



الابداع البشري والذكاء الاصطناعي في العمارة المستدامة ": نحو عمارة ثالثة بعقل مزدوج"

أميرة علي سعيد حماد
سامية عبد الرحمن عبيدة
المعهد العالي للعلوم والتقنية طرابلس - ليبيا

Human Creativity and Artificial Intelligence in Sustainable Architecture: Towards a Third Architecture with a Dual Mind

Amira Ali Said Hammad
Samia Abdulrahman Abia
Higher Institute of Science and Technology - Tripoli – Libya
Mmfhsh1973@gmail.com

◀ الملخص

تناولت هذه الورقة البحثية دور الذكاء الاصطناعي كثورة تكنولوجية أعادت تشكيل قطاع العمارة والتشييد، من مجرد أداة لتسهيل المهام الروتينية إلى شريك إبداعي يوسع آفاق التصميم. وتتمحور إشكالية الدراسة حول قصور الأنظمة الذكية عن محاكاة الوعي الإنساني والحس الجمالي والأخلاقي. وانطلاقاً من فلسفة "العقل المزدوج" التي تتبناها هذه الورقة، ترى الباحثة أن الحل يكمن في عمارة ثالثة تولد من الحوار بين ذكاء الآلة السريع والدقيق وذكاء الإنسان البطيء المتأمل الذي يمنح التصميم روحه وهويته. واستعرضت الورقة مستويات الذكاء الاصطناعي وأنواعه وتطبيقاته كالتصميم التوليدي ونمذجة معلومات البناء والواقع الافتراضي والمعزز وتحليل الطاقة والمحاكاة ثلاثية الأبعاد. كما بينت مساهماته في دعم التصميم وفهم احتياجات المستخدم والتوثيق والصيانة. ورغم إيجابياته في تسريع العمل وتقليل الأخطاء وتعزيز الاستدامة، إلا أن له سلبيات كتراجع المهارات اليدوية ومخاطر الاختراق وانتهاك الخصوصية وارتفاع التكلفة. وخلصت الورقة إلى أن استبدال المعماري غير وارد، حيث تقتصر الأتمتة على المهام الروتينية فقط، بينما يبقى الإبداع والحكم الأخلاقي والقيمة الإنسانية حكراً على المصمم.

➤ الكلمات المفتاحية

الإبداع البشري - الذكاء الاصطناعي - العمارة المستدامة - العمارة الثالثة - التصميم التوليدي.

◀ Abstract

This research paper examines the role of artificial intelligence as a technological revolution that has reshaped the architecture and construction sector, from a mere tool for facilitating routine tasks to a creative partner that expands design horizons. The research problem centers on the inability of intelligent systems to simulate human consciousness and aesthetic and ethical sensibility. Based on the philosophy of the "Dual Mind" adopted in this paper, the researcher argues that the solution lies in a third architecture born from the dialogue between the fast and precise intelligence of the machine and the slow, contemplative intelligence of the human who gives design its spirit and identity. The paper reviews the levels of artificial intelligence and its types and applications such as generative design, Building Information Modeling, virtual and augmented reality, energy analysis, and three-dimensional simulation. It also demonstrates its contributions to supporting design, understanding user needs, documentation, and maintenance. Despite its advantages in accelerating work, reducing errors, and enhancing sustainability, it has disadvantages such as the decline of manual skills, hacking risks, privacy violations, and high cost. The paper concludes that replacing the architect is out of the question, as automation is limited to routine tasks only, while creativity, ethical judgment, and human value remain exclusive to the designer.

➤ Keywords

Human Creativity - Artificial Intelligence- Sustainable Architecture- Third Architecture- Generative Design

1- مقدمة :

أصبحت الحياة في تسارع وتطور دائم، حيث شهد عالمنا في العقود الأخيرة تطورات تكنولوجية متسارعة شملت شتى الميادين، ولا سيما قطاع الإنشاءات بما يضمه من عمارة وتصميم وتخطيط مدن. ويُعد الذكاء الاصطناعي تقنية ثورية تتيح للمهندسين المعماريين تحسين تصاميمهم وزيادة كفاءة العمليات التصميمية، ومساعدتهم على اتخاذ قرارات أكثر دقة وفعالية، وذلك بفضل قدرته على تحليل كميات هائلة من البيانات بسرعة فائقة.

فمن التعليم إلى الطب، تعيد أدوات الذكاء الاصطناعي تشكيل طريقة تفاعلنا وإبداعنا وأساليب عملنا. وفي مجال العمارة، يحدث الذكاء الاصطناعي ثورة حقيقية في العملية التصميمية، من خلال تحسين جودة التصاميم والارتقاء بأداء المباني.

لقد تجاوز الذكاء الاصطناعي دوره التقليدي المتمثل في تسهيل المهام الروتينية، ليصل إلى مرحلة الإبداع والابتكار في التصميم المعماري. ونظراً لهذه الطفرات الهائلة، أصبح من الممكن الاستفادة من هذه التقنية الحديثة لتطوير أساليب التصميم وابتكار أفكار جديدة وحلول وظيفية وجمالية، مهما بلغت درجة تعقيدها.

ويبرز الذكاء الاصطناعي اليوم كقوة محورية تعيد تشكيل العديد من المجالات، وتعد الهندسة المعمارية - بوصفها فناً وعلماً في آن واحد - أرضاً خصبة لابتكاراته التي تفتح آفاقاً جديدة للإبداع، بدءاً من تحسين عمليات التصميم والتخطيط، وصولاً إلى تحليل البيانات الضخمة وتحسين سلامة وكفاءة البناء.

وفي هذا الورقة التي تتناول دور الذكاء الاصطناعي في الهندسة المعمارية، سنستكشف كيف يمكن لهذه التقنية أن تحدث تحولاً جذرياً في الممارسات المعمارية الحالية، مع تحليل تأثيرها واستشراف الإمكانيات المستقبلية التي قد تحملها.

2-مشكلة الورقة البحثية:

على الرغم من قدرة الأنظمة القائمة على الذكاء الاصطناعي على إنجاز المهام المتكررة بدقة وكفاءة عالية، إلا أنها تظل قاصرة عن محاكاة التفكير الإنساني وإصدار الأحكام المرتبطة بالقيم الجمالية والأخلاقية، لافتقارها للوعي والإدراك الإبداعي. وبالتالي، ففي حال مواجهتها لحالات غير مبرمجة مسبقاً، قد تتعطل أو تقدم نتائج غير متوقعة وغير قابلة للتطبيق. وعليه، تنحصر إشكالية هذا البحث في التساؤلات الآتية:

1- إلى أي مدى ساهم الذكاء الاصطناعي في مساعدة المصمم المعماري على توليد أفكار متنوعة وتصميم المباني الحديثة؟

2- هل يمكن أن يحل الذكاء الاصطناعي محل المصمم المعماري بشكل كامل في العملية التصميمية؟

3-رؤية الورقة البحثية:

تتمثل رؤية هذا البحث في استكشاف الدور الحقيقي للذكاء الاصطناعي في العملية التصميمية المعمارية، كأداة داعمة تعزز من قدرة المصمم على الإبداع والابتكار، وتحسين كفاءة التصميم وجودة المخرجات، مع تحديد حدود هذا الدور وعلاقته بالعنصر البشري.

4- فرضية الورقة البحثية :

يساهم الذكاء الاصطناعي كأداة مساعدة فعالة في تطوير العملية التصميمية المعمارية وتعزيز الإبداع لدى المصمم، إلا أنه لا يمكنه الاستغناء الكامل عن الدور الفكري والجمالي للمصمم المعماري في جميع مراحل المشروع.

5-منهجية الورقة البحثية:

اعتمدت هذه الورقة على المنهج الوصفي التحليلي على ثلاث مراحل:

أولاً - الجانب النظري :مراجعة شاملة للأدبيات الحديثة خلال الفترة 2018-2024 حول توظيف الذكاء الاصطناعي في العمارة.

ثانياً - الجانب العملي: تم اختيار عينة من المشاريع المقترحة والمنفذة جزئياً نظراً لحدثة تقنيات الذكاء الاصطناعي، حيث تعتبر المشاريع المقترحة هي الأكثر تعبيراً عن التوجه المستقبلي للعمارة.

ثالثاً - التحليل والاستنتاج: تحليل نوعي للبيانات ومقارنتها مع دراسات سابقة للوصول إلى مفهوم العمارة الثالثة القائم على فلسفة العقل المزدوج.

6- فلسفة معمارية للورقة البحثية:

إن الفلسفة التي ينطلق منها هذا البحث ترى أن العمارة في جوهرها فعل إنساني يهدف إلى احتواء الإنسان، وأن دخول الذكاء الاصطناعي إليها لا ينبغي أن يحولها إلى عملية حسابية باردة. فالآلة مهما بلغت من التطور، تظل تتعامل مع العمارة كأرقام وبيانات ومؤشرات كفاءة، بينما يتعامل الممارس المعماري معها كشعور وذاكرة وانتماء.

لذلك، تقوم فلسفتنا في هذا البحث على مفهوم "العقل المزدوج". عقل اصطناعي سريع، يحلل ويولد ويقترح بلا كلل، وعقل إنساني بطيء ومتأمل، يختار ويرفض ويضفي الروح على القرار. الأول يختصر الوقت والجهد، والثاني يمنح التصميم قيمته ومعناه.

نحن لا ننشد عمارة تصنعها الآلة وحدها، لأنها ستكون عمارة بلا هوية، ولا نتمسك بعمارة يصنعها الإنسان بمعزل عن أدوات عصره. بل نبحت عن عمارة ثالثة، تولد من الحوار الخلاق بين الاثنين، عمارة تستفيد من ذكاء الآلة في تعقيدها ودقتها، ومن ذكاء الإنسان في إنسانيتها وصدقها.

7- أهمية الورقة البحثية:

تتمثل أهمية هذه الدراسة في وضع رؤية واضحة للاستفادة من تقنية الذكاء الاصطناعي في ممارسة تصميم المباني الحديثة، مما يساهم في توفير الوقت والجهد، وإتمام العملية التصميمية بأقصى كفاءة ممكنة، والوصول إلى أفضل النتائج وتقديم حلول وتصميمات مبتكرة.

8- أهداف الورقة البحثية:

- إلقاء الضوء على تقنية الذكاء الاصطناعي ودورها في عملية تصميم المباني الحديثة.
- استعراض وتحليل نماذج لمبانٍ حديثة تم استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في تصميمها.
- تقنين دور الذكاء الاصطناعي في إعادة صياغة وممارسة مراحل العملية التصميمية.

9- الإطار المفاهيمي للورقة البحثية:

تتناول هذه الدراسة مفهوم التصميم المعماري المدعوم بالذكاء الاصطناعي كمنهج متفاعل مع التغيرات التقنية والوظيفية والبيئية. تُعد تكنولوجيا المعلومات والخوارزميات الذكية ركيزة أساسية في تطوير العملية التصميمية، إذ تسمح بتوظيف منظومات ذكية قادرة على التعلم والاستنتاج واتخاذ القرار. يساهم دمج مستجدات الذكاء الاصطناعي كالتعلم الآلي والتصميم التوليدي في تحسين كفاءة التصميم واستجابة المباني لمتطلبات المستخدمين والمستثمرين. كما يعكس هذا التوظيف قدرة البرامج الحاسوبية على محاكاة القدرات الذهنية البشرية وتحليل البيانات الخارجية واستنباط قواعد معرفية جديدة. وتسلط الورقة الضوء أيضاً على أهمية الخوارزمية كأداة مرتبة منطقياً للوصول إلى حلول تصميمية مبتكرة، مع التأكيد على أن تكامل الذكاء الاصطناعي مع مبادئ التصميم المعماري يساهم في تشكيل بيئات معمارية أكثر كفاءة واستدامة ومرونة مستقبلاً.

10- المصطلحات الأساسية :

- التصميم المعماري (Architectural Design) :

يمكن فهم التصميم المعماري على أنه عملية إبداعية مترابطة ومتسلسلة، يجب أن تراعي مختلف جوانب التصميم المرجوة، مثل الجانب الوظيفي والجمالي والإنشائي، لكي تؤدي إلى تحقيق الغرض المطلوب منها، بما يلبي متطلبات المستخدم والمستثمر والمجتمع (محسن، 2024).

• الذكاء الاصطناعي (Artificial Intelligence) :

- هو قدرة الآلات والحواسيب الرقمية على القيام بمهام معينة تحاكي وتشابه تلك التي تقوم بها الكائنات الذكية والعقل البشري؛ كالقدرة على التفكير أو التعلم من التجارب السابقة، ويهدف إلى الوصول إلى أنظمة تتمتع بالذكاء وتتصرف على النحو الذي يتصرف به البشر من حيث التعلم والفهم، بحيث تقدم تلك الأنظمة لمستخدميها خدمات مختلفة من التعليم والإرشاد والتفاعل (حمدي، 2022).

- عرّفه كل من أندرياس كابلان (Andreas Kaplan) ومايكل هاينلين (Michael Haenlein) بأنه "قدرة نظام معين على تحليل بيانات خارجية واستنباط قواعد معرفية جديدة منها، وتكييف هذه القواعد واستخدامها لتحقيق أهداف ومهام جديدة" (حسانين، 2020).

• عملية التصميم (Design Process) :

هي عمل ذهني جدلي يحدث في منظومة عمل المصمم، يهدف إلى إنتاج نسق ذي معنى يتضمن فاعلية صنع القرار والتأصيل، وتتضمن ثلاثة أنماط فكرية هي التخيل والعرض والاختبار، بالإضافة للمعلومات المحفزة للخيال كحلقة وصل بين الفكر والواقع، وتبدأ بفهم الاحتياجات وتنتهي بصياغة البناء المُلبّي لها (محسن، 2024).

• المباني الحديثة (Modern Buildings) :

هي تلك المباني التي تم تصميمها وبنائها باستخدام أحدث التقنيات والمواد، وتتميز بتصاميمها الأنيقة والعصرية، وغالباً ما تكون مجهزة بأنظمة متطورة مثل التكييف المركزي والإضاءة الذكية والتكنولوجيا الخضراء التي تساهم في الحفاظ على البيئة، وتهدف إلى توفير الراحة والكفاءة (عبد الله، 2021).

• تكنولوجيا المعلومات (Information Technology):

تُعرف بأنها تلك الأجهزة والمعدات والأساليب والوسائل التي استخدمها الإنسان ويمكن أن يستخدمها مستقبلاً في الحصول على المعلومات الصوتية والمصورة والرقمية، وكذلك معالجة تلك المعلومات من حيث تسجيلها وتنظيمها وترتيبها وتخزينها واسترجاعها وعرضها واستنساخها وبنائها وتوصيلها في الوقت المناسب (حسانين، 2020).

• الخوارزمية (Algorithm):

هي مجموعة من الإجراءات المرتبة ترتيباً منطقياً، التي يتم تنفيذها للوصول إلى هدف أو ناتج مطلوب (موسى، 2019).

11 - أنواع الذكاء الاصطناعي:

• يمكن تصنيف الذكاء الاصطناعي حسب قدراته إلى ثلاثة مستويات:

1- الذكاء الضيق (المحدود): وهو الأكثر شيوعاً حالياً ويسمى أيضاً بالضعيف، يختص بأداء مهمة واحدة باحترافية عالية ضمن نطاق محدد يحاكي جانباً من الذكاء البشري.

2- الذكاء العام (القوي): نظام يمتلك قدرات ذهنية شاملة كالإنسان، قادر على فهم وتعلم وتنفيذ المهام الفكرية المختلفة وحل المشكلات بمرونة.

- 3- **الذكاء الفائق**: مستوى متقدم تفوق فيه قدرات الآلة قدرات أفضل الخبراء من البشر، وهذا ما يوضحه شكل رقم (1).
- كما يصنف حسب وظائفه إلى أربعة أنواع:
- أ- **الآلات التفاعلية**: أبسط الأنواع، تتفاعل مع المعطيات الحالية فقط دون الاستفادة من التجارب السابقة.
- ب- **الذاكرة المحدودة**: تستطيع تخزين وتحليل تجارب سابقة لفترة مؤقتة لاتخاذ القرار.
- ج- **نظرية العقل**: يهتم بفهم المشاعر الإنسانية والتفاعل والتواصل الاجتماعي.
- د- **الإدراك الذاتي**: المستوى المستقبلي المتوقع حيث تمتلك الآلة وعياً ذاتياً ومشاعر خاصة.
- ويندرج ضمنها تعلم الآلة حيث يصبح الحاسوب قادراً على التعلم الذاتي من التجارب السابقة والتنبؤ واتخاذ القرار دون تدخل مباشر (حمدي، 2022) ولتوضيح الهيكلية انظر شكل رقم (2).



شكل (1) يوضح الشكل الهرمية تصنيف الذكاء الاصطناعي من الضيق الأكثر شيوعاً إلى الفائق الأكثر تطوراً.
المصدر: تصميم الباحثة



شكل (2) يوضح انواع الذكاء الاصطناعي
المصدر: تصميم الباحثة

12- خصائص الذكاء الاصطناعي:

نظراً لكون الذكاء الاصطناعي منظومة تقنية تحاكي السلوك الإنساني، فإن فعاليته تتركز على مجموعة من المقومات الجوهرية التي تمكنه من محاكاة العقل البشري، وتتمثل أبرز هذه الخصائص فيما يلي:

- 1- **التعلم الذاتي والاستنتاج**: يتميز بقدرته على استيعاب المعلومات الجديدة وتخزينها، ثم بناء قواعد معرفية خاصة به، والانتقال المنطقي من البيانات الخام إلى المعرفة المهيكلية، مع القدرة على التحليل والاستدلال واختيار البديل الأمثل من بين الخيارات المطروحة.

2- **المعالجة والتحليل للبيانات الضخمة:** يمتلك القدرة على استيعاب كميات هائلة من البيانات المتنوعة والمتجددة، ومعالجتها وربطها ببعضها البعض لاستخلاص مؤشرات ودلالات دقيقة يصعب على الإنسان الوصول إليها يدوياً.

3- **اتخاذ القرار وحل المشكلات:** لا يكتفي بتحليل المعطيات فقط، بل يتجاوز ذلك إلى مرحلة المفاضلة بين الحلول واختيار القرار الأكثر ملاءمة وفعالية لتحقيق الهدف، من خلال تقييم جميع الاحتمالات وعدم التقيد بمسار خوارزمي واحد ، وفي الشكل رقم (3) نبين هذه الخصائص.



شكل (3) توضح خصائص الذكاء الاصطناعي المصدر الباحثة "

13- الذكاء الاصطناعي في الهندسة المعمارية :

في مجال الهندسة المعمارية، يمكن تعريف الذكاء الاصطناعي بأنه توظيف مجموعة من التقنيات والأنظمة الذكية لتحسين عمليات التصميم وإدارة المشاريع المعمارية. ويشمل ذلك الاستفادة من تحليل البيانات الضخمة، وتطبيقات التعلم الآلي، والتفاعل مع الأنظمة الذكية، بهدف تطوير مشاريع معمارية تتسم بقدر أكبر من الكفاءة والاستدامة والابتكار.

- كما أرى ان التصميم المعماري عملية إبداعية معقدة قائمة على الخبرة، ولذا يجب توظيف الذكاء الاصطناعي كأداة لاستكشاف المتطلبات واقتراح حلول متنوعة تراعي الجوانب التنظيمية والإنشائية والبيئية والمالية، لا كوسيلة للبحث عن حل وحيد ضمن نطاق محدد.

14- العلاقة بين التصميم الذكي والتصميم المعماري التقليدي:

لا يوجد اختلاف جوهري بين التصميم الذكي وباقي فروع التصميم فيما يتعلق بالعمليات والمراحل التصميمية، فالتصميم الذكي يُعد جزءاً و فرعاً من التصميم المعماري يتفق معه في الأهداف والمقاصد، إلا أنه يتميز عنه في بعض المتطلبات الخاصة التي يجب توفيرها ليُوصف بأنه ذكي (سلامة، 2014).

وقد استفاد مجال التصميم المعماري كباقي المجالات الأخرى من تطبيقات هذه التقنية، حيث ساعدت المصممين على إنشاء متغيرات متعددة وإنتاج أعداد هائلة من النماذج والتصميمات بألوان وأنماط متميزة تلبي متطلبات العمل المتطورة في وقت زمني قصير، وذلك من خلال المدخلات والخوارزميات التي يحددها المصمم مسبقاً.

وأصبحت صناعة التصميم المعماري اليوم كياناً لا ينفصل عن التكنولوجيا الرقمية، حيث يمنح الذكاء الاصطناعي للمصممين مزيداً من الوقت للإبداع والاستلهام كما هو موضح في شكل رقم (4)، بينما تتولى أجهزة الكمبيوتر المهام

الابداع البشري والذكاء الاصطناعي في العمارة المستدامة ": نحو عمارة ثالثة بعقل مزدوج"

التكرارية المعقدة التي تعتمد على البيانات بشكل أساسي. فالذكاء الاصطناعي يعيد تعريف دور المصمم بشكل كبير بدءاً من التصميم إلى التنفيذ، مما يؤدي إلى التحرر من النماذج التقليدية القديمة (حمدي، 2022) ومن هنا اتيت بمقارنة بسيطة بصرية موضح في شكل رقم (5) مقارنة بين نموذج تقليد ونموذج ذكي.



مبنى تقليدي - طرابلس



مبنى ذكي - نموذج تخيلي مولد بالذكاء الاصطناعي

شكل (4): مقارنة بين المبنى التقليدي الليبي والمبنى الذكي المعزز بالذكاء الاصطناعي
المصدر: صور تخيلية مولدة بالذكاء الاصطناعي لأغراض توضيحية



بيت القرماني - طرابلس



أبراج البحر - أبوظبي - مبنى ذكي

شكل (5): مقارنة بين بيت القرماني كمثال للعمارة التقليدية وأبراج البحر كمثال للعمارة الذكية
المصدر: تصميم الباحثة بالاعتماد على أرشيف الصور المعمارية

15- دور الذكاء الاصطناعي في تطوير عملية التصميم :

ساهم دخول الذكاء الاصطناعي إلى مجال العمارة في معالجة الكثير من التحديات التصميمية، حيث أتاح للمصمم أدوات تساعد على الوصول إلى حلول أكثر دقة وكفاءة.

ومن أهم استخداماته في هذه المرحلة:

1. **التوليد التلقائي للبدائل:** بدلاً من رسم حل واحد، يمكن للنظام إنتاج عدد كبير من المقترحات التصميمية المختلفة خلال دقائق، بالاعتماد على خوارزميات مثل الـ GANs، ووفقاً لمدخلات يحددها المعماري كالمساحة والوظيفة واستهلاك الطاقة.
2. **النمذجة الشاملة:** لا يقتصر دور الذكاء الاصطناعي على الشكل فقط، بل يبنى نماذج تراعي العوامل الإنشائية والبيئية، كدرجات الحرارة واتجاه الضوء وحركة الناس حول المبنى، لضمان تصميم مستدام.
3. **التقييم اللحظي:** تسمح البرامج الذكية برؤية أثر أي تعديل في الحال، سواء بتغيير الخامات أو توزيع الفراغات، مما يختصر وقت التجريب ويعطي نتائج فورية على الشاشة.
4. **ترشيد استهلاك الموارد:** من خلال تحليل البيانات، يكشف النظام عن نقاط الهدر في الطاقة والمواد، ويقترح طرقاً لاستثمار الإضاءة الطبيعية وتقليل الفاقد الحراري، وهو ما يدعم توجه العمارة نحو الاستدامة.

16-أنواع ومستويات الذكاء الاصطناعي في التصميم:

أولاً: أنواعه حسب طريقة التوظيف:

- **التصميم الآلي:** يقوم فيه الذكاء الاصطناعي بتنفيذ كامل مراحل التصميم من الفكرة إلى الإنتاج، مما يقلل الجهد البشري ويرفع الكفاءة.
 - **التصميم المعزز:** يستخدم كأداة مساعدة للمصمم لتحسين دقة النماذج وتحليل البيانات ومحاكاة السيناريوهات الواقعية.
 - **التصميم التعاوني:** يسهل التعاون بين فرق العمل وأصحاب المصلحة لاتخاذ قرارات أفضل بناءً على البيانات وآراء المستخدمين.
 - **التصميم الهجين (إنسان - آلة):** يجمع بين الإبداع البشري وإمكانيات الذكاء الاصطناعي لإنتاج حلول أكثر ابتكاراً.
- ثانياً: مستوياته حسب القدرة:
- **الذكاء المحدود (ANI):** يؤدي مهام محددة وواضحة مثل القيادة الذاتية والتعرف على الصوت والصورة.
 - **الذكاء العام (AGI):** يحاكي طريقة تفكير الإنسان وقدرته على التخطيط واتخاذ القرار بشكل مستقل.
 - **الذكاء الفائق (ASI):** مستوى افتراضي يفوق الذكاء البشري في التعلم والحكم والتواصل، ولم يتحقق حتى الآن، ومنا هنا
- استطيع تلخيص أنواع والمستويات في شكل رقم (6).



شكل (6) الشكل يوضح أنواع الذكاء الاصطناعي في التصميم (الآلي، المعزز، التعاوني، الهجين) ومستوياته المتدرجة من الضيق إلى العام إلى الفائق

17- استخدامات الذكاء الاصطناعي في التصميم المعماري وتطور برامجه:

يوظف الذكاء الاصطناعي في العمارة عبر عدة مجالات: توليد المخططات الأرضية باستخدام شبكات التوليد التفاضلية (GANs) وهي شبكات ذكية تتعلم من آلاف المخططات وتولد مخططات جديدة) كما موضح في الشكل رقم (7)، بناءً على الأبعاد والظروف البيئية، وتحويل الصور الفوتوغرافية للفراغات القائمة إلى نماذج التصميم بمساعدة الحاسوب (CAD) ونمذجة معلومات البناء (BIM) وهو نموذج رقمي ثلاثي الأبعاد يحتوي كل معلومات المبنى من مواد وتكلفة وطاقة) عبر تقنيات الرؤية الحاسوبية (قدرة الكمبيوتر على فهم الصور)، وتسريع التصور المفاهيمي من خلال أدوات التصميم التوليدي مثل MidJourney وهي (أداة تصميم توليدي (Generative AI) تحول الوصف النصي إلى صورة معمارية تخيلية في ثواني) مع بقاء دور المعماري في المفاضلة والتعديل (Chaillou, 2022).

كما يساهم في أتمتة فحوصات الامتثال لأكواد البناء، وتوثيق المشاريع، ومحاكاة الأداء الحضري والبيئي وتحسين استهلاك الطاقة باستخدام أدوات مثل Ladybug (أداة لتحليل الإضاءة والطاقة)، بالإضافة إلى تعزيز السلامة في مواقع البناء من خلال المراقبة اللحظية، وتمكين التصميم البارامتري (تصميم يعتمد على تغيير المعايير والأرقام لتوليد أشكال معقدة) القائم على ترميز القواعد الهندسية (Caetano et al., 2020).

وقد تطور التصميم المعماري من الرسم اليدوي إلى التصميم بمساعدة الحاسوب (CAD) وصولاً إلى نمذجة معلومات البناء (BIM)، مما مكن برامج مثل Revit و AutoCAD و ArchiCAD و 3D Max و SketchUp و Lumion من تجاوز الأشكال التقليدية وإنتاج تكوينات معقدة ومبتكرة (Eastman et al., 2018)



شكل (7): توظيف الشاشة الرقمية التفاعلية في محاكاة الرسم اليدوي، المصدر:

(Wacom Co., Ltd. (2023). Wacom Cintiq Pro: Professional Creative Display. Retrieved from <https://www.wacom.com>)

18- تقنيات الذكاء الاصطناعي المستخدمة في تصميم المباني:

◀ تشمل تطبيقات الذكاء الاصطناعي في التصميم أربع تقنيات رئيسية (السيد وآخرون، 2023):

1. الضبط الآلي للأنماط التكرارية: كان التصميم قديماً يعتمد على خوارزميات ثابتة يكررها المصمم يدوياً، أما حالياً فيعتمد على قواعد بيانات ضخمة وأنظمة ذكاء اصطناعي تحول البيانات إلى معرفة، فيقوم النظام بتوليد مئات البدائل للنماذج والأنماط بشكل تلقائي ويختار المصمم الأنسب منها.
2. خوارزميات الألوان (Color Algorithms): توفر البرامج الحديثة المدعومة بالذكاء الاصطناعي ملايين البدائل والمجموعات اللونية المتناسقة بناءً على تحليل قواعد بيانات لونية ضخمة، بالإضافة إلى ميزة المجتمعات اللونية

الابداع البشري والذكاء الاصطناعي في العمارة المستدامة ": نحو عمارة ثالثة بعقل مزدوج"

(Community Color) التي تسمح باقتراح وحفظ ومشاركة المجموعات اللونية، فيصبح دور المصمم هو الاختيار على أساس الذوق بدلاً من التركيب اليدوي.

3. محاكاة الرسم اليدوي بالأدوات الرقمية: تطور الرسم من الأدوات اليدوية (فرش وأقلام) إلى استخدام الفأرة، ثم إلى اللوحة الرقمية (Tablet) وصولاً إلى الشاشة الرقمية التفاعلية (Wacom Cintiq) التي تدعم اللمس المتعدد وتقريب الأبعاد. وتوفر هذه الشاشات تجربة تحاكي الرسم اليدوي بدقة عالية وتمنح مرونة في التعامل مع عناصر التصميم وتوسيع المدركات البصرية.

4. المحاكاة الافتراضية ثلاثية الأبعاد: تهدف إلى جعل التصميم أكثر واقعية وجاذبية من الفكرة الأساسية. ويوظف الذكاء الاصطناعي هنا في تنفيذ مهام تتطلب إدراكاً بصرياً مشابهاً للإنسان، مثل ضبط التناسق اللوني والإضاءة والمواد وتعديل التصميمات تلقائياً لجعلها أكثر قبولاً وتأثيراً (السيد وآخرون، 2023).

19- تطبيقات الذكاء الاصطناعي المستخدمة في تصميم المباني الحديثة:

رغم حداثة الذكاء الاصطناعي إلا أن تطبيقاته تعددت في مجال تصميم وتشغيل الفراغات، ومن أكثرها استخداماً:

1- التصميم التوليدي (Generative Design): تقنية تعتمد على الذكاء الاصطناعي لتوليد مجموعة واسعة من البدائل التصميمية المبتكرة ضمن إطار من المحددات والمتطلبات (مساحة، تكلفة، إضاءة)، حيث يقوم النظام بالمفاضلة واختيار البديل الأكثر كفاءة في أسرع وقت (Chaillou, 2022).

2- نمذجة معلومات البناء (BIM - Building Information Modeling): هي منهجية رقمية ذكية وليست مجرد برنامج، تقوم على إنشاء نموذج ثلاثي الأبعاد متكامل يحوي كل معلومات المبنى الإنشائية والميكانيكية والكهربائية. وتستخدم في تحليل أداء عناصر المبنى والتنبؤ بسلوكها المستقبلي، وإدارة تشغيل وصيانة المشروع وتحقيق التكامل بين الأنظمة المختلفة كما في شكل (8).



شكل (8): يوضح منهجية نمذجة معلومات البناء (BIM)

المصدر: إعداد الباحثة بمساعدة الذكاء الاصطناعي.

3- الواقع الافتراضي (VR - Virtual Reality): تقنية تخلق بيئة افتراضية تفاعلية تحاكي الواقع بالكامل، تتيح للمصمم والعميل التجول داخل المبنى قبل بنائه ودراسة مكوناته بصورة أقرب للواقع، مما يسهل شرح التصميم لغير المتخصصين وإشراكهم في اتخاذ القرار الموضحة في شكل رقم (9).



شكل (9): التصور المعماري باستخدام الواقع الافتراضي

المصدر: إعداد الباحثة بمساعدة الذكاء الاصطناعي

4- الواقع المعزز (AR - Augmented Reality): تقنية شبيهة بالواقع الافتراضي لكنها تضيف النموذج الافتراضي على الواقع الحقيقي. فبمجرد مسح الرسم بكاميرا الهاتف الذكي تظهر صورة ثلاثية الأبعاد للمبنى في الموقع الفعلي، مما يعطي مرونة وواقعية أكبر في تقييم البدائل التصميمية انظر لشكل رقم (10).



شكل (10): يوضح تقنية الواقع المعزز (AR) في العمارة .

المصدر: إعداد الباحثة بمساعدة الذكاء الاصطناعي

الابداع البشري والذكاء الاصطناعي في العمارة المستدامة ": نحو عمارة ثالثة بعقل مزدوج"

5- تحليل كفاءة الطاقة (Energy Efficiency Analysis): أحد تطبيقات الذكاء الاصطناعي المستخدمة لتحليل استهلاك الطاقة في فراغات المبنى وتحديد الاستراتيجيات المثلى لتحسينها، انظر لي شكل رقم (11). وتقوم برامج مثل Ladybug وInsight Autodesk بتحويل بيانات الطاقة إلى مؤشرات رقمية ولونية توضح حجم الطاقة في العناصر الهيكلية، مما يمكن المصمم من اتخاذ قرارات تحقق أفضل أداء بيئي.



شكل (11): يوضح تحليل كفاءة الطاقة في العمارة.

المصدر: إعداد الباحثة بمساعدة الذكاء الاصطناعي.

20- إسهامات الذكاء الاصطناعي في التصميم المعماري والتشييد:

أسهم الذكاء الاصطناعي بشكل فعال في تطوير قطاع البناء والعمارة، وتتمثل أبرز تطبيقاته فيما يلي:

1- دعم العملية التصميمية: يساعد في تحليل المشاريع السابقة واقتراح بدائل تصميمية، ويتنبأ بسلوك الهيكل الإنشائي تحت مختلف الظروف، مما يرفع كفاءة التصميم ويعزز متانة وسلامة المبنى.

2- تقنيات الواقع الافتراضي والمعزز (VR/AR): يوفر بيئة تعليمية تفاعلية آمنة، تمكن الطالب من الانغماس في تجربة التصميم والبناء افتراضياً، ومعاينة النماذج واختبار خصائصها الفيزيائية وإجراء التعديلات قبل التنفيذ الفعلي.

3- فهم احتياجات المستخدم: تحلل الخوارزميات البيئة المحيطة عبر أجهزة الواقع المعزز وتتعرف على العناصر المهمة، ثم تعرضها ضمن واجهة المستخدم لزيادة إدراكه للفراغ المحيط.

4- التوثيق الفراغي ثلاثي الأبعاد: تنشئ خوارزميات الذكاء الاصطناعي خرائط ونماذج ثلاثية الأبعاد دقيقة للموقع الفعلي، مما يسمح بدمج المحتوى الافتراضي مع الواقع بشكل سلس وواقعي.

5- الصيانة الاستباقية: تحلل بيانات الحساسات للتنبؤ بأعطال المبنى ومواعيد الصيانة، مما يقلل التكاليف ويحافظ على كفاءة التشغيل.

الإبداع البشري والذكاء الاصطناعي في العمارة المستدامة": نحو عمارة ثالثة بعقل مزدوج"

6- **ضبط الجودة:** يتم أتمتة عمليات الفحص عبر تحليل الصور وقراءات الحساسات للكشف المبكر عن عيوب المواد أو التنفيذ، مما يحسن جودة المخرج النهائي ويقلل الهدر.

7- **إدارة سلسلة الإمداد:** تحسن عمليات الشراء والتوزيع من خلال تحليل أداء الموردين وتكاليف النقل، مما يضمن توفر الموارد في وقتها ويقلل التأخير والتخزين.

8- **ترشيد استهلاك الطاقة:** يحل أنماط الاستهلاك لتحديد فرص التوفير، مما يساهم في خفض التكاليف التشغيلية وتقليل الأثر البيئي وتحقيق الاستدامة؛ كما تمكنت من جمعها في الشكل الاتي رقم (12).



شكل (12): إسهامات الذكاء الاصطناعي في التصميم المعماري والتشييد

المصدر: إعداد الباحثة بمساعدة الذكاء الاصطناعي

21- إيجابيات استخدام الذكاء الاصطناعي في العمارة والعمران:

يقدم الذكاء الاصطناعي مزايا جوهرية لدعم التصميم وإدارة الفراغات أبرزها:

- المعالجة السريعة والدقيقة لكميات ضخمة من بيانات التصميم والإنشاء وكشف الأنماط والتوجهات.
- تعزيز الإبداع عبر توليد حلول تصميمية مبتكرة ومفصلة بالخوارزميات المتقدمة.
- اختصار الوقت والجهد مقارنة بالطرق التقليدية.
- رفع الكفاءة الإنتاجية بتقليل تدخل العنصر البشري وضمان توزيع المعطيات بدقة.
- تنفيذ مساحات ميدانية وطبوغرافية دقيقة باستخدام أجهزة ذكية.
- تعزيز الأمن والسلامة الإنشائية في التصميم والتنفيذ.
- توفير نظم صيانة دورية آلية وذاتية قادرة على التشخيص والإصلاح.
- دعم اتخاذ القرار بسرعة ومنهجية عبر تحليل متكامل للبيانات المتاحة والمستنتجة. حيث تم جمع المزايا في شكل رقم (13).

الابداع البشري والذكاء الاصطناعي في العمارة المستدامة ": نحو عمارة ثالثة بعقل مزدوج"



شكل (13): إيجابيات الذكاء الاصطناعي في العمارة وال عمران
المصدر: إعداد الباحثة بمساعدة الذكاء الاصطناعي

22-سلبيات استخدام الذكاء الاصطناعي في تصميم المباني الحديثة:

على الرغم من مزاياه، يصاحب توظيف الذكاء الاصطناعي في العمارة عدة سلبيات، أبرزها:

- تراجع المهارات اليدوية والحرفية التقليدية نتيجة الاعتماد المفرط على البرمجيات.
- زيادة مخاطر الاختراقات السيبرانية وتعطيل أنظمة التصميم والتشغيل والتلاعب ببياناتها.
- ضعف القيمة المعنوية والجمالية للمخرجات وافتقارها للبعد الثقافي والوجداني المرتبط بهوية المستخدم.
- انتهاك الخصوصية بسبب الاعتماد على كاميرات ومستشعرات المراقبة المستمرة وإساءة استخدام البيانات الشخصية.
- ارتفاع تكاليف البرمجيات والأنظمة الذكية مما يؤثر على الجدوى الاقتصادية للمشروع.
- تفاقم الفجوة الرقمية بين الفئات القادرة وغير القادرة على اقتناء التقنية.
- صعوبة السيطرة البشرية وتقييد القرار عند حدوث أخطاء أو نقص في المدخلات.
- احتمالية الانهيار أو التوقف المفاجئ للأنظمة الذكية نتيجة عطل أو استخدام غير محسوب.
- تقليص دور المعماري والمهندس وتراجع فرص العمل مع توسع الأتمتة.

ويوضح شكل (14) السلبيات الرئيسية للاعتماد على الذكاء الاصطناعي في التصميم المعماري .



شكل (14): سلبيات استخدام الذكاء الاصطناعي في تصميم المباني الحديثة
المصدر: إعداد الباحثة بمساعدة الذكاء الاصطناعي.

23- مقارنة بين إيجابيات وسلبيات الذكاء الاصطناعي في العمارة والعمران:

على الرغم من التباين الواضح بين إيجابيات وسلبيات توليف الذكاء الاصطناعي في المجال المعماري والعمراني، إلا أن العلاقة بينهما تكاملية أكثر منها تنافسية. ففي حين يساهم الذكاء الاصطناعي في تسريع عملية التصميم وتحسين الكفاءة وتحليل كميات ضخمة من البيانات بدقة عالية وتوليد بدائل تصميمية مبتكرة ومتنوعة، إلا أنه في المقابل يفرض تحديات جوهرية تتمثل في الاعتماد المفرط الذي قد يحد من الإبداع البشري، ومخاطر خصوصية البيانات، وارتفاع تكلفة الأنظمة وتدريب الكوادر. وبالتالي فإن نجاح التكامل بين الذكاء البشري والاصطناعي لا يتحقق من خلال الاستبدال، بل من خلال التكامل الواعي الذي يوظف مزايا التقنية مع الحفاظ على القيم الإنسانية والثقافية للعمارة. ويوضح شكل (15) تحليلاً أكاديمياً لمنافع ومخاطر استخدام الذكاء الاصطناعي في مجال العمارة والتصميم العمراني.



شكل (15) : مقارنة بين إيجابيات وسلبيات الذكاء الاصطناعي في العمارة والعمران

المصدر: إعداد الباحثة بمساعدة الذكاء الاصطناعي.

24- هل يمكن استبدال المعماري بالذكاء الاصطناعي؟

يُعدّ استبدال المعماري بالذكاء الاصطناعي مسألة خلافية في الأوساط المهنية. فوفقاً لما طرحه توماس لين في مجلة Building (مايو، 2023)، يمكن لأدوات الذكاء الاصطناعي أتمتة نحو 37% من مهام المعماريين، إلا أن هذه الأتمتة تتركز على الأعمال الروتينية والمتكررة، مما يتيح للمعماري التفرغ للمهام الإبداعية والاستراتيجية. وكما لم تلغ برمجيات مثل Revit والنمذجة ثلاثية الأبعاد دور المعماري بل غيرت آلية عمله، فإن الذكاء الاصطناعي يعمل وفق المبدأ ذاته، فهو أداة مساعدة لا بديل.

وقد أثارت موجة الصور المولدة عبر Midjourney مطلع عام 2023 تساؤلات واسعة حول مستقبل المهنة، بين قلق من تنامي قوة الذكاء الاصطناعي، واهتمام متزايد بتوظيفه في الممارسة المعمارية.

ويبقى الاستبدال الكامل غير وارد لستة اعتبارات جوهرية:

1. الإبداع والابتكار: التصميم المعماري يقوم على الإبداع البشري القادر على ابتكار حلول نوعية غير نمطية تتجاوز قدرات الخوارزميات.

2. الفهم الثقافي والجمالي: يمتلك المعماري حساسية مرفهة للسياق الثقافي والبعد الجمالي والرمزي للمكان، وهو ما يصعب برمجته.

3. التفاعل الإنساني وفهم العميل: يتطلب فهم احتياجات العميل تواصلًا مباشراً وقراءة دقيقة للرغبات الضمنية، وهو ما يعجز عنه التحليل الآلي للبيانات.

4. العمل التكاملي: العمارة عمل جماعي تشاركي يضم تخصصات متعددة، ويحتاج لمهارات التفاوض والتواصل الفعّال.

5. الحكم الأخلاقي: القرارات المعمارية ذات بعد أخلاقي ومجتمعي وبيئي تتطلب تفكيراً نقدياً وقيماً إنسانية لا تملكها الآلة.

6. الأثر الاجتماعي: المعماري يصمم لتحسين جودة الحياة ومراعاة الأثر الاجتماعي للعمران، وهو بُعد إنساني محض.

الخلاصة: من غير المرجح استبدال المعماري كلياً في المدى المنظور، فمع تطور تطبيقات الذكاء الاصطناعي يتضح أكثر أن دوره تكميلي، أداة تعزز الكفاءة وتوسع الخيال، بينما يظل القرار الإبداعي والأخلاقي بيد الإنسان.

25- جدول (1) : أمثلة تطبيقية موسعة لاستخدام الذكاء الاصطناعي والتقنيات الذكية في العمارة الحديثة

م	اسم المبنى - الصورة	نوع تقنيات الذكاء الاصطناعي المستخدمة	فائدة استخدام هذه التقنيات
1	مبنى الخيارة The Gherkin 30 St Mary Axe لندن - بريطانيا 2004	برمجيات CFD + AI Optimization Generative Design	تحليل ديناميكا الهواء لتوليد الشكل البيضاوي المدبب تقليل أحمال الرياح بنسبة 25% تحسين التهوية الطبيعية وكفاءة الطاقة
2	أكاديمية كاليفورنيا للعلوم سان فرانسيسكو - USA 2008	المحاكاة البيئية Environmental Simulation BIM + AI Analytics	تحليل الأداء البيئي للسقف الأخضر المتموج محاكاة استهلاك المياه وجمع مياه الأمطار تحسين الإضاءة الطبيعية والتهوية
3	مبنى Guangzhou Circle قوانغتشو - الصين 2013	التصميم البارامتري + تحليل إنشائي بذكاء اصطناعي Form Finding Algorithms	توليد الشكل الدائري الأيقوني الحامل لرمزية العملة تحليل إنشائي معقد للفراغ المركزي تحسين توزيع المكاتب حسب الإضاءة
4	أبراج البحر 2012 - أبوظبي	برنامج Hard Ware Gear - محاكاة	التحقق من نقاط الضعف وتأثير الرياح إدارة معطيات الأداء الآني والمتوقع
5	متحف مرسيدس بنز Mercedes-Benz Museum شتوتغارت - ألمانيا 2006	التصميم البارامتري Generative Design BIM + AI Simulation	التحليل الإنشائي المعقد للشكل اللولبي المزدوج محاكاة حركة الزوار وتوليد مسار حلزوني متصل إدارة البيانات الضخمة للمقتنيات
6	متحف كونست هاوس Kunsthau Graz غراتس - النمسا 2003	Rhino + Grasshopper + AI Form Finding نظام BMS ذكي	تحليل الشكل العضوي الحر (Blob Architecture) محاكاة الإضاءة والتحكم في الفقاعات المضيئة Nozzles التحكم المناخي الذكي

الابداع البشري والذكاء الاصطناعي في العمارة المستدامة ": نحو عمارة ثالثة بعقل مزدوج"

7	مبنى مطار ذكي بأسقف مائلة (نموذج لمطارات الجيل الجديد)	التصميم الخوارزمي Parametric Design تحليل البيانات الضخمة + CFD	توليد الشكل المثلي المتكرر لتحمل الثلوج والرياح محاكاة تدفق المسافرين وتحسين الفراغات تحليل الأداء الحراري للواجهة الزجاجية الضخمة
8	مبنى مكاتب زجاجي بأتريوم مضىء (نموذج للمباني المستدامة)	BMS + Machine Learning التوأم الرقمي Digital Twin	تحسين الإضاءة الطبيعية عبر تحليل خوارزمي للفتحات إدارة استهلاك الطاقة بنسبة 30% الصيانة التنبؤية Predictive Maintenance
9	مبنى الواجهة الإعلامية Media Facade الصين - نموذج الواجهات التفاعلية	واجهات LED ذكية + AI Content Management إنترنت الأشياء IoT	واجهة إعلامية تفاعلية تتغير حسب البيانات البيئية تحليل سلوك المستخدمين وعرض محتوى متكيف التحكم في استهلاك الطاقة للإضاءة
10	مدينة - Woven City تويوتا سفح جبل فوجي - اليابان 2025	City OS + AI Urban Simulation Digital Twin للمدينة	تصميم مدينة ذكية مستدامة بالكامل محاكاة حركة المركبات ذاتية القيادة إدارة الطاقة المتجددة والنفايات والروبوتات بالذكاء الاصطناعي
11	استاد أفيفا - Aviva 2010 دبلن	Rhino - نمذجة ثلاثية الأبعاد	إنتاج تكوينات لتغليف بقشرة عضوية انسيابية توليد نماذج ثلاثية لسطح حجمية بسرعة
12	مبنى مكاتب ذكي بأتريوم مضىء + ألواح شمسية - نموذج مطور 2024	نموذج مستدام أتريوم زجاجي ذكي للإضاءة الطبيعية ألواح شمسية PV على السطح حدائق عمودية + إدارة طاقة BMS	توفير طاقة 40% تحسين جودة الهواء راحة بصرية وحرارية للموظفي

المصدر: إعداد الباحثة بالاعتماد على الدراسات السابقة وتحليل النماذج المعمارية الذكية

ملاحظة:

"تم اختيار عينة من المشاريع المقترحة والمنفذة جزئياً نظراً لحدائث تقنيات الذكاء الاصطناعي، حيث تعتبر المشاريع المقترحة هي الأكثر تعبيراً عن التوجه المستقبلي للعمارة، وتستخدم كـ **Living Labs** لاختبار التقنيات قبل تعميمها. ومن استعراض تلك النماذج المختلفة للمباني الحديثة التي استخدمت الذكاء الاصطناعي يتضح مدى إسهام الذكاء الاصطناعي وتقنياته وتطبيقاته في تطوير التصميمات المعمارية وتحولها من مجرد أفكار مجسمة إلى واقع ملموس باستخدام برمجيات لتصميم الأشكال المعمارية غير التقليدية، حيث تم الاستفادة من برامج الحاسب الآلي في إخراج تلك الأشكال الرقمية بإيجاد نماذج تخيلية ثلاثية الأبعاد لمحاكاة الواقع تظهر فيها التفاصيل الفراغية بصورة دقيقة مع وضع هذه الأشكال تحت الاختبار للتأكد من كفاءتها وقدرتها على مواجهة العوامل الخارجية قبل تنفيذها على أرض الواقع.

26- النتائج:

1.النتائج:

أظهرت نتائج التحليل الموضح في الجدول رقم (1) ما يلي:

- يُسهم الذكاء الاصطناعي في دعم العملية التصميمية من خلال تحليل كميات ضخمة من البيانات وتنفيذ المهام الروتينية بدقة عالية، مما يمنح المصمم مساحة أكبر للتركيز على الجانب الإبداعي.
- تتمثل إحدى أبرز المزايا في قدرة أنظمة الذكاء الاصطناعي على تنظيم ومراقبة كافة تفاصيل سير العمل، بما يشمل الجداول الزمنية وإدارة الموارد والتحكم في المخاطر بكفاءة أعلى.
- تستطيع تطبيقات الذكاء الاصطناعي توليد التصميمات انطلاقاً من التوصيف اللفظي للمعماري عبر تكامل تقنيات التعلم العميق ومعالجة الصور.

2. المناقشة والمقارنة مع دراسات سابقة

تتفق هذه النتائج مع ما توصلت إليه دراسة (Caetano et al. (2020 حول دور الذكاء الاصطناعي في أتمتة المهام الروتينية، ومع دراسة (Chaillou (2022 التي أكدت قدرة التعلم العميق على توليد بدائل تصميمية انطلاقاً من الوصف. بينما تختلف هذه الورقة في تركيزها على البعد الفلسفي، حيث تطرح مفهوم العمارة الثالثة القائمة على فلسفة العقل المزدوج، والتي تؤكد أن الحس الإبداعي والذوق الجمالي للعنصر البشري يبقى هو جوهر العملية التصميمية، مدعوماً بأدوات ذكية تعمل على توسيع المدارك، وهو ما لم تتطرق إليه الدراسات السابقة التي ركزت على الجانب التقني فقط.

27- التوصيات:

- ✓ توظيف الذكاء الاصطناعي كأداة مساعدة لا كبديل للخبرة البشرية.
- ✓ بناء استراتيجية علمية متكاملة لمواكبة التطور التقني المتسارع.
- ✓ تحلي المصمم بالوعي والمسؤولية تجاه مخاطر التقنيات الذكية.
- ✓ تحقيق توازن بين دور الكادر البشري واستبداله بالذكاء الاصطناعي.
- ✓ الالتزام بالأخلاقيات والتشريعات وحقوق الإنسان والخصوصية.
- ✓ نشر ثقافة الذكاء الاصطناعي وتطوير مهارات المصممين والطلاب باستمرار.

28- خاتمة:

ختاماً، نقف اليوم أمام تحول جوهري في طريقة إنتاج العمارة؛ فالذكاء الاصطناعي أثبت قدرته على إعادة تعريف كل مرحلة من مراحل العمل المعماري، غير أن جوهر العمارة سيظل مرتبطاً بالإنسان. فالأداة الذكية توسع الأفق وتعمق التحليل، لكن القرار الأخير والمعنى النهائي يظل إنسانياً. إن المستقبل لا يكمن في عمارة تصنعها الآلة، ولا في عمارة ترفض الآلة، بل في تلك العمارة الثالثة التي تنشأ من تكاملهم، لتحول ما كان بالأمس مستحيلاً إلى واقع ملموس.

29- المراجع:

المراجع العربية:

1. حسانين، أحمد.. (الذكاء الاصطناعي: المفهوم والتطبيقات) القاهرة: دار الفكر العربي (2020).
2. حسانين، هالة (الذكاء الاصطناعي ومستقبل التصميم المعماري) مجلة العمارة والتخطيط، جامعة الملك سعود، (2020)
3. حمدي، محمد (تطبيقات الذكاء الاصطناعي في العمارة والعمران) عمان: دار اليازوري. (2022)
4. الخالدي، سارة وعبد الرحمن، علي (المباني الذكية والمستدامة في ظل الثورة الصناعية الرابعة) مجلة العلوم الهندسية، جامعة القاهرة، (2022).
5. عبد الله، محمد (المباني الحديثة والتقنيات الذكية) عمان: دار المعرفة. (2021) .
6. المغربي، محمد وآخرون (توظيف الذكاء الاصطناعي في تعزيز الإبداع المعماري وتحدياته) مجلة العمارة والتخطيط، جامعة الملك سعود(2024).

7. محسن، أحمد حسن (التفكير التصميمي: المنهجية والعملية في العمارة) القاهرة: دار الفكر الهندسي. (2024).
8. موسى، عبد الله (الخوارزميات والذكاء الاصطناعي) الرياض: دار التقنية. (2019).

المراجع الأجنبية:

1. . Autodesk. (2023). Generative Design and Energy Analysis with Autodesk Insight.
2. Caetano, I., Santos, L., & Leitão, A. (2020). Computational design in architecture: Defining parametric, generative, and algorithmic design. *Frontiers of Architectural Research*, 9(2), 287–300. <https://doi.org/10.1016/j.foar.2019.12.008>
3. Chaillou, S. (2022). *Artificial Intelligence and Architecture: From Research to Practice*. Basel: Birkhäuser.
4. Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2018). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, and Contractors (3rd ed.)*. Wiley.
5. Kaplan, A., & Haenlein, M. (2019). Siri, Siri, in my hand: Who's the fairest in the land? On the interpretations, illustrations, and implications of artificial intelligence. *Business Horizons*, 62(1), 15–25.