

تأثير تطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) على كفاءة إدارة المشاريع في القطاع التشييد

إعداد الطالب/

عبدالعزیز میربك اللقمانی

الرقم الجامعي/

إشراف/

أ.د. الفیصل عبد الحمید محمد

أ.د. فايز علي جراد

العام الدراسي

٢٠٢٦

وقل عسى أن يكون
نذرا لغيري علم

إهداء

إلى من غرس فيَّ القيم، وسقاني من معين الحكمة،

إلى من كان دعاؤهم سرَّ توفيقِي، وسندًا لي في كل مراحل حياتي،

إلى والديَّ الكريمين، أهدي ثمرة جهدي وعملي، عرفانًا وتقديرًا.

وإلى من ساندني وشجَّعني في مسيرتي العلمية،

إلى إخوتي وأصدقائي وزملائي،

لكم جميعًا أهدي هذا العمل المتواضع، امتنانًا لكل دعمٍ صادق.

شكر وتقدير

الحمد لله الذي بنعمته تتمّ الصالحات، وبِعونه وتوفيقه أنجزت هذا العمل المتواضع.

أتقدم بخالص الشكر وعظيم الامتنان لمشرفي الكريم الأستاذ الدكتور د. الفيصل عبد الحميد، د. فايز جراد، الذي كان لدعمها العلمي، وتوجيهاتهم السديدة، وملاحظاتهم القيمة، الأثر الأكبر في إنجاز هذه الرسالة. لقد كان مثلاً يُحتذى به في العلم والأخلاق والتفاني.

كما أتوجه بالشكر الجزيل لأعضاء لجنة المناقشة الكرام على وقتهم وجهدهم وملاحظاتهم البناءة التي أثرت هذا العمل.

ولا يفوتني أن أعبر عن تقديري العميق لكل من ساندني ووقف إلى جانبي خلال فترة إعداد

الرسالة، من أسرتي وأصدقائي وزملائي، وخاصة والديّ العزيزين، الذين كان لدعائهما

ودعمهما المعنوي والمادي بالغ الأثر في وصولي إلى هذه المرحلة.

لكم جميعاً، كل الشكر والتقدير والامتنان.

فهرس المحتويات

إهداء	٣
شكر وتقدير	٤
قائمة الجداول	٧
فهرس الأشكال	٩
المستخلص	١١
الفصل الأول	١٢
المقدمة	١٣
مشكلة الدراسة	١٣
أهمية الدراسة	١٤
أهداف الدراسة	١٤
تساؤلات الدراسة	١٥
فرضيات الدراسة	١٦
النظرية العلمية المتبعة لإعداد البحث	١٦
الفصل الثاني	١٩
الدراسات السابقة	١٩
المقدمة	٢٠
المتغير التابع والمستقل	٢٢
الدراسات السابقة	٢٥
الإطار النظري للدراسة	٣٠
الفصل الثالث	٣٥
منهجية الدراسة	٣٥
المقدمة	٣٦
مجتمع البحث	٣٧
المنهجية وطرق البحث	٣٨
أدوات الدراسة	٣٨

٣٨.....	خطوات جمع البيانات
٤٠.....	حدود البحث
٤٢.....	الفصل الرابع
٤٢.....	نتائج الدراسة
٤٣.....	المقدمة
٤٤.....	تحليل البيانات
٨٨.....	المناقشة
٩٠.....	الخاتمة
٩١.....	التوصيات
٩٣.....	المراجع
٩٦.....	الملاحق
١٠١.....	Abstract

قائمة الجداول

٤٤	جدول ١ : التحليلات الإحصائية
٤٧	جدول ٢ : التحليل الإحصائي للعمر
٤٩	جدول ٣ : التحليل الإحصائي للجنس
٥٠	جدول ٤ : التحليل الإحصائي للدرجة العلمية
٥٢	جدول ٥ : التحليل الإحصائي لتطبيق المؤسسة تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) في مراحل تنفيذ المشاريع
٥٣	جدول ٦ : التحليل الإحصائي لمساهمة تقنية BIM في تحسين تخطيط المشاريع الإنشائية
٥٥	جدول ٧ : التحليل الإحصائي لمساعدة تقنية BIM في تقليل الأخطاء أثناء التصميم والتنفيذ
٥٦	جدول ٨ : التحليل الإحصائي لمساهمة تقنية BIM في تحسين إدارة الوقت والتكاليف بالمشروع
٥٨	جدول ٩ : التحليل الإحصائي لمساعدة تقنية BIM في اكتشاف التعارضات بين عناصر المشروع قبل التنفيذ
٥٩	جدول ١٠ : التحليل الإحصائي لمساهمة تطبيق تقنية BIM في رفع جودة تنفيذ المشاريع
٦٠	جدول ١١ : التحليل الإحصائي لمساهمة تقنية BIM في تحسين تبادل المعلومات بين جميع أطراف المشروع
٦٢	جدول ١٢ : التحليل الإحصائي لمساعدة تقنية BIM في تعزيز التنسيق بين فرق التصميم والتنفيذ
٦٤	جدول ١٣ : التحليل الإحصائي لمساهمة تقنية BIM في سرعة الوصول إلى المعلومات المتعلقة بالمشروع
٦٥	جدول ١٤ : التحليل الإحصائي لمساعدة تكامل البيانات عبر تقنية BIM في تحسين اتخاذ القرارات
٦٧	جدول ١٥ : التحليل الإحصائي لمساهمة تقنية BIM في تحسين التعاون بين الاستشاريين والمقاولين والمالكين
٦٨	جدول ١٦ : التحليل الإحصائي لأداء استخدام BIM إلى تقليل مشكلات التواصل بين المشاركين في المشروع
٧٠	جدول ١٧ : التحليل الإحصائي لتوفير الإدارة العليا الدعم اللازم لتطبيق تقنية BIM
٧١	جدول ١٨ : التحليل الإحصائي لتوفير المؤسسة برامج تدريبية للعاملين على استخدام تقنية BIM
٧٣	جدول ١٩ : التحليل الإحصائي لامتلاك المؤسسة البنية التقنية المناسبة لتطبيق تقنية BIM
٧٤	جدول ٢٠ : التحليل الإحصائي لمساهمة سياسات المؤسسة في تشجيع استخدام تقنية BIM في إدارة المشاريع
٧٦	جدول ٢١ : التحليل الإحصائي لمساهمة تطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) في تحسين كفاءة إدارة المشاريع في قطاع التشييد
٧٧	جدول ٢٢ : ملخص التحليلات الإحصائية
٧٧	جدول ٢٣ : اختبار الثبات والموثوقية
٧٩	جدول ٢٤ : اختبار كاي اسكوير للعلاقة بين كفاءة إدارة المشاريع في قطاع التشييد ومستوى تطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM)
٨٠	جدول ٢٥ : اختبار كاي اسكوير للعلاقة بين كفاءة إدارة المشاريع في قطاع التشييد وتكامل المعلومات والتنسيق بين أطراف المشروع باستخدام BIM

جدول ٢٦ : اختبار كاي اسكوير للعلاقة بين كفاءة إدارة المشاريع في قطاع التشييد. ودعم الإدارة والتأهيل لاستخدام تقنية BIM.....	٨٢
جدول ٢٧ : ملخص النموذج	٨٤
جدول ٢٨ : تحليل التباين	٨٤
جدول ٢٩ : معاملات تحليل الانحدار المتعدد	٨٤
جدول ٣٠ : اختبار التباين الأحادي	٨٧
جدول ٣١ : ملخص نموذج معامل بايز	٨٧

فهرس الأشكال

٤٨	شكل توضيحي ١ : التمثيل البياني للعمر
٤٩	شكل توضيحي ٢ : التمثيل البياني للجنس
٥١	شكل توضيحي ٣ : التمثيل البياني للدرجة العلمية
٥٢	شكل توضيحي ٤ : التمثيل البياني لتطبيق المؤسسة تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) في مراحل تنفيذ المشاريع
٥٤	شكل توضيحي ٥ : التمثيل البياني لمساهمة تقنية BIM في تحسين تخطيط المشاريع الإنشائية
٥٥	شكل توضيحي ٦ : التمثيل البياني لمساعدة تقنية BIM في تقليل الأخطاء أثناء التصميم والتنفيذ
٥٧	شكل توضيحي ٧ : التمثيل البياني لمساهمة تقنية BIM في تحسين إدارة الوقت والتكاليف بالمشروع
٥٨	شكل توضيحي ٨ : التمثيل البياني لمساعدة تقنية BIM في اكتشاف التعارضات بين عناصر المشروع قبل التنفيذ
٦٠	شكل توضيحي ٩ : التمثيل البياني لمساهمة تطبيق تقنية BIM في رفع جودة تنفيذ المشاريع
٦١	شكل توضيحي ١٠ : التمثيل البياني لمساهمة تقنية BIM في تحسين تبادل المعلومات بين جميع أطراف المشروع
٦٣	شكل توضيحي ١١ : التمثيل البياني لمساعدة تقنية BIM في تعزيز التنسيق بين فرق التصميم والتنفيذ
٦٤	شكل توضيحي ١٢ : التمثيل البياني لمساهمة تقنية BIM في سرعة الوصول إلى المعلومات المتعلقة بالمشروع
٦٦	شكل توضيحي ١٣ : التمثيل البياني لمساعدة تكامل البيانات عبر تقنية BIM في تحسين اتخاذ القرارات
٦٧	شكل توضيحي ١٤ : التمثيل البياني لمساهمة تقنية BIM في تحسين التعاون بين الاستشاريين والمقاولين والمالكين
٦٩	شكل توضيحي ١٥ : التمثيل البياني لأداء استخدام BIM إلى تقليل مشكلات التواصل بين المشاركين في المشروع
٧٠	شكل توضيحي ١٦ : التمثيل البياني لتوفير الإدارة العليا الدعم اللازم لتطبيق تقنية BIM
٧٢	شكل توضيحي ١٧ : التمثيل البياني لتوفير المؤسسة برامج تدريبية للعاملين على استخدام تقنية BIM
٧٣	شكل توضيحي ١٨ : التمثيل البياني لامتلاك المؤسسة البنية التقنية المناسبة لتطبيق تقنية BIM
٧٥	شكل توضيحي ١٩ : التمثيل البياني لمساهمة سياسات المؤسسة في تشجيع استخدام تقنية BIM في إدارة المشاريع
٧٦	شكل توضيحي ٢٠ : التمثيل البياني لمساهمة تطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) في تحسين كفاءة إدارة المشاريع في قطاع التشييد
٧٨	شكل توضيحي ٢١ : متغيرات الدراسة التابعة والمستقلة
٨٠	شكل توضيحي ٢٢ : المقاييس المتماثلة لتحليل الجداول المتقاطعة للعلاقة بين كفاءة إدارة المشاريع في قطاع التشييد ومستوى تطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM)
٨١	شكل توضيحي ٢٣ : المقاييس المتماثلة لتحليل الجداول المتقاطعة للعلاقة بين كفاءة إدارة المشاريع في قطاع التشييد وتكامل المعلومات والتنسيق بين أطراف المشروع باستخدام BIM
٨٣	شكل توضيحي ٢٤ : المقاييس المتماثلة لتحليل الجداول المتقاطعة للعلاقة بين كفاءة إدارة المشاريع في قطاع التشييد ودعم الإدارة والتأهيل لاستخدام تقنية BIM
٨٥	شكل توضيحي ٢٥ : شكل الانتشار للبواقي

شكل توضيحي ٢٦ : مصفوفة شكل الانتشار ٨٦

المستخلص

هدفت هذه الدراسة إلى التعرف على تأثير تطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) على كفاءة إدارة المشاريع في قطاع التشييد، وذلك من خلال دراسة أثر مستوى تطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) ، وتكامل المعلومات والتنسيق بين أطراف المشروع باستخدام BIM ، ودعم الإدارة والتأهيل لاستخدام تقنية BIM في تحسين كفاءة إدارة المشاريع. واعتمدت الدراسة على المنهج الكمي باستخدام المنهج الوصفي التحليلي، حيث جُمعت البيانات من خلال استبانة صُممت استنادًا إلى الأدبيات والدراسات السابقة، وتم توزيعها على عينة بلغ حجمها (٣٠٦) من العاملين في شركات ومؤسسات قطاع التشييد، وشملت مديري المشاريع، والمهندسين، والاستشاريين، والعاملين في إدارات المشاريع. وأظهرت نتائج الدراسة وجود أثر إيجابي ذي دلالة إحصائية لتطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) على كفاءة إدارة المشاريع في قطاع التشييد، كما بينت النتائج أن ارتفاع مستوى تطبيق التقنية يسهم في تحسين التخطيط والتنفيذ، وتعزيز التنسيق بين مختلف أطراف المشروع، وتقليل الأخطاء وإعادة العمل، وتحسين إدارة الوقت والتكاليف. كذلك أكدت النتائج أن دعم الإدارة العليا وتوفير التدريب والتأهيل المستمر للعاملين يمثلان عاملين رئيسيين في نجاح تطبيق تقنية BIM وتحقيق أقصى استفادة من إمكاناتها في رفع كفاءة إدارة المشاريع. وفي ضوء النتائج، أوصت الدراسة بالتوسع في تطبيق تقنية BIM في المشاريع الإنشائية، وتعزيز الدعم الإداري للتحويل الرقمي، والاستثمار في تدريب الكوادر الهندسية، وتطوير البنية التحتية الرقمية، وتحسين التكامل بين الجهات المشاركة في المشروع، إضافة إلى تشجيع إجراء المزيد من الدراسات المستقبلية التي تتناول تطبيقات BIM في مجالات مختلفة من قطاع التشييد.

الكلمات المفتاحية: تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) ، كفاءة إدارة المشاريع، قطاع التشييد، التحول الرقمي، إدارة

المشاريع، تكامل المعلومات، دعم الإدارة.

الفصل الأول

المقدمة

أصبحت إدارة المشاريع في العصر الحديث تواجه تحديات متزايدة نتيجة تسارع التغيرات التكنولوجية وتعقيد بيانات العمل، خصوصًا في قطاع التشييد والبناء الذي يتسم بتعدد الأطراف المشاركة وتداخل العمليات الفنية والإدارية وارتفاع مستويات المخاطر وعدم اليقين. وقد أظهرت التقارير الدولية أن نسبة كبيرة من المشاريع الإنشائية تعاني من تجاوزات زمنية ومالية وضعف في التنسيق بين الجهات المعنية، الأمر الذي يعكس محدودية الأساليب التقليدية في إدارة المعلومات واتخاذ القرار داخل المشاريع (Kerzner, H. ٢٠٢٥).

وفي ظل التحول نحو الاقتصاد الرقمي، برزت تقنية نمذجة معلومات البناء (Building Information Modeling – BIM) كأحد أهم الابتكارات التي أعادت تشكيل ممارسات إدارة المشاريع الحديثة، إذ تقوم على إنشاء نموذج رقمي متكامل يحتوي على الخصائص الفيزيائية والوظيفية للمشروع، ويعمل كمصدر معلومات موحد يتيح التكامل بين مراحل التخطيط والتصميم والتنفيذ والتشغيل ضمن بيئة تعاونية مشتركة (Eastman et al., ٢٠١٨). ولا يُنظر إلى BIM باعتبارها أداة تصميم فقط، بل كمنهج إداري متكامل لإدارة المعلومات والمعرفة خلال دورة حياة المشروع.

ومن منظور إدارة المشاريع، ترتبط كفاءة المشروع بمدى تحقيق التوازن بين عناصر الوقت والتكلفة والجودة، إضافة إلى كفاءة الاتصال وإدارة المخاطر وتخصيص الموارد. وتسهم تقنية BIM في دعم هذه الأبعاد من خلال تحسين تدفق المعلومات وتقليل التعارضات التصميمية وتعزيز جودة القرارات الإدارية، مما يؤدي إلى تقليل إعادة العمل ورفع كفاءة استخدام الموارد (Azhar, ٢٠١١؛ Bryde et al., ٢٠١٣).

ورغم الفوائد المتزايدة لتطبيق BIM عالميًا، إلا أن مستوى الاستفادة الفعلية منها ما يزال متفاوتًا، خاصة في الدول النامية التي تواجه تحديات تنظيمية وتقنية وبشرية تحد من تحقيق القيمة الكاملة للتطبيق (Volk et al., ٢٠١٤). ويشير ذلك إلى وجود فجوة بحثية تتعلق بفهم تأثير تطبيق BIM على كفاءة إدارة المشاريع ضمن سياقات تنظيمية مختلفة.

وانطلاقًا من ذلك، يهدف هذا البحث إلى تحليل تأثير تطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) على كفاءة إدارة المشاريع، من خلال دراسة دورها في تحسين التخطيط والتنسيق وإدارة الموارد والمخاطر بما يسهم في تعزيز نجاح المشاريع في بيئات العمل المعاصرة.

مشكلة الدراسة

تعاني العديد من مشاريع التشييد والبناء من مشكلات تتعلق بتأخر التنفيذ، وارتفاع التكاليف، وضعف التنسيق بين الأطراف المشاركة، وهو ما يؤثر سلبًا على كفاءة إدارة المشاريع وتحقيق أهدافها المخططة. ويرتبط ذلك في كثير من الحالات بالاعتماد على الأساليب التقليدية في إدارة المعلومات والتواصل داخل المشروع (الغزيز، ٢٠١٩).

ومع ظهور تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) كأحد الحلول الرقمية الحديثة التي تهدف إلى تحسين تكامل المعلومات وتعزيز التعاون ودعم اتخاذ القرار خلال دورة حياة المشروع، برزت الحاجة إلى دراسة مدى إسهام هذه التقنية في تحسين كفاءة إدارة المشاريع، خاصة في البيئات العربية التي ما يزال تطبيقها فيها محدودًا (حيدر، ٢٠٢٣).

وبناءً على ذلك، تتمثل مشكلة البحث في الإجابة عن التساؤل الرئيس الآتي:

- ما تأثير تطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) على كفاءة إدارة المشاريع التشييدية؟

أهمية الدراسة

١. يساهم البحث في تقديم فهم علمي لكيفية استخدام تقنية BIM لتحسين التخطيط والتنفيذ والمتابعة وتقليل الهدر في الموارد داخل المشاريع التشييدية.
٢. يوفر البحث إطارًا علميًا يساعد المؤسسات على تبني التحول الرقمي في إدارة المشاريع، بما يواكب التطورات العالمية في الصناعة.
٣. يسلط البحث الضوء على مدى استفادة المشاريع العربية وخاصة المشاريع في المملكة السعودية من BIM، ويعالج قلة الدراسات التطبيقية في هذا المجال.
٤. يوفر البحث أدوات لفهم دور BIM في تعزيز القدرة التنبؤية للمديرين وتقليل الأخطاء والتعارضات التصميمية والهدر المالي والزماني.

أهداف الدراسة

الهدف العام:

- تحليل تأثير تطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) على كفاءة إدارة المشاريع في المشاريع التشيدية.

الأهداف الفرعية:

- دراسة أثر تطبيق BIM على تحسين التخطيط الزمني للمشاريع.
- تقييم دور BIM في تحسين إدارة التكلفة وتقليل الهدر المالي.
- تحليل تأثير BIM على تعزيز التنسيق والتعاون بين فرق المشروع المختلفة.
- دراسة إسهام BIM في تحسين إدارة المخاطر وتقليل المعارضات التصميمية.

تساؤلات الدراسة

السؤال الرئيس:

- ما تأثير تطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) على كفاءة إدارة المشاريع؟

الأسئلة الفرعية:

١. هل يسهم تطبيق BIM في تحسين التخطيط الزمني للمشاريع؟
٢. هل يؤدي تطبيق BIM إلى تحسين إدارة التكلفة وتقليل الهدر المالي؟
٣. ما مدى تأثير BIM على تعزيز التنسيق والتعاون بين فرق المشروع؟
٤. هل يسهم تطبيق BIM في تحسين إدارة المخاطر وتقليل المعارضات التصميمية؟

فرضيات الدراسة

بناء على مشكلة واهمية واهداف البحث، يمكن صياغة الفرضيات الاتية المتعلقة بالبحث، فرضية رئيسية هي:

- H1: هناك تأثير ذو دلالة إحصائية عند مستوى دلالة $(\alpha \leq 0.05)$ لتطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) على

كفاءة إدارة المشاريع في قطاع التشييد

ويتفرع منها فرضيات فرعية هي:

1. H1: هناك علاقة إيجابية ذات دلالة إحصائية بين تطبيق BIM وكفاءة التخطيط الزمني للمشاريع.
2. H1: هناك علاقة إيجابية ذات دلالة إحصائية بين تطبيق BIM وتحسين إدارة التكلفة.
3. H1: هناك علاقة إيجابية ذات دلالة إحصائية بين تطبيق BIM وتعزيز التنسيق والتعاون بين فرق المشروع.
4. H1: هناك علاقة إيجابية ذات دلالة إحصائية بين تطبيق BIM وتحسين إدارة المخاطر وتقليل التعارضات التصميمية.

النظرية العلمية المتبعة لإعداد البحث

استندت هذه الدراسة، التي تحمل عنوان "تأثير تطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) على كفاءة إدارة المشاريع في قطاع التشييد"، إلى نظرية انتشار الابتكار (Diffusion of Innovation Theory - DOI) التي طورها Everett M. Rogers، باعتبارها من أكثر النظريات العلمية استخدامًا في تفسير تبني التقنيات الحديثة داخل المؤسسات وتأثيرها في تحسين الأداء التنظيمي والتشغيلي. وتوفر هذه النظرية إطارًا علميًا متكاملًا لفهم كيفية انتقال الابتكارات التقنية من مرحلة التعرف عليها إلى مرحلة التطبيق الفعلي داخل المؤسسات، والعوامل التي تؤثر في سرعة انتشارها ومدى قبولها من قبل الأفراد والمنظمات. كما تُعد تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) من الابتكارات الرقمية التي أحدثت تحولًا جذريًا في صناعة التشييد، الأمر الذي يجعل هذه النظرية الأكثر ملاءمة لتفسير العلاقة بين تبني التقنية وتحقيق مستويات أعلى من كفاءة إدارة المشاريع.

ترتكز نظرية انتشار الابتكار على افتراض رئيس يتمثل في أن تبني أي تقنية حديثة لا يعتمد فقط على توافرها، وإنما يتأثر بمجموعة من الخصائص المرتبطة بالابتكار ذاته، مثل الميزة النسبية التي يقدمها مقارنة بالأساليب التقليدية، ومدى توافقه مع احتياجات المنظمة، وسهولة استخدامه، وإمكانية تجربته قبل التطبيق الكامل، وإمكانية ملاحظة نتائجه الإيجابية. وفي سياق تقنية BIM، فإن هذه الخصائص تظهر بصورة واضحة؛ إذ توفر التقنية مزايا عديدة تشمل تحسين جودة التصميم، وتقليل

الأخطاء الهندسية، وتعزيز التنسيق بين مختلف الأطراف، وخفض التكاليف، وتقليل مدة تنفيذ المشاريع، مما يزيد من قناعة المؤسسات بأهمية الاستثمار في هذه التقنية واعتمادها ضمن أنظمة إدارة المشاريع.

وتوضح النظرية أن عملية تبني الابتكار تمر بعدة مراحل متتابعة تبدأ بمرحلة المعرفة، حيث تتعرف المنظمة على التقنية وإمكاناتها، ثم مرحلة الإقناع التي يتم فيها تكوين اتجاهات إيجابية أو سلبية نحو الابتكار، تليها مرحلة اتخاذ القرار المتعلقة بقبول التقنية أو رفضها، ثم مرحلة التنفيذ التي يتم فيها تطبيق الابتكار فعليًا داخل بيئة العمل، وأخيرًا مرحلة التأكيد التي يتم خلالها تقييم نتائج التطبيق ومدى تحقيقه للفوائد المتوقعة. ويمكن إسقاط هذه المراحل على تطبيق تقنية BIM في قطاع التشييد، حيث تبدأ الشركات بالتعرف على التقنية من خلال المؤتمرات أو البرامج التدريبية أو التجارب السابقة، ثم تقوم بدراسة جدوى تطبيقها، وبعد اتخاذ قرار تبني تبدأ بتنفيذها في المشاريع المختلفة، وصولًا إلى تقييم أثرها على الأداء والكفاءة وتحقيق التحسين المستمر.

كما تشير النظرية إلى أن نجاح الابتكار يعتمد على قنوات الاتصال الفعالة بين الأفراد والمنظمات، حيث تلعب المعرفة ونقل الخبرات والتدريب دورًا محوريًا في تسريع عملية تبني التقنية. ويكتسب هذا الجانب أهمية كبيرة في قطاع التشييد؛ إذ يعتمد نجاح تطبيق BIM على وجود تواصل مستمر بين المالك والاستشاري والمقاول والمهندسين والمصممين ومديري المشاريع، إضافة إلى توفر بيئة تنظيمية داعمة وثقافة مؤسسية تشجع على الابتكار والتعلم المستمر. ومن ثم فإن المؤسسات التي تستثمر في تدريب كوادرها وتطوير قدراتهم الرقمية تكون أكثر قدرة على الاستفادة من الإمكانيات الكاملة لتقنية BIM وتحقيق نتائج أفضل في إدارة مشاريعها.

ومن المبادئ الأساسية التي تؤكدتها نظرية انتشار الابتكار أن المؤسسات تختلف في سرعة تبنيها للتقنيات الحديثة، حيث تصنفها إلى فئات تشمل المبكرين، والمتبنيين الأوائل، والأغلبية المبكرة، والأغلبية المتأخرة، والمتأخرين في التبني. ويظهر هذا التصنيف بوضوح في قطاع التشييد، حيث بادرت بعض الشركات الكبرى إلى تطبيق تقنية BIM في مراحل مبكرة، مدفوعة برغبتها في تعزيز قدرتها التنافسية وتحسين جودة مشاريعها، بينما ما تزال شركات أخرى في مرحلة التجربة أو التقييم نتيجة لارتفاع تكاليف التطبيق أو نقص الخبرات أو مقاومة التغيير. ويتيح هذا التصنيف تفسير الفروق بين المؤسسات في مستويات الاستفادة من التقنية وانعكاسها على كفاءة إدارة المشاريع.

وتنسجم النظرية كذلك مع أهداف التحول الرقمي في قطاع البناء والتشييد، إذ تؤكد أن تبني الابتكارات التقنية يؤدي إلى تحسين الكفاءة التشغيلية وتعزيز القدرة على اتخاذ القرارات المبنية على البيانات. وفي حالة تقنية BIM، يتم ذلك من خلال توفير نموذج

رقعي موحد للمشروع يحتوي على جميع البيانات الهندسية والفنية والمالية والزمنية، مما يساهم في تحسين التخطيط، وتعزيز التنسيق، والكشف المبكر عن التعارضات التصميمية، وإدارة الموارد بكفاءة أعلى، وتقليل الهدر، ورفع جودة التنفيذ، الأمر الذي ينعكس بصورة مباشرة على نجاح إدارة المشاريع وتحقيق أهدافها ضمن الوقت المحدد والميزانية المعتمدة.

وتوفر نظرية انتشار الابتكار تفسيراً منطقياً للعلاقة بين المتغيرات التي تتناولها الدراسة، حيث يمثل تطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) المتغير المستقل الذي يعكس مستوى تبني الابتكار داخل شركات التشييد، بينما تمثل كفاءة إدارة المشاريع المتغير التابع الذي يعبر عن النتائج التنظيمية والتشغيلية المترتبة على هذا التبني. ووفقاً للنظرية، فإن زيادة مستوى تبني الابتكار وتحسين جودة تطبيقه يؤديان إلى تحسين الأداء المؤسسي ورفع كفاءة العمليات الإدارية والفنية، وهو ما تتوقع الدراسة التحقق منه ميدانياً من خلال تحليل استجابات أفراد العينة.

وتبرز أهمية هذه النظرية أيضاً في قدرتها على تفسير أثر العوامل التنظيمية والبشرية والتقنية في نجاح تطبيق BIM، حيث تؤكد أن الابتكار لا يحقق أهدافه بمجرد اقتناء التكنولوجيا، وإنما يتطلب تهيئة البيئة التنظيمية المناسبة، ودعم الإدارة العليا، وتوفير التدريب المستمر، وتطوير البنية التحتية الرقمية، وتعزيز التعاون بين جميع أصحاب المصلحة. ولذلك فإن نجاح تطبيق تقنية BIM يمثل عملية تحول مؤسسي متكاملة تشمل الأفراد والعمليات والتكنولوجيا معاً، وليس مجرد استخدام برنامج حاسوبي متطور.

تشكل نظرية انتشار الابتكار (Diffusion of Innovation Theory) الأساس العلمي الأكثر ملاءمة لهذه الدراسة؛ لأنها تقدم إطاراً نظرياً يفسر كيفية تبني تقنية نمذجة معلومات البناء داخل شركات التشييد، والعوامل المؤثرة في نجاح تطبيقها، والآليات التي تساهم من خلالها في تحسين كفاءة إدارة المشاريع. كما تساعد هذه النظرية في تفسير النتائج التي ستتوصل إليها الدراسة وربطها بالأدبيات السابقة، بما يعزز من القوة التفسيرية للبحث ويدعم بناء توصيات علمية وعملية تساهم في توسيع استخدام تقنية BIM في قطاع التشييد، بما يحقق مستويات أعلى من الكفاءة والجودة والاستدامة في إدارة المشاريع.

الفصل الثاني

الدراسات السابقة

المقدمة

يمثل الفصل الثاني الركيزة العلمية التي يستند إليها البحث في بناء الأساس الفكري والمعرفي للدراسة، إذ يُعد الحلقة التي تربط بين المشكلة البحثية والأدوات التطبيقية التي سيتم استخدامها لاحقًا للتحقق من أهداف الدراسة والإجابة عن تساؤلاتها. وتكمن أهمية هذا الفصل في أنه يقدم للقارئ تصورًا علميًا متكاملًا حول موضوع الدراسة من خلال استعراض الأدبيات العلمية والنظريات ذات العلاقة، بما يساهم في تكوين فهم عميق لطبيعة الظاهرة المدروسة، ويتيح تفسير العلاقات المتوقعة بين عناصرها بصورة علمية ومنهجية. كما يهدف هذا الفصل إلى إرساء الأسس النظرية التي تساعد في بناء النموذج المفاهيمي للدراسة، بما يعزز من سلامة تصميمها ويمنحها إطارًا علميًا متماسكًا يمكن الاستناد إليه عند تحليل النتائج ومناقشتها.

ويكتسب هذا الفصل أهمية خاصة في الدراسات التي تتناول تطبيق التقنيات الرقمية الحديثة في قطاع التشييد، وذلك نظرًا لما يشهده هذا القطاع من تطورات متسارعة فرضت الحاجة إلى مراجعة مستمرة للأطر النظرية والاتجاهات البحثية الحديثة. ومن هذا المنطلق، يركز الفصل على تقديم معالجة علمية شاملة للأدبيات ذات الصلة بموضوع الدراسة، مع الاستفادة من نتائج البحوث السابقة في توضيح الاتجاهات العامة التي تناولت تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) وأثرها في تحسين أداء المؤسسات وإدارة المشاريع. كما يبرز أهمية تحليل الإنتاج العلمي السابق لاستخلاص أبرز النتائج التي توصلت إليها الدراسات المختلفة، والكشف عن الجوانب التي ما تزال بحاجة إلى مزيد من البحث، الأمر الذي يساهم في تبرير الحاجة إلى إجراء الدراسة الحالية ويؤكد أصالتها وإسهامها العلمي.

كما يسعى هذا الفصل إلى بناء قاعدة معرفية قوية تساعد في تفسير العلاقات العلمية بين عناصر الدراسة، من خلال الاعتماد على النظريات العلمية والنماذج الفكرية الحديثة التي تناولت تبني التقنيات الرقمية وإدارة المشاريع، بما يضمن تفسيرًا علميًا للعلاقات المتوقعة بين متغيرات الدراسة. ويساهم ذلك في صياغة الفرضيات بصورة منطقية تستند إلى أدلة علمية، ويعزز من موثوقية النتائج التي سيتم التوصل إليها لاحقًا. إضافة إلى ذلك، فإن هذا الفصل يوضح أوجه الاتفاق والاختلاف بين الدراسات السابقة، ويبرز موقع الدراسة الحالية ضمن السياق العلمي، بما يساعد على تحديد القيمة المضافة التي تقدمها في مجال إدارة مشاريع التشييد.

يمثل الفصل الثاني المرجع العلمي الذي تعتمد عليه بقية فصول الدراسة، حيث يوفر الخلفية النظرية اللازمة لفهم النتائج التطبيقية وربطها بالأدبيات السابقة، الأمر الذي يعزز من موضوعية التفسير العلمي للنتائج. كما يساهم في توجيه الباحث نحو اختيار الأساليب المناسبة للدراسة الميدانية، وبناء أداة القياس بصورة تعكس المفاهيم العلمية المرتبطة بموضوع البحث، بما

يحقّق التكامل بين الجانب النظري والجانب التطبيقي للدراسة. لذلك، فإن هذا الفصل يشكل الأساس الذي تُبنى عليه جميع مراحل البحث اللاحقة، ويضمن أن تكون الدراسة قائمة على إطار علمي متين ينسجم مع المعايير الأكاديمية الحديثة.

المتغير التابع والمستقل

تعتمد الدراسة الحالية على مجموعة من المتغيرات التي تمثل الإطار المفاهيمي للعلاقات المراد اختبارها ميدانيًا، حيث تتكون من متغير تابع يعكس النتيجة المستهدفة من الدراسة، وثلاثة متغيرات مستقلة تمثل العوامل التي يُتوقع أن تؤثر في هذه النتيجة. وقد تم اختيار هذه المتغيرات استنادًا إلى الأدبيات العلمية الحديثة في مجال إدارة المشاريع وتقنيات البناء الرقمية، وبما يتوافق مع طبيعة قطاع التشييد والتطورات التي يشهدها في ظل التحول الرقمي. ويتيح تحديد هذه المتغيرات بصورة واضحة بناء نموذج بحثي متكامل يمكن من خلاله تفسير أثر تطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) في رفع كفاءة إدارة المشاريع، واختبار طبيعة العلاقات الإحصائية بينها بطريقة علمية ومنهجية.

أولاً: المتغير التابع: كفاءة إدارة المشاريع في قطاع التشييد

تمثل كفاءة إدارة المشاريع في قطاع التشييد المتغير التابع في هذه الدراسة، وهو المتغير الذي تسعى الدراسة إلى تفسيره من خلال قياس مدى تأثره بتطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) ويُقصد بكفاءة إدارة المشاريع قدرة المؤسسة على تخطيط وتنفيذ ومراقبة وإنهاء المشاريع الإنشائية بصورة تحقق أهداف المشروع ضمن الإطار الزمني المحدد، والميزانية المعتمدة، ومستوى الجودة المطلوب، مع الاستخدام الأمثل للموارد البشرية والمالية والتقنية، والقدرة على إدارة المخاطر والتغيرات التي قد تطرأ أثناء تنفيذ المشروع.

وتشكل كفاءة إدارة المشاريع من أهم مؤشرات نجاح المؤسسات العاملة في قطاع التشييد، إذ ترتبط بصورة مباشرة بمستوى الأداء المؤسسي، ورضا العملاء، وتحقيق الميزة التنافسية، والاستغلال الأمثل للموارد. كما تعكس قدرة المؤسسة على تحقيق التكامل بين مختلف العمليات الإدارية والهندسية، بدءًا من مرحلة التصميم وحتى مرحلة التسليم النهائي للمشروع. وقد أصبح تحسين كفاءة إدارة المشاريع أحد الأهداف الرئيسية لمؤسسات التشييد الحديثة، خصوصًا في ظل ازدياد تعقيد المشاريع وتعدد الأطراف المشاركة فيها، الأمر الذي يتطلب الاعتماد على أدوات وتقنيات رقمية متقدمة تدعم عملية الإدارة واتخاذ القرار.

وتتجسد كفاءة إدارة المشاريع في مجموعة من المؤشرات العملية، مثل الالتزام بالجدول الزمني، والحد من تجاوزات التكاليف، وتحسين جودة التنفيذ، وتقليل الأخطاء وإعادة العمل، وتعزيز كفاءة استخدام الموارد، وسرعة اتخاذ القرارات، وتحسين إدارة المخاطر، ورفع مستوى التعاون بين جميع المشاركين في المشروع. ولذلك فإن هذا المتغير يمثل المعيار النهائي الذي يمكن من خلاله تقييم مدى نجاح تطبيق تقنية BIM في تطوير إدارة مشاريع التشييد.

ثانياً: المتغير المستقل الأول: مستوى تطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM)

يمثل مستوى تطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) أحد أهم المتغيرات المستقلة في الدراسة، ويشير إلى درجة استخدام المؤسسات العاملة في قطاع التشييد لهذه التقنية في مختلف مراحل دورة حياة المشروع، ابتداءً من التصميم والتخطيط، مروراً بالتنفيذ، وانتهاءً بالتشغيل والصيانة. ويقاس هذا المتغير من خلال مدى اعتماد المؤسسة على برامج BIM، ومستوى استخدام النماذج الرقمية ثلاثية الأبعاد، وتوظيف قواعد البيانات الذكية، والاستفادة من إمكانيات التقنية في التخطيط وإدارة الوقت والتكاليف والجودة.

وتعد تقنية BIM من أبرز الابتكارات التي أحدثت تحولاً جذرياً في صناعة البناء، إذ تعتمد على إنشاء نموذج رقمي متكامل يحتوي على جميع المعلومات الهندسية والفنية والإدارية الخاصة بالمشروع، بما يسمح لجميع الأطراف بالعمل على قاعدة بيانات موحدة يتم تحديثها بصورة مستمرة. ويسهم ذلك في رفع مستوى الدقة، وتقليل الأخطاء، وتحسين جودة التصميم، وتعزيز سرعة اتخاذ القرار.

كما أن ارتفاع مستوى تطبيق تقنية BIM داخل المؤسسة يعكس نضجها الرقمي واستعدادها للاستفادة من التقنيات الحديثة في إدارة مشاريعها، الأمر الذي يؤدي إلى تحسين التخطيط، وتقليل التعارضات الهندسية، ورفع كفاءة متابعة الأعمال، وتحسين استخدام الموارد. ولذلك يُتوقع أن يسهم ارتفاع مستوى تطبيق التقنية في تحقيق مستويات أعلى من كفاءة إدارة المشاريع داخل قطاع التشييد.

ثالثاً: المتغير المستقل الثاني: تكامل المعلومات والتنسيق بين أطراف المشروع باستخدام BIM

يتمثل المتغير المستقل الثاني في تكامل المعلومات والتنسيق بين أطراف المشروع باستخدام BIM، ويقصد به مدى قدرة تقنية نمذجة معلومات البناء على توفير بيئة رقمية موحدة تسمح بتبادل المعلومات بين جميع الجهات المشاركة في المشروع، بما يشمل المالك، والاستشاري، والمقاول، والمهندسين، والموردين، ومديري المشاريع، بصورة فورية ودقيقة تضمن توحيد البيانات وتقليل تضارب المعلومات.

ويعد تكامل المعلومات أحد أهم المزايا الاستراتيجية لتقنية BIM، حيث تتيح إنشاء قاعدة بيانات مركزية تحتوي على جميع تفاصيل المشروع، مع إمكانية تحديثها باستمرار وإتاحة الوصول إليها لجميع الأطراف وفقاً لصلاحيات محددة. ويسهم ذلك في

تعزيز التعاون بين فرق العمل، وتقليل أخطاء الاتصال، وتسريع تبادل المعلومات، والكشف المبكر عن التعارضات التصميمية، وتحسين التنسيق بين مختلف التخصصات الهندسية قبل بدء التنفيذ.

كما يؤدي ارتفاع مستوى التنسيق باستخدام BIM إلى تحسين جودة القرارات الإدارية والهندسية، والحد من النزاعات بين الأطراف، وتقليل التعديلات أثناء التنفيذ، وخفض الهدر في الوقت والتكاليف. ويُنظر إلى هذا المتغير باعتباره أحد العوامل الأساسية التي تسهم في رفع كفاءة إدارة المشاريع، لأن نجاح المشروع يعتمد بدرجة كبيرة على جودة التواصل والتكامل بين جميع المشاركين فيه.

رابعاً: المتغير المستقل الثالث: دعم الإدارة والتأهيل لاستخدام تقنية BIM

يمثل دعم الإدارة والتأهيل لاستخدام تقنية BIM المتغير المستقل الثالث في الدراسة، ويشير إلى مدى التزام الإدارة العليا بتوفير البيئة التنظيمية والتقنية والبشرية اللازمة لتطبيق تقنية BIM داخل المؤسسة، من خلال تقديم الدعم المالي والإداري، وتطوير البنية التحتية الرقمية، وتشجيع العاملين على استخدام التقنية، وتوفير البرامج التدريبية المستمرة التي تسهم في تنمية مهاراتهم وقدراتهم على التعامل مع تطبيقات نمذجة معلومات البناء.

ويُعد دعم الإدارة العليا من أهم العوامل المؤثرة في نجاح تطبيق أي تقنية حديثة داخل المؤسسات، إذ يسهم في تقليل مقاومة التغيير، وتحفيز الموظفين على تبني الابتكار، وتوفير الموارد اللازمة لتنفيذ خطط التحول الرقمي. كما أن التدريب المستمر يضمن رفع كفاءة العاملين في استخدام برامج BIM، ويزيد من قدرتهم على توظيف إمكاناتها بصورة فعالة في مختلف مراحل المشروع. وتؤكد العديد من الدراسات أن المؤسسات التي تتمتع بقيادة داعمة وثقافة تنظيمية تشجع الابتكار والتعلم المستمر تحقق معدلات أعلى من النجاح في تطبيق BIM مقارنة بالمؤسسات التي تفتقر إلى هذا الدعم. ولذلك يُتوقع أن يكون لهذا المتغير أثر مباشر وإيجابي في تعزيز كفاءة إدارة المشاريع، من خلال تحسين مستوى استخدام التقنية، وزيادة فاعلية التعاون، ورفع جودة الأداء المؤسسي.

العلاقة بين المتغيرات

تنطلق الدراسة الحالية من افتراض علمي مفاده أن كفاءة إدارة المشاريع في قطاع التشييد تتأثر بدرجة كبيرة بمستوى تبني المؤسسات لتقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) وبالبيئة التنظيمية الداعمة لتطبيقها. فكلما ارتفع مستوى تطبيق تقنية BIM داخل المؤسسة، زادت قدرتها على تحسين التخطيط، وتقليل الأخطاء، وتعزيز الرقابة على المشروع، مما ينعكس إيجاباً على

كفاءة إدارة المشاريع. كما أن تكامل المعلومات والتنسيق بين أطراف المشروع باستخدام BIM يساهم في تحسين تدفق البيانات، وتقليل التعارضات، وتعزيز سرعة اتخاذ القرار، وهو ما يؤدي إلى رفع مستوى الأداء وتحقيق أهداف المشروع بكفاءة أكبر. إضافة إلى ذلك، فإن دعم الإدارة والتأهيل لاستخدام تقنية BIM يمثل عاملاً محورياً في نجاح التطبيق، لأنه يوفر الموارد اللازمة، ويعزز مهارات العاملين، ويشجع على تبني الابتكار، الأمر الذي يزيد من فعالية استخدام التقنية ويعظم أثرها الإيجابي.

وبناءً على ذلك، تفترض الدراسة وجود علاقة تأثير إيجابية ذات دلالة إحصائية بين المتغيرات المستقلة الثلاثة، وهي: مستوى تطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM)، وتكامل المعلومات والتنسيق بين أطراف المشروع باستخدام BIM، ودعم الإدارة والتأهيل لاستخدام تقنية BIM، وبين المتغير التابع المتمثل في كفاءة إدارة المشاريع في قطاع التشييد، بحيث يؤدي تحسن هذه المتغيرات المستقلة إلى تعزيز كفاءة إدارة المشاريع وتحقيق مستويات أعلى من الجودة، والالتزام بالوقت والتكلفة، والاستخدام الأمثل للموارد، وزيادة فرص نجاح المشاريع الإنشائية.

الدراسات السابقة

الدراسات العربية

١. دراسة (زينو، الحسين ٢٠٢٥) بعنوان "تحليل تأثير تطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) على زيادة كفاءة الإشراف الهندسي في سوريا" هدفت الدراسة إلى قياس تأثير تطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) في تحسين كفاءة الإشراف الهندسي بقطاع التشييد في سوريا من خلال تحسين جودة المعلومات، وتعزيز التنسيق بين التخصصات، وضبط الجدولة الزمنية وتقليل الأخطاء وإعادة العمل. اعتمدت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي باستخدام استبانة مكونة من (٢٤) معياراً وُضعت على (٩٠) مهندساً ومشرفاً في القطاعين العام والخاص، وأظهرت النتائج ارتفاع موثوقية أداة الدراسة. وتوصلت الدراسة إلى أن تطبيق BIM يساهم في تحسين دقة المعلومات، والاكتشاف المبكر للتعارضات، وتحسين متابعة تقدم المشاريع، مما يؤدي إلى وفورات زمنية ومالية ملموسة. كما أبرزت النتائج وجود معوقات للتطبيق تمثلت في ضعف البنية الرقمية، ونقص الكفاءات المتخصصة، وغياب السياسات الداعمة والتدريب الأكاديمي. وأوصت الدراسة بضرورة تبني سياسات حكومية ملزمة، وتفعيل بيئات البيانات المشتركة، وتنفيذ برامج تدريبية متخصصة، وإدماج BIM في المناهج التعليمية لتعزيز التحول نحو الإشراف الرقمي في مشاريع التشييد.

٢. دراسة (جروان، ايمان عبدالله، ٢٠٢٣) بعنوان "فاعلية تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) في تحسين تخطيط موقع التشييد باستخدام منهجية التفكير التصميمي"، وهدفت الدراسة إلى التعرف على مدى فاعلية استخدام تقنية BIM في تحسين تخطيط موقع التشييد والحد من المشكلات الناتجة عن سوء التخطيط، باعتبار أن التخطيط غير السليم للموقع يعد أحد أسباب انحراف المشاريع عن أهدافها وظهور المخاطر والصراعات داخل موقع العمل. واتبعت الدراسة المنهج الوصفي لدراسة فوائد استخدام BIM في تخطيط الموقع، كما اعتمدت المنهج التجريبي لتطبيق منهجية التفكير التصميمي على إحدى الشركات الهندسية، واستخدمت المقابلات الشخصية كأداة رئيسية لجمع البيانات المتعلقة بمتطلبات العملاء والعاملين في موقع التشييد. وتوصلت الدراسة إلى أن تطبيق تقنية BIM يسهم في الحد من المشكلات الناتجة عن سوء تخطيط الموقع، وذلك من خلال قدرته على كشف التعارضات المكانية والمخاطر المتوقعة، وتوفير تصور واضح ومحاكاة واقعية لمختلف عناصر الموقع، إضافة إلى تحسين تقدير الكميات والتخطيط الفعال للموارد ومواكبة التغيرات خلال مراحل المشروع، مما يؤدي إلى تقليل تجاوزات التكلفة والزمن وتحسين جودة التنفيذ وتقليل المخاطر في موقع التشييد. وأوصت الدراسة بضرورة اعتماد تقنية BIM كبديل للطرق التقليدية في تخطيط مواقع التشييد، وتعزيز إشراك المقاولين في مراحل التخطيط المبكرة، وتطبيق منهجيات حديثة مثل التفكير التصميمي لتحسين كفاءة إدارة مواقع المشاريع.

٣. دراسة (حيدر، سالي عبدالرحمن ٢٠٢٣) بعنوان "تطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) في تصميم المدن المستدامة" وهدفت الدراسة إلى التعرف على دور تقنية نمذجة معلومات البناء في دعم تصميم المدن المستدامة وتحسين كفاءة التخطيط العمراني من خلال توظيف التكنولوجيا الحديثة. واتبعت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي من خلال استعراض مفهوم BIM وتطبيقاته وأبعاده، إضافة إلى تحليل مفهوم المدن المستدامة ومراحل المشروع المستدام، كما تضمنت الدراسة مقارنة تطبيقية بين مدينتي مصدر وماروتا سبتي لبيان أثر استخدام التقنية في التخطيط والتصميم وتوصلت الدراسة إلى أن تطبيق BIM يسهم في تحسين كفاءة تصميم المدن المستدامة من خلال تعزيز استهلاك الطاقة بكفاءة أعلى، وتحسين جودة البيئة الداخلية، ودعم التعاون والتكامل بين الجهات المشاركة في المشروع، مما ينعكس إيجاباً على جودة التخطيط والتنفيذ. وأوصت الدراسة بضرورة تعزيز استخدام BIM في مشاريع التخطيط العمراني المستدام، وتطوير آليات التعاون بين الأطراف المعنية لتحقيق أهداف الاستدامة.

٤. دراسة (الغريز، محسن سعود ٢٠٢٠) بعنوان "معوقات استخدام تكنولوجيا نمذجة معلومات البناء (BIM) بقطاع الإنشاءات بدولة الكويت" هدفت الدراسة إلى قياس مستوى الوعي بتكنولوجيا BIM وتحديد أهم تطبيقاتها

ومعوقات استخدامها في قطاع الإنشاءات بالكويت باستخدام استبانة بثلاثة محاور. أظهرت النتائج ضعف الوعي والمعرفة بالتكنولوجيا رغم أهميتها في التخطيط والمحاكاة والتنسيق والتحكم في تكاليف المشاريع. كما تمثلت أبرز المعوقات في نقص الخبرة وغياب التشريعات الملزمة. وأوصت الدراسة بتكثيف التدريب، وإدراج BIM في البرامج الأكاديمية، وتعزيز التوعية المهنية، وإصدار لوائح حكومية تلزم باستخدامها في المشاريع الكبرى.

الدراسات الإنجليزية

١. دراسة (Datta et al., ٢٠٢٣) بعنوان "Investigation on the effectiveness of using Building Information Modeling (BIM) tools In project management: a case study"

وهدفت الدراسة إلى تقييم فاعلية استخدام أدوات نمذجة معلومات البناء (BIM) في إدارة المشاريع خلال دورة حياة المشروع في قطاع التشييد في بنغلاديش. واتبعت الدراسة منهج دراسة الحالة، حيث تم إنشاء نموذج ثلاثي الأبعاد (D3) لمبنى سكني مكون من ثلاثة طوابق، مع دمج بيانات المشروع المتعلقة بالمواد والجدول الزمني والتكلفة، كما تم تحليل تطبيقات BIM في كشف التعارضات والتحليل الإنشائي والجدولة الزمنية (D4) وتقدير التكلفة (D5) وتوصلت الدراسة إلى أن استخدام BIM يساهم في تحسين الأداء العام للمشروع، وتوفير تقديرات دقيقة للكميات، وتحسين الجدولة الزمنية، وتقليل عدم اليقين والأخطاء الإنشائية والتكاليف، إضافة إلى تعزيز التواصل بين أطراف المشروع وتحسين إدارة الوقت. وأوصت الدراسة بتبني BIM كأداة فعالة لإدارة المشاريع متوسطة وكبيرة الحجم لما لها من دور في رفع الكفاءة وزيادة الربحية وتقليل الأخطاء في المشاريع الإنشائية.

٢. دراسة (Das et al., ٢٠٢٥) بعنوان "The impact of BIM on project time and cost: insights from case studies"

هدفت هذه الدراسة إلى تقييم أثر تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) على الأداء الزمني والتكلفة في مشاريع التشييد باستخدام دراسات حالة متعددة حول العالم، واتبعت الدراسة المنهج التحليلي المقارن، حيث تم تحليل نتائج عدد من المشاريع التي طبقت BIM، وتوصلت الدراسة إلى أن BIM يخفف بشكل ملحوظ مدة تنفيذ المشروع وتجاوزات التكلفة من خلال تحسين التنسيق والتكامل بين فرق المشروع، كما يعزز قدرة الفرق على اكتشاف التعارضات مبكرًا وتحسين التخطيط. وأوصت الدراسة بتبني BIM في جميع مراحل المشروع لتعزيز الكفاءة التشغيلية وتحقيق وفورات زمنية وتكلفة، إضافة إلى تشجيع دمج تقنيات الجدولة المتقدمة (D4) والتكلفة (D5) لتحسين الأداء العام.

٣. دراسة (Alojail, ٢٠٢٤) بعنوان "Exploring the adoption of building Information modelling"

تهدف هذه الدراسة إلى "technology using the TOE framework In the Saudi construction Industry" استكشاف العوامل المؤثرة في تبني تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) في قطاع التشييد في المملكة العربية السعودية بالاعتماد على إطار التكنولوجيا-المنظمة-البيئة (TOE). اعتمدت الدراسة المنهج التحليلي من خلال مراجعة الأدبيات السابقة المتعلقة بتطبيق BIM، إضافة إلى جمع البيانات من العاملين في قطاع البناء لتحليل العوامل التقنية والتنظيمية والبيئية التي تؤثر في تبني هذه التقنية داخل المؤسسات الإنشائية. وأظهرت نتائج الدراسة أن تبني تقنية BIM يتأثر بعدة عوامل رئيسية، من أبرزها توافر البنية التكنولوجية، ودعم الإدارة العليا، ومستوى الخبرة والتدريب لدى العاملين، إضافة إلى تأثير البيئة التنظيمية والتشريعات الحكومية في تشجيع استخدام التكنولوجيا الحديثة في قطاع التشييد. كما أشارت النتائج إلى أن تطبيق BIM يمكن أن يساهم في تحسين كفاءة إدارة المشاريع الإنشائية وتعزيز التنسيق بين الأطراف المختلفة للمشروع. وأوصت الدراسة بضرورة تطوير السياسات التنظيمية الداعمة لتطبيق BIM، وتعزيز برامج التدريب والتأهيل المهني، وتشجيع المؤسسات الإنشائية على تبني التحول الرقمي في إدارة المشاريع.

٤. دراسة (Hamad Almujiabah, ٢٠٢٣) بعنوان "Assessment of building Information modeling (BIM) as"

a time and cost-saving construction 'management tool: Evidence from two-story villas in Jeddah

هدفت هذه الدراسة إلى تقييم فاعلية تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) كأداة لإدارة مشاريع التشييد من حيث تقليل الوقت والتكلفة في مشاريع الفلل السكنية بمدينة جدة في المملكة العربية السعودية. اعتمدت الدراسة المنهج الكمي من خلال دراسة حالة لمشروع تطوير سكني حديث، حيث تم تحديد (٢٨) معياراً لنجاح تطبيق تقنية BIM بعد مراجعة الأدبيات السابقة، وتم التحقق منها بواسطة لجنة خبراء مكونة من (١٨) متخصصاً في قطاع التشييد استخدمت الدراسة تحليل العوامل الاستكشافي (EFA) لتحليل بيانات دراسة استطلاعية شملت (١٣٢) مشاركاً، ثم جرى تحليل بيانات الاستبانة الرئيسية التي شارك فيها (٢١٢) فرداً باستخدام نمذجة المعادلات الهيكلية (SEM). وأظهرت النتائج أن تطبيق تقنية BIM أسهم بشكل ملحوظ في تحسين إدارة المشروع من حيث خفض التكاليف، وتقليل مدة التنفيذ، ورفع جودة البناء، وتعزيز السلامة والكفاءة التشغيلية، إضافة إلى تحسين الأثر البيئي للمشاريع السكنية كما قدمت الدراسة دلالات إدارية مهمة لمديري المشاريع، مع الإشارة إلى حدود الدراسة واقتراح مجالات بحثية مستقبلية، مؤكدة أن تقنية BIM تمثل أداة فعالة يمكن لمختصي البناء الاستفادة منها لتحقيق إدارة أكثر كفاءة واستدامة للمشاريع السكنية.

٥. دراسة (Pai & Shriwas ٢٠٢٠) بعنوان **Time and Cost Planning of a Housing Construction Project**

Using Building Information Modelling هدفت هذه الدراسة إلى تحليل أثر تطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) في التخطيط الزمني وإدارة التكلفة في مشروع سكني. واتبعت الدراسة المنهج التطبيقي التحليلي من خلال دراسة حالة عملية لمشروع الإسكان، حيث ركزت على قياس تأثير BIM على تحسين الجدولة، تقليل تجاوزات التكلفة، وتعزيز التنسيق بين فرق المشروع. أظهرت نتائج الدراسة أن تطبيق BIM ساهم بشكل ملحوظ في تحسين التخطيط وتقليل الانحرافات في الوقت والتكلفة، كما أدى إلى تقليل المخاطر التشغيلية وزيادة كفاءة التواصل بين الأطراف المختلفة في المشروع. وأوصت الدراسة بضرورة تطبيق تقنية BIM في مشاريع الإسكان لتعزيز فعالية إدارة المشاريع، وتحسين جودة التنفيذ، وتحقيق وفورات زمنية ومالية، مع تشجيع استخدام أدوات التحليل المرتبطة بالجدولة والتكلفة لضمان إدارة مشاريع أكثر كفاءة واستدامة

٦. دراسة (Alshdiefat, ٢٠١٨) بعنوان **Developing an assessment model for the adoption of Building**

Information Modelling to reduce the cost of change orders In the Jordanian construction

Industry هدفت هذه الدراسة إلى تطوير نموذج لتقييم تبني تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) بهدف تقليل تكاليف أوامر التغيير في مشاريع التشييد في قطاع البناء في الأردن. اعتمدت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي مع استخدام دراسة حالة واستبانة موجهة إلى عدد من المهندسين ومديري المشاريع العاملين في قطاع التشييد، وذلك لتحليل العوامل المؤثرة في تبني تقنية BIM وتحديد مدى تأثيرها في الحد من أوامر التغيير أثناء تنفيذ المشاريع. وتوصلت الدراسة إلى أن تطبيق تقنية BIM يساهم في تقليل أوامر التغيير الناتجة عن الأخطاء التصميمية وضعف التنسيق بين التخصصات المختلفة، كما يساعد على تحسين دقة المعلومات وتسهيل التعاون بين أطراف المشروع، الأمر الذي يؤدي إلى تقليل التكاليف وتحسين كفاءة إدارة المشاريع الإنشائية. وأوصت الدراسة بضرورة تبني تقنية BIM بشكل أوسع في قطاع التشييد في الأردن، وتطوير سياسات وإجراءات داعمة لتطبيقها، إضافة إلى تعزيز التدريب وبناء القدرات لدى العاملين في المجال الهندسي.

٧. دراسة (Lam, ٢٠١٧) بعنوان **A web-based Decision Support System (DSS) to assist SMEs to broker**

risks and rewards for BIM adoption هدفت هذه الدراسة إلى تطوير نظام دعم قرار إلكتروني (DSS) لمساعدة الشركات الصغيرة والمتوسطة في قطاع التشييد على تقييم المخاطر والعوائد المرتبطة بتبني تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM). اعتمدت الدراسة المنهج التطبيقي من خلال تصميم وتطوير نظام إلكتروني يعتمد على الويب لدعم

عملية اتخاذ القرار لدى المؤسسات الإنشائية فيما يتعلق بتبني تقنية BIM، كما شملت الدراسة تحليل العوامل التي تؤثر في تبني التقنية مثل التكاليف، والمخاطر المحتملة، والفوائد المتوقعة من استخدامها في إدارة المشاريع. وتوصلت الدراسة إلى أن استخدام نظام دعم القرار يساعد الشركات الصغيرة والمتوسطة على فهم أفضل لمزايا وتحديات تطبيق BIM، كما يساهم في تقليل المخاطر المرتبطة بتبني التقنية وتعزيز فرص الاستفادة منها في تحسين التنسيق بين أطراف المشروع ورفع كفاءة إدارة المشاريع الإنشائية. وأوصت الدراسة بضرورة تطوير أدوات وأنظمة دعم قرار تساعد المؤسسات الإنشائية على تقييم جدوى تطبيق تقنية BIM، إضافة إلى تعزيز التدريب ونشر الوعي بأهمية التحول الرقمي في قطاع التشييد.

٨. دراسة (Skiba, ٢٠١٧) بعنوان "Cost of Using Building Information Modeling (BIM) in Retrofit Projects"

هدفت هذه الدراسة إلى تحليل تكلفة استخدام تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) في مشاريع إعادة تأهيل وتحديث المباني (Retrofit Projects)، مع تقييم مدى جدوى استخدامها من الناحية الاقتصادية في إدارة هذه المشاريع. اعتمدت الدراسة المنهج التحليلي من خلال دراسة حالة لمشاريع إعادة تأهيل المباني، إضافة إلى تحليل بيانات التكاليف المرتبطة بتطبيق تقنية BIM مقارنة بالأساليب التقليدية المستخدمة في إدارة المشاريع. وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن استخدام تقنية BIM يساهم في تحسين دقة التخطيط والتنسيق بين التخصصات المختلفة، كما يساعد على تقليل الأخطاء التصميمية وإعادة العمل أثناء التنفيذ، مما يؤدي إلى تقليل التكاليف الكلية للمشروع على المدى الطويل رغم ارتفاع تكاليف التطبيق الأولية. وأوصت الدراسة بضرورة تبني تقنية BIM في مشاريع إعادة تأهيل المباني لما لها من دور في تحسين كفاءة إدارة المشاريع وتقليل المخاطر والتكاليف المرتبطة بالتغييرات أثناء التنفيذ.

الإطار النظري للدراسة

يمثل الإطار النظري أحد أهم المرتكزات العلمية في الدراسات الأكاديمية، إذ يوفر الأساس المعرفي الذي تُبنى عليه الدراسة، ويحدد المفاهيم الرئيسة والعلاقات المتوقعة بين متغيراتها، بما يساهم في تفسير الظاهرة محل البحث بصورة علمية ومنهجية. وفي الدراسة الحالية التي تحمل عنوان "تأثير تطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) على كفاءة إدارة المشاريع في قطاع التشييد"، يستند الإطار النظري إلى الأدبيات الحديثة في مجالات إدارة المشاريع، والتحول الرقمي، ونظم المعلومات الهندسية، وتقنيات البناء الذكية، بهدف توضيح الكيفية التي يمكن من خلالها لتقنية نمذجة معلومات البناء أن تُحدث تحولاً نوعياً في أساليب إدارة المشاريع الإنشائية، وترفع من كفاءة الأداء المؤسسي، وتحسن جودة مخرجات المشاريع.

ويهدف هذا الإطار إلى تقديم رؤية علمية متكاملة حول المفاهيم الرئيسة للدراسة، وتحليل أبعادها المختلفة، واستعراض أهم النظريات والاتجاهات الفكرية التي تناولت تطبيق تقنية BIM في قطاع التشييد، مع توضيح العلاقات المتوقعة بين المتغيرات المستقلة والمتغير التابع. كما يسهم في بناء الأساس العلمي الذي تستند إليه فرضيات الدراسة، ويوفر الخلفية اللازمة لتفسير النتائج التي سيتم التوصل إليها في الجانب التطبيقي.

أولاً: مفهوم تقنية نمذجة معلومات البناء (Building Information Modeling - BIM)

تُعد تقنية نمذجة معلومات البناء (Building Information Modeling - BIM) من أبرز الابتكارات الرقمية التي أحدثت تحولاً جذرياً في صناعة البناء والتشييد خلال العقود الأخيرة، حيث تجاوزت مفهوم الرسم الهندسي التقليدي إلى إنشاء نموذج رقمي ذكي يجمع جميع المعلومات المتعلقة بالمشروع في قاعدة بيانات واحدة متكاملة. ولا يقتصر هذا النموذج على تمثيل الشكل الهندسي للمبنى، وإنما يشمل البيانات الإنشائية والمعمارية والميكانيكية والكهربائية، إضافة إلى معلومات الوقت والتكلفة والمواد والصيانة والتشغيل، مما يتيح إدارة المشروع بكفاءة خلال جميع مراحل دورة حياته.

وتقوم فلسفة BIM على مبدأ التكامل بين المعلومات والعمليات، بحيث يتم إنشاء نموذج رقمي موحد يمكن لجميع الأطراف المشاركة في المشروع العمل عليه بصورة متزامنة، مع تحديث البيانات بشكل فوري كلما طرأت أي تعديلات على التصميم أو التنفيذ. ويساعد ذلك في الحد من تضارب المعلومات، وتقليل الأخطاء، وتعزيز التعاون بين مختلف التخصصات الهندسية، وتحسين جودة اتخاذ القرارات الإدارية والفنية.

وقد أصبحت تقنية BIM اليوم من أهم الأدوات الاستراتيجية التي تعتمد عليها الحكومات والشركات الكبرى في تنفيذ المشاريع الإنشائية الضخمة، لما توفره من إمكانيات كبيرة في رفع الإنتاجية، وتقليل الهدر، وتحسين الكفاءة التشغيلية، وتعزيز الاستدامة، الأمر الذي جعلها عنصراً أساسياً في برامج التحول الرقمي في قطاع التشييد على المستوى العالمي.

ثانياً: مفهوم كفاءة إدارة المشاريع في قطاع التشييد

تُعد كفاءة إدارة المشاريع من المؤشرات الأساسية التي تقيس قدرة المؤسسات على تنفيذ مشاريعها الإنشائية وفقاً للأهداف المخطط لها، مع تحقيق التوازن بين الوقت والتكلفة والجودة ونطاق العمل. وتشير الكفاءة إلى مدى نجاح الإدارة في استثمار الموارد المتاحة بطريقة تحقق أفضل النتائج الممكنة، مع تقليل الفاقد، وإدارة المخاطر، والاستجابة للتغيرات التي قد تواجه المشروع خلال مراحل التنفيذ المختلفة.

وتتميز إدارة المشاريع في قطاع التشييد بدرجة عالية من التعقيد نتيجة تعدد الجهات المشاركة، وكثرة الأعمال المتداخلة، وتغير المتطلبات الفنية والتنظيمية، الأمر الذي يجعل الحاجة إلى أنظمة معلومات متقدمة أمرًا ضروريًا لضمان نجاح المشروع. ومن هنا برزت أهمية تطبيق التقنيات الرقمية الحديثة، وعلى رأسها تقنية BIM، باعتبارها وسيلة فعالة لتحسين التخطيط، والرقابة، والتنسيق، وإدارة الموارد، ودعم اتخاذ القرار.

كما ترتبط كفاءة إدارة المشاريع بمجموعة من المؤشرات، من أهمها الالتزام بالبرنامج الزمني، وعدم تجاوز الميزانية، وتحقيق الجودة المطلوبة، وتقليل إعادة العمل، وتحسين الاتصال بين فرق المشروع، ورفع مستوى رضا أصحاب المصلحة، وهي جميعها مؤشرات تتأثر بدرجة كبيرة بمدى توظيف التكنولوجيا الحديثة في إدارة المشروع.

ثالثاً: أهمية تقنية BIM في قطاع التشييد

شهد قطاع التشييد خلال السنوات الأخيرة تحولاً رقمياً واسعاً نتيجة تزايد حجم المشاريع وتعقيدها، وارتفاع متطلبات الجودة والاستدامة، الأمر الذي أدى إلى الحاجة إلى حلول تقنية قادرة على إدارة هذا التعقيد بكفاءة. وتُعد تقنية BIM من أبرز هذه الحلول، إذ تسهم في تحويل المشروع من مجموعة من الرسومات المنفصلة إلى نموذج معلوماتي متكامل يجمع جميع البيانات المتعلقة بالمشروع في منصة واحدة.

وتبرز أهمية BIM في قدرتها على تحسين جودة التصميم من خلال اكتشاف التعارضات الهندسية قبل بدء التنفيذ، مما يقلل من احتمالية وقوع الأخطاء أثناء الإنشاء. كما تسهم في تحسين عمليات التخطيط والجدولة الزمنية، وربط الأنشطة التنفيذية بالمعلومات الرقمية، بما يساعد على متابعة تقدم المشروع بصورة دقيقة واتخاذ الإجراءات التصحيحية في الوقت المناسب.

كذلك تساعد التقنية في تحسين إدارة التكاليف من خلال توفير بيانات دقيقة حول الكميات والمواد، مما يسهم في إعداد تقديرات مالية أكثر دقة وتقليل الهدر الناتج عن الأخطاء أو التعديلات المتكررة. وإضافة إلى ذلك، فإنها تعزز من استدامة المشاريع عبر تحسين استخدام الموارد وتقليل المخلفات وتحقيق كفاءة أعلى في استهلاك الطاقة، وهو ما يتماشى مع التوجهات الحديثة نحو البناء المستدام والتنمية المستدامة.

رابعاً: تطبيقات تقنية BIM في إدارة المشاريع

تغطي تطبيقات تقنية BIM جميع مراحل دورة حياة المشروع، بدءاً من مرحلة الفكرة والتصميم، مروراً بالتنفيذ، ووصولاً إلى التشغيل والصيانة. ففي مرحلة التصميم، تساعد التقنية على إعداد نماذج ثلاثية الأبعاد دقيقة تسهم في تحسين جودة

التصميم واكتشاف المشكلات قبل التنفيذ. أما في مرحلة التنفيذ، فتوفر معلومات لحظية حول تقدم الأعمال، وتساعد في إدارة الوقت والتكاليف، وتسهل التنسيق بين الفرق المختلفة، مما يقلل من التأخير والأخطاء.

وفي مرحلة التشغيل والصيانة، يحتفظ نموذج BIM بجميع البيانات الخاصة بالمبنى، بما يشمل المعدات والأنظمة الفنية ومواعيد الصيانة الدورية، الأمر الذي يساعد في تحسين إدارة الأصول بعد انتهاء المشروع، وتقليل تكاليف التشغيل على المدى الطويل.

كما أصبحت BIM تُدمج مع العديد من التقنيات الحديثة، مثل الذكاء الاصطناعي، وإنترنت الأشياء، والطائرات بدون طيار، وتقنيات الواقع الافتراضي والواقع المعزز، مما أدى إلى توسيع نطاق استخدامها وتحقيق مستويات أعلى من الكفاءة والدقة في إدارة المشاريع الإنشائية.

خامساً: التحديات التي تواجه تطبيق تقنية BIM

على الرغم من المزايا الكبيرة التي توفرها تقنية BIM ، فإن تطبيقها في قطاع التشييد لا يخلو من مجموعة من التحديات التي قد تحد من الاستفادة الكاملة منها. ومن أبرز هذه التحديات ارتفاع تكاليف شراء البرامج والتجهيزات التقنية، والحاجة إلى تدريب العاملين وتأهيلهم لاستخدام التقنية بكفاءة، إضافة إلى مقاومة بعض الموظفين للتغيير واعتمادهم على الأساليب التقليدية في إدارة المشاريع.

كما تواجه بعض المؤسسات تحديات تتعلق بضعف البنية التحتية الرقمية، وعدم وجود معايير موحدة لتبادل البيانات، وصعوبة التكامل بين البرامج المختلفة، فضلاً عن الحاجة إلى تحديث التشريعات والعقود بما يتوافق مع متطلبات استخدام BIM في المشاريع الإنشائية.

وتشير الأدبيات إلى أن تجاوز هذه التحديات يتطلب دعماً قوياً من الإدارة العليا، والاستثمار في تطوير الموارد البشرية، ووضع استراتيجيات واضحة للتحويل الرقمي، بما يضمن نجاح تطبيق التقنية وتحقيق الفوائد المرجوة منها.

سادساً: تقنية BIM والتحول الرقمي في قطاع التشييد

يُعد تطبيق تقنية BIM أحد أهم مظاهر التحول الرقمي في قطاع التشييد، حيث تسهم في تحويل العمليات التقليدية إلى عمليات رقمية تعتمد على البيانات والمعلومات المتكاملة، مما يعزز من سرعة اتخاذ القرار، ويرفع مستوى الشفافية، ويحسن كفاءة الأداء المؤسسي.

ويحظى هذا التحول باهتمام متزايد في العديد من الدول، ومن بينها المملكة العربية السعودية، التي تولي أهمية كبيرة لتطبيق التقنيات الرقمية الحديثة في قطاع البناء والتشييد، بما يتوافق مع مستهدفات رؤية المملكة العربية السعودية ٢٠٣٠، الهادفة إلى تطوير البنية التحتية، وتحسين جودة المشاريع، وتعزيز الابتكار، وزيادة كفاءة الإنفاق الحكومي، ورفع تنافسية قطاع المقاولات.

ومن هذا المنطلق، أصبحت تقنية BIM أحد المحاور الرئيسية في تنفيذ المشاريع الوطنية الكبرى، لما توفره من إمكانيات كبيرة في تحسين التخطيط، ورفع جودة التنفيذ، وتعزيز الاستدامة، وتقليل المخاطر، وتحقيق التكامل بين مختلف الجهات المشاركة في المشروع.

سابعاً: ارتباط الإطار النظري بموضوع الدراسة

يرتكز الإطار النظري للدراسة الحالية على فرضية أساسية مفادها أن نجاح إدارة المشاريع في قطاع التشييد أصبح يعتمد بدرجة كبيرة على مستوى تبني التقنيات الرقمية الحديثة، وفي مقدمتها تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) فكلما ارتفع مستوى تطبيق هذه التقنية، وتحسن تكامل المعلومات والتنسيق بين أطراف المشروع، وتوفر الدعم الإداري والتأهيل اللازم للعاملين، زادت قدرة المؤسسات على تحسين التخطيط، وإدارة الموارد، وتقليل الأخطاء، ورفع جودة التنفيذ، وتعزيز الالتزام بالوقت والتكلفة. وبناءً على ذلك، فإن الإطار النظري يوضح أن العلاقة بين تطبيق تقنية BIM وكفاءة إدارة المشاريع ليست علاقة مباشرة فحسب، بل هي علاقة تتأثر بمجموعة من العوامل التنظيمية والتقنية والبشرية التي تحدد مدى نجاح التطبيق والاستفادة من إمكانياته. ومن ثم، يوفر هذا الإطار الأساس العلمي الذي تستند إليه الدراسة في تفسير العلاقات بين متغيراتها، وصياغة فرضياتها، وتحليل نتائجها، وصولاً إلى تقديم توصيات علمية وعملية تسهم في تعزيز استخدام تقنية BIM وتحسين كفاءة إدارة المشاريع في قطاع التشييد.

الفصل الثالث

منهجية الدراسة

المقدمة

يمثل الفصل الثالث الجانب المنهجي للدراسة، ويُعد من أهم الفصول التي تحدد مدى قوة البحث ودقته العلمية، حيث يوضح الكيفية التي سيتم من خلالها تنفيذ الدراسة ميدانيًا بصورة منظمة تضمن الوصول إلى نتائج دقيقة وموضوعية. وتنبع أهمية هذا الفصل من كونه يحدد الإجراءات العلمية التي اتبعها الباحث لتحقيق أهداف الدراسة والإجابة عن أسئلتها واختبار فرضياتها، من خلال تصميم منهجي متكامل يتوافق مع طبيعة المشكلة البحثية ومتغيراتها. كما يساهم في تعزيز مصداقية الدراسة، إذ يتيح للباحثين الآخرين إمكانية فهم خطوات تنفيذها وإعادة تطبيقها في بيئات مختلفة للتحقق من نتائجها.

ويهدف هذا الفصل إلى توضيح الأسس العلمية التي بُنيت عليها الدراسة التطبيقية، وبيان المبررات التي استند إليها الباحث في اختيار الأساليب والإجراءات البحثية المناسبة، بما يضمن توافقها مع طبيعة البيانات المطلوب جمعها وأهداف الدراسة. كما يوضح الآليات التي تم اتباعها للحصول على البيانات بصورة علمية دقيقة، مع الالتزام بالمعايير المنهجية والأخلاقية التي تحكم البحوث العلمية، بما يعزز من جودة البيانات ويحد من احتمالات التحيز أو الخطأ أثناء عملية البحث.

وتبرز أهمية هذا الفصل أيضًا في كونه يوضح الخطوات المنظمة التي تم اتباعها في جميع مراحل الدراسة التطبيقية، ابتداءً من التخطيط لجمع البيانات، ومرورًا بإعداد أدوات القياس، وانتهاءً بالإجراءات المتعلقة بمعالجة البيانات وتحليلها. ويساعد ذلك في توفير صورة واضحة عن سير الدراسة، ويمنح القارئ الثقة في أن النتائج التي سيتم التوصل إليها تستند إلى إجراءات علمية دقيقة ومنظمة. كما يساهم في بيان الضوابط التي التزم بها الباحث أثناء تنفيذ الدراسة، بما يضمن تحقيق أعلى درجات الصدق والثبات والموضوعية.

ويعكس هذا الفصل كذلك مدى التزام الدراسة بالمنهج العلمي في جميع مراحلها، حيث يوضح الحدود التي أُجريت في إطارها الدراسة، والعوامل التي تم أخذها في الاعتبار أثناء تنفيذها، بما يساعد في تفسير النتائج ضمن سياقها الصحيح. كما يوفر الأساس الذي يمكن من خلاله تقييم جودة الدراسة وإمكانية تعميم نتائجها والاستفادة منها في البيئات المشابهة. وبذلك يشكل الفصل الثالث حلقة الوصل بين الإطار النظري الذي تناولته الدراسة سابقًا، والنتائج التطبيقية التي سيتم عرضها لاحقًا، الأمر الذي يضمن تحقيق التكامل بين الجانبين النظري والميداني.

مجتمع البحث

يمثل مجتمع البحث جميع الأفراد أو الوحدات التي تنطبق عليها خصائص الدراسة، والتي يسعى الباحث إلى تعميم نتائج البحث عليها بعد الانتهاء من جمع البيانات وتحليلها. ويُعد تحديد مجتمع البحث بدقة من أهم الخطوات المنهجية في الدراسات الكمية، إذ يساهم في ضمان توافق البيانات المجمعة مع أهداف الدراسة، ويزيد من قدرة الباحث على الوصول إلى نتائج تتمتع بالصدق والموضوعية وإمكانية التعميم. كما يساعد التحديد الواضح لمجتمع البحث في اختيار العينة المناسبة، وتحديد أدوات القياس الملائمة، وتقليل احتمالات التحيز أثناء تنفيذ الدراسة.

وفي البحوث التي تتناول قطاع التشييد، يكتسب مجتمع البحث أهمية خاصة نظرًا لتعدد الجهات الفاعلة في تنفيذ المشاريع، واختلاف الأدوار والمسؤوليات بين العاملين في مراحل التخطيط والتصميم والتنفيذ والإشراف. ولذلك يجب أن يضم مجتمع البحث الأفراد الذين يمتلكون المعرفة والخبرة الكافية في تطبيق تقنيات إدارة المشاريع، وبصفة خاصة تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM)، حتى تكون آراؤهم مبنية على ممارسة فعلية وخبرة مهنية تمكنهم من تقييم أثر هذه التقنية في كفاءة إدارة المشاريع.

مجتمع البحث في الدراسة الحالية

يتكون مجتمع البحث في هذه الدراسة من العاملين في شركات ومؤسسات قطاع التشييد التي تطبق أو لديها معرفة بتقنية نمذجة معلومات البناء (BIM)، ويشمل ذلك مديري المشاريع، والمهندسين المدنيين، والمهندسين المعماريين، والمهندسين الإنشائيين، ومهندسي الكهرباء والميكانيكا، ومنسقي BIM، ومديري إدارات التصميم والتنفيذ، والاستشاريين الهندسيين، والعاملين في إدارات التخطيط والجودة وإدارة المشاريع. وقد تم اختيار هذه الفئات نظرًا لارتباطها المباشر بتخطيط المشاريع وتنفيذها وإدارتها، فضلًا عن تعاملها المستمر مع الأدوات الرقمية المستخدمة في إدارة المشاريع الإنشائية.

ويرتكز اختيار هذا المجتمع على أن أفرادها يمثلون الفئة الأكثر قدرة على تقييم واقع تطبيق تقنية BIM داخل مؤسساتهم، وقياس أثرها في تحسين عمليات التخطيط والتنسيق وإدارة الوقت والتكاليف والجودة، إضافة إلى قدرتهم على تقييم مستوى الدعم الإداري والتأهيل الفني المقدم للعاملين لاستخدام هذه التقنية. كما أن تنوع الوظائف والخبرات داخل مجتمع البحث يساهم في الحصول على بيانات أكثر شمولًا، تعكس مختلف وجهات النظر المرتبطة بموضوع الدراسة.

مبررات اختيار مجتمع البحث

استند اختيار مجتمع البحث إلى مجموعة من الاعتبارات العلمية والمنهجية التي تتوافق مع طبيعة الدراسة وأهدافها، حيث إن موضوع البحث يرتبط بصورة مباشرة بالممارسات الإدارية والهندسية داخل قطاع التشييد، الأمر الذي يستوجب الاعتماد على أفراد لديهم خبرة عملية في إدارة المشاريع واستخدام التقنيات الرقمية الحديثة. ويؤدي إشراك هذه الفئات إلى رفع جودة البيانات المجمعة، لأن استجاباتهم تستند إلى المعرفة المهنية والخبرة التطبيقية، وليس إلى تصورات نظرية فقط.

كما أن قطاع التشييد يشهد توسعًا كبيرًا في تطبيق تقنيات التحول الرقمي، وخاصة تقنية BIM، في ظل التوجهات الحديثة نحو تحسين كفاءة تنفيذ المشاريع وتعزيز الاستدامة ورفع جودة الأعمال الهندسية. لذلك فإن دراسة هذا المجتمع تساهم في توفير مؤشرات واقعية حول مستوى تبني التقنية، والتحديات التي تواجه تطبيقها، ومدى انعكاسها على كفاءة إدارة المشاريع، وهو ما يعزز من القيمة العلمية والعملية للدراسة الحالية.

المنهجية وطرق البحث

أعتمد هذا البحث على المنهج الوصفي التحليلي بوصفه الإطار الأنسب لدراسة العلاقة بين نمذجة معلومات البناء (BIM) وكفاءة الإشراف حيث يهدف هذا المنهج إلى وصف الواقع الحالي لممارسات الإشراف في المشاريع التشييد، وتحليل مدى تأثير تطبيق استخدام تقنيات BIM على تحسين تلك الممارسات من خلال استقراء البيانات وتحليلها بشكل منهجي ومنظم.

أدوات الدراسة

اعتمد هذا البحث على الاستبيان الذي يهدف إلى جمع البيانات الكمية والنوعية من عينة الدراسة وتحليلها بصورة علمية دقيقة، وقد تم اختيار هذه الاستبيان بما يتوافق مع طبيعة الدراسة ومنهجها.

خطوات جمع البيانات

اعتمدت الدراسة الحالية على المنهجية الكمية بوصفها المنهج الأكثر ملاءمة لتحقيق أهداف البحث واختبار الفرضيات المتعلقة بالعلاقة بين تطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) وكفاءة إدارة المشاريع في قطاع التشييد. وبدأت عملية جمع البيانات

بوضع خطة منهجية شاملة تضمنت تحديد البيانات المطلوبة، وتحديد الفئة المستهدفة، واختيار الأداة المناسبة لجمع البيانات، ووضع جدول زمني لتنفيذ الدراسة الميدانية. وقد روعي في إعداد هذه الخطة أن تكون جميع الإجراءات متوافقة مع أهداف الدراسة وطبيعة متغيراتها، بما يضمن الحصول على بيانات دقيقة وقابلة للتحليل الإحصائي.

كما تضمنت الخطة تحديد آلية الوصول إلى أفراد العينة، وتوضيح أسلوب توزيع أداة الدراسة واسترجاعها، مع مراعاة المبادئ الأخلاقية للبحث العلمي، مثل ضمان سرية المعلومات، وعدم استخدام البيانات إلا لأغراض البحث العلمي، وإتاحة المشاركة بصورة طوعية لجميع أفراد العينة.

تصميم أداة الدراسة

اعتمد الباحث على الاستبانة باعتبارها الأداة الرئيسة لجمع البيانات، نظرًا لملاءمتها لطبيعة الدراسات الكمية وقدرتها على جمع بيانات موحدة من عدد كبير من المشاركين خلال فترة زمنية مناسبة. وتم تصميم الاستبانة استنادًا إلى الأدبيات العلمية والدراسات السابقة المرتبطة بموضوع البحث، مع مراعاة أن تغطي جميع أبعاد المتغيرات المستقلة والمتغير التابع بصورة شاملة. وقد صيغت فقرات الاستبانة بلغة علمية واضحة وسهلة الفهم، بما يضمن قدرة المشاركين على الإجابة عنها بدقة، واعتمدت الدراسة على مقياس ليكرت الخماسي لقياس درجة موافقة أفراد العينة على عبارات الاستبانة، وذلك لأنه يُعد من أكثر المقاييس استخدامًا في البحوث الإدارية والهندسية، ويتيح إجراء التحليلات الإحصائية المناسبة لاختبار الفرضيات وتحليل العلاقات بين المتغيرات.

توزيع الاستبانة وجمع الاستجابات

بعد الانتهاء من إعداد الاستبانة ومراجعتها، جرى توزيعها على أفراد العينة المستهدفة باستخدام الوسائل المناسبة، سواء من خلال الاستبانة الإلكترونية أو الورقية، بما يتوافق مع طبيعة المؤسسات المشاركة في الدراسة. وقد روعي أثناء عملية التوزيع توضيح الهدف من الدراسة، وبيان أهمية مشاركة أفراد العينة، والتأكيد على أن جميع الإجابات ستستخدم لأغراض البحث العلمي فقط، مع الحفاظ على سرية البيانات وعدم الإفصاح عن هوية المشاركين.

واستمرت عملية جمع البيانات حتى تم الحصول على العدد المستهدف من الاستبانات الصالحة للتحليل الإحصائي، مع متابعة الاستجابات بصورة مستمرة للتأكد من اكتمال البيانات وتقليل نسبة الاستبانات غير المكتملة أو غير الصالحة للتحليل.

مراجعة البيانات وتجهيزها للتحليل

بعد الانتهاء من جمع الاستبانة، تمت مراجعة جميع البيانات للتحقق من اكتمال الإجابات وخلوها من الأخطاء أو القيم المفقودة التي قد تؤثر في نتائج الدراسة. كما تم استبعاد الاستبانة غير المكتملة أو التي تضمنت استجابات غير منطقية، لضمان جودة البيانات المستخدمة في التحليل.

وبعد ذلك جرى ترميز الاستجابات وإدخالها إلى البرنامج الإحصائي SPSS، مع تخصيص رموز رقمية لكل عبارة من عبارات الاستبانة وفقًا لمقياس ليكرت الخماسي، بما يتيح إجراء المعالجات الإحصائية بسهولة ودقة. كما تم التحقق من صحة إدخال البيانات قبل البدء بعمليات التحليل الإحصائي، لتقليل احتمالية حدوث أخطاء تؤثر في النتائج النهائية.

ضمان جودة البيانات

حرص الباحث على تطبيق مجموعة من الإجراءات التي تعزز جودة البيانات المجمعة، من خلال التأكد من وضوح فقرات الاستبانة، ومراجعتها من قبل مختصين في مجال إدارة المشاريع والبحث العلمي، إضافة إلى اختبار خصائصها الإحصائية للتأكد من تمتعها بدرجات مناسبة من الصدق والثبات قبل استخدامها في الدراسة الميدانية. كما روعي الالتزام بالموضوعية أثناء جمع البيانات، وعدم التأثير في إجابات المشاركين، بما يضمن أن تعكس البيانات آراءهم الحقيقية.

وأسهمت هذه الإجراءات في تعزيز موثوقية البيانات ودقتها، الأمر الذي يزيد من قوة النتائج التي سيتم التوصل إليها، ويعزز من قدرة الدراسة على تقديم استنتاجات علمية يمكن الاستفادة منها في تفسير أثر تطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) على كفاءة إدارة المشاريع في قطاع التشييد، وتقديم توصيات عملية تدعم تطوير الممارسات الإدارية والهندسية في هذا القطاع.

حدود البحث

الحدود الموضوعية

يقتصر البحث على دراسة تأثير تطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) على كفاءة إدارة المشاريع، من خلال التركيز على الأبعاد الإدارية الآتية: التخطيط الزمني للمشاريع، وإدارة التكلفة، والتنسيق والتعاون بين فرق العمل، وإدارة المخاطر وتقليل التعارضات في المشاريع التشييدية.

الحدود المكانية

تطبق الدراسة على المشاريع في قطاع البناء والتشييد داخل المملكة العربية السعودية مدينة تبوك.

الحدود الزمانية

تغطي الدراسة الفترة الزمنية التي يتم خلالها جمع البيانات وتحليلها، وهي عام (٢٠٢٦).

الحدود البشرية

تقتصر الدراسة على الفئات المرتبطة بإدارة المشاريع ، وتشمل:

مديري المشاريع، لمهندسين المعماريين والمدنيين، مهندسي التخطيط والتكلفة، العاملين المستخدمين أو المطلعين على تقنية BIM، مدراء المشاريع.

الفصل الرابع

نتائج الدراسة

المقدمة

يشكل الفصل الرابع المرحلة التي تنتقل فيها الدراسة من الجانب النظري والمنهجي إلى الجانب التطبيقي، حيث يتم عرض وتحليل البيانات التي تم جمعها بصورة علمية منظمة، بهدف الوصول إلى نتائج دقيقة تسهم في تحقيق أهداف الدراسة والإجابة عن تساؤلاتها واختبار فرضياتها. ويكتسب هذا الفصل أهمية كبيرة لأنه يمثل المحصلة النهائية لجميع الجهود التي بُذلت في المراحل السابقة، إذ تُترجم البيانات الأولية إلى مؤشرات علمية قابلة للتفسير والاستنتاج، بما يسمح بفهم طبيعة العلاقات بين عناصر الدراسة بصورة موضوعية تستند إلى الأدلة الإحصائية.

ويهدف هذا الفصل إلى تقديم معالجة علمية شاملة للبيانات من خلال استخدام الأساليب الإحصائية المناسبة، بما يساعد على استخلاص النتائج بصورة دقيقة ومنهجية، مع تفسيرها في ضوء الأدبيات العلمية والإطار النظري للدراسة. كما يسعى إلى توضيح مدى توافق النتائج مع ما توصلت إليه الدراسات السابقة، وبيان أوجه الاتفاق والاختلاف بينها، الأمر الذي يسهم في تعزيز القيمة العلمية للدراسة ويوضح إسهامها في تطوير المعرفة المتعلقة بتطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) وأثرها في كفاءة إدارة المشاريع في قطاع التشييد.

وتبرز أهمية هذا الفصل كذلك في كونه لا يقتصر على عرض النتائج الرقمية فحسب، بل يمتد إلى تفسيرها وتحليلها وربطها بالواقع العملي، بما يساعد في الوصول إلى استنتاجات علمية يمكن الاستفادة منها في تطوير الممارسات الإدارية والهندسية داخل قطاع التشييد. كما يوضح الآثار التطبيقية للنتائج، ويبين مدى إمكانية الاستفادة منها في دعم متخذي القرار، وتحسين كفاءة إدارة المشاريع، وتعزيز استخدام التقنيات الرقمية الحديثة في تنفيذ المشاريع الإنشائية، بما يتوافق مع الاتجاهات العالمية للتحويل الرقمي في قطاع البناء.

ويختتم هذا الفصل بعرض الخلاصات العامة التي توصلت إليها الدراسة، مع تقديم مقترحات عملية وعلمية تستند إلى النتائج الفعلية، بما يسهم في معالجة جوانب القصور وتعزيز نقاط القوة في تطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء داخل قطاع التشييد. كما يفتح المجال أمام الباحثين لإجراء دراسات مستقبلية تستكمل الجوانب التي لم تتناولها الدراسة الحالية، الأمر الذي يعزز من استمرارية البحث العلمي في هذا المجال، ويسهم في دعم جهود تطوير إدارة المشاريع وتحقيق مستويات أعلى من الكفاءة والجودة والاستدامة في قطاع التشييد.

تحليل البيانات

• الوصف الإحصائي للبيانات

تكشف القياسات الإحصائية الشاملة لعينة الدراسة البالغة ٣٠٦ مفردة عن اتجاه عام نحو الإيجابية في استجابات أفراد العينة؛ فقد تراوحت المتوسطات الحسابية لفقرات استبيان تقنية نمذجة معلومات البناء بين متوسط ٣,٤٢ ومتوسط ٣,٦٥ على مقياس ليكارت. وتظهر الانحرافات المعيارية المرتفعة نسبياً والتي تراوحت بين انحراف ١,٤٠٣ وانحراف ١,٥٦٠ وجود تباين وتشتت ملحوظ في آراء المشاركين؛ فالقيم المرتفعة للانحراف المعياري تشير إلى عدم وجود إجماع تام بين أفراد العينة حول آليات ودعم تطبيق التقنية في مؤسساتهم. ويمكن إرجاع هذا التباين إلى اختلاف الخلفيات التنظيمية والخبرات العملية للمشاركين؛ إذ إن قيم الالتواء السلبية (Skewness) لجميع فقرات التقنية، والتي تراوحت بين سالب ٠,٤٠٧ وسالب ٠,٦٣٠، تفيد بوجود التواء نحو اليمين (نحو الإيجابية والموافقة الشديدة)؛ مما يدل على أن غالبية أفراد العينة يميلون إلى التأييد الإيجابي لتأثير تقنية BIM. أما قيم التفرطح (Kurtosis) الممتدة من سالب ٠,٩٣٥ إلى سالب ١,٣٧٣ فتبين طابعاً مفطحاً لتوزيع الاستجابات؛ مما ينفي وجود تمركز حاد حول قيمة واحدة، ويؤكد تشتت الآراء بين فئات الموافقة والحياد والرفض؛ وهو ما قد يفسر بوجود تفاوت في مستوى التطبيق الفعلي داخل المشاريع الهندسية الميدانية. وبإسقاط هذه البيانات على بيئة العمل الإنشائية، يظهر احتضان قطاع التشييد للتقنيات الحديثة مع وجود عقبات تتصل بالتدريب أو البنية التحتية تتسبب في تباين الانطباعات؛ فالوسيط الإحصائي المستقر عند قيمة ٤,٠٠ لجميع عبارات التقييم يعزز ترجيح الاتجاه العام نحو الموافقة؛ الأمر الذي يفرض على الإدارات الهندسية ضرورة توحيد المفاهيم وتطوير آليات تطبيق التقنية لتقليل الفجوة الإحصائية والتنفيذية بين مختلف أطراف المشروع الإنشائي.

جدول 1: التحليلات الإحصائية

Statistics									
Std. Error of Kurtosis	Kurtosis	Std. Error of Skewness	Skewness	Std. Deviation	Median	Std. Error of Mean	Mean	N	
								Missing	Valid
.٢٧٨	-١,٢٩٤	.١٣٩	.٠١١	١,٣٩٥	٣,٠٠	.٠٨٠	٣,٠٨	٠	٣٠٦
.٢٧٨	-٢,٠٠٧	.١٣٩	-.٠٧٩	.٥٠٠	٢,٠٠	.٠٢٩	١,٥٢	٠	٣٠٦
.٢٧٨	-.٩٣٥	.١٣٩	-.٣١٧	١,٢٧٤	٣,٠٠	.٠٧٣	٣,٣٩	٠	٣٠٦

٣٠٦	٠	٣,٦٥	٠.٨١	٤,٠٠	١,٤٢٣	-٦٣٠	١٣٩	-٩٨٦	٢٧٨	تطبيق المؤسسة تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) في مراحل تنفيذ المشاريع.
٣٠٦	٠	٣,٥٤	٠.٨٣	٤,٠٠	١,٤٥٨	-٥٠٠	١٣٩	-١,١٩٩	٢٧٨	تسهم تقنية BIM في تحسين تخطيط المشاريع الإنشائية.
٣٠٦	٠	٣,٥٣	٠.٨٦	٤,٠٠	١,٤٩٨	-٥١٧	١٣٩	-١,٢١٥	٢٧٨	تساعد تقنية BIM في تقليل الأخطاء أثناء التصميم والتنفيذ.
٣٠٦	٠	٣,٥٨	٠.٨٨	٤,٠٠	١,٥٤٨	-٦٢٢	١٣٩	-١,١٨٦	٢٧٨	تسهم تقنية BIM في تحسين إدارة الوقت والتكاليف بالمشروع.
٣٠٦	٠	٣,٥٩	٠.٨٣	٤,٠٠	١,٤٤٩	-٥٢٥	١٣٩	-١,١٩٦	٢٧٨	تساعد تقنية BIM في اكتشاف التعارضات بين عناصر المشروع قبل التنفيذ.
٣٠٦	٠	٣,٥٨	٠.٨١	٤,٠٠	١,٤٢٤	-٥٢٣	١٣٩	-١,١٦٣	٢٧٨	يسهم تطبيق تقنية BIM في رفع جودة تنفيذ المشاريع.
٣٠٦	٠	٣,٥١	٠.٨٥	٤,٠٠	١,٤٩١	-٤٦٩	١٣٩	-١,٢٧٨	٢٧٨	تسهم تقنية BIM في تحسين تبادل المعلومات بين جميع أطراف المشروع.
٣٠٦	٠	٣,٥٠	٠.٨٧	٤,٠٠	١,٥٣١	-٥١٧	١٣٩	-١,٢٦٧	٢٧٨	تساعد تقنية BIM في تعزيز التنسيق بين فرق التصميم والتنفيذ.

٣٠٦	٠	٣,٤٦	٠.٨٣	٤,٠٠	١,٤٥٥	-٤٢٠	١٣٩	-١,٢٥٧	٢٧٨	تسهم تقنية BIM في سرعة الوصول إلى المعلومات المتعلقة بالمشروع.
٣٠٦	٠	٣,٥٤	٠.٨٠	٤,٠٠	١,٤٠٣	-٥١١	١٣٩	-١,٠٧٧	٢٧٨	يساعد تكامل البيانات عبر تقنية BIM في تحسين اتخاذ القرارات.
٣٠٦	٠	٣,٥٠	٠.٨٧	٤,٠٠	١,٥٢٦	-٤٧٧	١٣٩	-١,٣١٣	٢٧٨	تسهم تقنية BIM في تحسين التعاون بين الاستشاريين والمقاولين والمالكين.
٣٠٦	٠	٣,٤٢	٠.٨٩	٤,٠٠	١,٥٥٢	-٤٠٧	١٣٩	-١,٣٧٣	٢٧٨	يؤدي استخدام BIM إلى تقليل مشكلات التواصل بين المشاركين في المشروع.
٣٠٦	٠	٣,٥٤	٠.٨٤	٤,٠٠	١,٤٦٤	-٤٧٢	١٣٩	-١,٢٥٥	٢٧٨	توفر الإدارة العليا الدعم اللازم لتطبيق تقنية BIM.
٣٠٦	٠	٣,٥٨	٠.٨٤	٤,٠٠	١,٤٦٣	-٥٥١	١٣٩	-١,١٥٧	٢٧٨	توفر المؤسسة برامج تدريبية للعاملين على استخدام تقنية BIM.
٣٠٦	٠	٣,٥٤	٠.٨٢	٤,٠٠	١,٤٣٧	-٤٧٦	١٣٩	-١,٢٢٣	٢٧٨	تمتلك المؤسسة البنية التحتية المناسبة لتطبيق تقنية BIM.
٣٠٦	٠	٣,٤٩	٠.٨٩	٤,٠٠	١,٥٦٠	-٤٧٤	١٣٩	-١,٣٦٠	٢٧٨	تسهم سياسات المؤسسة في تشجيع استخدام تقنية BIM في إدارة المشاريع.

يسهم تطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) في تحسين كفاءة إدارة المشاريع في قطاع التشييد.	٣٠٦	٠	٣,٥١	٠,٨١	٤,٠٠	١,٤١٠	-٤٨٢	١٣٩	-١,١٤٥	٢٧٨
---	-----	---	------	------	------	-------	------	-----	--------	-----

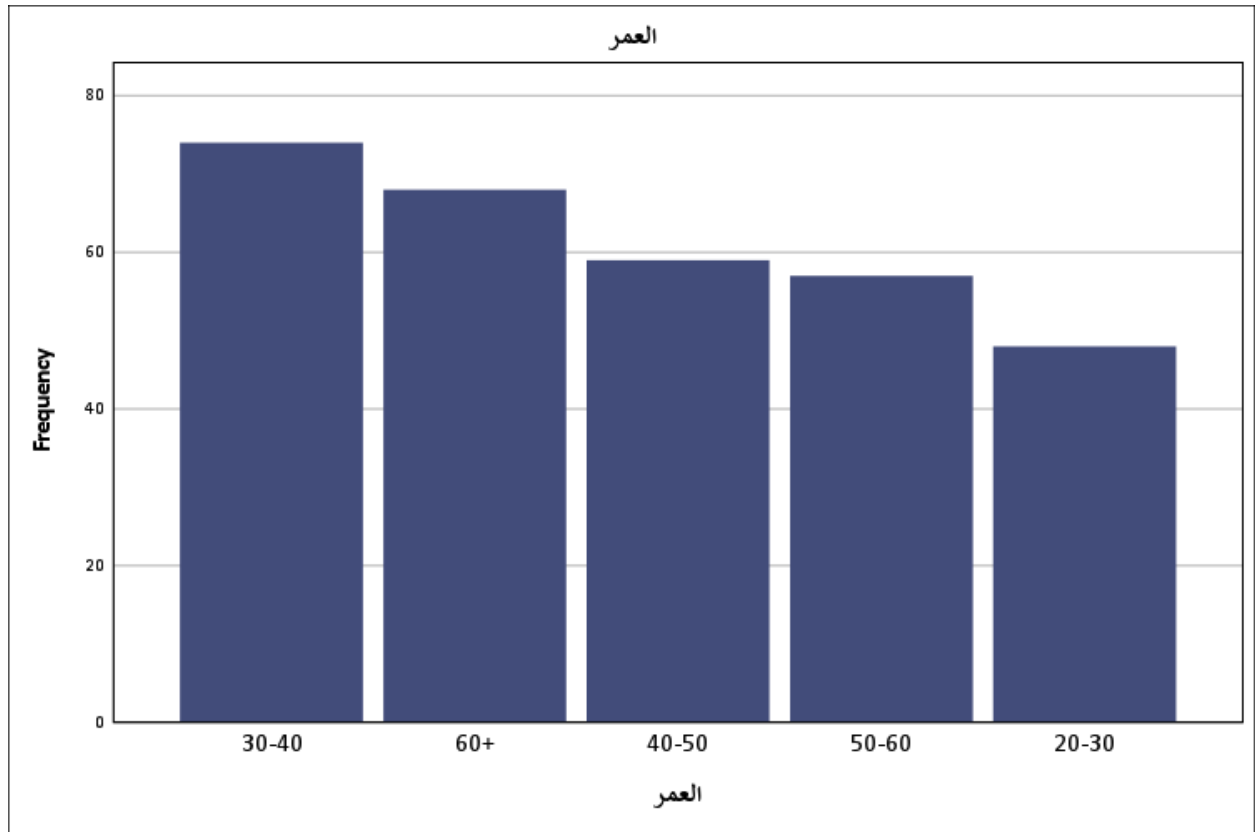
• العمر

تتوزع الفئات العمرية للمشاركين في الدراسة بقدر عالٍ من التنوع والهيكلية المتوازنة؛ إذ تشكل الفئة العمرية من ٣٠ إلى ٤٠ عاماً النسبة الأكبر بواقع ٢٤,٢٪ (٧٤ مشاركاً). وتليها مباشرة فئة ذوي الخبرة المتقدمة الذين تجاوزوا ٦٠ عاماً بنسبة ٢٢,٢٪ (٦٨ مشاركاً)، ثم الفئة العمرية من ٤٠ إلى ٥٠ عاماً بنسبة ١٩,٣٪ (٥٩ مشاركاً)، لتصل فئة ٥٠ إلى ٦٠ عاماً إلى ١٨,٦٪ (٥٧ مشاركاً)، بينما سجلت الفئة الشابة من ٢٠ إلى ٣٠ عاماً النسبة الأدنى بـ ١٥,٧٪ (٤٨ مشاركاً). ويمثل هذا التوزيع الديموغرافي مزيجاً ثرياً بين طاقات الشباب وخبرات القيادات المخضرة؛ فارتفاع نسبة الفئات العمرية التي تتجاوز ٣٠ عاماً (لتشكل في مجموعها أكثر من ٨٤٪ من أفراد العينة) يمنح البيانات مصداقية ميدانية عالية؛ كون هؤلاء المشاركين قد عاشوا التحولات التقنية في القطاع الهندسي ويمتلكون دراية واسعة بالتحديات العملية للمشاريع. وينعكس هذا التنوع العمري إيجاباً على تقييم تقنية BIM؛ فبينما يميل مهندسو الفئات الشابة إلى استيعاب الأبعاد البرمجية للتقنية بسرعة، يوفر المهندسون المخضرمون نظرة واقعية حول مدى كفاءة النمذجة في إدارة المخاطر وتجنب التعارضات الحقلية. ويتيح وجود نسبة متوازنة عبر جميع الشرائح العمرية تجنب الانحياز إلى فئة دون أخرى؛ مما يحقق استقراراً إحصائياً في استجابات العينة، ويجعل النتائج المعبرة عن تأثير التقنية شاملة لرؤية الإداريين والمنفذين على حد سواء؛ الأمر الذي يدعم دقة التعميم العلمي للنتائج في قطاع التشييد والإشراف الهندسي.

جدول 2: التحليل الإحصائي للعمر

العمر					
	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent	
Valid	٣٠-٤٠	٧٤	٢٤,٢	٢٤,٢	٢٤,٢
	٦٠+	٦٨	٢٢,٢	٢٢,٢	٤٦,٤
	٤٠-٥٠	٥٩	١٩,٣	١٩,٣	٦٥,٧

٨٤,٣	١٨,٦	١٨,٦	٥٧	٥٠- ٦٠	
١٠٠,٠	١٥,٧	١٥,٧	٤٨	٢٠- ٣٠	
	١٠٠,٠	١٠٠,٠	٣٠٦	Total	



شكل توضيحي 1 : التمثيل البياني للعمر

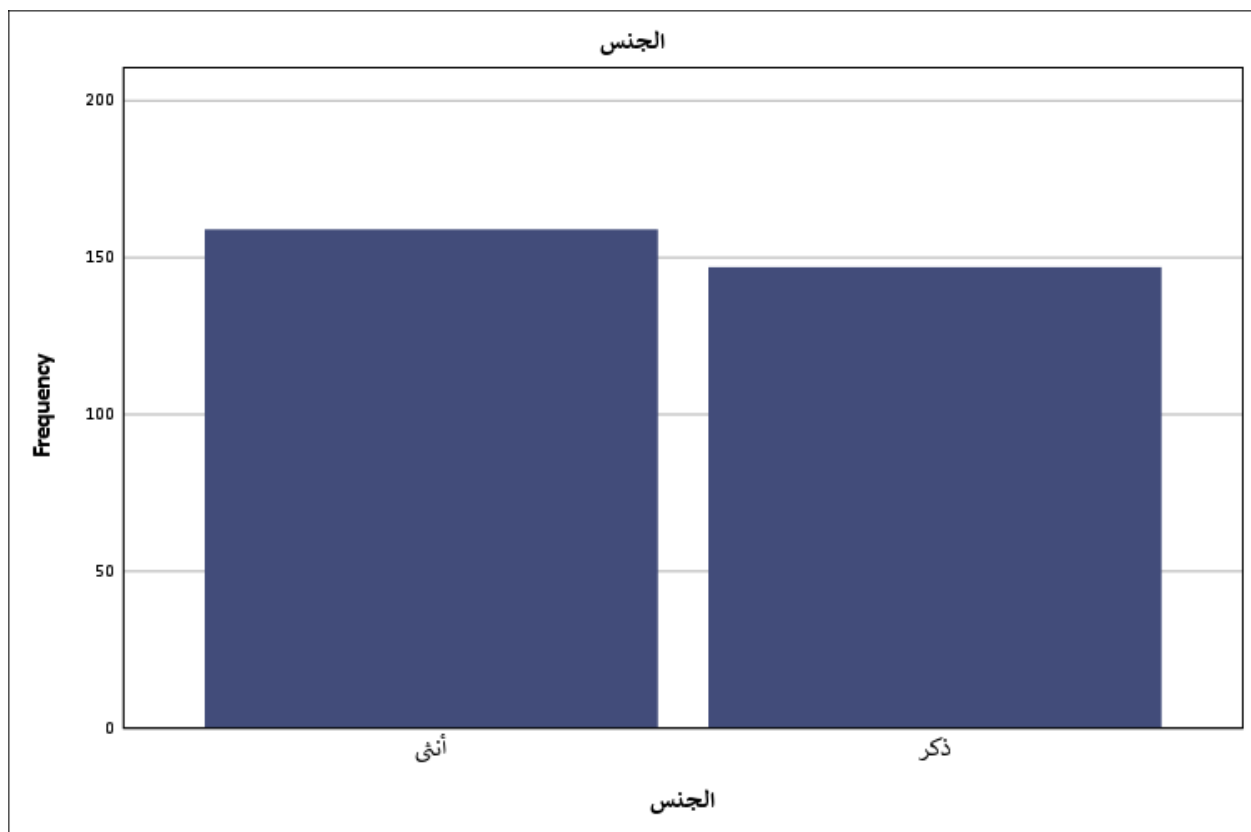
• الجنس

تسجل التوزيعات النوعية لأفراد العينة توازناً ملحوظاً وتقارباً كبيراً بين الجنسين؛ حيث بلغت نسبة الإناث ٥٢,٠٪ (١٥٩ مشاركة)، بينما بلغت نسبة الذكور ٤٨,٠٪ (١٤٧ مشاركاً). ويشير هذا التقارب الشديد في الأرقام إلى التحول الميداني والهيكلية الحاصل في بيئة العمل الهندسية والإدارية لقطاع التشييد؛ فقد أصبحت الكوادر النسائية تشارك بفاعلية في أداء المهام التصميمية، وإدارة النمذجة، والتنسيق التقني للمشاريع الإنشائية. ويسهم هذا التوازن في تحديد المتغير النوعي والتأكد من أن النتائج المستخرجة حول تقنية BIM تتسم بالحيادية الشديدة ولا تخضع لأي انحياز ذكوري أو أنثوي؛ فالتحليل الإحصائي يظهر متوسطاً عاماً للجنس قدره ١,٥٢ وبانحراف معياري قدره ٠,٥٠، مما يتطابق مع التوزيع الطبيعي المتوازن لقيمة ثنائية. وربما

يرجع حضور الإناث البارز في هذا الاستبيان إلى تركيز مشاركتهن في المكاتب الاستشارية، ووحدات إدارة النمذجة الرقمية، والتخطيط والمتابعة؛ وهي مجالات حيوية تعتمد بشكل مباشر على تطبيق تقنيات BIM حديثاً. وبإسقاط هذا البعد الديموغرافي على واقع القطاع الهندسي، يتبين أن النمذجة الرقمية ساعدت في تجاوز العقبات المكانية ووسعت مجالات المشاركة الفعالة لجميع المهندسين بغض النظر عن جنسهم؛ مما يعزز كفاءة الاتصال والعمل الجماعي بين الفرق المكتبية والميدانية؛ وهو ما ينعكس بدوره على دقة اتخاذ القرار ورفع جودة التنسيق الفني في مراحل المشروع الإنشائي المختلفة.

جدول 3: التحليل الإحصائي للجنس

الجنس					
	Cumulative Percent	Valid Percent	Percent	Frequency	
Valid	٥٢,٠	٥٢,٠	٥٢,٠	١٥٩	أنثى
	١٠٠,٠	٤٨,٠	٤٨,٠	١٤٧	ذكر
		١٠٠,٠	١٠٠,٠	٣٠٦	Total



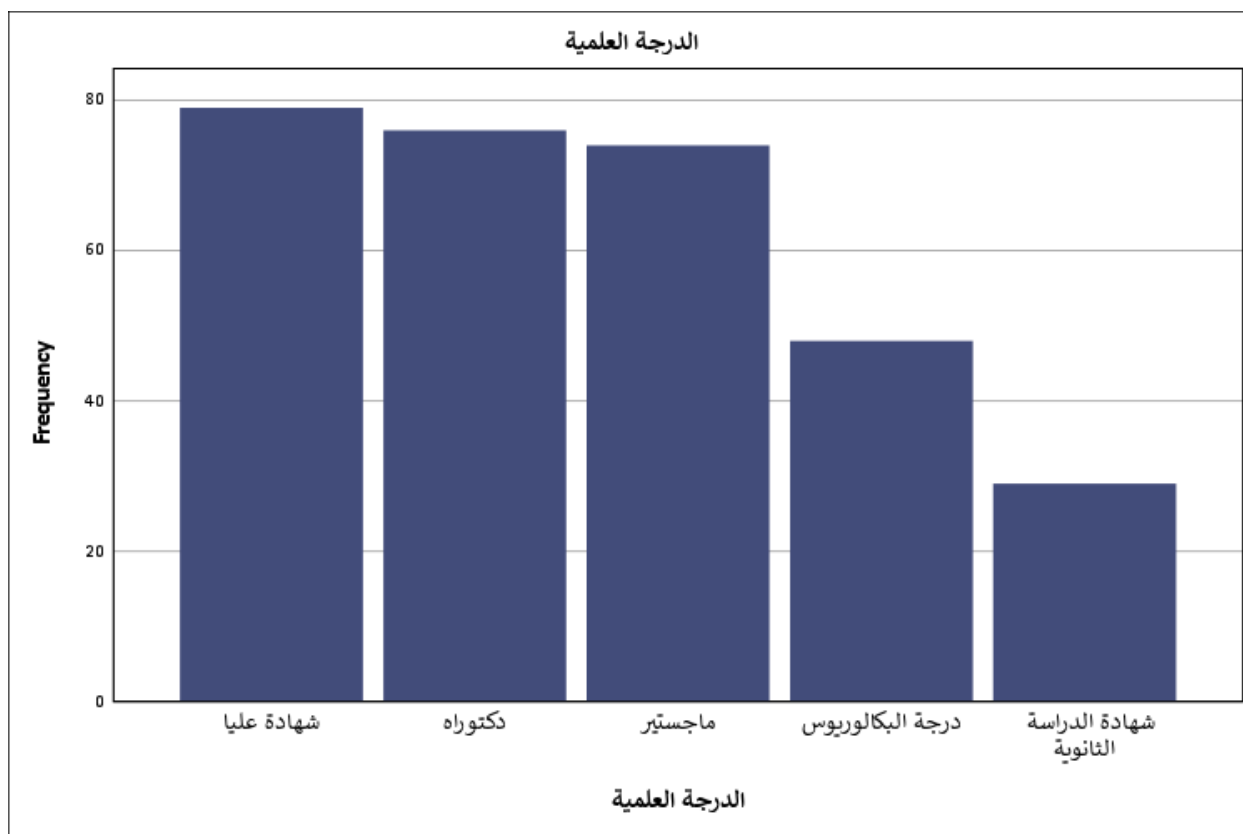
شكل توضيحي 2: التمثيل البياني للجنس

• الدرجة العلمية

تظهر المؤشرات الإحصائية الخاصة بالمستوى الأكاديمي ارتفاعاً مستحقاً في الكفاءة العلمية لأفراد العينة؛ حيث حازت فئة حاملي الشهادات العليا على النسبة الأكبر بواقع ٢٥,٨٪ (٧٩ مشاركاً)، وتلتها درجة الدكتوراه بنسبة ٢٤,٨٪ (٧٦ مشاركاً)، ثم درجة الماجستير بنسبة ٢٤,٢٪ (٧٤ مشاركاً). بينما سجلت درجة البكالوريوس نسبة ١٥,٧٪ (٤٨ مشاركاً)، وحلت شهادة الثانوية العامة في المرتبة الأخيرة بنسبة ٩,٥٪ (٢٩ مشاركاً). وتفيد هذه النسب المرتفعة للغاية؛ حيث يتجاوز مجموع حملة الدراسات العليا (الدبلوم العالي والماجستير والدكتوراه) نسبة ٧٤,٨٪ من إجمالي المشاركين، بأن العينة تتمتع بمستوى عالٍ جداً من الوعي الأكاديمي والفهم المعرفي التخصصي. وبناءً عليه، فإن استجابات العينة حول تقنية BIM تعبر عن آراء خبراء ومختصين يمتلكون القدرة الفكرية والتحليلية على تقييم الأدوات الرقمية الحديثة بموضوعية علمية. ويدل المتوسط الحسابي للدرجة العلمية البالغ ٣,٣٩ والانحراف المعياري البالغ ١,٢٧٤ على وجود تنوع مدروس يسمح بدمج الرؤية النظرية الأكاديمية بالمهارات الميدانية. ويمتد أثر هذا المستوى التعليمي المتقدم إلى بيئة العمل الفعلية؛ إذ يحتمل أن يتولى أفراد العينة مناصب قيادية واستشارية وتخطيطية عالية في مؤسساتهم؛ مما يسهل عملية اتخاذ القرار وتوجيه المؤسسات نحو التبني المنهجي لنمذجة معلومات البناء وتجاوز معوقات التطبيق التقليدي؛ فالثقافة العلمية العالية تشكل رافعة أساسية لإنجاح التحول الرقمي وضمان الاستفادة الكاملة من كفاءة التقنية.

جدول 4: التحليل الإحصائي للدرجة العلمية

الدرجة العلمية					
	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent	
شهادة عليا	٧٩	٢٥,٨	٢٥,٨	٢٥,٨	Valid
دكتوراه	٧٦	٢٤,٨	٢٤,٨	٥٠,٧	
ماجستير	٧٤	٢٤,٢	٢٤,٢	٧٤,٨	
درجة البكالوريوس	٤٨	١٥,٧	١٥,٧	٩٠,٥	
شهادة الدراسة الثانوية	٢٩	٩,٥	٩,٥	١٠٠,٠	
Total	٣٠٦	١٠٠,٠	١٠٠,٠		



شكل توضيحي 3: التمثيل البياني للدرجة العلمية

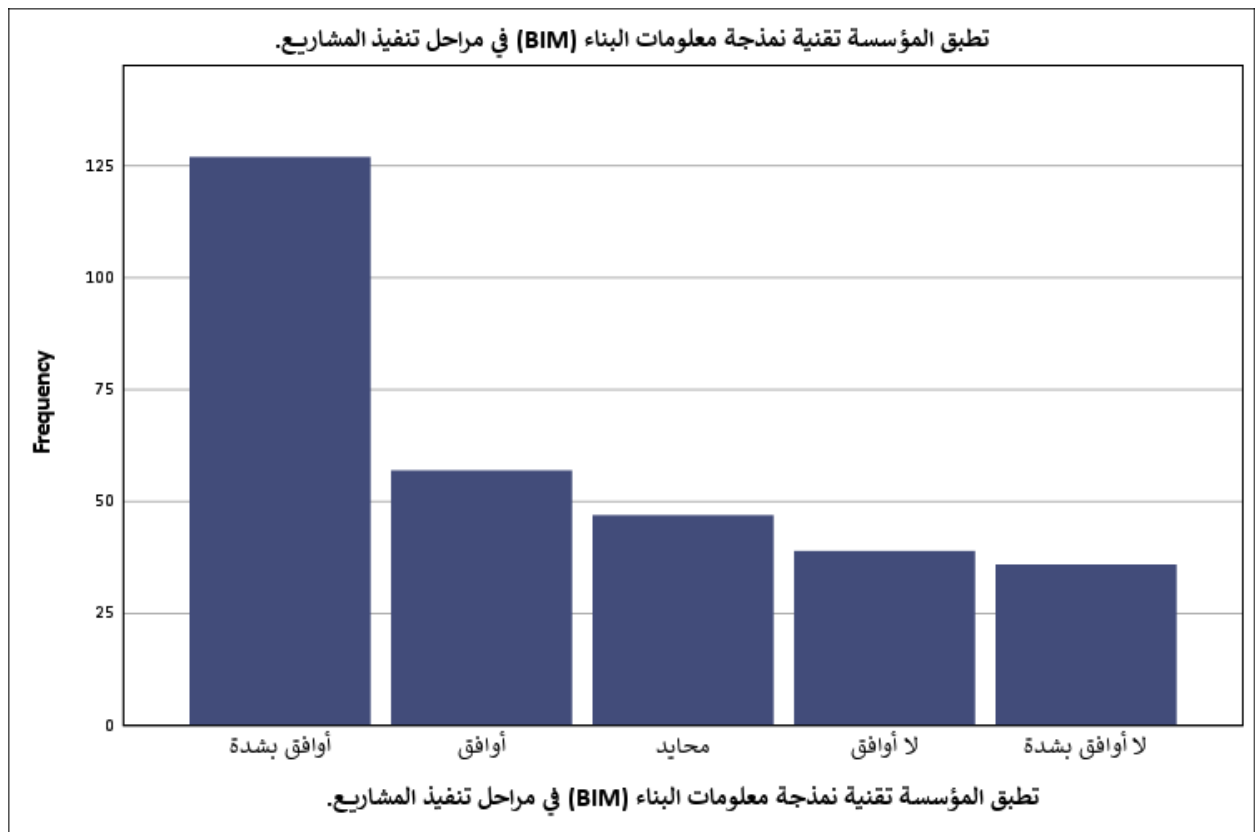
• تطبيق المؤسسة تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) في مراحل تنفيذ المشاريع.

تكشف النتائج المتعلقة بمستوى تطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء عن توجه إيجابي واضح نحو استخدام هذه التقنية في مراحل التنفيذ؛ إذ بلغت نسبة الموافقين بشدة ٤١,٥٪ (١٢٧ مشاركاً)، وأيدهم نسبة ١٨,٦٪ (٥٧ مشاركاً) بفئة الموافقة. وعلى الجانب الآخر، وقف ١٥,٤٪ (٤٧ مشاركاً) في موقف المحايد، بينما أبدى ١٢,٧٪ (٣٩ مشاركاً) عدم موافقتهم، وعبر ١١,٨٪ (٣٦ مشاركاً) عن عدم الموافقة بشدة. ويرتبط هذا التوزيع بمتوسط حسابي قدره ٣,٦٥ وانحراف معياري قدره ١,٤٢٣؛ مما يضع العبارة في مستوى تقييم مرتفع فوق المتوسط المرجعي. وتؤكد قيمة المتوسط الحسابي أن المؤسسات موضع الدراسة تتوجه فعلياً نحو الاعتماد على BIM؛ غير أن الارتفاع النسبي للتقييم في الانحراف المعياري ينبئ بتشتت آراء المشاركين وعدم تجانس تجاربهم المؤسسية. ويحتمل أن يعود هذا التشتت إلى التفاوت بين المؤسسات الكبيرة التي تمتلك إمكانيات ضخمة للتطبيق والمؤسسات الصغيرة التي ما زالت تعاني من ضعف التجهيزات الرقمية. وبإسقاط هذه الأرقام على واقع قطاع التشييد، يبدو أن التطبيق الفعلي يواجه تحديات متفاوتة تتعلق بكلفة الترخيص وتدريب الكوادر؛ فالتطبيق الجزئي أو الاقتصار على مراحل التصميم دون التنفيذ الميداني قد يفسر خيار الرافضين والمحايدين. ولذا تتطلب البيئة العملية صياغة استراتيجيات إلزامية

لتطبيق التقنية عبر كافة مراحل المشروع؛ لضمان الانتقال السلس من المخططات التقليدية إلى البيئة الرقمية المتكاملة.

جدول 5: التحليل الإحصائي لتطبيق المؤسسة تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) في مراحل تنفيذ المشاريع.

تطبيق المؤسسة تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) في مراحل تنفيذ المشاريع.					
	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent	
أوافق بشدة	١٢٧	٤١,٥	٤١,٥	٤١,٥	Valid
أوافق	٥٧	١٨,٦	١٨,٦	٦٠,١	
محايد	٤٧	١٥,٤	١٥,٤	٧٥,٥	
لا أوافق	٣٩	١٢,٧	١٢,٧	٨٨,٢	
لا أوافق بشدة	٣٦	١١,٨	١١,٨	١٠٠,٠	
Total	٣٠٦	١٠٠,٠	١٠٠,٠		



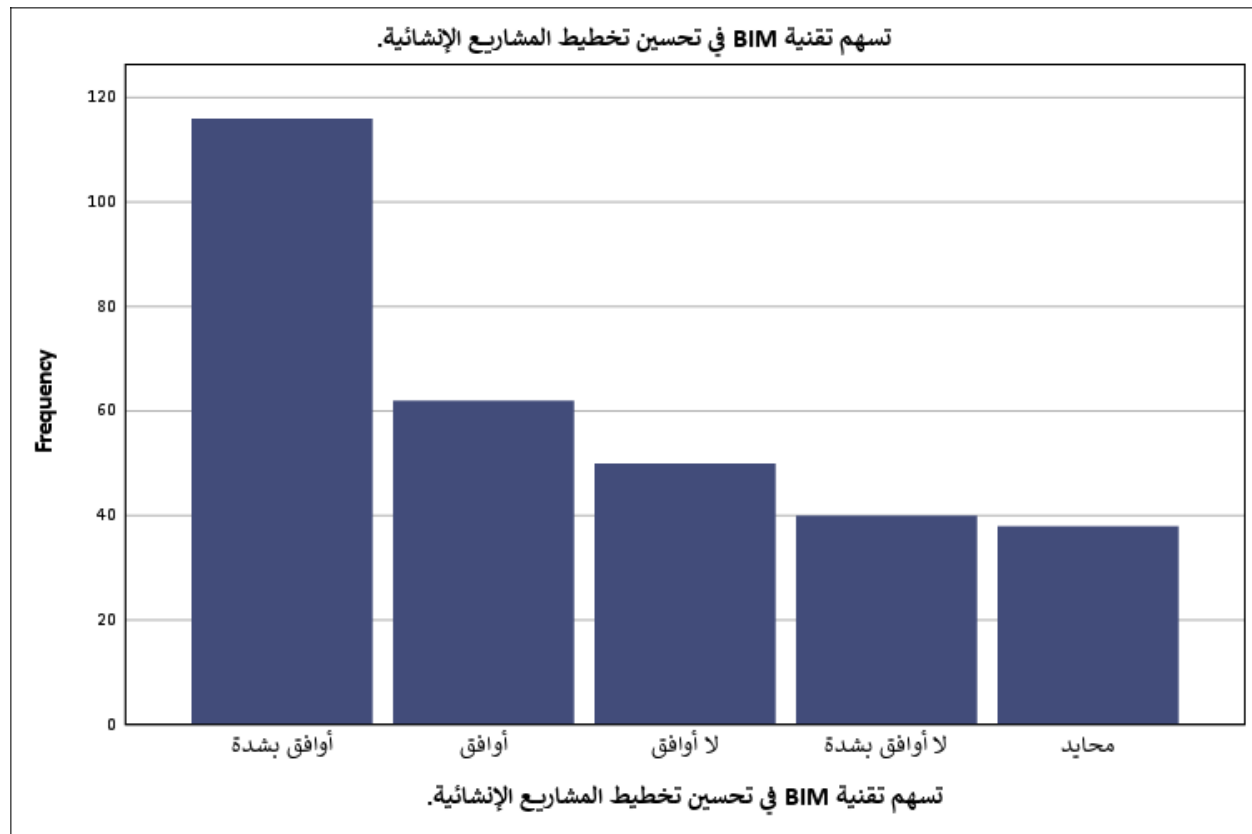
شكل توضيحي 4: التمثيل البياني لتطبيق المؤسسة تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) في مراحل تنفيذ المشاريع.

• تسهم تقنية BIM في تحسين تخطيط المشاريع الإنشائية.

تؤكد البيانات الإحصائية الخاصة بدور تقنية BIM في تخطيط المشاريع الإنشائية وجود قناعة مرتفعة بين أفراد العينة بفائدتها التخطيطية؛ فقد حازت فئة الموافقة الشديدة على ٣٧,٩٪ (١١٦ مشاركاً)، واقتربت بفئة الموافقة بنسبة ٢٠,٣٪ (٦٢ مشاركاً) لتشكلاً معاً غالبية تزيد عن ٥٨٪. وفي المقابل، تتوزع بقية النسب بين عدم الموافقة بنسبة ١٦,٣٪ (٥٠ مشاركاً)، وعدم الموافقة بشدة بنسبة ١٣,١٪ (٤٠ مشاركاً)، بينما اختار الحياد ١٢,٤٪ (٣٨ مشاركاً). ويسجل التحليل متوسطاً حسابياً قدره ٣,٥٤ وانحرافاً معيارياً قدره ١,٤٥٨؛ مما يظهر اتجهاً عاماً مؤيداً للأثر الإيجابي للتقنية في جدول الأنشطة والتنبؤ بالتتابعات الزمنية للمباني. وتدل قيمة الانحراف المعياري المرتفعة على وجود تباين في مدى لمس هذا التحسن التخطيطي ميدانياً؛ فربما يستفيد المهندسون العاملون في مشاريع معقدة من قدرات المحاكاة رباعية الأبعاد (4D BIM) بشكل أكبر من نظرائهم في المشاريع البسيطة. ويتصل هذا التباين بطبيعة الأدوات التخطيطية المستخدمة ونوعية التدريب؛ فالاعتماد على النمذجة يسمح برؤية المخططات وتحديد التسلسل الزمني لبناء العناصر الهندسية بدقة عالية قبل البدء في الموقع؛ مما يقلل احتمالات التضارب في الجداول الزمنية. وتفرض هذه النتائج على شركات التشييد ضرورة الاستثمار في أدوات التخطيط المرتبطة بالنمذجة الهندسية؛ لتجاوز حالة التشتت الإحصائي والوصول إلى أقصى درجات الانضباط في المواعيد المحددة للتسليم.

جدول 6: التحليل الإحصائي لمساهمة تقنية BIM في تحسين تخطيط المشاريع الإنشائية.

تسهم تقنية BIM في تحسين تخطيط المشاريع الإنشائية.					
	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent	
أوافق بشدة	١١٦	٣٧,٩	٣٧,٩	٣٧,٩	Valid
أوافق	٦٢	٢٠,٣	٢٠,٣	٥٨,٢	
لا أوافق	٥٠	١٦,٣	١٦,٣	٧٤,٥	
لا أوافق بشدة	٤٠	١٣,١	١٣,١	٨٧,٦	
محايد	٣٨	١٢,٤	١٢,٤	١٠٠,٠	
Total	٣٠٦	١٠٠,٠	١٠٠,٠		



شكل توضيحي 5: التمثيل البياني لمساهمة تقنية BIM في تحسين تخطيط المشاريع الإنشائية.

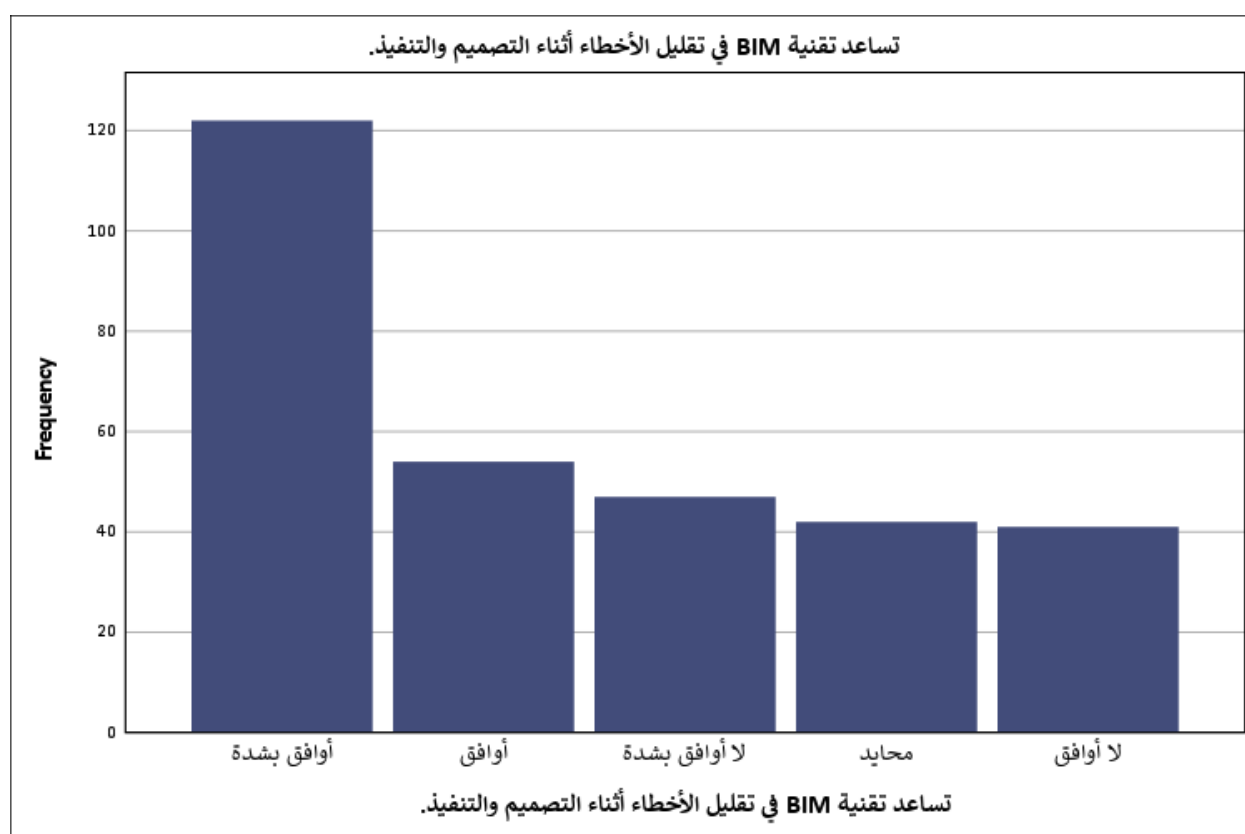
• تساعد تقنية BIM في تقليل الأخطاء أثناء التصميم والتنفيذ.

تشير القراءات الإحصائية لمدى مساهمة BIM في الحد من الأخطاء التصميمية والتنفيذية إلى تأييد واسع؛ حيث بلغت نسبة الموافقة الشديدة ٣٩,٩٪ (١٢٢ مشاركاً)، بينما بلغت نسبة الموافقة ١٧,٦٪ (٥٤ مشاركاً). وفي المقابل، عبر ١٥,٤٪ (٤٧ مشاركاً) عن عدم الموافقة بشدة، واختار ١٣,٧٪ (٤٢ مشاركاً) موقف الحياد، في حين رفض ١٣,٤٪ (٤١ مشاركاً) هذه الفكرة. ويظهر التحليل متوسطاً حسابياً مقداره ٣,٥٣ وانحرافاً معيارياً مقداره ١,٤٩٨. وتؤكد قيمة المتوسط الحسابي الاعتقاد السائد بقدرة النمذجة الثلاثية الأبعاد على الربط بين التخصصات المعمارية والإنشائية والكهروفيزيائية لتفادي الأخطاء. غير أن الانحراف المعياري المقارب للقيمة ١,٥٠ يبرز اتساع شقة الاختلاف بين أفراد العينة؛ وقد يرجع ذلك إحصائياً إلى التفاوت في جودة النماذج المصممة؛ فالنموذج الرقمي المكتمل يُسقط الأخطاء تلقائياً، بينما تظل النماذج الناقصة مصدراً للارتباك في موقع البناء. وبُربط هذه الأرقام بالواقع العملي، فإن استخدام التقنية قد يقلل من أوامر التغيير (Change Orders) والمطالبات المالية الناتجة عن أخطاء الرسم التقليدي. ويحتمل أن تكون تجارب المشاريع المعقدة التي طبق فيها BIM بدقة هي السبب المباشر لوجود كتلة كبيرة في فئة الموافقة الشديدة؛ مما يوجب وضع معايير دقيقة لمراجعة جودة النماذج الرقمية قبل اعتمادها للتنفيذ الميداني لتقليص

نسب الرفض.

جدول 7 : التحليل الإحصائي لمساعدة تقنية BIM في تقليل الأخطاء أثناء التصميم والتنفيذ.

تساعد تقنية BIM في تقليل الأخطاء أثناء التصميم والتنفيذ.					
	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent	
أوافق بشدة	١٢٢	٣٩,٩	٣٩,٩	٣٩,٩	Valid
أوافق	٥٤	١٧,٦	١٧,٦	٥٧,٥	
لا أوافق بشدة	٤٧	١٥,٤	١٥,٤	٧٢,٩	
محايد	٤٢	١٣,٧	١٣,٧	٨٦,٦	
لا أوافق	٤١	١٣,٤	١٣,٤	١٠٠,٠	
Total	٣٠٦	١٠٠,٠	١٠٠,٠		



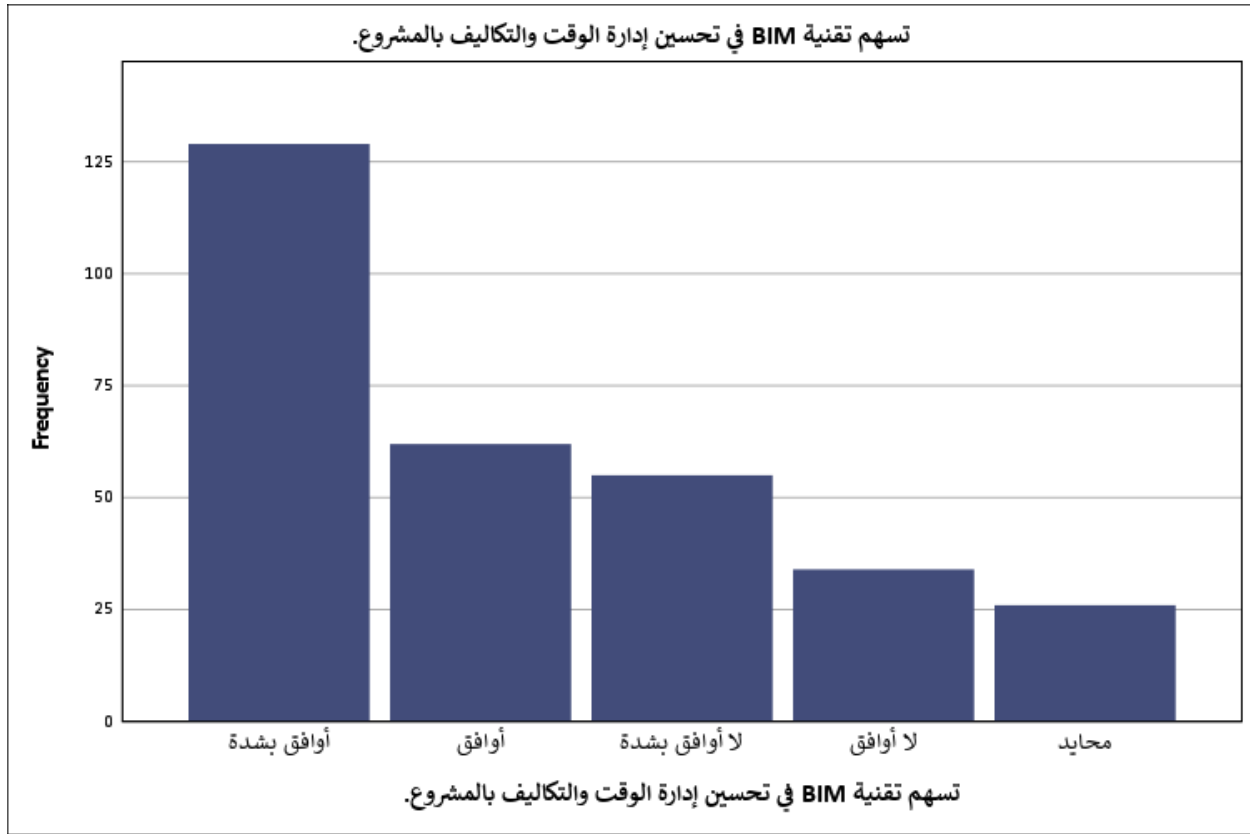
شكل توضيحي 6 : التمثيل البياني لمساعدة تقنية BIM في تقليل الأخطاء أثناء التصميم والتنفيذ.

• تسهم تقنية BIM في تحسين إدارة الوقت والتكاليف بالمشروع.

توضح مخرجات التحليل الإحصائي لهذه العبارة توجه غالبية المشاركين نحو إدراك القيمة الاقتصادية والزمنية للتقنية؛ إذ بلغت نسبة الموافقين بشدة ٤٢,٢٪ (١٢٩ مشاركاً)، واقتربت بنسبة ٢٠,٣٪ (٦٢ مشاركاً) في فئة الموافقة. وعلى الجانب المقابل، أبدى ١٨,٠٪ (٥٥ مشاركاً) عدم موافقتهم بشدة، وتوزعت النسبة المتبقية بين ١١,١٪ (٣٤ مشاركاً) لعدم الموافقة، و ٨,٥٪ (٢٦ مشاركاً) للحياد. ويرتبط هذا التوزيع بمتوسط حسابي قدره ٣,٥٨ وانحراف معياري قدره ١,٥٤٨؛ وهو الانحراف الأعلى تقريباً بين عبارات المحور. وتظهر قيمة المتوسط ميلاً إيجابياً واضحاً نحو التأكيد على أن أدوات النمذجة خماسية الأبعاد (٥D BIM) تساعد في حصر الكميات وضبط الميزانيات بدقة. بيد أن الانحراف المعياري المرتفع جداً (١,٥٤٨) يشير إلى عدم وجود إجماع، برغم ارتفاع المتوسط؛ مما يدل على وجود تجارب متناقضة في الميدان الإنشائي. ويحتمل أن تفسر هذه الظاهرة بالاستثمار الأولي الباهظ لشراء البرمجيات وتدريب الموظفين، والذي قد يمتص المردود المالي المباشر في المشاريع القصيرة، مما يدفع بعض المشاركين للرفض. بينما تلمس المشاريع الكبيرة ذات المدة الطويلة هذا التحسن في التكاليف بصورة جلية. ومن ثم، يتوجب على المؤسسات إجراء دراسات الجدوى الاقتصادية للتحويل الرقمي لضمان استعادة التكاليف المستثمرة وتحقيق الهدف المنشود في ضبط أوقات وميزانيات المشاريع.

جدول 8: التحليل الإحصائي لمساهمة تقنية BIM في تحسين إدارة الوقت والتكاليف بالمشروع.

تسهم تقنية BIM في تحسين إدارة الوقت والتكاليف بالمشروع.					
	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent	
أوافق بشدة	١٢٩	٤٢,٢	٤٢,٢	٤٢,٢	Valid
أوافق	٦٢	٢٠,٣	٢٠,٣	٦٢,٤	
لا أوافق بشدة	٥٥	١٨,٠	١٨,٠	٨٠,٤	
لا أوافق	٣٤	١١,١	١١,١	٩١,٥	
محايد	٢٦	٨,٥	٨,٥	١٠٠,٠	
Total	٣٠٦	١٠٠,٠	١٠٠,٠		



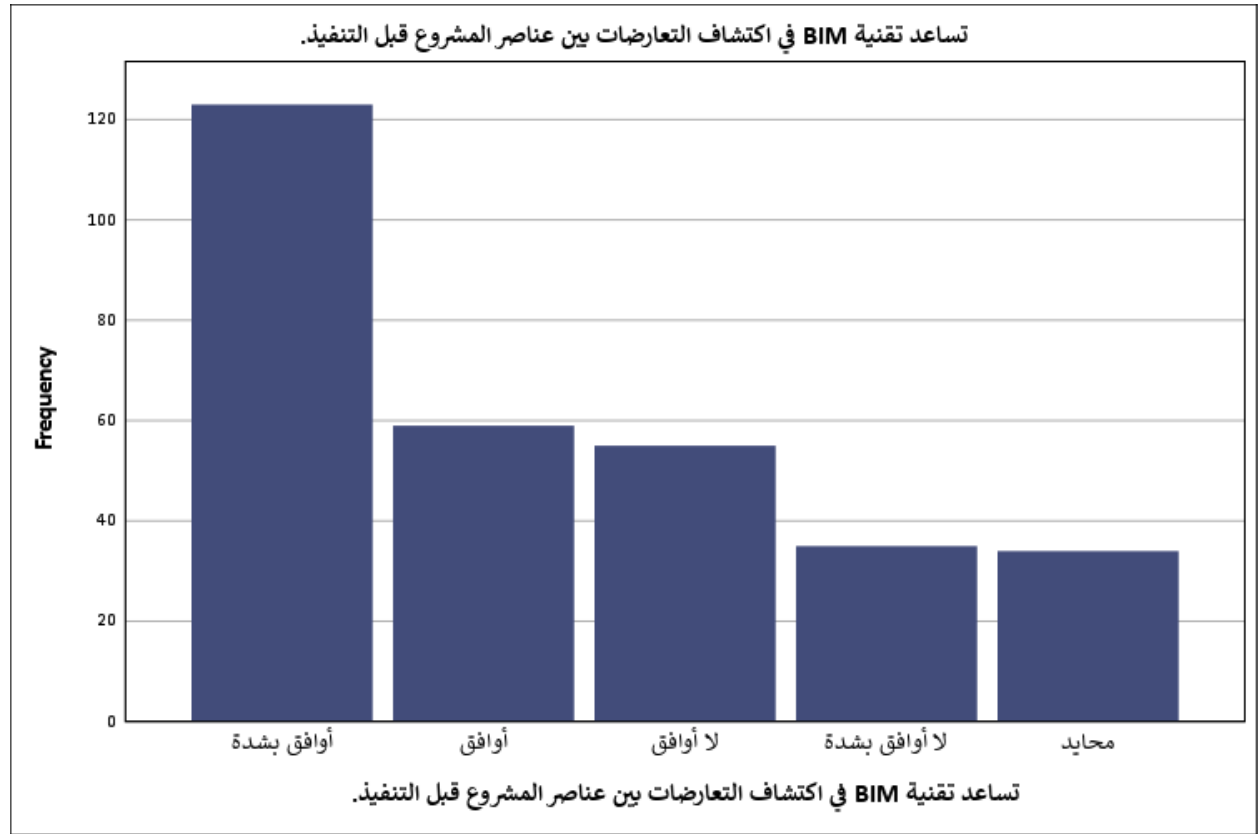
شكل توضيحي 7 : التمثيل البياني لمساهمة تقنية BIM في تحسين إدارة الوقت والتكاليف بالمشروع.

• تساعد تقنية BIM في اكتشاف التعارضات بين عناصر المشروع قبل التنفيذ.

تعكس الأرقام الإحصائية قناعة مرتفعة بوظيفة اكتشاف التعارضات (Clash Detection) كواحدة من أبرز مزايا النمذجة الهندسية؛ حيث حازت فئة الموافقة الشديدة على ٤٠,٢٪ (١٢٣ مشاركاً)، ورافقتها فئة الموافقة بنسبة ١٩,٣٪ (٥٩ مشاركاً) لتشكلا المجموعتان نحو ٥٩,٥٪ من العينة. وفي الاتجاه الآخر، تظهر نسبة عدم الموافقة بـ ١٨,٠٪ (٥٥ مشاركاً)، وعدم الموافقة بشدة بـ ١١,٤٪ (٣٥ مشاركاً)، مع موقف محايد بنسبة ١١,١٪ (٣٤ مشاركاً). وسجلت العبارة متوسطاً حسابياً قدره ٣,٥٩ وانحرافاً معيارياً قدره ١,٤٤٩؛ مما يضعها في المرتبة الثانية من حيث أعلى المتوسطات في دراسة الأثر المباشر للتقنية. وتؤكد هذه النتائج أن فحص التداخلات بين شبكات التكييف والتمديدات الصحية والعناصر الإنشائية يتم بنجاح عبر برمجيات النمذجة الرقمية قبل نزول المخططات إلى الميدان. غير أن الانحراف المعياري الواسع ينبئ بأن بعض الفرق الهندسية قد لا تستخدم برامج كشف التعارضات التلقائية بكفاءة، أو تكتفي بالفحص البصري التقليدي؛ مما يتسبب في تفاقم المشكلات في موقع البناء وحدوث التشتت في الإجابات. ويحمل هذا الواقع العملي دلالة على ضرورة تفعيل أطر التنسيق متعدد التخصصات وتطوير مهارات الفحص التلقائي لرفع كفاءة التنفيذ وتجنب إعادة العمل التكلفة والوقت في المشاريع.

جدول 9: التحليل الإحصائي لمساعدة تقنية BIM في اكتشاف التعارضات بين عناصر المشروع قبل التنفيذ.

تساعد تقنية BIM في اكتشاف التعارضات بين عناصر المشروع قبل التنفيذ.					
	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent	
Valid	أوافق بشدة	١٢٣	٤٠,٢	٤٠,٢	
	أوافق	٥٩	١٩,٣	٥٩,٥	
	لا أوافق	٥٥	١٨,٠	٧٧,٥	
	لا أوافق بشدة	٣٥	١١,٤	٨٨,٩	
	محايد	٣٤	١١,١	١٠٠,٠	
	Total	٣٠٦	١٠٠,٠		



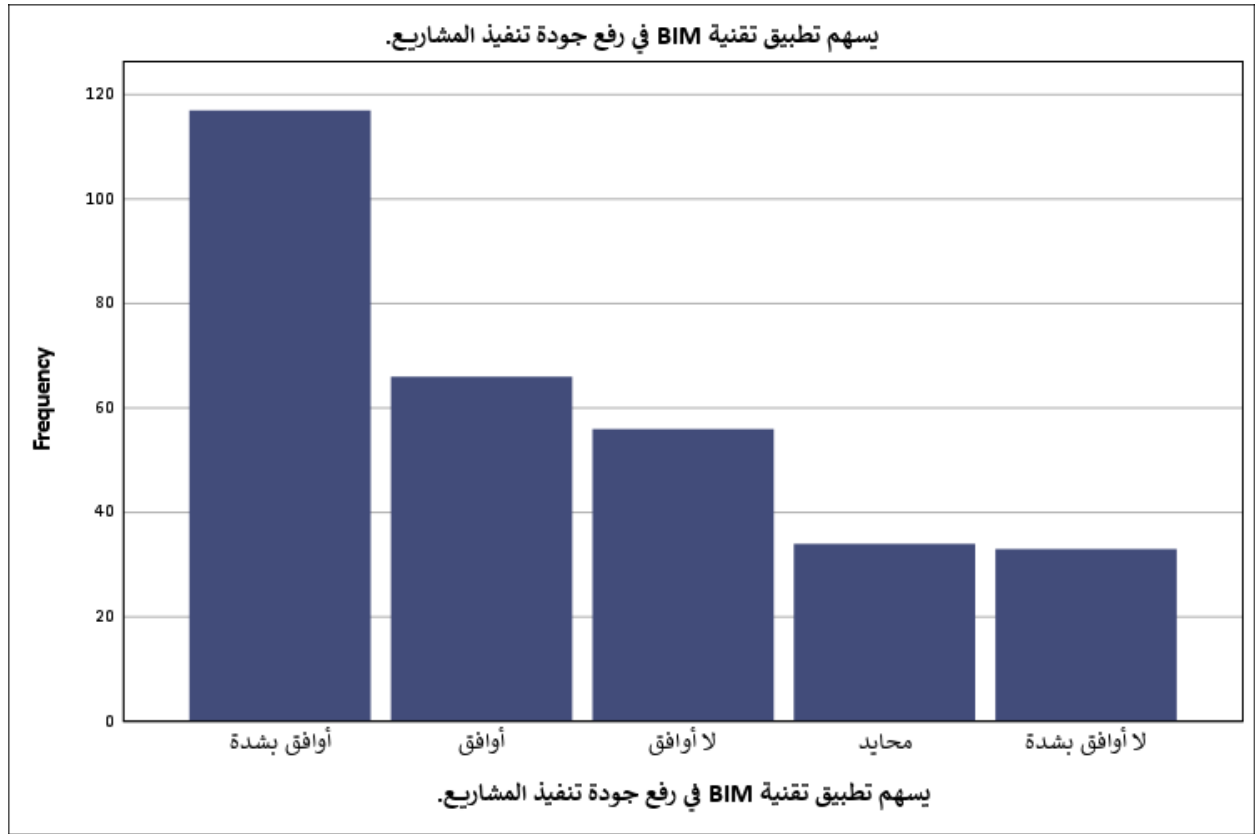
شكل توضيحي 8: التمثيل البياني لمساعدة تقنية BIM في اكتشاف التعارضات بين عناصر المشروع قبل التنفيذ.

• يسهم تطبيق تقنية BIM في رفع جودة تنفيذ المشاريع.

تبين القراءات الخاصة بمتغير جودة التنفيذ أن هناك تأييداً كبيراً للتقنية من قبل الكوادر المشاركة؛ إذ أعرب ٣٨,٢٪ (١١٧ مشاركاً) عن موافقتهم الشديدة، وانضم إليهم ٢١,٦٪ (٦٦ مشاركاً) في فئة الموافقة، ليبلغ إجمالي التأييد نسبة ٥٩,٨٪. وفي مقابل ذلك، بلغت نسبة عدم الموافقة ١٨,٣٪ (٥٦ مشاركاً)، وتساوت فئتا المحايد وغير الموافق بشدة عند ١١,١٪ (٣٤ مشاركاً) و ١٠,٨٪ (٣٣ مشاركاً) على التوالي. ويرافق هذه النسب متوسط حسابي يبلغ ٣,٥٨ وانحراف معياري قدره ١,٤٢٤. وتدل قيمة المتوسط الحسابي المرتفعة على أن الاستعانة بالتفاصيل الدقيقة والنمذجة ثلاثية الأبعاد تنعكس مباشرة على دقة المطابقة للمواصفات الفنية وتقليل الهدر في المواد. بينما يشير الانحراف المعياري المرتفع إلى تشتت ملحوظ في الآراء حول مفهوم الجودة الميدانية؛ ربما يعزى هذا التباين إلى أن تحسين الجودة لا يرتبط بالتقنية وحدها، بل يعتمد على مدى التزام أطراف التنفيذ بالمخططات الرقمية الصادرة. وفي البيئة العملية للتطبيقات الهندسية، يساعد التوثيق الرقمي والدقيق والدائم على ضبط أعمال الفحص والاستلام، وتسهيل الصيانة المستقبلية للمباني. وتوصي هذه الدلالات بربط المخرجات الرقمية ببرامج ضمان الجودة الميدانية لضمان تجانس الأداء وتحقيق الجودة المطلوبة في المنتج النهائي للمشروع.

جدول 10: التحليل الإحصائي لمساهمة تطبيق تقنية BIM في رفع جودة تنفيذ المشاريع.

يسهم تطبيق تقنية BIM في رفع جودة تنفيذ المشاريع.					
	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent	
أوافق بشدة	١١٧	٣٨,٢	٣٨,٢	٣٨,٢	Valid
أوافق	٦٦	٢١,٦	٢١,٦	٥٩,٨	
لا أوافق	٥٦	١٨,٣	١٨,٣	٧٨,١	
محايد	٣٤	١١,١	١١,١	٨٩,٢	
لا أوافق بشدة	٣٣	١٠,٨	١٠,٨	١٠٠,٠	
Total	٣٠٦	١٠٠,٠	١٠٠,٠		



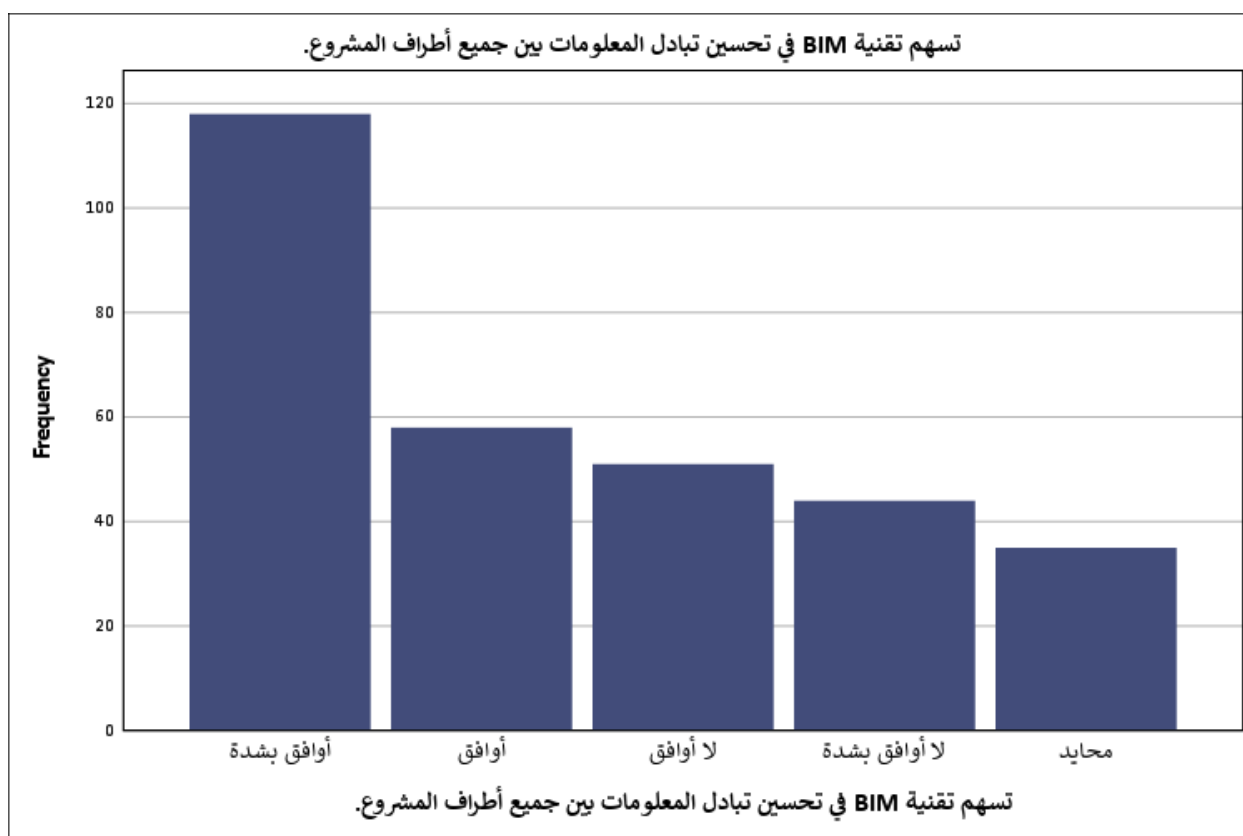
شكل توضيحي 9: التمثيل البياني لمساهمة تطبيق تقنية BIM في رفع جودة تنفيذ المشاريع.

• تسهم تقنية BIM في تحسين تبادل المعلومات بين جميع أطراف المشروع.

تظهر المؤشرات الإحصائية المتعلقة بتبادل المعلومات دور التقنية كمنصة مركزية لنقل البيانات الإنشائية؛ فقد أبدى ٣٨,٦٪ (١١٨ مشاركاً) موافقة شديدة، وأيدهم ١٩,٠٪ (٥٨ مشاركاً) بفئة الموافقة. وبالمقابل، أبدى ١٦,٧٪ (٥١ مشاركاً) عدم موافقتهم، واختار ١٤,٤٪ (٤٤ مشاركاً) عدم الموافقة بشدة، فيما وقف ١١,٤٪ (٣٥ مشاركاً) في خانة الحياد. ويرتبط هذا التوزيع بمتوسط حسابي قدره ٣,٥١ وانحراف معياري قدره ١,٤٩١. وتؤكد قيمة المتوسط الحسابي الاتجاه نحو الموافقة؛ فالاعتماد على بيئة البيانات المشتركة (Common Data Environment - CDE) يقلل من ضياع المخططات والمستندات. غير أن الانحراف المعياري المقارب لـ ١,٥٠ يوضح وجود تشتت كبير في الاستجابات؛ قد يعود أسبابه إحصائياً إلى مقاومة بعض الأطراف لتشارك البيانات الشفافة أو ضعف الامتثال لبروتوكولات التبادل الرقمي بين المالك والمقاول والاستشاري. وتبرز في الواقع الميداني أهمية إزالة الحواجز التنظيمية وتبني صيغ التبادل المفتوح (IFC)؛ لتسهيل تدفق المعلومات بدقة وفي الأوقات المناسبة؛ مما يضمن تسيير العمليات الهندسية بدون تعطل أو تعارض في البيانات المرسلة.

جدول 11: التحليل الإحصائي لمساهمة تقنية BIM في تحسين تبادل المعلومات بين جميع أطراف المشروع.

تسهم تقنية BIM في تحسين تبادل المعلومات بين جميع أطراف المشروع.					
	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent	
أوافق بشدة	١١٨	٣٨,٦	٣٨,٦	٣٨,٦	Valid
أوافق	٥٨	١٩,٠	١٩,٠	٥٧,٥	
لا أوافق	٥١	١٦,٧	١٦,٧	٧٤,٢	
لا أوافق بشدة	٤٤	١٤,٤	١٤,٤	٨٨,٦	
محايد	٣٥	١١,٤	١١,٤	١٠٠,٠	
Total	٣٠٦	١٠٠,٠	١٠٠,٠		



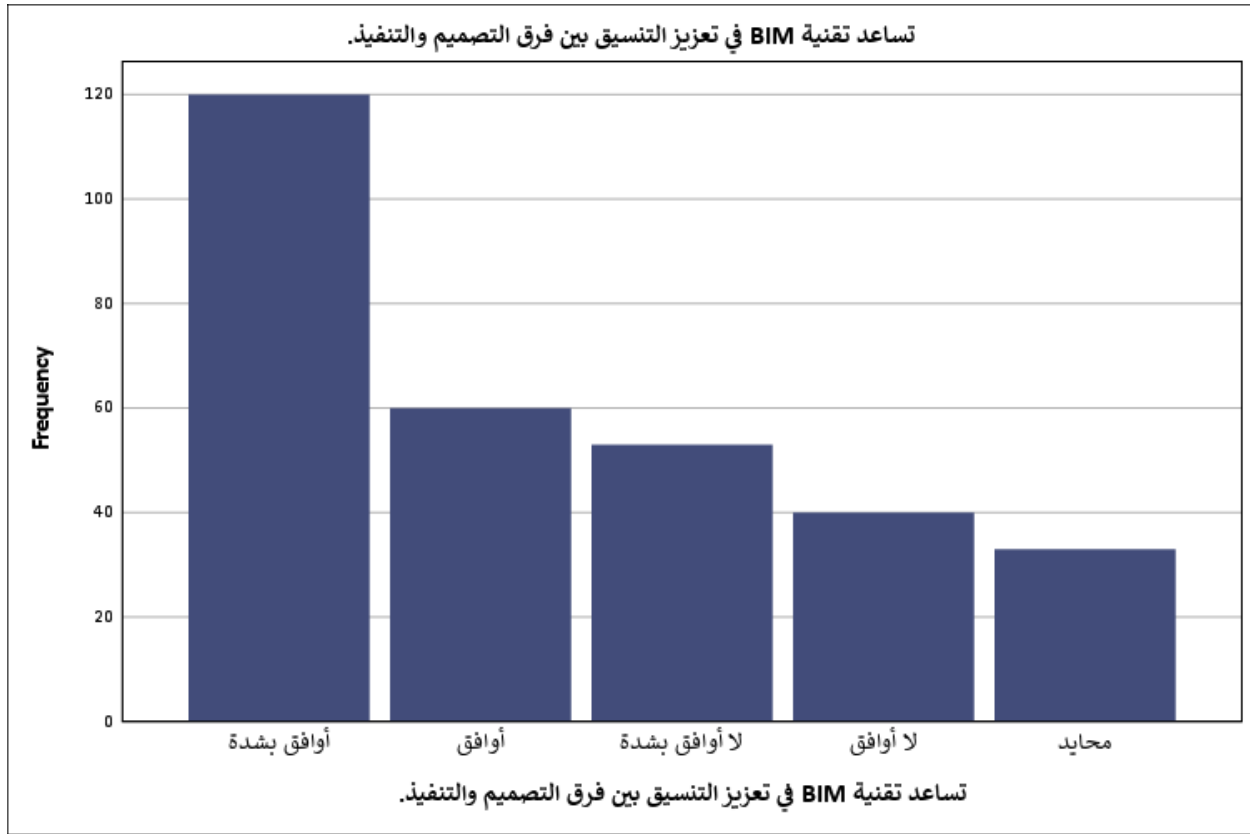
شكل توضيحي 10 : التمثيل البياني لمساهمة تقنية BIM في تحسين تبادل المعلومات بين جميع أطراف المشروع.

• تساعد تقنية BIM في تعزيز التنسيق بين فرق التصميم والتنفيذ.

تؤكد التوزيعات التكرارية للتنسيق بين التصميم والتنفيذ وجود رؤية إيجابية نحو تقليل الفجوة التاريخية بين المكاتب الاستشارية ومواقع البناء؛ حيث حصدت الموافقة الشديدة ٣٩,٢٪ (١٢٠ مشاركاً)، وتبعتها الموافقة بنسبة ١٩,٦٪ (٦٠ مشاركاً). وفي المقابل، ظهرت نسبة الراضين بشدة بـ ١٧,٣٪ (٥٣ مشاركاً)، وغير الموافقين بـ ١٣,١٪ (٤٠ مشاركاً)، مع حياد ١٠,٨٪ (٣٣ مشاركاً). ويسجل التحليل متوسطاً حسابياً قدره ٣,٥٠ وانحرافاً معيارياً قدره ١,٥٣١؛ مما يجعل العبارة ذات متوسط إيجابي وانحراف مرتفع يظهر اتساع تشتت الآراء. ويشير المتوسط الحسابي إلى أن النماذج المشتركة تعزز فهم مهندسي الموقع لقصد المصمم؛ بيد أن الانحراف المعياري المرتفع يبرهن على أن ضعف التنسيق لا يزال قائماً في بعض المؤسسات برغم وجود البرمجيات. وربما يرجع ذلك إلى غياب الاجتماعات الدورية القائمة على مناقشة النموذج الرقمي مباشرة أو عدم تحديث النماذج وفقاً للتغييرات الميدانية (As-Built) ويحتم هذا الوضع على الإدارات الهندسية إعادة هيكلة آليات التواصل بين فرق التصميم والتنفيذ لضمان التوافق التام وتجنب إعادة التعديلات الميدانية ذات التكلفة المرتفعة.

جدول 12: التحليل الإحصائي لمساعدة تقنية BIM في تعزيز التنسيق بين فرق التصميم والتنفيذ.

تساعد تقنية BIM في تعزيز التنسيق بين فرق التصميم والتنفيذ.					
	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent	
أوافق بشدة	١٢٠	٣٩,٢	٣٩,٢	٣٩,٢	Valid
أوافق	٦٠	١٩,٦	١٩,٦	٥٨,٨	
لا أوافق بشدة	٥٣	١٧,٣	١٧,٣	٧٦,١	
لا أوافق	٤٠	١٣,١	١٣,١	٨٩,٢	
محايد	٣٣	١٠,٨	١٠,٨	١٠٠,٠	
Total	٣٠٦	١٠٠,٠	١٠٠,٠		



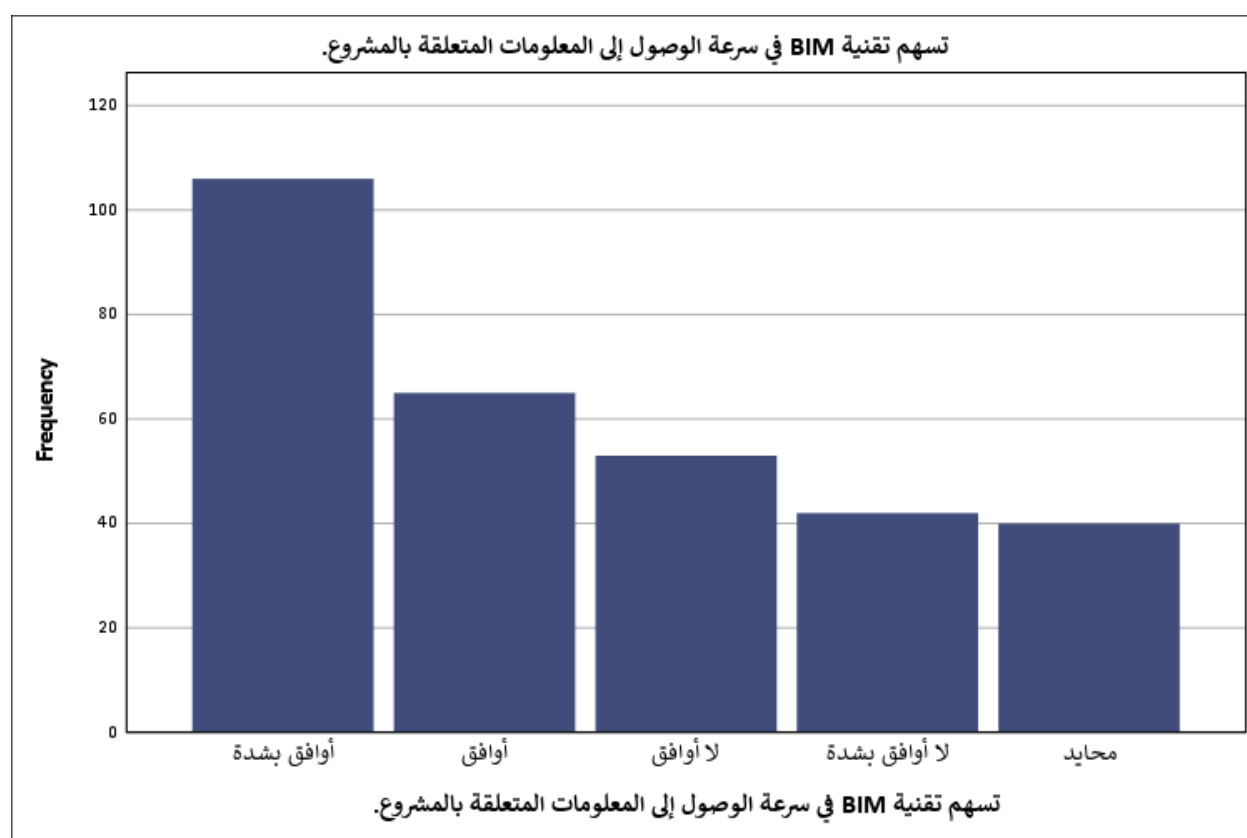
شكل توضيحي 11 : التمثيل البياني لمساعدة تقنية BIM في تعزيز التنسيق بين فرق التصميم والتنفيذ.

• تسهم تقنية BIM في سرعة الوصول إلى المعلومات المتعلقة بالمشروع.

تكشف النتائج الإحصائية لسهولة وسرعة استرجاع البيانات عن موافقة الحياد بنسب متفاوتة؛ فقد أيد العبارة شديداً ٣٤,٦٪ (١٠٦ مشاركين)، بينما وافق ٢١,٢٪ (٦٥ مشاركاً). وعلى الناحية الأخرى، عبر ١٧,٣٪ (٥٣ مشاركاً) عن عدم موافقتهم، ورفض العبارة بشدة ١٣,٧٪ (٤٢ مشاركاً)، واختار ١٣,١٪ (٤٠ مشاركاً) الحياد. ويسجل تحليل البيانات متوسطاً حسابياً قدره ٣,٤٦ وانحرافاً معيارياً قدره ١,٤٥٥؛ وهو أدنى متوسط بين عبارات تبادل وتكامل المعلومات برغم بقائه في النطاق الإيجابي. وتدل هذه النتيجة على أن تجميع البيانات في قاعدة رقمية واحدة يسهل المتابعة؛ لكن الانحراف المعياري العالي يشير إلى وجود عوائق تقنية تحول دون سرعة الاستجابة. ويحتمل أن تتجسد هذه العوائق في كبر حجم الملفات الرقمية، أو صعوبة تشغيلها على أجهزة الموقع، أو ضعف شبكات الاتصال السحابية في مشاريع التشييد. وبإسقاط ذلك على بيئة العمل، تظهر الحاجة إلى تحسين البنية التحتية لتكنولوجيا المعلومات وتدريب أطقم العمل على أدوات التصفح السريع للنماذج، مما يحول البيانات الإنشائية إلى معرفة فورية تسرع من وتيرة سير الأعمال.

جدول 13 : التحليل الإحصائي لمساهمة تقنية BIM في سرعة الوصول إلى المعلومات المتعلقة بالمشروع.

تسهم تقنية BIM في سرعة الوصول إلى المعلومات المتعلقة بالمشروع.					
	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent	
Valid	أوافق بشدة	١٠٦	٣٤,٦	٣٤,٦	
	أوافق	٦٥	٢١,٢	٥٥,٩	
	لا أوافق	٥٣	١٧,٣	٧٣,٢	
	لا أوافق بشدة	٤٢	١٣,٧	٨٦,٩	
	محايد	٤٠	١٣,١	١٠٠,٠	
	Total	٣٠٦	١٠٠,٠		



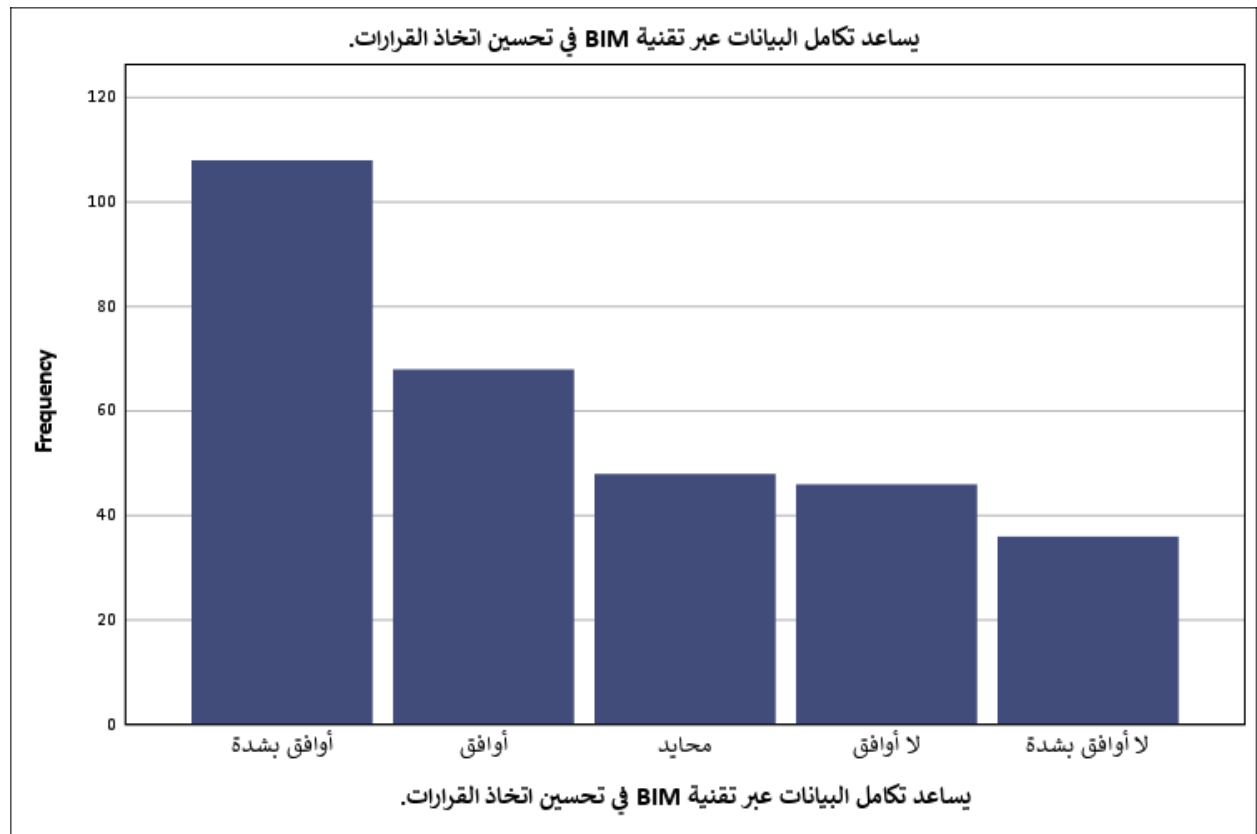
شكل توضيحي 12 : التمثيل البياني لمساهمة تقنية BIM في سرعة الوصول إلى المعلومات المتعلقة بالمشروع.

• يساعد تكامل البيانات عبر تقنية BIM في تحسين اتخاذ القرارات.

توضح القراءات الرقمية لدور تكامل البيانات في دعم اتخاذ القرار وجود قبول واسع لهذه الوظيفة: فقد بلغت نسبة الموافقة الشديدة ٣٥,٣٪ (١٠٨ مشاركين)، ونسبة الموافقة ٢٢,٢٪ (٦٨ مشاركاً)، لتصل نسبة التأييد الإجمالية إلى ٥٧,٥٪. وتوزعت النسب المتبقية بين المحايد بنسبة ١٥,٧٪ (٤٨ مشاركاً)، والرافض بنسبة ١٥,٠٪ (٤٦ مشاركاً)، والرافض بشدة بنسبة ١١,٨٪ (٣٦ مشاركاً). ويظهر المؤشر الإحصائي متوسطاً حسابياً قدره ٣,٥٤ وانحرافاً معيارياً قدره ١,٤٠٣؛ وهو الانحراف الأقل ضمن محور التكامل والاتصال؛ مما يظهر درجة أعلى نسبياً من التوافق بين أفراد العينة مقارنة بالفقرات السابقة. وتدل هذه القيمة على أن توفير قاعدة بيانات دقيقة وموحدة يقلل من التخمين ويساعد مديري المشاريع على تقييم البدائل الهندسية والمالية بسرعة. وتفسر النسبة المرتفعة للمحايدين وغير الموافقين باحتمالية عدم إشراك جميع المستويات الإدارية في التحليلات الرقمية المتقدمة التي توفرها البرمجيات. وبناءً على الواقع العملي، يتوجب تمكين متخذي القرار من لوحات قيادة رقمية (Dashboards) تعتمد على بيانات BIM المباشرة؛ لرفع جودة القرارات التشغيلية والاستراتيجية وإبعادها عن الاجتهادات الشخصية.

جدول 14 : التحليل الإحصائي لمساعدة تكامل البيانات عبر تقنية BIM في تحسين اتخاذ القرارات.

يساعد تكامل البيانات عبر تقنية BIM في تحسين اتخاذ القرارات.					
	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent	
أوافق بشدة	١٠٨	٣٥,٣	٣٥,٣	٣٥,٣	Valid
أوافق	٦٨	٢٢,٢	٢٢,٢	٥٧,٥	
محايد	٤٨	١٥,٧	١٥,٧	٧٣,٢	
لا أوافق	٤٦	١٥,٠	١٥,٠	٨٨,٢	
لا أوافق بشدة	٣٦	١١,٨	١١,٨	١٠٠,٠	
Total	٣٠٦	١٠٠,٠	١٠٠,٠		



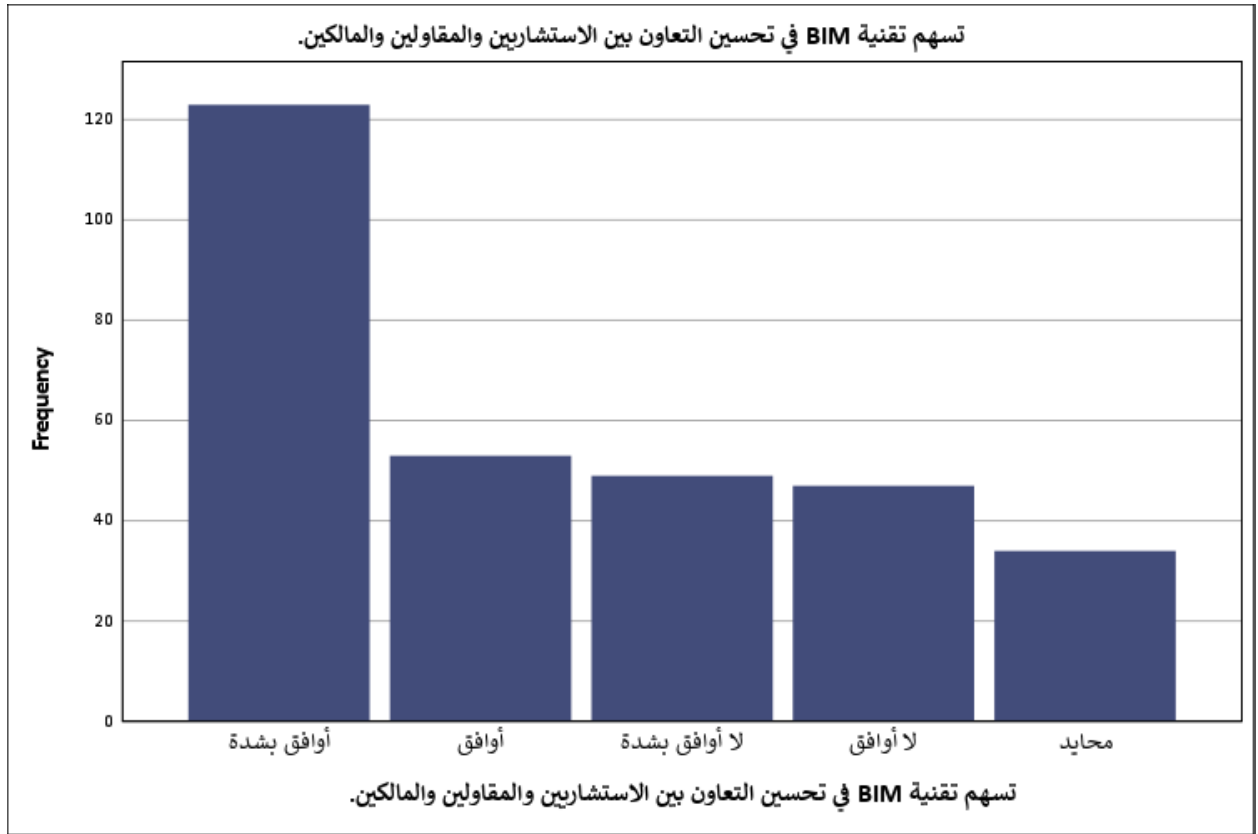
شكل توضيحي 13 : التمثيل البياني لمساعدة تكامل البيانات عبر تقنية BIM في تحسين اتخاذ القرارات.

• تسهم تقنية BIM في تحسين التعاون بين الاستشاريين والمقاولين والمالكين.

تثبت النتائج الإحصائية المتعلقة بزيادة مستوى التعاون بين أطراف العقد الإنشائي وجود نظرة إيجابية؛ حيث نالت فئة الموافقة الشديدة ٤٠,٢٪ (١٢٣ مشاركاً)، ورافقتها الموافقة بنسبة ١٧,٣٪ (٥٣ مشاركاً). وفي الجانب المقابل، سجلت نسبة عدم الموافقة بشدة ١٦,٠٪ (٤٩ مشاركاً)، وعدم الموافقة ١٥,٤٪ (٤٧ مشاركاً)، بينما اختار ١١,١٪ (٣٤ مشاركاً) موقف الحياد. وينتج عن هذه الاستجابات متوسط حسابي يبلغ ٣,٥٠ وانحراف معياري قدره ١,٥٢٦. وتؤكد قيمة المتوسط الحسابي التوجه المؤيد لأثر النمذجة في توفير لغة مشتركة تفهمها جميع الأطراف؛ برغم الارتفاع الحاد للانحراف المعياري والذي يوضح تشتت آراء أفراد العينة. ويحتمل أن يفسر هذا التشتت باختلاف العقود المنظمة للمشاريع؛ فالعقود التقليدية المعتمدة على الفصل بين التصميم والتنفيذ قد تحد من التعاون برغم وجود BIM، في حين تعزز عقود تسليم المشاريع المتكاملة (IPD) من هذا الأثر الإيجابي. ويتطلب الواقع الميداني تحديث الأطوار التعاقدية لتبني نموذج التعاون الرقمي المفتوح؛ مما ينعكس على تقليل النزاعات بين المقاول والاستشاري والمالك ويضمن الانسيابية العملية للمشروع.

جدول 15 : التحليل الإحصائي لمساهمة تقنية BIM في تحسين التعاون بين الاستشاريين والمقاولين والمالكين.

تسهم تقنية BIM في تحسين التعاون بين الاستشاريين والمقاولين والمالكين.					
	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent	
أوافق بشدة	١٢٣	٤٠,٢	٤٠,٢	٤٠,٢	Valid
أوافق	٥٣	١٧,٣	١٧,٣	٥٧,٥	
لا أوافق بشدة	٤٩	١٦,٠	١٦,٠	٧٣,٥	
لا أوافق	٤٧	١٥,٤	١٥,٤	٨٨,٩	
محايد	٣٤	١١,١	١١,١	١٠٠,٠	
Total	٣٠٦	١٠٠,٠	١٠٠,٠		



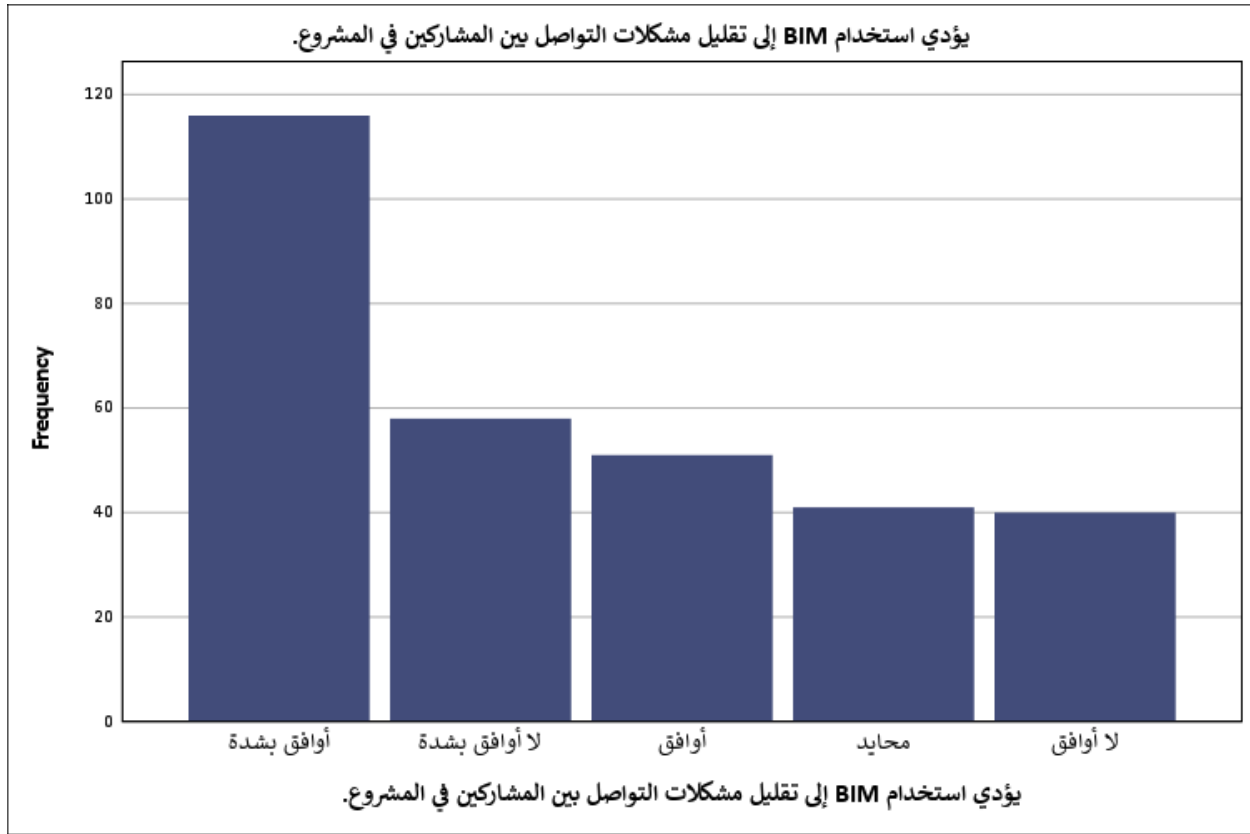
شكل توضيحي 14 : التمثيل البياني لمساهمة تقنية BIM في تحسين التعاون بين الاستشاريين والمقاولين والمالكين.

• يؤدي استخدام BIM إلى تقليل مشكلات التواصل بين المشاركين في المشروع.

تسجل التحليلات الإحصائية لهذه العبارة أدنى متوسط حسابي في محور تبادل وتكامل المعلومات؛ حيث بلغ المتوسط ٣,٤٢ مصحوباً بانحراف معياري مرتفع قدره ١,٥٥٢. وعلى صعيد التوزيع التكراري، أبدى ٣٧,٩٪ (١١٦ مشاركاً) موافقتهم الشديدة، ووافق ١٦,٧٪ (٥١ مشاركاً)، بينما ارتفعت نسبة الراضين بشدة لتصل إلى ١٩,٠٪ (٥٨ مشاركاً)، إلى جانب ١٣,١٪ (٤٠ مشاركاً) لعدم الموافقة، و ١٣,٤٪ (٤١ مشاركاً) للحياد. وتدلل هذه النتائج الإحصائية على أنه برغم ميل الكفة العامة نحو الإيجابية، إلا أن التشتت بلغ مداه بسبب ارتفاع نسبة الراضين بشدة لتقليل المشكلات. وربما يعزى ذلك إحصائياً وميدانياً إلى أن التكنولوجيا وحدها لا تحل مشكلات التواصل الإنساني والتنظيمي؛ فغياب الشفافية أو تضارب المصالح الشديد قد يستمر حتى مع وجود نماذج ثلاثية الأبعاد. وبإسقاط هذا البعد على البيئة العملية، فإن الاعتماد الفائق على البرمجيات دون صياغة بروتوكولات تواصل وظيفية واضحة قد ينشئ تعقيدات جديدة في تبادل المسؤوليات؛ مما يحتم مرافق التطبيق التقني ببرامج تطوير المهارات السلوكية والإدارية لفرق العمل الهندسية.

جدول 16: التحليل الإحصائي لأداء استخدام BIM إلى تقليل مشكلات التواصل بين المشاركين في المشروع.

يؤدي استخدام BIM إلى تقليل مشكلات التواصل بين المشاركين في المشروع.					
	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent	
أوافق بشدة	١١٦	٣٧,٩	٣٧,٩	٣٧,٩	Valid
لا أوافق بشدة	٥٨	١٩,٠	١٩,٠	٥٦,٩	
أوافق	٥١	١٦,٧	١٦,٧	٧٣,٥	
محايد	٤١	١٣,٤	١٣,٤	٨٦,٩	
لا أوافق	٤٠	١٣,١	١٣,١	١٠٠,٠	
Total	٣٠٦	١٠٠,٠	١٠٠,٠		



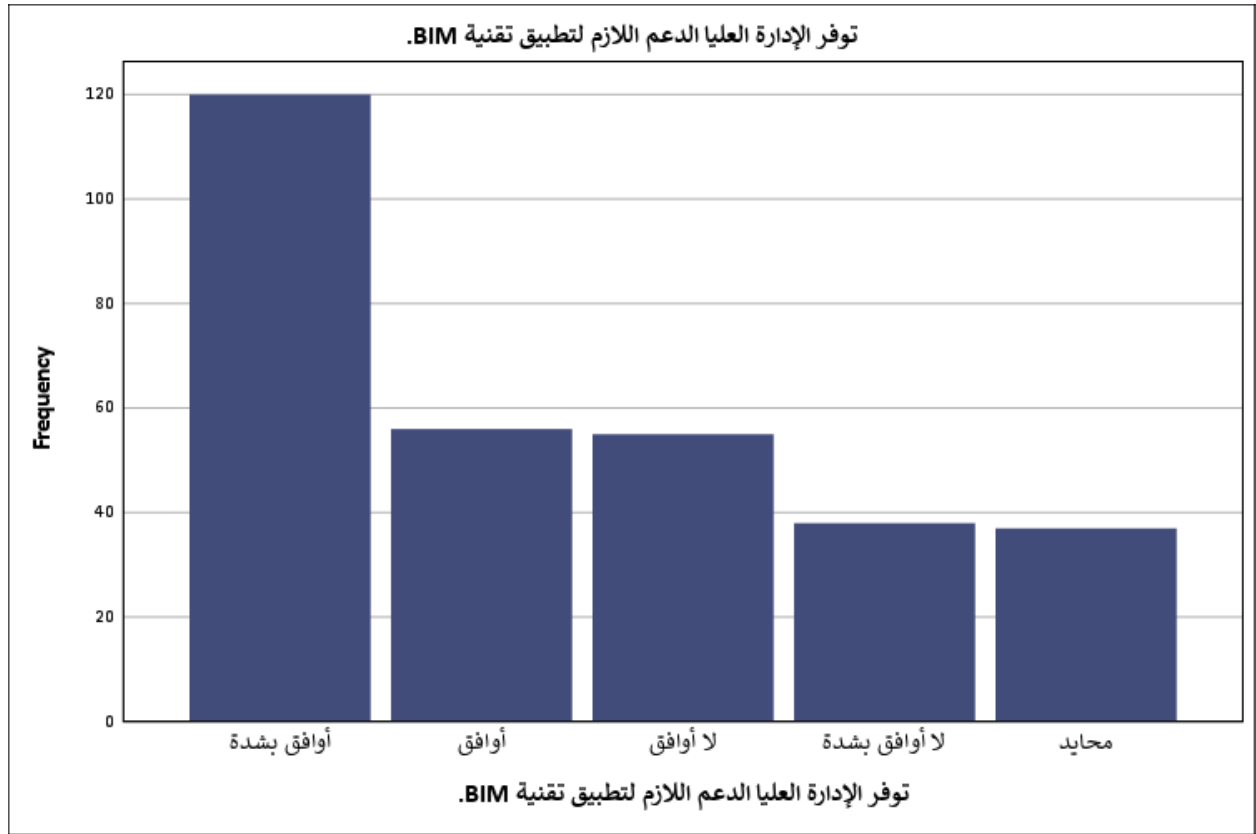
شكل توضيحي 15: التمثيل البياني لأداء استخدام BIM إلى تقليل مشكلات التواصل بين المشاركين في المشروع.

• توفر الإدارة العليا الدعم اللازم لتطبيق تقنية BIM.

تظهر المؤشرات الرقمية لدعم القيادة المؤسسية توجه غالبية المشاركين نحو الإقرار بوجود التزام إداري؛ حيث حصلت الموافقة الشديدة ٣٩,٢٪ (١٢٠ مشاركاً)، وأيدتها الموافقة بـ ١٨,٣٪ (٥٦ مشاركاً). وفي المقابل، عبر ١٨,٠٪ (٥٥ مشاركاً) عن عدم الموافقة، ورفض العبارة بشدة ١٢,٤٪ (٣٨ مشاركاً)، بينما وقف ١٢,١٪ (٣٧ مشاركاً) على الحياد. ويرافق هذه النسب متوسط حسابي يبلغ ٣,٥٤ وانحراف معياري قدره ١,٤٦٤. وتؤكد قيمة المتوسط الحسابي وجود اقتناع لدى القيادة بأهمية النمذجة الإنشائية؛ غير أن الانحراف المعياري المرتفع يظهر تباعداً كبيراً في تقييم أفراد العينة لدعم إداراتهم. ويحتمل أن يفسر هذا التشتت بالفرق بين الدعم المعنوي والتمويل المالي المباشر؛ فبعض الإدارات تدعم الفكرة نظرياً ولكنها تتردد في تخصيص الميزانيات الكافية لشراء الرخص وتحديث البرامج. وبإسقاط هذه الدلالة على بيئة القطاع، يتبين أن نجاح التبني الكامل للتقنية مرهون بتحويل الدعم القيادي إلى خطط استثمارية واضحة، تشمل رصد الميزانيات وتعديل الهياكل التنظيمية لتسهيل الدمج التقني في المشاريع.

جدول 17 : التحليل الإحصائي لتوفير الإدارة العليا الدعم اللازم لتطبيق تقنية BIM.

توفر الإدارة العليا الدعم اللازم لتطبيق تقنية BIM.					
	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent	
أوافق بشدة	١٢٠	٣٩,٢	٣٩,٢	٣٩,٢	Valid
أوافق	٥٦	١٨,٣	١٨,٣	٥٧,٥	
لا أوافق	٥٥	١٨,٠	١٨,٠	٧٥,٥	
لا أوافق بشدة	٣٨	١٢,٤	١٢,٤	٨٧,٩	
محايد	٣٧	١٢,١	١٢,١	١٠٠,٠	
Total	٣٠٦	١٠٠,٠	١٠٠,٠		



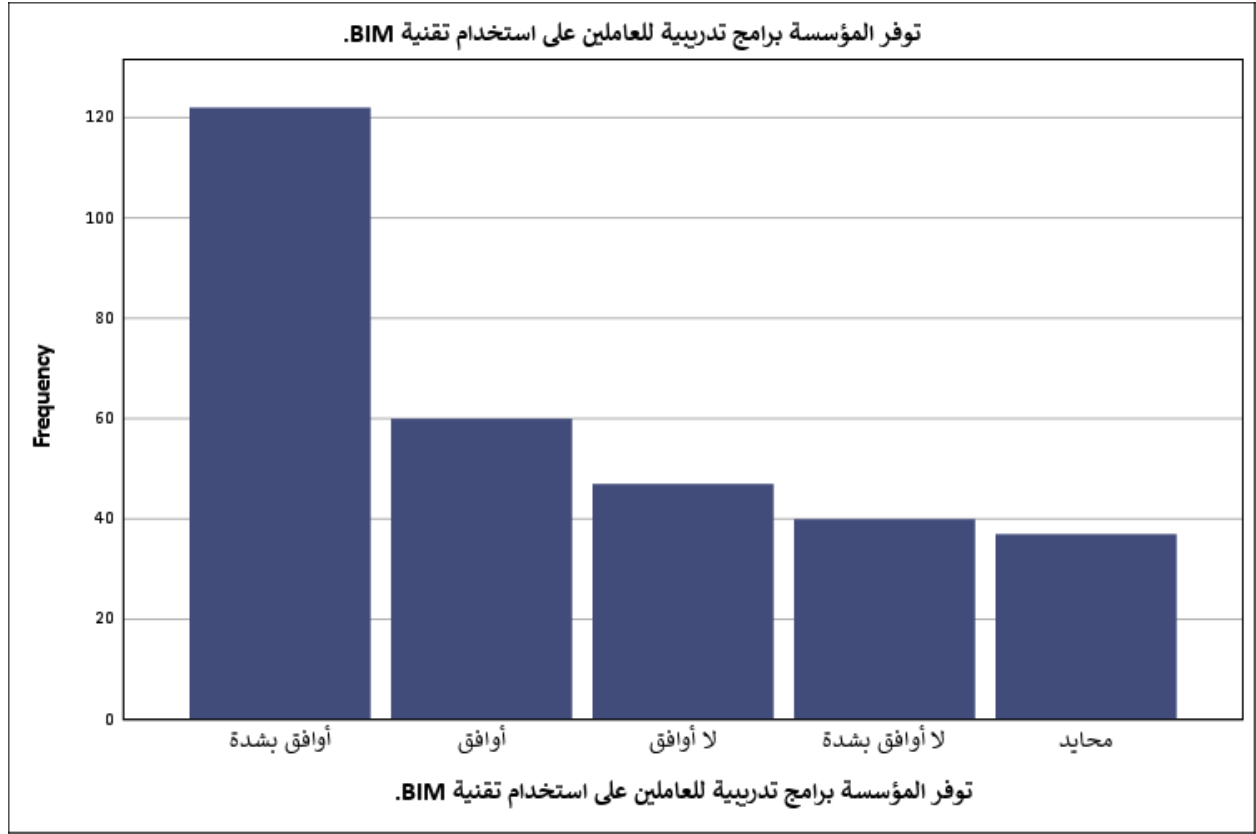
شكل توضيحي 16 : التمثيل البياني لتوفير الإدارة العليا الدعم اللازم لتطبيق تقنية BIM.

• توفر المؤسسة برامج تدريبية للعاملين على استخدام تقنية BIM.

تبين التوزيعات التكرارية لفقرة التأهيل والتدريب نتائج مرتفعة تميل نحو التأكيد الإيجابي؛ إذ نالت الموافقة الشديدة ٣٩,٩٪ (١٢٢ مشاركاً)، واقتربت بفئة الموافقة بنسبة ١٩,٦٪ (٦٠ مشاركاً) ليشكلاً معاً نحو ٥٩,٥٪. وعلى الجانب الآخر، بلغ عدم الموافقة ١٥,٤٪ (٤٧ مشاركاً)، والرفض الشديد ١٣,١٪ (٤٠ مشاركاً)، والحياد ١٢,١٪ (٣٧ مشاركاً). وسجل التحليل الإحصائي لهذه الفقرة أعلى متوسط حسابي في محور الدعم التنظيمي بـ ٣,٥٨ مصحوباً بانحراف معياري قدره ١,٤٦٣. وتؤكد قيمة المتوسط حرص الكثير من المؤسسات الهندسية على إقامة دورات تدريبية لبناء قدرات مهندسيها. بيد أن الانحراف المعياري الواسع ينبئ بأن هذه البرامج قد تكون غير كافية أو تفتقر إلى الاستمرارية والتخصصية المتقدمة في بعض الشركات؛ مما يدفع نسبة غير قليلة للرفض أو الحياد. وفي بيئة العمل الفعلية، تتطلب تقنية BIM تدريباً تطبيقياً مستمراً يراعي المستجدات البرمجية ولا يقتصر على المبادئ الأولية؛ لضمان نقل الأثر التدريبي إلى الميدان ورفع جاهزية الفرق للتعامل مع المشاريع المعقدة.

جدول 18: التحليل الإحصائي لتوفير المؤسسة برامج تدريبية للعاملين على استخدام تقنية BIM.

توفر المؤسسة برامج تدريبية للعاملين على استخدام تقنية BIM.					
	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent	
أوافق بشدة	١٢٢	٣٩,٩	٣٩,٩	٣٩,٩	Valid
أوافق	٦٠	١٩,٦	١٩,٦	٥٩,٥	
لا أوافق	٤٧	١٥,٤	١٥,٤	٧٤,٨	
لا أوافق بشدة	٤٠	١٣,١	١٣,١	٨٧,٩	
محايد	٣٧	١٢,١	١٢,١	١٠٠,٠	
Total	٣٠٦	١٠٠,٠	١٠٠,٠		



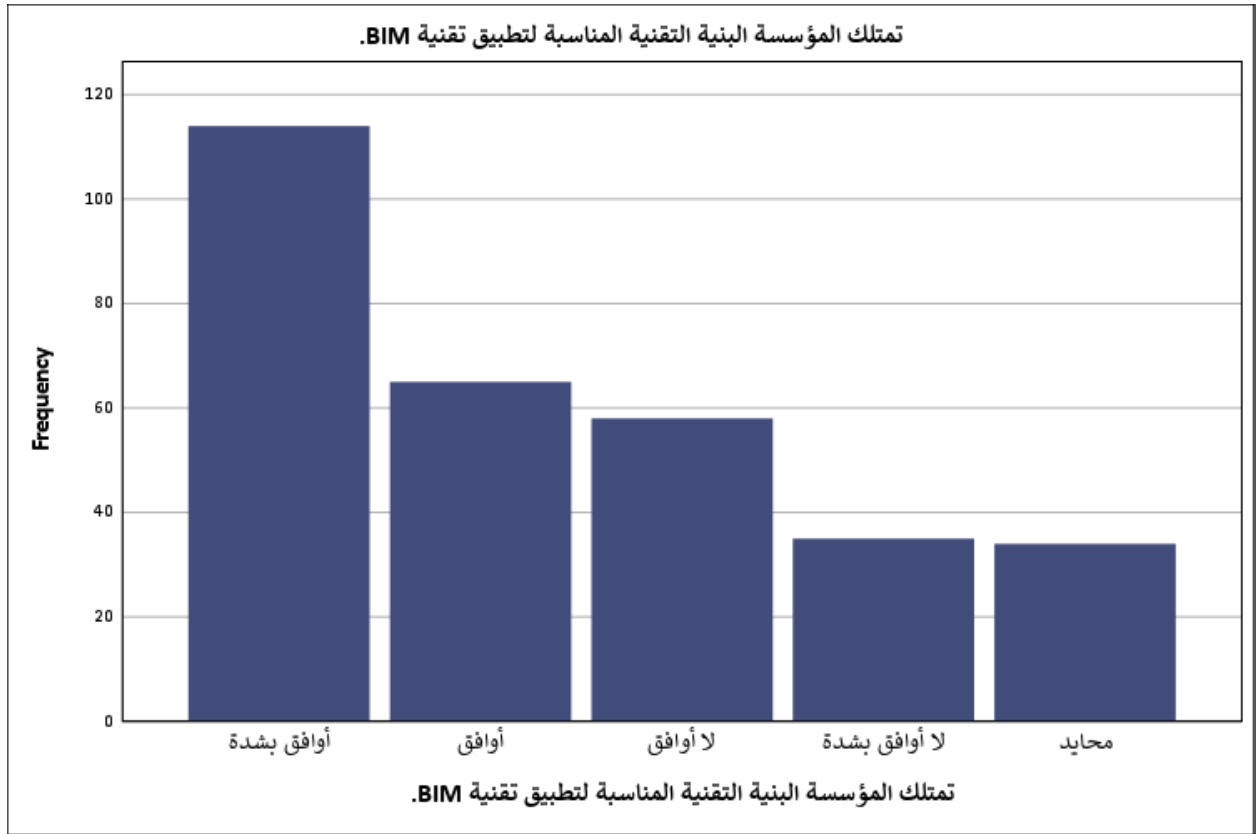
شكل توضيحي 17 : التمثيل البياني لتوفير المؤسسة برامج تدريبية للعاملين على استخدام تقنية BIM.

• تمتلك المؤسسة البنية التقنية المناسبة لتطبيق تقنية BIM.

تظهر المؤشرات الإحصائية الخاصة بجاهزية البنية التحتية التكنولوجية وجود تأييد إيجابي فوق المتوسط؛ حيث بلغت نسبة الموافقة الشديدة ٣٧,٣٪ (١١٤ مشاركاً)، ونسبة الموافقة ٢١,٢٪ (٦٥ مشاركاً). وفي المقابل، أظهر ١٩,٠٪ (٥٨ مشاركاً) عدم موافقتهم، بينما رفض العبارة بشدة ١١,٤٪ (٣٥ مشاركاً)، واختار ١١,١٪ (٣٤ مشاركاً) موقف الحياد. وترافق هذه الأرقام مع متوسط حسابي قدره ٣,٥٤ وانحراف معياري قدره ١,٤٣٧. وتدل قيمة المتوسط الحسابي المرتفعة على قيام العديد من الشركات بتحديث أجهزتها وشبكاتها لتلائم متطلبات التشغيل؛ لكن الانحراف المعياري المرتفع يوضح وجود تشتت في تقييم كفاية هذه التجهيزات. ويحتمل أن يفسر ذلك بالمتطلبات العالية لبرمجيات النمذجة التي تحتاج إلى معالجات فائقة وبطاقات رسومية خادمة وخوادم سحابية سريعة؛ وهي تجهيزات قد لا تتوافر بشكل متكافئ في كل مواقع العمل. وتفرض هذه النتائج على شركات التشييد ضرورة إجراء تقييم دوري للبنية الصلبة والبرمجية، وتوفير الدعم الفني اللوجستي لضمان عدم تعطل النمذجة والتصميم.

جدول 19 : التحليل الإحصائي لامتلاك المؤسسة البنية التقنية المناسبة لتطبيق تقنية BIM.

تمتلك المؤسسة البنية التقنية المناسبة لتطبيق تقنية BIM.					
	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent	
أوافق بشدة	١١٤	٣٧,٣	٣٧,٣	٣٧,٣	Valid
أوافق	٦٥	٢١,٢	٢١,٢	٥٨,٥	
لا أوافق	٥٨	١٩,٠	١٩,٠	٧٧,٥	
لا أوافق بشدة	٣٥	١١,٤	١١,٤	٨٨,٩	
محايد	٣٤	١١,١	١١,١	١٠٠,٠	
Total	٣٠٦	١٠٠,٠	١٠٠,٠		



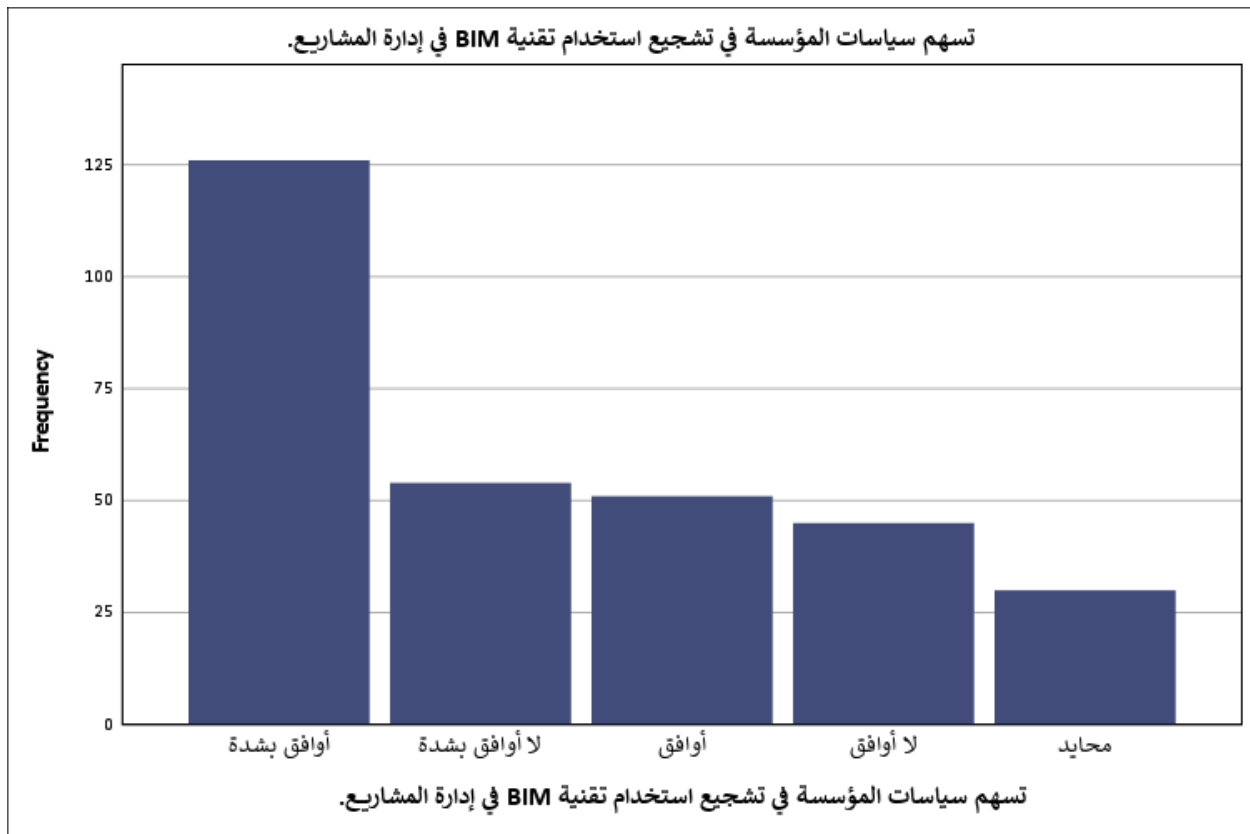
شكل توضيحي 18 : التمثيل البياني لامتلاك المؤسسة البنية التقنية المناسبة لتطبيق تقنية BIM.

• تسهم سياسات المؤسسة في تشجيع استخدام تقنية BIM في إدارة المشاريع.

توضح مخرجات تحليل السياسات واللوائح التنظيمية المشجعة للتقنية وجود أعلى نسبة موافقة شديدة في هذا المحور بـ ٤١,٢٪ (١٢٦ مشاركاً)، ووافقتها نسبة ١٦,٧٪ (٥١ مشاركاً). وفي المقابل، ظهرت نسبة مرتفعة لعدم الموافقة بشدة بلغت ١٧,٦٪ (٥٤ مشاركاً)، وتبعها عدم الموافقة بـ ١٤,٧٪ (٤٥ مشاركاً)، بينما انخفضت نسبة المحايد إلى ٩,٨٪ (٣٠ مشاركاً). ويسجل التحليل متوسطاً حسابياً قدره ٣,٤٩ مصحوباً بأعلى انحراف معياري في المحور قدره ١,٥٦٠. وتؤكد النتيجة العامة اتجاهاً نحو الموافقة؛ بيد أن الاستقطاب الحاد في الاستجابات (ارتفاع الفتتين الشديتين: موافق بشدة ورفض بشدة) يظهر حالة انقسام تنظيمية صريحة. ويحتمل أن يعود هذا الانقسام الميداني إلى وجود سياسات مكتوبة لا تجد طريقها للتطبيق الصارم، أو صياغة حوافز تنحصر في الأقسام المكتبي دون الفرق الميدانية. وبناءً عليه، يتوجب على المؤسسات مراجعة سياساتها الداخلية، وسن لوائح إجبارية ومحفزة تنظم استخدام النمذجة وتربطها بتقييم الأداء والمكافآت لضمان الشمولية والتنسيق.

جدول 20: التحليل الإحصائي لمساهمة سياسات المؤسسة في تشجيع استخدام تقنية BIM في إدارة المشاريع.

تسهم سياسات المؤسسة في تشجيع استخدام تقنية BIM في إدارة المشاريع.					
	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent	
أوافق بشدة	١٢٦	٤١,٢	٤١,٢	٤١,٢	Valid
لا أوافق بشدة	٥٤	١٧,٦	١٧,٦	٥٨,٨	
أوافق	٥١	١٦,٧	١٦,٧	٧٥,٥	
لا أوافق	٤٥	١٤,٧	١٤,٧	٩٠,٢	
محايد	٣٠	٩,٨	٩,٨	١٠٠,٠	
Total	٣٠٦	١٠٠,٠	١٠٠,٠		



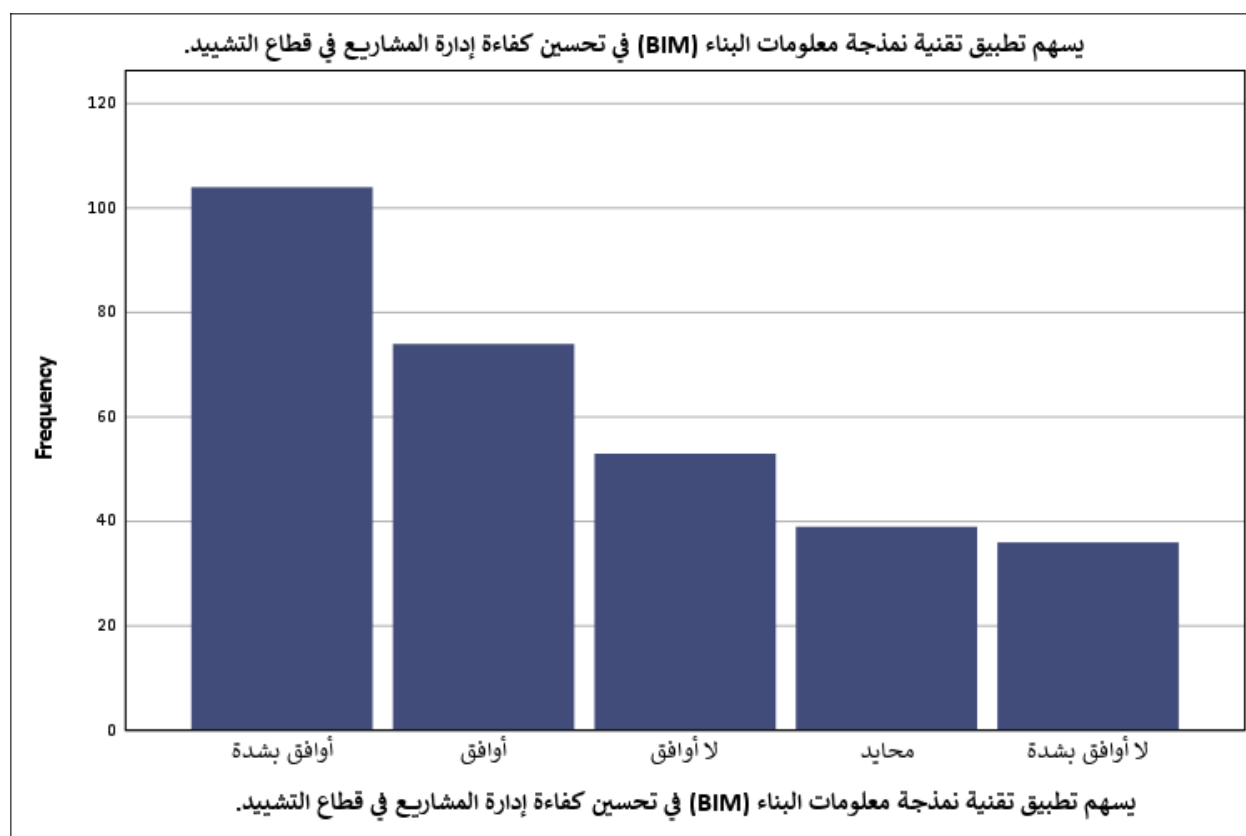
شكل توضيحي 19 : التمثيل البياني لمساهمة سياسات المؤسسة في تشجيع استخدام تقنية BIM في إدارة المشاريع.

• يسهم تطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) في تحسين كفاءة إدارة المشاريع في قطاع التشييد.

تكشف النتائج الإحصائية الخاصة بالمتغير التابع الرئيسي (كفاءة إدارة المشاريع) عن اقتناع غالبية المشاركين بالأثر الشامل لـ BIM؛ إذ بلغت نسبة الموافقة الشديدة ٣٤,٠٪ (١٠٤ مشاركين)، وأيدتها فئة الموافقة بنسبة ٢٤,٢٪ (٧٤ مشاركاً) لتشكلاً تأييداً قدره ٥٨,٢٪. وعلى الجانب الآخر، أبدى ١٧,٣٪ (٥٣ مشاركاً) عدم موافقتهم، واختار ١٢,٧٪ (٣٩ مشاركاً) الحياد، بينما رفض العبارة بشدة ١١,٨٪ (٣٦ مشاركاً). ويتوافق هذا التوزيع مع متوسط حسابي قدره ٣,٥١ وانحراف معياري قدره ١,٤١٠. وتدل قيمة المتوسط على التأثير الإيجابي العام للتقنية على الكفاءة الإدارية الشاملة؛ في حين يشير الانحراف المعياري إلى وجود تباين بين أفراد العينة في لمس هذه الكفاءة على الواقع العملي. ويحتمل أن يفسر هذا التشتت بالتعريفات المتعددة للكفاءة لدى المهندسين؛ فمنهم من يربطها بالزمن والتكلفة، ومنهم من يقيسها بالجودة والسلامة. وثبتت هذه البيانات ميدانياً أن التحسين في إدارة المشاريع يتحقق بشكل تراكمي ومتكامل عندما تتضافر البنية التحتية والتدريب مع التطبيق الفعلي في كافة مراحل المشروعات الإنشائية.

جدول 21 : التحليل الإحصائي لمساهمة تطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) في تحسين كفاءة إدارة المشاريع في قطاع التشييد.

يسهم تطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) في تحسين كفاءة إدارة المشاريع في قطاع التشييد.					
	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent	
Valid	أوافق بشدة	١٠٤	٣٤,٠	٣٤,٠	
	أوافق	٧٤	٢٤,٢	٥٨,٢	
	لا أوافق	٥٣	١٧,٣	٧٥,٥	
	محايد	٣٩	١٢,٧	٨٨,٢	
	لا أوافق بشدة	٣٦	١١,٨	١٠٠,٠	
	Total	٣٠٦	١٠٠,٠		



شكل توضيحي 20 : التمثيل البياني لمساهمة تطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) في تحسين كفاءة إدارة المشاريع في قطاع التشييد.

● اختبار المصدقية والموثوقية

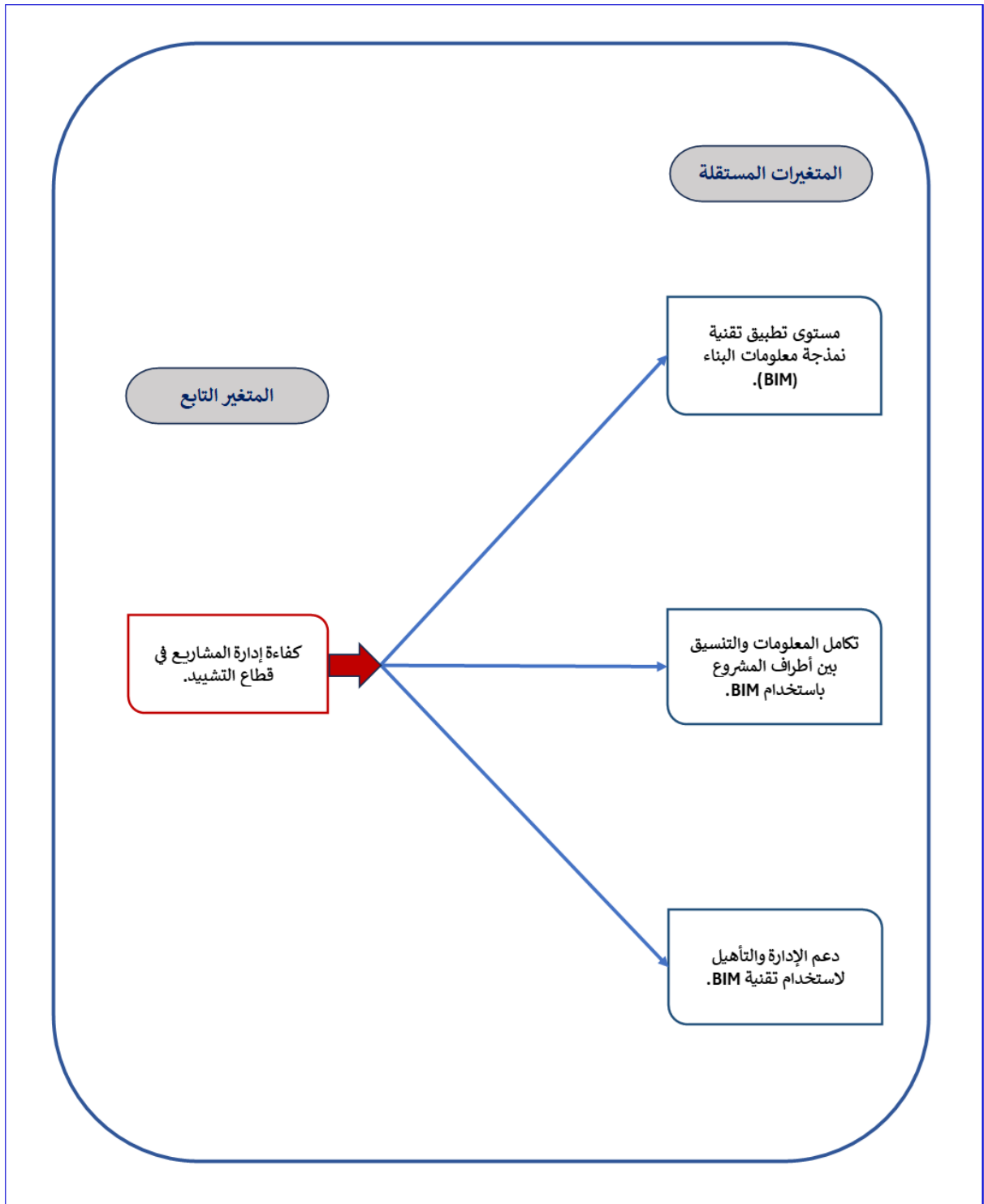
تسجل نتائج اختبار الثبات والاتساق الداخلي باستخدام معامل ألفا كرونباخ (Cronbach's Alpha) قيمة مرتفعة وممتازة قدرها ٠,٩٢٦ لمجموع الفقرات البالغ عددها ٢٠ فقرة تطبيقاً على ٣٠٦ حالات صحيحة دون استبعاد أي حالة. وتتجاوز هذه القيمة الإحصائية بشكل كبير الحد الأدنى المقبول علمياً في البحوث الاجتماعية والهندسية والبالغ ٠,٧٠؛ مما تؤكد الجودة العالية والاستقرار الفائق لأداة الاستبيان. ويشير هذا الارتفاع القياسي لمعامل الثبات إلى أن الفقرات المستخدمة تقيس المفهوم ذاته بتناسق متين وتكامل دقيق بين أبعاد التطبيق، والتكامل، والدعم التنظيمي، والكفاءة. وتدلل هذه النتيجة على خلو أداة القياس من الأخطاء العشوائية وقابليتها لإعطاء نتائج متماثلة وموثوقة عند إعادة تطبيقها على عينات مشابهة في القطاع الهندسي. وبإسقاط هذه الدلالة على الجانب العلمي والميداني للدراسة، تمنح قوة هذا المعامل ثقة مطلقة في نتائج التحليلات الإحصائية المتقدمة التالية كالانحدار واختبارات كاي اسكوير؛ حيث يمكن الاعتماد عليها في بناء التوصيات وصياغة القرارات الإدارية لتطوير قطاع التشييد دون خوف من تذبذب أداة القياس.

جدول 22: ملخص التحليلات الإحصائية

Case Processing Summary			
%	N		
100,0	306	Valid	Cases
.0	0	Excluded ^a	
100,0	306	Total	
a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.			

جدول 23: اختبار الثبات والموثوقية

Reliability Statistics	
N of Items	Cronbach's Alpha
٢٠	.٩٢٦



شكل توضيحي ٢١: متغيرات الدراسة التابعة والمستقلة

• تحليل الجداول المتقاطعة لمتغيرات الدراسة:

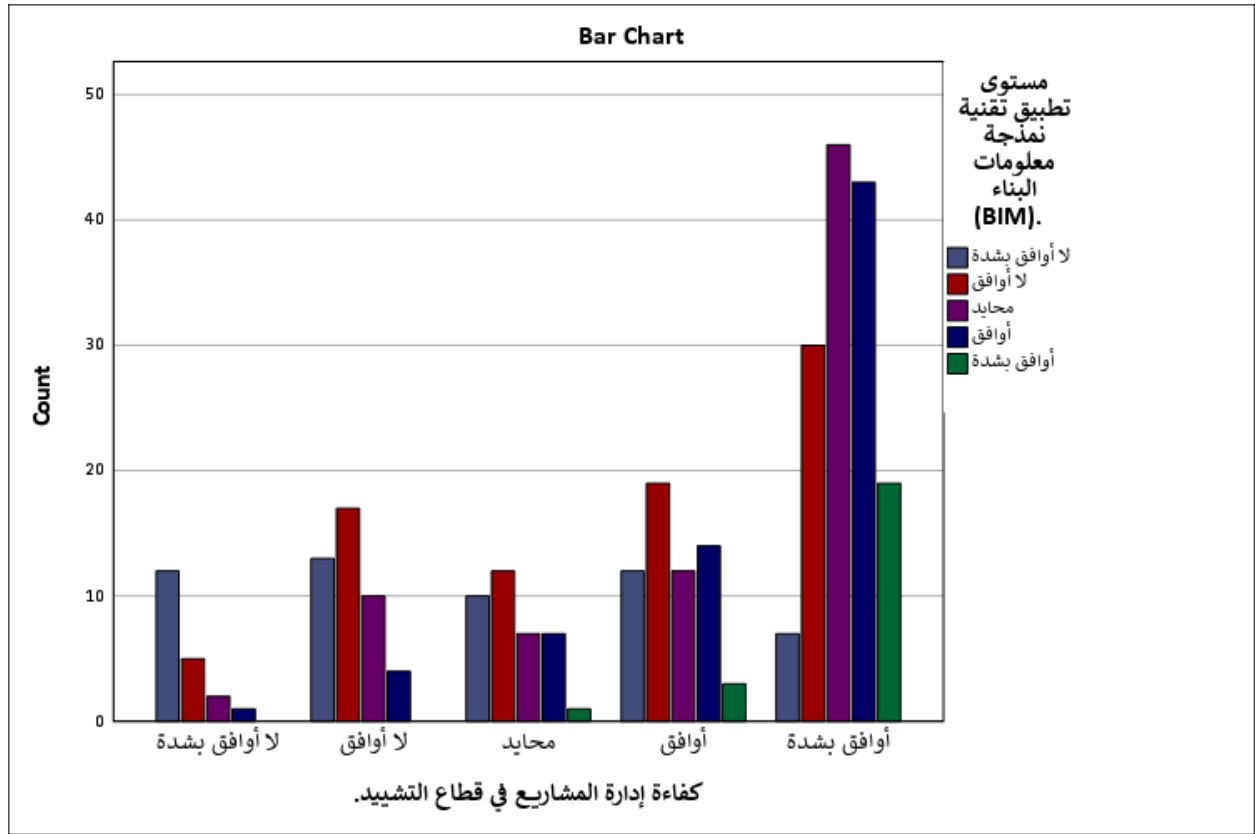
١. اختبار كاي اسكوير للعلاقة بين كفاءة إدارة المشاريع في قطاع التشييد. ومستوى تطبيق تقنية نمذجة معلومات

البناء (BIM).

تظهر مخرجات اختبار كاي اسكوير (Chi-Square) وجود علاقة ذات دلالة إحصائية جوهريّة بين مستوى تطبيق تقنية BIM وكفاءة إدارة المشاريع؛ حيث بلغت قيمة بيرسون لكاي اسكوير ٧٢,٤٧٧ عند درجات حرية ١٦ ومستوى دلالة معنوية (Sig) قدره .٠٠٠٠٠. وتدعم هذه النتيجة بقيمة نسبة الإمكان (Likelihood Ratio) البالغة ٧٥,٧٨١، ومعامل الاقتران الخطي-الخطي (Linear-by-Linear Association) البالغ ٥٨,٣٦٣ بمستوى دلالة .٠٠٠٠٠. أيضاً. وثبتت هذه القراءات أن العلاقة بين المتغيرين ليست وليدة المصادفة، بل تعبر عن ارتباط حقيقي ومستقر لدى عينة الدراسة البالغة ٣٠٦ مشاركين. وتفيد قيمة الاقتران الخطي المرتفعة بأن زيادة مستوى تطبيق التقنية في مراحل تنفيذ المشاريع تترافق طردياً مع ارتفاع كفاءة الإدارة. وفي بيئة العمل الفعلية، تؤكد هذه الدلالة الإحصائية القاطعة أن المؤسسات التي تنتقل من مراحل التطبيق الجزئي أو النظري إلى التطبيق الميداني الشامل لمستويات BIM تحقق قفزات ملموسة في ضبط الأداء وتفادي التعثر التشغيلي؛ مما يوجب التركيز على تعميق الممارسة الميدانية للنمذجة في القطاع.

جدول 24 : اختبار كاي اسكوير للعلاقة بين كفاءة إدارة المشاريع في قطاع التشييد. ومستوى تطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM).

Chi-Square Tests			
Asymptotic Significance (٢-sided)	df	Value	
.٠٠٠	١٦	٧٢,٤٧٧ ^a	Pearson Chi-Square
.٠٠٠	١٦	٧٥,٧٨١	Likelihood Ratio
.٠٠٠	١	٥٨,٣٦٣	Linear-by-Linear Association
		٣٠٦	N of Valid Cases
a. ٦ cells (٢٤,٠%) have expected count less than ٥. The minimum expected count is ١,٥٠.			



شكل توضيحي 22 : المقاييس المتماثلة لتحليل الجداول المتقاطعة للعلاقة بين كفاءة إدارة المشاريع في قطاع التشييد. ومستوى تطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM).

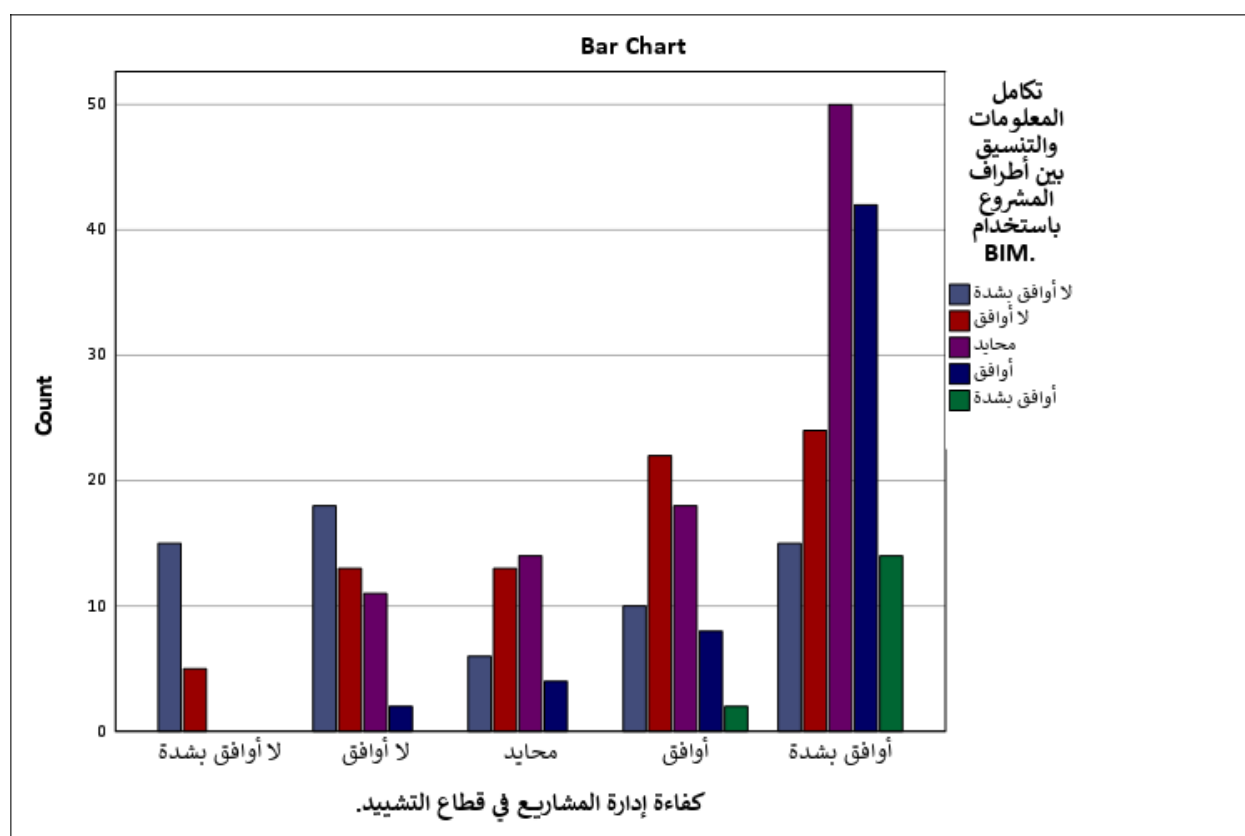
٢. اختبار كاي اسكوير للعلاقة بين كفاءة إدارة المشاريع في قطاع التشييد. وتكامل المعلومات والتنسيق بين أطراف

المشروع باستخدام BIM.

توضح القراءات الإحصائية لاختبار كاي اسكوير ارتباطاً وثيقاً وقوياً جداً بين تكامل المعلومات والتنسيق بين أطراف المشروع وكفاءة إدارة المشاريع؛ فقد سجلت قيمة بيرسون لكاي اسكوير ٩٢,٥٣٠ عند ١٦ درجة حرية ومستوى دلالة ٠,٠٠٠. وتزامن هذه النتيجة مع نسبة إمكان قدرها ٩٦,٠٨٦ واقتران خطي بمقدار ٦٨,٣٠٤ بمستوى دلالة ٠,٠٠٠. وتدل الارتفاعات القياسية في قيمة كاي اسكوير (٩٢,٥٣٠) مقارنة بالمتغير السابق على أن بعد تكامل المعلومات يمارس أثراً أقوى في تحديد كفاءة إدارة المشروع. وتثبت العلاقة الخطية أن انسيابية تدفق البيانات بين الاستشاري والمقاول والمالك ترتبط مباشرة بنجاح إدارة المشاريع. وربما يرجع السبب الميداني في هذه القوة الاقترانية إلى أن مشكلات قطاع التشييد تظهر غالباً في سوء الفهم وغياب المخططات المحدثة؛ وحين تقدم التقنية بيئة موحدة للتنسيق تلغي هذه العوائق فوراً. وبالتالي، ينعكس هذا التكامل الإحصائي والميداني على تقليل النزاعات وسرعة إنهاء الأعمال، مما يفرض اعتماد النمذجة كشرط أساسي للتنسيق بين الفرق.

جداول 25 : اختبار كاي اسكوير للعلاقة بين كفاءة إدارة المشاريع في قطاع التشييد. وتكامل المعلومات والتنسيق بين أطراف المشروع باستخدام BIM.

Chi-Square Tests			
Asymptotic Significance (2-sided)	df	Value	
.000	16	92,530 ^a	Pearson Chi-Square
.000	16	96,086	Likelihood Ratio
.000	1	68,304	Linear-by-Linear Association
		306	N of Valid Cases
a. 6 cells (24,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1,05.			



شكل توضيحي 23 : المقاييس المتمثلة لتحليل الجداول المتقاطعة للعلاقة بين كفاءة إدارة المشاريع في قطاع التشييد. وتكمّل المعلومات والتنسيق بين أطراف المشروع باستخدام BIM.

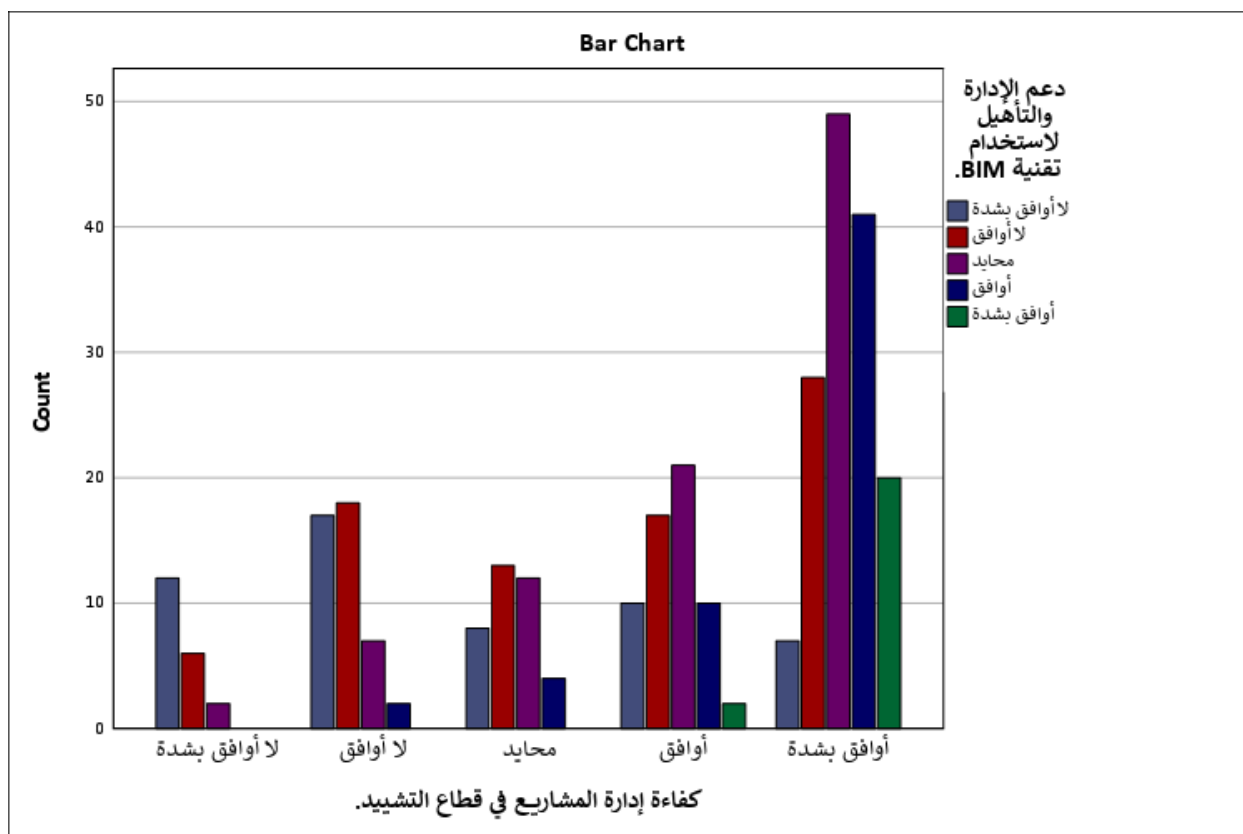
٣. اختبار كاي اسكوير للعلاقة بين كفاءة إدارة المشاريع في قطاع التشييد. ودعم الإدارة والتأهيل لاستخدام تقنية

.BIM

تكشف نتائج التحليل المتقاطع وقيم كاي اسكوير عن أعلى درجة ارتباط بين المحاور المستقلة والمتغير التابع؛ إذ بلغت قيمة بيرسون ٩٣,٧٦٤ عند ١٦ درجة حرية وبمستوى دلالة معنوية ٠,٠٠٠. وارتفعت قيمة نسبة الإمكان إلى ١٠٠,٤٧١ وسجل الاقتران الخطي قيمة قياسية عند ٨٠,٦٢١ بمستوى دلالة ٠,٠٠٠. وتبرهن هذه القراءات الإحصائية الفائقة على أن الدعم الإداري والتأهيل المؤسسي يشكل الحجر الزاوية والشرط الأساسي لتحقيق الكفاءة في إدارة المشاريع عبر BIM. وتدل قيمة الاقتران الخطي المرتفعة جداً (٨٠,٦٢١) على وجود مسار طردي حاسم؛ فكلما زاد دعم الإدارة العليا والاهتمام بالتدريب وتوفير البنية التقنية، ارتفعت كفاءة إدارة المشاريع بشكل كبير. وتفسر هذه القوة إحصائياً بأن التكنولوجيا بدون بيئة حاضنة ودعم قيادي تظل مجرد أدوات معطلة. وفي واقع التشييد، تفرض هذه النتيجة على صناع القرار التزاماً كاملاً برعاية التحول الرقمي وتخصيص الموارد المالية والتدريبية للنهوض بكفاءة القطاع.

جدول 26 : اختبار كاي اسكوير للعلاقة بين كفاءة إدارة المشاريع في قطاع التشييد. ودعم الإدارة والتأهيل لاستخدام تقنية BIM.

Chi-Square Tests			
Asymptotic Significance (٢-sided)	df	Value	
.٠٠٠	١٦	٩٣,٧٦٤ ^a	Pearson Chi-Square
.٠٠٠	١٦	١٠٠,٤٧١	Likelihood Ratio
.٠٠٠	١	٨٠,٦٢١	Linear-by-Linear Association
		٣٠٦	N of Valid Cases
a. ٦ cells (٢٤,٠%) have expected count less than ٥. The minimum expected count is ١,٤٤.			



شكل توضيحي 24 : المقاييس المتماثلة لتحليل الجداول المتقاطعة للعلاقة بين كفاءة إدارة المشاريع في قطاع التشييد. ودعم الإدارة والتأهيل لاستخدام تقنية BIM.

● اختبار الانحدار المتعدد لمتغيرات الدراسة

تسفر مخرجات نموذج الانحدار المتعدد عن تفسير قوي للقدرة التنبؤية للمتغيرات المستقلة؛ حيث بلغ معامل الارتباط المتعدد (R) قيمة ٠,٦٦٥، وسجل معامل التحديد ٠,٤٤٢ (R Square) مع معامل تحديد معدل (Adjusted R Square) بـ ٠,٤٣٧، وتفيد هذه النتائج بأن المتغيرات المستقلة مجتمعة (مستوى التطبيق، تكامل المعلومات، ودعم الإدارة والتأهيل) تفسر ما نسبته ٤٤,٢٪ من التباين الحاصل في كفاءة إدارة المشاريع الإنشائية، بينما تعود النسبة المتبقية لعوامل أخرى. وتؤكد نتائج تحليل التباين (ANOVA) صلاحية النموذج الإحصائي ككل؛ بفضل قيمة (F) المرتفعة البالغة ٧٩,٨٦١ وبمستوى دلالة ٠,٠٠٠. وعند فحص المعاملات التفصيلية (Coefficients)، يظهر أن جميع المتغيرات تمتلك تأثيراً معنوياً موجباً عند مستوى دلالة ٠,٠٠٠. حيث جاء متغير دعم الإدارة والتأهيل في المرتبة الأولى بأعلى معامل بيتا المعياري (Beta = ٠,٣٥٣, B = ٠,٣٩٩, t = ٧,٦٦٤)، وتلاه متغير تكامل المعلومات والتنسيق (Beta = ٠,٣٠٤, B = ٠,٣٤٨, t = ٦,٦٦٠)، ثم مستوى التطبيق الفعلي (Beta = ٠,٢٦٨, B = ٠,٢٩٤, t = ٥,٨٩٩). وتؤكد صيغة معادلة الانحدار بوجود الحد الثابت (١,٠٧٠) أن تطوير الدعم القيادي والتأهيل يمنح التأثير الأكبر.

في دفع عجلة الكفاءة الميدانية للمشاريع.

جدول 27: ملخص النموذج

Model Summary ^b				
Std. Error of the Estimate	Adjusted R Square	R Square	R	Model
.٩٩٢	.٤٣٧	.٤٤٢	.٦٦٥ ^a	١
a. Predictors: (Constant), BIM. مستوى تطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM). تكامل المعلومات والتنسيق بين أطراف المشروع باستخدام BIM.				
b. Dependent Variable: كفاءة إدارة المشاريع في قطاع التشييد.				

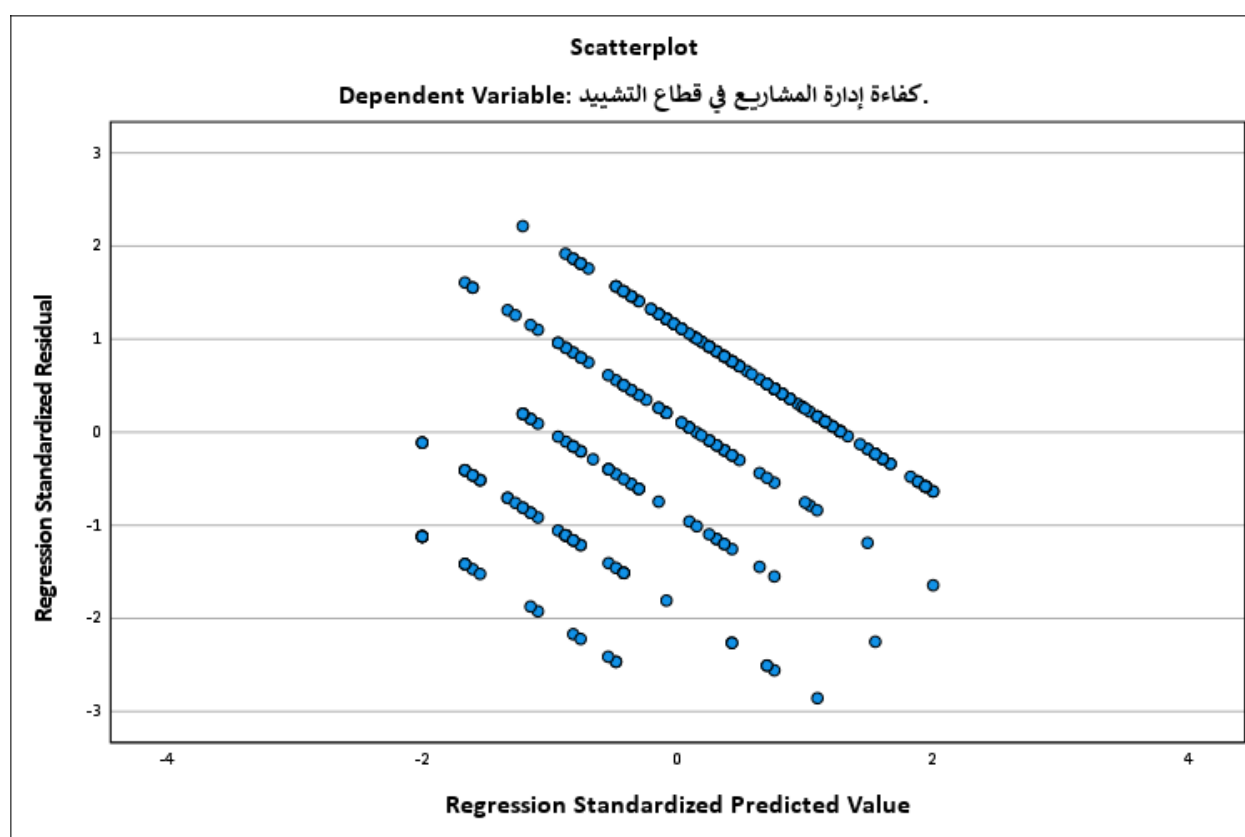
جدول 28: تحليل التباين

ANOVA ^a						
Sig.	F	Mean Square	df	Sum of Squares	Model	
.000 ^b	٧٩,٨٦١	٧٨,٥٦١	٣	٢٣٥,٦٨٤	Regression	١
		.٩٨٤	٣٠٢	٢٩٧,٠٨٧	Residual	
			٣٠٥	٥٣٢,٧٧١	Total	
a. Dependent Variable: كفاءة إدارة المشاريع في قطاع التشييد.						
b. Predictors: (Constant), BIM. مستوى تطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM). تكامل المعلومات والتنسيق بين أطراف المشروع باستخدام BIM.						

جدول 29: معاملات تحليل الانحدار المتعدد

Coefficients ^a					
Sig.	t	Standardized Coefficients	Unstandardized Coefficients		Model
		Beta	Std. Error	B	
.٠٠٠	٥,٦٢٨		.١٩٠	١,٠٧٠	(Constant)
.٠٠٠	٥,٨٩٩	.٢٦٨	.٠٥٠	.٢٩٤	مستوى تطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM).

٠.٠٠٠	٦,٦٦٠	٠.٣٠٤	٠.٠٥٢	٠.٣٤٨	تكامـل المعلومات والتنسيق بين أطراف المشروع باستخدام BIM.
٠.٠٠٠	٧,٦٦٤	٠.٣٥٣	٠.٠٥٢	٠.٣٩٩	دعم الإدارة والتأهيل لاستخدام تقنية BIM.
Dependent Variable: كفاءة إدارة المشاريع في قطاع التشييد.					



شكل توضيحي 25 : شكل الانتشار للنواقي

كفاءة إدارة المشاريع في قطاع التشييد			
مستوى تطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM).			
تكامل المعلومات والتنسيق بين أطراف المشروع باستخدام BIM.			
دعم الإدارة والتأهيل لاستخدام تقنية BIM.			
	كفاءة إدارة المشاريع في قطاع التشييد.	مستوى تطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM).	تكامل المعلومات والتنسيق بين أطراف المشروع باستخدام BIM.

شكل توضيحي 26 : مصفوفة شكل الانتشار

● اختبار التباين الأحادي لمتغيرات الدراسة

تؤكد نتائج اختبار التباين الأحادي (ANOVA) ومعامل بايز (Bayes Factor) الدقة العالية والفائقة لنموذج الدراسة في تفكيك الفروق الجوهرية وتحديد أثر التفاعل بين المتغيرات؛ فقد بلغت قيمة (F) للاختبار ٢١,٢٠٣ بدرجات حرية ١٢ و ٢٩٣ وبمستوى دلالة معنوية ٠,٠٠٠. وترافق ذلك مع تسجيل مجموع مربعات انحدار قدره ٢٤٧,٦١٨ ومع متوسط مربعات قدره ٢٠,٦٣٥ مقابل متوسط مربعات للبواقي قدره ٠,٩٧٣؛ مما يبرهن على ضآلة الخطأ العشوائي مقارنة بالقدرة التفسيرية للنموذج. ويتعزز هذا الإثبات الإحصائي من خلال ملخص نموذج معامل بايز البالغ قيمة فائقة جداً (٥٣٦١٧.٩٠٤٤٥٩٧١٢٧.....,٠٠٠) مع معامل تحديد (R Square) مقداره ٠,٤٦٥ ومعامل معدل مقداره ٠,٤٤٣. وتوفر قيمة معامل بايز الهائلة حجة إحصائية قاطعة تدعم النموذج المدروس مقارنة بالنموذج الصفري (Null Model)، وتنفي أي فرضية تعزو العلاقة للصدفة. وبإسقاط هذه الدلالة على بيئة التشييد والهندسة، يثبت بشكل حاسم أن الأثر التراكمي المتبادل بين تطبيق التقنية، والتنسيق الرقمي، والرعاية الإدارية يخلق بيئة متكاملة ترفع كفاءة إدارة المشاريع وتضمن التغلب على عقبات التنفيذ التقليدية.

جدول 30 : اختبار التباين الأحادي

ANOVA ^{a,b}					
Sig.	F	Mean Square	df	Sum of Squares	Source
.000	٢١,٢٠٣	٢٠,٦٣٥	١٢	٢٤٧,٦١٨	Regression
		.٩٧٣	٢٩٣	٢٨٥,١٥٣	Residual
			٣٠٥	٥٣٢,٧٧١	Total

a. Dependent Variable: كفاءة إدارة المشاريع في قطاع التشييد.

b. Model: (Intercept), مستوى تطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM), دعم الإدارة والتأهيل لاستخدام تقنية BIM, تكامل المعلومات والتنسيق بين أطراف المشروع باستخدام BIM.

جدول 31: ملخص نموذج معامل بايز

Bayes Factor Model Summary ^{a,b}				
Std. Error of the Estimate	Adjusted R Square	R Square	R	Bayes Factor ^c
.٩٩	.٤٤٣	.٤٦٥	.٦٨٢	٥٣٦١٧.٠٩.٤٤٥٩٧١٢٧.....,...
a. Method: JZS				
b. Model: (Intercept), مستوى تطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM)، دعم الإدارة والتأهيل لاستخدام تقنية BIM، تكامل المعلومات والتنسيق بين أطراف المشروع باستخدام BIM.				
c. Bayes factor: Testing model versus null model (Intercept).				

المناقشة

أظهرت نتائج الدراسة وجود تأثير إيجابي معنوي لتطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) على كفاءة إدارة المشاريع في قطاع التشييد، وهو ما يؤكد أن التحول نحو استخدام التقنيات الرقمية الحديثة أصبح أحد العوامل الرئيسة في تحسين أداء المشاريع الإنشائية. فقد بينت النتائج أن المؤسسات التي تطبق BIM بصورة أكثر شمولاً تحقق مستويات أعلى من كفاءة التخطيط والتنفيذ والمتابعة، إضافة إلى قدرتها على تقليل الأخطاء الهندسية وتحسين استغلال الموارد وتقليل الهدر في الوقت والتكاليف. وتندرج هذه النتائج مع الاتجاهات العالمية التي تؤكد أن تقنية BIM لم تعد مجرد أداة تصميم هندسي، بل أصبحت نظاماً متكاملًا لإدارة المعلومات ودعم اتخاذ القرار خلال جميع مراحل المشروع.

كما أوضحت النتائج أن مستوى تطبيق تقنية BIM يمثل عاملاً مؤثراً بصورة مباشرة في رفع كفاءة إدارة المشاريع، حيث يساهم الاستخدام الفعال للنماذج الرقمية في تحسين جودة التخطيط، والكشف المبكر عن التعارضات التصميمية، وتعزيز دقة تقدير التكاليف والجدول الزمني، مما يؤدي إلى تحسين جودة التنفيذ وتقليل احتمالات التأخير وإعادة العمل. وتشير هذه النتيجة إلى أن نجاح المؤسسات في تبني التقنية لا يعتمد على امتلاك البرامج فقط، وإنما يرتبط بمدى دمجها في العمليات الإدارية والهندسية اليومية.

وأظهرت الدراسة أيضاً أن تكامل المعلومات والتنسيق بين أطراف المشروع باستخدام BIM كان من أكثر العوامل تأثيراً في تحسين كفاءة إدارة المشاريع، إذ ساعد وجود منصة معلوماتية موحدة على تحسين التواصل بين المالك والاستشاري والمقاول والفرق الهندسية المختلفة، وتقليل تضارب المعلومات، وتسريع عملية اتخاذ القرارات. ويعكس ذلك أهمية بناء بيئة عمل تعتمد على المشاركة الفورية للمعلومات، بما يحد من النزاعات الفنية ويزيد من مستوى التعاون بين جميع المشاركين في المشروع.

ومن النتائج المهمة كذلك أن دعم الإدارة والتأهيل لاستخدام تقنية BIM كان له تأثير إيجابي واضح في كفاءة إدارة المشاريع، وهو ما يؤكد أن نجاح التحول الرقمي لا يتحقق من خلال التكنولوجيا وحدها، وإنما يحتاج إلى قيادة تنظيمية داعمة، وثقافة مؤسسية تشجع على الابتكار، وبرامج تدريبية مستمرة ترفع من كفاءة العاملين. وتوضح هذه النتيجة أن الاستثمار في العنصر البشري يعد من أهم عوامل نجاح تطبيق BIM وتحقيق الفوائد المرجوة منها.

وتتفق نتائج الدراسة مع العديد من الدراسات السابقة التي أكدت أن تطبيق تقنية BIM يؤدي إلى تحسين جودة إدارة المشاريع، وتقليل التكاليف، والالتزام بالجدول الزمني، ورفع مستوى التنسيق بين مختلف التخصصات الهندسية. كما تدعم النتائج نظرية انتشار الابتكار، التي تشير إلى أن تبني الابتكارات التقنية يساهم في تحسين الأداء التنظيمي عندما تتوافر البيئة التنظيمية

المناسبة والدعم الإداري الكافي. ومن ثم، فإن النتائج الحالية تؤكد أن تقنية BIM أصبحت عنصرًا استراتيجيًا في تطوير قطاع التشييد وتحقيق مستويات أعلى من الكفاءة والإنتاجية.

الخاتمة

هدفت هذه الدراسة إلى التعرف على تأثير تطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) على كفاءة إدارة المشاريع في قطاع التشييد، من خلال دراسة أثر مستوى تطبيق التقنية، وتكامل المعلومات والتنسيق بين أطراف المشروع باستخدام BIM، ودعم الإدارة والتأهيل لاستخدام التقنية في تحسين كفاءة إدارة المشاريع. وقد اعتمدت الدراسة على المنهج الكمي باستخدام الاستبانة أداة رئيسة لجمع البيانات، وتحليلها باستخدام الأساليب الإحصائية المناسبة للوصول إلى نتائج علمية دقيقة.

وأظهرت نتائج الدراسة أن تطبيق تقنية BIM يسهم بصورة إيجابية في رفع كفاءة إدارة المشاريع، من خلال تحسين التخطيط، وتعزيز التنسيق بين مختلف الجهات المشاركة، وتقليل الأخطاء وإعادة العمل، وتحسين إدارة الوقت والتكاليف، ودعم اتخاذ القرار المبني على البيانات. كما أكدت النتائج أن نجاح تطبيق التقنية يعتمد بدرجة كبيرة على وجود دعم إداري مستمر، وتوفير التدريب المناسب للعاملين، وتطوير البنية التحتية الرقمية، بما يضمن تحقيق أقصى استفادة من إمكانيات BIM.

وتؤكد الدراسة أن قطاع التشييد يشهد تحولاً متسارعاً نحو الرقمنة، وأن تقنية BIM أصبحت من الأدوات الأساسية التي تسهم في تحقيق التميز المؤسسي ورفع القدرة التنافسية، خاصة في ظل التوجهات العالمية نحو البناء الذكي والمستدام. كما أن الاعتماد على النماذج الرقمية المتكاملة يسهم في تحسين جودة المشاريع، وتقليل المخاطر، وتعزيز كفاءة استخدام الموارد، وهو ما ينعكس إيجاباً على نجاح المشاريع وتحقيق أهدافها.

وتبرز القيمة العلمية للدراسة في تقديم دليل ميداني يدعم أهمية تطبيق تقنية BIM في قطاع التشييد، كما تسهم نتائجها في دعم متخذي القرار داخل شركات المقاولات والاستشارات الهندسية والجهات الحكومية، من خلال توفير مؤشرات عملية تساعد في وضع سياسات واستراتيجيات تعزز التحول الرقمي في إدارة المشاريع. ومن المتوقع أن تشكل نتائج الدراسة مرجعاً علمياً يمكن الاستفادة منه في الدراسات المستقبلية التي تتناول التطبيقات الرقمية في قطاع البناء والتشييد.

التوصيات

بناءً على النتائج التي أظهرت وجود أثر إيجابي ذي دلالة إحصائية لتطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) في تحسين كفاءة إدارة المشاريع في قطاع التشييد، توصي الدراسة بما يأتي:

١. التوسع في تطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) في جميع مراحل دورة حياة المشاريع الإنشائية، بدءاً من التخطيط والتصميم وحتى التنفيذ والتشغيل والصيانة، لما لها من دور في رفع كفاءة إدارة المشاريع وتحسين جودة الأداء.

٢. تعزيز دعم الإدارة العليا لتبني تقنية BIM من خلال توفير الموارد المالية والتقنية اللازمة، ووضع استراتيجيات واضحة للتحول الرقمي داخل شركات التشييد.

٣. تنفيذ برامج تدريب وتأهيل مستمرة للمهندسين ومديري المشاريع وجميع العاملين في القطاع، بهدف تطوير مهاراتهم في استخدام برامج BIM والاستفادة القصوى من إمكانياتها.

٤. تعزيز التكامل والتنسيق بين جميع أطراف المشروع عبر إنشاء منصات رقمية موحدة تعتمد على تقنية BIM، بما يساهم في تحسين تدفق المعلومات وتقليل الأخطاء والتعارضات الهندسية.

٥. تطوير السياسات والإجراءات التنظيمية التي تشجع على تبني BIM، وإدراجها ضمن معايير تنفيذ المشاريع الحكومية والخاصة، بما يعزز من جودة المشاريع واستدامتها.

٦. الاستثمار في تطوير البنية التحتية الرقمية داخل شركات التشييد، بما يضمن تكامل أنظمة المعلومات وسهولة تبادل البيانات بين مختلف الإدارات والجهات المشاركة في المشروع.

٧. تشجيع التعاون بين الجامعات والمؤسسات الهندسية لإدراج تطبيقات BIM ضمن البرامج الأكاديمية والتدريبية، بما يساهم في إعداد كوادر وطنية مؤهلة تلبي احتياجات سوق العمل.

٨. إجراء تقييم دوري لمستوى تطبيق BIM داخل المؤسسات، بهدف قياس مستوى النضج الرقمي، وتحديد فرص التحسين، ووضع خطط تطوير مستمرة.

٩. تعزيز الاستفادة من التقنيات الحديثة المكملة لتقنية BIM مثل الذكاء الاصطناعي، وإنترنت الأشياء، والواقع الافتراضي، بما يرفع من كفاءة إدارة المشاريع ويعزز جودة اتخاذ القرار .

١٠. إجراء المزيد من الدراسات المستقبلية التي تتناول أثر تقنية BIM في مجالات أخرى مثل إدارة المخاطر، والاستدامة البيئية، وإدارة الأصول، والتحول الرقمي في قطاع التشييد، مع دراسة متغيرات وسيطة أو معدلة قد تؤثر في العلاقة بين تطبيق التقنية وكفاءة إدارة المشاريع.

المراجع

أولاً: المراجع العربية

- ١) جروان، ايمان عبدالله. (٢٠٢٣). فاعلية تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) في تحسين تخطيط موقع التشييد باستخدام منهجية التفكير التصميمي. مجلة الدراسات الهندسية، ١٢(٣)، ٦٧-٤٥.
- ٢) الغرير، محسن سعود. (٢٠١٩). معوقات استخدام تكنولوجيا نمذجة معلومات البناء (BIM) في قطاع الانشاءات في دولة الكويت. المجلة العربية للنشر العلمي، (١٤)، ٦٢-٤٥.
<https://www.ajsp.net/research/%D9%A5%D8%B9%D9%A8%D9%A2%D8%A7%D8/AA%20.%D8%A7%D8%B3%D8/AA%D8/AE%D8/AF%D8/A7%D9%A5%20.%D8/AA%D9%A3%D9%A6%D9%A8%D9%A4%D9/A8%D8/AC%D9/AA%D8/A7%20.%D9%A6%D9%A5%D8/B.%D8/AC%D8/A9%20.%D9%A5%D8/B9%D9%A4%D9/A8%D9/A5%D8/A7%D8/AA%20.%D8/A7%D9%A4%D8/A8%D9/A6%D8/A7%D8/A1.pdf>
- ٣) حيدر، سالي عبد الرحمن. (٢٠٢٣). تطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) في تصميم المدن المستدامة: دراسة شاملة. مجلة التخطيط العمراني المستدام، ١٠(١)، ٤٨-٢٣.
- ٤) زينو، الحسين. (٢٠٢٥). تحليل تأثير تطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) على زيادة كفاءة الإشراف الهندسي في سوريا. مجلة الدراسات الهندسية والإنشائية، ١٤(٢)، ١٣٠-١١٢.

ثانياً: المراجع الأجنبية

- ١) Almujiabah, H. (٢٠٢٣). Assessment of building Information modeling (BIM) as a time and cost-saving construction management tool: Evidence from two-story villas in Jeddah. Sustainability, ١٥(٩), ٧٣٥٤.
<https://www.mdpi.com/2071-1050/15/9/7354>
- ٢) Azhar, S. (٢٠١١). Building Information modeling (BIM): Trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry. Leadership and Management in Engineering, ١١(٣), ٢٤١-٢٥٢.
[https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/\(ASCE\)LM.1943-0630.0000127](https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/(ASCE)LM.1943-0630.0000127)
- ٣) Bryde, D., Broquetas, M., & Volm, J. M. (٢٠١٣). The project benefits of Building Information Modelling (BIM). International Journal of Project Management, ٣١(٧), ٩٧١-٩٨٠.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S.2637863120.1779>
- ٤) Hassan, A., Mohamed, S., & Ahmed, R. (٢٠١٩). Assessing BIM Impact on project performance in Egypt. Journal of Construction Engineering and Management, ١٤٥(٧), ٠٤٠١٩٠٤٥.
- ٥) Volk, R., Stengel, J., & Schultmann, F. (٢٠١٤). Building Information modeling (BIM) for existIng buildings— Literature review and future needs. Automation In Construction, ٣٨, ١٠٩-١٢٧.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S.92658.0130.191X>
- ٦) Wang, J., Li, H., & Tam, V. W. Y. (٢٠١٤). A BIM-based approach for construction waste management. Automation in Construction, ٤٥, ١-١٢

- ٧) Kerzner, H. (٢٠٢٥). Project management: a systems approach to planning, scheduling, and controlling. John Wiley & Sons.
[https://books.google.com/books?hl=ar&lr=&id=JRIHEQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR1&dq=Kerzner,+H.+\(٢٠١٧\).+Project+management:+A+systems+approach+to+planning&ots=eehGZ_GbVm&sig=Ge4dmq1_HUFQmbYWlJ3L1WzEBrw](https://books.google.com/books?hl=ar&lr=&id=JRIHEQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR1&dq=Kerzner,+H.+(٢٠١٧).+Project+management:+A+systems+approach+to+planning&ots=eehGZ_GbVm&sig=Ge4dmq1_HUFQmbYWlJ3L1WzEBrw)
- ٨) Sacks, R., Eastman, C., Lee, G., & Teicholz, P. (٢٠١٨). BIM handbook: A guide to building Information modeling for owners, designers, engineers, contractors, and facility managers. John Wiley & Sons.
<https://books.google.com/books?hl=ar&lr=&id=IU9mDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR1&dq=Eastman+et+al.,+٢٠١٨&ots=Ngnqlw7ovK&sig=jn9tlf-Jg-cRrGO.uUoyopCLYow>
- ٩) Datta, S. D., Sobuz, M. H. R., Mim, N. J., & Nath, A. D. (٢٠٢٣). Investigation on the effectiveness of using building information modeling (BIM) tools in project management: a case study. Revista de la construcción, ٢٢(٢), ٣٠٦-٣٢٠.
https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S.٢١٨-٩١٥X٢٠٢٣...٢٠٣.٦&script=sci_arttext
- ١٠) Das, K., Khurshed, S., & Paul, V. K. (٢٠٢٥). The Impact of BIM on project time and cost: Insights from case studies. Discover Materials, ٥(١), ٢٥
<https://link.springer.com/article/10.1007/s43939-025-0020-2>
- ١١) Pai, S., & Shriwas, A. (٢٠٢٠). Time and Cost Planning of a Housing Construction Project Using Building Information Modelling. Journal of Construction Research, ١(٢).
<https://journals.bilpubgroup.com/index.php/index/search?query=Time+and+Cost+Planning+of+a+Housing+Construction+Project+Using+Building+Information+Modelling>
- ١٢) Alojail, A. (٢٠٢٤). Exploring the adoption of building information modelling technology using the TOE framework in the Saudi construction industry (Doctoral dissertation, RMIT University).
<https://doi.org/10.25439/rmt.27598128>
- ١٣) Lam, T. (٢٠١٧). A web-based decision support system (DSS) to assist SMEs to broker risks and rewards for BIM adoption (Doctoral dissertation, University of the West of England, Bristol).
<https://uwe-repository.worktribe.com/output/88.278>
- ١٤) Alshdiefat, A. (٢٠١٨). Developing an assessment model for the adoption of building information modelling to reduce the cost of change orders in the Jordanian construction industry (Doctoral dissertation, University of Salford). <http://usir.salford.ac.uk/id/eprint/463.3>
- ١٥) Skiba, H. (٢٠١٧). Cost of using building information modeling (BIM) in retrofit projects (Master's thesis, Colorado State University) <http://hdl.handle.net/10.217/180710>

الملاحق

الموضوع: طلب تحكيم استبيان بحثي

الدكتور/.....المحترم،

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته،

أتمنى أن تكونوا بخير وبأفضل حال.

أود إبلاغكم بأنني طالب في جامعة ميدأوشن - كلية الإدارة - تخصص ماجستير في إدارة مشاريع، وأعمل حالياً على بحث بعنوان " تأثير تطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) على كفاءة إدارة المشاريع في القطاع التشييد"، وذلك كجزء من متطلبات درجة الماجستير في إدارة مشاريع.

أتوجه إليكم بهذا الطلب لأستفيد من خبراتكم القيمة في تحكيم الاستبيان الخاص ببحثي. أرفق لكم نسخة من الاستبيان، وأرجو منكم التكرم بمراجعتها وإبداء ملاحظاتكم واقتراحاتكم حول مدى دقة وملاءمة العبارات المطروحة لقياس الأهداف المرجوة من الدراسة كما أرجو منكم اقتراح أي تعديلات ترونها مناسبة سواء بإعادة صياغة العبارات، أو حذفها، أو إضافة عبارات جديدة. أشكركم جزيل الشكر على وقتكم وجهودكم، وأتطلع إلى تلقي ملاحظاتكم القيمة.

مع خالص التقدير والاحترام..

عبدالعزیز مبیریک اللقمانی

طالب ماجستير إدارة مشاريع

كلية الإدارة، جامعة ميدأوشن

الاستبيان

بسم الله الرحمن الرحيم

السيد/..... المحترم،

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته،

أود إبلاغكم بأنني طالب في جامعة ميدأوشن - كلية الإدارة - تخصص ماجستير في إدارة مشاريع، وأعمل حالياً على بحث بعنوان " تأثير تطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) على كفاءة إدارة المشاريع في القطاع التشييد"، كجزء من متطلبات درجة الماجستير في إدارة مشاريع. ونظراً لأهمية آرائكم القيمة، أرجو منكم التفضل بالإجابة على هذا الاستبيان وأؤكد لكم أن إجاباتكم ستكون محل تقدير كبير وستعامل بسرية تامة، ولن تستخدم إلا لأغراض البحث العلمي. لذا أرجو أن تكون إجاباتكم دقيقة وصادقة قدر الإمكان للمساهمة في تحقيق نتائج دقيقة.

شاكر لكم حسن تعاونكم

عبدالعزیز مېبریک اللقمانی

طالب ماجستير إدارة مشاريع

كلية الإدارة جامعة ميدأوشن

المشرفين

أ.د الفیصل عبد الحمید محمد

أ.د. فايز علي جراد

كلية الإدارة، جامعة ميدأوشن

الاستبانة

الإجابة					الأسئلة
					١- الأسئلة العامة
٦٠+	٥٠-٦٠	٤٠-٥٠	٣٠-٤٠	٢٠-٣٠	العمر
			أنثى	ذكر	الجنس
دكتوراه	ماجستير	شهادة عليا	درجة البكالوريوس	شهادة الدراسة الثانوية	الدرجة العلمية
					٢- أسئلة الإستبيان
أوافق بشدة	أوافق	محايد	لا أوافق	لا أوافق بشدة	تطبق المؤسسة تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) في مراحل تنفيذ المشاريع.
أوافق بشدة	أوافق	محايد	لا أوافق	لا أوافق بشدة	تسهم تقنية BIM في تحسين تخطيط المشاريع الإنشائية.
أوافق بشدة	أوافق	محايد	لا أوافق	لا أوافق بشدة	تساعد تقنية BIM في تقليل الأخطاء أثناء التصميم والتنفيذ.
أوافق بشدة	أوافق	محايد	لا أوافق	لا أوافق بشدة	تسهم تقنية BIM في تحسين إدارة الوقت والتكاليف بالمشروع.
أوافق بشدة	أوافق	محايد	لا أوافق	لا أوافق بشدة	تساعد تقنية BIM في اكتشاف التعارضات بين عناصر المشروع قبل التنفيذ.
أوافق بشدة	أوافق	محايد	لا أوافق	لا أوافق بشدة	يسهم تطبيق تقنية BIM في رفع جودة تنفيذ المشاريع.
أوافق بشدة	أوافق	محايد	لا أوافق	لا أوافق بشدة	تسهم تقنية BIM في تحسين تبادل المعلومات بين جميع أطراف المشروع.
أوافق بشدة	أوافق	محايد	لا أوافق	لا أوافق بشدة	تساعد تقنية BIM في تعزيز التنسيق بين فرق التصميم والتنفيذ.
أوافق بشدة	أوافق	محايد	لا أوافق	لا أوافق بشدة	تسهم تقنية BIM في سرعة الوصول إلى المعلومات المتعلقة بالمشروع.
أوافق بشدة	أوافق	محايد	لا أوافق	لا أوافق بشدة	يساعد تكامل البيانات عبر تقنية BIM في تحسين اتخاذ القرارات.
أوافق بشدة	أوافق	محايد	لا أوافق	لا أوافق بشدة	تسهم تقنية BIM في تحسين التعاون بين الاستشاريين والمقاولين والمالكين.
أوافق بشدة	أوافق	محايد	لا أوافق	لا أوافق بشدة	يؤدي استخدام BIM إلى تقليل مشكلات التواصل بين المشاركين في المشروع.
أوافق بشدة	أوافق	محايد	لا أوافق	لا أوافق بشدة	توفر الإدارة العليا الدعم اللازم لتطبيق تقنية BIM.

أوافق بشدة	أوافق	محايد	لا أوافق	لا أوافق بشدة	توفر المؤسسة برامج تدريبية للعاملين على استخدام تقنية BIM.
أوافق بشدة	أوافق	محايد	لا أوافق	لا أوافق بشدة	تمتلك المؤسسة البنية التحتية المناسبة لتطبيق تقنية BIM.
أوافق بشدة	أوافق	محايد	لا أوافق	لا أوافق بشدة	تسهم سياسات المؤسسة في تشجيع استخدام تقنية BIM في إدارة المشاريع.
أوافق بشدة	أوافق	محايد	لا أوافق	لا أوافق بشدة	يسهم تطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) في تحسين كفاءة إدارة المشاريع في قطاع التشييد.

<https://forms.gle/rYEhF9ZKZFN5CKWm9>

Abstract

This study aimed to identify the impact of applying Building Information Modeling (BIM) technology on project management efficiency in the construction sector. This was achieved by examining the effect of the level of BIM application, information integration and coordination among project stakeholders using BIM, and management support and training in using BIM technology to improve project management efficiency. The study employed a quantitative approach using a descriptive-analytical methodology. Data was collected through a questionnaire designed based on literature and previous studies. The questionnaire was distributed to a sample of 306 employees from construction companies and institutions, including project managers, engineers, consultants, and project management staff. The results showed a statistically significant positive impact of applying BIM technology on project management efficiency in the construction sector. Furthermore, the results indicated that a higher level of BIM application contributes to improved planning and execution, enhanced coordination among various project stakeholders, reduced errors and rework, and improved time and cost management. The results also confirmed that senior management support and the provision of ongoing training and development for employees are key factors in the successful implementation of BIM technology and maximizing its potential to enhance project management efficiency. In light of these findings, the study recommended expanding the application of BIM technology in construction projects, strengthening administrative support for digital transformation, investing in engineering staff training, developing digital infrastructure, improving integration among project stakeholders, and encouraging further research into BIM applications across various sectors of the construction industry.

Keywords: Building Information Modeling (BIM), project management efficiency, construction sector, digital transformation, project management, information integration, management support.

Midocean University

College of Management

Master's in Project Management



**The Impact of Building Information Modeling (BIM) Technology on Project Management Efficiency in
the Construction Sector**

Prepared by the student/

Abdulaziz Mubeirik Al-Luqmani

University ID/

Supervisor/

Prof. Dr. Faisal Abdul Hamid Mohammed

Prof. Dr. Fayez Ali Jarad

Year

٢٠٢٦