Improving the Cost Estimation Method for Residential Building Projects in Syria During the Design Phase by Using Building Information Modeling

Dr. Jamal Omran*
Jana Aljende**

(Received 3 / 6 / 2022. Accepted 28 / 7 / 2022)

□ ABSTRACT □

The process of cost estimation is one of the most important functions of the project and its efficiency is an essential part of its success, and with the development of the construction industry and the expansion of projects, the errors resulting from estimation by traditional methods have become large, and with the increase in competition between engineering companies, the time factor has become more important to complete the required project and play an effective role in achieving its objectives (time, cost and quality) and thus his success.

Obtaining accurate estimated costs requires accurate quantities of building elements, so the researcher evaluated the methods of calculating quantities by comparing the traditional methods based on two-dimensional diagrams and the smart methods based on models of building information modeling systems. The comparison was made using two quantitative calculating software for four building projects. Residential in Lattakia Governorate, which are the Excel program, and the Revit program that the researcher used, which is classified among the most important building information modeling software. Construction in the design phase contributes to high flexibility and speed in the accuracy of calculating the quantities of engineering project work and thus accuracy in calculating the project cost, and reaching the best quality of design documents to reduce as much design errors as possible that affect the cost of projects by designing an additional tool within the Revit program to obtain a model Accurate, error-free.

Keywords: Building Information Modeling, Cost Estimation, Cost Control, Residential Buildings, Design Errors, Quantity take-off.

*Associate Professor, Department of Construction Management, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia , Syria , E-mail: j-omran@tishreen.edu.sy
**Postgraduate student, Department of Construction Management, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria , E-mail: janaaljende95@gmail.com

تحسين طريقة تقدير التكلفة لمشاريع الأبنية السكنية في سوريا خلال مرحلة التصميم باستخدام نمذجة معلومات البناء

د. جمال عمران*

جنى الجندي**

(تاريخ الإيداع 3 / 6 / 2022. قُبِل للنشر في 28/ 7 / 2022)

□ ملخّص □

عملية تقدير التكلفة من أهم وظائف المشروع وكفاءتها جزء أساسي في نجاحه، ومع تطور صناعة التشييد وتضخم المشاريع أصبحت الأخطاء الناتجة عن التقدير بالطرق التقليدية كبيرة وبزيادة التنافس بين الشركات الهندسية أصبح عامل الوقت أكثر أهمية لإنجاز المشروع المطلوب وتؤدي دوراً فعالاً في تحقيق أهدافه (الزمن والكلفة والجودة) وبالتالي نجاحه.

إن الحصول على تكاليف تقديرية دقيقة يتطلب كميات دقيقة لعناصر المبنى لذا تم تقييم طرق حساب الكميات من خلال مقارنة الطرق التقليدية المعتمدة على المخططات ثنائية الأبعاد وبين الطرق الذكية المعتمدة على نماذج أنظمة نمذجة معلومات البناء BIM وتمت المقارنة باستخدام اثنين من برمجيات حساب الكميات لأربع مشاريع أبنية سكنية في محافظة اللاذقية وهما برنامج Microsoft Excel ،وبرنامج Revit الذي تم استخدامه وهو يصنف ضمن أهم برمجيات الـBIM، وتمت المقارنة لعناصر البناء من خلال عدة معايير تم تطويرها وتقييم البرمجيات المعتمدة بناءً على طلب المستخدم و تم تصميم أداة إضافية ضمن برنامج الـRevit للحصول على نموذج دقيق خالي من الأخطاء و التأكيد بأن إدخال نمذجة معلومات البناء في مرحلة التصميم يساهم بمرونة عالية وسرعة فائقة في دقة حساب كميات أعمال المشروع الهندسي وبالتالي الدقة في حساب تكلفة المشروع ،والحصول على أفضل جودة لوثائق التصميم للتقليل ما أمكن من أخطاء التصميم التي تؤثر على تكلفة المشاريع.

الكلمات المفتاحية: نمذجة معلومات البناء ،تقدير الكلفة ،ضبط الكلفة ،الأبنية السكنية ،أخطاء التصميم ،حساب الكميات.

* أستاذ مساعد – قسم هندسة وإدارة التشييد – كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.
E-mail: j-omran@tishreen.edu.sy

**طالب دراسات عليا (ماجستير) – قسم هندسة وإدارة التشييد – كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.
E-mail: janaaljende95@gmail.com

مقدمة:

يحتل قطاع التشييد أهمية كبيرة بين القطاعات الاقتصادية، كما يلعب دوراً هاماً وحيوياً في دعم الاقتصاد الوطني وفي تطور الحياة الاقتصادية والاجتماعية وتحقيق النهضة العمرانية في معظم دول العالم، وسيكون لهذا القطاع أهمية خاصة وتأثير مضاعف في سورية خلال المرحلة المقبلة. وباعتبار أن سورية مقبلة على مرحلة مهمة وجديدة وهي إعادة الإعمار تبرز حاليا ضرورة التهيئة والإعداد لهذه المرحلة على مختلف الجوانب والقطاعات حيث أن قطاع التشييد سيكون أحد هذه القطاعات الرئيسية ومن أهم مجالات الإنفاق والتعاقدات في المرحلة المقبلة. [7]

و إن الطبيعة الخاصة لصناعة التشييد والبناء من ناحية كونها عملية معقدة تتضمن العديد من المراحل مثل (تحديد طلبات المالك ومستخدمي المنشأ –التصميم– المناقصة–التنفيذ– الصيانة) جعلها طويلة الأمد، ذات تكلفة مرتفعة، تتطلب جودة محددة بالإضافة الى أنها محفوفة بالمخاطر و ذات نسبة حوادث مرتفعة اذا ما قورنت بصناعات أخرى وأيضا وجود العديد من الأطراف الفاعلة في صناعة التشييد والبناء مثل الملاك والمستخدمين والمصممين والمقاولين والموردين وكذلك المؤثرات الخارجية مثل العوامل الاقتصادية والتطورات التكنولوجية وهنا تظهر تغييرات قوانين البناء والتشريعات الحاكمة جعلت ادارة التكاليف أمرا مهما في مشاريع البناء والتشييد. [8]

أولى خطوات النجاح في المشروع هي مدى قدرة إدارته على تحديد وتقدير احتياجاته المالية وفي مراحله المختلفة والتي تمثل تكلفة المشروع، حيث لابد من تحديد هذه الاحتياجات بواقعية لا يبالغ فيها، فيتعرض المشروع لصعوبات وعجز مالي يتسبب في تعثر التنفيذ والإخلال بالجدول الزمني ، وادارة التكلفة قد تكون من العوامل المهمة والرئيسية في التقييم المالي للمشروع لأهمية التكاليف بالمشروع وتقييمه يتطلب ذلك وجود نظام لإدارة التكاليف بشكل مناسب يختص بتجميع وتصنيف وتحليل للتكاليف بالمشروع وعرضها على متخذي القرارات لمتابعة أي انحرافات قد تحدث وتصحيحها في الوقت المبكر تفاديا لأي زيادة عن التكلفة الموضوعة والمخطط لها ، وعلى الرغم من الأهمية المثبتة للتكلفة كأحد أهم العوامل في مشاريع التشييد فمن غير المستغرب إن نجد مشروع إنشاء يفشل في تحقيق أهدافه ضمن التكلفة المحددة له ، فقد وجدت دراسة حديثه أن تسعه مشاريع من أصل عشره يحصل فيها انحراف في التكلفة ومن هنا تأتي أهمية إدارة وضبط التكلفة في مشاريع التشييد. [6]

وتعرف نمذجة معلومات البناء (Building Information Modeling) BIM أنها قواعد بيانات متكاملة لديها القدرة على معالجة البيانات الديناميكية، و إنها تتضمن موديل للتصميم مع موديل سلوكي تمكن من تنسيق حقيقي للمعلومات في كل عرض للنموذج، وبالتالي لديها القدرة على ضبط التكاليف من خلال عملية تصميم ديناميكية للمبنى. [6]

وإن منهجية نمذجة معلومات البناء BIM تنقل نموذج صناعة التشييد من نظم المعلومات الرسومية ثنائية الأبعاد إلى نظم المعلومات ثلاثية الابعاد ،والنظم البارامترية ثلاثية الأبعاد تسهل تشييد بناء رقمي افتراضي يحوي وصفاً جيومترياً غير مبهم للمبنى، وكون النموذج وحيد المصدر يعني أن كل المخططات المولدة منه مضمونة في كونها متطابقة، فيكون استخلاص تقارير الكميات وتقدير التكلفة والجدولة من الممكن أتمتها بدقة فائقة ،وبذلك يمكن التغلب على عائق المعلومات المجزأة الذي كان يعترض عملية تبادل هذه المعلومات في نظم كاد التقليدية، حيث يشكل النموذج الافتراضي للمبنى قاعدة البيانات التي يخزن فيها المستخدم كافة البارامترات المتعلقة بكل مكون ،نتيجة ذلك يركز اهتمام المصمم على الحلول التصميمية ،وهذه الحلول التصميمية يتم تحديدها في مرحلة التصميم من خلال تعريف متطلبات الزبون وتحديد سمات التشييد ومقاييس الجودة من خلال الإجراءات ،المخططات ،والمواصفات الفنية.[Eastman et al., 2011, [12]

تقدم نمذجة معلومات البناء العديد من الفوائد لدى استخدامها في مرحلة التصميم، نذكر منها:

- توليد مخططات لأية مجموعة من الكائنات وفي أي وقت في المشروع بشكل مباشر من النموذج، مما يعني تقليل كبير في الوقت اللازم لتوليد المخططات يدوياً.
- حساب الكميات سيكون أسهل وأسرع وأدق يساهم في الدقة في تقدير الكلفة للمشروع.
- تغييرات التصميم المقترحة والمنفذة في النموذج سيكون لها أثرها على كل الأجزاء الأخرى للمبنى. [12],Winberg and Dahlqvist, 2010]
- الفهم الكامل والمتكامل للعناصر المنمذجة.[12], Sarshar et al., 2004]

وهناك العديد من الدراسات العلمية التي تؤكد على أهمية مرحلة التصميم من بين المراحل المختلفة:

الأخطاء التصميمية متواجدة في 10–39% من مشاريع التشييد في سوريا.

الأخطاء التصميمية الكبيرة في مشاريع التشييد في سوريا التي تسبب إيقاف العمل نسبتها 10%.

القصور في التصميم يؤدي إلى تأخر مدة تنفيذ المشروع 10–39% زيادة على مدة التنفيذ المخطط لها.

التكلفة الكلية للمشروع تتجاوز التكلفة المخطط لها في 39% من مشاريع التشييد بسبب القصور في عملية التصميم.

أقل من 10% من المشاريع قلت تكلفتها عن التكلفة المخطط لها بسبب القصور في التصميم.

79% من فشل التكلفة بسبب 20 % من فشل الجودة.

32% من تكاليف العيوب بسبب مشاكل التصميم. [9]

ويحاول هذا البحث تسليط الضوء على موضوع تقدير التكاليف في مشاريع التشييد ضمن بيئة الـBIM وتطويره بهدف الارتقاء بمستوى ضبط وتقدير التكاليف.

1. الدراسات السابقة:

قام العديد من الباحثين بدراسة آثار استخدام الـBIM في إدارة مشروع التشييد واتجهت بعض الأبحاث للتركيز على إيضاح دور الـ BIM في عملية تقدير كميات وتكلفة المشروع وما يمكن أن يقدمه في هذا المجال، و دراسة أهمية استخدام الـBIM بتحسين التحكم في التكلفة والوقت في أعمال التشييد من خلال تقليل الأخطاء المحتملة في عملية حساب الكميات وتسريع عملية التقدير ، ودراسة عملية تجاوز التكلفة باعتبارها مشكلة رئيسية تواجه كل مشروع تقريباً والبحث حول أهم أسباب تجاوز التكاليف في مشاريع التشييد ومعظمها بسبب إعادة أعمال البناء حيث تتراوح التكاليف المباشرة الناتجة عن إعادة العمل من 0.5٪ إلى 19٪ من إجمالي تكاليف المشروع وقدمت أحد الدراسات أهمية تطوير إطار العمل منهجي لإجراء تقدير تفصيلي للتكلفة مع الاستفادة من البيانات المخزنة في نماذج BIM بتحقيق السرعة والكفاءة في عملية حساب الكميات وتم الانتهاء من تقدير التكلفة المستندة إلى النموذج بنسبة تزيد عن 50٪ أسرع من الطريقة التقليدية مع الحفاظ على مستوى مماثل من الدقة ثم إتمام حساب الكميات QTO والتقدير بنحو 90٪ أسرع من الطريقة التقليدية ،حيث أن الحساب بالطريقة اليدوية عرضة للخطأ البشري وتميل إلى نشر معلومات غير دقيقة وفي الوقت الحالي يعتبر القياس الكمي مضيعة للوقت يمكن أن يتطلب 50٪ إلى 80٪ من مقدر التكلفة، وتم البحث حول العوائق الرئيسية التي تعيق التنفيذ الفعال لنماذج BIM فيما يتعلق بتقدير التكلفة والجدولة وترتبط هذه بشكل أساسي بنقص المعايير والمعرفة للتنفيذ الشامل لنماذج BIM وليس فقط فيما يتعلق بتقدير التكلفة أو الجدولة. ونظراً لعدم وجود معايير كافية على مستوى الصناعة حول كيفية استخدام BIM ،يتعين على الشركات إنشاء حلولها الخاصة حيث بينت دراسة حديثة في كوريا الجنوبية أن 9 من أصل 10 مستخدمين في كوريا أي حوالي 92% بينو مزايا

الـBIM من حيث تقليل الأخطاء والسهو والتعاون وتحسين الصورة وتقليل إعادة العمل وتقليل التكلفة و زيادة الأرباح وتقليل وقت سير العمل وتحسين السلامة ،وبعد الاطلاع على نتائج الدراسات السابقة كان من المهم الاستفادة من الميزات القوية للـBIM في عملية حساب الكميات وتطوير اتجاه العمل في البحث حول أهم أسباب الأخطاء التصميمية التي تؤثر على كمية العنصر وبالتالي تكلفته والتوجه لتطوير أداة إضافية واستخدامها ضمن برنامج الـRevit لمراعاة معايير نمذجة العناصر الصحيحة حتى الحصول على نموذج BIM بجودة عالية للحصول على كميات دقيقة صحيحة وبالتالي تكلفة دقيقة للمشروع.

أهمية البحث وأهدافه:

أهمية البحث:

تكمن أهمية هذا البحث من ضرورة توفير منهجية عمل متكاملة تؤمن ارتباط فعال بين عملية التصميم والتنفيذ مع الإدارة الهندسية من أجل ادارة التكاليف في مشاريع التشييد، حيث أنه بالنسبة لموضوع ادارة التكاليف الذي يجب أن يواكب المشروع خلال المراحل التي يمر بها، لهذا يكمن أهمية التركيز على تقدير الكلفة خلال المراحل المبكرة للتصميم (مرحلة التخطيط و التصميم الأولي).

و إن إقبالنا إلى مرحلة إعادة الإعمار سيضع على عاتقنا إنجاز هذه العملية بأسرع وقت ممكن مع ضرورة توفير منهجية جديدة للتعاطي مع المشاريع وأن نسعى لتخفيض الأعباء المادية الإضافية الناجمة عن الإدارة السيئة للتصاميم التي تدرس أو التي يجري تنفيذها ، ونستطيع إدراك أهمية مرحلة التصميم بمعرفة أنَّ 80 % من تكلفة التشييد تُحدّد عندما يتم إنجاز التصميم الأولي للمشروع (Hamzaha, et al ,2011) وأن أي خطأ أو إهمال لا يتم اكتشافه في مرحلة مبكرة من المشروع من الممكن أن يؤدي إلى إعاقة كبيرة أثناء تنفيذ المشروع، كما أن تكلفة الأخطاء التصميمية تفوق تكلفة أخطاء التشييد إذا أخذنا بعين الاعتبار أن أي خلل في التصميم يزيد من تكلفة المشروع من ناحية عملية الإصلاح وإعادة التنفيذ، وكذلك فإن 50 % من أوامر التغيير سببها أخطاء أو نقص في عملية التصميم (Hamzaha, et al ,2011).

أهداف البحث:

- التحقيق في مجال عملية تقدير التكلفة ضمن بيئة BIM التعاونية للتأكد من أهمية تطبيق المنهجية خلال مرحلة التصميم للمشروع الهندسي.
- اقتراح النماذج باستخدام تقنية الـBIM في عملية تقدير تكاليف البناء من خلال تسليط الضوء على العديد من المنصات البرمجية ومن خلال إجراء مقارنة بين الأنظمة اليدوية وأنظمة الـBIM.
- تطوير معايير تقييم حساب الكميات للمقارنة بين برنامج الـRevit و برنامج الـExcel من خلال دراسة حالة باستخدام أدوات الـBIM في نمذجة عدة مشاريع أبنية سكنية و توضيح الآثار الإيجابية التي تنعكس على تقدير الكلفة عند استخدام ذلك.
- العمل على تصميم أداة إضافية واستخدامها ضمن برنامج الـRevit لتسهيل وتسريع عملية حساب الكميات الدقيق دون أخطاء.

✸ صياغة مجموعة من التوصيات المفيدة في مجال التشييد فيما يتعلق بكيفية تقدير تكلفة مشاريع التشييد المراد إنشاؤها في المستقبل.

طرائق البحث ومواده:

1. جمع بيانات البحث:

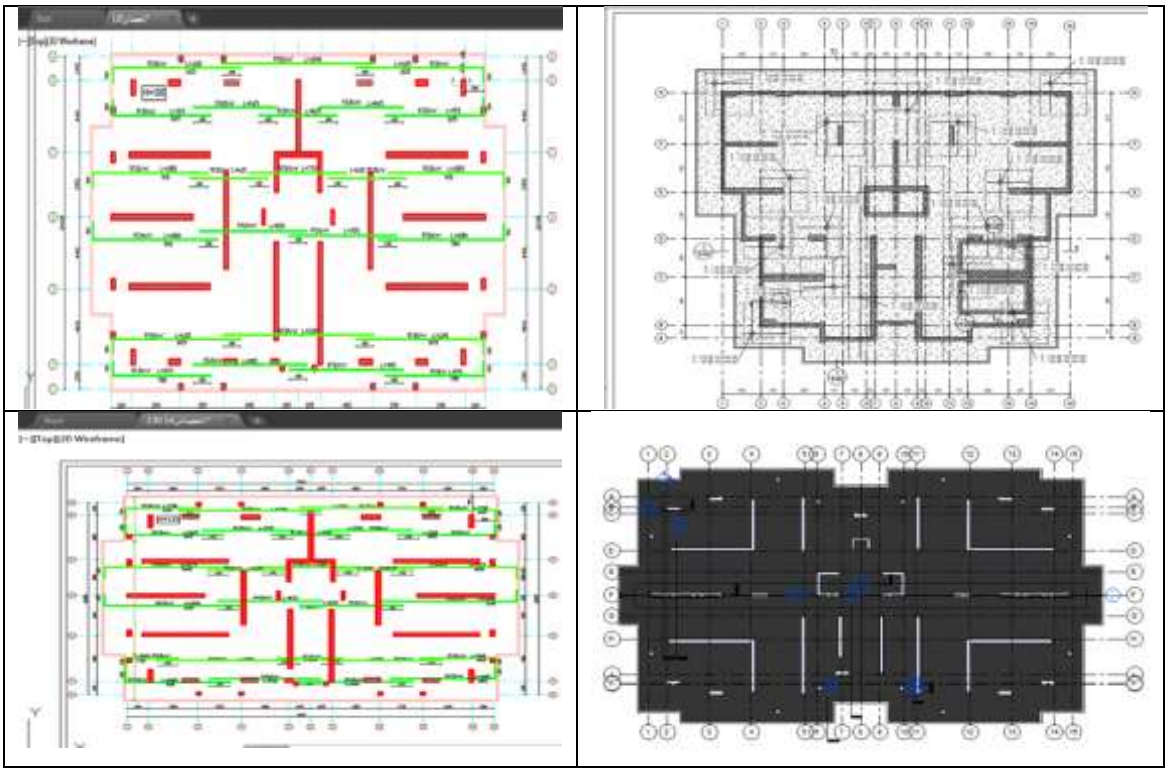
تم جمع البيانات من عينات لمشاريع تنتمي إلى فئة الأبنية السكنية ،وهي أربع مشاريع في محافظة اللاذقية تتضمن البيانات المخططات الإنشائية والمعمارية مع الكشوف التقديرية لهذه المشاريع وتتضمن الكشوف (بند العمل، واحدة البند ،الكمية ،السعر الإفرادي ،السعر الإجمالي) لكل مشروع المستخرجة بالطريقة اليدوية.

ستتم الدراسة على هذه المشاريع الأربعة ويوضح الجدول التالي وصفاً لكل منها:

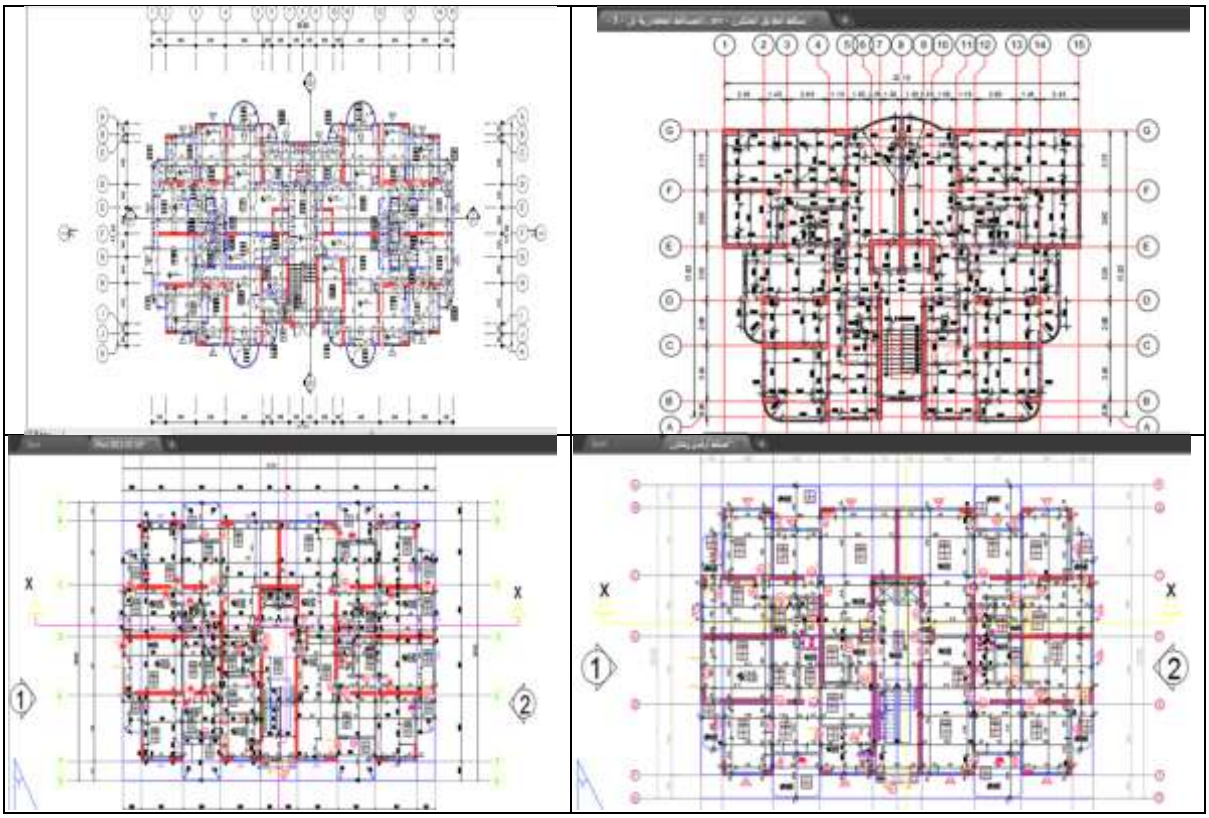
الجدول (1) وصف المشاريع المستخدمة في عملية المقارنة

رقم المشروع	اسم المشروع	المساحة الطابقية m^2	عدد الطوابق
1	مشروع الأبراج السبعة في سكن الشباب باللاذقية	344	13
2	برج سكني في سكن الادخار باللاذقية (نموذج هـ)	538	14
3	برج سكني في سكن الادخار باللاذقية (نموذج أ)	503	10
4	برج سكني في سكن الادخار باللاذقية (نموذج ب)	500	10

والجداول التالية توضح المخططات المعمارية والإنشائية لهذه المشاريع:



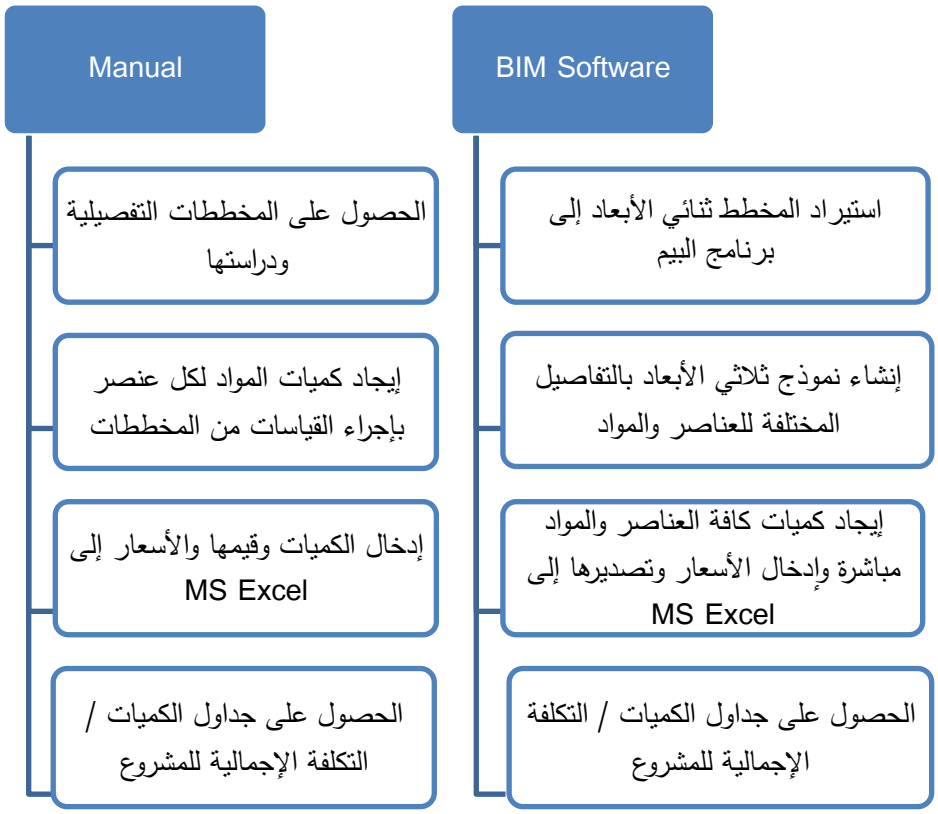
الشكل (1) المخططات الإنشائية 2D للمشاريع المدروسة



الشكل (2) المخططات المعمارية 2D للمشاريع المدروسة

2. تحليل البيانات:

تحليل البيانات من خلال شرح منهجية الدراسة ،تقييم أدوات الـBIM، اقتراح النماذج التي تسمح بتقدير التكلفة و تتضمن المنهجية المعتمدة لإنجاز هذه الدراسة مقارنة تقدير التكلفة بالنهج اليدوي والنهج القائم على برمجيات BIM كما هو موضح في الشكل [3]: [19]



الشكل (3) مقارنة بين التقدير المستند إلى البرامج اليدوية وبرامج الـBIM

(source: Cost Comparison of a Building Project by Manual and BIM, Civil Engineering Journal)

وتم استخدام أدوات الدراسة وهي:

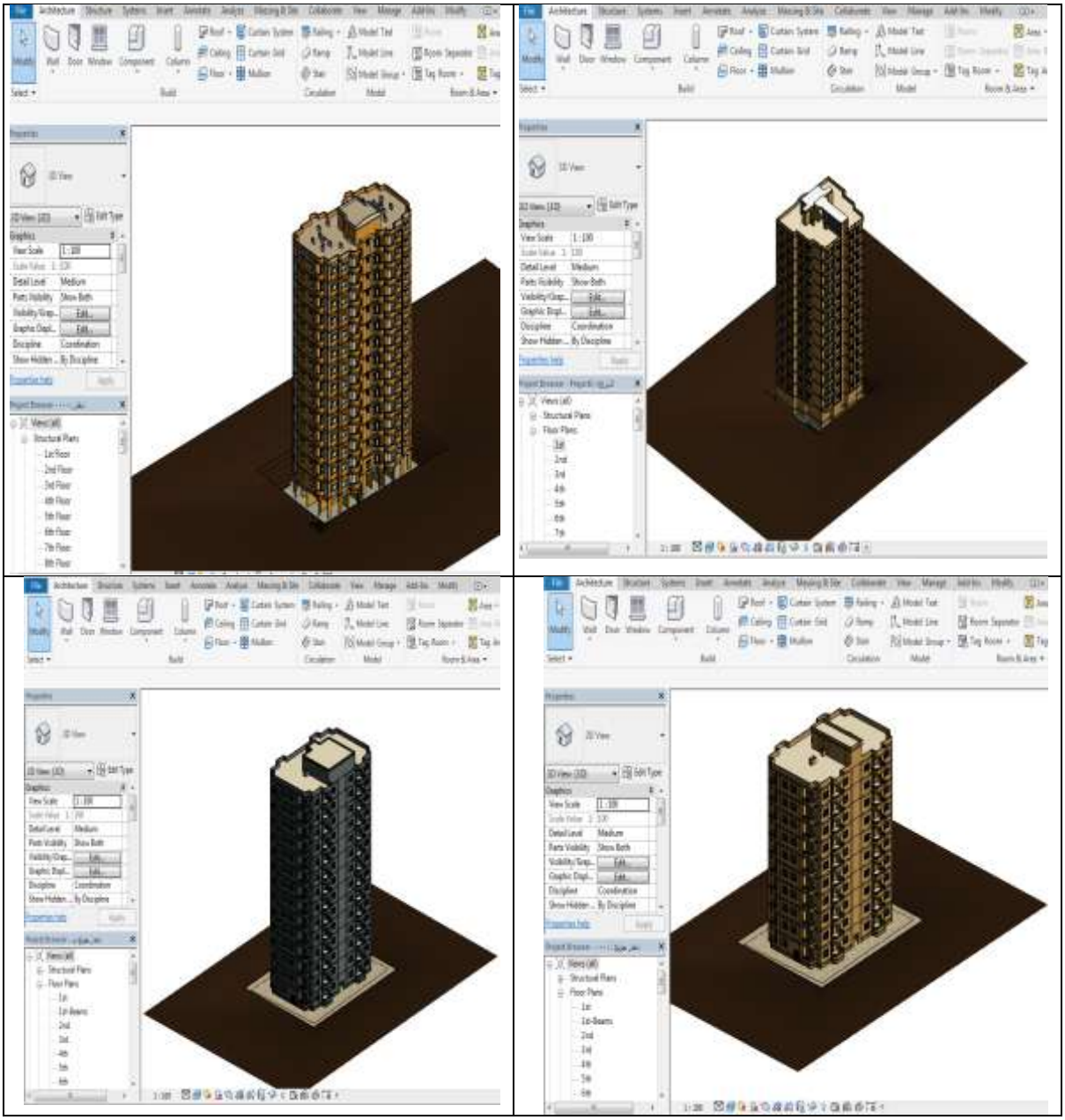
برنامج Autodesk Revit 2019: أداة تطبيق الـBIM ، تساعد على الإظهار ثلاثي الأبعاد، ونمذجة المساقط المعمارية والإنشائية واستخراج جداول الكميات تلقائياً.

برنامج Excel 2010: أداة من أدوات تقدير الكلفة بشكل يدوي، وتربط مع البرنامج السابق للحصول على جداول الكميات.

تمت دراسة حالات متعددة لمشاريع فعلية وذلك باستخدام الأنظمة التقليدية ونظام الـBIM ،حيث تم تحديد معايير حساب الكميات خلال مرحلة التصميم، واعتمدت هذه المعايير كأساس لعملية المقارنة في حساب الكميات بين الطريقة اليدوية وطريقة نظام الـBIM.

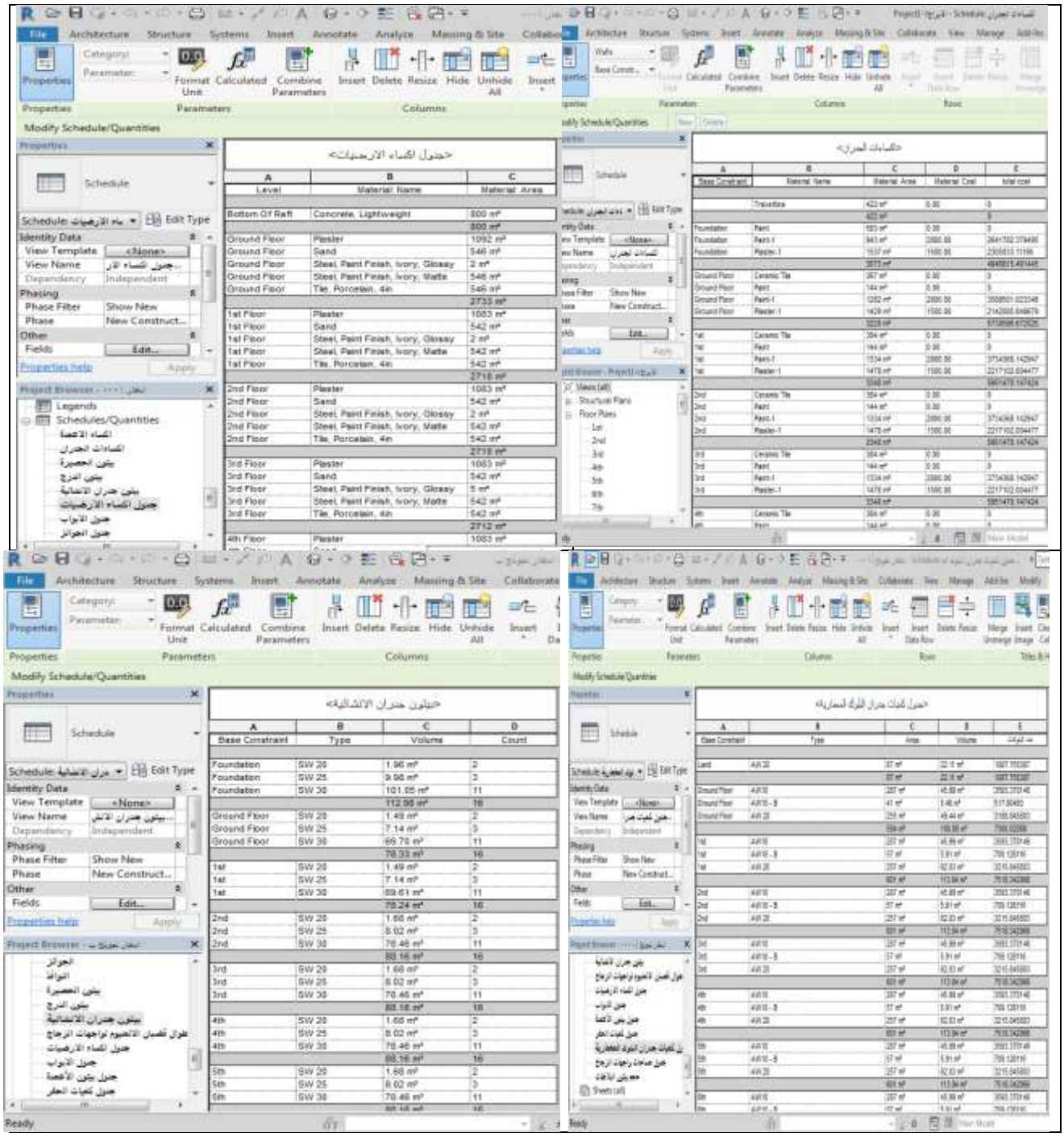
النتائج والمناقشة:

اعتماداً على ما تم جمعه من البيانات السابقة يبين الشكل التالي نتائج نمذجة المشاريع الأربعة معمارياً وإنشائياً على برنامج Revit:



الشكل (4) نتائج نمذجة المشاريع على برنامج Revit

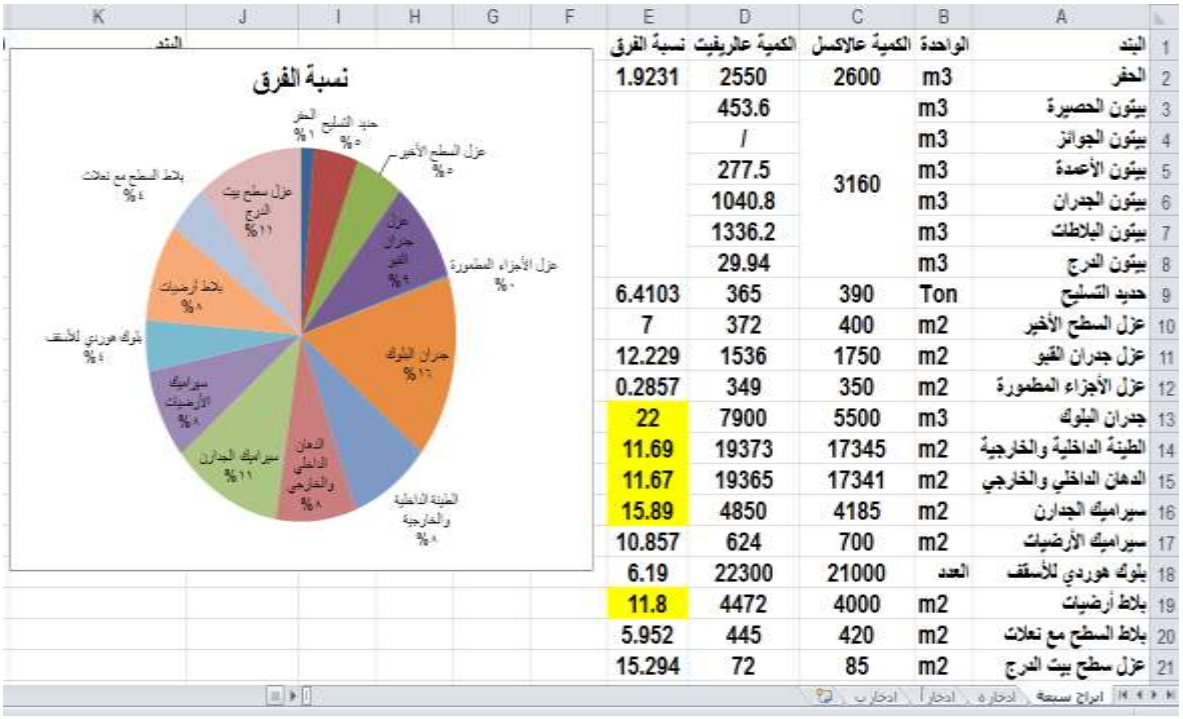
والشكل التالي يبين كميات بعض العناصر التي تم استخراجها أوتوماتيكياً من برنامج Revit بعد الانتهاء من عملية النمذجة:



الشكل (5) نتائج حساب كميات بعض العناصر على برنامج Revit

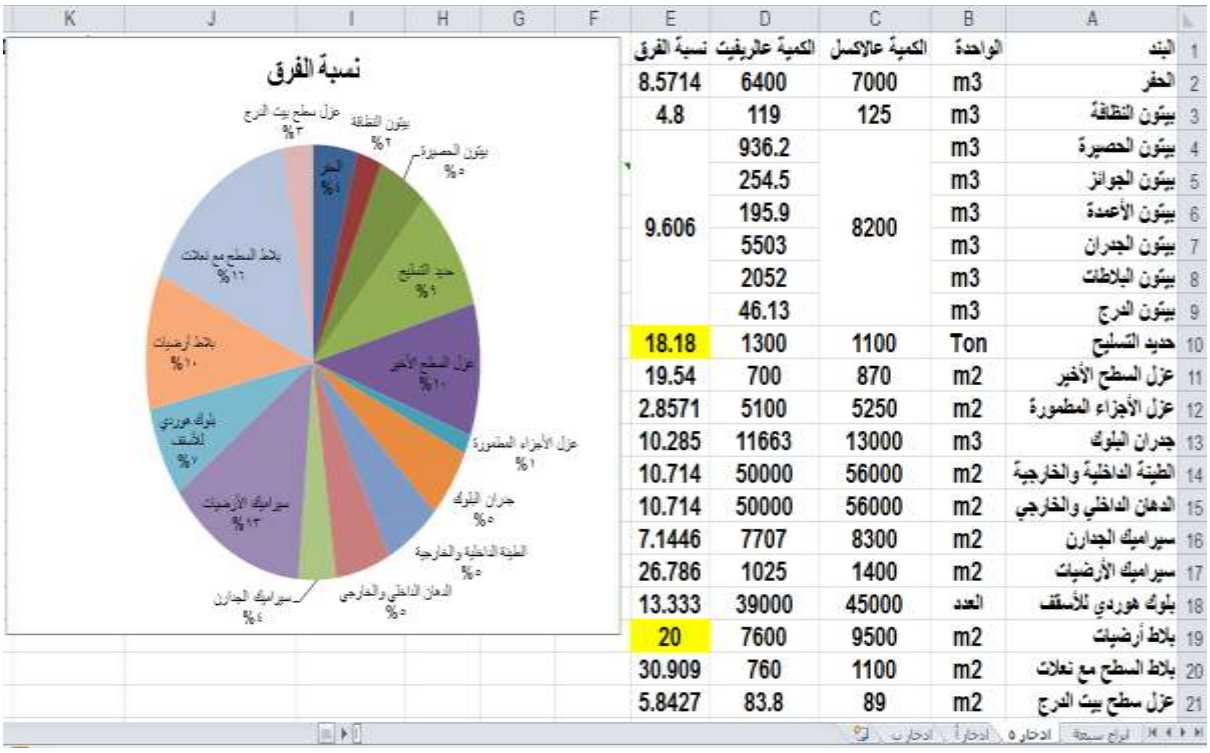
1. مقارنة حساب الكميات بين النتائج من برنامج Revit والطريقة اليدوية:

الغرض الرئيسي من تقدير التكلفة هو الحصول على القيمة الدقيقة للمشروع قبل التنفيذ، والمخططات التالية تبين نتائج مقارنة كميات العناصر بين البرنامجين والفرق بالنسبة المئوية بين تقدير البرنامج اليدوي وبرنامج Revit لبعض أعمال البناء للمشاريع الأربعة المدروسة مبينة بالشكل التالي [6]:



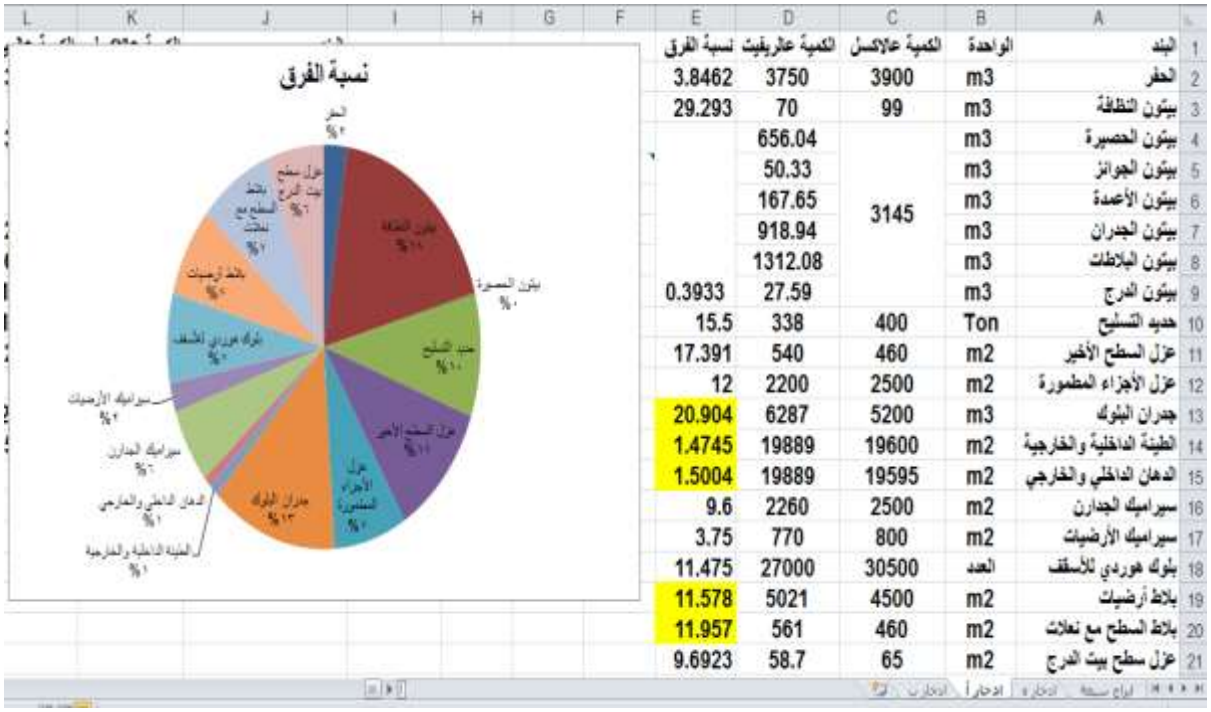
البند	الواحدة	الكمية عالاكسل	الكمية عالريفيت	نسبة الفرق
الحفر	m3	2600	2550	1.9231
بيتون الحصيرة	m3	3160	453.6	
بيتون الجوائز	m3		/	
بيتون الأعمدة	m3		277.5	
بيتون الجدران	m3		1040.8	
بيتون البلاطات	m3		1336.2	
بيتون الدرج	m3		29.94	
حديد التسليح	Ton	390	365	6.4103
عزل السطح الأخير	m2	400	372	7
عزل جدران القبو	m2	1750	1536	12.229
عزل الأجزاء المطمورة	m2	350	349	0.2857
جدران البلوك	m3	5500	7900	22
العزلة الداخلية والخارجية	m2	17345	19373	11.69
الدهان الداخلي والخارجي	m2	17341	19365	11.67
سيراميك الجدارن	m2	4185	4850	15.89
سيراميك الأرضيات	m2	700	624	10.857
بلوك هوردي للأسقف	العدد	21000	22300	6.19
بلاط أرضيات	m2	4000	4472	11.8
بلاط السطح مع نعلات	m2	420	445	5.952
عزل سطح بيت الدرج	m2	85	72	15.294

الشكل (6) نتائج الفرق بحساب الكميات بين برنامج Revit والطريقة اليدوية للمشروع الأول



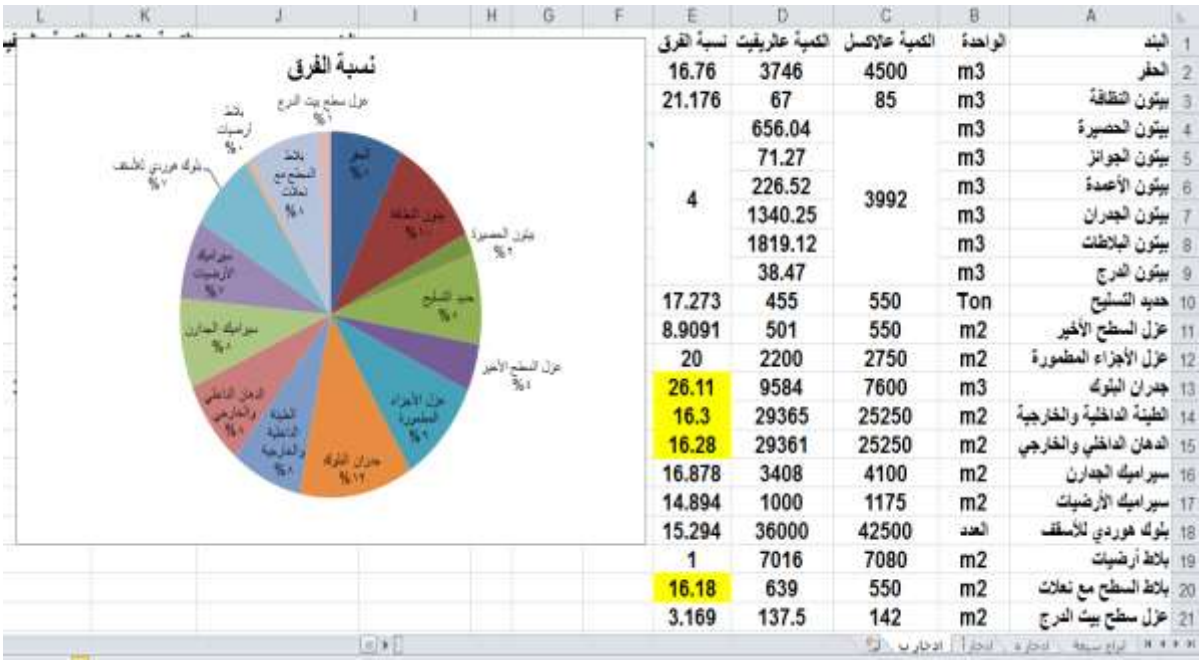
البند	الواحدة	الكمية عالاكسل	الكمية عالريفيت	نسبة الفرق
الحفر	m3	7000	6400	8.5714
بيتون النظافة	m3	125	119	4.8
بيتون الحصيرة	m3	8200	936.2	9.606
بيتون الجوائز	m3		254.5	
بيتون الأعمدة	m3		195.9	
بيتون الجدران	m3		5503	
بيتون البلاطات	m3		2052	
بيتون الدرج	m3		46.13	
حديد التسليح	Ton	1100	1300	18.18
عزل السطح الأخير	m2	870	700	19.54
عزل الأجزاء المطمورة	m2	5250	5100	2.8571
جدران البلوك	m3	13000	11663	10.285
العزلة الداخلية والخارجية	m2	56000	50000	10.714
الدهان الداخلي والخارجي	m2	56000	50000	10.714
سيراميك الجدارن	m2	8300	7707	7.1446
سيراميك الأرضيات	m2	1400	1025	26.786
بلوك هوردي للأسقف	العدد	45000	39000	13.333
بلاط أرضيات	m2	9500	7600	20
بلاط السطح مع نعلات	m2	1100	760	30.909
عزل سطح بيت الدرج	m2	89	83.8	5.8427

الشكل (7) نتائج الفرق بحساب الكميات بين برنامج Revit والطريقة اليدوية للمشروع الثاني



	البند	الواحدة	الكمية علاكسل	الكمية عالريفيت	نسبة الفرق
2	الحفر	m3	3900	3750	3.8462
3	بيتون النظافة	m3	99	70	29.293
4	بيتون الحصيرة	m3	3145	656.04	
5	بيتون الجوائز	m3		50.33	
6	بيتون الأعمدة	m3		167.65	
7	بيتون الجدران	m3		918.94	
8	بيتون البلاطات	m3		1312.08	
9	بيتون الدرج	m3		27.59	0.3933
10	حديد التسليح	Ton	400	338	15.5
11	عزل السطح الأخير	m2	460	540	17.391
12	عزل الأجزاء المطمورة	m2	2500	2200	12
13	جدران البلوك	m3	5200	6287	20.904
14	الطينة الداخلية والخارجية	m2	19600	19889	1.4745
15	الدهان الداخلي والخارجي	m2	19595	19889	1.5004
16	سيراميك الجدارن	m2	2500	2260	9.6
17	سيراميك الأرضيات	m2	800	770	3.75
18	بلوك هوردي للأسقف	العدد	30500	27000	11.475
19	بلاط أرضيات	m2	4500	5021	11.578
20	بلاط السطح مع نعلات	m2	460	561	11.957
21	عزل سطح بيت الدرج	m2	65	58.7	9.6923

الشكل (8) نتائج الفرق بحساب الكميات بين برنامج Revit والطريقة اليدوية للمشروع الثالث



	البند	الواحدة	الكمية علاكسل	الكمية عالريفيت	نسبة الفرق
2	الحفر	m3	4500	3746	16.76
3	بيتون النظافة	m3	85	67	21.176
4	بيتون الحصيرة	m3	3992	656.04	
5	بيتون الجوائز	m3		71.27	
6	بيتون الأعمدة	m3		226.52	
7	بيتون الجدران	m3		1340.25	4
8	بيتون البلاطات	m3		1819.12	
9	بيتون الدرج	m3		38.47	
10	حديد التسليح	Ton	550	455	17.273
11	عزل السطح الأخير	m2	550	501	8.9091
12	عزل الأجزاء المطمورة	m2	2750	2200	20
13	جدران البلوك	m3	7600	9584	26.11
14	الطينة الداخلية والخارجية	m2	25250	29365	16.3
15	الدهان الداخلي والخارجي	m2	25250	29361	16.28
16	سيراميك الجدارن	m2	4100	3408	16.878
17	سيراميك الأرضيات	m2	1175	1000	14.894
18	بلوك هوردي للأسقف	العدد	42500	36000	15.294
19	بلاط أرضيات	m2	7080	7016	1
20	بلاط السطح مع نعلات	m2	550	639	16.18
21	عزل سطح بيت الدرج	m2	142	137.5	3.169

الشكل (9) نتائج الفرق بحساب الكميات بين برنامج Revit والطريقة اليدوية للمشروع الرابع

نستنتج من المخططات السابقة أن الفرق بالنسبة المئوية بين تقدير البرنامج اليدوي و برنامج Revit تراوحت نسب الاختلاف بين (1−30%) ولا يوجد دراسات سابقة للمقارنة مع هذه النسبة، إلا أن عناصر الإكساء مثل الدهان والطينة والسيراميك والبلوك تتكون من كميات لم يتم أخذها في الاعتبار في تقدير التكلفة اليدوي ووجدنا تفاوت بالكميات المحسوبة ببرنامج Revit و Excel حيث كانت الكميات الأكبر لمواد الإكساء أغلبها هي الكميات المستخرجة من

برنامج Revit بنسبة بين (0–5%) ولا يوجد دراسات سابقة للمقارنة مع هذه النسبة، ويمكن أن يعود ذلك للأخطاء التالية بالطريقة اليدوية وهي: اختلاف بالحسميات أي اختلاف بأبعاد الفتحات بين المخططات وجداول الكميات، عدم تحديد مناسيب بعض الجدران بشكل صحيح لعدم توضيح ذلك بالمخططات ثنائية الأبعاد، عدم الأخذ بالاعتبار حسم كميات الجوائز المتعامدة مع الجدران، السهو عن حسم بعض الأبواب والنوافذ نظراً لتشابه وتكرار الجدران والفتحات.

تم مقارنة معايير تقييم برامج حساب الكميات التي تم وضعها حسب خبرة ومهارة المهندسين العاملين في هذا المجال مشروحة كما يلي لبيان قدرة كل برنامج:

- **توفر المعلومات المطلوبة:** تم البحث عن استطاعة البرنامج في حساب الكميات لجميع البنود.

مثلاً لعنصر الأساسات إن الكميات المطلوبة للأساسات لأغراض تقدير الكلفة والإمكانيات المتاحة لكل برنامج موجودة بالجدول التالي مع ترميز الإمكانيات التي يوفرها كلا البرنامجين وفق الجدول [2] :

الجدول (2) مدى توافر المعلومات المطلوبة لحساب الكميات ببرنامجي Revit و Excel

	Revit		Excel	
	التوفر	الوصف	التوفر	الوصف
الحجم	☑	–	✓	يمكننا حساب الحجوم والمساحات للأساسات عن طريق إدخال معادلات حسابية بعد إدخال أبعاد الأساسات يدوياً
مساحة الوجوه العلوية والسفلية	✓	تستخرج من الأداة Material takeoff	✓	
المساحة الجانبية	✓	تستخرج الأداة Calculated Value	✓	
الطول	☑	–	☒	بحاجة إلى إدخال المعطيات يدوياً
العرض	☑	–	☒	
السماكة	☑	–	☒	
كميات المواد المكونة للأساسات	☑	–	☒	

☑ :البرنامج يقوم بالتزويد بالمعلومات المطلوبة مباشرة.

✓ :الكميات تستخلص من البرنامج بطريقة غير مباشرة. مثال على ذلك فإن بعض البرامج تقوم باستخلاص الطول والعرض والسماكة ولكن لا تعطي مباشرة المحيط لذا يقوم المستخدم بإدخال دالة لحساب المحيط باستخدام الطول والعرض والسماكة.

☒ :البرنامج لا يزود المعلومات المطلوبة ولا يمكن استخلاصها بطرق غير مباشرة.

نجد من الجدول أعلاه أن برنامج **Revit** يمكنه إيجاد معظم الكميات المطلوبة لأغراض تقدير الكلفة وتحليل دورة حياة المبنى باستثناء المساحات والتي يمكن حسابها بالطرق غير المباشرة. أما برنامج **Excel** فهو بحاجة إلى الإدخال اليدوي لمعطيات الأساس واستخدام الطرق غير المباشرة لجميع الكميات المطلوبة بالاعتماد على أبعاد الأساس المدخلة يدوياً.

- **إدارة التغييرات:** البحث بمدى دقة الكميات المحسوبة وانعكاس التعديلات المطبقة على المخططات بشكل مباشر على كميات المواد و برنامج الـ**Revit** هو الاقوى لأن أي تعديل في أي مخطط ينعكس على كافة الواجهات والمساقط وجداول الكميات مباشرةً.
- **التجميع أو التصنيف:** البحث بمدى إمكانية البرنامج تجميع كميات العناصر استناداً لمقاييس معينة ، في هذا المعيار نجد برنامج Revit يتفوق على غيره من حيث إمكانياته بتجميع العناصر حسب أي من خصائصها. الشكل التالي يبين مثال الفئات التي يستطيع المستخدم وفقها تجميع العناصر (المنسوب – النوع – المادة – الطول – العرض – السماكة – المساحات – الحجوم – القطاعات أو أقسام المبنى...).
- **التحقق البصري (تصور النموذج):** البحث بمدى قوة البرنامج في إظهار عناصر المبنى المحسوب كمياتها، ولكن لا يوجد رابط بين الكميات والمخططات بواسطة برنامج Excel إطلاقاً وبالتالي فإن إمكانية التحقق البصري معدومة و احتمال السهو أو نسيان العناصر وارد تزامناً مع كبر حجم وتعقيد المشاريع، لذا يلجأ المستخدم يدوياً لوضع دلالات على العناصر المحسوبة على المخططات لضمان عدم نسيان أي عنصر كون مسؤولية التحقق تلك تقع على عاتقه ،بينما يتميز برنامج Revit بخاصية الربط الآلي بين الكميات والمخططات الأمر الذي يساعد المستخدم ونستطيع رؤية أي عنصر محدد بجدول الكميات.
- **المخرجات النهائية والتقارير:** البحث بقدرة البرنامج على إنتاج تقارير جيدة منسقة وواضحة ، فباستخدام برنامج Excel نجد أن المستخدم يجهز يدوياً نموذج معد للطباعة ،أما باستخدام برنامج Revit فالكميات ترتب بجدول قابل للتنسيق ضمن البرنامج نفسه ويمكننا إظهار وإخفاء الأعمدة وحساب إجمالي الأعداد والمساحات والحجوم والتكاليف ،ويمكننا تصدير الملف لبرنامج Excel ولكنه بحاجة لتنسيق.
- **السرعة والمرونة في حساب الكميات:** البحث بمدى سرعة ومرونة البرنامج في اشتقاق الكميات إذ أن الأطراف المعنية في صناعة الإنشاء قد تحتاج إلى الكميات خلال وقت معين، وعدم توفرها والتأخر في حسابها يقلل من كفاءة عمليات تحديد المعلومات المطلوبة مما يؤدي إلى خلق المشاكل خلال مرحلة التصميم والمناقصة والإشراف وكذلك التنفيذ لمشاريع البناء والجدول التالي [3] يوضح الفرق في الزمن المستغرق لحساب الكميات بالبرمجيتين للمخططات الإنشائية ، والجدول [4] يوضح الفرق في الزمن المستغرق لحساب الكميات بالبرمجيتين للمخططات المعمارية.

الجدول (3) الزمن المستغرق (hour) لحساب الكميات بالبرمجيتين للمخططات الإنشائية

المخطط الإنشائي	الزمن المستغرق لحساب الكميات باستخدام الـExcel	الزمن المستغرق لحساب الكميات باستخدام الـRevit	الوفر في زمن مرحلة التصميم %
المسقط الأول	9	2-1.5	83
المسقط الثاني	10	2-1.5	85
المسقط الثالث	9	2-1.5	83
المسقط الرابع	10	2-1.5	85

الجدول (4) يبين الزمن المستغرق (hour) لحساب الكميات بالبرمجيتين للمخططات المعمارية

المخطط المعماري	الزمن المستغرق لحساب الكميات باستخدام الExcel	الزمن المستغرق لحساب الكميات باستخدام الRevit	الوفر في زمن مرحلة التصميم %
المسقط الأول	24	2-3	92
المسقط الثاني	24	2-3	92
المسقط الثالث	24	2-3	92
المسقط الرابع	24	2-3	92

إن الوقت المستغرق في حساب كميات عناصر البناء للمساقط المعمارية تستغرق وقتاً أطول من المساقط الإنشائية بكلا البرنامجين وكزمن وسطي لحساب الكميات بالطريقة اليدوية لأي مخطط معماري حسب خبرة المهندسين تتراوح حوالي 4 أيام ب 6 ساعات عمل يومية ولكن الوفر بالزمن لحساب الكميات باستخدام برنامج Revit تراوح بين (83-92%) ،فنحتاج في برنامج Excel إلى القيام ببعض الحسميات مثلاً ،وفي برنامج Revit نحتاج إلى النمذجة الدقيقة لمواد الإكساء مع سماكة كل طبقة حتى نحصل على كميات دقيقة.

- **الدقة والموثوقية بإنتاج المعلومات:** قدرة الأدوات على نقل واستخراج المعلومات من نماذج BIM مع الحد الأدنى من فقدان خصائص الكائن القيمة أو البيانات ،تكون جداول الكميات غير قابلة للتغيير ضمن البرنامج الRevit.
- **إمكانية حساب التكلفة مباشرة:** يمكن أن تسهل خدمات نمذجة BIM تقدير التكلفة السريع والدقيق خلال جميع مراحل المشروع من التصميم إلى البناء.
- **إمكانية الوصول عن بعد:** يستفاد من برنامج Revit أنه يمكن للمستخدمين الوصول إلى النماذج وملفات قاعدة البيانات في أي وقت ومن أي مكان.
- **وجهات نظر واقعية:** برنامج Revit قادر على تقديم عروض واقعية للمشاريع بناءً على النماذج الأساسية.

الشكل (10) صورة إظهار واقعية لمشروع سكني باستخدام برنامج Revit

نستنتج من المقارنة لهذه المعايير بين الطريقتين أن الكميات المقدرة بواسطة Revit أكثر دقة بسبب دقة تقدير برنامج Revit والمرونة والسرعة بالحصول على الكميات الدقيقة لعناصر المبنى المختلفة.

وتم استنتاج أهم الصعوبات خلال عملية تقدير الكميات بالطريقة التقليدية وهي:

1-صعوبة في حساب الأشكال الغير منتظمة والمنحنية. 2-نسيان حساب بعض العناصر. 3-ازدواجية حساب بعض العناصر (حسابها مرتين). 4-أخطاء في قواعد حساب الأطوال والمساحات و الحجوم للأشكال الهندسية. 5-أخطاء خلال عمليات التنزيل للكميات أثناء عمليات الحساب (أخطاء حسابية). 6-عدم القدرة على قراءة الرسومات والمخططات بصورة جيدة ودقيقة. 7-أخطاء في تحديد وحدة القياس المستخدمة لكل بند من بنود الأعمال بشكل

صحيح. 8-عدم القدرة على اكتشاف الأخطاء في القياسات وإصلاحها. 9-الصعوبة في التخيل والتحويل الذهني للرسومات ثنائية الأبعاد إلى نماذج ثلاثية الأبعاد. 10-عدم معرفة تكنولوجيا مواد البناء وطرق التشييد.11-عدم التحلي بالصبر. 12-قلة الدقة والكفاءة والتفكير المنطقي.

أهم مميزات حساب الكميات وتقدير التكلفة باستخدام برنامج الـRevit :

1-السرعة وتوفير الوقت والدقة في الحساب. 2-القدرة على تصور ومحاكاة تأثير التصاميم المختلفة. 3-إمكانية مراجعة القياسات والحسابات وتعديلها. 4-الأتمتة (حساب الكميات تتم أوتوماتيكياً) في إنتاج قوائم الكميات وتقدير التكلفة والتحديث التلقائي لها سيمكنهم من إنتاج مخرجات بشكل أكثر كفاءة وبأعلى دقة وفي الوقت المناسب. 5-سهولة الاتصال وتبادل البيانات مع التخصصات الأخرى. 6-التحديث التلقائي للقياسات مع التغير في النموذج. 7-تقديم قياسات للأعمال بطريقة احترافية. 8-تفادي أخطاء السهو والنسيان للقياس في الطريقة التقليدية.

واعتماداً على ما تم ذكره سابقاً من أهمية الإضافات في البرنامج سيتم الاستعانة ببرنامج الـRevit في تطوير وبرمجة أداة إضافية جديدة Plugin ولم تستخدم في أية دراسات سابقة ،بل هذه الأداة تساهم في تحقيق أحد أهداف البحث من خلال إضافة معايير للنمذجة الصحيحة حسب كل عنصر للوصول للمثالية في تصميم النموذج للتغلب على أخطاء التصميم للعناصر المعمارية والإنشائية وحتى الحصول على نموذج Revit عالي الدقة للخروج بكميات دقيقة صحيحة للعناصر.

فما هي إضافة Check Standards؟: هي كيفية إجراء عمليات فحص للعناصر ضمن نموذج الـRevit، وهي أداة تساعد في فحص العديد من نماذج تم إنشاؤها ببرنامج الـRevit لتلبي وتحقق معايير نمذجة معلومات البناء الخاصة بكل مؤسسة.

مبدأ عمل الإضافة Check Standards: نحاول بناءً على ما تم التوصل إليه في البحث الاستفادة من منهجية وأدوات الـBIM ،من خلال اتباع الشخص المنمذج باعتماد معايير النمذجة الصحيحة للعناصر على برنامج الـRevit التي تؤثر على كميات العنصر وبالتالي كلفته ،وباستخدام منهجية الـBIM نحاول بربط هذه المعايير مع النموذج Model بحيث أن الشخص المنمذج يقوم بعملية فحص Check for elements لكل عنصر حسب المعايير الخاصة به حيث أن كل عنصر يختلف عن الآخر من حيث الشروط والموقع والتصميم والنمذجة أو الشخص الذي يقوم بـControl للنموذج بالاستفادة من هذه المعايير والتأكد أن العناصر محققة لها لإنشاء موديل بدقة وجودة عالية.

الجانب العملي للإضافة ضمن برنامج الـRevit:

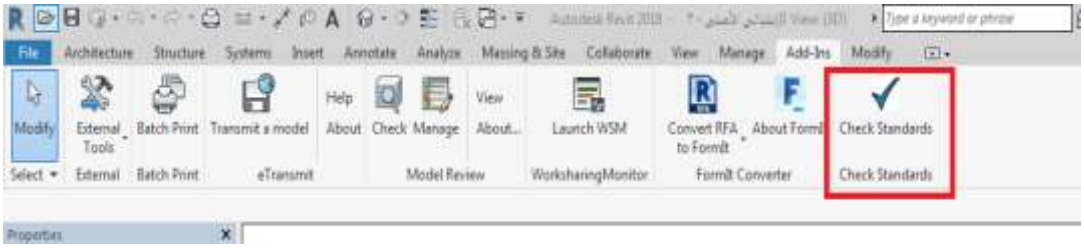
1-يتم وضع المعايير للنمذجة الصحيحة للعناصر على برنامج الـRevit ،لأن مصدر هذه المعايير تعتمد بشكل أساسي على الخبرة والمهارة العالية باستخدام البرنامج من قبل المهندسين ،لنبين فيما يلي بعض من المعايير لبعض من العناصر ويتم إدخالها وتخزينها ضمن قاعدة البيانات SQL Service CE وأي معايير جديدة للعناصر تتطور مع مرور الزمن لأي عنصر يمكن إضافتها وتخزينها والتعامل معها ،والجدول التالي يبين بعض خصائص نمذجة عنصر على برنامج **Revit** وهي البلاطة:

الجدول (5) يبين بعض المعايير لتصميم عنصر البلاطة Floor

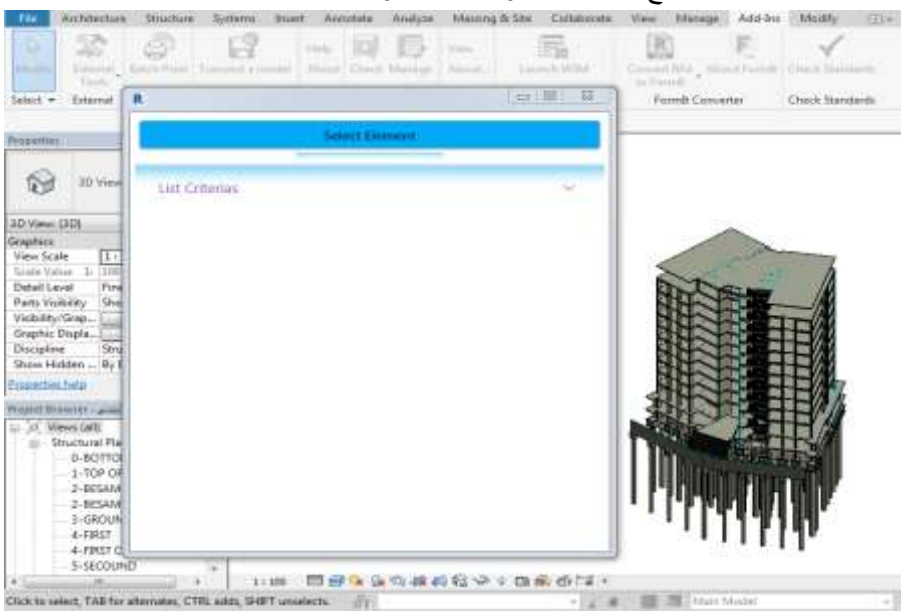
1-لا تقل سماكة البلاطة المصمتة عن 15 سم.
2-في حال زيادة سماكة البلاطة عن 16 سم يتم وضع شبكة تسليح علوية لمقاومة الانكماش.
3-أقصى مسافة بين قضبان التسليح للبلاطة هي 20 سم.
4-عملية join بين البلاطة والجوائز.
5-عملية join بين البلاطة والجدران.
6- عندما يمر جدار عبر أرضية نعمل Attach بحيث إذا تم رفع أو خفض مستوى الأرضية يتم ضبط الجدار وفق هذا..
7-في حال وجود منور التأكد من رسم فتحه المنور بالبلاطة.
8-طبقات الأرضية أن تكون صحيحة مثلاً (بلاط ..مونة.. بيتون.. مونة.. دهان) ،ولا تقل سماكة البلاط عن 8mm.
9-بلاطة الحمام منسوبها أقل من منسوب باقي البلاطات بحوالي 10cm لتمديد أنابيب الصرف لكي لا يحدث تصادم بين العناصر إلا في الطابق الاخير لا يقل منسوب بلاطة الحمام لعدم وجود حمام فوقها.

2-ويتم تخزين المعايير للعناصر ضمن قاعدة البيانات SQL Service CE.

3-عمل الإضافة **Check Standards** ضمن برنامج الRevit :



1.3-نقوم بفتح الإضافة ضمن البرنامج بالنقر عليها مباشرةً يظهر لدينا مربع حوار يتضمن اختيار العنصر المراد التحقق منه **Select element** مع قائمة المعايير لكل عنصر **List Criterias**:

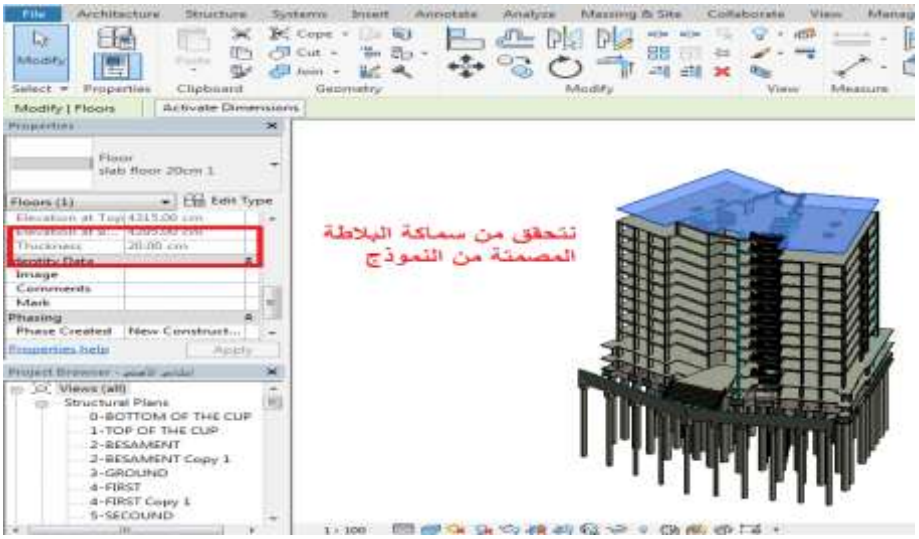


الشكل (11) مربع حوار الإضافة لمشروع سكني ضمن برنامج Revit

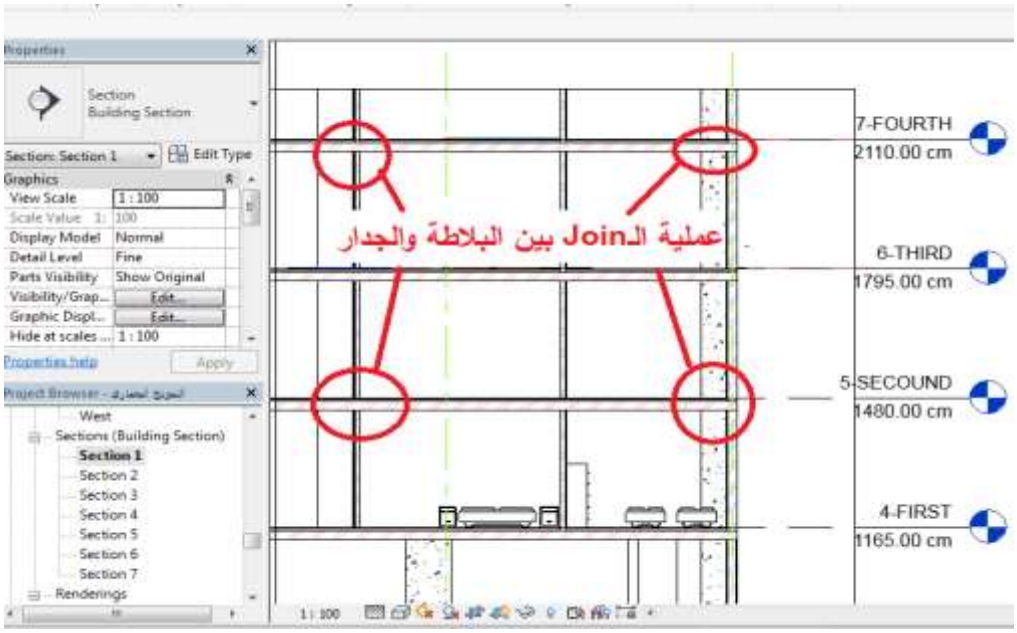
2.3-بعد الضغط على Select element نختار عنصر ما من النموذج.

3.3-يظهر بعد ذلك قائمة المعايير المرتبطة بالعنصر المختار (البلاطة) List Criterias.

3.4-قبل تحديد المعايير نتحقق من النموذج من بعضها مثلاً هل سماكة البلاطة المصمتة لا تقل عن 15 سم أو أن عملية الـJoin محققة بين البلاطة والجدار من خلال إنشاء section للنموذج على البرنامج ،وإذا كانت محققة لهذا المعيار نحدده باستخدام الإضافة ليظهر باللون الأخضر مع بقية المعايير بنفس الطريقة.

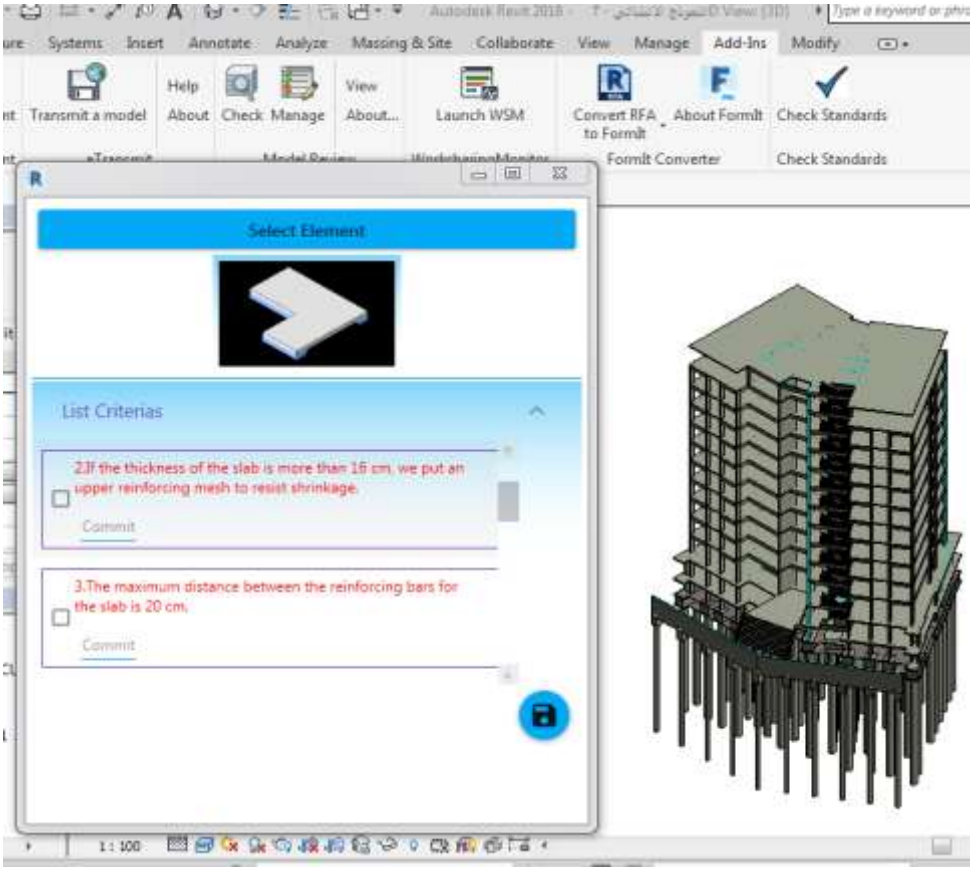


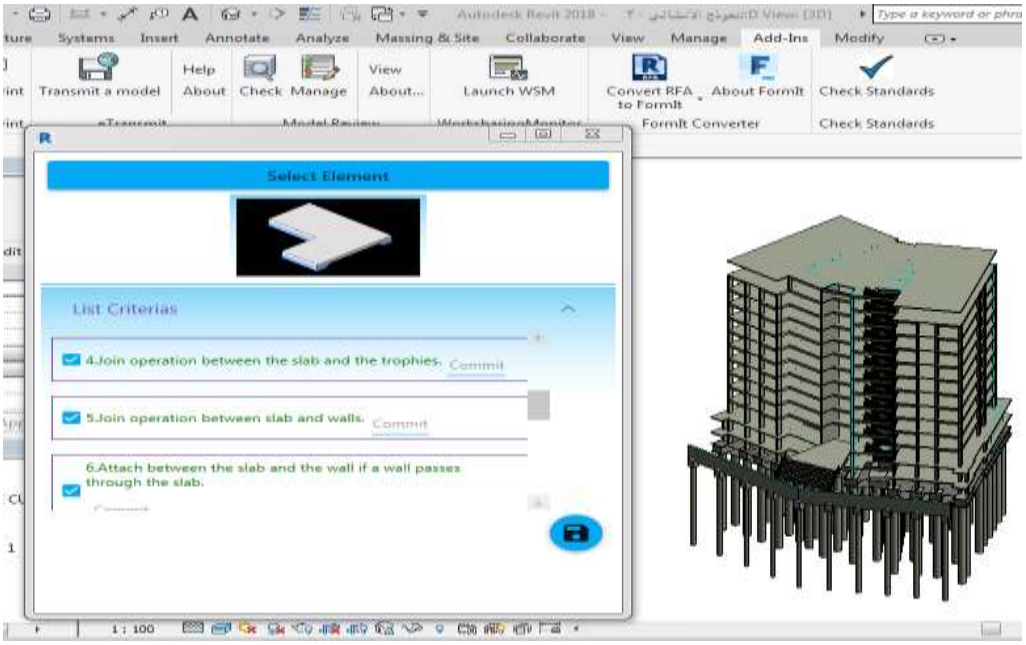
الشكل (12) التحقق من المعايير لعنصر البلاطة في النموذج قبل اختيارها ضمن برنامج Revit

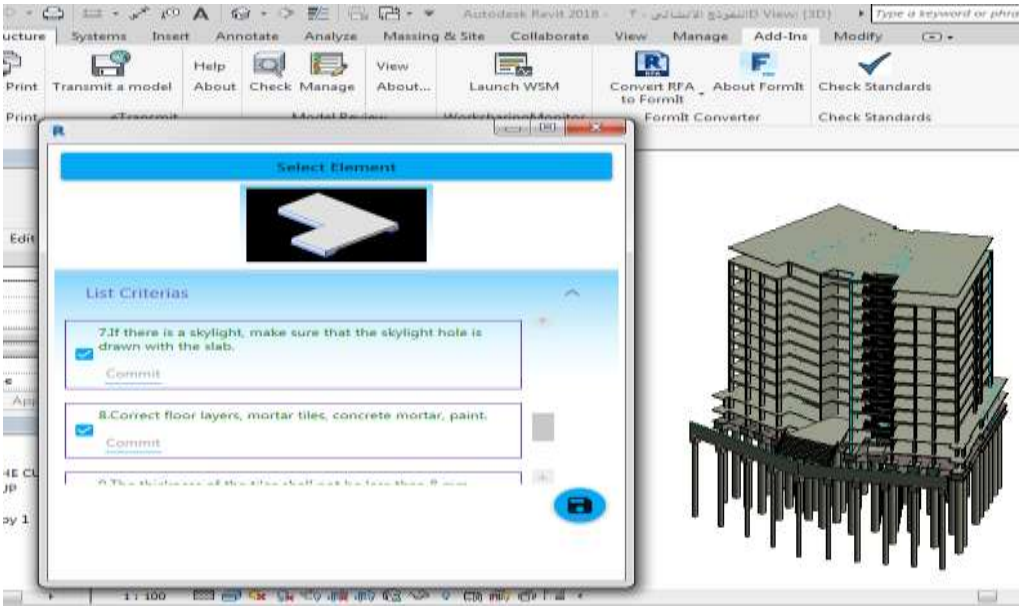


الشكل (13) قائمة المعايير الغير محققة لعنصر البلاطة في النموذج ضمن برنامج Revit

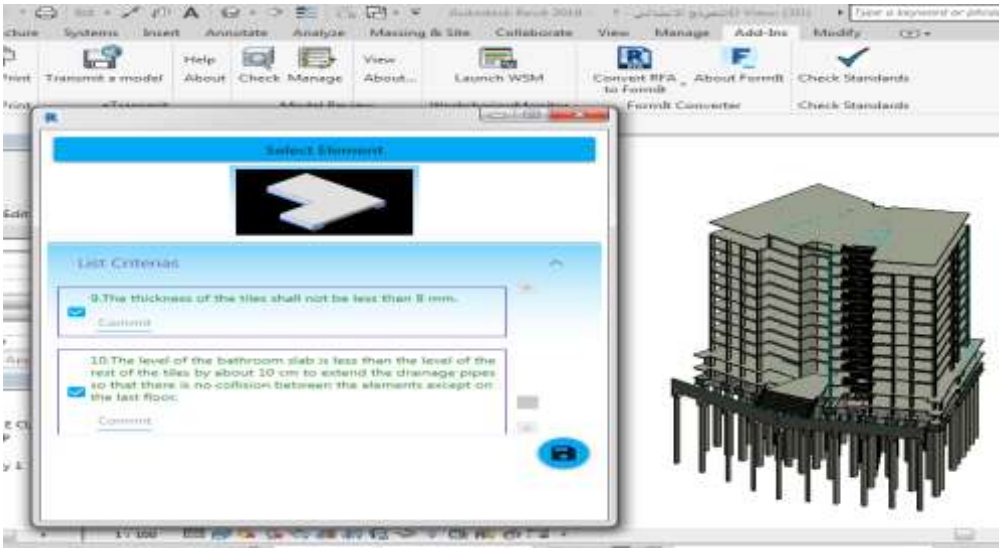
3.5–ونحدد المعايير المحققة للعنصر في الموديل المنمذج على البرنامج وتظهر باللون الأخضر ،والغير محققة باللون الأحمر ،ويمكن إضافة أي ملاحظة Commit لأي معيار.





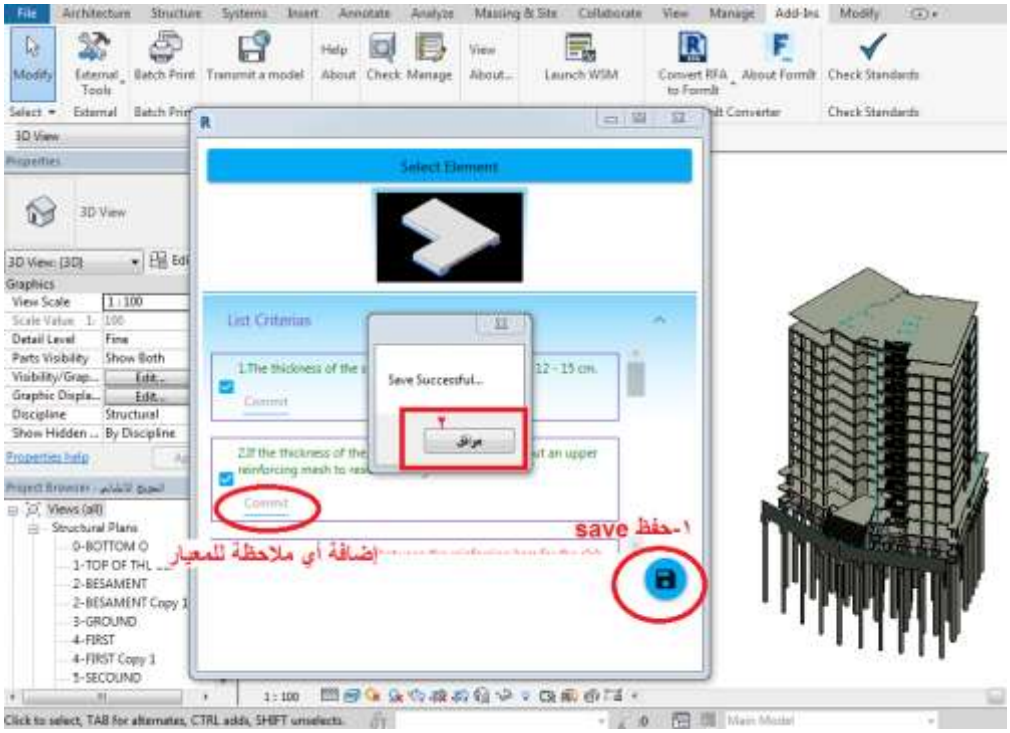


الشكل (14) قائمة المعايير المحققة لعنصر البلاطة في النموذج ضمن برنامج Revit



الشكل (15) اختيار المعايير المحققة وإظهار إمكانية إضافة أي ملاحظة للمعايير ضمن الإضافة ببرنامج Revit

3.6- وبعد الانتهاء من فحص العنصر يمكن أن نقوم بـSave حفظ بحيث عند الانتقال للمسقط واختيار أي عنصر أخر والرجوع للملف السابق تكون كل البيانات محفوظة بحيث يتم حفظ العناصر مع المعايير المحققة له في النموذج.



3.7–يمكن أن نختار عنصر أخر ومن أي نافذة View في البرنامج ونعود للنافذة السابقة من جديد و نختار عنصر ما ،وتكون كافة البيانات مخزنة ومحفوظة في قاعدة البيانات لكل عنصر.

❖ يحقق تطوير مثل هذه الإضافات أهمية لاستخدام برنامج Revit في عالمنا التقني الحديث، وأهم ما ساهمت به هذه الإضافة Check Standards في تحقيق هدف البحث الأساسي لزيادة دقة حساب كميات العناصر في نماذج الـBIM ،فمن أهم ميزات هذه الإضافة من خلال: إضافة معايير نمذجة العناصر على برنامج الـRevit التي تؤثر على كمية العنصر وبالتالي تكلفته وهذا يساعد المصمم على التركيز لأي خطأ تصميمي خلال مرحلة التصميم قبل الانتقال للتنفيذ من خلال دقة النمذجة على البرنامج وفحص جودة هذه المعايير الموضوعة حتى الحصول على نموذج BIM دقيق وصحيح ،وآلية التحقق البصري وتصحيح أخطاء نمذجة العناصر ضمن البرنامج تؤمن الدقة وتمكن المصمم من العرض والتأكد من مطابقة نمذجة العناصر للمعايير المحققة لها ،وهذه الإضافة المقترحة لا تحتاج إلى الكثير من الخبرة والتدريب فقط بتعلم استخدام قاعدة البيانات المخزنة للمعايير وكيفية التعامل مع واجهات الإضافة ضمن البرنامج ،ويمكن أن تساعد هذه الإضافة الشخص المنمذج من متابعة المعلومات المحدثة باستمرار بما يتعلق بأي معايير إضافية تتعلق بالنمذجة للعناصر التي تؤثر على حساب الكميات وهذا يساهم في الحصول على مستندات إنشاء عالية الجودة وخالية من الأخطاء التصميمة ومعرفة كمية المواد المراد طلبها وكمية المواد الأكثر طلباً والتقليل من نفايات المواد وبالتالي معرفة التكلفة الصحيحة الدقيقة.

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

تشكل منهجية الـBIM تكنولوجيا فعالة في مجال إدارة المشاريع والتي تمتلك مزايا كثيرة تساهم في حل الأخطاء التصميمية والوصول لتقدير كميات دقيق وصحيح مقارنة مع الطرق التقليدية ،**ونستنتج من ذلك ما يلي:**

- ❖ منهجية نمذجة معلومات البناء (BIM) تعمل على تحسين الخطأ في تقدير التكلفة وتساعد على تقليل تكلفة المشروع من خلال الدقة بحساب الكميات بنسبة تصل حتى 90% ،حيث تنشئ الـ(BIM) معلومات دقيقة وتسمح للمتعاونين في المشروع بالوصول بسهولة إلى المعلومات من مختلف الأنواع ،مما يعزز بشكل كبير شفافية المعلومات خلال دورة حياة المنشأة.
- ❖ العمل اليدوي لاستخراج الكميات من المخططات الإلكترونية أو الورقية يستغرق وقتاً كبيراً وهناك الكثير من فرص الخطأ مثل العمل على مخططات غير مضبوطة المقياس بشكل صحيح أو السهو عن حسم بعض الفتحات أو تكراراها أو الخطأ بحساب ارتفاعات الجدران وغيرها من الأخطاء التي تؤثر على دقة الكميات المحسوبة وبالتالي على كل البناء ،في حين أن التقدير على برنامج Revit سريع وسهل وفعال وآلي ولديه فرص أقل للخطأ ،و تم التوصل أن التقليل بالزمن لحساب الكميات باستخدام برنامج Revit تراوحت بين (83–92%) ،والفرق بالنسبة المئوية بين التقدير بالطريقة اليدوية و برنامج Revit تراوحت نسب الاختلاف بالكميات (1–30%) وتعود نسبة الزيادة بالكميات لمجموعة من الصعوبات والأخطاء بالطريقة اليدوية.
- ❖ التعامل مع التغييرات في البناء والمخططات معقدة فمن الصعب تصحيح الأخطاء أو إجراء تغييرات يدوياً وعدم وجود رابط بين المخططات والكميات يجعل عملية التحقق البصري غير ممكنة ، بينما في Revitيكون الأمر سهلاً للغاية يتم بشكل أوتوماتيكي وينعكس على كافة المساقط والواجهات وجداول الكميات ويمكن التحقق البصري من مكونات المبنى المحسوب كمياتها من خلال توفر الربط الآلي بين الكميات والعناصر مما يوفر الإدارة الأمثل للتغييرات في البناء ويساهم في توفير كلف فورية للبدائل المقترحة بمرحلة التصميم ،كما أن تصنيف كميات عناصر البناء وتجميعها وفق معيار محدد أمر مهم بعملية تقدير التكاليف.
- ❖ دراسة الأخطاء التصميمة التي تؤثر على عملية التكلفة عملية مهمة وتم التوصل لأن نسب التأثير لهذه الأخطاء على التكلفة وهي متفاوتة وتتراوح من (0–100%) حسب أهميته لأن التكاليف الفعلية المرتبطة بأخطاء التصميم لا تزال غير معروفة لأنها لا تقاس رسمياً من قبل المؤسسات والشركات حتى على مستوى المشروع حيث نادراً ما يتم قياس تكاليف أخطاء التصميم ،فأفضل طريقة للتصميم تكون بأقل نسبة من العيوب.
- ❖ توفر Revit Add–ins لمحترفي التصميم وصولاً سهلاً إلى معلومات المنتج داخل بيئة مشروع Revit أثناء تصميم المبنى وعملية البناء، ويمكن للمهندسين المعماريين ومصممي الديكور الداخلي والمهندسين والمقاولين تحديد المنتجات لاحتياجات مشروعهم المحدد من خلال واجهة رسومية مخصصة بالكامل وبديهية للغاية وسهلة الاستخدام.
- ❖ الأدوات و الإضافات في برنامج الريفيت يتم تصميمها بما يدعم مهام سير العمل وتوفير معلومات المباني BIM ،والاستفادة من المعلومات الديناميكية في النماذج الذكية مما يسمح ببناء الهياكل المعقدة بدقة و توثيقها في فترة زمنية قصيرة ،لذلك إن الإضافة الجديدة Check Standards ساعدت في إجراء عمليات التحقق لعناصر النموذج عن طريق الفحص مع معايير النمذجة الصحيحة المحققة لكل عنصر من خلال الاعتماد على نتائج النمذجة للنموذج

المطلوب وإضافة أي ملاحظات حول أي معيار لأي عنصر مما يساعد المصممين من التحقق من مشاكلهم في أي وقت من مرحلة التصميم والنمذجة.

التوصيات المستقبلية:

يتعدى استخدام منهجية BIM بناء نماذج الغرض منها عرض المنشأة في بيئة افتراضية أو حساب كميات أو صنع مقاطع ومساقط ومخططات للتنفيذ، فهذه القضايا أصبحت اعتيادية يمكن لأي شخص أن يتعلمها بوقت سريع ولكن ما يهمنا هو تعلم كيف تدار المنشآت بواسطة هذه المنهجية خلال دورة حياتها (في مرحلة التصميم، التنفيذ، التشييد والصيانة)، وكان لا بد لنا كمهندسين في الجمهورية العربية السورية من العمل على تفعيل هذه المنهجية للانتقال بالعمل الهندسي إلى المرحلة التالية ومواكبة التطور العلمي في هذا المجال وفيما يلي مجموعة من الاقتراحات والتوصيات والتي من المهم تنفيذها من أجل تحقيق ذلك:

- البحث بمدى كفاءة استخدام أنظمة BIM على مشاريع الأبنية السكنية وغيرها من المشاريع الهندسية من خلال المقارنة بين تكاليف و أزمنة المشاريع بالطرق الحالية والأنظمة الذكية إضافة إلى دراسة التكاليف الناتجة عن تطبيق التقنيات الحديثة وأثرها على المالك وعلى المستثمر.
- البحث بالاستراتيجية الأمثل لتطبيق أنظمة الـBIM بما يتوافق مع الأنظمة والقوانين المعتمدة وتسلسل عمل يضمن الاستخدام الأمثل لتلك الأنظمة خلال دورة حياة المشروع.
- إعطاء مرحلة التصميم الوقت الكافي لها حسب حجم وطبيعة المشروع للحد من مخاطر التصميم وأهمها التكلفة الزائدة غير المبررة.
- استخدام نماذج مرئية ثلاثية الأبعاد للمشاريع خلال مرحلة التصميم قبل البدء بالتنفيذ لتساهم في تقليل أوامر التغيير وتحقيق أهداف المشروع.
- التوسع في البحث في الطرق الصحيحة في النمذجة للحصول على كميات دقيقة والبحث بكافة مكونات المبنى لتعزيز فهم متطلبات البرمجيات لحساب كميات عناصر البناء المختلفة.
- تطوير قوانين و كودات لاستخدام هذه المنهجية بحيث تتناسب مع طبيعة العمل الهندسي في سوريا من خلال توحيد نظام العمل بين الشركات الهندسية بتعريف مقاييس استخدام موحدة ومعتمدة لأنظمة البيم بمساعدة المنظمات العالمية والجهات الأكاديمية في تحديد هذه الخطوات بدقة لأن الشركات التي تستخدم أنظمة ولا تطبق العملية ككل بإغفال مرحلة من مراحل المشروع لن تحصل على نتيجة موثوقة.
- عرض إيجابيات وسلبيات هذه المنهجية على الجهات المعنية ومحاولة إقناعهم بالتشبه بالدول التي تبنتها بشكل رسمي ،والتشجيع على إصدار قوانين تساعد المتعهدين على استخدام هذه المنهجية عند تنفيذهم للمشاريع الهندسية.
- التدريب المستمر للعاملين في مجال البناء و كافة الأطراف على استخدام برمجيات منهجية الـBIM ،والعمل على دمج مفاهيم أنظمة في برامج التعليم في الجامعات وورشات العمل مما يضمن دخول المهندسين لسوق العمل في المستقبل تتمتع بالمهارات المطلوبة.

References:

1. Xinan Jiang , DEVELOPMENTS IN COST ESTIMATING AND SCHEDULING IN BIM TECHNOLOGY, The Department of Civil & Environmental Engineering , Northeastern University Boston, Massachusetts ,2011 , page no 88.
2. Dalu Zhang, PROJECT TIME AND COST CONTROL USING BUILDING INFORMATION MODELING, North Dakota State University Of Agriculture and Applied Science, 2012, , page no 77.
3. Ahmed Tawfik Abobakr, NECESSITY OF COST CONTROL PROCESS (PRE- & POST CONTRACT STAGE) IN CONSTRUCTION PROJECTS, Master of Science in Construction and Real Estate Management at HTW Berlin – University of Applied Sciences,2017, page no 145.
4. Michael Thomas Clark, A FRAMEWORK FOR BIM MODEL-BASED CONSTRUCTION COST ESTIMATION, The Faculty of California Polytechnic State University, San Luis Obispo, 2019, page no 132.
5. Gerard Wood, A TECHNICAL REVIEW OF BIM BASED COST ESTIMATING IN UK QUANTITY SURVEYING PRACTICE, STANDARDS AND TOOLS , School of Built Environment, University of Salford, 2014, page no 29.
6. Loulwa kharboutli ,Using Building Information Modiling Systems (BIM) in construction Projects, Master degree of Science in Civil Engineering , Aleppo University, 2014 , page no 209.
7. Lojain Mayassah, An Approach for Cost Control of Finishing Works In Residential Buildings During Design Phases ,Master degree of Science in Civil Engineering ,Tishreen University ,2012, page no 163.
8. Eqbal Ibrahem Ahmad Mohmmad, COST MANAGEMENT AND PLANNING IN CONSTRUCTION PROJECTS IN SUDAN , Master degree, Sudan university of science and technology ,2019 , page no 129.
9. Mazen Dhou, Enhancing Design Documentation Quality in Syrian Construction Projects, Master degree In Engineering Management And Construction, Damascus, 2014, page no 169.
10. Wuttinan Pratoom, S. T, A COMPARISON OF REBAR QUANTITIES OBTAINED BY TRADITIONAL VS BIM-BASED METHODS, Master degree of Science in Civil Engineering , University of Salford, 2016, page no 6.
11. Muhammad Humayon, Cost Comparison of a Building Project by Manual and BIM , Civil Engineering Journal, The University of Lahore, 2019, page no16.
12. George M. Haddad, Comparing Building Information Modeling (BIM) System With Traditional CAD System in Design Phase, Tishreen University, 2014, page no 119.
13. Maha Mohammad Shaaban, Using of building information modeling BIM in cost estimate of building project, Damascus University,2014 ,page no 133 .
14. Christiono Utomo, Factors of Design Errors in Construction Project (A Review), The Third International Conference on Civil Engineering Research (ICCER), 2017, page no 5.