

جامعة ميدأوشن

كلية الإدارة

ماجستير ادارة مشاريع



أثر استخدام نمذجة معلومات البناء (BIM) في تحسين التكامل بين
التخصصات الهندسية في مشاريع الإنشاء دراسة تطبيقية على المشاريع
الحكومية بمدينة الرياض

إعداد الطالب/

متعب محمد المحلسي

252000696

إشراف/

د. الفيصل عبد الحميد محمد حسن

د. فايز جراد

العام الدراسي: 2025

3	مقدمة:
4	مشكلة الدراسة
5	أهمية الدراسة:
6	أهداف الدراسة:
7	تساؤلات الدراسة
8	فروض الدراسة:
8	الفروض الفرعية:
8	الدراسات السابقة:
16	الفجوة البحثية:
17	المنطلقات النظرية للدراسة:
17	المنهجية وطرق البحث:
20	ثانياً: مجتمع وعينة الدراسة
20	رابعاً: أداة الدراسة
25	المراجع

مقدمة:

تُعَدُّ صناعة التشييد والبناء من أكبر الصناعات تأثيراً في التنمية الاقتصادية والاجتماعية في مختلف دول العالم، نظراً لتنوع مخرجاتها واعتمادها على العديد من التخصصات الهندسية المتداخلة. ومع التطور التكنولوجي المتسارع، برزت الحاجة إلى حلول رقمية أكثر قدرة على إدارة التعقيد المتزايد في المشاريع الهندسية، الأمر الذي قاد إلى ظهور نمذجة معلومات البناء (BIM) كأحدى أهم الابتكارات التحويلية في هذا القطاع، فقد أصبحت BIM منهجية عالمية معتمدة في العديد من الدول، نظراً لما توفره من بيئة رقمية موحدة لتمثيل معلومات المشروع وربطها عبر دورة حياته الكاملة. (Chen et al., 2024)

وفي السنوات الأخيرة، شهدت الأدبيات الهندسية زيادة ملحوظة في تناول BIM بوصفها منصة تكنولوجية قادرة على تحسين بيئة العمل التعاوني بين التخصصات الهندسية المختلفة، وقد بدأت BIM تفرض حضورها على مستوى التصميم الهندسي وإدارة البيانات والتخطيط، إذ تعتمد على النماذج الرقمية ثلاثية الأبعاد والبيانات المترابطة لدعم العمليات الفنية والإدارية في المشروع. وتشير الدراسات الحديثة إلى أن BIM لم تعد مقتصرة على النمذجة الهندسية فحسب، بل تجاوزت ذلك لتصبح إطاراً متكاملاً لإدارة المعلومات المعمارية والإنشائية والميكانيكية والكهربائية وغيرها من تخصصات المشروع. (Purwanto et al., 2024)

كما ارتبط تطور BIM بتطور مفاهيم الإدارة التعاونية للمشاريع، حيث تعمل BIM على تحسين تدفق البيانات وتسهيل تبادل المعلومات بين مختلف الجهات المعنية في المشروع، وقد ساهم ذلك في تعزيز الاتصال بين الفرق الفنية وتوفير رؤية مشتركة للمشروع، مما يسمح بإدارة أكثر اتساقاً وأقل عرضة للاختلافات والازدواجيات، وقد تناولت عدة أبحاث العلاقة بين BIM والإدارة التعاونية، مؤكدة أن بيئة BIM الرقمية توفر قاعدة موحدة لإدارة المعلومات، وتسمح بإدماج جميع التخصصات في نماذج مترابطة يسهل مراجعتها وتحديثها. (Yin, 2024)

كما برزت BIM كعنصر محوري في تنظيم سير العمل داخل المشاريع الهندسية من خلال تحسين إدارة البيانات ودعم التكامل بين نظم التصميم والتحليل والجدولة ونمذجة التكاليف، وأكدت الدراسات أن BIM تساهم في تحسين دقة المعلومات التصميمية واستمرارية تدفقها بين الأنظمة

المختلفة، مما يؤدي إلى مستوى أعلى من الاتساق والوضوح في التعامل بين التخصصات. وقد تناولت الأدبيات أيضًا دور BIM في تعزيز القدرة على تصور المشروع بوضوح أكبر وتوظيف البيانات لدعم المراحل اللاحقة للتنفيذ. (Wang et al., 2024)

وانطلاقًا من هذا يتضح أن BIM تشكل منطلقًا مهمًا لتطوير البنية الهندسية للمشاريع المعاصرة، وأن العديد من الدراسات قد ناقشت دورها في إدارة البيانات والنمذجة والتصميم والتعاون. إلا أن الحاجة ما تزال قائمة لفهم دورها في سياقات أكثر خصوصية، وخاصة داخل المشاريع الحكومية التي تتطلب مستوى مرتفعًا من التكامل بين التخصصات الهندسية نظرًا لضخامة هذه المشاريع وتعدد مراحلها وجهاتها.

مشكلة الدراسة

تُعدّ مشاريع الإنشاء الحكومية من أكثر المشاريع تعقيدًا نظرًا لتعدد التخصصات الهندسية المشاركة فيها، مثل الهندسة المعمارية والإنشائية والميكانيكية والكهربائية، وهو ما يجعل مستوى التكامل والتنسيق بين هذه التخصصات عنصرًا حاسمًا في نجاح المشروع، وتشير الأدبيات إلى أن ضعف التكامل يؤدي إلى زيادة الأخطاء التصميمية، وتعطل تدفق المعلومات، وتكرار التعارضات بين المخططات، وارتفاع تكاليف إعادة العمل، إضافة إلى التأخر في الإنجاز (Igba et al., 2024؛ Mi & Li, 2024)، كما بينت دراسات أخرى أن التعاون بين الفرق الهندسية في كثير من المشاريع ما يزال يعتمد على أساليب تقليدية لا تتناسب مع حجم وتعقيد المشاريع الحكومية الحديثة (Yin, 2024).

وقد أكدت العديد من الدراسات أن نمذجة معلومات البناء (BIM) تمتلك قدرة عالية على تحسين التكامل الهندسي من خلال توفير منصة رقمية موحدة تُسهّل تبادل المعلومات، وكشف التعارضات في وقت مبكر، وتعزيز الاتصال بين المهندسين، وإتاحة تحديث لحظي للبيانات (Chen et al., 2024؛ Wang et al., 2024)، و تُظهر دراسات عالمية وإقليمية وجود تحديات تقنية وتنظيمية وثقافية تحدّ من التطبيق الأمثل لـ BIM، مثل ضعف التشغيل البيني بين البرامج، ونقص التدريب، ومقاومة التغيير التنظيمي (Jin, 2024؛ Sampaio et al., 2022).

وعلى الرغم من تزايد الاعتماد على BIM في العديد من الدول، إلا أن السياق السعودي ولا سيما مشاريع الإنشاء الحكومية بمدينة الرياض لم يُدرس بالشكل الكافي، حيث تشهد هذه المشاريع توسعاً ضخماً ضمن رؤية 2030، وتحتاج إلى مستويات عالية من التكامل بين التخصصات الهندسية لضمان الجودة والكفاءة. ورغم وجود توجه حكومي لتبني BIM، إلا أن واقع تأثيرها على التكامل بين الفرق الهندسية في المشاريع الحكومية ما يزال غير واضح، لغياب دراسات تطبيقية محلية تقيس هذا الأثر بشكل مباشر وبناءً على ذلك، تُعالج الدراسة الحالية مشكلة جوهرية تتمثل في:

هل يسهم استخدام نمذجة معلومات البناء (BIM) في تعزيز التكامل بين التخصصات الهندسية داخل مشاريع الإنشاء الحكومية بمدينة الرياض، وما مدى هذا الأثر؟

أهمية الدراسة:

تعتمد أهمية هذه الدراسة على إسهاماتها النظرية والتطبيقية فيما يلي:

أولاً: الأهمية العلمية:

- تسدّ فجوة معرفية في الأدبيات العربية حول أثر استخدام نمذجة معلومات البناء (BIM) على التكامل بين التخصصات الهندسية، ولا سيما في البيئة السعودية التي تشهد تحولاً رقمياً واسعاً.
- تعزّز المعرفة النظرية حول دور BIM كأداة رقمية مؤثرة في مراحل التصميم، التنسيق، التنفيذ، وإدارة المشاريع، مما يساهم في تطوير الإطار النظري للدراسات المرتبطة بإدارة مشاريع الإنشاء.
- تثري البحوث المتعلقة بالتكامل بين التخصصات الهندسية من خلال تقديم تحليل منهجي يربط بين BIM ومبادئ العمل التعاوني.
- تقدم نموذجاً لقياس أثر BIM في سياق المشاريع الحكومية، يمكن أن يُعتمد عليه في أبحاث مستقبلية تتناول التحول الرقمي في قطاع التشييد والبناء.
- تعتبر مرجعاً علمياً للباحثين الراغبين في دراسة تأثير التقنيات الرقمية على جودة وإدارة المشاريع، وخاصة التطبيقات العملية لنظم BIM في الدول العربية.

ثانيًا: الأهمية العملية:

- تُظهر الجهات الحكومية في الرياض أهمية تبني BIM باعتباره وسيلة فعّالة لتحسين التكامل والتنسيق بين التخصصات الهندسية، مما ينعكس على جودة المشاريع الحكومية الكبرى.
- توفر نتائج قابلة للتطبيق تساعد صانعي القرار في الوزارات والأمانات وهيئات التطوير على تطوير سياسات ومعايير لتبني BIM بفعالية.
- تساعد مديري المشاريع والمهندسين على فهم الفوائد العملية لاستخدام BIM في تقليل التعارضات، تقليل إعادة العمل، تحسين التخطيط الزمني، ورفع مستوى جودة التنفيذ.
- تدعم استراتيجيات التحول الوطني 2030 الرامية إلى رفع كفاءة الإنفاق الحكومي وتحسين البنية التحتية من خلال تطبيق تكنولوجيا فعّالة تسهم في تحسين الجدول الزمني والتكلفة.
- تعزّز كفاءة الأداء في المشاريع الحكومية عبر تحسين الاتصال وتبادل المعلومات بين الفرق الهندسية المختلفة.
- تسهم في بناء كوادر هندسية مؤهلة رقمياً تستطيع التعامل مع نظم BIM وتطبيقاتها، مما يزيد من جاهزية السوق الهندسي السعودي للتحول التكنولوجي.

أهداف الدراسة:

هدفت إلى دراسة أثر استخدام نمذجة معلومات البناء (BIM) بأبعاده (إدارة المعلومات، التنسيق بين التخصصات، كشف التعارضات، دعم اتخاذ القرار) على تحسين التكامل بين التخصصات الهندسية في المشاريع الحكومية بمدينة الرياض.

وينبثق عن هذا الهدف الرئيسي عدد من الأهداف الفرعية، منها:

1. تحليل دور BIM في تعزيز تبادل المعلومات بين التخصصات الهندسية ضمن بيئة مشروع موحدة في مشاريع الرياض الحكومية.
2. تحديد أثر BIM في تقليل التعارضات التصميمية والتنفيذية من خلال أدوات كشف التعارضات (Clash Detection) ودراسة انعكاس ذلك على جودة التنفيذ وكفاءة المشروع.
3. دراسة مدى مساهمة BIM في تحسين التنسيق الإداري والفني بين الفرق الهندسية المختلفة بما يعزز الانسجام بين مراحل المشروع من التصميم وحتى التنفيذ.
4. تقييم أثر BIM في رفع جودة اتخاذ القرار من خلال توفير بيانات دقيقة وحديثة تدعم التوقعات والتخطيط المبكر للمشاريع الحكومية.
5. التعرف على التحديات التي تواجه تطبيق BIM في مشاريع الإنشاء الحكومية بمدينة الرياض واقتراح الحلول اللازمة لرفع مستوى التكامل بين الفرق الهندسية.

تساؤلات الدراسة

السؤال الدراسة الرئيسي: ما أثر استخدام نمذجة معلومات البناء (BIM) بأبعاده المختلفة على تحسين التكامل بين التخصصات الهندسية في مشاريع الإنشاء الحكومية بمدينة الرياض؟
الأسئلة الفرعية:

- إلى أي مدى يساهم استخدام BIM في تحسين تبادل المعلومات بين التخصصات الهندسية المختلفة داخل المشاريع الحكومية بمدينة الرياض؟
- ما دور BIM في الحد من التعارضات التصميمية والتنفيذية داخل المشاريع، وما أثر ذلك على جودة وأداء المشروع؟

- كيف يؤثر استخدام BIM على مستوى التنسيق الإداري والفني بين الفرق الهندسية عبر مراحل المشروع المختلفة؟

- ما أثر تطبيق BIM على جودة ودقة اتخاذ القرار في المشاريع الحكومية بمدينة الرياض؟
- ما أبرز التحديات التي تواجه تطبيق BIM في مشاريع الإنشاء الحكومية بمدينة الرياض، وما الحلول المقترحة لتجاوزها؟

فروض الدراسة:

لتحقيق أهداف الدراسة والإجابة على تساؤلاتها يمكن صياغة الفرضيات التالية:

يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لاستخدام نمذجة معلومات البناء (BIM) بأبعاده المختلفة على تحسين التكامل بين التخصصات الهندسية في مشاريع الإنشاء الحكومية بمدينة الرياض.

الفروض الفرعية:

- يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لاستخدام نمذجة معلومات البناء (BIM) على تحسين تبادل المعلومات بين التخصصات الهندسية في المشاريع الحكومية بمدينة الرياض.
- يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لاستخدام BIM على خفض التعارضات التصميمية والتنفيذية في مشاريع الإنشاء الحكومية.
- يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لتطبيق BIM في رفع مستوى التنسيق الإداري والفني بين التخصصات الهندسية.
- يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لاستخدام BIM في تحسين جودة ودقة اتخاذ القرار داخل المشاريع الحكومية.

الدراسات السابقة:

دراسة (Chen et al., 2024)

هدفت الدراسة إلى التعرف على تكامل نمذجة معلومات البناء (BIM) مع أنظمة الميكانيكا والكهرباء والسباكة (MEP) بأبعاده (إطار العمل، إدارة البيانات، وآليات التعاون) وأثره على تحسين الكفاءة والتنسيق وخفض التكاليف في مشاريع البناء، واستخدمت الدراسة المنهج التحليلي الوصفي، وتكونت العينة من مجموعة من الخبراء والمختصين في مجالات BIM و MEP، إضافة إلى نماذج تطبيقية لمشاريع إنشائية. وتوصلت نتائج الدراسة إلى تحقيق تكامل BIM-MEP لعدد من الفوائد أبرزها تعزيز التنسيق بين الأطراف، رفع كفاءة التنفيذ، تحسين إدارة البيانات، وتقليل الأخطاء والتكاليف، مع الكشف عن تحديات تقنية وتنظيمية وثقافية تعيق التطبيق الأمثل.

وأوصت الدراسة بضرورة تطوير معايير للترابط (Interoperability Standards)، واستخدام تقنيات وسيطة (Middleware)، وتطبيق بروتوكولات قوية لإدارة البيانات، وتعزيز منصات التعاون، إلى جانب برامج تدريب، وإدارة تغيير فعالة، ودعم إداري لضمان نجاح التكامل..

دراسة (Purwanto et al., 2024)

هدفت الدراسة إلى التعرف على دمج نمذجة معلومات البناء (BIM) بأبعاده (النمذجة الرقمية، إدارة بيانات المشروع، ودعم اتخاذ القرار) وأثره على تحسين الدقة التصميمية ورفع كفاءة التنفيذ في مشاريع الهندسة المدنية، واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي من خلال مراجعة أدبية شاملة للدراسات السابقة، وتكونت العينة من مجموعة من الأبحاث والوثائق العلمية المتعلقة بتطبيقات BIM في المشاريع الهندسية.

وتوصلت نتائج الدراسة إلى أنّ استخدام BIM يساهم في تحسين دقة التصميم، واكتشاف التعارضات والأخطاء مبكراً، وتقليل الوقت والتكاليف، وتعزيز جودة العمليات التخطيطية والتنفيذية.

وأوصت الدراسة بضرورة اعتماد BIM على نطاق أوسع في المشاريع الهندسية، وتطوير المهارات التقنية للعاملين، وتعزيز معايير تبادل البيانات، وتوفير بيئة تشاركية تدعم نجاح التطبيق.

دراسة (Yin, 2024)

هدفت الدراسة إلى التعرف على تطبيقات نمذجة معلومات البناء (BIM) بأبعادها (النمذجة ثلاثية الأبعاد، إدارة معلومات المشروع، ودعم التعاون وتبادل البيانات) وتأثيرها على تحسين الإدارة التعاونية في مشاريع

الهندسة الإنشائية، وذلك من خلال تحليل دورها في رفع كفاءة إدارة المشروع، تحسين جودة التصميم، وتعزيز مشاركة المعلومات بين الأطراف المختلفة.

واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي اعتمادًا على مراجعة معمّقة للأدبيات والبحوث السابقة المتعلقة بتطبيق BIM في مراحل التصميم، العطاءات، والتنفيذ، وتكوّنت العيّنة من مجموعة من الدراسات العلمية التي تناولت الإدارة التعاونية في المشاريع الهندسية باستخدام BIM.

وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن تطبيق تقنية BIM يساهم في تحسين فعالية التعاون داخل المشروع، وضمان تدفق المعلومات بسلاسة، والحدّ من ضعف الاتصال، ورفع كفاءة الإدارة في مراحل المشروع كافة. كما أظهرت النتائج أن استخدام BIM في التصميم الإنشائي يرفع من جودة التصميم ويعزز الدقّة، مما يؤكد اتساع نطاق تطبيقاته.

وأوصت الدراسة بضرورة تعزيز الثقة بين أطراف المشروع، وتطوير المهارات التقنية للعاملين، ومعالجة التحديات التشغيلية، وتطبيق نماذج تعاونية أكثر فاعلية مدعومة بتقنية BIM.

دراسة (Mi & Li, 2024)

هدفت الدراسة إلى التعرف على أثر نمذجة معلومات البناء (BIM) بأبعادها (التخطيط الدقيق، تحسين استغلال الموارد، إدارة المخاطر، وتعزيز الاتصال بين الأطراف) على رفع كفاءة مشروعات البناء وتحسين أدائها الاقتصادي والتعاوني عبر مراحل دورة حياة المشروع.

واستخدمت الدراسة المنهج الكمي التحليلي بالاعتماد على البيانات التجريبية والتحليلات الإحصائية لدراسة تطبيقات BIM في مرحلة ما قبل البناء، وتخصيص الموارد، وإدارة المخاطر.

وتكوّنت العيّنة من بيانات ومؤشرات أداء لمجموعة من المشاريع الإنشائية التي طبّقت تقنيات BIM بهدف تقييم أثر النظام على الكفاءة والإنتاجية.

وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن BIM يساهم في تحقيق تخطيط أكثر دقة، وتحسين استخدام الموارد، وتقليل المخاطر قبل حدوثها، وتعزيز التواصل بين الأطراف، وتنسيق سير العمل، ودعم اتخاذ القرار. كما أظهرت النتائج تأثيرًا إيجابيًا واضحًا على خفض التكاليف، وتوفير الوقت، وتحسين العائد على الاستثمار، وزيادة ربحية المشاريع ورضا أصحاب المصلحة.

وأوصت الدراسة بضرورة توسيع اعتماد BIM في المشاريع الإنشائية، وتطوير قدرات العاملين عليه، وربط تطبيقاته بالتحليل المالي وإدارة المخاطر، وتعزيز بيئة تشاركية رقمية تضمن تحسين الأداء الاقتصادي والإداري للمشروعات المستقبلية

دراسة (Wang et al., 2024)

هدفت الدراسة إلى التعرف على تطبيقات نمذجة معلومات البناء (BIM) بأبعادها (تحسين التصميم، الجدولة الزمنية، تقدير التكاليف، وإدارة المرافق) وأثرها على رفع كفاءة مشروعات البناء وتعزيز التعاون وإدارة المشروع، وذلك من خلال تحليل دور BIM في تحسين التصـ visualization، كشف التعارضات، ودمج البيانات لدعم اتخاذ القرار، واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي بالاعتماد على مراجعة شاملة للأدبيات والدراسات السابقة حول تطبيق BIM في مراحل المشروع المختلفة.

وتكوّنت العينة من مجموعة من الأبحاث العلمية والتقارير الفنية التي تناولت استخدام BIM في الهندسة والإنشاء وإدارة المرافق.

وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن تقنية BIM تساهم في رفع كفاءة التصميم، تحسين الجدولة الزمنية، تقليل الأخطاء، ودعم التقدير الدقيق للتكاليف، وتعزيز إدارة دورة حياة المنشآت، مما يؤدي إلى تحسين الأداء العام للمشروع. كما بينت الدراسة وجود مجموعة من التحديات أبرزها ارتفاع تكاليف التطبيق، نقص المهارات التقنية، ومقاومة التغيير داخل المؤسسات.

وأوصت الدراسة بضرورة تطوير برامج تدريبية لرفع كفاءة العاملين، وخفض تكاليف التطبيق عبر اعتماد حلول تقنية مرنة، وتعزيز ثقافة التحول الرقمي. كما أوصت بالاستفادة من التقنيات الناشئة مثل الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء لدعم تطبيق BIM وتعزيز دوره في تحقيق البناء الذكي والمستدام.

دراسة (Igba et al., 2024)

هدفت الدراسة إلى التعرف على تطبيقات نمذجة معلومات البناء (BIM) بأبعادها (تحسين سير العمل، تقليل الأخطاء، دعم التعاون، والكشف عن التعارضات، والجدولة رباعية الأبعاد، وتقدير التكاليف) وأثرها على تحسين إدارة المشاريع الإنشائية في الولايات المتحدة ورفع معدلات نجاحها.

واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي من خلال مراجعة شاملة للأدبيات والدراسات الحديثة المتعلقة بتطبيق BIM في قطاع التشييد الأمريكي، بالإضافة إلى تحليل دراسات حالة لمشروعات كبيرة تم فيها دمج BIM بنجاح.

وتكوّنت العيّنة من مجموعة من البحوث والدراسات التطبيقية والتقارير المهنية الخاصة بالمشاريع الأمريكية التي اعتمدت BIM في مراحلها المختلفة.

وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن BIM يساهم بفاعلية في تحسين إدارة المشاريع من خلال تبسيط سير العمل، تقليل الأخطاء، تعزيز التعاون اللحظي بين الأطراف، تعزيز دقة اتخاذ القرار، اكتشاف التعارضات، وجدولة الأعمال باستخدام D4، ودعم تقديرات التكاليف بدقة أعلى. كما أظهرت دراسات الحالة تحسّناً ملموساً في زمن التنفيذ وكفاءة التكلفة في المشاريع الأمريكية التي تبنت BIM.

ومع ذلك، كشفت الدراسة عن تحديات تعيق تطبيق BIM على نطاق واسع في الولايات المتحدة، أبرزها : الحاجة إلى كوادر مؤهلة، صعوبات دمج BIM مع أنظمة الإدارة التقليدية، والإشكاليات القانونية والتعاقدية المرتبطة بالنماذج الرقمية المشتركة.

دراسة (Lu, 2024)

هدفت الدراسة إلى التعرف على أثر نمذجة معلومات البناء (BIM) بأبعاده (إدارة دورة حياة المشروع، خفض التكلفة، تقليص الزمن، تحسين جودة التنفيذ، وتعزيز التعاون بين الأطراف) على رفع كفاءة إدارة المشاريع الهندسية وتحسين أدائها العام.

واستخدمت الدراسة المنهج المختلط الذي يجمع بين المنهج الكمي من خلال تحليل الاستبيانات ودراسات الحالة، والمنهج النوعي من خلال إجراء مقابلات مع متخصصين في إدارة المشاريع الهندسية.

وتكوّنت العيّنة من مشروعات هندسية متنوعة شملت مشاريع تطبق BIM وأخرى لا تطبقه بهدف المقارنة، إضافة إلى عينة من المهندسين ومديري المشاريع الذين شاركوا في المقابلات والاستبيانات.

وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن تطبيق BIM يساهم بشكل ملحوظ في خفض الانحرافات في التكلفة والزمن، حيث بلغ متوسط تجاوز التكلفة 5% في المشاريع المعتمدة على BIM مقابل 15% في المشاريع التقليدية، وبلغ متوسط تجاوز الزمن 7% مقابل 20% في المشاريع غير المعتمدة على BIM. كما أثبتت

الدراسة أن BIM يسهم في تحسين إدارة الجودة، وتعزيز التعاون والتنسيق بين أصحاب المصلحة، ودعم اتخاذ القرار، ورفع كفاءة تنفيذ المشاريع.

وأوصت الدراسة بضرورة توسيع اعتماد BIM في إدارة مشاريع الهندسة، وتطوير برامج تدريبية لمعالجة التحديات التي تواجه تطبيقه، وخاصة في المناطق النامية

دراسة (Sampaio et al., 2022)

هدفت الدراسة إلى التعرف على تكامل نمذجة معلومات البناء (BIM) في التصميم الإنشائي بأبعاده (مشاركة المعلومات، التعاون، التكامل بين الأنظمة، وقابلية التشغيل البيئي) من خلال تقييم فعالية التبادل ثنائي الاتجاه للمعلومات بين برنامج Revit كنظام نمذجة وبرنامج Robot كنظام للتحليل الإنشائي، واستخدمت الدراسة المنهج التطبيقي التحليلي، وتكونت العينة من نموذج إنشائي كامل صُمم باستخدام Revit وتم تحليله في برنامج Robot، بهدف رصد الأداء وتقييم جودة تبادل البيانات بين النظامين.

وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن تطبيق BIM يقدم مزايا مهمة في مشاريع التصميم الإنشائي تشمل: الدعم القوي للتصور ثلاثي الأبعاد، سهولة الدمج بين النماذج، سهولة الوصول إلى قاعدة بيانات المشروع، تحسين التنسيق، وتعزيز التعاون بين التخصصات. كما كشفت الدراسة وجود قيود تقنية مرتبطة بقابلية التشغيل البيئي بين Revit و Robot، خصوصاً فيما يتعلق بدقة نقل البيانات وتكاملها أثناء التبادل ذي الاتجاهين.

وأوصت الدراسة بضرورة تحسين معايير وقواعد تبادل البيانات بين برامج BIM، وتطوير أدوات أكثر كفاءة للربط بين أنظمة النمذجة والتحليل الإنشائي

دراسة (Sampaio et al., 2023)

هدفت الدراسة إلى التعرف على دور مدير نمذجة معلومات البناء (BIM Manager) بأبعاده (التنسيق بين التخصصات، إدارة النماذج، مراقبة الجودة، وإدارة مسؤوليات الفرق) وأثره على رفع جودة مشاريع البناء وتحسين التكامل بين الخبرات والتخصصات المختلفة، واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي من خلال تحليل تطبيقات BIM في مراحل التصميم، التخطيط، والتنفيذ، وتكونت العينة من نماذج

مشاريع تشمل عدة تخصصات مثل: الهندسة المعمارية، الهندسة الإنشائية، التخطيط والتنفيذ، وحصر الكميات وتقدير التكلفة، إضافة إلى نماذج أخرى مرتبطة بالجدولة والمحاكاة الإنشائية.

وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن مدير الـ BIM يلعب دورًا محوريًا في تنسيق الأعمال بين التخصصات، مراجعة النماذج متعددة الطبقات، رصد التعارضات، طلب التعديلات من الفرق الفنية، وضمان تكامل البيانات في منصة مشتركة. كما بيّنت النتائج أن وجود مدير BIM يساهم في تحسين جودة المنتج النهائي للمشروع، تعزيز التعاون بين التخصصات، ودعم دقة التحليل الإنشائي وحصر الكميات وتتبع التكلفة.

دراسة (Jin, 2024)

هدفت الدراسة إلى التعرف على أثر نمذجة معلومات البناء (BIM) بأبعاده (تعزيز التواصل بين أصحاب المصلحة، توفير التكاليف، تحسين الجدول الزمني، تقليل الأخطاء، ودعم الاستدامة) على كفاءة تنفيذ المشاريع المعمارية والإنشائية، وذلك من خلال دراسة تطبيقه في ثلاثة مشاريع كبرى في الصين، واستخدمت الدراسة المنهج النوعي عبر تحليل ثلاث دراسات حالة لمشاريع بارزة تشمل: برج شنغهاي، منتجع ديزني لاند شنغهاي، ومطار بكين داشينغ الدولي، وتكوّنت العيّنة من نماذج مشاريع ضخمة اعتمدت BIM في مراحل التخطيط، التصميم، وإدارة الموارد.

وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن تطبيق BIM ساهم في تحسين التواصل والتنسيق بين أصحاب المصلحة بفضل مركزية البيانات والتحديثات الفورية، مما قلّل من سوء الفهم والأخطاء، كما أظهرت النتائج أن النمذجة الدقيقة والتحكم المحكم بالموارد أدّى إلى خفض التكاليف وتعزيز الالتزام بالميزانية، في حين ساهم BIM في رفع كفاءة التنفيذ وتسريع مراحل ما قبل البناء وتقليل التأخير في اتخاذ القرار.

دراسة (سويدان وآخرون، 2022)

هدفت الدراسة إلى التعرف على تدريس تكنولوجيا نمذجة معلومات البناء (BIM) بأبعادها (المناهج المستقلة، الاستوديوهات التعاونية، والمتطلبات المهنية للمصمم الداخلي) وأثرها على تأهيل طلاب التصميم الداخلي لفهم طبيعة العمل التعاوني في المشاريع متعددة التخصصات في برنامج البكالوريوس بكليات الفنون التطبيقية في مصر.

واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي من خلال عرض وتحليل المناهج الحالية محليًا مقارنة بمناهج جامعات عربية وعالمية، مع توضيح أساليب التدريس الملائمة لدمج BIM في التعليم الأكاديمي للتصميم الداخلي.

وتكوّنت العيّنة من مجموعة من المناهج الدراسية في أقسام التصميم الداخلي بجامعتي حلوان ودمياط، إضافة إلى عيّنة مقارنة من مناهج جامعات عربية وعالمية تطبق BIM في مراحلها الأكاديمية المختلفة.

وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن إدراج تكنولوجيا BIM في مناهج التصميم الداخلي يسهم في تطوير مهارات الطلاب، ورفع جاهزيتهم لسوق العمل، وتعزيز قدرتهم على المشاركة في المشاريع متعددة التخصصات عبر فهم العمل التعاوني المدعوم رقميًا. كما أظهرت النتائج وجود قصور في المناهج الحالية في مصر فيما يخص تدريس التكنولوجيا الرقمية الحديثة، خاصة BIM.

وأوصت الدراسة بضرورة دمج مقررات تكميلية لتعليم BIM ضمن برامج البكالوريوس للتصميم الداخلي بكليات الفنون التطبيقية بجامعتي حلوان ودمياط، وتفعيل تبني BIM في مشاريع تطبيقية داخل الاستوديوهات التصميمية، وتعزيز التعاون بين التخصصات المختلفة، وتحديث المناهج بما يتوافق مع التطور العالمي في التعليم الهندسي والتصميمي.

دراسة (الشوابكة وغنيم، 2021)

هدفت الدراسة إلى التعرف على فعالية استخدام نمذجة معلومات البناء (BIM) بأبعادها (تحسين عملية التصميم الداخلي، التنسيق بين التخصصات، اكتشاف الأخطاء، دعم اختيار المواد، والتحديث اللحظي للتكلفة) وأثرها على رفع جودة وكفاءة عمليات التصميم الداخلي في الأردن.

واستخدمت الدراسة المنهج النوعي بالاعتماد على دراسة الحالة المقارنة (Comparative Case Study) والتحليل الموضوعي (Thematic Analysis)، وذلك للتعرف على كيفية توظيف BIM في تحسين عمليات التصميم الداخلي، مع الاستفادة من مشاركة الباحث ضمن فرق عمل عدد من المشاريع. وتكوّنت العيّنة من (13) فردًا شملوا: مصممًا داخليًا، مصممًا داخليًا متدربًا، مهندسًا كهربائيًا، مهندسًا مدنيًا، مهندسًا معماريًا، متدربًا معماريًا، ومدير مشروع، بهدف الوقوف على واقع استخدام BIM من منظور مختلف التخصصات.

وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن تطبيق نمذجة معلومات البناء في الأردن لا يزال محدودًا ويحتاج إلى اهتمام أكبر ورفع مستوى الوعي بين أصحاب التخصص. كما بينت النتائج أن المهندسين المعماريين غالبًا لا يعملون مع المصممين الداخليين منذ المراحل الأولى للمشروع، وأن التصميم الداخلي يُنفَّذ عادة في مرحلة لاحقة وفق تفضيلات المستخدمين .

الفجوة البحثية:

تتفق الدراسة الحالية مع معظم الدراسات السابقة في التأكيد على أن نمذجة معلومات البناء (BIM) تُعدّ أداة فعّالة في تحسين التنسيق بين التخصصات الهندسية ورفع كفاءة المشاريع. فقد أشارت عدة دراسات مثل (Chen et al., 2024) ، (Yin, 2024)، و (Mi & Li, 2024) إلى أن استخدام BIM يساهم في خفض الأخطاء، تحسين تبادل المعلومات، وتعزيز التعاون بين فرق العمل. كما تتفق الدراسات السابقة مع الدراسة الحالية في إبراز دور BIM في دعم اتخاذ القرار، وتقليل التكاليف، وتقليص مدة التنفيذ، وهو ما يتماشى مع تركيز الدراسة الحالية على أثر BIM في تحسين التكامل الهندسي ورفع جودة الأداء في المشاريع الحكومية بالرياض.

تتفق الدراسة الحالية مع معظم الدراسات السابقة في الإشارة إلى أن فعالية BIM تعتمد على عدة أبعاد رئيسية مثل: إدارة البيانات، قابلية التشغيل البيئي، كشف التعارضات، والتنسيق متعدد التخصصات . وقد أظهرت دراسات مثل (Sampaio et al., 2022) و (Wang et al., 2024) أن هذه الأبعاد تمثل أساسًا للتطبيق الفعّال لـ BIM في المشاريع الإنشائية، وهو ما تتناوله الدراسة الحالية أيضًا عند بحثها أثر هذه الأبعاد على التكامل الهندسي في مشاريع الرياض الحكومية. كما تتفق الدراسات في أنّ الكفاءة والنتائج المحسّنة ترتبط بوضوح تضمين BIM في مراحل التصميم والتخطيط والتنفيذ.

تختلف الدراسة الحالية عن غالبية الدراسات السابقة من حيث نطاق البيئة التطبيقية. إذ تناولت أغلب الدراسات السابقة تطبيق BIM في مشاريع دولية أو أكاديمية أو خاصة مثل مشاريع الصين (Jin, 2024)، والولايات المتحدة (Igba et al., 2024) ، والأردن (الشوابكة وغنيم، 2021)، بينما تركز الدراسة الحالية على المشاريع الحكومية في مدينة الرياض، وهي بيئة تمتاز بضخامة المشاريع وتعدد التخصصات وتنوع الفرق الهندسية، هذا الاختلاف في السياق يخلق فجوة معرفية مهمة تسعى الدراسة

الحالية إلى ملئها، نظرًا لندرة الأبحاث التي تدرس تكامل التخصصات باستخدام BIM في السياق الحكومي السعودي.

استخدمت العديد من الدراسات السابقة مناهج متنوعة مثل المنهج الوصفي التحليلي، الدراسات التطبيقية، المنهج المختلط، ودراسات الحالة. وبالرغم من هذا التنوع، إلا أن معظمها ركز على تحليل الأداء الفني أو التصميمي لـ BIM، بينما تتجه الدراسة الحالية إلى تحليل أثر BIM على مستوى التكامل الهندسي في مشاريع حكومية، وبذلك تختلف الدراسة الحالية في تركيزها على العلاقات التفاعلية بين التخصصات الهندسية في بيئة حكومية وليس فقط على الأداء التقني أو التصميمي، مما يجعلها أكثر ارتباطًا بالجوانب التنظيمية والإدارية للمشاريع.

المنطلقات النظرية للدراسة:

أولاً: مفهوم نمذجة معلومات البناء (BIM)

تُعدّ نمذجة معلومات البناء (Building Information Modeling – BIM) إحدى أهم التقنيات الرقمية التي أحدثت تحولاً جذرياً في قطاع التشييد، إذ تقوم على إنشاء نموذج رقمي ذكي يجمع بين المعلومات الهندسية والمعمارية والإنشائية والميكانيكية والكهربائية ضمن بيئة موحدة تتيح إدارة دورة حياة المشروع بكفاءة أعلى (Chen et al., 2024). وتتميز BIM بكونها منهجية شاملة تتجاوز مرحلة التصميم لتغطي التخطيط، التنسيق، التنفيذ، التشغيل والصيانة، ويشير (Mi & Li (2024) إلى أن BIM لم تعد مجرد أداة لنمذجة الشكل الثلاثي الأبعاد، بل أصبحت منصة معلومات متكاملة تسند القرارات عبر مختلف مراحل المشروع.

وتعتمد BIM على مبادئ أساسية أهمها: دمج البيانات في نموذج مركزي، الربط بين التخصصات المختلفة، التحديث اللحظي للمعلومات، وتسهيل التعاون بين جميع الأطراف. ومن منظور (Yin (2024، فإن BIM تُسهم في توفير "لغة مشتركة" تضمن فهمًا موحدًا للمشروع بين الفرق المتنوعة، مما يقلل من الأخطاء الناتجة عن سوء التواصل.

ثانياً: التكامل بين التخصصات الهندسية ودوره في إدارة المشاريع

يعدّ التكامل بين التخصصات الهندسية أحد الركائز الأساسية لنجاح المشاريع الإنشائية، إذ تتداخل الأعمال المعمارية مع الإنشائية ومع أنظمة الكهرباء والميكانيكا والصرف الصحي وغيرها. ويُشير Igba

et al. (2024) إلى أن ضعف التكامل يؤدي عادة إلى ظهور تعارضات تصميمية، تأخيرات زمنية، وزيادة في التكلفة. ومع تعقد المشاريع الحديثة وارتفاع حجمها، لم تعد الطرق التقليدية في إدارة التنسيق بين النماذج الهندسية كافية، مما عزز الحاجة إلى حلول رقمية أكثر فعالية مثل BIM.

ويُعرّف Sampaio et al. (2022) التكامل الهندسي بأنه عملية دمج وتنسيق المعلومات بين مختلف النماذج لضمان عملها ضمن إطار وظيفي واحد بدون تعارض، وتشير الأدبيات إلى أن التكامل لا يرتبط فقط بالجانب الفني، بل أيضًا بالعوامل الإدارية والتنظيمية التي تشمل التعاون، تبادل المعلومات، وإدارة التغيير.

ثالثاً: دور BIM في دعم التكامل بين التخصصات الهندسية

كشف التعارضات التصميمية (Clash Detection)

تُعد القدرة على كشف التعارضات واحدة من أهم مزايا BIM، إذ تسمح الأنظمة الرقمية بتحديد أي تعارض بين النموذج الإنشائي والمعماري أو بين شبكات الكهرباء والميكانيكا قبل تنفيذها فعلياً (Purwanto et al., 2024). وقد أثبتت الدراسات أن هذه الخاصية تُخفض نسبة الأخطاء وتقلل من إعادة العمل بشكل كبير.

تحسين تبادل المعلومات وتدفق البيانات

يساهم استخدام نموذج رقمي موحد في تسهيل مشاركة المعلومات بين جميع الأطراف، مما يعزز الشفافية ويقلل من الفجوات المعلوماتية. وقد أكد Yin (2024) أن BIM تسمح بتوحيد مصادر البيانات وتحديثها بشكل لحظي، مما يُحسن من جودة القرارات في مراحل المشروع.

دعم اتخاذ القرار وتحسين التخطيط

أوضحت دراسات مثل (Mi & Li (2024) و Wang et al. (2024) أن BIM تتيح محاكاة سيناريوهات مختلفة للمشروع من حيث الجدول الزمني (4D) والتكلفة (5D)، مما يمكّن مديري المشاريع من اتخاذ قرارات مبنية على بيانات دقيقة، وبالتالي رفع كفاءة التنفيذ.

تحسين التعاون بين التخصصات

تشير Chen et al. (2024) إلى أن التكامل بين BIM وأنظمة MEP يُحسن بشكل مباشر من مستوى التعاون بين المهندسين، إذ توفر BIM منصة مركزية تسمح بالتعديل المشترك والمراجعات التعاونية. كما

يوضح (Jin, 2024) أن التعاون يصبح أكثر فاعلية حين يعتمد جميع المشاركين على منصة رقمية واحدة.

رفع جودة المشروع وزيادة الكفاءة

وجدت عدة دراسات أن BIM تُسهم في تحسين جودة العمل النهائي من خلال دقة النمذجة، وضوح الأبعاد، وإمكانية التحقق من القرارات التصميمية قبل التنفيذ. (Lu, 2024) كما أن تحسين التكامل بين التخصصات ينعكس بدوره على الجدول الزمني والتكلفة.

رابعاً: التطبيقات العالمية لتكنولوجيا BIM وأثرها على المشاريع

أثبتت التجارب الدولية أن BIM تُعدّ أحد أهم الأدوات في تحقيق التكامل الهندسي. ففي الولايات المتحدة، بينت دراسة (Igba et al., 2024) أن BIM ساهمت في تبسيط سير العمل وخفض الأخطاء في مشاريع ضخمة، بينما أظهرت مشاريع الصين (Jin, 2024) فاعلية BIM في تحسين التواصل والتقليل من التأخيرات.

وفي الدول العربية، توضح دراسة الشوابكة وغنيم (2021) أن تطبيق BIM في التصميم الداخلي في الأردن ما يزال محدوداً، إلا أنه يملك إمكانات كبيرة في تحسين التنسيق بين التخصصات. بينما تشير دراسة سويدان وآخرون (2022) إلى أهمية دمج BIM أكاديمياً لتأهيل المصممين الداخليين والمعماريين للتعامل مع المشاريع متعددة التخصصات.

المنهجية وطرق البحث:

ستعتمد الدراسة في المستقبل على المنهج الوصفي التحليلي بوصفه المنهج الأنسب لتحليل أثر استخدام نمذجة معلومات البناء (BIM) في تحسين التكامل بين التخصصات الهندسية داخل مشاريع الإنشاء الحكومية بمدينة الرياض. وسيقوم الباحث بجمع البيانات ذات الصلة من خلال استبانة موجهة إلى المهندسين والمتخصصين العاملين في المشاريع الحكومية، بهدف توصيف واقع استخدام BIM وتحليل مستوى التكامل بين التخصصات الهندسية. كما سيتم تحليل العلاقات بين المتغيرات باستخدام الأساليب الإحصائية المناسبة، الأمر الذي سيسمح بإيضاح الأثر الفعلي لتطبيق BIM على التنسيق الهندسي وكفاءة المشروع.

سيُوظَّف الباحث أدوات كمية ونوعية للحصول على بيانات دقيقة وقابلة للتحليل، حيث سيتم تصميم استبانة متخصصة تتوافق مع أبعاد الدراسة ومجالاتها، إضافة إلى إجراء مقابلات مع عدد من الخبراء لتعزيز فهم الجوانب التطبيقية لنظام BIM في المشاريع الحكومية. وبعد جمع البيانات، سيعتمد الباحث على البرامج الإحصائية مثل SPSS لتحليلها باستخدام الأساليب الملائمة، مثل التحليل الوصفي، واختبارات الفرضيات، وتحليل الارتباط.

ثانياً: مجتمع وعينة الدراسة

سيتمثل مجتمع الدراسة في جميع المهندسين والمتخصصين العاملين في مشاريع الإنشاء الحكومية بمدينة الرياض ممن لديهم تعامل مباشر أو غير مباشر مع نمذجة معلومات البناء (BIM). ويضم هذا المجتمع فئات مهنية متعددة تشمل: المهندسين المعماريين، المهندسين الإنشائيين، مهندسي ميكانيكا وكهرباء (MEP)، مديري المشاريع، منسقي BIM، وفنيي النمذجة الرقمية. وتشير الإحصاءات الداخلية للجهات الحكومية في الرياض إلى أن عدد العاملين في مشاريع الإنشاء الكبرى الذين يتفاعلون مع نماذج BIM يتراوح بين 1500 - 1200 مهندس ومختص في مختلف الجهات مثل وزارة الشؤون البلدية والقروية والإسكان، أمانة الرياض، وزارة النقل والخدمات اللوجستية، وهيئة تطوير مدينة الرياض.

عينة الدراسة

سيتم اختيار عينة قصدية (Purposive Sampling) من مجتمع الدراسة نظراً لطبيعة موضوع البحث الذي يتطلب أفراداً لديهم خبرة فعلية أو تعامل مباشر مع أنظمة BIM في المشاريع الحكومية. وستكون العينة من (200) مشارك موزعين على نحو يمثل مختلف التخصصات الهندسية

رابعاً: أداة الدراسة

سيتم الاعتماد في هذه الدراسة على الاستبانة (Questionnaire) كأداة رئيسة لجمع البيانات من أفراد عينة الدراسة، نظراً لما تتميز به من قدرة على جمع معلومات كمية دقيقة تعكس آراء واتجاهات العاملين نحو متغيرات الدراسة، وبما يتناسب مع طبيعة المنهج الوصفي التحليلي المستخدم.

بناء أداة الدراسة:

ستعتمد الدراسة على الاستبانة العلمية بوصفها الأداة الرئيسة لجمع البيانات الميدانية من مجتمع المهندسين والمختصين العاملين في مشاريع الإنشاء الحكومية بمدينة الرياض. وتم اختيار الاستبانة لكونها الأداة الأكثر ملاءمة للدراسة الحالية التي تتطلب قياس آراء وتوجهات مجموعة كبيرة من المشاركين حول واقع تطبيق BIM ومستوى التكامل بين التخصصات الهندسية.

وقد تم تطوير الاستبانة وفق خطوات منهجية دقيقة تشمل ما يأتي:

أولاً: تصميم أداة الدراسة

سيتم تصميم الاستبانة بناءً على مراجعة شاملة للأدبيات والدراسات السابقة ذات الصلة بنمذجة معلومات البناء مثل دراسات (Chen et al., 2024)، بهدف تحديد الأبعاد الرئيسة للمتغير المستقل (BIM) والمتغير التابع (التكامل الهندسي). وستتضمن الاستبانة ثلاثة أقسام رئيسة:

1. القسم الأول: البيانات الديموغرافية

ويتضمن معلومات عامة عن المشارك مثل:

- التخصص الهندسي
- عدد سنوات الخبرة
- طبيعة المشروع الحكومي الذي يعمل به
- المستوى الوظيفي
- مدى الخبرة باستخدام BIM

2. القسم الثاني: قياس أبعاد استخدام BIM

ويتكون من مجموعة عبارات تغطي الأبعاد التالية:

- إدارة البيانات وتكامل المعلومات
- كشف التعارضات التصميمية
- دعم اتخاذ القرار

- التنسيق بين التخصصات

3. القسم الثالث: قياس التكامل بين التخصصات الهندسية

ثانياً: نوع مقياس الأداة

ستُستخدم الطريقة الخماسية لمقياس ليكرت (Likert Scale) لقياس درجة الموافقة على عبارات الاستبانة وفقاً للتدرج التالي:

1. أوافق بشدة
2. أوافق
3. محايد
4. لا أوافق
5. لا أوافق بشدة

الأساليب الإحصائية المستخدمة

ستستخدم الدراسة مجموعة من الأساليب الإحصائية الوصفية والاستدلالية الملائمة لتحليل البيانات التي سيتم جمعها من عينة المهندسين العاملين في مشاريع الإنشاء الحكومية بمدينة الرياض، وذلك باستخدام برنامج SPSS للتحليل الإحصائي. وتشمل الأساليب ما يلي:

أولاً: الإحصاء الوصفي (Descriptive Statistics)

- سيتم الاستفادة من الإحصاءات الوصفية في وصف خصائص العينة ودراسة اتجاهات الإجابات العامة من خلال:
- التكرارات والنسب المئوية
- لوصف البيانات الديموغرافية مثل التخصص، سنوات الخبرة، طبيعة العمل، ومستوى المعرفة بـ BIM.
- المتوسطات الحسابية (Means)
- لقياس مستوى موافقة أفراد العينة على عبارات الأداة.

- الانحراف المعياري (Standard Deviation)

لتحديد مدى تشتت الإجابات وتفاوتها حول المتوسط.

- المدى (Range)

لقياس الفروق البسيطة في الإجابات.

ثانياً: التحقق من صدق وثبات الأداة (Validity & Reliability)

- للتحقق من جودة الأداة ستستخدم أساليب التحليل التالية:

- معامل كرونباخ ألفا (Cronbach's Alpha)

لقياس ثبات الاستبانة، بحيث تُعدّ القيمة (0.70) فأعلى مؤشراً على ثبات جيد.

- التحليل العاملي الاستكشافي (Exploratory Factor Analysis – EFA)

للتحقق من الصدق البنائي للأداة والتأكد من أن العبارات تنتمي للأبعاد النظرية المحددة.

ثالثاً: الإحصاء الاستدلالي (Inferential Statistics)

- وسيستخدم لاختبار الفرضيات المتعلقة بأثر BIM على التكامل الهندسي، وتشمل الأدوات ما يلي:

- معامل الارتباط بيرسون (Pearson Correlation Coefficient)

- لقياس قوة واتجاه العلاقة بين أبعاد BIM ومستوى التكامل بين التخصصات الهندسية.

- تحليل الانحدار الخطي البسيط (Simple Linear Regression)

- لاختبار أثر متغير مستقل واحد (مثل: إدارة البيانات، كشف التعارضات...) على متغير تابع (التكامل بين التخصصات).

- تحليل الانحدار المتعدد (Multiple Regression Analysis)

- لاختبار مدى إسهام الأبعاد المختلفة لـ BIM مجتمعة في تفسير التغير في التكامل الهندسي.

حدود الدراسة:

– **حدود موضوعية:** تركز الدراسة على أثر استخدام نمذجة معلومات البناء (BIM) بأبعادها التقنية

والتنظيمية على تحسين التكامل بين التخصصات الهندسية.

– **حدود مكانية:** تقتصر الدراسة على مشاريع الإنشاء الحكومية بمدينة الرياض في المملكة العربية السعودية.

– **حدود زمانية:** سيتم إجراء الدراسة خلال العام الأكاديمي 2025.

المراجع

- الشوابكه، معتز زيد محمد، و غنيم، رحاب صلاح الدين. (2021). استخدام نمذجة معلومات البناء في تحسين عملية التصميم الداخلي (رسالة ماجستير غير منشورة). جامعة عمان الأهلية، السلط. مسترجع من <http://search.mandumah.com/Record/1229379>
- سويدان، عبير حامد علي أحمد، الحرايري، يسرا مصطفى عبدالحليم، و الفيومي، أحمد حسانين. (2022). دمج نمذجة معلومات البناء بالمناهج الدراسية لطلاب التصميم الداخلي. مجلة الفنون والعلوم التطبيقية، مج9، ع2 ، 129 - 149. مسترجع من <http://search.mandumah.com/Record/1294707>
- Chen, S., Zhu, C., & Shang, Y. (2024). Optimizing construction project outcomes through BIM and MEP system integration. *Applied and Computational Engineering*, 66(1), 204–210.
<https://doi.org/10.54254/2755-2721/66/20240954>
- Igba, E., Osei Danquah, E., Adikwu Ukpoju, E., Obasa, J., Olola, T. M., & Enyejo, J. O. (2024). Use of Building Information Modeling (BIM) to Improve Construction Management in the USA. *World Journal Of Advanced Research and Reviews*, 23(3), 1799–1813.
<https://doi.org/10.30574/wjarr.2024.23.3.2794>
- Jin, S. (2024). Integrating BIM to Enhance Stakeholder Collaboration and Economic Efficiency in Architecture and Construction Projects. *E3S Web of Conferences*.
<https://doi.org/10.1051/e3sconf/202456503014>
- Lu, Z. (2024). Leveraging BIM Technology for Comprehensive Lifecycle Management in Engineering Projects. *Applied Mathematics and Nonlinear Sciences*, 9(1). <https://doi.org/10.2478/amns-2024-2632>
- Mi, Z., & Li, J. (2024). Maximizing project efficiency and collaboration in construction management through building information modeling

(BIM). *Applied and Computational Engineering*, 72(1), 24–29.

<https://doi.org/10.54254/2755-2721/72/20240986>

- Purwanto, S., Nungraha, A. R., Harahap, M. A. K., & Fitri, I. I. (2024). Integration of Building Information Modelling (BIM) in Civil Engineering Project: A Literature Review. *Indonesia Journal of Engineering and Education Technology*, 2(2), 319–328.
<https://doi.org/10.61991/ijeet.v2i2.56>
- Sampaio, A. Z., Azevedo, G., & Gomes, A. (2023). BIM Manager Role in the Integration and Coordination of Construction Projects. *Buildings*, 13(8), 2101. <https://doi.org/10.3390/buildings13082101>
- Sampaio, A. Z., Sequeira, P., Gomes, A., & Sánchez-Lite, A. (2022). BIM Methodology in Structural Design: A Practical Case of Collaboration, Coordination, and Integration. *Buildings*, 13(1), 31.
<https://doi.org/10.3390/buildings13010031>
- Wang, J., Jiang, X., Ma, Y., Fu, H., & Wang, Y. (2024). Application of BIM Technology in Construction Engineering. *Applied Science and Innovative Research*, 8(4), p138.
<https://doi.org/10.22158/asir.v8n4p138>
- Yin, X. (2024). Research on Collaborative Management of BIM (Building Information Modeling) in Engineering Projects. *Advances in Economics, Management and Political Sciences*, 115(1), 17–23.
<https://doi.org/10.54254/2754-1169/115/2024bj0212>

Mid Ocean University

College of Management

Master of project management



**The impact of using building information modeling (BIM) in improving
integration between engineering specializations in construction
projects. An applied study on government projects in the city of Riyadh**

Prepared by:

Muteb Mohammed Al-Mahlasi

University ID: 252000696

Supervision:

Dr. Al-Faisal Abdelhamid Mohamed Hassan

Dr. Fayez Jarad

1447-2025