

آليات فرط الأتمتة في تطوير تصميم الأثاث المستدام من خلال تقنية الذكاء الاصطناعي
متعدد الوسائطMechanisms of Hyper-Automation in Developing Sustainable Furniture
Design through Multimodal Artificial Intelligence Technology

م.د/ سارة محمد جمال الشيخ

مدرس بقسم التصميم الداخلي والأثاث - كلية الفنون التطبيقية - جامعة حلوان

Dr.Sarah Mohamed Gamal ELdeen Elsheikh

Assistant Professor at Department of Interior Design and Furniture - faculty of Applied
Arts - Helwan Universitysarah_elsheikh@a-arts.helwan.edu.eg

المخلص:

مع تزايد الاهتمام بالاستدامة في مختلف الصناعات، يُعد تطوير الأثاث المستدام إحدى الأولويات العالمية. يركز هذا البحث على دراسة دور فرط الأتمتة (Hyper-Automation) والذكاء الاصطناعي متعدد الوسائط (Multimodal AI) في تعزيز كفاءة تصميم الأثاث وإنتاجه بطرق تتماشى مع معايير الاستدامة البيئية. يعتمد البحث على تحليل كيفية استخدام التقنيات الحديثة لتقليل استهلاك الموارد، تحسين عملية التصنيع، وابتكار تصاميم أكثر استدامة. كما يناقش البحث دور الذكاء الاصطناعي متعدد الوسائط في دمج البيانات النصية، البصرية، والصوتية لتقديم حلول تصميمية مبتكرة تدعم استدامة الأثاث. ويهدف البحث إلى تقديم إطار عمل متكامل لتطبيق هذه التقنيات في صناعة الأثاث المستدام. كما يركز البحث على استكشاف دور الذكاء الاصطناعي متعدد الوسائط (Multimodal AI)، الذي يدمج بين تحليل الصور والنصوص والصوت وبيانات الاستشعار، في تطوير تصاميم أثاث مستدامة تراعي المعايير البيئية والوظيفية والجمالية. ويبيّن كيف أن هذه التقنيات قادرة على تحليل سلوك المستهلكين وتفضيلاتهم، وتوليد تصاميم مبتكرة بناءً على أوامر نصية أو بصرية، بالإضافة إلى محاكاة دورة حياة المنتجات وتحليل أثرها البيئي قبل التصنيع. ويتطرق البحث إلى تطبيقات عملية لأدوات التصميم التوليدي، والمنصات الذكية التي تتيح للمستخدمين تخصيص منتجاتهم، بالإضافة إلى ربط التصميم بعمليات الإنتاج المؤتمت بالكامل بما يقلل من الفاقد في المواد والوقت.

الكلمات المفتاحية:

فرط الأتمتة - الذكاء الاصطناعي متعدد الوسائط - تصميم الأثاث المستدام

Abstract:

With the increasing focus on sustainability in various industries, the development of sustainable furniture has become a global priority. This research examines the role of hyper-automation and multimodal artificial intelligence (AI) in enhancing the efficiency of furniture design and production in ways that align with environmental sustainability standards. The study analyzes how modern technologies can be utilized to reduce resource consumption, improve manufacturing processes, and create more sustainable designs. Additionally, it discusses the role of multimodal AI in integrating textual, visual, and auditory data to provide innovative design solutions that support furniture sustainability. The research aims to present a comprehensive framework for applying these technologies to the sustainable furniture industry.

The research also focuses on exploring the role of multimodal artificial intelligence (AI), which combines the analysis of images, text, audio, and sensor data, in developing sustainable furniture designs that take into account environmental, functional, and aesthetic criteria. It demonstrates how these technologies can analyze consumer behavior and preferences, generate innovative designs based on textual or visual commands, and simulate the life cycle of products and analyze their environmental impact before manufacturing. The research also addresses practical applications of generative design tools and smart platforms that enable users to customize their products, as well as linking design to fully automated production processes, reducing material and time waste.

Key words:

Hyper-Automation - Multimodal AI - Sustainable Furniture Design

مقدمة:

في ظل التحديات البيئية المعاصرة والاهتمام العالمي المتزايد بقضايا الاستدامة، بات من الضروري إعادة النظر في أساليب التصميم والإنتاج داخل الصناعات المختلفة، وعلى رأسها صناعة الأثاث. لقد فرضت المتغيرات التكنولوجية الحديثة - ولا سيما تقنيات الذكاء الاصطناعي متعدد الوسائط (Multimodal AI) وفرط الأتمتة - (Hyperautomation) واقعاً جديداً يعيد تشكيل طريقة تفكير المصممين في إنتاج أثاث يلبي المتطلبات البيئية والاقتصادية والاجتماعية على حد سواء. ويظهر دور فرط الأتمتة، كمنظومة متكاملة من أدوات الأتمتة الذكية، في تطوير تصميم الأثاث المستدام، عبر تسخير قدرات الذكاء الاصطناعي متعدد الوسائط في معالجة وتحليل البيانات المتعددة (النصوص، الصور، الصوت، بيانات الاستشعار). كما يتناول البحث إمكانات هذه الأدوات في تقليل الفاقد، وتحسين كفاءة استخدام الموارد، ودعم اتخاذ القرار التصميمي وفقاً لمعايير الاستدامة.

تتضح أهمية هذا التوجه في قدرته على تقديم حلول تصميمية مبتكرة، تعتمد على محاكاة دورة حياة المنتج، وتحليل الأثر البيئي قبل التنفيذ، مع تعزيز تجربة المستخدم النهائي من خلال أدوات تخصيص تعتمد على تقنيات الواقع المعزز والذكاء التفاعلي. من هنا، يسعى البحث إلى تقديم إطار تطبيقي متكامل يمكن من خلاله توظيف أدوات فرط الأتمتة والذكاء الاصطناعي في إحداث تحول نوعي بصناعة الأثاث نحو مزيد من الاستدامة والتكيف مع متطلبات المستقبل.

مشكلة البحث:

مع التحديات البيئية المتزايدة، أصبح من الضروري تبني أساليب إنتاج مستدامة في صناعة الأثاث. وعلى الرغم من الإمكانات الهائلة التي تقدمها تقنيات فرط الأتمتة والذكاء الاصطناعي متعدد الوسائط، لا تزال هناك فجوة في تطبيقها بشكل فعال لتحقيق الاستدامة. تتمثل مشكلة البحث في الإجابة عن الأسئلة التالية:

- كيف يمكن استخدام فرط الأتمتة والذكاء الاصطناعي متعدد الوسائط لتطوير أثاث مستدام؟
- ما هي التحديات التي تواجه تطبيق هذه التقنيات في صناعة الأثاث؟

أهمية البحث:

يستمد البحث أهميته من:

- 1- الأهمية العلمية: يساهم البحث في سد الفجوة المعرفية حول استخدام تقنيات فرط الأتمتة والذكاء الاصطناعي متعدد الوسائط لتطوير الأثاث المستدام، مما يدعم البحث العلمي في هذا المجال.
- 2- الأهمية العملية: يساعد البحث الشركات في تبني تقنيات تكنولوجية حديثة لتحسين عمليات التصميم والإنتاج في صناعة الأثاث.
- 3- الأهمية البيئية: يقدم البحث حلولاً مبتكرة لتقليل استهلاك الموارد الطبيعية والحد من النفايات، مما يدعم الجهود العالمية لتحقيق الاستدامة البيئية.

هدف البحث:

- تحليل تأثير فرط الأتمتة على صناعة الأثاث المستدام من خلال تحسين الكفاءة وتقليل الفاقد.
- استكشاف دور الذكاء الاصطناعي متعدد الوسائط في تطوير تصاميم أثاث مبتكرة وصديقة للبيئة.
- تحديد التحديات التقنية والاقتصادية التي تواجه تطبيق هذه التقنيات في صناعة الأثاث المستدام.
- تقديم مقترحات عملية لتوظيف فرط الأتمتة والذكاء الاصطناعي لتحسين استدامة الأثاث.

فروض البحث:

- 1- يساهم الذكاء الاصطناعي متعدد الوسائط في تعزيز الابتكار في تصاميم الأثاث من خلال التكامل بين الصور والنصوص والصوت.
- 2- تؤدي فرط أتمتة دورة الحياة تصميم الأثاث المخصص إلى تقليل الهدر في الوقت والتنفيذ وتحقيق أهداف الاستدامة.

حدود البحث**الحدود الزمانية:**

- يتناول البحث أحدث التقنيات والتطبيقات المعتمدة منذ عام 2021، وحتى الآن

الحدود المكانية:

- يغطي البحث التطبيقات العالمية، مع تركيز خاص على نماذج الشركات الكبرى مثل IKEA و Herman Miller كنماذج تطبيقية واقعية.

منهجية البحث:

يعتمد هذا البحث على المنهج الوصفي التحليلي: حيث يتم تحليل دور فرط الأتمتة وتقنيات الذكاء الاصطناعي متعدد الوسائط في تطوير صناعة الأثاث المستدام. يتم ذلك من خلال دراسة الأدبيات السابقة، وتحليل التطبيقات العملية للتقنيات الحديثة في مجال تصميم وإنتاج الأثاث. كما يتم استعراض التحديات التي تواجه تطبيق هذه التقنيات، مع تقديم حلول عملية قائمة على البيانات والتجارب الميدانية.

مصطلحات البحث:

- **فرط الأتمتة:** هو مصطلح تقني حديث يشير إلى الاستخدام الشامل والمتكامل لتقنيات الأتمتة المتقدمة، مثل الذكاء الاصطناعي (AI)، تعلم الآلة (ML)، أتمتة العمليات الروبوتية (RPA)، تحليل البيانات الضخمة (Big Data)، Analytics)، وإنترنت الأشياء (IoT)، بهدف أتمتة جميع العمليات الممكنة في المؤسسات بأعلى درجة ممكنة من الذكاء والمرونة (Willcocks, 2021).

- تسعى فرط الأتمتة إلى ما هو أبعد من مجرد أتمتة المهام المتكررة، فهي تهدف إلى خلق منظومة شاملة تجمع بين البشر، البرمجيات، والآلات الذكية لتحقيق عمليات أكثر كفاءة، دقة، وابتكارًا (Gartner, 2020).

- **الذكاء الاصطناعي متعدد الوسائط:** هو الجيل الجديد من أنظمة الذكاء الاصطناعي القادرة على معالجة وفهم أنواع مختلفة من البيانات (صور، نصوص، صوت، فيديو) في آن واحد، مما يتيح إمكانيات جديدة في فهم السياق والتكامل بين مصادر البيانات المختلفة ويستطيع التعامل مع عدة أنواع من البيانات بالتوازي، مثل الصور والتصاميم الهندسية، النصوص (الوصفية أو التقنية)، الأوامر الصوتية، وبيانات أجهزة الاستشعار. يهدف هذا الدمج إلى تحقيق فهم أعمق للسياق وتقديم حلول أكثر تكاملاً وفعالية (Baltrusaitis et al., 2019).

- **تصميم الأثاث المستدام:** هو نهج يهدف إلى إنشاء منتجات أثاث تراعي الأبعاد البيئية والاجتماعية والاقتصادية على مدار دورة حياتها بالكامل، وذلك باستخدام مواد معاد تدويرها أو قابلة لإعادة التدوير، وتقنيات تصنيع تقلل من استهلاك الموارد والطاقة، مع ضمان جودة جمالية ووظيفية تدوم لفترات طويلة. (Sharma et al., 2022)

وفي دراسة أخرى عرّفه الباحثون بأنه:

"عملية تصميم تعتمد على الذكاء الاصطناعي والبيانات البيئية لتوليد أشكال ووظائف أثاث مبتكرة، تقلل من البصمة الكربونية وتعزز استخدام الموارد المحلية والمتجددة. (Li, Wang & Zhou, 2023)

الإطار النظري للبحث:

أحدثت آليات فرط الأتمتة، المعززة بالذكاء الاصطناعي متعدد الوسائط، نقلة نوعية في قطاع تصميم وإنتاج الأثاث المستدام. فهي تتيح جمع وتحليل بيانات ضخمة ومتنوعة، وتسريع عمليات التصميم والإنتاج، وتعزيز كفاءة الدورة البيئية للأثاث. مع استمرار تطور هذه التقنيات، من المتوقع أن يصبح الأثاث المستدام أكثر انتشارًا وابتكارًا.

- **المحور الأول : دور فرط الأتمتة في تصميم الأثاث المستدام**

- **آليات فرط الأتمتة في تصميم الأثاث المستدام**

أ. جمع وتحليل البيانات متعددة المصادر

- استخدام الذكاء الاصطناعي لتحليل الاتجاهات العالمية في التصميم، وتفضيلات المستهلكين، وخصائص المواد المستدامة من مصادر متعددة (صور، نصوص، تقارير بيئية).
- مثال: تحليل صور الأثاث من شبكات التواصل الاجتماعي مع مراجعة النصوص المصاحبة حول الاستدامة (Chen et al., 2022, p. 5).

ب. توليد التصاميم التوليدية (Generative Design)

- استعمال نماذج الذكاء الاصطناعي التوليدية مثل Midjourney، DALL-E لإنشاء تصاميم جديدة للأثاث بالاعتماد على أوامر نصية أو صور مرجعية تراعي الاستدامة.

- يمكن للذكاء الاصطناعي اقتراح أشكال، وخامات، وألوان صديقة للبيئة (Li et al., 2023).

ج. محاكاة دورة الحياة البيئية

- دمج الذكاء الاصطناعي في تقييم دورة حياة المنتج (LCA) لتوقع الأثر البيئي للأثاث الجديد في مراحل الإنتاج، الاستخدام، وإعادة التدوير.

- الأتمتة هنا تسرع عمليات التقييم وتوفر توصيات لتحسين الاستدامة (Nobre & Tavares, 2017).

د. أتمتة عمليات التصنيع والتخصيص

- استخدام الروبوتات الذكية وأنظمة التصنيع المؤتمتة بالكامل لإنتاج الأثاث حسب الطلب مع تقليل الفاقد وتوظيف مواد معاد تدويرها.

- إمكانية تخصيص الأثاث استنادًا إلى تفضيلات المستخدم المُجمعة عبر الذكاء الاصطناعي متعدد الوسائط

(Zhou et al., 2021).

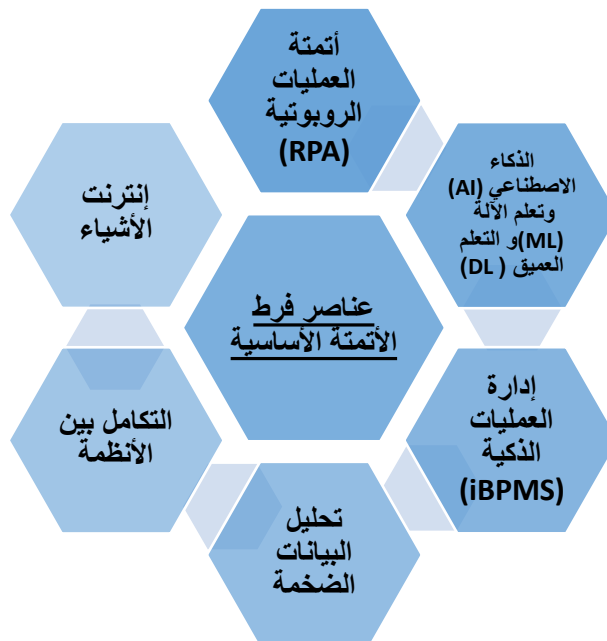
هـ. تحسين تجربة المستخدم

- توفير أدوات تصميم تفاعلية قائمة على الذكاء الاصطناعي تمكّن المستخدمين من تخصيص الأثاث افتراضيًا

(AR/VR)، مع التأكد من الاستدامة مثل اختيار أخشاب معتمدة (FSC) أو أقمشة معاد تدويرها

(Sharma et al., 2022).

- عناصر فرط الأتمتة الأساسية:



شكل رقم (1) يوضح عناصر فرط الأتمتة الأساسية (عمل الدارسة)

تؤكد "جارتنر" أن فرط الأتمتة ليس تكنولوجيا واحدة، بل مجموعة من الأدوات التي يمكن دمجها لتحقيق أقصى درجات الأتمتة في بيئة العمل (Gartner, 2020).

a) أتمتة العمليات الروبوتية (RPA)

أتمتة العمليات الروبوتية RPA تتيح للشركات تحسين كفاءة العمل، وتقليل الأخطاء البشرية، وتوفير الوقت والتكلفة. ومع تقدم التكنولوجيا، يستمر دور RPA في التطور والانتشار في مختلف الصناعات.

ما هو نظام أتمتة العمليات الروبوتية RPA؟

نظام RPA يعني أتمتة العمليات الروبوتية (Robotic Process Automation)، وهو نظام يستخدم البرمجيات والذكاء الاصطناعي لتنفيذ مهام تكرارية ومنهجية بشكل آلي. ويتمثل الهدف الرئيسي لـ RPA في أتمتة العمليات الروتينية التي يمكن أن يقوم بها الإنسان، مما يساعد في تحسين كفاءة العمل وتوفير الوقت والتكلفة. يعتمد RPA على البرمجيات القادرة على تكرار الأنشطة التي تقوم بها البشر على أجهزة الكمبيوتر، مثل إدخال البيانات، ومعالجة المعلومات، واتخاذ القرارات البسيطة. ويتم تدريب هذه البرمجيات لاستكمال المهام المحددة بناءً على قواعد وإرشادات محددة. من أهم استخدامات RPA:

- معالجة البيانات: مثل نقل البيانات بين النظم المختلفة.
- إدارة الأنظمة: مثل تحديث قواعد البيانات أو تنفيذ مهام الصيانة الروتينية.
- التفاعل مع التطبيقات: مثل استخدام بريد إلكتروني أو تحديث قواعد Excel بشكل تلقائي.
- متابعة العمليات: مثل مراقبة تقدم المهام وتنبيه الفريق في حالة حدوث مشكلات. (Gartner, 2020).

أهمية نظام أتمتة العمليات الروبوتية RPA

يستخدم RPA لتنفيذ مهام تكرارية وقواعدية بشكل تلقائي، مما يتيح للشركات تحسين الكفاءة وتوفير الوقت والتكلفة. ومن أهم ميزات RPA ما يلي:

1. تنفيذ المهام الروتينية والقواعدية التي تتطلب تكرارًا كبيرًا.
2. التفاعل مع مجموعة متنوعة من التطبيقات والنظم بما في ذلك نظم إدارة الشركة (ERP) ونظم إدارة العلاقات مع العملاء (CRM) وقواعد البيانات.
3. تحسين الدقة والاستمرارية، بفضل الطابع التلقائي لـ RPA، يتم تقليل الأخطاء البشرية وضمان دقة العمليات.
4. تقليل الوقت الذي يستغرقه القيام بمهام محددة، مما يؤدي إلى توفير التكاليف وتحسين الإنتاجية.
5. سهولة التكامل والتشغيل مع التكنولوجيا الحالية ويمكن تنفيذها بشكل مستقل دون تعديل كبير في الأنظمة الحالية.
6. تحرير العمال من المهام الروتينية تمكنهم من التركيز على أعمال أكثر تعقيدًا وقيمة مضافة، مما يزيد من إنتاجية الفريق.
7. تنفيذ المهام بشكل آلي يقلل من وقت الانتظار ويحسن تداول المعلومات بين الأنظمة، مما يساهم في تسريع عمليات الأعمال.
8. تنفيذ المهام بشكل دقيق وفعال، مما يؤدي RPA إلى تحسين جودة الخدمة ورضا العملاء.
9. التكيف بسرعة مع تغييرات العمليات أو القوانين، مما يوفر مرونة أكبر للمؤسسة.
10. تعزيز تحسين الكفاءة التشغيلية وتحقيق فوائد اقتصادية وتنافسية للمؤسسات. (Gartner, 2020).

(b) الذكاء الاصطناعي (AI) وتعلم الآلة (ML) والتعلم العميق (DL)**1. الذكاء الاصطناعي Artificial Intelligence**

الذكاء الاصطناعي أو Artificial Intelligence ويرمز له AI وهو مجموعة من الأجهزة القادرة على الفهم والتحليل والإدراك والقيام بالمهام بعد تدريبها.

يمكن أن نقسم الذكاء الاصطناعي إلى قسمين: الذكاء الاصطناعي التطبيقي، الذكاء الاصطناعي المطلق. بالنسبة للنوع الأول فهو شائع في حياتنا اليومية من خلال التطبيقات التي نستعملها مثل المساعدات الصوتية أو أجهزة المنزل الذكية والتي تحتاج إلى أوامر محددة لكي تقوم بعملها. أما النوع الثاني المطلق فهو ذكاء يكاد يكون أقرب لذكاء البشر ويحتاج للكثير من البيانات والمعلومات.

(Russell & Norvig, 2021, p. 1).

2. تعلم الآلة Machine Learning

هذا المصطلح أشبه بالتعليم التقليدي الذي يقوم به البشر مثال على ذلك عندما نقوم بتعليم الطفل كيف يفرق بين الكائنات الحية والجمادات فبعد الكثير من التدريب والممارسة والتزود بالتعليمات سوف يتعلم التفرقة بينها من خلال ملاحظة الخواص التي يمتاز بها الكائن الحي مثل التنفس والتغذية وهكذا نفس الأمر ينطبق على تعلم الآلة بعد تزويدها بمجموعة بيانات وتدريبها حيث بعد الممارسة سوف تستطيع القيام باتخاذ القرارات بمفردها.

إذاً المراحل التي تمر بها مرحلة تعلم الآلة هي: التدريب ثم الاختبار أو اتخاذ القرار

(Jordan & Mitchell, 2015, p. 256).

3. التعلم العميق Deep Learning

التعلم العميق أو DL هو أحد تقنيات أو فرع من فروع تعلم الآلة ولكن في هذه المرحلة تتم عملية حساب المعادلات المعقدة وأفضل مثال على هذا هو لعبة الشطرنج حيث عندما تقوم بتعليم آلة عن كيفية تحريك كل قطعة فهذا يسمى بتعلم الآلة أما عندما تقوم الآلة بحساب كل الحركات المحتملة وكل الخيارات المتاحة قبل تحريك القطعة فهذا بالضبط ما يسمى بالتعلم العميق. (Goodfellow et al., 2016, p. 1).



شكل رقم (2) يوضح الفرق بين الذكاء الاصطناعي (AI) وتعلم الآلة (ML) والتعلم العميق (DL)

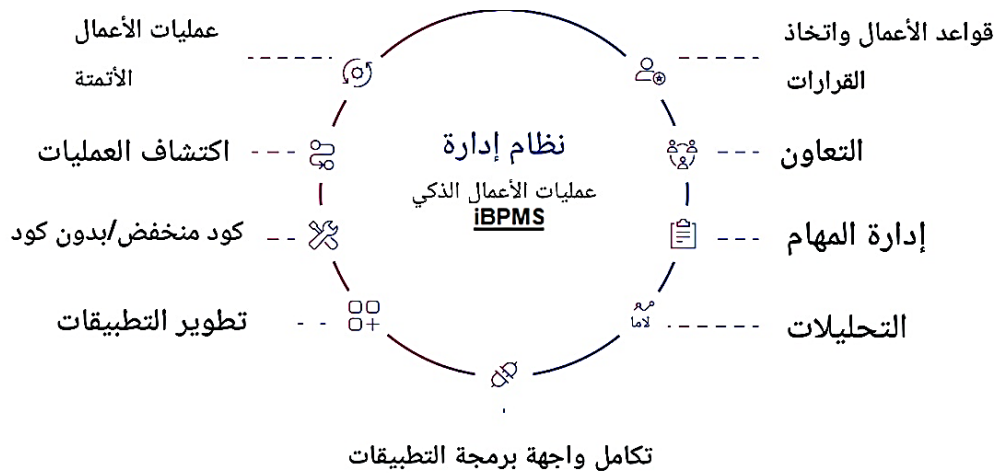
(c) إدارة العمليات الذكية (iBPMS)

تشير iBPM إلى الإدارة الذكية لعمليات الأعمال، وهي تطوّر لأدوات BPM التقليدية من خلال تعزيزها بخصائص ذكية إضافية، تشمل الحوسبة السحابية، ومعالجة الأحداث، واتخاذ القرار في الزمن الحقيقي، وربط الأنظمة ببعضها البعض. وبعبارة مبسطة، تتجاوز iBPM نماذج BPM التقليدية لئنشئ بيئة تقنية ديناميكية تعتمد على العمل المعرفي ذي القيمة المضافة.

ومنذ أن قدمت مؤسسة "جارتنر" هذا المفهوم لأول مرة في عام 2012، اعتُبر iBPM بمثابة التحول القادم الأبرز في مجال BPM على مستوى المؤسسات. (Gartner, 2012, p. 4)

- أبرز مزايا إدارة العمليات الذكية (iBPM)

- تكامل أفضل مع الأدوات الأخرى.
- تحليلات متقدمة وموسعة.
- أدوات مخصصة للمطورين غير المختصين. (citizen developers)
- قدرة على معالجة الأحداث المعقدة.
- إمكانيات الحوسبة السحابية.
- تمهيد الطريق نحو تكامل فعال مع تقنيات إنترنت الأشياء. (IoT)

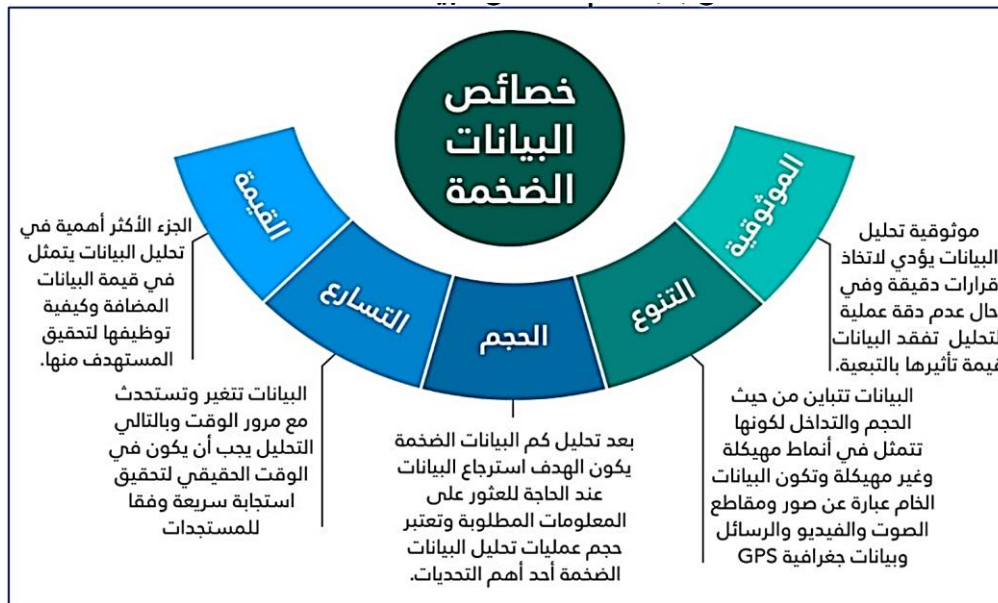


شكل رقم (3) يوضح مميزات إدارة العمليات الذكية (iBPM)

(d) تحليل البيانات الضخمة (Big Data Analytics)

تتيح تحليلات البيانات الكبيرة اكتشاف الاتجاهات والأنماط والارتباطات في كميات كبيرة من البيانات غير المنسقة لمساعدة المحللين على اتخاذ قرارات مستنيرة قائمة على البيانات. تتيح هذه العملية للمؤسسات الاستفادة من البيانات المتزايدة بشكل كبير والتي تُستخرج من مصادر متنوعة، بما في ذلك أجهزة استشعار إنترنت الأشياء (IoT) ووسائل التواصل الاجتماعي والمعاملات المالية والأجهزة الذكية لاستخلاص معلومات قابلة للتنفيذ باستخدام تقنيات تحليلية. (Hashem et al., 2015, p. 103).

- خصائص البيانات الضخمة :



شكل رقم (4) يوضح خصائص تحليل البيانات الضخمة

(e) التكامل بين الأنظمة (System Integration)

التكامل بين الأنظمة هو عملية ربط وتوحيد الأنظمة والبيانات المختلفة ضمن المؤسسة، لكي تعمل معاً ككل واحد، وتسهيل تبادل المعلومات والبيانات بينها، مما يحسن من كفاءة العمليات ويزيد من الإنتاجية.

أهمية تكامل الأنظمة

تكمن أهمية تكامل الأنظمة في عدة نقاط رئيسية:

- **تحسين جودة البيانات:** من خلال ربط الأنظمة المختلفة، يتم ضمان تجانس البيانات وتحديثها بشكل دوري، مما يقلل من التكرار والأخطاء.
- **زيادة الكفاءة التشغيلية:** يتيح التكامل بين الأنظمة تحقيق تدفق سلس للمعلومات، مما يسهم في تسريع العمليات وتقليل الزمن المستغرق في اتخاذ القرارات.
- **دعم الابتكار:** يُمكن للجهات الحكومية من خلال تكامل الأنظمة الاستفادة من تحليلات البيانات المتقدمة لتطوير خدمات رقمية مبتكرة.
- **تعزيز الشفافية والمساءلة:** يُسهم التكامل في نشر البيانات المفتوحة وتوفيرها للمواطنين.

(Hohpe & Woolf, 2012, p. 6).

(f) إنترنت الأشياء (IoT)

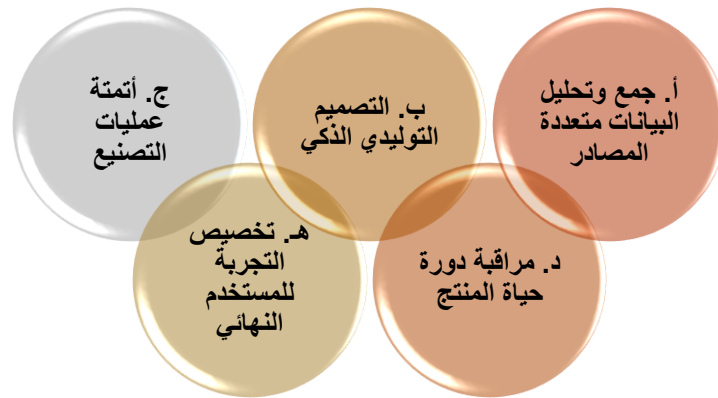
إنترنت الأشياء (IoT) هي شبكة من الأجسام والأجهزة المتصلة (المعروفة باسم "الأشياء") التي يتم تجهيزها بأجهزة استشعار (وتقنيات أخرى) تسمح لها بنقل واستقبال البيانات - من وإلى أشياء وأنظمة أخرى. اليوم يستخدم إنترنت الأشياء على نطاق واسع في الإعدادات الصناعية. (Madakam et al., 2015, p. 164).

- فوائد فرط الأتمتة

- **زيادة الكفاءة والإنتاجية:** يقلل الاعتماد على الأتمتة من الأخطاء البشرية ويزيد من سرعة تنفيذ العمليات.

- خفض التكاليف: من خلال تقليل الحاجة للعمالة اليدوية في المهام المتكررة.
 - تعزيز الابتكار: تتيح الأتمتة للموظفين التركيز على المهام الإبداعية والاستراتيجية.
 - تحسين جودة المنتجات والخدمات: بفضل الرقابة والتحكم الذكي على العمليات.
 - دعم اتخاذ القرار: عبر توليد تقارير وتحليلات فورية تساعد في اتخاذ قرارات أفضل.
- (Chen et al., 2022, p. 15).

- الاستفادة من فرط الأتمتة في تصميم الأثاث المستدام
يعتبر دمج فرط الأتمتة في مجال تصميم الأثاث المستدام خطوة مهمة نحو تحقيق أهداف الاستدامة البيئية والاقتصادية والاجتماعية.



شكل رقم (5) يوضح الاستفادة من فرط الأتمتة في تصميم الأثاث المستدام (عمل الدراسة)

أ. جمع وتحليل البيانات متعددة المصادر
تعمل أنظمة فرط الأتمتة على جمع بيانات ضخمة في الوقت الفعلي حول تفضيلات العملاء، توفر المواد المستدامة، الاتجاهات البيئية، وأداء المنتجات السابقة. يتيح ذلك للمصممين اتخاذ قرارات أكثر استدامة في اختيار المواد والتصاميم.

ب. التصميم التوليدي الذكي
من خلال الذكاء الاصطناعي، يمكن توليد عشرات النماذج التصميمية بسرعة، مع الأخذ في الاعتبار معايير الاستدامة مثل تقليل الفاقد، استخدام مواد معاد تدويرها، أو تعزيز سهولة التفكيك وإعادة الاستخدام (Li et al., 2023).

ج. أتمتة عمليات التصنيع
توفر فرط الأتمتة إمكانية ربط التصميم مباشرة بخطوط الإنتاج الذكية، حيث تقوم الروبوتات بتصنيع الأثاث حسب الطلب، مما يقلل الهدر في المواد والطاقة، ويضمن التوافق مع معايير الاستدامة (Zhou et al., 2021).

د. مراقبة دورة حياة المنتج
يمكن للأنظمة الذكية متابعة الأثاث بعد البيع، ورصد أدائه واستهلاكه، واقتراح صيانتة أو إعادة تدويره في نهاية عمره التشغيلي، مما يعزز الدائرة المغلقة للاقتصاد الدائري (Nobre & Tavares, 2017000).

هـ. تخصيص التجربة للمستخدم النهائي
تمكّن أدوات التصميم التفاعلية، المدعومة بفرط الأتمتة، المستخدمين من تخصيص الأثاث بما يتوافق مع احتياجاتهم، مع ضمان أن الخيارات المتاحة تحقق معايير الاستدامة، مثل اقتراح أخشاب معتمدة أو استخدام أقمشة صديقة للبيئة.

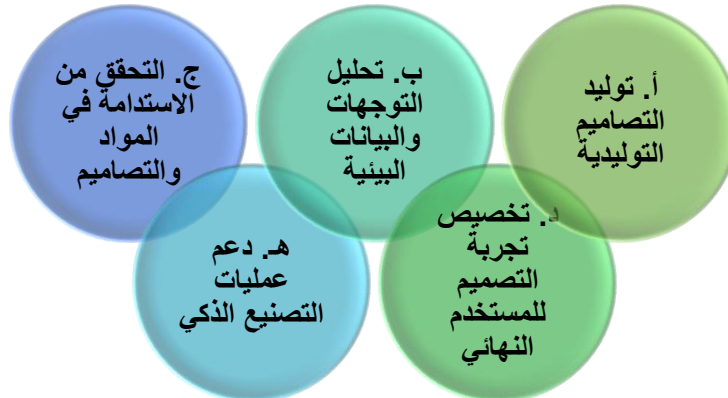
(Sharma et al., 2022).

المحور الثاني: دور الذكاء الاصطناعي متعدد الوسائط في تصميم الأثاث المستدام

اليات الذكاء الاصطناعي متعدد الوسائط (Multimodal AI) في تصميم الأثاث المستدام

تسعى صناعة الأثاث اليوم إلى تحقيق الاستدامة البيئية والاجتماعية، مما دفعها إلى تبني التقنيات الرقمية الحديثة، وعلى رأسها الذكاء الاصطناعي متعدد الوسائط (Multimodal AI). تكمن قوة الذكاء الاصطناعي متعدد الوسائط في قدرته على معالجة وتحليل بيانات متنوعة (صور، نصوص، صوت، فيديو، بيانات استشعار) بشكل متكامل، مما يفتح آفاقاً جديدة في تصميم الأثاث المستدام.

تطبيقات الذكاء الاصطناعي متعدد الوسائط في تصميم الأثاث المستدام



شكل رقم (6) يوضح تطبيقات الذكاء الاصطناعي متعدد الوسائط في تصميم الأثاث المستدام (عمل الدارسة)

أ. توليد التصميم التوليدي

- تعتمد نماذج الذكاء الاصطناعي مثل DALL-E و Midjourney و Stable Diffusion على النصوص والصور معاً لإنشاء تصاميم أثاث جديدة تجمع بين الجمالية والوظيفة والاستدامة.
- يمكن للمصمم أن يصف نوع الأثاث، المواد المستخدمة، والألوان، ليقوم الذكاء الاصطناعي بإنتاج خيارات تصميمية مبتكرة.
- مثال عملي: طلب "كرسي مصنوع من الخيزران المعاد تدويره بأسلوب عصري" ليولد النظام عشرات الخيارات في ثوانٍ (Li et al., 2023).

ب. تحليل التوجهات والبيانات البيئية

- دمج بيانات الصور (تصاميم رائجة)، النصوص (آراء العملاء، تقارير الاستدامة)، وبيانات استشعار (تحليل المواد) لتحديد التوجهات الأكثر استدامة في السوق.
- تستخدم الشركات الذكاء الاصطناعي لتحليل آلاف التصميمات الحالية مع تقييم أثرها البيئي وتفضيلات المستخدمين (Chen et al., 2022).

ج. التحقق من الاستدامة في المواد والتصاميم

- يمكن للذكاء الاصطناعي تحليل صور المواد الخام وأوصافها النصية لتصنيفها حسب مدى استدامتها مثل الخشب المعتمد من FSC أو البلاستيك المعاد تدويره
- يدعم النظام المصممين في اختيار المواد والتقنيات ذات الأثر البيئي الأقل (Sharma et al., 2022).

د. تخصيص تجربة التصميم للمستخدم النهائي

- تتيح تطبيقات الذكاء الاصطناعي متعدد الوسائط للمستخدمين النهائيين تخصيص الأثاث عبر واجهات تفاعلية تجمع بين النصوص (كتابة الموصفات)، الصور (اختيار الألوان أو الأنماط)، وربما الصوت (إعطاء أوامر صوتية).

- تضمن هذه الأنظمة أن جميع الخيارات المقدمة للمستخدم تحقق معايير الاستدامة (Sharma et al., 2022).

هـ. دعم عمليات التصنيع الذكي

- تكامل الذكاء الاصطناعي مع نظم التصنيع الذكية يسمح بتحليل بيانات التصميم (صور ونصوص) وربطها بخطوط الإنتاج لتقليل الهدر وتحسين كفاءة استخدام المواد.
- يمكن مراقبة الأداء البيئي للمنتج في جميع مراحله، من التصميم حتى التصنيع والتوزيع (Zhou et al., 2021).

- الفوائد المحققة من استخدام الذكاء الاصطناعي متعدد الوسائط (Multimodal AI) في تصميم الأثاث المستدام

- تسريع عملية التصميم: التوليد الآلي للتصاميم يقلل الوقت اللازم للابتكار.
- تعزيز الاستدامة البيئية: اختيار مواد وتصاميم صديقة للبيئة بناءً على تحليل بيانات متعددة المصادر.
- تخصيص المنتجات: إتاحة تصاميم مخصصة لكل عميل بدون المساس بمعايير الاستدامة.
- تحسين اتخاذ القرار: دعم المصممين ببيانات دقيقة ومتكاملة حول الاتجاهات والسوق والمواد.
- تقليل الهدر: تحسين استخدام المواد الخام، وتوقع أنماط الاستهلاك، وتقليل المنتجات غير المرغوبة.

المحور الثالث : أمثلة تطبيقية عالمية لاستخدام فرط الاتمه والذكاء الاصطناعي متعدد الوسائط في تصميم الأثاث المستدام

	1. منصة IKEA تصميم الأثاث الذكي المدعومة بالوسائط المتعددة
---	--

الوصف:

- طورت شركة IKEA نظام ذكاء اصطناعي يعتمد على تحليل الصور (من منتجاتها ومن منازل العملاء)، والنصوص (مراجعات العملاء، الموصفات الفنية)، بالإضافة إلى بيانات الاستدامة (تقارير الموردين ومواد الإنتاج).
- يستخدم النظام خوارزميات تعلم عميق لتحليل اتجاهات التصميم المستدام، وتقديم توصيات فورية للمصممين حول المواد الأقل تأثيرًا بيئيًا وأنماط التصميم الأكثر ملاءمة لطول عمر المنتج.

الأثر:

- زادت نسبة المنتجات المصممة بمواد مستدامة بنسبة 30% بين 2021-2023.
- انخفاض ملموس في الهدر أثناء التصنيع بفضل التوصيات الذكية لاستهلاك المواد.

(IKEA Sustainability Report, 2022).

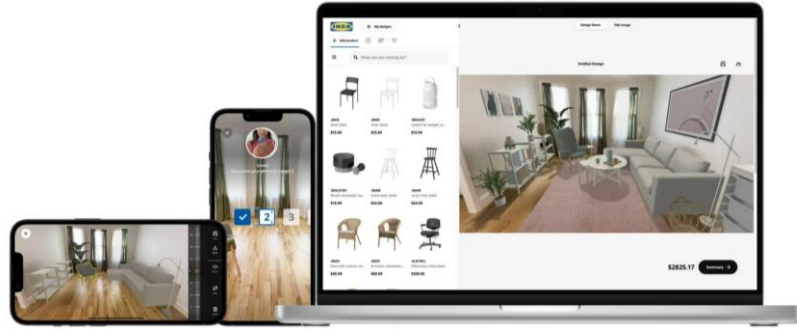
النموذج التطبيقي

منصة IKEA Kreativ في تصميم الأثاث الذكي المستدام:

تُعد منصة IKEA Kreativ أداة تصميم رقمية مدعومة بالذكاء الاصطناعي، تتيح للمستخدمين إعادة تصور مساحاتهم الداخلية من خلال تحليل الصور (لغرفهم الحالية) ودمج بيانات النصوص (تفضيلات العملاء، تفاصيل المنتجات)، إضافةً إلى مراعاة بيانات الاستدامة (مواد الإنتاج وتقارير الموردين).

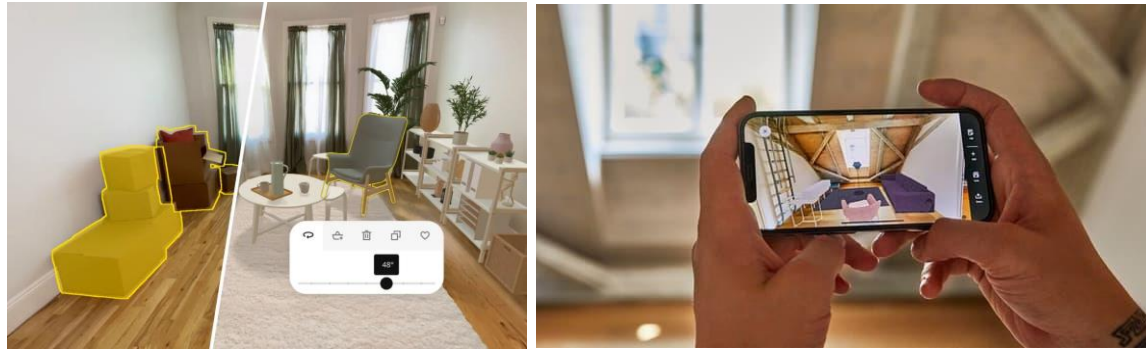
يقوم النظام بإنشاء نموذج ثلاثي الأبعاد واقعي للمساحة، مما يمكن المستخدم من إزالة الأثاث الحالي وتجربة خيارات

جديدة من كتالوج (IKEA, 2023, n.p).



صورة رقم (1) يوضح واجهة منصة IKEA Kreativ

تجمع المنصة بين تقنيات الرؤية الحاسوبية (Computer Vision) والتعلم العميق (Deep Learning) لتفسير الصور وتحديد الأبعاد والفراغات بدقة. ثم تستخدم خوارزميات توصية لتحديد الأثاث والمواد الأكثر ملاءمة من حيث التصميم والاستدامة. (Home & Texture, 2023, n.p).



صورة رقم (2) توضح ميزة إزالة الأثاث وإضافة قطع جديدة



Herman Miller

2. Herman Miller تطوير أثاث مكتبي ذكي ومستدام

الوصف:

- تستعمل Herman Miller الذكاء الاصطناعي متعدد الوسائط لتحليل بيانات متنوعة: صور من مكاتب عملاء عالميين، نصوص الاستبيانات حول الراحة والمتانة والاستخدام، وبيانات الاستدامة الخاصة بسلاسل الإمداد.
- تستخدم هذه البيانات لإنشاء نماذج أولية رقمية للأثاث، مع محاكاة الأداء البيئي خلال دورة الحياة (Life Cycle Assessment).

- يمكن للمستخدمين النهائيين تخصيص الأثاث عبر تطبيق تفاعلي يدمج بين إدخال النصوص (تفضيلاتهم) وتحميل صور أماكن العمل الخاصة بهم.

الأثر:

- المنتجات الجديدة تحقق معايير الاستدامة الصارمة مثل شهادات (Cradle to Cradle).
- ارتفاع رضا العملاء حول الراحة والاستدامة مع تقليل الفاقد في الإنتاج (Herman Miller, 2023).

النموذج التطبيقي

كرسي Aeron

(الإصدار المُحسن مع استخدام نفايات البلاستيك بالمحيطات) + منصة Live OS للأثاث الذكي



صورة رقم (3) تصميم كرسي Aeron

يعتمد نموذج Herman Miller المقترح على كرسي Aeron (النسخة المُحسّنة) الذي حصل على شهادة Cradle to Cradle V3 – مستوى Silver ويستفيد من برنامج نفايات البلاستيك المقيد بالمحيطات لتقليل الأثر البيئي للمواد. هذا المنتج موثق عبر تصريحات المنتج البيئية (EPD) وتقارير تقييم دورة الحياة (LCA) الصادرة عن جهات تحقق (Materials – AERON-p.n).



صورة رقم (4) توضيح النفايات المستخرجة من المحيطات

تتيح أدوات المهني ثلاثي الأبعاد (3D Configurators) لدى Herman Miller تخصيص الطراز والمواد واللمسات النهائية، مع معاينة تفاعلية وزوايا متعددة وعرض معزز (AR) لبعض المنتجات؛ ما يمكّن المستخدم النهائي من موازنة المنتج مع مساحة العمل قبل الشراء.

مميزات كرسي Aeron

- اعتماد معايير استدامة صارمة: كرسي Aeron كان من أوائل منتجات الشركة الحاصلة على Cradle to Cradle v3 Silver، مع دمج بلاستيك المحيطات ضمن المواد — ما يعكس التزامًا واضحًا بخفض التلوث البلاستيكية
- تخفيض الهدر وتحسين الراحة: تُظهر منصة Live OS كيف يمكن لبيانات الاستخدام الفعلية أن تقود قرارات تصميمية وتشغيلية تقلل هدر المساحات والموارد وتُحسن تلبية احتياجات المستخدم .
(Herman Miller+1MillerKnoll News -n.p.).

3. مشروع "FurnitureGPT" البحثي: التصميم التوليدي للأثاث
المستدام

الوصف:

- تعاون أكاديمي بين جامعات أوروبية لتطوير منصة ذكاء اصطناعي توليدي تعتمد على أوصاف نصية وصور مرجعية لتوليد تصاميم أثاث مستدام تلقائيًا.
- تجمع المنصة بين نماذج معالجة الصور، معالجة اللغة الطبيعية، وبيانات الاستدامة من قواعد بيانات عالمية.
- يستطيع المصمم أو المستخدم النهائي إدخال متطلبات مثل "كرسي خفيف الوزن، مصنوع من البلاستيك المعاد تدويره، مناسب للاستخدام الخارجي، تصميم عصري"، ليحصل على تصاميم ثلاثية الأبعاد قابلة للتصنيع.

الأثر:

- تم توفير أكثر من 200 نموذج تصميم مستدام، مع تقييم بيئي تلقائي لكل نموذج.
- ساهم المشروع في تسريع الابتكار لدى الشركات الصغيرة والمتوسطة (Li et al., 2023).

النموذج التطبيقي

كرسي A.I. الذكاء الاصطناعي

من تصميم فيليب ستارك وكارتيل وبالتعاون مع Autodesk Generative Design تم اصداره من مواد مُعاد تدويرها ومناسبة للاستخدام الخارجي حيث كُثِفَت هذه الشراكة عن أول كرسي صُمِمَ بشراكة بين البشر والذكاء الاصطناعي خلال أسبوع ميلانو للتصميم.



صورة رقم (5) كرسي A.I. الذكاء الاصطناعي

طُوّر كرسي الذكاء الاصطناعي باستخدام التصميم التوليدي، وهو شكلٌ من أشكال الذكاء الاصطناعي يُوظف قوة الحوسبة السحابية لتحقيق نتائج أفضل للمنتجات والمباني والبنية التحتية والأنظمة والتجارب. حيث استقبل التصميم التوليدي المعتمد على الذكاء الاصطناعي أولمر نصية مثل (الحمولة، الأبعاد، قابلية التشكيل بالحقن، الراحة، متطلبات المستخدم) لِيُنتج شكلاً ثلاثي الأبعاد قابلاً للتصنيع. (Autodesk, 2020, n.p).



صورة رقم (5) تطبيقات كرسي A.I. الذكاء الاصطناعي

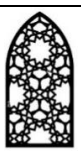
مميزات كرسي A.I. الذكاء الاصطناعي

- خفض المواد الخام المستخدمة وتقليل الهدر من خلال دمج المادة الأقل مع الحفاظ على المتطلبات الهيكلية، ما يحدّ من الأثر البيئي مقارنةً بالتصميم اليدوي.
- إنتاج كمّي بمواد مُعاد تدويرها: تُشير صفحات المنتج الرسمية وتجار التجزئة إلى أن A.I. مصنوع من مواد مُعاد تدويرها بالكامل في إصدارات عديدة، مع قابلية استخدام خارجي تُطيل عمر المنتج . (Kartell Product, n.p.; Finnish Design Shop, n.p.).

المحور الرابع : تجارب تطبيقية من خلال فروض البحث تجمع بين فرط الاتمته والذكاء الاصطناعي متعدد الوسائط لتنفيذ تصميمات تحقق الاستدامة من خلال الهوية المصرية والخامات البيئية :

1. تجربة (1) : معتمدة على أداة (ChatGPT) كأداة من أدوات الذكاء الاصطناعي متعدد الوسائط :

تجارب لتصميم كرسي ذات الطابع الاسلامي منفذ بخامة الجريد وبقايا الاخشاب الطبيعية كخامة مستدامة

الأمور Prompt النصوص الكتابية والصور المدخلة			
قم بعمل صورة تخيلية لمجموعة من الكراسي مستوحاه العمارة والفن الإسلامي، باستخدام خامات بيئية مصرية. مع التركيز على الأشكال القوسية والنمطية والتفاصيل هندسية للزخارف الإسلامية مع الاستلهام من خطوط صور (مصدر الاستلهام)			
نموذج (1)	نموذج (2)	نموذج (3)	نموذج (4)
			
مصادر الاستلهام			
			
 صورة مجمعة للتصميمات المستوحاه من العمارة الإسلامية من خامات بيئية من خلال الذكاء الاصطناعي متعدد الوسائط (عمل الدارسة)			

تجارب لتصميم مكملات اثاث ذات الطابع الاسلامي منفذ ببقايا الأخشاب كخامة مستدامة (عمل الدارسة)

نموذج (2) (عمل الدارسة)		نموذج (1) (عمل الدارسة)	
			
تصميمات ذات طابع إسلامي باتجاه تفكيكي		تصميمات ذات طابع إسلامي باتجاه تجريدي	
Prompt الأوامر النصوص الكتابية قم بعمل صورة تخيلية لمكملات اثاث ذات طابع إسلامي باتجاه تفكيكي		Prompt الأوامر النصوص الكتابية قم بعمل صورة تخيلية لمكملات اثاث ذات طابع إسلامي باتجاه تجريدي	
نموذج (4) (عمل الدارسة)		نموذج (3) (عمل الدارسة)	
			
تصميمات ذات طابع إسلامي باتجاه تكعيبي		تصميمات ذات طابع إسلامي باتجاه عضوي بسيط	
Prompt الأوامر النصوص الكتابية قم بعمل صورة تخيلية لمكملات اثاث ذات طابع إسلامي باتجاه تكعيبي		Prompt الأوامر النصوص الكتابية قم بعمل صورة تخيلية لمكملات اثاث ذات طابع إسلامي باتجاه عضوي بسيط	

تحليل مفصل لتصميمات الكراسي ومكملات الأثاث المستوحاة من العمارة الإسلامية المصرية، والتي تم تنفيذها بخامة جريد النخل (سعف النخل) كأحد الخامات المستدامة أولاً: تحليل اتجاهات التصميم (Global Design Trends Analysis) التصميمات تُظهر تأثراً واضحاً بالعناصر المعمارية الإسلامية التقليدية، خاصة:

- الأقواس المدببة (Pointed Arches): المستوحاة من المساجد والمدارس الإسلامية التاريخية في مصر.
 - الزخارف الهندسية (Geometric Patterns): نماذج المقرنصات، النجم الثماني، والتشابك الهندسي.
 - التماثل والتناغم: يعكس فلسفة الجمال في الفن الإسلامي التي تدمج بين الوظيفة والجمال.
 - المنظور المعماري: الخطوط الرأسية والامتداد العمودي تعكس الروح المعمارية للمآذن والقباب.
- هذه الاتجاهات تجمع بين الهوية التراثية والاحتياج الحديث نحو منتجات أكثر إنسانية واستدامة.

ثانياً: خصائص الخامات المستخدمة (جريد النخل وبقايا الأخشاب الطبيعية) ودورها في تحقيق الاستدامة

التحليل	الفائدة المحققة
جريد النخل وبقايا الأخشاب الطبيعية يُعد من المخلفات الزراعية المتجددة، ما يجعله خياراً ممتازاً من حيث تقليل الانبعاثات والنفايات.	الاستدامة البيئية
الخامة طبيعية بالكامل وقابلة للتحلل، مما يجعل نهاية دورة حياتها غير ضارة بالبيئة.	القابلية للتحلل
يمكن تشكيل جريد النخل بسهولة بالترطيب والضغط، ما يجعله مناسباً للتصميمات المعقدة دون الحاجة لاستهلاك طاقة عالية.	سهولة التشكيل
يتم معالجته ليكون مقاوماً للحشرات والرطوبة، مما يعزز من عمره التشغيلي.	الأمان والاستخدام الداخلي
يدوي الصنع في الأصل، ولكن يمكن تعزيزه بالأتمتة الحديثة للحفاظ على دقة التفاصيل وتقليل الزمن والتكلفة.	الطابع الحرفي

ثالثاً: من ابتكر هذه التصميمات؟

تم توليد التصميمات بواسطة الذكاء الاصطناعي استناداً إلى أوصاف محددة قدمها المستخدم. وتُعد هذه النماذج ناتجاً لعملية تصميم توليدي باستخدام نماذج مدربة على الفن الإسلامي، العمارة المصرية، وحرف تصنيع الأثاث المستدام. إذاً: هذه التصميمات تُعد ثمرة تعاون بين الإبداع البشري (تحديد الهوية والاحتياج) والذكاء الاصطناعي التوليدي (تنفيذ الرؤية بصرياً).

رابعاً: تطبيق فرط الأتمتة (Hyperautomation) في دورة حياة المنتج

فرط الأتمتة Hyper-Automation تعني استخدام الذكاء الاصطناعي، وتحليل البيانات، والتصميم التوليدي، وأتمتة التصنيع، لتحقيق إدارة ذكية شاملة. فيما يلي كيفية تطبيقها:

1. مرحلة تحليل الاتجاهات

- باستخدام الذكاء الاصطناعي لتحليل قواعد بيانات ضخمة من الصور والنصوص على الإنترنت لاستنتاج الأنماط الأكثر طلباً في التصميمات الإسلامية الحديثة.

2. مرحلة تصميم توليدي ذكي

- استخدام أدوات مثل DALL·E و Midjourney لتوليد مئات النماذج التصميمية وفقًا لمعايير الاستدامة والوظيفة.

3. مرحلة ربط بالتصنيع المؤتمت

- إدخال التصميم الناتج مباشرة في برامج CAM أو خطوط إنتاج/CNC روبوتية تقوم بتشكيل القواعد الخشبية ونسج الجريد بدقة

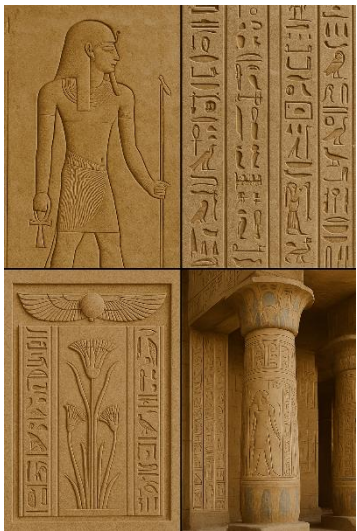
4. مرحلة تخصيص المستخدم النهائي

- واجهات تفاعلية تتيح للمستخدم تخصيص الخامات، الألوان، والنقوش، والذكاء الاصطناعي يتحقق أن كل خيار يحافظ على معايير الاستدامة.

خامساً: فالخلاصة التوصيفية

هذه التصميمات الأربعة تمثل مزيجاً مبتكراً بين التراث الإسلامي المصري وبين الاتجاهات الحديثة في التصميم التوليدي المستدام. وتم استخدام جريد النخل وبقايا الأخشاب الطبيعية كأحد الخامات البيئية المتجددة. ويمكن أن تدخل هذه التصميمات ضمن نموذج إنتاج ذكي قائم على فرط الأتمتة ما يتيح تصميمًا مخصصًا، إنتاجًا مرئيًا، وتقييمًا بيئيًا شاملاً يحقق استدامة شاملة تبدأ من الفكرة وحتى مرحلة ما بعد الاستخدام.

2. تجربة (2) : معتمدة على أداة (DALL·E) كأداة من أدوات الذكاء الاصطناعي متعدد الوسائط :
تجارب لتصميم مجموعة من مكملات الأثاث مستوحاة من الحضارة المصرية وبخامات بيئية مصرية

الأوامر Prompt النصوص الكتابية والصور المدخلة	قم بعمل صورة تخيلية لتصميم مجموعة من مكملات الأثاث مستوحاة من الحضارة المصرية القديمة، باستخدام خامات بيئية مصرية. ويجب أن تشمل المجموعة طاولة جانبية، وحدة اضاءة ، مرآة، مع الاقتباس من النقوش والزخارف الفرعونية. تعكس الأجواء التاريخية والروحانية للحضارة المصرية بطريقة عصرية وبخطوط بسيطة.
مصادر الاستلهام	نموذج (1) (عمل الدارسة)
	
مصادر الاستلهام	نموذج (2) (عمل الدارسة)
	

تحليل مفصل لتصميمات كمالات الاثاث مستوحاة من الحضارة المصرية وبخامات بيئية مصرية

أولاً: تحليل اتجاهات التصميم (Global Design Trends Analysis)

- الهوية الثقافية:

- التصميمات مستوحاة بوضوح من الحضارة المصرية القديمة من حيث النقوش (مثل الجعران المجنح، ورموز الهيروغليفية، وشخصيات فرعونية مثل إيزيس وتحت).
- يعكس التصميم اتجاهًا قويًا نحو التراث الثقافي المحلي مع لمسة معاصرة تدمج الجمال التاريخي في قطع أثاث حديثة.

- الطابع الجمالي:

- الاعتماد على الخطوط الهندسية البسيطة المتأثرة بالعمارة المصرية القديمة (مثل الشكل الهرمي للـ"أباجورة").
- التوازن بين الوظيفية والقيمة الجمالية؛ حيث تؤدي كل قطعة وظيفة عملية (مرآة، طاولة، أباجورة) إلى جانب القيمة الزخرفية.

ثانيًا: خصائص الخامات المستخدمة ودورها في تحقيق الاستدامة

- المواد الظاهرة:

- جميع القطع مصنوعة من خامات بيئية مصرية طبيعية، مثل:
 - الجريد أو سعف النخيل المضغوط.
 - الليف أو الحبال النباتية الملفوفة.
 - خشب مضغوط أو طبيعي معالج.

- الجوانب البيئية:

- خامات متجددة: سعف النخيل والليف مواد متجددة سنويًا ولا تستهلك موارد غير قابلة للتعويض.
- قابلة للتحلل: جميع الخامات المستخدمة قابلة للتحلل الحيوي، مما يقلل من النفايات طويلة الأمد.
- قليلة الانبعاثات: يمكن إنتاجها دون الحاجة إلى عمليات صناعية ملوثة، مما يدعم اتجاهات التصميم المستدام.
- دعم الحرف اليدوية المحلية: مما يساهم في استدامة اجتماعية واقتصادية للمجتمعات الريفية.

ثالثًا: مصمم التصميمات (Designer)

- تم ابتكار هذه التصميمات بواسطة الذكاء الاصطناعي (أداة DALL·E من OpenAI) بناءً على توجيهات المستخدم، وتُعد هذه النماذج إبداعًا توليديًا يستند إلى فهم عميق للهوية الثقافية والأسلوب الحرفي المصري التقليدي، ما يجعلها قابلة للتطبيق الواقعي.

رابعًا: تطبيق فرط الأتمتة (Hyperautomation) في دورة حياة المنتج

فرط الأتمتة (Hyperautomation) هو الدمج بين تقنيات الذكاء الاصطناعي، الروبوتات، إنترنت الأشياء، وتحليلات البيانات لتبسيط وتحسين عمليات الإنتاج والتوزيع والتطوير.

1. مرحلة التصميم: استخدام الذكاء الاصطناعي في توليد نماذج تصميم مستوحاة من الحضارة المصرية

- تحليل الاتجاهات السوقية وتفضيلات المستهلكين آليًا.

2. مرحلة التصنيع: تطبيق الأتمتة في قص وتجهيز الخامات البيئية بدقة عالية.

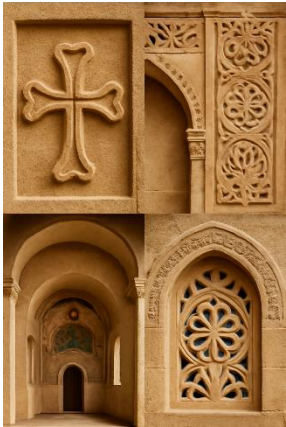
- روبوتات حرفية لصنع الزخارف الدقيقة.
 - أنظمة تتبع جودة ذكية لضمان التماثل والإتقان.
- 3. مرحلة التوزيع: أنظمة ذكية لإدارة سلسلة الإمداد والتوزيع المحلي والدولي باستخدام إنترنت الأشياء (IoT).**
- تنبؤ الطلب باستخدام خوارزميات تعلم الآلة.
- 4. مرحلة ما بعد البيع/التجديد: تتبع دورة حياة القطعة للتجديد أو إعادة التدوير.**
- دعم العملاء بصيانة ذكية تعتمد على بيانات الاستخدام.

خامساً: الخلاصة التوصيفية

جمع هذه التصميمات بين الهوية الثقافية المصرية القديمة والطابع العصري الوظيفي، حيث تستوحي عناصرها من الرموز والنقوش الفرعونية وتقدمها في أشكال هندسية بسيطة وأنيقة. استخدمت الخامات البيئية المحلية مثل الجريد والليف والحبال النباتية، مما يعكس التزاماً واضحاً بمبادئ الاستدامة البيئية والاجتماعية، من خلال تقليل الأثر الكربوني ودعم الحرف التقليدية.

تم ابتكار هذه المجموعة باستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي، مما يبرز دور الأدوات التوليدية في إعادة توظيف التراث الثقافي بشكل مبتكر. ويمكن تطبيق تقنيات فرط الأتمتة (Hyperautomation) في دورة حياة المنتج بداية من التصميم الرقمي الذكي، مروراً بالإنتاج المؤتمت عالي الدقة، وصولاً إلى التوزيع وإعادة التدوير، بما يعزز من كفاءة التصنيع واستمرارية المنتج بشكل ذكي ومستدام.

3. تجربة (3) : معتمدة على أداة (Midjourney) كأداة من أدوات الذكاء الاصطناعي متعدد الوسائط :
تجارب لتصميم مجموعة من مكملات الاثاث (منضدة جانبية – وحدات اضاءة) مستوحاة من الحضارة القبطية المصرية
وبخامات بيئية مصرية

قم بعمل صورة تخيلية لمجموعة من الطاولات والكراسي مستوحاة من الحضارة القبطية، باستخدام خامات بيئية مصرية. بتصاميم مستوحاة من العمارة و الرموز القبطية، مع الاستلهام من خطوط واللوان صورة (مصدر الاستلهام)	الأوامر Prompt النصوص الكتابية والصور المدخلة
مصدر الاستلهام	نموذج (1) (عمل الدارسة)
	
نموذج (2) (عمل الدارسة)	
	

تحليل مفصل لتصميمات مكملات الاثاث مستوحاة من الحضارة القبطية المصرية وبخامات بيئية مصرية**أولاً: تحليل اتجاهات التصميم (Global Design Trends Analysis)**

- الهوية التراثية: التصميمات تستمد هويتها من الطراز القبطي المصري، الذي يجمع بين الرموز الدينية (مثل الصلبان القبطية) والزخارف الهندسية النباتية المتكررة، مع خطوط واضحة ونقوش بارزة.
- الحدثة في البساطة: رغم استعارة التراث، التصميمات تُقدم بأسلوب عصري بسيط وأنيق، يراعي الوظيفة والراحة في الاستخدام، مع المحافظة على الطابع الزخرفي التقليدي.
- الاستدامة الجمالية: استخدام الألوان الترابية الطبيعية والخامات البيئية يمنح التصميم اتزاناً بصرياً بين الماضي والحاضر.
- التنوع في الشكل: التنوع بين أشكال مستطيلة، دائرية، ومبتكرة في وحدات الإضاءة والمناضد يعكس مرونة التصميم وتلبية متطلبات متنوعة.

ثانياً: خصائص الخامات المستخدمة ودورها في تحقيق الاستدامة

- خشب معاد تدويره ومستدام: مثل خشب الجميز والأبنوس، معروفان بصلابتهما وطول عمرهما، ويعززان الاستدامة البيئية.
- الألياف الطبيعية: ألياف البردي، الحبال النباتية، والسعف تستخدم لتفصيلات زخرفية تعكس الحرف اليدوية وتقلل من البصمة الكربونية.
- التشطيبات الطبيعية: لا توجد طلاءات أو مواد كيميائية ضارة، ما يجعل المنتج صحياً وأكثر توافقاً مع البيئة.
- مواد متجددة وقابلة للتحلل: تعزز هذه الخامات من استدامة المنتج خلال دورة حياته.

ثالثاً: مصمم التصميمات (Designer)

- التصميمات مولدة ومصممة باستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي (Midjourney)) بناءً على أوصاف ومفاهيم قدمها المستخدم، مما يجعلها نتاج تفاعل بين الذكاء الاصطناعي والرؤية البشرية.
- هذا الأسلوب يسمح بدمج الإبداع التراثي مع الابتكار التكنولوجي، ويوفر نماذج يمكن تطويرها وتحويلها إلى منتجات واقعية.

رابعاً: تطبيق فرط الأتمتة (Hyperautomation) في دورة حياة المنتج**أ. مرحلة التصميم**

- استخدام الذكاء الاصطناعي لتوليد تصاميم مستوحاة من الطراز القبطي، وتحليل الاتجاهات السوقية بشكل تلقائي.
- النمذجة ثلاثية الأبعاد الآلية والتعديل الذكي للتصاميم حسب ملاحظات المستخدمين.

ب. مرحلة الإنتاج

- أتمتة قص ونحت الخشب بدقة باستخدام ماكينات CNC مع دمج العمل اليدوي للحفاظ على الطابع الحرفي.
- استخدام روبوتات للزخرفة الدقيقة على الألياف الطبيعية.
- نظم رقابة جودة ذكية تضمن مطابقة المواصفات وتحسين العمليات التصنيعية.

ج. مرحلة التوزيع والتسويق

- أنظمة ذكية لإدارة المخزون وتوزيع المنتجات حسب طلب السوق.
- استخدام تقنيات التسويق الرقمي الآلي لتحليل سلوك المستهلك وتوجيه العروض.

د. مرحلة إعادة التدوير والصيانة

- أنظمة تتبع دورة حياة المنتج عبر رموز ذكية (QR Codes/ RFID) لتسهيل الصيانة وإعادة التدوير.
- برامج أتمتة لإعادة تصميم المنتجات وإعادة تصنيعها باستخدام خامات معاد تدويرها.

خامساً: الخلاصة التوصيفية

التحليل	البند
دمج التراث القبطي مع الحداثة بأسلوب بسيط وأنيق ومستدام.	اتجاهات التصميم
خشب وألياف طبيعية معاد تدويرها، صديقة للبيئة وصحية.	خصائص الخامات
الذكاء الاصطناعي (Midjourney) بتوجيه بشري إبداعي.	مبتكر التصميم
من التصميم الرقمي، الإنتاج المؤتمت، التوزيع الذكي، لإعادة التدوير.	فرط الأتمتة في المنتج

4. تجربة (4) : معتمدة على أداة (Midjourney) كأداة من أدوات الذكاء الاصطناعي متعدد الوسائط :

تجارب لتصميم مجموعة من مكملات الاثاث (منضدة جانبية – وحدات اضاءة) مستوحاة من الطابع الشعبى المصرى وبخامات بيئية مصرية

الأوامر Prompt النصوص الكتابية والصور المدخلة	قم بعمل صورة تخيلية لمجموعة من مكملات الاثاث مستوحاة من الطابع الشعبى المصرى، باستخدام خامات بيئية محلية. يجب أن تشمل المجموعة كرسي، طاولة، وحدة اضاءة، ومكملات أخرى من اختيارك مع ألوان زاهية ونقوش تعكس الثقافة الشعبية المصرية. يجب أن يكون التصميم عصرياً، مع لمسات تقليدية تعكس التراث والفن المصرى". مع الاستلهم من خطوط والوان صورة (مصدر الاستلهم)
نموذج (1) (عمل الدارسة)	مصدر الاستلهم



نموذج (2) (عمل الدارسة)	
الأمور Prompt النصوص الكتابية والصور المدخلة	قم بعمل صورة تخيلية لمجموعة من مكملات الأثاث مستوحاة من الطابع الشعبي المصري، باستخدام خامات بيئية محلية. يجب أن تشمل المجموعة كرسي، طاولة، وحدة اضاءة، ومكملات أخرى من اختيارك مع ألوان زاهية ونقوش تعكس الثقافة الشعبية المصرية. يجب أن يكون التصميم بخطوط تجريدية وتحمل الطابع التجريدي مع الاستلهام من خطوط والوان صورة (مصدر الاستلهام)
	

تحليل مفصل لتصميمات مكملات الاثاث مستوحاة من الطابع الشعبى المصرى وبخامات بيئية مصرية أولاً: تحليل اتجاهات التصميم

- الطابع الجمالي العام: تتبع التصميمات أسلوباً تجريدياً ذا نزعة تعبيرية، مستلهماً من التراث الشعبى المصرى، خصوصاً الزخارف البدوية والصعيدية وسجاد الكليم. تظهر الألوان الزاهية والتكوينات العفوية على الأسطح، مما يربطها بالفنون الشعبية المرتبطة بالاحتفال والبساطة.
- اتجاه التصميم: المزج بين الوظيفة والرمز الثقافى. تخرج التصميمات من كونها مجرد عناصر عملية إلى كونها حاملة للهوية البصرية المحلية، في إطار معاصر.
- الخصائص الشكلية: تعتمد العناصر على خطوط منحنية وغير متناظرة (Asymmetrical Forms) لإضفاء طابع عضوي، مغاير للنمط الصناعى النمطي. يهيمن اللون على تفاصيل التشكيل، مما يُبرز الزخرفة كعنصر بنائى وليس فقط تجميلى.

ثانياً: خصائص الخامات المستخدمة (الافتراضية / التقديرية)

- الهيكل: خشب طبيعي (خشب زان أو MDF مطلي) يُقدّر استخدامه لما يتميز به من سهولة التشكيل ومتانة مناسبة للأثاث.
- السطوح: استخدمت الألوان الصناعية المقاومة (مثل الأكريليك أو الألوان الحرارية) لتطبيق التأثيرات اللونية الساطعة. وتبدو الأسطح معالجة بمادة لامعة واقية مثل الورنيش أو الايبوكسي.
- الزخرفة: قد تكون مطبوعة رقمياً أو مطلية يدوياً، لكن الطابع يشير إلى تقنية الرسم اليدوي أو الطباعة متعددة الألوان.

ثالثاً: من ابتكر هذه التصميمات؟

نظراً للطابع الابتكاري والمزيج بين الفن الشعبي والتجريد المعاصر، هذا العمل ناتجاً عن تطبيق نظام ذكاء اصطناعي توليدي (Midjourney) بتدخلات بشرية دقيقة. أي أن التصميمات هي من إنتاج الذكاء الاصطناعي متعدد الوسائط بتوجيهات مصمم بشري.

رابعاً: تطبيق فرط الأتمتة في دورة حياة المنتج

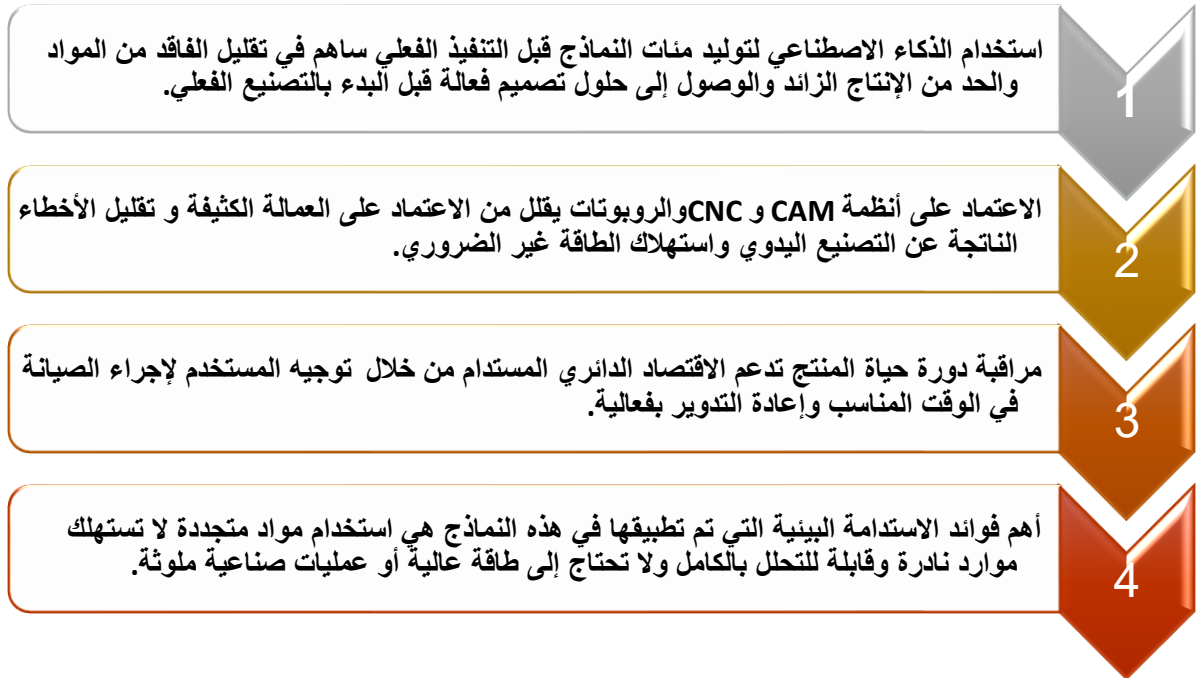
فرط الأتمتة (Hyper-Automation) يمكن أن يُطبق في هذه التصميمات كالتالي:

1. جمع البيانات: تحليل بيانات التراث الشعبي المصري وصور المنتجات السابقة.
2. التوليد التلقائي للتصاميم: استخدام الذكاء الاصطناعي لتوليد خيارات متعددة وفق أوامر نصية مثل: "منضدة ذات زخرفة مستوحاة من السجاد البدوي".
3. اختبار التصاميم: محاكاة عمر المنتج، اختبار تحمل الألوان، التفاعل مع الإضاءة، قبل الإنتاج الفعلي.
4. التصنيع: استخدام آلات CNC ، طباعة رقمية، روبوتات دهان تلقائية.
5. التوزيع الذكي: استهداف أسواق بعينها بناءً على تحليل بيانات تفضيلات العملاء.
6. التغذية الراجعة: جمع بيانات الاستخدام من العملاء وإعادة توظيفها لتحسين النسخ القادمة.

خامساً: الخلاصة التوصيفية

تمثل هذه التصميمات حالة ناضجة من الدمج بين الفنون الشعبية المصرية والاتجاهات التصميمية المعاصرة في إطار تجريدي. تتميز الأشكال بالانسيابية والتنوع اللوني، بينما تستثمر الزخارف كأداة وظيفية تعزز الهوية. توظيف الذكاء الاصطناعي وفرط الأتمتة في إنتاج هذه التصميمات يفتح آفاقاً جديدة في تخصيص الأثاث، ويقلل من الفاقد، ويزيد من مرونة الإنتاج. النموذج المعروض يقدم منتجاً بصرياً عالي القيمة الثقافية وسهل التكرار تقنياً، وهو ما يجعله مرشحاً مثالياً للدخول في خطوط إنتاج ذكية تستهدف الأسواق المحلية والعالمية في آن.

أثر تطبيق فرط الاتمته والذكاء الاصطناعي متعدد الوسائط في تعزيز الاستدامة البيئية في جميع التجارب التصميمية السابقة:



شكل رقم (7) يوضح أثر تطبيق فرط الاتمته والذكاء الاصطناعي متعدد الوسائط في تعزيز الاستدامة البيئية في جميع التجارب التصميمية السابقة

المحور الخامس: استطلاع رأى حول التجارب البحث تطبيقية :

تم اجراء دراسة استطلاعية لقياس مدي تحقق أهداف البحث من خلال عدد من الافكار التصميمية التي تعبر عن الاستفادة من الذكاء الاصطناعي متعدد الوسائط في تطوير تصاميم أثاث مبتكرة وصديقة للبيئة من خلال التأكيد على الجانب الجمالي والوظيفي للتصميمات المستلهمة من الهوية المصرية والخامات البيئية والتي تجمع بين فرط الاتمته والذكاء الاصطناعي متعدد الوسائط لتحقيق الاستدامة . وقد قدمت تلك الدراسة الاستطلاعية لمجموعة من الخبراء في مجال تصميم الأثاث لتقييم النواحي الفنية والوظيفية. واشتملت معايير الاستبيان على محورين اساسيين:

أولاً: الجانب الجمالي: واشتمل على.

تتبع التصميمات أسلوباً تجريبياً ذا نزعة تعبيرية مما يعزز المظهر الجمالي للمنتج - التصميمات تظهر تأثيراً واضحاً بعناصر الهوية المصرية - التصميمات تجمع بين الهوية التراثية والاحتياج الحديث نحو منتجات أكثر استدامة

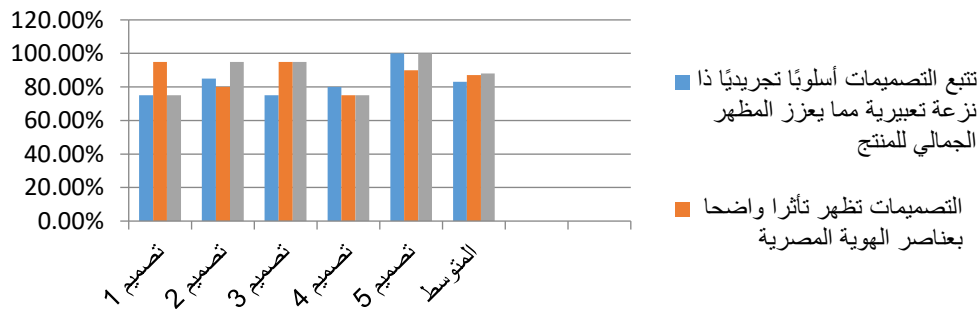
ثانياً: الجانب الوظيفي: واشتمل على

مدى نجاح تطبيق أدوات الذكاء الاصطناعي في تصميم أثاث مستلهم من الهوية - استخدام الخامات البيئية المحلية يعكس التزاماً واضحاً بمبادئ الاستدامة البيئية والاجتماعية في هذه التصميمات - إعادة التدوير الخامات البيئية لإنتاج هذه التصميمات تعزز من كفاءة التصنيع واستمرارية المنتج بشكل ذكي ومستدام

التحليل الإحصائي:

جدول (1) متوسطات القيم النسبية لتقديرات عينة البحث للمحور الأول (الجانب الجمالي):

أسئلة الاستبيان	تصميم 1	تصميم 2	تصميم 3	تصميم 4	تصميم 5	المتوسط %
تتبع التصميمات أسلوبًا تجريديًا ذا نزعة تعبيرية مما يعزز المظهر الجمالي للمنتج	75%	85%	75%	80%	100%	83%
التصميمات تظهر تأثيرًا واضحًا بعناصر الهوية المصرية	95%	80%	95%	75%	90%	87%
التصميمات تجمع بين الهوية التراثية والاحتياج الحديث نحو منتجات أكثر استدامة	75%	95%	95%	75%	100%	88%

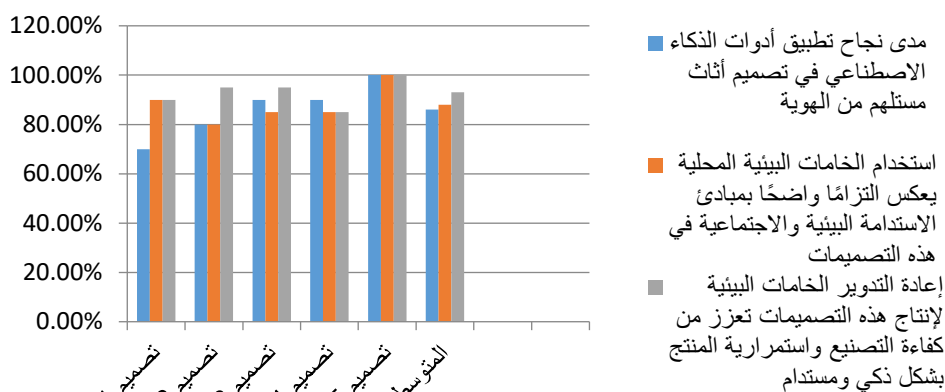


مخطط (1) متوسطات القيم النسبية لتقديرات عينة البحث للمحور الأول (الجانب الجمالي)

يتضح من الجدول رقم (1) وجود فروق ذات دلالات إحصائية بين متوسطات آراء عينة البحث حول الاستبيان، فقد تراوحت متوسط الآراء لمحور (الجانب الجمالي) بين (75-100%) حيث جاء التصميم رقم 5 بأعلى التقديرات (100%) في البند الأول والثالث، يليه التصميم رقم 3 بنسبة (95%) في البند الثاني والثالث. وجاء التصميم رقم 1 بأقل التقديرات في البند الأول والثالث، وكذلك التصميم رقم 4 في البند الثاني والثالث. وفي مجموع متوسط الآراء لجميع التصميمات، جاء البند الثالث بأعلى تقدير بنسبة (88%) (التصميمات تجمع بين الهوية التراثية والاحتياج الحديث نحو منتجات أكثر استدامة).

جدول (2) متوسطات القيم النسبية لتقديرات عينة البحث للمحور الثاني (الجانب الوظيفي):

أسئلة الاستبيان	تصميم 1	تصميم 2	تصميم 3	تصميم 4	تصميم 5	المتوسط %
مدى نجاح تطبيق أدوات الذكاء الاصطناعي في تصميم أثاث مستلهم من الهوية	70%	80%	90%	90%	100%	86%
استخدام الخامات البيئية المحلية يعكس التزامًا واضحًا بمبادئ الاستدامة البيئية والاجتماعية في هذه التصميمات	90%	80%	85%	85%	100%	88%
إعادة التدوير الخامات البيئية لإنتاج هذه التصميمات تعزز من كفاءة التصنيع واستمرارية المنتج بشكل ذكي ومستدام	90%	95%	95%	85%	100%	93%



مخطط (2) متوسطات القيم النسبية لتقديرات عينة البحث للمحور الثاني (الجانب الوظيفي)

يتضح من الجدول رقم (2) وجود فروق ذات دلالات احصائية بين متوسطات آراء عينة البحث حول الاستبيان، فقد تراوحت متوسط الآراء لمحور (الجانب الوظيفي) بين (70-100%) حيث جاء التصميم رقم 5 بأعلى التقديرات (100%) في جميع البنود. وجاءت التصميمات رقم 2 و3 بأعلى التقديرات في البند الثالث (95%). وجاءت التصميمات. وحصل التصميم الأول على أقل تقدير في البند الأول (70%). وفي مجموع متوسط الآراء لجميع التصميمات، جاء البند الثالث بأعلى تقدير بنسبة (93%) (إعادة التدوير الخامات البيئية لإنتاج هذه التصميمات تعزز من كفاءة التصنيع واستمرارية المنتج بشكل ذكي ومستدام). وجاء البند الأول (معدل نجاح تطبيق أدوات الذكاء الاصطناعي في تصميم أثاث مستلهم من الهوية) بنسبة (86%). وهذا يدل على نجاح نقطة البحث التي تقوم على الاستفادة من الذكاء الاصطناعي متعدد الوسائط في تطوير تصاميم أثاث مبتكرة مستدامة وصديقة للبيئة.

النتائج:

- أكدت نتائج البحث أن فرط الأتمتة يمثل نقلة نوعية في عمليات التصميم والإنتاج، حيث يُدمج تقنيات متعددة مثل الذكاء الاصطناعي، تعلم الآلة، وأتمتة العمليات الروبوتية لتحسين الكفاءة وتسريع الإنتاج في صناعة الأثاث.
- أظهرت الدراسة أن الذكاء الاصطناعي متعدد الوسائط يعزز القدرة على فهم وتحليل البيانات بشكل متقدم، من خلال دمج وتحليل الصور والنصوص والأوامر الصوتية وبيانات الاستشعار ضمن إطار موحد، مما يدعم ابتكار التصاميم وتخصيصها بشكل دقيق.
- أكدت النتائج أن تصميم الأثاث المستدام لم يعد مقتصرًا على المواد المستخدمة فقط، بل أصبح يشمل تكاملًا ذكيًا بين الأدوات الرقمية والتحليل البيئي قبل وأثناء وبعد التصنيع، مما يعزز من الاستدامة البيئية.
- أظهرت النتائج أن الذكاء الاصطناعي قادر على توليد عشرات النماذج التصميمية في وقت قصير استنادًا إلى أوامر وصفية فقط، مع مراعاة معايير الاستدامة البيئية والوظيفية، مما يحقق تحولًا في عملية الإبداع التصميمي.
- ربط التصاميم الناتجة عن الذكاء الاصطناعي بخطط تصنيع مؤتمتة سمح بإنتاج دقيق وفعال، مما يعزز قابلية تنفيذ هذه التصاميم في السياقات الصناعية الفعلية.
- ظهرت التجارب أن استخدام الذكاء الاصطناعي في تحليل تفضيلات المستهلكين يعزز من دقة التصميم المخصص ويقلل من احتمالية إنتاج منتجات غير مرغوبة، وبالتالي يدعم الاستدامة الاقتصادية ويقلل من الهدر.

7. من خلال ما تم التوصل اليه من نتائج البحث يمكن الوصول الى منهجية أساسية يمكن استخدامها في تطوير تصميم الأثاث المستدام وهي:

منهجية (الدمج والتحليل والتخصيص)

مرحلة الدمج

تعتمد هذه المنهجية على دمج تقنيات الذكاء الاصطناعي (فرط الأتمتة (Hyper-Automation) والذكاء الاصطناعي متعدد الوسائط (Multimodal AI) مع تحليل دورة حياة المنتج (LCA) لتحقيق استدامة بيئية في عملية التصميم والإنتاج، بالإضافة إلى تعزيز الكفاءة الإنتاجية

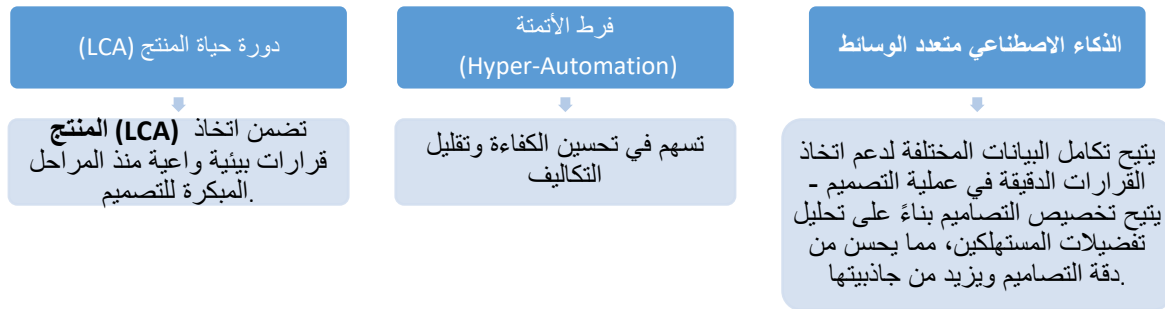
مرحلة التحليل

من خلال تطبيق هذه المنهجية، يتمكن الباحثون والمصممون من تحليل البيانات المتعددة الوسائط مثل الصور والنصوص وبيانات الاستشعار بشكل متكامل، مما يساهم في تحقيق تصميمات أكثر دقة وأكثر استدامة بيئيًا.

مرحلة التخصيص

تستند هذه المنهجية إلى تحليل تفضيلات المستهلكين باستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي، مما يتيح للمصممين تخصيص التصميمات بما يتناسب مع احتياجات المستخدم النهائي، مع مراعاة معايير الاستدامة البيئية والوظيفية

دور كل تقنية مستخدمة



التفاعل بين الذكاء الاصطناعي وفرط الأتمتة يتيح إنتاجًا سريعًا وعالي الكفاءة، ما يعزز الهدف الأساسي من البحث وهو تطوير الأثاث المستدام .

التوصيات:

1. في نهاية هذا البحث توصي الباحثة بما يلي :
2. توصي المصممين بتبني تقنيات فرط الأتمتة في عمليات التصميم والإنتاج لرفع مستويات الكفاءة وتقليل الأثر البيئي السلبي.
3. توصي الجهات الأكاديمية بتبني استخدام أدوات مثل ChatGPT و DALL·E و Midjourney في برامج تعليم تصميم الأثاث بشكل عام وتصميم الأثاث المستدام بشكل خاص، لتحفيز الابتكار والاستفادة من تقنيات الذكاء الاصطناعي الحديثة.
4. توصي الجهات التطبيقية من مكاتب ومصانع تصميم الأثاث بالتوسع في اعتماد فرط الأتمتة بشكل أوسع في الصناعات الحقيقية، للتحقق من فعالية الأنظمة الذكية والقياس الكمي لأثرها البيئي والاقتصادي.

المراجع

المراجع الأجنبية:

1. **Baltrusaitis, T., Ahuja, C., & Morency, L. P. (2019).** Multimodal Machine Learning: A Survey and Taxonomy. ,IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence ..., (2)41
2. **Chen, J., Zhang, Y., & Li, H. (2022).** AI-Driven Sustainable Furniture Design: A Data-Driven Approach. ..Journal of Cleaner Production, 335, 130386
3. **Gartner, Inc. (2020).** Top Strategic Technology Trends for 2020: Hyperautomation.
4. **Gartner, Inc. (2023).** Top Strategic Technology Trends for 2023.
5. **Herman Miller. (2023).** Sustainability Initiatives
6. **IKEA. (2022).** Sustainability Report
7. **Li, X., Wang, Y., & Zhou, Z. (2023).** Generative Design for Sustainable Furniture Using AI. ..Design Studies, 84, 102551
8. **Nobre, G. C., & Tavares, E. (2017).** Scientific literature analysis on big data and Internet of Things applications on circular economy: A bibliometric study. ..Scientometrics, 111
9. **Sharma, S., Gupta, R., & Kumar, H. (2022).** Augmented Reality-based Customization of Sustainable Furniture. ..Sustainable Cities and Society, 80, 103818
10. **Vestre. (2023).** Sustainability Report
11. **Willcocks, L. P. (2021).** Robotic Process and Cognitive Automation: The Next Phase. ..Springer
12. **Zhou, Q., Liu, S., & Sun, J. (2021).** Hyperautomation in Manufacturing: Opportunities and Challenges. ..Procedia CIRP

مواقع الإنترنت :

1. <https://chatgpt.com/>
2. <https://openart.ai/create>
3. <https://www.midjourney.com/explore?tab=top>
4. <https://www.ikea.com/us/en/this-is-ikea/sustainable-everyday/sustainable-materials/bamboo-and-its-many-sustainability-benefits-pub9f2a7ee0/>
5. <https://gbl-sc9u2-prd-cdn.azureedge.net/-/media/aboutikea/pdfs/sustainability/ikea-sustainability-report-fy22.pdf>
6. Architectural Digest. (2023, June 29). This IKEA-backed AI tool maps sustainable materials near you. Retrieved August 8, 2025, from <https://www.architecturaldigest.com/story/this-ikea-backed-ai-tool-maps-sustainable-materials-near-you>
7. Better Homes & Gardens. (2023, June 14). IKEA's new AI tool will help you design your dream room. Retrieved August 8, 2025, from <https://www.bhg.com/ikea-ai-design-8572385>
8. CDO Magazine. (2023, June 12). IKEA launches AI-powered home design feature for US market. Retrieved August 8, 2025, from <https://www.cdomagazine.tech/aiml/ikea-launches-ai-powered-home-design-feature-for-us-market>
9. Harvard Digital Data Design Institute. (2023, May 10). IKEA's leap forward with data and AI. Retrieved August 8, 2025, from <https://d3.harvard.edu/platform-digit/submission/ikeas-leap-forward-with-data-and-ai%E2%82%AC%80%BC>

10. Home & Texture. (2023, June 13). IKEA's AI-powered assistant transforms home furnishing. Retrieved August 8, 2025, from <https://homeandtexture.com/ikea-ai-powered-assistant-transforms-home-furnishing>
11. IKEA. (2023, June 12). IKEA launches new AI-powered digital experience empowering customers to create lifelike room designs. Retrieved August 8, 2025, from <https://www.ikea.com/us/en/newsroom/corporate-news/ikea-launches-new-ai-powered-digital-experience-empowering-customers-to-create-lifelike-room->
12. https://www.hermanmiller.com/en_lac/press/press-releases/herman-miller-increases-use-of-ocean-bound-plastic-with-aeron-chair/?utm_source=chatgpt.com