international DESIGN JOURNAL
Print ISSN 2090-9632
Online ISSN 2090-9640

دور نمذجة معلومات البناء في التحكم بالتكلفة من خلال التواصل الفعال بين أصحاب المصلحة في المشروع

The Role of Building Information Modeling (BIM) in Controlling Project Costs through Effective Communication

إبراهيم حمد السائح
ماجستير تكنولوجيا البناء و إدارة التنفيذ، قسم العمارة، كلية العمارة و التخطيط، جامعة القصيم، بريدة 52571، المملكة العربية السعودية
عصام بن سالم المحمود
أستاذ مساعد في إدارة المشاريع و التنمية المستدامة، قسم العمارة، كلية العمارة و التخطيط، جامعة القصيم، بريدة 52571، المملكة العربية السعودية
Es.almahmoud@qu.edu.sa

ملخص البحث

برزت نمذجة معلومات البناء (BIM) كأداة بالغة الأهمية لتعزيز التواصل بين أصحاب المصلحة في المشروع- الملاك والمقاولين والمصممين- عبر تمكين تبادل المعلومات المتكاملة والتوثيق الدقيق .وعلى الرغم من اعتمادها العالمي المتزايد، فإن تطبيق BIM في مشاريع البناء في المملكة العربية السعودية لا يزال محدودًا (A Al-Yami , 2021) . ومع زيادة التعقيد في المشاريع الإنشائية والقطاع الإنشائي بشكل عام، تبرز الحاجة الملحة لنظام تواصل فعال بين فريق المشروع. لذا توفر نمذجة معلومات البناء قنوات شاملة ومتعددة الأبعاد تعمل على تعزيز الاتصال والإدارة واتخاذ القرار طوال دورة حياة المشروع .تبحث هذه الدراسة بشكل كمي في دور BIM في تحسين كفاءة الاتصال والتحكم في تكاليف المشروع في المملكة العربية السعودية. تم إجراء استطلاع بين المتخصصين في البناء، بما في ذلك أولئك الذين لديهم خبرة في BIM وأولئك الذين ليس لديهم خبرة سابقة في BIM . تم استخدام نسختين من الاستبيان لالتقاط كلا المنظورين، مع التركيز على تأثير جودة الاتصال على التكلفة والتحكم في المشروع .تم جمع وتحليل ما مجموعه 85 استجابة صالحة باستخدام الأساليب الإحصائية الوصفية والاستدلالية. تظهر النتائج قدرة نمذجة معلومات البناء في تعزيز التواصل الفعال من وجهة نظر المستطلعين و كذلك اهم معوقات الاتصال الفعال في إدارة المشاريع بالطرق التقليدية الورقية. وقد تم تقديم توصيات لتعزيز فعالية BIM في معالجة تحديات الاتصال وتحسين تنفيذ المشروع، مع التركيز على قيود الأساليب التقليدية القائمة على الورق (KC Goh , 2014) .

كلمات دالة

نمذجة معلومات البناء، التواصل الفعال، إدارة المشاريع، تخفيض التكلفة
BIM, Communication Efficiency, Cost Reduction, Construction Management.

Paper received January 01, 2025, Accepted February 19, 2025, Published on line May 1, 2025

المقدمة Introduction

يعتبر قطاع البناء والتشييد يُعد من أكثر القطاعات تعقيدًا بسبب تعدد الأطراف المشاركة فيه واختلاف توجهاتهم، ما يستدعي التواصل الفعّال بين جميع الأطراف لضمان نجاح المشروع. من أبرز التحديات التي تواجه المشاريع في هذه المرحلة هي ضعف تبادل المعلومات، مما يؤدي إلى خلافات فنية ويزيد من تكاليف المشروع. وقد أكدت دراسة (NS Fadzil , 2007) أن التواصل الفعّال هو العامل الأكبر المؤثر على أداء المشاريع.

تركز الدراسة الحالية على دور نمذجة معلومات البناء (BIM) في تحسين تكاليف المشاريع من خلال تعزيز التواصل بين أطراف المشروع. وتشير الدراسة إلى أن قطاع البناء في السعودية يعاني من تعثر المشاريع، حيث وصلت نسبة المشاريع الحكومية المتعثرة إلى 44% (المحيسن، 2015). وتظهر الدراسات أن تطبيق تقنيات BIM يساهم في تحسين كفاءة التواصل بين الأطراف ويقلل من التكاليف، كما أظهرت دراسة أجراها مركز جامعة ستانفورد على 32 مشروعًا استخدموا BIM نتائج إيجابية، تشمل تقليل التعديلات بنسبة 40%، وزيادة دقة حسابات التكاليف إلى 97%، وتوفير 80% من الوقت اللازم لحساب التكاليف، وتقليل التكاليف الإجمالية بنسبة 10%، وكذلك توفير 7% من وقت المشروع (J Gao , 2008).

في الدول المتقدمة مثل بريطانيا، تم فرض استخدام نمذجة معلومات البناء في جميع المشاريع الحكومية منذ عام 2013 (6). وفي دول الخليج، تم تبني هذه التقنية أيضًا، حيث أصدرت بلدية دبي قراراً في 2015 بإلزام استخدام BIM في المشاريع الكبيرة. على الرغم من ذلك، يواجه قطاع البناء في السعودية تحديات في تبني هذه التقنية، ولكن هناك دراسات ومبادرات محلية تؤكد أهمية استخدامها، مثل دراسة الماجستير في جامعة الملك سعود حول تحسين استهلاك الطاقة باستخدام BIM، وأيضًا الدورات التدريبية التي نظمتها الهيئة السعودية للمقاولين في مجال BIM.

بناءً على ذلك، يظهر أن نمذجة معلومات البناء لها تأثير كبير في تحسين كفاءة مشاريع البناء، ويجدر بالقطاع السعودي تبني هذه التقنية بشكل أكبر لتحسين الأداء وتقليل التكاليف.

مشكلة البحث Statement of the Problem

يواجه قطاع الإنشاءات في المملكة العربية السعودية تحديات كبيرة تتعلق بالتواصل الفعّال بين الأطراف المختلفة في المشاريع الإنشائية. تعتمد العديد من المشاريع في هذا القطاع على الأساليب التقليدية، مثل الرسومات الورقية ثنائية الأبعاد والوثائق النصية، لتبادل المعلومات وإدارة العمليات. هذه الأساليب تؤدي إلى تأخير القرارات، وارتفاع معدل الأخطاء، وزيادة التكاليف الإجمالية للمشاريع، مما يعيق من تحقيق الكفاءة المطلوبة، خصوصًا في ظل الرؤية الطموحة للمملكة 2030.

على الرغم من التوسع في تبني تقنيات البناء الحديثة عالميًا، لا تزال هناك فجوة في تبني نمذجة معلومات البناء (BIM) في المملكة كأداة لتحسين كفاءة التواصل وتقليل التكاليف. يُعد قياس تصور المختصين عن تأثير هذه التقنية و عن المعوقات في الإدارة التقليدية في قطاع الإنشاءات السعودية ودراسة الفوائد التي تقدمها في تقليل الأخطاء وتعزيز التعاون بين الأطراف المعنية أمرًا ضروريًا لسد هذه الفجوة ودعم تحول قطاع الإنشاءات لتحقيق معايير عالمية.

سؤال البحث:

ما هي أبرز المعوقات للتواصل الفعال وما هو تأثير نمذجة معلومات البناء (BIM) على تحسين كفاءة التواصل وتقليل التكاليف في المشاريع الإنشائية مقارنةً بالطرق التقليدية؟

CITATION
Ibrahim Alsaieh, Essam Almahmoud (2025), The Role of Building Information Modeling (BIM) in Controlling Project Costs through Effective Communication, International Design Journal, Vol. 15 No. 3, (May 2025) pp 105-113

أهداف البحث: Research Objectives

الهدف الرئيسي هو معرفة ابز معوقات التواصل الفعال في إدارة المشاريع بالطرق التقليدية و قدرة نمذجة معلومات البناء في تعزيز كفاءة التواصل الفعال بين أطراف المشروع.

أهمية البحث: Research Significance

تكمن أهمية هذه الدراسة في الجوانب التالية:

- تسليط الضوء على الجوانب الإيجابية لنمذجة معلومات البناء (BIM) في معالجة مشكلة التواصل الفعال للمعلومات كما تنعكس على إنتاجية وجودة المشروع في المملكة العربية السعودية.
- إظهار أثر التواصل الفعال على إنتاجية المشاريع في المملكة العربية السعودية.

فروض البحث: Research Hypothesis

اختبار "تُساهم نمذجة معلومات البناء (BIM) في تحسين كفاءة التواصل وتقليل تكاليف المشاريع الإنشائية مقارنةً بالطرق التقليدية"

منهج البحث: Research Methodology

اعتمد هذا البحث على المنهج الوصفي التحليلي لتقييم تأثير نمذجة معلومات البناء (BIM) على كفاءة التواصل وتقليل التكاليف في قطاع الإنشاءات في المملكة العربية السعودية. تم تصميم استبانة إلكترونية موجهة لاستطلاع آراء المهندسين والمعماريين والمقاولين استهدفت الاستبانة مجموعتين:

- المشاركون ذوو الخبرة في استخدام BIM
- المشاركون الذين يعتمدون على الطرق التقليدية.

تم جمع البيانات إلكترونيًا وتحليلها باستخدام أدوات إحصائية شملت التحليل الوصفي واختبار T لقياس دلالة الفروقات بين المجموعتين. تضمنت التحليلات أيضًا تقييم موثوقية الاستبانة باستخدام Cronbach's Alpha لضمان دقة النتائج. من خلال مقارنة المتوسطات واختبار الفرضيات، تم استخلاص نتائج شاملة حول تأثير BIM على تحسين التواصل وتعزيز كفاءة المشاريع الإنشائية.

اختيار العينة:

- تم اختيار عينة عشوائية من مجتمع البحث تضم 120 مهندسًا في المملكة.
- تم استبعاد الاستبيانات غير المكتملة أو التي كانت الإجابات فيها غير واضحة، ليصل العدد النهائي للمشاركين إلى 85 مهندسًا.

جمع البيانات:

- تم تصميم استبيان إلكتروني باستخدام منصة Google Forms. لتسهيل عملية التجميع والتحليل.
- و من ثم تم إرسال رابط الاستبيان إلى المشاركين المحددين في العينة و تجميع إجابات المشاركين إلكترونيًا.

فرز البيانات والتأكد من مصداقيتها:

- تم تجميع إجابات المشاركين في ملف إكسل لتنظيمها وفرزها.
- تم إجراء اختبار كرونباخ ألفا باستخدام برنامج SPSS الإحصائي لقياس مدى اتساق وثبات إجابات المشاركين، وتأكد من مصداقية البيانات المجمعة.

معالجة البيانات الكمية:

- تم إدخال البيانات الرقمية في برنامج التحليل الإحصائي SPSS
- تم إجراء تحليلات استدلالية احصائية لاستكشاف العلاقات بين المتغيرات.

الدراسات السابقة: Previous Studies

أشارت الكاتبة نزيهة روينة في كتابها "حوليات المخبر (التواصل والامتداد)"، الذي نشرته جامعة محمد خيضر الجزائر عام 2016(روينة ، 2016)، إلى أهمية توضيح مفاهيم ومصطلحات اللغة العربية، وخاصة مفهوم التواصل والاتصال. عرفت التواصل بأنه عملية نقل فكرة أو حقيقة من متحدث إلى مستمع، كما أنه يُعتبر تبادلًا كلاميًا بين شخصين أو بين مرسل ومستقبل.

قسمت الكاتبة أنواع التواصل إلى أربعة أقسام رئيسية نستعرضها في شكل رقم (1) التالي.

شكل (1) أنواع التواصل

قدم الباحث K.C. Goh وزملاؤه في ورقتهم البحثية خلال المؤتمر الدولي الخامس عشر في ماليزيا عام 2014 بعنوان "تعزيز التواصل في صناعة البناء من خلال نمذجة معلومات البناء (BIM)(KC Goh , 2014) "دراسة حول العوامل الكامنة وراء مشاكل الاتصال بين أطراف المشروع. استندت الدراسة إلى إجراء مقابلات شبه منظمة مع مختصين وتحليل مبنى تم استخدام نمذجة معلومات البناء في التواصل بين أطرافه أثناء مرحلة التشييد.

وكشفت نتائج البحث أن نمذجة معلومات البناء ساهمت في زيادة فاعلية التواصل بين الأطراف المعنية. ومع ذلك، أكدت الدراسة أيضًا أن استخدام الطرق الورقية "التقليدية"، والتي تشمل التبادل ثنائي الأبعاد للوثائق والرسومات، لا يزال سائدًا بشكل كبير في الصناعة.

قدّم الباحثان الجبيلي وبنوي في ورقتهما البحثية خلال مؤتمر عام 2019 بعنوان "تقييم صناعة البناء السعودية لاستيعاب نمذجة معلومات البناء" (Aljobaly, 2020) دراسة تهدف إلى تقييم مدى استيعاب سوق البناء السعودي لإمكانية تطبيق نمذجة معلومات البناء (BIM) في هذا القطاع. استندت الدراسة إلى استبيان تم توزيعه على 150 مسؤولًا في مجال البناء بالمملكة، وأسفرت النتائج عن النقاط التالية:

- عدم إلزام الحكومة لأصحاب الشأن والاختصاص في المشاريع يُعتبر السبب الرئيسي لعدم اعتماد نمذجة معلومات البناء وتطبيقها في المملكة.
- أرباب العمل وأصحاب المشاريع يترددون في تبني هذا التوجه نظرًا لما يتطلبه من تغييرات جذرية.
- الجهل بمفهوم نمذجة معلومات البناء يعد من أبرز العوائق التي حالت دون تطبيقه في المملكة.

تظهر هذه النتائج الحاجة الملحة لتعزيز الوعي وتوفير الدعم الحكومي لتشجيع تبني BIM في صناعة البناء السعودية.

قدم الباحثان Alyami and Sanni-anibire في دراستهما عام 2019 بعنوان "نمذجة معلومات البناء في صناعة البناء السعودية: الحالة الراهنة، الفوائد والعوائق" (A Al-Yami , 2021) تقييمًا لتطبيق نمذجة معلومات البناء (BIM) في المملكة، مع تحديد الإيجابيات والسلبيات والعوائق التي تعيق تطبيقها.

تحققت أهداف الدراسة من خلال مرحلتين: الأولى تمثلت في جمع الأدبيات والمراجع ذات الصلة، بينما تضمنت الثانية تحليل دراسات حالة.

Open Access article distributed under the Creative Commons Attribution License permiting unrestricted use in any medium, provided the work is properly cited.

أظهرت الدراسة أنه رغم انتشار نمذجة معلومات البناء، إلا أن تطبيقها في المملكة لا يزال ضعيفًا وغير متناسب مع الطفرة العمرانية التي تشهدها البلاد. يعود ذلك إلى عدم وجود مبادرات حكومية لفرض هذا التوجه على المشاريع، بالإضافة إلى نقص الأبحاث المتخصصة في هذا المجال.

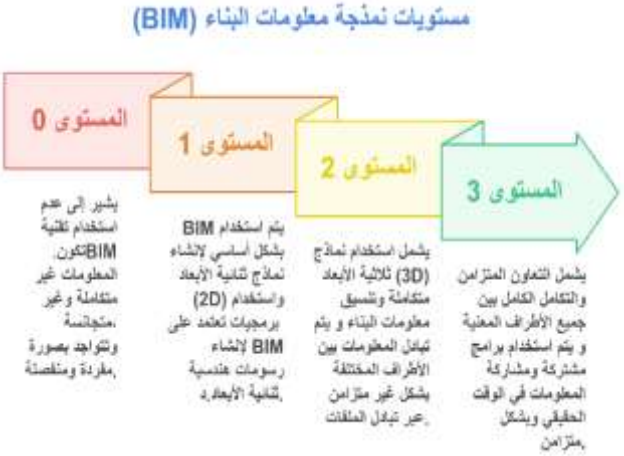
من الفوائد الملحوظة لنمذجة معلومات البناء هي قدرتها على اكتشاف المشاكل والخلافات والتعارضات في المشروع أثناء مرحلة التصميم، مما يساهم في رفع جودة العمل وزيادة كفاءة التواصل بين أطراف المشروع.

تعريف نمذجة معلومات البناء:

نمذجة معلومات البناء (BIM) هي عملية إدارة المعلومات المتعلقة بالمباني، تبدأ من قرار المالك بإنشاء المبنى ودراسة الجدوى، مرورًا بمرحلة التصميم والبناء والتشغيل، وصولاً إلى مرحلة الهدم. تهدف هذه العملية إلى تحقيق الاستخدام الأمثل والأكثر كفاءة لمعلومات المبنى (Construction Products Association, 2013) كما انها تمثل نموذجًا رقميًا ثلاثي الأبعاد للمباني، وهي في الأساس تمثيل مشترك ومكاني لقاعدة بيانات تسجل موقع وسمات كل عنصر من عناصر المبنى.وتم تعريف نمذجة معلومات البناء من قبل المكتبة الوطنية لمعايير نمذجة معلومات البناء (NBIMS) على أنها تمثيل رقمي قائم على البيانات للخصائص الفيزيائية والوظيفية للمبنى، بدءًا من التصور الأولي وحتى هدم المبنى. كما تُعتبر نمذجة معلومات البناء تعاونًا بين أطراف المشروع على مدار دورة حياة المبنى، وتحتوي على قاعدة معلومات مشتركة بين جميع الأطراف المعنية (9).

مستويات نمذجة معلومات البناء:

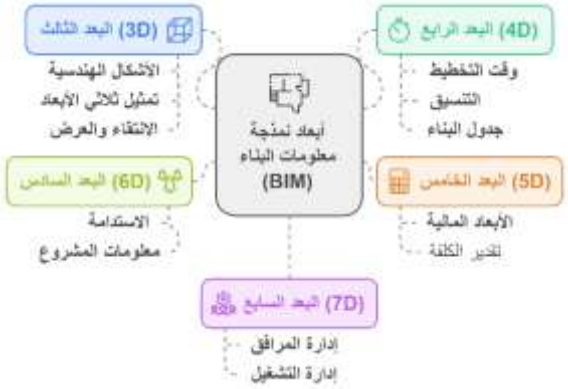
إن نمذجة معلومات البناء تحتوي على عدة مستويات من العمل أو التفاصيل كما أكدت ذلك منظمة المعايير البريطانية (BRITISH STANDARDS) وهي أن نمذجة معلومات البناء صنفت الى أربعة مستويات (من المستوى 0 إلى المستوى 3) (10) كما سوف يتم إيضاحها فى الشكل رقم (2) التالي :



شكل (2) مستويات نمذجة معلومات البناء

أبعاد نمذجة معلومات البناء:

مع ظهور نمذجة معلومات البناء ظهرت أبعاد جديدة للمشاريع لم تكن معهودة فيما سبق من أنظمة و تقنيات ففيما سبق من أنظمة كان هناك بعد أول و بعد ثاني و بعد ثالث للمشاريع أما مع ظهور نمذجة معلومات البناء فتعددت الأبعاد و المراحل فوصلت حتى البعد السابع (R Charef, 2018) الذي تناول 55-مرجعاً تحدثوا عن نمذجة معلومات البناء لما بعد البعد الثالث و توصل بذلك أن لنمذجة معلومات البناء أبعاد سبعة ووافقه بذلك (J Ingram, 2020) الذين وصفوا ابعاد نمذجة معلومات البناء كما يلي فى الشكل رقم (3):



شكل (3) أبعاد نمذجة معلومات البناء

المفاهيم الأساسية التي اعتمد عليها مفهوم نمذجة معلومات البناء:

يظهر الشكل رقم (4) المفاهيم الأساسية لنمذجة معلومات البناء كالتالي:

- **التخيل أو التصور visualization:** يساعد النموذج ثلاثي الأبعاد أعضاء المشروع على فهم معلومات المنشأة بدقة، مما يوفر رؤى مفصلة .(L Gratton, 2003).
- **التواصل communication:** يقلل تواصل الفريق المنظم والمدروس من المخاطر من خلال ضمان التنسيق والتقييم الدقيق للمواد، وبالتالي تقليل تكاليف المشروع بشكل غير مباشر.(IM Nembhard, 2006)
- **التعاون collaboration:** يساعد تعاون الفريق في وقت مبكر في عمليات التخطيط والبناء بشكل إيجابي. (DR Bridges, 2011)
- **الفهم understanding:** يزيد التصور الجيد من فهم أطراف المشروع وعملياته ومراحله، مما يؤدي إلى فهم أفضل للخطوات والإنجاز.(J Wang, 2010)

شكل (4) المفاهيم الاساسية لنمذجة معلومات البناء

تعريف التواصل الفعال:

هناك أهمية كبيرة للتواصل الفعال في مكان العمل، فقد عرَّف (B Urciuoli, 2008) التواصل في مكان العمل بأنه أي نوع من التواصل يتم بشأن العمل، سواء كان ذلك حول المهام الفردية أو مشاركة تحديثات حالة المشروع أو تقديم الملاحظات للمدراء والموظفين. فالتعاون هو الأساس للعمل الجماعي الناجح، ويعني الاتصال الفعال إرسال الرسالة واستلامها بدقة بحيث تنتقل الأفكار والمعلومات بشكل صحيح إلى الأشخاص المعنيين. كما وضح(M Nembhard, 2006) أن التواصل في مكان العمل لا يقتصر فقط على جودة العمل مع الآخرين، بل يتعلق ببناء العلاقات وتقليل الأخطاء، والعمل بشكل منتج قدر الإمكان. حيث أن ضعف التواصل الفعال هو سبب لكثير من المشاكل التي يواجهها الموظفون، سواء نقص المعلومات أو عدم معرفة كيفية نقل تحديثات العمل بشكل سريع وفعال. ويؤكد (C Argyris, 2004) أن التواصل الفعال يمكن أن يوقف تصعيد المشاكل ويجعل مكان العمل بيئة أكثر كفاءة

وتناغماً. ولكي يكون التواصل فعال يظهر الشكل رقم (5) أهم العوامل لذلك.

شكل (4) عوامل تعزيز التواصل الفعال

أسباب فشل الاتصال في مواقع البناء:

يفشل الاتصال في مواقع البناء لأسباب متعددة ترتبط بالعلاقات بين الأفراد وبأسلوب التعامل مع المعلومات. في كثير من الأحيان، تؤدي النزاعات الشخصية إلى ضعف التواصل وتمنع تبادل الأفكار بشكل بنّاء، إذ يعمل كل طرف بمعزل عن الآخر ويحتفظ بالمعلومات باعتبارها سرية، مما يقلل الشفافية ويؤثر على فعالية المشروع ككل. كما أن نقص الاحترام والصدق بين أفراد الفريق يؤدي إلى سوء الفهم عن تقديم معلومات غير كافية أو غير واضحة، مما يؤدي إلى التباس في فهم التعليمات وتكرار الأخطاء. وضعف مهارات الاستماع لدى بعض الأطراف يمكن أن يزيد من تعقيد الأمور، إذ يُفقد الانتباه للمعلومات المهمة ويسبب سوء تفسيرها. وأخيرًا، قد لا يكون الموظفون على علم بمكان وجود المعلومات التي يحتاجونها لإنجاز عملهم، مما يؤدي إلى تأخير العمل وتعطيل سير المشروع. كل هذه العوامل تؤدي إلى فشل التواصل، مما يؤثر سلبًا على كفاءة المشروع وإنتاجيته، ويعطل من الوصول إلى النتائج المرجوة.(K Cloke, 2011) كما هو موضح بالشكل رقم (6) .

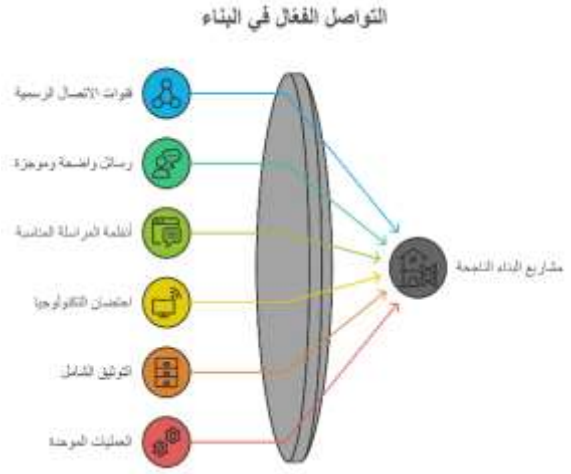
شكل (5) أسباب فشل الاتصال في البناء

أفضل واهم مهارات التواصل لمواقع البناء:

التواصل يعد من أهم مهارات البناء الأساسية والضرورية لنجاح المشاريع، حيث يعزز العمل الجماعي والإنتاجية والتعاون في موقع العمل. من أهم مهارات التواصل الفعّال في مواقع البناء ما يلي:

- **سلسلة اتصالات رسمية:** أساسية لتوصيل المعلومات الدقيقة في الوقت المناسب، ويكون مشرف المشروع نقطة الاتصال الرئيسية للتحديثات.
- **رسائل واضحة وموجزة:** يجب نقل الرسائل بسرعة وبأسلوب بسيط يسهل فهمه من قِبل العمال، مع السماح لهم بطرح الأسئلة لضمان وضوح المعلومات.
- **إنشاء نظام مراسلة مناسب:** يعتمد اختيار الوسيلة على تعقيد الرسالة، حيث قد يكفي البريد الإلكتروني في بعض الحالات، بينما تتطلب حالات أخرى اجتماعات وجهاً لوجه.
- **احتضان التكنولوجيا:** تساعد تكنولوجيا البناء، مثل نظام BIM، على تحسين التواصل عبر توفير تحديثات فورية للمشروع.
- **التوثيق الكامل:** توثيق كافة الأنشطة يعزز الشفافية والمساءلة، ويعد مرجعًا ضروريًا عند حدوث نزاعات.
- **توحيد العمليات**: توحيد العمليات المتكررة يساعد على تقليل الأخطاء وتخفيف ضغط العمل.
- **تشجيع التواصل المفتوح**: يجب على القادة توفير بيئة تواصل مريحة، تتيح معالجة المشكلات بفعالية.
- **التدريب المستمر:** تدريب الموظفين على التقنيات الجديدة يضمن السلامة ويحسن الكفاءة.
- **فحص جودة الاتصال:** إجراء فحوصات منتظمة لجودة الاتصال قبل بدء العمل، لضمان دقة الوثائق وسلاسة التواصل بين أعضاء الفريق

والشكل رقم (7) التالي يوضح أهم مهارات التواصل الفعال في مشاريع البناء الناجحة :



شكل (6) مهارات التواصل في مواقع البناء

نماذج سير العمل

لتحقيق فهم أفضل لبيئة العمل التعاونية وتحسين كفاءة تبادل المعلومات بين أطراف المشروع، من الضروري استعراض النماذج والأساليب المختلفة لتبادل المعلومات. فقد أشار (K Prashant, 2009) إلى أن طرق نقل وتبادل المعلومات والتعاون في مراحل دورة حياة المشروع تؤثر بشكل كبير على نجاحه. تحديد نمط سير العمل يعد ضروريًا لتحقيق الكفاءة المطلوبة وتجنب الأخطاء والتعديلات غير المخطط لها، مما يضمن جودة المشروع وفعاليته. أشار(B Hardin, 2015) إلى بعض أساليب سير العمل، سواء كانت تعتمد على أدوات برمجية أو لا، التي يمكن اتباعها لتحسين التواصل وتجنب المشكلات وهي كالتالي:

- **النموذج الخطي:** يعتمد على إرسال المعلومات من المصمم المعماري إلى باقي المصممين في التخصصات الأخرى (الإنشائية، الميكانيكية، الكهربائية) بشكل خطي، حيث يعمل كل مصمم بشكل منفصل لإعداد مخططاته الخاصة دون تعاون مباشر مع الآخرين. ورغم وجود معايير تصميمية مترابطة، إلا أن غياب التعاون المباشر والمعايير الواضحة لنقل المعلومات يؤدي إلى تبديد المعلومات وظهور أخطاء وتضاربات خلال مراحل المشروع كما بالشكل رقم (8).

Open Access article distributed under the Creative Commons Attribution License permiting unrestricted use in any medium, provided the work is properly cited.

شكل (7) نموذج العمل الخطي

- **النموذج الدائري:** يفترض النموذج الدائري تدفق المعلومات المتسلسل بين المهنيين، بدءاً من المهندس المعماري، في مسار دائري. يتبع كل طلب عملية دائرية، حيث تنتقل المعلومات من شخص إلى آخر. تكتمل الحلقة عندما يتم قبول المعلومات، ويتم نقل أي تغييرات لتجنب التعارض بين العناصر. يستغرق هذا النهج وقتًا ويتطلب دورات معلومات متعددة كما بالشكل رقم (9).

شكل (8) نموذج العمل الدائري

- **النموذج التشاركي** هو عبارة عن قاعدة بيانات تخزن معلومات المشروع، مما يسمح لجميع الأطراف بالوصول إليها طوال فترة المشروع. هذا النهج يقضي على ازدواجية المعلومات ويخلق لغة مشتركة لكل مرحلة. يوفر النموذج معلومات هامة لمختلف التطبيقات، مما يحسن إدارة المعلومات والكفاءة. ويساعد هذا التحول من الرسومات التقليدية ثنائية الأبعاد إلى الكائنات البارامترية على حل مشاكل التعارض والتنسيق، مما يقلل من وقت المشروع وتكلفته. كما هو موضح بالشكل رقم (10).

شكل (9) نموذج العمل التشاركي

كيف يحسن الـ BIM الاتصال؟

- إذا كان لدى الفريق الميداني في أي وقت أسئلة أو يحتاج إلى معلومات حول مواصفات أو تصميم ، فإن البيانات في متناول أيديهم باستخدام برنامج إدارة BIM حيث يمكن لفريق البناء الوصول إلى التصميم وعرضه والتعليق عليه وفقا لذلك (DK Smith, 2009).
- تعزز نمذجة معلومات البناء (BIM) الاتصال بين العمليات الميدانية والمكتبية. حيث يسمح الفريق الميداني بجمع البيانات ومشاركتها مع المكتب عبر نظام BIM (F Svalestuen, 2017)
- مكن للفريق الميداني إدخال معلومات العمالة لكل مكون من مكونات الوظيفة على النموذج لتوفير تفاصيل دقيقة للتكلفة. تساعد هذه المعلومات في تقدير المشاريع المستقبلي.

.(G Lee, 2006)

- يمكن للفريق الميداني إدخال المواد والمعدات المثبتة حتى الصنع والطراز والتاريخ. هذه المعلومات قيمة لإدارة المرافق. من خلال برنامج إدارة BIM وبيئة البيانات المشتركة ، لدى فريق عمليات وصيانة المباني جدول زمني للمخزون والصيانة (SA Brax, 2009).
- عندما يكمل الفريق الميداني مهامه، يمكنهم تقديم تحديثات لبرنامج إدارة BIM وإبقاء أصحاب المصلحة على علم بالتقدم. هذا يساعد على المزاوجة بين التقدم الفعلي والجدول الزمني لتقديم أي تحديثات أو تغييرات حسب الحاجة. .(J Wang, 2010)

مشاكل مراحل المشروع نتيجة ضعف الاتصال:

- **مشاكل مرحلة التصميم:** يمكن أن يؤدي سوء تصميم المشروع إلى مشاكل مثل عدم فهم الشكل النهائي للمشروع، وأوامر التغيير بسبب عدم وضوح المتطلبات، وتأخر وزيادة التكاليف، وعدم دقة عمليات تقدير التكاليف، وعدم الدقة في تحديد الوقت الإجمالي للمشروع بسبب مراحل التصميم والجدولة المعزولة .(JD Frame, 2002)
- **مشاكل مرحلة التنفيذ:** يقوم المقاول بطلب عددًا كبيرًا من الاستفسارات أثناء مرحلة التنفيذ بسبب أوجه القصور في التصميم وقلة خبرة المقاول وسوء تنسيق المشروع. وهذا يؤدي إلى تأخير في التنفيذ، مما يؤثر على وقت المشروع وتكلفته (B Cooke, 2025).
- **مشاكل مراحل الصيانة والتشغيل:** يعتمد التنفيذ الأمثل للصيانة على كل من البيانات الكمية والمعرفة التجريبية، والتي يمكن أن تضيع بسبب دوران الموظفين. وتواجه إدارة المرافق تحديات في استخدام الرسومات ثنائية الأبعاد كقاعدة للمعلومات، مما يعيق التكامل والتعاون (Z Liu, 2019).

شكل (10) مشاكل مراحل المشروع نتيجة ضعف التواصل

تأثير التواصل الفعال في المراحل المختلفة للمشروع:

- **مرحلة التصميم Design :** في مرحلة التصميم التقليدي، يمكن نسيان التعديلات بين المخططات المختلفة، بينما في بيئة BIM، يتم التعديل تلقائياً على جميع العناصر المرتبطة. يمكّن BIMالمالك من رؤية النموذج بشكل ثلاثي الأبعاد أثناء التصميم، وإجراء التعديلات بسهولة، مما يقلل من التكلفة والمخاطر الناتجة عن التغييرات المتأخرة.يعتبر BIM مصدراً مركزياً للمعلومات، ما يسهّل على جميع الأطراف الوصول إلى البيانات وفقاً لصلاحيات محددة، مما يعزز التواصل ويقلل من الهدر في الوقت. يتم تنظيم الوثائق باستخدام بيئة البيانات المشتركة(CDE) ، التي تدير وتوزع الوثائق على جميع الفرق، مما يحسّن التعاون بين مختلف التخصصات. (الحديدي ، 2023) (YA Olawale, 2010).
- **مرحلة تقدير التكلفة Cost Estimating:** في المشاريع التقليدية، يقوم مدير التشييد بإعداد تقدير تفصيلي للتكلفة بناءً

على وثائق البناء، ويتطلب ذلك مهارات عالية لتحقيق تقدير دقيق وفي الوقت المناسب. ومع ذلك، يصعب حساب كل التفاصيل الصغيرة، لذلك يعتمد التقدير على موازنة المهارات والخبرة. في بيئة نمذجة معلومات البناء (BIM) ، يتم تصميم العناصر بخصائصها الحقيقية مثل الطول والعرض والارتفاع، مما يجعل تقدير التكلفة أكثر دقة وسهولة. يعتمد BIM على بيانات نموذج البناء الفعلية بدلاً من الطرق التقليدية، ما يسهل التواصل بين المصمم والمنفذ ويتيح لهما إعداد عرض سعر دقيق وتقليل الغموض حول المواد والتصنيفات. كما يسهم BIM في خفض مدة الاجتماعات، ويتيح دراسة التعارضات بين الأنظمة المختلفة، مثل المعمارية والإنشائية والخدمات، مما يقلل من عدم التنسيق. كذلك، يستفيد المالك من معرفة دقيقة بتكلفة المشروع قبل البدء ويستطيع تعديل المواد دون تكلفة إضافية (KA Harper, 2000) (هاشم ، 2015).

- **مرحلة الجدولة Scheduling:** بعد التخطيط يتم إعداد جدول زمني يعتمد على ترتيب المهام وتحديد مدتها وتخصيص الموارد باستخدام أساليب تقليدية تعتمد على التقديرات النظرية. تطورت الجدولة باستخدام برامج خاصة لكنها بقيت منفصلة عن تصميم المبنى، مما يخلق ثغرة في تحديث الجدول عند تغييرات التصميم. في بيئة BIM، يتم دمج الجدول الزمني كالبعد الرابع (4D) بحيث يُربط النموذج ثلاثي الأبعاد بالجدول الزمني، مما يسمح بعرض عملية البناء وتوقع المشكلات قبل حدوثها. يوفر BIM تصوراً بصرياً فعّالاً لتقدم المشروع، مما يعزز من دقة الجدولة ومتابعة التنفيذ (H Kim, 2013) .
- **مرحلة إدارة المشروع Managing the Project:** تتم متابعة التقدم ومقارنته بالجدول الزمني عبر معلومات الأداء لجمع بيانات الموقع والتحقق من الالتزام بالخطة. تواجه هذه العملية تحديات تقليدية مثل التغييرات غير المتوقعة، التي تؤدي إلى هدر الوقت والمال. يسهم BIM في تقليل هذه المشاكل عبر اكتشاف التعارضات مبكراً وتقديم تصور واقعي، مما يقلل المطالبات والنزاعات. يعتمد نجاح المشروع على رضا جميع الأطراف، خاصة المالك، وأهمية الاتصال الفعّال بينهم. لذلك، تُجمع متطلبات المالك بدقة في البداية لتقليل التغييرات، مما يعزز كفاءة المشروع ويحافظ على التزامه بالخطة.

التحليل الإحصائي الوصفي والاستدلالي للإستبيان:

تم اختبار فرضية "تُساهم نمذجة معلومات البناء (BIM) في تحسين كفاءة التواصل وتقليل تكاليف المشاريع الإنشائية مقارنةً بالطرق التقليدية" من خلال تحليل النتائج التي تم الحصول عليها من الاستبيان وتوضيح العلاقات الإحصائية بين المتغيرات. حيث تم توزيع الاستبانة على عينة من المختصين في قطاع الإنشاء السعودي، وتم الحصول على إجابات من عدد كبير من المشاركين. وتم استخدام الإحصاء الوصفي لتلخيص البيانات ووصفها، والإحصاء الاستدلالي لتحليل العلاقات الإحصائية بين المتغيرات وتقديم توصيات واقتراحات لتحسين استخدام نمذجة معلومات البناء في ضبط التكاليف وتحسين التواصل بين أطراف المشروع.

تم تصميم الاستبيان لقياس رأي عينة من المجتمع المهني في قطاع الإنشاءات السعودية عن معوقات التواصل الفعال في المشاريع و تأثير نمذجة معلومات البناء (BIM) على التواصل الفعال بين أطراف المشروع وأثره على التكلفة الكلية. يتألف من ثلاث فقرات:

1- **الفقرة الأولى:** تشمل أسئلة حول البيانات الديموغرافية، وتتضمن سؤالاً رئيسياً محوريا عن مدى المعرفة بنمذجة معلومات البناء و الذي بناء عليه يتم توجيه المستجيب الى الفقرة رقم الثانية او الفقرة رقم الثالثة.

2- **الفقرة الثانية:** موجهة للمستجيبين الذين لديهم معرفة بـBIM ، وتحتوي على 16 سؤالاً حول تأثير BIM على تعزيز التواصل الفعال بين الفريق و سنسمي هذه المجموعة بالمجموعة أ.

3- **الفقرة الثالثة:** موجهة لمن ليس لديهم معرفة بـBIM ، وتضم 16 سؤالاً عن مدى قدرة الطرق التقليدية على تعزيز التواصل في إدارة المشاريع الإنشائية وسنسمي هذه المجموعة بالمجموعة ب.

كل سؤال يُجاب عليه بمقياس من 1 إلى 7، حيث 1 يشير إلى عدم الموافقة بشدة، و7 إلى الموافقة بشدة. بتحليل الإجابات في كلا الاستبيانين، يمكن اختبار فرضية البحث.

اختبار صدق الاستبيان ومدى موثوقية البيانات:

قبل تحليل البيانات، أجري اختبار كرونباخ ألفا لقياس موثوقية البيانات وثبات الإجابات. يعطي هذا الاختبار قيمة للعاملAlpha ، حيث يكون المقبول 0.6 أو أكثر، والأفضل بين 0.7 و0.9. في هذا البحث، بلغت قيمةAlpha 0.834 ، مما يدل على موثوقية عالية وثبات داخلي جيد في الإجابات، ويتيح الاعتماد عليها في تحليل النتائج ويوضح الجدول رقم (1) نتائج الاختبار.

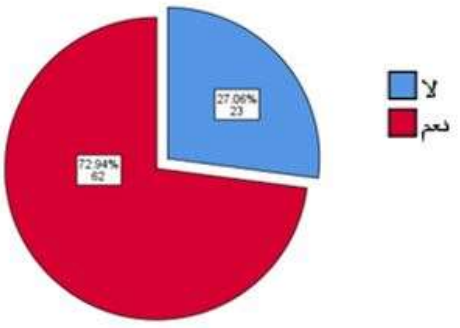
جدول (1) نتائج إختبار كرونباخ ألفا

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
0.834	32

مدى المعرفة بأنظمة نمذجة المعلومات BIM:

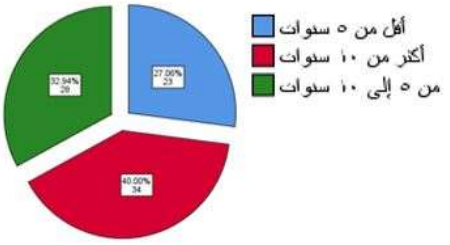
ومن خلال النتائج الظاهرة في الشكل رقم (12) نجد ان النسبة الأكبر من المشاركين في الاستبيان كانت لديهم معرفة بأنظمة نمذجة معلومات البناء BIM مما يدل على

مدى انتشار نمذجة معلومات البناء داخل المملكة العربية السعودية.



شكل (11) مدى المعرفة بـ BIM

عدد سنوات الخبرة للمشاركين في الاستبيان:



شكل (12)عدد سنوات الخبرة للمشاركين

من تحليل النتائج يظهرالشكل رقم (13) انه لا يوجد فروق كبيره في نسب سنوات الخبرة بين المشاركين مما يدل على ان الاستبيان يغطي جميع مستويات الخبرة بين المشاركين.

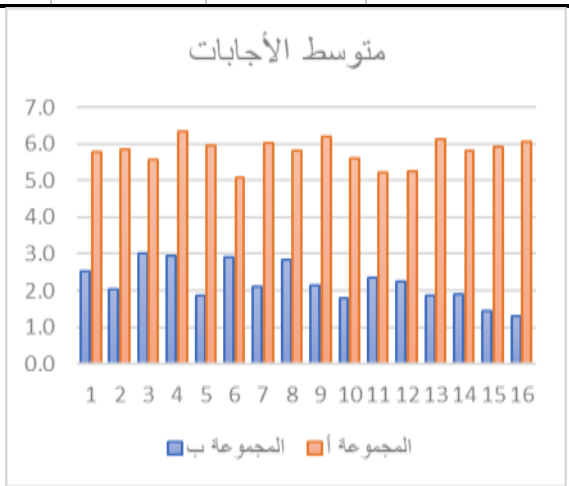
أولاً: التحليل الإحصائي الوصفي لأسئلة الاستبيان:

Open Access article distributed under the Creative Commons Attribution License permiting unrestricted use in any medium, provided the work is properly cited.

تم عمل التحليل الإحصائي الوصفي لأسئلة الأستبيان عن طريق حساب متوسط اجابة المشاركين فى كل سؤال من اسئلة الأستبيان فى كلتا المجموعتين وتم تلخصيها فى الجدول رقم (2) والشكل رقم (13) كما التالي:

جدول (2) نتائج التحليل الوصفي للأستبيان

السؤال	المجموعة أ	المجموعة ب	التحليل
السؤال الأول	5,77	2.52	تُظهر النتائج أن نمذجة معلومات البناء تسهّل الوصول إلى المعلومات بشكل كبير مقارنةً باستخدام الطرق التقليدية، حيث سجلت الطرق التقليدية سهولة منخفضة.
السؤال الثاني	5,85	2.04	نمذجة معلومات البناء تُحسن بشكل ملحوظ نقل المعلومات بين جميع الأطراف مقارنةً باستخدام الطرق التقليدية، التي تُظهر ضعفًا واضحًا في سهولة النقل.
السؤال الثالث	5,56	3	تشير النتائج إلى أن نمذجة معلومات البناء توفر معلومات المشروع بشكل أكثر شمولية مقارنة بالطرق التقليدية.
السؤال الرابع	6,34	2.96	نمذجة معلومات البناء تُعزز بشكل كبير التعاون بين التخصصات المختلفة مقارنةً باستخدام الطرق التقليدية
السؤال الخامس	5,97	1.87	نمذجة معلومات البناء توفر صورة أكثر وضوحًا للمعلومات والمشاكل مقارنة باستخدام الطرق التقليدية.
السؤال السادس	5,1	2.91	تُظهر النتائج أن نمذجة معلومات البناء تقلل من احتمالية حجب المعلومات بين الأطراف مقارنةً بالطرق التقليدية.
السؤال السابع	6,02	2.09	نمذجة معلومات البناء توفر مكانًا مركزيًا للمعلومات والتصميمات، مما يُحسن من فهم المشروع، على عكس الطرق التقليدية.
السؤال الثامن	5,82	2.83	نمذجة معلومات البناء تُحسن التواصل بين المهندسين والعملاء والمقاولين بشكل أفضل من الطرق التقليدية.
السؤال التاسع	6,21	2.13	نمذجة معلومات البناء تُسهل على ملاك المشروع تصور الشكل النهائي للمشروع ومراحله مقارنةً بالطرق التقليدية.
السؤال العاشر	5,61	1.78	تُسهل نمذجة معلومات البناء توصيل المفاهيم الهندسية لملاك المشروع غير التقنيين بشكل أفضل من الطرق التقليدية.
السؤال الحادي عشر	5,24	2.35	تشير النتائج إلى أن نمذجة معلومات البناء تقلل من مشاكل المشروع الناتجة عن الفهم الخاطئ للمعلومات مقارنة بالطرق التقليدية.
السؤال الثاني عشر	5,27	2.26	نمذجة معلومات البناء تقلل من تأخر إيصال المعلومات مقارنةً بالطرق التقليدية.
السؤال الثالث عشر	6,13	1.87	توفر نمذجة معلومات البناء نموذجًا ثلاثي الأبعاد يساعد على تحسين الفهم الموحد للمشروع مقارنةً باستخدام المخططات التقليدية.
السؤال الرابع عشر	5,81	1.9	توفر نمذجة معلومات البناء تحديثات فورية للمعلومات، مما يجعل جميع الأطراف على علم بالتغييرات فور حدوثها، مقارنةً بالطرق التقليدية.
السؤال الخامس عشر	5,92	1.43	تُظهر نمذجة معلومات البناء شفافية عالية للمعلومات، مما يُحسن من اتخاذ القرارات ويعزز التعاون بين الأطراف.
السؤال السادس عشر	6,05	1.3	تُحسن نمذجة معلومات البناء كفاءة العمل بشكل كبير من خلال توفير المعلومات لجميع الأطراف، على عكس الطرق التقليدية.



شكل (13) نتائج التحليل الإحصائي الوصفي للإستبيان

ثانيا التحليل الإحصائي الاستدلالي للاستبيان:

تم عمل تحليل إحصائي استدلالي لمتوسط إجابات المشاركين في الاستبيان على كل سؤال ومقارنة متوسط الإجابات لكل سؤال بين المجموعتين واستخدام الاختبار الإحصائي ت لعينتين مستقلتين للتأكد من صحة فرضية البحث حيث تم فرض الآتي:

1- ان الفرض الصفري H0 وهي (تُساهم نمذجة معلومات البناء (BIM) في تحسين كفاءة التواصل وتقليل تكاليف المشاريع الإنشائية مقارنةً بالطرق التقليدية)

2- ان الفرض البديل H1 وهي (أن نمذجة معلومات البناء لا تؤثر في تعزيز كفاءة التواصل الفعال بين أطراف المشروع.)

3- مستوى الدلالة المعنوية ($\alpha \leq 0.05$).

وكما هو معروض في الجدول (3) متوسط القيم لإجابات المشاركين على الاسئلة في الاستبيان كانت أعلى للمجموعة أ = 5.8 وانحراف معياري منخفض جدًا (0.083)، مما يعني أن إجابات المشاركين في هذه المجموعة متقاربة ومتسقة. بينما كان المتوسط للمجموعة ب يساوي 2.35 بانحراف معياري أعلى نسبيًا (0.19)، مما يعكس تنوعًا أكبر في الإجابات، ربما بسبب الاختلاف في فهم أو أداء الطرق التقليدية.

أظهرت النتائج فرقًا واضحًا بين متوسطات الإجابات للمجموعتين لصالح المجموعة (أ). وكان الفرق في المتوسطات (MD) بين المجموعتين = 3.44

أظهرت نتائج اختبار T قيمة t = 15.127، وكانت القيمة الاحتمالية P = 0.000. وهذا يُشير إلى أن الفرق بين المجموعتين ذو دلالة إحصائية عالية، وبالتالي فإن النتائج ليست مجرد صدفة عشوائية.

مما يؤكد صحة الفرضية الصفرية وهي أن نمذجة معلومات البناء تعزز من كفاءة التواصل الفعال بين أطراف المشروع.

جدول (3) نتائج التحليل الإحصائي الإستدلالي للإستبيان

	هل نمذجة معلومات البناء تعزز من كفاءة التواصل الفعال؟					
	المجموعة أ	المجموعة ب	MD	t- value	P- value	Sig.
Mean ± SD	0.083 ± 5.8	0.19 ± 2.35	3.44	15.127	0.000	S

أظهرت بعض الأسئلة فروقًا كبيرة بين المجموعتين كما هو واضح في الجدول رقم (4)، مما يُبرز المجالات التي تُحقق فيها نمذجة معلومات البناء (BIM) تفوقًا ملحوظًا.

جدول (4) مجالات التفوق البارزة في نمذجة معلومات البناء

المجال	الفرق (MD)	المجموعة ب (التقليدية)	المجموعة أ (BIM)	رقم السؤال
الشفافية واتخاذ القرارات	4.49	1.43	5.92	15
تصور الشكل النهائي للمشروع	4.08	2.13	6.21	9
دقة المعلومات (النماذج ثلاثية الأبعاد)	4.26	1.87	6.13	13
توصيل المعلومات لغير التقنيين	3.83	1.78	5.61	10

يظهر الجدول رقم (5) المجالات التي توضح تحسنًا نسبيًا مع استخدام BIM، لكن الفارق ليس كبيرًا مثل المجالات الأخرى. وهذا يعكس ان المعوقات المذكورة ليست بارزة بشكل كافي.

جدول (5) مجالات اظهرت فارق اقل من غيرها

المجال	الفرق (MD)	المجموعة ب (التقليدية)	المجموعة أ (BIM)	رقم السؤال
توفير المعلومات لجميع الأطراف	2.56	3.00	5.56	3
منع احتكار المعلومات	2.19	2.91	5.10	6
سهولة التواصل بين المهندسين	2.99	2.83	5.82	8

التوصيات: Recommendation

في إطار السعي لتحسين كفاءة صناعة البناء وتعزيز التعاون بين الأطراف المختلفة في المشاريع، فإن استخدام نمذجة معلومات البناء (BIM)يمثل أداة رئيسية لتحقيق هذه الأهداف. وفيما يلي مجموعة من التوصيات والمواضيع المقترحة التي يمكن تبنيها لتحسين استخدام هذه التقنية وتعزيز التواصل الفعّال بين الفرق المشاركة في المشاريع:

- **التدريب الشامل والتبني الكامل لـBIM :** من الضروري توفير التدريب المناسب لجميع الأطراف المشاركة في المشروع لضمان فهم فعال لاستخدام BIM. يجب تشجيع التبني الكامل للتقنية في جميع مراحل المشروع من التصميم إلى التنفيذ، مع تضمين متطلبات استخدامها في عقود المشاريع.
- **الحث على استخدام نمذجة معلومات البناء**: من خلال التأكيد على قدرتها في المجالات المتعلقة بالشفافية، تصور المشروع، وتسهيل التواصل. و اظهار أهمية العوامل التي اظهرت فروقات اقل مثل احتكار المعلومات و توفيرها.
- **تعزيز التكامل والتواصل باستخدام الأدوات الرقمية**: يجب تعزيز التعاون بين الفرق باستخدام منصات التعاون الإلكترونية مثل BIM 360 و .Aconexتسهم هذه الأدوات في تبادل المعلومات بفعالية وتحديث النماذج بشكل مستمر لضمان توافقها مع التغييرات في المشروع.
- **تبسيط العمليات وواجهات المستخدم:** يجب تبسيط واجهات أدوات BIM وتوفير أدوات تحليل بصري تساعد الفرق على فهم البيانات بشكل أسرع وأوضح، مما يسهم في تسهيل عملية اتخاذ القرارات وتحسين كفاءة العمل.
- **تحديد الأدوار والمسؤوليات بوضوح:** لضمان نجاح تطبيق BIM، يجب تحديد المسؤوليات والأدوار بوضوح لكل طرف مشارك في المشروع. هذا يساعد على ضمان تدفق المعلومات بشكل صحيح وتجنب التداخل أو تضارب المهام.
- **التقييم المستمر والتحسين المستدام:** من الضروري إجراء تقييم دوري لاستخدام BIM وتأثيره على سير العمل. يتضمن ذلك تحليل فعالية التواصل والتعاون بين الأطراف وتحديد مجالات التحسين لضمان تحقيق أفضل النتائج في المشاريع المستقبلية.
- **أدوات تقنية لتسهيل التواصل:**
  - برامج BIM مثل Revit و.Navisworks
  - منصات التعاون الإلكتروني مثل.BIM 360
  - التقنيات الحديثة مثل الواقع المعزز والافتراضي لتحسين التفاعل مع النماذج.

من خلال تبني هذه التوصيات واستخدام الأدوات المناسبة، يمكن تعزيز كفاءة المشاريع وتحسين التعاون بين جميع الأطراف المعنية، مما يساهم في تحقيق نتائج أفضل وأداء أعلى في صناعة البناء.

المراجع: References

1- Aljobaly, O., & Banawi, A. (2020). Evaluation of the Saudi construction industry for adoption of building information modelling. Advances in Artificial Intelligence, Software and Systems Engineering. Springer.
2- Al-Yami, A., & Sanni-Anibire, M. O. (2021). BIM in the Saudi Arabian construction industry: State of the art, benefits, and barriers. International Journal of Building Pathology and Adaptation. Emerald.
3- Argyris, C. (2004). Double-loop learning and organizational change: Facilitating transformational change. Dynamics of Organizational Change and Learning. Wiley Online Library.
4- Aziz, R. F., & Hafez, S. M. (2013). Applying lean thinking in construction and performance improvement. Alexandria Engineering Journal. Elsevier.
5- Brax, S. A., & Jonsson, K. (2009). Developing integrated solution offerings for remote diagnostics: A comparative case study of two manufacturers. International Journal of Operations & Production Management. Emerald.
6- Bridges, D. R., Davidson, R. A., Odegard, P. S., Maki, I. V., & Tomkowiak, J. (2011). Interprofessional collaboration: Three best

Open Access article distributed under the Creative Commons Attribution License permiting unrestricted use in any medium, provided the work is properly cited.

21-Liu, Z., Lu, Y., & Peh, L. C. (2019). A review and scientometric analysis of global building information modeling (BIM) research in the architecture, engineering and construction (AEC) industry. Buildings. MDPI.
22-Nembhard, I. M., & Edmondson, A. C. (2006). Making it safe: The effects of leader inclusiveness and professional status on psychological safety and improvement efforts in health care teams. Journal of Organizational Behavior. Wiley Online Library.
23-Olawale, Y. A., & Sun, M. (2010). Cost and time control of construction projects: Inhibiting factors and mitigating measures in practice. Construction Management and Economics. Taylor & Francis.
24-Sacks, R., Eastman, C., Lee, G., & Teicholz, P. (2018). BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, designers, engineers, contractors, and facility managers. Books.Google.com.
25-Smith, D. K., & Tardif, M. (2009). Building information modeling: A strategic implementation guide for architects, engineers, constructors, and real estate asset managers. Books.Google.com.
26-Svalestuen, F., Knotten, V., Lædre, O., Drevland, F., & Lohne, J. (2017). Using building information model (BIM) devices to improve information flow and collaboration on construction sites. NTNU Open.
27-Tessema, Y. A. (2008). BIM for improved building design communication between architects and clients in the schematic design phase. TTU-IR.TDL.org.
28-Urciuoli, B. (2008). Skills and selves in the new workplace. American Ethnologist. Wiley Online Library.
29-Wang, J., Li, J., & Chen, X. (2010). Parametric design based on building information modeling for sustainable buildings. International Conference on Sustainable Buildings. IEEE Xplore.
30- الحديدي, أ. م. د., الجوهرى, ه. إ. ع & ,.مرتضي, م. د. (2023). تقنية الواقع الممتد ودورها في تحقيق الاستدامة البيئية لدعم الشركات الناشئة بمنظومة ريادة الأعمال .مجلة الفنون والعلوم التطبيقية.274-255 ,(3)10 ,
31- المحيسن - مكافحة الفساد: الوقوف على 1526 مشروعاً .. ونسبة المتعثر منها 44 % أبريل 2015 الرياض – مال
32- روينة نزيهة. (2016). التواصل: الأصول والامتداد. حوليات المخبر, (05).
33- هاشم, إ. م. أ. (2015). أهمية برامج الكمبيوتر المساعدة للتصميم الصناعي (CAID) للمصمم الصناعي .مجلة الفنون والعلوم التطبيقية128-115 ,(3)2 ,
practice models of interprofessional education. Medical Education Online. Taylor & Francis.
7- Charef, R., Alaka, H., & Emmitt, S. (2018). Beyond the third dimension of BIM: A systematic review of literature and assessment of professional views. Journal of Building Engineering. Elsevier.
8- Cloke, K., & Goldsmith, J. (2011). Resolving conflicts at work: Ten strategies for everyone on the job. Books.Google.com.
9- Cooke, B., & Williams, P. (2025). Construction planning, programming and control. Books.Google.com.
10-Fadzil, N. S., Noor, N. M., & Rahman, I. A. (2017). Need of risk management practice amongst Bumiputera contractors in Malaysian construction industries. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOPScience.
11-Frame, J. D. (2002). The new project management: Tools for an age of rapid change, complexity, and other business realities. Books.Google.com.
12-Gao, J., & Fischer, M. (2008). Framework and case studies comparing implementations and impacts of 3D/4D modeling across projects. Citeseer.
13-Goh, K. C., Goh, H. H., Toh, S. H., & Ang, S. P. (2014). Enhancing communication in the construction industry through BIM. 11th International Conference on Innovation and Management. Core.
14-Gratton, L., & Truss, C. (2003). The three-dimensional people strategy: Putting human resources policies into action. Academy of Management Perspectives.
15-Harper, K. A. (2000). The man from Muscatine: A bio-bibliography of Ellis Parker Butler. ProQuest.
16-Hardin, B., & McCool, D. (2015). BIM and construction management: Proven tools, methods, and workflows. Books.Google.com.
17-Heshmat, H., & Ahmed, I. M. (2015). The importance of computer-aided design software (CAID) for industrial designers. Journal of Arts and Applied Sciences, 2(3), 115-128.
18-Ingram, J. (2020). Understanding BIM: The past, present, and future. TaylorFrancis.com.
19-Kim, H., Anderson, K., Lee, S. H., & Hildreth, J. (2013). Generating construction schedules through automatic data extraction using open BIM technology. Automation in Construction. Elsevier.
20-Lee, G., Sacks, R., & Eastman, C. M. (2006). Specifying parametric building object behavior (BOB) for a building information modeling system. Automation in Construction. Elsevier.