international DESIGN JOURNAL
Print ISSN 2090-9632
Online ISSN 2090-9640

التكامل بين الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء في تصميم بيئات سكنية ذكية مستجيبة

Integrating Artificial Intelligence and the Internet of Things in the Design of Responsive Smart Residential Environments

د/ مي إبراهيم الدسوقي عبد العزيز
مدرس، قسم التصميم الداخلي والأثاث، كلية الفنون التطبيقية، جامعة ٦ أكتوبر، mai_eldesoky52.art@o6u.edu.eg

ملخص البحث

في ظل التحولات الرقمية المتسارعة، يشهد التصميم الداخلي نقلة نوعية مع تصاعد دور تقنيات الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء في تشكيل البيئات السكنية المعاصرة. حيث لم يعد المسكن مجرد فراغات ثابتة، بل أصبحت نُظمًا ذكية تتفاعل مع إحتياجات المستخدم، وتتكيف مع سلوكياته من خلال تحليلات فورية للبيانات التي توفرها الحساسات الذكية والمساعدات الرقمية. وقد أصبحت هذه التقنيات تلعب دورًا مهمًا في ضبط الإضاءة، ودرجة الحرارة، وجودة الهواء، بل وحتى تخصيص الأثاث، بما يتلاءم مع أنماط الحياة المختلفة. ويتجه التصميم الذكي إلى تجاوز المفهوم التقليدي للراحة البصرية أو الجمالية، ليُدمج التفاعلية والأداء الوظيفي والوعي البيئي في بنية التصميم ذاته.

ومع تزايد الاهتمام العالمي بتحسين جودة الحياة، وتعزيز كفاءة الطاقة، تبرز الحاجة إلى دراسة التكامل بين الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء في تصميم بيئات سكنية ذكية قادرة على التنبؤ بالاحتياجات، والاستجابة لها بمرونة. كما أن رؤية ٢٠٣٠ في العديد من الدول، مثل السعودية ومصر، تدعو إلى توظيف هذه التقنيات ضمن مبادرات التحول الرقمي والاستدامة العمرانية، مما يعزز من أهمية البحث في هذا المجال.

و يهدف هذا البحث إلى تحليل أوجه التكامل بين الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء في السياق السكني، وتقييم أثر هذا التكامل على فعالية الأداء البيئي، وراحة المستخدم، واستدامة التصميم، مع استعراض التحديات المرتبطة بالتطبيقات العملية.

كلمات دالة

الذكاء الاصطناعي، إنترنت الأشياء، التصميم المستدام، المنشأ السكني، التقنيات الذكية

Artificial Intelligence, Internet of Things, Sustainable Design, Residential Environment, Smart Technologies

Paper received July 2, 2025, Accepted September 1, 2025, Published online November 1, 2025

المقدمة: Introduction

شهدت العقود الأخيرة تطورًا رقميًا متسارعًا أعاد تشكيل النظم الاجتماعية والعمرانية بصورة عميقة، وانعكس ذلك بوضوح على طبيعة العلاقة بين الإنسان والفراغ المحيط به. ولم يكن مجال التصميم الداخلي بمنأى عن هذه التحولات؛ بل أصبح من أكثر المجالات التي تفاعلت مع تقنيات الذكاء الإصطناعي وإنترنت الأشياء، حيث أدى ذلك إلى إعادة تعريف مفاهيم السكن لتتجاوز الشكل الثابت إلى بيئات ذكية قادرة على التفاعل اللحظي مع المستخدم عبر منظومات تعتمد على الاستشعار والتحليل الآني للبيانات.

لقد أسهم هذا التكامل بين الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء في تطوير آليات التحكم الذاتي في العوامل البيئية داخل المسكن، كالإضاءة ودرجة الحرارة وجودة الهواء، إلى جانب التفاعل مع المفروشات والأجهزة الذكية، بما يواكب التحولات في أنماط الحياة الحديثة. ولم يعد التصميم مقصورًا على الإعتبارات الجمالية، بل اتجه نحو تبنّي فلسفة وظيفية وبيئية تستهدف تحسين كفاءة استخدام الموارد، وتحقيق رفاهية المستخدم، بما يتماشى مع أهداف التنمية المستدامة.

وفي ضوء الاهتمام العالمي المتزايد بتحسين جودة الحياة وتقليل استهلاك الطاقة، بادرت دول عدة إلى دمج التقنيات الذكية ضمن سياساتها التنموية، ومن ضمنها مصر والذي ظهر في رؤية مصر ٢٠٣٠، حيث تم التركيز على التحول الرقمي والاستدامة العمرانية بوصفهما مسارين استراتيجيين يدعمان مفهوم المدن الذكية. وهذا التوجه يعكس وعيًا متناميًا بأهمية التصميم الذكي في تشكيل البيئة السكنية المستقبلية.

إن التحول نحو تصميمات ذكية يتطلب تبني مفاهيم جديدة مثل الاستجابة التلقائية، والرصد البيئي المستمر، والتنبؤ المسبق بالاحتياجات، مما يحوّل الفراغات السكنية إلى كيانات ديناميكية تتفاعل مع السلوك البشري. ومن هنا تبرز الحاجة إلى دراسات علمية معمقة تستكشف أطر التكامل بين الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء، ليس فقط من الناحية التقنية، بل كذلك من حيث الأثر الاجتماعي، والنفسي، والبيئي لهذه التحولات.

في هذا السياق، يهدف هذا البحث إلى تحليل الأبعاد التفاعلية بين منظومات الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء في تصميم البيئات السكنية الذكية، من خلال دراسة أثرها على جودة الأداء البيئي وراحة المستخدم، مع الوقوف على أبرز التحديات العملية المرتبطة بالتنفيذ، سواء على صعيد البنية التحتية أو من خلال النظر في الاعتبارات الأخلاقية والاقتصادية المرتبطة باستخدام هذه التكنولوجيا.

وتكمن أهمية هذا العمل البحثي في مساهمته في توسيع القاعدة المعرفية المرتبطة بالتصميم الذكي، واقتراح إطار نظري وتطبيقي يسهم في تفعيل إمكانيات التقنيات الرقمية لخدمة أهداف الاستدامة وتحسين جودة الحياة. كما يتطلع إلى تقديم توصيات عملية للمصممين والمعماريين تساعدهم في استثمار تقنيات الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء في تشكيل مستقبل التصميم السكني.

مشكلة البحث: Statement of the Problem

رغم التقدم المتسارع في تقنيات الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء، لا تزال آليات دمجهما في تصميم البيئات السكنية الذكية تعاني من غياب تصور تكاملي واضح يضمن الاستجابة الفعلية لاحتياجات المستخدم وتحقيق الاستدامة. وهو ما يطرح الحاجة إلى دراسة تحليلية لفهم أبعاد هذا التكامل ومدى تأثيره على جودة الفراغ السكني المعاصر.

لذا يتسأل البحث عن:

- كيف تسهم هذه التقنيات في تحسين استجابة البيئة السكنية لاحتياجات المستخدم؟
- ما الأبعاد الوظيفية والجمالية والبيئية التي يمكن أن يعززها هذا التكامل؟
- ما التحديات التقنية والمجتمعية التي تواجه تطبيق هذا النموذج الذكي في البيئات السكنية؟

CITATION Haifa Al-Shibe, Ata Tambosi (2025), Integrating Artificial Intelligence and the Internet of Things in the Design of Responsive Smart Residential Environments, International Design Journal, Vol. 15 No. 6, (November 2025) pp 501-512-

- كيف يمكن استثمار هذا التكامل في دعم توجهات الاستدامة ضمن رؤية ٢٠٣٠؟

أهمية البحث: Research Significance

- يُسهم البحث في تقديم رؤية تكاملية بين الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء ضمن التصميم الداخلي، بما يدعم التوجهات الحديثة نحو السكن الذكي.
- يواكب البحث التحولات الرقمية المتسارعة ويعكس دور التقنيات الناشئة في تفعيل الاستجابة البيئية داخل الفراغات السكنية.
- يدعم توجهات الاستدامة من خلال استكشاف إمكانيات هذه التقنيات في تحسين كفاءة استهلاك الطاقة وجودة الهواء والإضاءة.
- يُعد مرجعًا علميًا لمصممي الداخل والباحثين الراغبين في فهم آليات تطبيق الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء في البيئات المعيشية.
- يساهم في تعزيز التكامل بين التخصصات التقنية والتصميمية بما يحقق جودة الحياة ويساعد على تصميم مساكن أكثر توافقًا مع أنماط الاستخدام الفردي.

فروض البحث: Research Hypothesis

- وجود تأثير إيجابي لتكامل الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء في تعزيز استجابة البيئة السكنية لاحتياجات المستخدم.
- يسهم هذا التكامل في تحسين الأداء الوظيفي والبيئي للمسكن من خلال أدوات ذكية تعتمد على تحليل البيانات وتوقع السلوك.
- يمكن من خلال هذا التكامل تطوير تصميمات داخلية أكثر مرونة وكفاءة من حيث استهلاك الموارد وتخصيص الفراغات.
- توجد تحديات تتعلق بالبنية التحتية والخصوصية الرقمية قد تعيق تطبيق هذا النموذج التكاملي في الواقع العملي.

حدود البحث: Research Limits

- **الحدود الموضوعية:** يتركز البحث على دراسة العلاقة التفاعلية بين الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء في تصميم الفراغات الداخلية للسكن، مع التركيز على مدى استجابة هذه البيئات للمتغيرات السلوكية والوظيفية للمستخدم.
- **الحدود المكانية:** ينحصر نطاق الدراسة في البيئات السكنية داخل المجتمعات الحضرية المعاصرة في السياقين العربي والدولي، مع اهتمام خاص بالنماذج المرتبطة برؤى التحول الرقمي مثل رؤية السعودية ٢٠٣٠ ومصر ٢٠٣٠.
- **الحدود الزمنية:** يتناول البحث التطورات والممارسات خلال العقد الأخير (٢٠١٥–٢٠٢٥) بوصفها فترة شهدت تسارعًا ملحوظًا في دمج تقنيات الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء في التصميم الداخلي.
- **الحدود المنهجية:** يعتمد البحث على المنهج الوصفي التحليلي من خلال النماذج التطبيقية، مع الاستعانة بأمثلة توضيحية توظف التكنولوجيا الذكية ضمن التصميم السكني.

منهج البحث: Research methodology

- **المنهج الوصفي التحليلي:** يعتمد هذا البحث على المنهج الوصفي التحليلي، بهدف تفسير العلاقة بين الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء في تصميم البيئات السكنية، وتحليل الأثر الناتج عن هذا التكامل في الأداء البيئي وسلوك المستخدم.

الدراسات السابقة: Previous Studies

- دراسة بعنوان: فاعلية تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تأثيث الفراغ الداخلي للمسكن د/نجوى ناصر نصار الحازمي، بحث، (٢٠٢٣) تستعرض هذه الورقة إمكانية توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي في دعم اتخاذ القرار عند اختيار الأثاث والتخطيط الداخلي، وذلك من خلال تحليل بيانات المستخدم وربطها بالحساسات الذكية، بهدف تحسين وظائف التصميم الداخلي دون استبعاد العنصر الإبداعي.
- دراسة بعنوان: أثر الذكاء الاصطناعي على القرارات التصميمية في التصميم الداخلي سارة منصور محمد سليمان، بحث، (٢٠٢٤). تناقش هذه الدراسة كيف تؤثر أدوات الذكاء الاصطناعي على قرارات المصممين الداخليين، مثل تحليل الصور والبحث الذكي، وتقترح حلولًا تصميمية آلية بناءً على تفضيلات المستخدم، مع معالجة الاعتبارات المتعلقة بالإبداع البشري وشفافية القرار.
- دراسة بعنوان: الذكاء الاصطناعي وفاعليته في تنمية مهارات التصميم الداخلي د/ندى محمد الحقان ، بحث، (٢٠٢٣). تستعرض الدراسة مساهمة الذكاء الاصطناعي وأدواته مثل تطبيقات الواقع الافتراضي والمعزز في إثراء العملية التصميمية، وتعزيز الإنتاجية، وتقليل الوقت المستغرق في تجسيد الأفكار التصميمية.
- دراسة بعنوان: الذكاء الاصطناعي والتصميم الداخلي الصديق أحمد العارف القرني ، بحث، (٢٠٢٤). حيث تقدم دراسة مبسطة تُظهر تطبيقات الذكاء الاصطناعي في توقع أذواق المستخدم وتصميم نماذج ثلاثية الأبعاد، ومدى تأثير ذلك على توفير الوقت وزيادة دقة التنفيذ في التصميم الداخلي.

الإطار النظري: Theoretical Framework

١ـ مفاهيم ومصطلحات:

وفي دراستنا تم التركيز على عدة مفاهيم أساسية التي تشكّل الإطار المرجعي لفهم وتحليل العلاقة بين التصميم الداخلي والاقتصاد الإبداعي، مع التركيز على الأثاث التراثي المعاصر والتي تشمل:-

١ـ١:- الذكاء الإصطناعي Artificial Intelligence(AI)

يشير مصطلح الذكاء الاصطناعي (AI) إلى قدرة الأنظمة الرقمية، كالآلات والحاسب الآلي، على تنفيذ مهام ترتبط عادةً بالعمليات العقلية البشرية، مثل التعلم من الخبرات السابقة، التحليل المنطقي، واتخاذ القرار. ويُعنى هذا المجال بتطوير تقنيات تحاكي الأنماط الذهنية للكائنات الذكية، بهدف بناء نظم قادرة على الاستجابة بفعالية للمواقف المختلفة بطريقة تحاكي الفهم البشري. وتُوظَّف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في مجالات متعددة تشمل التعليم، الإرشاد، والتفاعل التلقائي مع المستخدمين.

١ـ٢:- إنترنت الأشياء (Internet of Things - IoT)

يشير مفهوم إنترنت الأشياء إلى شبكة مترابطة من الأجهزة والمستشعرات المادية التي تتمتع بقدرة على جمع البيانات وتبادلها عبر الإنترنت دون تدخل بشري مباشر. تُستخدم هذه التقنية لتمكين الأنظمة من التفاعل الذكي وتحقيق استجابات ذاتية بناءً على تحليلات البيانات، مما يعزز من فعالية وكفاءة البيئات المعمارية والوظيفية.

١ـ٣:- التصميم المستدام (Sustainable Design)

هو نهج متكامل يهدف إلى تطوير بيئات عمرانية تراعي تقليل الأثر البيئي، وتحقيق الكفاءة في استخدام الموارد، مع ضمان التوازن بين الجوانب الاقتصادية والاجتماعية والبيئية. يُعد هذا التوجه من ركائز التخطيط المعماري الحديث لمواجهة تحديات التغير المناخي والاستدامة طويلة المدى.

١ـ٤:- المنشأ السكني (Residential Environment / Housing Environment)

المنشأ السكني يشير إلى البيئة المعمارية والداخلية المخصصة لغرض الإقامة والمعيشة اليومية، والتي تشمل العناصر المادية مثل التصميم الداخلي، والمرافق، والفراغات، وكذلك العوامل الاجتماعية والنفسية التي تؤثر على جودة الحياة داخل المسكن. وتُعد البيئة السكنية محورًا أساسيًا في استراتيجيات التخطيط العمراني والتنمية المستدامة.

Open Access article distributed under the Creative Commons Attribution License permiting unrestricted use in any medium, provided the work is pr cited.

١-٥:- التقنيات الذكية (Smart Technologies)

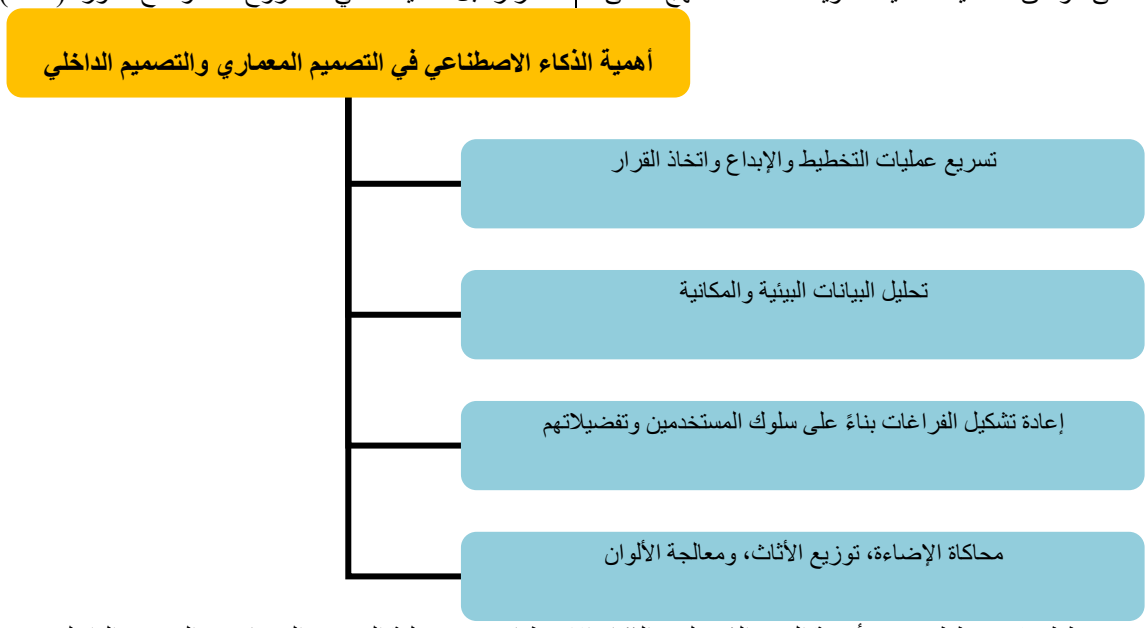
التقنيات الذكية هي منظومات رقمية قائمة على الذكاء الاصطناعي وتحليل البيانات، تُوظف لتمكين الأجهزة والنظم من اتخاذ قرارات أو تنفيذ إجراءات بناءً على مدخلات بيئية أو سلوكية. وتُستخدم هذه التقنيات في البيئات الذكية لتحسين الأداء الوظيفي، وتعزيز التفاعل مع المستخدم، وتحقيق كفاءة تشغيلية عالية.

الذكاء الاصطناعي: المفهوم والأنماط التطبيقية في التصميم الداخلي

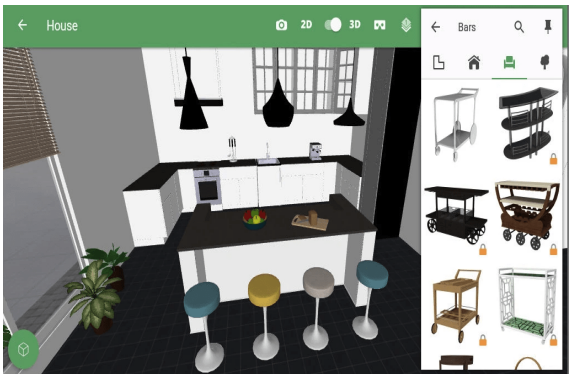
٢- مفهوم الذكاء الاصطناعي في التصميم المعماري والتصميم الداخلي

تشير الدراسات الحديثة إلى أن الذكاء الاصطناعي أصبح عنصرًا مركزيًا في دعم مراحل التصميم المعماري، بدءًا من تصور الأفكار المبدئية حتى وثائق التنفيذ الدقيقة، ويعتمد هذا النهج على خوارزميات توليدية (مثل GANs، diffusion models) التي تساعد المصمم في إنتاج تصورات مساحية مفهومية ونماذج تصميم أولية بجودة عالية ومقترحات متعددة يمكن استكشافها بسرعة ، كما تستخدم هذه التقنيات أساليب مثل BIM والتصميم البرامتري مدعومة بتعلم آلي لتحليل أداء المبنى، تحقيق الاستدامة، وتحسين الحلول الهندسية، ما يسهم في جعل التصميم أكثر دقة وفعالية. مخطط (١)

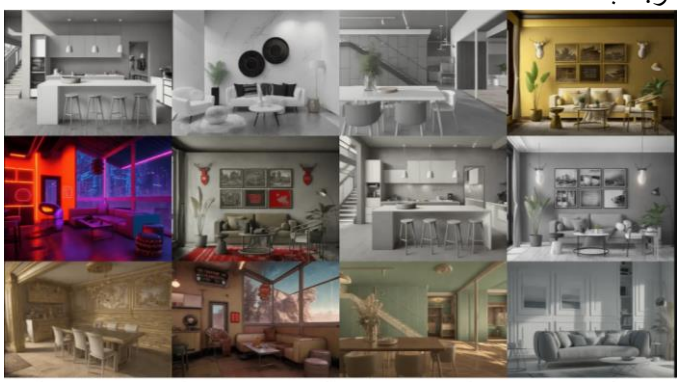
وفي التصميم الداخلي، يقدم الذكاء الاصطناعي أفكارًا مبتكرة لتخطيط الفراغات، توزيع الأثاث، وتنظيم الإضاءة والألوان بناءً على بيانات المستخدم فضلاً عن محاكاة المشاهد الواقعية باستخدام تقنيات العرض ثلاثي الأبعاد والواقع الافتراضي، مما يسهل اتخاذ القرار قبل التنفيذ الفعلي للمشروع كما توضح صورة (١، ٢)



مخطط (١) مخطط يوضح أهمية الدور الذي يلعبه الذكاء الإصطناعي في عملية التصميم المعماري والتصميم الداخلي.
المصدر: الباحثة



صورة (١) توضح تصميم داخلي باستخدام موقع 5D planner الذي يعمل باستخدام الذكاء الاصطناعي
المصدر: https://fihm.ai/how-does-ai-work-for-the-interior-design-industry/



صورة (٢) توضح تصميم داخلي باستخدام موقع Interior render AI الذي يعمل باستخدام الذكاء الاصطناعي
المصدر: https://interior-render.com/article/ar

ومما سبق نجد أن:

- الذكاء الاصطناعي يتيح توليد تصوّرات تصميمية متقدمة، مما يُسهم في تسريع العملية الإبداعية للمصمم.
- يُستخدم لتحليل الأداء البيئي والهندسي وتنفيذ توزيع أنظمة ذكية ضمن المبنى.
- تمثل أدوات الذكاء الاصطناعي قيمة إضافية في التصميم الداخلي، من خلال توصيات تلقائية لتوزيع العناصر واختيار الألوان، بناءً على معايير المستخدم والبيئة.

ومع ذلك، يبقى الحكم البشري ضروريًا لضبط النسب الجمالية وتكييف التصاميم مع السياق الثقافي والوظيفي الفعلي.

٣- مفهوم إنترنت الأشياء في المسكن الذكي:

قبل ان نتعرف على مفهوم إنترنت الأشياء في المسكن يجب أن نتعرف على ما هو المسكن الذكي الارتباط بينه وبين مفهوم إنترنت الأشياء، حيث يشير مفهوم المسكن الذكي إلى نوع من الأبنية التي تعتمد على أنظمة إلكترونية وتكنولوجية متقدمة تُمكّن من التحكم التلقائي في مختلف المكونات مثل الإضاءة والتهوية والتكييف والطاقة والأمن. وقد عرّف معهد المباني الذكية في الولايات المتحدة هذا النمط من السكن بأنه بيئة ذكية تحقق الكفاءة الإنتاجية، وتستفيد

من التفاعل المتبادل بين خدماتها المختلفة لتوفير منافع اقتصادية. كما تُعد المساكن الذكية أحد المحاور الرئيسة في توجهات الاتحاد الأوروبي لخفض استهلاك الطاقة. ووفقًا لجمعية BOMA، فإن المبنى الذكي هو الذي يعتمد على تكامل التطبيقات الرقمية من خلال تبادل البيانات. بينما ترى رابطة المنازل الذكية البريطانية أن "المنزل الذكي" يقوم على ربط أدوات الحوسبة المنزلية بشبكات داخلية لتعزيز جودة الحياة. وعليه، فإن درجة "ذكاء" المسكن تُقاس بمستوى التقنية المستخدمة فيه ومدى تفاعل الأنظمة المختلفة لتحقيق الاستجابة الذكية .

(زكريا سيد سعيد ابراهيم٢٠٢٠م: ص٢٢-٢٤)

وعندما نتعرف على مفهوم إنترنت الأشياء في المسكن فهو يُشير إلى ربط الأجهزة المنزلية عبر شبكة رقمية تتيح التفاعل التلقائي وتبادل البيانات في الوقت الحقيقي. ويُسهم هذا النظام في تحسين الراحة والكفاءة من خلال التحكم الذكي في الإضاءة، التهوية، والأمان، وفقًا لاحتياجات المستخدم وسلوكياته اليومية ويمكن أن نحقق ذلك من خلال مراعاة الآتي:

٣-١: الإمكانات والتحول:

توفر تقنية الإنترنت للأشياء (IoT) القدرة على ربط الأجهزة المنزلية عبر شبكات ذكية، تتيح تشغيل العناصر والإضاءة والتكييف وتحليل السلوكية الذكي. ويُستخدم هذا الربط لتحويل المسكن إلى بيئة تفاعلية ذكية تتحكم في جوانب الحياة اليومية بكفاءة وراحة.

https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440%2823%2910077-6

٣-٢: التطبيقات العملية في التصميم الداخلي:

تُدمج الحساسات ضمن الأثاث والمفروشات لقياس الحركة، الإضاءة، ودرجة الحرارة، مما يدعم الذكاء الاصطناعي في تحليل البيانات وتقديم توصيات وظيفية – مثل تعديل توزيع الأثاث أو الإضاءة لتتناسب مع سلوك المستخدمين. هذا يعزز من الراحة والكفاءة في استخدام المساحات الداخلية.

(زكريا سيد سعيد ابراهيم، ٢٠٢٠م: ص٢٢-٢٤)

وعندما نتعرف على مفهوم إنترنت الأشياء في المسكن فهو يُشير إلى ربط الأجهزة المنزلية عبر شبكة رقمية تتيح التفاعل التلقائي وتبادل البيانات في الوقت الحقيقي. ويُسهم هذا النظام في تحسين الراحة والكفاءة من خلال التحكم الذكي في الإضاءة، التهوية، والأمان، وفقًا لاحتياجات المستخدم وسلوكياته اليومية ويمكن أن نحقق ذلك من خلال مراعاة الآتي:

٣-١: الإمكانات والتحول:

توفر تقنية الإنترنت للأشياء (IoT) القدرة على ربط الأجهزة المنزلية عبر شبكات ذكية، تتيح تشغيل العناصر والإضاءة والتكييف وتحليل السلوكية الذكي. ويُستخدم هذا الربط لتحويل المسكن إلى بيئة تفاعلية ذكية تتحكم في جوانب الحياة اليومية بكفاءة وراحة.

https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440%2823%2910077-6

٣-٢: التطبيقات العملية في التصميم الداخلي:

تُدمج الحساسات ضمن الأثاث والمفروشات لقياس الحركة، الإضاءة، ودرجة الحرارة، مما يدعم الذكاء الاصطناعي في تحليل البيانات وتقديم توصيات وظيفية – مثل تعديل توزيع الأثاث أو الإضاءة لتتناسب مع سلوك المستخدمين. هذا يعزز من الراحة والكفاءة في استخدام المساحات الداخلية.

جدول (١) يوضح الايجابيات والتحديات التي تواجه انترنت الاشياء في التصميم الداخلي طبقاً للمجال المستخدم في التصميم.

المصدر: الباحثة

م	المجال	الإيجابيات	التحديات
١	الراحة والوظائف	تحكم وتخصيص تلقائي	مخاوف الخصوصية والأمان
٢	التخطيط والتصميم	بيانات معيشية لتحسين توزيع الأثاث والإضاءة	نقص التكامل بين الأنظمة
٣	الإستدامة	تقليل الطاقة بشكل فعال	تكلفة التنفيذ الأولي

الراحة والكفاءة من خلال التحكم الذكي في الإضاءة، التهوية، والأمان، وفقًا لاحتياجات المستخدم وسلوكياته اليومية ويمكن أن نحقق ذلك من خلال مراعاة الآتي:

٣-١: الإمكانات والتحول:

توفر تقنية الإنترنت للأشياء (IoT) القدرة على ربط الأجهزة المنزلية عبر شبكات ذكية، تتيح تشغيل العناصر والإضاءة والتكييف وتحليل السلوكية الذكي. ويُستخدم هذا الربط لتحويل المسكن إلى بيئة تفاعلية ذكية تتحكم في جوانب الحياة اليومية بكفاءة وراحة.

https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440%2823%2910077-6

٣-٢: التطبيقات العملية في التصميم الداخلي:

تُدمج الحساسات ضمن الأثاث والمفروشات لقياس الحركة، الإضاءة، ودرجة الحرارة، مما يدعم الذكاء الاصطناعي في تحليل البيانات وتقديم توصيات وظيفية – مثل تعديل توزيع الأثاث أو الإضاءة لتتناسب مع سلوك المستخدمين. هذا يعزز من الراحة والكفاءة في استخدام المساحات الداخلية.

(Ashour, Ayman Fathy, and Wael Rashdan., 2024, pp. 39–59.)

٣-٣: الطاقة والاستدامة:

تُسهم بنية IoT المنزلية في تحقيق وفرات كبيرة في الطاقة تصل إلى نحو ٣٠٪ تقليلًا في الاستهلاك التشغيلي و٢٠٪ في تكاليف التشغيل، عبر مراقبة وتحكم ذكي في أنظمة الإضاءة والتكييف.

https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2542660518300477?via%3Dihub

٣-٤: الأمان والخصوصية:

تركز الدراسات على أن قلق المستخدمين حول الخصوصية وبيانات المنزل الذكي يمثل عائقًا رئيسيًا لاعتماد التكنولوجيا. وكشفت أبحاث أن المستخدمين يعتمدون على مصنّعي الأجهزة لحماية بياناتهم، بينما غالبًا ما دون تحققهم من وجود التدابير الأمنية.

(https://arxiv.org/abs/1802.08182)

ويمكن من خلال النقاط السابقة يمكن أن نحدد الايجابيات والتحديات التي تواجه تطبيق انترنت الاشياء في التصميم الداخلي كما في جدول (١).

ومن صورة (٣) نجد أن برامج إنترنت الأشياء تُسهم في ربط أنظمة الإضاءة، التكييف، الأمن، والأجهزة المنزلية عبر واجهات ذكية تسمح بالتحكم التلقائي أو عن بُعد. ويساعد هذا التكامل في تحقيق

صورة (٣) صورة توضح أنظمة التشغيل الذكي للمنزل من خلال أجهزة ومستشعرات يتم التحكم فيها من خلال تطبيق يساعد المستخدم في تحقيق الراحة والوظيفة داخل المسكن.

Open Access article distributed under the Creative Commons Attribution License permiting unrestricted use in any medium, provided the work is pr cited.

المصدر: https://www.dusuniot.com/ar/blog/home-automation-using-iot/

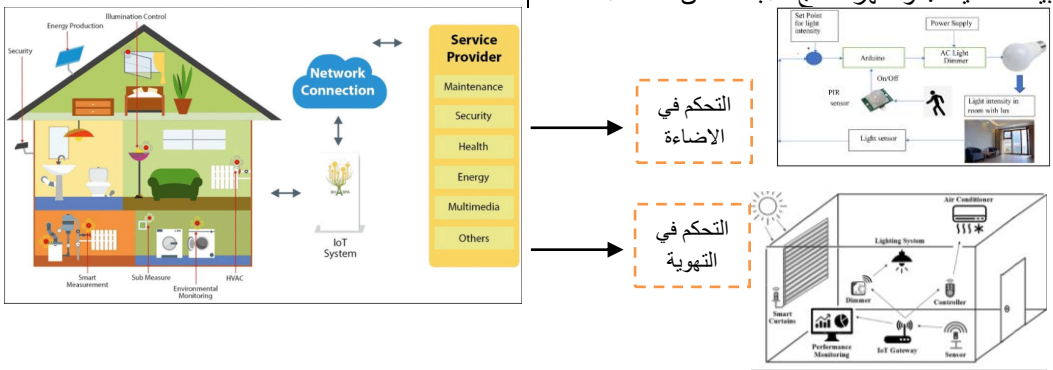
٤ـ البيئات السكنية الذكية المستجيبة:

تتمثل البيئات السكنية الذكية المستجيبة في منظومات متقدمة تعتمد على تقنيات استشعار متكاملة (IoT) وخوارزميات ذكية (AI)، تهدف إلى التفاعل المستمر مع سلوك المستخدمين والظروف البيئية المتغيرة. وتقوم هذه النظم بإحداث تعديلات تلقائية في مكونات البيئة الداخلية، كالإضاءة والتهوية وتوزيع الفراغات، بما يتلاءم مع احتياجات المستخدم في الزمن الحقيقي. صورة (٤)

صورة (٤) توضح إمكانية التحكم في جميع العناصر الداخلية للمسكن من (إضاءة- تهوية-أمان...الخ) بإستخدام أنظمة وتطبيقات يتم التحكم بها من خلال برامج وتطبيقات على الاجهزة الذكية(هواتف محمولة- أجهزة لوحية) بما يحقق الاحتياج الوظيفي والراحة لمستخدمي المسكن.

المصدر: https://www.dusuniot.com/ar/blog/home-https://pro-avsolution.com/home-automation/

كما تلعب تقنيات الذكاء الاصطناعي المدعومة بأنظمة إنترنت الأشياء دوراً محورياً في اقتراح أنماط توزيع مثالية للإضاءة وتوجيه تدفق الهواء داخل المسكن، استنادًا إلى تحليل لحظي لبيانات المستخدم والبيئة المحيطة. وتُظهر نتائج الأبحاث أن هذه الأنظمة الذكية، بفضل قدرتها على التنبؤ والتعديل الآني، تُسهم في تحقيق مستويات عالية من الراحة الحرارية والبصرية، مع تحسين كفاءة الطاقة عند ارتباطها بتفضيلات المستخدم وسلوكياته المتغيرة.



شكل (١) يوضح امكانية تنبؤ التقنيات والمستشعرات المدعومة بأنترنت الاشياء في التنبؤ بنسب الاضاءة المناسبة داخل الفراغ بالاضافة الى درجة الحرارة المناسبة داخل الفراغ بما يجعل الفراغ يتلائم مع احتياجات المستخدم المناسبة دن أي معوقات.

المصدر-https://www.researchgate.net/figure/Block-diagram-of-Intelligent-Lighting-System-Firstly-this-system-checks-for-occupancy_fig2_363699166

ومن صورة (٥) نجد أن يسهم الذكاء الاصطناعي في تحليل البيانات البيئية وسلوك المستخدم لتحديد الإعدادات المثلى للإضاءة والتهوية والتدفئة داخل المسكن. ويُكمّل إنترنت الأشياء هذا الدور عبر ربط الأجهزة الذكية والمستشعرات ضمن شبكة متفاعلة تستجيب لحظيًا للتغيرات. ويؤدي هذا التكامل التقني إلى تحسين جودة الراحة الحرارية والبصرية، إلى جانب تعزيز كفاءة استهلاك الطاقة ومواءمة بيئة السكن لاحتياجات المستخدم بدقة.

٥ـ دور الحساسات والمساعدات الرقمية في تصميم البيئات السكنية التفاعلية

من خلال الدور الذي تلعبه الحساسات والمساعدات الرقمية في تصميم البيئات التفاعلية داخل المسكن نجد ان ذلك يأتي بمردود كبير في تحقيق راحة المستخدم وذلك من خلال:

ـ تحقيق الراحة والرفاهية داخل المسكن:

حيث تُسهم التقنيات الذكية في تعزيز مستويات الراحة والرفاهية داخل البيئة المنزلية، من خلال أنظمة متقدمة تتيح التحكم السهل والدقيق في الإضاءة، ودرجات الحرارة، وحركة الستائر، بالإضافة إلى الأجهزة الكهربائية، بما يتوافق مع تفضيلات المستخدم الشخصية، مما يُحسّن من جودة الحياة اليومية. صورة (٦)

ـ يساهم التصميم الداخلي الذكي في تحسين الأمان في المنزل:

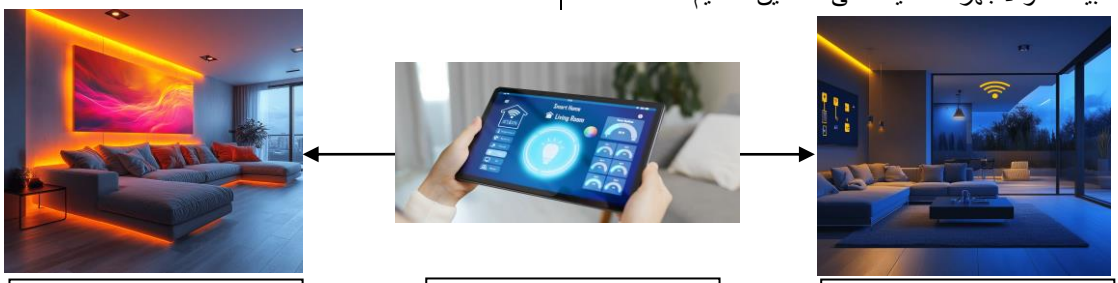
كما يُعد التصميم الداخلي الذكي عاملًا فعّالًا في دعم الأمن المنزلي؛ إذ تُستخدم أنظمة أمان رقمية متطورة تتيح المراقبة والتحكم عن بُعد، وتعمل على كشف الحركة والاستجابة للتسلل غير المرغوب فيه، مما يُعزز من الشعور بالأمان والاطمئنان لدى المستخدمين.

ـ يمكن استخدام أنظمة التحكم الذكية لتحسين كفاءة استهلاك الطاقة والماء داخل المنزل

ومن جانب آخر، تُسهم أنظمة التحكم الذكية في ترشيد استهلاك الطاقة والمياه من خلال برمجة الإضاءة والتشغيل بما يتلاءم مع الاستخدام الفعلي والزمني، مما يدعم الاستدامة البيئية ويقلل من

الهدر. صورة (٧)

- تحسين التنظيم والترتيب في المنزل:
تُساعد التطبيقات والأجهزة الذكية على تحسين تنظيم المساحات الداخلية من خلال تتبع وتنسيق مكونات المنزل، مثل الخزائن، وحدات التخزين، والمطبخ، ما يُعزز كفاءة الاستخدام ويُضفي مرونة وظيفية على الحياة اليومية.



صورة (٥) توضح امكانية تحقيق الراحة والرفاهية في المسكن الذكي من خلال التحكم في الاضاءة.
المصدر: https://radyinterior.ae

صورة (٦) توضح التحكم في استخدام المياه في احواض المطابخ والحمامات من خلال حساست مما يرشد من استهلاك المياه، بالاضافة الى تغيير شكل سطح الحوض وقت الاستخدام وعودته الى شكله المسطح في حالة انتهاء الاستخدام
المصدر:
زكريا سيد سعيد إبراهيم (دكتور): الثورة الرقمية ودورها فى تطور تطبيقات تكنولوجيا التصميم الداخلى للمنزل الذكى : بحث: مجلة العمارة والفنون والعلوم الانسانية: المجلد٥: العدد٢١: ٢٠٢٠م:ص٣١-٣٢

٦- أثر التكامل بين انترنت الاشياء والذكاء الاصطناعي على المستخدم والاستدامة البيئية:
يُسهِم دمج تقنيات إنترنت الأشياء مع الذكاء الاصطناعي بشكل فعّال في خفض إستهلاك الطاقة وتحسين إدارة الموارد الطبيعية داخل المسكن. ويتم ذلك عبر تحليل لحظي لأنماط الاستخدام مثل ارتفاع الحرارة أو كثافة التواجد داخل الغرف وتعديل تشغيل أنظمة التكييف والإضاءة تلقائيًا لتحقيق التوازن بين الراحة وتقليل البصمة البيئية. كما تعمل أنظمة الإستشعار المتكاملة على مراقبة استهلاك المياه ونظام النفايات بالإضافة إلى التهوية الذكية، مما يقلل من الهدر ويعزز من جودة البيئة الداخلية دون التضحية براحة المستخدم.

كما تُظهر دراسة في نماذج البناء الأخضر أن إدخال تقنيات IoT يقلل استهلاك الطاقة بنسبة تقارب ٢٠٪، ويخفض استهلاك المياه بحوالي ١٥٪، مع تحسّن ملاحظ في جودة البيئة الداخلية (IEQ) دون التأثير على راحة السكان. وتجريبات إضافية تُشير إلى توفير ملموس في استهلاك الطاقة والأداء البيئي لكفاءات المسكن الذكي.
ووفقًا لمراجعات شاملة، فإن الحلول المستندة إلى Green IoT وهي تقنيات إنترنت الأشياء التي تراعى كفاءة الطاقة وتقليل النفايات تُعد حيوية في جعل المسكن الذكي أكثر صداقة للبيئة، وتدعم أهداف التنمية المستدامة على مستوى المباني والمجتمعات الذكية.

شكل (٢) يوضح الحلول التفاعلية للمسكن الذكى (حساسات المناخ- الكاميرات-اجهزة الانذارات-التحكم في فتح وغلق عناصر من المسكن...الخ) بما يحقق الكفاءة والاستدامة في استخدام الطاقة والحفاظ على البيئة.
المصدر https://www.studocu.com/row/document/jamaa

شكل (٣) يوضح انظمة الانذارات المتنوعة والحساسات المستخدمة في المسكن الذكي والتي تحقق الامن والسلامة والحفاظ على البيئة داخل المسكن محققا احتياجات المستخدم بشكل اكثر كفاءة.
المصدر: http://www.egycctv.com

ومن صورة (٦ -٧) نجد أن التكامل بين إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي يساهم في تعزيز كفاءة إدارة الموارد داخل المسكن من

Open Access article distributed under the Creative Commons Attribution License permiting unrestricted use in any medium, provided the work is pr cited.

خلال التنبؤ بسلوك المستخدم وتعديل البيئة تلقائيًا. يُؤدي هذا التفاعل الذكي إلى تحسين تجربة الاستخدام، بما يعزز من مفاهيم الاستدامة البيئية. كما يسهم في خلق بيئة سكنية مرنة وآمنة تستجيب للمتغيرات لحظيًا بكفاءة عالية

٧- خصائص المسكن الذكي:

يعتبر المسكن الذكي (Smart Home) هو نظام سكني مدمج يعتمد على تقنيات الذكاء الاصطناعي (AI)، إنترنت الأشياء (IoT)، وأنظمة التشغيل الآلي لتحسين جودة الحياة، تعزيز الكفاءة التشغيلية، وتقليل استهلاك الموارد. يتميز المسكن الذكي بقدرته على التفاعل مع المستخدمين والبيئة المحيطة من خلال أجهزة متصلة تُدار عبر شبكات رقمية، مما يوفر بيئة معيشية مرنة، آمنة، ومستدامة. فيما يلي أهم خصائص المسكن الذكي:-

- التكامل التكنولوجي والتوصيلية:

يعتمد المسكن الذكي على إنترنت الأشياء لربط الأجهزة المنزلية (مثل الإضاءة، التكييف، والأجهزة الأمنية) بشبكة مركزية. هذا التكامل يتيح التحكم عن بُعد عبر تطبيقات الهواتف الذكية أو الأوامر الصوتية. حيث يتم استخدام بروتوكولات اتصال مثل Zigbee، Z-Wave، وWi-Fi لضمان التفاعل السلس بين الأجهزة.

ويعزز هذا التكامل كفاءة إدارة الموارد، حيث يمكن للنظام تحليل أنماط الاستخدام وتعديلها تلقائيًا ، مثل إطفاء الاضاءات في الغرف غير المستخدمة).

شكل (٤) يوضح ربط انظمة واجهزة المسكن الذكى بجهاز الهاتف الذكى مما يتيح التحكم عن بعد لكافة أجهزة وأنظمة المسكن.

المصدر:

International Journal of Advanced Science and Technology,Vol. 15, February, 2010

- الأتمتة والتحكم الذكي:

تتيح الأنظمة الذكية أتمتة المهام الروتينية، مثل ضبط درجة الحرارة بناءً على توقعات الطقس أو جدولة تشغيل الأجهزة في أوقات ذروة استهلاك الطاقة المنخفضة. وتستخدم خوارزميات التعلم الآلي لتحسين الأداء بناءً على بيانات المستخدم، مما يجعل النظام أكثر ذكاءً بمرور الوقت.

مثال: أنظمة التدفئة والتبريد الذكية (مثل Nest Thermostat) التي تتعلم ويتم برمجتها على عادات المستخدمين لتحسين استهلاك الطاقة.

صورة (٧) توضح الانظمة الموزعة داخل المسكن الذكي والتي يتم الاتمتة (التشغيل التلقائي) لها بما يحقق الكفاءة الحرارية والحفاظ على الطاقة.

المصدر:

زكريا سيد سعيد ابراهيم (دكتور): الثورة الرقمية ودورها فى تطور تطبيقات تكنولوجيا التصميم الداخلى للمنزل الذكى : بحث: مجلة العمارة والفنون والعلوم الانسانية: المجلد٥: العدد٢١: ٢٠٢٠م:ص٢٩.

- الكفاءة في استهلاك الطاقة والاستدامة:

يساهم المسكن الذكي في تقليل استهلاك الطاقة من خلال مراقبة الاستهلاك في الوقت الفعلي وتحسين استخدام الموارد.

يتم دمج مصادر الطاقة المتجددة (مثل الألواح الشمسية) مع أنظمة إدارة الطاقة لتقليل البصمة الكربونية.

ويوجد مجموعة من الدراسات تشير إلى أن المساكن الذكية يمكن أن تقلل استهلاك الطاقة بنسبة تصل إلى ٣٠٪ مقارنة بالمساكن التقليدية.

- -الأمان والحماية:

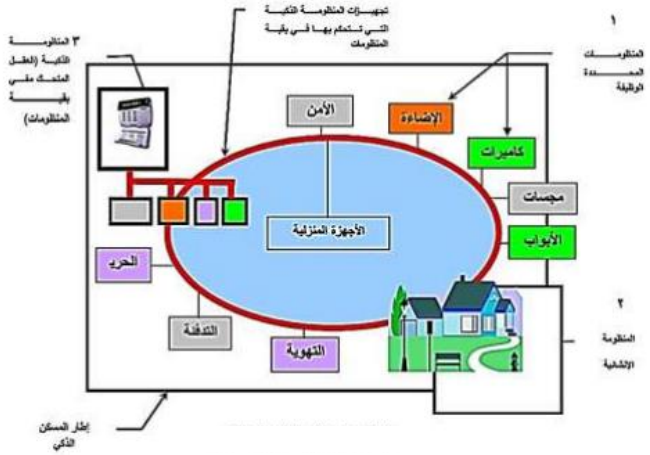
تشمل أنظمة الأمان الذكية كاميرات المراقبة، أجهزة استشعار الحركة، وأقفال الأبواب الذكية التي يمكن التحكم بها عن بُعد.

تستخدم تقنيات الذكاء الاصطناعي لتحليل الصور وكشف الأنشطة غير الطبيعية، مثل التعرف على الوجوه أو اكتشاف الاختراقات، كما توفر إشعارات فورية للسكان في حالة الطوارئ، مما يعزز مستوى الأمان. صورة (١٢)

- التفاعلية وتجربة المستخدم:

يوفر المسكن الذكي واجهات مستخدم سهلة (مثل المساعدات الصوتية: Alexa، Google Assistant) لتسهيل التفاعل بين

السكان والنظام. كما يدعم التخصيص بناءً على احتياجات الأفراد، مثل ضبط الإضاءة أو الصوت حسب التفضيلات الشخصية ويعزز الراحة النفسية من خلال توفير بيئة مخصصة تتكيف مع نمط حياة السكان. صورة (١٢)



شكل (٥) يوضح منظومة المسكن الذكي التي تحقق الامن والحماية والتفاعل مع المستخدم.

المصدر:

البدري، أمجد محمود عبد الله وحيدر أسعد عبد الرزاق: مفهوم المنظومات التقنية لفكر عمارة الأبنية الذكية: مجلة الهندسة :العدد ٣ : ٢٠٠٨: ص. ٤٠٠-٤١.

- المرونة والتوسع:

يتميز المسكن الذكي بقدرته على التوسع بإضافة أجهزة جديدة دون الحاجة إلى تغييرات جذرية في البنية التحتية. بالاضافة إلى دعم التحديثات المستمرة للبرمجيات لتلبية التقنيات المستحدثة، مما يضمن استمرارية الأداء طبقاً للأسس العلمية للمسكن الذكي والتي تشمل:

- **الذكاء الاصطناعي:** يُستخدم لتحليل البيانات واتخاذ قرارات ذكية بناءً على أنماط الاستخدام. على سبيل المثال، خوارزميات التعلم العميق تُستخدم لتوقع احتياجات الطاقة أو كشف التهديدات الأمنية.
- **إنترنت الأشياء:** يُعد العمود الفقري للمسكن الذكي، حيث يربط الأجهزة لتبادل البيانات وتنفيذ الأوامر بكفاءة.
- **علوم البيانات:** تُستخدم لتحليل كميات كبيرة من البيانات (مثل استهلاك الطاقة أو أنماط الحركة) لتحسين الأداء.
- **هندسة التحكم الآلي:** تُستخدم لتصميم أنظمة أتمتة دقيقة تضمن استجابة سريعة وفعالة للأوامر.

ومما سبق نجد أن المسكن الذكي يمثل نقلة نوعية في تصميم البيئات السكنية، حيث يجمع بين التكنولوجيا المتقدمة والاستدامة لتوفير بيئة معيشية فعالة وآمنة، من خلال الإعتماد على الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء، يوفر المسكن الذكي حلولًا مبتكرة لتحسين جودة الحياة، مع الحاجة إلى معالجة تحديات مثل الخصوصية والتكلفة.

٨- التحديات التقنية والأخلاقية في توظيف AI وIoT داخل المسكن الذكي

يواجه المسكن الذكي عدة عوائق فنية وأخلاقية، حيث يضيف إنترنت الأشياء تعقيدًا في تكامل الأجهزة وإدارة البيانات في ظل محدودية الطاقة وتنوع بروتوكولات الاتصال، مما يحد من موثوقية النظام واستقراره. كما تُثار قضايا الخصوصية والثقة حيث تجمع هذه الأجهزة بيانات حساسة عن المستخدم وتستخدمها خوارزميات الذكاء الاصطناعي في اتخاذ قرارات قد تكون غير شفافة، وهو ما يتطلب تصميمًا أخلاقيًا يراعي الشفافية والمساءلة وإستخدام البيانات بمسؤولية.

٩- المهارات التصميمية الجديدة المطلوبة لمواكبة التحول الذكي:

في ظل التحول نحو البيئات الذكية، يُصبح من الضروري أن يمتلك المصمم الداخلي مجموعة من المهارات المتقدمة، تشمل تصميم المساحات التفاعلية المعتمدة على تقنيات الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء، بالإضافة إلى فهم آليات التكامل التقني وبروتوكولات الاتصال. كما يبرز إعتماد منهج التصميم المرتكز على المستخدم، لاسيما التصميم التشاركي، كأداة فعالة لضمان توافق الحلول التصميمية مع إحتياجات المستخدمين للمسكن، مع الأخذ في الاعتبار معايير الخصوصية والإستدامة والملاءمة الثقافية.

١٠- دور المصمم الداخلي في بناء مساكن ذكية مستقبلية:

يتحمّل المصمم الداخلي دورًا محوريًا في توظيف التقنيات الذكية ضمن المسكن بطريقة تكاملية وفعّالة، من خلال تصميم الفراغات بما يدعم دمج الحساسات والأجهزة الذكية دون الإخلال بجمالية التكوين أو وظائفه الأساسية. ويتطلب ذلك اختيار حلول تتوافق مع معايير الأمان والراحة، مع ضبط العلاقة التفاعلية بين المستخدم والنظام التقني. كما يُعد تحقيق الانسجام بين البُعد التكنولوجي والطابع الثقافي والجمالي للمسكن جزءًا من التزام المصمم بمبادئ التصميم الذكي المستدام والشامل.

١١- الاتجاهات المستقبلية لتطوير المسكن الذكي في ضوء رؤية مصر ٢٠٣٠

يأتي فكر تطوير المسكن في رؤية مصر ٢٠٣٠ كأحد اهدافها التي تتمثل في:

الهدف الأول: الارتقاء بجودة حياة المواطن المصري وتحسين مستوى معيشته

تتركز الأهداف الفرعية في القضاء على الفقر والجوع بكافة أشكالهما، وتوفير نظام متكامل للحماية الاجتماعية، إلى جانب تعزيز الوصول إلى خدمات التعليم مع تحسين جودته وتنافسيته. كما تشمل ضمان الإتاحة وجودة الرعاية الصحية، وتطوير مستوى الخدمات الأساسية، ودعم الحياة الثقافية، وتعزيز البنية التحتية الرقمية بما يسهم في تحقيق تنمية شاملة ومستدامة

الهدف الخامس: نظام بيئي متكامل ومستدام

تتجسد الأهداف الفرعية في الحد من آثار التغير المناخي، ودعم قدرة النظم البيئية على التكيف، وتعزيز مرونة المجتمعات في مواجهة الكوارث والمخاطر الطبيعية. كما تشمل التوسع في استخدام مصادر الطاقة المتجددة، والحفاظ على الموارد الطبيعية والتنوع البيولوجي، وتبنّي أنماط إنتاج واستهلاك مستدامة تضمن الاستخدام الأمثل للموارد البيئية.

ومما سبق نجد هذه الاهداف يمكن تحقيقها في المسكن الذكى من خلال:

- **الارتباط بالتحول الرقمي "مصر الرقمية ٢٠٣٠"** تعمل

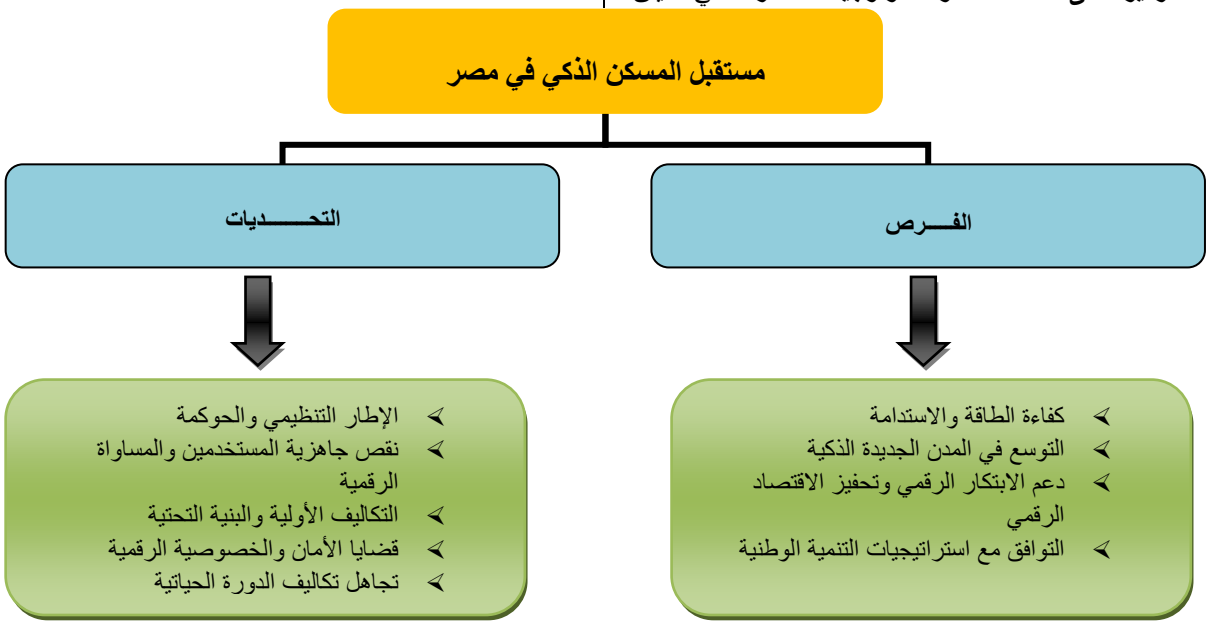
Open Access article distributed under the Creative Commons Attribution License permiting unrestricted use in any medium, provided the work is pr cited.

مصر جاهدة لتوسيع بنيتها الرقمية عبر شبكات G٥، الألياف الضوئية، ومراكز البيانات، بهدف تمكين تبنّي المنازل الذكية في إطار محوري للتحول الرقمي ضمن أهداف رؤية ٢٠٣٠.

- **دمج المسكن الذكي ضمن المدن الذكية الجديدة** تُقدّم مدن مثل العاصمة الإدارية الجديدة، والعلمين الجديدة، والمناصرة الجديدة بيئات سكنية تعتمد على تقنيات الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء لتعزيز كفاءة الطاقة والنقل وإدارة المخلفات، والتشغيل الذكي للخدمات السكنية.
- **انتشار السوق وتحديد النمو المتوقع** يُتوقع أن يحقق سوق المنازل الذكية في مصر نموًا ملحوظًا بمعدل تراكم سنوي يصل إلى نحو ٢٩٪، ليتجاوز حجم الإيرادات ١٣ مليار دولار بحلول ٢٠٣٠، مع ازدياد الطلب على تقنيات الأمان والتحكم والأجهزة الذكية داخل المسكن.
- **التركيز على الاستدامة والتكنولوجيا الخضراء** في سياق مبادرة "المشروعات الخضراء الذكية"، يتم توظيف تقنيات المنازل الذكية في تحسين إدارة الموارد مثل الطاقة والمياه والتعامل مع النفايات، بما يُسهم في تعزيز الكفاءة البيئية ودعم الأهداف العالمية للتنمية المستدامة (SDGs).
- **اتجاه نحو تجارب مستخدم مخصصة وتلقائية** يسهم تطبيق الأنظمة الذكية المدعومة بالذكاء الاصطناعي في تحسين قدرة المسكن على إستشراف أنماط سلوك المستخدم، مما يتيح تعديل الإعدادات المناخية والإضاءة الداخلية بشكل تلقائي، وبما يتماشى مع الخصائص والسلوكيات اليومية لكل أسرة.

١٢- الفرص والتحديات التي تواجه مستقبل المسكن الذكي في مصر:

يمكن أن نحدد أهم الفرص والتحديات التى تواجه مستقبل المسكن الذكي في مصر كما في مخطط (٢) وهو كالآتي:



مخطط (٢) يوضح الفرص والتحديات التي تواجه المسكن الذكي في مصر.

المصدر: الباحثة

أولاً: الفرص (Opportunities)

- كفاءة الطاقة والاستدامة:

دراسات نموذجية مثل تجربة (سكن مصرSakan Masr) أثبتت قدرة دمج أنظمة الطاقة الشمسية والتصاميم البيئية على توفير طاقة تصل إلى ٥٠٪ وتقليل الانبعاثات باستخدام PV وتدابير عزل محسّنة.

- التوسع في المدن الجديدة الذكية:

تشجيع الحكومة المصرية للتوسُّع العمراني في مشروع العاصمة الإدارية والمدن الجديدة، حيث تُمكّن شبكات "الشبكات الذكية" (Smart Grids) من دمج خدمات السكن الذكي وتحسين كفاءة الطاقة والخدمات السكنية .

- دعم الابتكار الرقمي وتحفيز الاقتصاد الرقمي:

الاعتماد على أنظمة CPS واستثمارات في البنية التحتية الرقمية يخلق فرصًا لابتكار حلول ذكية، وتعزيز الطلب على المهارات التقنية، وفتح مجالات عمل جديدة في مجالات مثل تحليل البيانات والأمن السيبراني .

- توافق مع استراتيجيات التنمية الوطنية:

المسكن الذكي يتماشى مع أهداف رؤية مصر ٢٠٣٠، خصوصًا في تحفيز الاقتصاد المعرفي، تدعيم الاستدامة، والربط بين التكنولوجيا والتعليم والمجتمع المدني .

ثانياً: التحديات (Challenges)

- الإطار التنظيمي والحوكمة:

غياب معايير واضحة وتنظيمات قانونية للمشروعات الذكية، خصوصًا في العاصمة الإدارية، يؤدي إلى مشكلات في التكامل والتطبيق العملي للنظم الذكية.

- نقص جاهزية المستخدمين والمساواة الرقمية:

البحوث في مدينتي الشيخ زايد وبدر أظهرت تفاوتًا في الوعي والتقبل لنظم المدن الذكية، مما يُسلّط الضوء على فجوة رقمية وإجتماعية يجب معالجتها لضمان الإدماج الشامل .

- التكاليف الأولية والبنية التحتية:

ارتفاع تكلفة تنفيذ الأنظمة الذكية، وإعتماد مصر على استيراد التكنولوجيا، بالإضافة إلى ضعف البنية التحتية الرقمية (الإنترنت عالي السرعة)، كل ذلك يعوق الانتشار التجاري للمنازل الذكية .

- قضايا الأمان والخصوصية الرقمية:

تتعرض المنازل الذكية لمخاطر أمنية خصوصًا فيما يتعلق بحماية الأجهزة المتصلة وإدارة البيانات الشخصية. الجوانب المتعلقة بالحماية والخصوصية لا تزال تحدياً كبيراً.

- تجاهل تكاليف الدورة الحياتية:
تسلط بعض الدراسات على أن المشاريع الذكية في مصر غالبًا ما تغفل التكاليف على مدى دورة الحياة، مثل صيانة الأنظمة وخدمات ما بعد البيع.

ومن خلال ما سبق يمكن أن نلخص إيجابيات وسلبيات المسكن الذكي كما في الجدول (٢):-

جدول (٢) يوضح الايجابيات والسلبيات للمسكن الذكي.

المصدر: الباحثة

م	وجه المقارنه	الإيجابيات	السلبيات
١	إدارة الطاقة	يسهم في ترشيد استهلاك الكهرباء من خلال أنظمة تحكم ذكية بالإضاءة والتكييف، ويتيح ضبط الأداء بما يتوافق مع الاستخدام الفعلي	يعتمد بشكل كبير على استقرار الطاقة والاتصال بالشبكة، كما يتطلب صيانة دورية لأنظمته.
٢	الراحة والتشغيل	يوفّر مستوى عالٍ من الراحة من خلال إمكانية التحكم عن بُعد بالأجهزة المنزلية وتحديد جداول تشغيل آلية	قد يُواجه بعض المستخدمين صعوبات في التفاعل معه، خصوصًا الفئات غير المتمرسة بالتقنيات الحديثة
٣	السلامة والأمن	يعزز الأمان عبر نظم استشعار متقدمة للحرائق أو التسلل، مع إمكانية المراقبة اللحظية للمكان.	قد يتعرض للتهديدات السيبرانية إذا لم تكن الحماية الرقمية كافية، مما يؤثر على خصوصية ال
٤	الاستدامة البيئية	يدعم جهود الحفاظ على البيئة عبر تقليل الانبعاثات الكربونية واعتماد مصادر طاقة متجددة كالشمسية.	تنطوي عمليات التنفيذ على تكاليف مادية مرتفعة، مع تحديات تتعلق بالتخلص من الأ
٥	التفاعل الذكي	يمتاز بقدرته على التعلم من أنماط الاستخدام اليومي، مما يسهم في تخصيص بيئة معيشية أكثر ملاءمة للفرد.	الإفراط في الاعتماد على البيانات السلوكية قد يثير إشكالات متعلقة بخصوصية المستخدم وسرية البيانات.
٦	القيمة العقارية	يُضيف للمسكن قيمة سوقية أعلى، ويُعتبر عامل جذب لفئات تهتم بالتقنية والراحة الحديثة.	في حال غياب التحديث المستمر، قد تصبح الأنظمة الذكية غير مواكبة وبالتالي تقل جاذبيتها السوقية

النتائج: Rulst

- أسهم دمج تقنيات الذكاء الاصطناعي (AI) وإنترنت الأشياء (IoT) في تعزيز قدرة المسكن على التكيف اللحظي مع احتياجات المستخدمين، من خلال أنظمة قادرة على تحليل الأنماط السلوكية وإعادة ضبط البيئة الداخلية تلقائيًا وفقًا لتلك الأنماط.
- نجاح التكامل بين AI وIoT في التصميم السكني يعتمد بدرجة كبيرة على وعي المصممين، وبنية تحتية تقنية مرنة، وقدرة المستخدم على التفاعل مع الأنظمة الذكية.
- أثبتت البيئات السكنية الذكية المستجيبة قدرة عالية على تحسين جودة الحياة، من خلال دعم الرفاهية الرقمية، وتوفير بيئات مرنة تراعي التغيرات الزمنية والموسمية والظروف البيئية الخاصة بكل مستخدم أو أسرة.
- يمكّن التعاون بين نظم الذكاء الاصطناعي والأجهزة المرتبطة بإنترنت الأشياء من إنشاء نظم تحكم موزعة وذاتية التنظيم، مما يقلل من الاعتماد على التدخلات البشرية ويعزز موثوقية أداء الأنظمة السكنية الذكية على المدى البعيد.
- أسهم توظيف تقنيات التحليل التنبؤي ومعالجة البيانات في تحسين التحكم الآلي بعناصر البيئة الداخلية، مثل الإضاءة والتهوية، بما يتوافق مع تفضيلات المستخدم ونمط حياته.
- بينت الدراسة أن الذكاء الاصطناعي يساهم في تخصيص حلول التصميم الداخلي وفقاً للبيانات السلوكية، مما يعزز من خصوصية التجربة المعيشية ويجعلها أكثر توافقاً مع المستخدم.
- استخدام الحساسات الذكية وربطها بأنظمة إنترنت الأشياء يُمكّن المصمم من تحسين الكفاءة البيئية، من خلال تقليل استهلاك الطاقة وتحقيق استدامة وظيفية.
- التحديات الأخلاقية المرتبطة بجمع البيانات وحماية الخصوصية تمثل أحد المحاور التي يجب أخذها بعين الاعتبار عند تطبيق الأنظمة الذكية في البيئات السكنية.

التوصيات: Recommendations

أولاً: توصيات للمؤسسات التعليمية:

- تحديث مناهج التصميم الداخلي لتشمل مفاهيم الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء، بما يعزز الوعي بالتقنيات الحديثة في المجال السكني.
- دعم المشاريع التطبيقية التي تمكّن الطلاب من تطوير حلول تصميمية ذكية، بالتعاون مع أقسام الحوسبة وهندسة البرمجيات.
- إنشاء مختبرات تعليمية مجهّزة بأجهزة ذكية ومحاكيات تتيح تجربة البيئات السكنية الذكية بصورة تفاعلية.
- تشجيع البحوث المشتركة بين تخصصات التصميم والتكنولوجيا بهدف إنتاج محتوى علمي متداخل يدعم التكامل بين المجالين.

ثانيًا: توصيات للمصممين والباحثين:

- ضرورة تبني أدوات الذكاء الاصطناعي التوليدي في مراحل التصميم الأولية، لتوسيع نطاق البدائل التصميمية المستجيبة.
- تطوير مهارات تحليل البيانات السلوكية لفهم تفضيلات المستخدمين وتكييف الفراغات بما يلائمها.
- دراسة الجوانب النفسية والاجتماعية المرتبطة بالعيش في مساحات ذكية، لتصميم حلول تراعي البعد الإنساني.
- إنتاج دراسات حالة توثق تطبيقات ناجحة للتكامل بين AI وIoT في التصميم السكني، ونشرها لتعميم الفائدة.

ثالثًا: توصيات للدولة وصناع القرار:

- وضع أطر تنظيمية لتبني تقنيات البيئات السكنية الذكية ضمن خطط التنمية العمرانية الوطنية.
- دعم مبادرات الابتكار في مجال الذكاء الاصطناعي المرتبط بالتخطيط العمراني والتصميم الداخلي.
- توفير حوافز للمطورين العقاريين لتطبيق حلول التصميم الذكي في المشروعات السكنية الجديدة.
- حماية الخصوصية الرقمية من خلال تشريعات واضحة تنظم جمع البيانات وتحليلها داخل البيئات الذكية.

رابعًا: توصيات للقطاع الصناعي والتجاري:

- الاستثمار في إنتاج أثاث ووحدات ذكية متوافقة مع أنظمة AI

Open Access article distributed under the Creative Commons Attribution License permiting unrestricted use in any medium, provided the work is pr cited.

وIoT تلبي احتياجات المسكن المستجيب.

- دعم الشركات الناشئة في مجال تكنولوجيا التصميم من خلال مسرّعات أعمال وبرامج تمويل مرنة.
- تعزيز التعاون بين شركات التصميم وشركات التقنية لإنتاج حلول متكاملة سهلة الاستخدام وقابلة للتطبيق التجاري.

المراجع: References

١- أسامه عبد النبي قنبر: الأبنية الذكية والإستدامة في مصر- بلورة مفهوم ووضع منهج: بحث: مجلة علوم الهندسة: كلية الهندسة: جامعة أسيوط: المجلد٤٤: العدد٤: ٢٠١٦م.

٢- أماني أحمد مشهور، " الأسس والمعايير التصميمية والتكنولوجية لتأثيث المسكن الصحى.", رسالة دكتوراه ،جامعة حلوان، كلية الفنون التطبيقة ، ٢٠٠٥م.

٣- البدري، أمجد محمود عبد الله وحيدر أسعد عبد الرزاق: مفهوم المنظومات التقنية لفكر عمارة الأبنية الذكية: مجلة الهندسة :العدد ٣ : ٢٠٠٨.

٤- زكريا سيد سعيد ابراهيم (دكتور): الثورة الرقمية ودورها فى تطور تطبيقات تكنولوجيا التصميم الداخلى للمنزل الذكى : بحث: مجلة العمارة والفنون والعلوم الانسانية: المجلد٥: العدد٢١: ٢٠٢٠م.

٥- سارة منصور محمد سليمان، "اثر الذكاء الاصطناعى علي القرارات التصميمة فى التصميم الداخلي ".، مجلة المعهد العالي للدراسات النوعية, المجلد ٤, العدد ٢٤, ٢٠٢٤م.

٦- سالم محمد العلوني(دكتور)، " توظيف إنترنت الأشياء في الامعات السعودية من وجهة نظر أعضاء هيئة التدريس (الفرص والتحديات), المجلة التربوية،المجلد٩٣، العدد ٣، ٢٠٢٢م.

٧- الصديق أحمد العارف القرني (دكتور)، " الذكاء الاصطناعي والتصميم الداخلي " بحث, مجلة الأستاذ, العدد ٢٧، ٢٠٢٤م.

٨- علي صالح النجادي; دعاء عبد الرحمن محمد; إنعام عبد الكريم ،" مفهوم التصميم المستدام وأثره على جودة البيئة الداخلية للتصميم ."، مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية ،المجلد٤ العدد ١٥، ٢٠١٩م.

٩- نجوى ناصر نصار الحازمي (دكتور)، " الذكاء الاصطناعي وفاعليته في تنمية مهارات التصميم الداخلي" بحث, مجلة الفنون والأداب وعلوم الانسانيات والاجتماع, العدد ٨٨، ٢٠٢٣م.

١٠- نجوى ناصر نصار الحازمي (دكتور)، " فاعلية تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تأثيث الحيز الداخلي للمسكن" بحث, مجلة الفنون والأداب وعلوم الانسانيات والاجتماع, العدد ٩٨، ٢٠٢٣.

١١- يمنى حمدى ، " تطبيق الذكاء الإصطناعي في تطوير إدارة عمليات التصميم الداخلي" بحث, مجلة علوم التصميم والفنون التطبيقية, المجلد ٣ العدد ٢، ٢٠٢٢م.

12-Alahi, Md Eshrat E et al. “Integration of IoT-Enabled Technologies and Artificial Intelligence (AI) for Smart City Scenario: Recent Advancements and Future Trends.” Sensors (Basel, Switzerland) vol. 23,11 5206. 30 May. 2023.

13-Allhadi, Ali, and Ali Ahmad. "Ethical and Technical Challenges in Smart Home Environments: A Comprehensive Review." Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing, vol. 13, no. 3, 2022.

14-Ashour, Ayman Fathy, and Wael Rashdan. "Smart Technologies in Interior Design." The International Journal of Designed Objects, vol. 18, no. 1, 2024.

15-Ashour, Ayman Fathy, and Wael Rashdan. “Smart Technologies in Interior Design.” The International Journal of Designed Objects, vol. 18, no. 1, 2024, pp. 39–59.

16-Barbosa, J. A., C. Araújo, R. Mateus, and L. Bragança. "Smart Interior Design of Buildings and Its Relationship to Land Use." Architectural Engineering and Design Management, vol. 12, no. 2, 2015.

17-El-Motasem, Samar, Laila M. Khodeir, and Ali Fathy Eid. Analysis of Challenges Facing Smart Buildings Projects in Egypt. Ain Shams University, Faculty of Engineering, 2021.

18-Heylighen, Ann, and Greet Van Der Linden. "Designing for People: Participatory Design as a Tool for Addressing User Diversity in Interior Design." Design Studies, vol. 40, 2015.

19-International Journal of Advanced Science and Technology,Vol. 15, February, 2010

20-Kamaran Radha, Raz. “Smart Home Design Flexibility as an Enabler of Sustainability and the Reception in Sulaymaniyah, Kurdistan Region-Iraq.” Journal of Building Pathology and Rehabilitation, vol. 5, article 29, 2020..

21-Saeed, Sara, et al. "Smart homes enabled with artificial intelligence: The state-of-the-art in smart home design and applications." Artificial Intelligence Review, vol. 55, no. 3, 2022..

22-Walaa Alayed, Aamir Akhtar, Waqar Ul Hassan, Ahmed Zeeshan, "Maximizing energy savings in smart homes through artificial neural network-based artificial intelligence solutions" ,Clean nergy ,Volume 9, Issue 2, April 2025.

23-Wang, Yuchen, and Lu Liu. “Research on sustainable green building space design model integrating IoT technology.” PloS one vol. 19,4 e0298982. 29 Apr. 2024.

24-https://www.dusuniot.com/ar/blog/home-https://pro-avsolution.com/home-automation/

25-http://www.egycctv.com

26-https://africanjournalofbiomedicalresearch.com/index.php/AJBR/article/view/5055/3908 https://www.mdpi.com/2075-5309/15/13/2326?utm

27-https://arabfinance.com/News/newdetails/14598

28- https://archminaashraf.com

29-https://arxiv.org/abs/1802.08182?utm_source=chatgpt.com

30-https://arxiv.org/abs/2404.01335

31-https://en.wikipedia.org/wiki/Egypt_Vision_2030

utlook/smart-homemarket/egypt?utm
43-https://www.researchgate.net/figure/Block-diagram-of-Intelligent-Lighting-System-Firstly-this-system-checks-for-occupancy_fig2_363699166
44-https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2542660518300477?via%3Dihub
45-https://www.scrd.eu/index.php/scrd/article/view/37?utm
46-https://www.studocu.com/row/document/jamaa
47-ttps://www.researchgate.net/figure/Block-diagram-of-Intelligent-Lighting-System-Firstly-this-system-checks-for-occupancy_fig2_363699166
٤٨- الهيئة العامة للاستعلامات (بوابتك إلى مصر) https://www.sis.gov.eg
٤٩- وزارة التخطيط والتنمية الاقتصادية: مبادرة المشروعات الخضراء الذكية في المحافظات المصرية: جمهورية مصر العربية: ٢٠٢٢. www.greensmartprojects.gov.eg
32-https://fihm.ai/how-does-ai-work-for-the-interior-design-industr
33-https://interior-render.com/article/ar
34- https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-17308-1_40
35-https://oit.williams.edu/ats-posts/what-is-smart-technology/
36-https://pro-avsolution.com/home-automation /
37-https://radyinterior.ae
38-https://www.6wresearch.com/industry-report/egypt-home-automation-system-market-outlook
39-https://www.acigjournal.com/The-Tragedy-of-Smart-Cities-in-Egypt-How-the-Smart-City-is-Used-towards-Political%2C184286%2C0%2C2.html.
40-https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440%2823%2910077-6
41-https://www.dusuniot.com/ar/blog/home-automation-using-iot /
42-https://www.grandviewresearch.com/horizon/o

Open Access article distributed under the Creative Commons Attribution License permiting unrestricted use in any medium, provided the work is pr cited.