Scientific Journal for Publishing in Health Research and Technology

Volume 2, Issue 4, 2026, Pages: 106-115

Journal homepage: https://sjphrt.com.ly/index.php/sjphrt/en/index

Effectiveness of Digital Simulation Software in Reducing Energy Consumption During the Design Phase of Residential Buildings

Dr. Ahmed Ali Amer *[1], Eng. Sulaiman Zaidan Al-Zarrouq [2], Dr. Tarek Ramadan Bokra [3]

[1] Department of Architecture, College of Engineering Technology, Technical Education, Msallata, Libya

[2] Engineer and independent researcher, Libya

[3] Department of Architecture, College of Engineering Technology, Technical Education, Msallata, Libya

فعالية برمجيات المحاكاة الرقمية في تقليل استهلاك الطاقة اثناء مرحلة تصميم المباني السكنية

د. أحمد علي عامر *[1]، م. سليمان زيدان الزروق [2]، د. طارق رمضان بكرة [3]

[1] قسم العمارة، كلية الهندسة، جامعة المرقب، الخمس، ليبيا

[2] مهندس وباحث مستقل، ليبيا

[3] قسم العمارة، كلية التقنية الهندسية، التعليم التقني، مسلاته، ليبيا

*Corresponding author: Ahaamer@elmergab.edu.ly

Received: August 15, 2026	Accepted: October 23, 2026	Published: November 10, 2026

Abstract:

Digital simulation software has become an essential tool in architectural design, supporting environmental evaluation prior to construction and improving indoor environmental quality. Most residential buildings still suffer from limited natural lighting and natural ventilation efficiency due to restricted adoption of digital simulation tools during architectural design or reliance on conventional design practices. This study examines the role of digital simulation software in enhancing residential building design efficiency, focusing on natural lighting, natural ventilation, and design decision-making. Using a descriptive-analytical approach, the paper reviews and synthesizes relevant literature on digital simulation applications in residential architecture, including daylighting tools, computational fluid dynamics, building performance simulation, and Building Information Modeling. The findings indicate that integrating digital simulation during the design stage improves daylight distribution and indoor air quality, reduces reliance on artificial lighting and mechanical ventilation or cooling, lowers energy consumption, and minimizes design errors. The study recommends embedding digital simulation early in architectural design, selecting tools suited to daylighting and airflow analysis, training architects, and incorporating accurate local climate and site data.

Keywords: Digital simulation software, Architectural design, Residential buildings, Natural lighting, Natural ventilation, Energy efficiency.

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

الملخص
أصبحت برمجيات المحاكاة الرقمية أداةً أساسيةً في التصميم المعماري؛ إذ تدعم التقييم البيئي قبل التنفيذ وتسهم في تحسين جودة البيئة الداخلية. ولا تزال معظم المباني السكنية تعاني من ضعف كفاءة الإضاءة الطبيعية والتهوية الطبيعية نتيجة محدودية توظيف هذه البرمجيات خلال مرحلة التصميم المعماري أو الاعتماد على الأساليب التصميمية التقليدية. يهدف هذا البحث إلى توضيح دور برمجيات المحاكاة الرقمية في تعزيز كفاءة تصميم المباني السكنية، مع التركيز على الإضاءة الطبيعية، والتهوية الطبيعية، ودعم اتخاذ القرارات التصميمية. ويعتمد البحث على المنهج الوصفي التحليلي من خلال مراجعة وتحليل الدراسات والأدبيات ذات الصلة بتطبيقات المحاكاة الرقمية في العمارة السكنية، بما يشمل برمجيات الإضاءة النهارية، وديناميكا الموائع الحسابية، ومحاكاة أداء المباني، ونمذجة معلومات المباني. وتشير النتائج إلى أن دمج المحاكاة الرقمية في مرحلة التصميم يحسّن توزيع الإضاءة الطبيعية وجودة الهواء الداخلي، ويقلل الاعتماد على الإضاءة الصناعية والتهوية أو التبريد الميكانيكي، ويخفض استهلاك الطاقة، ويحد من الأخطاء التصميمية. ويوصي البحث بتوظيف برمجيات المحاكاة مبكرًا في التصميم المعماري، واختيار الأدوات المناسبة لتحليل الإضاءة وحركة الهواء، وتدريب المهندسين المعماريين، وتوفير بيانات دقيقة عن المناخ المحلي وخصائص الموقع.

الكلمات المفتاحية: برمجيات المحاكاة الرقمية، التصميم المعماري، المباني السكنية، الإضاءة الطبيعية، التهوية الطبيعية.

المقدمة

يعد التصميم المعماري للمباني السكنية مسألة معقدة تتطلب الموازنة بين عدة جوانب من أهمها الجوانب الوظيفية والجمالية والاجتماعية والبيئية، لما لها من تأثير مباشر على راحة المستخدمين وجودة البيئة الداخلية، ومع تزايد تعقيد المشاريع السكنية ظهرت بعض التحديات التي تواجه المصممين في تحقيق الكفاءة المطلوبة خصوصا فيما يتعلق بالإضاءة والتهوية الطبيعية داخل الفراغات السكنية.

وفي هذا السياق، برزت برمجيات المحاكاة الرقمية كأداة فعالة تساعد في دعم المهندسين المعماريين خلال مراحل التصميم، حيث تتيح تحليل الأداء البيئي للمباني قبل التنفيذ، وتوفر إمكانية دراسة بدائل تصميمية متعددة تسهم في تحسين توزيع الإضاءة الطبيعية وتعزيز التهوية داخل المباني السكنية، إلا أن الواقع المعماري يشير إلى أن العديد من المباني السكنية لا تزال تعاني من ضعف في كفاءة الإضاءة والتهوية الطبيعية، نتيجة محدودية توظيف هذه البرمجيات أو الاعتماد على أساليب تصميم تقليدية.

ومن هنا تتضح مشكلة البحث في الحاجة إلى فهم الدور الذي يمكن أن تلعبه برمجيات المحاكاة الرقمية في تحسين كفاءة التصميم المعماري للمباني السكنية، ومعرفة مدى إسهامها في معالجة مشكلات الإضاءة والتهوية الطبيعية، ويسعى هذا البحث إلى تسليط الضوء على أهمية هذه البرمجيات في دعم عملية اتخاذ القرار التصميمي، من خلال تحليل تأثيرها على جودة البيئة الداخلية للمباني السكنية، وتوضيح دورها في رفع كفاءة التصميم وتحقيق مستويات أفضل من الراحة البيئية.

وتكمن أهمية هذا البحث في إبراز القيمة العلمية والعملية لاستخدام برمجيات المحاكاة الرقمية في التصميم المعماري، حيث نساهم في تعزيز وعي المهندسين المعماريين بأهمية توظيف هذه الأدوات خلال المراحل المبكرة من التصميم، كما يوفر إطارا معرفيا يساعد المختصين والباحثين على فهم العلاقة بين المحاكاة الرقمية وكفاءة الإضاءة والتهوية الطبيعية، بما ينعكس إيجابا على تطوير تصميم المباني السكنية وتحقيق بيئة معيشية أكثر كفاءة واستدامة.

مشكلة البحث:

بالرغم من توفر برمجيات المحاكاة الرقمية، إلا أن معظم المباني السكنية تعاني من ضعف الكفاءة في التصميم خصوصا فيما يتعلق بالإضاءة والتهوية الطبيعية، وذلك نتيجة انعدام استخدام هذه البرمجيات بشكل

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

فعال أو بسبب نقص البيانات الدقيقة، لذلك تزداد الحاجة لدراسة دور برمجيات المحاكاة الرقمية في تعزيز كفاءة تصميم المباني السكنية.

تساؤلات البحث:
- هل تساهم برمجيات المحاكاة الرقمية في تعزيز كفاءة التصميم المعماري للمباني السكنية؟
- ما مدى تأثير برمجيات المحاكاة الرقمية في تحسين الإضاءة والتهوية الطبيعية أثناء التصميم المعماري؟
- ماهي ابرز البرمجيات التي تساهم في رفع كفاءة تصميم المباني السكنية ؟

أهداف البحث:
- تحديد دور برمجيات المحاكاة الرقمية في تعزيز كفاءة التصميم المعماري للمباني السكنية.
- دراسة تأثير استخدام برمجيات المحاكاة الرقمية على تحسين الإضاءة والتهوية الطبيعية داخل المباني السكنية.
- عرض أهم البرمجيات التي تساعد على الاستفادة من نتائج المحاكاة الرقمية في تصميم المباني السكنية بكفاءة عالية.

أهمية البحث:
تتمثل أهمية البحث في توضيح دور برمجيات المحاكاة الرقمية في تعزيز كفاءة تصميم المباني السكنية، خصوصا فيما يتعلق بتحسين التهوية والاضاءة الطبيعية، كما يساهم البحث في توفير مرجع علمي يساعد المختصين في الاعتماد على برمجيات المحاكاة الرقمية أثناء مرحلة التصميم.

فرضية البحث:
يفترض البحث أن استخدام برمجيات المحاكاة الرقمية في مراحل التصميم للمباني السكنية يساهم في تحسين كفاءة التصميم من خلال تحسين استغلال الإضاءة الطبيعية وتعزيز التهوية وتقديم حلول تصميمية أكثر دقة مستندة على نتائج المحاكاة الرقمية.

منهجية البحث:
يعتمد البحث على المنهج الوصفي التحليلي من خلال دراسة وتحليل المعلومات المتعلقة ببرمجيات المحاكاة الرقمية، مع التركيز على تطبيقاتها في تحسين كفاءة التصميم للمباني السكنية خصوصا فيما يتعلق بالإضاءة والتهوية الطبيعية، وتشمل أدوات البحث تحليل الدراسات السابقة لفهم تأثير البرمجيات الرقمية على القرارات التصميمية.

حدود البحث:
- يختص البحث على دراسة دور برمجيات المحاكاة الرقمية في تحسين الإضاءة والتهوية للمباني السكنية.
- يركز البحث على جانب التصميم المعماري دون التركيز في الجوانب الأخرى.

الدراسات السابقة:
أحمد عمر، وآخرون. (2022). بعنوان: نمذجة معلومات المباني والمحاكاة الرقمية لتقييم بدائل تحسين الأداء الحراري لنوافذ واجهات المباني. حالة دراسية: وحدة سكنية في الرياض
أظهرت هذه الدراسة أن استخدام برمجيات المحاكاة الرقمية وتقنية BIM يساهم بشكل فعال في تقييم البدائل التصميمية لتحسين الأداء الحراري لنوافذ واجهات المباني، وأكدت الدراسة أن هذه الأدوات الرقمية لا تقتصر فائدتها على التحليل الحراري فقط بل تمتد أيضا لتشمل تحسين توزيع الإضاءة الطبيعية وتعزيز التهوية داخل المباني، مما يتيح للمصممين تقييم الأداء البيئي للمبنى قبل مرحلة التنفيذ الفعلي، وتشير نتائج

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

الدراسة إلى أن دمج المحاكاة الرقمية ضمن العملية التصميمية يساهم في اتخاذ قرارات تصميمية أكثر دقة وفاعلية، وبالتالي تعزيز كفاءة المباني السكنية من حيث الراحة البيئية وجودة الفراغ الداخلي.

بلال عبد العاطي، وآخرون. (2022). بعنوان: دور برامج محاكاة المبنى في تعزيز استراتيجيات الاستدامة في العملية التصميمية (متطلبات ومعوقات التطبيق في ليبيا)

تناولت هذه الدراسة أهمية برامج المحاكاة الرقمية كأداة فعالة لدعم تحقيق الاستدامة في التصميم المعماري، وأوضحت الدراسة أن استخدام هذه البرامج يمكن أن يعزز من كفاءة المباني السكنية من خلال تحسين استغلال الإضاءة الطبيعية وتعزيز التهوية وتقليل استهلاك الطاقة، كما تساعد في تقييم البدائل التصميمية المختلفة قبل التنفيذ، وتشير الدراسة كذلك إلى بعض التحديات التي تواجه تطبيق هذه البرامج في بيئات محلية مثل ليبيا، ومنها نقص التدريب على البرامج وتوفر البيانات الدقيقة واعتبارات التكلفة، مؤكدة أن التغلب على هذه المعوقات يسهم في زيادة فعالية استخدام المحاكاة الرقمية لتحقيق تصميم مستدام وأكثر كفاءة.

محمد عبد الحميد. (2025). بعنوان: تطور برمجيات الحاسوب المعمارية وتأثيرها على التصميم المعماري المتقدم " تقنية BIM في التصميم المعماري.

تناولت هذه الدراسة العلاقة بين البرمجيات الرقمية بما في ذلك أدوات المحاكاة، وتطور أساليب التصميم المعماري وأوضحت الدراسة أن الاعتماد على هذه البرمجيات يتيح للمصممين تحليل بدائل تصميمية متعددة بشكل سريع ودقيق، مع إمكانية التحقق من تأثيرها على عناصر المبنى المختلفة مثل الإضاءة والتهوية والتوزيع المكاني، كما أشارت الدراسة إلى أن دمج تقنيات المحاكاة ضمن بيئة التصميم الرقمية يعزز من قدرة المهندسين على اتخاذ قرارات تصميمية دقيقة، تساهم في تحسين كفاءة المباني من حيث الأداء الوظيفي والجمالي والبيئي.

محمد المجيبل. (2023). بعنوان: التكنولوجيا الرقمية كعامل مساعد في تصميم الحيزات الداخلية السكنية.

تناولت هذه الدراسة الدور الذي تلعبه التكنولوجيا الرقمية وأدوات المحاكاة في تحسين تصميم الفراغات الداخلية للمباني السكنية، وأكدت الدراسة أن استخدام برنامج Revit يمكن أن يساهم في تحليل وتقييم توزيع المساحات الداخلية، وتحسين استغلال الإضاءة الطبيعية وتعزيز التهوية داخل الفراغات، قبل مرحلة التنفيذ، وتشير نتائج الدراسة إلى أن دمج التكنولوجيا الرقمية ضمن عملية التصميم الداخلي يزيد من دقة القرارات التصميمية ويساهم في تطوير بيئة سكنية أكثر كفاءة وراحة، مع توفير الوقت والجهد وتقليل احتمالية الأخطاء التصميمية.

سومي ليو، آخرون. (2014). بعنوان: محاكاة متكاملة للتهوية الطبيعية والإضاءة النهارية لتصميم مجمع سكني.

Coupled simulation of natural ventilation and daylighting for a residential community design

تناولت هذه الدراسة أهمية استخدام المحاكاة الرقمية المتكاملة لتحليل التهوية الطبيعية والإضاءة في تصميم مجتمعات سكنية، وقد طور الباحثون إجراء تصميمي من ثلاث مراحل يجمع بين تحليل التهوية الطبيعية ونمذجة الإضاءة النهارية باستخدام أدوات المحاكاة، مع أخذ عدة عوامل تصميمية متعددة المقاييس مثل اتجاه المباني وتخطيط النوافذ والمسافات بين الوحدات السكنية، وأظهرت نتائج الدراسة أن النهج المتكامل في المحاكاة الرقمية يمكن أن يحسن جودة الهواء الداخلي ويوفر أداء أفضل في استهلاك الطاقة مقارنة بالتصميمات التقليدية، موفرة بذلك دليلا قويا على دور أدوات المحاكاة في تعزيز كفاءة التصميم البيئي للمباني السكنية قبل التنفيذ.

محمود عبد الرحمن، وآخرون. (2017). بعنوان: دور برامج محاكاة الرياح في تحسين كفاءة أداء المباني السكنية.

تناولت هذه الدراسة أهمية برامج محاكاة ديناميكا الموائع الحسابية (CFD) في تحسين أداء المباني السكنية من خلال تحليل التهوية الطبيعية وتأثير الرياح على الراحة الحرارية وكفاءة الطاقة، وقد استخدمت الدراسة

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

نماذج إسكان الشباب في مدينة دمياط الجديدة كحالة دراسية، واعتمدت على بيانات الرياح المحلية ونموذج الاضطراب K-ε ضمن محاكاة ديناميكا الموائع لتقييم تدفق الهواء داخل المباني، وأبرزت نتائج الدراسة أن استخدام برامج محاكاة الرياح يعد أداة موثوقة لتحليل تأثير التهوية الطبيعية على راحة المستخدمين، ويساهم في تحسين كفاءة الطاقة وتقليل الاعتماد على نظم التكييف الميكانيكي، كما ناقشت الدراسة المنهجيات المتبعة للتحقق من صحة نتائج المحاكاة باستخدام نفق الرياح والقياسات الميدانية، مما يعزز أهمية دمج أدوات المحاكاة الرقمية في العملية التصميمية لتحقيق أداء معماري وبيئي أعلى.

لي لي. (2024). بحث حول تحسين الإضاءة الطبيعية لتخطيط مساحة المبنى بناءً على التصميم Research on daylighting optimization of building space layout based on parametric design

ركزت هذه الدراسة على استخدام محاكاة الإضاءة الرقمية عبر برنامج Daysim وأدوات برمجية إضافية لتحليل وتحسين توزيع الضوء الطبيعي في المساحات السكنية، حيث أظهرت الدراسة أن تحسين المخطط الفراغي باستخدام التصميم البرامتري والمحاكاة الرقمية يساهم في رفع جودة الإضاءة الطبيعية داخل المباني، مما يساعد على اتخاذ قرارات تصميمية أكثر دقة قبل التنفيذ، ويساعد أيضا في تحقيق بيئة سكنية أكثر راحة وكفاءة من حيث الإضاءة.

رنا ريزي، وآخرون. (2023). بعنوان: تحسين أداء الإضاءة الطبيعية والتهوية: منهجية تصميم غلاف المبنى

تناولت هذه الدراسة تأثير تصميم الغلاف الخارجي للمبنى على كفاءة الإضاءة الطبيعية وحركة الهواء داخل المباني باستخدام تحليل ديناميكا الموائع الحسابية CFDومحاكاة الإضاءة والتهوية، حيث أظهرت النتائج أن تحسين تصميم الغلاف الخارجي يسهم في تعزيز الراحة البصرية وتحسين تدفق الهواء، كما يزيد من كفاءة الأداء البيئي للمباني السكنية، وقدمت الدراسة منهجية تصميمية متكاملة تمكن المصممين من تقييم أداء المبنى قبل التنفيذ، مما يدعم اتخاذ قرارات تصميمية دقيقة لتحسين الإضاءة والتهوية الطبيعية.

كانر يتيش، ميرفي تووونا كايلي. (2024). بعنوان: تحسين جودة الهواء الداخلي باستخدام أساليب التهوية الطبيعية: دراسة محاكاة

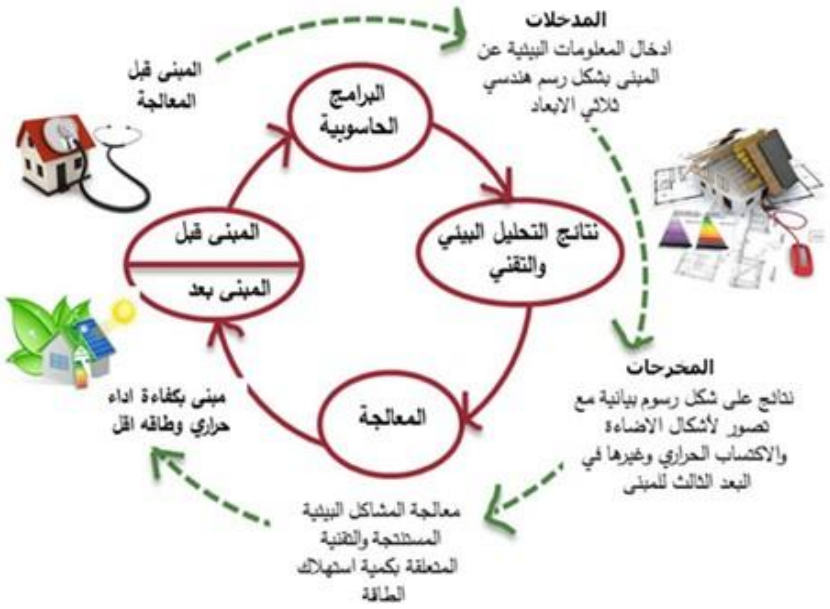
Improving Indoor Air Quality with Natural Ventilation Methods: A Simulation Study

تناولت هذه الدراسة كيفية تحسين جودة الهواء الداخلي في المباني عبر تطبيق استراتيجيات التهوية الطبيعية باستخدام أدوات المحاكاة الرقمية مثل برنامج IDA ICE، وذلك دون التأثير سلبا على الراحة الحرارية، حيث قامت الدراسة بتحليل تأثير تغييرات بسيطة في فتحات التهوية، مثل التهوية المتقاطعة، تأثير مداخن الهواء، ونوافذ السقف، على جودة الهواء داخل مبنى المكتبة، وأوضحت أن بعض الأساليب تحسن جودة الهواء ضمن نطاق راحة حرارية مقبول خلال مواسم مختلفة، وتظهر نتائج الدراسة أن استخدام المحاكاة الرقمية لخوض تجارب تصميم التهوية الطبيعية يمكن أن يكون فعالا في زيادة كفاءة الهواء الداخلي وتقليل الاعتماد على التهوية الميكانيكية، مما يدعم تصميم مباني سكنية أكثر صحة واستدامة.

مفهوم برمجيات المحاكاة الرقمية في التصميم المعماري

أصبحت برمجيات المحاكاة الرقمية في الوقت الراهن من الأدوات الأساسية في عملية التصميم المعماري؛ وتُعرّف بأنها مجموعة من البرامج الحاسوبية التي تتيح محاكاة الأداء البيئي والوظيفي للمباني قبل مرحلة التنفيذ، بما في ذلك الإضاءة الطبيعية والتهوية الطبيعية، حيث يمكن توظيفها في تقييم البدائل التصميمية وتحسين توزيع الإضاءة الطبيعية والتهوية الطبيعية داخل المبنى، كما تسهم في خفض استهلاك الطاقة وتحقيق أهداف الاستدامة .وفي هذا الإطار، يرتبط تطور النمذجة الرقمية بتقييم ملاءمة النماذج الحاسوبية للأنظمة (Alaswad et al., 2026) وتوظيف التقنيات الرقمية المتقدمة كالتوائم الرقمية لدعم تحسين الأداء الحضري والبيئي في المدن الليبية.(Mohammed, 2026) ، وأيضًا تساهم البرمجيات في تقليل استهلاك الطاقة وتحقيق أهداف الاستدامة. (أحمد عمر وآخرون 2022، بلال عبد العاطي وآخرون 2022)

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



الشكل (1) دورة محاكاة أداء المبنى

أنواع برمجيات المحاكاة الرقمية المستخدمة في تحليل المباني السكنية:

- برمجيات محاكاة الإضاءة الطبيعية:

تُعدّ برمجيات محاكاة الإضاءة الطبيعية من الأدوات الرقمية الداعمة لتقييم الأداء الضوئي والبيئي للمباني قبل مرحلة التنفيذ، حيث تسمح بتحليل توزيع الإضاءة داخل الفراغات السكنية على مدار ساعات اليوم والمواسم المختلفة، وتحديد المواضع والأبعاد المناسبة للفتحات والنوافذ لضمان تحقيق الراحة البصرية وتجنّب الوهج أو التباين الحاد في الإضاءة، مما يقلل من الاعتماد على الإضاءة الصناعية ويخفض استهلاك الطاقة الكهربائية المرتبطة بها. وفي هذا السياق، وظّف لي (2024) برنامج Daysim لتحليل الإضاءة النهارية وتحسين المخطط الفراغي عبر التصميم البارامتري، ليتضح أن تحسين توزيع الإضاءة الطبيعية يسهم بفاعلية في رفع جودة الراحة البصرية ودعم اتخاذ قرارات تصميمية أكثر دقة وكفاءة داخل المباني السكنية.

- برمجيات محاكاة التهوية وحركة الهواء

تؤدي برمجيات المحاكاة الرقمية دورًا مهمًا في تحسين التهوية الطبيعية؛ إذ تمكّن المصممين من تقييم مدى تدفق الهواء داخل الفراغات السكنية، وتحليل أثر فتحات النوافذ والغلاف الخارجي ومداخل الهواء في جودة التهوية وجودة الهواء الداخلي وتحقيق الراحة الحرارية. وتُستخدم برمجيات محاكاة التهوية وحركة الهواء عادةً في تحليل تدفق الهواء الطبيعي داخل المباني وتقييم تأثير حركة الرياح على الأداء الحراري، حيث وظّف عبد الرحمن وآخرون (2017) محاكاة ديناميكا الموائع الحسابية (CFD) لتحليل أثر الرياح في التهوية الطبيعية وأظهروا إسهامها في تحسين الأداء الحراري، بينما ركّز يتيش وكايلي (2024) على توظيف التهوية الطبيعية لتحسين جودة الهواء الداخلي وأوضحا أن استخدام أدوات المحاكاة الرقمية مثل برنامج IDA ICE يرفع من كفاءة الهواء. وقد أثبتت الدراسات أن الاعتماد على هذه البرمجيات قبل مرحلة التنفيذ يحدّ من المشكلات الناجمة عن ضعف التهوية، كما يرتبط بمراعاة مؤشرات الراحة المناخية المحلية في البيئات الليبية (Mahmod, 2026)، ومواجهة تحديات الأداء الحراري في المناخات مرتفعة الحرارة عبر المناطق الليبية (Tawil & Gebrel, 2026)، إلى جانب دعم تحسين الأداء الحراري وخفض استهلاك الطاقة (Shawesh et al., 2026).

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

جدول (1) معايير اختيار برنامج محاكاة الرياح

	التوثيق	مرونة التشكيل	وقت دروة محاكاة كاملة	الدقة	السرعة	قدرته على التوسع	وجود نقاط مرجعية
Ease of use (EU)	Document-ation (DO)	Geometric flexibility (GF)	Turnaround time (TT)	Accaracy (AC)	Speed (SP)	Expandabi-lity (EX)	Benchmar-king (BM)

دور برمجيات المحاكاة الرقمية في تحسين الإضاءة الطبيعية :

ان تحليل الإضاءة الطبيعية باستخدام برمجيات المحاكاة الرقيمة يساعد على تحديد أماكن النوافذ والمسافات المناسبة بين الوحدات السكنية، وأيضا تحسين توزيع الإضاءة خلال ليوم والتقليل من استهلاك الطاقة، حيث أكدت الدراسات أن دمج المحاكاة الرقمية في عملية التصميم يساهم في توفير بيئة مريحة بصريا. (أحمد عمر وآخرون 2022، لي لي 2024)

دور برمجيات المحاكاة الرقمية في تحسين التهوية الطبيعية:

تلعب برمجيات المحاكاة الرقمية دورا مهما في تحسين التهوية الطبيعية، حيث تمكن المصممين من تقييم مدى تدفق الهواء داخل الفراغات السكنية وأيضا تحليل تأثير فتحات النوافذ على جودة الهواء الداخلي وتحقيق الراحة الحرارية، وأثبتت الدراسات أن استخدام برمجيات المحاكاة الرقمية قبل التنفيذ يساهم في تقليل المشاكل الناتجة عن ضعف التهوية. (محمود عبد الرحمن وآخرون 2017، رنا ريزي وآخرون 2023)

دور برمجيات المحاكاة الرقمية في دعم اتخاذ القرارات التصميمية

برمجيات المحاكاة الرقمية تساعد المهندسين المعماريين على اتخاذ القرارات التصميمية حيث تشمل الاختيار المناسب لأماكن النوافذ والمداخل وتحديد المخططات الفراغية الفعالة مع الإضاءة والتهوية وأيضا تحليل الأداء البيئي لضمان تحقيق الراحة الحرارية والبصرية قبل التنفيذ. (محمد عبد الحميد 2025، محمد المجيبل 2023)



الشكل (2) المراحل المختلفة لاستخدام تقنية BIM خلال جميع مراحل المشروع

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

الإطار التحليلي:

تحليل دور برمجيات المحاكاة الرقمية في تحسين الإضاءة الطبيعية

بناءً على الدراسات السابقة يتضح أن المحاكاة الرقمية تلعب دورا مهما في تحسين الإضاءة الطبيعية داخل المباني السكنية:

- دراسة أحمد عمر وآخرون (2022) أظهرت هذه الدراسة أن استخدام برامج المحاكاة الرقمية يمكن المصممين من تقييم البدائل المختلفة للنوافذ وتحسين توزيع الإضاءة الطبيعية داخل المباني السكنية، مما يزيد من كفاءة الإضاءة ويقلل الاعتماد على الإضاءة الصناعية.

- دراسة لي لي (2024) أظهرت هذه الدراسة أن تطبيق التصميم البرامتري مع أدوات محاكاة الإضاءة مثل Daysim يرفع من جودة الإضاءة الطبيعية، ويسمح باتخاذ قرارات تصميمية دقيقة قبل التنفيذ.

- دراسة ليو سومي آخرون (2014) أكدت هذه الدراسة أن الدمج بين الإضاءة الطبيعية والتهوية الطبيعية يساعد على تحسين الأداء البيئي للمباني.

تحليل دور برمجيات المحاكاة الرقمية في تحسين التهوية الطبيعية

توضح الدراسات أن المحاكاة الرقمية تساهم بشكل ملحوظ في تحسين تدفق الهواء الطبيعي داخل المباني:

- دراسة محمود عبد الرحمن وآخرون (2017) أظهرت هذه الدراسة أن استخدام برامج CFD لتحليل حركة الهواء تساعد على تحسين التهوية الطبيعية مما يعزز من الراحة الحرارية.

- دراسة رنا ريزي آخرون (2023) تناولت هذه الدراسة تحسين الغلاف الخارجي للمباني عن طريق المحاكاة الرقمية، حيث أكدت أن تصميم الغلاف الخارجي المناسب يزيد من تدفق الهواء.

- دراسة يتيش وكايلي (2024) أظهرت هذه الدراسة أن استراتيجيات محاكاة التهوية الطبيعية باستخدام IDA ICE يساهم في تحسين جودة الهواء الداخلي مع الحفاظ على راحة المستخدمين.

تحليل دور برمجيات المحاكاة الرقمية في دعم اتخاذ القرارات التصميمية

تشير الدراسات السابقة على ان برمجيات المحاكاة الرقمية تدعم عملية اتخاذ القرارات التصميمية:

- دراسة محمد عبد الحميد (2025) أكدت هذه الدراسة أن دمج أدوات المحاكاة أثناء عملية التصميم يسمح للمصممين بمقارنة البدائل التصميمية المختلفة بدقة وسرعة.

- دراسة محمد المجيبل (2023) أظهرت هذه الدراسة أن استخدام برامج تحليل الفراغات الداخلية مثل Revit يسمح بتحسين توزيع الإضاءة والتهوية والرفع من جودة الفراغ قبل التنفيذ.

خلاصة التحليل:

نستنتج أن المحاكاة الرقمية تلعب دورا مهما في تقديم المساعدة للمصممين على تحديد أفضل توزيع للإضاءة وذلك بهدف التقليل من استهلاك الطاقة وتحقيق بيئة سكنية مستدامة، وأيضا تساعد على اختبار تأثير تصميم الفتحات على حركة الهواء قبل التنفيذ، مما يساهم في تصميم مباني أكثر كفاءة في استخدام الطاقة، حيث تعتبر هذه أدوات استراتيجية فعالة في اتخاذ القرارات التصميمية، مما يزيد من كفاءة المباني السكنية ويقلل من الأخطاء التصميمية.

نتائج البحث:

بعد تحليل الدراسات السابقة وتوضيح دور برمجيات المحاكاة الرقمية في تحسين تصميم المباني السكنية، يمكن استنتاج النتائج التالية:

1. اتضح أن استخدام برمجيات المحاكاة الرقمية يساهم في تحسين استغلال الإضاءة الطبيعية داخل المباني السكنية مما يقلل الاعتماد على الإضاءة الصناعية.
2. بينت الدراسات أن برمجيات محاكاة الإضاءة تساعد المصممين على توزيع الإضاءة داخل الفراغات السكنية بشكل متوازن مما يعزز من تحقيق الراحة البصرية.
3. اكدت نتائج التحليل أن برمجيات محاكاة حركة الهواء تساهم في تحسين جودة الهواء الداخلي.
4. اتضح أن الاعتماد على برمجيات المحاكاة الرقمية في تحليل التهوية الطبيعية يساهم في خفض استهلاك الطاقة داخل المباني السكنية.

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

5. أثبتت الدراسات أن استخدام برمجيات المحاكاة الرقمية يدعم المصممين أثناء اتخاذ القرارات التصميمية مما يساهم في تقليل الأخطاء والتحسين من كفاءة التصميم.

التوصيات

استنادًا إلى النتائج والتحليل، يمكن تقديم التوصيات الآتية التي تسهم في تحسين كفاءة تصميم المباني السكنية عبر برمجيات المحاكاة الرقمية:

1. ضرورة استخدام برمجيات المحاكاة الرقمية أثناء مرحلة التصميم المعماري لتحسين الإضاءة والتهوية الطبيعية قبل مرحلة التنفيذ.
2. مراعاة اختيار برمجيات المحاكاة المناسبة، سواء لتحليل حركة الهواء أو الإضاءة الطبيعية.
3. الحاجة إلى تدريب وتأهيل المهندسين المعماريين على استخدام برمجيات المحاكاة الرقمية لضمان تحقيق النتائج المطلوبة.
4. التأكيد على توفر بيانات دقيقة عن المناخ المحلي وخصائص الموقع لتحسين من كفاءة نتائج المحاكاة.

Compliance with ethical standards

Disclosure of conflict of interest

The authors declare that they have no conflict of interest.

المراجع

[1] بلال رافع عبد العاطي، إيمان عطية ساسي، نضال فتحي أغفير. (2022). دور برامج محاكاة المبنى في تعزيز استراتيجيات الاستدامة في العملية التصميمية (متطلبات ومعوقات التطبيق في ليبيا ومقترحات الحلول). مجلة العلوم الإنسانية والطبيعية, 3(2), 474-491.

[2] ريزي، رنا. وآخرون. (2023). تحسين أداء الإضاءة الطبيعية والتهوية: منهجية تصميم غلاف المبنى.

[3] عبد الحميد، محمد. (2025). تطور برمجيات الحاسوب المعمارية وتأثيرها على التصميم المعماري المتقدم " تقنية BIM في التصميم المعماري. Fayoum University Journal of Engineering, 8(2), 44-54.

[4] المجبيل, & محمد خالد عيد على المجبيل. (2023). التكنولوجيا الرقمية كعامل مساعد فى تصميم الحيزات الداخلية السكنية دراسة عن استخدام برنامج Revitفى العمارة الداخلية. بحوث في العلوم و الفنون النوعية, 10(19), 305-358.

[5] محمد علي عبد الرحمن, محمود محمد, علي فرج, أسامة محمد, عبد اللطيف مصطفى, & وائل صديق. (2017). دور برامج محاكاة الرياح في تحسين كفاءة أداء المباني السكنية: دراسة حالة على نماذج إسكان الشباب بمدينة دمياط الجديدة. Journal of Al-Azhar University Engineering Sector, 12(44), 1133-1151.

[6] AlSanussi Jadallah Mohamed Mahmod. (2026). Measuring Climatic Comfort Levels for the Population of Al-Bayda City for the Period 1982–2021 . Al-Imad Journal of Humanities and Applied Sciences (AJHAS), 2(1), 663-678. https://doi.org/10.64943/ajhas.2026.020148

[7] Ibrahim Hadi Tawil, & Zohra Ali Gebrel. (2026). Thermal Performance Challenges and Mitigation Strategies for Photovoltaic Modules in High-Temperature Climates: A Case Study of Three Libyan Cities in Different Regions. Al-Imad Journal of Humanities and Applied Sciences (AJHAS), 2(1), 221-233. https://doi.org/10.64943/ajhas.2026.020119

[8] Li, L. (2024). Research on daylighting optimization of building space layout based on parametric design. Sustainable Buildings, 7, 3.

[9] Liu, S., Liu, J., Yang, Q., Pei, J., Lai, D., Cao, X., & Zhou, C. (2014). Coupled simulation of natural ventilation and daylighting for a residential community design. Energy and buildings, 68, 686-695.

[10] Mariam M Alaswad, Eihadi E. Abulajras, Mustafa S Agha, & Khalid S Aleja. (2026). Evaluating the Suitability of UML for Modeling Inventory Control Systems: A Case Study. Al-Imad Journal of Humanities and Applied Sciences (AJHAS), 2(1), 1004-1012. https://doi.org/10.64943/ajhas.2026.020170

[11] Mostafa, A. O., & Rashwan, Y. K (2022) .BIM and Digital Simulation in Assessing Window Alternatives for Enhancing Heat Performance of Building Facades-Case Study: A Housing Unit in Riyadh, SA. Journal of Engineering Research, 6(4), 249-257.

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

[12] Munira ldris Mohammed. (2026). The Feasibility of Utilizing Digital Twin Technology to Improve Infrastructure Management in Libyan Cities:(A Case Study of Al-Bayda City). Al-Imad Journal of Humanities and Applied Sciences (AJHAS), 2(1), 1107-1119. https://doi.org/10.64943/ajhas.2026.020179

[13] Salim Ali Shawesh, Ali Mohamed Belhaj, & Hatem Ahmed Abdulmula. (2026). Enhancing Thermal Storage Performance Using Finned Tubes in PCM Units. *Al-Imad Journal of Humanities and Applied Sciences (AJHAS)*, *2*(1), 123-136. https://doi.org/10.64943/ajhas.2026.020112

[14] Yetiş, C., & Kayılı, M. T. (2024). Improving Indoor Air Quality with Natural Ventilation Methods: A Simulation Study. ICONARP International Journal of Architecture and Planning, 12(1), 1-23.

Disclaimer/Publisher's Note: The statements, opinions, and data contained in all publications are solely those of the individual author(s) and contributor(s) and not of **SJPHRT** and/or the editor(s). **SJPHRT** and/or the editor(s) disclaim responsibility for any injury to people or property resulting from any ideas, methods, instructions, or products referred to in the content.

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).