الجمهوريّة العربيّة السوريّة		Syrian Arab Republic
وزارة التعليـــم العـــالـــي		Ministry of Higher Education
الجامعة الافتراضيّة السوريّة	الجامعة الافتراضيّة السوريّة SYRIAN VIRTUAL UNIVERSITY	Syrian Virtual University

برنامج ماجستير التأهيل والتخصص في إدارة ونمذجة معلومات البناء

بحث علمي لرسالة ماجستير بعنوان

نمذجة الأبنية القائمة وتأثير تطبيق BIM على إدارة المرافق

إعداد:

المهندسة رانيه سلمان

إشراف:

الدكتورة المهندسة رنا ميا

العام الدراسي 2023

قرار لجنة التحكيم

الجامعة الافتراضية السورية

ماجستير التأهيل والتخصص في إدارة ونمذجة معلومات البناء

اسم الطالبة: رانيه سلمان

الرقم الجامعي: 179790

عنوان البحث

نمذجة الأبنية القائمة وتأثير تطبيق BIM على إدارة المرافق

أعضاء اللجنة:

الدكتورة المهندسة سونيا أحمد	(عضو)
الدكتورة المهندسة منى حمادة	(عضو)
الدكتورة المهندسة رنا ميا	(عضو مشرف)

أجيزت بتاريخ: 2023/07/06

بطاقة شكر

لأستاذتي الغالية الدكتورة رنا ميا التي ساعدني في إنجاز هذا البحث بما قدمته من نصائح مفيدة

وارشادات قيمة ومواد علمية، وكانت معي خطوة بخطة بمنتهى الصبر والتشجيع... شكراً لكِ

الإهداء

إلى الشخص الذي أمدني بالعطاء والقوة والشموخ ... أبي الغالي.. لترقد روحك بسلام

إلى الحضن الدافئ وملجأي وأماني... أمي الحبيبة

إلى رفيق الدرب.. وملاذ الروح.. ونبع العطاء... زوجي الحبيب

إلى روحي ونبضي وسرّ فرحتي ... أطفالي وفلذات كبدي

إلى سندي وعزتي وفرحتي ووسامي ... أخي وأختي الأعزاء

إلى جميع الأصدقاء ممن تلقَّيتُ منهم النصح والدعم والمساعدة أهديكم هذا العمل

{ملخص البحث}

رغم تزايد استخدام نمذجة معلومات البناء في مشاريع البناء وإثبات قدرتها على تحسين أداء صناعة البناء، إلا أن تطبيقها في إدارة المرافق لا يزال متواضعاً ولم يصل حتى الآن إلى الاستخدام الكامل المتوقع منها. المشكلة الأكثر شيوعاً التي تواجه مدراء المرافق هي إمكانية الوصول إلى المعلومات وإدارتها، فالمعلومات هي المفتاح الرئيسي لإدارة المباني القائمة والأهم من ذلك القدرة على جمعها وتحليلها والتعامل معها بطريقة مناسبة لاستخدامها لمرحلة إدارة المرافق وكامل دورة حياة المبنى. رغم ذلك لا يوجد فهم كاف للمعايير والعمليات والسياسات الصحيحة التي يجب اتباعها في تقديم هذه البيانات وإدارتها مع نقص كبير في المختصين وعدم إلمام بالبرمجيات الخاصة بها.

تهدف هذه الدراسة استكشاف قيمة BIM والتحديات التي تؤثر على تطبيقه في إدارة المرافق، ونمذجة وإنشاء واجهة عمل على مبنى قائم لمعالجة المعلومات المطلوبة لإدارة المباني القائمة بكفاءة والتحديات للحفاظ على تحديث مستمر للبيانات.

تقوم منهجية البحث على المنهج الوصفي وفق محورين:

1. **المنهج التحليلي:** من خلال توزيع استبيان على عينة مؤلفة من الموظفين والمهندسين في إدارة المرافق، وذلك لبيان أثر تطبيق نمذجة معلومات البناء على إدارة المرافق ومنطلق الدراسة التطبيقية ودراسة الحالة.
2. **دراسة الحالة:** نمذجة مبنى الجمعية العملية السورية للمعلوماتية في اللاذقية

اقترح البحث إنشاء نموذج BIM لمبنى قائم والانتقال به من مرحلة CAD إلى BIM، يتضمن جميع معلومات الأصول اللازمة لعمليات الصيانة والتشغيل في صيغة رقمية تساعد على تسهيل عملية نقل وتحديث المعلومات إلى بيئة ثلاثية الأبعاد. كما طور البحث واجهة عمل كجسر بين مختلف الأدوات المستخدمة بما يسمح بتحديث البيانات وتحريرها من وإلى نموذج BIM. ويمكن استخدامه من قبل فرق الصيانة من غير المختصين من خلال ربط جداول الصيانة داخل النموذج مع بيانات Excel واستعراض الأصول ومراقبتها رقمياً على منصة Autodesk Tandem القائمة على السحابة لعرض البيانات بصرياً وإدارتها وتحديثها وسهولة التنقل والتحكم بالوصول لجميع الفرقاء، وأخيراً الوصول إلى نموذج BIM فعال يخدم ويحسن إدارة المرافق ويمكن تحديثه خلال دورة حياة المبنى.

الكلمات المفتاحية:

(BIM) نمذجة معلومات البناء، (FM) إدارة المرافق، (BLC) دورة حياة المبنى، (O&M) التشغيل والصيانة، (LOD) مستوى التطور/ التفاصيل لنموذج BIM، As-built/ كما هو مبني. (PM) الصيانة الوقائية، (CM) الصيانة التصحيحية.(DT) التوأم الرقمي، (IOT) إنترنت الأشياء.

{Abstract}

The Building Information Modelling (BIM) is increasingly being used construction projects, and it demonstrates its ability to improve the construction industry's performance, However, its application in facility management still moderate and has not yet reached the potential and expected full use. The most common problem facing facility managers is the ability to access and manage the information. Information is the key to operate existing buildings and most importantly is the ability to collect, analyze, and handle it in an appropriate manner to be used for the facility management phase and the entire building life. However, there is insufficient understanding of the correct standards, processes and policies to be followed in the submission and management of such data, a significant lack of professionals and lack of knowledge of their software.

This study aims to explore the value of BIM and the challenges affecting its application in facility management, as well as modeling and create an interface for existing building to efficiently address the information required to manage existing buildings and challenges to maintain a continuous data update.

The research methodology is based on descriptive method in tow sections:

1- **Analytical method**: Using a questionnaire to a sample of staff and engineers in facilities management to detect the effects of applying BIM to facility management and guideline to the case study.

2- **Case study**: Modelling the building of the Syrian Computer in Latakia

The research suggested a BIM model for an existing building and its transition from CAD to BIM, including all asset's information needed for maintenance and operation processes in a digital format that helps facilitate the process of transferring and updating information to a 3D environment. The research developed an interface which act as a bridge between the various tools used to update, edit and link data from and to the BIM model. Also, can be used by non -specialist maintenance teams by linking in-form maintenance schedules with Excel data and digitally reviewing and controlling assets on the cloud-based Autodesk Tandem platform to visual display, update and manage data, with easy navigate and controlled access for all teams, and finally to achieve an effective BIM model that serves and improves facility management and can be updated during the building's life cycle.

Keywords: (BIM) Building Information Modelling, (FM) Facility Management, (BLC) Building Life Cycle, (O&M) Operations and Maintenance, (LOD) Level of Details/Development, As-built, (PM) Preventive maintenance, (CM) corrective Maintenance, (DT) /Digital Twins, (IOT) Internet of Things.

فهرس المحتويات

{ملخص البحث} 3

{ABSTRACT} 4

الفصل الأول: الإطار العام للبحث 10

عنوان البحث: 11

المقدمة: 11

أسئلة البحث: 12

فروض البحث: 12

أهمية البحث: 13

أهداف البحث: 14

منهج البحث: 15

مجتمع الدراسة وعينتها: 15

خطوات البحث: 15

حدود البحث: 16

الصعوبات والتحديات: 16

الدراسات السابقة: 17

هيكلية البحث: 35

الفصل الثاني: الإطار النظري للبحث 37

مفهوم إدارة المرافق FM: 38

مفهوم نمذجة معلومات البناء: 41

الفوائد المحتملة لـ BIM لإدارة المرافق بناء على تحليل الدراسات السابقة: 43

شرح عن منصة AUTODESK TANDEM وخدماتها 45

الفصل الثالث: الإطار العملي للبحث 54

منهجية البحث: 55

تصميم استبيان لبيان أثر تطبيق نمذجة معلومات البناء BIM على إدارة المرافق FM بناءً على التعاريف المذكورة وتحليل الدراسات السابقة 56

عينة البحث: 57

تحليل الاستبيان: 59

نتائج الاستبيان: 71

دراسة الحالة: نمذجة مبنى الجمعية السورية العلمية للمعلوماتية 74

منهجية الدراسة التطبيقية: واجهة العمل 75
خطوات الدراسة التطبيقية لإنشاء نموذج BIM يخدم FM: 76
الفصل الرابع: نتائج البحث والمقترحات المستقبلية 90
نتائج البحث: 91
العوائق والتحديات 92
المقترحات والتوصيات 94
الأبحاث المستقبلية 95
المصادر والمراجع: 97
الملحقات 99
الاستبيان 99
مخططات REVIT 106

فهرس الأشكال

الشكل 1 سير عمل AUTODESK TANDEM 48
الشكل 2 منهجية البحث..... 55
الشكل 3 توزيع العينة وفق الدور الوظيفي..... 58
الشكل 4 توزيع العينة وفق العمر وعدد سنوات الخبرة 58
الشكل 5 ما مدى معرفتك بمجال إدارة المرافق؟ 59
الشكل 6 هل تعمل حالياً أو عملت سابقاً في مجال إدارة المرافق؟ 59
الشكل 7 هل الرسومات الثنائية الأبعاد والوثائق المتوفرة في المؤسسة كافية لأداء مهماتك بكفاءة؟ 60
الشكل 8 هل هناك خطة واضحة لتوزيع المساحات تؤمن بيئة مريحة ونظيفة ويمكن تحديثها بسهولة؟..... 60
الشكل 9 هل يمكنك الوصول إلى معلومات الأصول بسهولة؟ 60
الشكل 10 هل هناك سهولة في تدفق البيانات والعمليات في مؤسستك؟ 61
الشكل 11 هل تعتمد مؤسستك على وضع خطط للصيانة الوقائية PM؟..... 61
الشكل 12 هل تستغرق إجراءات الصيانة التصحيحية CM وقتاً طويلاً؟..... 61
الشكل 13 هل تلبي إجراءات الصحة والسلامة الاستجابة السريعة للطوارئ؟ 62
الشكل 14 هل تتبع إجراءات الشراء خطط الصيانة الوقائية والبيانات المقدمة من قبل إدارة المرافق؟..... 62
الشكل 15 هل تعتمد مؤسستك برمجيات معينة لأتمتة طلبات العمل وأوامر الشراء؟ 62
الشكل 16 هل تستخدم نمذجة معلومات البناء BIM في مؤسستك؟ 63
الشكل 17 البرمجيات المستخدمة..... 63
الشكل 18 ما رأيك في إنشاء نموذج BIM للمباني القائمة وتأثيره على عمليات التشغيل والصيانة؟..... 64
الشكل 19 هل يؤدي دمج نموذج BIM مع منصة لتبادل المعلومات إلى تمكن فرق إدارة المرافق من الوصول إلى البيانات واستردادها بسرعة؟ 65
الشكل 20 هل يؤدي تطبيق BIM إلى زيادة كفاءة وصول موظفي التشغيل والصيانة إلى البيانات؟ 65
الشكل 21 هل يؤدي تطبيق BIM إلى تحسين التصميم المستقبلي للتشغيل والصيانة الوقائية PM؟..... 66
الشكل 22 هل يؤدي تطبيق BIM إلى تسهيل عملية صنع القرار طوال مرحلة التشغيل والصيانة؟ 66
الشكل 23 هل يؤدي تطبيق BIM إلى تحسين الاستجابة لمتطلبات المالك؟ 66
الشكل 24 هل يؤدي تطبيق BIM لتقليل الوقت وتحسين الجدول الزمني لطلبات العمل وإجراءات الشراء؟..... 67
الشكل 25 هل يحتاج نموذج BIM الذي تم إنشاؤه لمرحلة إدارة المرافق إلى مستوى تفاصيل متقدم أكبر أو يساوي من LOD300؟..... 67
الشكل 26 هل يتطلب إنشاء نموذج BIM لمرحلة إدارة المرافق إلى تكاليف عالية؟ 68
الشكل 27 هل يتطلب إنشاء نموذج BIM لمرحلة إدارة المرافق إلى زيادة تدريب العاملين؟..... 68
الشكل 28 هل يتطلب إنشاء نموذج BIM لمرحلة إدارة المرافق إلى إجراءات خاصة فيما يتعلق بأمن المعلومات وتقييد الوصول؟ 69
الشكل 29 هل يمكن لتطبيق تقنيات التوأم الرقمي أو إنترنت الأشياء أن تحسن من كفاءة إدارة المرافق مستقبلاً؟.... 69
الشكل 30 هل يشكل الافتقار للتكنولوجيا المطلوبة عائقاً أمام تطبيق تقنيات التوأم الرقمي وإنترنت الأشياء؟ 70
الشكل 31 هل يمكن للمكاسب المتوقعة من تطبيق تقنيات التوأم الرقمي وإنترنت الأشياء لخدمة إدارة المرافق أن تبرر التكاليف العالية لهذه التقنيات؟ 70
الشكل 32- منهجية دراسة الحالة 75

فهرس الصور:

الصورة 1مستويات التطور LOD المصدر[21] 21LODPLANNER.COM 42
الصورة 2 فئات البيانات في TANDEM مصدر الصورة 17 46
الصورة 3 مخطط لسير العمل والمسؤوليات، مصدر الصورة 17 51
الصورة 4 مبنى الجمعية 74
الصورة 5 DIRROOTSONE مصدر الصورة DIROOTS.COM [22] 75
الصورة 6 RENDER VIEW 76
الصورة 7 RENDER VIEWS 77
الصورة 8 – إضافة SHARED PARAMETERS 79
الصورة 9 إضافة PROJECT PARAMETERS 80
الصورة 10 إنشاء جداول الصيانة الوقائية 80
الصورة 11 تصدير جداول الصيانة إلى ورقة عمل EXCEL باستخدام DIROOTS 81
الصورة 12 استيراد جداول الصيانة من ورقة عمل EXCEL باستخدام DIROOTS 81
الصورة 13 إنشاء حساب على المنصة 84
الصورة 14 إنشاء لقطات عرض 85
الصورة 15 أداة القياس على المنصة 85
الصورة 16عرض الأصول وفق رقم الفراغ 001 86
الصورة 17 عرض جميع أصول الطابق الثالث مع خيارات لونية 87
الصورة 18عرض جميع النوافذ والواجهات الزجاجية للمبنى مع بياناتها المستوردة من REVIT 87
الصورة 19إضافة مستخدمين للمنصة مع التحكم بالسماحية 88
الصورة 20 تحديث النموذج المصدّر على المنصة 88

فهرس الجداول:

جدول 1 فوائد تطبيق BIM على مستوى المال والأعمال 43
جدول 2 فوائد تطبيق BIM على مستوى القيادة الاستراتيجية 44
جدول 3 فوائد تطبيق BIM على مستوى عمليات التشغيل والصيانة 44
جدول 4 فوائد تطبيق BIM على مستوى إدارة المشاريع 44
جدول 5 الأصول المختارة للدراسة 78
جدول 6 الصيانة الوقائية لأرضيات الطابقين الأرضي والأول مع بيانات الغرف والمساحات والكلفة 82
جدول 7 الصيانة الوقائية لأبواب الطابقين الأرضي والأول مع الكلفة 83

الفصل الأول: الإطار العام للبحث

عنوان البحث

أسئلة البحث

فروض البحث

أهمية البحث

أهداف البحث

منهج البحث

مجتمع الدراسة وعينتها

خطوات البحث

حدود البحث

الصعوبات والتحديات

الدراسات السابقة

هيكلية البحث

عنوان البحث:

نمذجة الأبنية القائمة وتأثير تطبيق BIM على إدارة المرافق

المقدمة:

يعرف ISO إدارة المرافق FM بأنها "وظيفة تنظيمية تدمج الأشخاص والمكان والعمليات في البيئة المبنية بهدف تحسين نوعية حياة الناس وإنتاجية الأعمال الأساسية" [1]

كذلك تعرف الرابطة الدولية لإدارة المرافق IFMA إدارة المرافق FM على أنها "مهنة تشمل تخصصات متعددة لضمان الوظائف والراحة والسلامة والكفاءة للبيئة المبنية من خلال دمج الأشخاص والمكان والعملية والتكنولوجيا"[2]

"وتعتبر إدارة المرافق FM إدارة أصول المباني وتتطلب إدارة كمية كبيرة من البيانات التي يجب أن تكون متاحة دائماً، لكنها حتى اليوم ما تزال تعتمد على مستندات ورقية عرضة للخسارة أو نظام معلومات ورسوم ثنائية البعد D2 كقاعدة معلومات لصيانة المرافق والذي يسبب بعض المشاكل مثل النقص في تكامل المعلومات من خلال المساقط ثنائية البعد، ونقص التعاون بين الأطراف المختلفة والاختصاصات المختلفة. وهذا أحد الأسباب الرئيسية لزيادة التكاليف في مرحلة التشغيل والصيانة، إلى جانب الافتقار إلى قابلية التشغيل البيني والاتصال. في السنوات الأخيرة خضعت صناعة البناء لعملية رقمنة مدعومة بظهور تقنيات جديدة"[6] . وقد ساهم ذلك بالتشجيع على استخدام نمذجة معلومات البناء BIM في مشاريع البناء، إلا أن تطبيق BIM لـ FM لم يصل حتى الآن إلى الاستخدام الكامل والمتوقع منه.

- تهدف هذه الدراسة **استكشاف قيمة BIM والتحديات التي تؤثر على تطبيقه في FM**، ومعالجة المعلومات المطلوبة لإدارة FM بكفاءة في المباني القائمة والتحديات للحفاظ على تحديث مستمر لمعلومات BIM في FM. بالإضافة إلى ذلك تستكشف الدراسة إنشاء نموذج BIM لمبنى قائم والانتقال به من مرحلة CAD إلى BIM، وتضمين النموذج جميع معلومات الأصول اللازمة لعمليات الصيانة والتشغيل في صيغة رقمية تساعد على تسهيل عملية نقل وتحديث المعلومات إلى بيئة ثلاثية الأبعاد، وتمكن الأطراف المشاركة في المشروع أن تحصل

على معلومات كاملة عن حالة المنشـــأة الحالية والســـابقة. وتمكن فريق إدارة المرافق من غير المختصـين أن يتعقب ويحصـل على المعلومات الأخيرة أو الشـروط أو الصـيانات خلال مرحلة الصيانة والتشغيل.

المعلومات هي المفتاح الذي يلعب دوراً مهماً في إدارة المرافق الفعالة ومن ثم طوال دورة حياة المبنى بالكامل (BLC). من خلال BIM يتم التعامل مع المعلومات بكفاءة كاملة خلال BLC. باستخدام التكنولوجيا الحالية يصبح إنشاء نموذج BIM للمباني القائمة أمراً سهلاً ويمكن أن ينتج نموذجاً سريعاً وموثوقاً غنياً بالبيانات للمباني القائمة. يوفر التكامل الفعال بين BIM وFM تقديم الصيانة المطلوبة المحددة مسبقاً وزيادة عامة في الكفاءة في العمل اليومي للعمليات والصيانة. من خلال دمج BIM وFM يمكن تحقيق التوفير في التكلفة والتوفير في الطاقة. سيكون التحدي الرئيسي هو الأتمتة الكاملة لتحديث البيانات في نموذج BIM وتكامله مع FM.

أسئلة البحث:

1. ما هي المعلومات اللازمة لإنشـــاء نموذج BIM يخدم FM في المباني القائمة؟ وما هو مستوى LOD المطلوب لكل من الأصول الموجودة في المبنى؟
2. كيف يمكن إدارة النموذج وتحديثه بشكل مستمر طوال دورة حياة المبنى؟
3. ما القيمة التي يضيفها تطبيق BIM لإدارة المرافق؟

فروض البحث:

- في الآونة الأخيرة تزايد الاهتمام بتطبيق BIM في صناعة البناء وخاصة في المراحل المبكرة للبناء مع المزايا التي يقدمها، لكن مع دخول المبنى في مرحلة التشغيل والصيانة والحاجة لكمّ هائل من البيانات وإدارتها والتحكم بها لتحقيق الكفاءة في التشـغيل، بدأت الأبحاث تتجه نحو تطبيق التكامل بين FM &BIM ودمجهما ليس فقط للمباني الجديدة ولكن للمباني القائمة التي لم تكن مبنية على أساس BIM.

- رغم تعدد الدراسات والأبحاث عن القيمة المضافة لتطبيق BIM في إدارة المرافق لكن على أرض الواقع لا يزال الطلب على BIM بالنسبة لمجالات FM يكاد يكون معدوماً، والحقيقة أن إدارة المرافق بحد ذاتها كمفهوم ليس شائعاً في سورية بعد، ويرجع ذلك إلى نقص الوعي لدى العملاء وقلة المعرفة بالبرمجيات الخاصة بـ FM ونقص المختصين. تخلق هذه العوامل مجتمعة حلقة مفرغة تلعب دوراً سلبياً في اعتماد BIM لأجل FM.
- يمكن لاستخدام BIM في إدارة المرافق أن يضيف قيمة كبيرة من خلال التوثيق ومراقبة الجودة والصيانة وبيانات الضمان وإدارة معلومات الخدمة والطاقة والمساحة والتقييم والمراقبة وما إلى ذلك، كما أن وجود قاعدة بيانات رقمية لمعلومات البناء سيسمح للإدارة المالية والموظفين باتخاذ قرارات صيانة أفضل وأسرع وتوفير أداء عالي الجودة. ويمكن أيضاً لقاعدة البيانات نفسها التي تحتوي على معلومات المبنى أن تدعم الاستخدام الأمثل للمبنى وتعديله على مدار حياته وفق متطلبات كل مرحلة.
- بيانات BIM للعديد من المباني الحالية إما غير متوفرة أو غير كافية، كما أن عملية البحث عن المعلومات بين الوثائق الورقية والرسومات الثنائية الأبعاد مرهقة وغير مجدية وغالباً ما تؤدي إلى إدارة غير فعالة للمنشأة وضياع الوقت وزيادة تكلفة الصيانة.
- تتمثل إحدى طرق إنشاء نموذج BIM ثلاثي الأبعاد من الرسومات ثنائية الأبعاد القديمة من خلال برامج الكمبيوتر مثل برامج CAD والتي تشمل الشكل والمظهر ولكنها لا تمثل المعلومات الموضوعية ومحددات الكائن، وبالتالي لا يمكن استخدامها لتطبيقاتBIM، على أنه يمكن إضافة المعلومات يدوياً مثل المواصفات من مستندات البناء أو المشاهدة والصور إلى كل عنصر من عناصر البناء.

أهمية البحث:

رغم تزايد استخدام نمذجة معلومات البناء في مشاريع البناء وإثبات قدرتها على تحسين أداء صناعة البناء، إلا أن تطبيقها في إدارة المرافق لا يزال متواضعاً ولم يصل حتى الآن إلى الاستخدام الكامل المتوقع منها.

المشكلة الأكثر شيوعاً التي تواجه مدراء المرافق هي إمكانية الوصول إلى المعلومات وإدارتها، فالمعلومات هي المفتاح الرئيسي لإدارة المباني القائمة والأهم من ذلك القدرة على جمعها وتحليلها والتعامل معها بطريقة مناسبة لاستخدامها لمرحلة FM وكامل دورة حياة المبنى. رغم ذلك لا يوجد فهم كاف للمعايير والعمليات والسياسات الصحيحة التي يجب اتباعها في تقديم هذه البيانات وإدارتها ونقص كبير في المختصين وعدم إلمام بالبرمجيات الخاصة بـ FM. ولذلك هناك حاجة إلى مزيد من الوعي والبحوث لتطوير ممارسات تنفيذ BIM جيدة باستخدام برمجيات سهل التعامل معها، مما يؤدي إلى إدارة فعالة للمشروع والحد من استهلاك الوقت والتكلفة.

تبرز أهمية هذا البحث كونه محاولة علمية جادة لوضع حجر الأساس لتحقيق تكامل BIM مع FM وتسليط الضوء على القيمة المضافة لـ BIM في مجال إدارة المرافق.

أهداف البحث:

لطالما كانت مرحلتي التصميم والتنفيذ تحصلان على القدر الأكبر من الدراسات والبحوث والاهتمام، وغالباً تكون مشاركة مدراء المرافق محدودة خلال دورة حياة المباني حيث لا تتم دعوتهم إلا في المرحلة النهائية من البناء عند تسليم المباني للعملاء. ولذلك يواجه العاملين في إدارة المرافق مشكلة كبيرة أثناء مرحلة التشغيل والصيانة حيث البيانات المطلوبة لإدارة فعالة ورشيقة لـ FM إما أن تكون ناقصة أو غير كافية، وهو ما نجده أكثر في المباني القائمة.

وحيث أن BIM أداة مهمة لممارسة FM مع القدرة على تحديث المعلومات البيانات باستمرار. تتمثل الأهداف الرئيسية بإبراز دور وأهمية BIM في المراحل اللاحقة من دورة حياة البناء متمثلة بـ FM.

- المطلوب في هذه الدراســة إنشــاء نموذج BIM لمبنى قائم ومعالجة المعلومات وربطها بالنموذج من أجل تحقيق إدارة مرافق فعالة والوقوف على التحديات للحفاظ على تحديث معلومات BIM في FM، وذلك من خلال ربط النموذج على منصة Autodesk Tandem. وهي منصة حديثة نســبياً /2020/، تم إنشــاؤها حول عارض Forge المعدل، وعلى عكس الملفات الافتتاحية من Revit أو AutoCAD أو Inventor، فإن Tandem يعتمد على السحابة بنسبة 100٪ ولديه قاعدة بيانات جديدة تماماً تتمحور حول تدفق النماذج التي تركز على الأصول.

منهج البحث:

يعتمد البحث على المنهج الوصفي وفق محورين:

- **المنهج التحليلي:** من خلال توزيع استبيان على عينة مؤلفة من موظفين والمهندسين في إدارة المرافق، وذلك لبيان أثر تطبيق نمذجة معلومات البناء على إدارة المرافق ومنطلق نحو الدراسة التطبيقية.
- **دراسة الحالة:** نمذجة مبنى الجمعية العملية السورية للمعلوماتية في اللاذقية

مجتمع الدراسة وعينتها:

يتضمن المجتمع عدد من الموظفين والمهندسين ذوي الخبرة في إدارة المرافق من منظمات مختلفة في عدة محافظات سورية. بالإضافة إلى الحالة الدرسية المتمثلة بمبنى الجمعية السورية العلمية للمعلوماتية في اللاذقية.

خطوات البحث:

1. تنظيم استبيان لبيان أثر تطبيق نمذجة معلومات البناء BIM على إدارة المرافق FM والتحديات التي تواجه إدارة المرافق في الشركات السورية ومدى دراية العاملين في المجال بتطبيقات BIM وما الإضافة التي يمكن أن تقدمها.
2. تقديم البيانات التجريبية وفق الأجوبة لتسهيل تحليل وجهات النظر المختلفة.
3. تحديد البيانات اللازمة لإنشاء نموذج BIM من أجل إدارة المرافق مع LOD اللازم.
4. البرامج المستخدمة لنمذجة الحالة الدرسية:

Autodesk Revit®, DiRoots® plug-in, Autodesk Tandem Platform®, Excel®

5. تحديد الأصول التي ستشملها الدراسة (عناصر معمارية وأجهزة الإنارة وبياضات صحية) ومعالجة البارامترات الخاصة بها لإنشاء جداول الصيانة الوقائية.
6. استخراج جداول الصيانة إلى ورقة عمل Excel ومزامنتها مع النموذج باستخدام DiRoots
7. تحميل النموذج على منصة Autodesk Tandem لإدارة الأصول. وهي منصة تقنية رقمية مزدوجة قائمة على السحابة، تسمح بإنشاء وتسليم توأم رقمي إلى مالكي المباني والمشغلين من خلال تسخير بيانات BIM طوال فترة التشغيل والصيانة.

8. تحليل نتائج الحالة الدرسية واكتشاف مزايا وفوائد وعيوب المنصة بالنسبة لـ FM
9. الخطوة الأخيرة كتابة فصـل التحليل والمناقشـة، يحاول التقرير ربط النظرية والبيانات التجريبية. ويحاول الإجابة على أسئلة البحث.

حدود البحث:

- الحدود الموضوعية: دراسة تأثير تطبيق BIM على إدارة المرافق
- الحدود المكانية: المحافظات الســـورية، والحالة الدرســـية مبنى الجمعية الســـورية العلمية للمعلوماتية في اللاذقية من خلال دراسة العناصر المعمارية وأجهزة الإنارة وبياضات صحية.
- الحدود الزمانية: النصف الأول من عام 2023

الصعوبات والتحديات:

- يحتاج الوصول إلى بيانات ومعلومات BIM تخدم FM في المباني القائمة إلى الكثير من الموارد والمال والوقت لذلك تمثل التكلفة لإنشاء BIM في المباني القائمة تحدياً رئيسياً.
- خصوصية بيانات المرافق بالنسبة لأصحاب المنشأة واعتبارات الخصوصية والأمن السيبراني.
- من القيود الأخرى نقص الوعي والخبرات ببرمجيات FM في سورية وصعوبة الحصول عليها.
- صعوبة التكيف مع تطورات BIM الجديدة وتحديات تحديثها في المباني القائمة.

الدراسات السابقة:

الدراسة الأولى: تطبيقات نمذجة معلومات المباني في مرحلة تشغيل وصيانة مشاريع التشييد: إطار لصناعة التشييد الماليزية

Musarat, M. A., Alaloul, W. S., Cher, L. S., Qureshi, A. H., Alawag, A. M., & Baarimah, A. O. (2023). **Applications of Building Information Modelling in the Operation and Maintenance Phase of Construction Projects: A Framework for the Malaysian Construction Industry.** Sustainability, 15(6), 5044.

إن نمذجة معلومات البناء (BIM) حل إبداعي لتحسين مرحلة التشغيل والصيانة لمشاريع البناء. إنما ما يزال مستوى تبني الـ BIM في مرحلة لتشغيل والصيانة متواضعاً في مشاريع البناء في ماليزيا، ولذلك هناك حاجة لوضع إطار عمل ضمن صناعة البناء من أجل تبني الـ BIM في مرحلة التشغيل والصيانة. هدف الدراسة هو دراسة العوامل التي تؤثر على تطبيق تكنولوجيا الـ BIM في مرحلة التشغيل والصيانة. واستناداً إلى النتائج فقد تم تطوير إطار مفاهيمي لتوفير نظرة ثاقبة للمسألة واتجاه مستقبلي للتغلب على المسألة. وبذلك تمكنت هذه الدراسة من توفير منظور عميق للباحثين المستقبليين في العوامل التي يمكن أن تعزز من تطبيق برامج BIM خلال مرحلة التشغيل والصيانة لمشاريع البناء.

...تمثلت الحواجز الخمسة الرئيسية في:

1- نقص المواد والمعدات التعليمية المعدة من قبل مؤسسات أكاديمية
2- التوضيح فيما يتعلق بالنظام العام لإدارة الـ BIM ومؤشرات الأداء الرئيسية والمعايير
3- تحديد حقوق الملكية والنشر فيما يتعلق ببيانات BIM
4- عدم وجود إطار تعاقدي وقانوني لتنفيذ تطبيقات BIM في الصناعة
5- عدم وضوح تدفق العمل عند تطبيق الـ BIM داخل المنظمة في مرحلة التشغيل والصيانة

بينما كانت أهم خمسة دوافع ومحفزات كما يلي:

1- زيادة كفاءة وصول موظفي التشغيل والصيانة إلى البيانات
2- تحسين التصميم المستقبلي للتشغيل والصيانة
3- تسهيل عملية صنع القرار طوال مرحلة التشغيل والصيانة
4- تحسين فعالية نموذج التسليم من مرحلة التشييد إلى مرحلة التشغيل والصيانة
5- توفير منصة لتبادل المعلومات

الدراسة الثانية: نماذج إدارة المرافق القائمة على BIM للمباني القائمة

Soliman, K., Naji, K., Gunduz, M., Tokdemir, O., Faqih, F., & Zayed, T. (2022**). BIM-based facility management models for existing buildings**. Journal of Engineering Research, 10(1A), 21-37.

تستخدم نمذجة معلومات البناء (BIM) بشكل رئيسي لتصميم وتشييد المباني الجديدة. ومع ذلك فإن أحد التحديات الأساسية التي تواجه تبني الـ BIM للمباني القائمة والقديمة التي شُيدت من دون نمذجة هو الحصول على بيانات البناء الأساسية والدقيقة وتحويلها إلى نموذج BIM. بناء على هذا التحدي تطور هذه الدراسة إطاراً يستخدم تقنيات مختلفة لجمع البيانات للمباني القائمة ثم تحويلها إلى نماذج BIM ثلاثية الأبعاد، والتي من خلالها يمكن تحسين عمليات إدارتها كمرافق خلال فترة تشغيلها. وقد أُستخدم على وجه التحديد تقنيات المسح الليزرية ثلاثية الأبعاد لالتقاط بيانات المباني الداخلية بينما أُستخدمت طيارات بدون طيار مزودة بكاميرات عالية الدقة (UAV) لالتقاط البيانات الخارجية للمباني كالأبعاد وأشكال المواد والأسطح المختلفة، بعد ذلك تم تحويل البيانات الملتقطة إلى نموذج ثلاثي الأبعاد عالي الدقة. مما حقق الدقة للنموذج الهندسي من خلال تحويل المخططات الهندسية الثنائية الأبعاد إلى ثلاثية أبعاد وباستخدام أدوات التصميم الهندسي المعروفة. علاوة على ذلك تم دمج النموذج الثلاثي الأبعاد مع منصة نظام إدارة المباني على الإنترنت (BMS).

تظهر نتائج الدراسة أن طريقة النقل من CAD إلى BIM كانت الأكثر استهلاكاً للوقت مع استخدام الحد الأدنى من الموارد. بالمقابل استهلك تكامل خدمات إدارة المباني أقل وقت وأقل تكلفة ولكنه تطلب موارد كبيرة. كذلك أظهر المسح الضوئي إلى BIM والطائرات بدون طيار إلى BIM علاقة منطقية بين التكلفة والوقت مما يتطلب نفس الموارد المخصصة تقريباً.

تقدم هذه الورقة مقارنة مفصلة لتقنيات التقاط البيانات الثلاث المختلفة للتحويل الرقمي للمرافق القائمة. بالإضافة إلى ذلك، يعرض كيف يمكن دمج هذه البيانات الملتقطة في أنظمة إدارة المباني الحالية إلى تعزيز عمليات الصيانة والتشغيل. تظهر الدراسة التقنيات لكل من المنصات القائمة على التكنولوجيا والتكلفة والوقت المرتبط بالتنفيذ والمزايا والعيوب، كذلك متى وأين يمكن استخدام كل عملية التقاط التقنية. إذا كانت رسومات CAD غير متوفرة، يمكن استخدام النموذج المسح بالليزر السحابي كمصدر بيانات لبناء نموذج BIM الداخلي بطريقة مماثلة. يمكن بعد ذلك استخدام نموذج تخطيط ضوئي بدون طيار (بدلاً من As–built) للشكل الخارجي عن طريق تصدير هذا الطراز إلى رسومات ثنائية الأبعاد. طريقة

أخرى هذا الإطار متعدد الاستخدامات هو أن أي BMS مع بروتوكول BACnet يمكن دمجه مع نموذج Autodesk Revit BIM. والنتيجة واحدة المنصة التي تستخدم BIM لمركزية جميع بيانات البناء والتي يمكن أن تساعد فرق FM في الوصول إلى البيانات واستردادها بسرعة.

الدراسة الثالثة:BIM لإدارة المرافق: اكتشاف عملية تسليم معلومات الأصول والتحديات المرتبطة بها

Tsay, G. S., Staub-French, S., & Poirier, É. (2022**). BIM for facilities management: An investigation into the asset information delivery process and the associated challenges**. Applied Sciences, 12(19), 9542.

المشكلة الأكثر شيوعاً التي تواجه مدراء المرافق هي إمكانية الوصول إلى المعلومات. في حين أُفترض BIM كحل محتمل لزيادة جودة وتوافر معلومات الأصول لدعم إدارة المرافق (FM)، إلا أن القليل من الدراسات تضمنت الجوانب الصعبة لتطوير وتقديم هذه المعلومات في سياق مشاريع العالم الحقيقي مع متطلبات المعلومات المحددة من قبل المالك. **يساهم هذا البحث في فهم أفضل لعملية تسليم معلومات الأصول التي تدعم BIM والتحديات التي تواجهها من خلال وصف العملية في ثمانية أنشطة رئيسية مع الأمثلة:**

1. تعريف المعلومات المطلوبة (متطلبات BIM)
2. تطوير نموذج يراعي متطلبات BIM (إنشاء أصول رقمية في BIM)
3. التحقق من صحة المعلومات المتعلقة بالأصول في BIM
4. تحديثات النموذج على أساس تغييرات التصميم أثناء التشييد
5. استخراج البيانات من نماذج التصميم إلى قاعدة بيانات خارجية (إنشاء سجل للأصول)
6. ربط معلومات الأصول من مرحلة البناء بمثيلاتها الرقمية في قاعدة البيانات الخارجية
7. التحقق من صحة معلومات الأصول في قاعدة البيانات الخارجية
8. تحميل معلومات الأصول في أنظمة التشغيل والصيانة.

تساهم الدراسة أيضاً بالنقاط التالية:

- تسلط الضوء على أهمية التحقق من صحة معلومات الأصول المنتجة من نموذج BIM وذلك لعدم الاتساق بين الطريقة التقليدية التي استخدم بها المصممون BIM لأعمالهم الخاصة وكيف يُتوقع منهم استخدام BIM لتقديم معلومات الأصول.

- تقدم لمحة عن وجود نطاق إضافي لهذه العملية لفريق التنفيذ مقارنة بتنفيذ المشروع التقليدي.
- يبرهن على أن فكرة جعل نموذج BIM مستودعاً مركزياً لجميع المعلومات المتعلقة بالأصول ليست بالضرورة ذات صلة بإدارة التشغيل والصيانة.

واستناداً إلى عملية تسليم المعلومات عن الأصول التي وضعت في هذه الدراسة، وضعت التحديات المذكورة سابقاً في المؤلفات في سياقها، ورسمت خرائط لها عبر مختلف مستويات التنفيذ (أي مراحل المشروع والتنظيم والصناعة) والمشاريع، وأقيمت روابط سببية بينها. على الرغم من أن هذه التحديات قد تم تحديدها سابقاً في الأدبيات، إلا أن الطريقة التي لوحظت بها في هذه الدراسة توفر رؤى إضافية:

1. هناك تركيز كبير على الافتقار إلى قابلية التشغيل البيني كأحد التحديات الرئيسية في BIM لإدارة المرافق. وقد جرت عدة محاولات لمعالجة هذه المسألة من خلال تطوير أدوات تكنولوجية لأتمتة تبادل معلومات البناء بين مختلف البرامج. غير أنه لوحظ في هذا المشروع أن التحدي المتمثل في تبادل المعلومات بين BIM وغيره من نظم التشغيل والصيانة ينبع من الافتقار إلى هيكل ملائم في المعلومات المتعلقة بالأصول التي أنشئت في BIM، وبعبارة أخرى، الافتقار إلى جودة المعلومات في BIM بالنسبة إلى إدارة التشغيل والصيانة، على النحو الذي ناقشه.
2. عدم وجود متطلباتBIM واضحة لإدارة المرافق في المراحل المبكرة من المشروع، على الرغم من أن الحل المقدم غالباً هو مشاركة المالكين في المراحل المبكرة، إلا أنه من الصعب على المالكين تحديد المعلومات المطلوبة المناسبة. ولايزال وجود مدخلات كافية من فرق التشغيل والصيانة في وقت مبكر يمثل تحدياً. كذلك هناك فهم محدود لكيفية دعم BIM لأنشطة FM.
3. على الرغم أن التأثيرات على العمليات الحالية (زيادة التعقيد والنطاق والتكلفة والجدول الزمني) قد ذُكرت في دراسات سابقة لايزال هناك القليل من المعلومات بشأن كيفية تأثر أنشطة فرق التصميم والمقاولين والمهنيين في هذه العملية بالضبط ومن شأن الافتقار إلى الوعي بهذه الآثار أن يمنع أصحاب المصلحة من اتخاذ قرارات مستنيرة خلال طلب المناقصات، وتخصيص الموارد اللازمة للمشروع، مما يضر في نهاية المطاف بنوعية المعلومات المتعلقة بالأصول التي تحققت في نهاية العملية.
4. على الرغم من أن بعض الدراسات تقدم تقديرات للقيمة تستند إلى الدراسات الاستقصائية والمقابلات، فإن الأدلة على القيمة ليست قوية بما يكفي لتوفير الدعم الكافي لصنع القرار.

الدراسة الرابعة: الاتجاهات في اعتماد BIM وIoT وDT لإدارة المرافق: تحليل سينتومتري واستعراض شبكة الأحداث المشتركة

Siccardi, S., & Villa, V. (2022). **Trends in Adopting BIM, IoT and DT for Facility Management: A Scientometric Analysis and Keyword Co-Occurrence Network Review**. Buildings, 13(1), 15.

تهدف هذه الدراسة إلى فهم التقنيات المقدمة في قطاع التشغيل والصيانة، بالإضافة إلى المؤلفين والمصادر الرئيسية التي تدرسها. يتم إجراء تحليل ببليومتري على 220 وثيقة تابعة لـ Scopus DB. تم تحليل الوثائق باستخدام أدوات التحليل الببليومترية، مثل Biblioshiny وVOSviewer. تُظهر النتائج كيف أن FM وتنفيذ التقنيات في ممارساتها، مثل نمذجة معلومات البناء (BIM) وإنترنت الأشياء IoT والتوأم الرقمي DT، هي مجالات ذات نمو هائل في السنوات الأخيرة. ظهرت تقنيات أخرى، مثل blockchain والذكاء الاصطناعي AI والتعلم الآلي ML والواقع المعزز AR، كجزء من الرقمنة في FM، والتي تعد جزءاً من الانتقال نحو البناء 4.0.

تحدد هذه الورقة التقنيات الرئيسية لـ BIM FM وIoT و DT. الهدف من هذه الورقة هو عرض حالة هذه التقنيات والاتجاهات المرتبطة بها، إلى جانب تطبيقها في قطاع إدارة المرافق والمؤلفين والمصادر والبلدان التي تساهم في أبحاثها. أولاً، يسمح مخطط من ثلاث مجالات بإلقاء نظرة عامة على البلدان والمصادر الأكثر إنتاجية المرتبطة بالمواضيع المدروسة. وكشف تحليل الاتجاهات الزمنية عن الزيادة الكبيرة في عدد المنشورات في السنوات الأخيرة، مع زيادة في عدد المنشورات ليصل لحوالي 220.11% أكد تحليل عبارة "ديناميكيات BIM على أنها أكثر الموضوعات المشار إليها، تليها DT والاهتمام المتزايد بمنطقة إدارة المرافق. ظهرت موضوعات أخرى متصلة، مثل blockchain وAI وAR وML وصناعة البناء 4.0. على وجه الخصوص، أظهرت العديد من الدراسات التطبيق المحتمل لـ blockchain في إدارة المرافق وتعتبر على حد سواء مع تقنيات DT وIoT وAI وAR وغيرها في قاعدة رقمنة FM.

تُظهر خريطة التعاون القطري تعاون قوي بين الصين وهونغ كونغ، والصين والمملكة المتحدة، والمملكة المتحدة وأستراليا. يمكن أيضاً التقاط هذا النمط في ثبوت أعضاء مجموعة البحث. وأخيرا، أجري تحليل للشبكات الببليومترية باستخدام برنامج VOSviewer. أظهر تحليل شبكة الكلمات الرئيسية للحدث المشترك وجود خمس مجموعات. الأول يتعلق بالـ DT، والثاني BIM، والثالث صناعة البناء، والرابع إدارة المعلومات، والخامس FM.

الدراسة الخامسة: مراجعة الأدبيات حول الرقمنة في إدارة المرافق وقياس أداء إدارة المرافق: مساهمة الصناعة 4.0 في العصر العالمي

Lee, J. Y., Irisboev, I. O., & Ryu, Y. S. (2021). **Literature Review on Digitalization in Facilities Management and Facilities Management Performance Measurement: Contribution of Industry 4.0 in the Global Era**. Sustainability, 13(23), 13432.

هدفنا في هذه الدراسة هو تقديم مراجعة منهجية شاملة حول الرقمنة (DT) في إدارة المرافق (FM) وإدارة الأداء (PM) FM.

نتيجة لذلك، تم تحديد 130 مقالة نُشرت بين عامي 1990 و2021 في مجلات أكاديمية رفيعة المستوى وتم الاستشهاد بـ 61 مقالة فقط، لأن الدراسات المتبقية لم تكن ذات صلة مباشرة بموضوع المقالة.

في مقالتنا لمراجعة الأدبيات، نصنف الأدبيات بناء على مجالات FM مثل hard (على سبيل المثال، صيانة نسيج المباني، وتنسيق الحدائق، والديكور والتجديد، وصيانة الكهرباء والميكانيك، والسباكة والصرف، وصيانة مكيفات الهواء، وصيانة المصعد والسلالم المتحركة، وصيانة نظام السلامة من الحرائق، وإدارة المشاريع الصغيرة، وما إلى ذلك) وSoft (على سبيل المثال، التنظيف، المطاعم، الأمن، خدمات العاملين، التخلص من النفايات، إعادة التدوير، مكافحة الآفات، صيانة الأرض، المصانع الداخلية، إلخ.) وأيضاً الإدارة، فضلاً عن التركيز على وضع معايير مرجعية والابتكار في PM في إدارة المرافق. ترتبط معظم المقالات التي قمنا بمراجعتها من النوع hard، لذلك ينصب تركيزنا على خدمات FM الصعبة ويتم مناقشة دور تطبيقات DT والمقارنة والابتكار في FM

- Hard FM (BIM, IoT, GIS)

تزيد هذه التكنولوجيات من كفاءة إدارة المباني. "يمكن دمج تقنيات BIM–IoT بشكل فعال في ست وظائف لإدارة الأصول مثل إدارة الطاقة وإدارة العمليات والصيانة وإدارة المساحات وإدارة مشاريع FM وإدارة الطوارئ وإدارة الجودة"

- Benchmarking in FM

"وفي حالة وضع معايير مرجعية غير رسمية، تساعد أدوات وضع المعايير على زيادة مستوى الأداء ونوعية الخدمات في المرافق، وفي حالة وضع معايير مرجعية رسمية، يساعد وضع معايير مرجعية على وضع استراتيجيات تؤدي بالشركات إلى أن تكون قادرة على المنافسة في هذه الصناعة"

- Innovation in FM

"أدركت معظم المقالات التي تركز على الابتكار العام في الأدبيات الإدارية مؤخراً أن «المنطق المعيب المتمثل في أن الابتكار مرتبط ارتباطاً وثيقاً بتكنولوجيات اتصالات المعلومات أو متولد عنها مكشوف والابتكار يسمح لمديري المرافق باكتشاف الأخطاء والتعلم منها واكتشاف نتيجة تصبح مفيدة في النهاية". تعتمد العمليات المبتكرة في FM بشكل أساسي على التطبيقات الرقمية مثل BIM وGIS والسحابة النقطية والمسح التصويري والمسح الليزري ثلاثي الأبعاد. يعمل تطبيق هذه التقنيات الرقمية في FM على تحسين سلامة البيئات المبنية وعملية الصيانة وإدارة الأراضي.

- Sustainability in Facilities Management (FM)

خلال العقود الماضية، تمت مناقشة العديد من منهجيات البحث لتقييم قضايا FM المستدامة في العديد من المقالات البحثية المتعلقة FM. علاوة على ذلك، ركز الباحثون في مجال الاستدامة على دور DT في FM المستدام. "يتم استخدام بعض التقنيات الجديدة مثل رسم الخرائط ثلاثية الأبعاد ونظام تحديد المواقع الداخلي (IPS) ونظام التقاط الحركة ميركو (MoCap) والواقع الغامر (IR) في نظام FM المستدام. ويساعد استخدام هذه التكنولوجيات على إعادة تشكيل الهيكل الذي له تأثير إيجابي على الركائز الثلاث لمفاهيم الاستدامة". ونتيجة لذلك، يتم تخفيض التكاليف المتكبدة وتخفيف التحديات البيئية والاجتماعية.

الدراسة السادسة: تقييم تطبيقات التوأم الرقمي في إدارة المرافق: مراجعة منهجية

Espania Slioa, A. (2022). **Evaluation of Digital Twin implementations in Facility Management-A systematic review.**

وجدت التوائم الرقمية اهتماماً متزايداً في السنوات الأخيرة مع نشر المقالات بمعدل متزايد في السنوات 2018-2020. مع التوائم الرقمية يمكن تحقيق تخطيط فعال وسريع الاستجابة والتحكم في إدارة المرافق. تم تنفيذ توأم رقمي من قبل JTH لبعض الغرف في الممر، وإجراء دراسة أدبية منظمة لسد فجوة المعرفة. تتفق جميع المقالات على أن DT في FM مقسمة إلى ثلاثة أجزاء: المادي والافتراضي والثالث الذي يربطها معاً في شكل إنترنت الأشياء وأن تدفق المعلومات يجب أن يكون من جانبين وفي الوقت الفعلي. يتم استخدام DT لأغراض مختلفة في FM ولكن يُنظر إليها جميعاً على أنها مفتاح لتمكين الخدمات الذكية. يُنظر أيضاً إلى إنترنت الأشياء في ضوء مماثل مع أجهزة الاستشعار التي تجمع البيانات، والاختلافات في منصات إنترنت الأشياء ولغات البرمجة وتنسيقات البيانات تعقد قابلية التشغيل البيني.

يُنظر إلى BIM على أنه مستودع للمعلومات ويستخدم النموذج الرقمي للتصور. لا تذكر غالبية المقالات LOD التي استخدموها في BIM فقط بضع مقالات تحدد مستوى التفاصيل التي يحتاجونها لـ BIM في DT، كما تؤثر الاختلافات في برنامج النمذجة والهدف من الرقمنة على مستوى LOD، مثل الصيانة يجب تحديد أي جزء من النموذج يعاني من خلل والذي يتطلب أعلى مستوى من LOD للتصور. يعتبر التعلم الآلي أيضاً جزءاً من النظام البيئي DT حيث يجمع المعلومات ويخرج البيانات المتوقعة في النظام البيئي مثل تنبؤ الصيانة حيث يتم تصور الأخطاء في DT.

تنقسم فئات الرقمنة إلى الطاقة وتوفير التكاليف والصيانة والراحة ومراقبة الشاغلين. يشترك توفير الطاقة وتوفير التكاليف في تطبيقات مماثلة، ويرجع ذلك إلى نتائج توفير الطاقة في تقليل الهدر مما يقلل أيضاً من التكاليف التي كان من الممكن إنفاقها على استهلاك الطاقة أو الإصلاحات على الرغم من استثناء واحد في توفير التكاليف، غير أن بعض الوفورات في الطاقة لم يتسن تحديدها كميا كما ينبغي، كما أن الوفورات في التكاليف من خلال الصيانة التنبؤية لم تفسر تفسيرا متعمقا، إذ ذكرت في معظمها كيف يمكن تحسين الصيانة وتوفير الوقت.

يجب أن تفوق فوائد الرقمنة تكلفة إعدادها مثل المستشعرات والبرامج اللازمة للحفاظ على تشغيل واحد. يستخدم الـ DT في الصيانة في الغالب لاكتشاف الأعطال والتنبؤ بها بطريقة مماثلة، مع تركيز الكشف عن الأخطاء على الانحراف في أداء المكونات والتنبؤ بالخطأ مع التركيز على الاختلافات في أداء المكونات على المدى الطويل والقصير. تركز الراحة بشكل أساسي على الحفاظ على الراحة الحرارية مع تركيز القليل منها على التحسين من خلال ملاحظات الشاغلين ومواقعهم.

يمكن أن يساعد DT في تقييم أداء المبنى من خلال التدفق الفعلي للبيانات التي يتم جمعها للاستخدام في نظام اعتماد مثل LEED أو BREEAM، وتقليل ومراقبة استهلاك الطاقة، وجودة البيئة الداخلية العقلية وتقييم البيانات في الوقت الفعلي باستخدام أنظمة الاعتماد. يمكن أيضاً تقييم تجربة الغرفة من خلال أنظمة التوثيق، من خلال تعليقات الشاغلين، والراحة الحرارية، والراحة الصوتية، والراحة البصرية والإضاءة، وجودة الهواء الداخلي، وكلها تؤثر على تجربة الغرفة. على الرغم من أن المقالات التي تدرس تجربة الغرفة كانت تعتمد بشكل أساسي على الجامعات والحرم الجامعي بدلاً من المباني السكنية.

بعض الفجوات المعرفية التي يجب معالجتها لتعزيز DT في FM:

- حجم الرقمنة: تركز معظم أطر الـــــرقمنة المستخدمة في الدراسات إما على غرفة واحدة أو مبنى واحد باستثناء دراسة واحدة استخدمت ثلاثة مواقع بناء مختلفة. قد يؤدي استخدام مواقع البناء المختلفة إلى اكتشـاف مشـكلات جديدة لم يتم حسـابها في البداية أو مدى فعالية أطر DT عند المقارنة بين المباني.
- تحديد الوفورات: بعض الدراسات التي تستخدم الـرقمنة غير قادرة على تحديد مقدار ما يمكن توفيره باستخدام الـ DTs، قد يكون النهج القائم على القواعد أثناء التشغيل الافتراضي لوحدات التهوية ومناولة الهواء أفضـل من DT أثناء ارتفاع درجة الحرارة في الهواء الطلق واسـتخدام الغرف بسبب شكل المبنى والمباني التي تفتقر إلى أجهزة HVAC الفردية المخصصة للتبريد بالإضـافة إلى إجراء التجربة لفترة أطول. لم تقم الدراسـة إلا بإسـقاط التكاليف القائمة على البرمجيات وأجهزة الاستشعار، فضلا عن وفورات خدمة التنظيف، وذلك لإجراء اختبار كامل لإظهار عائد الاستثمار.

الدراسة السابعة: أهمية إنترنت الأشياء في إدارة المرافق

Sarkar, A. (2021). **Importance of Iot in Facility Management**. International Journal of Recent Scientific Research, 12(6), 41870.

يبحث هذا البحث في الصلة بين إدارة المرافق (FM) وIOT. تكشف الورقة أن التكامل بين إدارة المرافق وIOT سيكون له تأثير كبير على الكفاءة وتجربة العملاء.

في هذه الورقة، قدمنا إطاراً يتكون من شبكة استشعار ونظام تحكم ذكي لإنشاء مكان عمل مدعوم بإنترنت الأشياء. يستخدم نظام التحكم الذكي هذا طريقة غامضة لتحليل البيانات ويأخذ في الاعتبار تفضيلات وتعليقات الشاغلين. يفيد مكان العمل المدعوم بإنترنت الأشياء شاغلي المباني ومديريها وأصحاب المباني من خلال زيادة إنتاجية وصحة الشاغلين، مما يتيح المراقبة والتحكم بفعالية لمديري المرافق، وتوفير وفورات هائلة في الطاقة لأصحاب المباني. اختبرنا نظام مكان عمل مدعوم بإنترنت الأشياء لغرفتي مكتب في قسم الهندسة الصناعية والإدارة في جامعة آلتو. تم إجراء مسح لجمع تفضيلات وتعليقات الشاغلين. ثبت أن نظام التحكم المقترح يساعد بشكل كبير مديري المرافق على مراقبة العوامل البيئية لغرف المكاتب واكتشاف الحالات الشاذة. بالإضافة إلى ذلك، تم توضيح الآثار الإيجابية لأماكن العمل التي تدعم إنترنت الأشياء على إدارة الطاقة من خلال التجربة المصممة. كانت النتائج المتعلقة بآراء المشاركين ذات أهمية مماثلة: بناءً على الاستطلاع الذي أجريناه، أيد 61٪ تنفيذ مكان عمل

مدعوم بإنترنت الأشياء للتحكم في العوامل البيئية في مكان العمل باستخدام نظام ذكي.

بحث الإطار المقترح لإنشاء مكان عمل مدعوم بإنترنت الأشياء في العوامل البيئية لدرجة الحرارة والرطوبة النسبية ومستوى غاز جودة الهواء وPM2.5 على مدار 24 ساعة.

ركزت الأبحاث على مواضيع مختلفة مثل راحة المستأجرين وكفاءتهم والأمن والترفيه وحتى التطبيقات الطبية. وقد بذلت جهود كبيرة لتلبية حاجة مديري المرافق والمهندسين إلى رصد المباني ومراقبتها من خلال بروتوكولات اتصالات مراقبة المباني مثل BACnet وLonTalk؛ بيد أن هذا التحكم عن بعد لم ينتشر بعد على نطاق واسع. على الرغم من أن مفهوم إنترنت الأشياء للمباني الذكية قد تمت دراسته على نطاق واسع في سياقات مختلفة، فإن استخدام إطار عمل للمكاتب وأماكن العمل لتبسيط وتعزيز صنع القرار في الوقت الفعلي بناءً على البيانات الحسية يتطلب دراسة إضافية.

الدراسة الثامنة: النمذجة الرقمية الآلية للمباني القائمة: مراجعة طرق التعرف المرئي على الكائن

Czerniawski, T., & Leite, F. (2020**). Automated digital modeling of existing buildings: A review of visual object recognition methods**. Automation in Construction, 113, 103131.

تمكن تمثيلات المباني الرقمية من تعزيز أشكال جديدة من المحاكاة والأتمتة ومشاركة المعلومات. ومع ذلك، فإن إنشاء هذه التمثيلات والحفاظ عليها مكلف للغاية. في محاولة لتسهيل اعتماد هذه التكنولوجيا، قام الباحثون بأتمتة النمذجة الرقمية للمباني الحالية من خلال تطبيق أجهزة التقاط الواقع وخوارزميات رؤية الكمبيوتر. هذه المقالة هي ملخص لجهود السنوات العشر الماضية، مع التركيز بشكل خاص على طرق التعرف على الكائن. نقوم بتصحيح ثلاثة قيود لمواد الاستعراض الحالية من خلال وصف الهيكل العام والتغيرات في أنظمة التعرف على الكائن وإجراء تقييم مقارن شامل وكمي للأداء.

تمت مراجعة أدبيات التعرف على الكائن، من حيث صلتها بالنمذجة الرقمية الآلية للمباني الحالية. من الواضح أنه لم تتمكن أي طريقة حتى الآن من الوفاء بالوعد بإنشاء BIM شامل غني بالدلالات. من أجل التعامل بنجاح مع تنوع المباني، يجب على مجتمعنا الجمع بين طرق التعرف على الكائن الحالية وتوسيع نطاقها وإنشاء طرق جديدة للتعرف على الكائن. وتيسيراً لهذه المهمة، تم تصحيح ثلاثة قيود على مواد الاستعراض القائمة: (1) فهم الوظيفة الأساسية، (2) استنتاج نطاق الفعالية، (3) إجراء تقييم

مقارن شامل وكمي للأداء. وتتمثل الوظيفتان الأساسيتان اللتان تؤديهما طرائق التعرف على الكائن في (1) توحيد الخصائص و (2) استخلاص المميّزات. يتيح فهم هذه الوظائف الأساسية للباحثين تفسير أجزاء من الأساليب بدقة على أنها حيوية أو غير ضرورية. هذا مهم بشكل خاص عند الجمع بين الأساليب الحالية وتوسيعها. تم تقديم إطار عمل لوصف التمثيلات الرقمية التي توفر مجموعة من الخصائص التي يمكن استخدامها لتقييم التشابه بدقة بين مجموعة بيانات التحقق ومجموعات البيانات المحتملة. يتيح استنتاج نطاق الفعالية للباحثين التنبؤ بما إذا كانت الطريقة الحالية ستكون قادرة على أداء مهمة اعتراف معينة. هذا مهم بشكل خاص عند تكييف الأساليب الحالية مع البيانات الجديدة.

التوصيات:

سيتم تسهيل الدراسات المقارنة المستقبلية واسعة النطاق إذا أدرج المجتمع مجموعة المعايير الدنيا في تقارير الأداء. وينبغي إدراج ما يلي في خلاصة المقالات التي تعرض أساليب التعرف على الكائن.

- نوع بيانات المدخلات
- عدد الحالات المصنفة في مجموعة بيانات التحقق
- ما إذا كانت مجموعة البيانات متاحة للجمهور أم لا
- الفئات المعترف بها، على النحو المحدد في التصنيف المشترك للمباني
- مقياس دقة التعرف (درجة F أو ما يعادلها)

الدراسة التاسعة: مراجعة سينتومترية لـ BIM في أبحاث إدارة المرافق

Adetayo, O. N. O. S. O. S. E. N., & Onatayo, D. (2023**). A Scientometric Review of BIM in Facility Management Research**.

أثارت حالة إدارة المرافق مخاوف متزايدة في أداء المباني في قطاع AEC. برز BIM كعملية حقيقية لتحسين كفاءة وسير العمل في إدارة المرافق للمباني. هذا الاهتمام له منشورات متنوعة على مر السنين وعبر مواضيع متنوعة. لذلك خصصت هذه الدراسة أحدث البحوث في إدارة المرافق التي يقودها BIM في قطاع AEC. تم تحليل سيونتومتري للبيانات الببليومترية المستنبطة من قاعدة البيانات الأكاديمية Dimensions لشبكات التأليف المشتركة، وفهرسة الكلمات الرئيسية، وشبكات الاقتباس المشترك، والتوزيع عبر البلدان والمؤسسات.

تم توزيع عدد سكان الدراسة على مدى عشر سنوات مع تقييد منشورات المقالات باللغة الإنجليزية.

ولوحظ وجود تفاوت كبير بين الدول فيما يتعلق بالمنشورات في إدارة المرافق التي تقودها شركة BIM. وفي حين أن مساهمة أفريقيا ضئيلة، فإن الصين والولايات المتحدة لديهما مجموعة كبيرة من المنشورات التي وضعت آسيا وأمريكا الشمالية بشكل معتدل على الخرائط العلمية. يُعزى التفاوت في المنشورات عبر القارات والبلدان إلى تطور مستوى الوعي الذي نما بشكل كبير على مر السنين ولكنه يحتاج إلى مزيد من التوعية. وتشكل الحواجز المتصلة بالتكنولوجيا، والحواجز الاقتصادية، والجهود الحكومية بعض العوامل المعوقة التي تؤثر على الوعي بإدارة المرافق القائمة على نظام BIM.

كشفت هذه المجموعات عن نمو بطيء في التعاون بين المؤلفين عبر البلدان والمنظمات حيث كان المؤلفون أكثر استعدادًا للتعاون داخل القسم والمؤسسة. في حين أن حملة التوعية ضرورية، فإن التعاون المشترك من خلال تمويل الأبحاث أمر بالغ الأهمية في النهوض بممارسة وبحث إدارة المرافق التي تمكن BIM.

يمكن لمزيد من الدراسات أن تركز على قواعد بيانات أخرى تغطي المزيد من اللغات وتوضح بالتفصيل التجارب الإقليمية في إدارة المرافق القائمة على BIM بشأن البحوث والممارسات.

الدراسة العاشرة: استخدام BIM لدعم تقديم عطاءات خدمات إدارة المرافق

Macek, D. (2023). **Use of BIM as a Support for Tendering of Facility Management Services.** Buildings, 13(3), 664.

أظهرت الورقة استخدام نموذج BIM كدعم لعملية اختيار مقدمي خدمات إدارة المرافق. يستند المبدأ الأساسي إلى إضافة المعلومات اللازمة في الوقت المناسب إلى نموذج BIM. وبالنسبة لأنشطة المرحلة التشغيلية للمبنى، التي تقع ضمن إدارة المرفق، غالبا ما تكون المعلومات الواردة في نموذج BIM مفقودة أو لا تضاف إلا في مراحل لاحقة من المشروع. تتم إضافة الكثير من المعلومات حول العملية فقط في أنظمة CAFM، والتي تستمد البيانات من نموذج BIM. ومع ذلك، فإن معظم المعلومات التشغيلية تعتمد على مرحلة التصميم، ويجب إدراج هذه المعلومات تلقائياً في نموذج BIM قبل تشغيل المبنى. أي أن أنظمة CAFM ستستورد معظم المعلومات من نموذج BIM، مما يوفر العمل والوقت (المال).

يمكن أيضا استخدام البيانات التي يتم الحصول عليها لأغراض عملية المناقصة لتحسين تكاليف دورة حياة المبنى بأكمله. في مرحلة التصميم، يحدد مصمم الجزء المعطى محددات وتفاصيل جميع الأجهزة التي ستكون موجودة في المبنى. وبناءً عليها، يتم إصدار عطاء لمورد هذه الأجهزة. وفي هذه المرحلة،

يجب أن يؤخذ في الاعتبار سعر شراء هذه المعدات وتكاليف تشغيلها والتخلص منها في نهاية المطاف. وهكذا تضع السلطة المتعاقدة نفسها في وضع يتعين عليها فيه تقييم ما إذا كان من الأجدى لها أن تختار جهازاً بسعر أعلى، ولكن بتكاليف تشغيل أقل، أو جهازاً أرخص بتكاليف أعلى لصيانته وإصلاحه. وفي كثير من الحالات، يهتم المستثمر أساساً بالتكاليف الأولية، ولكن صاحب هذه الرسالة يرى أن زيادة الاستثمار الأولي عادة ما تكون أكثر فائدة على المدى الطويل.

مزايا ومساوئ BIM لإدارة المرافق:

المزايا:

1. **إدارة أوضح لحيز المبنى:** سيسمح نموذج BIM بالوصول إلى المعلومات حول استخدام المبنى بشكل أسرع والمعلومات المقدمة أكثر دقة
2. **صـــيانة أكثر فعالية:** في نموذج BIM، يتم الاحتفاظ بمعلومات حديثة حول المنتجات والأصول ذات الصلة. ويعد الحصول على معلومات أكثر دقة بشكل أسرع الميزة الرئيسية مرة أخرى، لأنه يمكّن من اتخاذ القرارات بمزيد من الكفاءة
3. **الاستخدام الفعال للطاقة:** يتيح استخدام نموذج BIM مقارنة الحلول المختلفة واحتياجاتها من الطاقة. تدعم المعلومات المتاحة أنواعًا مختلفة من تحسينات حركة المرور بالإضافة إلى اقتراحات للتحسين. وبهذه الطريقة، يمكن التأثير بشكل أفضل على البيئة.
4. **التنفيذ الأكثر كفاءة لأعمال الصـــيانة (التجديد) والتغييرات في المباني المكتملة (إعادة البناء):** يعد نموذج BIM المحدث، مرة أخرى، مصـدرًا لمعلومات أكثر دقة حول الشـكل الحالي للمبنى ويتيح الوقت اللازم لاســـتخدامه في تجهيز مختلف أنواع الحلول بدلاً من العثور على المعلومات الأولية
5. **إدارة أفضـــل لدورة حياة البناء:** تخفي هذه النقطة الرغبة في تقييم تكاليف دورة الحياة بأكملها مقابل مجرد تكاليف الاســـتثمار. وبالتالي يمكن أن يترجم الارتفاع الأولي في تكاليف الاقتناء إلى تكاليف تشغيل أقل بكثير للمبنى بأكمله
6. نقل بيانات أكثر كفاءة بين نموذج BIM ونظام CAFM.

المساوئ:1) الاستثمار في برمجيات جديدة، 2) تدريب الموظفين، 3) تنوع في البرامج، 4) مشاكل عندما لا يحتوي نموذج BIM على بيانات الهيكل المطلوب، 5) المخاطر عند نقل البيانات بين النظم. يمكن زيادة تطوير الورقة بتحديد البارامترات التي يمكن إدراجها في النموذج. وفي النص، اقترح إدراج بارامترات الصيانة المنتظمة في شكل رمز، استنادا إلى قائمة أنشطة FM المحددة في المعيار.

الدراسة 11: وضع استراتيجية لإدارة الأصول قائمة على BIM – ابتداءً من النقاط البارزة لدراسة حالة زبون محدد

Sousa, H., Mêda, P., & Munir, M. (2019). **Developing a BIM based asset management strategy-first highlights from specific client case study**. In 36th CIB W78 2019 Conference.

يحتاج مدراء الأصول إلى بيانات أصول ذات مغزى من أجل إدارة أصولهم بشكل فعال. يتبنى مالكو الأصول من القطاعين العام والخاص بشكل متزايد نمذجة معلومات البناء (BIM) في دورة حياة استثماراتهم من أجل تحسين تسليم بيانات الأصول والعمليات وممارسات الصيانة. على الرغم من هذا الزخم، لا يوجد فهم كاف من قبل مالكي الأصول للمعايير والعمليات والسياسات الصحيحة التي يجب اتباعها في تقديم هذه البيانات.

الغرض من الدراسة هو التحقيق في المراحل الأولية من تطوير استراتيجية AM القائمة على BIM ووضع إطار وتقييم واختبار النهج الاستراتيجي المحدد بناءً على المتطلبات ومراحل تطوير AM المحددة من قبل مالك الأصول. ولأغراض تعريف استراتيجية التصنيف الصناعي الدولي المستند إلى التصنيف الصناعي، يتبين أن وجود نظام للمطالبات مفيد لأنه يهيئ المعلومات ذات الصلة بالأصول. وتتمثل ميزة أخرى في أنه يستند إلى إجراءات عمل الموظفين الحالية، ونتيجة لذلك، لن تكون هناك حاجة إلى إعادة تصميم العمليات. وبالتالي، فإن هذا من شأنه أن يعزز وييسر تطوير وتنفيذ نظم جديدة أو إضافية من قبل مالك الأصول العامة. على الرغم من ذلك، فإن نظام المطالبات له سلبياته. وجدت الدراسة تناقضات في المعلومات تحتاج إلى حل داخل النظام. علاوة على ذلك، تسلط دراسة الحالة الضوء على التحديات والحاجة إلى تحديد متطلبات المعلومات بما في ذلك التطورات الإضافية المطلوبة لتقديم استراتيجية الحد الأدنى من AM على أساس COBie. تحدد الدراسة أن تطوير AIM سيعتمد على عمليات تفتيش في الموقع مكثفة إما لتنفيذ استراتيجية تصنيف الأصول أو لتحديد بيانات الأصول ذات الصلة للوفاء بمتطلبات COBie. كما أنه يبرز الحاجة إلى إعادة هيكلة الأنشطة وتنفيذها في آن واحد من أجل الاستفادة من العملية برمتها. أدت البحوث والمنهجية والنتائج إلى نتائج متميزة:

- تطوير فهم وتحسين الوعي بالصعوبات التي تعترض تنفيذ استراتيجية التصنيف الصناعي المستندة إلى BIM المحددة في دراسة حالة عملية (الجهد، الفجوات المعرفية، غيرها)

- الحواجز والعقبات العامة من حيث التنفيذ العام لجميع مخزونات المباني التي يديرها مالك الأصول العامة
- الاستخدامات المباشرة للاستراتيجية والفوائد تجاه إجراءات التشغيل والصيانة
- قيمة أعمال BIM (عبر إجراءات صـــيانة المباني، وإجراءات التجديد الرئيســـية والثانوية، بالإضافة إلى عمليات التشييد الجديدة).

الدراسة 12: تغذية البيانات الديناميكية في BIM لإدارة المنشأة: تطبيق نموذجي لمبنى جامعي

Moreno, J. V., Machete, R., Falcão, A. P., Gonçalves, A. B., & Bento, R. (2022). **Dynamic Data Feeding into BIM for Facility Management: A Prototype Application to a University Building**. Buildings, 12(5), 645.

أظهرت نمذجة معلومات البناء (BIM) إمكاناتها كحل يوفر الدعم لسلسلة من العمليات المتعلقة بإدارة المرافق (FM) من خلال استعادة بيانات البناء وتحليلها ومعالجتها. ومع ذلك، فإن بعض التحديات التي تواجه الاعتماد الفعال لنظم معلومات FM التي تتمحور حول BIM تحدث في تصميمها وتنفيذها، مما يسبب عقبات أمام قابلية الاستخدام. من بين هذه التحديات تكييف هيكل المعلومات لكل حالة طلب، والطابع الديناميكي للبيانات الداعمة لصيانة المباني، ونطاق تخصصات FM المعنية، بما في ذلك في كثير من الأحيان الأشخاص الذين ليسوا خبراء BIM. تقدم هذه الورقة نموذجاً أولياً لـ BIM–FM لدعم العمليات والوصول إلى البيانات البيئية المحدثة لمبنى الجامعة. وتتمثل مساهمتا النموذج الأولي المطور في قدرته على تسجيل نوعين من البيانات الدينامية، وهما معلومات أجهزة الاستشعار البيئية التي يتم الحصول عليها بانتظام وسجلات التدخل المتقطعة في المباني، والتشغيل الآلي لعمليات تغذية البيانات وتحديثها واسترجاعها، مما يتيح بيئة سهلة الاستخدام لكل من خبراء BIM والمستخدمين غير BIM. من خلال استكشاف قابلية التشغيل البيني BIM ودمج المكونات الإضافية، يتيح الحل المقترح التسجيل الشامل للبيانات الديناميكية المتعلقة بتضمين FM في نموذج محدث مع إتاحتها لجميع التخصصات المشاركة في عمليات إدارة المباني، مما يعزز قابلية استخدامها كحل متكامل لصيانة البيانات واسترجاعها.

تم وضع نموذج أولي لنظام قائم على نظام BIM يتيح التبادل الدينامي لبيانات البناء وتحديثها. على

الرغم من الطبيعة العامة لبرامج BIM، من الضروري دمج برامج أخرى في بنية النظام لتطوير حلول قادرة على التعامل مع مصادر البيانات الخارجية. في حالة النموذج الأولي المطور، تم استخدام المكونات الإضافية Tracer وDiRoots لدعم الارتباط بين مصادر البيانات، بينما تم استخدام Microsoft Power BI® لتسهيل تصور بيانات BIM للفنيين المشاركين في إدارة المنشأة. وتجدر الإشارة إلى أن أهم فائدة للنظام المقترح هي القدرة على دمج المعلومات التي عادة ما تكون مبعثرة في منصة فريدة، مما يمنع التكرار في البيانات ويتيح الوصول السريع إلى البيانات المخزنة، مع توفير رؤية مكانية عن طريق التصور. وعلى الرغم من مزايا النهج المعروض، يمكن تحديد بعض القيود مثل الحاجة إلى الامتثال لهياكل بيانات المعلومات الخارجية، مع اشتراطات نموذج البيانات التي يجب أن يتبعها المستخدمون لتمكين استيراد البيانات إلى نظام المعلومات الإدارية. وبالإضافة إلى ذلك، فإن التغييرات في هندسة النموذج، مثل تقسيم الغرف المجاورة أو دمجها، تنطوي على إعادة توزيع الخصائص من المساحات المتغيرة وتعريف جديد للصلة بهيكل قاعدة البيانات الخارجية.

الدراسة 13: تطبيق تكنولوجيا BIM في إدارة تشغيل المباني والصيانة

Wu, Y. (2022). **Application of BIM Technology in Building Operation and Maintenance Management.** Academic Journal of Architecture and Geotechnical Engineering, 4(1), 22-25

تقدم هذه الورقة تقنية BIM في مرحلة إدارة التشغيل والصيانة، وتوضح تطبيق تقنية BIM في خمسة جوانب في مرحلة إدارة التشغيل والصيانة بالتفصيل. وأخيرا، فإنه يدرس الحالة الفعلية لتطبيق تكنولوجيا BIM في مرحلة التشغيل والصيانة عن طريق تحليل SWOT، وهو أمر ذو أهمية عملية لتعزيز تطبيق تكنولوجيا BIM في إدارة تشغيل المباني والصيانة، وسيزيد من تعزيز تعميم BIM بشكل متعمق وزيادة قيمتها إلى أقصى حد. يشمل تطبيق تكنولوجيا BIM في تشغيل المباني وصيانتها بشكل أساسي خمسة جوانب: إدارة الحيز المكاني وإدارة المعدات والإدارة الهندسية المخفية وإدارة الطوارئ وإدارة الطاقة.

نتائج تحليل SWOT:

(1) نقاط القوة (S) استنادًا إلى نموذج المبنى الأصلي، يمكن لتكنولوجيا BIM منحها معلومات التشغيل والصيانة ذات الصلة، أو استيراد معلومات تطبيقات مباشرة لمطابقة النموذج. باستخدام النموذج ثلاثي الأبعاد لعرض بصري لبناء المعدات داخل المبنى، يمكنه محاكاة حالة تشغيل المعدات وإجراء الكشف

عن الأعطال، وكسر قيود إدارة الموظفين في التشغيل التقليدي وإدارة الصيانة، وتحقيق إدارة فعالة في فترة التشغيل والصيانة.

(2) نقاط الضعف (W): على الرغم من أن تطبيق تقنية BIM في صناعة البناء قد جلب بعض الفوائد الاقتصادية، هناك مشاكل في تقنية BIM في الصين، مثل ضعف أمن البيانات، والافتقار إلى معايير تشغيل BIM وصيانة الصناعة، نقص المواهب لتطبيق تكنولوجيا BIM، وما إلى ذلك، مما يؤدي إلى بقاء البحث في تشغيل البناء والصيانة في المفهوم المثالي ونموذج التشغيل وإدارة الصيانة. في الوقت الحاضر، تتحقق إدارة التشغيل والصيانة في الصين على أساس تكنولوجيا BIM بشكل عام بثلاث طرق: أولاً، استخدم برنامج BIM التجاري الكامل، مثل ArchiBUS وAichiFM في السوق. والثاني هو التطوير على أساس نموذج معلومات BIM، والذي يمكنه تطوير وبناء إطار النظام بشكل مستقل وفقًا لمختلف المتطلبات الترفيهية. والثالث هو التطوير الثانوي لبرامج BIM والقائم على منصة برمجيات BIM.

(3) الفرص (O): في تقرير «المعلومات المعمارية»، ورد أن تكنولوجيا التعبير المعماري ترحب بثورة جديدة، أي استخدام العرض ثلاثي الأبعاد للمعلومات المعمارية، إلى جانب تكنولوجيا الكمبيوتر الحديثة، مما يؤدي إلى وضع تشغيل معماري جديد. وأصبح التناقض بين الطلب المتزايد على صناعة التشييد الحديثة والتطور غير الكافي لإدارة التشغيل والصيانة التقليدية شرساً بشكل متزايد، مما سيعزز تطبيق تكنولوجيا BIM في مرحلة التشغيل والصيانة كدورة حياة المباني بأكملها. وفي الوقت الحاضر، توجد في الصين قاعدة بناء كبيرة، ويجري تعزيز عملية التحضر وتجديد المناطق السكنية الحضرية القديمة. ولا تكاد الإدارة التقليدية للممتلكات تلبي احتياجات الإدارة في هذه المرحلة، التي توفر طلباً سوقياً كبيراً على إدارة التشغيل والصيانة استناداً إلى تكنولوجيا BIM وتعزز تطويرها بشكل فعال.

(4) التهديدات (T): في الوقت الحالي، لدى جميع الأطراف في صناعة البناء تفاهمات وتوقعات مختلفة لتكنولوجيا BIM. وفقاً لبيانات المسح في تقرير تحليل تطبيقات BIM لصناعة البناء الصينية (2020)، يمكن ملاحظة أن تطبيق تقنية BIM في الشركات لا يزال ضعيفاً، ولا تزال معظم الأعمال التجارية في مرحلة المشاهدة والمحاولة، دون استخدام تقنية BIM بعمق. في الوقت الحاضر، لم يشكل تطبيق BIM نظاماً حتى الآن ولا يوجد نظام قانوني وتنظيمي سليم، مما يعيق تطويره بشكل خطير.

تحليل الدراسات السابقة:

تناولت الدراسات السابقة تحليل الدوافع والحواجز لاستخدام BIM في إدارة المرافق تحليلاً نظرياً في أغلبها، وأكدت على ضرورة المزيد من الأبحاث التطبيقية، ورغم أنها أجمعت أن المشكلة الأكثر شيوعاً التي تواجه مدراء المرافق هي **إمكانية الوصول إلى المعلومات** إلا أن القليل من الدراسات تضمنت الجوانب الصعبة لتطوير وتقديم هذه المعلومات في سياق مشاريع العالم الحقيقي مع متطلبات المعلومات المحددة من قبل المالك.

وفق الدراسات السابقة فإن فوائد تطبيق BIM لـ FM تتمثل بزيادة كفاءة وصول موظفي التشغيل والصيانة إلى البيانات وتحسين التصميم المستقبلي لعمليات التشغيل والصيانة وتحسين عملية صنع القرار وتحسين فعالية نموذج التسليم من مرحلة التشييد إلى مرحلة التشغيل والصيانة وتوفير منصة لتبادل المعلومات.

من ناحية أخرى أجمعت جميع الدراسات على ضعف تطبيق BIM في مرحلة FM وعدم وصوله إلى المستوى المتوقع منه نتيجة ضعف الوعي بأهميته وعدم تضمينه منذ المراحل المبكرة من المشاريع والحاجة إلى الكثير من الموارد والتمويل لتطبيقه في حالة المباني القائمة.

شملت الدراسات عدة حالات درسية لنماذج مصممة لإدارة المرافق معتمدة على تكنولوجيا وتقنيات مرتبطة بـ DT وIOT، بيد أن هذا التحكم عن بعد لم ينتشر بعد على نطاق واسع. كذلك فقد حددت بعض القيود مثل الحاجة إلى الامتثال لهياكل بيانات المعلومات الخارجية، مع اشتراطات نموذج البيانات التي يجب أن يتبعها المستخدمون لتمكين استيراد البيانات إلى نظام المعلومات الإدارية. كذلك تنطوي التغييرات في هندسة النموذج على إعادة توزيع الخصائص وتعريف جديد للصلة بهيكل قاعدة البيانات الخارجية.

- من خلال هذا البحث سوف يتم تحديد فوائد BIM لـــــ FM ، وذلك عن طريق إنشاء نموذج BIM على برنامج Revit يحتوي على جداول الصيانة الوقائية الخاصة بالأصول مع القدرة على تحديثها، بالإضـــافة إلى ربط النموذج على منصـــة Autodesk Tandem والإمكانيات التي يمكن أن تقدمها لعرض بصـــري أكثر وضـــوحاً للتغلب على الحواجز التي ماتزال تعيق تطبيق BIM في FM عن طريق جمع بيانات المشـــروع من النموذج ودمجها مع التحديثات في الوقت الفعلي وتقديم رؤى قيمة للمشـروع، ومقدمة لإنشـاء توأم رقمي مسـتقبلي لتمكين تدفق المعلومات وتسهيل العمليات الأكثر ذكاءً من خلال تصور جميع المعلومات ذات الصلة في موقع واحد

هيكلية البحث:

الفصل الأول	الإطار العام للبحث	عنوان البحث كلمات مفتاحية أسئلة البحث فروض البحث أهمية البحث أهداف البحث منهج البحث مجتمع الدراسة وعينتها خطوات البحث حدود البحث الصعوبات والتحديات الدراسات السابقة هيكلية البحث
الفصل الثاني	الإطار النظري للبحث	مفهوم إدارة المرافق مفهوم نمذجة معلومات البناء الفوائد المحتملة لـ BIM لإدارة المرافق بناء على تحليل الدراسات السابقة شرح عن منصة Autodesk Tandem وخدماتها
الفصل الثالث	الإطار العملي للبحث	منهجية البحث تصميم استبيان لبيان أثر تطبيق نمذجة معلومات البناء BIM على إدارة المرافق FM عينة البحث تحليل الاستبيان ونتائجه دراسة الحالة: مبنى الجمعية السورية العلمية للمعلوماتية منهجية الدراسة التطبيقية: واجهة العمل خطوات الدراسة التطبيقية لإنشاء نموذج BIM يخدم FM
الفصل الرابع	نتائج البحث والمقترحات المستقبلية	نتائج البحث العوائق والتحديات المقترحات والتوصيات الأبحاث المستقبلية

الفصل الثاني: الإطار النظري للبحث

مفهوم إدارة المرافق

مفهوم نمذجة معلومات البناء

الفوائد المحتملة لـ BIM لإدارة المرافق بناء على تحليل الدراسات السابقة

شرح عن منصة Autodesk Tandem وخدماتها

مفهوم إدارة المرافق FM:

تعريف ISO لإدارة المرافق FM: هي وظيفة تنظيمية تدمج الأشخاص والمكان والعمليات في البيئة المبنية بهدف تحسين نوعية حياة الناس وإنتاجية الأعمال الأساسية[1]

تعريف الرابطة الدولية لإدارة المرافق IFMA إدارة المرافق FM: هي مهنة تشمل تخصصات متعددة لضمان الوظائف والراحة والسلامة والكفاءة للبيئة المبنية من خلال دمج الأشخاص والمكان والعملية والتكنولوجيا[2]

يمكن القول إن المنشآت سواء كانت عبارة عن مصنع أو مكتب أو مستشفى أو فندق أو مطار أو مركز تعليمي لابد من وجود شخص ما وظيفته التأكد من عمل المنشأة وجميع مكوناتها بشكل صحيح. هذا الشخص هو مدير المرافق وهو المسؤول عن التأكد أن الأنظمة في البيئة المبنية تعمل معاً كما ينبغي وأن المباني تحقق الغرض الموجودة لأجله وأن الموظفين منتجون ويتمتعون بصحة جيدة.

ويستند دور إدارة المرافق على أربع مجالات أساسية: المالية والأعمال، القيادة الاستراتيجية، عمليات التشغيل والصيانة، إدارة المشاريع[23]

1. المالية والأعمال:

تشير الدراسات أن ثاني أعلى تكلفة بعد المرتبات هي تكاليف التشغيل والتحكم في المنشأة، فأنشطة إدارة المرافق المختلفة تمثل جانباً من أكبر جوانب النفقات كنفقات إدارة وتشغيل وصيانة المنشئات والتي تعد مسؤولة عن حوالي 80 % من كامل تكاليف الدورة الحياتية للمنشأة هذا بجانب تأثيرها المباشر على عمليات خدمة العملاء. ومن خلال التطبيق الفعال لإدارة المرافق يمكن تقليل التكاليف باستخدام منظومة الأساليب الاحترافية لإدارة المرافق منها:

1.1. الاحترافية في منظومة المشتريات.
1.2. تنفيذ الخدمات وقياس الأداء.
1.3. الكفاءة والخبرة الشخصية.
1.4. التدريب والتطوير.
1.5. الوعي في اختيار المنتجات والمواد المستدامة.
1.6. أساليب التنبؤ بكلفة الدورة الحياتية للمرفق.
1.7. تصميم يضمن كفاءة استخدام الطاقة.
1.8. اختيار وشراء وتفعيل الأصول.

2. القيادة الاستراتيجية:

1. بناء خطة التنمية المستقبلية بما يتماشى مع أهداف العمل الاستراتيجية.
2. وضع خطة الإستراتيجية للمنشأة.
3. إدارة المخاطر بما في ذلك تلك التي تتعرض لها المرافق والموظفون والموردون والسمعة
4. إدارة وقيادة التغيير لضمان الحد الأدنى من تعطيل الأنشطة.
5. تخفيف الأثر البيئي والحد منه.
6. الاستفادة من الحلول التكنولوجية.
7. تعزيز الإجراءات المستدامة لإدارة التكاليف على المدى الطويل.

3. عمليات التشغيل والصيانة:

1. المساهمة في تحقيق الكفاءات التشغيلية.
2. تخطيط وتنفيذ احتياجات البنية التحتية لدعم الإنتاجية.
3. توجيه وتنسيق وتخطيط الخدمات الأساسية مثل الاستقبال والأمن والصيانة.
4. إدارة السلامة والصحة المهنية.
5. وضع برامج التشغيل والصيانة (الدورية والوقائية).

4. إدارة المشاريع:

1. إدارة بيانات الأصول من أجل الوصول السريع وتدفق المعلومات
2. إدارة المساحات وملائمة الخيارات للمباني الجديدة.
3. إعداد الوثائق لطرح المناقصات.
4. طرح الأعمال للتنفيذ.
5. تسليم مواقع العمل للمقاولين.
6. ضبط الجودة لعمليات التنفيذ
7. استلام الأعمال وصرف المستحقات.

مستقبل إدارة المرافق:

تشير الدراسات أن مستقبل إدارة المرافق مثير للاهتمام حيث يزداد دور مدراء المرافق في تصميم وتشغيل المباني المستدامة والموفرة للطاقة وإدارة أنظمة البناء المعقدة بشكل فعال مع تزايد تركيز العالم على الاستدامة والتوجه نحو التحول الرقمي.

أكّدت جمعية الشرق الأوسط لإدارة المرافقMEFMA على أهمية توحيد وتوجيه الجهود نحو تبنّي أفضل الحلول التكنولوجية المبتكرة التي تدفع عجلة نمو وتطور واستدامة قطاع إدارة المرافق الإقليمي، ودعت إلى تسريع وتيرة التحول الرقمي الذي يعتبر دعامة أساسية للارتقاء بكفاءة الأداء والحد من مستويات الهدر في الطاقات البشرية والموارد المادية.

كما هو الحال في كل صناعة تقريباً، فإن التكنولوجيا هي محرك التحول. واليوم يجمع مديرو المرافق بين القدرة على الابتكار والخبرة والتفكير الاستراتيجي والتحسين المستمر. حيث يسمح التحول الرقمي في المباني الخدمية للأشخاص والعمليات والتكنولوجيا من العمل جنباً إلى جنب. وهذا يحول إدارة المرافق من نشاط يتمحور حول الأصول والفراغ إلى نشاط يركز على تجارب المستخدم النهائي ونتائجه.

مفهوم نمذجة معلومات البناء:

عرف المعهد الأمريكي للمهندسين المعماريين AIA أنظمة BIM (بوصفها إدارة معلومات المباني كما يلي "العملية التي توفر الفوائد التي تظهر جلية من خلال النموذج الالكتروني، وتشمل مركزية المعلومات والتواصل البصري لعناصر المبنى والاستدامة وكفاءة التكامل بين مختلف الاختصاصات ومراقبة الجودة وتنظيم الموقع والحصول على مخططات تنفيذية أكثر دقة" [19]

وعرف الاتحاد العام للمقاولين في الولايات المتحدة الأمريكية فقد عرف نمذجة معلومات البناء BIM كما يلي [20]:

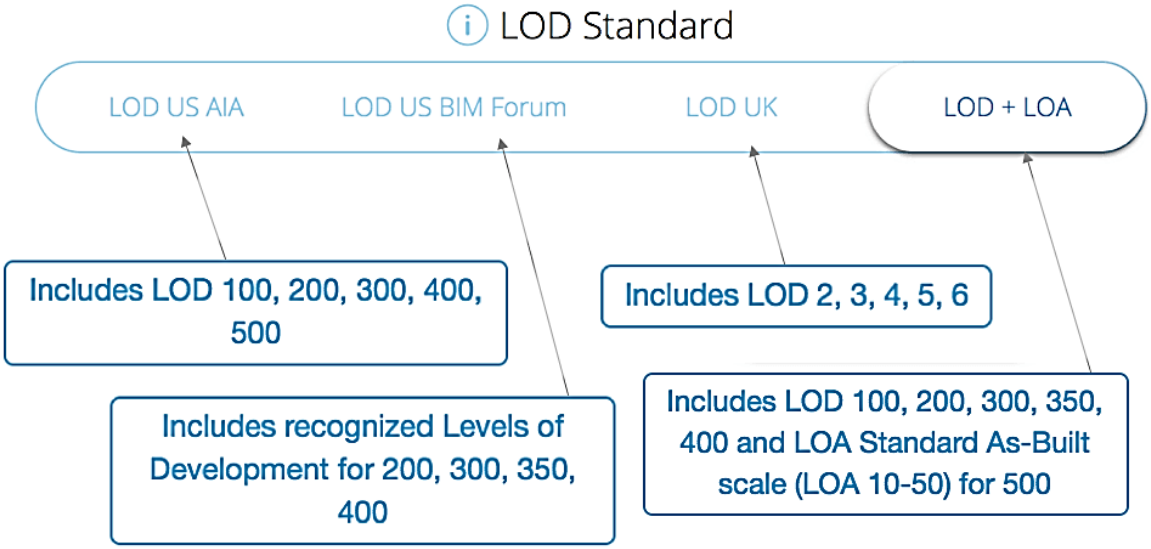
"هي تطوير واستخدام نموذج برمجي حاسوبي لمحاكاة تشييد وتشغيل المنشأ. أما النموذج الناتج، وهو نموذج معلومات البناء فهو تمثيل رقمي للمنشأ غني المعلومات، غرضي التوجه، ذكي، وبارامتري، يمكن من خلاله استخلاص وتحليل المشاهد والبيانات المناسبة لمختلف احتياجات المستخدمين، لتوليد معلومات يمكن استعمالها لاتخاذ القرارات وتحسين عملية تسليم المنشأ".

بناء على ما سبق يمكن وصف BIM بأنه تكنولوجيا أو تقنية تعتمد في أساسها على دمج عملية التوصيف والنمذجة مع هيئة شكل المبنى، وهو اختصار لنمذجة معلومات البناء (Building Information Modeling)، والتي تعني تصميم نموذج للمبنى شامل جميع المعلومات والبيانات الخاصة به، ومعنى نموذج هنا يتعدى حدود مفهوم بناء مجرد شكل ثلاثي الأبعاد. فالمقصود بنموذج في تقنية BIM هو عمل محاكاة وتوصيف لكل عملية يمر بها المبنى عند بناؤه في الواقع، وبالتالي فهو يشمل بناؤه كشكل ثلاثي الأبعاد D3 وفق كائنات لها خصائصها التي يمكن إدخالها وتعديلها، ويشمل أيضا إدراكه بعامل الوقت أو الزمن D4، وكذلك إدخال عامل التكلفة D5 وصولاً إلى إدارة المرافق D7.

تشمل نمذجة معلومات البناء على الهندسة والعلاقات الفراغية وتحليل الضوء والمعلومات الجغرافية وكميات وخصائص مكونات المبنى. حيث يمكن تمثيل دورة حياة المبنى بكاملها بطريقة النمذجة المعلوماتية، بما في ذلك عمليات بناء وتشغيل المنشأة. تعمل هذه الطريقة من النمذجة على تسهيل العديد من المهام مثل استخراج وتصنيف الكميات والمواصفات للمواد المستخدمة. ويمكن أيضا العمل بشكل جزئي لكل شخص في فريق العمل، كتوزيع مهام تنسيق الموقع والمباني والفرش الداخلي على أشخاص مختلفين ويعمل كل على حدة في نفس النموذج المركزي. ويمكن إظهار النظم والمراحل والمجموعات بشكل يتناسب مع مقياس منشأة بأكملها أو مجموعة منشآت. ويمكن أيضا تضمين معلومات حيوية من المبنى، مثل قياسات الاستشعار وإشارات التحكم من أنظمة البناء.

مستوى التفاصيل أو مستوى التعريف أو مستوى التطور LOD

يجب تحديد المستوى المطلوب من النمذجة ثلاثية الأبعاد (ما هي الكائنات المدرجة في النموذج ودرجة التفاصيل التي يتم بها نمذجة كل كائن) بعناية اعتماداً على أهداف BIM واستخدامات النموذج خلال مراحل المشروع المختلفة. ويحدد العديد من المنظمات وخطط تنفيذ نظام BIM على مستوى المشاريع LOD كشروط لمشاريع النظام الفرعي في مراحل مختلفة. عادةً ما تُستخدم LODs المنخفضة للتصميم (100 إلى 300) وأعلى LODs للبناء (300 إلى 400) ودوران (500).[19]



الصورة 1مستويات التطور LOD المصدر[21] lodplanner.com21

بعض ميزات تطبيق BIM في المشاريع:

- ✓ اختصار الوقت والجهد
- ✓ كفاءة أعلى في التصميم
- ✓ تقليل الفقد وإعادة العمل في الموقع أثناء التنفيذ
- ✓ تحسين التنسيق بين التخصصات المختلفة
- ✓ خاصية كشف التعارضات والتحقق من سلامة المبنى
- ✓ تنسيق وتعاون أكبر مع أعضاء الفريق وإمكانية العمل على النموذج في وقت واحد.
- ✓ الدقة والسرعة في حساب الكميات والتكلفة
- ✓ اخراج رسومات Shop Drawing بدقة عالية

الفوائد المحتملة لـ BIM لإدارة المرافق بناء على تحليل الدراسات السابقة:

عند الحديث عن إدارة المرافق فإن المعلومات هي العامل الأساسي لتحقيق إدارة فاعلة ورشيقة تحقق الهدف الرئيسي من إدارة المرافق وهو إطالة عمر المنشأة وتحقيق التكامل بين الأنشطة متعددة التخصصات بداخل البيئة المبنية لرفع كفاءة الأنشطة الأساسية.

أجمعت الدراسات السابقة أن المشكلة الأكثر شيوعاً التي تواجه مدراء المرافق هي إمكانية الوصول إلى المعلومات إلا أن القليل من الدراسات تضمنت الجوانب الصعبة لتطوير وتقديم هذه المعلومات في سياق مشاريع العالم الحقيقي مع متطلبات المعلومات المحددة من قبل المالك.

فيما يلي جدول يوضح فوائد تطبيق BIM على إدارة المرافق وفق الدراسات السابقة:

1. الفوائد على مستوى المال والأعمال:

الرقم	مزايا تطبيق BIM	المرجع
1	تسهيل عملية صنع القرار طوال مرحلة التشغيل والصيانة	3 ، 7
2	المكاسب المتوقعة من تطبيق تقنيات DT و IOT لخدمة إدارة المرافق تفوق التكاليف العالية لها	3
3	تخفيض التكاليف المتكبدة	7
4	توفير التكاليف والصيانة والراحة ومراقبة الشاغلين.	8 ، 89
5	الاستخدام الفعال للطاقة	10

جدول 1 فوائد تطبيق BIM على مستوى المال والأعمال

2. الفوائد على مستوى القيادة الاستراتيجية:

الرقم	مزايا تطبيق BIM	المرجع
6	تحسين التصميم المستقبلي للتشغيل والصيانة الوقائية	3 ، 10
7	تحسين الاستجابة لمتطلبات المالك	3 ، 10

8	الاهتمام المتزايد بإدخال تقنيات جديدة في قطاع البناء وخصوصاً FM والحد من الممارسات الحالية البطيئة	6
9	يساعد على وضع استراتيجيات تؤدي بالشركات إلى أن تكون قادرة على المنافسة في هذه الصناعة	7
10	تخفيف التحديات البيئية والاجتماعية	7

جدول 2 فوائد تطبيق BIM على مستوى القيادة الاستراتيجية

3. الفوائد على مستوى عمليات التشغيل والصيانة:

الرقم	مزايا تطبيق BIM	المرجع
11	زيادة كفاءة وصول موظفي التشغيل والصيانة إلى البيانات	3 ، 14 ، 15
12	تسهيل عملية صنع القرار طوال مرحلة التشغيل والصيانة	3 ، 7
13	تقليل الوقت وتحسين الجدول الزمني لطلبات العمل وإجراءات الشراء	3 ، 15
14	التنفيذ الأكثر كفاءة لأعمال الصيانة (التجديد) والتغييرات في المباني المكتملة (إعادة البناء)	10

جدول 3 فوائد تطبيق BIM على مستوى عمليات التشغيل والصيانة

4. الفوائد على مستوى إدارة المشاريع:

الرقم	مزايا تطبيق BIM	المرجع
15	توفير منصة لتبادل المعلومات تمكن فرق إدارة المرافق من الوصول إلى البيانات واستردادها بسرعة	3 ، 4 ، 10 ، 14
16	يمكن دمج تقنيات IOT بشكل فعال في ست وظائف لإدارة الأصول مثل إدارة الطاقة وإدارة العمليات والصيانة وإدارة المساحات وإدارة مشاريع FM وإدارة الطوارئ وإدارة الجودة	7
17	اكتشاف الأخطاء والتعلم منها	7
18	إدارة أفضل لدورة حياة البناء	10

جدول 4 فوائد تطبيق BIM على مستوى إدارة المشاريع

شرح عن منصة Autodesk Tandem وخدماتها

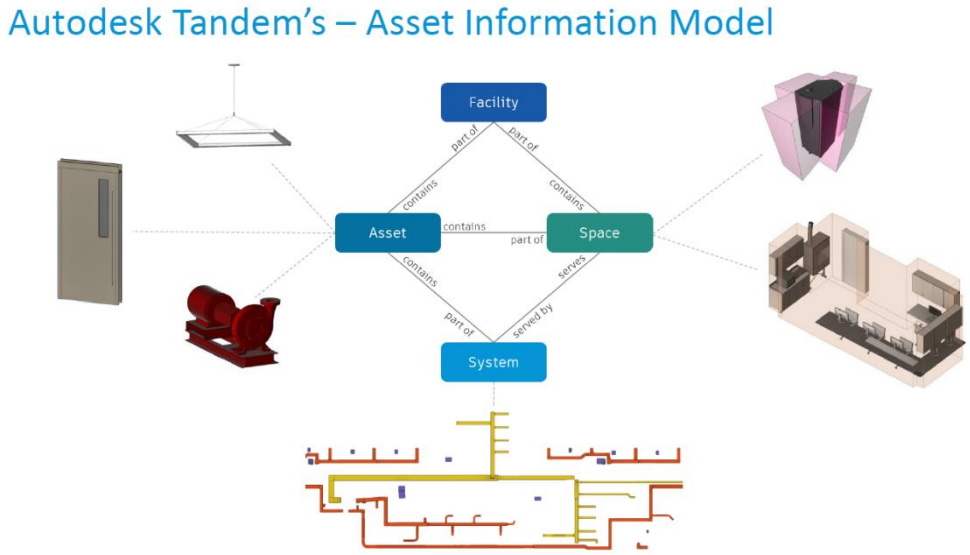
هي منصة حديثة أنشأتها شركة Autodesk حول عارض Forge المعدل عام 2021، وعلى عكس الملفات الافتتاحية من Revit أو AutoCAD أو Inventor، فإن Tandem تعتمد على السحابة بنسبة 100٪ ولديها قاعدة بيانات جديدة تماماً تتمحور حول تدفق النماذج القائمة على الأصول.

بدأت Autodesk العمل في الغالب مع بيانات Revit، للتوصل إلى منصة قادرة على دعم العرض السريع وتصفية بيانات Revit BIM. للقيام بذلك، أنشأ الفريق تنسيقاً جديداً للملفات الموازية، مما أدى إلى إزالة العناصر غير الضرورية والأثقل من بيانات Revit غير المطلوبة في الصيانة وإدارة المرافق. مما قدم فائدة جانبية تتمثل في جعل **Autodesk Tandem أداة عرض رائعة لنموذج Revit.**

إنترنت الأشياء (IOT)

عُرضت ميزات جديدة قيد التطوير باستخدام توأم رقمي لمكتب Autodesk في وسط مدينة تورنتو، وهو مزود بأجهزة استشعار إنترنت الأشياء ونظام إدارة المباني (BMS)، على غرار Revit، ثم متصل بتمثيل Tandem المباشر. أظهرت الجلسة تطبيق BMS ورؤية معدلات التدفق ومستويات ثاني أكسيد الكربون والرطوبة عبر مناطق وطوابق متعددة وأنظمة MEP المختلفة. يمكن تحقيق هذه الاتصالات من خلال مجموعة فردية أو دفعات، أو من استيراد مركز إنترنت الأشياء من Microsoft Azure.
باستخدام هيكل النموذج، يمكن بسهولة تحديد بيانات الالتقاط ووسمها وإعادة تنسيقها. وهو أمر ضروري لأن تطبيقات IOT ونظام إدارة المباني تختلف كثيراً في كيفية تجميع البيانات وتنسيقها ولأن اتساق البيانات أمر بالغ الأهمية. يمكن رؤية بيانات اللقطات في لوحة التدفقات كذلك رؤية مخططات للأجهزة الفردية بمرور الوقت والتعمق في البيانات الأساسية.
بالإضافة لميزة الأرقام والرسوم البيانية فالميزة الجديدة في التطوير تدعم خرائط الحرارة الملونة ثلاثية الأبعاد عبر طوابق كاملة. وذلك من خلال تخصيص وحدات وأجهزة استشعار للمساحات والمناطق الفردية تتيح لهذه الخرائط الحرارية عرض درجة الحرارة والرطوبة ومستويات ثاني أكسيد الكربون وما إلى ذلك. وهذا يجعل من السهل على مديري المباني تحديد مجالات المشاكل والتعمق في المعلومات للتنبؤ بفشل الأجهزة المحتمل. في المستقبل، ترى Autodesk أن هذه البيانات تشكل أساس نظام تنبيه.

ينظم Tandem البيانات في أربع فئات: الأصول والمساحات والأنظمة والتدفقات.



الصورة 2 فئات البيانات في Tandem مصدر الصورة 17

الأصول هي عناصر فردية، مثل الكرسي. والأنظمة MEP.

لكن متى تكون المساحة حيز؟ من المهم أن تكون قادراً على إنشاء مقاطع والتنقل في مناطق المبنى وتجميع المعدات وأجهزة الاستشعار معاً. ولذلك تعتمد Tandem بشكل كبير على مفهوم Revit للمساحات عند استيراد نموذج BIM. ولكن عند تحديد الغرفة، سيكون لديك عناصر انتقالية من MEP وعناصر واجهة وأنظمة أخرى تمر عبرها.

بعد الاستيراد، من الممكن تحديد مجموعات الأصول والعناصر والأجهزة والعناصر الانتقالية باعتبارها تنتمي إلى مساحة معينة؛ يمكن أن تكون هذه أرضيات أو غرف، وبمجرد تعريفها، يمكن التنقل في جميع أنحاء المبنى بسرعة. يقدم Tandem كذلك مخطط أرضي سريع يوضح تخصيص المساحة.

مساحات العمل هي بيئة نموذجية قابلة للتبديل تقدم تكوينات فريدة لتلبية الاحتياجات المستخدمين مع إمكانية التحكم في الوصول إلى (الدور/السماحية) من قبل مدير الموقع.

- في مساحة العمل يتم التحقق من صحة البيانات، حيث يقوم المستخدم ببناء التوأم الرقمي في Tandem. ويمكنه معاينة جميع مصادر البيانات التي يتم استيرادها إلى مساحة العمل، وتحديث سجل الإصدار. وتُظهر مساحات العمل التصنيفات التي يمكن تخصيصها للأجسام المستوردة (الأصول والمساحات والأنظمة والتدفقات)، جنباً إلى جنب مع نظام تقدم مشفر

بالألوان للإشـــارة إلى مقدار العمل المطلوب لتطبيق رســـم الخرائط الرقمية المزدوجة على الهندســة المســتوردة. هناك مجموعة من المرشــحات التي تمكن المســتخدم من رؤية ما تبقى بسرعة ليتم تحديده.

- ضـمن فئة التشـغيل، يمكن رؤية المنشـأة ومراقبة مسـاحة العمل. يُظهر هذا التوأم الرقمي مع جميع بيانات الحدث من مستشـعرات إنترنت الأشـياء وتسـليط الضـوء على الإشـعارات، والتي تنبه المسـتخدم تلقائياً عندما تبلغ المسـتشـعرات عن النتائج التي تقع خارج الضـوابط المحددة مسبقاً. يمكن لـ Tandem بعد ذلك إظهار المستشعرات الموجودة في النموذج خارج النطاق، مما يتيح لفرق العمليات البحث بشكل أعمق في المشكلات.

مخرجات Autodesk Tandem

تمثل التحديثات المقررة لـ Tandem قفزة كبيرة إلى الأمام مما كان متاحاً في الإصدار الأولي لهذا المنتج. لا يزال Tandem يركز بشكل كبير على Revit، ولكن لكي نكون منصفين، فإن RVT هو التنسيق الرائد في السوق لبيانات BIM في العديد من المناطق.

التسليم الرقمي:

تمكن Autodesk Tandem من تسخير عملية BIM لجعل التوائم الرقمية ناتجاً طبيعياً متكرراً لدورة حياة المشروع من خلال:

- تحديد متطلبات البيانات والنتائج التشغيلية
- التقاط بيانات الأصول والمساحات والنظام أثناء التصميم والبناء
- التحقق من اكتمال ودقة بيانات الأصول والفراغات والنظام

تسريع مخرجات التسليم الرقمي:

- التعاون الشفاف بين جميع أصحاب المصلحة
- تسريع التأهب التشغيلي من خلال سهولة الوصول إلى المعلومات التفصيلية للمرافق

نقل دورة حياة الأصول المبنية باستخدام:Autodesk Tandem

يوفر Autodesk Tandem السياق لربط البيانات والأنظمة التشغيلية باستخدام هذه الاتصالات، يمكنك الإجابة على الأسئلة المعقدة وتصورها مثل: إذا فشل هذا المكون ما هي المساحات المتأثرة؟ أين هذه

الأصول وكيف يمكنني الوصول إليها؟ كيف يعمل الأصل المبني مقابل النتائج المرجوة مني؟

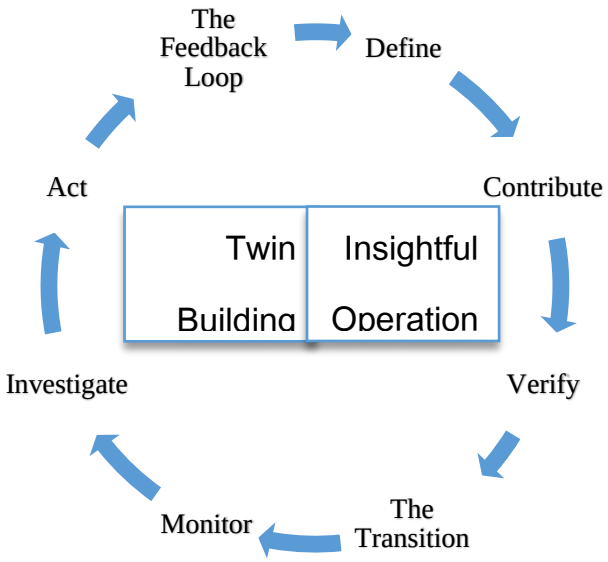
وذلك من خلال:

- ربط الحلول والبيانات التشغيلية
- الوصول إلى المعلومات التشغيلية من خلال لوح زجاجي واحد
- توقع بيانات التحليل وإعلامها لمنشأة واحدة أو عبر المحفظة للتنبؤ بالحل وإبلاغ القرارات.

سير عمل Tandem

تختلف معايير بيانات المرافق لتصنيف بيانات البناء والبارامترات المستخدمة في عملية النمذجة بين الشركات. تركز Autodesk Tandem على تطبيع البيانات لتلبية متطلبات المالك. عندما يتم التقاط البيانات أو إنشاؤها أثناء المشروع، يتم تطبيعها في التوأم الرقمي من خلال مخططات التصنيف التي يحددها مالك المنشأة. تقوم Autodesk Tandem بإنشاء سير عمل لتحديد متطلبات التشغيل والبيانات للمشروع بالتعاون مع مالك المنشأة، بحيث يمكن التقاط البيانات بسلاسة أثناء التصميم والبناء بينما يتحقق فريق المشروع من الاكتمال في كل معلم. يتيح ذلك توأماً رقمياً دقيقاً للغاية يمكن تكليفه وتسليمه بطريقة يسهل تكرارها.

تساعد Autodesk Tandem جميع أصحاب المصلحة المشاركين في دورة حياة الأصول المبنية من لحظة تشغيل المشروع حتى العمليات اليومية للمنشأة من خلال:



الشكل 1 سير عمل Autodesk Tandem

1. التعريف:

سواء تم إنشاء التوأم الرقمي لمشروع بناء جديد أو منشأة قائمة، تبدأ العملية بنفس الطريقة. يجتمع فريق متعدد الوظائف لمواءمة النتائج المرجوة وتحديد احتياجاتهم من البيانات لدورة الحياة المبنية بأكملها.

2. المساهمة:

يتعاون جميع أصحاب المصلحة لإنشاء التوأم الرقمي. وبينما تتدفق الكثير من البيانات تلقائياً من ملفات التصميم، فإن الفريق سيلتقط ويساهم بمزيد من المعلومات المتخصصة لنفس النموذج الافتراضي.

3. التحقق:

مع تقدم الأصول المادية والتوأم الرقمي جنباً إلى جنب، سيقوم فريق المشروع بمراجعة النسخة المتماثلة بانتظام للتأكد من دقة جميع البيانات. وسد الفجوة بين العالمين الافتراضي والحقيقي.

4. الانتقال:

الآن يصبح التوأم الرقمي أحد الأصول التشغيلية. ستوفر النسخة المقلدة الرقمية الديناميكية ذكاء متطوراً في كل شيء بدءاً من أماكن التمديدات إلى ضمانات النظام وغير ذلك.

5. المراقبة:

أصبح التوأم الرقمي الآن مركزاً ذو قيمة ومتصل بالبيانات ويوفر رؤية شاملة للمبنى.

6. الفحص:

بعد تحديد ما هو «طبيعي» للمنشأة بسرعة، يمكن تحليل البيانات لتحديد الاتجاهات والحالات الشاذة.

7. العمل:

يمكن للمستخدمين اتخاذ إجراءات بثقة وتتبع كيفية تأثير التعديلات المختارة على الأداء العام للمبنى. بمرور الوقت، كلما زادت البيانات التي تقود هذه القرارات، زادت كفاءة المنشأة.

8. حلقة التغذية الراجعة:

مع التعليقات المستمرة، يمكن للمستخدمين تحديد ما إذا كان الأداء الضعيف ينبع من عمليات المنشأة أو المواد دون المستوى أو عوامل أخرى خارجة عن إرادتهم وتطبيق هذه التعليمات على المشاريع القادمة.

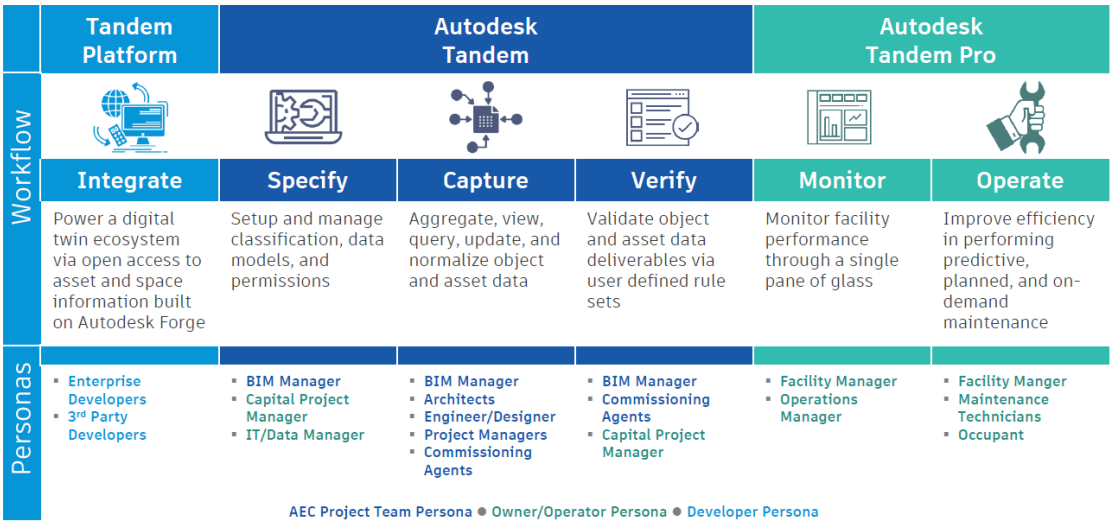
✓ **التوأم الرقمي:**

1. نموذج معلومات الأصول: بناء البيانات بطريقة مجدية من خلال استخدم أنظمة التصنيف القياسية، أو تحديد نظام تصنيف خاص بالمستخدم.
2. نماذج المنشأة: إنشاء عملية قابلة للتكرار لبناء توائم رقمية: بعد بناء البيانات وتشغيل الاتساق يمكن اختيار نماذج من المكتبة أو تخصيص نماذج خاصة بالمستخدم
3. مكتبة بارامترات: يمكن استخدام البارامترات القياسية أو المعدلة لاستيراد البيانات ذات الأهمية بسرعة من ملفات Revit الحالية.
4. المشاهد: تقسيم مجموعات البيانات الهائلة إلى مناظر بسيطة في ثوان بالإضافة إلى إعداد مجموعات فرعية مخصصة من البيانات لالتقاط سير العمل والتحقق منه وتنسيق وجهات النظر لمعرفة ما هو مناسب فقط في الوقت الحالي أو لمستخدمين محددين.
5. العلاقات: ربط كل عنصر من عناصر المنشأة واكتساب فهم مشترك لكيفية ارتباط أصول ومساحات وأنظمة التوأم الرقمي ببعضها البعض. والتنقل في هذه العلاقات بسهولة.
6. الأنظمة: إنشاء شبكة يمكن تتبعها ودمج طرازات BIM ثلاثية الأبعاد مع الأتمتة لتعكس أنظمة توزيع المبنى. التحرك لرؤية الأصول في السياق وفهم المساحات التي تخدمها.
7. التدفقات: دمج بيانات إنترنت الأشياء والعمليات. وإعداد نقاط نهاية واجهة برمجة التطبيقات لتوصيل الأنظمة التي تدعم السحابة والبدء في بناء شبكة من تدفقات البيانات. استيعاب وتوحيد البيانات التشغيلية – بغض النظر عن اختلاف البروتوكولات أو التركيب.
8. التاريخ: تتبع تعديلات البيانات بمرور الوقت. ومراقبة كل تغيير يتم إجراؤه على التوأم الرقمي مع سجل شامل لمستخدميه وتعديلاتهم الخاصة.

✓ **التشغيل المتنور:**

1. عارض التوأم الرقمي: مشاهدة البيانات في سياق النموذج.
2. المخزون: الوصول بسهولة إلى البيانات.
3. المشاهدات: مشاهدة البيانات المحدثة ومشاركتها في الصيغة المفضلة.
4. إدارة بيانات الأصول: تنظيم جميع الوثائق المتعلقة بالأصول العالية القيمة.

5. الأنظمة: فهم الروابط بين الأصول والمساحات.
6. المساحات: فهم المساحات الموجودة في المبنى.
7. مراقبة المنشأة: البحث في البيانات لاكتشاف الاتجاهات والحالات الشاذة.
8. خرائط الحرارة: مراجعة ظروف التشغيل في السياق.



الصورة 3 مخطط لسير العمل والمسؤوليات، مصدر الصورة 17

مميزات منصة Autodesk Tandem:

1. ربط مخرجات العمل من البداية:

تخلق Autodesk Tandem نظاماً بيئياً متصلاً جيداً للتوأم الذي يلهم نهجاً أكثر تعاوناً (وموثوق).

2. يمنح جميع المشاركين الرؤية التي يحتاجونها:

يتمتع فريق المشروع بأكمله برؤية أحدث إصدار مع تقييد السماحية لإدارة أو تحرير أو عرض الوصول مع أذونات المستخدم الخاصة بالحساب والمنشأة.

3. تبسيط سير العمل باعتماد مصدر واحد للبيانات:

Autodesk Tandem هو حل توأم رقمي شامل. فعندما يعمل كل شخص من نفس المنصة، يصبح كل شيء أكثر كفاءة. من الإعداد السريع إلى الاستعداد التشغيلي من اليوم الأول.

4. فهم تعقيدات المنشآت:

يسمح نموذج معلومات الأصول بهيكلة المعلومات بطريقة بسيطة وقابلة للهضم. من خلال توصيل أصول ومساحات وأنظمة المبنى وكيف يؤثر ذلك على العمليات.

5. إعدادات سريعة ومباشرة:

لا يحتاج إنشاء توأم رقمي إلى أسابيع أو شهور. كما يمكن اعتماد نماذج مرافق Autodesk Tandem القياسية والمخصصة لهيكلة بيانات نمذجة معلومات البناء (BIM). مع دعم نموذج Revit وIFC.

6. إنشاء شبكة دقيقة:

بمجرد جمع كل شيء معاً وإنشاء الروابط بين جميع الأصول والمساحات والأنظمة، يساعد Tandem في التحقق من دقة التوأم الرقمي من خلال الاعتماد على سير العمل الآلي للعثور على الفجوات في بيانات المنشأة وإصلاحها والتأكد من أن التوأم مناسب للغرض.

7. تحسين قرارات التصميم المستقبلية والتسليم الرقمي قبل التسليم المادي.
8. تحسين إدارة المرافق من خلال البيانات المتصلة ببيانات إدارة الاستثمارات والأصول.
9. يمتلك رابط إلى BIM 360.
10. لا يلزم وجود نموذج موحد للتمكن من استخدامه.
11. الوصول الفعال إلى الوثائق
12. يدعم التطور السريع.

الفصل الثالث: الإطار العملي للبحث

منهجية البحث

تصميم استبيان لبيان أثر تطبيق نمذجة معلومات البناء BIM على إدارة المرافق FM

عينة البحث

تحليل الاستبيان ونتائجه

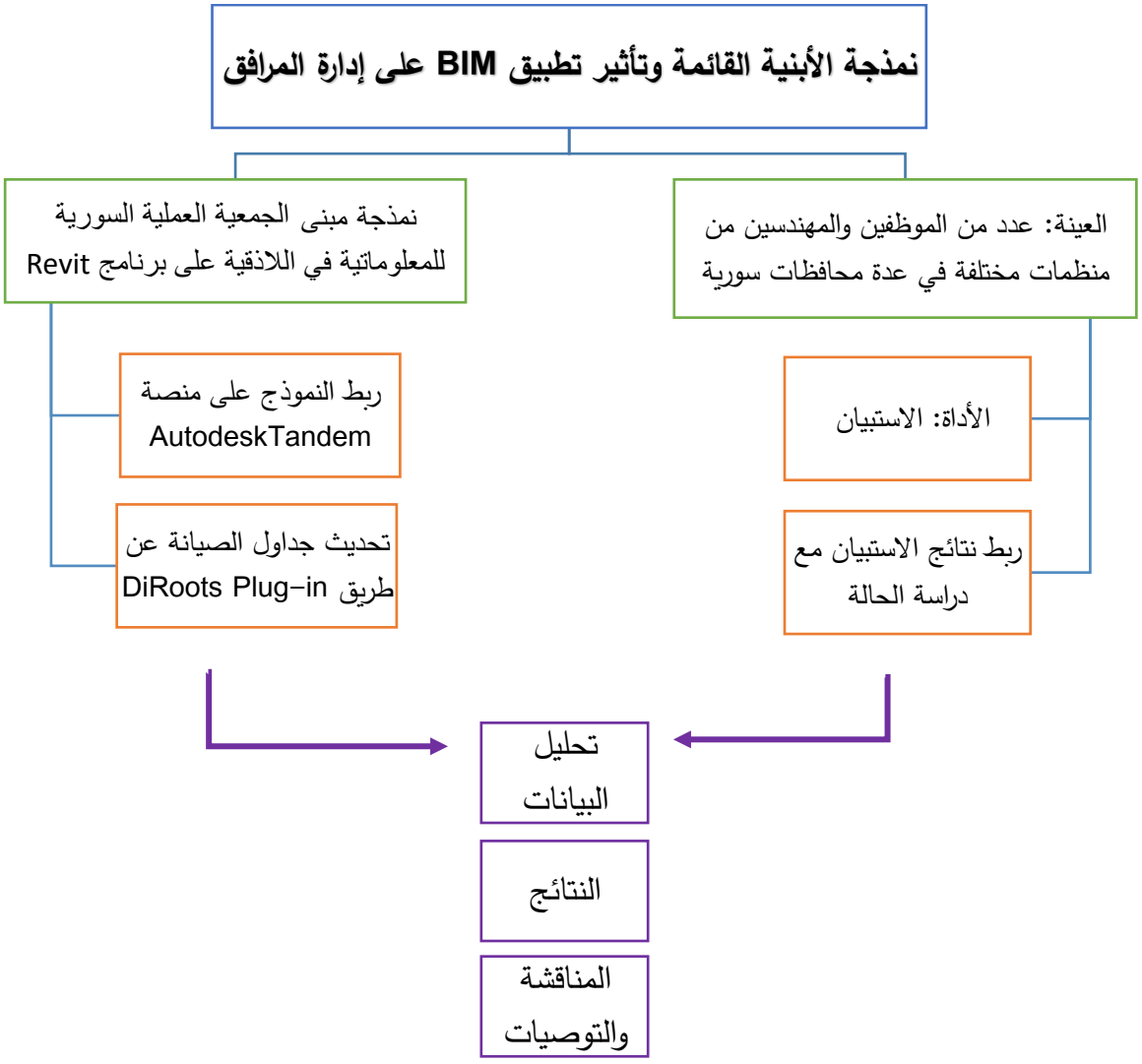
دراسة الحالة: نمذجة مبنى الجمعية السورية العلمية للمعلوماتية

منهجية الدراسة التطبيقية: واجهة العمل

خطوات الدراسة التطبيقية لإنشاء نموذج BIM يخدم FM

منهجية البحث:

تتلخص منهجية البحث بالشكل رقم-2- حيث تقترح الدراسة في النهاية بناءً على نتائج الاستبيان وتقاطعها مع نتائج دراسة الحالة تطبيق BIM في مجال إدارة المرافق عن طريق ربط نموذج Revit للبناء القائم مع منصة Auto Desk Tandem لتحقيق التكامل المطلوب بين BIM و FM.



الشكل 2 منهجية البحث

تصميم استبيان لبيان أثر تطبيق نمذجة معلومات البناء BIM على إدارة المرافق FM بناءً على التعاريف المذكورة وتحليل الدراسات السابقة

الغرض من الاستبيان

بيان أثر تطبيق نمذجة معلومات البناء BIM على إدارة المرافق FM من خلال طرح مجموعة من الأسئلة الموجهة على عينة مختارة من الموظفين والمهندسين الذين عملوا أو مازالوا يعملون في مجال إدارة المرافق في سورية، بهدف تقديم الدعم للدراسة التطبيقية المقدمة في هذا البحث وفق محورين:

- الأول: من المتوقع أن توضح الدراسة التطبيقية تأثير تطبيق BIM على إدارة المرافق في المدى القريب بناء على الفترة الزمنية القصيرة المعدة فيها. في حين يمكن للاستبيان أن يركز على التأثيرات على المدى البعيد وخاصة في مجال تخفيض التكاليف الذي لا تظهر نتائجه إلا على المدى البعيد من حيث المقارنة بين التكاليف العالية لنمذجة الأبنية القائمة مع التوفير التراكمي في تكاليف الصيانة والتشغيل.
- الثاني: تحليل متطلبات نمذجة الأبنية القائمة لغرض إدارة المرافق ومدى أهمية إدارة البيانات للوصول إلى نموذج فعال يمكن إدارته على المنصة الرقمية المقترحة Tandem

أسئلة الاستبيان

تم تقسيم الأسئلة إلى ثلاثة أقسام بناء على الغاية منها:

- القسم الأول: أسئلة شخصية ديموغرافية حول عينة البحث
- القسم الثاني: أسئلة تتعلق بإدارة المرافق لبيان درجة الوعي بمهام إدارة المرافق ومدى تطبيقها على الواقع بالإضافة إلى العوائق التي تواجهها وتحد من عملها.
- القسم الثالث: أسئلة تتعلق بتأثير تطبيق BIM على إدارة المرافق للوصول إلى نتائج حقيقية يمكن الاعتماد عليها لتأكيد فروض البحث، **علماً أن الأسئلة مستمدة من نتائج تحليل الدراسات السابقة للتأكد من جودة الاستبيان وملاءمته.**

الانتقال إلى المرحلة التطبيقية بالاعتماد على نتائج الاستبيان

بعد تحليل بيانات الاستبيان ومقاطعته مع فروض البحث يمكن تلخيص النتائج المرجوة وفق ما يلي:

1- تحديد تأثيرات تطبيق BIM على إدارة المرافق التي يجب قياسها وفق الدراسة التطبيقية.

2- تحديد الطريقة الأمثل لصنع نموذج BIM يخدم إدارة المرافق للأبنية القائمة

3- توجيه الدراسة التطبيقية لتفادي العوائق التي يمكن أن تواجهها أثناء عملية النمذجة.

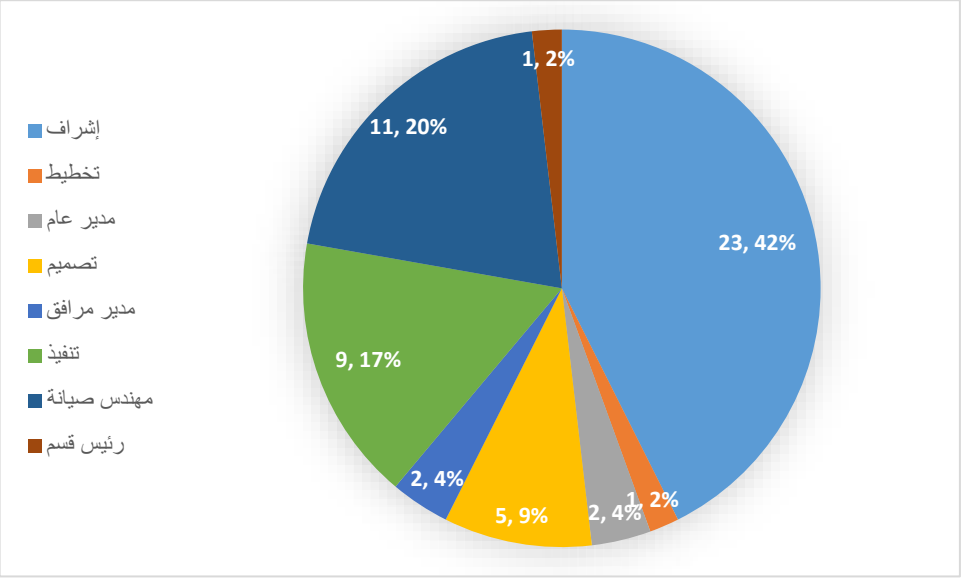
عينة البحث:

تم طرح الاستبيان على مجموعة من الموظفين والمهندسين في مختلف المحافظات السورية مع التركيز على أصحاب الخبرة في مجال إدارة المرافق والصيانة. فبلغ حجم العينة 54 شخصاً توزعوا وفق المجالات الوظيفية التالية:

القسم الأول من الاستبيان

ما هو دورك الوظيفي في مكان عملك؟

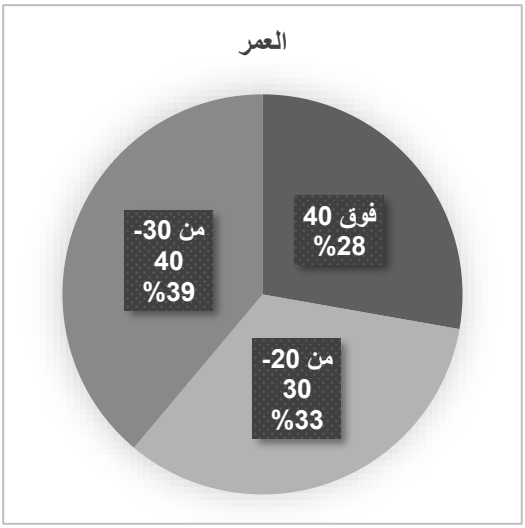
إشراف	23
تخطيط	1
مدير عام	2
تصميم	5
مدير مرافق	2
تنفيذ	9
مهندس صيانة	11
رئيس قسم	1
المجموع	54

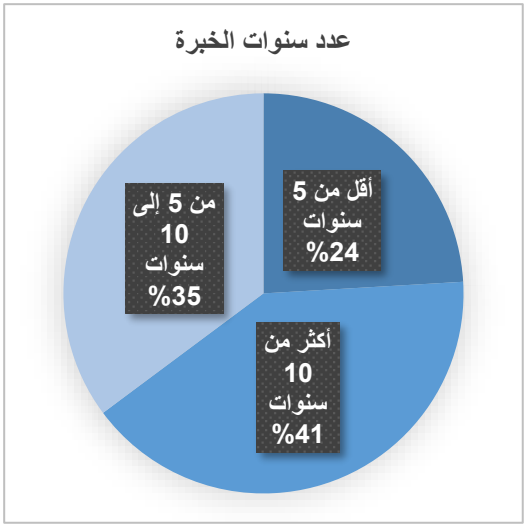


الشكل 3 توزيع العينة وفق الدور الوظيفي

وبالتالي نجد أن نسبة الموظفين والمهندسين ذوي الخبرة بمجال إدارة المرافق والصيانة حوالي 28% من حجم العينة، بالإضافة إلى العاملين بمجال الإشراف وهم حوالي 42%، بينما الذين يعملون بمجالات بعيدة نسبياً عن إدارة المرافق يشكلون حوالي 30%.

أما من ناحية العمر والخبرة فكانت النسب وفق ما يلي:





الشكل 4

توزيع العينة وفق العمر وعدد سنوات الخبرة

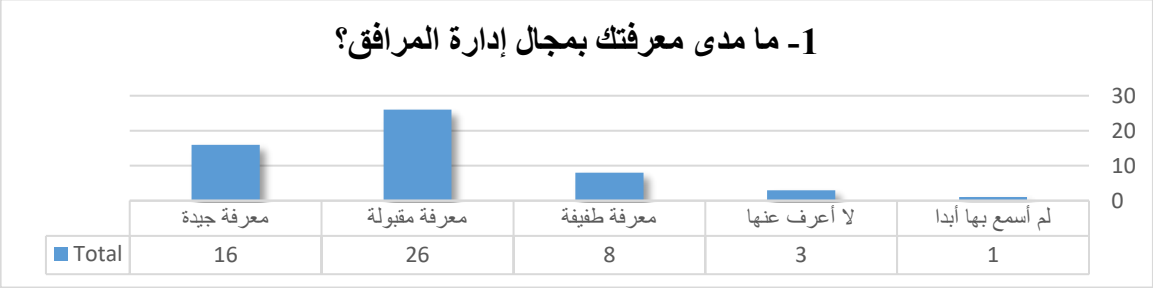
وبالتالي فالعينة مقبولة من حيث توفر الخبرات حيث يشكل ذوي الخبرة التي تزيد عن 5 سنوات 76%، منهم 41% يمتلكون خبرة أكثر من 10 سنوات.

تحليل الاستبيان:

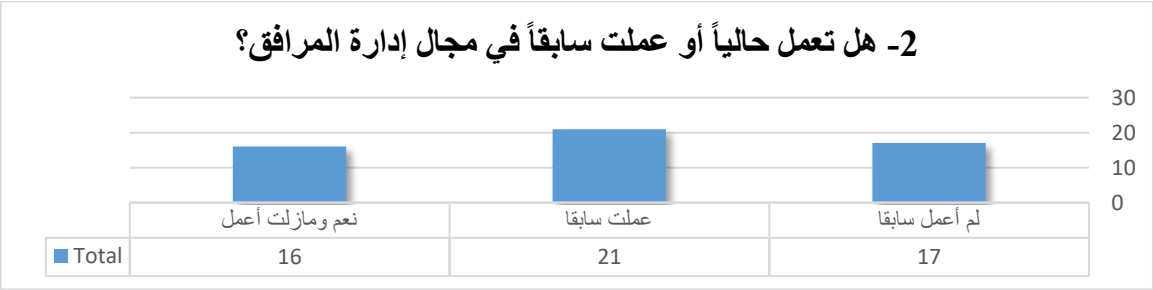
القسم الثاني من الاستبيان

الغاية من هذا القسم بيان درجة الوعي بمهام إدارة المرافق ومدى تطبيقها على الواقع بالإضافة إلى العوائق التي تواجهها وتحد من عملها.

وكانت الردود كما يلي:



الشكل 5 ما مدى معرفتك بمجال إدارة المرافق؟

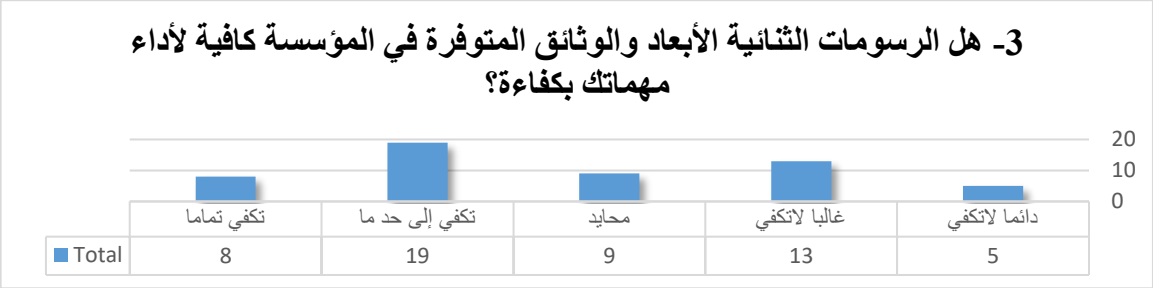


الشكل 6 هل تعمل حالياً أو عملت سابقاً في مجال إدارة المرافق؟

بناء على السؤال الأول كانت نسبة الأفراد الذين هم على دراية بإدارة المرافق 78% من العينة، بينما 22% ليسوا على دراية بها.

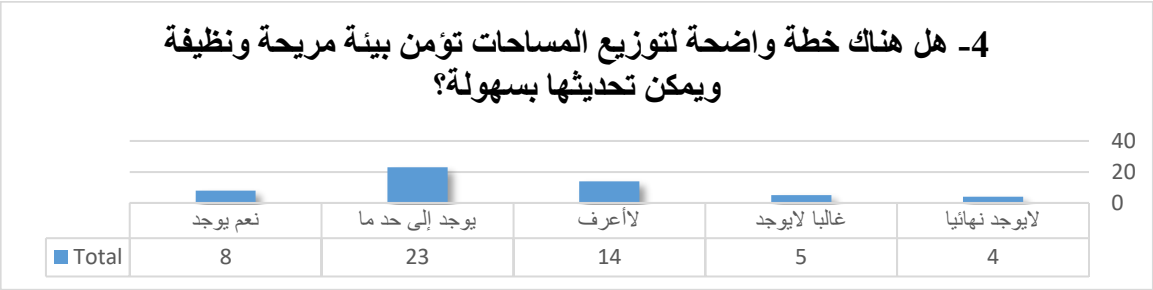
وبناء على السؤال الثاني بلغ عدد الأفراد الذين عملوا بمجال إدارة المرافق 37 فرد بنسبة 68%.

مما يثبت أن النسبة الأعلى من عينة الدارسة مدركة لأهمية إدارة المرافق وأيضاً تعمل بها. بينما النسبة الأقل غير مدركة لأهمية إدارة المرافق ولم تعمل بها.



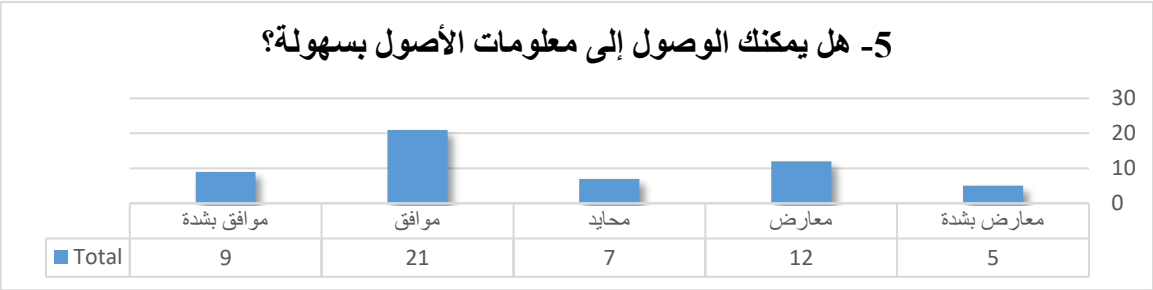
الشكل 7 هل الرسومات الثنائية الأبعاد والوثائق المتوفرة في المؤسسة كافية لأداء مهماتك بكفاءة؟

يجد نصف أفراد العينة أن الرسومات الثنائية الأبعاد والوثائق المتوفرة كافية لأداء المهام بكفاءة، بينما يقف 16.5% على الحياد وفقط 33.5% من الأفراد يجدونها غير كافية. يمكن أن يعزى ذلك إلى حصر إدارة المرافق بدورها الحالي بإدارة الصيانة وعدم تطبيق إدارة المرافق بمفهومها الشامل.



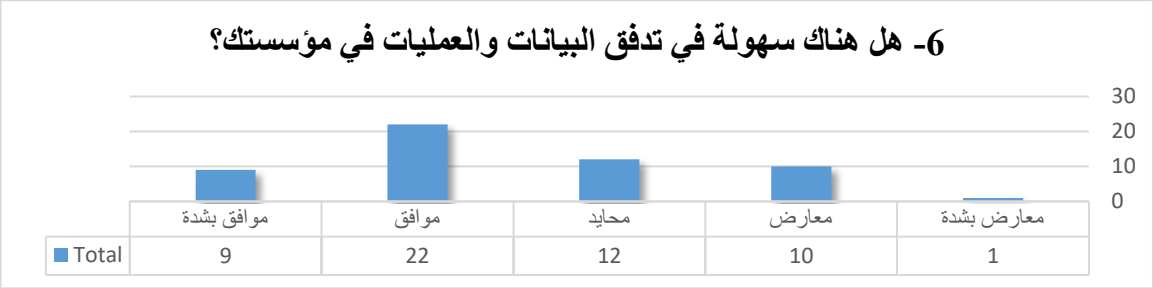
الشكل 8 هل هناك خطة واضحة لتوزيع المساحات تؤمن بيئة مريحة ونظيفة ويمكن تحديثها بسهولة؟

بلغت نسبة الأفراد الذين يؤكدون وجود خطة واضحة لتوزيع المساحات ويمكن تحديثها بسهولة 55%، ورغم أنها تعد نسبة مقبولة، لكنها ماتزال متواضعة عند الأخذ بعين الاعتبار أن إدارة المساحات هو أحد المجالات الرئيسية والهامة لعمل إدارة المرافق ولذلك لابد من العمل على تحسينها.



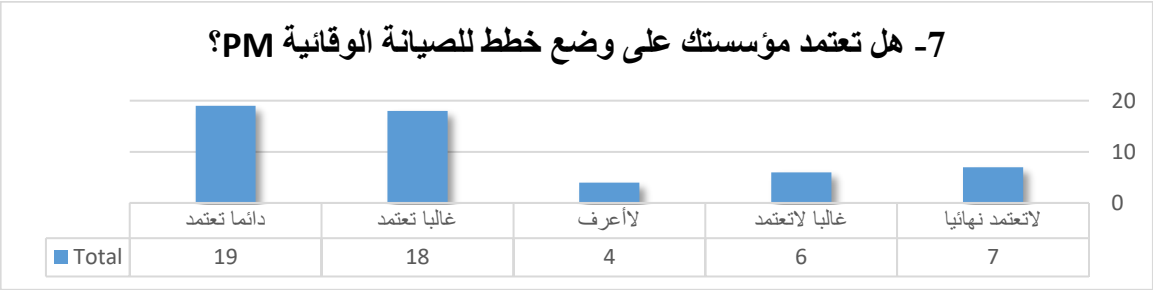
الشكل 9 هل يمكنك الوصول إلى معلومات الأصول بسهولة؟

بلغ عدد أفراد العينة الذين يوافقون بشدة 17% وعدد الأفراد الذين يوافقون 39%. وحيث أن المعلومات هي قاعدة البيانات الأساسية لتحكم فعال بإدارة المرافق وبالتالي لاتزال هذه النسب متواضعة وتشير إلى ضرورة إيجاد حلول أكثر فعالية لتمكين الوصول.



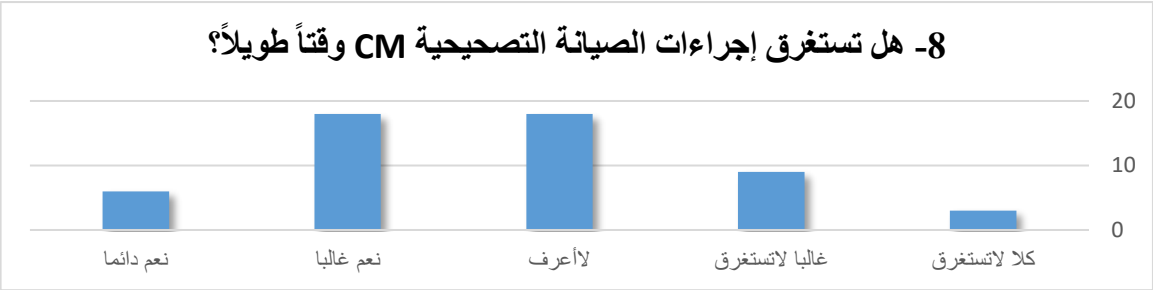
الشكل 10 هل هناك سهولة في تدفق البيانات والعمليات في مؤسستك؟

بلغ عدد أفراد العينة الذين يوافقون بشدة 17% وعدد الأفراد الذين يوافقون 41%. بينما يعارض 20% ويقف 22% على الحياد. ولأن سهولة تدفق البيانات والعمليات تؤثر على سير العمل والزمن وبالتالي على الكلفة والجودة فلا بد من تحسين هذه النسب.



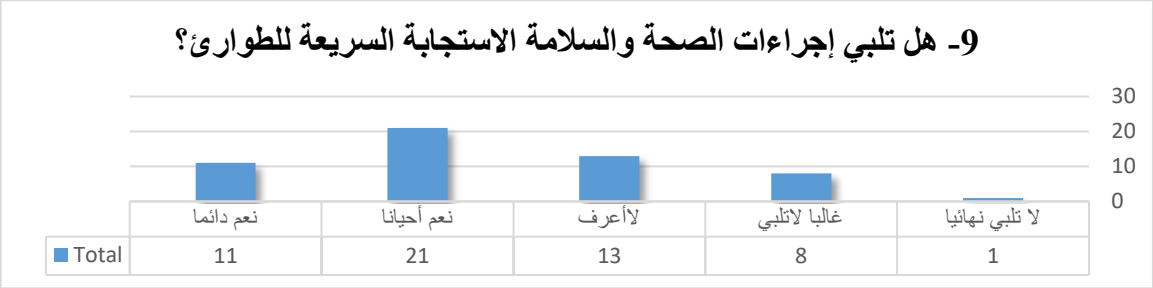
الشكل 11 هل تعتمد مؤسستك على وضع خطط للصيانة الوقائية PM؟

يؤكد 69% من أفراد العينة على اعتماد خطط للصيانة الوقائية PM بينما يعارض ذلك 31%. ويعتبر ذلك مؤشر جيد ويؤكد على أن إدارة الصيانة هي الأكثر تطبيقاً بين مجالات إدارة المرافق في سورية.



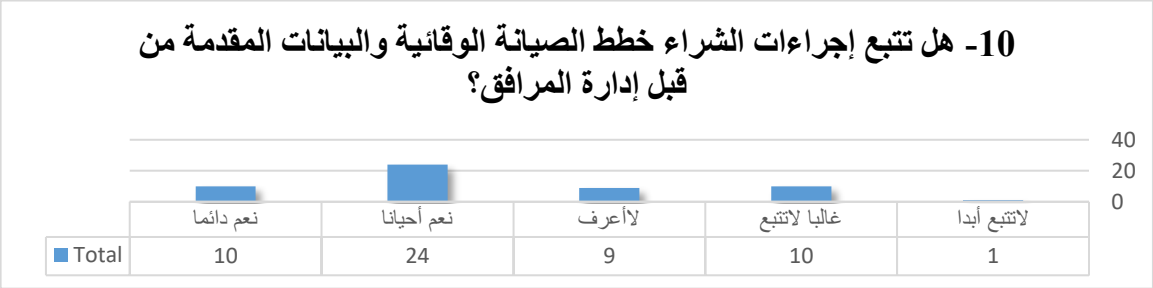
الشكل 12 هل تستغرق إجراءات الصيانة التصحيحية CM وقتاً طويلاً؟

يرى 44% من الأفراد أن إجراءات الصيانة التصحيحية CM تستغرق وقتاً طويلاً، بينما ينفي ذلك 22% من الأفراد. وهي نسبة بحاجة الى تحسين للوصول إلى أداء أفضل.



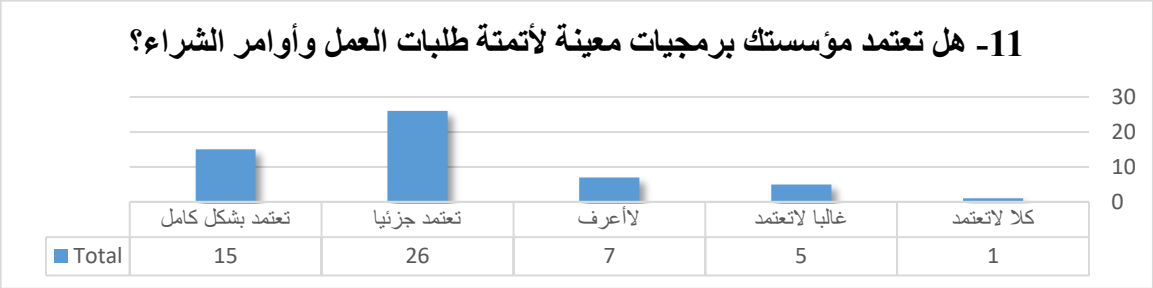
الشكل 13 هل تلبي إجراءات الصحة والسلامة الاستجابة السريعة للطوارئ؟

يرى 59% من الأفراد أن إجراءات الصحة والسلامة تلبي الاستجابة السريعة للطوارئ بينما ينفي ذلك 17%. تعطي هذه النسبة مؤشر غير كافي وتحتاج لتحسين الإجراءات.



الشكل 14 هل تتبع إجراءات الشراء خطط الصيانة الوقائية والبيانات المقدمة من قبل إدارة المرافق؟

يؤكد 63% من الأفراد أن إجراءات الشراء تتبع خطط الصيانة الوقائية والبيانات المتعلقة بها. وهذا يؤكد على وعي أفراد العينة بدور التخطيط الفعال لإدارة الصيانة في الميزانية المالية في الشركات.



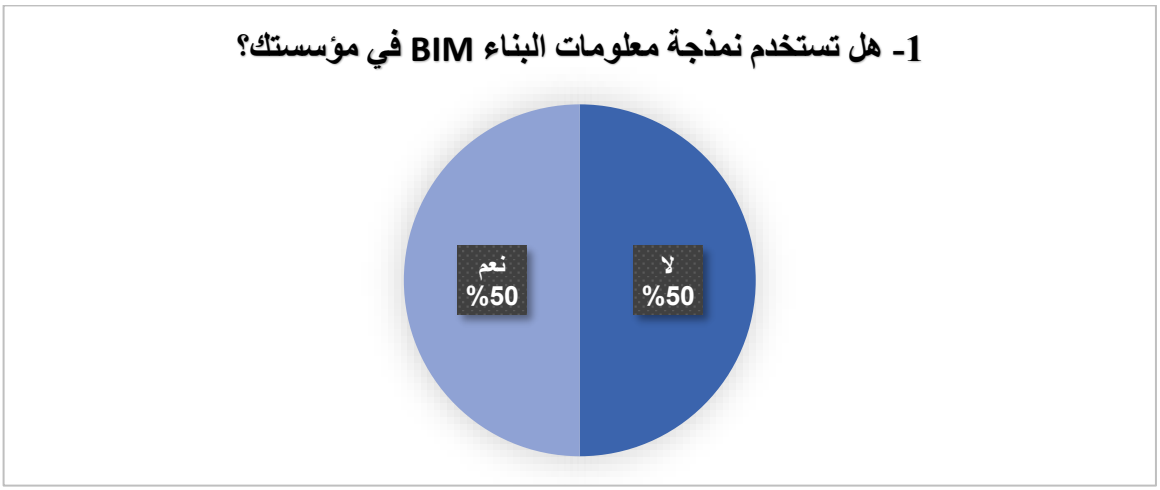
الشكل 15 هل تعتمد مؤسستك برمجيات معينة لأتمتة طلبات العمل وأوامر الشراء؟

يؤكد 76% من الأفراد على أتمتة طلبات العمل وأوامر الشراء وبالتالي يجب التركيز في المرحلة القادمة على وضع برامج لزيادة تفعيل دور الأتمتة في إدارة المرافق.

القسم الثالث من الاستبيان

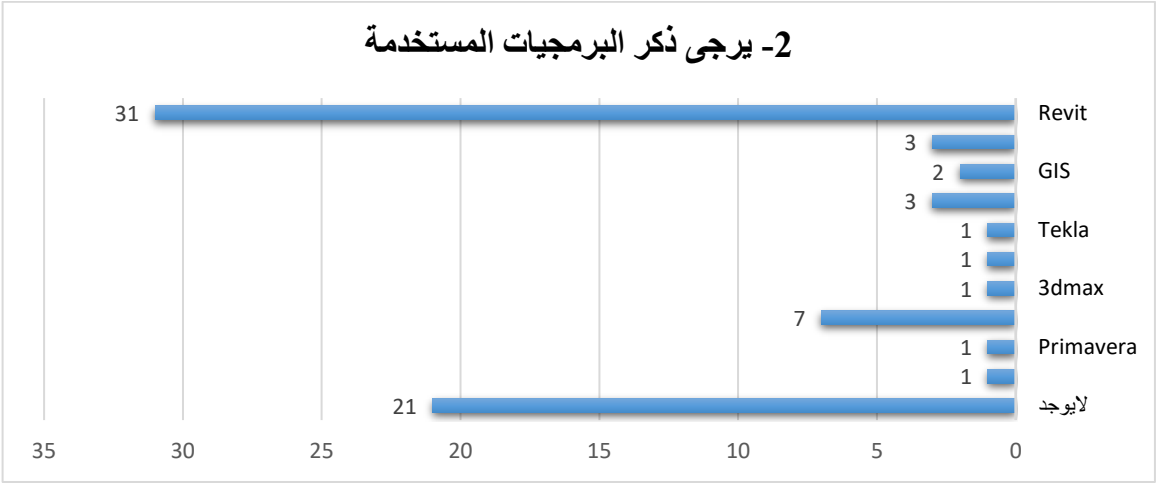
الغاية من هذا القسم استكشاف تأثير تطبيق BIM على إدارة المرافق للوصول إلى نتائج حقيقية يمكن الاعتماد عليها لتأكيد فروض البحث.

وكانت الردود كما يلي:



الشكل 16 هل تستخدم نمذجة معلومات البناء BIM في مؤسستك؟

يوضح الشكل-16- أن نسبة 50% لا تستخدم نمذجة معلومات البناء. مما يتطلب تحسين استخدام المؤسسات للنمذجة في إدارة المشاريع الهندسية.

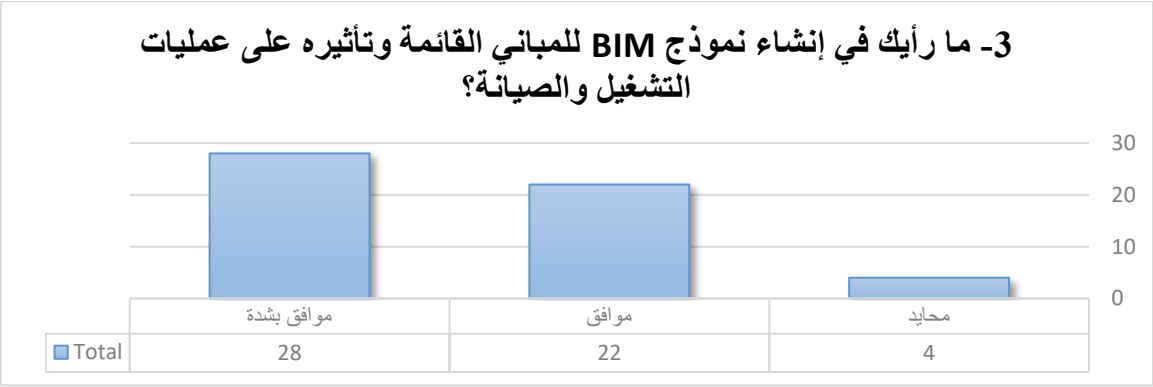


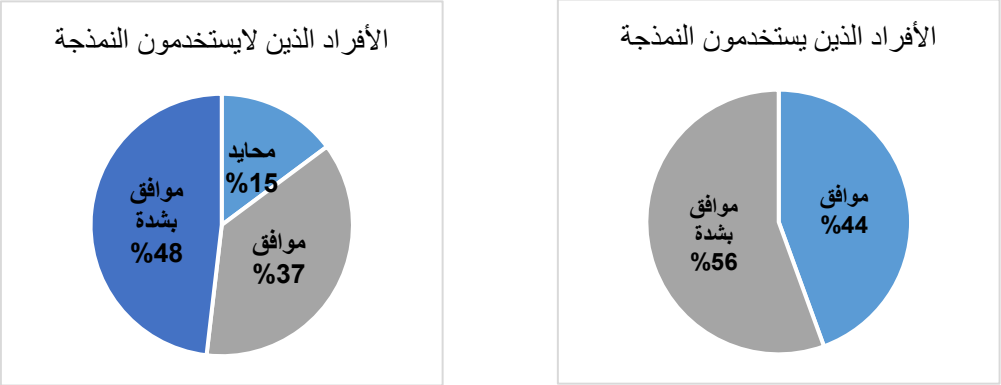
الشكل 17 البرمجيات المستخدمة

يوضح الشكل-17- أن 57% من أفراد العينة يميلون لاستخدام برنامج Revit في العمل الهندسي وهو مؤشر جيد لبناء قاعدة يمكن الاعتماد عليها في تطوير اعتماد BIM. في حين نسبة ضئيلة تستخدم

برامج BIM التالية (Robot Structural,) Navisworks, Synchro Pro Tekla, GIS, وهي نسبة بحاجة لتحسين.

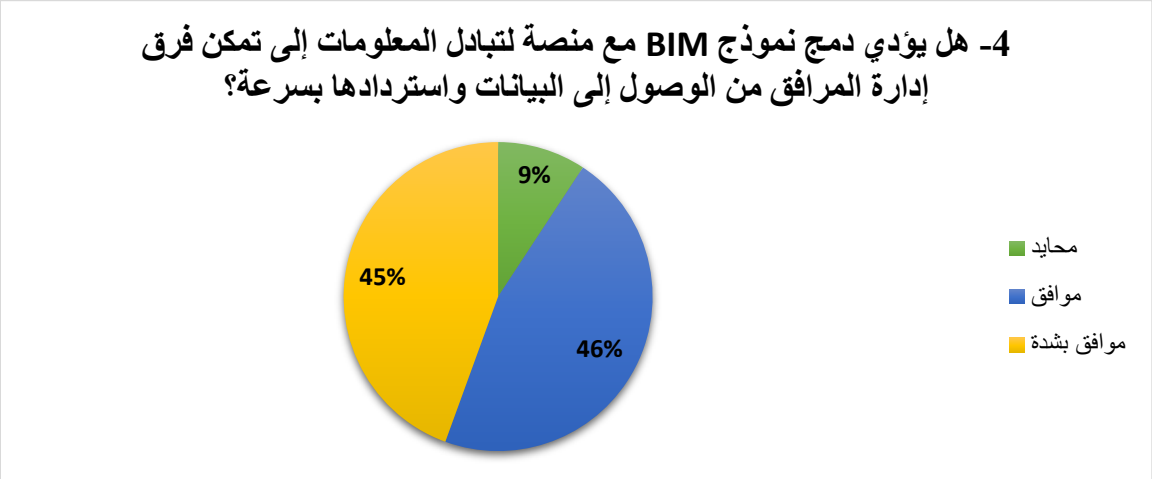
كذلك اعتبرت نسبة من أفراد العينة لا بأس بها أن برامج AutoCad, Primavera, 3dmax وغيرها هي برامج BIM ويشكل ذلك مؤشر هام حول ضعف الوعي بمفهوم BIM.





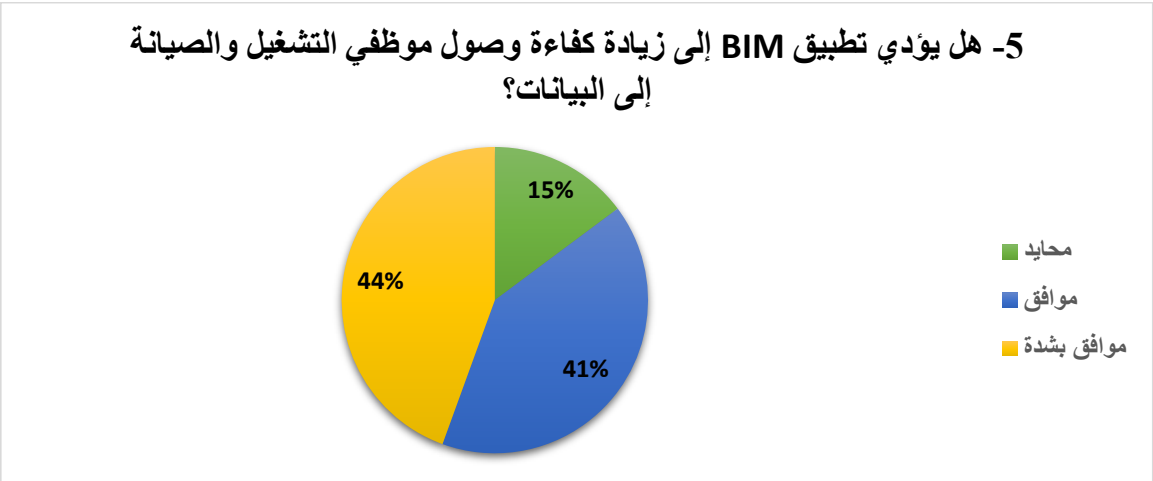
الشكل 18 ما رأيك في إنشاء نموذج BIM للمباني القائمة وتأثيره على عمليات التشغيل والصيانة؟

يوافق 93% من أفراد العينة على إنشاء نموذج BIM للمباني القائمة، وعند تحديد نتائج الأفراد الذين يستخدمون نمذجة معلومات البناء BIM في مؤسساتهم وفق السؤال الأول من هذا القسم كانت النتيجة 100% من هؤلاء يوافقون على إنشاء نموذج BIM، وهو مؤشر هام يمكن الاعتماد عليه لزيادة دعم تطبيق BIM بشكل عام ويدعم فرضيات البحث بشكل خاص.



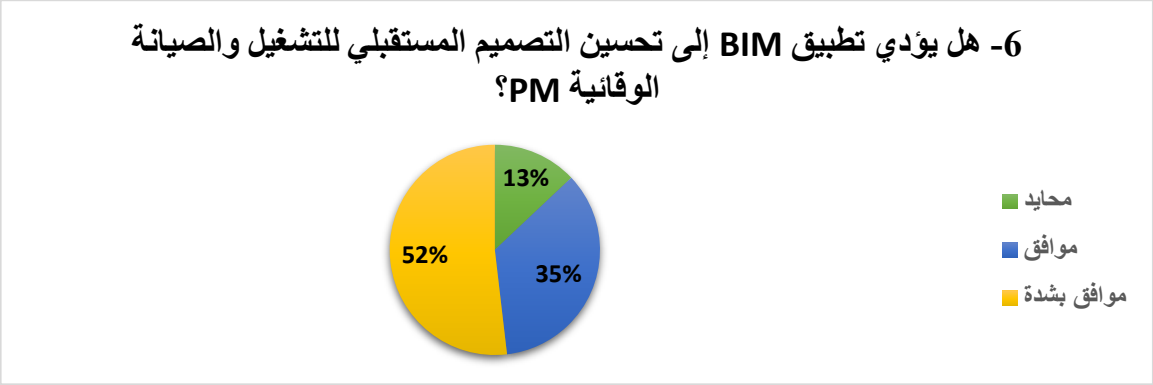
الشكل 19 هل يؤدي دمج نموذج BIM مع منصة لتبادل المعلومات إلى تمكن فرق إدارة المرافق من الوصول إلى البيانات واستردادها بسرعة؟

يؤيد91% من أفراد العينة دمج النموذج مع منصة لتبادل المعلومات في حين لا توجد أي معارضة. مما يؤكد على ضرورة استكشاف المنصات التي تدعم BIM بما يخدم العمل الهندسي ونتائجه وبالتالي الحالة الدراسية المقدمة في هذا البحث.

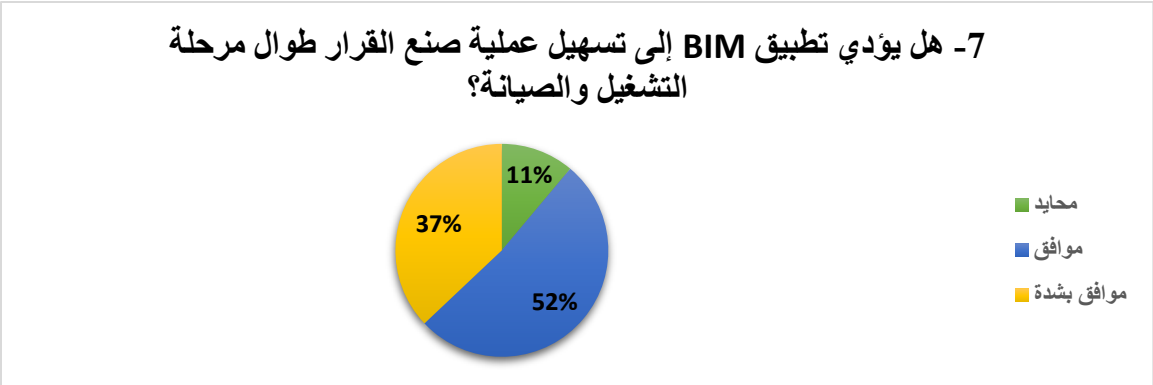


الشكل 20 هل يؤدي تطبيق BIM إلى زيادة كفاءة وصول موظفي التشغيل والصيانة إلى البيانات؟

يرى 85% من الأفراد أن تطبيق BIM سيؤدي لزيادة كفاءة الوصول إلى البيانات، ويقف 15% على الحياد مع عدم وجود أي معارضة. مما يؤكد أهمية BIM لإدارة المرافق.

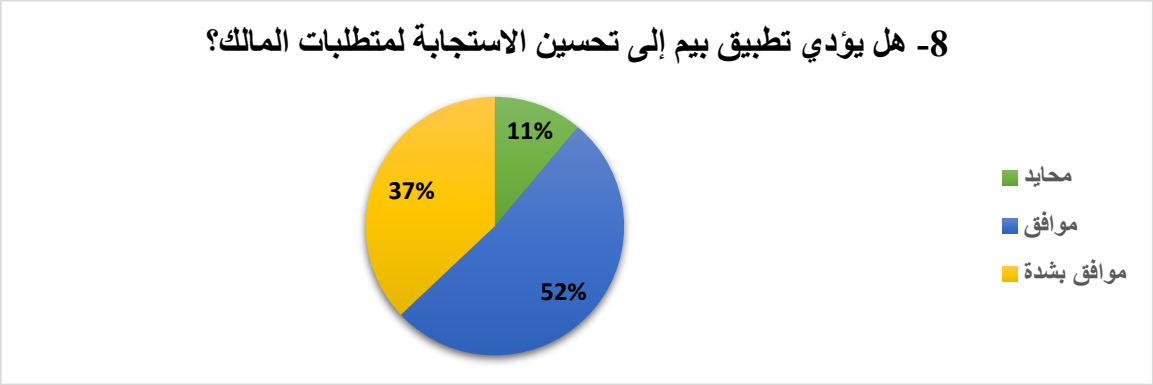


الشكل 21 هل يؤدي تطبيق BIM إلى تحسين التصميم المستقبلي للتشغيل والصيانة الوقائية PM؟



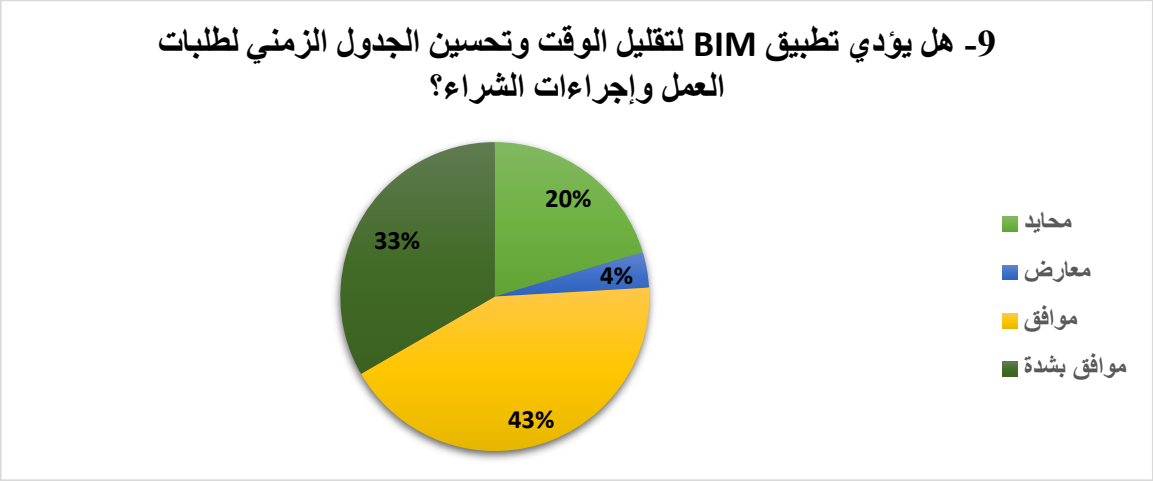
الشكل 22 هل يؤدي تطبيق BIM إلى تسهيل عملية صنع القرار طوال مرحلة التشغيل والصيانة؟

بناء على الشكل -21- والشكل -22- يرى 87% من الأفراد أن تطبيق BIM سيحسن التصميم المستقبلي للتشغيل والصيانة الوقائية. ويرى 89% أنه يسهل عملية صنع القرار مع عدم وجود أي معارضة. وبالتالي تبين النسب العالية لهذه المؤشرات أهمية فوائد تطبيق BIM في إدارة المرافق.



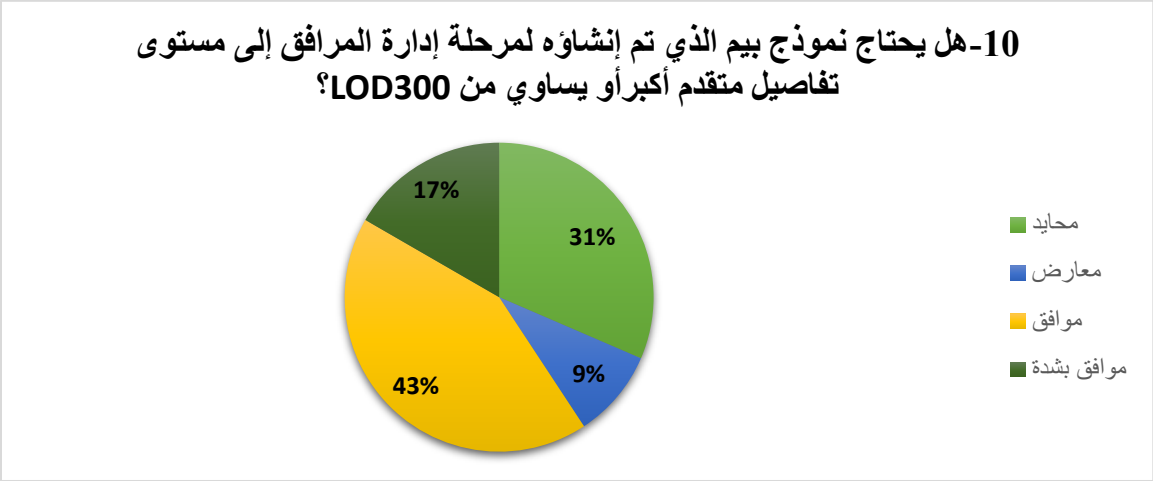
الشكل 23 هل يؤدي تطبيق BIM إلى تحسين الاستجابة لمتطلبات المالك؟

بلغ عدد الأفراد الذين يؤيدون دور BIM في الاستجابة لطلبات المالك 89% منهم 37% يوافقون بشدة. دون وجود أي معارضة. وهو من المؤشرات الهامة التي تشجع المالكين في تبني نموذج BIM وتطويره.



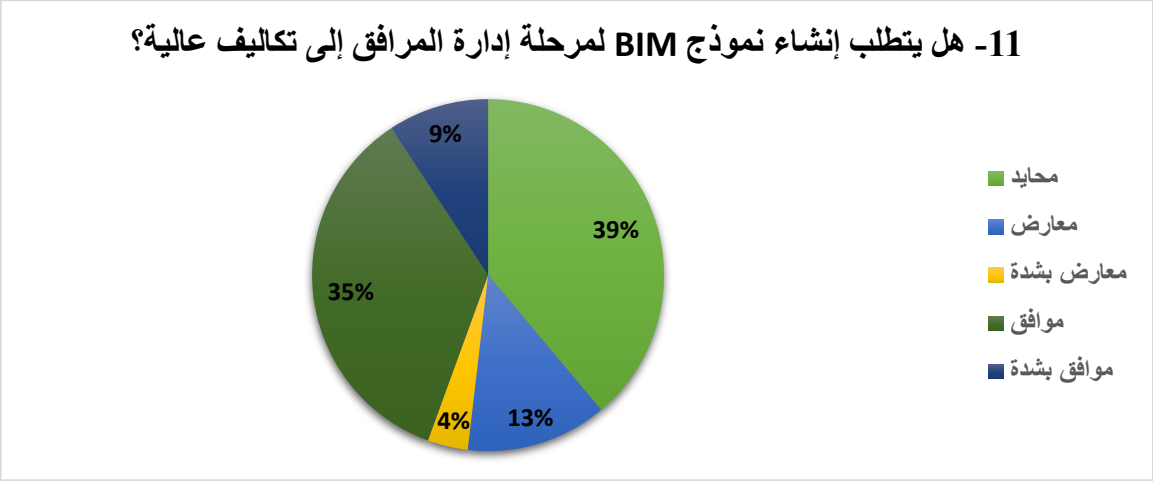
الشكل 24 هل يؤدي تطبيق BIM لتقليل الوقت وتحسين الجدول الزمني لطلبات العمل وإجراءات الشراء؟

يؤكد 76% من الأفراد على أهمية BIM في توفير الوقت وضبط الجدول الزمني لطلبات العمل وإجراءات الشراء مما ينعكس إيجاباً على مردود العمل، ومن جهة أخرى يقف 20% من الأفراد على الحياد، مما يتطلب زيادة التوعية لدى هؤلاء والتعريف بدور BIM في استثمار الوقت ضمن عمليات الشراء.



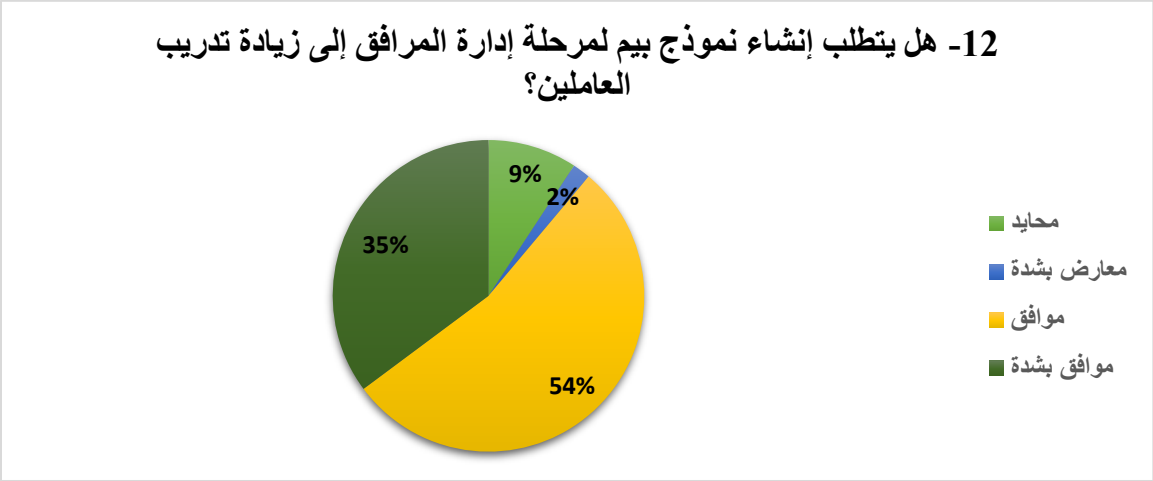
الشكل 25 هل يحتاج نموذج BIM الذي تم إنشاؤه لمرحلة إدارة المرافق إلى مستوى تفاصيل متقدم أكبر أو يساوي من LOD300؟

بلغت نسبة الأفراد الذين يؤيدون الحاجة لمستوى تفاصيل أكبر أو يساوي LOD300 للنموذج الذي تم إنشاؤه لمرحلة إدارة المرافق 60%. تعد هذه النسبة مؤشر على ضرورة رفع مستوى الوعي بمستويات تطوير BIM، مع الأخذ بعين الاعتبار نقطة هامة جداً: أن مستويات تطوير BIM تنص على أن LOD500 يمثل تسليم المقاول لوثائق ومخططات البناء كما تم بناؤه ومنطلق لمرحلة التشغيل والصيانة.



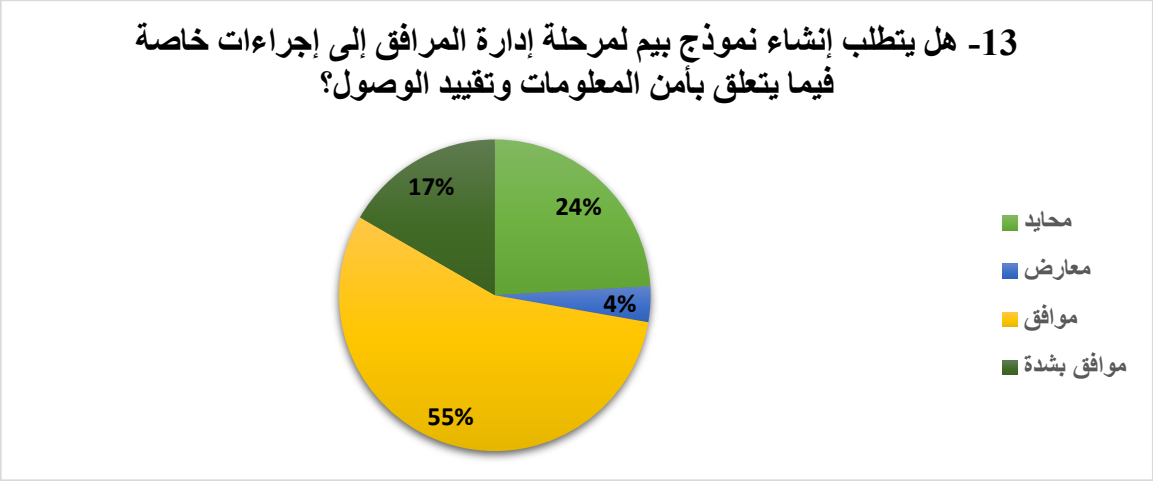
الشكل 26 هل يتطلب إنشاء نموذج BIM لمرحلة إدارة المرافق إلى تكاليف عالية؟

يجد 44% فقط من أفراد العينة أن إنشاء نموذج BIM لمرحلة إدارة المرافق يحتاج لتكاليف عالية، وعلى الطرف الآخر هناك نسبة لا بأس بها من العينة تصل إلى 56% بين محايد ومعارض مما يدل على عدم اطلاعهم بالتقنيات الحديثة واستخداماتها في إدارة المرافق.



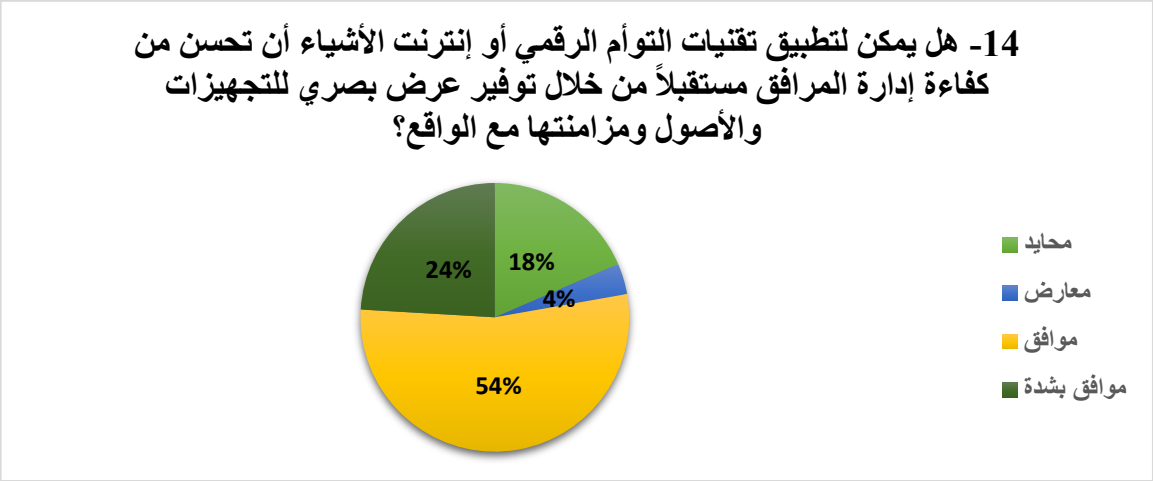
الشكل 27 هل يتطلب إنشاء نموذج BIM لمرحلة إدارة المرافق إلى زيادة تدريب العاملين؟

يؤكد 89% من الأفراد على الحاجة لزيادة تدريب العاملين. مما يؤكد ضرورة وضع المزيد من خطط التدريب والتطوير للوصول إلى التكامل الأمثل بين BIM وإدارة المرافق.



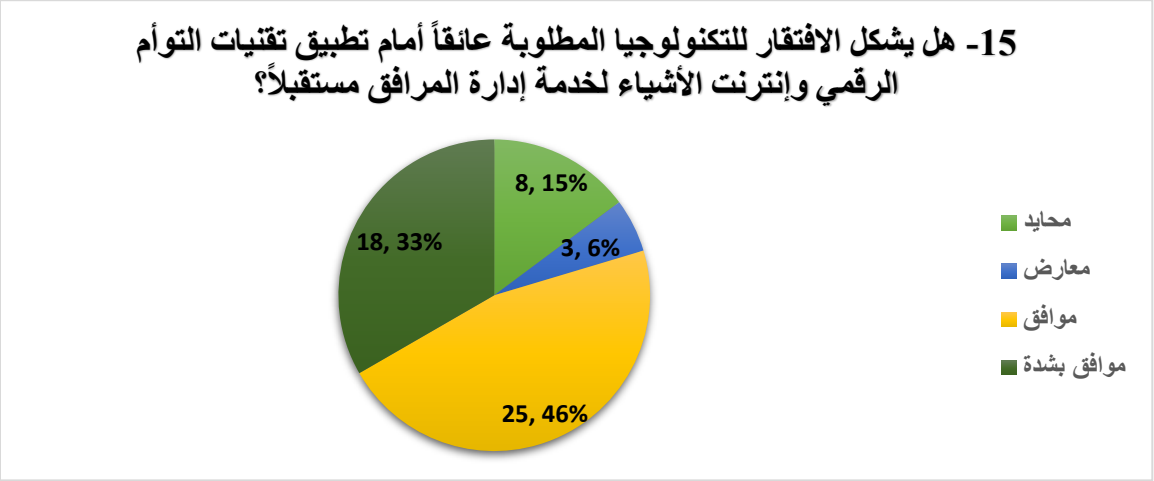
الشكل 28 هل يتطلب إنشاء نموذج BIM لمرحلة إدارة المرافق إلى إجراءات خاصة فيما يتعلق بأمن المعلومات وتقييد الوصول؟

تؤكد نسبة عالية من أفراد العينة تصل حتى 72% على ضرورة توفر إجراءات خاصة لضمان أمن المعلومات. ويشير ذلك إلى أحد أهم معوقات اعتماد المالكين لتطبيق BIM وضرورة إيجاد خطط فعالة لزيادة ثقة المالكين في استثمار BIM.



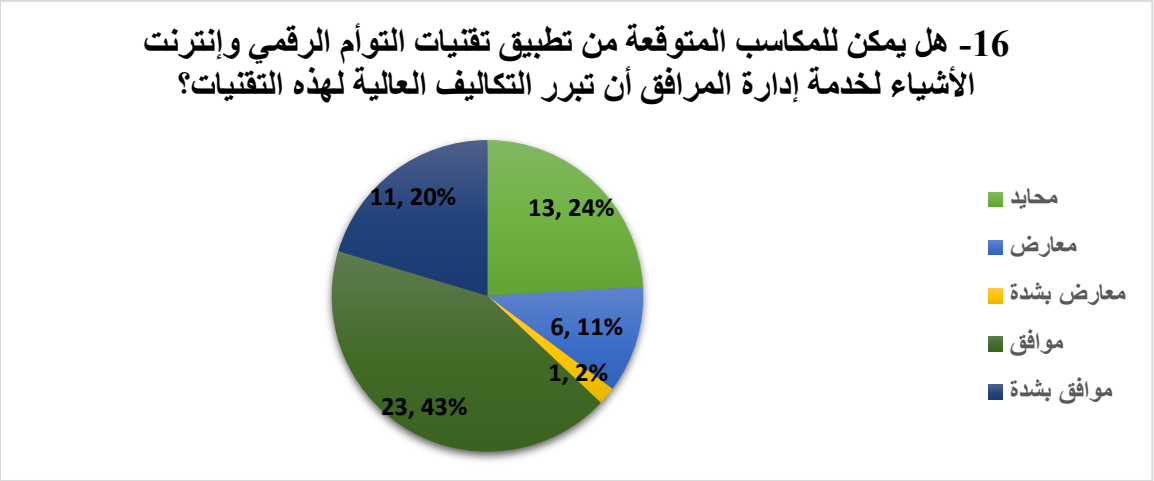
الشكل 29 هل يمكن لتطبيق تقنيات التوأم الرقمي أو إنترنت الأشياء أن تحسن من كفاءة إدارة المرافق مستقبلاً؟

بلغ عدد المؤيدين لتطبيق تقنيات التوأم الرقمي وإنترنت الأشياء 78%من أفراد العينة مع معارضة 4% فقط. وهي نسبة مشجعة يمكن أن تساهم في تحفيز اعتماد BIM وتطبيقاته المتطورة لإدارة المرافق.



الشكل 30 هل يشكل الافتقار للتكنولوجيا المطلوبة عائقاً أمام تطبيق تقنيات التوأم الرقمي وإنترنت الأشياء؟

يؤكد 76% من الأفراد أن الافتقار للتكنولوجيا المطلوبة يشكل عائقاً أمام تطبيق تقنيات التوأم الرقمي وإنترنت الأشياء. وبالتالي هناك ضرورة ملحة لتطوير التكنولوجيا الحالية في سورية ووضع خطط لتحديث التطبيقات والتقنيات بما يتماشى مع تطوير إدارة مشاريع البناء طوال فترة حياة المشروع.



الشكل 31 هل يمكن للمكاسب المتوقعة من تطبيق تقنيات التوأم الرقمي وإنترنت الأشياء لخدمة إدارة المرافق أن تبرر التكاليف العالية لهذه التقنيات؟

لا تتجاوز نسبة الأفراد الذين يجدون أن المكاسب المتوقعة تبرر التكاليف العالية 63% من أفراد العينة، مما يشكل عائقاً أمام اعتمادها، وبالتالي ضرورة تسليط الضوء على المكاسب المتوقعة من تطبيق تقنيات التوأم الرقمي وإنترنت الأشياء لخدمة إدارة المرافق من أجل تبرير التكاليف العالية.

نتائج الاستبيان:

فيما يلي النتائج التي تم الوصول إليها على ضوء تحليل الاستبيان:

بيان درجة الوعي بمهام إدارة المرافق ومدى تطبيقها على الواقع بالإضافة إلى العوائق التي تواجهها وتحد من عملها.

1- يوضح تحليل توزيع العينة وفق النسبة الأعلى من عينة الدارسة 78% مدركة لأهمية إدارة المرافق وأيضـــاً تعمل بها. بينما النســـبة الأقل غير مدركة لأهمية إدارة المرافق ولم تعمل بها. ولابد من التركيز على هذا الجزء من العينـة والعمل على زيـادة الوعي بمهـام إدارة المرافق وتفعيل أدوارها في الأبنية القائمة.

2- وجدت الدراســـة أن أكثر الأدوار الفاعلة بين مجالات إدارة المرافق في ســـورية هو إدارة الصيانة مع ضرورة إيجاد خطط وحلول لتوفير الوقت وتسهيل عمليات الصيانة والشراء.

3- التركيز على أهمية مجال إدارة المســـاحات، حيث أكد فقط 55% من الأفراد وجود خطة واضحة لتوزيع المساحات يمكن تحديثها بسهولة.

4- ضـــرورة إيجاد حلول أكثر فعالية لتمكين الوصـــول لمعلومات الأصـــول وتســـهيل تدفق البيانات والإجراءات، **حيث ماتزال المؤشرات متواضعة عندما يتعلق الأمر بالبيانات.**

5- التركيز على تحسين إجراءات الصحة والسلامة لتلبي الاستجابة السريعة للطوارئ.

6- وعي أفراد العينة بدور التخطيط الفعال لإدارة الصيانة في الميزانية المالية للمنظمات.

7- التركيز في المرحلة القادمة على وضـــع برامج لزيادة تفعيل دور الأتمتة في إدارة المرافق. حيث يؤكد 76% من الأفراد على أهمية أتمتة طلبات العمل وأوامر الشراء

استكشاف تأثير تطبيق BIM على إدارة المرافق للوصول إلى نتائج حقيقية يمكن الاعتماد عليها لتأكيد فروض البحث،

1- أكدت الدراسة ضرورة تحسين استخدام المؤسسات للنمذجة في إدارة المشاريع الهندسية، **مع تأييد 93% من أفراد العينة لإنشـــاء نموذج BIM للأبنية القائمة. بينما يؤيد جميع الأفراد الذين يستخدمون النمذجة في مؤسساتهم إنشاء نموذج BIM.**

2- أثبتت الدراســة وجود نســبة مهمة 57% من الأفراد تســتخدم برنامج Revit في العمل الهندســي وهو مؤشــر جيد لبناء قاعدة يمكن الاعتماد عليها في تطوير اعتماد BIM. مع التنويه على زيادة الوعي بمفهوم BIM والتركيز على التطبيقات الأخرى التي تدعم BIM من خلال زيادة التدريب ونشر ثقافة BIM في المؤسسات.

3- ضرورة استكشاف المنصات التي تدعم BIM بما يخدم العمل الهندسي ونتائجه وهو ما يقود إلى الحالة الدراســية المقدمة في هذا البحث، إذ نجد 91% من أفراد العينة تؤيد دمج نموذج BIM مع منصـــة لتبادل المعلومات تمكن فرق إدارة المرافق من الوصـــول إلى البيانات واستردادها بسرعة.

4- ضرورة رفع مستوى الوعي بمستويات تطوير BIM، حيث ستقدم الحالة الدراسية المقدمة في هذا البحث بعض المؤشــرات عن مســتوى التطور اللازم كي يخدم نموذج BIM إدارة المرافق بالكفاءة المطلوبة.

5- لاحظت الدراسة نسبة لا بأس بها من العينة تصل إلى 56% غير مطلعة على التقنيات الحديثة واســـتخداماتها في إدارة المرافق. وهو ما يتطلب المزيد من الدراســـات التطبيقية والمحاضرات التعريفية حول هذه التقنيات.

6- أكدت الدراســة ضــرورة وضــع المزيد من خطط التدريب والتطوير للوصــول إلى التكامل الأمثل بين BIM وإدارة المرافق، بناء على تأكيد 89% من أفراد العينة.

7- أحد أهم معوقات اعتماد المالكين لتطبيق BIM هو ضمان أمن المعلومات وتقييد الوصول مما يستدعي ضرورة إيجاد خطط فعالة لزيادة ثقة المالكين في استثمار BIM.

8- هناك ضرورة ملحة لتطوير التكنولوجيا الحالية في سورية ووضع خطط لتحديث التطبيقات والتقنيات بما يتماشــى مع تطوير إدارة مشــاريع البناء طوال فترة حياة المشــروع، حيث أكد

76% من الأفراد أن الافتقار للتكنولوجيا المطلوبة يشـــكل عائقاً أمام تطبيق تقنيات التوأم الرقمي وإنترنت الأشياء.

9- ضـرورة تسـليط الضـوء على المكاسـب المتوقعة من تطبيق تقنيات التوأم الرقمي وإنترنت الأشـــياء لخدمة إدارة المرافق من أجل تبرير التكاليف العالية. حيث كانت نســـبة الأفراد الذين يجدون أن المكاسب المتوقعة تبرر التكاليف العالية لا تتجاوز 63% من أفراد العينة مما يشكل عائقاً أمام اعتمادها.

10- توجيه الدراسة التطبيقية لتفادي العوائق المذكورة أعلاه والوصول إلى نموذج BIM يخدم إدارة المرافق من حيث سهولة الوصول للبيانات وتدفق العمليات والإجراءات.

فوائد تطبيق BIM في إدارة المرافق بناء على الاستبيان:

1- أهمية إنشاء نموذج BIM للمباني القائمة وتأثيره على عمليات التشغيل والصيانة

2- يؤدي دمج نموذج BIM مع منصـــــة لتبادل المعلومات إلى تمكن فرق إدارة المرافق من الوصول إلى البيانات واستردادها بسرعة

3- زيادة كفاءة وصول موظفي التشغيل والصيانة إلى البيانات

4- تحسين التصميم المستقبلي للتشغيل والصيانة الوقائية PM

5- تسهيل عملية صنع القرار طوال مرحلة التشغيل والصيانة

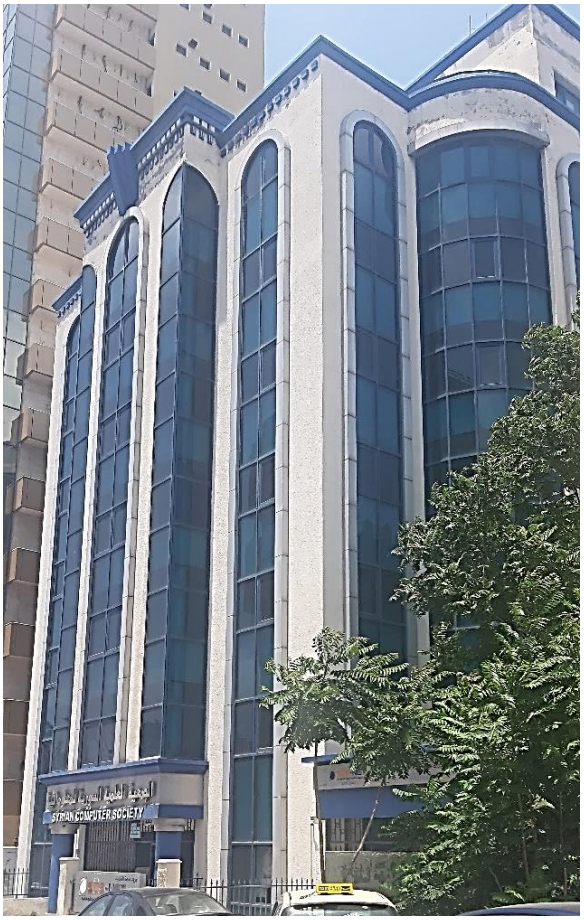
6- تحسين الاستجابة لمتطلبات المالك

7- تقليل الوقت وتحسـين الجدول الزمني لطلبات العمل وإجراءات الشـراء. مع ملاحظة نسـبة مهمة من أفراد العينة 20% بحاجة لزيادة التوعية والتعريف بدور BIM في اســـتثمار الوقت ضمن عمليات الشراء.

8- يمكن لتطبيق تقنيات التوأم الرقمي أو إنترنت الأشـــياء أن تحســـن من كفاءة إدارة المرافق مستقبلاً من خلال توفير عرض بصري للتجهيزات والأصول ومزامنتها مع الواقع.

دراسة الحالة: نمذجة مبنى الجمعية السورية العلمية للمعلوماتية

يقع مقر الجمعية العلمية السورية للمعلوماتية في حي الكاملية على الكورنيش الغربي إلى جانب مبنى المؤسسة العامة للتبغ في مدينة اللاذقية. ويتألف المقر من ستة طوابق وقبو وراجع. تبلغ المساحة الطابقية 270 متراً مربعاً.



دورة حياة المبنى:

1. 2006: بدء مرحلة التصميم
2. 2007: بدء مرحلة البناء، حيث استغرقت الأعمال سنتين للهيكل والاكساء الكامل.
3. 2009: انتهاء أعمال البناء وتسليم المبنى، شملت تسليمات المقاول ما يلي:

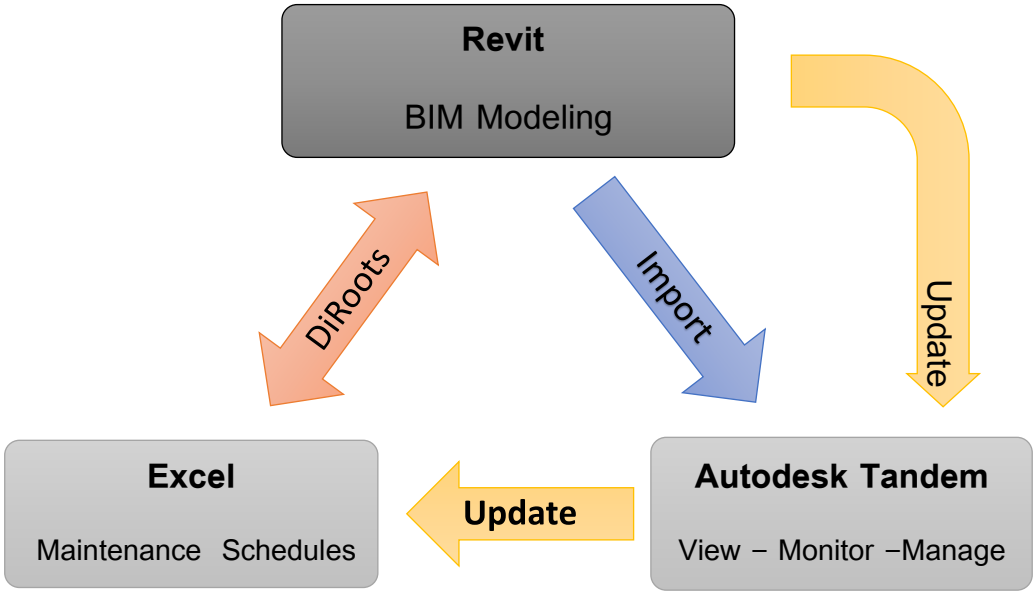
- ✓ الطوابق من القبو وحتى الثاني والراجع (هيكل واكساء على المفتاح).
- ✓ الواجهات الخارجية والموقع العام هيكل واكساء.
- ✓ الطوابق من الثالث حتى السادس على الهيكل للاستثمار.
- ✓ **مخططات AS- Built بصيغة CAD لجميع الاختصاصات.**
- ✓ وثائق الشراء والضمان للتجهيزات.

الصورة 4 مبنى الجمعية

4. تموز،2009: بدء تشغيل المبنى.
5. 2012: استثمار القبو من قبل الوطنية للتمويل الصغير وإجراء التعديلات اللازمة.
6. 2014: استثمار الطوابق الثالث والرابع والسادس بعد الانتهاء من أعمال الاكساء.
7. 2016: صيانة الطابق السادس والسطح في نتيجة سقوط صاروخ على المبنى.
8. 2020: إجراء صيانة عامة للمبنى.

منهجية الدراسة التطبيقية: واجهة العمل

يبين الشكل-7- واجهة العمل المتبعة لتطبيق BIM بما يخدم إدارة المرافق، والبرامج المستخدمة مع كيفية الربط بينها للوصول إلى نموذج BIM فعال يخدم ويحسن إدارة المرافق ويمكن تحديثه خلال دورة حياة المبنى، **ويمكن استخدامه من قبل فرق الصيانة من غير المختصين من خلال ربط جداول الصيانة داخل النموذج مع بيانات Excel واستعراض الأصول ومراقبتها رقمياً على المنصة.**



الشكل 32- منهجية دراسة الحالة

الصورة 5 DirRootsOne مصدر الصورة dirroots.com [22]

خطوات الدراسة التطبيقية لإنشاء نموذج BIM يخدم FM:

أولاً: الانتقال من مخططات CAD إلى BIM باستخدام برنامج Revit، علماً أن مخططات AS-Built المتوفرة من عام 2009 لم يجر عليها أي تحديثات، **قام الباحث برفع المبنى كاملاً 3D** بغض النظر عن الأصول المختارة للدراسة.

ثانياً: التحقق الميداني لتحديث المخططات من خلال الملاحظة والتصوير والقياس للوصول إلى نموذج BIM محدّث وفق الواقع الحالي للبناء.

الصورة 6 Render View

الصورة 7 Render Views

- لاستعراض المخططات المستوردة من Revit:

مخططات Revit

ثالثاً: إدخال البيانات الخاصة **بالأصول المختارة للدراسة فقط** وفق الجدول رقم -5- للوصول إلى LOD300 على الأقل والذي يسمح باستخدام فعال للنموذج لمرحلة إدارة المرافق.

الأصول المختارة للدراسة

الطوابق: الأرضي-الأول- الثاني-الثالث-الرابع-السادس- راجع
(القبو تابع لجهة أخرى هي الوطنية للتمويل الصغير والطابق الخامس على الهيكل)
بنود الأعمال
اكساء الأرضيات
- رخام أرضيات كرارة 40*40 - سيراميك أرضيات 33*33
اكساء الجدران
- دهان إكرليلك أبيض لجدران البلوك الداخلية - دهان إكرليلك أبيض لجدران الجيبسوم بورد - رخام جدران كرارة - سيراميك جدران 30*20
الأبواب
- الأبواب المعدنية - الأبواب الخشبية - أبواب زجاجية سيكوريت
النوافذ
قواطع زجاج سيكوريت داخلية
الدرابزون المعدني
كونتوارات الاستعلامات
أجهزة الإنارة
بياضات الصحية

جدول 5 الأصول المختارة للدراسة

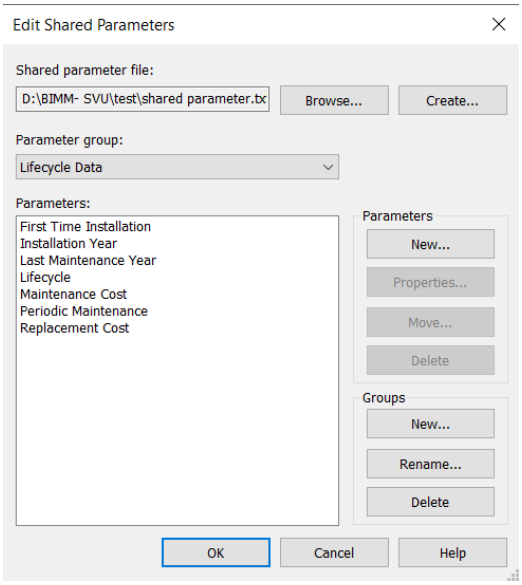
رابعاً: إنشاء جداول صيانة ضمن برنامج Revit للأصول المحددة مع الأخذ بعين الاعتبار وثائق الصيانة وتواريخها (Last Maintenance Year –Installation Year) والعمر الافتراضي للأصول (Lifecycle). ومن خلال تحليل هذه البيانات استطاع الباحث تحديد المدد الزمنية اللازمة (Periodic Maintenance) لإجراء الصيانة الوقائية (PM Date) وتاريخ التبديل (Replacement Year) لكل أصل من الأصول المختارة للدراسة.

كذلك إضافة حقول لكل من الكلفة التقديرية للصيانة والكلفة التقديرية للتبديل.

خطوات إنشاء جداول الصيانة الوقائية ضمن برنامج Revit

لإدخال البيانات المحددة أعلاه ضمن Revit Parameters:

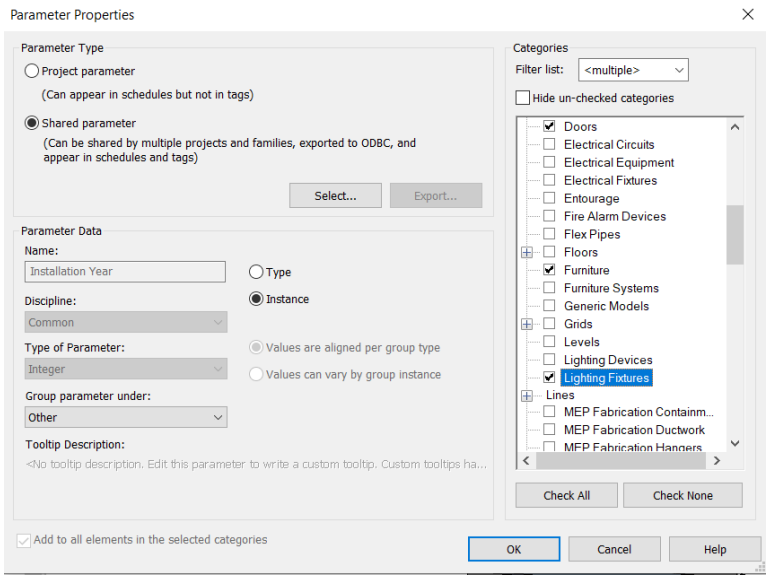
Manage → Shared Parameters → Create → New Group → Lifecycle Data → New Parameters



الصورة 8 – إضافة Shared Parameters

ثم إضافة البارامترات الجديدة للأصول المختارة كما يلي:

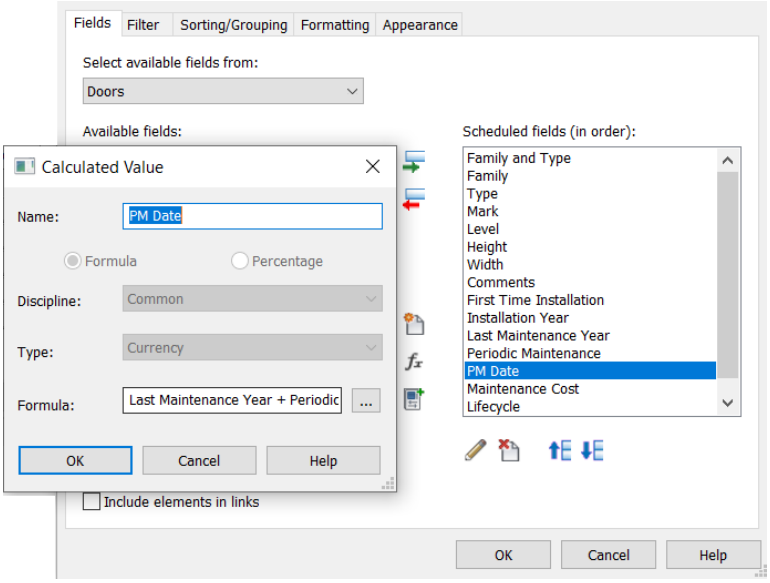
Manage → Project Parameters → Add → Shared Parameters → Select → Categories



الصورة 9 إضافة Project Parameters

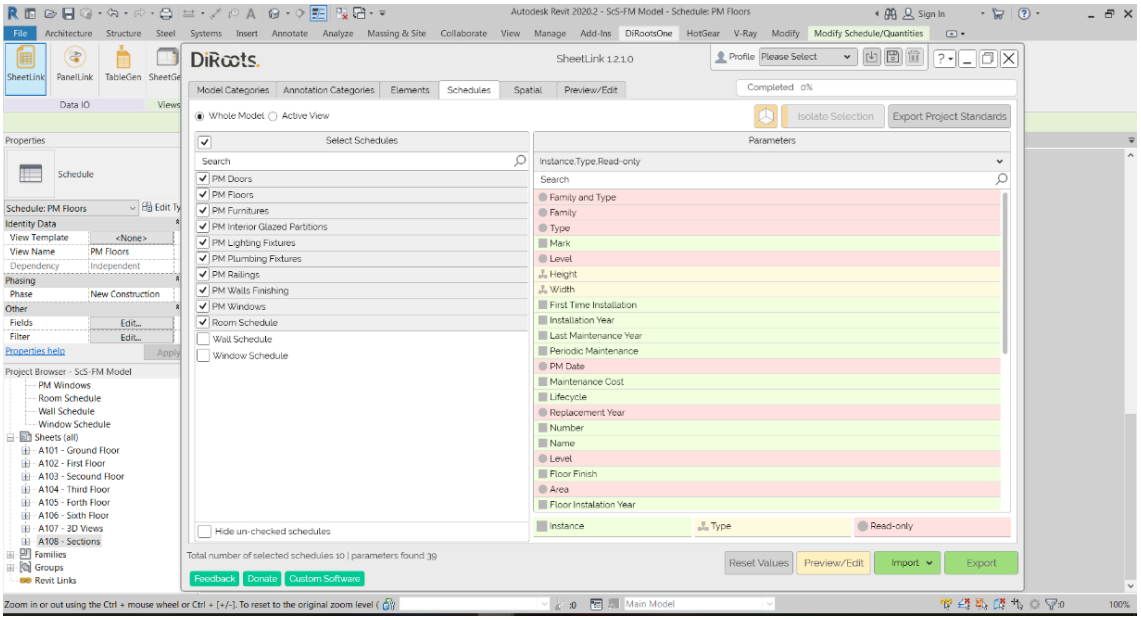
وأخيراً إدراج حقل حسابي جديد لكل من PM Date وReplacement Year ضمن جداول الأصول المختارة كالتالي:

PM Date = Last maintenance year + Periodic Maintenance
Replacement Year = Installation Year + Lifecycle

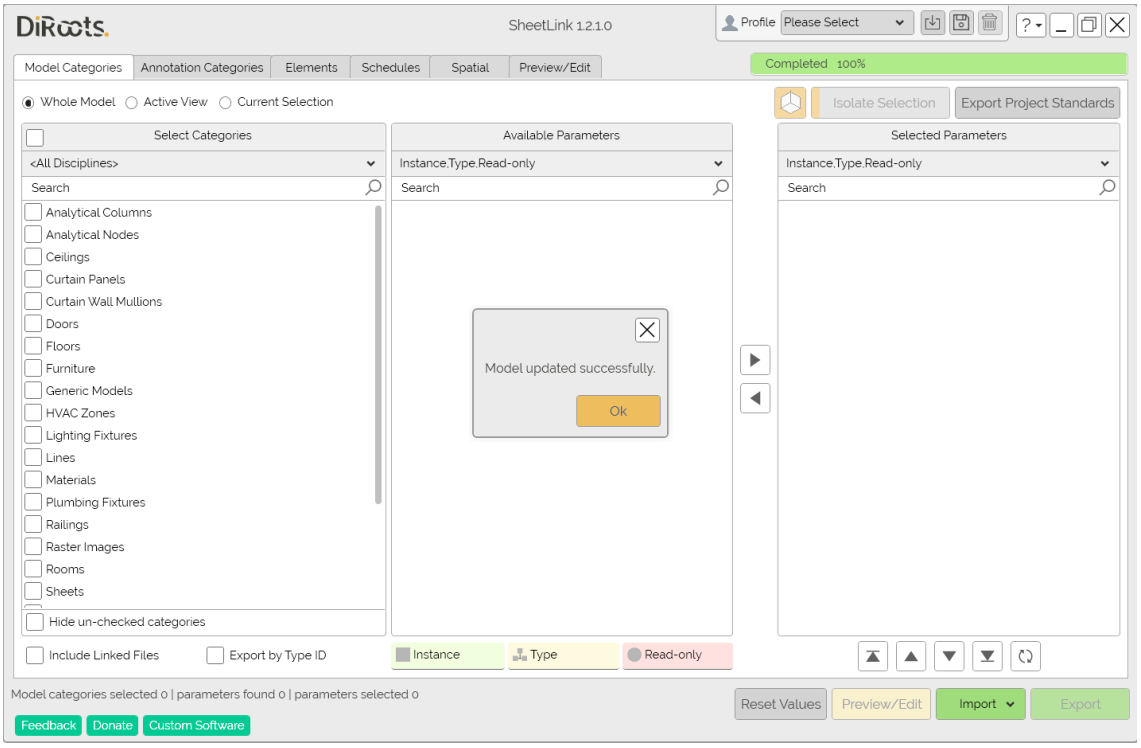


الصورة 10 إنشاء جداول الصيانة الوقائية

خامساً: الخطوة الأهم لدعم التفاعل مع نموذج البناء ولتفعيل العمل على جداول الصيانة المنشأة ومزامنتها، تم تطوير واجهة للعمل كجسر بين مختلف الأدوات المستخدمة (الشكل32). وذلك عن طريق تصدير جداول الصيانة التي تحتوي على معلومات قابلة للتحرير إلى تنسيق ورقة عمل Microsoft Excel® من خلال **DiRoots® plug-in** لـ **Autodesk Revit®** [22]. والتي تسمح بتحديث البيانات المحررة في Excel وربطها بنموذج BIM بالاتجاهين من خلال أمر **SheetLink**



الصورة 11 تصدير جداول الصيانة إلى ورقة عمل Excel باستخدام DiRoots



الصورة 12 استيراد جداول الصيانة من ورقة عمل Excel باستخدام DiRoots

- **نموذج عن الجداول المصدرة مع إضافة بند كلفة تبديل الأرضيات بالطريقة نفسها:**

Number String Instance Identity Data	Name String Instance Identity Data	Level ElementId Instance Constraints	Floor Finish String Instance Identity Data	Area Schedule Parameter	Floor Instalation Year Integer Instance Other	Floor Lifecycle Integer Instance Other	Floor Cost per SM Double Instance Other	Floor Replacement Year Schedule Parameter	Floor Replacement Cost Schedule Parameter
001	Reception	Ground Floor	Marble tiles 40*40	59 m²	2009	20	400000	2029	23590204
002	Manager Room	Ground Floor	Marble tiles 40*40	31 m²	2009	20	400000	2029	12552954
003	Meeting Room	Ground Floor	Marble tiles 40*40	72 m²	2009	20	400000	2029	28796933
004	Buffet	Ground Floor	Ceramic tiles 33*33	6 m²	2009	15	200000	2024	1266732
005	WC3	Ground Floor	Ceramic tiles 33*33	1 m²	2009	15	200000	2024	209998
006	Rest-2	Ground Floor	Ceramic tiles 33*33	4 m²	2009	15	200000	2024	855781
007	Rest-1	Ground Floor	Ceramic tiles 33*33	3 m²	2009	15	200000	2024	696231
008	WC1	Ground Floor	Ceramic tiles 33*33	1 m²	2009	15	200000	2024	220507
009	WC2	Ground Floor	Ceramic tiles 33*33	1 m²	2009	15	200000	2024	218260
010	Entrence	Ground Floor	Marble tiles 40*40	22 m²	2009	20	400000	2029	8749817
101	Reception	First Floor	Marble tiles 40*40	38 m²	2009	20	400000	2029	15013657
102	Training Room	First Floor	Marble tiles 40*40	32 m²	2009	20	400000	2029	12694188
103	Library	First Floor	Marble tiles 40*40	39 m²	2009	20	400000	2029	15600017
104	Training Room	First Floor	Marble tiles 40*40	32 m²	2009	20	400000	2029	12622720
105	Training Room	First Floor	Marble tiles 40*40	40 m²	2009	20	400000	2029	15812982
106	Buffet	First Floor	Ceramic tiles 33*33	6 m²	2009	15	200000	2024	1266732
107	WC3	First Floor	Ceramic tiles 33*33	1 m²	2009	15	200000	2024	209998
108	Rest-2	First Floor	Ceramic tiles 33*33	4 m²	2009	15	200000	2024	855781
109	Rest-1	First Floor	Ceramic tiles 33*33	3 m²	2009	15	200000	2024	696231
110	wc1	First Floor	Ceramic tiles 33*33	1 m²	2009	15	200000	2024	220507
111	WC2	First Floor	Ceramic tiles 33*33	1 m²	2009	15	200000	2024	218260
112	Entrence	First Floor	Marble tiles 40*40	21 m²	2009	20	400000	2029	8529605

جدول 6 الصيانة الوقائية لأرضيات الطابقين الأرضي والأول مع بيانات الغرف والمساحات والكلفة

- جداول الأبواب مع إضافة بند كلفة الصيانة وكلفة التبديل

Family and Type ElementId Instance Other	Type ElementId Instance Other	Level ElementId Instance Constraints	First Time Installation Integer Instance Other	Installation Year Integer Instance Other	Last Maintenance Year Integer Instance Other	Periodic Maintenance Integer Instance Other	PM Date Schedule Parameter	Maintenance Cost Integer Instance Other	Lifecycle Integer Instance Other	Replacement Year Schedule Parameter	Replacement Cost Double Instance Other
M_Door-Exterior-Double: D1-1	D1-1	Ground Floor	2009	2016	2022	2	2024	200000	8	2024	1000000
M_Door-Curtain-Wall-Double-Storefront: D2	D2	Ground Floor	2009	2016	2022	2	2024	30000	8	2024	1200000
M_Door-Interior-Single-2_Panel-Wood: D4	D4	Ground Floor	2009	2009	2022	1	2023	100000	15	2024	500000
M_Door-Interior-Single-2_Panel-Wood: D4	D4	Ground Floor	2009	2009	2022	1	2023	100000	15	2024	500000
M_Door-Interior-Single-2_Panel-Wood: D4	D4	Ground Floor	2009	2009	2022	1	2023	100000	15	2024	500000
M_Door-Interior-Single-2_Panel-Wood: D4	D4	Ground Floor	2009	2009	2022	1	2023	100000	15	2024	500000
M_Door-Interior-Single-2_Panel-Wood: D4	D4	Ground Floor	2009	2009	2022	1	2023	100000	15	2024	500000
M_Door-Exterior-Double-Full Glass-Wood_Clad: D6	D6	Ground Floor	2009	2009	2022	1	2023	150000	15	2024	100000
M_Single-Flush: D8	D8	Ground Floor	2009	2009	2022	1	2023	100000	15	2024	500000
M_Single-Flush: D8	D8	Ground Floor	2009	2009	2022	1	2023	100000	15	2024	500000
M_Single-Flush: D8	D8	Ground Floor	2009	2009	2022	1	2023	100000	15	2024	500000
M_Single-Flush: D8	D8	Ground Floor	2009	2009	2022	1	2023	100000	15	2024	500000
M_Single-Flush: D8	D8	Ground Floor	2009	2009	2022	1	2023	100000	15	2024	500000
M_Door-Interior-Single-2_Panel-Wood: D4	D4	First Floor	2009	2009	2022	1	2023	100000	15	2024	500000
M_Door-Interior-Single-2_Panel-Wood: D4	D4	First Floor	2009	2009	2022	1	2023	100000	15	2024	500000
M_Door-Interior-Single-2_Panel-Wood: D4	D4	First Floor	2009	2009	2022	1	2023	100000	15	2024	500000
M_Door-Interior-Single-2_Panel-Wood: D4	D4	First Floor	2009	2009	2022	1	2023	100000	15	2024	500000
M_Door-Interior-Single-2_Panel-Wood: D4	D4	First Floor	2009	2009	2022	1	2023	100000	15	2024	500000
M_Door-Interior-Single-2_Panel-Wood: D4	D4	First Floor	2009	2009	2022	1	2023	100000	15	2024	500000
M_Door-Interior-Single-2_Panel-Wood: D4	D4	First Floor	2009	2009	2022	1	2023	100000	15	2024	500000
M_Door-Interior-Double-Pocket-2_Panel-Wood: D6	D6	First Floor	2009	2009	2022	1	2023	100000	15	2024	800000
M_Single-Flush: D8	D8	First Floor	2009	2009	2022	1	2023	100000	15	2024	500000
M_Single-Flush: D8	D8	First Floor	2009	2009	2022	1	2023	100000	15	2024	500000
M_Single-Flush: D8	D8	First Floor	2009	2009	2022	1	2023	100000	15	2024	500000
M_Single-Flush: D8	D8	First Floor	2009	2009	2022	1	2023	100000	15	2024	500000
M_Single-Flush: D8	D8	First Floor	2009	2009	2022	1	2023	100000	15	2024	500000

جدول 7 الصيانة الوقائية لأبواب الطابقين الأرضي والأول مع الكلفة

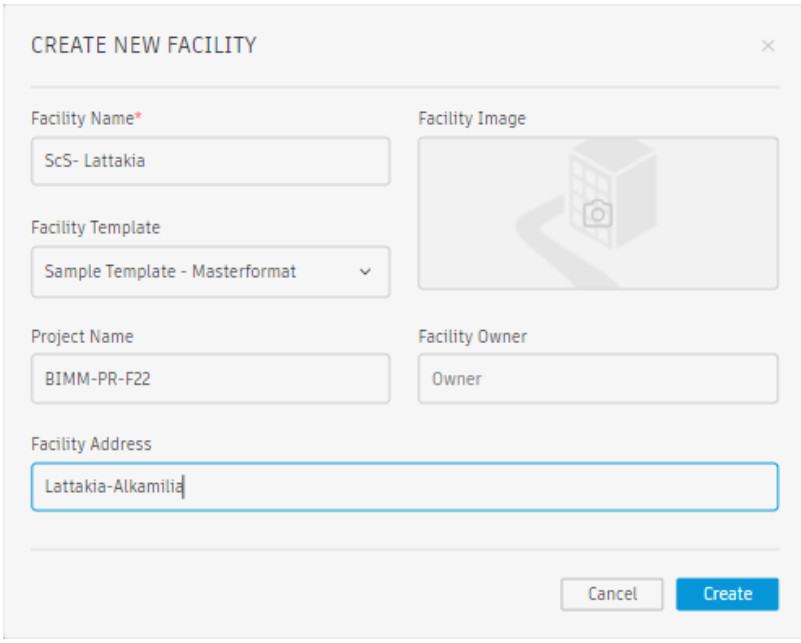
- **الجداول المستوردة من Revit**

ScS-FM Model.xlsx

سادساً: الخطوة الأخيرة لإتمام حلقة واجهة العمل المقترحة، وللوصول إلى إدارة متنورة لأصول المبنى هي استخدام منصة Autodesk Tandem للتمكن من استعراض البيانات وإدارتها.

خطوات تحميل المبنى على منصة Autodesk Tandem:

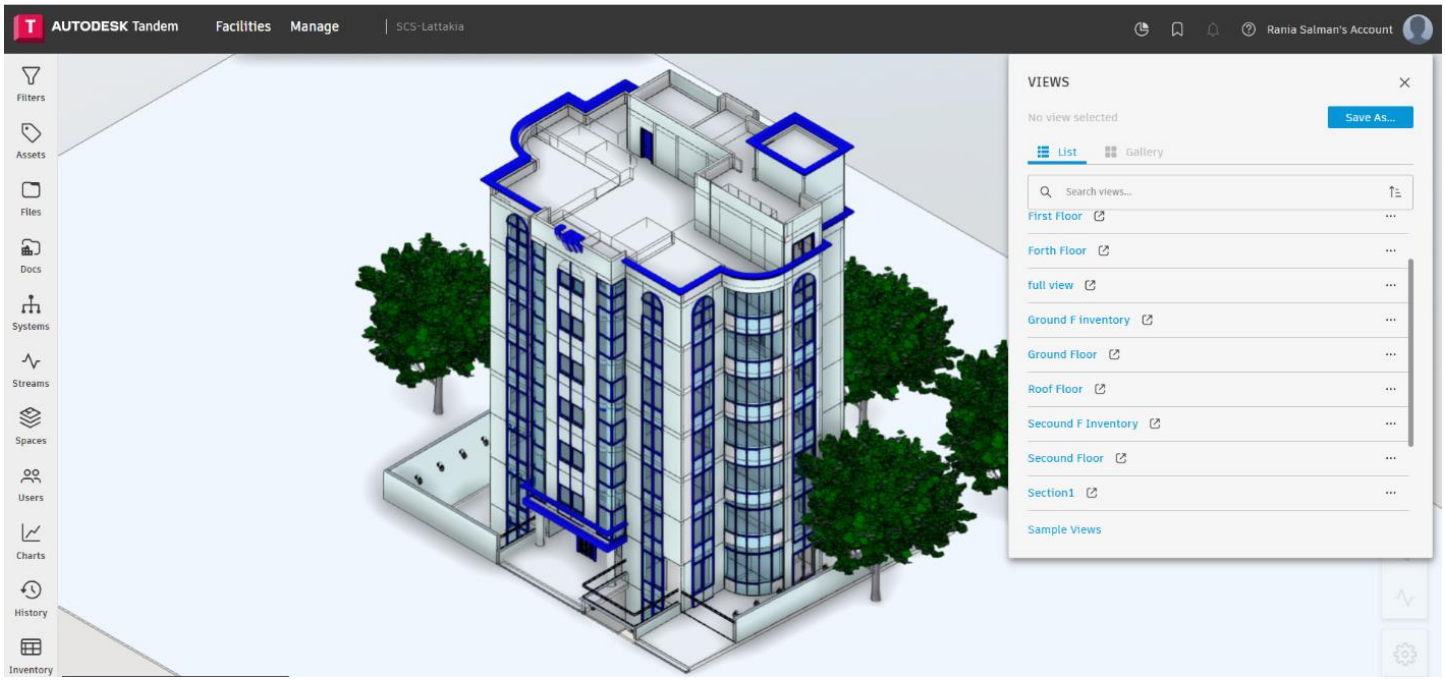
إنشاء حساب مجاني محدود كما يلي:



الصورة 13 إنشاء حساب على المنصة

ثم تحميل النموذج بصيغة RVT أو IFC من Add Model.

يمكن إنشاء عدة لقطات جاهزة لسهولة العرض كما توفر المنصة أداة لقياس المسافات.



الصورة 14 إنشاء لقطات عرض

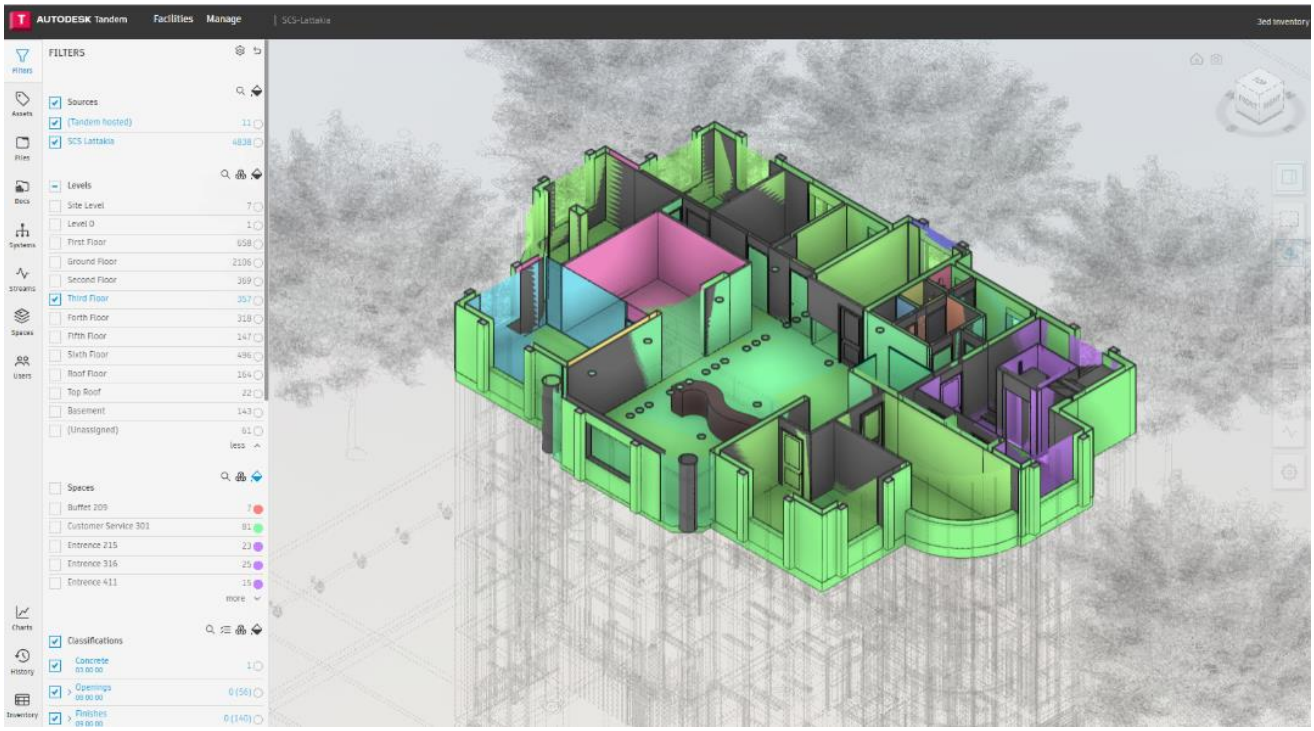
الصورة 15 أداة القياس على المنصة

ينظم Tandem البيانات في أربع فئات: الأصول والمساحات والأنظمة والتدفقات، كما ذكر في الإطار النظري لهذا البحث. وحيث أن الأصول المختارة تنتمي لفئتي **الأصول والمساحات** سيكتفي البحث في دراسة الحالة على هاتين الفئتين.

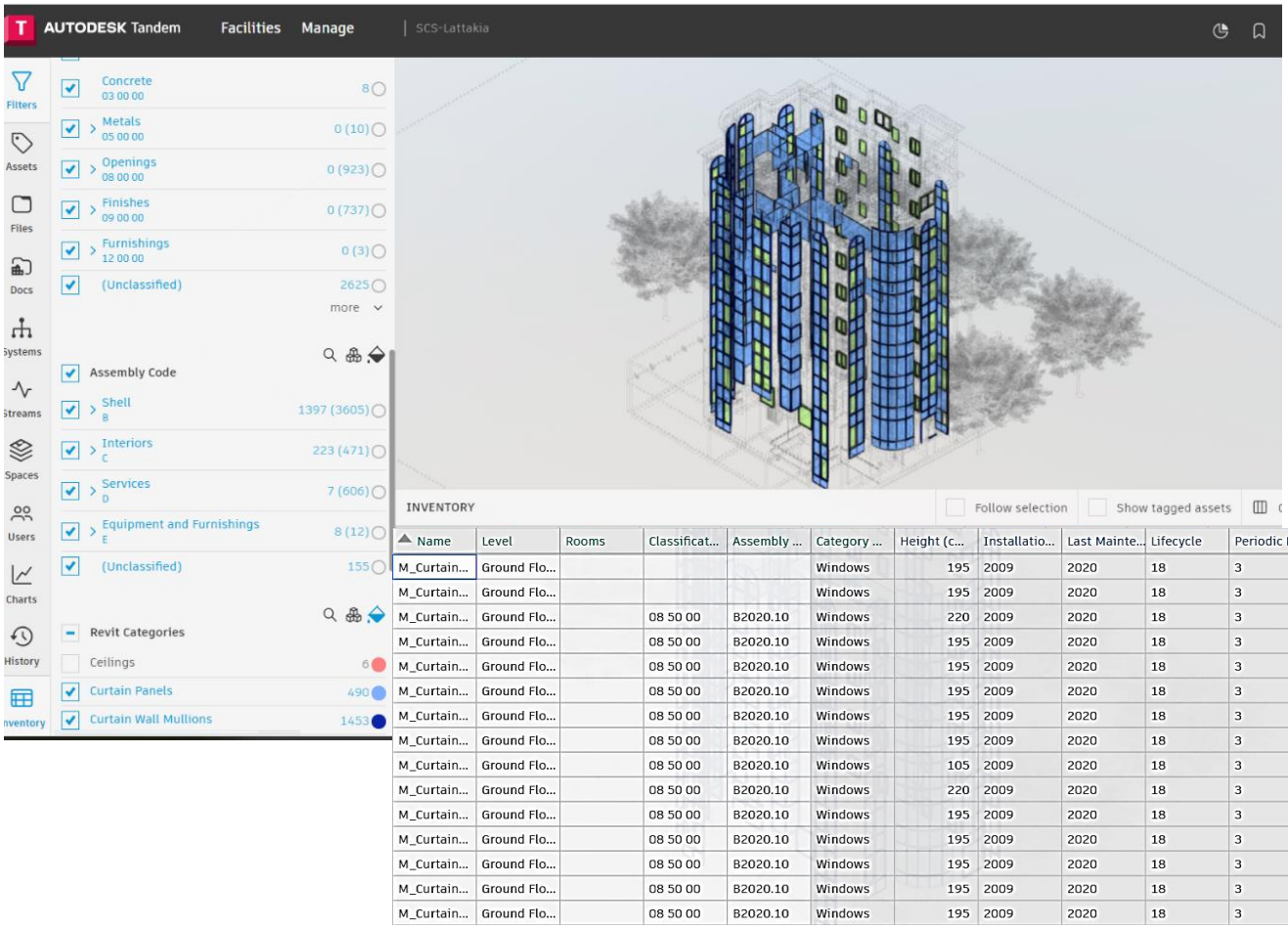
يمكن إضافة تصنيفاتClassification للأصول وفق Facility Template المختارة عند إنشاء الحساب (اعتمد البحث على MasterFormat)، كذلك إضافة ترميز Assembly Code لتنظيم الأصول وفق وظائفها.

من خلال أوامر Filter يمكن عرض كل الأصول التابعة لفراغ معين أو طابق محدد. يمكن استعراض جميع الأصول من النوع الواحد واستعراض بياناتها المستوردة من Revit وإدارتها من أمر Inventory

الصورة 16عرض الأصول وفق رقم الفراغ 001



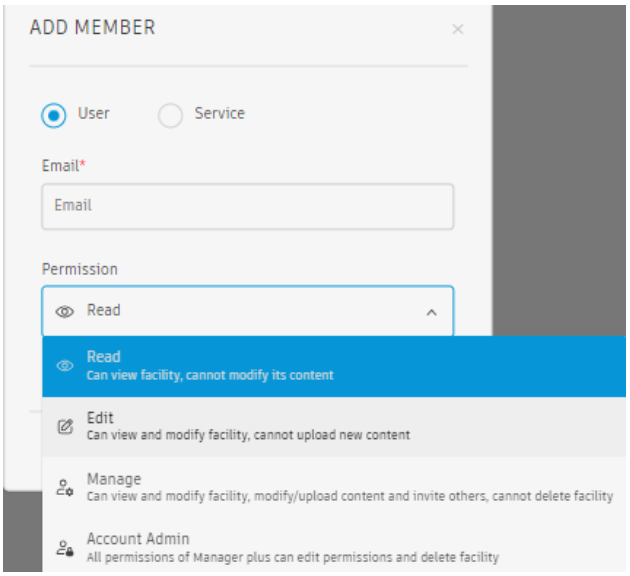
الصورة 17 عرض جميع أصول الطابق الثالث مع خيارات لونية



Name	Level	Rooms	Classificat...	Assembly ...	Category ...	Height (c...	Installatio...	Last Mainte...	Lifecycle	Periodic Mai.
M_Curtain...	Ground Flo...				Windows	195	2009	2020	18	3
M_Curtain...	Ground Flo...				Windows	195	2009	2020	18	3
M_Curtain...	Ground Flo...		08 50 00	B2020.10	Windows	220	2009	2020	18	3
M_Curtain...	Ground Flo...		08 50 00	B2020.10	Windows	195	2009	2020	18	3
M_Curtain...	Ground Flo...		08 50 00	B2020.10	Windows	195	2009	2020	18	3
M_Curtain...	Ground Flo...		08 50 00	B2020.10	Windows	195	2009	2020	18	3
M_Curtain...	Ground Flo...		08 50 00	B2020.10	Windows	195	2009	2020	18	3
M_Curtain...	Ground Flo...		08 50 00	B2020.10	Windows	195	2009	2020	18	3
M_Curtain...	Ground Flo...		08 50 00	B2020.10	Windows	105	2009	2020	18	3
M_Curtain...	Ground Flo...		08 50 00	B2020.10	Windows	220	2009	2020	18	3
M_Curtain...	Ground Flo...		08 50 00	B2020.10	Windows	195	2009	2020	18	3
M_Curtain...	Ground Flo...		08 50 00	B2020.10	Windows	195	2009	2020	18	3
M_Curtain...	Ground Flo...		08 50 00	B2020.10	Windows	195	2009	2020	18	3
M_Curtain...	Ground Flo...		08 50 00	B2020.10	Windows	195	2009	2020	18	3
M_Curtain...	Ground Flo...		08 50 00	B2020.10	Windows	195	2009	2020	18	3

الصورة 18عرض جميع النوافذ والواجهات الزجاجية للمبنى مع بياناتها المستوردة من Revit

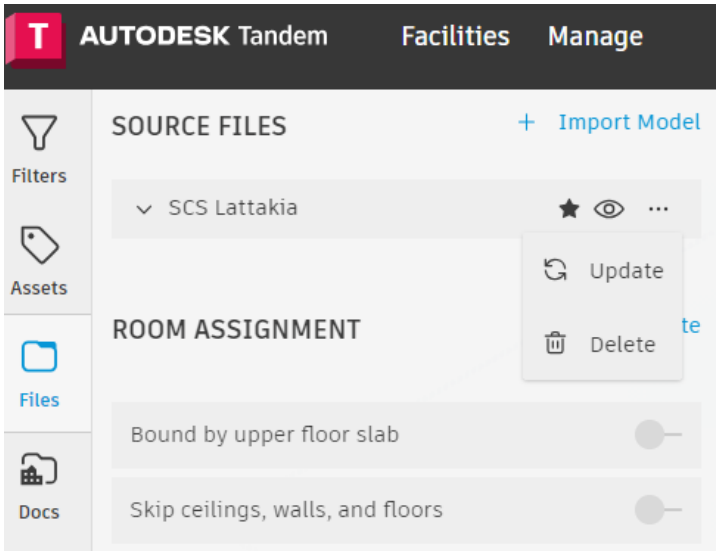
توفر المنصة ميزة إضافة مستخدمين آخرين مع تقييد الوصول بما يخدم الحفاظ على سلامة وأمن المعلومات، وبالتالي تزيد كفاءة وصول موظفي التشغيل والصيانة إلى البيانات وتسهيل عملية صنع القرار طوال مرحلة التشغيل والصيانة.



الصورة 19إضافة مستخدمين للمنصة مع التحكم بالسماحية

يمكن لفرق الصيانة نقل العمليات والتحديثات المنجزة وفق المنصة إلى جداول الصيانة المحفوظة في ورقة عمل Excel ومن ثم إعادة الجداول المحررة لنموذج Revit بواسطة DiRoots لتحديثه.

وأخيراً من خلال أمر **Update Source** تنتقل التحديثات إلى منصة Tandem لتكتمل حلقة العمل وتبدأ دورة صيانة جديدة.



الصورة 20 تحديث النموذج المصدّر على المنصة

الفصل الرابع: نتائج البحث والمقترحات المستقبلية

نتائج البحث

العوائق والتحديات

المقترحات والتوصيات

الأبحاث المستقبلية

نتائج البحث:

بناء على نتائج الاستبيان الواردة في الفصل الثالث من هذا البحث وأهمها ضعف الوصول إلى معلومات الأصول وتدفق البيانات والعمليات في الممارسات الحالية لإدارة المرافق، بالإضافة إلى التركيز على ضرورة استكشاف المنصات التي تدعم BIM بما يخدم العمل الهندسي. توجهت الدراسة التطبيقية نحو إنشاء نموذج BIM يخدم إدارة المرافق من خلال تطوير واجهة عمل تربط بين برامج Excel-Revit ومنصة Tandem، بحيث تسمح بتحديث معلومات البناء طوال فترة حياة البناء. فعلى الرغم من الطبيعة العامة لبرمجيات BIM كان من الضروري دمج برامج أخرى في بنية النظام لتطوير حلول قادرة على التفاعل مع مصادر البيانات الخارجية وإمكانية تحرير وتحديث البيانات مع الحفاظ على النموذج الأساسي وتحديثه طوال فترة التشغيل والصيانة.

ميزات واجهة العمل المطبقة:

1- الحصول على نموذج BIM يحتوي بيانات ذات مغزى لإدارة المرافق بمستوى تفاصيل لا يقل عن LOD300 وبيانات تاريخية وجداول صيانة وقائية يمكن تحريرها وتحديثها من قبل فريق الصيانة من غير المختصين وتخزينها في ورقة عمل Excel مما يسمح باسترجاع البيانات لدعم التدخلات والقرارات.

2- العرض البصري للمساحات والأصول والقدرة على التصور الفراغي مما يحسن أداء عمليات إدارة المساحات وإدارة الطوارئ.

3- تحسين التصميم المستقبلي للتشغيل والصيانة الوقائية وعمليات صنع القرار من خلال دمج بيانات المنصة وبيانات الصيانة على ورقة عمل Excel.

4- إمكانية الوصول للنموذج المطور على المنصة من قبل جميع الفرقاء مع التحكم بالسماحية والأذونات للحفاظ على سلامة البيانات.

5- إدارة بيانات الأصول على المنصة مع تصنيفاتها وسجلاتها التاريخية ومنع التكرار مع تحديث النموذج طوال فترة حياة المبنى.

6- يشكل النموذج نواة عمل قابلة للتطور نحو توأم رقمي للمبنى عند إضافة بيانات الأنظمة والشبكات مع تفعيل دور التدفقات عند الربط مع أجهزة ومستشعرات IOT.

- ❖ يدعم هذا فرضـــيات البحث عن اتجاه الأبحاث نحو تطبيق التكامل بين FM &BIM ودمجهما للمباني الجديدة وحتى القائمة التي لم تكن مبنية على أساس BIM.
- ❖ كذلك يدعم فرضـــيات البحث حول القيمة التي يقدمها BIM لإدارة المرافق من خلال التوثيق ومراقبة الجودة وإدارة المعلومات ودعم الاستخدام الأمثل للمبنى وتعديله على مدار حياته وفق متطلبات كل مرحلة.

العوائق والتحديات

تمثلت العوائق والتحديات التي واجهت البحث جانبين أساسيين الأول يتعلق بالوصول إلى المعلومات والبيانات المتعلقة بسجلات الصيانة ومخططات حديثة تعكس الحالة الراهنة للمبنى. والثاني يتعلق بعدم توفر تطبيقات BIM مختصة بمتطلبات إدارة المرافق وخدماتها، والافتقار لتكنولوجيا مفتوحة المصادر تقدم خدمات إدارة المرافق حيث هناك فقط المنصات المعتمدة على السحابة والمأجورة.

عوائق الوصول إلى البيانات:

في الوقت الذي اعتمدت نمذجة المبنى على مخططات CAD ثنائية الأبعاد، كانت جميع المخططات المتوفرة تعود لعام 2009 كما سلمها المقاول من دون أي تحديث على مدار 14 سنة من تشغيل المبنى. وقد شكل ذلك تحدياً كبيراً استغرق وقتاً وجهداً كبيرين من جهة تحديث وتوثيق التعديلات والتغييرات التي طرأت على المبنى خلال الأعوام السابقة. بالإضافة إلى الافتقار لوثائق وبيانات مادية عن الصيانات السابقة والكميات والأنواع ومصادر المواد. فاعتمد الباحث على المشاهدة والتصوير والقياس والمقابلات مع مسؤولي الصيانة في المبنى للحصول على هذه البيانات والتواريخ وذلك من أجل الوصول إلى نتائج حقيقية تقارب الواقع الفعلي.

- ❖ يدعم هذا فرضـــيات البحث من ناحية عدم توفر أو كفاية بيانات BIM للعديد من المباني الحالية والذي يؤدي غالباً إلى إدارة غير فعالة للمنشـــأة وضـــياع الوقت وزيادة تكلفة الصيانة.

- ❖ بالإضـافة أن الرسـومات ثنائية الأبعاد القديمة يمكن أن تشـمل الشـكل والمظهر ولكنها لا تمثل المعلومات الموضـــوعية ومحددات الكائن. كما أن عملية البحث عن المعلومات بين الوثائق الورقية والرسومات الثنائية الأبعاد مرهقة وغير مجدية في إدارة المرافق.

عوائق الافتقار إلى التكنولوجيا:

رغم الكم الكبير من تطبيقات BIM الحالية والخدمات التي تقدمها لمراحل التصميم والتنفيذ، لكنها مازالت تفتقر لتطبيقات خاصة بإدارة المرافق ومتطلباتها من بيانات ومعلومات بحاجة لربط مع كائنات النموذج وتقديم أوامر إدارية لمتطلبات العمل والشراء. كذلك رغم توفر بعض المنصات المعتمدة على السحابة تقدم هذه الخدمات إلا أن جميعها مأجورة ومحدودة المصادر أو مقيدة الوصول وغير متاحة في سورية. وبعد دراسة جميع الإمكانيات المتاحة اقترح البحث استخدام منصة Autodesk Tandem الحديثة والتي تتيح العمل على عدد محدود من الأصول والأنظمة والتدفقات بما يخدم إدارة المرافق جزئياً ودون التمكن من استخدام كامل إمكانيات المنصة مع التنويه أن المنصة لا تزال قيد التجريب ولم تصل للنضج الكامل. ولذلك كان من الضروري دمج عدة تطبيقات للوصول إلى النموذج المطلوب مع ما يتطلبه ذلك من قيود أهمها الامتثال لهياكل المعلومات الخارجية ومتطلبات شكل البيانات.

- ❖ يدعم هذا فرضـــيات البحث من حيث أن الطلب على BIM بالنســـبة لمجالات FM يكاد يكون معدوماً.

المقترحات والتوصيات

- ❖ لاتزال مساهمة إدارة المرافق في المؤسسات والمنظمات السورية متواضعة مما يتطلب زيادة الوعي بمهام إدارة المرافق في المؤسسات التعليمية والمحاضرات والندوات وتشجيع المؤسسات على تفعيل أدوارها وتطبيقاتها في دورة حياة الأبنية القائمة.

- ❖ إيجاد خطط فعالة لزيادة ثقة المالكين في استثمار BIM عن طريق المزيد من الأبحاث التطبيقية وتقديم النتائج المشجعة من ناحية الكفاءة والتوفير وأمن المعلومات وإطالة العمر الافتراضي للمنشآت، كذلك التركيز على نشر ثقافة BIM بالتعاون مع النقابات والشركات الهندسية والمؤسسات الحكومية.

- ❖ مجال إدارة المساحات المبنية مجال واسع وهام لتحقيق التخطيط الأمثل للمنشأة وتحديد المساحات وتخصيصها بشكل صحيح ودعم إنتاجية أماكن العمل والروابط الأساسية بين الموظفين. كل ما سبق يمكن تحقيقه من خلال تطبيق BIM واستخدام المنصة المقترحة أو استكشاف منصات أخرى لوصول سريع وفعال ورؤية أكثر وضوحاً وشمولية بالإضافة إلى المساهمة في تحسين إجراءات الصحة والسلامة لتلبي الاستجابة السريعة للطوارئ.

- ❖ أثبتت الدراسة زيادة انتشار استخدام برنامج Revit في العمل الهندسي وهو مؤشر جيد لبناء قاعدة يمكن الاعتماد عليها في تطوير اعتماد BIM. مع التنويه على زيادة الوعي بمفهوم BIM وتكامله مع إدارة المرافق والإمكانيات التي يتيحها Revit وفق الدارسة التطبيقية من حيث إنشاء وتطوير جداول الصيانة الدورية لأصول المنشأة ودمج بيانات إدارة المرافق في النموذج، وتشجيع تجربة التطبيقات الأخرى التي تدعم BIM.

- ❖ ضرورة التركيز على تدريب العاملين في المؤسسات على برمجيات BIM وتقديم الدعم الفني والتدريب وزيادة الوعي بالتقنيات الحديثة (DT,IOT,VR,AI) وأهميتها في مجال العمل الهندسي.

- ❖ وضع خطط استراتيجية لتفعيل دور الرقمنة في كافة مراحل البناء والانتقال التدريجي نحو اعتماد نموذج BIM، مع تقديم الدعم المادي والحكومي والنقابي وكافة التسهيلات اللازمة للنهوض بالعمل الهندسي.

الأبحاث المستقبلية

- ❖ ركز البحث على مجال إدارة المعلومات للعناصر المعمارية من بين المجالات الواسعة لإدارة المرافق، ولذلك من الجيد التوسع في الأبحاث المستقبلية لاختبار المجالات الأخرى من حيث الاستدامة وتخفيف الانبعاثات وتوفير المياه وإدارة الطاقة والنظم التشغيلية وعمليات الشراء وأوامر العمل.

- ❖ اختبار استخدامات منصة Autodesk Tandem الأخرى من حيث النظم والتدفقات وربطها بأجهزة وكاميرات ومستشعرات أنظمة IOT للوصول إلى توأم رقمي متكامل يخدم إدارة المرافق.

-

- ❖ التوجه نحو المزيد من الأبحاث حول التوائم الرقمية وتكنولوجيا BIM في مختلف قطاعات صناعة البناء.

- ❖ في حين اعتمد البحث على الانتقال من CAD إلى BIM وتطوير النموذج بناء على جمع المعلومات بالملاحظة والقياس والتصوير والمقابلات، يمكن توجيه الأبحاث المستقبلية لاختبار أدوات أخرى يمكن أن تحسن من جودة المعلومات وتقليل الوقت والجهد مثل المسح الليزري والطائرات المسيرة وأدوات الذكاء الصناعي AI...

المصادر والمراجع:

1. ISO (International Organization for Standardization). Facility Management—Vocabulary (ISO 41011: 2017). Available online: https://www.iso.org/standard/68167.html
2. IFMA (International Facility Management Association). What Is Facility Management. Available online: https://www.iFMa.org/about/what-is-facility-management
3. Musarat, M. A., Alaloul, W. S., Cher, L. S., Qureshi, A. H., Alawag, A. M., & Baarimah, A. O. (2023). Applications of Building Information Modelling in the Operation and Maintenance Phase of Construction Projects: A Framework for the Malaysian Construction Industry. Sustainability, 15(6), 5044.
4. Soliman, K., Naji, K., Gunduz, M., Tokdemir, O., Faqih, F., & Zayed, T. (2022). BIM-based facility management models for existing buildings. Journal of Engineering Research, 10(1A), 21-37.
5. Tsay, G. S., Staub-French, S., & Poirier, É. (2022). BIM for facilities management: An investigation into the asset information delivery process and the associated challenges. Applied Sciences, 12(19), 9542.
6. Siccardi, S., & Villa, V. (2022). Trends in Adopting BIM, IoT and DT for Facility Management: A Scientometric Analysis and Keyword Co-Occurrence Network Review. Buildings, 13(1), 15.
7. Lee, J. Y., Irisboev, I. O., & Ryu, Y. S. (2021). Literature Review on Digitalization in Facilities Management and Facilities Management Performance Measurement: Contribution of Industry 4.0 in the Global Era. Sustainability, 13(23), 13432.
8. Espania Slioa, A. (2022). Evaluation of Digital Twin implementations in Facility Management-A systematic review.
9. Sarkar, A. (2021). Importance of Iot in Facility Management. International Journal of Recent Scientific Research, 12(6), 41870.
10. Czerniawski, T., & Leite, F. (2020). Automated digital modeling of existing buildings: A review of visual object recognition methods. Automation in Construction, 113, 103131.
11. Adetayo, O. N. O. S. O. S. E. N., & Onatayo, D. (2023). A Scientometric Review of BIM in Facility Management Research.
12. Macek, D. (2023). Use of BIM as a Support for Tendering of Facility Management Services. Buildings, 13(3), 664.
13. Sousa, H., Mêda, P., & Munir, M. (2019). Developing a BIM based asset management strategy-first highlights from specific client case study. In 36th CIB W78 2019 Conference.

14. Moreno, J. V., Machete, R., Falcão, A. P., Gonçalves, A. B., & Bento, R. (2022). Dynamic Data Feeding into BIM for Facility Management: A Prototype Application to a University Building. Buildings, 12(5), 645.
15. Wu, Y. (2022). Application of BIM Technology in Building Operation and Maintenance Management. Academic Journal of Architecture and Geotechnical Engineering, 4(1), 22-25.
16. Smart Facilities Management (FM) - Singapore - BCA. GUIDE TO SMART FM, An initiative from the FMIC (Facilities Management Implementation Committee) Smart FM Taskforce.
17. Robert Bray. (2021). Harnessing BIM to Realize Digital Twins.
18. Day, Marten. (2022). Autodesk Tandem: digital twin update. AEC Magazine.
19. Eastman, C., et al,2011. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors. Hoboken, New Jersey, USA.
20. AGC, 2006. The Contractors' Guide to BIM. 1st ed. Associated General Contractors of America,
21. https://www.lodplanner.com/level-of-development/
22. DiRoots (n/d). Revit to Excel and Google Sheets. Available online: https://diroots.com/revit-plugins/revit-to-excel-sheetlink/
23. Barakat, Waleed Mansour,2021. Professional Facilities Management.

الملحقات

الاستبيان

استبيان لرسالة ماجستير بعنوان نمذجة الأبنية القائمة وتأثير تطبيق BIM على إدارة المرافق– SVU

إعداد الباحثة: "رانيه سلمان" وإشراف الدكتورة "رنا ميا"

الغرض من الاستبيان

بيان أثر تطبيق نمذجة معلومات البناء BIM على إدارة المرافق FM

مقدمة

يعرف ISO إدارة المرافق FM بأنها وظيفة تنظيمية تدمج الأشخاص والمكان والعمليات في البيئة المبنية بهدف تحسين نوعية حياة الناس وإنتاجية الأعمال الأساسية.

كذلك تعرف الرابطة الدولية لإدارة المرافق IFMA إدارة المرافق FM على أنها مهنة تشمل تخصصات متعددة لضمان الوظائف والراحة والسلامة والكفاءة للبيئة المبنية من خلال دمج الأشخاص والمكان والعملية والتكنولوجيا.

BIM أو بيم هو اختصار لنمذجة معلومات البناء /Building Information Modeling/ ، والتي تعني تصميم نموذج للمبنى شامل جميع المعلومات والبيانات الخاصة به، ومعنى نموذج هنا يتعدى حدود مفهوم بناء مجرد ثلاثي الأبعاد، فهو يشمل بناؤه كشكل ثلاثي الأبعاد D3 وفق كائنات لها خصائصها التي يمكن إدخالها وتعديلها، ويشمل أيضا إدراكه بعامل الوقت D4 وعامل التكلفة D5 وصولاً إلى إدارة المرافق D7.

أسئلة الاستبيان

يرجى تقييم قبولك للعبارات التالية وفق خبرتك في مجال إدارة المرافق، علماً أن النقاط التالي ذكرها لا تتبع تسلسل محدد:

القسم الأول:

البيانات الشخصية (سيتم استخدام المعلومات لأغراض البحث العلمي فقط)

1- العمر:

- بين 20 و30
- بين 30 و40
- بين 40 و50

2- عدد سنوات الخبرة:

- أقل من 5 سنوات
- بين 5 و10 سنوات
- أكثر من 10 سنوات

3- ما هو دورك الوظيفي في مكان عملك؟

- تصميم
- تنفيذ
- إشراف
- مهندس صيانة
- مدير مرافق
- غير ذلك

القسم الثاني:

أسئلة تتعلق بإدارة المرافق FM

1- ما مدى معرفتك بمجال إدارة المرافق؟

لم أسمع بها أبدا	لا أعرف عنها	معرفة طفيفة	معرفة مقبولة	معرفة جيدة

2- هل تعمل حالياً أو عملت سابقاً في مجال إدارة المرافق؟

لم أعمل سابق	عملت سابقا	نعم مازلت أعمل

3- هل الرسومات الثنائية الأبعاد والوثائق المتوفرة في المؤسسة كافية لأداء مهماتك بكفاءة؟

دائما لا تكفي	غالبا لا تكفي	محايد	تكفي إلى حد ما	تكفي تماما

4- هل هناك خطة واضـــحة لتوزيع المســـاحات تؤمن بيئة مريحة ونظيفة ويمكن تحديثها بسهولة؟

لا يوجد نهائيا	غالبا لا يوجد	لا أعرف	يوجد إلى حد ما	نعم يوجد

5- هل يمكنك الوصول إلى معلومات الأصول بسهولة؟

معارض بشدة	معارض	محايد	موافق	موافق جداً

6- هل هناك سهولة في تدفق البيانات والعمليات في مؤسستك؟

معارض بشدة	معارض	محايد	موافق	موافق جداً

7- هل تعتمد مؤسستك على وضع خطط للصيانة الوقائية PM؟

لا تعتمد نهائيا	غالبا لا تعتمد	لا أعرف	غالبا تعتمد	دائما تعتمد

8- هل تستغرق إجراءات الصيانة التصحيحية CM وقتاً طويلاً؟

كلا لا تستغرق	غالبا لا تستغرق	لا أعرف	نعم غالبا	نعم دائما

9- هل تلبي إجراءات الصحة والسلامة الاستجابة السريعة للطوارئ؟

لا تلبي نهائيا	غالبا لا تلبي	لا أعرف	نعم أحيانا	نعم دائما

10- هل تتبع إجراءات الشراء خطط الصيانة الوقائية والبيانات المقدمة من قبل إدارة المرافق؟

لا تتبع أبدا	غالبا لا تتبع	لا أعرف	نعم أحيانا	نعم دائما

11- هل تعتمد مؤسستك برمجيات معينة لأتمتة طلبات العمل وأوامر الشراء؟

كلا لا تعتمد	غالبا لا تعتمد	لا أعرف	تعتمد جزئيا	تعتمد بشكل كامل

القسم الثالث

أسئلة تتعلق بتأثير تطبيق BIM على إدارة المرافق

1- هل تستخدم نمذجة معلومات البناء بيم في مؤسستك؟

- نعم
- لا

2- يرجى ذكر البرمجيات المستخدمة

- _____

3- ما رأيك في إنشاء نموذج بيم للمباني القائمة وتأثيره على عمليات التشغيل والصيانة؟

معارض بشدة	معارض	محايد	موافق	موافق جداً

4- هل يؤدي دمج نموذج بيم مع منصـــــة لتبادل المعلومات إلى تمكن فرق إدارة المرافق من الوصول إلى البيانات واستردادها بسرعة؟

معارض بشدة	معارض	محايد	موافق	موافق جداً

5- هل يؤدي تطبيق بيم إلى زيادة كفاءة وصول موظفي التشغيل والصيانة إلى البيانات؟

معارض بشدة	معارض	محايد	موافق	موافق جداً

6- هل يؤدي تطبيق بيم إلى تحسين التصميم المستقبلي للتشغيل والصيانة الوقائية PM؟

معارض بشدة	معارض	محايد	موافق	موافق جداً

7- هل يؤدي تطبيق بيم إلى تسهيل عملية صنع القرار طوال مرحلة التشغيل والصيانة؟

معارض بشدة	معارض	محايد	موافق	موافق جداً

8- هل يؤدي تطبيق بيم إلى تحسين الاستجابة لمتطلبات المالك؟

معارض بشدة	معارض	محايد	موافق	موافق جداً

9- هل يؤدي تطبيق بيم لتقليل الوقت وتحسين الجدول الزمني لطلبات العمل وإجراءات الشراء؟

معارض بشدة	معارض	محايد	موافق	موافق جداً

10- هل يحتاج نموذج بيم الذي تم إنشاؤه لمرحلة FM إلى مستوى تفاصيل متقدم أكبر أو يساوي LOD300؟

معارض بشدة	معارض	محايد	موافق	موافق جداً

11- هل يتطلب إنشاء نموذج بيم لمرحلة إدارة المرافق إلى تكاليف عالية؟

معارض بشدة	معارض	محايد	موافق	موافق جداً

12- هل يتطلب إنشاء نموذج بيم لمرحلة إدارة المرافق إلى زيادة تدريب العاملين؟

معارض بشدة	معارض	محايد	موافق	موافق جداً

13- هل يتطلب إنشاء نموذج بيم لمرحلة إدارة المرافق إلى إجراءات خاصة فيما يتعلق بأمن المعلومات وتقييد الوصول؟

معارض بشدة	معارض	محايد	موافق	موافق جداً

14- هل يمكن لتطبيق تقنيات النموذج الرقمي أو إنترنت الأشياء أن يحسن كفاءة إدارة المرافق مستقبلاً من خلال توفير عرض بصري للتجهيزات والأصول ومزامنتها مع الواقع؟

معارض بشدة	معارض	محايد	موافق	موافق جداً

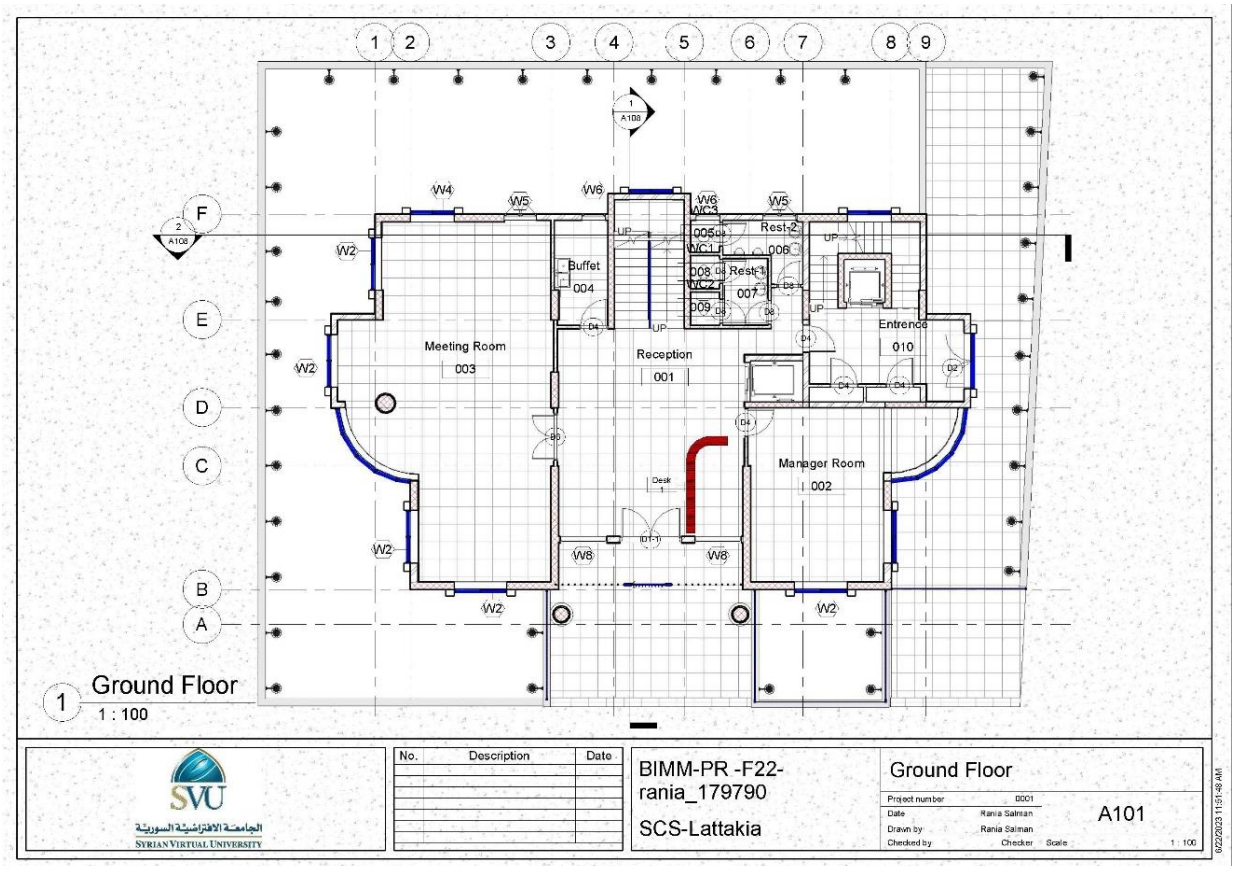
15- هل يشكل الافتقار للتكنولوجيا المطلوبة عائقاً أمام تطبيق تقنيات النموذج الرقمي وإنترنت الأشياء لخدمة إدارة المرافق مستقبلاً؟

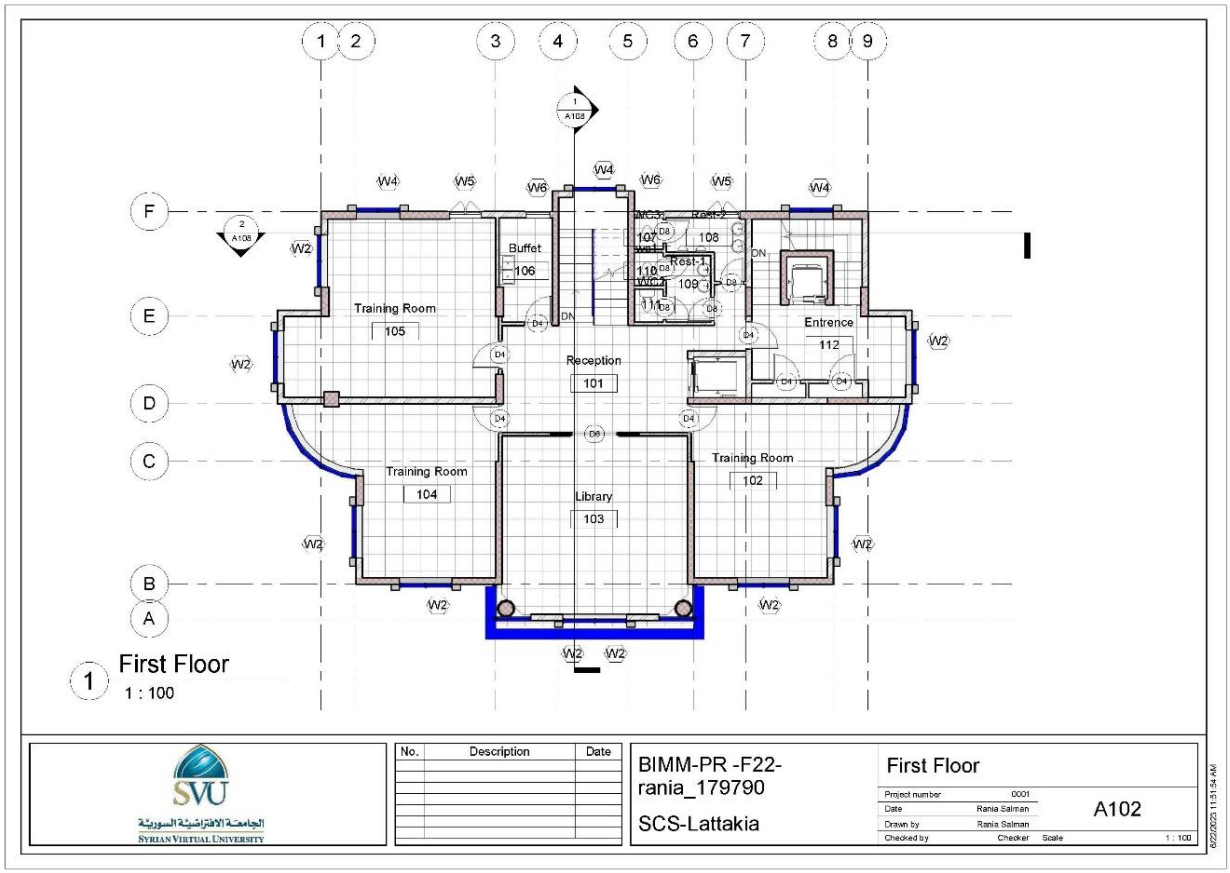
معارض بشدة	معارض	محايد	موافق	موافق جداً

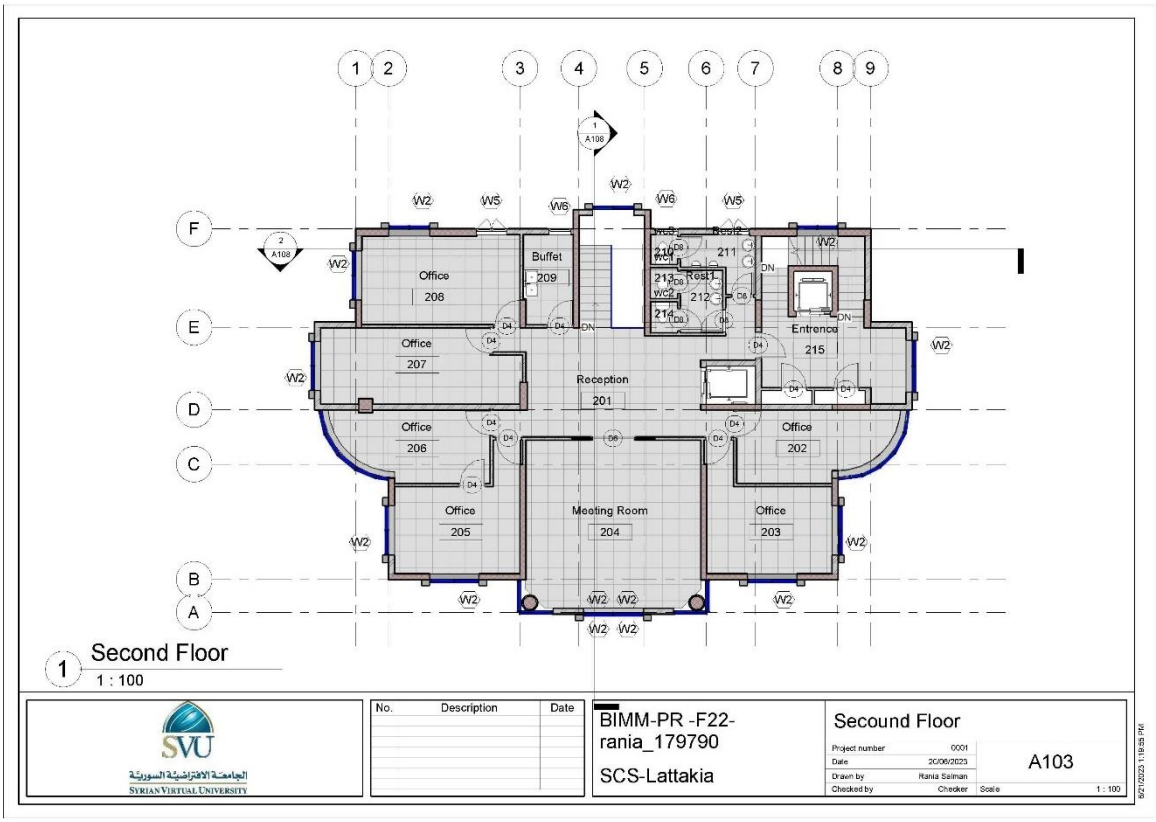
16- هل يمكن للمكاسب المتوقعة من تطبيق تقنيات النموذج الرقمي DT وإنترنت الأشياء IOT لخدمة إدارة المرافق أن تبرر التكاليف العالية لهذه التقنيات؟

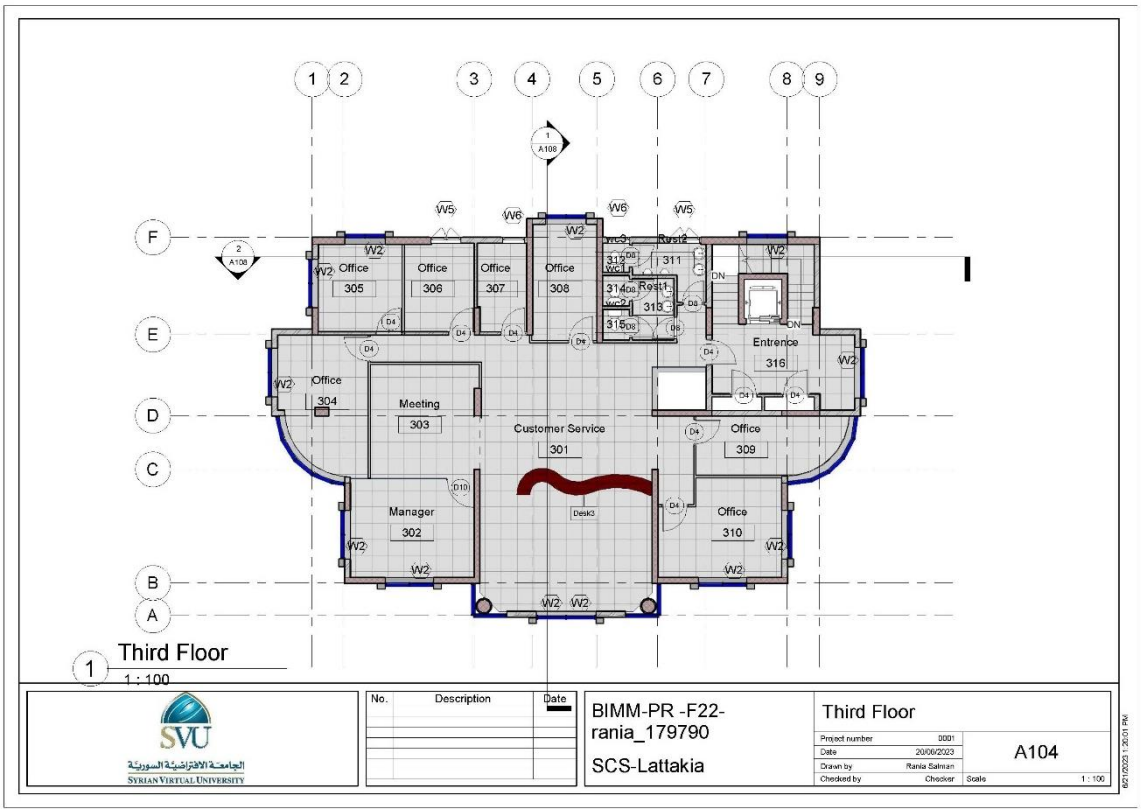
معارض بشدة	معارض	محايد	موافق	موافق جداً

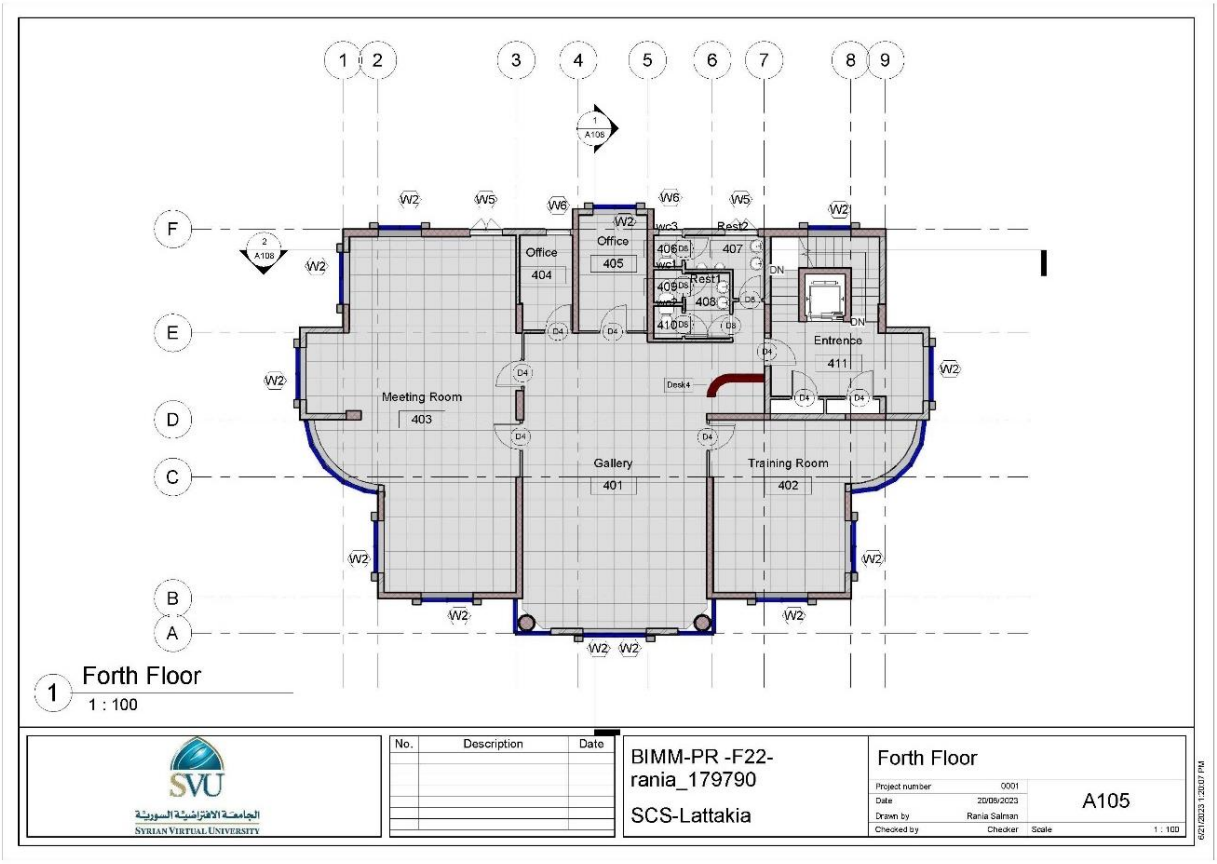
مخططات Revit

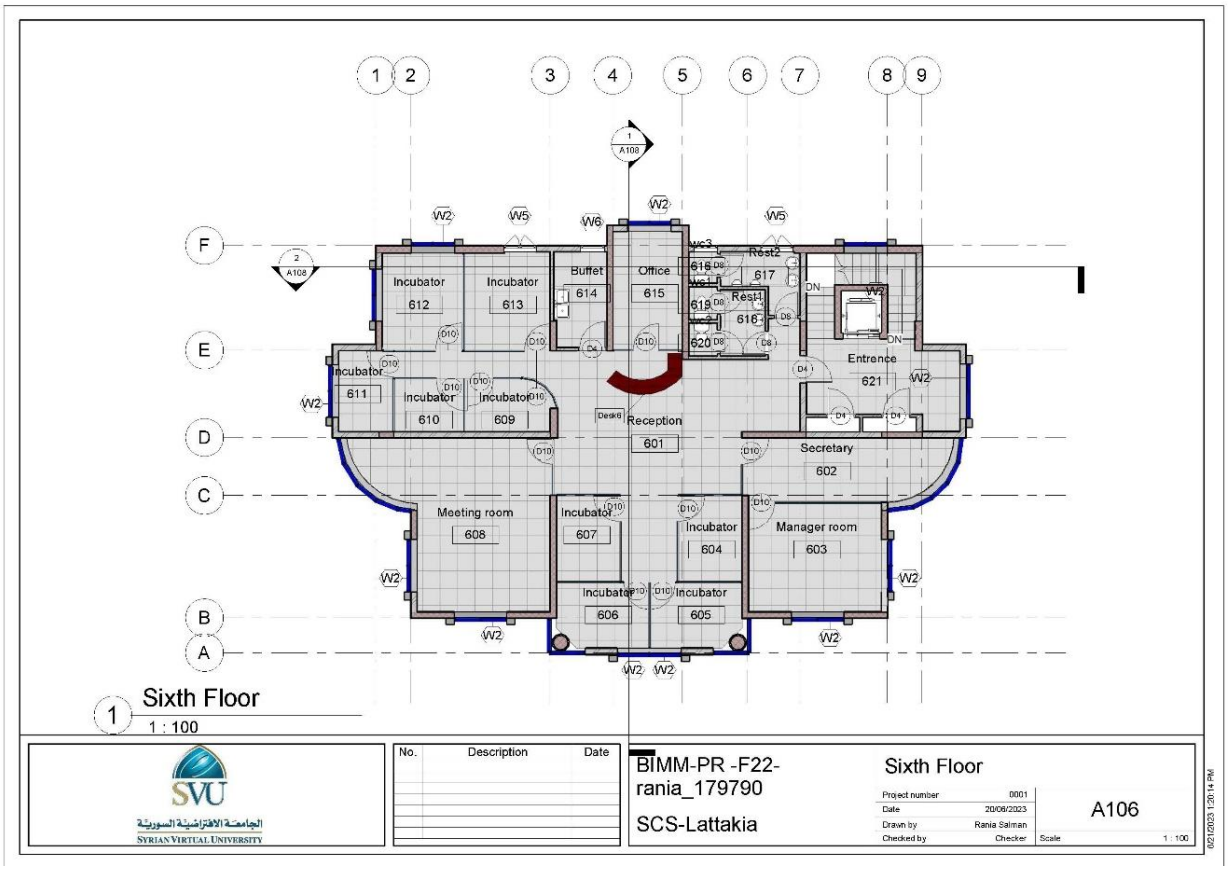





Office
208
Buffet
209
Rest2
211
Rest1
212
Entrance
215
Office
207
Reception
201
Office
206
Office
202
Office
205
Meeting Room
204
Office
203
Second Floor
1 : 100
SVU
الجامعة الافتراضية السورية
SYRIAN VIRTUAL UNIVERSITY
No.
Description
Date
BIMM-PR -F22-rania_179790
SCS-Lattakia
Secound Floor
Project number 0001
Date 20/06/2023
Drawn by Rania Salman
Checked by Checker
Scale 1 : 100
A103


Office
305
Office
306
Office
307
Office
308
Rest2
311
Rest1
313
Entrance
316
Office
304
Meeting
303
Customer Service
301
Office
309
Manager
302
Office
310
Third Floor
1 : 100
SVU
الجامعة الافتراضية السورية
SYRIAN VIRTUAL UNIVERSITY
No.
Description
Date
BIMM-PR -F22-rania_179790
SCS-Lattakia
Third Floor
Project number 0001
Date 20/06/2023
Drawn by Rania Salman
Checked by Checker
Scale 1 : 100
A104


Office
404
Office
405
Rest2
407
Rest1
408
Entrance
411
Meeting Room
403
Gallery
401
Training Room
402
1 Forth Floor
1 : 100
SVU
الجامعة الافتراضية السورية
SYRIAN VIRTUAL UNIVERSITY
No.
Description
Date
BIMM-PR -F22-rania_179790
SCS-Lattakia
Forth Floor
Project number 0001
Date 20/06/2023
Drawn by Rania Salman
Checked by Checker
Scale 1 : 100
A105


Incubator
612
Incubator
613
Buffet
614
Office
615
Rest2
617
Rest1
616
Entrance
621
Incubator
611
Incubator
610
Incubator
609
Reception
601
Secretary
602
Meeting room
608
Incubator
607
Incubator
604
Manager room
603
Incubator
606
Incubator
605
1 Sixth Floor
1 : 100
SVU
الجامعة الافتراضية السورية
SYRIAN VIRTUAL UNIVERSITY
No.
Description
Date
BIMM-PR -F22-rania_179790
SCS-Lattakia
Sixth Floor
Project number 0001
Date 20/06/2023
Drawn by Rania Salman
Checked by Checker
Scale 1 : 100
A106

1 West
1 : 200
2 South
1 : 200
SVU
الجامعة الافتراضية السورية
SYRIAN VIRTUAL UNIVERSITY
No. Description Date
BIMM-PR -F22-rania_179790
SCS-Lattakia
Elevations
Project number 0001
Date 20/05/2023
Drawn by Rania Salman
Checked by Checker
A107
Scale 1 : 200
6/21/2023 11:51:59 AM

1 Section 1
1 : 200
2 Section 2
1 : 200
SVU
الجامعة الافتراضية السورية
SYRIAN VIRTUAL UNIVERSITY
No. Description Date
BIMM-PR -F22-rania_179790
SCS-Lattakia
Sections
Project number 0001
Date 20/05/2023
Drawn by Rania Salman
Checked by Checker
A108
Scale 1 : 200
6/21/2023 1:20:37 PM