

دور برمجيات نمذجة معلومات البناء BIM في تعزيز معايير شهادة LEED للتصميم الداخلي

أ.د. أسماء حامد عبد المقصود
أستاذ بقسم التصميم الداخلي والأثاث
بكلية الفنون التطبيقية بجامعة حلوان

أ.م.د. رماح يونس غريب
أستاذ مساعد بقسم العمارة
كلية العلوم والهندسة
بالجامعة الأمريكية بالقاهرة

م.د. مروه زينهم حنفي
مدرس بقسم التصميم الداخلي والأثاث
بالمعهد العالي للفنون التطبيقية
بالتجمع الخامس

م.م. مروه عزت فهمي
مدرس مساعد بقسم التصميم الداخلي البيئي
بكلية الفنون والفنون التطبيقية
بجامعة حلوان الأهلية

Marwaezzat492@gmail.com

المستخلص:

أصبح التكامل بين نمذجة معلومات البناء BIM والتصميم الداخلي المستدم أمراً بالغ الأهمية في المباني. يسعى البحث إلى استكشاف كيفية تحسين جودة التصميم الداخلي والكفاءة البيئية من خلال دمج بين BIM ومعايير التصميم الداخلي المستدم طبقاً لنظام تقييم LEED. يقوم البحث على استخدام المنهج الوصفي التحليلي من خلال وصف لمفهوم التصميم الداخلي

المستدام ومعايير نظام تقييم LEED ، كذلك مفهوم BIM وأهميته في تحقيق الاستدامة؛ بهدف فهم تأثير هذا التكامل على الأداء العام للمبني. يشمل البحث دراسة الجوانب المختلفة التي يتم من خلالها دمج برمجيات BIM مع متطلبات LEED ، بداية من مراحل التصميم الأولية وما تتضمنها من معايير LEED وكيفية تطبيقها ببرمجيات BIM ، ومن ثم مرحلة محاكاة وتحليل المبنى ومعايير LEED الخاصة بهذه المرحلة ، وصولاً لمرحلة تقييم المبنى للحصول على شهادة LEED ، مما يساعد في تحسين عملية التصميم والتأكد من توافقها مع معايير الاستدامة. فيمكن أن يكون هذا البحث أداة قيمة وفعالة للمصممين والمعماريين في تحقيق تصميمات مستدامة وفعالة من الناحية البيئية والجمالية والوظيفية من خلال النتائج والتوصيات التي تم التوصل إليها..

الكلمات المفتاحية:

نمذجة معلومات البناء BIM : معايير نظام تقييم LEED؛ الاستدامة .

تمهيد :

شهدت الأونة الأخيرة تزايداً في الاهتمام بالتكامل بين نمذجة معلومات البناء BIM والتصميم المستدام وبالأخص في مشاريع التصميم الداخلي، حيث يسعى المصممون إلى تحقيق تصميمات مستدامة وفعالة من حيث الطاقة مع الحفاظ على العوامل الجمالية والوظيفية. تمثل BIM أداة أساسية في تصميم وإدارة المشاريع بفضل قدرتها على توفير نماذج متكاملة تشمل كل جوانب المشروع، بالإضافة إلى إمكانية اختبار معايير الاستدامة من خلالها؛ مما يجعلها أداة هامة وفعالة في تحسين الأداء البيئي وتحقيق الكفاءة في إدارة المشاريع.

مشكلة البحث:

كيفية الدمج BIM ومعايير التصميم المستدام بشكل فعال في مشاريع التصميم الداخلي لتحقيق الاستدامة البيئية والاقتصادية؟ فعلى الرغم من فوائد التكامل بين BIM والتصميم الداخلي المستدام، إلا أنه لا يزال هناك نقص في التطبيقات العملية لهذا التكامل في الوطن العربي. يتمثل التحدي في كيفية دمج هذه الأدوات بشكل فعال لتحقيق معايير الاستدامة طبقاً لنظام تقييم LEED دون التأثير على الجودة التصميمية أو زيادة التكاليف .

هدف البحث:

يهدف البحث إلى تطوير إطار عمل يدمج بين BIM والتصميم الداخلي المستدام ، وتحديد الاستراتيجيات الفعالة التي يمكن تبنيها لتحقيق تصميمات مستدامة تلتزم بمعايير LEED مع تحسين الكفاءة في إدارة المشاريع باستخدام أدوات نمذجة معلومات البناء BIM؛ بهدف تحسين جودة التصميمات وزيادة الكفاءة في استخدام الموارد.

أهمية البحث :

تكمن أهمية البحث في سد الفجوة المعرفية حول التكامل بين BIM و معايير التصميم الداخلي المستدام، ويساعد البحث في تمكين المصممين من تحقيق توازن بين الاستدامة البيئية والجوانب الوظيفية والجمالية، وتوفير حلول مبتكرة من خلال تحسين كفاءة إدارة المشاريع، وتحسين جودة البيئة الداخلية، وتقليل التأثير البيئي للمباني.

مجال البحث :

التصميم الداخلي المستدام وتقنية نمذجة معلومات البناء BIM

منهج البحث :

- المنهج الاستقرائي: من خلال الكتب والمراجع العلمية والرسائل لتكوين قاعدة بيانات لتحقيق أهداف الدراسة.
- المنهج الوصفي التحليلي : دراسة وصفية وتحليلية لمفهوم التصميم الداخلي المستدام ومعايير نظام تقييم LEED، ومفهوم نمذجة معلومات البناء BIM وأهميتها وكيفية تطبيق معايير LEED من خلالها في مشاريع التصميم الداخلي .

الدراسات السابقة:

- دراسة (Cascone,2023) يناقش هذا البحث كيفية دمج برمجيات BIM مع نظام تقييم LEED في مراحل التصميم والبناء، تشير هذه الدراسة إلى وجود عدة طرق للتكامل بين BIM وLEED، مثل استخدام برامجيات خاصة، وتطوير أدوات إضافية تساعد في تسهيل عملية التقييم. كما توضح الدراسة فوائد ذلك، كتسريع عملية التقييم وجعلها أكثر دقة، وأخيراً، تفتّح الدراسة التركيز على تحسين التكامل بين BIM وLEED في المستقبل.
- دراسة (Elfayoumey , 2022) يستعرض هذا البحث دور نمذجة معلومات البناء BIM في تحقيق الجوانب البيئية والاستدامة في التصميم الداخلي، تتناول كيفية استخدام برمجيات BIM في تحليل واختيار المواد والحلول التصميمية التي تدعم الاستدامة، وتوضح كيفية دمج هذه البرمجيات مع أنظمة تقييم المباني الخضراء مثل LEED في المراحل المبكرة من التصميم لتحسين الأداء البيئي وتقليل استهلاك الطاقة ، وتقوم الدراسة على تحليل حالات عملية لتوضيح الفوائد التي يمكن أن يحققها استخدام BIM في تحقيق معايير الاستدامة.
- دراسة (Javier , Jesus, Terrados, 2020) ، يتناول هذا البحث تطبيق تقنية BIM لتحقيق الاستدامة وكفاءة الطاقة. توضح كيف يمكن استخدام 6D لمحاكاة وتحليل أداء الطاقة في المباني، مما يساهم في تحسين أنظمة الإضاءة الطبيعية والصناعية لتوفير الطاقة بنسبة تصل إلى ٥٠٪، وتكمن أهمية الدراسة في توفير آلية لاتخاذ قرارات تصميم مستدامة وفعالة في المباني، وتفيد بتقديم نموذج عملي لتطبيق معايير LEED باستخدام أدوات BIM لتحقيق تحسينات في كفاءة استخدام

الطاقة والإضاءة، مما يساعد في تطوير استراتيجيات تصميم داخلي مستدامة. وهذه الدراسات تتفق مع الهدف الرئيسي للبحث ، المتمثل في تحسين الاستدامة في التصميم الداخلي باستخدام BIM ؛ لتحسين أداء المباني من حيث استهلاك الطاقة واستخدام الموارد، والوصول إلى الاستدامة من خلال تحقيق متطلبات نظام تقييم LEED .

الإطار النظري للبحث:

١- الأسس النظرية للتصميم الداخلي المستدام :

في الوقت الذي تزداد فيه التحديات الاقتصادية والبيئية على مستوى العالم، أصبح من الضروري أن يتجه التصميم الداخلي نحو حلول أكثر استدامة، تتضمن هذه الحلول التركيز على تطوير بيئة داخلية تساهم في تحسين جودة حياة المستخدمين، مع مراعاة تأثير تلك البيئات على التوازن البيئي وكفاءة استخدام الموارد.

١-١- تعريف التصميم الداخلي المستدام :

هو تصميم يحقق كفاءة مستمرة في علاقات الفراغات المستخدمة، مسارات الحركة ، تشكيل المبنى، والنظم الميكانيكية والتكنولوجية، ويراعي التمثيل الرمزي إلى تاريخ الأرض والمنطقة ، إضافةً إلى القيم والمبادئ الروحية التي يجب دراستها ، حتي يتسم المبنى بسهولة استخدامه ، وجمال الشكل ، وجودة البناء، وتكلفة تشغيل وصيانة أقل، وأن يكون عمره الافتراضي أطول ويوفر أعلى درجة من الرضا لشاغليه عن المباني التقليدية.(سويدان، عوض، ٢٠١٣، ص٣-٢)

٢-١- مبادئ التصميم الداخلي المستدام :

يتجه إليها المصممون المهتمون بالحفاظ على البيئة إلى مجموعة من المبادئ، والتي تضمن الاستدامة في كافة جوانب التصميم الداخلي ، ومن أهم هذه المبادئ: (فهيم، ٢٠٢٠ ، ص٧٢-٧٣)

- تفهم المكان: حيث يتم البدء بدراسة المكان في بداية أي تصميم مستدام ، ويساعد ذلك في عمل التصميم المناسب للحفاظ على البيئة الطبيعية وتوافقها مع التصميم والتوجيه ، وتحقيق التكامل بين المنشأ وبيئته.

- دراسة الطبيعة البشرية: ينبغي أن يهتم التصميم المستدام بطبيعة المستخدمين وخصائص البيئة المشيدة، ومراعاة متطلبات المجتمع والسكان والخلفية الثقافية والعادات والتقاليد، حيث يتطلب التصميم المستدام دمج القيم الجمالية والبيئية والاجتماعية والسياسية والأخلاقية.
- تفهم العمليات الطبيعية: تتميز الحياة الطبيعية بالتكامل، حيث أن النظم الطبيعية تسير في دائرة مغلقة تعرف باكتمال دورة الطاقة والغذاء، حيث أن مخرجات أي كائن حي تعتبر مدخلات لكائن حي آخر، فلا توجد في الطبيعة نفايات، مما يخلق نظاماً بيئياً متكاملًا، وبتطبيق ذلك على التصميم المستدام يصبح نظاماً متوازناً مصغراً.
- الاتصال بالطبيعة: من أهم مبدأ التصميم المستدام الاتصال بالبيئة المحيطة أو المبنية المحيطة بالمبنى، مما يدمجه بشكل متكامل مع البيئة الخارجية التي يعيش فيها المستخدمون، ويخلق ذلك بيئات تعزز الإنتاجية وراحة المستخدم، تساهم بشكل فعال في تحقيق الاستدامة.
- التعاون ما بين التخصصات: يجب الاهتمام بمشاركة المستخدمين والمجتمعات المحلية والمناطق المجاورة في اتخاذ القرار أثناء العملية التصميمية مع تضمين مبادئ المباني المستدامة في المرحلة الأولية لاتخاذ القرارات التصميمية الصائبة.
- دراسة الأثر البيئي: يهتم التصميم المستدام إلى تحليل ودراسة الأثر البيئي للتصميم، من خلال تقييم الموقع وأساليب البناء والطاقة والموارد وفعالية طاقم التصميم ومعرفة الجوانب الإيجابية ومحاولة تحقيقها عن طريق استخدام مواد مستدامة واستخدام مواد قابلة للتدوير في الموقع.

٣-١ - التصميم الداخلي المستدام وفقاً لنظام تقييم LEED :



نظام تقييم LEED هو معيار عالمي لتقييم الأبنية الخضراء، تم تطويره من قبل مجلس المباني الخضراء USGBC في الولايات المتحدة ، بهدف تزويد المختصين وأصحاب المباني بأنظمة تقييم متكاملة ومرنة تساعد في وضع حلول تصميمية مستدامة أثناء عملية التصميم والتشغيل للمباني والإنشاء، وهو برنامج تطوعي يعتمد على الأخذ بأراء المختصين وإيجاد جهة تقوم بإعطاء المشورة والتحكيم في مجال التصميم البيئي والعمارة الخضراء، وكلمة LEED هي اختصاراً لـ Leadership in Energy and Environmental Design، وتعني الريادة في التصميم البيئي والطاقة، ويهدف البرنامج إلى رفع الكفاءة بيئياً وتشغيلياً، مما يساعد في ورفع الكفاءة الاقتصادية وخفض التكاليف، بالإضافة إلى المساهمة في حل المشكلات البيئية. (الراميني، ٢٠١٥، ص ٨٢).

• طريقة التقييم في نظام LEED:

يتم حساب عدد النقاط التي يحققها المبنى بناءً على مدى تحقيقه لمعايير التقييم، وتوزع نقاط التقييم على أساس نسب متفاوتة موزعة على سبع معايير رئيسية مجموعهم ١٠٠ نقطة، ومعاييرين إضافيين مجموعهم ١٠ نقاط ليصل الإجمالي إلى ١١٠ نقطة كالتالي: (<https://www.usgbc.org/leed>) كما هو موضح بجدول رقم (١)

جدول (١) يوضح نقاط تقييم نظام LEED

النقاط	معايير التقييم
1	الاستراتيجيات المتكاملة
16	المكان والنقل
10	الموقع المستدام

12	كفاءة استخدام المياه
33	الطاقة والغلاف الجوي
13	الموارد والمصادر
15	جودة البيئة الداخلية
100	المجموع
6	الإبداع في التصميم
4	الأولوية الإقليمية
110	المجموع الكلي

سيتم شرح معايير نظام LEED بالتفصيل، وتوضيح كيفية تطبيقها باستخدام برمجيات BIM.

٢- تقنية نمذجة معلومات البناء BIM ومعايير LEED :

أصبحت تقنية BIM أداة أساسية لا غنى عنها في مجال التصميم الداخلي ، حيث تتيح للمصممين والمهندسين محاكاة وتحليل كافة جوانب المشروع بشكل دقيق وفعال. فباستخدام BIM يمكن تحسين جودة التصميم وضمان توافقها مع معايير الاستدامة العالمية مثل معايير نظام LEED، مما يساهم في تطوير بيئات مستدامة ومبتكرة.

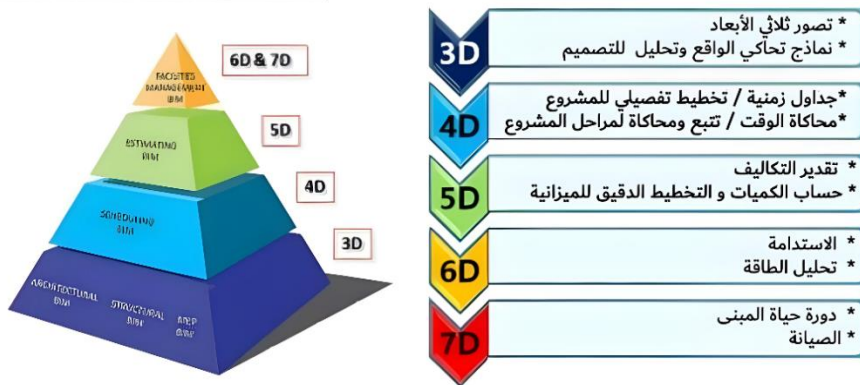
٢-١- تعريف تقنية نمذجة معلومات البناء BIM:

هي اختصار (Building Information Modeling) أي نمذجة المباني معلوماتياً ، وهذه التقنية تقوم بتصميم عناصر المبنى المختلفة كأشكال هندسية ثنائية أو ثلاثية الأبعاد فقط ؛ بل كعناصر لها خصائص فيزيائية وكهربائية وميكانيكية ، فيسمح ذلك بتصميم ومحاكاة المبنى من جهة وتحليل النتائج الهندسية والمخططات التنفيذية من جهة أخرى . وبالتالي فإنها تجمع بين الرسم الحاسوبي والمحاكاة وبرامج التحليل والتصميم في إطار واحد. (Eynon, 2016, p3)

٢-٢- أبعاد تقنية نمذجة معلومات البناء BIM:

- تُعرف تقنية BIM بأنها متعددة الأبعاد، حيث تشمل على عدة أبعاد رئيسية وهي: (موافي، أحمد، عبدالصبور، ٢٠٢٢، ص ٢٦) كما هو موضح بالشكل رقم (٢)
- البعد الثالث (3D): يُركز على إنشاء نموذج ثلاثي الأبعاد للمبنى يشمل الشكل والحجم والفراغات، وهذا البعد هو الأساس الذي يُبنى عليه كل ما يأتي فيما بعده.
 - البعد الرابع (4D): يُضيف عامل الزمن لتخطيط الجداول الزمنية للبناء ومراحل التنفيذ.
 - البعد الخامس (5D): يهتم بعنصر التكلفة لربط عناصر النموذج بالتكاليف المالية.
 - البعد السادس (6D): يُركز على الاستدامة وتحليل الأداء البيئي، وهو موضوع هذا البحث.
 - البعد السابع (7D): يهتم بإدارة المشروعات وعمليات الصيانة والتشغيل بعد اكتمال المشروع.

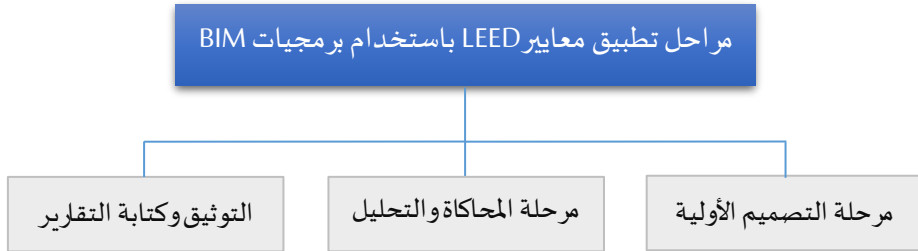
أبعاد نمذجة معلومات البناء



شكل (٢) يوضح أبعاد نمذجة معلومات البناء والفرق بينهم - إعداد الباحثة

٢-٣- تطبيق واختبار معايير LEED باستخدام برمجيات BIM:

إن دمج معايير LEED مع برمجيات BIM خطوة أساسية نحو تحقيق التصميم المستدام الذي يلبي المتطلبات البيئية، والآتي شرح لمعايير نظام تقييم LEED بالتفصيل، إضافةً إلى كيفية تطبيق كل معيار باستخدام برمجيات BIM، حيث سيتم تقسيمها إلى ثلاث مراحل رئيسية في المشروع بدايةً من مراحل التصميم الأولية، ثم المحاكاة وتحليل الأداء، وصولاً إلى التوثيق وكتابة التقارير للحصول على شهادة LEED لتحسين الأداء البيئي وضمان توافق المباني بيئياً.



مخطط (١) يوضح مراحل اختبار وتطبيق معايير نظام LEED باستخدام برمجيات BIM

١-٣-٢ مرحلة التصميم الأولية :

يتم وضع المبادئ والأسس التي تقود المشروع نحو تحقيق الاستدامة في هذه المرحلة، والآتي عرض لكيفية دمج معايير LEED وكيفية اختبارها ببرمجيات BIM في هذه المرحلة الحاسمة:-

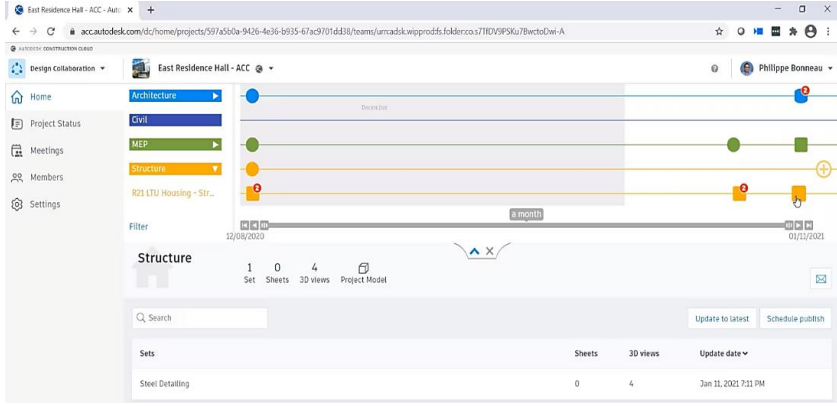
أولاً:- الاستراتيجيات المتكاملة :

يهتم هذا المعيار بتعزيز التعاون بين التخصصات القائمة على المشروع لضمان تكامل الأنظمة، يهدف إلى تحسين عملية اتخاذ القرارات وتحديد الحلول التصميمية التي تلبي متطلبات الاستدامة بشكل شامل ومتكامل منذ المراحل المبكرة للمشروع. (الراميني، ٢٠١٥، ص ٢٥٤)، ويمكن تطبيق واختبار هذا المعيار باستخدام أحد برمجيات BIM مثل :-

● منصة Autodesk Collaborate Pro:

هي إصدار متقدم من BIM 360، وهي عبارة عن منصة سحابية متكاملة تتيح التعاون الفوري والتنسيق بين التخصصات المختلفة القائمة على المشروع، تم تصميمها خصيصاً لتمكين المصممين، ومديري المشاريع، المهندسين من العمل بشكل متزامن على نفس النموذج الرقمي كما هو موضح بالشكل رقم (٣)، مما يعزز تكامل التخصصات ويضمن تحقيق أهداف المشروع ومتطلبات الاستدامة بكفاءة عالية. (<https://www.autodesk.com/products/bim->)

([collaborate/features](https://www.autodesk.com/products/bim-collaborate/features))



شكل (٣) يوضح متابعة تقدم مراحل المشروع والجداول الزمنية والتنسيق بين التخصصات المختلفة باستخدام Autodesk Collaborate Pro

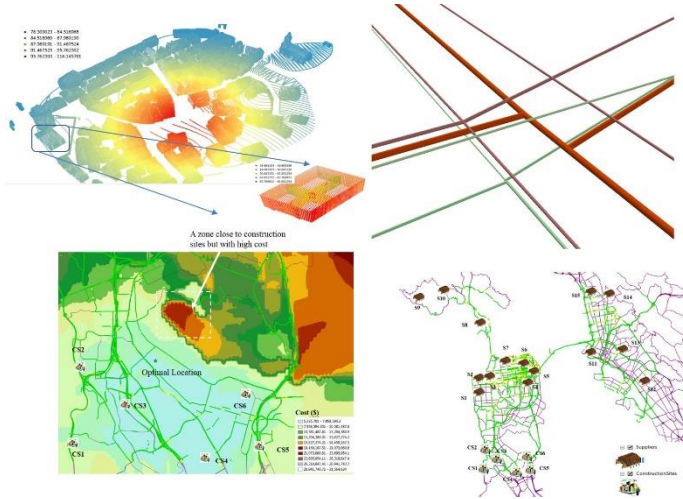
ثانياً: النقل والمكان:

يهدف هذا المعيار إلى تحسين كفاءة النقل وتقليل الأثر البيئي من خلال اختيار مواقع استراتيجية توفر سهولة الوصول إلى المرافق والخدمات الضرورية، مما يقلل من الحاجة إلى التنقل لمسافات طويلة ويعزز وسائل النقل المستدامة. (الجارجي، ٢٠١٥، ص ٤٨) ويمكن تطبيق هذا المعيار من خلال بعض برمجيات BIM مثل :

● أداة ArcGIS BIM Integration:

هي عبارة تكامل بين تقنيات أنظمة المعلومات الجغرافية GIS و BIM، ويوفر إمكانية تحليل المواقع وتخطيط المشاريع بما يتماشى مع معايير الاستدامة، ويتيح التكامل بينهما تحسين عملية اتخاذ قرارات مستنيرة حول موقع المشروع، من خلال الجمع بين البيانات الجغرافية والمكانية المفصلة مثل خرائط النقل العام والمرافق العامة مع نماذج BIM كما هو موضح بالشكل رقم (٤)، وذلك لتحديد المواقع المثالية التي تقلل من الحاجة إلى استخدام السيارات، إضافة إلى تحديد أفضل المواقع لإنشاء مسارات الدراجات، ممرات المشاة، ومحطات النقل المشترك، والقدرة على محاكاة، مما يساهم في تحقيق نقاط LEED المتعلقة بالموقع والنقل.

(Autodesk, 2018, p12)



شكل (٤) تكامل GIS وتقنية BIM لتحليل المواقع وتحديد الموقع المثالي للمشروع

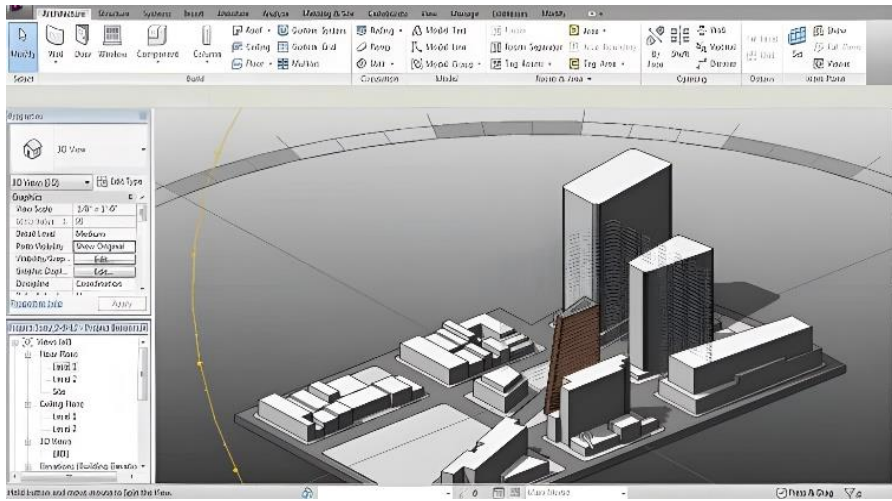
ثالثاً: الموقع المستدام:

يركز هذا المعيار على دراسة المكان وحسن اختيار الموقع، الهدف النهائي له هو تقليل التأثير البيئي للمباني وتعزيز الاستدامة من خلال تحسين اختيار المواقع وتصميمها. (آلاء، ٢٠١٨، ص ١٤) يتم تطبيقه باستخدام BIM باستخدام برمجيات مثل :-

• أدوات Massing & Site Tools:

أدوات الكتلة والموقع (Massing & Site Tools) الموجودة في برنامج Revit تتيح للمصممين تحليل ودراسة المباني بشكل كتلي قبل الانتقال إلى التفاصيل الدقيقة. فيمكن استخدام هذه الأداة لتحديد شكل المبنى المقترح ، ومعرفة وتحليل علاقته بالموقع، ثم تحليل الظلال والإشعاع الشمسي وتدفق الرياح كما هو موضح بالشكل (٥) ، ومعرفة تأثيره على البيئة المحيطة. هذا يساعد ضمان توافقه متطلبات تقييم.

LEED (<https://agacad.com/blog/revit-massing>)



شكل (٥) تصميم الكتل باستخدام Massing & Site Tools ودراسة الرياح والإشعاع الشمسي والظلال

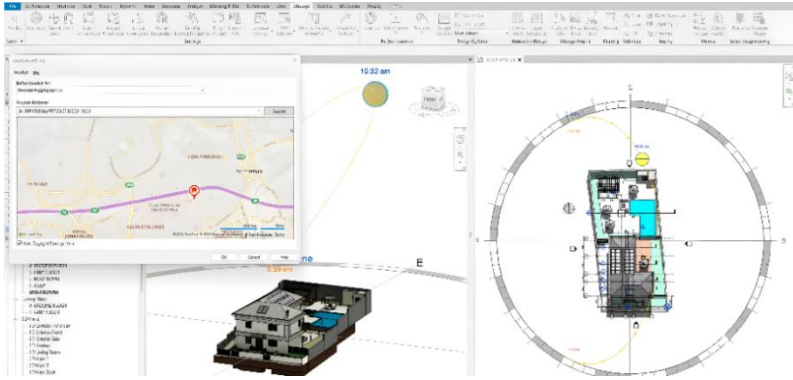
رابعاً:- الأولوية الإقليمية:

يهتم هذا المعيار بتلبية الاحتياجات البيئية والمجتمعية الخاصة بموقع ، حيث تختلف الأولويات البيئية بناءً على الموقع الجغرافي (<https://www.usgbc.org/credits?Rating+System>) ، وباستخدام تقنية BIM يمكن الحصول على نقاط الأولوية الإقليمية بمساعدة بعض الأدوات كالآتي:

• برنامج Autodesk Revit:

يتيح Revit للمصممين دمج بيانات الموقع والبيئة المحلية في نموذج ثلاثي الأبعاد، مما يسمح بإجراء تحليلات بيئية وتطوير حلول تصميمية مخصصة لتحقيق معايير الأولوية الإقليمية، حيث يمكن استخدامه لتحليل الظروف المناخية المحلية والتأكد من أن التصميم يلبي المتطلبات البيئية الخاصة بالمنطقة كما هو موضح بالشكل رقم (٦).

<https://www.autodesk.com/products/revit/overview?term=1-YEAR&tab=subscription&plc=RVT>



شكل (٦) يوضح تحقيق تكامل البيانات الجغرافية مع تصميم المباني باستخدام برنامج Revit لاختبار فئة الأولوية الإقليمية

خامساً: الإبداع في التصميم:

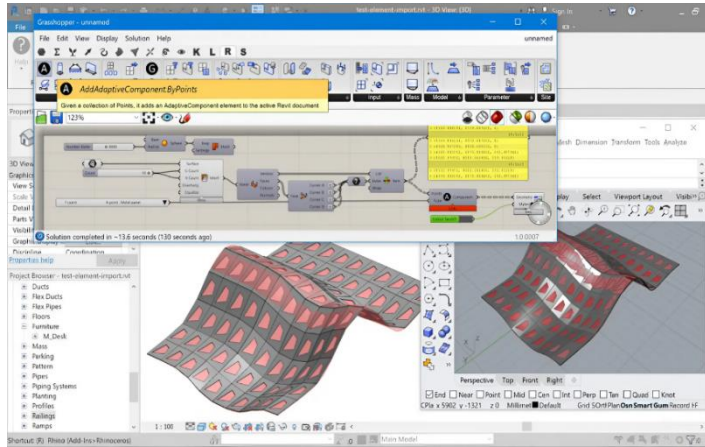
يعتبر معيار الإبداع في التصميم فرصة فريدة للمشاريع لتحقيق نقاط إضافية، من خلال تبني استراتيجيات مبتكرة تتجاوز المتطلبات التقليدية للاستدامة وتحقيق التوازن بين التصميم المستدام والوظائف العملية. (<https://www.usgbc.org/credits?Rating+System=%22New+Construction%22&C>) فاستخدام برمجيات BIM يمكن للمصممين تطوير حلول تصميمية مبتكرة تجمع بين الكفاءة البيئية والتكنولوجيا الحديثة، مما يؤدي إلى تحقيق أداء بيئي متميز يضيف قيمة جديدة مستدامة للمشروع. ومن أهم هذه البرمجيات:

● أداة Rhino.Inside.Revit:

يستخدم Rhino في تصميم نماذج ثلاثية الأبعاد معقدة باستخدام إضافة Grasshopper له، ويُستخدم لتصميم النماذج الحسابية باستخدام واجهة مرئية، وإنشاء أشكال معقدة وديناميكية كما هو موضح بالشكل رقم (٧). (<https://www.rhino3d.com/>)

يُمكن لـ Grasshopper التواصل مع Revit عبر أدوات مثل Rhino.Inside.Revit ، مما يسمح بتبادل البيانات بين البرامج، حيث يقوم Grasshopper بعمل عمليات التصميم المعقدة وإعادة النتائج إلى Revit للتحليل والتوثيق ؛ لإجراء تحليل شامل للأداء البيئي، وتحديد مدى توافق المبنى مع معايير LEED.(سليم، ٢٠٢٣، ص ١٩٤-١٩٦)

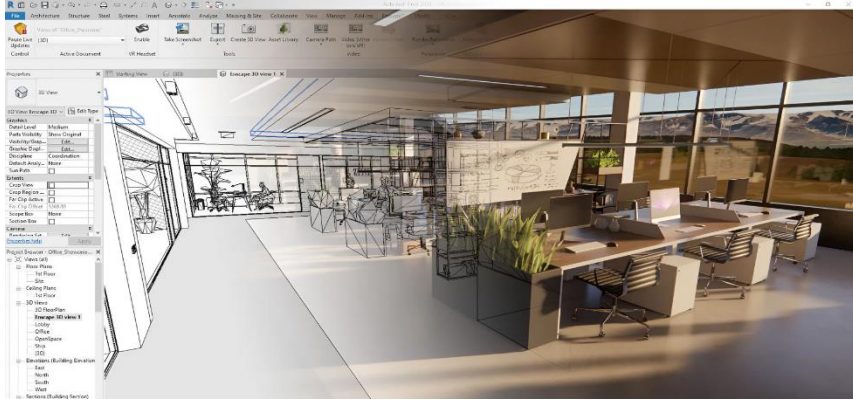
[\(https://www.rhino3d.com/inside/revit/1.0/\)](https://www.rhino3d.com/inside/revit/1.0/)،



شكل (٧) توظيف Rhino و Grasshopper داخل Revit لتصميمات متقدمة وتحقيق معيار الإبداع في التصميم

● برنامج Enscape :

هو برنامج لتصوير الواقع الافتراضي والواقع المعزز، يتيح إنشاء عروض ثلاثية الأبعاد واقعية للمباني في الوقت الفعلي، ويتكامل مع أدوات BIM مثل Revit كإضافة (Add-ins) يتم تثبيته داخل واجهته؛ مما يتيح للمصممين تجربة تصاميمهم في بيئة افتراضية كاملة قبل التنفيذ، ويساعد ذلك في تحسين الابتكار وجودة التصميم، ويوفر تجربة تفاعلية يمكن استكشافها كما هو موضح بالشكل (٨). (<https://enscape3d.com/revit-rendering/>).



شكل (٨) يوضح إظهار التصميمات من برنامج Revit في الوقت الفعلي باستخدام أداة Enscape وتجربة بصرية تفاعلية للمساعدة في تحسين القرارات التصميمية

٢-٣-٢ - مرحلة المحاكاة وتحليل الأداء:

هي مرحلة حاسمة في عملية تصميم المستدام وفقاً لمعايير نظام LEED، وفي هذه المرحلة يتم استخدام برمجيات BIM وأدوات التحليل المتقدمة لمحاكاة أداء المبنى وتقييم الكفاءة البيئية، والهدف من هذه المرحلة هو التأكد من أن التصميم يلبي أهداف الاستدامة من حيث جودة البيئة الداخلية، وكفاءة استخدام المياه وإدارتها، وكفاءة الطاقة، كفاءة الموارد وأدائها، والتالي عرض لبعض معايير LEED الخاصة بهذه المرحلة والبرمجيات BIM المستخدمة في تحقيقها :

أولاً:- الطاقة والغلاف الجوي:

يهدف هذا المعيار إلى أن الأنظمة الداخلية للمبنى، مثل الإضاءة، التهوية، التكييف والتدفئة تستخدم الطاقة بكفاءة (<https://www.usgbc.org/credits?Category=%22Energy%22>)، وتلعب برمجيات BIM دوراً حيوياً في الحصول على نقاط هذا المعيار ، من خلال تحليل الأداء البيئي للمبنى وتحسين استهلاك الطاقة، ومن أهم هذه البرمجيات:

• برنامج Autodesk Insight:

يتم استخدام Autodesk Insight و Revit لتحليل أداء الطاقة بالمبنى، يقوم المصممون بإنشاء نماذج ثلاثية الأبعاد للمبنى باستخدام برنامج Revit، ثم إدخال البيانات المتعلقة بأنظمة الطاقة المختلفة، مثل أنظمة الإضاءة والتهوية والتدفئة والتكييف، وبعد ذلك يتم استخدام Insight لتحليل استهلاك الطاقة المتوقع، مما يسمح بإجراء تعديلات وتحسينات كما هو موضح بالشكل (٩) على التصميم لمعرفة وتحليل تأثيرات التصميم المختلفة على كفاءة الطاقة لتحسينها. (<https://help.autodesk.com/view/RVT/2024/ENU/?guid=>)

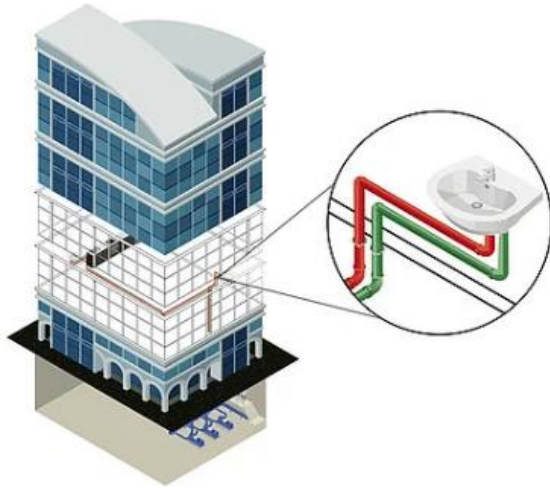


شكل (٩) دراسة تحليل أداء الطاقة في المبنى والعمل على تحسينها وصولاً لأقل استهلاك باستخدام Autodesk Insight

ثانياً: - كفاءة استخدام المياه:

يهتم هذا المعيار بتقليل استهلاك المياه في المباني من خلال تطبيق عدة استراتيجيات وتقنيات متقدمة بهدف الحفاظ على الموارد المائية وتحسين كفاءة استخدامها والحد من تأثير استهلاك المياه على البيئة. (<https://www.usgbc.org/credits?Category=%22Water+efficiency%22>)، ويمكن تحقيق ذلك بمساعدة بعض برمجيات BIM مثل :-

• برنامج Autodesk Revit:



شكل (١٠) تصميم أنظمة السباكة الموفرة للمياه

باستخدام BIM

يُمكن المصممين من تحليل استهلاك المياه في المساحات الداخلية ، حيث يوفر Revit إنشاء نماذج دقيقة تشمل جميع التجهيزات المائية ، من خلال إدخال بيانات عن الاستهلاك المتوقع للمياه لكل عنصر من هذه التجهيزات في المشروع، ويستخدم Revit لتحليل المجموع الكلي لاستهلاك المياه ومقارنته بالمعايير المستهدفة، ويساعد ذلك في اتخاذ قرارات تصميمية تدعم كفاءة

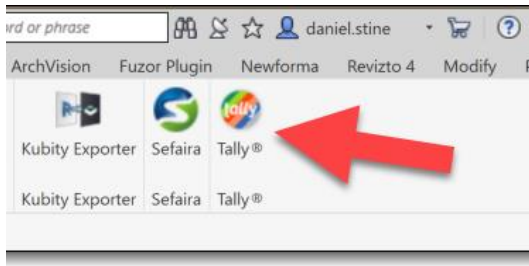
استخدام المياه. كذلك يمكن باستخدام برنامج

Revit إنشاء نماذج ثلاثية الأبعاد لأنظمة السباكة الموفرة للمياه التي تحد من استهلاك المياه وتحسن من إدارة الموارد المائية وإعادة تدوير المياه الرمادية . (

<https://www.researchgate.net/publication/347396518>

ثالثاً:- الموارد والمصادر:

يتطلب هذا المعيار إدارة فعالة للموارد المستخدمة في البناء، وتقليل النفايات خلال دورة حياة المشروع (<https://www.usgbc.org/credits?Category=%22Material+%26+resources>)، وتتيح برمجيات BIM للمصممين تتبع وإدارة المواد بدقة يمكن الحصول على نقاط هذا المعايير بمساعدة البرمجيات التالية :



• أداة Tally:

هي أداة لتحليل دورة حياة المواد تضاف كإضافة (add-ins) إلى برنامج Autodesk Revit كما هو موضح الشكل (١١) وتتيح هذه الأداة

للمصممين إجراء تحليلات بيئية دقيقة ومفصلة للمواد المستخدمة في المشروع، حياة المواد وتقييم التأثير البيئي

ومقارنة تأثيرات المواد المختلفة على الاستدامة واختيار الأفضل من بينها، وتوفر تحليلاً لتأثيرات المواد على البيئة، مثل انبعاثات الكربون، واستهلاك الطاقة، واستخدام الموارد الطبيعية. يتم استخدام Tally لمساعدة في الحصول على نقاط معيار الموارد والمصادر، حيث تمت الموافقة عليه من LEED V4. (<https://choosetally.com/>)

رابعاً: جودة البيئة الداخلية:

من أهم معايير نظام تقييم LEED، ويهتم بتحسين نوعية الهواء الداخلي، الإضاءة الطبيعية الراحة الحرارية، وجودة الصوتيات داخل المباني، والهدف من هذه الفئة هو خلق بيئة داخلية صحية للمستخدمين، مع تحسين الأداء الوظيفي (<https://www.usgbc.org/credits?Rating+System=%22New+Construction%22&Category=%22Indoor+environmental+quality%22>)، ومن برمجيات BIM التي تساهم بشكل كبير في تحقيقها في المباني وتساعد في ضمان بيئة عمل فعالة :

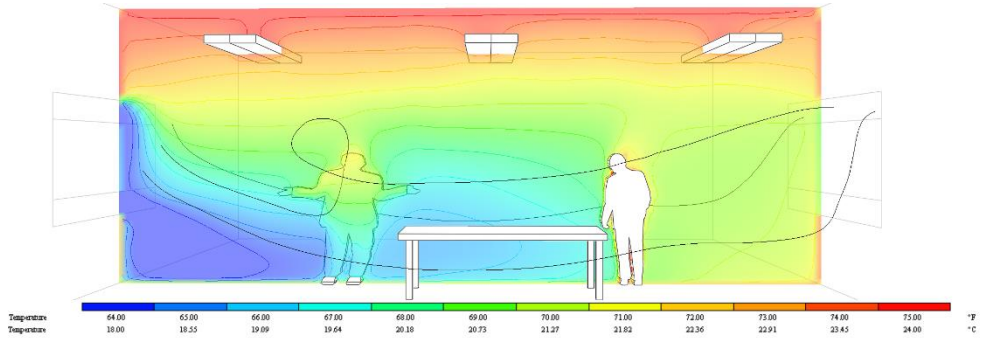
• برنامج IES VE:

هو برنامج شامل يستخدم لمحاكاة وتحليل الأداء البيئي للمبني، مما يتيح للمصممين تحليل جودة البيئة الداخلية والعوامل المؤثرة على جودة الهواء الداخلي، الراحة الحرارية والصوتية، الإضاءة، من خلال: (<https://www.iesve.com/software/virtual-environment>)

١- تحليل التهوية: يقوم بمحاكاة تدفق الهواء داخل المباني، وتحديد فعالية أنظمة التهوية لضمان جودة الهواء الداخلي.

٢- محاكاة الإضاءة الطبيعية: يتم استخدام البرنامج لتحليل الضوء الطبيعي في الفراغات الداخلية، مما يساعد في تقليل الاعتماد على الإضاءة الاصطناعية وتحقيق الراحة البصرية.

٣- تحليل الراحة الحرارية: يقوم بتقييم الراحة الحرارية عن طريق محاكاة انتقال الحرارة في المبنى، وتحديد المناطق التي قد تحتاج إلى تعديلات وتحسينات لضمان بيئة عمل مريحة.



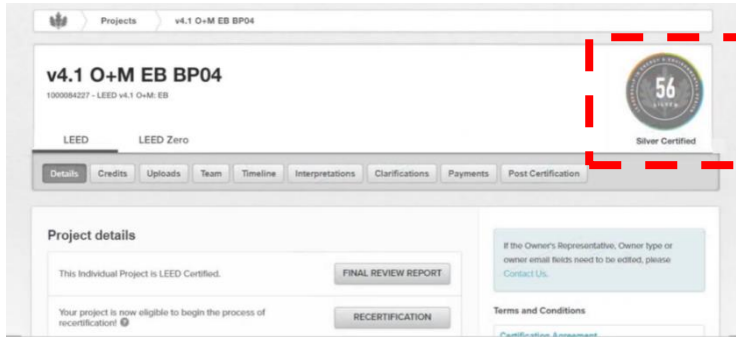
شكل (١٢) محاكاة تدفق الهواء وتحقيق الراحة الحرارية باستخدام برنامج IES VE

٤- تحليل جودة الصوتيات: يمساعدة البرنامج في تقييم العوامل الصوتية في المبنى، مثل امتصاص الصوت وعزل الضوضاء، لضمان تحقيق الكفاءة البيئية للفراغات.

٢-٣-٣-٣-٣ مرحلة التوثيق وكتابة التقارير:

في هذه المرحلة، يتم تجميع كل البيانات الناتجة من مرحلة التحليل والمحاكاة، لتوثيق كيفية تحقيق المشروع لمعايير LEED، فالهدف الأساسي هنا هو إنشاء تقارير دقيقة وواضحة وشاملة، يمكن تقديمها للجهات المانحة لشهادات LEED لإثبات التزام المبنى بمتطلبات الاستدامة، وهناك عدة خطوات لهذه المرحلة وهي كالتالي:

- ١- تجمع البيانات المستندات والتحليلات التي تم الحصول عليها من مرحلة المحاكاة والمراحل السابقة.
- ٢- إعداد تقارير مفصلة باستخدام البرمجيات المستخدمة في مرحلة المحاكاة كبرنامج Revit، تشرح نتائج التحليلات البيئية وكيفية توافق المبنى مع متطلبات LEED.
- ٣- تحميل التقارير إلى LEED Online، وهي منصة لإدارة مشاريع LEED وتقديم المستندات المطلوبة للمراجعة، وتتيح مراقبة الامتثال لمعايير LEED في كل مراحل المشروع، مما يضمن الوصول إلى الشهادات المطلوبة. (<https://www.leedonline.com/>)
- ٤- متابعة تقدم المشروع وصولاً على منصة LEED ONLINE إلى شهادة LEED كما هو موضح بالشكل (١٣).



شكل (١٣) يوضح تقييم معايير LEED في مبني والحصول علي اعتماد LEED silver (شهادة LEED الفضية)

نتائج تكامل معايير LEED مع برمجيات BIM:

بناء على ما سبق يمكن مناقشة فوائد تكامل برمجيات BIM مع معايير LEED في الآتي:

- ١- تحسين الأداء البيئي، حيث أن استخدام برمجيات BIM في اختبار معايير LEED يقوم بتعزيز الأداء البيئي للمبنى من خلال تحليل جودة البيئة الداخلية وكفاءة الطاقة والمياه والموارد... إلخ.

- ٢- اتخاذ قرارات مدروسة، حيث تتيح برمجيات BIM محاكاة سيناريوهات متعددة، مما يساعد في اتخاذ قرارات تصميمية دقيقة ومدروسة ومستدامة.
- ٣- تعاون وتكامل الأنظمة، توفر برمجيات BIM التكامل بين مختلف الأنظمة والخصائص القائمة على المشروع لتحقيق معايير LEED.
- ٤- تقليل الأخطاء، من خلال تكامل BIM مع LEED Online يقلل من احتمالية الأخطاء البشرية في نقل المعلومات والبيانات.
- ٥- تعزيز الابتكار، من خلال دعم الابتكار في التصميم بتقديم عدة بدائل وحلول إبداعية تلبي متطلبات LEED.
- ٦- تقليل التكاليف، فالتحليل المسبق باستخدام برمجيات BIM يساعد في تقليل التكاليف التشغيلية من خلال تحسين التصميم وتقديم حلول مستدامة.

التوصيات :

- ١- تشجيع استخدام BIM في مرحلة التصميم المبكرة، وتأكيد أهمية إدخال BIM من بداية المشروع لضمان دمج متطلبات LEED بشكل فعال في جميع مراحله
- ٢- تضمين تكامل تقنية BIM مع متطلبات الاستدامة في مناهج كليات الفنون والهندسة لتخريج دفعات على دراية كاملة بأهميتها وفوائدها واستخداماتها.
- ٣- إنشاء هيئات رقابية تلزم تطبيق BIM في المشاريع الحكومية والخاصة المستدامة لضمان الالتزام بالمعايير.
- ٤- زيادة الوعي بأهمية الاستدامة من خلال تشجيع التدريب والتثقيف حول أهمية الاستدامة واستخدام BIM لتحقيق متطلبات LEED بين التخصصات القائمة على المشروع.
- ٥- تقديم الدعم المستمر للتخصصات العاملة لضمان الاستخدام الأمثل لتقنية BIM وتطبيق معايير LEED بكفاءة، مع تجاوز أي تحديات أو عقبات قد تواجههم.

المراجع

أولاً: المراجع العربية:

- ١- الجارحي، محمود (٢٠١٥). "المعايير التصميمية لنظام الريادة في الطاقة والتصميم البيئي LEED"، ماجستير، قسم التصميم الداخلي والأثاث، كلية الفنون التطبيقية، جامعة حلوان، ص ٤٨.
- ٢- الراميني، منار (٢٠١٥). "معايير التصميم المستدام وتأثيرها في بيئة التصميم الداخلي"، رسالة ماجستير، قسم التصميم الداخلي والأثاث، كلية الفنون التطبيقية، جامعة حلوان، ص ٨٢، ٢٥٤.
- ٣- سليم، عمر (٢٠٢٣). "استخدام الـ BIM في الاستدامة (نحو تصميم مستدام ناجح مع نمذجة معلومات البناء)"، كتاب منشور، ص ١٩٤-١٩٦.
- ٤- سويدان، ع.ح، عوض، ع.ه (٢٠١٣). "جودة البيئة الداخلية في التصميم الداخلي المستدام وأثر الإعلان كمحدد في تنمية الوعي الثقافي"، مؤتمر فيلادلفيا الدولي الثامن عشر، جامعة فيلادلفيا، ص ٢-٣.
- ٥- عبدالغفار، آلاء (٢٠١٨). "رؤية تصميمية مستدامة لحيزات تجارية للبيع الجائلين بالقاهرة الخديوية (منطقة العتبة)"، ماجستير، قسم التصميم الداخلي والأثاث، كلية الفنون التطبيقية، جامعة حلوان، ص ١٤.
- ٦- فهمي، مروه (٢٠٢٠). "رؤية مستقبلية للتصميم الداخلي المستدام للسوق الحرة بقطاع السويس الجديدة"، رسالة ماجستير، قسم التصميم الداخلي والأثاث، كلية الفنون التطبيقية، جامعة حلوان، ص ٧٢-٧٣.
- ٧- موافي، م، أحمد، ح، عبدالصبور، إ (٢٠٢٢). "استخدام نمذجة معلومات البناء BIM في التحكم في تكلفة المباني المستدامة خلال مرحلة التصميم، بحث منشور، مجلة ERJ، المجلد ١٧٤، العدد ١، ص ٢٦.

ثانياً: المراجع الأجنبية:

1. Autodesk. (2018). Bring Together BIM and GIS: Integrating for Infrastructure Resilience. Autodesk. Retrieved from https://damassets.autodesk.net/content/dam/autodesk/www/solutions/bim/docs/autodesk_bring_together_bim_gis_ebook_v18.pdf

2. Cascone, S. (2023). Digital technologies and sustainability assessment: A critical review on the integration methods between BIM and LEED. Sustainability, 15 (6), 5548. <https://doi.org/10.3390/su15065548>
3. El-fayoumy, A. H. (2022). The role of BIM in achieving sustainable and environmental aspects for interior spaces. 2022 Engineering and Technology for Sustainable Architectural and Interior Design Environments (ETSAIDE), 1-7. <https://doi.org/10.1109/ETSAIDE53569.2022.9906343>
4. Eynon, J. (2016). Construction manager BIM handbook. Wiley. United Kingdom, p. 3.
5. Javier, F., Jesus, M., & Terrados, J. (2020). Sustainability and energy efficiency: BIM 6D. Study of the BIM methodology applied to hospital buildings. Value of interior lighting and daylight in energy simulation. Sustainability, 12 (14), 5731. <https://doi.org/10.3390/su12145731>

ثالثاً المواقع الإلكترونية

- 1- <https://agacad.com/blog/revit-massing-in-place-mass-vs-mass-family-part-1>
- 2- <https://choosetally.com/>
- 3- <https://enscape3d.com/revit-rendering/>
- 4- <https://help.autodesk.com/view/RVT/2024/ENU/?guid=GUID-8263A19A-84F9-46A9-AAA6-9C191B1C521D>
- 5- <https://www.autodesk.com/products/bim-collaborate/features>
- 6- <https://www.autodesk.com/products/revit/overview?term=1-YEAR&tab=subscription&plc=RVT>

- 7- <https://www.iesve.com/software/virtual-environment>
- 8- <https://www.leedonline.com/>
- 9- https://www.researchgate.net/publication/347396518_Evaluation_of_BIM_Application_for_Water_Efficiency_Assessment
- 10- <https://www.rhino3d.com/>
- 11- <https://www.rhino3d.com/inside/revit/1.0/>
- 12- <https://www.usgbc.org/credits?Category=%22Energy+%26+atmosphere%22>
- 13- <https://www.usgbc.org/credits?Category=%22Material+%26+resources%22>
- 14- <https://www.usgbc.org/credits?Category=%22Water+efficiency%22>
- 15- <https://www.usgbc.org/credits?Rating+System=%22New+Construction%22&Category=%22Innovation%22>
- 16- <https://www.usgbc.org/credits?Rating+System=%22New+Construction%22&Category=%22Indoor+environmental+quality%22>
- 17- <https://www.usgbc.org/credits?Rating+System=%22New+Construction%22&Category=%22Innovation%22>
- 18- <https://www.usgbc.org/credits?Rating+System=%22New+Construction%22&Category=%22Indoor+environmental+quality%22>
- 19- <https://www.usgbc.org/leed/rating-systems/new-interiors>

The role of Building Information Modeling (BIM) software in enhancing LEED certification standards for interior design

Prof. Asmaa Hamed

Professor, Department of Interior Design and Furniture Faculty of Applied Arts at Helwan University.

Dr. Remah Younes

Assistant Professor, Department of architecture Faculty of Science and engineering at the American University | Cairo.

Dr. Marwa zeinhom

Teacher, Department of interior design and furniture At the Higher Institute of Applied Arts In the 5th Settlement | Cairo.

Marwa Ezzat

Assistant teacher, Department of environmental interior design Faculty of Arts and Applied Arts Helwan National University.

Abstract:

Integrating BIM Building Information Modeling and sustainable interior design has become critical in buildings. The research seeks to explore how to improve the quality of interior design and environmental efficiency by integrating BIM with sustainable interior design standards according to the LEED assessment system.

The research is based on the use of a descriptive-analytical approach through a description of the concept of sustainable interior design and the criteria of the LEED assessment system, as well as the idea of BIM and its importance in achieving sustainability; to understand the impact of this integration on the overall performance of the building. The research includes studying the various aspects through which BIM software is integrated with LEED requirements, starting from the initial design stages and the LEED standards included in them and how to apply them with BIM software, and then the stage of simulation and analysis of the building and the LEED standards for this stage, up to the stage of evaluating the building to obtain LEED certification, which helps in improving the design process and ensuring its compliance with sustainability standards.

This research can be a valuable and effective tool for designers and architects to achieve sustainable, environmentally, aesthetically, and functionally effective designs through the findings and recommendations.

Keywords: Building Information Modeling; Criteria of the LEED assessment system; Sustainability.

