Al-Academy Journal
Issue 115
Journal homepage: https://jcofarts.uobaghdad.edu.iq
ISSN(Online) 2523-2029/ ISSN(Print) 1819-5229
DOI: https://doi.org/10.35560/jcofarts1553

Building Information Modelling in Interior Design Processes and its Role in Improving the Quality of Sustainable Interior Spaces

Rasul Ayad Mohammed Judy [a] , *Harith Asaad Abdul Razzaq* [a]

[a] *College of Fine Arts / University of Baghdad*

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

ARTICLEINFO

Article history:
Received 14 July 2024
Received in revised form 29 July 2024
Accepted 31 July 2024
Published 15 March 2025

Keywords:
Building Information Modelling, Design Processes, Indoor Space Quality, Sustainability

ABSTRACT

This research aims to validate the integration of building information modelling (BIM) into interior design processes to enhance the quality and sustainability of indoor spaces by improving air quality and lighting quality (BIM) has emerged as a powerful tool in the industries of architecture and construction, revolutionizing the way projects are planned, designed, created and managed however, its application in interior design remains relatively unexplored, especially with regard to sustainable design objectives this study seeks to bridge this gap from the study of how (BIM) can facilitate the creation of sustainable interior spaces while improving the quality. After a thorough review of the literature and case studies, the research will explore the benefits, challenges and potential best practices of applying (BIM) in interior design projects with a focus on sustainability criteria the results will contribute to deeper values of the role of (BIM) in the development of sustainable interior design practices and provide practical insights for professionals, researchers and academics and policy makers in this area

DOI: https://doi.org/10.35560/jcofarts1553
Rasul Ayad Mohammed Judy, Harith Asaad Abdul Razzaq: Building Information Modelling in Interior Design Processes and its Role in Improving the Quality of Sustainable Interior Spaces
Al-Academy Journal - Issue 115 -ISSN(Online) 2523-2029 /ISSN(Print) 1819-5229

نمذجة معلومات البناء في عمليات التصميم الداخلي ودورها في تحسين جودة الفضاءات الداخلية المستدامة

رسل اياد محمد جودي[1]
حارث اسعد عبد الرزاق [2]

الملخص:

يهدف بحثنا الحالي إلى التحقق من دمج نمذجة معلومات البناء الـ (BIM) في عمليات التصميم الداخلي لتعزيز جودة واستدامة الفضاءات الداخلية من تحسين جودة الهواء وجودة الإضاءة. لقد برزت الـ (BIM) كأداة قوية في صناعات الهندسة المعمارية والبناء، مما أحدث ثورة في طريقة تخطيط المشاريع، وتصميمها، وإنشائها، وإدارتها. ومع ذلك، فإن تطبيقه في التصميم الداخلي لا يزال غير مستكشف بصورة وافية، خاصة فيما يتعلق بأهداف التصميم المستدام، إذ تسعى هذه الدراسة إلى سد هذه الفجوة من دراسة كيف يمكن للـ (BIM) من تسهيل إنشاء فضاءات داخلية مُستدامة مع تحسين جودة التصميم وكفاءته. وبعد مراجعة شاملة للأدبيات ودراسات الحالة، سوف يستكشف بحثنا الفوائد والتحديات وأفضل الممارسات المحتملة لتطبيق الـ(BIM) في مشاريع التصميم الداخلي مع التركيز على معايير الاستدامة. وبالتالي ستسهم النتائج المتوخاة في فهم أعمق لدور الـ(BIM) في تطوير ممارسات التصميم الداخلي المستدام وتوفير رؤى عملية للمهنيين والباحثين والأكاديميين وصانعي السياسات في هذا المجال.

الكلمات المفتاحية: نمذجة معلومات البناء، العمليات التصميمية، جودة الفضاء الداخلي، الاستدامة.

- **مشكلة البحث:**

في السنوات الأخيرة، أصبحت مبادئ التصميم المستدام جزءاً لا يتجزأ من ممارسات التصميم الداخلي بشكل متزايد، مدفوعة بالمخاوف البيئية والمتطلبات التنظيمية وتفضيلات المستهلك المتطورة. في الوقت نفسه، اكتسبت نمذجة معلومات البناء الـ(BIM) قوة جذب باعتبارها تقنية تحويلية في الهندسة المعمارية والبناء، وتبسيط سير عمل المشروع، وتعزيز التعاون، وتحسين نتائج المشروع. ومع ذلك، نجد أننا في حين انتشار اعتماد الـ(BIM) على نطاق واسع في مراحل التصميم المعماري والإنشائي، فإن استخدامه في عمليات التصميم الداخلي، وخاصة فيما يتعلق بأهداف الاستدامة، لا يزال محدوداً نسبياً. يسعى هذا البحث إلى استكشاف أوجه التآزر المحتملة بين الـ(BIM) والتصميم الداخلي المستدام، بهدف توضيح كيفية الاستفادة من الـ(BIM) لتعزيز جودة واستدامة الفضاءات الداخلية، وقد خرج البحث بعدة تساؤلات بحثية كقاعد للباحثين في تناول إطار شمولي حول موضوعة البحث للوصول الى النتائج المتوخاة منه، وهي: -

1. **ما هي الطرق الفعالة التي يمكن لنمذجة معلومات البناء الـ(BIM) بوساطتها تحسين كفاءة وجودة عمليات التصميم الداخلي المستدام؟**
2. **ما هي الممارسات والتحديات الحالية في مجال علوم البناء، المؤثرة على دمج نمذجة معلومات البناء الـ(BIM) في عملية التصميم الداخلي؟**

- **فرضيات البحث:**

يدور البحث حول دمج نمذجة معلومات البناء الـ (BIM) في التصميم الداخلي، وخاصة التركيز على تحسين الفضاءات الداخلية المستدامة، حول العديد من الأسئلة الحاسمة. فأسالتنا تهدف إلى تشريح العلاقات المتعددة الأوجه بين الـ (BIM) والتصميم الداخلي المستدام، ودراسة الفوائد والتحديات ومنهجيات التنفيذ الفعال. لذا ندرج لديكم فيما يلي الأسئلة البحثية الرئيسة التي يمكن أن توجه هذه الدراسة الى طريق تحقيق الغرض منها: -

[1] طالبة بالدراسات العليا/ قسم التصميم - كلية الفنون الجميلة / جامعة بغداد
[2] أستاذ مساعد/ قسم التصميم - كلية الفنون الجميلة / جامعة بغداد

الفرضية الأولى/ إن دمج نظام الـ (BIM) في مشاريع التصميم الداخلي يزيد بشكل كبير من اعتماد وتنفيذ ممارسات التصميم المستدام مقارنة بالمشاريع التي تتم إدارتها بدون الـ (BIM).

الفرضية الثانية/ إن استخدام الـ (BIM) في مشاريع التصميم الداخلي يؤدي إلى تحسن ملموس في تعاون أصحاب المصلحة في المشروع وكفاءة اتخاذ القرار، مما يُسهِم بشكل مباشر في تحقيق نتائج استدامة أكثر فعالية.

- **أهداف البحث:**

لتحقيق الهدف الشامل المتمثل في **دراسة دور نمذجة معلومات البناء الـ (BIM) في تحسين جودة الفضاءات الداخلية المستدامة**، يمكن تحديد الأهداف البحثية المحددة التالية: -

1. تحديد الاتجاهات الناشئة والتطورات المستقبلية المحتملة في تكنولوجيا الـ (BIM) وممارسات التصميم المستدام في المشاريع الداخلية.
2. التحقيق في أفضل الممارسات ودراسات الحالة النموذجية أينما تم استخدام الـ (BIM) بنجاح لتعزيز استدامة وجودة مشاريع التصميم الداخلي.

- **أهمية البحث:**

إن البحث حول دمج نمذجة معلومات البناء الـ (BIM) في عمليات التصميم الداخلي ودورها في تحسين جودة الفضاءات الداخلية المستدامة له أهمية كبيرة لعدة أسباب: -

1. تعزيز كفاءة وجودة التصميم، إذ أن نمذجة الـ (BIM) تقدم الأدوات والمنهجيات التي تعمل على تبسيط عمليات التصميم، وتحسين التعاون بين أصحاب المصلحة، وتعزيز الجودة الشاملة لمشاريع التصميم الداخلي. كما أن فهم كيفية تسخير قدرات الـ (BIM) بشكل فعال يمكن أن يؤدي إلى سير عمل أكثر كفاءة، وقرارات تصميم أكثر شمولية، وفي الناتج، الحصول على فضاءات داخلية أعلى جودة.
2. تلبية المتطلبات التنظيمية ومعايير الممارسات المهنية، فالمعلوم لدينا قيام العديد من الجهات المؤسساتية ومنظمات سوق العمل بتنفيذ اللوائح والمعايير المتعلقة بالاستدامة في البيئة المبنية بشكل متزايد. لذلك فإن البحث عن دور الـ (BIM) في التصميم الداخلي المستدام يساعد الممارسين والشركات على مواكبة هذه المتطلبات، مما يضمن الامتثال والقدرة التنافسية في السوق.
3. تقليل البصمة البيئية، من طبيعة الهدف الأساس للتصميم الداخلي المستدام إلى تقليل استهلاك الموارد، وتقليل توليد النفايات، وتحسين كفاءة الطاقة طوال دورة حياة المبنى. ومن الاستفادة من تقنية الـ (BIM)، يمكن للمصممين إجراء عمليات محاكاة افتراضية، وتحليل التأثيرات البيئية، واتخاذ قرارات تعتمد على البيانات لإنشاء فضاءات داخلية ذات آثار بيئية أقل.

- **حدود البحث:**

من الضروري بيان الحدود والمحددات في بحثنا الحالي، لأنها تساعد في تحديد نطاق الدراسة مع تسليط الضوء أيضاً على المحددات أو التحديات المحتملة التي قد تؤثر على نتائج البحث. فيما يلي بعض الحدود والمحددات التي قد تنطبق على البحث المقترح حول دمج نمذجة معلومات البناء الـ (BIM) في عمليات التصميم الداخلي المستدام: -

الحد الموضوعي: -

التركيز على التصميم الداخلي/ يركز البحث بشكل خاص على دمج الـ (BIM) في مجال عمليات التصميم الداخلي. وهو لا يشمل جوانب أوسع من التصميم المعماري أو إدارة البناء، على الرغم من أنه قد يكون هناك تداخلات في مجالات معينة.

معايير الاستدامة/ في حين أن الاستدامة هي محور التركيز الرئيس للبحث، إلا أنها قد تقتصر على معايير استدامة محددة مثل كفاءة الطاقة، واختيار المواد، وجودة البيئة الداخلية. ويمكن اعتبار الجوانب الأخرى للاستدامة، مثل العدالة الاجتماعية أو الجدوى الاقتصادية، خارج نطاق هذه الدراسة.

الحد المكاني: -

تم انتخاب مشاريع التصميم الداخلي المُقامة في الولايات المتحدة وقد اقتصر السياق الجغرافي للبحث على مناطق أو سياقات جغرافية محددة حيث يسود اعتماد الـ (BIM) وممارسات التصميم المستدام.

الحد الزماني: -

تم تحديد الدراسة بإطار زمني محدد ضمن المدة 2009 – 2013م، مع التركيز على الممارسات والتقنيات المعاصرة المتعلقة بالـ (BIM) لتلك المدة تزامناً مع بدايات تطبيقه في العمارة والتصميم الداخلي المستدام.

- **الإطار النظري:**

❖ **العمليات التصميمية (Design Process)**

تعرف في التصميم الداخلي بأنها " مجمل الفعاليات والأنشطة التي يبذلها المصمم منذ لحظة تعهده مشروع أو مهمة تصميم بيئة داخلية حتى لحظة التشغيل الفعلي " وهي عمليه تتضمن التحليل والتفكيك ومن ثم اعادة التكوين والتركيب بصورة مستمرة يلعب كل من المنطق والحدس دوراً رئيساً فيها وتشتمل على عدد من الخطوات: - (Ziman, 2000) .

- صياغة المشكلة في ضوء ما مطلوب تحقيقه من وظائف.
- صياغة توصيفات وقياسات التصميم.
- التركيب من هذه الصياغات شكلاً منشاءً.

نستنتج ان من الصعب وضع تعريف محدد للعمليات التصميمية وذلك لوجود الكثير من الأساليب والنماذج المختلفة لها وأيضاً وجود طرق عديدة لدراستها خصوصا في مجال التصميم الداخلي وان كل الطرق تشترك في هدف أساسي وهو إيجاد او انشاء فضاءات داخلية ناجحة على جميع المستويات والعملية التصميمية هي عملية ذهنية أكثر من كونها عملية عضوية لها محددات فيزيائية.

اطوار العملية التصميمية: -

يتفق معظم الذين ناقشوا هذه العملية من باحثين ودارسين على أنها تتألف من مراحل او اطوار يمر خلالها المصمم الداخلي عند استلام أي مشروع ويزاول تقريباً ذات الأنشطة الذهنية التحليلية والتركيبية وأخرى غيرها بالرغم من بروز أحد هذه الأنشطة كصفة مميزة لطور معين (Berlyne, 1971) ، وهذه الأطوار هي: -

1) طور البحث والتحري (Intelligence Phase).
2) طور التصميم (Design Phase)
3) طور الانتقاء (Choice Phase)
4) طور الإنجاز (Implementation Phase)
5) طور ما بعد الإنجاز (Post Implementation Phase)

البعد الانتاجي للعملية التصميمية: -

التصميم الأولي (Primary Design): وهي مجموعة الحلول المقترحة لحل المشكلة التصميمية.

التخطيط الابتدائي للتصميم (Sketch Design): وهو تطوير للحل المقترح من مجموعة البدائل المطروحة.

التصميم التفصيلي (Detail Design): وهو مجموعة الرسومات التي يتم التنفيذ منها.

نستنتج من ذلك بأن هناك العديد من الأطوار أو المراحل للعملية التصميمية وأن هذه الاطوار عبارة عن حلقة أو سلسلة مترابطة مع بعض وأن كل طور ينفذ خطوة من العملية وأيضاً تعرف العمليات بأن لديها أبعاد (Brown, 2010)

❖ **نمذجة معلومات البناء (Building Information Modelling)**

هو تكنولوجيا أو تقنية تعتمد في أساسها على دمج عملية التوصيف والنمذجة مع هيئة شكل المبنى، وهو اختصار لنمذجة معلومات البناء (Building Information Modelling)، والتي تعني تصميم نموذج للمبنى شامل جميع المعلومات والبيانات الخاصة به، وبالتالي فهو يشمل بناؤه كشكل ثلاثي الأبعاد (D3) له خصائصه التي يمكننا إدخالها، ويشمل أيضاً إدراكه بعامل الوقت أو الزمن (D4)، وكذلك إدخال عامل التكلفة (D5) وغيرها من العوامل التي تتعدى كونه مجرد شكل ثلاثي الأبعاد[1]. بذا نجد بأن نمذجة معلومات البناء هي نموذج شامل جميع معلومات وبيانات البناء او المشروع أي ان هذا الأنموذج لا يقتصر على شكل ثلاثي الأبعاد بالعكس هو تقنية أو نظام محاكاة يشمل وصف دقيق لجميع العمليات التي سيمر بها المشروع.

❖ **دورنموذج الـ (BIM) في البعد الإنتاجي للعملية التصميمية**

يجب الإشارة إلى أن تطبيقات الـ (CAD) بجميع مميزاتها وإمكانياتها هي مجرد أداة للرسم (Turan, 2014) ، لا يمكنها القيام بنشاط اكبر من الرسم، فلا يمكنها العمل من قواعد البيانات التي تتمكن من حساب التكاليف وإدارة مراحل التنفيذ، كما لا تقدم أنظمة الـ (CAD) حلولاً عملية لتطبيق نظم المحاكاة للأداء في التصميمات، مثل محاكاة الأداء الحراري والصوتي و توزيع الأثقال الإنشائية، بل لكل تلك الأنشطة برمجيات أخرى تطبقها، كما أن أنظمة الـ (CAD) ذاتها لا تتعامل مع الرسومات من منظور معماري، بل أن أنظمة الـ (CAD) هي أداة للرسم في جميع التخصصات الهندسية، فالخطوط والنقاط والمنحنيات بالنسبة لأنظمة الـ (CAD) هي عناصر هندسية وليست عناصر معمارية. أما نموذج الـ (BIM) فيعبر عن الوصف الرقمي للمبنى الحقيقي، بما يحتويه هذا المبنى من فضاءات ووظائف ومواصفات لمواد التشطيب المستخدمة وأنظمة ميكانيكية، وكذلك طريقة توريد تلك المواد والأنظمة ومراحل الإنشاء المختلفة، ومتابعة التكلفة والزمن اللازم لتنفيذ المشروع، ولهذا الأنموذج الرقمي مجموعة من الخصائص.

المرحلة الأولى: التصميم الأولي (Primary Design)

تمثل مرحلة التصميم الأولى أول مراحل البعد الإنتاجي للعملية التصميمية، والتي يتم بها صياغة مجموعة من البدائل التصميمية التي تهدف إلى حل المشكلة، وتطبيقات الـ (BIM) هي بالأساس تطبيقات للنمذجة ثلاثية الأبعاد (3D Modelling)، فيمكن منها عمل مجموعة من البدائل في صورة ثلاثية الأبعاد، وبالإضافة إلى هذا يمكن لتلك التطبيقات استخراج مجموعة من المعلومات الخاصة بكل نموذج، سواء الفضاءات أو الأحجام أو النسب البنائية أو البرنامج الوظيفي المتحقق في كل أنموذج، والتي تساعد في عملية تقييم تلك البدائل واختيار الأنسب بينها .ولم تتوقف إمكانيات النمذجة ثلاثية الأبعاد لتطبيق الـ (BIM) عند التشكيلات التقليدية و المألوفة، بل قام مطورو تلك التطبيقات بدمج مجموعة من الأدوات و الوسائل التي تُسهِم في عملية التفكير الرقمي غير التقليدي باستخدام المعادلات الرياضية والنمذجة بالمتغيرات الحسابية (Parametric Design)، ويتم هذا عن طريق محرك المتغيرات الرياضية (Parametric Engine) ،والذي دعمت به شركة (Autodesk) احدث إصداراتها من برنامج الـ (Revit)، ويعتمد هذا المحرك على الخوارزميات للمتغيرات الرياضية (Parametric Algorithms) التي تكتب بواسطة لغات البرمجة (Scripting Language) وقد استخدمت تلك الطريقة في صياغة التشكيل المعماري لأبراج مرتفعات المحيط (Ocean Heights) في الامارات العربية المتحدة .

المرحلة الثانية: التخطيط الابتدائي للتصميم (Sketch Design)

في هذه المرحلة التي يتم فيها الاستقرار على الحل المقترح، والذي تم نمذجته بشكل ثلاثي الأبعاد، يلعب أنموذج الـ (BIM) دوراً هاماً في إجراء عملية المحاكاة للعوامل المؤثرة على التصميم بهدف اختباره وتطويره وتحسين ملائمته للظروف والعوامل البيئية والمناخية، وذلك من مجموعة تطبيقات تستخدم عمل التحليلات اللازمة لقياس كفاءة أداء الأنظمة داخل المبنى، وهذا عن طريق دمج المعلومات والبيانات اللازمة للتحليل من نموذج الـ (BIM)، وهناك العديد من تطبيقات التحليل التي تعمل بطريقة المحاكاة، والتي تعمل على تحليل متغيرات مختلفة سواء صوتية أو ضوئية أو حرارية أو غيرها ومن أهمها واشهرها في عملية المحاكاة :

- برنامج الـ (Daysim): يقوم هذا البرنامج بحساب وتحليل كمية الإضاءة الطبيعية الواصلة للمبنى على مدار العام، كما يقوم بحساب كمية الإضاءة الاصطناعية المطلوبة لكل نشاط في المبنى، وكيفية التحكم فيها.

[1] Building Information Modelling Two Years Later –Huge Potential, Some Success and Several Limitations

- برنامج الـ (Plus Energy): أنتجت شركة (DOE) هذا التطبيق في عام ١٩٩٦م، وقد أصبح الآن التطبيق الأول في العالم المستخدم لتحليل الطاقة المستهلكة في عدة أنماط من المباني، سواء الإدارية أو التجارية أو السكنية وغيرها.
- برنامج الـ (Apachesim): يقوم هذا التطبيق بتحليل الأداء الحراري للمبنى، وذلك من قياس درجات الحرارة للأسطح الخارجية للمبنى على مدار العام.

المرحلة الثالثة: التصميم التفصيلي (Detail Design)

تُعتبر هذه المرحلة هي المرحلة الأهم والأخيرة في البعد الإنتاجي من العملية التصميمية، إذ أن تلك المرحلة تعتبر بمثابة المرحلة التحضيرية لعملية التنفيذ، ويتم بها إعداد الرسومات التنفيذية والتفصيلية الكاملة للتصميم، ويظهر الدور الأكبر والأهم لنموذج الـ (BIM) في هذه المرحلة، نظراً لكثرة الأنشطة بها، واتساع فريق العمل الهندسي من مختلف التخصصات، ويقدم نموذج الـ (BIM) تلك المُميزات إلى العملية التصميمية.

- دمج البرمجيات الخاصة.
- إصدار التقارير.
- نماذج البعد الرابع (D4) والبعد الخامس (D5).
- الكشف عن التداخل بين الأنظمة.
- تصنيع العناصر اللازمة للإنشاء.

❖ **الفضاءات الداخلية المُستدامة**

تعد الاستدامة كعلم ومفهوم من المفاهيم التي عرفت في العالم الحديث وانتشرت كامتداد لما سبق من بعض المفاهيم كالتصميم الأخضر، والتصميم البيئي، والتصميم الأيكولوجي، وتعني الاستدامة، تكامل الأنظمة الطبيعية مع الأنماط الإنسانية لإعطاء الاستمرارية لصنع المكان، كما تعني استغلال الموارد الطبيعية المتعددة بطريقة لا تقلل منها ولا من فائدتها المتجددة للأجيال القادمة(Konbr, 2005) ، وتشير الاستدامة إلى استمرارية التفاعل بين المجتمع والنظام البيئي، وهو مفهوم ينطلق من نظرة إنسانية تدعو إلى الاهتمام بالإنسان والحفاظ على البيئة التي تعطي الاستمرارية للإنسانية(V., 2020) . وقد ظهرت الاستدامة كمفهوم ينطوي على العديد من المعاني الثقافية والاجتماعية والسياسية والاقتصادية أو ما يُعرف عموماً في أوروبا وأستراليا باسم "E.S. D"، وترمز هذه الأحرف إلى عدة كلمات فالحرف (E) يرمز الى الإيكولوجيا والاقتصاد، والحرف (S) للتعبير عن الجوانب الاجتماعية والثقافية والحرف (D) للتنمية والتصميم.

جودة البيئة الداخلية

نظرة عامة يمثل مصطلح "جودة البيئة الداخلية" (IEQ)مجالاً يشمل مجالات فرعية متنوعة تؤثر على حياة الإنسان داخل المبنى. وتشمل هذه جودة الهواء الداخلي (IAQ)، والإضاءة، والراحة الحرارية، والصوتيات، ومياه الشرب، وبيئة العمل، والإشعاع الكهرومغناطيسي، والعديد من العوامل ذات الصلة. إذ يمكن أن تؤدي الجودة البيئية المحسنة إلى تحسين نوعية حياة شاغليها، وزيادة قيمة إعادة بيع المبنى، وتقليل العقوبات المفروضة على مالكي المباني. كذلك تلعب ال (IEQ) في المكاتب وأماكن العمل الأخرى دوراً حاسماً في عائد استثمار الشركات. ومن الواضح أن مكان العمل الذي يحتوي على نسبة عالية من الكفاءة العالية يحسن صحة العمال ومزاجهم، وبالتالي يزيد من إنتاجيتهم. لذلك، سيتم سداد التكلفة الإضافية للحفاظ على مستويات عالية من الـ (IEQ) في أماكن العمل في مدة معقولة وتولد عوائد نقدية إضافية بعد ذلك. تجدر الإشارة إلى أن المباني التي يتم تصنيفها على أنها "مستدامة وخضراء" لا تضمن حقاً امتثالها لمستوى الـ (IEQ) (Lu, Osman, & Konbr, 2021) ، يجب إعطاء الـ (IEQ) تركيزاً محدداً أثناء تصميم المباني الجديدة وكذلك في خطط تحديث المباني.

1) **جودة الإضاءة:** وهو المصطلح المستخدم للتعبير عن بعض العوامل المتعلقة بمدى وضوح الضوء المنبعث، والذي يؤثر بالتبعية على وضوح الرؤية للموجودات في المنزل مثل إيحاء درجة الحرارة المنبعثة من مصدر الضوء، فقد يكون مائلاً إلى

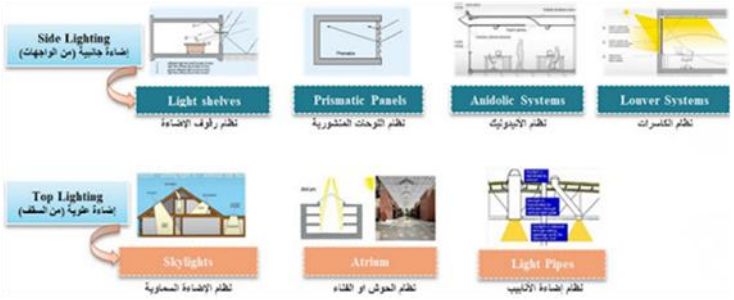
اللون الأحمر والأصفر والبرتقالي فيعطون الإحساس العام بالدفيء والحرارة، أو أن يكون مائلاً لدرجات اللون الأزرق والنيلي الذي يعكسون لنا إحساس البرودة. وينقلنا ذلك إلى العامل الأكثر أهمية وهو ما يُعرف بمصير لون الضوء المنعكس، والذي يعني مدى قدرة الضوء المنبعث من مصدره على عكس طبيعة ألوان حقيقية للموجودات المختلفة المحيطة به، ويمكن تعيينه على مقياس مئوي معتمد تدريجه 1:100 المعروف بالـ (CRI) كما يعد وهج مصدر الضوء عاملاً رئيساً آخر من عوامل جودة الإضاءة وتحديد أنواع الإضاءة في المنزل، والذي يُعبر عن السطوع الزائد الغير مرغوب فيه في بعض أنواع الإضاءات، لإنه قد يؤثر سلباً على وضوح اللون المنبعث مع زيادة تأثير انعكاس الألوان بما قد يعطي تأثيراً غير مريح للعين من الموجودات بالمنزل(Knaack. Ulrich, 2014) .

أنظمة الإضاءة /

تُمثِل أنظمة ضوء النهار إحدى أهم الأنظمة والتقنيات الذكية السالبة التي تعتمد على التصميم المعماري الجيد والتقنيات المتاحة فضلاً عن الاعتبارات المتعلقة بتوفير الراحة البصرية والحرارية كونها تُراعي أنظمة ضوء النهار الذكي كلٍ من، الكسب والفقدان في الحرارة، الوهج، الراحة البصرية، التوفير في الطاقة. وذلك من تجميع الضوء وتعزيزه باستخدام العواكس ونقله إلى الفضاءات الداخلية والبينية للمبنى، أو من إعادة توجيه وتوزيع ضوء النهار إلى الفضاءات التي تحتاج إلى الضوء وتحسين التوحيد في مستويات الإضاءة على السطوح الداخلية والخارجية، مثل تقليل المستويات الزائدة بالقرب من النافذة، وإعادة توزيع الضوء على الجزء الخلفي من المساحة، أو كليهما. بالإضافة إلى امكانية التحكم في أشعة الشمس المباشرة لتحقيق الراحة البصرية (Crisinel, 2007) .

وقد تم تصنيف أنظمة الإضاءة النهارية إلى نوعين أساسيين، كما يوضح الشكل (1):

- أنظمة جانبية: يقصد بها أنظمة الإضاءة في واجهات المبنى.
- أنظمة علوية: يقصد بها أنظمة الإضاءة في أسقف المباني.



الشكل (1) تصنيف أنظمة الإضاءة النهارية

2) **جودة الهواء/** مؤشر نوعية الهواء هو مقياس للحالة الجوية بالنسبة لمتطلبات نوع واحد أو أكثر من الكائنات الحيوية أو إلى حاجة أي إنسان أو غرض ما. مؤشرات نوعية الهواء أو الـ (AQI) هي أرقام يتم استعمالها من قبل الوكالات الحكومية لتوصيف نوعية الهواء في مكان معين. كلما ارتفعت قيمة هذه المؤشرات، تناسبت على نحو متزايد من السكان ومن المرجح أن تشهد آثاراً صحية ضارة. يتطلب وجود تركيز ملوثات في الهواء لاستعمال هذه المؤشرات في الحسابات الالكترونية من شاشة أو نموذج. الدالة التي تستخدم لتحويل تركيز الملوثات في الهواء تتغير بتغير الملوث، وهي مختلفة من بلد لآخر. وتقسم قيم مؤشر جودة الهواء في نطاقات، ويتم تعيين كل مجموعة بوصف ولون يرمز لها(Collin, 2012) تستخدم المؤسسات الحكومية مؤشر نوعية الهواء الـ (AQI) للتواصل مع العامة حول مقدار تلوث الهواء الحاصل في الوقت الحالي أو للتنبؤ بهذا المقدار. وتزداد مخاطر الصحة العامة مع ارتفاع قيمة مؤشر نوعية الهواء، إذ يمتلك كل بلد مؤشرات جودة

هواء خاصة به تتوافق مع مُختلف المعايير الوطنية لنوعية الهواء. بما في ذلك، مؤشر الصحة ونوعية الهواء (كندا)، ومؤشر تلوث الهواء (ماليزيا)، ومؤشر معايير التلوث (سنغافورة).

الجدول (1) معالجات جودة الهواء في الفضاءات الداخلية للمباني (إعداد الباحثان)	
أولاً: أنواع أنظمة التهوية الطبيعية (الواجهات المزدوجة)	ثانياً: أنواع الواجهات المزدوجة تبعاً لحركة الهواء
الواجهات الصندوقية (Box Facade)	نظام التجويف العازل (Buffer System)
واجهة الهياكل الصندوقية (Shaft Box Facade)	نظام استخراج الهواء (Extract-Air System)
واجهة ممر الهواء (Corridor Facade)	نظام الوجه المزدوج (Twin-Face System)
الواجهة متعددة الطوابق (Multi Story Facade)	
الواجهة ذات شرائح التهوية (Louvers Facade)	

- **مؤشرات الإطار النظري:**

- من الصعب وضع تعريف محدد للعمليات التصميمية وذلك لوجود الكثير من الأساليب والنماذج المختلفة لها
- وجود طرق عديدة لدراسة العمليات التصميمية خصوصاً في التصميم الداخلي وأن كل الطرق تشترك في هدف أساس وهو إيجاد او إنشاء فضاءات داخلية ناجحة على جميع المستويات.
- العملية التصميمية في التصميم الداخلي هي عملية ذهنية أكثر من كونها عملية عضوية محددة فيزيائياً.
- هناك العديد من الأطوار أو المراحل للعملية التصميمية وهي (طور البحث والتحري – طور التصميم – طور الانتقاء – طور الإنجاز – طور ما بعد الإنجاز) وهذه الأطوار عبارة عن حلقة أو سلسلة مُترابطة مع بعض.
- إن العمليات التصميمية في التصميم الداخلي لديها أبعاد هي، (التصميم الأولي – التخطيط الابتدائي للتصميم – التصميم التفصيلي).
- معلومات البناء هي نموذج شامل جميع معلومات وبيانات البناء أو المشروع أي أن هذا الأنموذج لا يقتصر على شكل ثلاثي الأبعاد فحسب، بل بالعكس هو تقنية أو نظام مُحاكاة يشمل وصف دقيق لجميع العمليات التي سيمر بها المشروع الداخلي.
- ترتكز الاستدامة على ثلاث ركائز أو أبعاد رئيسة وهي (البعد البيني والذي يمنع الاستغلال الجائر للموارد الطبيعية ويحافظ على البيئة، والبعد الاجتماعي الذي يلبي احتياجات الإنسان ويحترم حقوقه وثقافته، والبعد الاقتصادي ويتمثل في الإدارة المثلى للموارد الطبيعية وحساب التكاليف).
- تستهدف الاستدامة حدوث تكامل بين كل من البيئة والاجتماع والاقتصاد، وذلك لتوفير الاحتياج الحالي والمستقبلي للمجتمعات بما يُحافظ على البيئة والموارد الطبيعية وذلك من مجموعة أهداف تحقق مستويات الاستدامة الثلاثة.
- تم صياغة مجموعة من القواعد المعرفية للتصميم المستدام، وهي: وجوب تكامل التصميم، وعظم أثر القرارات التصميمية المبكرة، والبعد عن التعقيد واعتماد البساطة،
- يعتبر كل جزء من أجزاء التصميم الداخلي المتكامل المستدام جزءاً حيوياً للكل، والاعتماد على المصادر الطبيعية وتهيئة الجو المناسب للمستخدم واقتصادية التشغيل، والاهتمام بمفاهيم الصحة البشرية، وغير ذلك.
- يوجد مجموعة من المبادئ التي يختص بها التصميم المستدام وهي، (فهم المكان، والارتباط بالطبيعة، وفهم العمليات الطبيعية، وفهم التأثيرات البيئية، واعتناق فكرة عمليات التصميم الإبداعي المشترك، وفهم الناس).
- تأتي أهداف التصميم الداخلي المستدام كانعكاس لأهداف الاستدامة نفسها، وتتمثل بـ:
  - الأهداف البيئية المستدامة في تقليل التأثيرات السلبية على البيئة المحيطة والمبنية،
  - الأهداف الاجتماعية المَستدامة في تحسين نوعية الحياة وتلبية الاحتياجات وتحقيق الرخاء للمستخدمين،

- الأهداف الاقتصادية المستدامة في الإدارة المثلى للموارد ودراسة التكاليف.

- يخضع التصميم الداخلي لعدة مؤثرات، وهي مؤثرات البيئة الطبيعية الخارجية، ومؤثرات البيئة البينية أو الترابطية، والمؤثرات الداخلية، والمؤثرات الفكرية.
- تكمن أهمية التصميم الداخلي المستدام في الأثر الإيجابي على الإنسان والفضاء والبيئة، ومن ذلك تحسين الإطار الحياتي وتطوير التصميم، وتأسيس نموذج لبيئة داخلية تلبي متطلبات الراحة المختلفة للإنسان داخل الفضاء الذي يشغله.

- **منهجية البحث/** اعتمد البحث المنهج الوصفي * في تحليل عينة البحث للوصول الى تحقيق أهدافه وجرى استخدام أدوات المنهج الوصفي في التحليل، وهي أداة استمارة التحليل * لعمل الدراسة. وذلك لأن دراستنا الحالية تتطلب معرفة والماماً بكافة تفصيلاته وصولاً الى تحقيق اهدافها.

- **مجتمع البحث/** تألف مجتمع البحث من المشاريع الداخلية العالمية المنشأة باستخدام نظام الـ (BIM) في الولايات المتحدة الأمريكية وقد تم اختيار المشاريع المنشأة بتقنية الـ (BIM) والخاضعة لمعايير الاستدامة، كما جرى اختيار نماذج البحث من الشبكة الدولية للمعلومات وهي مسجلة ضمن المشاريع العالمية وعلى هذا الأساس حددت أداة الاستمارة على العدد ككل لبحثنا الحالي وذلك للأسباب الاتية: -

1. كون المشاريع المنشأة باستخدام الـ (BIM) والتي تطبق معايير الاستدامة عديدة لذا تم اللجوء الى المشاريع المشتركة والمسجلة في دولة واحدة في سبيل حصر مجتمع البحث.
2. يكون مصدر نموذج البحث موثوق فيه بشكل قانوني ورسمي. للحصول على إجابات يمكن اعتمادها علمياً وعملياً.
3. استبعاد المشاريع التي استخدمت فقط تقنية الـ (BIM) بدون معايير الاستدامة (LEED).
4. تم اختيار المشاريع لمجتمع البحث لاشتراكها بهدف واحد هو تحقيق متطلبات الشهادة الفضية (LEED Silver) ومعايير الاستدامة اعتمادها للرعاية الصحية على مستوى التصميم البيئي عن طريق استخدام تطبيقات الـ (BIM) وخاصة فيما يتعلق تحسين جودة الفضاءات الداخلية.

- **عينة البحث/** تم انتخاب مشاريع التصميم الداخلي المستخدم بها نظام الـ (BIM) في تحقيق جودة الهواء والاضاءة فقط ضمن نطاق الاستدامة في التصميم الداخلي لذلك اصبحت عينة البحث بعد التقصي والمسح للنماذج المتاحة عبر شبكة المعلومات الدولية والحاصلة على النجمة الفضية على وفق معايير (LEED)، وهي ثلاث مشاريع موزعة بصورة متنوعة في الولايات المتحدة الامريكية حصراً.

الجدول (2) العينة المنتخبة للبحث (إعداد الباحثان)

ت	اسم الشروع	اسم الشركة	موقع المشروع - الدولة	سنة التنفيذ
1	مركز سوتر الطبي/ Sutter Medical Centre	Devenney Group	ولاية كاليفورنيا – أمريكا.	2013
2	مستشفى ميريلاند العام / Maryland General Hospital	Clark Banks Group	بالتيمور – ولاية ميريلاند – أمريكا.	2010
3	فندق ماريوت/ Courtyard by Marriott	SERA Architects	ولاية بورتلاند – أمريكا.	2009

❖ **أدوات البحث/**

- الأدوات المعتمدة في جمع المعلومات/ تم الاعتماد على الأدبيات الالكترونية المتاحة في الشبكة الدولية للمعلومات حول نماذج العينة، وما تم تناوله من دراسات سابقة حول النماذج البحثية المنتخبة في بحثنا الحالي وما تم نشره من معلومات حول المشاريع المنتخبة من قبل الشركات التي اسهمت في انشائها على مواقعها الرسمية وتطبيق استمارة الملاحظة على كل ما ورد في الأدوات السابقة.
- الأدوات المعتمدة في التحليل/ جرى تطبيق استمارة محاور التحليل للمحتوى على المعلومات المكتوبة المتاحة حول النماذج دون الولوج في تحليل المعلومات البصرية للمشاريع الداخلية كأداة معتمدة في التحليل[1] وذلك بما يتوافق مع طبيعة موضوع البحث حول فحص الاجراءات في العملية التصميمية ومتغيرات الاستدامة للفضاءات الداخلية وهي ذهنية بطبيعتها وعدم تناول النتاج الشكلي للمشروع الداخلي، وقد تم الحصول على صدق الأداة من عرضها على مجموعة من الخبراء في الاختصاص[2] وقد تحقق الباحثان من معامل ثبات الأداة للبحث من اعتمادهما على سياق المحللين الخارجيين[3]

❖ **(الأنموذج الأول - مركز سوتر الطب/ Sutter Medical Centre)** (htt11)

وصف المشروع: مشروع للرعاية الصحية داخل الحرم الجامعي (Eden)، حيث تم بناء مستشفى سعة (١٣٠) سريراً على 7 طوابق.، وقد أسهمت تقنية الـ (BIM) في تحقيق الأهداف من المشروع لا سيما مع الوتيرة السريعة للتسليم والميزانية المحدودة كون المشروع لا يهدف إلى الربح، بل للخدمة العامة وتم الإنشاء بواسطة شركة (OSHPED) مع التقيد بتكلفة المشروع القليلة.

- استخدام تطبيقات الـ (BIM)

فيما يتعلق بالـ (BIM) كان مطلوب من كل عضو في الفريق الهندسي تقديم تصميمه في شكل ثلاثي الأبعاد (D3) للحصول على قائمة بالنظم المستخدمة في عملية النمذجة، وذلك للعمل على: -

إحضار المقاولين لحساب وتحديد تكلفة التنفيذ في وقت مبكر للمشاركة في العملية التصميمية من البداية والتمكن من إجراء التعديلات التي تؤدى إلى توفير التكلفة، تصميم القيمة أو التكلفة المستهدفة. تم استخدام تطبيقات الـ (BIM) في جميع مراحل التصميم والتفاصيل والتصنيع الرئيسة زيادة الاتصال بين جميع الأطراف المشاركين في المشروع. وقد تم التعاون باستخدام نموذج ثلاثي الأبعاد للعمل على الدقة والتكامل مع النماذج العديدة المستخدمة من قبل أعضاء الفريق والذي يعمل على تقليل المشاكل التي من شأنها أن تبطيء عملية البناء وزيادة التكاليف. تم مراجعة الجدول الزمنى لمهام التصميم باستمرار لضمان تقديم المتطلبات في الوقت المحدد، عن طريق: التحديث اليومي للمهام، تخطيط العمل الأسبوعي، تطوير ومواصلة إعادة التعديل في المهام المطلوبة في التواريخ المحددة، التأكد من تضمين كل مهمة بالمتطلبات الضرورية لإنجاز المرحلة المخصصة، استخدام نظام الحاسوب (Computer System) يوفر سهولة التعاون وتوفير رؤية والاطلاع على المهام والتقارير لإنجاز العمل.

[1] الملحق (1)

[2] الخبراء: -

أ. م. د. حسنين صباح داود/ تصميم داخلي/ كلية الفنون الجميلة - جامعة بغداد.

أ. م. د. صفا محمود ناجي/ تصميم داخلي/ كلية الفنون الجميلة - جامعة بغداد.

م. د. آراء عبد الكريم حسين/ تصميم داخلي/ كلية الفنون الجميلة - جامعة بغداد.

[3] المحللين الخارجيين: -

م. م. زهراء حازم محمد/ تصميم داخلي/ جامعة الأمين الأهلية.

م. م. ايناس كاظم هواش/ تصميم داخلي/ جامعة بغداد.

- أنظمة الـ (BIM) ومراحل استخدامها في المبنى

تم استخدام برنامج الـ(Revit) في تخصص العمارة والإنشاء، و (AutoCAD 2D,3D) في التخصصات الميكانيكية والكهربائية والأعمال الصحية والحماية من الحريق وخلافه، مع إمكانية التبادل بينهم أدى هذا إلى وجود العديد من الحلول والبدائل المتعلقة بأعمال التصميم والبناء وإدارة المشروع ومراحله، كما تم استخدام المحاكاة ببرنامج الـ(Revit) في النمذجة الداخلية والخارجية للمبنى وعلى مستوى التصميم التفصيلي. تم استخدام (Strucsoft metal) لإنشاء وتصميم القوائم المعدنية وتتبع هذه التصميم في برنامج الـ(Revit)، وكذلك نقل البيانات بين تحليل تصميم (ETABS)، ولم يتم استخدام النمذجة في مجرد التصميم فقط بل في التحليل والتقييم من دمج كافة البيانات والمعلومات إلى برنامج الـ(Revit) والعمل على تنسيق النماذج المختلفة للكشف عن التعارضات وتعديل التصميم باستخدام جميع تطبيقات النمذجة باستخدام تطبيقات الـ (BIM)، تم المتابعة للعملية التصميمية باستمرار للتأكد من أن تكلفة التصميم لا تتجاوز الميزانية المستهدفة في الأنظمة الميكانيكية تم النمذجة باستخدام (AutoCAD CAD Duct) لإنتاج نماذج لأنظمة الـ (HVAC)، في الأعمال الصحية تم إعداد نموذج للأعمال الصحية باستخدام (AutoCAD CAD MEB)، والحماية من الحرائق بنموذج (Autosprink)، و الأعمال الكهربائية (AutoCAD CAD MEB Electrical Model)، نموذج مستوى التصنيع (AutoCAD, Cad Duct Design Line) و في التصميم المعماري تم استخدام (AutoCAD, Revit Architecture)، كما تم استخدام أسلوب إدارة (Navisworks)، وفي التصميم الإنشائي تم استخدام (ETAS, BRevit) في تحليل وتصميم الأنموذج الإنشائي.

التحليل:

1. **محور التحليل الأول**

- معلومات المشروع/ هو مركز سوتر الطبي مشروع في ولاية كاليفورنيا وهو تجاري وتم تنفيذه من قبل (Devenney Group) يتكلم المحور الأول على فكرة المشروع وتم تحقيقها وتقديم مقترحات تناسب المشروع وتطوير التصميم ام التنفيذ تم تحقيق المتطلبات اللازمة لهذا المشروع.

- تم تقديم المقترحات في العمليات التصميمية لهذا المشروع باستخدام الـ (BIM) لتوفير الوقت من استعمال تقنية الـ (BIM) وأيضاً كما تم استخدام المحاكاة ببرنامج الـ(Revit) في النمذجة الداخلية والخارجية للمبنى وعلى مستوى التصميم التفصيلي و تم استخدام (Strucsoft metal) لإنشاء وتصميم القوائم المعدنية وتتبع هذه التصميم في برنامج الـ(Revit)، وكذلك نقل البيانات بين تحليل تصميم (Revit, ETABS) اما من ناحية تقليل الأخطاء فتحقق هذا الهدف من استخدام الـ (BIM) في المشروع وتقليل الأخطاء و تكرارات التصميم، فقد تم التعاون بين مصممي الفضاءات الداخلية وأيضاً المعماريين اما الحرفيين و المقاولين فكان التعاون متحقق الى حد ما بناءً على معطيات المشروع المنشورة .اما بالنسبة الى طبيعة التعاون فكان حضورياً و افتراضياً وتم نجاح هذه النقطة من استعمال الـ (BIM) واستخدامه في عرض مقترحات المشروع وتم توصيل الفكرة للمالك من المخططات و النماذج ثلاثية الأبعاد .

2. **محور التحليل الثاني**

تكاملية عمل نمذجة معلومات البناء في التصميم الداخلي: تم استخدام برنامج الـ(Revit) في تخصص العمارة والإنشاء، وبرنامج (AutoCAD 2D,3D) في التخصصات الميكانيكية والكهربائية والأعمال الصحية والحماية من الحريق وخلافه، مع إمكانية التبادل بينهم أدى هذا إلى وجود العديد من الحلول والبدائل المتعلقة بأعمال التصميم، والبناء، وإدارة المشروع، ومراحله. كما تم استخدام المحاكاة ببرنامج الـ(Revit) في النمذجة الداخلية والخارجية للمبنى وعلى مستوى التصميم التفصيلي تم استخدام (Strucsoft metal) لإنشاء وتصميم القوائم المعدنية وتتبع هذه التصميم في برنامج الـ(Revit)، وكذلك نقل البيانات بين تحليل تصميم (Revit, ETABS) لم يتم استخدام النمذجة في مجرد التصميم فقط بل في التحليل والتقييم من دمج كافة البيانات والمعلومات إلى برنامج الـ(Revit) والعمل على تنسيق النماذج المختلفة للكشف عن التعارضات

وتعديل التصميم باستخدام جميع تطبيقات النمذجة باستخدام تطبيقات الـ(BIM) وأيضاً كشف التداخلات بين التخصصات وتقليل التكلفة و وقت التنفيذ تم استخدام تطبيقات الـ(BIM) في جميع جوانب التصميم والعمل على تطويره كمصدر دقيق وموثوق به لتخمين الكميات ومن ثم تقدير التكلفة من دمج كافة المعلومات والبيانات إلى الأنموذج الثلاثي الأبعاد، كما ساعدت في وضع العديد من بدائل الحلول المختلفة لتلبية التصميم المستهدف. وقد أدى ذلك إلى انخفاض ملحوظ في التكلفة التقديرية وكذلك نتيجة تقليل النفقات الطارئة على المشروع في جميع مراحله والتي من شأنها زيادة الوقت وبالتالي زيادة التكلفة. كما ساعدت في تحقيق أقصى استفادة من التجميعات الجاهزة خارج الموقع من التصنيع المسبق التركيب فقط في الموقع كبديل لاستخدام العمالة والمواد في الموقع مما أسهم في تسريع عملية البناء والحد من الحاجة إلى التخزين داخل الموقع وأدى إلى زيادة إنتاجية العمل، كذلك ساعدت البيانات والمعلومات في مرحلة التصميم إلى التفاصيل التصنيعية في البناء. الاستفادة من الـ (BIM) في تصميم المصاعد وتحديد أماكنها والكشف عن التعارض بينها وبين الهيكل الإنشائي وكذلك سلالم الهروب وأماكنها للحد من المخاطر ومراجعة أماكنها لعدم وجود تعارض في الحركة الداخلية. تم تحقيق العوامل الفنية في تصميم الفضاءات الداخلية وعوامل ثقافية وعوامل تنظيمية ضمن شركات التصميم الداخلي. وهذا من برامج التدريب ودعم القيادة التي تحققت في هذا الأنموذج.

3. **محور التحليل الثالث**

- معايير الاستدامة/ تم تحقيق متطلبات الشهادة الفضية (LEED Silver) ومعايير اعتمادها للرعاية الصحية على مستوى التصميم البيئي عن طريق استخدام تطبيقات الـ(BIM) وخاصة فيما يتعلق بنمذجة الطاقة. إذ اتسمت سياسة العمل في هذا المشروع من تحقيقه لأهداف الاستدامة والوصول الى الحصول على هذه الشهادة بوساطة عملية التصميم والبناء ومراعاة تصميم وبناء مرافق الرعاية الصحية المعقدة، والتعاون الأفضل لتحسين جودة الفضاءات من تحقيق معايير الاستدامة، بالإضافة الى كفاءة المياه والطاقة وتدوير المواد.

- مخرجات الاستدامة/ اعتمد الانموذج على مقاييس كمية لأداء الاستدامة وهي الراحة الحرارية واستهلاك المياه وجودة الإضاءة، واستخدام المواد، وجودة الهواء، وغيرها.

❖ **(الأنموذج الثاني - مستشفى ميريلاند العام/ Maryland General Hospital (MGH)** (htt12)

وصف المشروع: -

- الهدف من المشروع: هو إضافة حوالي 9600 م^2 من المساحة إلى مستشفى ميريلاند العام MGH وتم ربطها بالهيكل القديم بإضافة ثمان أجنحة تشغيل جديدة وعيادات تخصصية ووحدات رعاية مكثفة (I.C.U) ومجوعة من المعامل المختبرية والصيدليات.

- استخدام تطبيقات الـ (BIM): من المعروف أن يتم استخدام تطبيقات الـ(BIM) بشكل رئيس في إدارة عمليات التصميم والبناء، ولكن في هذا المشروع تم استخدامه خلال دورة حياة المبنى بالكامل، إذ كان الهدف الرئيس من استخدام تطبيقات الـ(BIM) هو أعمال الإنشاء والتنفيذ وأعمال الصيانة من إنشاء قاعدة بيانات مركزية وربطها بنموذج ثلاثي الأبعاد (D3) وتم استخدام تطبيقات الـ (BIM) لإعداد عملية الإدارة والبناء. ولم يتم استخدام تطبيقات الـ(BIM) خلال مرحلة التصميم، ولكن تم إنشاء نموذج الـ(BIM) أثناء مرحلة التنفيذ وتم استخدام الأنموذج مبدئياً لفحص التعارضات والاشتباكات بين جميع عناصر المشروع ومن ثم العمل على تخطيها. وقد أتاحت عملية نمذجة معلومات البناء الـ(BIM) تسجيل وتوفير المعلومات الدقيقة عن البيئة المبنية في شكل ساعد على إدارة وتنفيذ المبنى بطريقة فعالة والعمل على إنشاء قاعدة بيانات مركزية خاصة به متاحة لكل العاملين بالمشروع. لتركيب جميع الأنظمة الهندسية من أعمال كهربائية وميكانيكية بشكل صحيح يتطلب مستوى عالي من التنسيق ولتحديد موقع الأنظمة وتناسقها مع الأنظمة القائمة، وساعد إنشاء نموذج الـ(BIM) على زيادة هذا التنسيق وجعله

أكثر كفاءة، فتم نمذجة النظم الكهربائية والميكانيكية. وقد تم استخدام تطبيقات الـ(BIM) لجمع وإعادة تنظيم المعلومات التي تم إنشاؤها خلال بناء المشروع وعمل قاعدة بيانات مركزية ومتكاملة مع برامج إدارة المبنى، كما تم جمع البيانات الميدانية بعمل (Scanning)، ومع المضي قدماً في المشروع زادت كمية البيانات التي تم جمعها و تم تجميع نموذج المبنى للأنظمة الكهربائية والميكانيكية باستخدام برنامج (Cad MAP & Cad Electrical)، كذلك تم استخدام (Tekla Structure) كمنصة نمذجة الـ(BIM) لإدارة إنشاء المبنى وصيانته، إذ قام بإدارة معلومات المشروع المتضمنة في قاعدة البيانات بما في ذلك الأنظمة الإنشائية والمعمارية والتهوية والأنظمة الكهربائية و الميكانيكية و يعتبر استخدام (Tekla Structure) حلاً للتكامل النموذجي من عمله على تنسيق الأنموذج مع كل العناصر والفضاءات في المبنى بالإضافة إلى عملية كشف الاشتباكات والتعارضات بين مختلف الوظائف للعمل على حلها. كذلك تم استخدام برنامج (Tiscor CMMS) بإدارة المعلومات حول عمليات الصيانة وجدولة الأعمال الخاصة بها. من عمل برنامج (CMMS) على تنظيم أوامر العمل بالمشروع وتحسين وقت التشغيل، وقيام برنامج (Tiscor) بإنتاج التقارير بأشكال مختلفة وكذلك مراقبة الأداء.

التحليل:

1. **محور التحليل الأول**

- معلومات المشروع/ مستشفى ميريلاند في ولاية ميريلاند وهو مشروع تجاري يتكلم المحور الأول على فكرة المشروع وتم تحقيقها وتقديم مقترحات تناسب المشروع وتطوير المشروع وهو قيد التشغيل أما التنفيذ تم تحقيق المتطلبات اللازمة لهذا المشروع.

- مقترحات العمليات التصميمية باستخدام الـ(BIM)/ من المعروف أن يتم استخدام تطبيقات الـ(BIM) بشكل رئيس في إدارة عمليات التصميم والبناء، ولكن في هذا المشروع تم استخدامه خلال دورة حياة الفضاء الداخلي بالكامل. و تواصل المصمم الداخلي مع كافة العاملين وتحقيق الوصول إلى جميع المعلومات في هذا المجال إذ تم الربط بين التجهيزات والإعدادات المادية والتمثيل الافتراضي في نموذج معلومات المبنى الثلاثي الأبعاد وقاعدة البيانات المركزية لكافة أنظمة الفضاء الداخلي الداعمة لجودة الحياة ضمنه، وجعل هذا النظام البيانات متاحة في جميع الأوقات وساعدت في القضاء على المخلفات وتحسين دورة حياة المبنى وزيادة كفاءة الصيانة وتقديم وثائق الكترونية دقيقة مما سهل على المصمم الداخلي من تطبيق معايير البناء الخاصة بمجلس بلدية الولاية المقامة ضمنها المستشفى، وقد ثبت لنا المشروع من إمكانية استخدام تقنيات الـ(BIM) والاستفادة منها في أي مرحلة من مراحل المشروع حتى بعد مرحلة تنفيذ التصميم وذلك من تفعيل مبد استخدامية وصيانة دورة حياة الفضاء الداخلي، ولكن بطبيعة الحال لم يتم تطبيق نمذجة معلومات البناء مما قلل من تطبيق مميزاته الكاملة بما يخدم المشروع.

2. **محور التحليل الثاني**

تكاملية عمل نمذجة معلومات البناء في التصميم الداخلي/ كان الهدف الرئيس من استخدام تطبيقات الـ(BIM) هو ضمن أعمال الإنشاء والتنفيذ وأعمال الصيانة من إنشاء قاعدة بيانات مركزية وربطها بنموذج ثلاثي الأبعاد (D3) معطياً للمصمم الداخلي التصور التام حول البنى التحتية القائم عليها المشروع وبالتالي اعداد تصميم داخلي متوافق مع هذه المعطيات الهامة لإعداد عملية الإدارة والبناء لمجمل جوانب المشروع بصورة تكاملية مع متطلبات التصميم الداخلي. ولم يتم استخدام تطبيقات الـ (BIM) خلال مرحلة التصميم، ولكن تم إنشاء نموذج الـ(BIM) أثناء مرحلة التنفيذ وتم استخدام الأنموذج مبدئياً لفحص التعارضات والاشتباكات بين جميع عناصر المشروع ومن ثم العمل على تخطيها. وقد أتاحت عملية نمذجة معلومات البناء الـ(BIM) تسجيل وتوفير المعلومات الدقيقة عن البيئة الداخلية بشكل ساعد على إدارة وتنفيذ التصميم بطريقة فعالة والعمل على إنشاء قاعدة بيانات مركزية حول الأنظمة التشغيلية الداعمة لاستدامة جودة الهواء

والضوء ضمن الفضاء الداخلي. وذلك من تركيب جميع الأنظمة الهندسية من أعمال كهربائية وميكانيكية بشكل صحيح وعلى مستوى عالي من التنسيق والذي بدوره ساعد على تحديد موقع الأنظمة وتناسقها مع باقي الأنظمة التشغيلية القائمة للمستشفى، وقد ساعد إنشاء نموذج الـ(BIM) على زيادة هذا التنسيق وجعله أكثر كفاءة، من تكاملية قاعدة البيانات المركزية للفضاء الداخلي مع باقي برامج إدارة المبنى.

3. **محور التحليل الثالث**

- معايير الاستدامة/ تم تعزيز قدرة الأنظمة التشغيلية للمستشفى وتلبية متطلبات الأداء الصارمة للهيأة المشتركة الخاصة باعتماد معايير منظمات الرعاية الصحية في الولايات المتحدة (JCAHO) فكان لابد على المصمم الداخلي مع كافة العاملين المشتركين في المشروع من أخذها في الاعتبار بالتوافق مع معايير الاستدامة المعمول بها ضمن الولايات المتحدة بما يدعم جودة الحياة في الفضاءات الداخلية للمستشفى، إذ أن ليست القيمة لنمذجة معلومات البناء أثناء العملية التصميمية والإنشائية فقط، بل ضمن فترة عمل الفضاء الداخلي أيضاً. وقد أظهرت التقنيات المستخدمة بإنشاء المستشفى عموماً من مزامنة الأنموذج مع الأنظمة الأخرى مثل (CMMS) التي عملت على تكامل الأدوات والأنظمة في مجال التصميم الداخلي، ومع زيادة التركيز على أداء المبنى من منظور الاستدامة وخاصة مع التأكيد على سياسة (LEED) بجودة الهواء الداخلي الخالي من الكاربون فقد ساعدت هذه الأنظمة من تحسين أنظمة إدارة المبنى للمستشفى، وقد ساعد تطبيق الـ (BIM) من تقليل النفايات الناتجة من النشاطات الوظيفية التي يتم ممارستها ضمن الفضاءات الداخلية والتخلص منها بما مكن الإدارة بصورة شمولية لمبنى المستشفى بطريقة فعالة ومرنة.

- مخرجات الاستدامة/ اتبع مصممو الفضاءات الداخلية لهذه المستشفى قراءة المقاييس الكمية لأداء الاستدامة بوساطة نمذجة معلومات البناء وبالتالي دعم من تحقيق الراحة الحرارية للبيئة الداخلية، كما عمل على ايجاد افضل الطرق في تدوير المياه مقللاً من استهلاك المياه بصورة فعالة ضمن المخرجات المتاحة التي تم قراءتها من تقارير المستشفى في هذا الجانب، كما فعل نظام الـ(BIM) من جودة الإضاءة بعد تطبيق المحاكاة على كامل المرفقات الداخلية للمستشفى لمنظومتي الاضاءة الطبيعية والمصطنعة وبالتالي ساعد على الخروج بتقييم منظمة الـ (LEED) بتقدير النجمة الفضية لاستدامة الفضاءات الداخلية لهذا المشروع.

❖ **الأنموذج الثالث (فندق إيه سي بورتلاند وسط المدينة** - AC Hotel Portland Downtown**)** (htt13)

وصف المشروع/ تجديد مبنى فندق (AC Hotel Portland Downtown) الفندق يتسع لـ ٢٥٦ غرفة. تم بناء المبنى عام ١٩٨٢م، ولم يستخدم حتى عام ٢٠٠٩م، إلى أن تحوله إلى مبنى فندقي يحمل طابع عصري. كون المبنى الأصلي لم يكن ذو جودة عالية في عموم مرافق البناء الخاصة به، ولذلك لم يحصل على شهادة الإشغال وظل غير مستخدم لمدة عقدين من الزمن بعد إنشائه، وعند التجديد تم عمل مسح ليزر شامل لكامل هيكل المبنى للعمل على تكامل التصميم الجديد مع البيئة الداخلية المزمع تحقيقها ضمنه على حسب واقع الحال الذي تم استلامه وقتها.

استخدام تطبيقات الـ (BIM)/ أتاحت محاكاة عملية التشييد فهم أعمق لتعقيد العملية، وإمكانية التنبؤ بشكل أفضل للمصاعب والمعوقات المحتملة أثناء البناء مما ساعد في الحد من حالات التأخير. إذ تم استخدام نمذجة الـ (BIM) في إعادة البناء (remodelling) وتجديده بصورة تؤهله للحصول على شهادة النجمة الفضية ضمن معايير (LEED) للاستدامة، و قد تم العمل على مرحلتين أساسيتين في هذا الأنموذج، هما مرحلة المسح ثلاثي الأبعاد كامل للبنى التحتية المقامة أصلاً للمبنى، لتوفير وصف هندسي دقيق وفعلي للفندق قبل التجديد وعمل التقييم الإنشائي له، ومرحلة العملية التفاعلية بين النماذج الأولية التي خرج بها المصممون من تطبيق الـ (BIM) وذلك بفعل البيانات المستمدة من مصدر المعلومات و الناتجة من مرحلة المسح، إذ ساعدت البيانات الناتجة من المسح في إنشاء رسومات الـ(D2) نتيجة توفير الوصف العالي الدقة لأى مقطع عرضي للمنشأ الخاص بالمشروع (Cross Section)، ومنه رسم المساقط الأفقية والمقاطع العامودية، وكذلك بالاعتماد على (Leica,

Cloud Worx)، لتحديد المساقط الأفقية و جمع البيانات الخاصة بالفضاءات الداخلية ودمج هذه البيانات وتحميلها على برامج النمذجة، مما أسهم في توضيح فهم أفضل للهيكل الإنشائي من بلاطات وأعمدة وجدران.

التحليل:

1. **محور التحليل الأول**

- تم تصميم فندق ايه سي بورتلاند داون تاون في بورتلاند، أمريكا، من قِبل شركة (SERA Architects) لصالح شركة مور تنسون للإنشاءات والتطوير وشركة ما كويني، وقد احتوى الفندق 204 غرفة ضيوف كطاقة استيعابية لفضاءاته الداخلية وقد اكتمل بناءه عام 2017، وقد حاز على النجمة الفضية حسب معيار (LEED) للاستدامة لخدماته في مجالي التصميم الداخلي والعمارة بما يخص قطاع الضيافة.

- مقترحات العمليات التصميمية باستخدام الـ (BIM)/ توفير الوقت من استعمال تقنية الـ (BIM)، كما تم استخدام المحاكاة ببرنامج الـ (Revit) في النمذجة الداخلية والخارجية للمبنى ام من ناحية تقليل الأخطاء فتحقق هذا الهدف من استخدام الـ (BIM) في المشروع وتقليل الأخطاء وتكرارات التصميم. كذلك تم التعاون بين مصممي الفضاءات الداخلية وأيضا المعماريين أما الحرفيين والمقاولين فكان التعاون متحقق الى حد ما. اما بالنسبة الى التعاون فكان حضورياً وافتراضياً حسب الضرورة وتم نجاح هذه النقطة من استعمال تطبيقات الـ(BIM) واستخدامه في عرض مقترحات المشروع وتم توصيل الفكرة للمالك من المخططات والنماذج ثلاثية الأبعاد.

2. **محور التحليل الثاني**

تكاملية عمل نمذجة معلومات البناء في التصميم الداخلي/ تم العمل على مرحلتين أساسيتين هما مرحلة المسح (الفحص) (Scanning) ثلاثي الأبعاد الكامل لتوفير وصف هندسي دقيق وفعلي للبناء القائم وعمل التقييم الإنشائي (Structural Assessment)، ومرحلة العملية التفاعلية بين نماذج الـ (BIM) المختلفة المستمدة من مصدر المعلومات والبيانات الناتجة من مرحلة المسح. وقد ساعدت البيانات الناتجة من المسح في إنشاء الرسومات الـ (D2) نتيجة توفير الوصف العالي الدقة لأي مقطع عرضي (Cross Section)، ومنه رسم المساقط الأفقية والقطاعات، وكذلك بالاعتماد على (Leica, Cloud Worx)، كما استخدم لتحديد المساقط الأفقية (عملية المسح Scanning) في جمع البيانات ودمج هذه البيانات وتحميلها على برامج النمذجة، لتوضيح فهم أفضل للهيكل الإنشائي من بلاطات وأعمدة وحوائط لتقدير واستيعاب المحددات الفيزيائية الحاوية للفضاءات الداخلية. كذلك تم استخدام (Trane trace)، بالاعتماد على مدخلات (cad model). بالإضافة الى استخدام (Revit model) بشكل مستمر لدعم وتطوير العملية التصميمية والإنشائية للفضاءات الداخلية، وكان له دور رئيس في تقدير التكاليف والمساعدة في تحديد الموارد والطاقة واستهلاك المياه، كما جرى استخدام (Navisworks) لتكامل عملية الجدولة وتسهيل عملية البناء والمساهمة في التصنيع المسبق خارج الموقع للمكونات والمحددات الفيزيائية، إذ تم دمج وتحميل الأنموذج بكافة البيانات عليه.

3. **محور التحليل الثالث**

- معايير الاستدامة/ جاء قرار الترميم والتجديد بدلاً من الهدم بعد مقارنة التكلفة بدافع التقليل إلى أدنى حد من الأثر البيئي و استهلاك الموارد مما أثار سلسلة من التحديات من إدماج النظم الجديدة على الهيكل القائم بالفعل جرى حصول المبنى على شهادة القيادة في مجال الطاقة والبيئة (LEED) الشهادة الذهبية من مجلس المباني الخضراء في الولايات المتحدة، من ناحية استهلاكه للطاقة والمياه و انبعاثات الكاربون وجودة البيئة الداخلية والأثر البيئي، ويُعتبر هذا المشروع مثالاً جيداً على إعادة تشكيل المبنى واستخدام نمذجة معلومات البناء في المعالجات المختلفة وذلك كون الأنموذج يقع في قلب المنطقة التجارية في منطقة الأعمال في بورتلاند مما كان يتطلب تخفيض وقت البناء لعدم إعاقة الحركة المرورية، مع

التقليل إلى أدنى حد من تعطل أو توقف أعمال البناء وعدم التأثير على عمل الشركات المجاورة، وكان الهدف تحسين كفاءة استخدام الموارد في المبنى وهذا ما أنعكس على عمل المصممين للفضاءات الداخلية من التأني في التنفيذ والتخطيط المتقن لمراحل العملية التصميمية في انجاز الفضاءات الداخلية. وقد جاء تصميم الواجهة بنسب منخفضة من النوافذ في الحوائط بالتوازن والتناسب مع حاجة الفضاء الفعلي إلى الإضاءة، كما تم تصميم النوافذ العلوية بالقرب من سقف الغرف (الجزء العلوي) مما يزيد من توغل ضوء النهار، بالإضافة إلى استخدام مادة الزجاج عالي الأداء مع عمل العزل الجيد على الأسطح المصمتة تم اختيار المواد مع التركيز على تحقيق جودة التهوية والإضاءة وتجنب الانبعاثات للمواد الملوثة وتحقيق التوازن بين أنظمة التكييف والتهوية، مع تعظيم استخدام الضوء الطبيعي للحد من استهلاك الطاقة ويتحقق ذلك من التنسيق الدقيق بين الفتحات في الواجهة ومتطلبات التصميم الداخلي. كذلك تم استخدام أنظمة التكييف (HVAC) ونظام تسخين المياه جنباً إلى جنب مع نظام إضافي لاسترداد أو تبادل الحرارة، بالتالي أدى الجمع بينهم إلى خفض استخدام الطاقة بنسبة كبيرة وصلت الى ٣٠% في الفضاءات الداخلية.

- مخرجات الاستدامة/ هناك مقايس كمية لأداء الاستدامة وهي الراحة الحرارية و استهلاك المياه و جودة الإضاءة و استخدام المواد وجودة الهواء ...الخ كان التحدي في تحقيق التوازن بين المعايير الاستهلاكية التقليدية العالية في نوعية مباني الفنادق مع معايير (LEED)، كون الفنادق تُعتبر من المباني الشرهة والمستهلكة للطاقة والموارد على مدار الـ ٢٤ ساعة فركزت جهود التصميم على تحقيق الكفاءة التشغيلية في استخدام الطاقة والمياه وكافة الموارد وكان من أسباب اعتماد المبنى كفاءة الطاقة، انخفاض استهلاك المياه، وانخفاض انبعاثات الكاربون، وتوفير الظروف البيئية ذات الجودة العالية وخاصة في الأماكن المغلقة، والاستخدام الفعال للموارد والمصادر الطبيعية من تفعيل نمذجة معلومات البناء على التصميمات الداخلية المقترحة للفندق.

- **نتائج البحث ومناقشتها: -**

خرج البحث بمجموعة نتائج من شأنها أن توضح لنا التأثير الكبير الذي يمكن أن يحدثه تطبيق نمذجة معلومات البناء الـ(BIM) على تحسين جودة واستدامة مشاريع التصميم الداخلي، وهي: -

1. في مجمل عينة البحث اتاح للمصممين تطبيق نمذجة معلومات البناء الـ(BIM) وبالتالي عزز من الدقة والتنسيق في عمليات تصميم الفضاءات الداخلية، مما قلل من الأخطاء والتناقضات في مشاريع التصميم الداخلي المستدامة، مؤدياً إلى تنفيذ مشاريع داخلية أكثر دقة ونتائج ذات جودة أعلى.
2. في سائر عينة البحث مكنت قدرات محاكاة نمذجة معلومات البناء الـ(BIM) من تحسين كفاءة الطاقة، إذ أمكن للمصممين من تحليل وتحسين استهلاك الطاقة في الفضاءات الداخلية، والإسهام في إنشاء بيئات داخلية أكثر استدامة وكفاءة في استخدام الطاقة.
3. ساعد تطبيق نمذجة معلومات البناء الـ(BIM) في كامل عينة البحث من اختيار المواد المستدامة وتحديد كميتها، وتقليل النفايات من تقدير المواد وإدارتها بشكل دقيق ضمن المشاريع الداخلية المنتخبة.
4. في مجموع نماذج البحث المنتخبة سهل تطبيق نمذجة معلومات البناء الـ(BIM) للعاملين بمجال البناء من الحصول على تعاون أفضل بين المهندسين المعماريين ومصممي الفضاءات الداخلية وغيرهم من المهندسين والمقاولين، مما ضمن تكاملية مبادئ التصميم المستدام بسلاسة طوال دورة حياة المشروع.
5. في إجمالي نماذج العينة البحثية دعم تطبيق نمذجة معلومات البناء الـ(BIM) إدارة الفضاءات الداخلية طوال دورة حياتها، بما في ذلك الصيانة وعمليات الإدامة، مؤدياً إلى استدامة طويلة الأمد وتقليل التأثير للبصمة البيئية على الموقع.
6. باستخدام نمذجة معلومات البناء الـ(BIM) في محاكاة وتحليل جودة الهواء الداخلي والإضاءة والصوتيات، مكن المصممين العاملين في جملة النماذج المدروسة من تحسين جودة البيئة الداخلية (IEQ)، وإنشاء فضاءات داخلية أكثر صحة وراحة تلتزم بالمعايير المستدامة.

7. قدمت إمكانيات التشكيل التخيلية والمحاكاة التفصيلية لنمذجة معلومات البناء الـ(BIM)حلول تصميم فعالة من ناحية التكلفة في سائر نماذج العينة البحثية، ومكنت العاملين في هذه النماذج من تحسين استخدام الموارد وتقليل الحاجة إلى إعادة العمل المكلفة، مما أسهم في الاستدامة الاقتصادية لكافة المشاريع الداخلية قيد الدراسة.
8. أعان تطبيق نمذجة معلومات البناء الـ(BIM) في عموم المشاريع المنتقاة للدراسة من إعادة التأهيل والمواءمة المستدامة للمباني القائمة، وذلك من توفير معلومات مفصلة عن واقع الحال وتمكين التخطيط الدقيق وتنفيذ التحسينات المستدامة على عموم الفضاءات الداخلية في دراستنا الحالية.
9. منح تطبيق نمذجة معلومات البناء الـ(BIM) على شامل العينة المدروسة من ضمان الامتثال للوائح ومعايير الاستدامة، مثل شهادة (LEED)، وكذلك توفير وثائق دقيقة والتحقق من ميزات التصميم الداخلي المُستدام ضمن النماذج المدروسة.
10. سمح تطبيق نمذجة معلومات البناء الـ(BIM) على النماذج المحددة للدراسة تامة بتضمين ملاحظات وتوصيات المستخدمين وتفضيلاتهم في عملية التصميم، مما كفل من تلبية الفضاءات الداخلية لاحتياجات وتوقعات شاغليها، وبالتالي عززت رضا المستخدم ورفاهيته في عموم النماذج المعينة في بحثنا الحالي.

- **استنتاجات البحث: -**

استخلص بحثنا الحالي جملة من الاستنتاجات تؤكد على الدور المحوري الذي تؤديه نمذجة معلومات البناء الـ(BIM) في تطوير جودة واستدامة مشاريع التصميم الداخلي، وتسليط الضوء على فوائدها المتعددة الأوجه في تحقيق حلول تصميم مسؤولة بيئياً وتركز على المستخدم من ناحية رفع كفاءة جودة الحياة في الفضاءات الداخلية، وهي: -

1. تطبيقات الـ (CAD) الشهيرة والمنتشرة على نطاق واسع في عمليات الرسم المعماري للفضاءات الداخلية لا تقدم مجموعة متكاملة لإدارة البعد الإنتاجي للعملية التصميمية، بل هي ليست أكثر من تطبيقات للرسم الهندسي، وذلك لأن استخدام تطبيقات نمذجة معلومات البناء الـ(BIM) في البعد الإنتاجي للعملية التصميمية يوفر تقريباً ٣٥% من الوقت المستهلك في حالة استخدام تطبيقات الـ (CAD) التقليدية في نفس المشروع.
2. الفارق الرئيس بين تطبيقات الـ (CAD) والـ (BIM) هو أن الأولى تتعامل مع الرسومات من منظور هندسي ليس أكثر، أم الثانية فتتعامل مع الرسومات على أنها عناصر بنائية، لها مجموعة من الخصائص مثل الأبعاد والمادة والتشطيب والقدرة على العزل الحراري والصوتي وغيرها من الخواص في الفضاءات الداخلية.
3. يؤدي تطبيق نمذجة معلومات البناء الـ(BIM) في عمليات التصميم الداخلي إلى تحسين دقة التصميم وكفاءته بشكل كبير، من تعزيزه لأواصر التواصل بين المصمم الداخلي وباقي العاملين في مجال البناء محققاً لنا تعاوناً أفضل بين فريق العمل التصميمي والتنفيذي للمشاريع الداخلية، مما يضمن تكاملية مبادئ الاستدامة بشكل فعال خلال مرحلتي التصميم والبناء، وبالتالي رفع كفاءة التصميم الداخلي وجودة أعلى للبيئة الداخلية ونتائج أكثر شمولية للاستدامة.
4. إن أدوات محاكاة نمذجة معلومات البناء الـ(BIM) تمكن المصممين من تحسين استهلاك الطاقة، مما يؤدي إلى المزيد من الفضاءات الداخلية الموفرة للطاقة والتي تُسهِم في تحقيق أهداف الاستدامة الشاملة، فضلاً عما تتيحه لنا من إنشاء بيئات داخلية ذات جودة هواء محسنة وإضاءة وصوتيات، مما يدعم من صحة ورفاهية شاغلي المبنى مع الالتزام بالممارسات المستدامة.
5. يُسهِل استخدام نمذجة معلومات البناء الـ(BIM) التقدير الدقيق للمواد وإدارتها، مما يقلل من هدر المواد ويعزز استخدام المواد المستدامة في مشاريع التصميم الداخلي، فضلاً عن دعمه لإدارة الفضاءات الداخلية المستدامة طوال دورة حياتها، بدءاً من التصميم الأولي وحتى الصيانة وعمليات الإدامة الدورية، وبالتالي توسيع الفوائد البيئية والاقتصادية.
6. يوفر لنا تطبيق نمذجة معلومات البناء الـ(BIM) معلومات مفصلة عن إعادة التأهيل والتجديد المستدام سواءً للمباني القائمة أو قيد التنفيذ، وذلك من تضمين ملاحظات المستخدمين وتفضيلاتهم، مما يتيح لنا كمصممين من التخطيط

الدقيق وتنفيذ تحديثات معززة للاستدامة مؤدياً إلى مشاريع داخلية لا تلبي معايير الاستدامة فحسب، بل تعزز أيضاً رضا المستخدم ورفاهيته.

7. . يضمن لنا تطبيق نمذجة معلومات البناء الـ(BIM) بأن تتوافق مشاريع التصميم الداخلي مع لوائح ومعايير الاستدامة، مثل شهادة (LEED)، والعمل على تحسين استخدام الموارد وتقليل إعادة العمل تؤدي إلى حلول تصميم أكثر فعالية من ناحية التكلفة، وتتماشى مع كل من الاستدامة والأهداف الاقتصادية، وذلك من توفير وثائق دقيقة والتحقق من الميزات المستدامة للفضاءات الداخلية.

- **توصيات البحث:**

1. على كل من المصممين والباحثين في مجال علوم البناء مراعاة جودة الفضاءات الداخلية بشكل خاص، بما يدعم التوافق لأعمال التصميم الداخلي مع أسلوب ومعايير الاستدامة الفاعلة ضمن التنوع البيئي المحيط بالمشاريع الداخلية.
2. على المؤسسات الحكومية الاهتمام بتفعيل اسس الاستدامة وتحقيق مبادئ الجودة للبيئة الداخلية من تبنى المعايير الفعالة بهذا الجانب لأن إهمال أحد هذه العناصر قد يؤدى إلى إعاقة وفشل المنظومة بأكملها.
3. مع التوجه العالمي نحو المباني الخضراء أو المستدامة تظهر الحاجة إلى تقنيات جديدة تمكن مع تصاميم تلبي معايير هذا التوجه ولذا نوصي باستكمال تصميم المنظومات الخدمية والتحكم البيئي في الفضاءات الداخلية الـ (Electrical) والـ (Fire fighting) للمشاريع الداخلية باستخدام برنامج (Revit MEP) كأداة نمذجة وتحليل معتمدة من المصمم الداخلي، وإمكانية اعتمادها من قبل معايير البناء الخاصة بالعراق كما تم اعتمادها في العديد من الدول.
4. أن تصدر الجهات المعنية بقطاع التشييد والبناء في العراق ميثاقاً إلزامياً لجميع الشركات التي تتقدم لتنفيذ المشروعات القومية الكبرى وفقاً لتقنية نمذجة معلومات البناء الـ (BIM) دعماً من الدولة لمواكبة هذا القطاع الحيوي والهام للتطور العالمي.

Conclusions: -

1. The famous and widely spread CAD applications in the architectural drawing processes of interior spaces do not provide an integrated set for managing the production dimension of the design process, but rather they are nothing more than engineering drawing applications, because the use of Building Information Modeling (BIM) applications in the production dimension of the design process saves approximately 35% of the time consumed in the case of using traditional CAD applications in the same project.
2. The main difference between CAD and BIM applications is that the former deals with drawings from an engineering perspective and nothing more, while the latter deals with drawings as structural elements that have a set of characteristics such as dimensions, material, finishing, thermal and sound insulation ability, and other characteristics in interior spaces.
3. The application of Building Information Modeling (BIM) in interior design processes greatly improves the accuracy and efficiency of design, by strengthening communication links between the interior designer and other construction workers, achieving better cooperation between the design and implementation teams of interior projects, ensuring the effective integration of sustainability principles during the design and construction phases, thus raising the efficiency of interior design, higher quality of the interior environment, and more comprehensive sustainability results. 4. Building Information Modeling (BIM) simulation tools enable designers to improve energy consumption, leading to more energy-efficient interior spaces that contribute to achieving comprehensive sustainability goals, in addition to what they allow us to create interior environments with improved air quality, lighting, and acoustics, which supports the health and well-being of building occupants while adhering to sustainable practices. 5. The use of Building Information Modeling (BIM) facilitates accurate estimation and management of materials, which reduces material waste and promotes the use of sustainable materials in interior design projects, as well as supporting the management of sustainable interior spaces throughout their life cycle, from initial design to periodic maintenance and upkeep, thus expanding environmental and economic benefits.
4. The application of Building Information Modeling (BIM) provides us with detailed information about the rehabilitation and sustainable renovation of existing or under-construction buildings, by incorporating user feedback and preferences, which enables us as designers to accurately plan and implement sustainability-enhancing updates, leading to interior projects that not only meet sustainability standards, but also enhance user satisfaction and well-being.
5. The application of Building Information Modeling (BIM) ensures that interior design projects comply with sustainability regulations and standards, such as LEED certification, and works to improve resource utilization and reduce rework, leading to more cost-effective design solutions that are in line with both sustainability and economic goals, by providing accurate documentation and verifying the sustainable features of interior spaces.

References

1. (n.d.). Retrieved from https://devenneygroup.com/
2. (n.d.). Retrieved from https://www.clarkebanks.com/
3. (n.d.). Retrieved from https://www.seradesign.com/projects/ac-hotel-portland-downtown
4. Berlyne, D. (1971). *Aesthetics and Psychobiology.* New York: Appleton Century-Crofts.
5. Brown, T. a. (2010). *Design Thinking for Social Innovation.* Stanford Social Innovation Review (Winter 2010) Vol. 8, No. 1, pp. 30-35.
6. Collin, A. (2012). *"The Master Architect Series: DP Architects".* The Images Publishing Group Pty Ltd,Australia.
7. Crisinel, M. (2007). *"Glass, Interactive Building Envelopes.* IOS Press, Amsterdam, Netherland.
8. Knaack. Ulrich, K. T. (2014). *Façades: Principles of Construction.* irkhäuser Verlag GmbH, Basel, Germany.
9. Konbr, U. (2005). *Sustainability of the Residential Zones in the New Urban Communities in Greater Cairo Region-An Approach for Sustainabil-ity Aspects Assessment. Ph.D., at Department of architecture, Al-Azhar University, Faculty of Engineering, Department of Architecture.*
10. Lu, M. F., Osman, N. B., & Konbr, U. (2021). Green Energy Harvesting Strategies on Edge-based Urban Computing in Sustainable Internet of Things. *Sustainable Cities and Society, 75*(2210-6707), 103349. doi:https://dx.doi.org/10.1016/j.scs.2021.103349
11. Turan, A. (2014). *The use of BIM for sustainable design and easy analysis methods.* National ITU Faculty of Architecture, Istanbul.

12. V., L. (2020). *Sustainable built environments: Introduction. In: Loftiness V. (eds) sustainable built environments. Encyclopaedia of sustain-ability science and technology series. Springer.* New York. doi:DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-0716-0684-1_925

13. Ziman, J. (2000). *Evolutionary models for technological change. In J. Ziman (Ed.).* Technological innovation as an evolutionary process. Cambridge: Cambridge University Press.

ملحق 1 (استمارة محاور التحليل)

استمارة محاور التحليل (محور1)						
معلومات المشروع	معرف المشروع	اسم المشروع		نسبة التحقق		
		الشركة المصممة				
	نوع المشروع	عام/ خاص				
	موقع المشروع	الموقع		متحقق	متحقق الى حد ما	غير متحقق
	مرحلة المشروع	الفكرة				
		تقديم المقترحات				
		تطوير التصميم				
		التنفيذ				
مقومات العمليات التصميمية باستخدام BM	كفاءة عملية التصميم	توفير الوقت من خلال العمليات التي تدعم BIM				
		تقليل الأخطاء أو إعادة العمل أثناء مرحلة التصميم				
		التأثير على تكرارات التصميم وعملية صنع القرار				
	التعاون والتواصل	أصحاب المصلحة المشاركون في تعاون BIM	مصممي الفضاءات الداخلية			
			المعماريون			
			المهندسون (التكييف/ الكهرباء/ الصوت/ المدني/ وغيرهم حسب حاجة المشروع)			
			الحرفيون			
			المقاولون			

		تكرار وأساليب التعاون	الاجتماعات الحضورية			
			التعاون الافتراضي			
		فعالية التواصل بين أصحاب المصلحة				
	التصور والعرض	استخدام BIM للتصور والعرض				
		تعليقات العملاء على عروض التصميم الممكّنة لـ BIM				
		فعالية BIM في توصيل فكرة التصميم للعملاء				

استمارة محاور التحليل (محور2)					
المتغيرات			نسبة التحقق		
			متحقق	متحقق الى حد ما	غير متحقق
تكاملية عمل نمذجة معلومات البناء BIM في التصميم الداخلي	مستوى تكامل BIM				
	ميزات BIM المستخدمة	النمذجة ثلاثية الأبعاد			
		تحليل الطاقة			
		كشف التداخلات بين التخصصات			
		تقليل التكاليف			
		تقليل وقت التنفيذ			
	تحديات اعتماد BIM	عوامل فنية لدى مصممي الفضاءات الداخلية			
		عوامل ثقافية ضمن العاملين في التصميم الداخلي			
		عوامل تنظيمية في شركات التصميم الداخلي			
	عوامل تمكين اعتماد BIM	برامج التدريب			
		دعم القيادة			

استمارة محاور التحليل (محور3)					
المتغيرات			نسبة التحقق		
			متحقق	متحقق الى حد ما	غير متحقق
معايير الاستدامة	أهداف تطبيق الاستدامة	كفاءة الطاقة			
		جودة البيئة الداخلية			
		كفاءة المياه			
		المواد والموارد			
	قياسات محددة للاستدامة يتم مراقبتها أو تقييمها	كفاءة الطاقة			
		اختيار المواد			
		جودة البيئة الداخلية: جودة الإضاءة			
		جودة البيئة الداخلية: جودة الهواء			
		كفاءة المياه			
	الامتثال لمعايير/شهادات الاستدامة	نظام تقييم LEED			
		نظام تقييم BREEAM			
		نظام تقييم QSAS			
مخرجات الاستدامة	مقاييس أداء الاستدامة الكمية	استهلاك الطاقة			
		استخدام المواد			
		جودة الاضاءة			
		الراحة الحرارية			
		جودة الهواء			
		استهلاك المياه			
	التقييم النوعي لتحسينات الاستدامة التي تم تحقيقها باستخدام BIM	تحسين جودة البيئة الداخلية			
		اختيار المواد المستدامة			
		تحسين استهلاك الطاقة			
مقارنة نتائج الاستدامة مع المشاريع بدون استخدام BIM					