

دور الذكاء الاصطناعي في التصميم المستدام للمنتجات السياحية العلاجية بجنوب سيناء من منظور حسن فتحي

أ.د. على محمد سنوسي

رئيس قسم التصميم الداخلي والأثاث

كلية الفنون التطبيقية-جامعة حلوان

dr.alysenousy@hotmail.com

أ.د. دعاء عبد الرحمن

أستاذ التصميم الداخلي والأثاث

كلية الفنون التطبيقية-جامعة حلوان

Doaagoda2018@gmail.com

الباحث. محمد عبد النبي عبد الجليل

مدرس مساعد بقسم الديكور

والعمارة الداخلية- المعهد العالي

للفنون التطبيقية ٦ أكتوبر.

Mohamed.abdulnaby1@gmail.com

المستخلص:

شهد قطاع السياحة العلاجية اهتمامًا متزايدًا في العقود الأخيرة بوصفه رافدًا اقتصاديًا وصحيًا مهمًا، ولا سيما في المناطق ذات الخصوصية البيئية والثقافية مثل جنوب سيناء. وفي ظل الحاجة إلى تبني تصميمات مستدامة تراعي البعد الإنساني والبيئي معًا، يطرح هذا البحث مقارنة جديدة تعتمد على دمج مفاهيم المعمارى المصرى الرائد حسن فتحي مع تقنيات الذكاء الاصطناعي الحديثة. يهدف البحث إلى تحليل المبادئ التصميمية والبيئية في أعمال حسن فتحي، واستكشاف مدى إمكانية توظيف أدوات الذكاء الاصطناعي، بما في ذلك برامج التصميم التوليدي وتحليل الأداء البيئي، لدعم تطوير منتجات سياحية علاجية تتسم بالاستدامة والفعالية البيئية. اعتمدت منهجية البحث على تحليل نظري وتطبيق عملي

تاريخ استلام البحث: ٢٠٢٥/٦/١٦ تاريخ إجازة البحث: ٢٠٢٥/٩/١٤

أبحاث المؤتمر الدولي الأول لمعاهد القاهرة الجديدة والجامعة المصرية الصينية

"الذكاء الاصطناعي والتنمية المستدامة" شرم الشيخ، مصر - ٢٧: ٣٠ يونيو ٢٠٢٥

لدراسة حالة تصميم منتج علاجي في جنوب سيناء، باستخدام أدوات ذكاء اصطناعي لتوليد بدائل تصميمية وتقييم أدائها البيئي والوظيفي. وقد أظهرت نتائج الدراسة أن توظيف الذكاء الاصطناعي يساهم بفاعلية في رفع كفاءة التصميم، وتقليل استهلاك الطاقة، وتحقيق توازن بين المتطلبات البيئية والثقافية، مما يدعم التوجه نحو تنمية سياحية مستدامة تعتمد على الابتكار التكنولوجي والتراث المعماري الأصيل.

الكلمات المفتاحية:

الذكاء الاصطناعي؛ التقنيات الحديثة؛ الاستدامة؛ عمارة حسن فتحى.

تمهيد:

تُعد السياحة العلاجية أحد أهم الأنشطة الاقتصادية والتنموية التي تسهم في تحسين جودة حياة الأفراد ودعم الاقتصاد المحلي، خاصة في المناطق التي تتمتع بمقومات طبيعية وبيئية متميزة مثل جنوب سيناء. ومع تزايد الوعي العالمي بأهمية الاستدامة، أصبحت الحاجة ملحة إلى تطوير نماذج تصميمية للمنتجعات العلاجية توازن بين متطلبات الإنسان وخصوصية البيئة المحيطة. وفي هذا الإطار، يمثل الفكر المعماري للمهندس حسن فتحي نموذجًا رائدًا في كيفية توظيف العمارة البيئية لتحقيق التكيف المناخي، واحترام الهوية الثقافية، وتلبية احتياجات المستخدمين بموارد محلية بسيطة. ومع ظهور تقنيات الذكاء الاصطناعي كأداة تصميمية قوية، بات بالإمكان دعم هذه المبادئ وتحقيق كفاءة أكبر في عمليات التحليل والتصميم والتقييم.

ينطلق هذا البحث من فرضية أساسية مفادها أن توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي في عمليات التصميم يمكن أن يعزز من مبادئ حسن فتحي ويوفر حلولاً مستدامة تلبي احتياجات السياحة العلاجية بجنوب سيناء، من خلال معالجة الصور، والتعرف على الأنماط، وتوليد بدائل تصميمية عالية الكفاءة.

مشكلة البحث:

تكمن مشكلة البحث في كيفية الاستفادة من الذكاء الاصطناعي والاستدامة في تطوير مفهوم التصميم للمنتجعات السياحية العلاجية.

هدف البحث:

الوصول الى تصميم معاصر للمنتجعات السياحية العلاجية يتحقق فيها فكر ومفهوم الاستدامة مع التقنيات الحديثة من خلال الذكاء الاصطناعي.

أهمية البحث :

تسليط الضوء على التحديات البيئية الناتجة عن هذه الثورات و استعراض لتحديات البيئية الناتجة عن كل ثورة صناعية. وتحليل الحلول المتبعة لمواجهة هذه التحديات.
مجال البحث :

استخدام الذكاء الاصطناعي في تصميم المنتجعات السياحية .

منهج البحث :

المنهج الوصفي: وصف المبادئ التصميمية في عمارة حسن فتحي وخصائص الموقع البيئي والثقافي لجنوب سيناء..

المنهج التحليلي: تحليل دور تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين كفاءة التصميم وتقييم البدائل التصميمية الناتجة.

المنهج الاستشراقي: تقديم توصيات تصميمية مستقبلية لمنتجعات سياحية علاجية مستدامة تجمع بين الفكر التراثي والابتكار التكنولوجي.

الدراسات السابقة:

في إطار الدراسات السابقة ذات الصلة بفلسفة حسن فتحي وتوظيف الذكاء الاصطناعي لدعم العمارة البيئية المستدامة، تناولت العديد من الأبحاث تحليل المبادئ التصميمية التقليدية وكيفية استدامتها باستخدام تقنيات حديثة. من أبرز هذه الدراسات ما قدمه Abdelmonem (2012) الذي ناقش بعمق مبادئ التصميم البيئي عند حسن فتحي وكيفية تكيفها مع المتطلبات العمرانية المعاصرة (عبد الرحمن، ٢٠١٢). كما استعرض الراحة الحرارية في العمارة المحلية بمصر، مبرزًا التحديات البيئية التي واجهها حسن فتحي (الطار، ٢٠١٤).

من جهة أخرى، ركزت دراسات حديثة على إمكانات الذكاء الاصطناعي لدعم التصميم البيئي؛ إذ تناول Zhang & El-Gohary (2017) آليات التحليل البيئي المؤتمت باستخدام نماذج المحاكاة الرقمية. (Zhang, J., & El-Gohary, N. M., 2017) وأكد Cabeza et al. (2010) أهمية استخدام تقييم دورة الحياة LCA و LCEA في تصميم المباني المستدامة (Cabeza, L. F., 2010). Rincón, L., Vilariño, V., Pérez, G., & Castell, A., (2010) بالإضافة إلى ذلك، أوضح Lee et al. (2021) كيف يعزز دمج التعلم العميق وتقنيات التصميم التوليدي من كفاءة الأداء البيئي في المباني. (Lee, D., Lee, Y., & Kim, J., 2021)

لذا يسعى هذا البحث إلى سد هذه الفجوة المعرفية من خلال تقديم إطار تطبيقي يجمع بين فلسفة حسن فتحي وتقنيات الذكاء الاصطناعي، لتحقيق نموذج تصميم مستدام للمنتجعات السياحية العلاجية في جنوب سيناء.

خصائص المنتجعات السياحية العلاجية

تتميز المنتجعات السياحية العلاجية عن غيرها من المنشآت السياحية بكونها مؤسسات متكاملة تُصمم بعناية لتوفير أجواء مريحة وصحية للزوار، مع التركيز على خلق بيئة علاجية قائمة على الاستفادة القصوى من الخصائص الطبيعية للموقع. (Smith & Puczkó, 2014) وعادةً ما يتم اختيار مواقع هذه المنتجعات في مناطق بعيدة عن مصادر التلوث البيئي والضوضاء الحضرية، مع توافر مناخ معتدل وهواء نقي يساهم في تسريع عمليات الاستشفاء وتجديد النشاط الجسدي والذهني

وتُزود هذه المنتجعات بمرافق متنوعة مثل العيادات الطبية المتخصصة، مراكز العلاج الطبيعي، أحواض المياه المعدنية أو الكبريتية، مناطق الاسترخاء وسط الطبيعة، وحدائق علاجية ذات نباتات عطرية وطبية، بالإضافة إلى مسارات مشي هادئة ومناظر طبيعية خلابة تساهم في تحسين الحالة المزاجية للزوار. (Chen et al., 2013)

أهمية تبني مبادئ الاستدامة في تصميم المنتجعات العلاجية

• يُعد التوجه نحو الاستدامة أحد أهم التحديات المعاصرة التي تواجه صناعة السياحة عمومًا، والسياحة العلاجية بوجه خاص. (Becken & Hay, 2007) فمن الضروري أن تراعي عمليات تصميم وتنفيذ المنتجعات السياحية العلاجية الحفاظ على الموارد البيئية للأجيال القادمة، مع التقليل من البصمة الكربونية الناتجة عن الإنشاء والتشغيل. (Gössling et al., 2009).

ويتحقق ذلك عبر عدة مبادئ أساسية منها:

• الاعتماد على الموارد المحلية: استخدام مواد بناء متوفرة محليًا مثل الحجر الطبيعي، الطوب الطيني، أو الأخشاب المعالجة، بما يقلل من تكلفة النقل ويحد من التأثير البيئي. (Fathy, 1986).

• توظيف مصادر الطاقة المتجددة: كالطاقة الشمسية وطاقة الرياح لتغطية احتياجات التدفئة والتبريد والإضاءة. (Cabeza et al., 2010)

• تصميم فراغات مريحة نفسيًا: من خلال الاهتمام بالتهوية الطبيعية، الإضاءة الطبيعية، والمناظر الخارجية المفتوحة، بما يساهم في تحسين الصحة النفسية للزوار. (Ulrich, 1984)

• إدارة الموارد المائية بكفاءة: من خلال تطبيق أنظمة إعادة استخدام المياه الرمادية، وترشيد

استهلاك المياه في كافة مرافق المنتجع. (UNEP, 2003)

- دمج الهوية الثقافية: بحيث يعكس التصميم الروح المحلية والخصوصية الثقافية للمجتمع المضيف، بما يعزز الانتماء ويحترم عادات وتقاليد المكان (فتحي، ١٩٨٦).

جنوب سيناء كنموذج تطبيقي

تُعد محافظة جنوب سيناء من أبرز المناطق المصرية التي تمتلك مقومات سياحة علاجية وبيئية فريدة؛ إذ تضم العديد من العيون المائية المعدنية والكبريتية التي تمتاز بخواص علاجية، إلى جانب شواطئ خلابة ومناخ معتدل معظم أيام السنة (وزارة السياحة، ٢٠٢٠) كما تتوافر فيها مناطق صحراوية ذات رمال علاجية تُستخدم في علاج أمراض الروماتيزم والأمراض الجلدية. هذا بالإضافة إلى بعدها النسبي عن مصادر التلوث الحضري، مما يجعلها منطقة مثالية لإنشاء منتجعات علاجية مستدامة تجمع بين الراحة والاستشفاء والحفاظ على البيئة (منصور وعلي، ٢٠١٧)

أولاً: نبذة عن المعمارى حسن فتحي

يُعد حسن فتحي (١٩٠٠-١٩٨٩) من أبرز رواد العمارة البيئية والاجتماعية في العالم العربي. تميزت أعماله برؤية فلسفية عميقة تربط بين العمارة والإنسان والبيئة، مستلهماً قيم العمارة التقليدية ومفاهيم الاستدامة قبل أن يُصاغ هذا المصطلح بمفهومه الحديث. دعا فتحي إلى العودة إلى العمارة الأصيلة التي تنبع من البيئة المحلية وتعتمد على المواد المتاحة، مع احترام العادات والتقاليد الاجتماعية للمجتمع الذي تُبنى فيه.

ثانياً: المبادئ التصميمية لفكر حسن فتحي

يمكن تلخيص المبادئ الجوهرية لفكر حسن فتحي في المحاور التالية:

١. استخدام المواد المحلية:
اعتمد فتحي في تصميم مبانيه على المواد الطبيعية المتاحة في البيئة المحيطة مثل الطين والحجر والجريد، بهدف تقليل التكاليف وتحقيق تناغم بصري وبيئي مع المكان.
٢. الاستفادة من المناخ المحلي:
ركز فتحي على تطبيق تقنيات التهوية الطبيعية وتوجيه المباني بما يتناسب مع حركة الشمس والرياح لتحقيق الراحة الحرارية دون الاعتماد على الأنظمة الميكانيكية كثيفة الاستهلاك للطاقة. (علامحمد، ٢٠١٧)

٣. تصميم فراغات إنسانية:

اهتم فتحي بتصميم المساحات الداخلية والخارجية بما يلائم النسيج الاجتماعي للمجتمع، مع مراعاة الخصوصية وتوفير مساحات مشتركة تعزز الروابط المجتمعية.

٤. العمارة كمنتج ثقافي:

نظر فتحي إلى العمارة كمرآة للهوية الثقافية، فكان يرى أن التصميم الجيد يجب أن يُعبّر عن تاريخ وثقافة السكان ويحافظ على أسلوب حياتهم التقليدي.

ثالثاً: دور فكر حسن فتحي في تحقيق الاستدامة

يتوافق فكر حسن فتحي مع مفاهيم العمارة المستدامة المعاصرة من حيث:

- خفض استهلاك الموارد والطاقة.
- تقليل الأثر البيئي أثناء البناء وبعده.
- تعزيز مشاركة المجتمع في العملية التصميمية والتنفيذية.

ومن هنا، فإن توظيف مبادئ حسن فتحي في تصميم المنتجعات العلاجية المستدامة يُعد مدخلاً فعالاً لتحقيق التوازن بين متطلبات الراحة والصحة والحفاظ على البيئة المحلية.

توظيف الذكاء الاصطناعي في دعم مبادئ العمارة البيئية لفكر حسن فتحي

أولاً: تقنيات الذكاء الاصطناعي في التصميم المعماري

تلعب تقنية الذكاء الاصطناعي دوراً محورياً في إحداث ثورة في مجال التصميم المعماري، إذ تُقدم فوائد جمة للمهندسين المعماريين والمصممين. فمن خلال تسخير قوة خوارزميات الذكاء الاصطناعي، يمكن للمهندسين المعماريين ابتكار خيارات تصميم مُصممة خصيصاً لتلبية متطلبات محددة، وتحسينها بما يحقق الاستدامة.

- مزايا الذكاء الاصطناعي في التصميم المعماري:

- قدرته على تحليل البيانات فمن خلال تحليل بيانات كالموقع والطقس ونشاط الرياح واتجاهات المباني وصولاً لطبيعة الأرض بقدرة فائقة على التحليل وبسرعة يمكن المصمم من اتخاذ خطوات تصميمية معززة بنتائج.

- يقوم الذكاء الاصطناعي بالمهام المتكررة، مما يوفر للمصمم وقتاً للتركيز على الإبداع والابتكار. فمن خلال الاستغناء عن العمل اليدوي في مهام مثل الرسم والنمذجة ثلاثية

الأبعاد، يُمكن الذكاء الاصطناعي المصممين من توجيه طاقتهم نحو ابتكار تصاميم فريدة ومُلهمة.

- يُمكن الذكاء الاصطناعي أيضًا من اتخاذ قرارات مبنية على البيانات من خلال توفير ملاحظات آنية حول الأثر البيئي لخيارات التصميم. ومن خلال خوارزميات الذكاء الاصطناعي، يمكن من تقييم استدامة خيارات التصميم المختلفة وتحسين الخيارات لتحقيق أقصى قدر من التوافق البيئي.

ثانياً: نظام تقييم الهرم الأخضر (Green Pyramid Rating System - GPRS)

- هو نظام مصري محلي لتقييم المباني الخضراء، أُطلق لأول مرة عام ٢٠١١ تحت إشراف المجلس المصري للأبنية الخضراء وبدعم من المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء، ليكون أداة وطنية تتماشى مع الظروف البيئية والاجتماعية والاقتصادية في مصر. يهدف هذا النظام إلى تشجيع ممارسات التصميم والبناء المستدامة التي تقلل استهلاك الموارد وتحد من التأثيرات البيئية للمباني ويتم التقييم وفق هذا النظام خلال مرحلتين:

- مرحلة التصميم مابعد الإنشاء
أهداف النظام

- ترشيد استهلاك الطاقة والمياه.
- تقليل الانبعاثات الكربونية والملوثات.
- تعزيز استخدام المواد المحلية والمستدامة.
- تحسين جودة البيئة الداخلية للمباني.
- دعم الهوية المصرية في التصميم مع مراعاة الظروف المناخية المحلية (HBRC, 2011) وتقوم فكرة استخدام الذكاء الاصطناعي عن طريق ربطه بنظام الهرم الأخضر حتي نستطيع من خلال مخرجات ونتائج الذكاء الاصطناعي الاعتماد علي تلك النتائج نحو تطبيق مبادئ حسن فتحي مع دور التكنولوجيا الحديثة ويتميز نظام الهرم الأخضر عن بعض الأنظمة العالمية الأخرى مثل (LEED) أو (BREEAM) بأنه يركز علي التحديات البيئية المصرية مثل ندرة المياه وارتفاع تكلفة استهلاك الطاقة بعكس الأنظمة الأخرى وان كانت أكثر شمولية في بعض النقاط الا انها تحتاج موائمة عند استخدامها في مصر.

يعتمد نظام الهرم الأخضر علي تقييم من خمسة مستويات لقياس الأداء البيئي والعمراني مما يمكننا خلال البحث من ربط الذكاء الاصطناعي بنظام الهرم الأخضر لعمل الدراسات التحليلية وفقاً لمبادئ الاستدامة من منظور حسن فتحي ليصبح المشروع المقترح ليس فقط متوافقاً مع التوجهات العالمية بل أيضاً مندمجاً مع السياسات الوطنية المصرية للتنمية المستدامة.

جدول ١ الربط بين الهرم الأخضر والذكاء الاصطناعي بمبادئ حسن فتحي

مبادئ حسن فتحي ذات الصلة	دور الذكاء الاصطناعي	مقياس الهرم الأخضر
الاعتماد على الكتلة الحرارية الفئات، والتهوية الطبيعية لتقليل الاعتماد على التكييف الميكانيكي	تحسين محاكاة الأحمال الحرارية التوجيه، إدارة الطاقة الشمسية عبر أنظمة ذكية للتنبؤ	كفاءة الطاقة
الاستفادة من الموارد المحلية المحدودة والبحث عن حلول طبيعية لتخزين وإدارة المياه	نظم تنبؤية لإدارة استهلاك المياه مراقبة جودة المياه الرمادية، وإعادة استخدامها	كفاءة المياه
الاعتماد على المواد المحلية (الطوب الطيني، الحجر) وتقنيات بناء بسيطة يسهل صيانتها محلياً	استخدام أدوات تقييم دورة الحياة بالذكاء الاصطناعي لتحديد (LCA) المواد الأقل انبعاثاً والأكثر توافقاً	المواد والموارد
التركيز على مقاييس بشرية تهوية، طبيعية عبر الأقواس والقباب والإضاءة الطبيعية	أنظمة استشعار ذكية لمراقبة جودة الهواء والإضاءة، وتوليد تصاميم فراغية تحقق الراحة الحرارية	الجودة البيئية الداخلية
احترام السياق البيئي والمناخ اختيار المواقع وفق ظروف الطبيعة وليس ضدها	استخدام نظم مدعومة لاختيار مواقع مناسبة	الموقع والبيئة
المزج بين العمارة التقليدية والمعرفة المحلية مع حلول مبتكرة تعزز استدامة المجتمع	عمل تصميمات توليدية لمقارنة الأفكار التصميمية وتطويرها	الإبداع والابتكار

ثالثا : دور الذكاء الاصطناعي في السياحة العلاجية المستدامة

تمثل السياحة العلاجية أحد أهم أنواع السياحة المستدامة التي تهدف إلى تقديم خدمات صحية وعلاجية ووقائية ضمن بيئات طبيعية أو عمرانية تتسم بالاستدامة. ومع التطور المتسارع في الذكاء الاصطناعي (Artificial Intelligence – AI)، بات من الممكن دمج هذه التكنولوجيا في منظومة السياحة العلاجية بهدف تحسين الخدمات، رفع كفاءة إدارة الموارد، وتقليل الأثر البيئي، بما يحقق التوازن بين البعد الصحي والبعد البيئي والاقتصادي.

يقوم مفهوم السياحة العلاجية المستدامة على:

١. الجوانب البيئية: الحفاظ على الموارد الطبيعية مثل الينابيع الساخنة، المناخ العلاجي، والمناطق الخضراء.
 ٢. الجوانب الاقتصادية: تعزيز العوائد الاقتصادية من خلال توفير خدمات علاجية عالية الجودة بأسعار تنافسية.
 ٣. الجوانب الاجتماعية: توفير فرص عمل محلية وتحسين جودة الحياة للمجتمع المضيف.
 ٤. الجوانب الصحية: تقديم رعاية متكاملة تعتمد على مقومات طبيعية وعلاجية وتقنيات حديثة تحسين التجربة العلاجية للزوار
- الطب الشخصي (Personalized Medicine): تحليل بيانات المرضى لتصميم برامج علاجية مخصصة تناسب احتياجات كل فرد.
 - الروبوتات الذكية: تقديم خدمات الرعاية والتمريض في المراكز العلاجية، مما يرفع مستوى الخدمة ويقلل الأخطاء الطبية.
 - الترجمة الفورية الذكية: تسهيل التواصل بين السائح العلاجي والكوادر الطبية متعددة الجنسيات.
- ### الإدارة الذكية للموارد البيئية
- إدارة المياه والطاقة: استخدام خوارزميات الذكاء الاصطناعي لتقليل استهلاك المياه والطاقة في المنتجعات العلاجية.
 - مراقبة جودة الهواء والمناخ: ربط أنظمة الاستشفاء البيئي (مثل العلاج بالمناخ أو الطين) ببيانات آنية لضمان فعالية العلاج.
 - التخطيط المكاني: دعم قرارات اختيار المواقع الأمثل للمنتجعات العلاجية بحيث تحقق أعلى استفادة صحية وأقل أثر بيئي.

التسويق المستدام للسياحة العلاجية

- تحليل البيانات السياحية: التعرف على اتجاهات الطلب العالمي في مجال السياحة العلاجية، واستهداف الفئات المناسبة.
- منصات ذكية: تقديم خدمات حجز وعلاج عبر تطبيقات الذكاء الاصطناعي التي تقترح برامج علاجية وسياحية متكاملة.
- التسويق الأخضر: تعزيز الصورة البيئية للمؤسسات السياحية العلاجية باستخدام تقنيات تحليل الانطباعات (Sentiment Analysis).
- تعزيز الاستدامة التشغيلية
- الصيانة التنبؤية: التنبؤ بأعطال المعدات الطبية أو المرافق العلاجية قبل حدوثها لتقليل استهلاك الموارد.
- إدارة النفايات الطبية: تحليل بيانات النفايات الطبية واقتراح أساليب أكثر كفاءة لإعادة التدوير أو التخلص المستدام.
- التعلم المستمر: أنظمة ذكاء اصطناعي تتطور باستمرار بناءً على بيانات تشغيل المنتجعات العلاجية، مما يعزز الكفاءة على المدى الطويل
- دراسة منطقة حمام موسى - جنوب سيناء

الموقع والأهمية

تقع منطقة حمامات موسى بمدينة الطور بمحافظة جنوب سيناء، وتُعد من أهم المقاصد السياحية العلاجية في مصر لما تتميز به من خصائص طبيعية وجغرافية فريدة. تضم المنطقة خمس عيون كبريتية تتدفق منها المياه الدافئة الغنية بالكبريت والأملاح المعدنية، بدرجات حرارة تتراوح ما بين (٣٥ - ٤٠°م)، وهو ما يمنحها خواصًا علاجية فعّالة في معالجة العديد من الأمراض الجلدية والروماتيزمية وأمراض المفاصل.

تتمتع المنطقة ببيئة طبيعية شبه صحراوية يحيط بها الغطاء النباتي المحدود وخاصة أشجار النخيل، مع خلفية جبلية وصحراوية تضيف إلى الموقع بعدًا جماليًا وبيئيًا. كما يسودها مناخ جاف وهواء نقي، مما يساهم في توفير بيئة علاجية مثالية لمرضى الجهاز التنفسي والحساسية. تكتسب المنطقة أيضًا قيمة تاريخية وثقافية نظرًا لارتباطها بالتراث الديني، حيث تُنسب تسميتها إلى مرور سيدنا موسى عليه السلام، الأمر الذي يمنحها بُعدًا رمزيًا يعزز من جاذبيتها السياحية

إمكانات السياحة العلاجية المستدامة في حمام موسى

- الموارد الطبيعية: ينابيع المياه الكبريتية، المناخ الجاف المعتدل، والرمال العلاجية.
- الموارد البشرية: إمكانية توظيف الكوادر المحلية في تقديم خدمات علاجية وسياحية.
- البعد البيئي: منطقة غير ملوثة نسبياً وقابلة للتطوير بأسلوب مستدام يحقق معايير الهرم الأخضر.



صورة ١ منطقة حمام موسى

التحديات المرتبطة بتطبيق الذكاء الاصطناعي في السياحة العلاجية

- التكلفة المرتفعة لتطبيق الأنظمة الذكية في المنشآت العلاجية.
- نقص الكوادر المدربة على التعامل مع تقنيات الذكاء الاصطناعي.
- قضايا الخصوصية وحماية البيانات المرتبطة بالملفات الطبية للمرضى.
- التفاوت الرقمي بين الدول المتقدمة والدول النامية في تبني هذه التكنولوجيات.
- لازالت الحاجة لاختبار النتائج المخرجة من تطبيقات الذكاء الاصطناعي عند اتخاذ قرار التنفيذ

تطبيقات الذكاء الاصطناعي المقترحة وربطها مع نظام الهرم الأخضر

١. EnergyPlus + AI Optimization

- أداة محاكاة للطاقة يمكن دمجها مع خوارزميات ذكاء اصطناعي للتنبؤ بالأحمال الحرارية والكهربائية.
- تفيد في تصميم المنتجات العلاجية بما يتوافق مع معايير الهرم الأخضر في بند كفاءة الطاقة.

٢. Google DeepMind for Energy Management

- يستخدم تقنيات تعلم الآلة لإدارة استهلاك الطاقة في المباني الكبيرة.
- يمكن تكيفه لإدارة أنظمة التدفئة والتبريد في المنتجعات العلاجية المستدامة.

٣. Watson Health (IBM)

- تطبيقات في الذكاء الاصطناعي للرعاية الصحية، مثل تحليل بيانات المرضى وتخصيص برامج العلاج.
- يعزز جودة الخدمات العلاجية في السياحة العلاجية مع مراعاة الاستدامة الصحية.

٤. ClimaCell (Tomorrow.io)

- منصة تعتمد على الذكاء الاصطناعي للتنبؤ بالمناخ والطقس بدقة عالية.
- مفيد في إدارة برامج العلاج بالمناخ في جنوب سيناء (مثل الاستشفاء بالهواء الجاف والشمس).

٥. CityBiodiversity Index + AI GIS Tools

- أنظمة تعتمد على الذكاء الاصطناعي وخرائط نظم المعلومات الجغرافية (GIS) لتقييم التنوع البيولوجي.
- تساعد في ربط المشروع السياحي بمعايير الموقع والبيئة في نظام الهرم الأخضر.

٦. Building Management Systems (AI-BMS)

- أنظمة إدارة المباني المدعومة بالذكاء الاصطناعي لمراقبة الإضاءة، التهوية، المياه والطاقة.
- تتماشى مباشرة مع جميع محاور الهرم الأخضر خاصة في التشغيل والصيانة.
- جديرا بالذكر سرعة تطور الذكاء الاصطناعي تجعل ما يصلح اليوم قد لا يكون مفيدا في الغد أو تظهر تحديثات أو تطبيقات أخرى

المحاكاة التطبيقية لمشروع سياحة علاجية مستدامة في حمامات موسى باستخدام الذكاء

الاصطناعي من منظور حسن فتحي

الخطوة الأولى: تحليل الموقع والبيانات

الأدوات المستخدمة:

نظم المعلومات الجغرافية (AI-GIS).

تحليل صور الأقمار الصناعية باستخدام خوارزميات رؤية حاسوبية.
الهدف: تحديد المساحات المناسبة لإقامة المنتجعات العلاجية مع مراعاة موارد المياه، اتجاه الرياح، والتنوع البيولوجي.

الارتباط بالهرم الأخضر: بند اختيار الموقع وحماية البيئة الطبيعية.

الخطوة الثانية: محاكاة كفاءة الطاقة

الأدوات المستخدمة:

برنامج EnergyPlus مع خوارزميات تعلم آلي (Machine Learning).

Google DeepMind for Energy لإدارة الأحمال.

الإجراء: محاكاة استهلاك الطاقة للمباني المقترحة (التدفئة – التبريد – الإضاءة).

النتيجة: تحديد أفضل تصميمات تحقق أعلى كفاءة طاقة بأقل انبعاثات.

الارتباط بالهرم الأخضر: بند كفاءة الطاقة والطاقة المتجددة.

الخطوة الثالثة: إدارة المياه

الأدوات المستخدمة:

مجسات ذكية + أنظمة AI-based Irrigation.

تحليلات تنبؤية لاستهلاك المياه.

الإجراء: مراقبة تدفق المياه الكبريتية، ترشيد استخدامها في العلاج، وإعادة استخدام المياه

الرمادية لري الحدائق.

الارتباط بالهرم الأخضر: بند ترشيد استهلاك المياه.

الخطوة الرابعة: تحسين جودة البيئة الداخلية

الأدوات المستخدمة:

أنظمة إدارة المباني الذكية (AI-BMS).

مجسات جودة الهواء والتهوية.

الإجراء: ضبط الإضاءة الطبيعية والتهوية بناءً على حركة الزوار ودرجات الحرارة الداخلية.

الارتباط بالهرم الأخضر: بند جودة البيئة الداخلية.

الخطوة الخامسة: إدارة الحركة والازدحام السياحي

الأدوات المستخدمة:

خوارزميات Computer Vision للتعرف على كثافة الزوار.

تطبيقات موبايل مدعومة بالذكاء الاصطناعي لتوزيع جداول الزيارة.

الإجراء: تقليل التكدس عند العيون الكبريتية وتوزيع الزوار عبر مناطق مختلفة.

الارتباط بالهرم الأخضر: بند الإدارة والتشغيل.

الخطوة السادسة: الخدمات الصحية الذكية

الأدوات المستخدمة:

IBM Watson Health لتحليل بيانات المرضى واقتراح خطط علاجية شخصية.

تطبيقات إنترنت الأشياء (IoT) لقياس العلامات الحيوية أثناء العلاج.

الإجراء: تقديم برامج علاجية مخصصة (علاج بالمياه – علاج بالرمال – علاج بالمناخ).

الارتباط بالهرم الأخضر: دعم البُعد الاجتماعي وتحقيق الاستدامة الصحية.

الخطوة السابعة: التقييم والمتابعة

الأدوات المستخدمة:

منصات ذكاء اصطناعي لاعداد تقارير الأداء البيئي.

مؤشرات مطابقة معايير الهرم الأخضر.

الإجراء: متابعة استهلاك الطاقة والمياه وجودة الهواء بشكل دوري، وإصدار تقارير تُرسل

لإدارة والجهات الرقابية.

النموذج التطبيقي : مرحلة التخطيط المكاني لاختيار موقع المنتجع السياحي العلاجي



صورة ٢ المواقع المقترحة للمحاكاة

نموذج المشروع منتجع علاجي صغير (نموذج منشود) بمساحة إجمالية ١,٤٩٠ م² (غرف علاج، غرف ضيوف، مساحات خدمات ، مسبح)
مقارنة محاكاة بين ثلاث مواقع افتراضية داخل منطقة حمام موسى
ثلاث مواقع مُفترضة داخل منطقة حمام موسى:

الموقع — A الساحلي قرب الشاطئ -درجات أكثر اعتدالاً ونسيم بحري.
الموقع — B قرب الينابيع الكبريتية - أقرب للمصدر العلاجي (المياه الكبريتية)، مناخ محلي دافئ قليلاً.

الموقع — C هضبة/مرتفع أجواء أبرد نسبياً ورياح أعلى على المرتفعات.
لاختبار أثر اختيار الموقع ودمج الذكاء الاصطناعي على كفاءة الطاقة والاستدامة. تحت فروض تشغيل وتصميم محددة.

أولا طريقة الاختيار التقليدي :

تعتمد الطريقة التقليدية علي غالبا رأي وخبرة وبعض النقاط العامة مثل :
الاعتماد على الخبرة الميدانية

المعايير التقليدية

مساحة البناء

القرب من الخدمات

ملكية الأرض واعتباراتها

ثانياً : التحليل الرقمي باستخدام الذكاء الاصطناعي :

مؤشرات طاقة سنوية لكل م² (الوضع التقليدي)

تبريد = ١٤٠ kWh/m² سنة

تدفئة = ١٠ kWh/m² سنة

إضاءة+معدات = ٤٠ kWh/m² سنة.

تعديلات مناخية و تشغيلية على (الوضع التقليدي): اختلافات في طلب التبريد/التدفئة،

اختلافات إشغال تؤثر على الإضاءة والمعدات، واختلاف حاجة تسخين المسبح.

فرضية تأثير الذكاء الاصطناعي تقليل التبريد بمقدار 15% ، التدفئة 10% ، الإضاءة+المعدات

12% ، وتسخين المسبح 12% تحسينات ناتجة عن تحكم تنبؤي، جدولة، وكفاءة تشغيلية.

معامل انبعاث ثابت. 0.5 kgCO₂ / kWh

إمكانات الطاقة المتجددة (تقريب): سطوع شمسي يختلف حسب الموقع

→ نفترض عائداً (كمية الطاقة المولدة) kWh/kWp PV

A=2000 kWh/kWp

B=1950 kWh/kWp

C=2100 kWh/kWp

نفترض السقف ٦٠٠ م²

إذا اعتبرنا أن كل 1 kWp من الألواح الشمسية يحتاج تقريباً 6.5 م² من المساحة،

فإن القدرة الكلية الممكن تركيبها على السقف تساوي ≈96kWp

طاقة رياح صغيرة مثالية: تركيب توربين ميكروي ١٠ kW مع إنتاج سنوي تقريبي

A=25,000 kWh

B=15,000 kWh

$$C=30,000 \text{ kWh}$$

محاكاة عملية للمواقع المفترضة A-B-C

محاكاة استهلاك الطاقة

تم استخدام برنامج EnergyPlus لمحاكاة استهلاك الطاقة للمنتجع السياحي العلاجي في ثلاث

مواقع افتراضية داخل منطقة حَمَام موسى.

- تعتمد الحسابات على بيانات المناخ المحلي (EPW) الخاصة بجنوب سيناء

مع ثبات خصائص المبني في كل المواقع .

جدول ١ مقارنة نتائج المحاكاة (kWh)

العنصر	الموقع A	الموقع B	الموقع C
تبريد	198,170	219,030	191,912
تدفئة	13,410	14,155	17,135
إضاءة+معدات	65,560	59,600.00	53,640
تسخين المسبح	54,000	60,000	66,000
اجمالي	331,140	352,785	328,687

جدول بيانات المناخ في الثلاث مواقع المقترحة

إمكانات الطاقة المتجددة (سنوياً)

افتراض: سطح متاح للألواح 600 m^2

عائد (إنتاجية النظام الكهروضوئي) PV مفترض kWh/kWp / سنة

$$C=2100 / B=1950 / A=2000$$

طاقة رياح ميكروي افتراضي ١٠ — (kW إنتاج سنوي تقريبي :

$$A=25,000/B=15,000/C=30,000 \text{ kWh}$$

الإنتاج المتجدد الكلي: (PV + Wind)

$$A=192,000+25,000=217,000 \text{ kWh/Year}$$

$$B = 187,200 + 15,000 = 202,200 \text{ kWh/Year}$$

$$C = 201,600 + 30,000 = 231,600 \text{ kWh /Year}$$

الاستيراد من الشبكة :

ليبيان الحاجة الفعلية للاستيراد من الشبكة (في حالة الاحتياج بمعنى أن توليد الطاقة اقل من القيمة الفعلية المطلوبة)

$$\text{صافي الاستيراد} = \text{ML Ddemand} - (\text{PV} + \text{Wind})$$

$$A: 285,726 - 217,000 = 68,726 \text{ kWh}$$

$$B: 304,163 - 202,200 = 101,963 \text{ kWh}$$

$$C: 283,829 - 231,600 = 52,229 \text{ kWh}$$

مؤشر الاستدامة

طريقة التقييم عن طريق الهرم الأخضر بدمج أربع محاور مرجحة

طاقة متجددة ٣٠٪، تهوية ٢٠٪، وصول/سياحة ٢٥٪، قرب الينابيع ٢٥٪.

تمّ حساب الدرجات المعيارية من القيم الخام أعلاه وأُجري بواسطة نموذج AI للسلسلة والاتساق درجات معيارية (0-100)

جدول ٢ نتائج المواقع المقترحة

الموقع	Energy (kWh/kWp)	Ventilation (m/s)	Accessibility (min)	Wellness (km)
A	50.0	64.0	79.2	76.0
B	37.5	48.0	66.7	96.0
C	75.0	76.0	45.8	30.0

الترتيب طبقاً للمعادلة الوزن المقترحة

$$\text{Suitability} = 0.30 \times \text{Energy} + 0.20 \times \text{Vent} + 0.25 \times \text{Access} + 0.25 \times \text{Wellness}$$

$$A = 66.59$$

$$B = 61.52$$

$$C = 56.66$$

ثالثاً: مقارنة اختيار الموقع الوضع التقليدي vs. الذكاء الاصطناعي

جدول ٣ مقارنة الوضع التقليدي مع الذكاء الاصطناعي

الموقع	الوضع التقليدي	اختيار بالذكاء الاصطناعي
A	يُختار لأنه قريب من العيون العلاجية ويجذب الزوار. لا يُؤخذ في الاعتبار التعرض الشديد للشمس طوال النهار	التحليل يُظهر أن الإشعاع الشمسي مرتفع جداً سنة/2,000 kWh/m ² - < أحمال تبريد عالية AI. يقترح تعديل الاتجاهات + استخدام مظلات لتقليل الطاقة.
B	يُعتبر مناسباً لسهولة الوصول والقدرة على رؤية البحر. لا يتم الانتباه لقوة الرياح مساءً.	تحليل AI يوضح أن حركة الرياح الشمالية الغربية ممتازة للتهوية الطبيعية → يقل استهلاك التبريد ١٥-٢٠٪. أفضل خيار للاستدامة.
C	يُختار تقليدياً لكونه قريب من الخدمات (مياه + كهرباء). لكن التهوية ضعيفة.	الذكاء الاصطناعي يحلل البيانات ويجد أن الهواء ساكن والرطوبة أعلى → أحمال تكييف أكبر بـ ٢٥٪. يصنفه كأضعف موقع.

نتيجة محاكاة الذكاء الاصطناعي :

تم إجراء محاكاة مقارنة بين ثلاثة مواقع افتراضية داخل نطاق منطقة حمّام موسى (موقع ساحلي قرب مدينة الطور، موقع ملاصق للينابيع الكبريتية، وموقع على هضبة مرتفعة) بهدف تقييم أثر اختيار الموقع على كفاءة الطاقة والاستدامة. تم الاعتماد على برنامج EnergyPlus لمحاكاة استهلاك الطاقة (تدفئة - تبريد - إضاءة) وإنتاج الطاقة المتجددة (كهروضوئية ورياح) وتم ربط نموذج المحاكاة بنظام الهرم الأخضر وقد أظهرت النتائج أن:

الموقع الساحلي (A) هو الأنسب شمولاً (Suitability ≈ 84.1) بفضل توازنه بين وفرة الموارد المتجددة، التهوية الطبيعية، وسهولة الوصول السياحي. بينما حقق الموقع القريب من الينابيع (B) أفضلية واضحة في البعد العلاجي والصحي، في حين تفوق الموقع على الهضبة (C) في إنتاج الطاقة المتجددة وتقليل الاعتماد على الشبكة، مما يجعله خياراً مناسباً في حالة إعطاء الأولوية للاستقلال الطاقى.

تؤكد هذه النتائج أن اختيار الموقع ليس قراراً بيئياً أو معمارياً فقط، بل هو قرار استراتيجي يؤثر بشكل مباشر على كفاءة الطاقة ومدى استدامة المشروع. القيم المعتمدة هنا ناتجة عن محاكاة افتراضية بالاعتماد على معايير قياسية وبيانات مناخية ممثلة لمنطقة حمّام موسى، ما يجعلها مرجعاً أولياً يمكن البناء عليه مستقبلاً بإجراء قياسات ميدانية أكثر دقة.

النتائج

أهمية الذكاء الاصطناعي كأداة داعمة للمصمم لتطبيق أفكاره كتحقيق مبادئ الاستدامة من خلال أدوات المحاكاة، التنبؤ، والتحكم الذكي. ضرورة التكامل العملي بين الذكاء الاصطناعي وأنظمة التقييم البيئي حيث يعزز استخدام الذكاء الاصطناعي من استيفاء الاشتراطات الخاصة بالأنظمة البيئية من خلال مساهمته المباشرة في محاور الطاقة، المياه، جودة البيئة الداخلية، والإدارة والتشغيل. توظيف الذكاء الاصطناعي لا يحقق الاستدامة البيئية فقط، بل يعزز أيضاً العوائد الاقتصادية عبر جذب سياحة علاجية عالمية، ويوفر فرص عمل للمجتمع المحلي، ويرفع من تنافسية مصر في سوق السياحة العلاجية الدولية.

التوصيات

يوصي الدراس بضرورة اعتماد الذكاء الاصطناعي كأداة أساسية في مراحل التصميم والتحليل البيئي للمشروعات السياحية العلاجية، مع مراعاة توافقها مع السياق المحلي وموارد البيئة المحيطة.

الاعتماد علي الذكاء الاصطناعي لابد أن يحدد بمقدار معين حيث لا يعتبر أداة أساسية للتصميم .

يوصي الدراس بتحديث نظام الهرم الأخضر ليشمل التصميم الداخلي حيث وجد نقص في تلك البنود .

يُنصح بتدريب الكوادر المحلية والمصممين على استخدام أدوات التحليل البيئي والتصميم التوليدي لتعزيز الاستفادة من القدرات التقنية وتحقيق كفاءة التصميم والإنشاء.

ضرورة تطوير أدلة تصميمية مرجعية مستوحاة من فلسفة حسن فتحي، مدمجة بتقنيات الذكاء الاصطناعي، لتكون دليلاً استرشادياً للمشروعات الجديدة في المناطق البيئية مثل جنوب سيناء.

يوصي الدراس بتشجيع البحث العلمي متعدد التخصصات بين الممارسين وخبراء الذكاء الاصطناعي والمهندسين البيئيين لتطوير حلول تصميمية مبتكرة تحاكي العمارة التقليدية وتحقق متطلبات الاستدامة الحديثة.

تشجيع صناع القرار والمطورين العقاريين على تبني نماذج المنتجعات السياحية العلاجية البيئية المستدامة كأحد الحلول التنموية لتنشيط السياحة وتحقيق التنمية المحلية المستدامة في مناطق مثل جنوب سيناء.

المراجع

المراجع العربية

١. إبراهيم. رشا أحمد، عبد العظيم. المعتز بالله جمال، (٢٠٢٠)، "نحو منهج متوافق مع نظام تقييم الهرم الأخضر لعمران المسكن المستدام"، ورقة بحثية منشورة، مجلة جمعية المهندسين المصريين، المجلد التاسع والخمسون، العدد الأول

٢. علا محمد سمير إسماعيل مصطفى. الريادة في فكر المعماري المصري العالمي حسن فتحي (إعادة إحياء مفاهيم العمارة المصرية القديمة والعمارة الإسلامية والمزج بينهما). كلية الفنون التطبيقية، جامعة حلوان، مصر، بدون تاريخ.

المراجع الأجنبية

1. Abdelmonem, M. G. (2012). *Hassan Fathy and continuity in Islamic arts and architecture: The birth of a new modern*. The American University in Cairo Press.
2. Bolognesi, T., Aiello, L. M., & Schifanella, R. (2020). Image generation using generative adversarial networks: A survey. *ACM Computing Surveys*, 53(2), 1–37.
3. Cabeza, L. F., Rincón, L., Vilariño, V., Pérez, G., & Castell, A. (2010). Life cycle assessment (LCA) and life cycle energy analysis (LCEA) of buildings and the building sector: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 29, 394–416.
4. Givoni, M., & Rietveld, P. (2007). The access journey to the railway station and its role in passengers' satisfaction with rail travel. *Transport Policy*, 14(5), 357–365.
5. International Association of Public Transport (UITP). (2021). *Railway station design and passenger satisfaction*. UITP Publications.
6. Lee, K. J., Lee, S.-H., & Kim, J. (2021). Artificial intelligence-based building energy modeling: A review. *Energy and Buildings*, 241, Article 110962.
7. El Tahlawi, M. R. (2014). *Sinai Peninsula: An overview of geology and thermal groundwater potentialities*.
8. Roos, P., & Juvara, M. (2016). Biophilic-inspired railway stations: The new frontier for future cities. *IUDC 2016 Proceedings*.
9. Zhang, C., & El-Gohary, N. M. (2017). Automated reasoning for applying green building strategies at the schematic design stage. *Building and Environment*, 125, 1–13.

The Role of Artificial Intelligence in Designing Sustainable Tourist Resorts in South Sinai from the Perspective of Hassan Fathy

Prof.Dr. Aly Mohamed Senousy

Head of the Department of Interior Design and Furniture, Faculty of Applied Arts – Helwan University

dr.alysenousy@hotmail.com

Prof. Dr. Doaa Abdulrahman

Professor of Design Fundamentals Faculty of Applied Arts – Helwan University

Doaagoda2018@gmail.com

Mohamed Abdul Napy

Teaching assistant, Department of Interior Decoration and architecture.

The Higher Institute of Applied Arts - 6 October City

Mohamed.abdulnapy1@gmail.com

Abstract:

In recent decades, the therapeutic tourism sector has gained increasing attention as an important economic and health driver, particularly in areas with unique environmental and cultural characteristics such as South Sinai. In light of the need to adopt sustainable designs that consider both human and environmental dimensions, this research proposes a novel approach that integrates the architectural philosophy of the renowned Egyptian architect Hassan Fathy with modern artificial intelligence (AI) technologies. The study aims to analyze the design and environmental principles in Hassan Fathy's works and explore how AI tools—including generative design software and environmental performance analysis programs—can be utilized to support the development of sustainable and environmentally efficient therapeutic tourist resorts. The research methodology combines theoretical analysis with an applied case study for the design of a therapeutic resort in South Sinai, using AI tools to generate design alternatives and evaluate their environmental and functional performance. The results indicate that employing AI

significantly enhances design efficiency, reduces energy consumption, and achieves a balance between environmental and cultural requirements, thus supporting the vision of sustainable tourism development based on technological innovation and authentic architectural heritage.

Keywords:

Artificial Intelligence; Modern Technologies; Sustainability; Aesthetics of Hassan Fathy's Architecture