Suggesting a Model for Applying Digital Engineering to Lean Project Construction

Dr. Rana Maya*

(Received 9 / 12 / 2021. Accepted 2 / 10 / 2022)

□ ABSTRACT □

Large projects face the risk of an overwhelming amount of unmanageable information and consequently the inability to control the construction process to achieve project objectives.
Many advanced companies are currently exploring digitization strategies, including the introduction of DE digital engineering, which enables people to easily model, use and share reliable data to improve decision-making and results for a project or organization, as DE provides a common digital language to coordinate and exchange information across all Stages of the value chain and help reduce waste through the flow of knowledge and information throughout all stages of the project.
In the research, we analyzed the current status of the project implementation mechanism in case studies for both the design and implementation stages, where it was found that there is a large percentage of waste and waste of time and effort. The research concluded by proposing a model for using digital engineering to lean construction of projects, that focuses on harnessing the real potential of the construction industry.
The model includes the creation of a platform for multiple applications that include digital products and allows digital communication using digital models and the platform allows control of the huge multi-site construction projects and projects.

Keywords: digital engineering DE**,** digital communication**,** multi-site construction projects**.**

* **Associate Professor, Department of Construction and Management Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia-Syria. mayarana98@gmail.com**

اقتراح نموذج لتطبيق الهندسة الرقمية للتشييد الرشيق للمشاريع

د. رنا أحمد ميّا *

(تاريخ الإيداع 9 / 12 / 2021. قُبِل للنشر في 2/ 10 / 2022)

□ ملخّص □

تواجه المشاريع الضخمة خطر وجود كمية هائلة من المعلومات غير قابلة للإدارة وبالتالي عدم القدرة على التحكم بعمليات التشييد لتحقيق أهداف المشروع.

إن العديد من الشركات المتطورة تستكشف حاليًا استراتيجيات الرقمنة ، بما في ذلك إدخال(digital engineering) DE ، والتي تمكّن الأشخاص من نمذجة البيانات الموثوقة واستخدامها ومشاركتها بسهولة لتحسين عملية صنع القرار والنتائج للمشروع أو المؤسسة ، حيث توفر DE لغة رقمية شائعة لتنسيق وتبادل المعلومات عبر جميع مراحل سلسلة القيمة وتساعد في تقليل الهدر من خلال تدفق المعرفة والمعلومات عبر جميع مراحل المشروع.

تم في البحث تحليل الوضع الحالي لآلية تنفيذ المشاريع وذلك في حالات دراسية لكل من مرحلتي التصميم والتنفيذ حيث تبين وجود نسبة كبيرة من الضياع والهدر للوقت والجهد وخلص البحث الى اقتراح نموذج لاستخدام الهندسة الرقمية للتشييد الرشيق للمشاريع وبما يركز على تسخير الإمكانات الحقيقية لصناعة البناء. حيث يتضمن النموذج اقتراح إنشاء منصة لتطبيقات متعددة تتضمن منتجات رقمية وتسمح بالتواصل الرقمي باستخدام نماذج رقمية وتسمح المنصة بالتحكم بعمليات التشييد الضخمة متعددة المواقع والمشاريع.

الكلمات المفتاحية: الهندسة الرقمية DE، نمذجة معلومات البناء BIM

* أستاذ مساعد –قسم هندسة وادارة التشييد –كلية الهندسة المدنية –اللاذقية–سورية.

مقدمة:

لقد شهد العالم توسعاً كبيراً في مجال البناء والتشييد من النواحي التكنولوجية والإنتاجية والإدارية، وحاليا نواجه عالميا ومحليا ضغوطاً متعددة نتيجة قلة الموارد وارتفاع أسعار المواد الخام وعدم استقرار العوامل البيئية المحيطة بها مع ارتفاع كبير بالعدد المطلوب من المباني التي تهدمت نتيجة الحرب في سوريا، وهذا ما يدفعنا إلى التفكير في تطوير نظام إدارة عملية صناعة البناء للتحكم بالحجم الكبير من العمليات التي تتطلبها وذلك بالاستفادة من التطورات العالمية في هذا المجال التي باتت توظف العديد من التقانات لإدارة والتحكم بعمليات التشييد عن بعد باستخدام الرقمنة وتكنولوجيا المعلومات.

إن طرائق البناء التقليدية بطيئة نسبياً إذ إنها تستغرق عدة أشهر لبناء مسكن متعدد الطوابق لذا ونظراً لضخامة الأزمة السكنية والحاجة لتأمين مئات الألوف من المساكن لقد أصبح عامل السرعة حاجة ملحة والتوجه نحو صناعة البناء والمسبق الصنع يساعد في تخفيض الزمن المطلوب وزيادة الإنتاج. لقد ظهرت فكرة صناعة البناء عندما احتاجت الكثير من الدول إلى إنشاء مساكن سريعة التنفيذ تلبي حاجاتها السكنية بعد الحرب العالمية الثانية ، حيث استطاعوا أن يطوعوا التكنلوجيا لتناسب واقعهم وظروفهم.

أهمية البحث وأهدافه:

إن العديد من الشركات المتطورة تستكشف حاليًا استراتيجيات الرقمنة ، بما في ذلك إدخال(digital engineering) DE ، والتي تمكّن الأشخاص من نمذجة البيانات الموثوقة واستخدامها ومشاركتها بسهولة لتحسين عملية صنع القرار والنتائج للمشروع أو المؤسسة ، حيث توفر DE لغة رقمية شائعة لتنسيق وتبادل المعلومات عبر جميع مراحل سلسلة القيمة وتساعد في تقليل الهدر من خلال تدفق المعرفة والمعلومات عبر جميع مراحل المشروع. إضافة إلى استخدام تقنيات جديدة تُطوّر الإنتاج في قطاع البناء وهي استخدام معايير التشييد الرشيق بمبادئه وأدواته لتحسين إدارة تنفيذ البناء بتدفق مستمر خالٍ من الضياعات وبالتالي يمكن الاستفادة منها في الاحتياجات الكبيرة للبناء السريع الذي يفرضها الواقع وضرورة التشييد الرشيق ضمن فترات زمنية مضغوطة وبقيود اقتصادية ومتطلبات فنيّة.

هدفنا في البحث الى اقتراح نموذج لاستخدام الهندسة الرقمية للتشييد الرشيق للمشاريع يسمح بإدارة بيانات هذه المشاريع وبالتالي بالتحكم بعمليات التشييد الضخمة متعددة المواقع والمشاريع وبالتالي تحديد كيف يمكن تنفيذ BIM من خلال DEفي تسليم المشروع عملية من خلال النظر في دورة الحياة الكاملة للمشروع.

الدراسات السابقة:

لقد صنفت الدراسة (Ramanathan , 2012) العوامل الأساسية وراء تأخير مشاريع البناء إلى 18 مجموعة وكان أحدها نقص دعم وادارة النمذجة حيث تم جمع 113 سبب لتأخير المشاريع الهندسية وتجاوز التكاليف والتي تؤثر بدورها على الجودة والسلامة والانتاجية ، حيث تركز هذه الدراسة على جوانب محددة من أداء المشروع مما يعطي فرصة للتنبؤ بالمشاكل الشائعة والتي يمكن أن يتعرض لها المشروع وذلك لمواجهتها بشكل استباقي .

بعض الأسباب التي حددتها الدراسة والتي هي تحت بند التحكم والجدولة scheduling and control:

- سوء التحكم والخبرة بين الاشخاص لتقدير الوقت.
- قصور التخطيط والتحكم.

- انتظار الموافقة على الرسومات.
- أخطاء في إعداد المخططات والجداول الزمنية
- نقص تدريب للموظفين
- نقص دعم وادارة النمذجة
- عدم وجود قاعدة بيانات لتقدير مدة الانشطة والموارد
- اجراءات التفتيش والاختبارات غير المجدية

كما بيّنت الدراسة (Yahya,2016) المشاكل التي تعترض أعمال البناء نتيجة طرق الإدارة التقليدية مما يجعلها سيئة السمعة من حيث تحقيقها لمتطلبات العملاء ، حيث تم تصنيف هذه المشاكل إلى أربعة أسباب رئيسية وهي :

- ضعف الإنتاج في الموقع low site production : من خلال الاعتماد على العمالة أكثر من المعدات والتكنلوجيا، اتباع طرق تقليدية تزيد التعقيد، و مشاكل في سلاسل التوريد، وحدات التخزين فقيرة بالمخزون والمواد، ازدحام الموقع .
- ضعف الإدارة poor management: تجزئة دورة حياة المشروع، ضعف التنسيق مع العمال، صعوبة وقلة المعلومات، قلة ذوي الخبرة في ادارة الانشطة.
- نفاذ الوقت time over run : صعوبة السيطرة على مواعيد التسليم ، صعوبة في تداخل الانشطة ، قلة الكفاءة وبالتالي الاداء منخفض ، هناك جهد ضعيف بهدف تقليل الوقت.
- نتائج غير مرضية poor output : جودة رديئة ، قلة رضا العملاء ، أومر التغيير ، عيوب

كما قسمت الدراسة وفق (Gamil,2017) أسباب الضياعات إلى ثلاثة عوامل أساسية وهي :

- العوامل المتعلقة بالعمليات Processes related
- العوامل المتعلقة بالتكنولوجيا Technology related
- العوامل المتعلقة بالسياسة Policy related

فالمقصود بالعمليات Processes: ضبط تسلسل أنشطة العمل وتدفق الموارد (المدخلات) والحفاظ على القيمة المكتسبة (المخرجات) في الوقت والمكان المحددين.

التكنولوجيا Technology: هي تطبيق المعرفة العلمية للمهام العملية من خلال ضمان التفاعل بين البرمجيات والأجهزة والعامل البشري والآليات التي تنفذ الأعمال خلال مرحلة التصميم والتخطيط والتنفيذ فأنواع التكنلوجيا لا حصر لها من اعتماد الحساب اليدوي للكميات إلى اعتماد ال BIM (أكثر البرمجيات البصرية تطورا).

السياسات Policy: قواعد توفير بيئة عمل جيدة تشمل العقود والمعايير التوجيهية إضافة إلى سياسة البلد الداخلية والخارجية لما لها علاقة في تذبذب الأسعار وتوفر الموارد.

وقد أظهر الباحثان (Koskela and Howell ,2002) أن النظرة الكامنة وراء ممارسة إدارة مشروع البناء التقليدي قد أصبحت قديمة عفا عليها الزمن ،وقد حددوا سبب وقوع المشاكل نتيجة لعيوب الطرق التقليدية حيث لم تحقق إدارة المشاريع الأهداف المحددة بطريقة مرضية ولكن في المشاريع الصغيرة والبطيئة يمكن حل هذه المشاكل المرتبطة دون عقبات ، أما في المشاريع الكبيرة والمعقدة والسريعة فإن إدارة المشاريع التقليدية تؤدي إلى نتائج سلبية وتقوض الأداء.

لقد بينت الأبحاث(Swefie,2011) حجم الفوائد المتحققة في بلدان مختلفة بعد تنفيذ نهج التشييد الرشيق منها البرازيل ونيجريا التي خفضت مدة المشروع 25% , 31% ووصلت في السويد الى 79%.

لقد ظهر أيضا بحسب (Dave, et al. 2013) مفهوم تسليم المشروع المتكامل Integrated Project Delivery (IPD) حيث عرفه المعهد الأميركي للمهندسين المعماريين بحسب **بأنه** :"نهج تسليم المشروع الذي يدمج بين الناس والنظم والهياكل التجارية ويسخر المواهب والأفكار وجميع المشاركين للحد من الضياعات وتحسين الكفاءة من خلال جميع مراحل التصميم والتصنيع "،(IPD) يسمح لجميع أصحاب المصلحة للتدخل في وقت مبكر من خلال استخدام التكنولوجيا الجديدة.

إن مشروع البناء معقد للغاية وفريد من نوعه ويشارك فيه العديد من الأطراف بالإضافة إلى التدفق الكبير للمعلومات والوثائق فاستخدام المفاهيم التقليدية في المشاريع الكبيرة والمعقدة يجعل الأمر أكثر صعوبة بالتالي نحن بحاجة لإدارة هذا الكم الهائل من المعلومات وقدم البحث (Gamil,2017) دراسة شملت 24 حالة دراسة لمشاريع مختلفة في بلدان متنوعة لمعرفة أثر تطبيق BIM ضمن بيئة (مبادئ وأدوات) التشييد الرشيق على مشاريع التشييد بالتالي أثرها على (العملية ، المنظمة ، المنتج النهائي) وقد خلص البحث بعد تقييم المشاريع إلى اعتبار ال BIM و LEAN هما العنصران الأساسيان للتغلب على الضياعات ، فتقنية BIM هي الأداة التكنولوجية التي نصل من خلالها إلى أهداف المشروع ضمن بيئة ومبادئ التشييد الرشيق سوياً.

كما بيّن البحث(Mollasalehi ,2016) تأثير BIM مع LEAN في القضاء على الضياعات خلال عملية التصميم فقد بينوا ثلاثة مبادئ للقضاء على الضياعات خلال مرحلة التصميم من خلال تطبيق مفهومي BIM مع LEAN وهي : تقليل عدم اليقين وهو أهم أسباب إعادة العمل ، تقليل وقت الانتظار عن طريق تحليل مهام التصميم ونقل المعلومات بصورة سليمة ، تقليل الجهد اللازم لنقل المعلومات من خلال العمل الجماعي .

لقد تم التوصل أنه لنجاح تطبيق BIM نحتاج تحقيق ممارسة تعاونية كاملة لتحقيق القيمة المثلى للمشروع والذي يتطلب استخدام أدوات جديدة للتعاون بين الأطراف المختلفة. حيث يتم حاليا انتاج نماذج رقمية وفق المعارف الخاصة للممارسين وقد أشار العديد من الباحثين لضرورة البحث في الطرق المثلى التي تساعد بالتطبيق التعاوني للبيم حيث واجه تطبيق البيم في المؤسسات العديد من التحديات وهي أن الأطراف في مشروع البناء لديها ثقافات تنظيمية مختلفة لكل منها أساليبها الخاصة في السلوك و ممارسة العمل و الأدوات والتكنولوجيا والعملية و لا يوجد بروتوكول مثبت حتى الآن متاح ليساعد بالتطبيق الأفضل للبيم ليعطي أفضل قيمة ممكنة.

تم تحديد مواصفات إنتاج وإدارة البيانات بتنسيقات معينة المقترحة .(BSI ,2013,2014) ومع ذلك ، تظهر العديد من التقارير أن المنظمات تواجه التحدي المتمثل في الظواهر الناشئة الناتجة عن الطريقة والأدوات لإدارة حجم ضخم من البيانات ويظهر أثناء عملية تسليم المشروع (Russom, 2013).

لقد أشارت الأبحاث أن تنفيذ يواجه BIM في شركات التصميم عمومًا عدم الوضوح في عملية التبني ، وهناك حاجة لتوفير خدمات دعم محددة للشركات التي تطبق BIM (Ahmed et.all,2019) ولا سيما عند الانتقال للمستوى الثاني الذي يستلزم تبادل بيانات بين تطبيقات مختلفة للحصول على تنبؤات تتعلق بالكلفة والزمن 4d,5d والمستوى الثالث الذي يتطلب تكامل النماذج التي يتم إنشاؤها بشكل مشترك بشكل و تعاوني خلال مراحل دورة حياة المشروع.

أيضا أكدت أبحاث أخرى ضرورة دعم تطبيقات BIM ففي حين تم إحراز العديد من التطورات في تطبيق BIM، إلا أن هناك قيودًا على استثمار قدراتها الإدارية والتكنولوجية والتعاونية في المشروع والتشغيل

المستويات (Doan et al., 2020). وبسبب هذه القيود ، ظهر مفهوم الهندسة الرقمية حيث أشار (Foster,2019b) أن " Digital engineering" الهندسة الرقمية مصطلح واسع يجمع العديد من التقنيات أو

العمليات الأخرى ذات الصلة معًا ، مثل التصميم بمساعدة الكمبيوتر (CAD) و BIM وأنظمة المعلومات الجغرافية (GIS) و Data Science علم البيانات .

(DE) من الناحية المفاهيمية تسعى لمعالجة أوجه القصور في BIM من خلال التأكيد على الجوانب الاستراتيجية والموجهة نحو الأعمال المرتبطة بأصول البنية التحتية الرئيسية (Office of Projects Victoria, 2019).وقد عملت وكالة النقل في نيو ساوث ويلز (TfNSW) كقوة دافعة للترويج لاعتماد DE في أستراليا لتعظيم الجودة و الكفاءة في تنفيذ مشاريع النقل (Transport for NSW, 2018).

بالتالي للتوصل للتطبيق الأمثل للبيم لقد تم استخدام BIM في المشاريع من خلال "الهندسة الرقمية (DE)" وتبين دراسات الحالة أن DE قد استخدم كوسيلة فعالة لتنفيذ BIM ضمن عملية تسليم المشروع وذلك من خلال عملية DE ،التي دعمت تطبيق العناصر الأساسية لـ BIM مثل بروتوكول التطبيق ،وادارة خطة التنفيذ ، اقتراح القيمة ، وإطار التعاون أكثر وضوحا ومقبولا لكل من مستويات المشاركين في العمل على مشروع (Hossain,2016).

بالرغم من بعض المحاولات عالميا إلا أنه لا زال حتى الأن يبحث الممارسون في الصناعة عن طرق قابلة للتطبيق لتنفيذ BIM التعاوني واستخراج الفوائد المثلى من خلال التكنولوجيا . لذلك يهدف البحث الى اقتراح نموذج يدعم العمل التعاوني لتطبيق البيم باستخدام DE بحيث يحقق متطلبات ومعايير إدارة المعلومات المحددة عالميا بهدف التوصل إلى قيمة أفضل من خلال التطبيق تسمح بتحقيق التشييد الرشيق لتسليم المشاريع.

طرائق البحث ومواده:

لتحقيق هدف البحث قمنا بتقييم أداء إدارة تنفيذ مشاريع التشييد السريع في فرع التشييد السريع التابع للشركة العامة للبناء والتعمير في سوريا حيث تم رصد العمليات الإنتاجية لمشاريع التشييد السريع والتعرّف على المشاكل التي تسبّب الضياعات وانقطاع سير العمل وذلك باستخدام أداة التشييد الرشيق(VSM (Value stream mapping حيث تم التوصل لاقتراح منصة لعرض وتبادل نماذج معلومات البناء للبيانات تتضمن ثلاث منصات رئيسية لتحقق متطلبات BSI British stsndards institute للإدارة الرقمية للمشاريع باستخدام نمذجة معلومات البناء BIM2 .

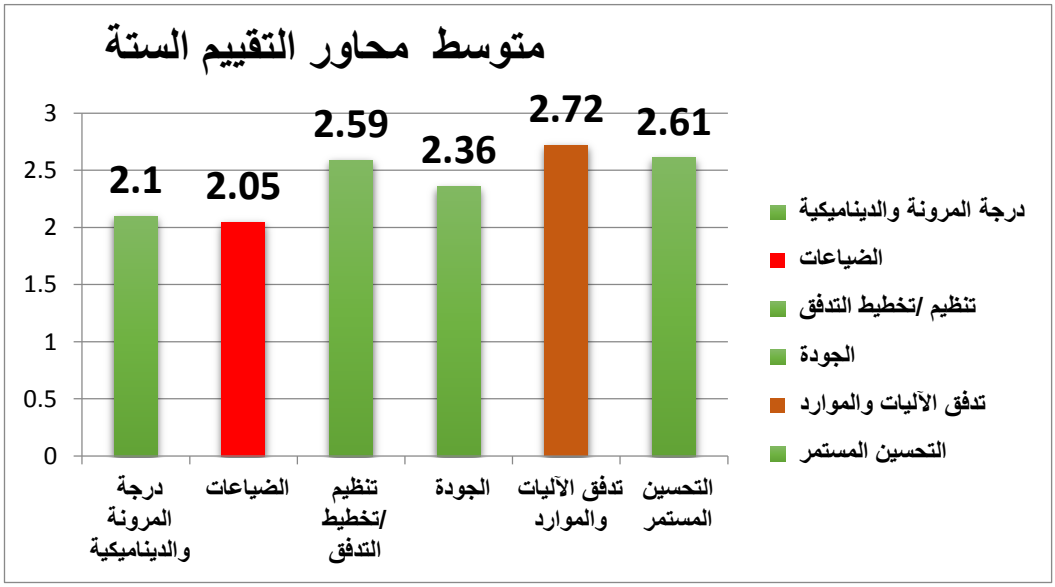
اعتمدنا في البحث عينة من مجتمع الدراسة وهم جميع مهندسي و رؤساء الورش في فرع التشييد السريع التابع للشركة العامة للبناء والتعمير في سوريا وذلك بغرض الحصول على تقييم واقع إدارة تنفيذ مشاريع التشييد السريع فقد تم اختيار 20 ممن لهم الإحاطة والقدرة على تقييم واقع إدارة التنفيذ من مهندسين ورؤساء ورش (ميا ،حمد،2019).

النتائج والمناقشة:

يتضمن التقييم ستة محاور رئيسية تشكلت وفق نموذج التقييم(LCR) تتضمن 30 مؤشر فرعي حيث لقد بلغ المتوسط الإجمالي لإدارة مشاريع التشييد السريع في سوريا 2.4 وهي قيمة متوسطة وهذا يُعتبر مؤشر عن أهمية الغاية من البحث في اقتراح منهجية لتطوير إدارة تنفيذ مشاريع التشييد الرشيق .

يبين الشكل 1 تقييم مشاريع التشييد السريع وفق معايير التشييد الرشيق حيث حصل المحور الخامس تدفق الآليات والموارد أعلى مستوى للتطبيق فهو يطبق بشكل متوسط ،المحور الثاني (الضياعات) لقد حصل على أقل مستوى

للتطبيق بمستوى تطبيق ضعيف وهذا مؤشر على مستوى الضياعات والتأخيرات التي سوف نشهدها خلال دراسة العمليات الانتاجية لتحديدها بدقة أكبر.



(الشكل 1) تقييم مشاريع التشييد السريع وفق معايير التشييد الرشيق

بعد تقييم واقع إدارة تنفيذ مشاريع التشييد السريع وتحليل محور الضياعات، تم تحديد أهم أسباب الضياعات لحالة دراسة تناولت أحد المشاريع التي تم تنفيذها في الشركة وهي تنفيذ هنغار معدني وذلك باستخدام Value VSM stream mapping (ميا ،حمد،2019) وهي أحد أدوات التشييد الرشيق والتي أدت إلى تأخر الإنجاز وانقطاع العمل حيث وجدنا أن أكثر الضياعات كانت في المرحلة التحضيرية بنسبة 40% لعدد الأنشطة و57% بالنسبة للزمن تليها مرحلة التوريد والتشغيل بنسبة ضياع 38.5% لعدد الأنشطة و24% للزمن، وأخيرا في مرحلة التنفيذ التي بلغت نسبة الضياع فيها 11% لعدد الأنشطة و12% بالنسبة للزمن. مدة المشروع المخطط لها 118 يوما أما الزمن الحقيقي المطبق 296 يوما أي حصلت زيادة في مدة المشروع بنسبة 60% ، تأثير أنشطة NVA None value adding هو زيادة قدرها 74 يوماً أي بنسبة 42% على المدة المخططة.

بعد تحليل أهم أسباب الضياعات في المشروع حالة الدراسة التي قاربت ال 60% في المرحلة التحضيرية للمشروع تبين أن العديد من الأسباب ولا سيما بالمرحلة التحضيرية للمشروع تعود لنقص البيانات ونقص التواصل بين أطراف المشروع (مصممين، منفذين، موردين) وكانت أهم الأسباب فق ما يلي:

- نقص التواصل بين أطراف المشروع في مراحل مبكرة من المشروع بسبب اللجوء إلى التعاقد بالطريقة التقليدية، وقلة خبرة الجهة صاحبة المشروع في تحديد موقع التنفيذ ووضع بنود وكميات الكشف التقديري
- الروتين أثناء المراسلات والحصول على التصاريح والموافقات
- نقص بعض التفاصيل في المخططات والحساب اليدوي للكميات وعدم اللجوء إلى تقنيات وبرامج متطورة،
- نقص التواصل بين الموردين والمصمم إضافة إلى نقص في القطع في الأسواق وتذبذب الأسعار
- نقص التنسيق والتعاون

مما سبق نلاحظ الأهمية والحاجة الماسة لوجود منصة الكترونية تدعم تطبيق الهندسة الرقمية لتنفيذ التشييد الرشيق الذي يضمن توفر المعلومات ضمن بيئة BIM بحيث تشكل جميع معلومات المشروع مرجع موحد لجميع أطراف

المشروع وتشكل بيئة للعمل التعاوني الذي يسمح بتبادل وتنسيق المعلومات بشكل سريع وبصيغة موحدة تضمن اتساقها وبالتالي إمكانية الاستفادة منها من قبل جميع أطراف المشروع.

استخدام الهندسة الرقمية ونمذجة معلومات البناء:

يؤدي دمج BIM مع التقنيات والعمليات الرقمية الأخرى إلى إطلاق العنان لها وتوسيع قدراتها ،وهذا التكامل بهدف تجميع المعلومات والبيانات عبر جميع الجهات الفاعلة في دورة حياة الأصول أنشأ مفهوم الهندسة الرقمية. حيث تعد نمذجة معلومات البناء BIM التمثيل الرقمي للخصائص المادية والوظيفية للمبنى أو جزء من البنية التحتية المادية أو البيئة. وفقًا لتقرير صادر عن المجلس الاستشاري BIM الأسترالي ، "يعمل BIM كمورد معرفة مشترك للحصول على معلومات حول أحد الأصول طوال دورة حياته لدعم اتخاذ القرارات – من التقييم الاستراتيجي والتخطيط والتصميم والبناء إلى التشغيل والصيانة والتجديد".

كما تعد الهندسة الرقمية هي الطريقة التعاونية للعمل باستخدام العمليات الرقمية لتمكين أساليب أكثر إنتاجية لتخطيط الأصول وتصميمها وتشغيلها وصيانتها طوال دورة حياتها.

تشمل فوائد DE و BIM القدرة على إنشاء نماذج ثلاثية الأبعاد تعمل على تحسين تحليل العناصر الجيوتقنية , وتحسين الاظهار المرئي وتساعد في حل التعارضات والقضايا ، وتمكن من تطوير حلول الواقع الافتراضي والواقع المعزز (VR / AR).

كما تساعد الرقمنة و DE شركات C&E على توفير المعلومات المناسبة للأشخاص المناسبين في الوقت المناسب لتمكين اتخاذ القرارات والنتائج الأفضل التي تسهم في تحقيق مكاسب في الإنتاجية وكفاءة تشغيلية.

تصف معايير المملكة المتحدة BIM PAS / BS 1192 (BSI,2013)عملية تشجع على التفكير في تشغيل الأصول وتأثيراتها من البداية وتقدم مواصفات لإدارة المعلومات لمرحلة تأسيس و تسليم مشاريع البناء باستخدام نمذجة معلومات البناء وتوضح كيف سيتم تشغيل الأصل ، ما هي المعلومات اللازمة لتحقيق نتائجها ، وما هو مطلوب خلال مرحلة تسليم رأس المال لحماية التشغيل الفعال للأصل وتقديم فوائد العمل؟

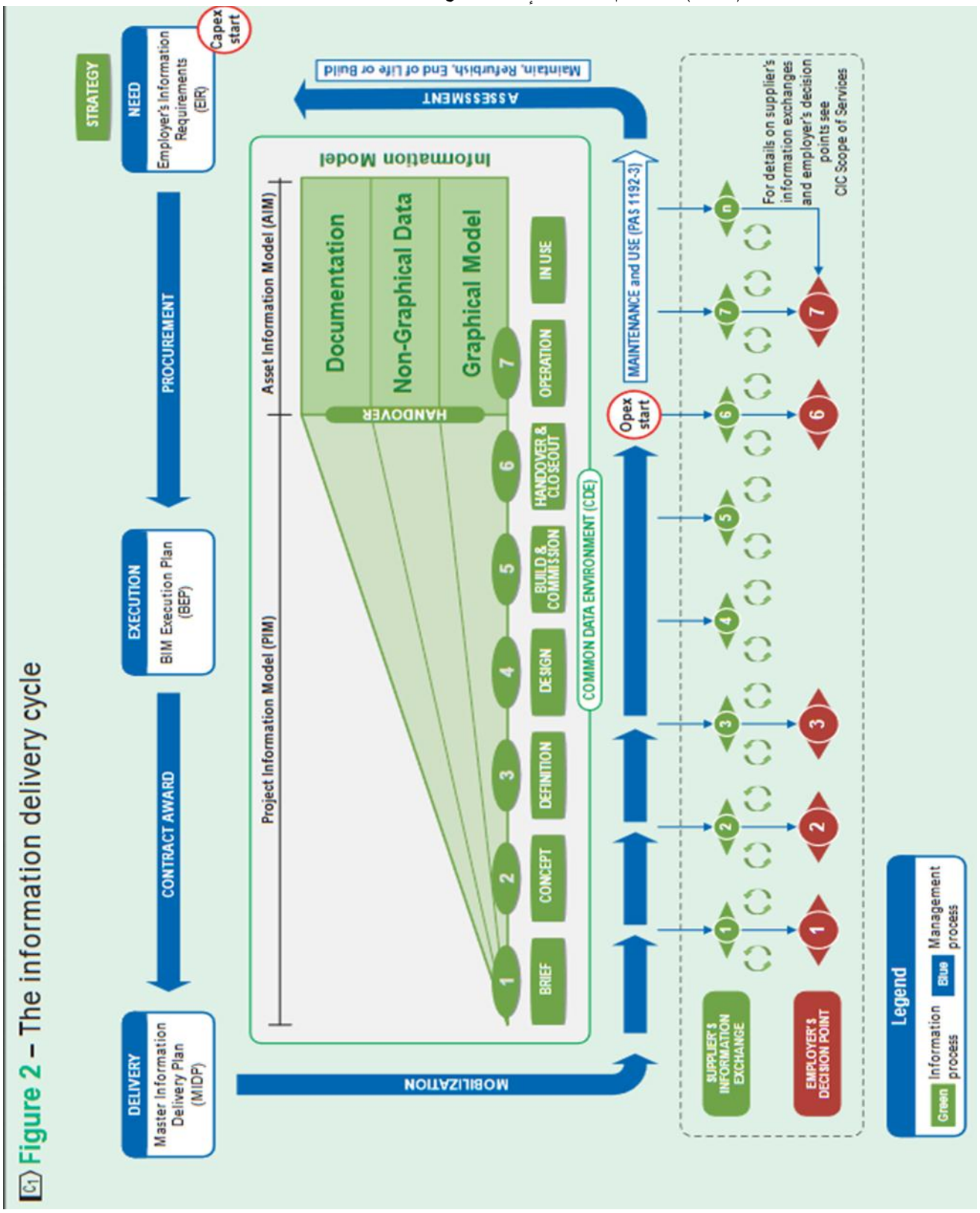
يتجه انشاء وإدارة الأصول الحالية إلى الاستفادة من ثورة البيانات ، حيث يتم تجميع معلومات الأصول رقميًا في تنسيق موحد ، مما يدعم التخطيط المحسن للأصول وجدولة الصيانة ومراقبة الامتثال بالمعايير. ممكن استخدام تقنية المستشعر التي تعتمد تقنية انترنت الأشياء Internet of thinks IOT بشكل متزايد في نقل معلومات المصانع والخدمات إلى مراكز بيانات الأصول ، ودعم برامج الصيانة المحسّنة ، وتقليل الآثار التشغيلية للأعمال. تقوم عملية BIM بإنشاء نماذج المعلومات والمعلومات المرتبطة بها والتي يتم استخدامها خلال دورة حياة منشآت أو أصول البناء / البنية التحتية. توضح دورة تقديم المعلومات وإدارة المشاريع في الشكل 2 باللون الأزرق العملية العامة لتحديد حاجة المشروع (والتي قد تكون لخدمات التصميم أو للبناء أو لتوريد السلع) ، وشراء العقد ومنحه ، وتعبئة المورد وتوليد الإنتاج المعلومات ومعلومات الأصول ذات الصلة بالحاجة. تتبع هذه الدورة لكل جانب من جوانب المشروع ، بما في ذلك تحسين معلومات التصميم من خلال المراحل السبع للمشروع الموضحة في اللون الأخضر.

نموذج الإدارة الرقمية للمشاريع ومتطلبات المعلومات لمرحلة تأسيس المشروع وتشغيل المنشأة:

سوف يتضمن نموذج الإدارة الرقمية للمشروعات بحسب متطلبات BSI مكونين أساسيين وهما:

1- **المتطلبات لعملية إدارة المشروع:** وتتضمن أربع مكونات أساسية لكل من مراحل المشروع الأساسية:

(شكل 2) دورة تقديم المعلومات وإدارة المشاريع : BAS,2013



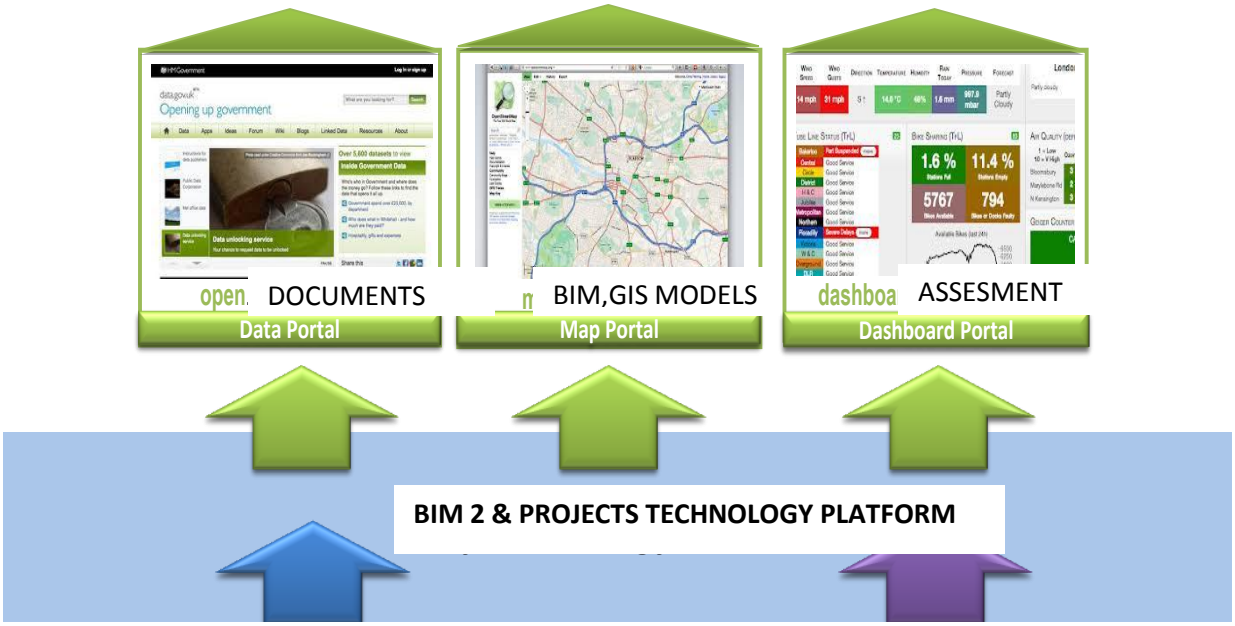
- **التحضير والتصميم:** employer's information requirements (EIR) يجب توفير تعريف واضح لمتطلبات صاحب العمل للمعلومات ونقاط القرار الرئيسية (لتشكل جزءًا من العقد ربما من خلال اعتماد بروتوكول CIC BIM)
- **التنفيذ:**(BEP) BIM execution plan يجب وضع خطة تنفيذ من قبل المورد تحتوي على: 1) الأدوار والمسؤوليات والسلطات المسندة ؛ 2) المعايير والأساليب والإجراءات ؛ و 3) فهرس تسليم المعلومات الرئيسية بالموارد ، بما يتماشى مع برنامج المشروع
- **التسليم** :(MIDP) Master information delivery plan خطة معلومات التسليم
- **التشغيل** : 3-1192 PAS Maintenance and use خطة الصيانة والاستخدام

2- متطلبات توفر المعلومات:

من المعيار نلاحظ يتطلب توفر المعلومات توفر ثلاث أشكال من المعلومات وهي الوثائق ونماذج المخططات وبيانات رقمية غير تخطيطية وهي تغطي المراحل السبعة للمشروع : الحاجة، الفكرة، التعريف، التصميم، البناء والاستلام، التسليم والتشغيل. بالتالي يتطلب تحقيق المتطلبات السابقة لتوفير البيانات اللازمة للتشييد الرشيق للمشاريع توفر ما يلي:

- توفير بيئة واحدة لتخزين بيانات الأصول المشتركة والمعلومات Common Data environment DCE، بحيث يمكن الوصول إليها لجميع الأفراد المطلوبين لإنتاجها واستخدامها وصيانتها.
- تقييم النهج المقترح وقدرة كل مورد وسلسلة التوريد الخاصة بهم لتقديم المعلومات المطلوبة ، قبل منح العقد
- منصة لعرض وتبادل نماذج المعلومات باستخدام أحد المجموعات البسيطة من أدوات التمكين تعمل بين عدة أقسام مع قابلية التشغيل البيني والتي قد تتطور لتكون برنامج نظام أساسي أحادي المصدر ، مع قاعدة بيانات خارجية علائقية واحدة ، وبرنامج تحليل التصميم المرتبط به ، وهو قابلاً للتشغيل البيني بالكامل.

لتحقيق المتطلبات السابقة لمعايير توفر المعلومات نقترح أن تتضمن قاعدة البيانات لتحقيق متطلبات الهندسة الرقمية في خلق بيئة بيانات مشتركة تسمح بالعمل التعاوني وتكامل بيانات المشروع ثلاث منصات رئيسية لتحقق متطلبات BSI للإدارة الرقمية للمشاريع وذلك كما هو موضح في شكل 3 بحيث تتضمن منصة للخرائط والتصاميم الثلاثية الأبعاد باستخدام نمذجة معلومات البناء BIM2 و GIS حيث كما ذكرنا أعلاه في البحث لا يكفي تطبيق النماذج الرقمية وانما يجب للانتقال لبيئة العمل التعاوني والمشترك بين أطراف المشروع من خلال الانتقال للمستوى الثاني من بيم ليتم تبادل البيانات الجغرافية ومتطلبات البنية التحتية لتصميم المشروع بعد معرفة مكونات الشبكة العامة للبنى التحتية .وأيضا اقترحنا توفر منصة لمعلومات ووثائق البناء الغير تخطيطية مثل العقود والمواصفات التي يجب أن تتوفر مع كافة أطراف المشروع لتحقيق التوريد والتزويد وفق المواصفات الصادرة من بيم وبما يضمن دقة التصنيع وجودتها وذلك لتحقيق المعايير المحددة لمتطلبات المعلومات. المنصة الثالثة لمتابعة تقييم المشروع وفق مؤشرات الأداء المحددة وهي منصة تقييم الأداء الذي حدد أيضا كمتطلب لمعايير إدارة المشاريع المحددة أعلاه و كواحدة من أولويات التحسين لمشاريع البناء (Maya,2015) والتي تسمح بإدارة أداء المشاريع بالقياس الدوري والتحسين المستمر لتحقيق متطلبات المشروع المحددة. حيث ستساهم المنصات بتوفير بيئة واحدة لتخزين بيانات الأصول المشتركة تقوم بتوفير البينات والمعلومات لتحقيق المتطلبات الأربعة المذكورة أعلاه والمطلوبة عالميا لعمليات إدارة المشروع لأن متابعة الحجم الكبير من مشاريع التشييد في لتحقيق التشييد الرشيق يتطلب توفر منصة لتوفير ولتبادل المعلومات ومتابعة آنية للأداء وتقييم مستمر للأداء مما يسمح باتخاذ القرار والتدخل المبكر في حل المشكلات.



(شكل 3) منصة للإدارة الرقمية لمشاريع التشييد

الاستنتاجات والتوصيات:

بيّن تحليل أهم أسباب الضياعات في المشروع حالة الدراسة أن العديد من الأسباب ولا سيما بالمرحلة التحضيرية للمشروع تعود لنقص البيانات ونقص التواصل بين أطراف المشروع (مصممين، منفذين، موردين)

خلص البحث الى اقتراح نموذج لاستخدام الهندسة الرقمية لإدارة مشاريع التشييد الرشيق يركز على تسخير الإمكانات الحقيقية لصناعة البناء حيث يتضمن إنشاء منصة لتطبيقات متعددة تتضمن منتجات رقمية وتسمح بالتواصل الرقمي باستخدام نماذج رقمية وتتضمن ثلاث منصات رئيسية لتحقق متطلبات BSI للإدارة الرقمية للمشاريع باستخدام نمذجة معلومات البناء BIM2 حيث تسمح المنصة بالتحكم بعمليات التشييد الضخمة متعددة المواقع والمشاريع من خلال توفير الوثائق والمخططات ومتطلبات التصنيع وقياس الأداء.

نوصي باستخدام النموذج المقترح الذي سيساهم في تأمين أساليب أكثر إنتاجية للتشييد الرشيق يسمح بتحسين تخطيط الأصول وتصميمها وتشغيلها وصيانتها طوال دورة حياتها. ويمكن تطوير النموذج بتحديد واستخدام البرمجيات التي تدعم تطبيق بيم بالمستوى 2 لتشاركية أفضل للبيانات بين أطراف المشروع. وأيضا يجب تحديث متطلبات المعايير العالمية لإدارة البيانات والتي تتطور باستمرار من قبل هيئات المعايير .

References:

- NATALIJA LEPKOVA, RANA MAYA, SONIA AHMED ,VAIDOTAS SARKA , *BIM Implementation Maturity Level and Proposed Approach for the Upgrade in Lithuania* . International Journal of BIM and Engineering Science Volume: 2 Issue: 1; June - ISSN 2571-107522, 2019.
- BSI, BRITISH STANDARDS INSTITUTION, PAS 1192-2, *Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling*,2013.
- BSI, PAS 1192-3, *Specification for Information Management for the Operational Phase of Assets using Building Information Modeling* (BIM)،BIMTG. London: Building Specification for Information (BSI) ,2014.
- DAVE, BHARGAV, KOSKELA, LAURI, KIVINIEMI, ARTO, TZORTZOPOULOS, PATRICIA, & OWEN, ROBERT ,*Implementing lean in construction: Lean construction and BIM [CIRIA Guide C725]*. CIRIA - Construction Industry Research and Information Association, United Kingdom,2013.
- DOAN, D.T., GHAFFARIANHOSEINI, A., NAISMITH, N., GHAFFARIANHOSEINI, A., ZHANG, T. AND TOOKEY, J" ،Examining critical perspectives on building information modeling (BIM) adoption in New Zealand", Smart and Sustainable Built Environment, Vol.،doi: 10.1108/SASBE-04-2020-0043,2020.
- GAMIL, M., Mapping between BIM and Lean construction, Program of Metro plied USA and HTW Berlin, 2017.
- HASSAN, B., OMRAN, J., MAYA, R., Defining the Areas and Priorities of Performance Improvement in Construction Companies Case Study for General Company for Construction and Building. Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (37) No. (6) ,2015.
- KOSKELA, L., HOWELL, G., *The underlying theory of project management is obsolete*, project management Institute, 2002, 293-302.
- RAMANATHAN,C., NARAYANAN,S., IDRUS,A., *construction delays causing risks on time and cost a critical review*, Australasian Journal of Construction Economics and Building, Vol.12, N.1, 2012,38-57.
- SWEFIE, M., *Improving project performance using lean construction in Egypt*, The American University in Cairo, 2011.
- MOLLASALEHI, S., TALEBI, A. , UNDERWOOD, J. , *Development of an experiment waste frame work based on BIM/Lean concept in design*, University of Salford Manchester , http://usir.salford.ac.uk/43968/, 2016.
- M. K. HOSSAIN, A. MUNNS :*Digital Engineering: A Case Study of the Implementation of Building Information Modelling (BIM) in Construction Projects*, RESEARCH GATE ,2016.
- OFFICE OF PROJECTS VICTORIA (2019), Victorian Digital Asset Strategy, [Online], available at: http://www.opv.vic.gov.au/Victorian-Chief-Engineer/Victorian-Digital-Asset-Strategy ,accessed 11November 2019.
- Russom, P. 2013. Managing Big Data, 2013. TDWI Research.

- TfNSW Application of Uniclass 2015, [Online], Transport for NSW, available at: https://www.transport.nsw.gov.au/news-and-events/reports-and-publications/application-ofuniclass-2015-for-transport-for-nsw (accessed 31 October 2020), 2018.
- YAHYA, M., MUNIKANAN, V., YOUSOF, M., *Innovation in lean thinking to achieve Rapid construction*, International Journal of Civil, Environmental, Structural, Construction and Architectural Engineering ,Vol.10, No.11, 2016.
- Maya Rana, Hamad Diana, Master's thesis entitled "Suggesting a methodology for applying lean construction standards to implement rapid construction projects" Tishreen University, Faculty of Civil Engineering, 2019.