منهجية بناء الرسومات التنفيذية من خلال تضمين نمذجة معلومات البناء في المقررات المعمارية
رؤية نحو مستقبل مهني متميز

Methodology for Generating Working Drawings through Integrating BIM in Architectural Courses:
A Vision Towards an Outstanding Professional Future

د/ أحمد صالح عبد الفتاح علي اسماعيل

الأستاذ المساعد بقسم الهندسة المعمارية ـ كلية الهندسة بالمطرية ـ جامعة حلوان ـ مصر

ahmed_saleh@m-eng.Helwan.edu.eg

ملخص البحث:

يتناول هذا البحث أهمية بناء الرسومات التنفيذية في مجال الهندسة المعمارية ودور تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) في تعزيز جودتها ودقتها. إضافة إلى الإمكانيات الهائلة لتصميم وتنفيذ المباني من خلال محاكاة المشاريع بشكل شامل. ومع ذلك، أظهرت الدراسة أن هناك فجوة بين المعرفة الأكاديمية والتطبيق العملي في مجال البناء، وبخاصة في مقررات الرسومات التنفيذية وتأثير ذلك في تحويل المفاهيم النظرية إلى تطبيقات عملية لدي الخريجين باستخدام تقنية BIM، مما يؤثر على جودة الرسومات التنفيذية وكفاءة الطلاب في سوق العمل. يهدف البحث إلى توفير رؤية مستقبلية مهنية متميزة للطلاب العمارة من خلال تطوير مهاراتهم في بناء الرسومات التنفيذية باستخدام تقنية BIM. من خلال اقتراح منهجية متكاملة لإنتاج الرسومات التنفيذية بتضمين تطبيقات نمذجة معلومات البناء بمستوياته لتحسين جودة الرسومات التنفيذية وربط المواد ذات الصلة ومخرجاتها عبر السنوات الدراسية المختلفة والتي تؤثر على مقرر الرسومات التنفيذية. بهدف تعزيز التواصل بين النظريات الأكاديمية والتطبيقات العملية في مجال البناء والتشييد.

يتبع البحث منهجية استقرائية استنباطية تشمل دراسة الأدبيات السابقة، وإجراء مقابلات واستبيانات مع طلاب الهندسة المعمارية وأعضاء هيئة التدريس وأصحاب المصلحة وتحليل البيانات والنتائج المستخلصة للرصد الواقع الفعلي للمشكلة. تسعى هذه الدراسة إلى استكشاف كيفية تأثير انتشار استخدام BIM في المكاتب المعمارية على إعداد الطلاب لسوق العمل، مع التركيز على ضرورة تضمين تعليم نمذجة معلومات البناء في مناهج الرسومات التنفيذية في التعليم المعماري. تشير النتائج المتوقعة للبحث إلى ضرورة تطوير مقررات إنتاج الرسومات التنفيذية من خلال تضمين تقنية BIM في مقررات الهندسة المعمارية، وتوفير التدريب الفعال على استخدام هذه التقنية. مما يساهم في تحقيق رؤية مستقبلية مهنية متميزة للطلاب العمارة، من خلال تزويدهم بالمهارات والخبرات اللازمة للتميز في سوق العمل المعماري.

الكلمات المفتاحية KEYWORDS

الرسومات التنفيذية؛ التصميمات التنفيذية؛ نمذجة معلومات البناء؛ بناء الرسومات؛ المقررات المعمارية؛ تأهيل الخرجين.

1. المقدمة

بناء الرسومات التنفيذية يعد جزءًا أساسيًا في تنفيذ المشاريع الهندسية، حيث تمثل هذه الرسومات الوثيقة التوجيهية التي يعتمد عليها المقاولون والعمال لتحقيق التصميمات المعمارية بدقة وفعالية. تم اعتماد نمذجة معلومات البناء (BIM) كنهج شامل لإدارة مشاريع البناء، حيث يتم إنشاء وتنسيق وإدارة التمثيلات الرقمية للخصائص المادية والوظيفية للمبنى[1]. وأصبحت تقنية BIMأداة حيوية في صناعة التشييد، خاصة برنامج الريفيت، حيث تمنح المهندسين المعماريين والمهندسين ومحترفي البناء إمكانيات هائلة لتصميم وتصور المباني بدقة ومحاكاة المشاريع بشكل شامل[2]. بالإضافة إلى ذلك، تسهم في إصدار مستندات التنفيذ واللوحات التنفيذية بشكل متكامل، مما يقلل من الأخطاء في المطابقة بالمقارنة مع الطرق التقليدية[3].

ومع انتشار استخدام هذه البرامج في المكاتب الهندسية داخل وخارج مصر، أصبحت القدرة على التعامل معها بكفاءة متطلبًا أساسيًا للخريجين الجدد، وشرط استمرار المهندسين القدماء في مهنتهم. من خلال استخدام تقنيةBIM ، يمكن للطلاب تحليل وتصميم المشاريع بشكل متكامل، وإنشاء رسومات تنفيذية دقيقة ومفصلة تسهم في تسريع وتحسين عملية التنفيذ وتجهيز الطلاب بالأدوات والمهارات التي يحتاجونها لتحقيق نجاح مهني متميز في مجال الهندسة المعمارية[4]. ويري بعض المعماريين ايضا ان مشكلة العمارة في مصر ترجع إلي مدي التوافق بين المناهج في الاقسام المعمارية والحياة العملية، عدم

توافق بين المناهج التعليمية في مدارس العمارة وما يصطدم به الخريج وذلك لأسباب عديدة من اهمها عدم تطوير المناهج التعليمية بما يتناسب مع تطور العصر[28]. من خلال الممارسة العملية والأكاديمية والاستبيان الذي تم اجراءاه خلال البحث لعمل حصر مبسط عن بعض آراء المعماريين عن التعليم المعماري وعلاقته بسوق العمل (الأكاديميين، المكاتب الهندسية، الشركات والهيئات الهندسية، رؤى أصحاب العمل والمهندسين الممارسين) أظهرت نتائج الاستبيان علي اتفق معظم المشاركين علي أهمية استخدام التقنيات الرقمية الحديثة ومن أهمها نمذجة معلومات البناء وانتشار استخدمها في مجال العمارة بصفة عامة وفي إنتاج الرسومات التنفيذية بصفة خاصة؛ نظرا لإمكانيات والمميزات العديدة في استخدام البيم في إنتاج الرسومات التنفيذية بصفة خاصة. وبالرغم من هذه الأهمية تجاهل العديد من المؤسسات الأكاديمية هذه الأهمية في المقررات الأكاديمية لتدريس مقررات الرسومات والتصميمات التنفيذية في أقسام العمارة، مما يؤدي إلى فجوة بين المعرفة الأكاديمية والممارسة الحقيقية في مجال البناء المعاصر.

2.1. الإشكالية البحثية Research problem

تعاني صناعة البناء والتشييد من فجوة بين التطبيق العملي والمعرفة الأكاديمية في مقررات الهندسة المعمارية، وتتجلى هذه المشكلة في صعوبة تحويل المفاهيم النظرية إلى تطبيقات عملية في استخدام تقنيات نمذجة معلومات البناء (BIM). يعود ذلك إلى غياب تدريب فعال على استخدام تقنيات BIM وعدم اتباع الممارسات الصحيحة في استخدامها خلال الدراسة. وبالتالي، يعتمد الطلاب على الاجتهاد الشخصي في التعامل مع هذه التقنيات، مما يؤدي إلى اختلاف في مستوى الاستفادة. وتأثير هذه المشكلة يتجلى في نقص المهارات والكفاءة لدى الخريجين في استخدام تقنية BIM بفعالية بمجرد تخرجهم، مما يؤثر سلبًا على فرصهم المهنية في سوق العمل. لذا، يصبح من الضروري توفير تدريب فعال وشامل على استخدام تقنيات نمذجة معلومات البناء BIM وتبني الممارسات الصحيحة في المناهج الأكاديمية، وذلك لتحسين كفاءة الخريجين وزيادة فرصهم في سوق العمل.

وبناء على إشكالية البحث تم تحديد سؤال محوري للبحث وهو: هل طريقة تعليم وتدريس مقررات الرسومات والتصميمات التنفيذية الحالي ملائم لاحتياجات ممارسة المهنة على النطاق المحلي والدولي؟

هدف البحث Research Aim

الهدف الرئيسي للبحث هو تطوير منهجية لتضمين نمذجة معلومات البناء BIM ضمن مقررات تعليم وإنتاج الرسومات التنفيذية في الأقسام المعمارية؛ لتعزيز جودة وكفاءة إنتاج الرسومات وتطوير مهارات الطلاب وتعزيزهم وتأهيلهم للاندماج بنجاح في سوق العمل. ويتحقق ذلك الهدف من خلال:

- تقييم التأثير الفعلي لهذه التقنية على مستوى الطلاب واستعدادهم العملي، لإنتاج الرسومات التنفيذية باستخدام تقنية BIM وتأثير ذلك على كفاءة الطلاب في إنتاج الرسومات التنفيذية بعد التخرج.
- تحليل العوامل التي تعوق فعالية تدريس BIM في الأقسام المعمارية في الجامعات والمؤسسات التعليمية المصرية واقتراح الحلول المناسبة لتعزيز فعالية التدريس.

4.1. منهجية البحث Research Methodology

بناءً على طبيعة البحث وأهدافه، يتبع المنهجية الاستقرائية الاستنباطية من خلال اعتماد منهجية البحث التالية:

- دراسة الأدبيات الحالية والأبحاث المشابهة في مجال استخدام برامج نمذجة معلومات البناء وتأثيرها على جودة الرسومات التنفيذية.
- إجراء مقابلات واستبيانات مع (الأكاديميين، طلاب السنة النهائية، الشركات والهيئات الهندسية والاستشاريين، رؤى أصحاب العمل والمهندسين الممارسين) لتقييم مدى التفاعل مع برامج نمذجة معلومات البناء وتأثيرها على جودة الرسومات التنفيذية.
- تحليل البيانات والنتائج المستخلصة من المقابلات والاستبيانات. ويجب ملاحظة أن الاستبانة مقسمة إلى أربع اجزاء رئيسية وتختلف العينة من قسم لأخر حسب المشاركين ويتم تحليل نتائج المهتمين والممارسين BIM.
- اقتراح منهجية متكاملة لإنتاج الرسومات التنفيذية من خلال تضمين برامج نمذجة معلومات البناء بمستوياته لتحسين جودة الرسومات التنفيذية؛ مع ربط المواد ذات الصلة ومخرجاتها عبر السنوات الدراسية المختلفة والتي تؤثر على مقرر الرسومات التنفيذية.
- تقديم النتائج والاستنتاجات: عرض النتائج بوضوح وفعالية، تحليل النتائج واستنتاجاتها بناء على الأهداف المحددة.

2. الرسومات التنفيذية بنظام البيم working drawings by BIM

الرسومات التنفيذية هي تمثيل هندسي دقيق وتفصيلي للمباني أو الهياكل يستخدم لتنفيذ عمليات البناء؛ لتوضح جميع العناصر المعمارية بما في ذلك التخطيط والأبعاد والمواد وتفاصيل البناء لتنفيذ البناء بالشكل المطلوب[5]. لإنتاج الرسومات التنفيذية باستخدام البيم يتم إنشاء النموذج الافتراضي باستخدام برمجيات BIM مثل Revit يشمل النموذج الافتراضي المعلومات الهندسية والمعمارية والإنشائية وإلكتروميكانيك للمشروع[6]. وحتى يتم بناء الرسومات التنفيذية بشكل صحيح ودقيق لابد ان تمر بمجموعة من المراحل يتم بناء واخراج الرسومات التنفيذية من النموذج الافتراضي ويظهر ذلك في النقاط التالية:

1.2. بناء الرسومات التنفيذية بتنسيق BIM ومراحل إنتاجها

Building Working Drawings in BIM Format and their Production Stages

يستخدم برنامج ريفت من شركة Autodesk في إنتاج الرسومات التنفيذية تتضمن هذه العملية مجموعة من الخطوات المتكاملة التي تسمح بإنشاء نموذج رقمي ثلاثي الأبعاد للمبنى ومن ثم استخراج الرسومات التنفيذية اللازمة للبناء من هذا النموذج. عملية بناء الرسومات التنفيذية باستخدام نظام BIM تتميز بتكامل عالي وتفاعلية مستمرة، وتعتبر Revit أداة أساسية في هذا السياق. تبدأ العملية بتعريف العناصر والخصائص في النموذج الافتراضي ثلاثي الأبعاد، حيث يتم تمثيل المبنى كمجموعة من الكائنات الذكية المترابطة، وتشمل هذه العملية مجموعة من المراحل والعمليات كالتالي: -

1) **إنشاء النموذج الرقمي وتعريف العناصر**: يتم إنشاء نموذج رقمي ثلاثي الأبعاد، لكافة العناصر المعمارية والإنشائية والتفاصيل الداخلية والخارجية، مع تعريف كل عنصر وتأثيره على العناصر الأخرى، وإدارة العلاقات بينها.
2) **تعدد البيانات والأبعاد**: يتضمن النموذج الافتراضي معلومات متعددة الأبعاد مثل الهندسية، المعمارية، الإنشائية، والصحية والكهربائية[7]. تُستخدم هذه المعلومات لتشكيل الرسومات بدقة عالية، مما يضمن التوافق بين مختلف العناصر.
3) **التحليل والتحقق واكتشاف التصادمات**: يتم تحليل النموذج لضمان التنسيق الكامل ولكشف الاشتباكات والتداخلات، باستخدام أدوات تحقق تلقائية، وذلك لتفادي المشاكل وتقليل من حدوث أخطاء بنائية مما يعزز صحة الرسومات[8].
4) **التفاعلية والتعديلات الديناميكية**: تتميز الرسومات بقابلية التحديث المستمر مع التغيرات والتحسينات في المشروع، مما يجعل عملية البناء مرنة وتفاعلية.
5) **التنسيق والتعاون** :يتم تنسيق العمل بين فرق العمل المختلفة مثل المهندسين المعماريين، والمهندسين المدنيين، والمقاولين لضمان تنفيذ دقيق وسلس للمشروع. يتم مراقبة تقدم العمل وتقييم النتائج المتحققة مقارنة بالأهداف المحددة.
6) **إصدار وتحديث الرسومات التنفيذية**: يتم إنشاء الرسومات التنفيذية من النموذج الثلاثي الأبعاد، وتحديثها تلقائيًا بناءً على التغيرات، مما يضمن الدقة والتوافق مع المتطلبات الإنشائية وعناصر البناء المختلفة

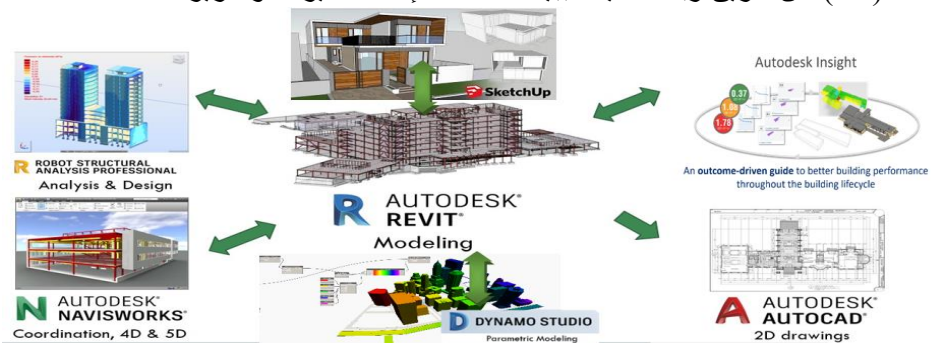
وبهذه الطريقة، يتم التركيز في عملية بناء وإنتاج الرسومات التنفيذية على البناء الحقيقي للرسومات باستخدام المعلومات المحددة والمتكاملة ثلاثية الأبعاد في النموذج الافتراضي، مما يجعل عملية الإنتاج أكثر دقة وفعالية وتكاملاً[9]. وتتم إنتاج الرسومات التنفيذية بتنسيق البيم من خلال عملية تفاعلية تكاملية بين مجموعة من التطبيقات والتقنيات، وتشمل إنشاء وإدارة تمثيلات رقمية للخصائص المادية لجميع عناصر البناء[10]. هذا الدمج يبرز التكامل والتفاعل بين مختلف المراحل والعمليات، مع التركيز على التحليل، التحقق، والمرونة في التعديلات والتحديثات المستمرة.

2.2. تطبيقات لإنتاج رسومات التنفيذية بتنسيق بيم Applications for working drawings in BIM format

من العرض السابق يتضح ان نمذجة معلومات البناء ليس برنامجًا واحدًا؛ ولذلك لرسم وانشاء اللوحات التنفيذية يجب استخدام مجموعة متكاملة من التطبيقات للوصول هذا الهدف[11]. والشكل رقم (2) يبين التطبيقات الشائعة المتكاملة مع (BIM) في مرحلة الرسومات التنفيذية ووثائق البناء. وفيما يلي بعض هذه التطبيقات مع شرح لوظائفها:

- **Trimble SketchUp:** على الرغم من أن SketchUp ليس برنامج BIM كاملاً، إلا أنه غالبًا ما يستخدم للتصميم المفاهيمي والنمذجة التخطيطية نظرًا لواجهته البديهية ومرونته.
- **Autodesk Revit:** يعد Revit أحد أشهر تطبيقات برامج BIM المستخدمة لإنشاء نماذج ثلاثية الأبعاد تشمل العناصر المعمارية والهيكلية والميكانيكية والكهربائية والسباكة[12].
- **Autodesk Insight:** هو تطبيق BIM متخصص في تحليل الطاقة والاستدامة وإجراء عمليات محاكاة الطاقة وتحليل الراحة الحرارية وتحليل ضوء النهار، وتقييمات الاستدامة الأخرى مباشرة داخل بيئة BIM يساعد المصممين على تحسين كفاءة الطاقة والاستدامة البيئية.

- **Navisworks Manage (4D):** هو برنامج لمراجعة المشاريع يدعم الجدولة رباعية الأبعاد من خلال دمج نماذج BIMمع جداول البناء؛ كما يمكن فرق المشروع من تصور تسلسل البناء ومحاكاة مراحل المشروع من خلال ربط عناصر BIM بالمهام والجداول الزمنية؛ ومن ثم تحديد الاشتباكات وتحسين تسلسل بنود البناء. كما يمكن من خلاله تقدير التكلفة (5D) عن طريق ربط الكميات ببيانات التكلفة لإنشاء تقديرات وتقارير مفصلة للتكلفة[13].



شكل رقم (2) يبين التطبيقات والبرامج المتكاملة الشائعة لإنتاج الرسومات التنفيذية بتنسيق البيم (الباحث)

3.2. أهمية تطبيقات بيم ريفت لطلاب العمارة The importance of BIM Revit for architecture students

يُعتبر برنامج Revit أداة قوية تساعد طلاب على تعزيز مهاراتهم وفهمهم لعملية التصميم والإنشاء، وتفاعلهم مع العناصر المعمارية والهندسية في المشروع، ومن ثم إنتاج اللوحات التنفيذية بدقة وتكامل. تتمثل أهمية استخدام البرنامج في النقاط التالية:

- تكامل البيانات: يمكن إنشاء نموذج ثلاثي الأبعاد يتضمن جميع المكونات الهندسية والمعمارية للمشروع، وتعيين البيانات والمعلومات لكل جزء من النموذج، مما يضمن التنسيق والاتساق بين الرسومات[14].
- دقة الرسومات: يمكن إنشاء رسومات تنفيذية دقيقة ومفصلة، مما يقلل من الأخطاء ويزيد من جودة الرسومات.
- تمثيل ثلاثي الأبعاد: يسهل إنشاء نماذج ثلاثية الأبعاد للمباني، مما يساعد الطلاب في فهم هياكل المباني وتحليلها بدقة.
- التكامل والتنسيق: يسهل إدارة معلومات المشروع بشكل شامل، مما يسهل التنسيق بين مختلف الأقسام والتخصصات.
- الإنتاجية والكفاءة: يمكن للطلاب إنتاج الرسومات التنفيذية بشكل أسرع وأكثر دقة، مما يسهل عملية التعديل والتحليل[15].
- التحليل والمحاكاة: يوفر أدوات لتحليل ومحاكاة أداء المباني، مما يساعد الطلاب في فهم تأثيرات التصميم على أداء المبنى وتحسين تصميماتهم نحو الأداء الأمثل[16].
- التعلم والتطوير المهني: يساعد الطلاب في تطوير مهاراتهم، ويوفر تجربة قيمة تساعدهم في تأهيلهم للعمل بعد التخرج.

4.2. التحديات في إنتاج الرسومات التنفيذية باستخدام BIM وRevit

في ظل حداثة استخدام BIM في مجال العمارة، تظهر تحديات تقنية يجب مواجهتها أثناء إنتاج الرسومات التنفيذية. تم تجميع هذه التحديات من خلال استبانة أجريت مع أعضاء هيئة التدريس والطلاب، وتم تحديد التحديات الرئيسية على النحو التالي:

أ. التدريب والممارسة: يتطلب استخدام Revitتدريبًا مكثفًا واكتساب مهارات جديدة. قد يواجه الطلاب وأعضاء هيئة التدريس صعوبة في اكتساب هذه المهارات، مما قد يؤثر على استخدام الإمكانيات الكاملة لبرنامج الريفت.

ب. المعرفة التقنية: يعتمد استخدام Revit تكوين الموديل مما يتطلب تفكيرًا ثلاثي الأبعاد وهو تحدي يمكن أن يؤدي إلى وجود أخطاء في الرسومات نتيجة عدم الإلمام الكافي بالتقنية. وعدم التعود على الرسم بهذا الطريقة.

ج. جودة البيانات: يعتمد استخدام Revit على جودة البيانات المدخلة في نمذجة المشروع. فإذا كانت البيانات غير دقيقة أو غير مكتملة؛ فإن ذلك قد يؤثر على جودة الرسومات التنفيذية ويتسبب في وجود أخطاء ويؤثر علي دقة الرسومات التنفيذية.

د. إضافة التفاصيل الضرورية: قد يتجاهل الطلاب أهمية إضافة التفاصيل الضرورية في نماذجهم، مما يؤدي إلى إنتاج رسومات غير مكتملة وغير دقيقة لمتطلبات التنفيذ، ويزيد من وجود الأخطاء في الرسومات النهائية.

ه. معالجة التحذيرات والأخطاء: تجاهل التحذيرات والأخطاء التي ينتجها برنامجRevit ، يؤثر على جودة الرسومات التنفيذية.

و. إدارة التحديثات والتغييرات: يجب إدارة التحديثات والتغييرات في المشروع بشكل صحيح بحيث اي تغييرات في التصميم أو المواصفات أثناء مراحل الإنتاج، ويجب تحديث الرسومات التنفيذية والتأكد من توافقها مع هذه التغييرات.

ز. قدرات الأجهزة والبرامج: يحتاج استخدام Revit إلى قدرات أجهزة حاسوب قوية. وعدم توفير الأجهزة والبرامج المناسبة لتشغيل Revitقد يؤثر على أداء النمذجة وإنتاج الرسومات التنفيذية[17].

ومن المهم أن نكون على دراية بهذه التحديات وأن نتصدى لها بشكل استباقي. حتى نضع الحلول المناسبة لها.

3. مستويات التطوير والتفاصيل والمعلومات في (BIM) وأثرها على دقة رسومات التنفيذية

في سياق نمذجة معلومات البناء (BIM)، فإن مستويات التطوير (LOD)، ومستويات التفاصيل (LOD)، ومستويات المعلومات (LOI) هي مقاييس مختلفة لقياس المعلومات التي سيتم تسليمها؛ كما انها تستخدم لتحديد مستوى اكتمال ودقة المعلومات الواردة في نموذج BIM. تعتبر هذه التصنيفات ضرورية لفهم جودة وموثوقية بيانات النموذج وكيفية تأثيرها على دقة رسومات العمل. تعتبر هذه التصنيفات حاسمة بالنسبة لدقة رسومات العمل لأنها تحدد مستوى الموثوقية واكتمال معلومات نموذج .BIM عند إنشاء رسومات العمل من نموذج BIM، تؤثر مستويات LOD وLOD وLOI على مستوى التفاصيل والدقة والخصوصية للمعلومات المدرجة في الرسومات[18]. تؤدي مستويات LOD وLOD وLOI الأعلى في نموذج BIM إلى رسومات عمل أكثر دقة وتفصيلاً، وتقليل الأخطاء والصراعات والتفسيرات الخاطئة أثناء مرحلة البناء[19]. من خلال التحديد الواضح لمتطلبات LOD وLOD وLOI للمشروع، يمكن للمهندسين والمقاولين مواءمة توقعاتهم والتأكد من أن معلومات نموذج BIM مناسبة لإنشاء رسومات عمل دقيقة وموثوقة. ويساعد ذلك في تبسيط عملية البناء، وتحسين التواصل بين أصحاب المصلحة في المشروع، وتعزيز النتائج الإجمالية للمشروع[20].

1.3. مستوى التطوير(LOD) Level of Development

نمذجة معلومات البناء، BIM، لا يعني فقط استخدام التقنيات والعمليات الجديدة؛ هناك أيضًا الكثير من المصطلحات الجديدة للتعامل معها. ومن اهم هذه المصطلحات، LOD هو اصطلاح يستخدم لوصف مستوى التفاصيل أو نضج عناصر النموذج خلا مراحل المشروع. وبما أن الموديل يتطور باستمرار مع تتطور مراحل المشروع، فإن هناك حاجة إلى معيار لتحديد نضجه وتفاصيله يمكن للممارسين استخدامه كأساس للغة مشتركة في مشاريعهم[21]. ولذلك تم اعتماد مفهوم مستوى التطوير (LOD) وتحسينه من قبل المعهد الأمريكي للمهندسين المعماريين (AIA) عام 2008 ليصبح LOD وصف لمستوى اكتمال ودقة نموذج BIM في مراحل تطور المشروع. ويشمل مستوى التطوير (LOD) كلا من التمثيل الهندسي لعناصر البناء Levels of Geometry (LOG) ومستوى التفاصيل ودقة المعلومات المرتبطة Levels of Information (LOI). قدمت AIA (LOD) كمقياس رقمي يحدد درجة موثوقية المعلومات الواردة في نموذج BIM وقامت بتقسيمة إلي خمسة مستويات، تبدأ من LOD 100 وتصل إلى LOD 500.[22]. ويمكن اختصار اهمية مستوي التطوير في ان كلما زاد مستوى التطوير (LOD)، زادت دقة واكتمال البيانات في النموذج الرقمي، ومن ثم إنتاج لوحات تنفيذية أكثر دقة.

2.3. أنواع مستويات التطوير التطوير(LOD) Types of levels of development

يتراوح مقياس LOD عادةً من LOD 100 إلى LOD 500، حيث يتوافق كل مستوى مع مرحلة معينة من المشروع[23]. يساعد هذا النظام في تحديد مدى دقة واكتمال المعلومات في النموذج الرقمي، مما يؤثر على جودة الرسومات التنفيذية وتفاصيل التصميم وقابلية تنفيذ المشروع[24]. ومن أنواع مستويات التطور LOD الشائعة:

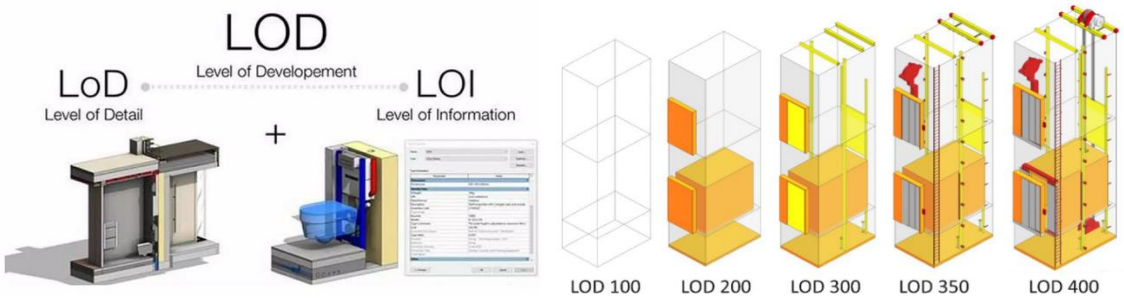
- **LOD 100 تصميم مفهومي Conceptual Design:** يمثل هذا المستوى المرحلة الأقل تفصيلاً للمشروع ويستخدم في النماذج الأولية البسيطة مثل المخططات العامة للمساحات وشكل رقم (3) يبين مستويات التطوير المختلفة.
- **LOD 200 تصميم أولي Schematic Design:** يتمثل هذا المستوى في تطوير النموذج الأولى بشكل أكبر ليشمل المساقط والقطاعات والواجهات وتفاصيل إضافية عن العلاقات بين العناصر كما يمكن أن يتضمن تصورات بسيطة لاستكشاف خيارات التصميم واتخاذ القرارات الأولية حول أنظمة البناء.
- **LOD 300 تصميم مفصلDesign Development:** يتمثل هذا المستوى في تطوير النموذج بمزيد من التفاصيل ليكون متوافقًا مع التصميمات المحددة بشكل أدق. يُستخدم هذا المستوى عادةً لإنشاء وثائق البناء. تشمل النماذج عادة المكونات والمواد والتفاصيل الأساسية مثل الجدران والأبواب والنوافذ والسلالم؛ بالإضافة إلي لأبعاد بين العناصر.
- **LOD 350 تصميم تنفيذي Construction Documentation:** هو مستوى متقدم يركز على التفاصيل الشاملة المطلوبة لوثائق البناء. يشمل على الأبعاد الدقيقة والعناصر الهيكلية. ويشمل النمذجة التفصيلية للمكونات الهيكلية، مثل

الكمرات والأعمدة والألواح والأساسات، جميع التفاصيل الهندسية والبنائية اللازمة لبدء عملية البناء. بما في ذلك المواد والأبعاد والكميات[25]. يتضمن LOD 350 دمج الأنظمة الميكانيكية والكهربائية والسباكة (MEP) في نموذج المبنى.

- **LOD 400 البناء Construction:** في هذا المستوى، يمثل مرحلة البناء لتخطيط وتنسيق أنشطة البناء. يتضمن النموذج معلومات تفصيلية موصفة عن مكونات المبنى، مثل الجدران والأرضيات وأنظمة الهندسة الكهربائية والميكانيكية[26].
- **LOD 500 تصميم مكتمل As Built:** يمثل هذا المستوى أعلى مستوى من التفاصيل ويستخدم لتوثيق الحالة النهائية للمبنى بعد اكتمال البناء. يشمل النموذج كافة التفاصيل النهائية والتعديلات التي تمت خلال عملية البناء وتسليم المشروع.

3.3. مستويات الهندسة والمعلومات Levels of Geometry (LOG) and Levels of Information (LOI)

يؤدي الجمع بين مستويات الهندسة (LOG) ومستويات المعلومات (LOI) إلى تحديد مستوى التطوير (LOD) يؤثر ذلك بشكل كبير على جودة ودقة الرسومات التنفيذية وتفاصيل البناء التي أنشأها الطلاب في قسم الهندسة المعمارية.. يقوم LOD بتغليف كل من التمثيل الهندسي (LOG) والمعلومات غير الرسومية (LOI) المرتبطة بالعناصر الموجودة في نموذج BIM بشكل شامل. من خلال دمج LOG وLOI، يقدم LOD مقياسًا شاملاً لنضج واكتمال نموذج BIM خلال مراحل المشروع المختلفة، مما يضمن الدقة البصرية والمحتوى الغني بالمعلومات. تتفاوت المستويات بين التمثيل الهندسي والمعلومات من مرحلة إلى اخري خلال المراحل الأولية، يتم التركيز بشكل أساسي على التكوين والتمثيل الهندسي، مع الحد الأدنى من محتوى المعلومات في النموذج. مع تقدم المشروع، يزداد محتوى المعلومات بشكل مطرد، مع دفعة كبيرة أثناء التنفيذ[27]. عد التسليم، غالبًا ما تتم إزالة المعلومات غير ذات الصلة من النموذج، بينما تتم إضافة بيانات جديدة أثناء إدارة المنشأة مما يتسبب في زيادة حجم مستويات المعلومات وعلى النقيض من ذلك مستويات الهندسة، التي تظل مستقرة إلى حد ما بعد التسليم نظرا لاحتياج إلى المعلومات أكثر من التمثيل الهندسي[28]. يؤثر دمج مستويات الهندسة ومستويات المعلومات لتحقيق مستوى التطوير على



شكل رقم (3) يبين مستوى التطوير ومستوي التفاصيل (LOD)والعلاقة بين (LOD)، (LOG)، (LOI) مستوى الجودة والدقة

4. دراسة استقصائية لتقييم فعالية استخدام تطبيقات البيم (ريفيت) في إعداد الرسومات التنفيذية

تهدف هذه الدراسة إلى إجراء دراسة استقصائية تقييمية شاملة لفهم فعالية استخدام تطبيقات البيم، وتحديداً تطبيق ريفيت، في إعداد الرسومات التنفيذية. تهدف الدراسة أيضًا إلى تحديد تأثير تضمين استخدام ريفيت في المقررات الأكاديمية، وذلك لمواكبة المستقبل المهني وتلبية احتياجات صناعة العمارة. تركز الدراسة على تقييم تأثير تعلم تطبيق ريفيت على تطوير مهارات الطلاب في إعداد الرسومات التنفيذية، وتحديد التحديات التي يوجهونها أثناء استخدام التطبيق. كما تهدف الدراسة إلى تحديد الفوائد والمزايا التي يمكن للطلاب استفادتها عند تضمين ريفيت في المقررات الأكاديمية، وذلك لتعزيز مهاراتهم وتأهيلهم للمستقبل المهني. سيتم استخدام أدوات استقصائية مثل الاستبانات والمقابلات لجمع البيانات من الاستشاريين وأصحاب المكاتب والخريجين الجدد والمهندسين وأعضاء هيئة التدريس والطلاب المشاركين في الدراسة. من المتوقع أن توفر النتائج والتحليلات التي ستتم في هذه الدراسة إشارات مهمة حول فعالية استخدام ريفيت في إعداد الرسومات التنفيذية وتأثيره في تأهيل الطلاب للمستقبل المهني. والدراسة مكونة من أربعة اقسام كالتالي:

1.4. القسم الأول: الاستشاريين والمكاتب الهندسية

تعتبر متطلبات سوق العمل في صناعة الهندسة والبناء من بين العوامل التي تؤثر في احتياجات المكاتب الهندسية. في هذا السياق، يمكن للدراسة أن تسلط الضوء على متطلبات سوق العمل الحالية وكيفية تأثيرها على تعيين الخريجين؛ من خلال مقابلة

بعض أصحاب المكاتب الهندسية والاستشاريين وارسال رابط الاستبانة عبر البريد الإلكتروني للبعض الاخر. تم جمع معلومات حول توجه سوق العمل بشأن استخدام تطبيق ريفيت وآرائهم حول مستوي الخريج في استخدام تطبيقات البيم لتعيين خريجي الأقسام المعمارية في مكاتبهم. وما هي الفوائد التي المكتسبة من توظيف الخريجين الذين يتقنون تطبيقات البيم بشكل عام، وكيف يساعد ذلك في تحسين عملياتهم وزيادة الكفاءة في إنتاج الرسومات التنفيذية. تم توثيق الأسئلة ونتائجها بوضوح في الجدول رقم (1).

بناءً على النتائج التي تم جمعها من الاستبانة، يمكن التوصل إلى النقاط التالية:

1. يظهر الاستبانة أن 82% من المشاركين يستخدمون البيم في مكاتبهم؛ اضافاً إلى استخدام معظم المشتركين البيم في إنتاج الرسومات التنفيذية حتى مستوى350 LOD ، حيث أظهر 78% منهم استخدامًا لهذا الغرض. مما يعكس الانتشار المتزايد لهذه التكنولوجيا في صناعة الهندسة والعمارة عامة والرسومات التنفيذية خاصة.

جدول رقم (1) يبين الأسئلة والنتائج الخاصة بالاستبيان القسم الأول (الباحث)

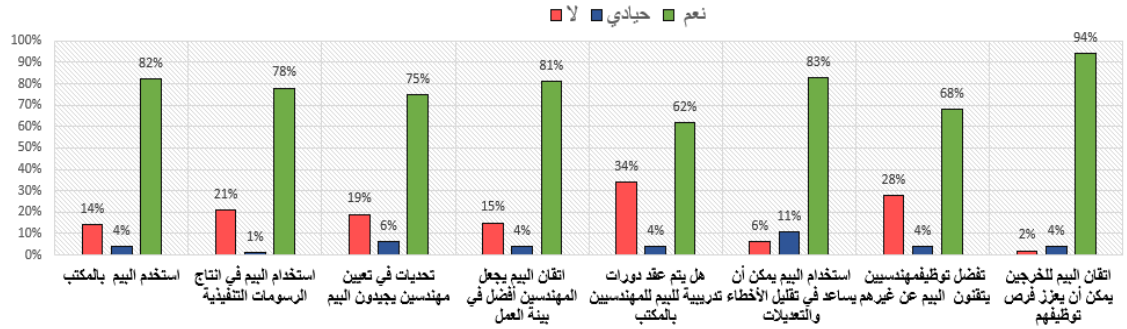
اقسام الاستبيان	م	الأسئلة الخاصة بالاستبيان	نعم	حيادي	لا	اجمالي العينة	ملاحظات
القسم الأول الاستشاريين وأصحاب المكاتب مصرية وخليجية تعمل بمصر	1	هل تستخدم البيم بمكتبك؟	69 %82	3 %4	12 %14	84 %100	تم مشاركة استبانة القسم الأول عبر النت مع 98 من المكاتب الاستشارية والمكاتب الهندسية المصرية والخليجية التي تعمل بمصر مختلفين في الحجم والنشاط وكلهم يعملون في مجال الهندسة المعمارية وقد استجاب 84 عينة تم تصفيتهم الي 69 مشاركة وهم المهتمون باستخدام البيم في مكاتبهم ثم تم تصفيتهم الي 53 عينة وهم المهتمون باستخدام البيم في انتاج الرسومات التنفيذية.
	2	هل تستخدم البيم في إنتاج الرسومات التنفيذيه حتى مستوي LOD350 ؟	53 %78	2 %1	14 %21	69 %100	
	3	هل تواجه تحديات في توظيف مهندسين أو مصممين يجيدون استخدام الريفيت؟	40 %75	3 %6	10 %19	53 %100	
	4	هل تعتقد أن الخريجين الذين يمتلكون مهارات في استخدام الريفيت يمكنهم أداء أفضل في بيئة العمل؟	43 %81	2 %4	8 %15	53 %100	
	5	هل تقوم بعقد دورات تدريبيه للموظفين على استخدام الريفيت؟	33 %62	2 %4	18 %34	53 %100	
	6	هل ترى أن استخدام الريفيت يمكن أن يساعد في تقليل الأخطاء والتعديلات في مراحل متقدمة من المشروع؟	44 %83	6 %11	3 %6	53 %100	
	7	هل تفضل توظيف موظفين يمتلكون مهارات جيدة في استخدام الريفيت عن غيرهم؟	36 %68	2 %4	15 %28	53 %100	
	8	هل ترى أن تحفيز الخريجين على دراسة الريفيت يمكن أن يعزز فرص توظيفهم في مكاتبكم؟	50 %94	2 %4	1 %2	53 %100	

2. يواجه معظم المشتركين تحديات في توظيف مهندسين أو مصممين يجيدون استخدام الريفيت، حيث أظهر 75% منهم صعوبات في هذا الجانب. ولذلك يري معظم المشتركين أن الخريجين الذين يتقنون استخدام الريفيت يمكن أن يؤدوا بشكل أفضل في بيئة العمل، حيث أبدى 81% منهم اعتقادًا في ذلك.

3. يقوم معظم المشتركين بعقد دورات تدريبية للموظفين على استخدام الريفيت، حيث أبدى 62% منهم قيامهم بذلك؛ حيث يري معظم المشتركين أن استخدام الريفيت يمكن أن يساعد في تقليل الأخطاء والتعديلات في مراحل متقدمة من المشروع، حيث أظهر 83% منهم اتفاقًا على ذلك وهو أمر مهم لضمان جودة التصميم وتنفيذه.

4. يفضل معظم المشتركين توظيف موظفين يمتلكون مهارات جيدة في استخدام الريفيت عن غيرهم، حيث أبدى 68% منهم تفضيلًا لهذا الأمر. ولذلك يري 94% من المشاركين يرون أن تحفيز الخريجين على دراسة الريفيت يمكن أن يعزز فرص توظيفهم في مكاتب الهندسة، مما يشير إلى أن الطلاب الذين يتقنون هذه الأدوات سيكون لديهم مزيد من الفرص في سوق العمل. شكل رقم (4) يبين نتائج الاستبانة الخاصة بالقسم الأول.

شكل رقم (4) يبين نتائج الاستبيان القسم الاول الاستشاريين وأصحاب المكاتب مصرية وخليجية تعمل بمصر



بناءً على هذه النتائج، يمكن الاستدلال على انتشار استخدام البيم بشكل واسع في المكاتب الهندسية وان هناك اهتمامًا متزايدًا بالريفيت في سوق العمل وأصبح متطلب أساسي في الحياة المهنية وضرورة للمكاتب الهندسية وخاصة المكاتب الخليجية التي

تعمل في مصر؛ وبالرغم من ذلك فان هناك ضعف كبير في مستوي الخرجين الذين يتقنون هذه التطبيقات رغم أهميتها في سوق العمل ومن ثم فالطلاب الذين يتقنون استخدام ريفيت حتى مستوى LOD 350 يصبحون أكثر طلباً من زملائهم الاخرين الذين لا يجدون استخدام هذه التطبيقات بل اكثر تأهيلاً لمواجهة تحديات سوق العمل مما يعزز ذلك فرص توظيفهم بشكل اكبر.

2.4. القسم الثاني: المهندسين / الخرجين الجدد

في هذا الجزء من الدراسة، سيتم التركيز على المهندسين ذوي الخبرة والمعينين الجدد والذين يعملون بالمكاتب المشاركة في القسم الاول وكذلك الخريجين الذين يبحثون عن فرص عمل في المكاتب الهندسية. سيتم استخدام الاستبانات والمقابلات لجمع آراء وتجارب المهندسين والخريجين الذين يتقدمون للعمل في المكاتب الهندسية. سيهدف هذا القسم إلى فهم مدى أهمية اتقان البيم وتطبيق ريفيت كمتطلب لتوظيف الخريجين الجدد في هذه المكاتب، تماشيًا مع متطلبات سوق العمل الحالي. تم توثيق أسئلة القسم الثاني ونتائجه بوضوح في الجدول رقم (2)

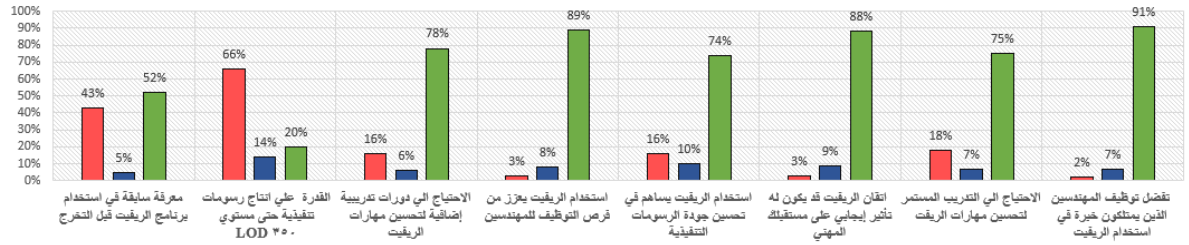
جدول رقم (2) يبين الأسئلة والنتائج الخاصة بالاستبيان القسم الأول (الباحث)

اقسام الاستبيان	م	الأسئلة الخاصة بالاستبيان	نعم	حيادي	لا	اجمالي العينة	ملاحظات
القسم الثاني المهندسين / الخرجين الجدد بمكاتب مصرية وخليجية تعمل بمصر	1	هل تمتلك معرفه سابقه فى استخدام برنامج الريفيت قبل التخرج؟	88 %52	8 %5	72 %43	168 %100	تم مشاركة استبانة القسم الثاني عبر النت مع 189 من المهندسين ذو سنوات خبرة متعددة والخريجين الجدد والذين يعملون بالمكاتب عينة القسم الأول. استجاب منهم 168 عينة تم تصفيتهم الي 88 عينة وهم الذين يستخدمون البيم في انتاج الرسومات التنفيذية.
	2	هل كنت قادر على انتاج رسومات تنفيذيه حتى مستوي LOD350 بالعمل نتيجة تطبيق مهارات الريفيت التي اكتسبتها خلال الدراسة؟	18 %20	12 %14	58 %66	88 %100	
	3	هل احتجت إلى دورات تدريبيه إضافيه لتحسين مهاراتك في استخدام الريفيت لإخراج رسومات تنفيذية حتي مستوي LOD350؟	69 %78	5 %6	14 %16	88 %100	
	4	هل تعتقد ان مهارات استخدام الريفيت تعزز فرص التوظيف للمهندسين الخريجين الجدد؟	78 %89	7 %8	3 %3	88 %100	
	5	هل تعتقد ان الريفيت يساهم في تحسين كفاءة العمل وتوفير الوقت في مجال الرسومات التنفيذية؟	65 %74	9 %10	14 %16	88 %100	
	6	هل ترى ان اتقانك الريفيت قد يكون له تأثير إيجابى على مستقبل حياتك المهنية؟	77 %88	8 %9	3 %3	88 %100	
	7	هل تفضل التدريب المستمر على الريفيت لتحسين مهاراتك في استخدامه؟	66 %75	6 %7	16 %18	88 %100	
	8	هل تعتقد ان الشركات والمكاتب الهندسيه تفضل توظيف المهندسين الذين يمتلكون خبرة في استخدام الريفيت؟	80 %91	6 %7	2 %2	88 %100	

بناءً على نتائج الاستبانة لهذا القسم، يظهر أن:

1. أكثر من نصف المشتركين (52%) يمتلكون معرفة سابقة في استخدام برنامج الريفيت قبل التخرج؛ ومع ذلك، العديد منهم لا يشعرون بالقدرة على إنتاج رسومات تنفيذية عالية الجودة، نسبة قليلة (21%) كانت قادرة على إنتاج رسومات تنفيذية حتى مستوى LOD 350بالعمل بناءً على تطبيق مهارات الريفيت التي اكتسبوها خلال الدراسة.
2. ثلاثة أرباع المشتركين (78%) احتجوا إلى دورات تدريبية إضافية لتحسين مهاراتهم في استخدام الريفيت بعد التخرج؛ حيث يعتقد معظم المشتركين (89%) أن مهارات استخدام الريفيت تعزز فرص التوظيف للمهندسين الخريجين الجدد.
3. ثلثي المشتركين (74%) يرون أن الريفيت يساهم في تحسين كفاءة العمل وتوفير الوقت في مجال الرسومات التنفيذية؛ ولذلك فان الأغلبية العظمى (88%) تعتقد أن اتقان الريفيت قد يكون له تأثير إيجابي على مستقبل حياتهم المهنية.
4. ثلثي المشتركين (75%) يفضلون التدريب المستمر على الريفيت لتحسين مهاراتهم، حيث يري (91%) من المشاركين إن الشركات والمكاتب الهندسية تفضل توظيف المهندسين الذين يمتلكون خبرة في استخدام الريفيت؛ ومن ثم الحصول على مرتبات أفضل شكل رقم (5) يبين نتائج الاستبانة الخاصة بالقسم الثاني.

شكل رقم (5) يبين نتائج الاستبيان القسم الثاني المهندسين / الخرجين الجدد بمكاتب مصرية وخليجية تعمل بمصر



بناء على نتائج هذا القسم من الدراسة ستساهم في تحديد مستوى الوعي والتحضير لدى المهندسين الجدد والخريجين الجدد فيما يتعلق بالبيم واستخدام تطبيق ريفيت ويبين مدى استعدادهم لتطبيق هذه المعرفة في بيئة العمل الحقيقية. ستساعد هذه المعلومات في تحسين المناهج الأكاديمية والبرامج التدريبية لتزويد الخريجين بالمهارات المطلوبة لتلبية احتياجات سوق العمل.

3.4. القسم الثالث: اعضاء هيئة التدريس لمقررات الرسومات التنفيذية

في إطار التقدم التكنولوجي المتسارع، أصبح استخدام تطبيقات البناء الافتراضي للمعلومات مثل برنامج ريفيت أمرًا ضروريًا في مجال إعداد الرسومات التنفيذية. وعلى الرغم من هذه الأهمية، قد يواجه أعضاء هيئة التدريس تحديات في توجيه الطلاب وتمكينهم من اكتساب المهارات اللازمة لاستخدام ريفيت بفاعلية. يهدف هذا الجزء من الاستبانة إلى فهم وجهات نظر أعضاء هيئة التدريس بشأن مقررات الرسومات التنفيذية والتحديات التي تواجههم في تدريس هذه المواد، ورؤيتهم في تطبيق الريفيت في إعداد الرسومات التنفيذية. والتعرف على التحديات التي يوجهونها وتأثير ذلك على جودة الرسومات التنفيذية؛ بالإضافة إلى الاستفادة من اقتراحاتهم وتوصياتهم حول هذا الموضوع. تم توثيق أسئلة القسم الثالث ونتائجه بوضوح في الجدول رقم (3).

تم توزيع الاستبانة على 83 عضوًا من هيئة التدريس من خلال مقابلات شخصية وإرسال رابط الاستبانة عبر البريد الإلكتروني. وقد استجاب للرد 72 عضوًا، وتم تصفيتهم بناء على المعرفة أو استخدام برنامج الريفيت في إنتاج الرسومات التنفيذية، وذلك لضمان الدقة والفاعلية في النتائج. وتبين أن 21 عضوًا فقط يستخدمون الريفيت ويشجعون على استخدامه في إنتاج الرسومات التنفيذية، وغالبيتهم من المدرسين. وتم استبعاد المشاركين الآخرين بسبب عدم معرفتهم التقنية باستخدام البرنامج او مستوياته لإنتاج الرسومات التنفيذية، أو بسبب عدم اقتناعهم بفعالية الريفيت مقارنة بالأتوكاد؛ حيث يعتقدون أن استخدام الريفيت يُقلل من الإبداع والتخيل للطلاب، ويؤثر سلبا على مهارات التخيل في إنتاج الرسومات بشكل إلي دون

جدول رقم (3) يبين الأسئلة والنتائج الخاصة بالاستبيان القسم الأول (الباحث)

اقسام الاستبيان	م	الأسئلة الخاصة بالاستبيان	نعم	حيادي	لا	اجمالي العينة	ملاحظات
القسم الثالث أعضاء هيئة التدريس لمقررات الرسومات التنفيذية	1	هل تستخدم الريفيت في تدريس مواد الرسومات التنفيذيه؟	21 %29	2 %3	49 %68	72 %100	تم مشاركة استبانة القسم الثالث عبر النت ومن خلال المقابلات المباشرة مع 83 من أعضاء هيئة التدريس والذين يعملون بالجامعات الحكومية والخاصة استجاب منهم 72 عينة تم تصفيتهم الي 21 عينة وهم الذين يسمحون للطلاب باستخدام تطبيقات الريفت في انتاج الرسومات التنفيذية.
	2	هل تجد أن استخدام الريفيت يساهم في تحفيز الطلاب على تعلم وتطبيق المفاهيم الهندسية في الرسومات التنفيذية؟	18 %86	3 %14	0 %0	21 %100	
	3	هل ما يتم تدريسه للطلاب من تطبيقات كافي لزويد الطلاب بالمعارف المطلوبه لاستخدام البيم في اخراج الرسومات التنفيذيه مستوي LOD350؟	5 %24	1 %5	15 %71	21 %100	
	4	هل توفر مؤسستك التعليميه الدورات التدريبيه اللازمه لتعلم وتطوير مهارات استخدام الريفيت لأعضاء هيئه التدريس؟	0 %0	2 %10	19 %90	21 %100	
	5	هل تحفز الطلاب في استخدام الريفيت في استخدامه في الرسومات التنفيذيه؟	4 19%	2 10%	15 71%	21 100%	
	6	هل يتم تضمين تدريس الريفت بمستوياته المتعددة في المناهج المعماريه عامه ومقررات الرسومات التنفيذيه خاصه؟	2 %9	4 %19	15 %72	21 %100	
	7	هل تجد أن استخدام الريفيت يسهم في تقليل الأخطاء والتعديلات ومن ثم تحسين كفاءة وجودة الرسومات التنفيذيه؟	18 %85	1 %5	2 %10	21 %100	
	8	هل لديك اي اقتراحات لاستخدام تطبيقات البيم والريفيت في تحسين مخرجات التعليم والتدريس لمقررات الرسومات التنفيذيه للطلاب؟	تم تفريغ الإجابات في التوصيات			21 %100	

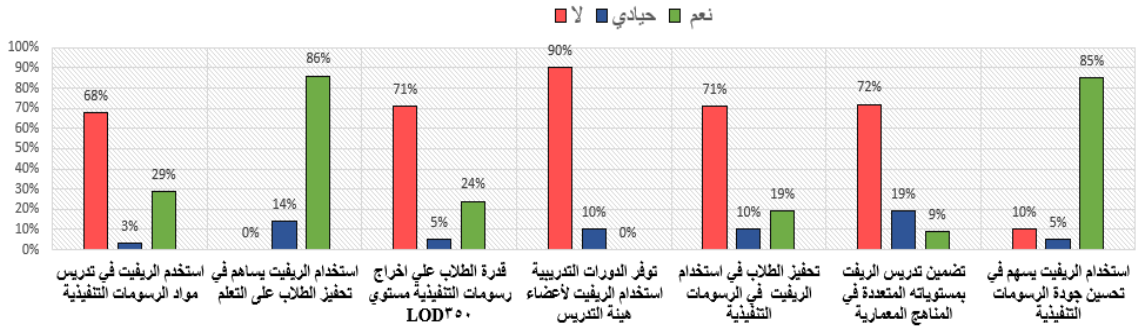
اسقاطات الواجهات والقطاعات وبالتالي يفقد الطلاب مهارة المراجعة والتنسيق بين الرسومات؛ وهذا ما يتعارض مع واجه نظر المكاتب الهندسية والمتطلبات المهنية لسوق العمل التي تم عرضها في القسم السابق.

بناءً على نتائج الاستبانة للقسم الثالث يتبين ما يلي:

1. الأغلبية العظمى من استاذه مقررات الرسومات التنفيذية (68% من 72 مشارك) لا تستخدم ولا تشجع استخدام الريفيت في تدريس مواد الرسومات التنفيذية. وعلي العكس من ذلك (86% من 21 مشارك) من أعضاء هيئة التدريس الذين يستخدمون الريفت وعلى دراية بإمكانياته تري ان استخدام الريفيت يُعتبر عاملًا محفزًا بشكل كبير في تعلم وتطبيق المفاهيم الهندسية في الرسومات التنفيذية.

2. العديد من المؤسسات التعليمية (71%) لا توفر دعم بما يكفي لاستخدام البيم في إنتاج الرسومات التنفيذية على مستوى LOD350؛ كذلك يري (90%) من المشاركين ان غالبية المؤسسات التعليمية لا تقدم الدورات التدريبية اللازمة لتوعية والتعلم وتطوير مهارات استخدام الريفيت لأعضاء هيئة التدريس. ونتيجة لذلك (71%) من المشاركين لا يُحفزون الطلاب على استخدام الريفيت في الرسومات التنفيذية.
3. اتفق المشاركين على ان استخدام الريفيت يُسهم بشكل كبير (85%) في تقليل الأخطاء والتعديلات وتحسين كفاءة وجودة الرسومات التنفيذية؛ وبالرغم من فان الغالبية من المؤسسات التعليمية (72%) لا تضمن تدريس الريفيت في المقررات المعمارية عامة ومقررات الرسومات التنفيذية خاصة. شكل رقم (6) يبين نتائج الاستبانة الخاصة بالقسم الثالث.

شكل رقم (6) يبين نتائج الاستبيان للقسم الثالث أعضاء هيئة التدريس لمقررات الرسومات التنفيذية



بناءً على نتائج هذا القسم وفهمنا لأهمية دور أعضاء هيئة التدريس، يظهر أن تضمين استخدام تطبيقات نمذجة المعلومات في مقررات الرسومات التنفيذية يمثل خطوة جوهرية نحو تزويد الطلاب بالمهارات اللازمة لتلبية احتياجات سوق العمل المتطور. ولتحقيق هذا الهدف، يجب زيادة مستوى الوعي لأعضاء هيئة التدريس بفوائد استخدام تطبيقات الريفيت ومنافعها في تحسين جودة الرسومات التنفيذية وزيادة الإنتاجية. بالإضافة إلى ذلك، يجب توفير الدعم الفني والتقني لأعضاء هيئة التدريس لتسهيل استخدام تطبيقات الريفيت في تدريس مقررات الرسومات التنفيذية، وتطوير برامج تدريبية معاونة لهم وللطلاب لتعزيز فهمهم واستخدامهم الفعال لهذه التطبيقات. هذا التحسين في المناهج الأكاديمية والبرامج التدريبية سيسهم في تأهيل الطلاب بشكل أفضل وتمكينهم من المنافسة في سوق العمل بكفاءة وفعالية أكبر

1.5. القسم الرابع: طلاب السنة الرابعة بالأقسام المعمارية

يهدف القسم الرابع من هذا الاستبانة إلى استطلاع آراء طلاب السنة الرابعة في الأقسام المعمارية وكذلك فهم لتحديات التي يوجهونها في استخدام برنامج الريفيت في إنتاج الرسومات التنفيذية واحتياجاتهم فيما يتعلق بالاستفادة الكاملة من برنامج الريفيت، وتحديد الخطوات التي يمكن اتخاذها لتحسين عملية التعلم والتدريس بهدف تزويد الخريجين بالمهارات اللازمة لتلبية احتياجات سوق العمل المعماري المستقبلية بشكل أفضل. تم توثيق أسئلة القسم الرابع ونتائجه بوضوح في الجدول رقم (4)

جدول رقم (4) يبين الأسئلة والنتائج الخاصة بالاستبيان القسم الأول (الباحث)

اقسام الاستبيان	م	الأسئلة الخاصة بالاستبيان	نعم	حيادي	لا	اجمالي العينة	ملاحظات
القسم الرابع الطلاب السنة الرابعة بالأقسام المعمارية	1	هل تستخدم الريفيت فى دراستك الحاليه؟	179 %55	25 %8	120 %37	324 %100	تم مشاركة استبانة القسم الرابع عبر النت ومن خلال المقابلات المباشرة مع 331 من طلاب السنة الرابعة عمارة بالجامعات الحكومية والخاصة استجاب منهم 324 عينة تم تصفيتهم الي 179عينة وهم الذين يستخدمون الريفت في انتاج مشروعاتهم المعمارية ثم تصفيتهم الي 62 عينة وهم الذين يستخدمون تطبيقات الريفت في انتاج الرسومات التنفيذية.
	2	هل تجد ان استخدام الريفيت يساعد فى تحسين فهمك للمفاهيم المعماريه او الهندسيه؟	121 %68	22 %12	36 %20	179 %100	
	3	هل تستخدم الريفيت فى انتاج الرسومات التنفيديه؟	62 %35	8 %5	109 %60	179 %100	
	4	هل تستخدم الريفت في إنتاج الرسومات التنفيديه حتى مستوي LOD 350؟	7 %11	11 %18	44 %71	62 %100	
	5	هل توفر مؤسستك التعليميه دورات تدريبيه إضافيه على الريفيت بخلاف ما يتم تدريسه في التطبيقات على الحاسب؟	10 %16	5 %8	47 %76	62 %100	
	6	هل تعتقد ان استخدام الريفيت يمكن ان يساعدك فى مستقبلك المهنى؟	32 %52	20 %32	10 %16	62 %100	
	7	هل تفضل تضمين الريفيت كجزء من المناهج الدراسيه فى تخصصك؟	41 %66	15 24%	6 %10	62 %100	
	8	هل لديك أي اقتراحات لاستخدام تطبيقات البيم والريفيت فى تحسين مخرجات التعليم في مقررات الرسومات التنفيذية؟	تم تفريغ الإجابات في التوصيات			62 %100	

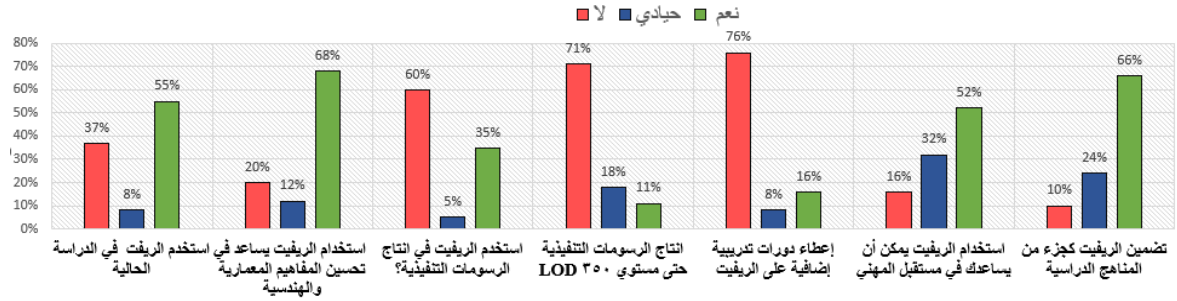
بناءً على نتائج الاستبانة للقسم الرابع الخاص بطلاب السنة الرابعة، يمكن التوصل إلى النقاط التالية:

1. بلغت نسبة الاستخدام والمعرفة للطلاب للريفت في دراستهم الحالية حوالي (55%) في اقسام العمارة؛ حيث يري (68%) من الطلاب المشاركين ان استخدام الريفيت مفيدًا لتحسين فهم الطلاب للمفاهيم المعمارية أو الهندسية؛ على

الرغم من فائدة استخدام الريفيت في تحسين الفهم، إلا أن عددًا أقل من الطلاب يستخدمونه في إنتاج الرسومات التنفيذية، حيث بلغت نسبة الاستخدام (35%) وتقل هذه النسبة جدا إلى (11%) عند إنتاج الرسومات التنفيذية حتى مستوى 350.

2. معظم المؤسسات التعليمية لا توفر دورات تدريبية إضافية على الريفيت كدعم فني وتقني للطلاب بخلاف ما يتم تدريسه في التطبيقات على الحاسب والذي لا يرقي لمستوي التطبيق المطلوب، حيث بلغت نسبة الاستجابة بـ 76.% ولذلك يرغب الأغلبية العظمى من الطلاب (66%) في تضمين الريفيت كجزء من المناهج الدراسية في تخصصهم. وذلك بسب ان أكثر من نصف الطلاب (52%) يعتقدون أن استخدام الريفيت يمكن أن يساعدهم في مستقبل مهنتهم المهنية. شكل رقم (7) يبين نتائج الاستبانة الخاصة بالقسم الرابع.

شكل رقم (7) يبين نتائج الاستبيان للقسم الرابع طلاب السنة الرابعة بالأقسام المعمارية



استنادًا إلى نتائج القسم الرابع، يُظهر عدم قدرة الطلاب على استخدام تطبيقات الريفيت في إنتاج رسومات تنفيذية بدقة وجودة عالية وخاصة عند مستوى LOD350؛ يعود ذلك إلى عدم توفير التحفيز والتدريب الكافي. هذا يستدعي بشكل ضروري تحديث المناهج الدراسية لمقررات الرسومات التنفيذية وربطها مع بعضها من خلال تضمين الريفيت كجزء أساسي منها لتعزيز فهم الطلاب وتطوير مهاراتهم المستقبلية. يجب أيضًا توفير دورات تدريبية إضافية وتشجيع الطلاب على تطبيق الريفيت بشكل صحيح، وذلك لتعزيز فهمهم واستخدام الريفيت بشكل أفضل في إنتاج رسومات تنفيذية ذات جودة وفعالية في التنفيذ تمكن الطلاب من اكتساب المهارات المطلوبة لتلبية احتياجات سوق العمل.

5. منهجية تضمين نمذجة معلومات البناء في المقررات المعمارية

تهدف منهجية تضمين نمذجة معلومات البناء في المقررات المعمارية إلى تحسين إنتاج الرسومات التنفيذية وتطبيق المعرفة بشكل فعّال ومتكامل، وذلك من خلال ربط المقررات المختلفة في مسار دراسة طلاب العمارة. مع تأكيد تطبيقات البناء للمعلومات ذات الاستفادة العميقة داخل هذه المقررات. يُراد من هذا الاقتراح تحقيق تجربة تعليمية شاملة ومتكاملة من الفرقة الثانية إلى الفرقة الرابعة تُمكّن الطلاب من إنتاج مشروع التخرج النهائي يشمل تطبيق كل المعارف والمهارات التي تعلموها خلال المراحل الدراسية مما يؤهلهم للاندماج في سوق العمل كمعماريين محترفين بمستوى عالٍ من الكفاءة. وفي نفس الوقت تأهيلهم بمهارات التقنيات الحديثة المطلوبة في سوق العمل.

تم تطبيق المرحلة الأولى من المنهجية في هذا العام على طلاب الفرقة الرابعة بأكاديمية الشروق، قسم الهندسة المعمارية مع خطة استكمال التطبيق للمرحلة الثانية والثالثة بشكل كامل خلال عامين. الشكل رقم (8) يُوضح المنهجية المقترحة.

- **المرحلة الأولى:** تم التطبيق على مقررات الفرقة الرابعة من خلال ربط مقررات التصميمات التنفيذية (3) (4)، الكميات والمواصفات، التصميم الداخلي. علي مشروع واحد وتم تضمين نمذجة المعلومات البناء داخل المقرر، تم الاستعانة بمهندسين متخصصين في نمذجة المعلومات البناء لتدريب الطلاب على الريفيت، وذلك لتطبيق ما تعلموه بشكل عملي ودقيق. وقد قام بتدريب الطلاب على استخدام الريفت في تطبيق ورسم وإنتاج ما تم تدريسه في المحاضرات الأكاديمية لمقررات التنفيذية والتصميم الداخلي وحصر وتسعير وتوصيف البنود.
- **المرحلة الثانية:** ربط مقررات الفرقة الثالثة من خلال مشروع واحد ويتم التطبيق عليه ليشمل مقررات الرسومات التنفيذية (1) (2) + كفاءة استخدام الطاقة في المباني + التركيبات الفنية (صحي وكهرباء) + مادة تنسيق الموقع. يتم تحديد المخرجات والنتائج من المرحلة الثانية لتكون مدخلات للمرحلة الأولى بحيث تكون متكاملة مع مخرجات المرحلة الأولى.

- **المرحلة الثالثة:** ربط مقررات الفرقة الثانية من خلال مشروع واحد ويتم التطبيق عليه ليشمل مقررات الإنشاء المعماري (3) (4) + الإنشاءات المعدنية والخرسانية + تطبيقات الحاسب. يجب أن تكون نتائج هذه المرحلة داعمة لنتائج المراحل السابقة؛ لضمان تكامل المعرفة والمهارات عبر جميع المراحل.

يمكن التحقق وتقييم النجاح والتأثير الفعّال لهذه المنهجية من خلال قياس مؤشرات الأداء الرئيسية KPIs لكل مرحلة ومشروع التخرج النهائي الذي يشمل الجوانب التصميمية والتنفيذية. هذا التقييم يشمل تقييم جميع المخرجات والأهداف المحددة مسبقا والقابلة للقياس والتي تتعلق بتطوير مهارات الطلاب في نمذجة معلومات البناء قدرة الطلاب على إنشاء نماذج ثلاثية الأبعاد وإنتاج رسومات تنفيذية دقيقة. ويساهم في تقييم تطور مهاراتهم في نمذجة معلومات البناء وتطبيقاتها العملية في سوق العمل.

1.5.إجراءات تطبيق المنهجية المقترحة Procedures for applying the proposed methodology

يتم تحقيق هذه المنهجية من خلال اتباع إجراءات حقيقية وتنفيذية يمكن قياسها وتقييمها. فيما يلي بعض الآليات والإجراءات التي يمكن تبنيها في أساليب التدريس لتحقيق هذه المنهجية:

1) **تحديد أهداف التعلم:** يجب تحديد أهداف محددة وقابلة للقياس تتعلق بتطوير مهارات الطلاب في نمذجة معلومات البناء وبناء الرسومات التنفيذية. يتعين تحديد المفاهيم والمهارات الأساسية التي يجب تضمينها في المقررات بهدف تأهيل الطلاب للممارسة الناجحة في سوق العمل.
2) **تحليل المقررات المعمارية:** يتطلب التحليل والتقييم الشامل للمقررات المعمارية المختلفة التي يدرسها الطلاب خلال سنوات دراستهم. يتم ذلك استنادًا إلى متطلبات سوق العمل المهني، وخاصة احتياجاته من إنتاج رسومات التنفيذية والاشراف على تنفيذها. ويتعين تحديد المفاهيم والمهارات الأساسية التي يجب تضمينها في المقررات بهدف تأهيل الطلاب للممارسة الناجحة في سوق العمل.
3) **إيجاد محور تعليمي متكامل:** تم ربط المقررات ذات الأثر على المخرجات التعليمية للمقرر "رسومات التنفيذية"، وذلك من خلال تحديد الأهداف التعليمية المرتبطة والمحتوى من خلال تنسيق المواضيع والمشاريع العملية بين المقررات؛ لتمكن الطلاب من اكتساب المهارات والمعرفة اللازمة لإنتاج رسومات تنفيذية دقيقة ومتكاملة.
4) **تطوير مقررات الرسومات والتصميمات التنفيذية**: تحقيق ذلك من خلال تحديد وحدات دراسية محددة تغطي مفاهيم نمذجة معلومات البناء وتطبيقاتها في بناء الرسومات التنفيذية. يجب تحديد محتوى المقرر وتنظيمه بطريقة تسهم في تطوير مهارات الطلاب وتحقيق الأهداف المحددة.
5) **استخدام أدوات النمذجة والرسم**: يجب توفير الأدوات المناسبة للطلاب للقيام بنمذجة معلومات البناء وبناء الرسومات التنفيذية.
6) **التدريب والتوجيه**: تخصيص جلسات تدريبية لتعليم الطلاب كيفية استخدام البرامج وتطبيق مفاهيم النمذجة وبناء الرسومات التنفيذية.
7) **مشاريع عملية**: يمكن تضمين مشاريع عملية في المقررات المشتركة لتطبيق مهارات الطلاب في بناء الرسومات التنفيذية. يمكن أن تكون هذه المشاريع تطبيقات عملية للمفاهيم المدروسة في المقررات ذات المخرجات المشتركة.
8) **تقييم الأداء**: يجب تقييم أداء الطلاب في تطوير مهاراتهم في نمذجة معلومات البناء وبناء الرسومات التنفيذية. وتقييم جودة النماذج والرسومات التي ينتجها الطلاب. يمكن أيضًا استخدام معايير محددة مثل دقة الرسومات واكتمالها وتفاصيلها لتقييم أداء الطلاب.
9) **العمل الجماعي**: تشجيع الطلاب على العمل الجماعي كفريق والتعاون في إنشاء الرسومات التنفيذية باستخدام BIM.
10) **التعاون والتنسيق**: يتم تشجيع التعاون والتنسيق بين المؤسسات الأكاديمية وأصحاب المصلحة، حيث يمكن تنظيم ورش عمل مشتركة للطلاب وأعضاء هيئة التدريس وممثلين عن صناعة البناء بانتماءاتهم المختلفة. يهدف ذلك إلى تعزيز التفاعل والتبادل الفعّال للمعرفة والخبرات بين جميع الأطراف المعنية.
11) **تحسين مستمر**: يجب توفير آليات واقعية لتطوير وتحسين المنهجية المتبعة من خلال قياس وتحليل نتائج KPIs (مؤشرات الأداء الرئيسية) على مر السنوات الدراسية المختلفة.

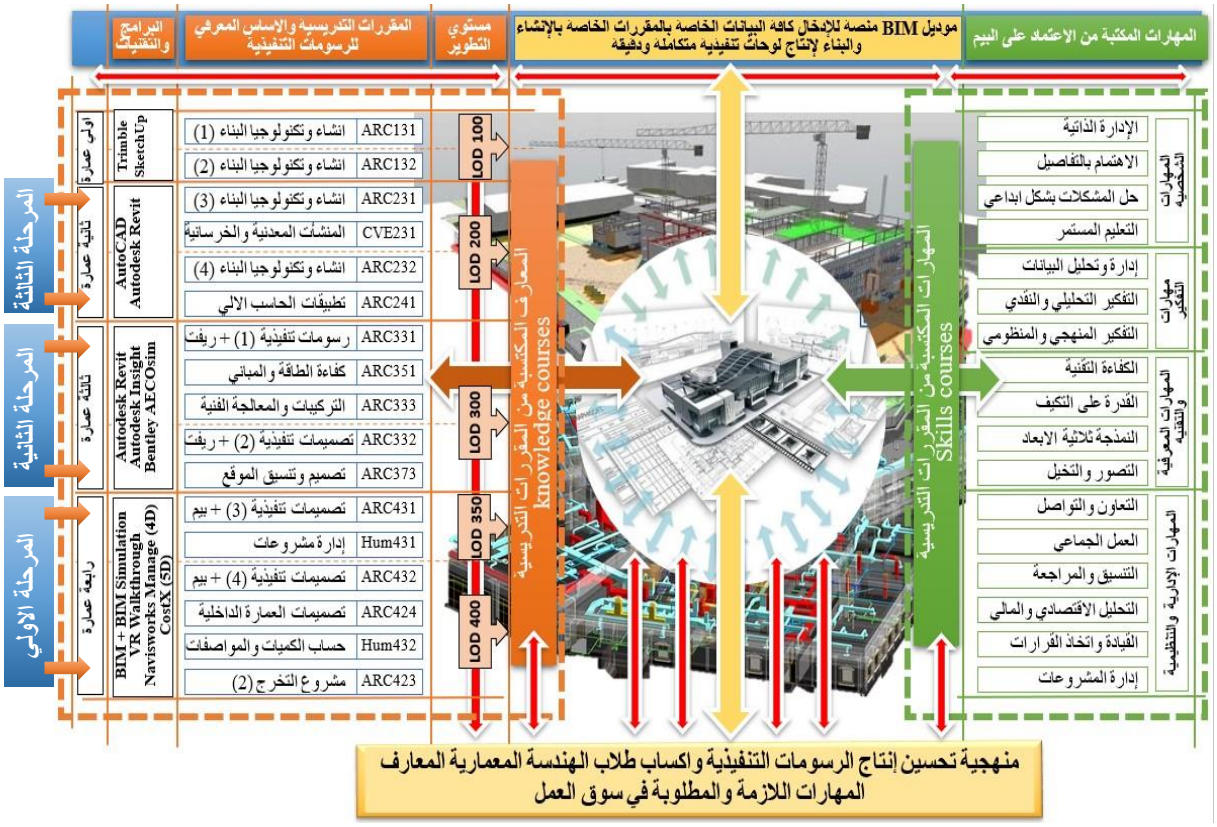
1.1.5. مؤشرات الأداء الرئيسية لتقييم الأداء والمهارات KPIs for Assessing Performance and Skills

عند تحديد KPIs يجب توفير نهج متعدد الأوجه لإجراء تقييمًا شاملاً لقياس أداء ومهارات الطلاب وتقييم تحقيقهم لأهداف التعلم المتعلقة بتطوير مهاراتهم في استخدام نمذجة معلومات البناء (BIM) وبناء الرسومات التنفيذية دقيقة ومتكاملة؛ وذلك من خلال استخدام المؤشرات التالية:

1. **مستويات الكفاءة والاتقان:**
   - KPI: تقييم كفاءة مدى احترافية وسرعة استخدام الأدوات المتقدمة في برامجBIM وتأثير ذلك على انتاجهم.
   - طريقة القياس: تقييم زمن الاستجابة ودقة النتائج، تقييم قدرتهم على التنقل والتعامل مع نماذج BIM بشكل فعال، واستخدام الميزات والوظائف المتقدمة، وإظهار الفهم الشامل لسير عمل .BIM
2. **جودة ودقة الرسومات التنفيذية:**
   - KPI: نسبة الرسومات التي تم قبولها بناءً على معايير التقييم المطلوبة. والقدرة على إنتاج لوحات خالية من الأخطاء يمكن استخدامها لأغراض البناء؛ يمكن أن يشمل التقييم مدى اكتمال عناصر النموذج.
   - طريقة القياس: استخدام نماذج التقييم المعتمدة لتقييم دقة الرسومات، والتعبير عن التفاصيل، والاستخدام الصحيح للرموز العلاقات التنفيذية بين العناصر المختلفة المكونة للبناء
3. **مهارات التحليل والتفاعل وحل المشكلات:**
   - KPI: تقييم مهارات حل المشكلات ومدى قدرة الطلاب على تحليل البيانات واستخدامها في اتخاذ القرارات.
   - طريقة القياس: تقييم قدرات الطلاب على تحليل مشاريعهم وتقييم الحلول التي قدموها للتحديات التنفيذية. استخدام استبيانات تقييمية تطلب من الطلاب تقييم مدى فهمهم واستخدامهم للبيانات في المشاريع العملية.
4. **مشاركة الطالب والتعاون:**
   - KPI: مدى مشاركة الطالب في فرق العمل الافتراضية التي تهدف إلى إنشاء نماذج مشتركة.
   - طريقة القياس: تقييم مساهمة الطالب في المناقشات والتعاون مع زملائه في المشاريع الجماعية، وتقييم جودة المنتج النهائي للفريق.
5. **تطبيق المعرفة والتعلم المستمر:**
   - KPI: تقييم تطبيق الطلاب لمفاهيم ومبادئ BIM في سيناريوهات العالم الحقيقي.
   - طريقة القياس: تقييم قدرتهم على تكييف ادوات BIM عناصر المشروع المختلفة، والتنسيق، وإدخال وإدارة البيانات واستخدام بيانات BIM لأغراض صنع القرار.

2.5. المهارات المكتسبة من استخدام البيم Skills acquired from using BIM in working drawings

تجربة تضمين البيم في مقررات الرسومات والتصميمات التنفيذية تعد فرصة مهمة لاكتساب مجموعة متنوعة من المهارات الأساسية التي تمثل أساسية لنجاح المهنة في المستقبل. تشمل هذه المهارات مجالات متنوعة من الشخصية، والإدارية، والفنية، والمعرفية، والتعاونية. يشمل ذلك القدرة على إدارة الذات والاهتمام بالتفاصيل، إلى جانب القدرة على حل المشكلات بشكل إبداعي والتعلم المستمر. بالإضافة إلى ذلك، تشمل المهارات التفكيرية مجالات مثل إدارة وتحليل البيانات، والتفكير التحليلي، والتفكير النقدي، والتفكير المنظومي. من الناحية التقنية، يجب اكتساب الكفاءة التقنية والقدرة على التكيف مع التطورات التقنية، بالإضافة إلى القدرة على النمذجة ثلاثية الأبعاد والتخيل. أما من الناحية الإدارية والتنظيمية، فإن التعاون والتواصل، والعمل الجماعي، وإدارة المشاريع، واتخاذ القرارات الفعّالة تعد جزءًا أساسيًا من مهارات الهندسة المعمارية التي يجب تطويرها خلال الدراسة الجامعية. القيادة واتخاذ القرارات. الشكل رقم (8) يُوضح المهارات المكتسبة للطلاب من خلال التجربة.



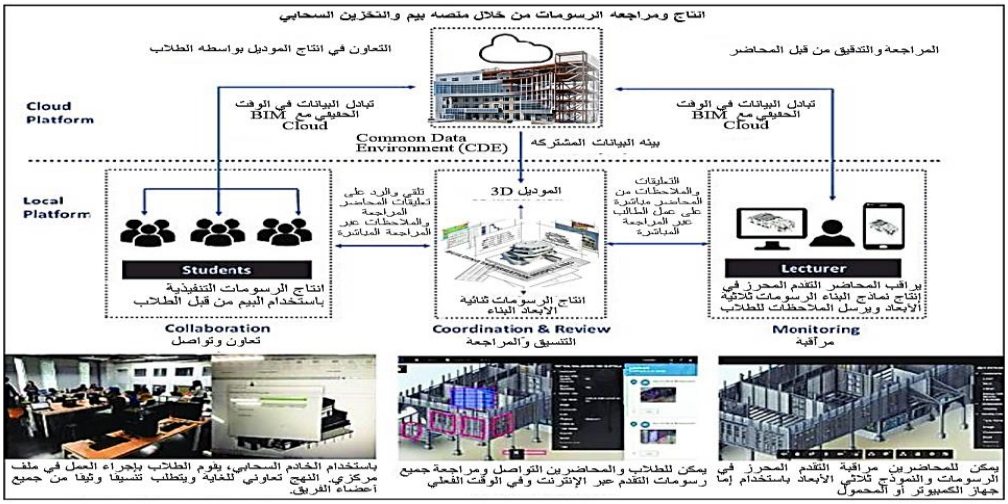
شكل رقم (8) منهجية تضمين نمذجة معلومات البناء في المقررات المعمارية (الباحث)

3.5. تحسين جودة التعلم وتعزيز التفاعل والتواصل Improving the quality of learning and communication

تقدم منصات BIM والتخزين السحابي فرصًا مثيرة للابتكار في عملية تعليم الهندسة المعمارية، حيث تمثل هذه التقنيات الحديثة أدوات قوية لتحسين تفاعل الطلاب مع الرسومات التنفيذية وتعزيز التعلم التشاركي بين المحاضر والطلاب والاستفادة من ذلك في إنتاج ومراجعة الرسومات التنفيذية بين المحاضر والطلاب وتلقي الملاحظات عليها في الوقت الحقيقي:

- يتيح استخدام منصات BIM للطلاب إنشاء نماذج ثلاثية الأبعاد للمشاريع التي يتم دراستها، مما يسهل على الطلاب تخيل التصميم وتحليله بشكل أفضل. شكل رقم (9) تحسين جودة التعلم من خلال منصات BIM والتخزين السحابي.
- يمكن تخزين هذه النماذج على منصات التخزين السحابي، مما يتيح الوصول إليها للمحاضرين والطلاب من أي مكان وفي أي وقت، وبالتالي يمكن للطلاب استعراض الرسومات والمستندات ذات الصلة في وقت ملائم لهم.
- يمكن للمحاضرين تقديم الملاحظات والتعليقات على الرسومات التنفيذية مباشرةً على المنصة، ويمكن للطلاب رؤية هذه الملاحظات والرد عليها في الوقت الفعلي، مما يسهل عملية التفاعل والتواصل بين الطلاب والمحاضرين.

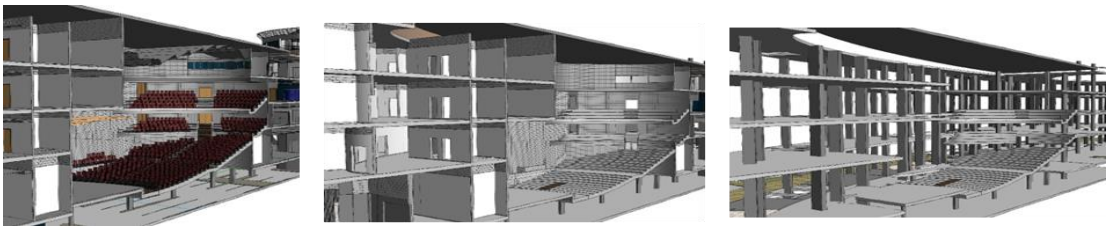
باستخدام هذه النهج، يمكن للمحاضرين والطلاب تحسين جودة التعلم وتعزيز التفاعل والتواصل في عملية التعليم، وبالتالي تعزيز تجربة التعلم وتحسين فهم الطلاب للمواضيع المعقدة المتعلقة بالتصميم والتنفيذ المعماري.



شكل رقم (9) يبين منهجية تعزيز التعلم التشاركى بين المحاضر والطلاب من خلال منصات BIM والتخزين السحابى

4.5. دراسة حالة لكيفية استخدام الريفت في إنتاج الرسومات المعمارية

تم اختيار مشروع المسرح كحالة دراسية لأنه يعد من المشاريع ذات التعقيد العالي، حيث يتضمن تصميم وتنفيذ المسرح تحديات فريدة لا تقتصر على مجرد مكوناته وعناصره، بل تتعدى ذلك إلى توفير تجربة مرئية وسمعية ممتازة للجمهور. وفي هذا السياق، تهدف هذه الدراسة التطبيقية إلى استعراض أهمية تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) في تحسين عملية إنتاج الرسومات التنفيذية، وتوضيح كيفية إنتاج تلك الرسومات من خلال إنشاء نموذج ثلاثي الأبعاد، شكل رقم (11) يبين بناء وتطور الموديل من خلال زيادة LOD وذلك لإجراء تحليل شامل لعناصر المسرح، مع التركيز على جوانب متعددة في عملية

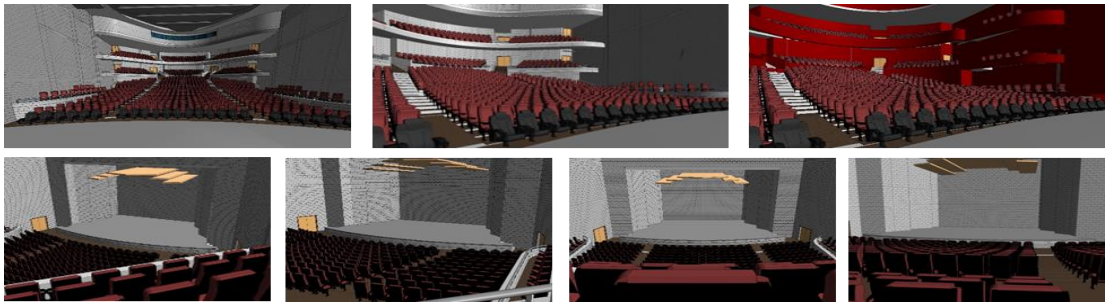


شكل رقم (10) يبين تطور LOD خلال مراحل بناء وتطور الموديل ثلاثي الابعاد (الباحث)

التصميم والتنفيذ.

تتمحور هذه الدراسة حول كيفية استخدام تقنية BIM في إنشاء نموذج ثلاثي الأبعاد مفصل للمسرح، ومن خلاله، يتم التركيز على دراسة وحل مشكلة زوايا الرؤية من مواقع مختلفة داخل المسرح، بالإضافة إلى دراسة الهيكل الإنشائي والعلاقات المتبادلة بين مختلف العناصر في المشروع؛ بغرض تحسين جودة المنتج النهائي بشكل شامل وذلك من خلال المراحل التالية: -

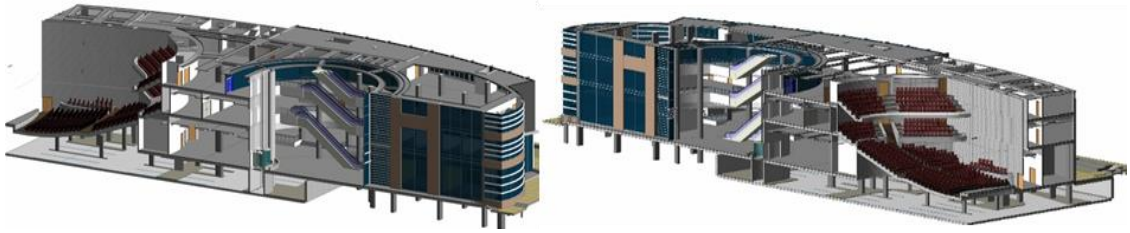
- تم البدء في الدراسة بإنشاء نموذج ثلاثي الأبعاد للمسرح باستخدام برنامج Revit وتم تضمين التفاصيل المعمارية والهيكلية، والتشطيبات، والعناصر الداخلية، والخارجية. تم استخدام النمذجة الثلاثية في تحليل زوايا الرؤية من مواقع مختلفة في المسرح بهدف توفير تجربة مشاهدة متفوقة للجمهور من جميع الزوايا. تم استخدام أساليب متقدمة لتحليل الرؤية وتصميم الجلوس وتوزيع الأماكن بشكل يضمن رؤية واضحة ومريحة للجمهور من أي موضع داخل



شكل رقم (11) يبين دراسة الموديل ثلاثي الابعاد في تحليل زوايا الرؤية من مواقع مختلفة في المسرح (الباحث)

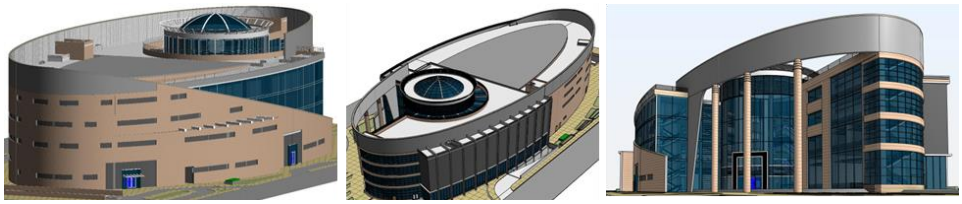
المسرح.

- تمت دراسة الهيكل الإنشائي للمسرح باستخدام القطعات المنظورية شكل رقم (12)، حيث تم تحليل العلاقات بين العناصر المختلفة في الهيكل وتأثير زوايا الرؤية على التصميم الهيكلي. تم اعتبار عوامل مثل استقرار الهيكل وتوزيع الأحمال وتأثيرات الاهتزاز على الرؤية للتأكد من توافقها مع المعايير الهندسية والمتطلبات الوظيفية.



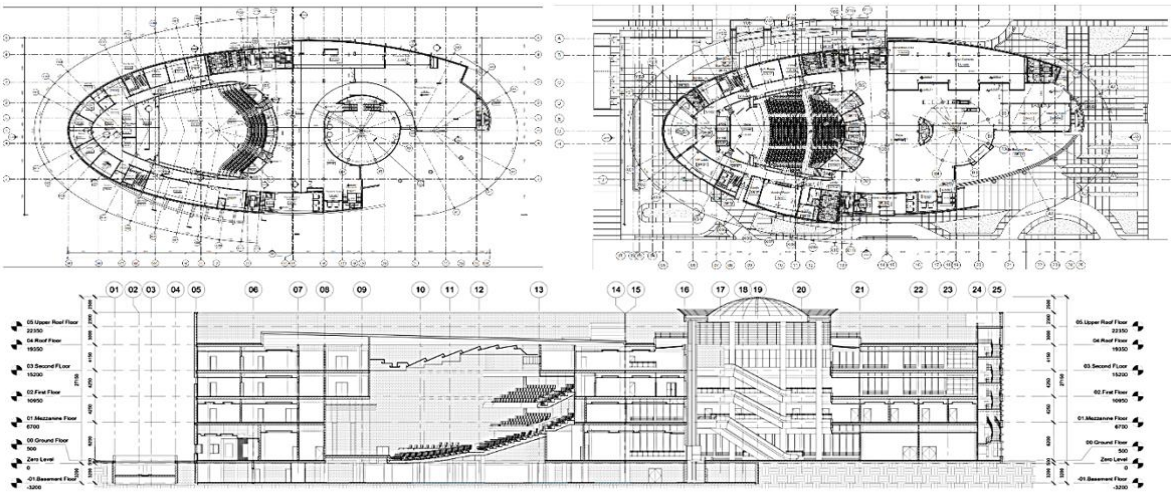
شكل رقم (12) يبين استخدام القطاعات المنظورية في دراسة التصميم الهيكلي للمشروع (الباحث)

- تمت دراسة الواجهات الخارجية للمسرح شكل رقم (13) بهدف تحقيق توافق مع البيئة المحيطة وتوفير تجربة جذابة للمشاهدين من الخارج. من خلال دراسة واختيار التشطيبات والمواد المناسبة للواجهات الخارجية، مما يسهل اتخاذ القرارات الصحيحة في مرحلة الرسومات التنفيذي؛ لضمان التوازن بين الجمالية والوظيفية والاستدامة.



شكل رقم (13) يبين دراسة الواجهات واختيار التشطيبات الخارجية من خلال الموديل الخارجي (الباحث)

تم إنتاج رسومات تنفيذية ذات دقة عالية للمساقط والواجهات والقطاعات، علاوة على ذلك، تم إنشاء قطاعات منظورية ثلاثية الأبعاد لتوضيح التصميم الداخلي والتجهيزات المسرحية بشكل واقعي. يتم من خلالها عرض المسرح وتفاصيله بشكل مفصل، مما يساعد على فهم وتقييم التصميم واتخاذ القرارات المناسبة في مراحل مبكرة من التطوير؛ ومن ثم فقد تم تحسين التعاون والتنسيق بين فرق العمل المختلفة، مما أدى إلى تقليل الأخطاء والتعديلات اللاحقة في مراحل الإنتاج. كما توفر تقنية BIM معلومات مفصلة حول العناصر المستخدمة والمواد والأبعاد، مما يسهل عملية التخطيط والتنسيق والتحكم في التكاليف.



شكل رقم (14) يبين الرسومات التنفيذية المنتجة من الموديل المساقط والقطاع والوجهات الداخلية للمسرح (الباحث)

تعد هذه الدراسة التحليلية للمسرح من خلال الموديل وإنتاج الرسومات التنفيذية خطوة مهمة نحو تعزيز مهارات طلاب العمارة في استخدام تطبيقات البيم في عمليات التصميم والتنفيذ، مما يسهم في تحسين جودة المشاريع المعمارية وتحقيق النتائج المرجوة بشكل أفضل ومن ثم تأهيلهم لسوق العمل بكفاءة وفاعلية أكبر.

6. النتائج والتوصيات Conclusions and Recommendations

تتمثل النتائج النهائية في تقديم ملخص واضح وفعّال للمعلومات المستخرجة من البحث، مع تحليل شامل واستنتاجات مستندة إلى أهداف البحث المحددة. ويتضمن ذلك تقديم توصيات عملية ومنهجية لتطبيق النتائج في السياق العملي والأكاديمي، مع التركيز على الخطوات الضرورية لتحقيق تطوير وتحسين جودة الرسومات التنفيذية في مجال الهندسة المعمارية بشكل فعّال ومستدام:
-

1.6. النتائج Conclusions

من خلال تحليل البيانات والنتائج التي تم استخلاصها من المقابلات والاستبيانات، توصلت الدراسة إلى أن هناك فجوة بين المعرفة الأكاديمية والتطبيق العملي في استخدام تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) في إنتاج الرسومات التنفيذية. وتؤثر هذه الفجوة على قدرة الخريجين في تحويل المفاهيم النظرية إلى تطبيقات عملية في استخدامBIM ، نظرًا لعدم توفر تدريب فعّال وشامل في المناهج الأكاديمية. ويؤدي ذلك إلى اختلاف في مستوى استخدام وفهم التقنية بين الطلاب، مما يؤثر سلب على فرصهم المهنية. وتوصلت الدراسة إلى نتائج محددة لتطوير منهجية تضمين BIM ضمن مقررات الرسومات التنفيذية وكانت النتائج كالتالي: -

أولاً، تحديد مجموعة من التحديات التي تؤثر على فعالية تعليم BIM في الأقسام المعمارية، بما في ذلك غياب تدريب فعّال وشامل على استخدام التقنية، وعدم اتباع الممارسات الصحيحة في استخدامها خلال الدراسة. وقد تسببت هذه المشكلة في تقليل قدرة الطلاب على تحويل المفاهيم النظرية إلى تطبيقات عملية، وبالتالي تقليل المهارات والكفاءة العملية لدى الخريجين.

ثانيا، تم تقييم تأثير تقنية BIM على جاهزية الطلاب لسوق العمل وتوصلت الدراسة إلى أن استخدام BIM في مقررات الرسومات التنفيذية يسهم في تعزيز مهارات الطلاب وزيادة فرصهم المهنية. ومن خلال تضمين BIM في المناهج الأكاديمية، يمكن للطلاب التعرف على التقنية واكتساب المهارات اللازمة لاستخدامها في العمل العملي. وبالتالي، يتم تقليل الفجوة بين المعرفة الأكاديمية والتطبيق العملي.

ثالثا قدمت الدراسة اقتراحات لتحسين فعالية التدريس والتعلم، مثل توفير دورات تدريبية مكثفة، وتبني الممارسات الصحيحة في المناهج الأكاديمية، وزيادة التفاعل بين الطلاب وأعضاء هيئة التدريس وصناعة البناء. يتضمن إجراءات التطبيق تحديد أهداف التعلم وتحليل المقررات المعمارية وتطوير المقررات واستخدام الأدوات المناسبة. يتم أيضًا تقييم أداء الطلاب وتحسين المنهجية باستمرار، مع تشجيع العمل الجماعي والتعاون بين الطلاب وأعضاء هيئة التدريس وصناعة البناء.

رابعا استخدام مؤشرات الأداء الرئيسية في تقييم مستويات الكفاءة والاتقان لدى الطلاب في استخدام أدواتBIM ، وهذا ينعكس إيجاب على جودة الإنتاج ودقته. كما تساعد هذه المؤشرات في تحديد مستوى جودة الرسومات التنفيذية ودقتها، وتطوير مهارات الطلاب في التحليل والتفاعل وحل المشكلات؛ ومن ثم تحديد نقاط القوة ونقاط الضعف في أداء الطلاب وتحديد المجالات التي يحتاجون إلى التحسين فيها. يمكن استخدام هذه المؤشرات لتعيين أهداف واضحة وقابلة للقياس للطلاب، ومن ثم تقديم الملاحظات والتوجيهات لمساعدتهم على تحسين أدائهم وتطوير مهاراتهم. بشكل عام، يمكن القول إن استخدام مؤشرات الأداء الرئيسية يعد أداة أساسية لقياس وتقييم تطور وتحسن أداء الطلاب ومهاراتهم في نمذجة معلومات البناء وإنتاج الرسومات التنفيذية، مما يساهم في تحقيق الأهداف التعليمية بشكل فعال ومتكامل.

وبناء على النتائج السابقة ولمعالجة الإشكالية البحثية وتحقيق هدف البحث تم اقتراح وتفاعيل منهجية تضمين تقنيات نمذجة معلومات البناء في مقررات الرسومات التنفيذية وتأثير ذلك على جاهزية الطلاب لسوق العمل وكانت النتائج كالتالي: -

- أظهرت منهجية تضمين نمذجة معلومات البناء في المقررات المعمارية تحسينًا ملحوظًا في إنتاج الرسومات التنفيذية وتطبيق المعرفة بشكل فعال ومتكامل.
- تم ربط مخرجات المقررات ذات الصلة بمقررات التنفيذية في مسار واحد لتعزيز النتائج، مما أدى إلى تجربة تعليمية شاملة ومتكاملة تمكن الطلاب من إنتاج مشروع التخرج النهائي بكفاءة عالية وتطبيق المعارف والمهارات التي تعلموها في المراحل الدراسية.

- تم تطبيق المرحلة الأولى من المنهجية على طلاب الفرقة الرابعة بنجاح، وتم وضع خطة لاستكمال التطبيق على المرحلتين الثانية والثالثة خلال عامين.
- تم تدريب الطلاب على استخدام الريفيت لتطبيق ورسم وإنتاج الرسومات التنفيذية بدقة وفقًا للمعارف والمهارات المكتسبة في المحاضرات الأكاديمية.
- يتضمن مشروع التخرج النهائي جميع المعارف والمهارات التي تم تعلمها في المراحل الدراسية السابقة، مما يؤهل الطلاب للاندماج في سوق العمل كمعماريين محترفين ذوي كفاءة عالية.

2.6.التوصيات Recommendations

تم وضع مجموعة من التوصيات لتضمين تطبيق تقنية BIM في مقررات الرسومات التنفيذية. بالإضافة إلى الآليات والإجراءات التنفيذية لتحقيق ذلك وهي كالتالي:

1 .**تطوير المناهج الأكاديمية:**

- تقديم وحدات دراسية مخصصة لتعليم تقنية BIM وتطبيقاتها في إنشاء الرسومات التنفيذية. يتضمن ذلك تحليل الاحتياجات الفنية وتطوير محتوى تعليمي شامل يشمل النظريات والمفاهيم والممارسات العملية.
- توفير ورش عمل ودورات تدريبية للطلاب تركز على المهارات الفنية اللازمة لاستخدام تقنية BIM بفعالية. يجب أن تشمل هذه الورش عمليات إنشاء الرسومات التنفيذية واستخدام الأدوات والبرامج المتخصصة.

2 .التكامل بين المواد الأكاديمية:

- تعزيز التعاون والتنسيق بين أعضاء هيئة التدريس في المقررات الأكاديمية المختلفة لضمان ربط المواد ذات الصلة ببعضها البعض.
- إنشاء مخطط دراسي متكامل يربط المواد ذات الصلة عبر السنوات الدراسية المختلفة لتعزيز استيعاب الطلاب للمفاهيم وتطوير مهاراتهم بشكل مستمر.

3 .التدريب العملي:

- تنظيم فرص تدريب عملي للطلاب في الشركات والمؤسسات الهندسية المعمارية لتعزيز فهمهم العملي وتحسين مهاراتهم في بناء الرسومات التنفيذية باستخدام تقنيةBIM.
- إنشاء مشاريع تطبيقية مع توجيه ومتابعة من قبل أعضاء هيئة التدريس ومهني الصناعة. يجب أن تتضمن هذه المشاريع الخطوات العملية لإنشاء الرسومات التنفيذية وتطبيق التقنيات الحديثة.

4 .تطوير قدرات هيئة التدريس والطلاب:

- توفير دورات تدريبية متخصصة لأعضاء هيئة التدريس لتعزيز معرفتهم وفهمهم لتقنية BIM وتطبيقاتها في بناء الرسومات التنفيذية.
- توفير دعم فني واستشاري لأعضاء هيئة التدريس والطلاب فيما يتعلق باستخدام تقنية BIM وحل المشكلات التقنية التي تنشأ أثناء عملية الإنشاء.

5 .التواصل مع الصناعة:

- إقامة شراكات مع الشركات والمؤسسات الهندسية المعمارية لتوفير فرص تدريب وتعليم تقنية BIM للطلاب. وتنظيم زيارات للمواقع الفعلية والمشاريع لتعزيز الفهم العملي وتبادل المعرفة بين الأكاديميين والمتخصصين في المجال.
- إنشاء منصات للتواصل والتبادل بين الطلاب والمهنيين في مجال الهندسة المعمارية المستخدمين لتقنية BIM واستضافة ندوات وورش عمل لتبادل الخبرات والمعرفة وتناقش التحديات والابتكارات في استخدامBIM.

بعد تحديد التوصيات، يجب أخذ الخطوات اللازمة لتنفيذها:

- توزيع المقررات الأكاديمية وبرامج التدريب العملي وفقًا للمخرجات والنتائج المرجوة.
- توفير الموارد اللازمة لتدريب الطلاب وتطوير قدرات هيئة التدريس بمساعدة متخصصين في نمذجة معلومات البناء.
- إنشاء خطة زمنية محددة لتنفيذ الآليات والإجراءات، وتحديد المسؤوليات والموارد المطلوبة لكل خطوة.

- توفير البنية التحتية اللازمة يجب توفير البرمجيات والأجهزة اللازمة لاستخدام BIM في الجامعات. يجب أن تكون هذه البنية التحتية متاحة ومحدثة بشكل منتظم لضمان تدريس فعّال لتقنية BIM.
- إجراء تقييم مستمر لتنفيذ التوصيات وتقييم نتائجها، وإجراء التعديلات اللازمة لتحسين العملية.

بتنفيذ التوصيات والآليات والإجراءات التنفيذية، تتمكن المؤسسات الأكاديمية من تحسين مهارات الطلاب في بناء الرسومات التنفيذية باستخدام تقنية (BIM)، وتعزيز التكامل بين المواد الأكاديمية، وتطوير قدرات هيئة التدريس والطلاب، وتعزيز التواصل مع الصناعة. توفير تجربة تعليمية شاملة لطلاب العمارة، تمكنهم من اكتساب المهارات والمعرفة اللازمة للعمل في سوق العمل وتحسين جاهزية الطلاب للتعامل مع التقنيات الحديثة في صناعة البناء بشكل فعّال ومستدام.

7. المراجع

(1) Arashpour, M. and Aranda-Mena, G. (2017), "Curriculum renewal in architecture, engineering, and construction education: visualizing building information modeling via augmented reality", Proceedings of International Structural Engineering and Construction, Vol. 4 No. 1, doi: 10.14455/ISEC.res.2017.54.

(2) Sampaio A.Z. & Antunes, B. G. (2020) Quantity Take-Off Process Supported by Building Information Modeling (BIM) Methodology, book: Sustainability and Automation in Smart Constructions, Ch. 4, pp 21-28, Advances in Science, Technology & Innovation, Springer, Cham, https://doi.org/10.1007/978-3-030-35533-3_4

(3) Laovisutthichai V, Lu W and Bao Z (2020) Design for construction waste minimization: Guidelines and practice. Architectural Engineering and Design Management 18: 279–298. DOI: 10.1080/17452007.2020.1862043.

(4) Laovisutthichai V, Lu W and Bao Z (2020) Design for construction waste minimization: Guidelines and practice. Architectural Engineering and Design Management 18: 279–298. DOI: 10.1080/17452007.2020.1862043.

(5) Mohamed F., Islam K., Ahmed A., (2021), CAD using preference compared to hand drafting in architectural working drawings coursework, Ain Shams Engineering Journal, Volume 12, Issue 3, https://doi.org/10.1016/j.asej.2021.01.016, Volume 12, Issue 3, September 2021, Pages 3331-3338.

(6) Ferdosi H et al. (2022) BIM applications in sustainable construction: scient metric and state-of-the art review. International Journal of Construction Management.

(7) Sacks, R., Eastman, C., Lee, G. & Teicholz, P. (2018) BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers, Third Edition, Print ISBN:9781119287537, |Online ISBN:9781119287568.

|DOI:10.1002/9781119287568, © 2018 John Wiley & Sons, Inc.

(8) P. Piroozfar, E.R.P. Farr, A.H.M. Zadeh, S.T. Inacio, S. Kilgallon, R. Jin, facilitating building information modelling (BIM) using integrated project delivery (IPD): a UK perspective, J. Build. Eng. 26 (2019) 100907, https://doi.org/10.1016/j.jobe.2019.100907.

(9) Hexu Liu, Gurjeet Singh, Ming Lu, Bouferguene Ahmed, Mohamed Al-Hussein, BIM-based automated design and planning for boarding of light-frame residential buildings, Autom. ConStruct. 89 (2018) 235–249, https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.02.001.

(10) Lieyun Ding, Ying Zhou, Burcu Akinci, Building Information Modeling (BIM) application framework: the process of expanding from 3D to computable nD, Autom. ConStruct. 46 (2014) 82–93, https://doi.org/10.1016/j.autcon.2014.04.009.

(11) Sampaio, A.Z., Gomes, Augusto M. & Farinha, T. (2021) BIM methodology applied in structural design: Analysis of interoperability in ArchiCAD/ETABS process, JSEA - Journal of Software Engineering and Applications. ISSN Print: 1945-3116, ISSN Online: 1945-3124, DOI:10.4236/jsea.2021.146012, IF 2.23

(12) Almuntaser, T., Sanni-Anibire, M.O. and Hassanain, M.A. (2018), "Adoption and implementation of BIM – case study of a Saudi Arabian AEC firm", International Journal of Managing Projects in Business, Vol. 11 No. 3, pp. 608-624, doi: 10.1108/IJMPB-05-2017-0046.

(13) Girginkaya Akdag, S. and Maqsood, U. (2020), "A roadmap for BIM adoption and implementation in developing countries: the Pakistan case", Archnet-IJAR: International Journal of Architectural Research, Vol. 14 No. 1, pp. 112-132, doi: 10.1108/ARCH-04-2019-0081.

(14) Lu, W., Peng, Y., Shen, Q., and Li, H. (2013). Generic Model for Measuring Benefits of BIM as A Learning Tool in Construction Tasks. Journal of Construction Engineering, and Management, 139(2), 195-203.

(15) Chen, H., Hou, L., Zhang, G. K., and Moon, S. (2021). "Development of BIM, IoT and AR/VR technologies for fire safety and upskilling." Automation in Construction, 125, 103631. DOI: 10.1016/j.autcon.2021.103631, May 2021.

(16) Cochrane, T., Smart, F. and Narayan, V. (2018), "Editorial: special issue on mobile mixed reality", Research in Learning Technology, Vol. 26, pp. 1-5, doi: 10.25304/rlt. v26.2195

(17) Forcael, E., Ferrari, I., Opazo-Vega, A. and Pulido Arcas, J. (2020), "Construction 4.0: a literature review", Sustainability, Vol. 12 No. 22, p. 9755, doi: 10.3390/su12229755.

(18) Integrated BIM (2020) What is a LOD (Level of Development). https://www.integratedbim.com/post/what-is-a-lod-level-of-development. Accessed 15 July 2022.

(19) M.Q. Huang, H.M. Zhu, J. Ninić, Q.B. Zhang (2022) Multi-LOD BIM for underground metro station: Interoperability and design-to-design enhancement. Tunnelling and Underground Space Technology 119:104232. https://doi.org/10.1016/j.tust.2021.104232

(20) Interscale (2020) BIM 101 – BIM LEVEL OF DEVELOPMENT (LOD) EXPLAINED. https://www.interscale.com.au/bim-101-bim-level-of-development-lod-explained/. Accessed 15 July 2022

(21) U.S General Services Administration (2018) Level of Detail. https://www.gsa.gov/real-estate/design-construction/3d4d-building-information-modeling/guidelines-for-bim-software/document-guides/level-of-detail. Accessed 8 July 2023.

(22) Puolitaival, T. and Forsythe, P. (2016), "Practical challenges of BIM education", International Journal of Building Pathology and Adaptation, Vol. 34 Nos 4/5, pp. 351-366, doi: 10.1108/SS-12-2015-0053.

(23) Ergodomus (2020) LOD (Level of Development). https://www.ergodomus.it/tech_article/lod-level-of-development/. Accessed 25 July 2023

(24) United BIM (2020) BIM Level of Development | LOD 100, 200, 300, 350, 400, 500. https://www.united-bim.com/bim-level-of-development-lod-100-200-300-350-400-500/. Accessed 16 July 2023.

(25) Wang, P., Wu, P., Wang, J., Chi, H.A. and Wang, X. (2018), "A critical review of the use of virtual reality in construction engineering education and training", International Journal of Environmental Research and Public Health, Vol. 15 No. 6, doi: 10.3390/ijerph15061204.

(26) Sampaio, A.Z. (2021a) BIM education required in construction, book: Sustainability and Automation in Smart Constructions, Ch. 1, pp. 3-9, Advances in Science, Technology & Innovation, Springer, Cham, https://doi.org/10.1007/978-3-030-35533-3_1

(27) Abualdenien J, (2022) Ensemble-learning approach for the classification of Levels of Geometry (LOG) of building elements. Advanced Engineering Informatics 51:10149. https://doi.org/10.1016/j.aei.2021.101497.

(28) Smith, P. (2014), "BIM and the 5D project cost manager", Procedia – Social and Behavioral Sciences, Vol. 119, pp. 475-484, doi: 10.1016/j.sbspro.2014.03.053.

(28) أحمد يحيي - محمد مصطفي (2018)، تطوير برامج اقسام العمارة والتخطيط في مصر وفق الاتجاهات التنمية العمرانية المستدامة، مجلة العلوم البيئية معهد الدارسات والبحوث البيئية – جامعة عين شمس المجلد الثالث والاربعون، الجزء الثاني، يونيو2018.

(29) أحمد صالح (2024) تحسين التعلم التفاعلي والمشاركة: دراسة حول دور أدوات التخيل في تعزيز تدريس هندسة البناء دراسة تطبيقية على طلاب برنامج إدارة مشروعات التشييد، مجلة العلوم الهندسية (JES)، كلية الهندسة، جامعة أسيوط، مجلد رقم (52)، العدد رقم (3) لشهر مايو عام 2024.