق أثناء الاستخدام.	من الواضح انه الى حدٍ كبير كانت الإجابة مفيدة ومرضية ومتكاملة مع الخامات الذي اقترحها المصمم.
٨- الهندسة Engineer	تحويل التصميم الي رسوم هندسية ووضع التفاوت والابعاد المناسبة للمنتج. إنشاء مواصفات فنية مفصلة لأبعاد المكونات وطرق التجميع والتوصيلات الكهربائية	لم تنجح برامج تحويل الصور الى نموذج ثلاثي الابعاد بالنسبة لتصميم المنتجات مثل برنامج: monster mash. لذا فلا حاجة لاستخدام الذكاء الاصطناعي في هذه المرحلة.	من الصعب توصل برامج الذكاء الاصطناعي للرسوم الهندسية المناسبة للمنتج بكل تفاصيله.
٩- التصنيع Manufact -uring	انشاء خطوط انتاج وتحديد مصادر المكونات، والقوالب او الاسطمبات ومن ثم تجميع أجزاء الماوس.	لا حاجة لاستخدام الذكاء الاصطناعي في هذه المرحلة.	من الصعب توصل برامج الذكاء الاصطناعي لأشكال الاسطمبات المناسبة، فقط يمكن الاستعانة به لوضع اقتراحات وحلول لمشكلات قد تحدث اثناء العملية.
١٠- الجودة Quality Assurance	طوال عملية التصنيع، يتم تنفيذ تدابير ضمان الجودة، للتأكد من أن الماوس تلبى المواصفات والمعايير المطلوبة، ويتم ايضًا اجراء عمليات المحاكاة بكل خطوة من خطوات التصنيع.	لا حاجة لاستخدام الذكاء الاصطناعي في هذه المرحلة.	من الصعب توصل برامج الذكاء الاصطناعي للتقييم ومراقبة جودة المنتج بالدقة المطلوبة.
١١- اختبار المستخدم User Testing	في هذه المرحلة يتم اختبار الماوس لتقييم أدائها وسهولة استخدامها في سيناريوهات العالم الحقيقي. ثم يتم جمع التعليقات من المستخدمين، ومعالجة المشكلات. 	لا حاجة لاستخدام الذكاء الاصطناعي في هذه المرحلة.	يمكن للذكاء الاصطناعي اقتراح تعديلات بناءً على تعليقات المستخدمين.

١٢- تكرار Iteration	دمج التعليقات التي تم الحصول عليها من اختبار المستخدم في التصميم، وإجراء التعديلات النهائية، ثم إطلاق المنتج. 	يمكن استخدام برامج الذكاء الاصطناعي في تقديم توصيات للتحسين للوصول الى حلول في وقت قصير للمشكلات التي تم جمعها، عن طريق اجراء محادثة مع Chat GPT.	لن يعطى الذكاء الاصطناعي وحده في هذه المرحلة نتيجة جيدة، لكن يمكن استخدامه كمساعدة للمصمم في هذه المرحلة.
مراحل التسويـــق **١٣- التغليف والعلامات التجارية Packaging and Branding**	تصميم عبوة مناسبة للماوس، حيث يوضع في الاعتبار خامة المنتج ونقاط الضعف به للحصول على أفضل حماية للمنتج. **مثال:** 	استخدام برامج الذكاء الاصطناعي مثل: "leonardo.ai "، لاقتراح تصميم خارجي لعبوة التغليف. 	يصعب على برامج الذكاء الاصطناعي التوصل لتصميم عبوه مناسبة من حيث الوظيفة فلا يمكن الاعتماد عليه في هذه المرحلة اعتمادًا كاملًا،لكنه اعطي نتائج جيدة يمكن الاستلهام منها او التعديل عليها ثم تنفيذها.
١٤- التسويق والاطلاق Marketing and Launch	يتم تحديد الجمهور المستهدف مثل المكاتب والشركات التجارية. وضع استراتيجية للتسويق لجذب انتباه العملاء المستهدفين. عمل لوحات اعلانيه عن المنتج. 	استخدام برامج الذكاء الاصطناعي في عمل لوحات اعلانيه عن طريق وكتابة وصف للإعلان المطلوب انشاءه، **النتيجة:** استخدام مواقع مثل:Chat GPT لاقتراح بعض الطرق التسويقية للماوس **جزء من النتيجة:** التسويق عبر الإنترنت عن طريق انشاء موقع ويب. التسويق التعاوني: قم بالتعاون مع شركاء آخرين في الصناعة لتبادل التسويق والترويج لمنتجاتكما.	لقد أعطت برامج الذكاء الاصطناعي نتائج جيدة في اقتراح استراتيجية لتسويق الماوس.
١٥- التقييم والملاحظة Evaluation and Feedback	جمع بيانات عن المبيعات ورضاء المستخدمين وأي مشاكل او اقتراحات من العملاء. استخدام هذه المعلومات في تطوير المنتج وتحسينه في المستقبل.	يمكن استخدام الذكاء الاصطناعي في عمل إحصائية لنسبة رضاء العملاء عن المنتج، مثل Chat GPT. عند ادخال تقييمات واراء المستخدمين الذي يوجد تفاوت بين	نجح الذكاء الاصطناعي في تحليل التقييمات التي جمعها المصمم في هذه المرحلة.

		درجة رضائهم عن المنتج، كانت **النتيجة كالآتي:** " بناءً على العبارات التي ذكرتها، يمكن تقدير نسبة الرضا بنسبة ٧٣٪ إلى ٨٨٪.	

كما يتضح من شكل رقم (٥) فإن استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي يكون أكثر أهمية مع زيادة تعقيد المنتجات وزيادة مكوناتها ولكن مازال لا يمكن الاعتماد على هذه التقنيات بصورة منفصلة عن المصمم والطرق والأدوات التقليدية للتصميم.



مراحل تصميم المنتج كما في شكل (٢)

شكل (5) نتائج المقارنة بين إستخدام الطرق التقليديه وتكنولوجيا الذكاء الاصطناعي فى تصميم الفأرة (MOUSE)

كما يظهر في جدول رقم (١) والجدول رقم (٢) فإن مرحلتي النمذجة والمحاكاة بصفة خاصة بحاجة للتطوير والاعتماد بصورة أكبر على تقنيات الذكاء الاصطناعي حيث يوضح الجدول رقم (٣) الفرق بين طرق النمذجة التقليدية والنمذجة الرقمية باستخدام الذكاء الاصطناعي

جدول رقم (٣) مقارنه بين طرق النمذجة التقليدية والنمذجة الرقمية باستخدام الذكاء الاصطناعي

الخاصية	النمذجة الرقمية	النمذجة التقليدية
الوسيلة	استخدام برامج الحاسوب والبرمجيات لخلق نماذج رقمية	استخدام مواد تقليدية مثل الورق والطين لإنشاء نماذج في الواقع
التعديل والتكرار	يمكن تعديل النموذج بسهولة وإعادة استخدامه بشكل مستمر	يتطلب تعديلات وإعادة إنتاج كامل لتحديث أو تعديل النموذج
التكلفة	غالبًا ما تكون تكلفة النمذجة الرقمية أقل نسبيًا لاحتياج أقل للمواد الفعلية	قد تكون التكلفة أعلى بسبب استخدام مواد تقليدية والحاجة إلى تكرار العمل
وقت التطوير	يمكن تسريع عملية التطوير بسبب سهولة التعديل والاختبار	قد تتطلب عملية تطوير أطول بسبب الحاجة إلى تغييرات جذرية في النموذج
دقة الوصف والتفاصيل	يمكن تحقيق دقة عالية في النماذج الرقمية مع إمكانية عرض تفاصيل دقيقة	قد تقل الدقة في النماذج التقليدية وقد تكون القدرة على تحقيق التفاصيل محدودة

التعاون والمشاركة	يسهل تبادل النماذج الرقمية بين الفرق والمشاركة عبر الإنترنت	قد يكون التعاون أكثر تحديًا نظرًا للحاجة إلى نقل النماذج الفعلية

وكذلك تعتبر المحاكاة الرقمية للمنتجات أداة حيوية في عدة صناعات ومجالات، حيث تقدم العديد من الفوائد والإيجابيات منها:

١. تقليل التكاليف:

يمكن للمحاكاة الرقمية تقليل الحاجة إلى النماذج الفعلية أو الاختبارات الفعلية، مما يقلل من التكاليف المرتبطة بإنتاج المنتجات الفعلية واختبارها.

٢. تسريع عملية التطوير:

يمكن للمحاكاة الرقمية توفير بيئة افتراضية تسمح للمطورين بتجربة واختبار المنتج في مراحل مبكرة من عملية التصميم والتطوير، مما يسرع عملية الابتكار والتحسين.

٣. تحسين الأداء:

من خلال المحاكاة، يمكن تحليل أداء المنتجات بشكل دقيق، والعمل على تحسينها بشكل فعال دون الحاجة إلى التدخل في النماذج الفعلية.

٤. اختبار الظروف البيئية:

يمكن للمحاكاة تقديم إمكانيات لاختبار المنتجات في ظروف بيئية متنوعة ومختلفة، مما يساعد في تحديد استجابتها وأدائها تحت ظروف مختلفة.

٥. تقليل المخاطر:

باستخدام المحاكاة، يمكن تقليل المخاطر المرتبطة بالتجارب الفعلية، خاصة في المجالات التي تتطلب تجارب خطيرة أو باهظة التكلفة.

٦. تصميم مستدام:

يمكن للمحاكاة أن تساعد في تقييم تأثير المنتج على البيئة وتحسين تصميمه بما يحقق أفضل استدامة.

٧. تدريب العمليات:

يُستخدم النمذجة والمحاكاة في تدريب العمليات والعمال على استخدام المعدات والتعامل مع المنتجات بطريقة آمنة وفعالة.

٨. تحليل الأداء المتكرر:

يتيح القدرة على تكرار التحليل والاختبار بشكل سريع وفعال، مما يساعد في تحسين المنتجات بشكل مستمر.

بشكل عام، توفر المحاكاة الرقمية فرصًا لتحسين عمليات التصميم والتطوير واختبار المنتجات بطريقة فعالة وآمنة، مما يسهم في تقليل التكاليف وتسريع عمليات التسويق وتحسين الأداء والجودة.

النتائج:

1- تساهم تقنيات الذكاء الاصطناعي في تطوير مراحل عملية التصميم للمنتج ولكن لا يمكن الاعتماد عليها بصورة مستقلة عن المصمم وإنما يتم استخدامها بالتكامل مع المصمم.

2- العديد من البرامج المستحدثة للتصميم باستخدام الذكاء الاصطناعي لم تصل لمرحلة يمكن الاعتماد عليها كمصدر أساسي للتصميم وإنما يمكن الاستلهام منها والتطوير عليها بواسطة المصمم.

3- وضع تصورات تصميمية ببرامج الذكاء الاصطناعي لا تحقق العديد من الاعتبارات التصميمية والتصنيعية للمنتج كما تم إظهاره في إطار التطبيق داخل البحث.

4- تساهم تقنيات الذكاء الاصطناعي في العملية التنظيمية للربط بين المراحل داخل عملية التصميم أو للربط بين مراحل التصميم والتصنيع والتسويق.

5- هناك مراحل داخل عملية تطوير المنتج لا يمكن استخدام الذكاء الاصطناعي فيها والتي تحتاج إلى الإحساس البشري للمصمم لإيصال مفاهيم تتصل بالعاطفة والسياق الثقافي للمستخدم.

6- تقنيات الذكاء الاصطناعي على قدر كبير من الأهمية بالأخص للاستخدام في مرحلتي النمذجة الرقمية والمحاكاة.

التوصيات:

بناء على ما تم عرضه في هذه الدراسة ونتائجها، فإن الباحثين يوصون بما يلي:

1- زيادة الاهتمام باستخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي خلال مراحل تصميم المنتج بصفة عامة.

2- الاعتماد بصوره أكبر على تطبيقات الذكاء الاصطناعي خلال مرحلتي النمذجة الرقمية والمحاكاة.

3- فهم كامل لإمكانيات تقنيات الذكاء الاصطناعي وتطبيقاته من قبل المصمم ليكون قادراً على الاستعانة بهذه التطبيقات خلال مراحل تصميم المنتج.

4- تنمية قدرة المصممين على دعم التفكير المنطقي المبدع وعدم الاعتماد بشكل كامل فقط على تطبيقات الذكاء الاصطناعي خصوصًا خلال مرحلة وضع الأفكار.

5- زيادة قدرة المصممين على التوصل للحلول التصميمية الناتجة من تكامل التقنيات التقليدية وتقنيات الذكاء الاصطناعي.

المراجع:

المراجع العربية:

حمود بركي الذويبي، منير. "فعالية استخدام بعض مبادئ نظرية الحل الإبداعي للمشكلات، في تدريس مهارتي الجمع والطرح لدى التلاميذ ذوي صعوبات تعلُّم الحساب." مجلة كلية التربية (أسيوط) ٣٨, 241-310 :(2022) 7.2 .no

المراجع الأجنبية:

1. Wikipedia contributors, "Simulation," Wikipedia, https://ar.wikipedia.org/w/index.php?title=%D9%85%D8%AD%D8%A7%D9%83%D8%A7%D8% A9&oldid=63406752 (accessed November 9, 2023).
2. Marin-Garcia, Juan A., Julio J. Garcia-Sabater, Jose P. Garcia-Sabater, and Julien Maheut. "Protocol: Triple Diamond method for problem solving and design thinking. Rubric validation." WPOM-Working Papers on Operations Management 11, no. 2 (2020): 49-68.
3. John Mortimer, A double & triple diamond method for the systemic design of services, Nov 25, 2021, medium, https://john-mortimer.medium.com/a-triple-diamond-method-for-systemic-service-design-850c4f97e436

4. Alyssa Schroer, Artificial Intelligence, built in, Jul. 27, 2023, https://builtin.com/artificial-intelligence
5. What is artificial intelligence (AI)?, ibm, https://www.ibm.com/topics/artificial-intelligence
6. Chryssolouris, George, Kosmas Alexopoulos, and Zoi Arkouli. A Perspective on Artificial Intelligence in Manufacturing. Vol. 436. Springer Nature, 2023
7. Kumar, Sachin, T. Gopi, N. Harikeerthana, Munish Kumar Gupta, Vidit Gaur, Grzegorz M. Krolczyk, and ChuanSong Wu. "Machine learning techniques in additive manufacturing: a state of the art review on design, processes and production control." Journal of Intelligent Manufacturing 34, no. 1 (2023): 21-55.
8. Tao, Fei, Jiangfeng Cheng, Qinglin Qi, Meng Zhang, He Zhang, and Fangyuan Sui. "Digital twin-driven product design, manufacturing and service with big data." The International Journal of Advanced Manufacturing Technology 94 (2018): 3563-3576.
9. Yu, Chun-Min, Tsun-Hung Huang, Kuen-Suan Chen, and Tsung-Yu Huang. "Construct Six Sigma DMAIC improvement model for manufacturing process quality of multi-characteristic products." Mathematics 10, no. 5 (2022): 814.
10. Gerschütz, Benjamin, Stefan Goetz, and Sandro Wartzack. 2023. "AI4PD—Towards a Standardized Interconnection of Artificial Intelligence Methods with Product Development Processes" Applied Sciences 13, no. 5: 3002. https://doi.org/10.3390/app13053002
11. Zhuming, Bi., Lida, Xu., P., R., Ouyang. (2022). Smart Manufacturing—Theories, Methods, and Applications. Machines, 10(9), 742-742. doi: 10.3390/machines10090742.
12. Grznár, Patrik, Milan Gregor, Martin Krajčovič, Štefan Mozol, Marek Schickerle, Vladimír Vavrík, Lukáš Ďurica, Martin Marschall, and Tomáš Bielik. "Modeling and Simulation of Processes in a Factory of the Future." Applied sciences 10, no. 13 (2020): 4503.
13. Li, Chunquan, Yaqiong Chen, and Yuling Shang. "A review of industrial big data for decision making in intelligent manufacturing." Engineering Science and Technology, an International Journal 29 (2022): 101021.
14. Su, Ke, and Hao Ma. "Usability in the Product Design Process Based on the Intelligent Microprocessor." Wireless Communications and Mobile Computing 2021 (2021): 1-15.
15. James, F., Davis., Thomas, F., Edgar., James, B., Porter., John, Bernaden., Michael, Sarli. (2012). Smart manufacturing, manufacturing intelligence and demand-dynamic performance. Computers & Chemical Engineering, 47(47), 145-156. doi: 10.1016/J.COMPCHEMENG.2012.06.037
16. Zhou, Ji, Peigen Li, Yanhong Zhou, Baicun Wang, Jiyuan Zang, and Liu Meng. "Toward new-generation intelligent manufacturing." Engineering 4, no. 1 (2018): 11-20.
17. Ahmad, Barari., Marcos, de, Sales, Guerra, Tsuzuki. (2023). Smart Manufacturing and Industry 4.0. Applied Sciences, 13(3), 1545-1545. doi: 10.3390/app13031545.

18. Natasha Nikolaidou, Augmented and Virtual reality in advanced manufacturing, dtamproject, April 8, 2022, https://dtamproject.eu/augmented-and-virtual-reality-in-advanced-manufacturing/
19. Soori, Mohsen, Behrooz Arezoo, and Roza Dastres. "Advanced virtual manufacturing systems: A review." Journal of Advanced Manufacturing Science and Technology (2023).
20. Wang, Yi, and Junhai Sun. "Design and implementation of virtual reality interactive product software based on artificial intelligence deep learning algorithm." Advances in Multimedia 2022 (2022).
21. Rojek, Izabela, Marek Macko, Dariusz Mikołajewski, Milan Sága, and Tadeusz Burczyński. "Modern methods in the field of machine modelling and simulation as a research and practical issue related to Industry 4.0." Bulletin of the Polish Academy of Sciences. Technical Sciences 69, no. 2 (2021).
22. Soori, M., B. Arezoo, and R. Dastres. "Machine learning and artificial intelligence in CNC machine tools, a review. Sustain Manuf Service Econ 100009." (2023).
23. Multiple Owners, Hansker, mouse that helps avoid wrist strain while being uncompromising on aesthetics, Behance, 2022, https://www.behance.net/gallery/175225457/HANSKER?tracking_source=search_projects|logitech+mx+vertical+advanced+ergonomic+mouse