Alq J Sci. 2026;2(6):559-569
https://doi.org/10.69667/ajs.26603
Alqalam Journal of Science
مجلـــة القلم للعلـوم
https://alqalam.utripoli.edu.ly/index.php/AR

الذكاء الاصطناعي وتطور العملية التصميمية: دراسة حالة لمشاريع رواد العمارة العالمية

عثمان المهدى ناصف*، عبد الرحمن فرج شهران

قسم الهندسة المعمارية والتخطيط العمراني، كلية الهندسة القره بوللى، جامعة المرقب، ليبيا

otman.nasef@elmergib.edu.ly

الملخص

يدرس هذا البحث التحول في العملية التصميمية المعمارية في عصر الذكاء الاصطناعي، من خلال تحليل نقدي لكيفية توظيفه في العمليتين التصميمية والإبداعية و تهدف الدراسة إلى تقييم الأثر الحقيقي للذكاء الاصطناعي على دور المعماري، وذلك بتحليل أسلوب ونهج نماذج مختارة لمكاتب عالمية رائدة وظفت الذكاء الاصطناعي في تصاميمها، وهي(Zaha Hadid Architects :لدراسة التوليد البارامتري والأشكال المعقدة)، (Foster + Partnersلتحليل التوظيف الوظيفي لتحسين الاستدامة والأداء)، (Vincent Callebaut Architecturesلاستكشاف التكامل بين الذكاء الاصطناعي والعمارة الحيوية)، (MAD Architectsلفهم دمج الذكاء الاصطناعي في تصميم الفراغات العضوية والطموحة). اعتمدت الدراسة على منهجية تحليل المحتوى النوعي، وذلك من خلال اختيار عينة من المشاريع لأربعة مكاتب عالمية تمثل توجهات معمارية تستخدم تقنيات الذكاء الاصطناعي حيث تم جمع المادة التحليلية من مصدرين رئيسيين هما المخرجات البصرية كالصور والرسومات والنماذج المعمارية، والنصوص المصاحبة كالبيانات الصحفية وتصريحات المعماريين والمقالات المتخصصة التي تشرح فلسفة التصميم ودور التكنولوجيا فيه. خلصت الدراسة إلى أن مستقبل العمارة يكمن في شراكة تكاملية، حيث يوجه المعماري الرؤية الإبداعية بينما يوسع الذكاء الاصطناعي نطاق الحلول الممكنة، واتضح أنه يساهم بدور فعال في معظم مراحل عملية التصميم المعماري تكمن أصالة البحث في تركيزه على العلاقة بين الذكاء الاصطناعي والمعماريين الرواد، حيث أشارت النتائج إلى أن كبار المعماريين استخدموا الذكاء الاصطناعي بطرق متنوعة وفعالة، حيث قدم كل مكتب رؤية فريدة في توظيف هذه التكنولوجيا، مما يؤكد أهمية مواكبة الاتجاهات الحديثة والاستفادة من تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تطوير الممارسة المعمارية.

الكلمات المفتاحية: الذكاء الاصطناعي، التصميم المعماري، كبار المعماريين.

Abstract

This research examines the transformation of the architectural design process in the era of artificial intelligence through a critical analysis of how AI is employed in both design and creative practices. The study aims to evaluate the real impact of artificial intelligence on the role of the architect by analyzing the approaches of selected leading international firms that have integrated AI into their work: Zaha Hadid Architects (parametric generation and complex forms), Foster + Partners (functional applications for sustainability and performance), Vincent Callebaut Architectures (integration of AI with bio-architecture), and MAD Architects (AI in organic and ambitious spatial design). The study adopts a qualitative content analysis methodology, selecting a sample of projects from these four firms that represent architectural directions using AI technologies. Analytical material was collected from two main sources: visual outputs (images, drawings, and architectural models) and accompanying texts (press releases, architects' statements, and specialized articles explaining design philosophy and the role of technology). Findings indicate that the future of architecture lies in an integrative partnership, where the architect provides creative vision while artificial intelligence expands the range of possible solutions. AI contributes effectively across most stages of the architectural design process. The originality of this research lies in its focus on the relationship between AI and pioneering architects. Results show that leading architects have employed AI in diverse and effective ways, each offering a unique vision for its application, underscoring the importance of keeping pace with contemporary trends and leveraging AI applications to advance architectural practice.

***Keywords**: Artificial intelligence, Architectural design, Leading architects.*

المقدمة

شهدت العلاقة بين التكنولوجيا والعمارة تحولاً جذرياً منذ ستينيات القرن العشرين، حيث لم تقتصر برامج التصميم بمساعدة الحاسوب على تسهيل العمليات المعقدة فحسب، بل أسهمت في إعادة تشكيل دور المعماري الذي وجد نفسه يشارك في الإنتاج المهني مع التكنولوجيا. وفي الثمانينيات، تعززت هذه العلاقة مع انتشار الأدوات الرقمية؛ فعلى سبيل المثال، رفض المعماري فرانك جيري في البداية استخدام الحواسيب واصفاً إياها بـ"الهراء"،

***Copyright** Author (s) 2026. Distributed under Creative Commons CC-BY 4.0*
***Received**: 25-03-2026 - **Accepted**: 24-05-2026 - **Published**: 01-06-2026*

Alq J Sci. 2026;2(6):559-569
https://doi.org/10.69667/ajs.26603
Alqalam Journal of Science
مجلـــة القلم للعلـوم
https://alqalam.utripoli.edu.ly/index.php/AR

لكنه تبنّاها لاحقاً في مشروعه الشهير متحف غوغنهايم بلباو (Guggenheim Museum Bilbao) انظر الشكل (1) وبالمثل، بدأ نورمان فوستر استخدام التقنيات الرقمية في مرحلة متقدمة من مسيرته ومنذ القرن الحادي والعشرين، طور المعماريون مفاهيم جديدة كالعمارة الهجينة والافتراضية، ودمجوا تقنيات متقدمة مثل التصميم البارامتري والذكاء الاصطناعي في ممارساتهم ، ويؤثر الذكاء الاصطناعي في جوانب متعددة من العمارة، بدءاً من عمليات التصميم وتحليل المواد وصولاً إلى أنظمة البناء وإدارة المباني وقد تبناه رواد العمارة بطرق متنوعة؛ فاستخدمه توم ماين فاستخدم (Tom Mayne) لزيادة تنوع خيارات التصميم، ووظفه وولف بريكس (Wolf Prix) لتحسين العملية التصميمية، وباتريك شوماخر (Patrik Schumacher) لإنشاء أشكال معقدة ومحاكاة سلوك المستخدمين، بينما استعانت مجموعة فوستر و بارتنرز (Foster and Partners)، به لتطوير تصاميم موفرة للطاقة وتحسين الاستدامة وفي هذا السياق، يمثل دمج الذكاء الاصطناعي (AI) وتعلم الآلة (ML) في العمارة تحولاً نوعياً يتيح فرصاً غير مسبوقة للابتكار، ويزيد من اتساع دور المعماري في تنفيذ مهام أكثر تنوعاً.

شكل (1) مشروع (Guggenheim Museum Bilbao) للمعماري (Frank Gehry) المصدر : بتصرف من الباحث

مفهوم الذكاء الاصطناعي

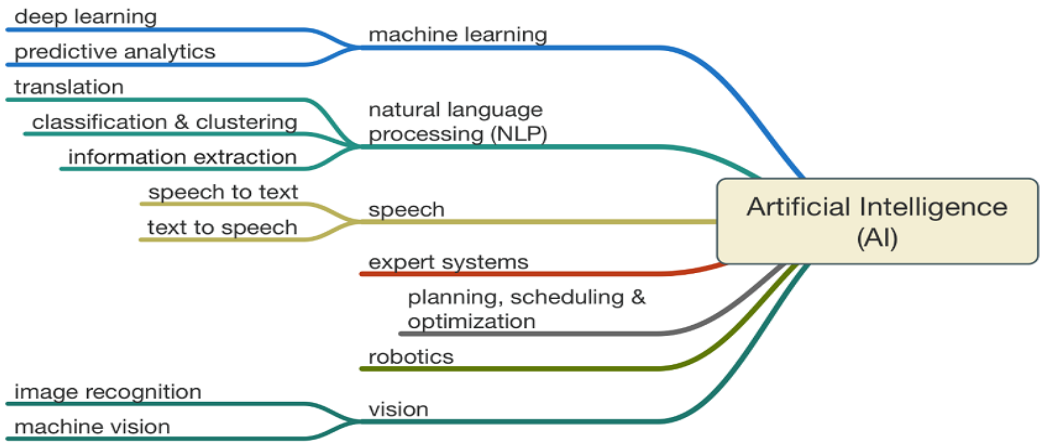
يمكن أن يُنسب مصطلح (الذكاء الاصطناعي) الى (John McCarthy) من (MIT), والذي يعرفه (Marvin Minsky) من (Carnegie Mellon University) بأنه "بناء برامج الكمبيوتر التي تشارك في المهام التي يؤديها البشر حاليًا بشكل أكثر إرضاء" وبقليل من الشرح يمكن تعريف مصطلح الذكاء الاصطناعي الذي يشار له بالاختصار (AI) بأنه قدرة الآلات والحواسيب الرقمية على القيام بمهام معينة تُحاكي وتُشابه تلك التي تقوم بها الكائنات الذكية والعقل البشرى؛ كالقدرة على التفكير أو التعلُم من التجارب السابقة أو غيرها من العمليات الاخرى التي تتطلب عمليات ذهنية، كما يهدف الذكاء الاصطناعي إلى الوصول إلى أنظمة تتمتع بالذكاء وتتصرف على النحو الذي يتصرف به البشر من حيث التعلُم والفهم، بحيث تقدم تلك الا نظمة لمستخدميها خدمات مختلفة من التعليم والارشاد والتفاعل وما الي ذلك.

الذكاء الاصطناعي وتعلم الالة والتعلم العميق (A I, Machine Learning and Deep Learning)

يختلف مفهوم (A I) وتعلم الالة (Machine Learning)، ولكنهما مرتبطان ارتباًطا وثيقًا، فتعلم الالة هو أحد فروع الذكاء الاصطناعي الذي يعنى بجعل الحاسوب قادراً على ألتعلم من تلقاء نفسه من أية خبرات أو تجارب سابقة، مما يجعله قادرا على التنبؤ واتخاذ القرار المناسب بشكل سريع، ويكون ذلك من خلال تطوير الخوارزميات التي تسمح بمثل هذا الا مر، ويساعد تعلم الة الكمبيوتر على تحقيق مفهوم الذكاء الاصطناعي، والتعلم العميق (Deep Learning) يعتبر أحد فروع تعلم الا لة كما هو موضح في الشكل (2)، إذ تكون الخوارزميات مستوحاة من بنية ووظيفة الدماغ والتي يطلق عليها تسمية الشبكات العصبية ا لاصطناعية (Arti cial Neural Networks) وترتكز طريقة التعلم هذه على الشبكات العصبية الاصطناعية، والتي يمكن أن تكون خاضعة للإشراف أو شبه خاضعة له أو حتى غير مشرف عليها .

Copyright *Author (s) 2026. Distributed under Creative Commons CC-BY 4.0*
Received*: 25-03-2026 -* ***Accepted****: 24-05-2026 -* ***Published****: 01-06-2026*

Alq J Sci. 2026;2(6):559-569
https://doi.org/10.69667/ajs.26603
Alqalam Journal of Science
مجلـــة القلم للعلـوم
https://alqalam.utripoli.edu.ly/index.php/AR



شكل (2) مخطط هيكل الذكاء الاصطناعي وتقنياته الفرعية (المصدر : **Russell & Norvig, 2020**)

تاريخ الذكاء الاصطناعي (**The history of AI**)

يمتد تاريخ الذكاء الاصطناعي عبر عقود من التطور المتسارع، بدءاً من الأربعينيات مع تطور الحوسبة خلال الحرب العالمية الثانية التي وضعت الأسس التقنية الأولى وفي عام (1956)، شهدت ورشة عمل (دارتموث) التاريخية ميلاد المصطلح نفسه على يد جون مكارثي، حيث اجتمع رواد المجال لوضع الأسس البحثية للشبكات العصبية والذكاء الاصطناعي الرمزي ثم واجهت الستينيات تحديات تقنية كبيرة بسبب محدودية إمكانيات الحواسيب آنذاك، رغم التنبؤات الواعدة مثل توقع (Herbert A. Simon) عام (1957) بتفوق الذكاء الاصطناعي في الشطرنج كما شهدت السبعينيات طفرة حقيقية مع ظهور المعالجات الدقيقة وبداية العصر الذهبي للأنظمة الخبيرة، بينما عانت الثمانينيات والتسعينيات من فترة ركود عُرفت بـ"شتاء الذكاء الاصطناعي" لكن عام (1997) شهد نقطة تحول عندما حقق نظام (Deep Blue) التابع (IBM) إنجازاً تاريخياً بهزيمة بطل العالم في الشطرنج، محققاً نبوءة (Simon) بعد أربعين عاماً ومع مطلع الألفية الجديدة، بدأت ثورة التعلم العميق تحت قيادة الباحثين (Geoffrey Hinton) و (Yoshua Bengio)و (Yann LeCun) ، حيث أسهمت تطورات معالجات الرسوميات ووفرة البيانات الضخمة في تسريع التقدم بشكل غير مسبوق. أدت هذه التطورات إلى تحول جذري في المنهجية، من الأنظمة القائمة على القواعد المبرمجة إلى النماذج القادرة على التعلم الاستقرائي من البيانات مباشرة ومع حلول عام (2010)، أصبح الذكاء الاصطناعي جزءاً لا يتجزأ من حياتنا اليومية عبر تطبيقات مثل المساعدات الصوتية والترجمة الآلية وأنظمة التوصية الذكية و بالرغم من هذا التقدم الكبير، لا يزال المجال يواجه تحديات جسيمة في تحقيق الفهم الحقيقي للغة الطبيعية والقدرة على التعميم المعرفي، بينما تبرز أسئلة أخلاقية ملحة حول حدود استخدام هذه التقنيات و اليوم، مع ظهور نماذج اللغة الكبيرة مثل(GPT)، يدخل الذكاء الاصطناعي مرحلة جديدة من التطور.

شكل (3) يوضح علاقة الذكاء الاصطناعي وتعلم الاله والتعلم العميق

Copyright *Author (s) 2026. Distributed under Creative Commons CC-BY 4.0*
Received: *25-03-2026* - ***Accepted***: *24-05-2026* - ***Published***: *01-06-2026*

Alq J Sci. 2026;2(6):559-569
https://doi.org/10.69667/ajs.26603
Alqalam Journal of Science
مجلـــة القلم للعلـوم
https://alqalam.utripoli.edu.ly/index.php/AR

مشكلة البحث

تكمن مشكلة البحث في ندرة الدراسات التي تحلل بعمق طبيعة العلاقة بين أدوات الذكاء الاصطناعي والمصمم المعماري، وغياب تصور واضح حول ما إذا كانت هذه الأدوات تساهم في تعزيز الإبداع المعماري أم تحد من دوره، وكيف يمكن تطوير آليات التفاعل بين المعماري والذكاء الاصطناعي لتحقيق نتائج تصميمية مبتكرة.

الهدف من الدراسة

يهدف البحث إلى تحليل وتقييم أثر استخدام الذكاء الاصطناعي في تطوير المنهجيات التصميمية لمكاتب العمارة الرائدة، من خلال دراسة حالة متعمقة، وذلك بهدف:

1. تقييم أثر الذكاء الاصطناعي على العملية التصميمية الشاملة، بدءاً من المرحلة التصورية ومروراً بالتحليل الإنشائي والبيئي ووصولاً إلى مرحلة التنفيذ.
2. تحليل مدى مساهمة الذكاء الاصطناعي في تعزيز الكفاءة والأداء الوظيفي للمشاريع المعمارية، مع الحفاظ على الهوية الإبداعية للمكتب.
3. استشراف مستقبل الممارسة المعمارية في ضوء التطورات التقنية المتسارعة في مجال الذكاء الاصطناعي وتطبيقاته.

سؤال البحث

هل يستخدم كبار المعماريين اليوم الذكاء الاصطناعي في تطوير مشاريعهم؟

أهمية البحث

يهدف البحث إلى ربط الإمكانات النظرية الهائلة للذكاء الاصطناعي بالواقع العملي لمجال العمارة، من خلال تقديم إطار تطبيقي واضح يُرشد المعماريين حول كيفية توظيف هذه الأدوات لتعزيز الإنتاجية والإبداع واتخاذ القرار، وبالتالي تحويلها من مفهوم مجرد إلى ممارسة قابلة للتطبيق.

تحليل عينات الدراسة (Analysis)

يشهد قطاع العمارة تحولاً جذرياً بفضل تبني تقنيات الذكاء الاصطناعي، حيث تلجأ المكاتب المعمارية الرائدة إلى استخدام هذه التقنيات عبر مستويين رئيسيين: المستوى التطبيقي المباشر الذي يعتمد على أدوات الذكاء الاصطناعي الجاهزة مثل(Midjourney) و (DALL-E 2) لتوليد المفاهيم التصميمية الأولية واستكشاف البدائل التصميمية بسرعة وتحسين عملية التصور المعماري، والمستوى التطويري المتقدم الذي يستثمر في تطوير وحدات ذكاء اصطناعي مخصصة مثل (Creative Unite) لمعالجة البيانات المعمارية الخاصة بكل مكتب وتطوير حلول تصميمية فريدة وبناء ميزة تنافسية تقنية ويُظهر تبني العديد من المكاتب والشركات المعمارية المرموقة لهذه التقنيات تحولاً استراتيجياً في الممارسة المعمارية المعاصرة، حيث تطور الذكاء الاصطناعي من مجرد أداة مساعدة إلى شريك في العملية الإبداعية، مما يبرز ظهور فجوة تقنية بين المكاتب التي تمتلك حلولاً تقليدية وتلك التي تعتمد على أدوات جاهزة.

يتناول هذا الجزء من الدراسة تكامل اربعة من كبار المعماريين المعاصرين مع التكنولوجيا واستخدامهم للذكاء الاصطناعي في مشاريعهم.

1-الذكاء الاصطناعي في عمارة (Zaha Hadid Architects): **تطور المنهج البارامتري**

تُعد (Zaha Hadid Architects) واحدة من أكثر المكاتب المعمارية ابتكاراً وتأثيراً في العالم، وقد أسستها المعمارية الراحلة زها حديد (1950-2016)، الحاصلة على (2004 Pritzker Prize) كأول امرأة تحصل على هذه الجائزة المرموقة حيث كان لعلاقة زها حديد (Zaha Hadid) بالتكنولوجيا تأثير كبير على حياتها المهنية بأكملها تقريبًا فقد قرَّبها تعليمها في مجال الرياضيات من الخوارزميات والنماذج الرياضية والتكنولوجيا في العمارة وتتمثل أهم ميزة في تصاميم زها حديد في استخدامها الفعال للتصميم بمساعدة الكمبيوتر، حيث تلعب التقنيات الحاسوبية دورًا

Copyright Author (s) 2026. Distributed under Creative Commons CC-BY 4.0
Received: 25-03-2026 - Accepted: 24-05-2026 - Published: 01-06-2026

Alq J Sci. 2026;2(6):559-569
https://doi.org/10.69667/ajs.26603
Alqalam Journal of Science
مجلـــة القلم للعلـوم
https://alqalam.utripoli.edu.ly/index.php/AR

مهمًا في خلفية الأشكال الهندسية المعقدة والمتعددة الأبعاد في أعمالها. يُمثل اعتماد مكتب زها حديد للذكاء الاصطناعي تطوراً طبيعياً ومنطقياً لفلسفته التصميمية، وليس قطيعة مع ماضيه؛ فهو في جوهره (تعزيز وتطوير للمنهج البارامتري) الذي اشتهر به المكتب. لطالما اعتمدت بارامترية زها حديد على خوارزميات تحددها قواعد ومعايير يضعها المصمم، أما اليوم، مع الذكاء الاصطناعي، فقد انتقلنا إلى مرحلة (البارامترية المعززة)، حيث يصبح بمقدور الآلة اكتشاف علاقات معقدة بين المتغيرات التصميمية وتوليد نطاق غير مسبوق من الحلول التي قد تخفى على العقل البشري. هذه القفزة تنقل المكتب من مرحلة (التصميم البارامتري) إلى (التصميم التوليدي القائم على البيانات). الفارق الجوهري هنا هو أن النظام لم يعد يعمل حصراً على القواعد المبرمجة مسبقاً، بل يتعلم الآن من كميات هائلة من البيانات، سواء من الأرشيف الغني للمكتب نفسه لفهم بصمته الجمالية، أو من بيانات السياق الموقعي المعقد لخلق تصاميم تتجاوب عضوياً مع محيطها. حيث يُمثل برج (one thousand museum) في ميامي ذروة تطور المنهج البارامتري لمكتب زها حديد، حيثُ يجسد حلولاً مبتكرة للتحديات المعمارية والإنشائية المعقدة تم تصميم هيكل خارجي (Exoskeleton) على شكل شبكة ديناميكية من الأقواس المتقاطعة باستخدام نمذجة بارامترية متقدمة، بهدف مقاومة رياح الأعاصير وتوفير مساحات داخلية خالية من الأعمدة. فاعتمد الحل على خوارزميات محاكاة متطورة بأستخدام (AI) في تحليل توزيع القوى وتأثير الرياح، مما أتاح تحقيق كفاءة إنشائية عالية مع الشكل العضوي المميز. تم تنفيذ المشروع عبر تصنيع مسبق دقيق لـ 62 عنصراً هيكلياً فريداً، جرى تركيبها بتسلسل محكم لضمان الدقة الإنشائية. النتيجة النهائية جمعت بين الجمالية الثورية والأداء الوظيفي الاستثنائي، حيث وفرت مساحات حرة (completamente) تصل إلى 4.5 متر، مع تقليل الاهتزازات بنسبة 50% وتوفير 30% من مواد البناء يُعد البرج شاهداً على قدرة العمارة البارامترية على تحويل التحديات الإنشائية إلى فرص إبداعية، حيث يندمج الشكل المعقد مع الأداء الإنشائي في وحدة متكاملة الشكل (4).

شكل (4) (one thousand museum USA) للمعمارية زها حديد بواسطة (AI)

بعد وفاة زها حديد، حافظ المكتب على ارتباطه القوي بتكنولوجيا الحاسوب وفي عام (2016)، تولى (Patrik Schumacher) إدارة المكتب، ويستخدم الآن الذكاء الاصطناعي لتحسين الفراغات ودراسة تأثيرها على السلوك الاجتماعي حيث يفضل استخدام النموذجات الحسابية المنتجة بأدوات الذكاء الاصطناعي لمحاكاة السيناريوهات الاجتماعية ويؤكد شوماخر أن استخدام الذكاء الاصطناعي مهم جدًا في مشروعات المسابقات ومرحلة توليد الأفكار الأولية ويؤكد أن دمج أدوات الذكاء الاصطناعي في عملية التصميم المعماري يُعد أداة أساسية للحفاظ على علامة زها حديد التجارية ولتبادل الأفكار بفعالية مع العملاء، حيث يذكر باتريك شوماخر أنهم يستخدمون أدوات الذكاء الاصطناعي الذي تعمل على تحويل النص إلى صور مثل (Midjourney) و(DALL-E 2) و(Stable Diffusion) لتوليد أفكار التصميم للمشاريع وتوضح الأشكال (8،7،6،5)

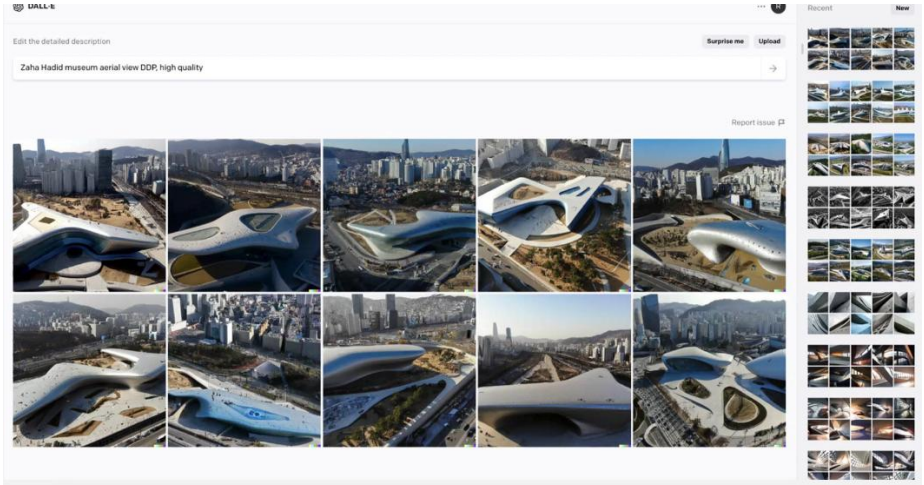
Copyright *Author (s) 2026. Distributed under Creative Commons CC-BY 4.0*
Received*: 25-03-2026 -* ***Accepted****: 24-05-2026 -* ***Published****: 01-06-2026*

Alq J Sci. 2026;2(6):559-569
https://doi.org/10.69667/ajs.26603
Alqalam Journal of Science
مجلـــة القلم للعلـوم
https://alqalam.utripoli.edu.ly/index.php/AR

عرضًا لأعمال شوماخر باستخدام الذكاء الاصطناعي، وفقًا لذلك، يقوم الاستوديو بالكثير من النمذجة باستخدام الذكاء الاصطناعي، ثم يطورون نماذجهم ثلاثية الأبعاد باختيار (10% إلى 15%) من هذه النموذجات كأساس للعمل.

شكل (5) أحد مشاريع شوماخر واستخدامه للتكنولوجيا (المصدر: Dezeen)

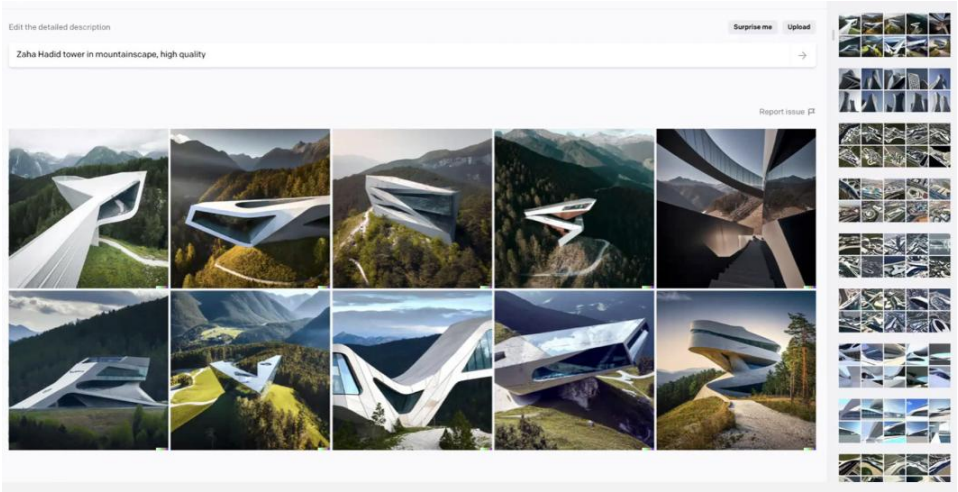
بهذا، يمكننا تلخيص النهج المعماري لمكتب زها حديد في عصر الذكاء الاصطناعي على أنه استمرار لإرثه البارامتري العضوي، ولكن من خلال دمجه بشريك توليدي قائم على البيانات، سعياً لتحقيق أقصى درجات الابتكار في الشكل، والكفاءة في الأداء، والذكاء في الاستجابة للسياق، مما يضمن بقاء روح زها حديد حية في مشاريع المستقبل.



شكل (6) قدم شوماخر عرضًا تقديميًا يوضح المطالبات المكتوبة ("Zaha Hadid museum aerial view DDP high quality") في DALL–E 2 (المصدر: Dezeen)

Copyright *Author (s) 2026. Distributed under Creative Commons CC-BY 4.0*
Received*: 25-03-2026 -* ***Accepted****: 24-05-2026 -* ***Published****: 01-06-2026*

Alq J Sci. 2026;2(6):559-569
https://doi.org/10.69667/ajs.26603
Alqalam Journal of Science
مجلـــة القلم للعلـوم
https://alqalam.utripoli.edu.ly/index.php/AR



شكل (7) عرض اخر ل شوماخر يوضح المطالبات المكتوبة ("Zaha Hadid tower, high quality") بواسطة DALL-E 2 (المصدر: Dezeen)

شكل (8) استوديو زها حديد استخدم (Stable Diffusion) لتصاميم المشاريع (المصدر: Dezeen)

تسريع تحولات المدن إلى نظائر حيوية : فينسنت كاليبو (Vincent Callebaut)

فينسنت كاليبو هو مهندس معماري رائد في مجال العمارة البيئية، وقد اختارته (Green Planet Architects) كواحد من أفضل خمسين (50) مهندسًا معماريًا يعمل في التصميم المستدام .حيث يستخدم مكتب (Callebaut) للأعمال المعمارية إمكانات الذكاء الاصطناعي في أعماله المعمارية البيئية فهم يستخدمون التكنولوجيا في المدن المستدامة، والتصاميم الصديقة للبيئة، والمباني الذكية، ومشاريع التصميم المعماري البيئي، فهو يستخدم الذكاء الاصطناعي في عمليات التصميم لإنتاج تصاميم مبتكرة، تشمل الهياكل الكفؤة والمحاكاة للطبيعة والصديقة للبيئة، وتحليل البيانات، ومحاكاة الطاقة، والتحليل البيئي في الوقت نفسه، وسع كاليبو إمكانات استخدام الذكاء الاصطناعي ليس فقط في التصميم المرئي ولكن أيضًا في إدارة الطاقة والتحسين المناخي ويرى كاليبو ان الذكاء الاصطناعي، أصبح كبديل لنمذجة معلومات البناء (BIM) ويستخدمه لإنتاج تصاميم كفؤة من خلال الجمع بين النمذجة ثلاثية الأبعاد والذكاء الاصطناعي. كما طور (Vincent Callebaut Architects) سلسلة من المشاريع المستوحاة من أعمال (Baron Hausmann) لتجديد مدينة باريس بين عامي (1853-1870) باستخدام أدوات الذكاء الاصطناعي، يضع هذا المشروع المسمى(Hausmanian) الاستدامة كهدف رئيسي ، ويهدف المشروع إلى إنتاج الطاقة واستخدام النفايات كمورد، مستخدمًا مكونات عضوية مثل التربة المضغوطة، والخيزران، والقش ، ويشمل هذا المشروع سلسلة من المباني الخضراء المنتشرة في باريس ، وقد تم تطويره بطريقة تراعى الموروث

Copyright *Author (s) 2026. Distributed under Creative Commons CC-BY 4.0*
Received: *25-03-2026* - ***Accepted***: *24-05-2026* - ***Published***: *01-06-2026*

Alq J Sci. 2026;2(6):559-569
https://doi.org/10.69667/ajs.26603
Alqalam Journal of Science
مجلـــة القلم للعلـوم
https://alqalam.utripoli.edu.ly/index.php/AR

التاريخي للمدينة، مما يخلق مناطق تنفس حضرية ، حيث استخدم كاليبو أدوات الذكاء الاصطناعي مثل (Midjourney) و (Dall-e) في هذا المشروع، حيث كان الذكاء الاصطناعي أداة فعالة في تطوير الشكل والوظيفة المستوحاة من الطبيعة وكذلك في تحقيق الاستدامة (الاشكال 9، 10، 11).

الاشكال (9,10,11) تصميم هاوسمان المستدام، الذي طُوّر باستخدام أدوات الذكاء الاصطناعي، من قِبل مكتب فينسنت كاليبو للهندسة المعمارية (المصدر : Callebaut)

عليه فأن النهج المعماري لفينسنت كاليبو باستخدام الذكاء الاصطناعي هو(الاستعانة بشريك رقمي قائم على البيانات لتحقيق رؤيته الحيوية، مما يسرع عملية تحويل المدن من مستهلكة للموارد إلى نظائر حيوية منتجة ومستدامة تشبه الغابة الحية في أدائها.

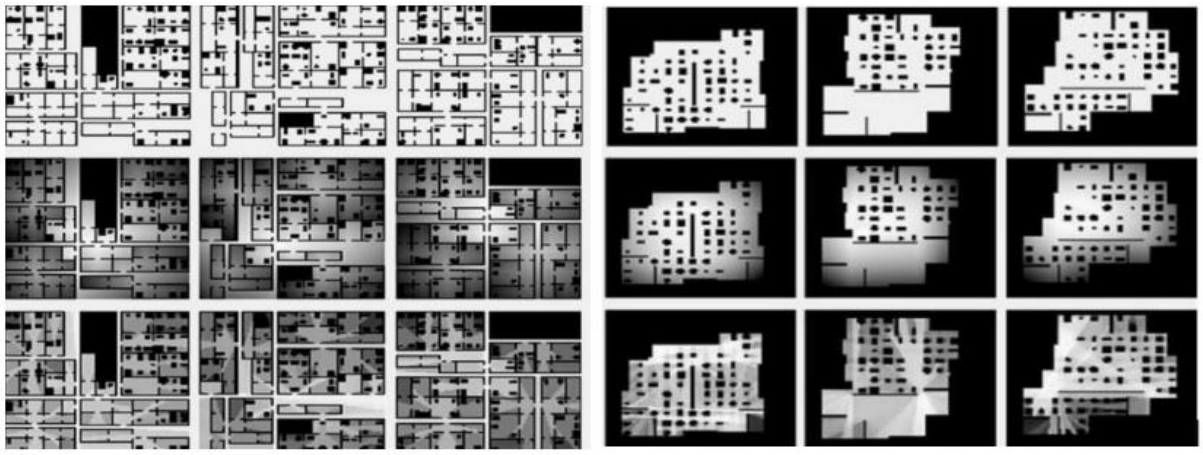
(AI) في عمارة فوستر و بارتنرز (Foster and Partners): دقة البيانات في خدمة الكفاءة والإنسان

(Foster and Partners) هي شركة معمارية وهندسية وتصميم صناعي تأسست على يد نورمان فوستر في لندن عام 1967 ومنذ أواخر الستينيات حتى اليوم، أنتجت الشركة عددًا كبيرًا من المشاريع المعمارية. يُمثل اعتماد (فوستر وشركاؤه) للذكاء الاصطناعي تطوراً طبيعياً في مسارهم الطويل المعروف بتركيزه الشديد على "الكفاءة الأدائية والإنسانية" (Human-Centric Performance)، فبينما ظل المكتب دائماً رائداً في استخدام أحدث التقنيات لتحسين أداء المباني وتجربة مستخدميها. في هذا الإطار، حولت الشركة الذكاء الاصطناعي إلى "محلل أداء فائق" (Hyper-Performance Analyst)، فهو لا يضيف لمسة جمالية فحسب، بل يغوص في تحليل كميات هائلة من البيانات لتحقيق أقصى درجات الكفاءة التي طالما سعى إليها المكتب. يمكن للذكاء الاصطناعي محاكاة وتحسين الظروف البيئية داخل الفراغات المعقدة التي يصممها فوستر، بدءاً من تحليل التهوية الطبيعية ومسار ضوء النهار لتقليل استهلاك الطاقة، ووصولاً إلى تحليل تدفق الحركة البشرية في مشاريع ضخمة مثل المطارات ومحطات القطار لضمان سلاسة الحركة وراحة المستخدم. الأمر يتعدى الكفاءة إلى التصميم المخصص للسياق (Context-Specific Design)، فمن خلال تحليل البيانات المناخية والطبوغرافية والاجتماعية للموقع، يمكن للذكاء الاصطناعي مساعدة المصممين على توليد حلول معمارية تستجيب بذكاء للبيئة المحيطة. وفي هذا السياق أسست الشركة فريق البحوث التطبيقية والتطوير (ARD) لتركيز أبحاث الذكاء الاصطناعي على حل مشكلات التصميم المحددة، يعمل الفريق على إنشاء وتحليل مجموعات بيانات عالية الجودة لتمكين الذكاء الاصطناعي من أداء مهام مثل (المحاكاة السريعة) للتحليل الإنشائي وحركة المشاة والمناخ والضوء الطبيعي، ولكن بدقة عالية وتكلفة أقل. و لتجاوز تعقيدات المشاريع الكبيرة، طور الفريق نموذج "سروجيت" (Surrogate)، وهو نموذج بارامتري للتعلم الآلي تم تدريبه على آلاف المخططات الأرضية يجمع هذا النموذج بين التحليل المكاني والمرئي في وقت واحد، مما يوفر نتائج فورية تمكن المصممين من رؤية تأثير أي تعديل على المخطط الأساسي فوراً، مما يعجل بشكل كبير من عملية اتخاذ القرارات التصميمية (الشكل 12). بهذا، يصبح النهج المعماري لفوستر وشركاؤه باستخدام الذكاء الاصطناعي هو الاستفادة من قوة التحليل الآلي لتعزيز

Copyright Author (s) 2026. Distributed under Creative Commons CC-BY 4.0
Received: 25-03-2026 - **Accepted**: 24-05-2026 - **Published**: 01-06-2026

Alq J Sci. 2026;2(6):559-569
https://doi.org/10.69667/ajs.26603
Alqalam Journal of Science
مجلـــة القلم للعلـوم
https://alqalam.utripoli.edu.ly/index.php/AR

أهدافهم الأصلية المتمثلة في خلق مباني عالية الكفاءة، مستدامة، وتركز على راحة الإنسان، مما يضمن استمرارية ريادة المكتب في مجال العمارة التكنولوجية المتطورة التي تخدم البشرية.



الاشكال (12, 13) مخططات الطوابق التي طورها فريق (ARD) باستخدام التعلم الآلي (Foster + Partners)

الذكاء الاصطناعي في عمارة (MAD architecture) : محاكاة الطبيعة وتحقيق الأحلام العضوية

في عام 2004، استخدم (Ma Yansong)، مؤسس شركة (MAD Architecture) في الصين، أدوات الذكاء الاصطناعي لتحسين تصاميمه، حيث استعان بتقنية (AI) و (ML) لتصميم متحف لوكاس (Lucas Museum) للفن السردي الشهير في لوس أنجلوس بكاليفورنيا حيث تم تحسين التصميم الهيكلي المبتكر والشكل العضوي للمتحف باستخدام خوارزميات حاسوبية تعمل بالذكاء الاصطناعي. حيث يُمثل تبني مكتب (MAD Architects) للذكاء الاصطناعي امتداداً طبيعياً لرؤيته الجريئة في خلق "عوالم طبيعية مستقبلية" (Future Natural Worlds)، فبينما اشتهر المكتب بتصاميمه العضوية التي تتحدى قوانين الفيزياء وتستلهم من جماليات الطبيعة والقصص الخيالية، أصبح الذكاء الاصطناعي الآن الأداة التي تمكنهم من تحويل هذه الرؤى إلى واقع ملموس و في هذا النهج، يتحول الذكاء الاصطناعي إلى "فرشاة رقمية ذكية" (Intelligent Digital Brush) تسمح للمصممين باستكشاف عوالم شكلية غير مسبوقة، فمن خلال التصميم التوليدي، يمكن للذكاء الاصطناعي تحويل المفاهيم المجردة المستوحاة من السحب والجبال والتضاريس الطبيعية إلى نماذج معمارية قابلة للتنفيذ هذا يعني أن الأشكال العضوية التي تميز أعمال (MAD) لم تعد مجرد أحلام، بل أصبحت هياكل قابلة للتحقيق بفضل قدرة الذكاء الاصطناعي على حل التعقيدات الإنشائية والتنفيذية لهذه التصاميم. هنا اصبح الأمر يتعدى الشكل إلى الاستجابة العاطفية (Emotional Response) التي طالما سعى إليها المكتب، حيث يمكن للذكاء الاصطناعي محاكاة وتوقع كيفية تفاعل المستخدمين مع الفراغات المعمارية، مما يمكن (MAD) من تصميم تجارب بصرية وحسية أكثر تأثيراً. بهذا، يصبح النهج المعماري لـ MAD باستخدام الذكاء الاصطناعي هو الاستعانة بشريك رقمي قادر على تحويل الرؤى والأشكال العضوية المستحيلة إلى واقع ملموس، مع الحفاظ على الجوهر العاطفي والشاعري الذي يميز هوية المكتب فالذكاء الاصطناعي هنا هو الجسر بين الخيال والواقع، بين الطبيعة والتكنولوجيا، الشكلين (15,14).

Copyright *Author (s) 2026. Distributed under Creative Commons CC-BY 4.0*
Received*: 25-03-2026 -* ***Accepted****: 24-05-2026 -* ***Published****: 01-06-2026*

Alq J Sci. 2026;2(6):559-569
https://doi.org/10.69667/ajs.26603
Alqalam Journal of Science
مجلـــة القلم للعلـوم
https://alqalam.utripoli.edu.ly/index.php/AR

الاشكال (15,14): **Lucas Museum of Narrative Art (Los Angeles)** (المصدر: **Dezeen**)

النتائج

بناءً على التحليل أعلاه، يمكن صياغة النتائج كما يلي:

1. الذكاء الاصطناعي يظل أداة في يد المعماري، حيث يوجه المعماري الرؤية الإبداعية بينما يوسع الذكاء الاصطناعي نطاق الحلول الممكنة.
2. من خلال البحث يتبين أن كبار ونجوم الهندسة المعمارية في القرن الماضي استخدموا الذكاء الاصطناعي بطرق مختلفة وبشكل فعال في مشاريعهم.
3. بدأ كبار المعماريين بالفعل في استكشاف إمكانيات الذكاء الاصطناعي وطاقاته، بل وقاموا بتطوير مبادرات ليصبحوا مرجعيات في هذا المجال.
4. كل معماري او مكتب معماري له رؤية جديدة وفريدة لاستخدام الذكاء الاصطناعي حيث استخدمته (ZAHA) للتوليد البارامتري والتصنيع، و(Foster+Partners) لتحسين الأداء والاستدامة، و(Vincent Callebaut) للمحاكاة الحيوية، و(MAD) لتشكيل الفراغات العضوية.

الخلاصة

تكمن القيمة الجوهرية لهذه الدراسة في رصدها للتحول النوعي الذي أحدثه الذكاء الاصطناعي في الممارسة المعمارية، من خلال تحليل تجارب أربعة مكاتب عالمية رائدة. فقد أظهرت النتائج أن الذكاء الاصطناعي لم يعد مجرد أداة تنفيذية، بل أصبح شريكاً استراتيجياً في العملية الإبداعية، أسهم في توسيع نطاق الحلول التصميمية الممكنة مع بقاء الرؤية الإنسانية الموجّه الأساسي لهذه الحلول وتبين تنوع توظيف الذكاء الاصطناعي بين هذه المكاتب؛ ففي حين وظفته Zaha Hadid Architects للتوليد البارامتري والأشكال المعقدة، استخدمته Foster + Partners لتحسين الأداء والاستدامة، بينما وظفه Vincent Callebaut Architectures في التكامل مع العمارة الحيوية، ووظفته MAD Architects في تصميم الفراغات العضوية كما يؤكد هذا التنوع على أن الذكاء الاصطناعي يقدّم إمكانيات متعددة يمكن تشكيلها وفقاً للفلسفة المعمارية لكل مكتب وتخلص الدراسة إلى أن مستقبل العمارة يقوم على شراكة تكاملية يظل فيها المعماري صاحب الرؤية والقائد للعملية الإبداعية، بينما يعمل الذكاء الاصطناعي كموسّع للإمكانيات ومحفّز للابتكار، مما يستدعي مواكبة هذه التقنيات وتوظيفها بوعي نقدي يثري الممارسة المعمارية بدلاً من أن يحد منها.

قائمة المراجع:

أولاً: المراجع العربية

Copyright *Author (s) 2026. Distributed under Creative Commons CC-BY 4.0*
Received*: 25-03-2026 -* ***Accepted****: 24-05-2026 -* ***Published****: 01-06-2026*

Alq J Sci. 2026;2(6):559-569
https://doi.org/10.69667/ajs.26603
Alqalam Journal of Science
مجلـــة القلم للعلـوم
https://alqalam.utripoli.edu.ly/index.php/AR

1. العجمي، م. م. (2023) .الذكاء الاصطناعي في التصميم المعماري .دار النشر الأكاديمية.
2. النجار، خ. (2022). تحليل تأثير أدوات التصـميم التوليدي على إبداع المعماريين النجوم .المؤتمر الدولي للعمارة الرقمية (ص. ١٢٧-١٤٩). جامعة الملك فهد.
3. السعدوني، خ.، والغامدي، ل. (2022) .التحول الرقمي في الممارسة المعمارية .مركز الخليج للدراسات المعمارية.
4. عبدالهادي، م. (2023). دور الذكاء الاصطناعي في إعادة تشكيل العملية التصميمية .مجلة العمارة والتقنية.
5. الهرمزي، ف. ز. (2023) .الذكاء الاصـــطناعي وتشـــكيل الفراغ المعماري .الدار العربية للعلوم[6] .خليفة، ي. أ. (2023) .العمارة الرقمية: من النمذجة إلى الذكاء الاصطناعي .مركز البحوث المعمارية.
6. مرسي، أ. ع. (مترجم). (2021) .التصميم التوليدي والذكاء الاصطناعي .دار المعارف العلمية.
7. يوسف، ع. س. (2007). العمارة الذكية اطروحات بين النظرية والتطبيق .مؤتمر الأزهر الهندسي الدولي التاسع .القاهرة، مصر.

ثانيًا: المراجع الإنجليزية

1. Beesley P. Zaha Hadid's Constructed Grounds. J Landsc Archit. 2005;20(1):20-33.
2. Diaz JL, Sanchez JC. Artificial intelligence in the context of architectural photorealism: tools and applications. Dialnet Archit J. 2023.
3. Peters T, Peters B. The experimental design practice of Foster + Partners' Specialist Modelling Group. Archit Des. 2017;87:64-71.
4. Steele J. The architecture of Zaha Hadid: a study in digital fluidity. Archit Des. 2017;87(1):56-63.
5. Van Bruggen C. Frank O. Gehry: Guggenheim Museum Bilbao. New York: Guggenheim Museum Publications; 1997.
6. https://www.dezeen.com/

Copyright *Author (s) 2026. Distributed under Creative Commons CC-BY 4.0*
Received*: 25-03-2026 -* ***Accepted****: 24-05-2026 -* ***Published****: 01-06-2026*