Journal of Al-Azhar University Engineering Sector

Vol. 18, No. 66, January 2023, 323 - 337

Towards a Framework for BIM Adoption in Saudi Arabia
An initiation to establish "Saudi BIM Authority"

Ahmed Omar M.S Mostafa

Department of Architecture and Building Science, College of Architecture and Planning, King Saud University

Correspondence: ahmedoms@ksu.edu.sa

Received: 11 Oct. 2022 **Accepted: 30 Nov. 2022**

Abstract

Within the rapid developments of the Fourth Industrial Revolution's digital technologies, Building Information Modeling (BIM) proved its efficiency as an important technology for supporting and developing the AEC industry. This led many countries to adopt the BIM technology and take whatever measures required to invest its capabilities in developing and improving AEC sector performance and efficiency. Despite the efforts done and being done by Saudi government to support the construction industry and encourage using modern technologies, however, the reality explored from studies and news showed that applying BIM was due to individual project owners' initiatives and without a governing standards or guidelines guiding the application process and its deliverables throughout project lifecycle, leading to low investment of BIM capabilities and elimination of its full benefits. This represented the main study problem. The paper aims, through an analytical descriptive methodology, to conclude a framework for BIM adoption, through which all requirements at the national level to put the Kingdom on the global map of BIM adoption, are determined. The results showed that the proper methodology for adopting BIM to promote the Kingdom to the global map of BIM adoption begins with establishment of a national Saudi BIM authority with specific taskforce to achieve BIM adoption properly, effectively and gradually in Saudi Arabia and put it to the global map of BIM adoption. The significance of the study could be traced in its effective role of achieving its results in developing Saudi construction industry sector and overcoming most of the challenges it faces, placing the Kingdom on the global map of BIM adoption, in addition to matching its objectives with the digital transformation program of the Kingdom's Vision 2030.

Keywords: Architecture, Engineering and Construction Sector (AEC), Building Information Modeling (BIM), benefits and challenges of BIM application, Global BIM Adoption.

نحو إطار عمل لتبنى تطبيق نمذجة معلومات البناء بالمملكة العربية السعودية
مبادرة لتأسيس "الهيئة السعودية لنمذجة معلومات البناء"

أحمـد عمر محمد سيد مصـــطفى

قسم العمارة وعلوم البناء، كلية العمارة والتخطيط، جامعة الملك سعود، المملكة العربية السعودية

ahmedoms@ksu.edu.sa

الملخص

في خضم التطورات المتسارعة للتقنيات الرقمية التي صاحبت الثورة الصناعية الرابعة، أثبتت نمذجة معلومات البناء كفاءتها كتقنية مهمة لدعم وتطوير صناعة البناء والتشييد، وقد أدى ذلك إلى تبني العديد من البلاد لتقنية نمذجة معلومات البناء واتخاذ جميع التدابير المطلوبة لاستثمار إمكانيات وقدرات هذه التقنية في تطوير وتحسين أداء وكفاءة هذا القطاع. وعلى الرغم من الجهود التي بذلتها وتبذلها الحكومة السعودية لدعم صناعة البناء والتشييد وتشجيع استخدام التقنيات الحديثة، إلا أن الواقع الذي تم استكشافه من الدراسات ذات العلاقة بتقنيات نمذجة معلومات البناء وتطبيقها في المملكة أظهرت أن أغلبها كان بسبب مبادرات فردية من الجهات المالكة

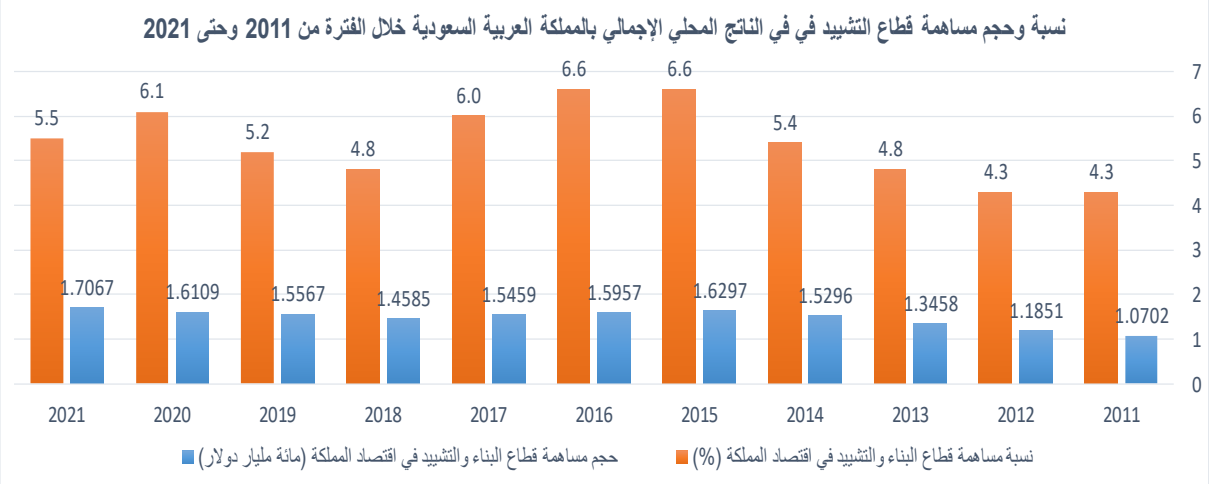
للمشاريع،سواء حكومية أو خاصة، وبدون معايير حاكمة أو إرشادات توجيهية لتطبيقها، مما أدى إلى عدم الاستثمار الجيد لإمكانيات هذه التقنية واختزال العديد من فوائدها، وهو ما يمثل إشكالية الدراسة الرئيسية التي تستهدف، من خلال منهج وصفي تحليلي، إلى استخلاص منهج عمل يتم من خلاله تحديد المتطلبات المتعلقة بتبني تقنية نمذجة معلومات البناء على المستوى الوطني ووضع المملكة على الخريطة العالمية لتبنى هذه التقنية. وأظهرت النتائج أن أساس تحقيق ذلك يبدأ بتأسيس" هيئة وطنية سعودية لنمذجة معلومات البناء" يكون من أهم أهدافها توحيد وتنسيق الجهود لتبني تطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء بمنهجية مناسبة وفعالة وتدريجية في المملكة العربية السعودية واقتراح إطار العمل المرتبط بمسؤولياتها لتحقيق هذه الأهداف. وتتضح أهمية الدراسة في الدور الفعال الذي يمكن أن تلعبه نتائج نجاح الهيئة الوطنية المقترحة في تطوير قطاع البناء السعودي والتغلب على معظم التحديات التي تواجهه، ووضع المملكة على الخريطة العالمية لتبني تقنية نمذجة معلومات البناء، بالإضافة إلى توافق أهدافها مع برنامج التحول الرقمي لرؤية المملكة 2030.

الكلمات المفتاحية: صناعة البناء والتشييد، نمذجة معلومات البناء، فوائد وتحديات تطبيق نمذجة معلومات البناء، الممارسات العالمية لتبني نمذجة معلومات البناء

1. مقدمة:

1-1 أهمية مجال صناعة البناء والتشييد ودوره في إجمالي الناتج المحلي لاقتصاد الدول

يعتبر قطاع البناء والتشييد أحد القطاعات المهمة المؤثرة في خطط التنمية وبالتالي اقتصاد الدول، ولذلك يتم تبنيه ومتابعة الأداء فيه من قبل الجهات السيادية بكل دولة لتأثيره في القطاعات المرتبطة به والمؤثرة بدورها على اقتصاد الدول [1] وفي الناتج المحلي الإجمالي (GDP) الذي يؤثر على التوازن بين مختلف القطاعات، وقد أشار كيني [2] أن قيمة قطاع التشييد بلغت 1.7 تريليون دولار أمريكي في جميع أنحاء العالم، ويمثل في معظم البلدان ما نسبته 5-7٪ من إجمالي الناتج المحلي. وقد تطور هذا المجال في المملكة العربية السعودية مع التوسع في تطبيق برامج ومبادرات رؤيتها 2030 حتى أصبحت من أكبر أسواق البناء والتشييد في مجلس التعاون الخليجي، وبلغت قيمة المشاريع المخطط لها 825 مليار دولار، ومن المتوقع نمو السوق بنسبة 5.2% خلال المدة من 2021 إلى 2026 [3]، وبحسب الهيئة العامة للإحصاء (2021) ففقد بلغت مساهمة هذا المجال عام 2021 بما يزيد عن 170 مليار ريال، وهي ما تمثل 5.5% من الناتج المحلي للمملكة العربية السعودية، كما يتضح من (شكل (1)

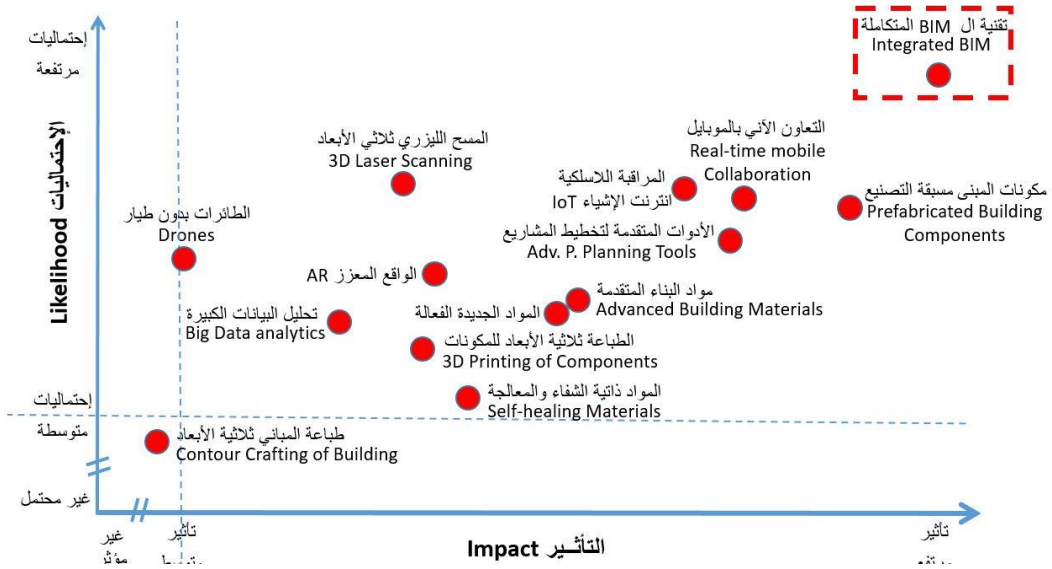


شكل (1) يوضح نسبة وحجم مساهمة قطاع التشييد في الناتج المحلي الإجمالي للأعوام من 2011 إلى 2021 حسب بيانات الهيئة العامة للإحصاء المصدر: [3]

1-2 تقنية نمذجة معلومات البناء ودورها في تطوير مجال صناعة البناء والتشييد

مع التطورات العديدة والمتسارعة في التقنيات الرقمية التي صاحبت الثورة الصناعية الرابعة، ظهرت العديد من التقنيات والتطبيقات الرقمية التي عززت الإنتاجية ودعمت تحقيق فاعلية الموارد والتكلفة والمرونة [4]. وتأثر مجال صناعة البناء والتشييد بهذه التطورات وشهد تطورات موازية أدت إلى تحسن كبير في مستوى أداء الأنشطة والمهام المتضمنة فيها، وتغيرات جوهرية في أسلوب ومسار أداء العديد من المهام والأنشطة [5]. وتمثل تقنية نمذجة معلومات البناء إحدى التقنيات الرقمية التي تعتمد على إستراتيجية متكاملة وشاملة لتوثيق وإدارة بيانات ومعلومات البناء خلال مراحل دورة حياته والتي يمكن، من خلال تطبيقاتها المتعددة، دعم المخطط والمصمم والمقاول والمشغل في اتخاذ العديد من القرارات ذات العلاقة بمجموعات متنوعة ومعقدة من الخيارات والبدائل التي تؤثر بصور مباشرة أو غير مباشرة في تحقيق المبنى لوظائفه وأدائه بأفضل طريقة [6]، كما يمكنها تحويل فرق العمل الفردية في مراحل دورة حياة المبنى إلى فرق لامركزية ومتكاملة، تعالج المشكلات المعقدة مما كان له الأثر في زيادة الكفاءة وخفض تكاليف العمليات المختلفة طوال دورة حياة المبنى بأكملها [7]. وأدت التطورات المتتالية في تقنيات نمذجة معلومات البناء إلى تيسير طرق وأساليب الأداء وأثبتت قدرتها على تحسين وتطوير مجالات التخطيط والتصميم والتشييد والتشغيل للمباني، وإلى دعم القائمين على هذه الصناعة والجهات ذات العلاقة بها في اتخاذ القرارات المناسبة لتحقيق التكامل في هذه المجالات وتطوير مخرجاتها بصورة كبيرة [8]. وإذا وضعنا في الإعتبار التأثير القوي المتوقع لهذه التقنية في قطاع صناعة التشييد والإحتمالات العالية لحدوثها، كما

أشار إليها تقرير المنتدى الإقتصادي العالمي [9] والموضحة في شكل (2)، تتأكد أهمية هذه الدراسة في تحسين موقف المملكة العربية السعودية ضمن الجهود العالمية لتبني وتطبيق هذه التقنية.



شكل (2): تأثيرالتقنيات الحديثة في مجال صناعة التشييد واحتمالات حدوثها وموقف تقنية نمذجة معلومات البناء المتكاملة ضمن هذه التقنيات – المصدر مترجم عن [9]

3-1 إشكالية وتساؤلات الدراسة

على الرغم من الجهود التي تبذلها المملكة العربية السعودية في مجال التحول الرقمي وتشجيع تطبيق التقنيات الحديثة في جميع المجالات، وعلى الرغم من وجود نماذج متعددة تؤكد تطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء في مجالات التصميم والتشييد وإدارة المنشآت إلا أن أغلبها تم بصورة جزئية وكان نتيجة لتوجيهات ترتبط بالجهة المالكة أو المنفذة ولم تطبق وفق معايير موحدة مثل ما هو حادث في الدول التي تبنت تطبيق هذه التقنية وهو ما يمثل الإشكالية الرئيسية لهذه الدراسة التي يقترح تناولها من خلال خمسة أسئلة رئيسية تتمثل في التالي:

1. ما هي فوائد تطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء في مجال صناعة البناء والتشييد؟
2. ما هي البنود المؤثرة في نجاح تطبيق نمذجة معلومات البناء؟ وما هي التحديات والعقبات المتوقعة؟
3. ما هي الجهود التي تبذلها الدول لدعم تحقيق النجاح لتبنى تطبيق نمذجة معلومات البناء على المستوى الوطني؟
4. ما هو الموقف الحالي للمملكة العربية السعودية على الخريطة العالمية لتبني نمذجة معلومات البناء وتطبيقها؟
5. ما هو المطلوب لتحسين الوضع؟

4-1 أهداف وأهمية الدراسة

تستهدف الدراسة، من خلال الإجابة على هذه الأسئلة، الوصول إلى إطار عمل لتبني تطبيق نمذجة معلومات البناء بالمملكة العربي السعودية من خلال تحليل الجوانب ذات العلاقة بتبنى وتطبيق تقنية نمذجة البناء بدايةً من تأكيد أهميتها وفوائدها والبنود المؤثرة في نجاحها والتحديات التي تواجه تطبيقها والتجارب العالمية لتبني تطبيق هذه التقنية والموقف الحالي للمملكة على الخريطة العالمية لتطبيقها، ونهايةً باستكشاف متطلبات تحسين هذا الموقف. وتتضح أهمية هذه الدراسة في التأثير المتوقع لتفعيل توصياتها في تطوير مجال صناعة البناء والتشييد بالمملكة ومواجهة أغلب التحديات التي تواجهها، ومعالجة العديد من الإشكاليات الناتجة عن القصور في التعامل مع أو تلبية احتياجات ومتطلبات الجهات ذات العلاقة بها، ووضع المملكة على الخريطة العالمية لتبني تطبيق هذه التقنية، إضافة إلى توافق أهدافها مع أهداف ومبادرات عدد من برامج رؤية المملكة 2030 ومن أهمها برنامج التحول الرقمي.

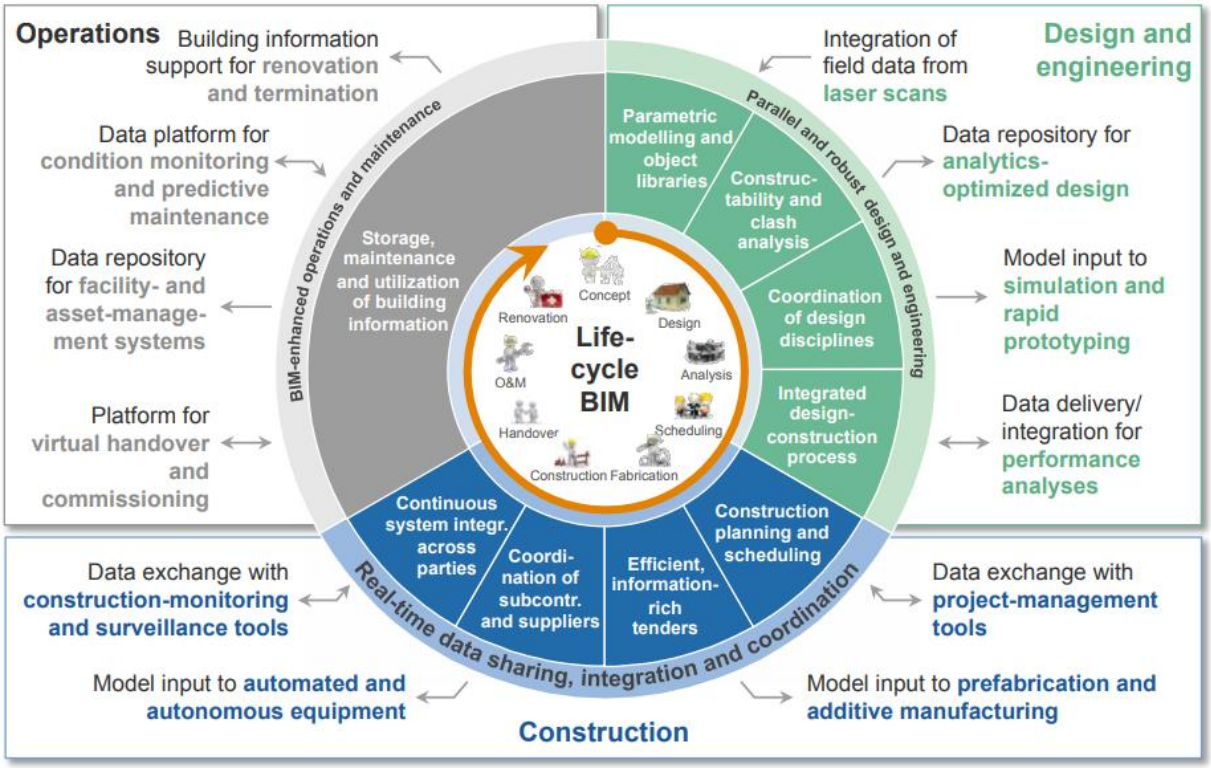
5-1 منهجية الدراسة

لتحقيق أهداف الدراسة تم تبنى المنهج الوصفي التحليلي للإجابة على أسئلة الدراسة الأربعة الأولى اعتماداً على مراجعة الدراسات والتقاريرالعالمية ذات العلاقة بتبنى وتطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء، ومن ثم الوصول في السؤال الخامس إلى النتائج التي تم فيها استخلاص الإطار المقترح لتحقيق التطلعات تجاه تحسين واقع تبنى تطبيق هذه التقنية بالمملكة واستكشاف المطلوب لاستثمار إمكانياتها في تحسين وتطوير مجال صناعة البناء والتشييد.

2. السؤال الأول: ما هي فوائد تطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء في مجال صناعة البناء والتشييد؟

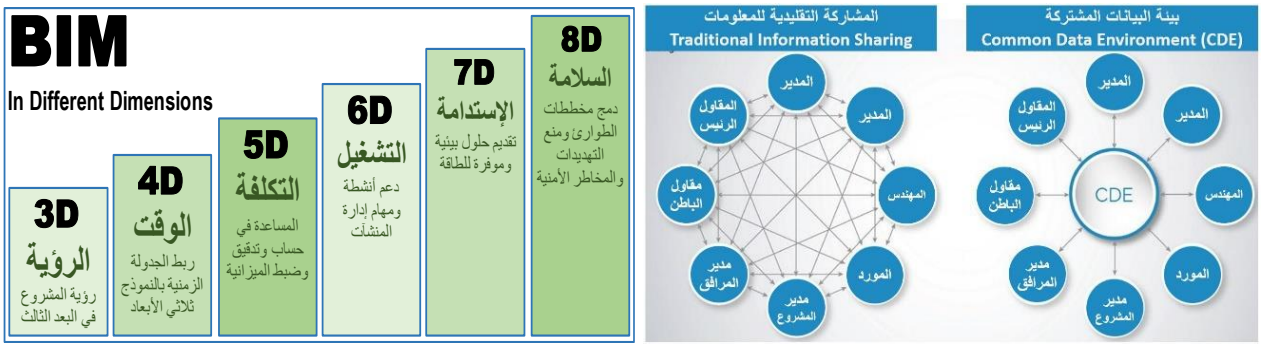
أكدت العديد من الدراسات والمواقع المتخصصة إمكانيات وفوائد تطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء BIM لجميع مراحل دورة حياة المشروع، وجميع أنماط المشاريع وأنشطة تنفيذها، وجميع من لهم علاقة بالمشروع، وينعكس ذلك على الإقتصاد الوطني وخطط التنمية وله العديد من الفوائد في جميع مراحل ومستويات المشروع. بعض الدراسات أشارت إلى عدد محدد من أهم الفوائد مثل Hadi, Z.S [10] الذي أشار إلى سبعة فوائد لتبني تقنيات نمذجة معلومات البناء في المشاريع تضمنت تيسير مشاركة المعلومات

بين أصحاب المصلحة، وسرعة تحليل المعلومات المطلوبة لإتخاذ القرارات المختلفة خلال دورة حياة المشروع، وضوح التكلفة الفعلية لمراحل دورة حياة المشروع، وتحسين جودة المشروع، وإمكانية التجهيز المسبق لعناصر المبنى مما يوفر الوقت والتكلفة أثناء مراحل التشييد، وتحسين العلاقات مع العملاء لوضوح النموذج وإمكانية عرضه بصرياً بطرق وأساليب مختلفة، ودعم عملية تشغيل وصيانة المبنى من خلال سهولة توفير جميع المعلومات التشغيلية من النموذج، والبعض الآخر صنف فوائد تطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء إلى أربعة تصنيفات تشمل ثلاثة فوائد في كل تصنيف: الأول الوقت ويشمل فوائد لدورة حياة المشروع، وعملية تصميمية أسرع، وتقليل التأخير في المشروع، والثاني الوظيفة ويشمل فوائد الوصول لجميع معلومات المشروع، والتواصل الأفضل، ورؤية المشروع في أبعاد مختلفة، والثالث التوفير المؤثر على تكلفة المشروع ويشمل اكتشاف التعارضات مبكراً، وزيادة الكفاءة، وتحقيق التنافسية، والرابع الجودة ويشمل فوائد التخطيط الأكثر دقة، وتحسين الأمن والسلامة، والجودة الأعلى للأداء [11]، وهناك من الدراسات من تم فيها تصنيف الفوائد وفق مراحل دورة حياة المشروع التي شملت التصميم والتخطيط والتنفيذ والتشغيل والصيانة كما يتضح من شكل (3).



شكل (3) دورة حياة نمذجة معلومات البناء وعلاقتها بدورة حياة المشروع والفوائد التي يقدمها في كل مرحلة – المصدر [12]

وإضافة إلى الفائدة المهمة التي حققتها تقنية نمذجة معلومات البناء في تنظيم العلاقة بين جميع المشاركين في المشروع من جميع التخصصات وتحسين التواصل بينهم من خلال نموذج المبنى الذي يمثل بيئة البيانات المشتركة Common Data Environment (CDE) (شكل 4أ)، فقد ربطت بعض الدراسات فوائد أكثر وأشمل عند تحقيق التكامل بين تقنيات نمذجة معلومات البناء مع تقنيات أخرى: فعلى سبيل المثال بتكامل تقنيات نمذجة معلومات البناء مع تقنيات المحاكاة تدعم فريق العمل في تحقيق الإستدامة والعمارة الخضراء من خلال الإستفادة من نمذجة طاقة البناء Building Energy Model (BEM) [13]، واستثمار الارتباط الذكي بين مكونات العناصر الرقمية لنموذج لمشروع في البعد الثالث مع المعلومات المتعلقة بالوقت أو الجدولة الزمنية فيما أطلق عليه مصطلح "البعد الرابع لنمذجة معلومات البناء 4D BIM" [14] والتي تدعم إمكانيات تصور وضع المشروع والتواصل الفعال لفريق العمل بما فيهم المالك حول تسلسل مراحل البناء ومتطلبات الموقع بشكل مرئي على خط زمني يمكن من خلاله مراجعة متواليات البناء باستخدام البعد الرابع، كما يتيح للمشاركين من مختلف التخصصات من المهندسين المعماريين والمصممين والمقاولين والعملاء الحصول على تصور كامل لمدد الأحداث بالمشروع وعرض تقدم أنشطة البناء ضمن الخطة الكاملة لعمر مشروع التشييد، وفهم أفضل لمراحل المشروع وخطة البناء [15]. كما أدى تكامل تقنية نمذجة معلومات البناء والتقنيات الأخرى وإضافة بيانات إضافية للنموذج إلى ظهور فوائد في أبعاد تخطت البعد الرابع إلى البعد الخامس والسادس والسابع والثامن كما يتضح من شكل (4ب)



شكل (4) على اليمين (4أ): بيئة البيانات الموحدة CDE وفوائدها في تحسين التواصل حول نموذج معلومات البناء – المصدر مترجم عن [16]

على البسار (4ب): فوائد تطبيق نمذجة معلومات البناء في أبعاد متعددة (مترجم مع التصرف عن مراجع ومواقع انترنت متعددة)

3. السؤال الثاني: ما هي البنود والجوانب المؤثرة في تحقيق نجاح تطبيق نمذجة معلومات البناء؟

I. يرتبط نجاح تطبيق تقنيات نمذجة معلومات البناء في أي مرحلة من مراحل دورة حياة المبنى بالعديد من البنود، وقد أشار Lozinski [17] في دراسة لتقييم سوق البناء والتشييد لتطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء على ستة عشر عامل من عوامل نجاح تطبيق هذه التقنية مصنفة إلى ثلاثة تصنيفات أولها يرتبط بالبنية التحتية والثاني بالعمليات والثالث بالسياسات واللوائح كما هو موضح في شكل (5)

شكل (5) عوامل تحقيق نجاح تطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء في المملكة العربية السعودية – مترجم عن المصدر [17]

ومن واقع خبرة الباحث والمراجعات الأدبية التي تمت حول هذا الجزء من الدراسة أمكن تصنيف هذه البنود إلى ستة تصنيفات متسلسلة هرمياً، كما يتضح من شكل (6)، وفق التالي:

أ. **بيئة العمل ودعم فريق الإدارة والمالك:** توافر بيئة عمل تفاعلية محفزة للعمل والإنتاجية وترتبط بالمالك ومن يمثله، وفريق إدارة عملية التطبيق وتشمل عوامل متعددة من أهمها القناعة بفوائد التطبيق، المشاركة مع الفريق، توفير معلومات النموذج، تقييد التغييرات، حل وتسوية المطالبات، دعم برامج التدريب، وخطة إدارة الجودة.

ب. **طبيعة المشروع وموقع التنفيذ:** من أهم بنود هذا الجانب قابلية المشروع للتنفيذ ومدى التعقيد في مكونات ونظم المشروع ومراحل تنفيذه ومستوى التفاصيل الملزمة في كل مرحلة والمخرجات المطلوبة، وطبيعة موقع التنفيذ وإمكانيات الوصول له.

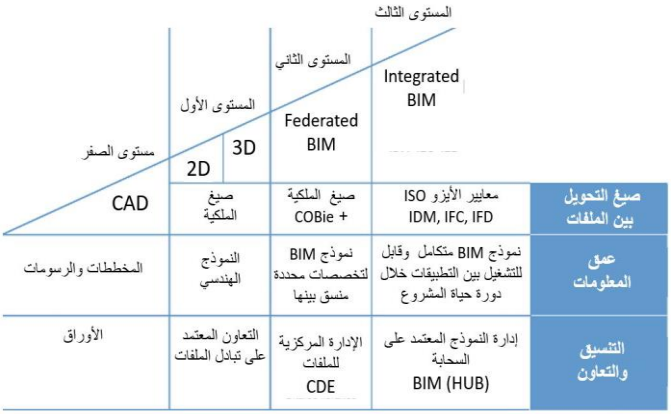
ج. **التشريعات والقوانين المنظمة لعملية التطبيق ومستوى التطبيق:** وتشمل عوامل متعددة من أهمها المواصفات والسياسات والتشريعات التي تنظم تطبيق نمذجة معلومات البناء، ونوعية وأسلوب التعاقد والشروط التعاقدية، وما يرتبط بذلك من مستوى النضج في التطبيق لتقنية نمذجة المعلومات وفق الموضح في شكل (7أ).

شكل (6) تسلسل مستويات الجوانب المؤثرة في تحقيق نجاح تطبيق نمذجة معلومات البناء (المصدر: الباحث)

د. **خطة العمل والإجراءات المنظمة:** من أهمها التخطيط الجيد لعملية لتطبيق نمذجة معلومات البناء في المشروع، وتنظيم أسلوب العمل، هيكل ومواصفات النموذج المطلوب للمشروع، إجراءات وجدولة استلام وتبادل معلومات المشروع.

هـ. **البنية التحتية والتقنيات المستخدمة:** تلعب دوراً كبيراً في دعم التطبيق وتحقيق النجاح له سواء على مستوى توافر الشبكات والمنصات المستخدمة للتواصل بين أعضاء الفرق العاملة في المشروع، أو على الأجهزة المطلوبة وقدراتها والتطبيقات والبرامج المناسبة لمراحل ومتطلبات المشروع والنموذج (شكل 7ب)، والتوافق بينها وبين بعضها وبين الأجهزة المستخدمة، وإمكانيات تبادل المعلومات الخاصة بالنموذج بسهولة بينها، إضافة إلى توافر القدرات التخزينية الآمنة لمعلومات المشروع.

و. **الكوادر البشرية ذات العلاقة بالتطبيق:** وترتبط بفرق التنفيذ المختلفة متعددة التخصصات وتتضمن معايير اختيار وتعيين أفراد الفريق ومستوى الخبرة والتأهل بالتخصص وبأساليب وطرق تطبيق نمذجة معلومات المشروع ، والتأهيل الجيد للكوادر الجديدة والحالية، والتزام جميع المشاركين ومسؤوليتهم تجاه متطلبات بناء النموذج واستكمال جميع مكوناته، والتعاون الفعال بين هذه الكوادر لبناء النموذج المطلوب ولتحقيق أهداف المشروع

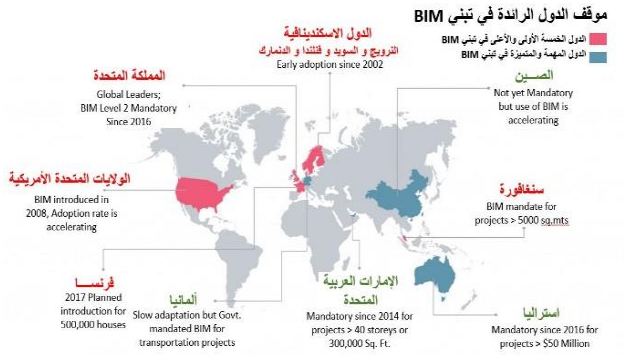


شكل (7) على اليمين (7أ): مستويات تطبيق نمذجة معلومات البناء والتفاصيل الملزمة في مراحل المشروع – مترجم عن المصدر [18]
على اليسار (7ب): أمثلة لتطبيقات وبرامج نمذجة معلومات البناء في مراحل المشروع المختلفة-المصدر [19]

ولايخلو مجال التقنيات الرقمية من التحديات التي تواجه تطبيق هذه التقنيات، وتتعدد هذه التحديات في مجال تطبيقات نمذجة معلومات البناء وتناولتها العديد من الدراسات، منها الدراسة التي أجراها Gerges et al. [20] لتبنى وتطبيق نمذجة معلومات البناء في الشرق الأوسط وخلص فيها إلى عدد من أهم العوائق لتطبيق BIM تضمنت المقارنة التي يجريها البعض بين تقنية نمذجة معلومات البناء BIM وبين تقنيات التصميم أو الرسم بمساعدة الحاسب CAD، وتحديات نفسية ترتبط بـ "مقاومة التغيير" وتحديات مالية ترتبط بنظرة المقاولين إلى تطبيق تقنيات نمذجة معلومات البناء على أنها "تكلفة إضافية"، وتحديات توافر وتأهيل وتدريب الكوادر البشرية وتم اعتبارها عقبة رئيسية نظراً "لندرة المتخصصين في هذه التقنية في العديد من المواقع، ومنها الدراسة التي قام بها Mostafa and Yaser [21] وتم فيها الإشارة إلى ثلاثة تصنيفات للتحديات ذات العلاقة بتقنية نمذجة معلومات البناء وهي تحديات التقنيات (وشملت توافق الأجهزة المستخدمة وإمكانيات تبادل الملفات بينها)، وتحديات الكوادر البشرية (وشملت ضعف المهارات وندرة الخبرات المتخصصة)، وتحديات البيانات (وشملت عدم كفاءة بيانات النموذج، وتعدد نظم تسمية العناصر والملفات، وتحديات التحديث المستمر لبيانات النموذج)، ومنها أيضاً الدراسة التي قام بها الحمود [22] وتضمنت تحديات اقتصادية وفنية وتنظيمية وقانونية وإنسانية: اشتملت التحديات الإقتصادية على عدم وجود طلب على BIM من قبل الأطراف الأخرى المشاركة في المشاريع ، وعدم وضوح الاستثمار المتوقع من التطبيق، وتعيين متخصصين في نمذجة معلومات البناء)، والتحديات الفنية اشتملت على احتمالات حدوث انقطاعات بالإنترنت، وعدم كفاية المعايير المتعلقة بنمذجة معلومات البناء، وقابلية التشغيل البيني، والتحديات التنظيمية اشتملت على ضعف التعاون بين التخصصات المختلفة، وعدم كفاية الجهود الحكومية لتبني وتطبيق ال BIM، وتعقد البيانات وعدم ربطها بمستوى تطور النموذج، بينما اشتملت التحديات القانونية على الحاجة إلى صياغة عقود .BIM، وعدم وضوح المسؤوليات بين أطراف المشروع، واشتملت التحديات البشرية على قلة الخبرة ونقص الموظفين المرهلين والمدربين على برامج نمذجة معلومات البناء، وضعف المعرفة بفوائد تطبيق ال BIM، والمقاومة الحادة للتغيير).

4. السؤال الثالث: ما هي الجهود الوطنية التي تبذلها دول العالم في مجال تبني تطبيق تقنيات نمذجة معلومات البناء؟

على المستوى العالمي، مع ازدياد أهمية نمذجة معلومات البناء في مجال صناعة البناء والتشييد، بدأت البلدان في جميع أنحاء العالم في تبني واعتماد هذه التقنية، وإلزام العاملين في قطاعات البناء باستخدامه، وتم إعداد خرائط متعددة توضح موقف الدول من تبني نمذجة معلومات البناء عالمياً وخرائط توضح الدول الرائدة في هذا المجال (شكل 8أ)، وتتنافس الدول لتحسين ترتيبها العالمي في مجال تبنى هذه التقنية وتوضيح موقفها من تبني التقنية (شكل 8ب). ويركز هذا الجزء من الدراسة على رصد ملخص للجهود الوطنية للدول الرائدة عالمياً في هذا المجال ودور الحكومات والهيئات المهنية فيها لدعم تبني نمذجة معلومات البناء في بلدانهم.



شكل (8) على اليمين (8أ) الدول التي الرائدة في تبني نمذجة معلومات البناء – مترجم عن المصدر: [23]

على اليسار (8ب) أفضل سبعة دول أوروبية في مجال تبني نمذجة معلومات البناء– مترجم عن المصدر [24]

أظهرت الإحصاءات التي تستهدف معرفة الدول التي تقود الطريق لتبني هذه التقنية أن استخدام نمذجة معلومات البناء بدأ أول مرة بواسطة شركات التشييد في المملكة المتحدة في الثمانينيات. منذ ذلك الحين ، بدأ عدد متزايد من البلدان في استخدام وتطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء في مشاريعها، وأشار Sam Steers [25] أن المملكة المتحدة تظل رائدة في تنفيذ نمذجة معلومات البناء مقارنة بالدول الأوروبية الأخرى، ومع هذا فإن دولًا مثل روسيا وألمانيا تشق طريقًا واضحاً ولديها أهداف تتعلق بالمهارات والأطر القانونية، وأن اعتماد نمذجة معلومات البناء BIM لم يصل بعد إلى إمكاناته الكاملة في أوروبا. ويوضح شكل (9) موقف تبنى نمذجة معلومات البناء عالمياً وتوقعات نموها.

شكل (9) خريطة موقف تبني نمذجة معلومات البناء عالمياً وتوقعات نموها - المصدر [26]

1-4 أهم الجهود الوطنية لتبني نمذجة معلومات البناء بالمملكة المتحدة:

تعتبر المملكة المتحدة من اوائل الدول التي تبنت تطبيق نمذجة معلومات البناء في مشاريعها، وأصبحت رائدة على مستوى العالم في تنفيذ هذه التقنية بفضل الدعم الحكومي منذ أبريل عام 2016، وتم تأسيس العديد من الجهات وزيادة اهتمام جهات قائمة بدعم هذا التوجه مثل "تحالف المملكة المتحدة لنمذجة معلومات البناء UK BIM Alliance"، و"وحدة نمذجة معلومات البناء BIM Task Force"، والبناء الذكي للمملكة المتحدة وأيرلندا Building Smart : United Kingdom & Ireland". وبناء على هذه الجهود أمكن وضع المواصفات المختلفة الخاصة بتطبيق هذه التقنية في مشاريعها، وفي يوليو 2018 أعلن معهد المواصفات البريطاني (BSI) نشر أول معيارين وأنه من المقرر نشر أول معيارين دوليين لنمذجة معلومات البناء بحلول نهاية عام 2018، ونشر الثالث والرابع في أوائل عام 2020 [27]. ووفقاً لذلك فقد تم إلزام جميع الشركات التي تعمل في المشاريع الحكومية بالعمل وفق المستوى الثاني من مستويات تقدم ونضج نمذجة معلومات البناء BIM 2 وبذلك أصبح على جميع أصحاب المصلحة المعنيين التواصل باستخدام تنسيق ملف CAD مشترك.

2-4 أهم الجهود الوطنية لتبني نمذجة معلومات البناء بالولايات المتحدة الأمريكية

شهدت تقنية نمذجة معلومات البناء في الولايات المتحدة الأمريكية اعتمادًا وتبني واسع النطاق من قبل الجهات الحكومية الكبرى، وتم إنشاء وحدة خاصة لإعداد "االمواصفات الوطنية لنمذجة معلومات البناء National BIM Standards" كمبادرة من المعهد الوطني لعلوم البناء (NIBS)، قامت إدارة الخدمات العامة الأمريكية بصياغة برنامج BIM لجميع مشاريع خدمات البناء العامة منذ عام 2003، وأشير إلى أن العديد من الولايات الأمريكية والجامعات والمنظمات مثل إدارة الخدمات العامة وفيلق المهندسين بالجيش الأمريكي ومكتب شؤون المحاربين القدامى للمقاولات وإدارة المرافق وإدارة التصميم والبناء في مدينة نيويورك وبروتوكول ولاية أوهايو وولايات القطاع العام الأخرى مكتب ولاية تينيسي ، ولجنة مرافق تكساس ، ومدارس ولاية ماريلاند وواشنطن العاصمة، وولاية ويسكونسن [26]. وعلى الرغم من شعبية تقنية نمذجة معلومات البناء في الولايات المتحدة الأمريكية ، وما أشير إلى ان أكثر من 48٪ من المكاتب المعمارية داخل الولايات المتحدة الأمريكية اعتمدت هذه التقنية [17]، فقد أشار مدير البرنامج في المعهد الوطني لعلوم البناء أن هناك العديد من العوامل التي تقف في طريق تبنى الحكومة لتطبيقه، على الأقل على المدى القصير، ومن أهم هذه العوامل هو اللامركزية، حيث أكد أنه لا يوجد هيكل محدد لمجموعة مشتركة من الممارسات الحكومية، وأنه ليس لديهم وكالة واحدة متخصصة ومسؤولة عن جميع أعمال البناء مثل المملكة المتحدة [28].

3-4 أهم الجهود الوطنية لتبني نمذجة معلومات البناء بالإتحاد الأوروبي

تعتبر حالة أوروبا بشكل عام أكثر تقدمًا، ففي عام 2016 ، تم إنشاء "مجموعة نمذجة معلومات البناء التابعة للإتحاد الأوروبي European BIM Task Group EUBIM" بهدف توحيد الجهود الوطنية في نهج أوروبي موحد ومشترك حتى يمكن تطوير قطاع تشييد رقمي عالمي. ولدعم تبني وتطبيق نمذجة معلومات البناء، منحت المفوضية الأوروبية هذه المجموعة تمويلاً لمدة عامين (2016-2017) لتقديم شبكة أوروبية مشتركة تهدف إلى مواءمة استخدام نمذجة معلومات البناء في الأشغال العامة [26]، وأدى ذلك إلى تطور كبير في مراحل تبني واعتماد نمذجة معلومات البناء في العديد من البلدان الأوروبية [29]، وتطور الأمر أنه في بعض البلاد الأوروبية مثل فرنسا يكون القطاع الخاص هو من يطلب تطبيق نمذجة معلومات البناء، بل ويتجاوزأحيانًا طلبات الحكومة مما دفع فرنسا إلى "خطة الانتقال الرقمي للبناء" التي تهدف إلى التنفيذ الكامل لمنهجية نمذجة معلومات البناء في جميع أنحاء البلاد بحلول عام 2022.بينما اعتمدت ألمانيا على نموذج النشر البريطاني واتبعته، وتخطط إيطاليا لإستكمال مرحلة التنفيذ الأولية في عام 2022 لجميع المشاريع وأن يكون الإستخدام إلزامياً في عام 2025 حتى بالنسبة للمشاريع التي تقل ميزانيتها عن مليون يورو [30]، وأطلقت اسكتلندا برنامج تنفيذ المستوى الثاني لنمذجة معلومات البناء في عام 2015 ، والذي ينص على أن متطلبات المستوى الثاني لتطبيق نمذجة معلومات البناء ستكون إلزامية بحلول أبريل 2017 في المشاريع التي تتجاوز ميزانيتها 4.32 مليون جنيه إسترليني [26]

4-4 أهم الجهود الوطنية لتبني نمذجة معلومات البناء باســـتراليا

بفضل علاقة استراليا مع المملكة المتحدة ونيوزيلندا، فقد أحرزوا تقدمًا كبيراً في تبني وتطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء، وأغلب المشاريع العامة الكبيرة في أستراليا يتم تنفيذها بالفعل باستخدام هذه التقنية، وأصبح نشرها في المشاريع المعمارية أكثر شيوعًا [30]. ولكن في المقابل نوهت أحد الدراسات أن الإدارات الحكومية الأسترالية تعمل بمعزل عن بعضها ولا توجد منهجية ثابتة لقياس مستوى النضج مما يسبب الارتباك في سلسلة التوريد، والمعاناة للشركات في فهم النهج والعمليات ومتطلبات المعلومات المختلفة لكل إدارة من الإدارات الحكومية التي تتعامل معها. وهذا ما دعا عملاء القطاعين العام والخاص التوجه إلى المملكة المتحدة للحصول على الدعم والتوجيه للتقدم في مستوى تبني تطبيق هذه التقنية [29]، وتم تأسيس "المجلس الإستشاري لنمذجة معلومات البناء الإسترالية Australian BIM Advisory Board ABAB"، وإصدرت "وحدة البناء الذكي الإسترالية Building Smart Australia" تقرير مبادرة نمذجة معلومات البناء الوطنية متضمناً استراتيجية تبنى هذه التقنية، والتقنيات ذات العلاقة بها في قطاع البناء الإسترالي، كما أصدر تحالف المواصفات الوطنية عدد من الإصدارات عن تبنى تطبيق هذه التقنية ومستوى التفاصيل المطلوبة للمشاريع.

5-4 أهم الجهود الوطنية لتبني نمذجة معلومات البناء بآسيا (ســنغافورة والصين)

في سنغافورة تم تأسيس لجنة قيادة نمذجة معلومات البناء في سنغافورة ضمن هيكل الحكومة BIM Steering Committee، ووضعت هيئة البناء والتشييد في سنغافورة خارطة طريق لتبنى تطبيق نمذجة معلومات البناء، نتج عن تطبيقها استخدام هذه التقنية على نطاق واسع بحلول عام 2015، وتبع ذلك وضع خارطة طريق ثانية لزيادة الإنتاجية داخل القطاع العام. أما في الصين فقد ساعد تأسيس اتحاد نمذجة معلومات البناء الصيني China BIM Alliance" في تطوير المعيار الوطني الصيني الموحد لنماذج، وأصدرت مجموعة العمل التابعة لمجلس صناعة البناء في هونج كونج خارطة طريق للتنفيذ الاستراتيجي لنماذج معلومات البناء في عام 2014، تحددت فيها 17 مبادرة، في إطار 9 مجالات، لتحقيق التنفيذ على مستوى الصناعة لنمذجة معلومات البناء في هونغ كونغ [26].

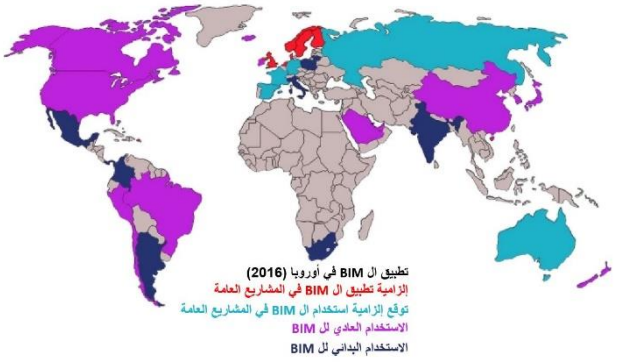
6-4 أهم الجهود الوطنية لتبني نمذجة معلومات البناء بالإمارات العربية المتحدة - دبي

تتوقع الإمارات العربية المتحدة أن ترى خلال الدورة التالية من طفرة البناء ما يقدر بنحو 30 مليار دولار، وعلى الرغم من انه ما تم تطويره من المعايير لاستخدام نمذجة معلومات البناء في دولة الإمارات، إلا أن هذه الطفرة في المشاريع أدت إلى قيام بلدية دبي في عام 2013 بإصدار نشرة معلومات معمارية لتبنى تطبيق نمذجة معلومات البناء في الإمارة وإلزام استخدامها للمباني

التي يزيد ارتفاعها عن 40 طابقًا، أو تلك التي تمتد على أكثر من 27871 مترًا مربعًا، وفي يوليو 2015 ، تم إصدار تعميم محدث يوضح نية بلدية دبي لتوسيع تطبيق نمذجة معلومات البناء وإلزام استخدامها للمباني التي يزيد ارتفاعها عن 20 طابقًا لجميع المشاريع الحكومية، والمباني والمنشآت والمجمعات التي تبلغ مساحتها أكثر من 200 ألف قدم مربع، والمباني والمرافق الخاصة مثل المستشفيات والجامعات، ومشاريع المكاتب الأجنبية. تم تشكيل المجموعات الحالية مثل "مجموعة نمذجة معلومات البناء الإماراتية Emirates BIM Group" للمساعدة في تقديم البرامج التدريبية والتأهيلية اللازمة لأولئك الذين بدأوا في العمل أو يرغبون في تعزيز خبرتهم في مجال هذه التقنية [26]. ومنذ أبريل 2016 تم إلزام جميع مشاريع التشييد الممولة من الحكومة المركزية بتسليم نموذج للمبنى بتقنية نمذجة معلومات البناء ثلاثي الأبعاد ومتكامل الأنظمة بالكامل. وكشفت دراسة استقصائية أجريت في جامعة هيريوت وات في عام 2015 لأكثر من 500 من المتخصصين الذين يعملون في مشاريع البناء في الإمارات العربية المتحدة ، أن 87 ٪ استخدموا BIM في مؤسساتهم وأن 62 ٪ استخدموا BIM لأكثر من مشروع واحد، بينما توقع 52٪ أن BIM سيستخدم بشكل شائع في دولة الإمارات العربية المتحدة في أقل من 5 سنوات [29]. وفي دراسة Gerges et al [20]عن تبنى تطبيق نمذجة معلومات البناء في الشرق الأوسط خلصت إلى أن الإمارات العربية المتحدة هي الدولة التي لديها أكبر عدد من مشاريع BIM في الشرق الأوسط، بينما تعتبر لبنان والأردن من البلدان التي لديها أقل عدد من المشاريع التي يستخدم فيها تقنية نمذجة معلومات البناء BIM. على الرغم من أن البحث حدد دولًا أخرى مثل الجزائر والعراق وليبيا والسودان وإيران وتونس واليمن حيث لا يمكن حساب اعتماد BIM بشكل كامل.

5. السؤال الرابع: ما هو الموقف الحالي للمملكة العربية السعودية على الخريطة العالمية لتبني وتطبيق نمذجة معلومات البناء؟

تتواجد الدول على خرائط تبني وتطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء BIM طبقاً لعوامل متعددة من أهمها مستوى النضج في استخدام تطبيقاته، ومدى تبني الدولة لعملية التطبيق في المشاريع، وإصدار المواصفات والمعايير الملزمة لتنظيم عملية التطبيق. ففي أوروبا على سبيل المثال ازدادت عدد الحكومات الأوروبية ومنظمات القطاع العام التي قدمت وتقدم مبادرات لتعزيز التبني الأوسع لنمذجة معلومات البناءعلى المستوى الوطني أو الإقليمي أو العام. ويوضح شكل (10) مستوى التقدم في استخدام أو تبنى هذه التقنية في اوروبا وباقي دول العالم، ويتضح منه أن المملكة العربية السعودية تعتبر كمستخدم "عادي" لتطبيقات نمذجة معلومات البناء [31]، ووفق الدراسة التي أجراها McAuley et. al [26] فالمملكة العربية السعودية لا يوجد ظهور للمملكة في الوقت الحالي على الخرائط العالمية لتطبيق الـ BIM، وباستثناء الإمارات وقطر، فلا يوجد أي دولة عربية أو إفريقيه في هذه الخرائط كما يتضح الخريطة الموضحة في شكل (11).



شكل (10) مستويات تطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء في أوروبا ودول العالم مترجم عن المصدر [31]

شكل (11) تبنى واعتماد تقنية نمذجة معلومات البناء في دول العالم مترجم عن المصدر [26]، [32]

وعلى الرغم من عدم ظهور المملكة العربية السعودية على الخرائط العالمية لتبنى تقنية نمذجة معلومات البناء حتى الآن، إلا أن هناك جهود مؤسسية متعددة لدعم تطبيق هذه التقنية في السوق المحلي بصورة مباشرة وغير مباشرة، ولكن لم يمكن تتبع أي جهود على المستوى الوطني لتبنى تقنية نمذجة معلومات البناء أو تطبيقها، وهذا ما يوضحه إجابة هذا السؤال البحثي

فعلى المستوى المؤسسي: بذلت جهود على المستوى التعليمي والتدريبي وجهود على المستوى العملي والتطبيقي:

على المستوى التعليمي والتدريبي فقد أدرجت الجامعات السعودية نمذجة معلومات البناء في مناهج البرنامج الدراسي لعدد كبير من الكليات الهندسية، كما تقدم بعض المعاهد الخاصة دورات عن نمذجة معلومات البناء يتم اعتمادها من قبل الهيئة السعودية للمهندسين ومن المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني، ويتم تقديم العديد من المحاضرات وورش العمل والدورات التدريبية من قبل عدد من الوزارات والهيئات المهنية مثل وزارة الشؤون البلدية والقروية والإسكان التي أعدت دورات متعددة لتاهيل منسوبيها منها دورة نمذجة معلومات البناء [33]، والهيئة السعودية للمهندسين تقدم، على فترات مختلفة، دورات ومحاضرات في مجالات نمذجة معلومات البناء [34]، ونظمت، من خلال الهيئة السعودية للمقاولين، دورة تمثل مدخلاً إلى نمذجة معلومات البناء [35]، كما قدمت الجمعية السعودية لعلوم العمران العديد من المحاضرات والدورات وورش العمل في مجال نمذجة معلومات البناء. ويضاف إلى كل ذلك رعاية عدد من الوزارات والهيئات السعودية للمؤتمرات المتخصصة في مجال نمذجة معلومات البناء آخرها "مؤتمر ومعرض نمذجة معلومات البناء السعودي 2022" الذي نظمته الهيئة السعودية للمقاولين.

وتمثل هذه الجهود خطوات مهمة في طريق تأهيل وتدريب الكوادر البشرية الحالية في مجال نمذجة معلومات البناء وتخطي التحديات النفسية والعملية المرتبطة بها من جهة، وفي طريق نشر الوعي بين متخذي القرار وبين الممارسين في مجال صناعة البناء بأهمية وفوائد وتحديات تطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء في المشاريع من جهة أخرى وفق ما تم توضيحه خلال الإجابة على السؤال الثاني

وعلى المستوى العملي التطبيقي تبنت العديد من الجهات الحكومية تطبيق تقنية نمذجة المعلومات في مشاريعها بمستويات مختلفة مثل الرئاسة العامة لشؤون المسجد الحرام والمسجد النبوي التي شرعت في تطبيق أولى مراحل نمذجة معلومات البناء BIM بالحرمين الشريفين ضمن خطة التحول الرقمي الهندسي والمتمثلة في جانب التدريب والتمهير للكوادر والسواعد الوطنية المتميزة بالرئاسة [36]، ومثل أمانة المنطقة الشرقية بالمملكة التي سجلت اسمها كأول أمانة على مستوى المملكة تتبنى دراسة وتطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء، توافقاً مع توجه الدولة لتطبيق الحكومة الرقمية، ورغبةً في الارتقاء بجودة أعمال المشاريع خصوصا في أعمال مشاريع البنية التحتية [37]. كما تبني صندوق الإستثمارات العامة بالمملكة تطبيق هذه التقنية في المشاريع التابعة له، ولا أدل على ذلك من أن شركة "البحر الأحمر للتطوير"، وهي الشركة المطورة لأحد أكثر مشاريع السياحة المتجددة طموحاً في العالم، تم اعتبارها أول شركة مالكة لأصول عقارية عالمياً تحقق رخصة "كايت مارك" للجودة الممنوحة من المعهد البريطاني للمعاييرBSI، وذلك لاعتمادها نمذجة معلومات البناء في تسليم المشاريع رقمياً [38].

وتمثل هذه الجهود أيضاً جوانب مهمة مؤثرة في التأسيس لتحقيق النجاح لتبنى وتطبيق تقنية معلومات البناء وذلك لتأثير هذه الممارسات العملية التطبيقية في اتجاه الجهات التي تبنت هذه الجهود لإعداد وتأسيس البنية التحتية اللازمة للتطبيق (الشبكات والمنصات، الأجهزة والتطبيقات)، وإعداد وتأهيل الكوادر البشرية التي شاركت في هذه المشاريع وزيادة خبرتها في مجال تطبيق تقنيات نمذجة معلومات البناء وما تتضمنه من أنشطة ومتطلبات، إلى جانب إحاطة هذه الجهات بأهمية الحاجة لخطط العمل والإجراءات والتشريعات والقوانين المنظمة لعملية التطبيق.

أما على المستوى الوطني: على الرغم من تتبع عدد من الجهود الوطنية في مجال دعم نجاح وإنجاز المشاريع بالمملكة العربية السعودية وجهود أخرى في مجال التحول الرقمي وتطبيق التقنيات الحديثة في مجال صناعة البناء والتشييد، إلا أنه لم يمكن تتبع أي جهود على المستوى الوطني لتبنى تقنية نمذجة معلومات البناء أو تطبيقها (وهو ما يمثل الفجوة البحثية والعملية التي يسعى هذا البحث إلى وضع الأساس لتجسيرها):

ففي مجال دعم إدارة وإنجاز المشاريع في وقتها وحسن تشغيلها تم عقد العديد من الندوات والمؤتمرات التي تناولت هذا الموضوع، وتم تأسيس برنامج "نزاهة" لمراقبة وضمان تحقيق النزاهة في المشاريع والقضاء على أي مظاهر للفساد بها [39]، كما تم تأسيس نظام تصنيف المقاولين التابع لوزارة الشؤون البلدية والقروية والإسكان لضمان تأهيل المقاولين المشاركين في مشروعات التشييد [40]، وتطوير نظام المنافسات والمشتريات الحكومية لتحسين كفاءة إجراءات ترسية وتشييد المشاريع [41]، وتأسيس برنامج "مشروعات" وتطويره لاحقاً بدمجه مع هيئة كفاءة الإنفاق التي تعني بوضع السياسات والاستراتيجيات الوطنية في مجال كفاءة التخطيط والإنفاق وإدارة المشروعات والأصول والمرافق [42].

وفي مجال تطبيق التقنيات الرقمية في المشاريع فقد تم إنشاء اللجنة الوطنية للتحول الرقمي ضمن برنامج التحول الرقمي أحد برامج رؤية المملكة 2030، وتبع ذلك إنشاء وحدة التحول الرقمي لتكون الذراع التنفيذي للجنة وتقوم بقيادة التحول الرقمي في المملكة العربية السعودية بهدف تسريع التحول الرقمي في المملكة وتحقيق أهداف رؤية 2030 من خلال التوجيه الاستراتيجي وتقديم الخبرة والإشراف عبر التعاون المشترك مع القطاعين العام والخاص وتم وضع استراتيجية خمسية تضمنت ثلاث خطط عمل يسعى آخرها للوصول إلى مفهوم "الحكومة الذكية" [43].

ويتضح من العرض السابق أن أغلب جهود تطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء التي تمت من قبل العديد من الجهات الحكومية والخاصة، سواء على المستوى التعليمي والتدريبي أو على المستوى العملي التطبيقي، تمثل مبادرات فردية وتمت في "جزر منفصلة"، دون معايير أو مبادئ توجيهية مشتركة، وهذا لايمثل المنهجية الصحيحة لتبنى واعتماد هذه التقنية بالصورة التي تساهم في وضع المملكة على الخريطة العالمية لتبنيها. وأنه على الرغم من الجهود والإجراءات الوطنية التي تم اتخاذها وتفعيلها في مجال التحول الرقمي وفي مجال تطوير وإنجاز المشاريع في وقتها وتحقيق كفاءة تشغيلها، وفي مجال التحول الرقمي، إلا أنه لم يمكن الحصول على تقارير أو دراسات سابقة ترتبط بإجراءات على المستوى الوطني في مجال تبني تطبيق تقنيات نمذجة معلومات البناء التي ترتبط بكل من مجال المشروعات، وهو ما يؤكد الفجوة البحثية في هذا المجال والتي يسعى البحث إلى المشاركة في وضع اللبنات الأولية لأسس تجسيرها، وهذا يحتاج إلى تضافر الجهود لدعم اتخاذ قرار بشأنه على المستوى الوطني، وإلى إجراء الدراسات الكافية لتحديد متطلبات وآليات الدعم المطلوب لذلك على جميع المستويات.

6. السؤال الخامس: ما هو المطلوب لتحسين الوضع (النتائج والتوصيات)؟

من واقع ما تم استعراضه وتحليله في الأسئلة الأربعة السابقة، يمكن استخلاص النتائج التالية التي تقودنا إلى التوصية الرئيسية لهذه الدراسة والتي تمثل الأساس المطلوب لتبنى تطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء على المستوى الوطني بالمملكة العربية السعودية.

1-6 النتائج:

أ. **هناك حاجة لتفعيل تبني تطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء على المستوى الوطني بالمملكة العربية السعودية:** ويؤكد ذلك أنه على الرغم من التطور الكبير في قطاع صناعة البناء والتشييد الحادث في الوقت الحالي في المملكة العربية السعودية والمتوقع نموه بصورة أكبر خلال الفترة القادمة، والتوسع في تطبيق برامج ومبادرات رؤية المملكة 2030 حتى أصبحت من أكبر أسواق البناء والتشييد في مجلس التعاون الخليجي، إلا أن الدراسات التي تمت حول هذا القطاع أشارت أن أداءه منخفض، وبه نسبة تأخر وتعثر عالية، مما يؤثر على وقت وتكلفة تنفيذ وتشييد المشاريع والإستفادة منها في خطط التنمية، ومع الفوائد التي تم الإشارة إليها في الإجابة عن السؤال الأول من أسئلة هذا البحث تتضح أهمية الحاجة إلى تبنى تطبيق تقنية معلومات البناء لتحسين الأداء وتقليل نسبة المشاريع المتأخرة والمتعثرة والإستفادة من المشاريع في وقتها وفق خطط التنمية المحددة لها.

ب. **على الرغم من الجهود المبذولة لتطبيق تقنيات نمذجة معلومات البناء في المملكة العربية السعودية، إلا أن الموقف الحالي لتبني تطبيق هذه التقنية لايكفي لوضع المملكة على الخريطة العالمية لتبني هذه التقنية:** هناك جهود عديدة تبذل لتحسين الوضع القائم، ولكن من الواضح أن أغلب الجهات تعمل منفصلة عن الجهات الأخرى، وهذا الإنفصال لايساعد على تحقيق الفائدة الكاملة لاستخدام تقنية نمذجة معلومات البناء نتيجة اللامركزية التي عاني منها تطبيق هذه التقنية في بداية تبنى تطبيقها في الولايات المتحدة الأمريكية (كما أشير إليها في إجابة السؤال الرابع)، وقد يؤدي عمل الجهات بمعزل عن بعضها وعدم وجود منهجية ثابتة إلى الارتباك والمعاناة للمكاتب الإستشارية وشركات المقاولات والموردين في فهم المطلوب في كل مرحلة من مراحل تطبيق هذه التقنية.

ج. **أساس نجاح عملية تبنى وتطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء يعتمد بصورة كبيرة على تفعيل ومتابعة ذلك من خلال تحالف أو هيئة أو جهة او لجنة متخصصة، وإصدار الكودات الخاص بالتطبيق من جهة أخرى:** اتضح من مراجعة وتحليل جميع الحالات الدراسية للدول التي نجحت في تبني تطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء تأسيس أو تشكيل لجان لقيادة تبنى وتطبيق نمذجة معلومات البناء، كما في حالة سنغافورة، أو تحالفات Consortium / Alliance، كما في حالة المملكة المتحدة والصين أو وحدات عمل Task force أو مجموعات عمل Task Group كما في حالة الإتحاد الأوروبي. وبالتالي من المهم أن تبدأ جهود تحسين الوضع القائم لتبنى تقنية نمذجة المعلومات بالمملكة العربية السعودية بتشكيل أو تأسيس هيئة على المستوى الوطني لنمذجة معلومات البناء، والتنسيق مع جهات المواصفات والمقاييس لإتخاذ ما يلزم من إجراءات لبدء إعداد وإصدار الكودات الخاصة بالتطبيق.

2-6 التوصيات:

بناء ما سبق توصي الدراسة بتشكيل أو تأسيس هيئة على المستوى الوطني لنمذجة معلومات البناء ويقترح أن يكون مسماها **(الهيئة السعودية لنمذجة معلومات البناء Saudi BIM Authority)**، ويقترح أن يتم توزيع المهام الخاصة بها في إطار العمل الموضح في شكل (12) والمتضمن ثلاثة مستويات من المهام: مستوى التأسيس والتخطيط، مستوى الركائز والموجهات، ومستوى متطلبات التطبيق، ويمكن تلخيص هذه المستويات والمهام في التالي:

أ. "التأسيس والتخطيط": توحيد الجهود وإعداد الخطة الإستراتيجية لنمذجة معلومات البناء بالمملكة، وإعداد خارطة الطريق لمتطلبات ومراحل تبنى تطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء في المملكة العربية السعودية:

أ-1 **توحيد الجهود:** التنسيق والتعاون مع جميع الجهات ذات العلاقة بتبنى وتطبيق تقنية نمذجة للعمل تحت مظلة واحدة، ووفق معايير موحدة للتطبيق،

أ-2. **إعداد الخطة الإستراتيجية لنمذجة معلومات البناء في المملكة:** وما يرتبط بها من مراجعة وتطوير لرؤية ورسالة وأهداف عملية تبنى تقنية نمذجة معلومات البناء في قطاع البناء والتشييد بالمملكة العربية السعودية، والمبادرات وخطط مواجهة التحديات والمخاطر المرتبطة بذلك.

أ-3. **إعداد خارطة الطريق لمتطلبات ومراحل تبني وتطبيق نمذجة معلومات البناء في المملكة:** تحديد مراحل التطبيق التدريجي من خلال خارطة طريق تتضمن مراحل التطبيق والقطاعات وانماط المشاريع التي يجب البدء بها لبدء هذا التطبيق. واشتمال خارطة الطريق على مستوى السياسات واللوائح الملزمة للتطبيق وعلى مستوى الحد الأدنى من متطلبات البنية التحتية اللازمة لنجاح التطبيق، وعلى مستوى عمليات إدارة وتنفيذ هذا التطبيق خلال مراحل دورة حياة المشروع.

ب. "الركائز والموجهات" إعداد قواعد معارف لتبني تطبيق نمذجة معلومات البناء: وتشتمل على التالي:

ب-1. **الدراسات والأبحاث ذات العلاقة بتبنى تطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء:** التنسيق مع الجامعات والجهات البحثية ذات العلاقة لإجراء الدراسات اللازمة ذات العلاقة بمتطلبات نجاح هذا التطبيق، وتحديد متطلبات تبنيها وتطبيقها، وتحديد عوامل النجاح لعملية لتطبيق وأهم العقبات والتحديات التي يمكن أن تواجه تطبيقها في السوق السعودي واستراتيجيات تخطي هذه العقبات والتحديات والمخاطر المحتملة، وخطط إدارة ذهه التحديات والمخاطر.

ب-2. **الدروس المستفادة من التجارب العالمية الناجحة في مجال تبني تقنية نمذجة معلومات البناء:** التنسيق مع جهات الممارسة المهنية والخبراء المتخصصين في مجال تقنية نمذجة معلومات البناء لإعداد تقارير تفصيلية تشتمل على

تفاصيل تجارب الدول الناجحة في تطبيق هذه التقنية وتحديد الدروس المستفادة من هذه التجارب، وما يتوافق منها مع خصائص بيئة العمل والممارسة في قطاع البناء والتشييد بالمملكة العربية السعودية.

ب-3 **الدلائل الإرشادية لتطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء في قطاع صناعة البناء بالمملكة العربية السعودية:** استثمار الأبحاث والدراسات وتقارير الدروس المستفادة في إعداد تقارير وكتيبات ودلائل إرشادية موجهة إلى مختلف الجهات ذات العلاقة بقطاع البناء والتشييد بالمملكة (الجهات الحكومية، القطاع الخاص، المكاتب الإستشارية، شركات المقاولات، الموردين، المصنعين)، بمختلف مستوياتهم (متخذي القرار والمهندسين والفنيين) تتضمن أسس وفوائد تبني تقنية نمذجة معلومات البناء والدلائل الإرشادية لكل ما يرتبط بتطبيقها في المشاريع مثل إنشاء نماذج وبيانات المشاريع بطريقة تمكن الجميع من استخدامها، في مراحل المشروع المختلفة، ومن قبل التخصصات المختلفة، ومن مواقع ومدن وبلدان مختلفة.

ج. "تطوير متطلبات التطبيق": تطوير متطلبات تطبيق نمذجة معلومات البناء في قطاع صناعة البناء في المملكة العربية السعودية بالتنسيق مع الجهات ذات العلاقة لإعداد الكودات ونماذج العقود، وتطوير الكوادر البشرية وتطوير مستوى الممارسة المهنية كالتالي:

ج-1. **تطوير الكوادر البشرية ذات العلاقة بتطبيق نمذجة معلومات البناء:** تشكيل وحدات فرعية متخصصة في نمذجة معلومات البناء لتقديم برامج ودورات تدريبية بالتنسيق مع الجهات ذات العلاقة مثل الهيئة السعودية لعلوم العمران والهيئة السعودية للمهندسين والهيئة السعودية للمقاولين يتم تصميمها لدعم ومساعدة الجهات ذات العلاقة بتصميم وتشييد وتشغيل المباني على مستوى دعم ثقافة تطبيق نمذجة معلومات البناء لدى ملاك المشاريع وأصحاب الأعمال ومتخذي القرار في الجهات المختلفة ذات العلاقة بقطاع التشييد والبناء، وعلى مستوى الممارسة المهنية بالمكاتب الإستشارية والمقاولين والموردين والمصنعين وشركات إدارة المنشآت لتجهيزهم لعملية التطبيق أو لزيادة خبراتهم بدايةً من المستويات العليا لمتخذي القرار في هذه الجهات ومروراً بالمهندسين بمختلف تخصصاتهم ومستوياتهم ووصولاً إلى مدخلي البيانات في جهات التطبيق، كما تختص هذه الوحدات بتقديم الإستشارات للجهات العاملة في هذا المجال بعد بدء التطبيق.

ج-2. **تطوير العقود وإصدار الكود السعودي لنمذجة معلومات البناء:** التنسيق مع هيئة المواصفات والمقاييس السعودية لاتخاذ ما يلزم من إجراءات لإعداد ومراجعة وإصدار "كود المعايير الوطنية لتطبيق نمذجة معلومات البناء بالمملكة العربية السعودية"، وتفصيل متطلبات ومستوى تطبيق هذه المعايير في مراحل دورة حياة المشروع في أكواد منفصلة، وتطوير صياغة العقود لتشتمل على عملية تطبيق نمذجة معلومات البناء وما يرتبط بها من بنود.

ج-3. **تطوير معايير الممارسة المهنية لقطاع البناء والتشييد بالسوق السعودي:** وذلك بالتنسيق مع الجهات ذات العلاقة بالمشاريع بسوق صناعة التشييد والبناء بالمملكة مثل هيئة كفاءة الإنفاق والغرفة التجارية والهيئة السعودية للمهندسين والهيئة السعودية للمقاولين لتطوير الحد الأدنى لمستوى الأداء ومعايير التأهيل بالمكاتب الإستشارية وشركات المقاولات والموردين، وإدراج خطة عمل تطبيق تقنية نمذجة معلومات البناء التي تعتبر بيئة العمل بالمملكة، ومتطلبات مرونة التطبيق ضمن متطلبات التأهيل للمشاركة في المشاريع.

شكل (12) إطار عمل يوضح مستويات المهام المقترحة للهيئة السعودية لنمذجة معلومات البناء

7. المراجع

[1] W. S. Alaloul, M. A. Musarat, M. B. Rabbani, Q. Iqbal, A. Maqsoom and W. Farooq, "Construction Sector Contribution to Economic Stability: Malaysian GDP Distribution," *Sustainability*, 2021.

[2] C. Kenny, "Construction, Corruption, and Developing Countries," *The World Bank*, 2007.

[3] "وحدة الدراسات التحليلية للاستشارات الاستراتيجية، "7 إستراتيجيات تواصلية لقطاع البناء والتشييد للتعافي من جائحة كوفيد-19،" w7worldwide، جدة، 2021.

[4] ب. عبد العاطي، إ. ساسي و ن. أغفير، "دور برامج محاكاة المبنى في تعزيز استراتيجيات الاستدامة في العملية التصميمية (متطلبات ومعوقات التطبيق في ليبيا ومقترحات الحلول)،" *مجلة العلوم الإنسانية والطبيعية*، p. 19، 2022.

[5] H. Rafsanjani و A. Nabizadeh، "Towards digital architecture, engineering, and construction (AEC) industry through virtual design and construction (VDC) and digital twin"، *Energy and Built Environment*، 4 11 2021.

[6] T. Ahmad، A. Aibinu و M. J. Thaheem، "BIM-based Iterative Tool for Sustainable Building Design: A Conceptual Framework," *Procedia Engineering*، المجلد 180، pp. 782-792، 2017.

[7] M. Reizgevičius، L. Ustinovičius، D. Cibulskienė، V. Kutut و L. Nazarko & "Promoting Sustainability through Investment in Building Information Modeling (BIM) Technologies: A Design Company Perspective."، *Sustainability*، المجلد 10، رقم 3، 2018.

[8] M. Razkenari، S. H. Nanehkaran و K. & Barati، "Comprehensive Evaluation of Different Aspects of BIM Applications in Sustainable Design "، *Comprehensive Evaluation of Different Aspects of BIM Applications in Sustainable Design* .2016 9، رقم 9، المجلد 10 ،

[9] WEF و BCG، "Shaping the Future of Construction: A Breakthrough in Mindset and Technology،" World Economic Forum in collaboration with Boston Consulting Group.2016 ،

[10] Z. S. Hadi، "A Review paper on Benefits of BIM Adoption to Improve project performance in Iraqi Construction Industry "، *International Journal of Contemporary Applied Researches 7[10]* المجلد 7، رقم 10، pp. 81-108 .2020 ،

[11] K. Wojslaw، "Top 12 benefits of BIM technology – Why should I use BIM?،" 11 8 2019. [.متصلAvailale: https://bimcorner.com/benefits-of-using-bim-technology/.

[12] BCG، " Diital in Engineering and Construction. The Transformative Power of Building Information Modelling،" Boston Consulting Group.2016 ،

[13] S. Z. P. A. S.-F. S. F. T. .& C. B. T. Kim ،"Assessent of the Impact of Window Size, Position and Orientation on Building Energy Load Using BIM. "،*Procedia Engineering, 145,* ،p. 1424–1431 .2016 ،

[14] B. J. Gledson ،"Surveying the extent and use of 4D BIM in the UK "،*Journal of Information Technology in Construction* ،21 المجلد ،pp. 57-71 .2016 ،

[15] A. Mostafa و M. Al_Jarallah ،"Digital Technologies to enhance construction scheudles-Literature-based analysis for Trends and Challenges "،*Journal of Engineering Research* .2022 ،

[16] Indovance ،"INDOVANCE،" 24 3 2021. [.[متصلAvailable: https://www.indovance.com/knowledge-center/bim-levels-and-dimensions-explained/.

[17] O. Aljobaly و A. Banawi ،"Evaluation of the Saudi Construction Industry for Adoption of Building Information Modelling تأليف "،*Advances in Artificial Intelligence, Software and Systems Engineering*، Washington D.C. ، Springer Nature Switzerland AG 2020 ،2019 ،p. 488–498.

[18] A. Borrmann ،M. Konig ،C. Koch و J. Beetz ،Building Information Modeling – Technology Foundation and Industry Practice ،A. Borrmann ،M. Konig ،C. Koch و J. Beetz، المحررون، Switzerland: Springer .2015 ،

[19] I. Lozinski ،"Ultimate BIM software list for BIM Coordinators،" 23 1 2020. [.[متصلAvailable: https://bimcorner.com/ultimate-bim-software-list-for-bim-coordinators/.

[20] S. A. M. M. O. A. M. J. A. S. Michael Gerges ،"An investigation into the implementation of Building Information Modeling in the Middle East "،*Journal of Information Technology in Construction (ITcon), Vol. 22,* ،pp. 1-15 ، .2017

[21] Mostafa, Ahmed; Yaser, Ahmed ،"Benefits and Challenges of integrating IoT, VR & AR in the BIM-based Facility Management process "،*Journal of Engineering Research, Tanta University* .2022 ،

[22] E. Al-Hammoud ،"Comparing BIM Adoption around the World: Syria's Current Status and Future "،*International Journal of BIM and Engineering Science (IJBES)* ،2 رقم ،4 المجلد ،pp. 64-78 .2021 ،

[23] U. BIM ،"United BIM .[متصل] "،Available: https://www.united-bim.com/leading-countries-with-bim-adoption/.

[24] T. Lowe ،"Building،" 25 6 2021. [.[متصلAvailable: https://www.building.co.uk/news/germany-poised-to-snatch-uks-crown-as-european-bim-leader/5112479.article.

[25] Sam Steers ،"Which Countries are leading adoption of BIM،" 24 6 2021. [.[متصلAvailable: https://constructiondigital.com/digital-construction/which-countries-are-leading-adoption-bim.

[26] B. H. A. a. W. McAuley ،"BICP BIM Global Study "،*Irish Building Magazine* ،33 رقم ،pp. 61-65 .2016 ،

[27] Pollock, Emily ،"BSI Introduces First International BIM Standards،" 13 6 2018. [.[متصلAvailable: https://www.engineering.com/story/bsi-introduces-first-international-bim-standards.

[28] E. Pollock ،"Tale of Two Countries: Why the US Won't Follow the UK's Lead on BIM،" 24 2 2020. [.متصل] Available: https://www.engineering.com/BIM/ArticleID/16959/A-Tale-of-Two-Countries-Why-the-US-Wont-Follow-the-UKs-Lead-on-BIM.aspx.

[29] S. Paul ،"BIM adoption around the world: how good are we?،" 15 12 2018. [.[متصلAvailable: https://www.geospatialworld.net/article/bim-adoption-around-the-world-how-good-are-we/.

[30] J. M. Miró ،"In Which Countries Is BIM Mandatory for Public Projects?،" 12 2 2021. [.[متصلAvailable: https://www.archdaily.com/956398/in-which-countries-is-bim-mandatory-for-public-projects.

[31] BIMplement ،"Benefits of BIM and its level of adoption in European countries،" 17 5 2018. [.[متصلAvailable: https://www.bimplement-project.eu/benefits-of-bim-and-its-level-of-adoption-in-european-countries/.

[32] B. McAuley ،A. Hore و R. B. West ،"Global BIM Study—Lessons for Ireland’s BIM Programme "،*Construction IT Alliance (CitA) Limited: Dublin, Ireland,* .2017 ،

[33] وزارة_الشؤون_البلدية_والقروية_والإسكان، "بناء قدرات القوى العاملة المستقبلية في قطاع البناء والتشييد،" 8 2020. [متصل]. Available: https://etmam.housing.gov.sa/wp-content/uploads/2020/10/MoHo-Building-Capabilities-of-the-Future_AR.pdf.

[34] الهيئة_السعودية_للمهندسين، "" تطبيق نمذجة معلومات البناء BIM في المشروعات المعمارية،" 5 9 2022. [متصل]. Available: https://www.saudieng.sa/Arabic/MediaCenter/News/Pages/30.aspx.

[35] مقاول، "مدخل إلى نمذجة معلومات البناء،" 6 2022. [متصل]. Available: https://muqawil.org/en/training/details/VmJNNXJIeWZiY1pVMXoxNTl1UkNhdz09OjrcrtC7Un+UA55i2eO4Qph2.

[36] الرئاسة_العامة_لشؤون_المسجد_الحرام_والمسجد_النبوي، "نمذجة معلومات البناء (BIMتحول رقمي هندسي بالحرمين الشريفين،" 3 3 2022. [متصل]. Available: https://gph.gov.sa/index.php/ar/component/k2/item/6605-bim.

[37] عكاظ، "أمانة الشرقية تطبق تقنية نمذجة معلومات البناء،" 18 1 2018. [متصل]. Available: https://www.okaz.com.sa/local/na/1607198.

[38] شركة_البحر_الأحمر_للتطوير، "شركة البحر الأحمر للتطوير تصبح أول شركة مالكة للأصول عالمياً تحقق رخصة "كايت مارك" للجودة من المعهد البريطاني للمعايير لتسليم المشاريع رقمياً،" 15 8 2021. [متصل]. Available: https://www.theredsea.sa/ar/media-center/news/trsdc-becomes-the-first-global-asset-owner-in-the-world-to-achieve-a-bsi-bim-project-kitemark.

[39] نزاهة، "هيئة رقابة ومكافحة الفساد،" 2022. [متصل]. Available: https://www.nazaha.gov.sa/.

[40] وزارة_الشؤون_البلدية_والقروية_والإسكان، "نظام تصنيف المقاولين،" 2022. [متصل]. Available: https://momrah.gov.sa/ar/node/13111.

[41] و. المالية، "مظام المنافسات والمشتريات الحكومية الجديد،" 2022. [متصل]. Available: https://www.mof.gov.sa/Knowledgecenter/newGovTendandProcLow/Pages/default.aspx.

[42] إكسبرو، "هيئة كفاءة الإنفاق والمشروعات الحكومية،" 2022. [متصل]. Available: https://expro.gov.sa/.

[43] وحدة_التحول_الرقمي، "التحول الرقمي الوطني،" 2022. [متصلhttps://ndu.gov.sa/ar].

[44] E. N. Shaqour ،"The role of implementing BIM applications in enhancing project management knowledge areas in Egypt "،*Ain Shams Engineering Journal* .2022 ، المجلد 13، رقم 1،

[45] T. S.-A. M. O. .& H. M. A. Almuntaser ،"Adoption and Implementation of BIM–case Study of a Saudi Arabian AEC firm "،*International Journal of Managing Projects in Business* .2018 ،

[46] م. الغرير، "معوقات استخدام تكنولوجيا نمذجة معلومات البناء BIM بقطاع الإنشاءات بدولة الكويت،" *المجلة العربية للنشر العلمي*، المجلد 21، رقم 1، pp. 274-297، 2020.

[47] A. L. Y.-w. .& K. B. Aljamal ،"Current Status and Perspectives of The Bim Adoption in Jordanian Architecture Industry: Challenges and Opportunities.*1* تأليف "،*st International Graduate Conference of Built Environment and Surveying (1st GBES) 2019At: UTM, Johor, Malaysia* .2019 ،

[48] S. Patel ،"Building Information Modelling (BIM) Benefits،" 20 8 2020. [.[متصلAvailable: https://satishpatel.net/building-information-modelling-bim-benefits/.

[49] S. a. M. U. Girginkaya Akdag ،"A roadmap for BIM adoption and implementation in developing countries: the Pakistan case "،*Archnet-IJAR, Vol. 14 No. 1*, المجلد 14، رقم 1، pp. 112-132 .2020 ،

[50] S. Hire ،S. Sandbhor و K. Ruikar ،"Bibliometric Survey for Adoption of Building Information Modeling (BIM) in Construction Industry– A Safety Perspective "،*Archives of Computational Methods in Engineering ,29* ،p. 679–693 .2022 ،

[51] G. Demirdö ˘gen ،N. Diren ،H. Alada ˘g و Z. I¸sık ،"Lean Based Maturity Framework Integrating Value, BIM and Big Data Analytics: Evidence from AEC Industry "،*Sustainability*, المجلد 13، رقم 8، p. 10029 .2021 9 7 ،