Dirasat: Human and Social Sciences, Volume 51, No. 1, 2024

Deanship of Scientific Research

Using Building Information Modeling (BIM) to Improve the Conventional Interior Design Process

Moutaz Zaid Al-Shwabkeh*, *Rihab Salah-Eddin Ghoneim*, *Mazin Abdel Raheem Arabasy*

Department of Interior Design, Al-Ahliyya Amman University, Amman, Jordan.

Received: 16/4/2022
Revised: 3/11/2022
Accepted: 8/03/2023
Published: 30/1/2024

* *Corresponding author:*
m.arabasi@ammanu.edu.jo

Citation: Ghoneim, R. S.-E., Al-Shwabkeh, M. Z., & Arabasy, M. A. R. (2024). Using Building Information Modeling (BIM) to Improve the Conventional Interior Design Process. *Dirasat: Human and Social Sciences*, *51*(1), 414–429. https://doi.org/10.35516/hum.v51i1.758

© 2024 DSR Publishers/ The University of Jordan.

This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY-NC) license https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/

Abstract

Objectives: The study on Building Information Modeling (BIM) seeks to elucidate its effectiveness and significance in enhancing the interior design process. It aims to underscore its role in building development, as well as address challenges hindering collaboration between interior designers and architects.

Methods: A comparative case study employed personal interviews with a random sample of workers in Amman's engineering consulting companies. The study tool's validity and reliability were pre-tested, and an observation tool gauged the impact of using (BIM) in the design process, exploring the applied method and users' attitudes toward its adoption.

Results: Applying (BIM) in Jordan needs to increase the interest of engineering offices and specialists, where it shows its effectiveness in promoting team spirit and mutual assistance, in addition to sharing the responsibility of design, as it offers its role in saving money and managing time and resources. This is done through the use of alternative programs such as Revit, despite the great challenge of entering the field of education and working as an alternative to the AutoCAD program, which is already widely circulated.

Conclusions: The study suggests fostering stronger collaboration between interior design and architecture disciplines in Jordanian universities. Emphasis should be placed on training individuals in BIM technology and its programs, integrating them into university and company courses. It highlights the importance of engaging engineers' associations and specialized civil institutions, along with raising awareness and promoting BIM technology for a more effective partnership in the labor market.

Keywords: Building information modeling, interior design, integration, participation, engineering drawing.

استخدام نمذجة معلومات البناء في تحسين عملية التصميم الداخلي

معتزيد الشوابكة، رحاب صلاح الدين غنيم، مازن عبد الرحيم عرباسي*

قسم التصميم الداخلي، كلية العمارة والتصميم، جامعة عمان الأهلية، عمان، الأردن.

ملخّص

الأهداف: تهدف دراسة نمذجة معلومات البناء (BIM) إلى توضيح فعاليته وأهميته في تحسين عملية التصميم الداخلي، ولتوضيح الدور المفترض تحقيقه في المبنى. كما تهدف إلى بيان التحديات التي تواجه تحسين عملية التصميم الداخلي، وتحقيق التعاون بين المصممين الداخليين والمهندسين المعماريين.

المنهجية: جرى استخدام دراسة الحالة المقارنة؛ حيث استخدمت أداة المقابلة الشخصية على عينة عشوائية من العاملين في شركات استشارات هندسية في عمان، وجرى فحص صدق أداة الدراسة وثباتها قبل تنفيذها. وجرى استخدام أداة الملاحظة لمعرفة تأثير استخدام (BIM) في أثناء عملية التصميم لفهم الطريقة المطبقة فيها، ومواقف المستخدمين تجاه تبنيها.

النتائج: إن تطبيق (BIM) في الأردن بحاجة إلى زيادة الاهتمام لدى المكاتب الهندسية، وأصحاب الاختصاص؛ حيث تظهر فعاليته في تعميق روح الفريق، وتبادل المساعدة، وتشارك مسؤولية التصميم؛ حيث يظهر دوره بتوفير المال، وإدارة الوقت والموارد؛ ويجري ذلك من خلال استخدام البرامج البديلة مثل Revit؛ بالرغم من التحدي الكبير لدخوله إلى مجال التعليم والعمل كبديل لبرنامج AutoCAD المتداول أصلا على نحو كبير.

الخلاصة: توصي الدراسة بإيجاد شراكة أكبر بين التصميم الداخلي والهندسة المعمارية، والاهتمام بتدريب وتأهيل العاملين على تكنولوجيا برامج BIM، وإدراجه ضمن المقررات التدريبية للجامعات، وتفعيل العمل به لدى الشركات، وتفعيل دور نقابة المهندسين والمؤسسات الأهلية المتخصصة للتوعية بدور(BIM)، من أجل تفعيل شراكتها على نحو أفضل في سوق العمل.

الكلمات الدالة: نمذجة معلومات البناء، التصميم الداخلي، التكامل، المشاركة، الرسم الهندسي.

مقدمة

قبل سنوات كان يواجه المهندسين العديد من المشكلات في ما يتعلق بمعلومات البناء الذي يقومون بتصميمه وإنشاءه، إذ لم يكن للحاسوب دور كبير في عملية التعاون والتنسيق، وكانت الأخطاء كثيرة، إلى أن ظهرت نمذجة معلومات البناء (BIM) التي جعلت من تكاملية العمل أكثر حضورًا، وتعكس جهد كبير وعمل أكثر دقة من العمل في السابق. إذ أصبح مفهوم نمذجة معلومات البناء أحد أكثر الاتجاهات الحديثة التي يجري اتباعها في صناعة البناء العالمية، من أجل تعزيز الكفاءة في مختلف دورة حياة المشروع بما في ذلك التصميم والبناء وحتى التشغيل.

تعتمد تقنية نمذجة معلومات البناء على التقنيات الرقمية ثلاثية الأبعاد، فنموذج البيانات الهندسية يدمج جميع أنواع المعلومات المتعلقة بمشروع هندسة البناء، كما يوفر معلومات للتصميم والبناء بالتنسيق المتبادل، والتشغيل المتسق داخليًا. ويساعد منظومة البناء على العمل على نحو أكثر دقة، وتحسين تقدم المشروع على نحو كبير، فهي تساعد إدارة العمليات على إدارة وصيانة دورة الحياة الكاملة للبناء على نحو أكثر ملاءمة ودقة في مرحلة التصميم. (Jung & Joo, 2011, p. 127)

كما يوجد عدد من برامج التصميم التي تقدم تقنية نمذجة معلومات البناء، مثل (Autodesk Revit, Bentley, ArchiCAD) وغيرها، توفر هذه البرامج الكثير من مكتبات بناء المعلومات (Blocks) التي تسهل تعديل نمذجة معلومات البناء المعمارية عن طريق نموذج تصميمي، من خلال دمج العديد من المكتبات (Blocks) على نحو فعال لخدمة المصمم، مثل الهياكل المعمارية، إمدادات المياه والصرف الصحي، الكهرباء، التدفئة والتهوية، الأثاث والتشطيبات النهائية، فمن الملائم تنفيذ العديد من التصميمات التعاونية المهنية من خلال تقنية نمذجة معلومات البناء (Hamad, 2014, p. 16). وتناول الفريق البحثي في هذه الدراسة دور نمذجة معلومات البناء في تحسين عملية التصميم الداخلي وكيفية دمجه في هذه التقنية.

مشكلة الدراسة

تعد نمذجة معلومات البناء من أبرز التطورات التي شهدها مجال التصميم الداخلي في العقد الأخير، حيث جرى استخدام في مختلف مراحل التصميم المعماري والداخلي على مستوى العالم، وقد ساعدت نمذجة معلومات البناء في إدارة المنشئات لتتعامل مع كم كبير من المعلومات التي تتضمن الرسوم والمواصفات والقوائم والتقارير، وأثبتت نمذجة معلومات البناء فعاليتها كبرنامج يستوعب مختلف أنواع البيانات في مجال التصميم الداخلي، وقد جرى التعرُّف في هذه الدراسة دور نمذجة معلومات البناء في تحسين عملية التصميم الداخلي في الأردن، حيث تزايد استخدام هذه البرامج في تصميم المباني؛ وذلك لما لهذه الطريقة من توفير مواصفات تفي بحاجات المباني.

ونظرا إلى ما تعانيه معظم مشروعات المباني في الأردن من تجاوز التكلفة والمدة لما جرى التخطيط له فإنه أصبح من الضروري وكأسلوب حياة للصناعات الإنشائية. ومع ذلك؛ وفقا لأبحاث سابقة، فإن الأسباب الرئيسية للمطالبات في مشروعات البناء في الأردن هي: تغييرات أو أوامر التغيير، التأخير الناجم عن المقاول، التأخير الناجم عن المالك، سوء جودة عمل المقاول، المواصفات والرسومات غير المتسقة، تقدير الأخطاء (Hamad، 2014).

أسئلة الدراسة

حاولت الدراسة الإجابة عن الأسئلة الآتية:

- ما فعالية نمذجة معلومات البناء في تحسين عملية التصميم الداخلي؟ وما مدى أهمية استخدامه في تحسين عملية التصميم الداخلي في الأردن؟
- هل عملية نمذجة معلومات البناء لديها المرونة الكافية لتحقيق التكامل بين نمذجة معلومات البناء والتصميم الداخلي؟
- ما أبرز التحديات التي تحول دون اعتماد نمذجة معلومات البناء في تحسين عملية التصميم الداخلي في الأردن؟
- ما تصور المصممين الداخليين عن نمذجة معلومات البناء، والتعاون بينهم وبين المهندسين المعماريين في الأردن؟
- ما هي موارد تعليم واستخدام نمذجة معلومات البناء في تحسين عملية التصميم الداخلي في الأردن؟

أهمية وأهداف الدراسة:

تكمن أهمية الدراسة في جانبين رئيسيين هما الجانب النظري الجانب العملي، حيث توفر النتائج النظرية للدراسة في إضافة معرفة جديدة في مجال التصميم الداخلي ونمذجة معلومات البناء. وإضافة إطار نظري في مجال نمذجة معلومات البناء والتصميم الداخلي، وكذلك في إفادة الباحثين لإجراء بحوث جديدة من خلال الاطلاع على وجهة النظر العلمية للدراسة وما توصلت إليه من توصيات ونتائج، وإمكانية تطبيق دراسات مشابهة على مجتمعات أخرى.

ويمكن للجانب العملي أن يفيد المهندسين في كيفية تطوير عملهم بما يتلاءم مع التقدم العلمي والتكنولوجي من خلال نمذجة معلومات البناء، ويمكنها تقديم حلول تصميمية تسهم في رفع أداء وكفاءة وخدمات المباني في الأردن.

ومما سبق فإنه يمكن الوصول إلى مجموعة من الأهداف التي تقدمها الدراسة، حيث يمكن تعرُّف فعالية نمذجة معلومات البناء في التصميم الداخلي. والإفادة من نمذجة معلومات البناء، وجودة عملية التصميم الداخلي في نمذجة معلومات البناء. ويمكنها توضيح أهميتها وبيان التحديات التي تواجه تحسين عملية التصميم الداخلي، وكذلك تحقيق التعاون بين المصممين الداخليين والمهندسين المعماريين.

مصطلحات الدراسة

نمذجة معلومات البناء (BIM) (Building Information Modeling Technology): هي عملية توليد وإدارة بيانات المبني خلال دورة حياته (Lee, 2012)، ويرى الفريق البحثي أن نمذجة معلومات البناء هي عملية توليد وإدارة بيانات المبنى خلال دورة حياته، بالاعتماد على تصميم عناصر المبنى المختلفة، كأشكال هندسية ثنائية أو ثلاثية الأبعاد فقط.

برنامج التصميم أتوكاد (CAD) (Computer Aided Design): يمثل مجموعة من برامج التصاميم على الحاسوب المستخدمة من قبل المهندسين والمصممين لرسم وتطوير وإظهار التصاميم كما يجري استخدامها في مجالات متعددة كالهندسة الصناعية، العمارة والتصميم الداخلي وغيرها (Coward, 2015, p. 20).

برنامج Revit: هو برنامج نمذجة معلومات البناء للمهندسين المعماريين، الإنشائيين، الميكانيكيين، الكهربائيين، المصممين والمقاولين، يتيح للمستخدمين تصميم مبنى وهيكل ومكوناته على نحو ثلاثي الأبعاد وتعليق النموذج بصياغة ثنائية الأبعاد للعناصر والوصول إلى معلومات البناء من قاعدة بيانات نموذج المبنى (Kubba, 2012, p. 83).

الإطار النظري

يعد التدريب على نمذجة معلومات البناء (BIM) وكذلك التدريب على التصميم بمساعدة الحاسوب (Computer-Aided Design) (CAD) نشاطًا متعلقًا بكيفية اكتساب مهارات الحاسوب باستخدام برامج معينة على نحو فعال، أحد أهم الأشياء في هذا النوع من التدريب هو استخدام المعرفة التي نتعلمها لأداء المهام في أقصر فترة زمنية.

تاريخ نمذجة معلومات البناء

بدأت أفكار نمذجة معلومات البناء BIM في الظهور بداية من أواخر سبعينات القرن الماضي، وكانت تحمل أسم نموذج إنتاج المبنى BPM أو Modeling Production Building، ولقد بدأ عرضها من قبل تشارلز ايستمان Eastman Chales في مجموعة من الأبحاث والكتابات التي نشرت في تلك الفترة، ثم عمل المعماري برنسستين Bernstein على تطوير هذه الأفكار ليكون هو أول من استخدم مصطلح BIM في بداية التسعينات (Thomsen, 2012).

تم تطوير التصميم ثلاثي الأبعاد اعتمادًا على النماذج الحية ثلاثية الأبعاد في أواخر السبعينيات، وكان مفهوم النمذجة صعب في ذلك الوقت؛ كون مفهوم العناصر ثنائية الابعاد هو الأكثر شيوعا، إضافة إلى ان المعدات والتجهيزات الحاسوبية لم تكن مهيئة بعد لهذا النوع من النمذجة وفي العام 1990 م ساعدت مهن الاشغال الميكانيكية إلى احتضان ادوات النمذجة مما ساعد في اخراجها بطريقة احترافية وفعالة جدا. ومع الانفجار التكنولوجي والتقدم الحاسوبي من خلال السرعة وسعة الذواكر بدأ المصممون والجهات المنفذة بتبني تقنية أنظمة نمذجة معلومات البناء لدمج مختلف عناصر البناء وتصويرها (خربوطلي، 2014).

وقد نشر جيري لايسرن في عام 2003 هذا المصطلح على نطاق عالمي، ليكون عهدًا جديدًا في عالم التمثيل والتشكيل الرقمي للعناصر المعمارية، وقد قامت مجموعة كبيرة من شركات البرمجيات مثل Graphisoft – Autodesk – Bentley بالعمل على إنتاج تطبيقات جديدة تعمل وفق هذا التوجه، وقد كان أول برنامج يعمل بنظام BIM من إنتاج شركة غرافيسوفت وجرى إنتاجه عام 1987 تحت اسم ArchiCAD (Eastman & Others, 2006).

يمكن أن يدعم نموذج الإنشاء الذي جرى إنشاؤه بواسطة الأداة العديد من طرق العرض المختلفة للبيانات في مجموعة الرسم، بما في ذلك ثنائية وثلاثية الأبعاد. يمكن وصف النموذج المعماري بمحتواه (ما يصفه) أو إمكانياته (أنواع متطلبات المعلومات التي يمكنه دعمها). تُفضل الطريقة الأخيرة لأنها تحدد ما يمكنك فعله بالنموذج، وليس كيفية إنشاء قاعدة البيانات (سيختلف هذا من تطبيق إلى تطبيق) (Kieran & Timberlake, 2004). وفي الوقت نفسه، يمكن اعتبار برنامج ريفيت (Revit) كأساس لعملية أكبر تسمى نمذجة معلومات البناء (BIM) تدور هذه العملية حول نموذج افتراضي ثلاثي الأبعاد مليء بالمعلومات تتوفر فيه أغلب العناصر المعمارية الرئيسية ويحتوي على معلومات مثل الطراز والتكلفة والشركة المصنعة والمرحلة وغير ذلك الكثير بعد تطوير النموذج، يمكن استخدام الوظائف الإضافية والبرامج التابعة لجهات خارجية لتحسين استخدام البيانات بعض الأمثلة هي إدارة المرافق والتحليل (الكهرباء، الهيكل، الإضاءة) والبناء وتقدير التكلفة، التوافق مع الكود، إلخ.

مفهوم نمذجة معلومات البناء

تُعد نمذجة معلومات البناء تقنية تعتمد على تكنولوجيا المعلومات تتضمن إعداد نموذج افتراضي ثلاثي الأبعاد للمبنى مرتبط بقاعدة بيانات تحتوي على التفاصيل المعمارية والانشائية لجميع عناصر المبنى، وبذلك فإن جميع عناصر المبنى والمعلومات المرتبطة بها، يمكن استدعائها واظهارها على نحو متكاملٍ في جميع المراحل الزمنية للمشروع، وتأخذ المزيد من الأهمية لأنها توفر العديد من المزايا فهي توفر الوقت والمال، تُحسن الانتاجية، تنتج رسومات بدقة عالية، تسمح باتخاذ قرارات تصميمية أسرع وأفضل، تزيد من فعالية التصميم بالمشاركة، تحسن من تكامل البيانات بالإضافة إلى التوثيق الذكي، وتوفر الوصول والاستدعاء السريع لمعلومات المبنى والجودة العالية لمخرجات المشروع. ويمكن تعريف تكنولوجيا BIM بانه "استخدام نموذج الكتروني لمحاكاة الإنشاء والتشغيل للمنشآت لينتج تمثيل رقمي للخصائص الفيزيائية والوظيفية للمنشآت يخدم الحاجات المختلفة لأطراف المشروع، وهو تكنولوجيا تشاركي لكل المعلومات الخاصة بالمشروع لاتخاذ قرارات تستند إلى معلومات واقعية، بالإضافة إلى تفعيل التنسيق الجيد بين أطراف المشروع على مدار عمره" (Succar, 2009, p. 359; Woo, 2006, p. 34).

كما يمكن تعريفها بأنها: عملية ينصب تركيزها على تطور واستخدام وتناقل نموذج معلومات رقمي لمشروع إنشائي بهدف تحسين التصميم والاعمال الانشائية والإجراءات لمشروع ما أو خدمات مرفق، وهي مصدر معرفة مُشترك لمعلومات عن مرفق ما يشكل قاعدة جديرة بالاعتماد عليها لاتخاذ القرارات في أثناء دورة حياته ابتداءًا من طور طرح أفكار تصميمه حتى هدمه (Hardin, 2009).

ويرى الفريق البحثي أن نمذجة معلومات البناء هي عملية توليد وإدارة بيانات المبنى خلال دورة حياته، بالاعتماد على تصميم عناصر المبنى المختلفة، كأشكال هندسية ثنائية أو ثلاثية الأبعاد فقط.

أهمية تقنية نمذجة معلومات البناء

يقوم مبدأ انظمة نمذجة معلومات البناء على اتمتة بيانات المشروع من عناصر المبنى تقدير التكلفة، والمواصفات وكميات مواد البناء، وتحليل الحمولات الحرارية وانظمة التدفئة والتبريد والحمولات الانشائية وغيرها ضمن قاعدة بيانات مركزية. حيث أن عملية البناء بحاجة إلى توثيق كل المعلومات اللازمة بالطرق الاسرع والاسهل والتي تضمن الجودة بالمخرجات وعدم تكرار الأعمال. وبالتالي فإنَّ تعزيز استخدام النماذج الالكترونية في عملية البناء يحمل وعودا بتوفير الوقت والمال والحد من المطالبات ورفع انتاجية البناء لاسيما في المشروعات المعقدة التي أصبح من الصعب السيطرة عليها بالطرق الحالية (Holness 2008) .

تعد منهجية (نمذجة معلومات البناء) قاعدة بيانات مركزية تغذي جميع اطراف المشروع وتحتوي على كل مستندات المشروع سواء كانت مخططات أو مواصفات أو جداول كميات أو الجدول الزمني لتنفيذ اعمال المشروع وتوفر للمستخدم معلومات دقيقة ومنسقة ومتاحة خلال مراحل المشروع وجميع الوظائف اللازمة لإتمام المبنى من خلال نموذج افتراضي الكتروني يحاكي الواقع (خربوطلي، 2014).

صرح كلايتون بأن تحديث أنظمة (CAD) ثنائية الأبعاد أعادت إنتاج أدوات رسم جديدة دون تحدي عملية التصميم. تعقيبًا على عدم الموافقة على العملية التقليدية، اقترح النقاد ممارسات جديدة أكثر شمولية تستفيد منها تكنولوجيا المعلومات. (Clayton, 2005)

يمكن تطبيق الكثير من المعلومات على مشروع تصميم مع التطور الأسي لتكنولوجيا المعلومات التي يمكن الوصول إليها. يتيح برنامج نمذجة معلومات البناء كائنات تمثل العناصر المعمارية، النمذجة ثلاثية الأبعاد، وظائف العرض، الرسم الآلي، مخازن المعلومات المليئة بالرسومات وقابلية التشغيل لبرامج التحليل (Smith & Tardiff, 2009). وافترض كلًا من فاليرو وبرايزر أن عملية التصميم الجديدة لا تحتاج إلى الاعتماد على استراتيجيات لتقليل التعقيد، ولكن بدلًا من ذلك قد تطبق أنظمة معلومات قوية لجعل المعرفة الواضحة متاحة بسهولة أكبر للمصمم (Vallero & Brasier, 2008).

كما أشار العديد من الباحثين إلى أن تقنية نمذجة معلومات المبنى سوف تغير من المواصفات المطلوبة لمهنة المهندسين المعماريين والتنفيذيين، حيث أن تقنية نمذجة معلومات المبنى هي عملية تصميمية تعتمد على وترسخ مبدأ المشاركة والتعاون بين أفراد الفريق بحيث تضمن لهم على اختلاف تخصصاتهم من تسجيل كافة التعديلات على التصميم إلى تقنية نمذجة معلومات المبنى (Howell & Batcheler, 2005).

نمذجة معلومات البناء في التصميم الداخلي

أشار دينزر إلى عملية التصميم الداخلي باستخدام نمذجة معلومات البناء من أجل إظهار أنواع العاملين في مجال المعلومات والمقيمين المتوقعين الذين قاموا بمشاركتهم في كل خطوة من الخطوات. تعد (BIM) في عملية التصميم الداخلي المخصصة مفيدة لتصحيح أخطاء الرسم ومساعدة العملاء على اتخاذ القرار من خلال عرض نموذج ثلاثي الأبعاد لمنزلهم وتقليل عبء العمل الثقيل على العمال المعنيين باستخدام نظام (BIM). وبالإضافة إلى جانب الاتجاه المتزايد لتصميم المباني، يحتاج المصممون الداخليون أيضًا إلى مواكبة الموضة المعاصرة لتقديم أفضل الحلول للعملاء والمساهمة في التصميم المستدام في جميع أنحاء العالم يحتاج المصممون الداخليون إلى فهم الوظائف الحاسمة للمحاكاة والتحليلات المستندة إلى (BIM) في تحقيق البيئات الداخلية الخضراء (Lee, 2012). وذكر (Denzer & Gardzelewski, 2011) أن نمذجة معلومات البناء تقدم مزايا عديدة لطلاب الهندسة المعمارية وانتشارها في الصناعة يعني أنها يجب أن تكون مكونًا مركزيًا في تعليم الهندسة المعمارية والتصميم الداخلي.

نمذجة معلومات البناء وبرنامج الريفيت (Revit)

إن برنامج الريفيت (Revit) من أهم برمجيات تقنية نمذجة معلومات البناء يمكن بواسطته ادارة كل رسومات المشروع في ملف واحد ومن خلاله يمكن استعراض ومراجعة كافة الرسومات ثنائية وثلاثية الأبعاد وصور المناظير والفيديو، ويعمل على سهولة اكتشاف الأخطاء والتعارضات في مرحلة التصميم للمبنى مما يوفر التكلفة الاضافية المحتملة اللازمة لتصحيح الأخطاء، ونموذج المبنى وقاعدة البيانات المرتبطة به يمكن استغلالها في المراحل التالية لعملية التصميم مثل التشييد والتشغيل والصيانة والتصميم الداخلي وغيرها (Jarmon, Traphagan, Myrath, & Trivedi, 2009, p. 173)

التصميم الداخلي

يعتبر التصميم الداخلي حديث الولادة نسبيًا. لم يظهر استخدام مصطلح التصميم الداخلي في الاستخدام العام إلا بعد الحرب العالمية الثانية، ولم تكن المهنة محددة بأي مصطلح موجودة بالفعل قبل القرن العشرين (Piotrowski, 2001). وجرى تعريف التصميم الداخلي كذلك بأنه نظام تفاعلي اجتماعي، يعمل فيه المصممون مع العملاء لتحديد حاجاتهم. يحتاجون إلى الكثير من المستشارين في فريقهم لتطوير حلول التصميم. إنهم ينسقون عمل العديد من أنواع الموارد المختلفة - المستشارون والمقاولون وغيرهم. في عالم التصميم الداخلي الاحترافي، يحتل العملاء مكانة الصدارة (Williamson, 2010).

تتطلب إدارة مشروع التصميم الداخلي قدرًا كبيرًا من التفكير الإبداعي مثل التصميم نفسه، وتبدأ أفضل المشروعات بجدول زمني مخطط بعناية للمشروع. عادةً ما يجري تقسيم عملية المشروع إلى مراحل مميزة لتحديد معالم اتخاذ القرار، سواء مع فريق التصميم أو مع العميل (Grimley & Love, 2013). يجب أن تلبي حلول المصمم الداخلي المحترف الحاجات الوظيفية للعميل، بالإضافة إلى توفير بيئة مرضية، يجب أن تتوافق تصاميمهم مع قوانين البناء والسلامة من العلامة وإمكانية الوصول، ويجب أن تفي حلول التصميم الداخلي أيضًا بمعايير التصميم المستدام التي يتطلبها وقتنا الحالي (Piotrowski، 2001). ووفقًا لـ (Pile J. , 2007)، فإن مشروع التصميم الداخلي النموذجي يمر بالمراحل التالية:

1. بدايات المشروع: إقامة اتصال مع العميل، وتحديد نطاق المشروع، والجدول الزمني المحدد والميزانية، وتحديد الحاجة إلى مستشارين متخصصين، والاتفاق على علاقة العقد بين المصمم والعميل، وجدول أعمال التصميم، وتحديد المساحة (المساحات) التي سيتم التعامل معها.
2. البرمجة: الحصول على أو إعداد مسح للمساحة (المساحات)، وإجراء المقابلات وجمع البيانات حول المتطلبات، وتطوير البرنامج الأولي، ومراجعة البرنامج الأولي مع العميل، وإعداد البرنامج النهائي، والحصول على موافقة البرنامج من العميل، وتطوير تخصيص المساحة، إعداد الدراسات التي تتعلق بتحليل الموقع.
3. خطوات أولية: تطوير التصميم الأولي، ومراجعة التصميم الأولي مع العميل، ومراجعة التصميم الأولي وإنهائه، والحصول على موافقة العميل على التصميم الأولي.
4. تطوير التصميم: تطوير التصميم التفصيلي، وتحديد المواد، واختيار العناصر المشتراة، تحديد الألوان والتشطيبات، وتقدير التكلفة، وإعداد التصميم النهائي، وإعداد الميزانية التفصيلية، وإعداد العرض التقديمي، وتقديم العرض للعميل، ومراجعة الميزانية مع العميل، وإجراء المراجعة حسب الضرورة، والحصول على موافقة العميل على التصميم والميزانية.
5. رسومات العمل والعطاءات: إعداد رسومات البناء، وإعداد الرسومات التفصيلية، وإعداد المواصفات، وعمل تقديرات التكلفة والحصول على العطاءات، ووضع جدول زمني للبناء والتركيب واختيار المقاولين وإصدار أوامر العمل، وإعداد أوامر الشراء وإصدارها.
6. الإشراف: الإشراف على البناء (بما في ذلك الهدم عند الاقتضاء)، تنسيق وتسريع البناء والتسليم والإشراف على التثبيت والانتهاء والعيوب والأخطاء والإشراف على التصحيح.
7. ما بعد الإنجاز: إجراء التعديلات والتغييرات اللازمة، وإعداد تقييم ما بعد إنهاء العمل.

نتجت مهنة المصمم الداخلي بناء على تطور الهندسة المعمارية والمجتمع على نحو عام إثر الثورة التي حدث في العمليات الصناعية، إن الحاجة الملحة وراء الاستخدام الفعال للمساحة ورفاهية المستخدم والتصميم الوظيفي في تطوير مهنة التصميم الداخلي المعاصرة مهنة التصميم الداخلي منفصلة وأكثر شمولًا من دور مصمم الديكور، وهو مصطلح متداول في عدة دول متقدمة مثل الولايات المتحدة الأمريكية هذا المصطلح أقل تداولًا في بريطانيا حيث ما زالت مهنة التصميم الداخلي غير منظمة وبالتالي فهي ليست مهنة رسمية بعد (Blakemore, 2006).

علاقة نمذجة معلومات البناء بالتصميم الداخلي

أصبحت المشروعات العمرانية سهلة الدراسة، والهندسة، والتنفيذ، وحتى الإدارة، باستخدام نمذجة معلومات البناء، وهنالك العديد من الفوائد لنمذجة معلومات البناء للتصميم الداخلي خصوصا في المشروعات الكبيرة من خلال ما يلي (لطفي، 2017، صفحة 25) :

- سهولة تبادل المعلومات بين جميع أطراف التصميم أو التنفيذ الداخلي حيث يجري إخطار كل الاطراف بنفس الوقت باي تعديل، أو تغيير، أو تصحيح.

- مرونة تعديل التصميم ليتناسب مع الميزانية :يشكل التصميم الداخلي مع اتساع أذواقه مشكلة حقيقة للمصممن والملاك على حد سواء، ولكن مع الBIM على نحو عام، يمكن التعديل في أي منطقة من اي مسقط او مقطع او منظور، وسيتم تطبيقه في كل المساقط والمقاطع الأخرى.
- مرونة تخمين التكلفة بدقة قبل الموافقة على التصميم: تعد معرفة تكلفة تنفيذ التصميم من أهم أسباب تنفيذ ونجاح التصميم، ذلك أن الموافقة على التصميم واتخاذ القرار بتنفيذه كثيرًا ما يتأثر في تكلفته.
- الاظهار والاخراج :تقدم برامج الـ (BIM) اسلوب اظهار واضح بأساليب عدة، تسهل هذه المجموعة الواسعة من أدوات العرض اضافة للحركة دخل المشروع، من تسويق التصميم وحصوله على الموافقة والاستحسان.

الدراسات السابقة:

تم استعراض مجموعة من الدراسات السابقة المتعلقة بموضوع الدراسة؛ حيث جرى الإفادة من دراسات عربية وأجنبية، وقد هدفت دراسة بعنوان "Implementing (Fourth, Fifth Dimensions, Clash Detection) of building information modeling in Jordan ". إلى بيان كيفية استخدام BIM في تطبيق البعد الرابع (الوقت)، البعد الخامس (التكلفة)، لاستكشاف تقاطعات العناصر المختلفة، وطرق حل هذه التقاطعات، واشتملت الدراسة على اختيار أحد المباني في الأردن -خلدا، وبناءً على خطة الرسومات، الارتفاعات، جرى تصميم المبنى بواسطة برنامج Autodesk Revit، وجرى تطبيق البعدين الرابع والخامس كذلك على Autodesk Navisworks حيث تبين للفريق البحثي أن للتقاطعات في أثناء عملية التصميم دور فاعل في تقليل أخطاء ومشاكل مرحلة التنفيذ، وكذلك تقليل وقت تنفيذ المشروع (Hisham, 2019).

أما الدراسة المعنونة بـ "Methodology for Building Information Modeling (BIM) Implementation in Structural Engineering Companies (SECs)" فهدفت إلى تعرُّف منهجية لتنفيذ BIM في SEC، مع التركيز على حل تعقيدات مرحلة التصميم، تلك التي تجعل تنفيذ BIM في هذه المكاتب مهمة رئيسية، وبينت النتائج أن نظام نمذجة البناء يمتلك إمكانات كبيرة لشركات الهندسة الإنشائية، كما بينت أن المنهجية المقترحة تتميز من خلال تحسين الموارد والمرونة والقدرة على التكيف، وتحدد المنهجية المقترحة لتنفيذ BIM داخلSEC على نحو واضح وموضوعي موارد وتوقعات المنظمات، وتحدد المتطلبات اللازمة لتطوير منهجية BIM وتقدم توصيات عملية وتقنية لتخطيط ومراقبة التنفيذ. (Muñoz-La, 2019)

ومع مراجعة دراسة بعنوان: "Proposed framework for implementing BIM in the construction industry ". وجد الفريق البحثي بأن هذه الدراسة تهدف إلى التحقيق في العوامل التي تحد من تنفيذ BIM وعوامل النجاح الحاسمة للتنفيذ من أجل اقتراح إطار نظري لتنفيذ BIM في مشروعات البناء، من أجل تحقيق أهداف الدراسة، حيث جرى اعتماد المنهج الكمي من خلال تصميم استبيان وتوزيعه على المهندسين المعماريين وخبراء BIM، أوضحت نتائجه بأن الفئة الشخصية كانت أكثر أهمية من الفئة القانونية. وأظهرت النتائج أن متطلبات التغيير الثقافي الكبير داخل المنظمة، ونقص دعم كبار المديرين، ونقص المعرفة حول كيفية تنفيذ BIM، ونقص خبرة الموظفين ومهاراتهم، والحاجة إلى التغيير في سير العمل للامتثال للمتطلبات الجديدة جرى تصنيفها على أنها أهم العوامل التي تعيق تنفيذ BIM. (Anshasi, 2019)

وعند مراجعة دراسة عنوانها "An Integrated Analysis with Life Cycle Assessment, Building Information Modeling, and Environmental Performance for Window Materials: Assiut University Hospital Clinic as a Case Study". فقد عرف هدف الدراسة في تقييم دورة الحياةLCA، والأداء البيئي EP، ونمذجة معلومات البناء BIM، لتحديد الأداء البيئي والتأثيرات البيئية الناتجة من تصنيع مادتي إطار النافذة: الألمنيوم والخشب، ونفذت هذه الدراسة بمشروع مقترح بحرم مستشفى جامعة أسيوط في مصر، وجرى إجراء تقييم دورة الحياة من خلال تقييم المواد والعمليات المتضمنة في تصنيع نوعي إطارات النوافذ باستخدام برنامج SimaPro Pre وغطى نطاق دراسة تقييم دورة الحياة من بداية تجميع مواد البناء إلى تصنيع مواد البناء مع تحديد نظام معين للدراسة، وبينت النتائج أنه يمكن استخدام الدراسة المقدمة كنموذج لتكامل التحليل المقارن في المشروعات المقترحة الأخرى حيث إن تطبيقات LCA في مصر تقريبًا نادرة نظرًا إلى عدم وجود قاعدة بيانات مصرية. قدمت هذه الدراسة قيمة جديدة ليتم تطبيق نهجًا لتحديد قاعدة البيانات المناسبة من مجموعة بيانات Ecoinvent (Ali, 2020).

وأوضحت دراسة بعنوان: "Improving facility management of public hospitals in Iran using building information modeling. Scientia Iranica. هدفت الدراسة إلى التحقيق في قدرات BIM والهيكل التنظيمي الداعم للمستشفيات العامة في إيران والتي يمكن أن تساعد في تحسين عمليات إدارة المرافق الخاصة بهم. جرى إجراء مراجعة شاملة للأدبيات الخاصة بالقدرات القابلة للتطبيق لنماذج BIM على عمليات الإدارة المالية. جرى تعرُّف هيكل FM الهرمي للمستشفيات العامة في الدولة من خلال مراجعة اللوائح ذات الصلة. جرى اختيار حالة مستشفى عام للاعتراف المتعمق بعمليات عملية FM والتحقق من صحة التحسينات المستندة إلى BIM المقترحة. قيل إن استخدام قدرات BIM يمكن أن يحسن على نحو كبير عمليات FM في المستشفيات العامة. من النتائج المتوقعة تقليل مدة نشاطات الإدارة المالية، وتصميمات المرافق المحسنة، وتعزيز الاتصال والتنسيق، والتدريب الميسر، وتحسين إدارة الطوارئ .(Alvanchi & Seyrfar, 2020)

أما الدراسة المعنونة بـ "معوقات استخدام تكنولوجيا نمذجة معلومات البناء BIM بقطاع الانشاءات بدولة الكويت". هدفت الدراسة إلى تعرُّف معوقات استخدام تكنولوجيا نمذجة معلومات البناء BIM بقطاع الانشاءات بدولة الكويت، ومن أجل تحقيق اهداف الدراسة جرى استخدام المنهج التحليلي القائم على تحليل الدراسات السابقة، حيث أظهرت النتائج أن تكنولوجيا BIM أحدثت تحولًا كبيرًا بقطاع الانشاءات في كافة المراحل بدءًا من التخطيط والتصميم والتحليل والتنسيق والانشاء والتشغيل وادارة البيانات والصيانة، وكان من أبرز مميزات تكنولوجيا BIM التنسيق بين أطراف المشروع واكتشاف الاخطاء واختيار المواد قبل بدء العمل بالمشروع والتحديث اللحظي للتكلفة، جرى اعداد استبانة من ثلاثة محاور لقياس مستوى الوعي بتكنولوجيا BIM في مجال الإنشاء وتحديد أهمية وأولويات تطبيقاتها في الإنشاء وتقييم عقبات تنفيذها في دولة الكويت. وقد اظهرت نتائج الدراسة ضعف مستوى الوعي والمعرفة بتكنولوجيا BIM في قطاع الانشاءات بالكويت بوجه عام في حين كانت الاهمية الملحة لتطبيق التكنولوجيا في عمليات المحاكاة والتخطيط والتنسيق بين أطراف المشروع والتحكم في التكلفة للمشروع، وإن العقبات الكبيرة في طريق تطبيق تكنولوجيا BIM بالكويت تتمثل في قلة الوعي والخبرة بالتكنولوجيا فضلًا عن عدم وجود القواعد الملزمة لتنفيذ التكنولوجيا (الغرير، 2020).

ومن خلال الاطلاع على الدراسات السابقة فقد استفاد الفريق البحثي في تحديد أدوات الدراسة المستخدمة، والإفادة من الإطار النظري، وكذلك في تفسير النتائج التي جرى التّوصل إليها، وتحديد عينة الدراسة، وتعرُّف المناهج المستخدمة والأساليب الإحصائية.

منهج الدراسة

اعتمدت الدراسة على المنهج التحليلي ودراسة الحالة المقارنة من أجل تعرُّف استخدام نمذجة معلومات البناء في تحسين عملية التصميم الداخلي في الأردن، مما ينعكس إيجابا على كفاءة انجاز العمل ضمن البحث النوعي. وكانت الحدود الموضوعية للدراسة في استخدام نمذجة معلومات البناء في تحسين عملية التصميم الداخلي، أما الحدود البشرية فهي الموظفين الذين يعملون في شركات التصميم الداخلي في عمان، وشركات هندسية أخرى، والمصممين الذين جرى اختيارهم عشوائيًا من خلال طرق مختلفة مثل الإنترنت والاجتماع المباشر وما إلى ذلك، وكان الحد المكاني مرتكزا على الشركات الهندسية في الأردن.

واشتمل مجتمع الدراسة جميع الأفراد الذين كانت لديهم معرفة وخبرة كافية في استخدام برمجيات نمذجة معلومات البناء في المشروعات الداخلية ذات الصلة لتوفير بيانات مفيدة لهذه الدراسة، أما عينة الدراسة فقد تكونت من (13) فردا لديهم المعرفة والخبرة في استخدام برمجيات نمذجة معلومات البناء وشملت (مصمم داخلي، ومصمم داخلي متدرب، ومهندس كهربائي، ومهندس مدني، ومهندس معماري، ومتدرب معماري، ومدير المشروع). والجدول (1) يوضح ذلك:

جدول رقم (1): مقابلة المشاركين من داخل الشركة وخارجها

الرقم	طبيعة العمل	الخبرة في مجال نمذجة معلومات البناء (بالسنين)	الخبرة العملية (بالسنين)
مقابلة المشاركين من داخل الشركة			
1	متدرب معماري	1	1
2	مصمم داخلي	6	10
3	مصمم داخلي متدرب	2	6 شهور
4	مهندس كهربائي	7	9
5	مهندس مدني	4	10
6	مهندس معماري	8	11
7	مدير الفريق (مهندس معماري)	3	15
مقابلة المشاركين من خارج الشركة			
8	متدرب معماري	3	1
9	مدير المشروع	4	5
10	متدرب معماري	4	1
11	مدير فريق	10	10
12	مصمم داخلي	4	3
13	مدير المشروع	3	22

وقد جرى استخدام أداتين للدراسة هما المقابلة والملاحظة، حيث جرى إجراء المقابلات مع المهنيين ذوي الخبرة في مجال نمذجة معلومات البناء كطريقة موضوعية لجمع البيانات لإجراء فحص للنتائج وتقديم الأدلة لتصور مستخدمي نمذجة معلومات البناء حول دور نمذجة معلومات البناء في تحسين عملية التصميم الداخلي، بما في ذلك أعضاء فريق التصميم وأي مشاركين رئيسيين ظهر دورهم مهمًا وفقًا للبيانات.

أما الملاحظة فقد تمت على المشاركين لمعرفة تأثير استخدام نمذجة معلومات البناء في أثناء عملية التصميم في شركة تصميم احترافية في عمان. جرى إجراء هذا البحث لفهم الطريقة التي طبقت بها الشركة نمذجة معلومات البناء في عملية التصميم الخاصة بهم ومواقف المستخدمين تجاه تبني تقنية نمذجة معلومات البناء جرى استخدام ملاحظة المشاركين لفهم ردود الفعل والمواقف الشخصية في هذه الدراسة.

وقد لاحظ الفريق البحثي عمل الشركة ونشاطات العمل اليومية للموظفين في أثناء تدوين الملاحظات والاتصالات للتحقق من كيفية تطبيق نمذجة معلومات البناء في الشركة وكيف يتعامل الموظفون مع برمجيات نمذجة معلومات البناء، كان الدور الرئيسي للباحث في هذه الدراسة هو جمع البيانات بطريقة منهجية والغرض من هذه الملاحظة هو تكوين فهم كامل لعمل الشركة مع نمذجة معلومات البناء وفهم الموظفين واستخدامهم للتقنية.

وتم فحص صدق أداة الدراسة بعد إعداد أسئلتها بصورتها الأولية حيث جرى عرضها على أصحاب الخبرة والاختصاص من أعضاء هيئة التدريس والمصممين وعددهم (6) للحكم على مناسبة أسئلة المقابلة لموضوع الدراسة الحالية والحكم على صلاحية أسئلة المقابلة من حيث الوضوح وسلامة اللغة، وجرى اعتماد المقابلة في صورتها النهائية. أما لقياس ثبات أداة الدراسة فقد اعتمد الفريق البحثي طريقة كوبر لثبات المقابلة لمناسبتها مع أداة الدراسة، حيث جرى اجراء المقابلة على عينة استطلاعية مكونة من (3) أفراد من خارج عينة الدراسة، وتحليلها وتكليف أحد الزملاء بتحليل المقابلة وجرى احتساب معامل الثبات من خلال معادلة كوبر (عدد مرات الاتفاق ÷ عدد مرات الاتفاق والاختلاف) *100% وبلغ معامل الثبات (0.85) مما يشير إلى تمتع الأداة بمعامل ثبات مرتفع، مناسب للقيام بالدراسة.

وللقيام بالدراسة التحليلية لموضوع استخدام نمذجة معلومات البناء في تحسين عملية التصميم الداخلي قام الفريق البحثي بالإجراءات الآتية:

1. لاحظ الفريق البحثي عمل الشركة اليومي باستخدام نموذج للملاحظات، وكانت البيانات التي جرى جمعها لملاحظة المشاركين في الميدان وتعلقت الملاحظات بالأمور الآتية:
   أ. حلول الشركة والموظفين في العمل مع برمجيات نمذجة معلومات البناء.
   ب. تعليقات الموظفين في أثناء استخدام برنامج نمذجة معلومات البناء.
   ج. البيانات في الاجتماعات الرسمية وغير الرسمية.
   د. المحادثات حول التطبيق.
   هـ. التحول من أساليب التصميم التقليدية وأدوات الرسم اليدوي إلى منصة نمذجة معلومات البناء.
2. أجرى الفريق البحثي المقابلات عبر وسائل التواصل الاجتماعي باستخدام مقابلة مكالمات هاتفية عبر (Skype) وتطبيقات أخرى للمكالمات المرئية وكانت هناك أيضا مقابلات وجاهية في مكاتب المشاركين أو خارج مكان عملهم قبل المقابلة حيث شرح الفريق البحثي الغرض من البحث، وشرح الغرض من إجراء المقابلة، وجرى إرسال نموذج الموافقة المكتوبة إلى المشاركين عبر البريد الإلكتروني.
3. تم تسجيل جميع المقابلات تسجيلًا صوتيًا في هذه الدراسة باستخدام طرق مختلفة بالإضافة إلى ذلك جرى أخذ الاختصار المكتوب في أثناء المقابلة.
4. تم حفظ الملفات الصوتية وتخزينها كملفات منفصلة في حاسوب الفريق البحثي بكلمة مرور خاصة للوصول إليها والباحث هو الشخص الوحيد الذي يعرف كلمة المرور سيتم الاحتفاظ بجميع البيانات لحين الانتهاء من البحث.
5. الاطلاع على البيانات التي جمعت من أفراد عينة الدراسة من المهندسين من خلال قراءة وإعادة قراءة البيانات النصية (مثل المقابلات وردود الاستبانات النوعية) والاستماع إلى التسجيلات الصوتية والملاحظة.
6. البحث عن الموضوعات الرئيسية أو الفئات أو العناوين: في هذه المرحلة، جمع الفريق البحثي بعض البيانات التي تجيب عن أسئلة الدراسة.
7. مراجعة الموضوعات المحتملة: وفي هذه المرحلة قام الفريق البحثي بعملية مراجعة متكررة حيث جرى مراجعة الموضوعات المستخرجة فيما يتعلق مع البيانات على نحو كامل. هذه المرحلة هي أساسية لأجل التأكد من جودة التحليل. من المهم التأكد من تعلق الموضوع بالبيانات.
8. تحديد وتسمية الموضوعات: تأكد الفريق البحثي من أن البيانات والمعلومات التي جمعها من أفراد عينة الدراسة وملاحظة أدائهم توفر قصة شاملة، وتغطي جوانب موضوع الدراسة.
9. إنتاج التقرير: وتشمل المرحلة كتابة نتائج الدراسة التي توصل إليها الفريق البحثي بعد جمع البيانات ومعالجتها، وتقديم أبرز التوصيات.

نتائج الدراسة ومناقشتها:

القسم الأول: تحليل النتائج المتعلقة بالملاحظات

كانت هناك حالات تمت معالجة مشروعات التصميم الداخلي باستخدام تقنية نمذجة معلومات البناء وهي:

الحالة الأولى: تصميم داخلي جديد في مبنى قائم بالفعل.

بناء على نتائج الملاحظات التي قام بها الفريق البحثي في الشركة الهندسية المعمارية، لاحظ من الأعمال التي قامت بها الشركة عمل تصميم داخلي جديد لمبنى قائم بالفعل، حيث جرى تجديد المساحات القديمة عن طريق تغيير العناصر غير المعمارية وغير الهيكلية فقط.

كان المبنى المراد عمل تصميم داخلي جديد له عبر تقنية نمذجة معلومات البناء مجمع تجاري أراد العميل تصميمًا مختلفًا مع بعض التغييرات والإضافات في حلول الإضاءة، وكانت تشطيبات الأرضيات والجدران من المواد المتينة التي جرى أزالتها وتجديدها حسب الحاجة، وتمت عملية التجديد من قبل الشركة باتباع الخطوات الآتية:

- تم تصميم المشروع من قبل المصمم الرئيسي باستخدام الرسومات اليدوية، ثم جرى تمريره إلى فني الرسم لوضعه على برنامج (Revit)، وحصل المصمم على مخطط أرضية (AutoCAD) للمبنى بأكمله.
- كان المتخصص في الأثاث والمعدات يعمل في نفس الوقت مع المصمم لجمع معلومات عن الأثاث من أجل رسمها لوضعها في نموذج (Revit) ولكنهم لم يتمكنوا من الحصول على أثاث؛ لذلك كان على الرسام أن يرسم مخطط الأثاث باستخدام أدوات العمل الخطية في (Revit) وهذا يعني أن نموذج (Revit) يحتوي فقط على جدران وأعمدة وأرضية وسقف بأبعاد ثلاثية و لم يتمكنوا من استخدام نموذج تقنية نمذجة معلومات البناء لتوليد مشاهد ومناظير تظهر المكان أيضا جرى اختيار تركيبات الإضاءة من مصمم الإضاءة في الشركة ولكن أيضًا لم يجري تنزيل أو إنشاء نماذج معلومات باستخدام برنامج (Revit).
- تم وضع جميع المعلومات حول الأثاث والإضاءة في ملفات (Microsoft Excel) منفصلة كما في الطريقة التقليدية جرى إرسال نموذج (Revit) مع خيارات تخطيط الأرضية إلى مدير الفريق ومررها إلى العميل وعندما وافق العميل على أحد خيارات التصميم، أنشأ أحد أفراد فريق العمل مستند البناء باستخدام برنامج (Revit) وجرى تسليم المنتج النهائي للعميل ضمن ملفات (pdf).

الحالة الثانية: تغيير وظيفة المكان لمبنى مقر بنك إلى مقر شركة مبيعات

تمثلت الحالة الثانية التي درسها الفريق البحثي في مشروع تجديد من مقر بنك قائم إلى مقر شركة مختصة بالبيع، وتمت عملية استخدام نمذجة معلومات البناء في تحسين التصميم الداخلي وفقًا للخطوات الآتية:

- حصلت الشركة الهندسية على ملف يحتوي مخططات المبنى وهو ملف اوتوكاد (AutoCAD) لمخططات الطوابق وللحصول على معلومات دقيقة، كان على فريق التصميم الانتقال إلى الموقع لإجراء مسح ميداني، كان هناك بعض عدم التوافق بين الرسومات والمبنى على ارض الواقع.
- عمل مدير المشروع مع العميل للتوصل إلى إجراء العقد المناسب بما في ذلك الميزانية لاستخدام نمذجة معلومات البناء كان المسؤول عن الرسومات مسؤولًا عن وضع جميع المعلومات الحالية لإنشاء نموذج (Revit) للاستخدام طوال العملية.
- عمل المصمم الرئيسي مع العميل حول البرمجة وتخطيط المساحة عن طريق الرسم اليدوي. كما شارك متخصص في الأثاث والمعدات ومصمم الإضاءة في العملية في البداية لتحديد ما يلزم القيام به في المستقبل.
- كان المسؤول عن الرسومات ومدير الفريق فقط هم الذين يمكنهم العمل بطلاقة في (Revit). لذلك كان لا يمكن لباقي الموظفين التعامل بحرفية تامة مع تقنية نمذجة معلومات البناء، مما جعل العملية بطيئة بعض الشيء مقارنة بطرق التصميم التقليدية. وهذا يعني أن المصممين الداخليين يواجهون صعوبة في استخدام تقنية نمذجة معلومات البناء في تحسين عملية التصميم الداخلي لمبنى قديم قائم عند تغيير وظيفة هذا المبنى، مما يتطلب تشجيع المصممين الداخليين على الالتحاق بدورات تدريبية في مجال نمذجة معلومات البناء والتدرب على برنامج (Revit).

الحالة الثالثة: تصميم داخلي جديد بعد التصميم المعماري الجديد

تم إرسال نموذج معماري مبني على منصة نمذجة معلومات البناء إلى المصممين الداخليين لاستخدامه في مشروعهم المحدد، أنشأ المصممون الداخليون نموذج التصميم الداخلي الخاص بهم واستخدام أدوات الارتباط لتضمين نموذج (BIM) المعماري.

تم جدولة مرحلة البرمجة وجرى إرسال نموذج (BIM) إلى الشركة في بداية المشروع، كان التصميم المعماري في (Revit)، وكان المنتج النهائي نموذج (BIM) تمامًا، والذي من المتوقع أن يفيد أصحاب العلاقة من المصممين الداخليين في عملية التصميم لاحقًا.

لم يجري استخدام نموذج (BIM) للعمل على نحو مباشر، وكان على الفريق إنشاء منظور ثلاثي الأبعاد باستخدام برنامج نمذجة ثلاثي الأبعاد و(Adobe Photoshop) منفصلان عن تقنية نمذجة معلومات البناء، مع انه لو تزامن التصميم الداخلي مع التصميم المعماري فهم ليسوا بحاجة إلى فعل ذلك، وبالتالي كان نموذج (BIM) في الواقع يعاني من مشاكل تقنية في تكنولوجيا المعلومات والتي لا يمكن استخدامها بالشكل الصحيح وأيضا كان

هناك إهدار كبير للوقت.

من خلال دراسة عناصر المساحة الداخلية، أدرك الفريق البحثي أن العديد من العناصر تنتمي إلى كل من الداخل والخارج، فالتصميم الداخلي هو فن لا يمكن أن يكون مستقلًا مثل الرسم والنحت، حيث إنه يرتبط بالعمارة لأنه يطبق الهندسة المعمارية عن طريق تأهيل المساحات لشغلها، ولهذا السبب من الشاذ أن يجري فصل المناطق الداخلية عن الخارج عن طريق التعامل معها ككيانين مختلفين. فهنالك علاقة تربط التصميم الداخلي للمبنى مع الفضاء الخارجي، وكل منها يكمل الاخر، فيجب أن يرتبط الداخل بالخارج، حيث يمثل التصميم المعماري الداخلي توظيف المساحات لأداء غرض معين ويساعد على خلق البيئة الداخلية المحيطة لأداء الوظائف الحياتية المختلفة مع توفير قدر من الراحة النفسية والبصرية لمستخدم الحيز، ويمثل تصميم الفضاء الخارجي تصميم البيئة الخارجية والتي تتمثل في المبنى والذي لا يقل أهمية عن التصميم الداخلي.

ولاحظ الفريق البحثي من خلال رصد الحالات بأن الحالة الثالثة والمتعلقة بتنفيذ تصميم داخلي جديد متزامن مع التصميم المعماري الجديد من أفضل الحالات التي جرى رصدها الفريق البحثي خلال فترة الدراسة وذلك للأسباب الآتية:

- التأكد من تحقيق أهداف التصميم لشقيه (المعماري والداخلي) دون اخلال بأحد الأهداف وسير تلك الأهداف على نحو جيد.
- تحقيق أعلى إمكانية أداء وأفضل وظيفة للمبني.
- تقليل تكلفة التصميم والتنفيذ والتشغيل والصيانة.
- سير عملية التصميم المعماري على نحو خطي منتظم دون الرجوع إلى خطوات سابقة بسبب التعارض بين التصميم المعماري الداخلي والخارجي مما يوفر الوقت والجهد والزمن.
- يتيح إمكانية الإفادة من التقنيات الحديثة ومنها نمذجة معلومات البناء على نحو سهل.

استخدام برامج النمذجة في التصميم الداخلي (Cad Training Online, 2022):

تركز المناقشات حول BIM (نمذجة معلومات البناء) عادةً على تصميم السطح الخارجي للمبنى والفوائد العديدة التي يجلبها التطبيق لهذا الجانب من التصميم المعماري، فكل ما تمت مراجعته من نماذج كان للكتلة والجدران الستائرية وأشكال الأسقف والجدران التفصيلية، ولكن كيف يجري تطبيق BIM على التصميم الداخلي للمبنى بما يخص التشطيبات والتركيبات، وجداول الأثاث؟

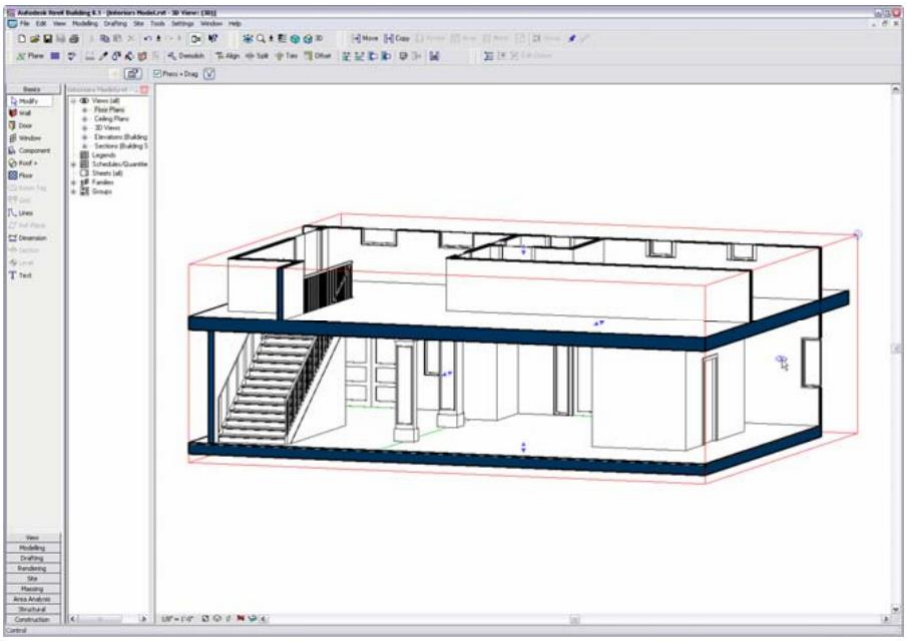
إن أي تصميم يتعلق بالحيز الداخلي لعناصر الضيافة كالفنادق والمطاعم والمطارات، أو لعناصر البيع بالتجزئة، وغيرها فإن المصممون الداخليون قد قاموا باستخدام برنامج Revit® Architecture للتصميم الداخلي للمبنى، وقد جرى توضيح بعض منها في الأمثلة بالأشكال (1-3) وظهر من خلالها المزايا الرئيسية لاستخدامه كما يلي:

- سرعة وسهولة إنشاء نموذج تصميم داخلي.
- القدرة على تصور التصميم الداخلي وتوضيحه للعميل قبل البدء بالعمل.
- القدرة على التقاط التصميم وإدارته كخيارات متعددة في نموذج واحد.
- ثراء وموثوقية البيانات المضمنة في نظام نمذجة معلومات المبنى.
- إنتاج وثائق منسقة مع بعضها على نحو جيد منذ بداية العمل التصميمي.

استخدم Jeff Millett، مدير تقنيات المعلومات والاتصالات في شركة (www.stubbins.us) The Stubbins Associates، مثال للتصميم الداخلي لمشكلة ارتفاع طاولة مكتب الاستقبال في مشروع إداري، حيث شكلت جدران محطة العمل ممرا داخليا، وقد كان المصممين قلقين من الارتفاع المخطط له بمقدار183 سم، مما قد ينتج عنه مظهرا وملمسا خاطئين للمساحة، حيث جرى إسقاط كاميرا في الممر وإنشاء بعض الصور المظللة بسرعة، وقد أكدت الصور على مخاوفهم حيث قاموا بتعديل ارتفاع محطة العمل في جميع أنحاء المنطقة.

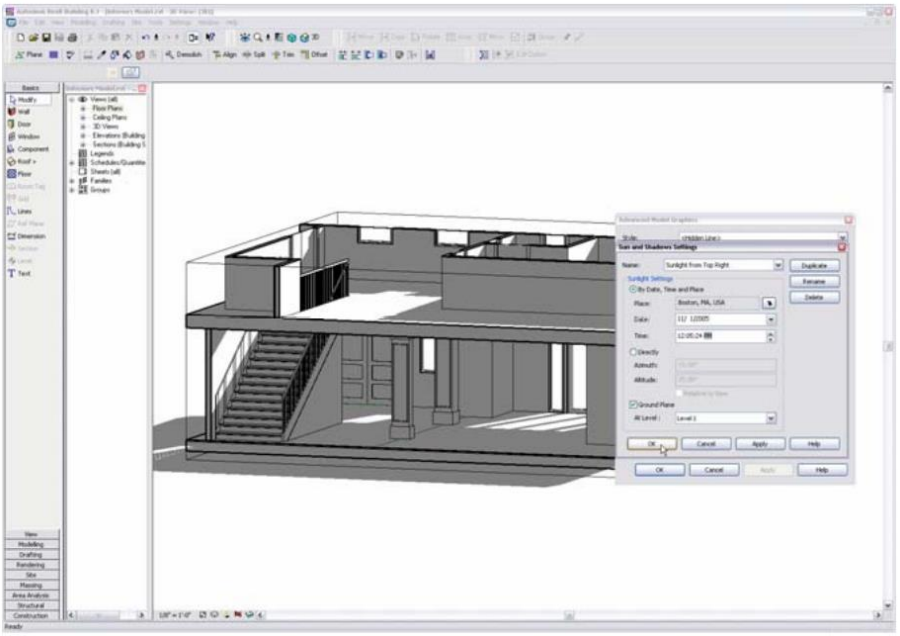
الشكل 1:مشهد توضيحي يوضح ارتفاع طاولة مكتب الاستقبال في مشروع إداري قبل التعديل(المصدر: (Cad Training Online, 2022)).

وتم بعد ذلك ادخال العمل على برنامج ريفيت لتوضيح المشاكل الحاصلة، مما يسهل على المصممين الداخليين في إجراء التعديلات المطلوبة، حيث يمكن إضافة مربعات التظليل على نحو مباشر كما يظهر في الشكل 2 ودون الحاجة إلى إظهار الصورة في برامج أخرى تحتاج إلى وقت كبير من أجل ذلك.



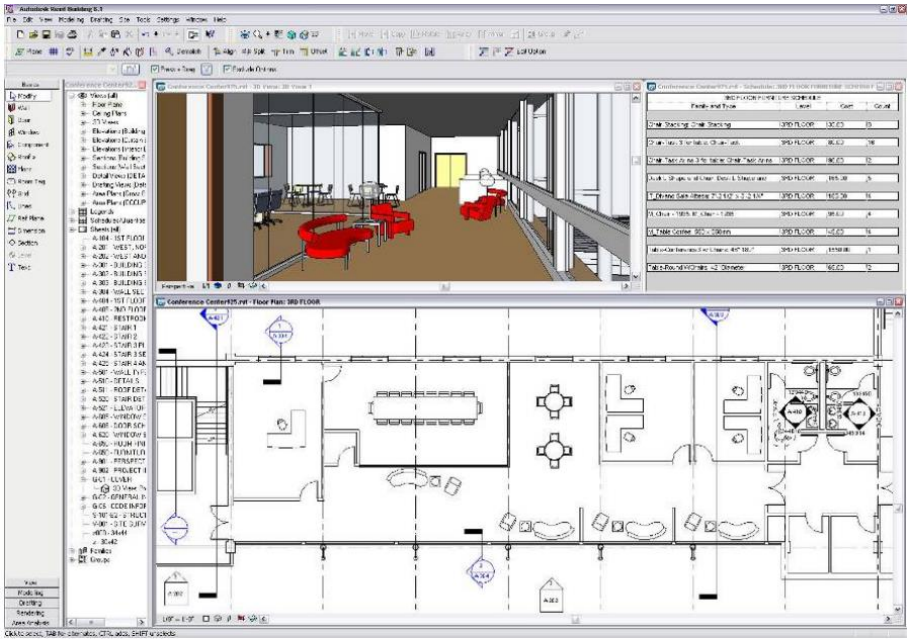
الشكل 2: واجهة تطبيق برنامج ريفيت مع توضيح مبسط لما يقوم به البرنامج في إضافة مربعات التظليل لأجزاء من كتل البناء (المصدر: (Cad Training Online, 2022)).

ويمكن كذلك عمل تظليل وإدخال الإنارة لأجزاء محددة من الصورة مع تحديد وقت معين من النهار مع تحديد المنطقة الجغرافية، حيث يظهر ذلك في الشكل 3 التالي:



الشكل 3: يمكن إنشاء طرق عرض مظللة تتميز بإلقاء ظلال متجهة مع تحديد التاريخ والوقت والموقع (المصدر: (Cad Training Online, 2022).

وهناك مثال آخر من خلال برنامج ريفيت لحلول تصميمية لتوضيح طريقة استخدام الخامات المختلفة في برنامج ريفيت، حيث يمكن تجربة عدة خيارات على نحو سريع من خلال المسك والإفلات للعناصر على الكتلة المطلوبة، وكما يظهر في الأشكال التالية (4-5).



الشكل 4: واجهة تطبيق ريفيت ويظهر من خلالها نافذتين في نفس الوقت، حيث يمكن مشاهدة ما يجري تغييره على المخطط على نحو مباشر (المصدر: (Cad Training Online, 2022)).

الشكل 5: عدة خيارات لنفس الفضاء الداخلي مع تغيير في الخامات المستخدمة في برنامج ريفيت (المصدر: (Cad Training Online, 2022)).

القسم الثاني: المقابلات

من أجل جمع البيانات المتعلقة بآراء أفراد عينة الدراسة جرى استخدام المنهج النوعي من خلال إجراء مقابلات شبه مفتوحة جرى تنظيمها مع أفراد العينة مسبقا وطرح على المشاركين أسئلة شبه مفتوحة حول نمذجة معلومات البناء على نحو عام، وتركز الأسئلة في هذا الجزء على نحو أساسي على آراء المشاركين في برنامج نمذجة معلومات البناء، وأثره في تحسين التصميم الداخلي مثل:

1. ما تقنية نمذجة معلومات البناء؟
2. التعاون والتنسيق في نمذجة معلومات البناء.
3. موارد عبر الإنترنت لاستخدام نمذجة معلومات البناء.
4. أدوات نمذجة معلومات البناء ومستقبل نمذجة معلومات البناء لتحسين عملية التصميم الداخلي.

وحاول الفريق البحثي أيضًا معرفة كيف ينظر مستخدمو نمذجة معلومات البناء المحترفون فعليًا إلى نمذجة معلومات البناء من حيث الجوانب التنظيمية، والتحديات التي يواجهها عند استخدام البرنامج، وكيف يمكن أن تفيد نمذجة معلومات البناء صناعة الهندسة، والعمارة، والبناء على نحو عام، ومهنة التصميم الداخلي على نحو خاص.

نتائج المحور الأول: فعالية نمذجة معلومات البناء في التصميم الداخلي:

- أصبح مفهوم نمذجة معلومات البناء مصطلحًا شائعًا بين المهندسين المعماريين، والأشخاص المهتمين في مجال العمارة، والبناء، والتصميم الداخلي، ورغم ذلك فأنهم يحتاجون إلى المساعدة من مدير الفريق، أو المبرمجين لتعريفهم بالاستخدام الصحيح، والفعّال لتقنية نمذجة معلومات البناء.
- أهمية نمذجة معلومات البناء في تحسين عملية التصميم الداخلي.
- التواصل في الوقت الفعلي بين جميع أفراد الفريق في منصة نمذجة المعلومات إيجابي جدًا، أدركوا أيضًا أنّ برنامج نمذجة معلومات البناء أكثر فعالية من (CAD) ويمكن أن تكون فعالة من حيث التكلفة إذا جرى تطبيقها بطريقة مناسبة.
- نمذجة معلومات البناء برنامج ذكي قد يساهم في تحسين عملية التصميم الداخلي على نحو معين.
- كان لدى معظم أفراد العينة المشاركين خبرة في الأتوكاد (CAD) قبل استخدام تقنية نمذجة معلومات البناء، واتفقوا جميعًا على أن هذه التجربة ساعدتهم في العمل مع تقنية نمذجة معلومات البناء على نحو أفضلٍ.

نتائج المحور الثاني: التعاون من خلال نمذجة معلومات البناء

- تتطلب تقنية BIM المزيد من التعاون بين المهندسين المعماريين ومهندسي التصميم الداخلي لإنجاح استخدام نمذجة معلومات البناء في تحسين عملية التصميم الداخلي، الحاجة للتعاون ستقود إلى تعميق روح الفريق وتجعل أفراده أكثر ارتياحًا لتبادل المساعدة فيما بينهم والتشارك في المسئولية عن التصميم النهائي للمشروع، وأشار المشاركون إلى أن أدوات التنسيق المتاحة في برنامج (Rivet) تسهل من عملية التعاون.
- التنسيق والتعاون في نمذجة معلومات البناء يجعل الأمور ابسط كتصدير الجداول الزمنية ثم إرسالها إلى من يحتاجها في فريق العمل، وأيضًا إذا حصل المصمم الداخلي على نموذج معماري، ثم فعل التصميم الداخلي لذلك يتعين عليه التنسيق مع المهندسين المعماريين قبل وفي أثناء وبعد عملية التصميم ككل وذلك يجعل التنسيق أسهل وأكثر فاعلية.
- يتطلّبُ الانتقال إلى برامج تكنولوجيا ال BIM تغييرًا في طبيعة التّفكير السّائدة حول نمذجة المشروعات وبنائها، ويحتاجُ إلى تطوير عمليّات الإدارة؛

فالانتقال إلى برامج نمذجة معلومات البناء يعني تخفيض عدد العَمالة وتقليل عدد الموظّفين؛ ولكي يحدثُ ذلك؛ يحتاجُ الانتقال إلى تطوير الكادر الوظيفي الحالي، وهذا قد يكون شاقًّا على الأشخاص الّذين اعتادوا على الأتوكاد.

- هنالك العديد من المعيقات التي تقف أمامهم للتحول إلى استخدام نمذجة معلومات البناء في تحسين عملية التصميم الداخلي، منها: مَخاوفُ سير العَمل الّتي تتملّكُ المهندس المبتدئ ذو الخبرة القليلة، وحجمُ الشّركةِ وتخصّصها، ومُستوى مهارة المُستخدمين الحاليّين ومدى استعدادهم للتّطوير، وتكلفةُ التّدريب، وعدم الاستعداد الذّهني لقَبولِ فكرة التّحوّل إلى تكنولوجيا حديثة، وعدم الرّغبة في استثمار الوقتِ والمال اللّازمين للانتقال إلى منصّةٍ جديدة، وتكلفة اجهزة كمبيوتر جديدة بمميزات أخرى تختلف عن الحالية لتلائم البرامج الجديدة، وهذا ما يجعل الأتوكاد خيارًا مُهمًّا لسنواتٍ عديدةٍ قادمة.

نتائج المحور الثالث: بناء القدرات من أجل الإفادة من نمذجة معلومات البناء

- ساهم المحتوى الإلكتروني المتعلق بنمذجة معلومات البناء المتوفر على الشبكة العنكبوتية (الانترنت) في التطوير المتزايد لنماذج معلومات البناء، إذ اتفق جميع المشاركين على مزايا المحتوى الالكتروني لتعلم ومشاركة نماذج تقنية نمذجة معلومات البناء وسهولة الحصول على المعلومات المتعلقة بهذه التقنية.
- هناك مواقع عديدة على الأنترنت توفر (عائلات) لتقنية نمذجة معلومات البناء، والكثير من الشركات المصنعة أصبحت توفر مثل هذه النماذج، وتحتوي على جميع المعلومات التي يحتاجها المصمم فيما يتعلق بالأثاث والتجهيزات والمعدات، وتمكن المستخدمون من تنزيل العائلات من الشركات المصنعة، أو مجتمعات نمذجة معلومات البناء ثم تخصيصها لتلائم حاجاتهم في مشروعات معينة.
- كانت هناك بعض المعلومات الخاطئة حول استخدام نمذجة معلومات البناء على الإنترنت مما يتطلب من مستخدمي نمذجة معلومات البناء الاعتماد على خبراتهم لتمحيصها، هذه المكتبات المتاحة يمكن أن توفر الوقت والجهد، ولكن كان على مستخدمي نمذجة معلومات البناء تحديد ما يحتاجون إليه بالفعل، وتنظيف تلك النماذج لإزالة المعلومات الضارة، ومنع الحمل الزائد على النموذج، وبالتالي المنظومة ككل بجميع أجزائها.

نتائج المحور الرابع: جودة عملية التصميم الداخلي في نمذجة معلومات البناء

- اكد معظم المشاركين أنه من الجيد استخدام نمذجة معلومات البناء في منتصف عملية التصميم، والسبب في ذلك أن إدخال البيانات يتطلب الكثير من الجهد والوقت والكثير من البيانات لإدخالها في برنامج نمذجة معلومات البناء، لذلك أشار المشاركون إلى أن المراحل مثل تطوير التصميم أو مرحلة إصدار وثائق البناء هي المرحلة التي يجب أن يجري فيها تطبيق نمذجة معلومات البناء في عملية التصميم الداخلي.
- ان استخدام نمذجة معلومات البناء في أنواع مشروعات التصميم الداخلي، أحد أكثر العوامل التي إثارة القلق بين المشاركين، وذلك لخوفهم من فقدان المهارات لاستخدام البرامج القديمة على نحو تدريجي عند الانتقال إلى منصة نمذجة معلومات البناء.
- إحدى المشكلات التي يهتم بها المسؤول الرئيسي عن التصميم الداخلي هي كيفية يمكن لتطبيقات تقنية نمذجة معلومات البناء أن توفر المال مقارنة ببرامج الرسم الهندسي القديمة مثل أوتوكاد أو برامج التصميم الأخرى والرسم اليدوي
- صرح معظم المشاركين أن اعتماد برمجيات تقنية نمذجة معلومات البناء لا يمكن أن يوفر المال إلا في المشروعات بعد وضع الإعدادات والمعايير الأولية للشركة كان أحد الأسباب الرئيسية المذكورة في المقابلات هو الفترة الزمنية لإنشاء نموذج في تقنية نمذجة معلومات البناء، وان هناك هدر في الوقت وجهد مضاعف، ومعلومات محدده لا تكفي لإعداد النموذج وكذلك صعوبة الحصول عليها لأسباب موضوعيه وذاتيه.

الاستنتاجات

بعد الدراسة التي أجراها الفريق البحثي مستخدما أدوات الدراسة الكمية والنوعية فقد توصل إلى ما يلي:

1. فعالية نمذجة معلومات البناء في التصميم الداخلي تظهر في أهمية التواصل في الوقت الفعلي بين جميع أفراد الفريق في منصة نمذجة المعلومات والذي يعد أمر إيجابي جدًا وفى صالح خطوات تنفيذ المشاريع.
2. الحاجة للتعاون ستقود إلى تعميق روح الفريق وتجعل أفراده أكثر ارتياحًا لتبادل المساعدة فيما بينهم والتشارك في المسئولية عن التصميم النهائي للمشروع.
3. هناك خلفية مغلوطة من المعلومات حول استخدام نمذجة معلومات البناء على الإنترنت مما يتطلب من مستخدمي نمذجة معلومات البناء الاعتماد على خبراتهم لتمحيصها، فهذه المكتبات المتاحة يمكن أن توفر الوقت والجهد، ولكن لابد من تحديد المعلومات المطلوبة بالضبط فيما يخص المشروع محل التنفيذ، إزالة المعلومات الضارة، لمنع التحميل الزائد على النموذج، وبالتالي المنظومة الإضرار بالمنظومة ككل.
4. إحدى المشكلات التي يهتم بها المسؤول الرئيسي عن التصميم الداخلي هي كيفية يمكن لتطبيقات تقنية نمذجة معلومات البناء أن توفر المال مقارنة ببرامج الرسم الهندسي القديمة مثل أوتوكاد أو برامج التصميم الأخرى والرسم اليدوي.

التوصيات والمقترحات

بناء على النتائج التي توصل إليها الفريق البحثي فإنه يوصي بالآتي:

1. توصلت الدراسة إلى وجود علاقة بين الهندسة المعمارية وهندسة التصميم الداخلي يدعو الفريق البحثي إلى ايجاد شراكة بين تخصص التصميم الداخلي وتخصص الهندسة المعمارية في الجامعات الأردنية.
2. ضرورة الاهتمام بتدريب وتأهيل العاملين من مهندسين معماريين ومصممين داخليين على تكنولوجيا نمذجة معلومات البناء BIM وبرامجه بالإضافة إلى إدراجه ضمن المقررات التدريبية بالشركات.
3. تفعيل دور نقابة المهندسين والمؤسسات الأهلية المتخصصة في التوعية ونشر تكنولوجيا نمذجة معلومات البناء BIM بعقد ورش العمل والدورات التدريبية واقامة الفعاليات لتضم كافة قطاعات الإنشاءات من التخطيط والتصميم والتنفيذ والإدارة والتشغيل والصيانة والمطورين العقاريين.
4. تهيئة وتشجيع الشركات والمؤسسات بقطاع الإنشاءات للتحول من استخدام برامج الأوتوكاد إلى البرامج التي تعمل وفقا لتكنولوجيا نمذجة معلومات البناء BIM وذلك بالانتقال التدريجي بعد انهاء كافة الاستعدادات اللازمة للتطبيق من تدريب ودعم فني وبرامج وتأهيل للعاملين لتقبل الانتقال السلس إلى التطبيق، حيث يجري تطبيقه على عدد محدود من المشروعات في البداية ثم الانتقال تدريجيا لكافة المشروعات.
5. إجراء دراسة حول معوقات استخدام نمذجة معلومات البناء في التصميم الداخلي في الشركات الإنشائية في الأردن.
6. يجب التفكير في الفوائد والمنافع التي يمكن جنيها من التحول إلى برامج تكنولوجيا ال BIM، ولا أحد تعرَّف برامج نمذجة معلومات البناء إلا ودهش من أدائه، وقدرته على تحسين المبنى ورؤيته وتوثيقه، مع ما فيه من منافع الحفاظ على سلامته ومتانته. كل ذلك يلخص حقيقة: أن الأتوكاد، وبرامج نمذجة معلومات البناء هي منتجات رائعة، وقرار الانتقال إلى برامج تكنولوجيا الـ BIM أو إلى غيره يخص المستخدم وحده بما يتلاءم مع حاجاته.

المصادر والمراجع

البنك الدولي. التقارير السنوية 2010-2021. https://www.albankaldawli.org/ar/home

سليمان، م. (2021). هل تشهد "الإندو-باسيفيك" أول مواجهة عسكرية بين بكين وواشنطن؟ *مجلة السياسة الدولية*، مركز الأهرام، القاهرة.

صخري، م. (2018). *المبادئ النظرية للسياسة الخارجية اليابانية*. https://www.politics-dz.com.

مبروك، ش. (2016). الاحتواء والمشاركة: الاستراتيجية الأمريكية في آسيا. *المركز العربي للبحوث والدراسات*. http://www.acrseg.org/40002.

وزارة الخارجية الصينية. (2022). *مستشار الدولة وزير الخارجية وانغ يي يجيب عن أسئلة الصحفيين الصينيين والأجانب حول سياسة الصين الخارجية وعلاقاتها الدولي*. . https://www.fmprc.gov.cn/ara/.

References

Alvanchi, A., & Seyrfar, A. (2020). Improving facility management of public hospitals in Iran using building information modeling. *Scientia Iranica*, *27*(6), 2817-2829.

Denzer, A., & Gardzelewski, J. (2011). Drawing and Modeling: Analog tools in the Age of BIM. In *AEI 2011: Building Integration Solutions* (pp. 44-53).

Hamad, A. (2014). Building information modeling (BIM) as claims control tool for buildings projects in Jordan. *Unpublished MSc thesis), Al Isra University, Jordan*.

Succar, B. (2009). Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. *Automation in construction*, *18*(3), 357-375.

Hardin, B., & McCool, D. (2015). *BIM and construction management: proven tools, methods, and workflows*. John Wiley & Sons.

Coward, C. (2015). *3D Printing*. Dorling Kindersley Ltd.

Lee, G., Sacks, R., & Eastman, C. M. (2006). Specifying parametric building object behavior (BOB) for a building information modeling system. *Automation in construction*, *15*(6), 758-776.

O'Shea, L., Grimley, C., & Love, M. (2013). *The Interior Design Reference & Specification Book: Everything Interior Designers Need to Know Every Day*. Rockport Publishers.

Piotrowski, C. M. (2001). *Professional practice for interior designers*. John Wiley & Sons.

Thomsen, C. (2012). *BIM: Building Information Modeling*. Philadelphia, USA: Design Advocacy Group.

Cad Training Online. (2022). *REVIT® BUILDING INFORMATION MODELING*. https://www.cadtrainingonline.com/docs/bim_for_interior_design_jan07_1_.pdf

Smith, D. K., & Tardif, M. (2009). *Building information modeling: a strategic implementation guide for architects, engineers, constructors, and real estate asset managers*. John Wiley & Sons.

Vallero, D. A., & Brasier, C. (2008). *Sustainable design: The science of sustainability and green engineering*. John Wiley & Sons.

Rivera, M. L., Vielma, J. C., Herrera, R. F., & Carvallo, J. (2019). Methodology for Building Information Modeling (BIM) implementation in structural engineering companies (SECs). *Advances in Civil Engineering*, *2019*.

Williams, T. L. (2010). *Interior Design Clients: The Designer's Guide to Building and Keeping a Great Clientele*. Simon and Schuster.

Howell, I., & Batcheler, B. (2005). Building information modeling two years later–huge potential, some success and several limitations. *The Laiserin Letter*, *22*(4), 3521-3528.

Jarmon, L., Traphagan, T., Mayrath, M., & Trivedi, A. (2009). Virtual world teaching, experiential learning, and assessment: An interdisciplinary communication course in Second Life. *Computers & Education*, *53*(1), 169-182.

Woo, J. H. (2006, April). BIM (building information modeling) and pedagogical challenges. In *Proceedings of the 43rd ASC national annual conference* (pp. 12-14).

Pile, J. (2017). *Interior Design*. New York: Harry N. Abrams, Inc.

Anshasi, M. (2019). *Proposed framework for implementing BIM in the construction industry. Master's Theses*, Palestine: Islamic University.

Clayton, M. J. (2005). How I stopped worrying and learned to love AutoCAD. *Smart Architecture: Integration of Digital and Building Technologies*, 94-103.

Ali, A. A. M. (2020). AN INTEGRATED ANALYSIS WITH LIFE CYCLE ASSESSMENT, BUILDING INFORMATION MODELING, AND ENVIRONMENTAL PERFORMANCE FOR WINDOW MATERIALS: ASSIUT UNIVERSITY HOSPITAL CLINIC AS A CASE STUDY. *JES. Journal of Engineering Sciences*, *48*(6), 1024-1050.

Blakemore, R. G. (2006). *History of interior design & furniture*. Wiley.

Kieran, S., & Timberlake, J. (2004). *Refabricating architecture: How manufacturing methodologies are poised to transform building construction*. McGraw Hill Professional.

Kubba, S. (2012). *Building Information Modeling, in Handbook of Green Building Design and Construction*. USA :Green Globes.

Jung, Y., & Joo, M. (2011). Building information modelling (BIM) framework for practical implementation. *Automation in construction*, *20*(2), 126-133.

Lee, Y. S. (2012). Using building information modeling for green interior simulations and analyses. *Journal of Interior Design*, *37*(1), 35-50.

Hisham, Z. (2019). *Implementing (Fourth, Fifth Dimensions, Clash Detection) of building information modeling in Jordan. Master's Theses*, Amman, Isra University.