الجمهورية العربية السورية
وزارة التعليم العالي
الجامعة الافتراضية السورية
ماجستير إدراة و نمذجة معلومات البناء

فاعلية استخدام تقنية نمذجة معلومات البناء في تحسين تخطيط موقع التشييد

اعتماداً على منهجية التفكير التصميمي

(حالة دراسية)

بحث أُعِدَ لنيل درجة ماجستير التأهيل و التخصص في إدارة و نمذجة معلومات البناء BIMM

إعـــداد :

م. ايمان عبد الله جروان

eiman_178451

إشـــراف :

د.م. عبد السلام شيباني

2023

قرار لجنة الحكم

الجامعة الافتراضية السورية

برنامج ماجستير إدارة و نمذجة معلومات البناء

اسم الطالبة : ايمان عبد الله جروان

الرقم الجامعي :١٧٨٤٥١

عنوان البحث:

فاعلية استخدام تقنية نمذجة معلومات البناء في تحسين تخطيط موقع التشييد

اعتماداً على منهجية التفكير التصميمي

(حالة دراسية)

أعضاء اللجنة:

الدكتور المهندس : عبد السلام شيباني (مشرف)

الدكتورة المهندسة : منى حمادة (عضو)

المهندس : أشرف الهنداوي (عضو)

أُجيزت هذه الرسالة بتاريخ :

شُكر و تقدير

أتوجه بجزيل الشُكر و كل الامتنان إلى :

- الدكتور عبد السلام شيباني لتفضُله الكريم بالإشراف على هذا البحث و تقديم النصح و التوجيه و الإرشاد الدائم .

- الدكتورة سونيا أحمد مديرة برنامج ماجستير BIM .

- الأساتذة أعضاء لجنة الحكم لتفضُلهم بالإشراف على مناقشة هذا البحث و تقديم النُصح اللازم .

- أساتذتي بالجامعة الافتراضية الذين ساهموا بإغناء معلوماتنا .

قائمة المحتويات

الملخص 1

الفصل الأول: الإطار العام للبحث 4

1.1. المقدمة..... 5

1.2. مشكلة البحث..... 6

1.3. فرضية البحث..... 6

1.4. أهمية البحث 6

1.5. أهداف البحث..... 7

1.6. منهجية البحث..... 7

1.7. أدوات البحث..... 8

1.8. مجتمع الدراسة و عينتها..... 8

1.9. حدود البحث..... 9

1.10. تنظيم البحث..... 9

الفصل الثاني: الدراسات المرجعية 10

الفصل الثالث: الإطار النظري للبحث..... 24

3.1. تخطيط موقع التشييد CSLP..... 25

3.2. تقنية نمذجة معلومات البناء BIM 26

3.3. دراسة فاعلية استخدام تقنية BIM في تخطيط موقع التشييد..... 27

3.3.1. التخطيط اللوجستي للموارد باستخدام تقنية BIM 31
3.3.1.1. الآليات و المعدات 34
3.3.1.2. المواد 35
3.3.1.3. العمالة 35
3.3.2. تخطيط مساحة العمل 36
3.3.3. أدارة مخاطر الأمن و السلامة في الموقع 37
3.3.4. برمجيات تقنية BIM المستخدمة لتخطيط موقع التشييد 39
3.3.5. معوقات اعتماد تقنية BIM في تخطيط موقع التشييد 39
3.4. منهجية التفكير التصميمي Design Thinking..... 41
3.4.1. مفهوم التفكير التصميمي 41
3.4.2. الغرض من التفكير التصميمي 41
3.4.3. فوائد التفكير التصميمي في العمل 42
3.4.4. مبادئ التفكير التصميمي 42
3.4.5. مراحل التفكير التصميمي 43
الفصل الرابع: الإطار العملي للبحث 48
4.1. لمحة عن الشركة 49
4.2. تطبيق منهجية التفكير التصميمي لايجاد حلول لارضاء العملاء 50
4.3. تطبيق منهجية التفكير التصميمي لايجاد حلول لتحقيق سلامة العاملين في موقع التشييد ... 53

الفصل الخامس: نتائج البحث و الاستنتاجات 56

5.1. نتائج البحث 57

5.2. الاستنتاجات 60

5.2.1. التوصيات المقترحة للأبحاث المستقبلية 62

5.2.2. قيود البحث 62

المراجع المعتمدة 63

قائمة الأشكال

الشكل (1) مناظير عامة لمخطط الموقع باستخدام نموذج BIM 31

الشكل (2) تصور مجال امتداد الرافعة البرجية باستخدام نموذج BIM 31

الشكل (3) تخطيط الحماية من السقوط باستخدام نموذج BIM..... 38

الشكل (4) مراحل التفكير التصميمي 43

الشكل (5) أساليب في التقمص..... 44

الشكل (6) أساليب في التعريف..... 45

الشكل (7) أساليب في الأفكار..... 46

الشكل (8) أساليب في النمذجة.....47

الشكل (9) أساليب في التجربة 47

قائمة الجداول

الجدول (١): مرحلة التعاطف لايجاد حلول لارضاء العملاء 50

الجدول (٢): مرحلة التعريف لايجاد حلول لارضاء العملاء 50

الجدول (٣): مرحلة الأفكار لايجاد حلول لارضاء العملاء 51

الجدول (٤): مرحلة النمذجة لايجاد حلول لارضاء العملاء 51

الجدول (٥): مرحلة التجربة لايجاد حلول لارضاء العملاء 52

الجدول (٦): مرحلة التعاطف لايجاد حلول لتحقيق سلامة العاملين في الموقع 53

الجدول (٧): مرحلة التعريف لايجاد حلول لتحقيق سلامة العاملين في الموقع 53

الجدول (٨): مرحلة الأفكار لايجاد حلول لتحقيق سلامة العاملين في الموقع 54

الجدول (٩): مرحلة النمذجة لايجاد حلول لتحقيق سلامة العاملين في الموقع 54

الجدول (١٠): مرحلة التجربة لايجاد حلول لتحقيق سلامة العاملين في الموقع 55

قائمة المصطلحات

الاختصار	المصطلح باللغة الانجليزية	المصطلح باللغة العربية
BIM	Building Information Modeling	نمذجة معلومات البناء
CAD	Computer Aided Design	التصميم بمساعدة الكمبيوتر
CSLP	Construction Site Layout Planning	تخطيط موقع التشييد
CLP	Construction Logistics Planning	تخطيط لوجستيات الانشاء
MLP	Material Logistics Planning	التخطيط اللوجستي للمواد
	2D	رسومات ثنائية الأبعاد
	3D BIM	البعد الثالث في نمذجة معلومات البناء
	4D BIM	البعد الرابع في نمذجة معلومات البناء
	Simulation	المحاكاة
	Visualization	التصور
	Animation	الرسوم المتحركة
	Design Thinking	التفكير التصميمي

الملخص

يلعب التخطيط الصحيح لموقع التشييد دوراً مهماً جداً في نجاح المشروع , حيث يعتبر سوء تخطيط الموقع أحد أسباب انحراف المشاريع عن أهدافها و حدوث الكثير من المخاطر و الصراعات في الموقع , فكان لا بد من العمل على تحسين تخطيط موقع التشييد للحد من المشاكل التي تؤثر على العملاء و العاملين في الموقع , و ذلك من خلال استخدام تقنية BIM بدلاً من الطرق التقليدية و لكن قبل اعتمادها يجب دراسة مدى فاعليتها في الحد من تلك المشاكل , لذلك هدف هذا البحث الى دراسة فاعلية تقنية BIM في تحسين تخطيط موقع التشييد بالاعتماد على منهجية التفكير التصميمي التي تركز على المعنيين بالمشكلة و الابداع في إيجاد الحلول , و قد اعتمد الباحث المنهج الوصفي لدراسة فوائد استخدام تقنية BIM في تخطيط الموقع و استخدم أداة المقابلة الشخصية للحصول على المعلومات التي تخدم استكمال تطبيق منهجية التفكير التصميمي , و اعتمد أيضاً المنهج التجريبي لتطبيق منهجية التفكير التصميمي على احدى الشركات الهندسية .

أظهرت نتائج البحث أنه تم التوصل من خلال المقابلات الشخصية الى أهم متطلبات العملاء و العاملين في موقع التشييد و أهم المشاكل التي تؤدي لعدم تحقيق تلك المتطلبات , و تم التوصل من خلال تطبيق منهجية التفكير التصميمي الى أن BIM حل فعال للحد من المشاكل الناتجة عن سوء تخطيط الموقع و الذي بدوره يحد من تجاوزات الكلفة و الزمن و تردي الجودة و الحد من المخاطر في الموقع من خلال امكانياته في كشف التعارضات المكانية و المخاطر المتوقعة , و التصور الواضح و المحاكاة الواقعية لكل جوانب الموقع , و التقدير الدقيق للكميات , و التخطيط الفعال للموارد , و طبيعته الديناميكية للاستمرار في مواكبة التغيرات , و إمكانية اشراك المقاول في التخطيط بمراحل مبكرة مما يمكنه من ادراك التعارضات في مساحة العمل .

الكلمات المفتاحية : تخطيط موقع التشييد - نمذجة معلومات البناء - المحاكاة - البعد الرابع في BIM - التفكير التصميمي .

Abstract

Effective planning of a construction site plays very important role for the success of any project. Poor site planning can lead to deviations from project goals, as well as numerous risks and conflicts on the site. Therefore, it is essential to improve site planning to reduce problems that affect clients and workers. One way to achieve this is through the use of BIM technology instead of traditional methods. However, before adopting BIM technology, its effectiveness in reducing these problems must be studied. This research aims to study the effectiveness of BIM technology in improving construction site planning using a Design Thinking methodology that focuses on those involved. The researcher used the descriptive approach to study the benefits of using BIM technology in site planning and used the personal interview tool to obtain information that serves to complete the application of the Design Thinking methodology, and also used the experimental approach to apply the Design Thinking methodology to an engineering company.

The results of this research show the most important requirements of clients and workers on the site and the most important problems that lead to Failure to meet those requirements through the personal interviews, and show that BIM technology is an effective solution for reducing problems caused by poor site planning through the application of the Design Thinking methodology. It reduced cost and time overruns, quality degradation, and risk reduction on-site through its capabilities in detecting spatial conflicts and expected risks, clear visualization and realistic simulation of all aspects of the site, accurate estimation of quantities, effective resource planning, dynamic nature to keep

up with changes, and involving contractors in early stages of project planning so they can identify workspace conflicts.

Keywords: Construction Site Layout Planning (CSLP) - Building Information Modeling (BIM) – Simulation – 4D BIM - Design thinking

الفصل الأول

الإطار العام للبحث

1-1- مقدمــة :

في العقد الأخير واجهت مشاريع التشيد في سوريا صعوبات و مشاكل لا متناهية كانخفاض بمعدل الانتاجية و تجاوزات للوقت و الكلفة و الجودة و الخطر على سلامة العاملين في الموقع و زيادة الهدر كل هذا يعود بشكل رئيسي الى ضعف عملية تخطيط الموقع , حيث يتم تخطيطُ الموقع عادة من خلال الحسّ العام و بالاستفادة من الخبرات المتوفرة للمهندسين بدون وجود إجراءات محددة و بدون التقيد بمعايير ناظمة تحقق الأهداف المطلوبة من تخطيط الموقع [1], و لأن الشركات تسعى دائماً للميزة التنافسية فلا بد من سعيهم لارضاء العملاء من خلال تلبية متطلباتهم كون لهم تأثير كبير على نجاح الشركة و تطمين العاملين من خلال العمل على تحقيق سلامتهم فتوجب على الشركات السعي لايجاد الحلول لتلك المشاكل , و في هذا السياق تأتي تقنية BIM كأحد أهم الطرق المجدية لتخطيط الموقع بشكل سليم , حيث أثبتت هذه التقنية قدرتها على حل كافة المشاكل التي تواجه المشاريع الهندسية من خلال امكانياتها العالية بالنمذجة و المخرجات الدقيقة و التصور لمحاكاة الواقع و تحديد التعارضات و المخاطر بشكل مبكر، و لكن على الرغم من القيمة الكبيرة التي تضيفها للمشاريع فان الشركات السورية التي تستخدم BIM في تخطيط الموقع قليلة جداً بسبب التخوف من المخاطرة باتخاذ قرار تغيير لحل المشاكل لا يحقق النتائج المرجوة للمعنيين بالمشكلة , من هنا جاءت أهمية البحث في تطبيق منهجية التفكير التصميمي التي تركز على فهم احتياجات العميل و تقوم بتأطير المشكلة و تحفيز الابداع و الابتكار لايجاد الحل الأمثل الذي يلبي متطلبات العميل و يحقق سلامة العاملين و الذي يفترض البحث بأن يكون هذا الحل هو استخدام تقنية BIM . من هنا تم العمل في هذا البحث لاثبات فاعلية تقنية BIM في حل المشاكل و تقليل المخاطر لتحقيق أهداف

المشروع بناءً على منهجية التفكير التصميمي من خلال تطبيق حالة دراسية و التعمق بفوائد BIM في تخطيط الموقع و كل ما يتعلق به .

1-2- مشكلة البحث :

تعاني مشاريع التشييد في سورية من مشاكل عديدة تظهر نتائجها في الموقع أثناء التنفيذ نتيجة لسوء التخطيط , حيث أشارت دراسات سابقة الى انحراف ملحوظ بالمشاريع عن أهدافها الرئيسية نتيجة للعديد من المشاكل من أهمها سوء تخطيط موقع التشييد الذي يؤدي الى حدوث مخاطر الأمن و السلامة في الموقع أثناء التنفيذ و تدني مستوى كفاءة العمل و عدم تحقيق الكلفة و الزمن و الجودة المطلوبة و بالتالي استياء العملاء و العاملين بالموقع و ضعف الميزة التنافسية للشركة , مما يستوجب ضرورة تطبيق منهجية فعالة يمكن التوصل من خلالها الى حل مجدي يساعد على تخطيط الموقع بشكل صحيح و تصوره قبل مرحلة التنفيذ للحد من المخاطر و تحقيق متطلبات المعنيين بالمشكلة .

1-3- فرضية البحث :

- التوصل من خلال منهجية التفكير التصميمي الى استخدام تقنية BIM كحل مجدي لمعالجة المشاكل الناتجة عن سوء تخطيط الموقع .
- استخدام BIM لتخطيط الموقع سيساهم بشكل كبير في الحد من انحراف المشاريع عن أهدافها .

1-4- أهمية البحث :

تكمن أهمية البحث فيما يلي :

- قلة الأبحاث التي تسلّط الضوء على أهمية استخدام تقنية BIM في تخطيط موقع التشييد بشكل مخصص و مفصل في سوريا .

- اعتماد البحث على استخدام منهجية فعالة تركز على المعنيين بالمشكلة و الابداع و الابتكار لايجاد الحلول .

- قد يكون هذا البحث دليل استرشادي للشركات التي لا تستخدم BIM بتخطيط الموقع لقلة ادراكهم بفائدته , لأنه يركز على أهمية استخدام BIM في تخطيط موقع التشييد و فاعليته في التغلب على المشكلات من أجل تسليم مشروع ناجح دون تجاوزات للكلفة و الزمن و بأفضل جودة و أقل هدر و مخاطر .

1-5- أهداف البحث :

يهدف هذا البحث الى دراسة فاعلية تقنية BIM في تحسين تخطيط موقع التشييد اعتماداً على منهجية علمية فعالة و ذلك من خلال :

- اثبات قدرة تقنية BIM على تدارك المشاكل الناتجة عن سوء تخطيط الموقع من خلال تطبيق منهجية التفكير التصميمي على احدى الشركات الهندسية .

- اجراء دراسة حول فوائد تقنية BIM في تخطيط موقع التشييد .

1-6- منهجية البحث :

- المنهج الوصفي :

✓ تم اعداد الأساس النظري لهذ البحث من خلال الاطلاع على دراسات سابقة ذات صلة بموضوع البحث بهدف دراسة فوائد تقنية BIM في تخطيط موقع التشييد .

✓ تم استخدام أداة المقابلة الشخصية مع مدير احدى الشركات الهندسية في محافظة حمص و المهندسين المسؤولين عن تخطيط و ادارة الموقع لمعرفة أهم متطلبات العملاء و العاملين في موقع

التشييد و أهم المشاكل التي تؤدي لعدم تحقيق تلك المتطلبات , و ذلك بهدف استكمال تطبيق منهجية التفكير التصميمي على هذه الشركة .

- المنهج التجريبي :

تم تطبيق منهجية التفكير التصميمي على شركة هندسية في حمص بهدف التوصل لنتائج تثبت فرضية البحث و تحقيق أهداف البحث , و ذلك بعد أن تم الحصول على المعلومات التي تخدم تطبيق هذه المنهجية من خلال استخدام أداة المقابلة الشخصية .

1-7- أدوات البحث :

- الأدوات النظرية :

تم إعداد الأساس النظري لهذا البحث من خلال رسائل الماجستير و الدكتوراه و المقالات و المجلات و الكتب العربية و الانكليزية التي تتعلق بموضوع البحث من مواقع الانترنت .

- الأدوات التطبيقية :

- المقابلة الشخصية مع مدير احدى الشركات الهندسية في محافظة حمص و المهندسين المسؤولين عن تخطيط و ادارة الموقع للحصول على المعلومات التي تخدم تجربة تطبيق منهجية التفكير التصميمي على الشركة .

1-8- مجتمع الدراسة و عينتها :

- مجتمع الدراسة : قطاع التشييد في سوريا .

- عينة الدراسة : تم اختيار عينة عشوائية من مجتمع الدراسة تكونت من شركة هندسية / قطاع خاص / في مدينة حمص .

1-9- حدود البحث :

- الحدود المكانية : شركات و مواقع التشييد في سوريا .

- الحدود الزمنية : أُجريت هذه الدراسة في عام 2023 م .

1-10- تنظيم البحث :

تم تنظيم البحث وفق 4 فصول مرتبة كالتالي :

الفصل الأول : الاطار العام للبحث

الفصل الثاني : الدراسات المرجعية

الفصل الثالث : الاطار النظري للبحث

3.1. تقنية نمذجة معلومات البناء BIM

3.2. تخطيط موقع التشييد CSLP

3.3. دراسة فاعلية استخدام تقنية BIM في تخطيط موقع التشييد

3.4. منهجية التفكير التصميمي Design Thinking

الفصل الرابع : الاطار العملي للبحث

الفصل الخامس : نتائج البحث و التوصيات المقترحة للأبحاث المستقبلية

الفصل الثاني
الدراسـات المرجعيـة

الدراسات المرجعية :

- رسالة ماجستير للباحثة زينا علي نادر من جامعة دمشق عام 2015 بعنوان [1]:

" تطوير ادارة موقع التشييد في مشاريع المؤسسة العامة للاسكان "

– يهدف هذا البحث الى تطوير الوسائل و الأدوات لادارة موقع العمل بالشكل الصحيح لتدارك المشاكل الحاصلة و و رفع كفاءة العمل في مرحلة التنفيذ , من خلال وضع أسس للتخطيط تساعد المخطط بوضع الخطة بالاضافة لاقتراح اداة مساعدة لاتخاذ القرار المناسب لتوضع المرافق المؤقتة .

– تلخصت مشكلة البحث بعدم وجود منهجية معتمدة لادارة موقع التشييد في مشاريع القطاع العام بسوريا. حيث لا يتم تطبيق التخطيط الصحيح لمواقع التشييد و غياب المفهوم الواضح لادارة الموقع و اهميتة تطبيقه مما يؤدي لحدوث مشاكل عديدة اثناء التنفيذ تؤثر على الانتاجية و تؤدي لتأخير زمن المشروع .

– اعتمدت الباحثة المنهج الوصفي التحليلي بأسلوب المقابلات الشخصية و الملاحظة و دراسة الحالة للبحث بالمعوقات و العقبات التي تحول دون تطبيق ادارة الموقع في مشاريع التشييد بالقطاع العام بصورة صحيحة .

– أظهرت نتائج البحث أن تخطيط الموقع الجيد مهم لتعزيز عمليات البناء الآمنة و الفعالة و تقليل وقت التجوال و مناولة المواد و تجنب عرقلة حركة المواد و المعدات ضمن حدود الموقع , و من الواضح أهمية التخطيط الحذر لمخططات موقع التشييد .

– أوصت الباحثة بالتوجه نحو استخدام التخطيط الديناميكي للموقع في مشاريع القطاع العام في سوريا.

- رسالة ماجستير للباحث KUMAR Srinath Shiv من جامعة The Hong Kong University of Science and Technology عام 2015 بعنوان [2]:

" A BIM-based Framework for Site Layout Optimization and Material Logistics Planning on Congested Construction Sites "

– يقدم هذا البحث تطوير اطار لتخطيط موقع البناء CSLP و اطار للتخطيط اللوجستي للمواد MLP بناء على تقنية نمذجة معلومات البناء BIM للحد من الصراعات المتكررة الناتجة عن نقص المساحة المتاحة التي يجب ادارة موارد المشروع داخلها , و معالجة التأخيرات في البناء التي فشلت الأنظمة الحالية بمعالجتها .

حيث يستخدم الإطار الأول CSLP المعلومات المخزنة في نماذج البيم لتقدير حجم و نوع و عدد المرافق المؤقتة التي يتطلبها مشروع البناء خلال فترات زمنية مختلفة من خلال الاستفادة من ميزات برنامج REVIT حيث تتم العديد من الحسابات بشكل اوتوماتيكي فيتم الحد بشكل كبير من الجهد اليدوي .

و تم تصميم الإطار الثاني MLP لدمج معلومات كميات المواد في نماذج البيم مع بيانات تقدم البناء و معلومات تسليم المواد .

ينسق هذا النظام لوجستيات المواد جنباً إلى جنب مع تخطيط الموقع ، مع التركيز بشكل خاص على الاستجابة لتأخيرات البناء , مما يؤدي لتسهيل عملية البناء و التشييد في مواقع البناء المزدحمة .

– تجلت الاهداف الاساسية لهذا البحث فيما يلي :

١– تطوير إطار للتخطيط الآلي لموقع البناء بالاستفادة من تقنية BIM , حيث يجمع هذا النظام بين معلومات نماذج بيم مع جداول البناء المخطط لها لانشاء مخططات للموقع بالشكل الأمثل ، والتي من شأنها تقليل جهود نقل المواد في موقع البناء .

٢- تطوير لوجستيات المواد بناء على تقنية بيم و تطوير إطار لإدارة الموقع يتيح التنسيق بين المقاولين و الموردين لتحسين إدارة سلسلة التوريد , حيث يتم دمج معلومات البيم مع بيانات تقدم البناء لتطوير إطار MLP قادر على معالجة الأشكال الشائعة للتأخير في البناء .

- قام الباحث بتطبيق حالة دراسية لاختبار الاطارين المقترحين و التحقق من نتائجهما من خلال مقارنتها مع الطريقة التقليدية :

✓ تم تطبيق الاطار الاول على مبنى فولاذي مكون من ١٢ طابق مع ألواح أرضية خرسانية في منطقة بها بعض الأشجار وطريق وصول , حيث تم إنشاء نموذج BIM باستخدام REVIT , و وضع جدول زمني لأنشطة البناء باستخدام Microsoft Project , و تم انشاء برنامج مساعد BIM based CSLP لتسهيل تصدير كميات المواد , و تم تصدير الجدول الزمني من Microsoft Project كملف CSV

بعد تطبيق الخطوات السابقة تمكن الباحث من تحديد متطلبات المنطقة لكل منشأة مؤقتة . و من أجل اثبات فائدة الاطار المقترح الأول تمت مقارنته مع الطريقة التقليدية حيث توصل الباحث الى أن:

- مسافة النقل الفعلية بالطريقة المقترحة اقل ب ١٣.٥ مرة من الطريقة التقليدية .
- إجمالي تكلفة النقل في بالطريقة المقترحة اقل ب ١٣.٥ مرة من الطريقة التقليدية .

✓ تم تطبيق الاطار الثاني على مبنى فولاذي مكون من ٢٠ طابقا مع جدار ستارة زجاجي, حيث تم إنشاء نموذج BIM باستخدام REVIT ، وتم تحديد خطة تخطيط الموقع التي توضح مناطق التخزين المؤقتة للمواد , و لإثبات وظائف الإطار المقترح ، اعتبر الباحث سيناريوهين للحالة , و قد أوضح السيناريوهان قدرة إطار عملنا في التعامل مع الأشكال الشائعة لتأخيرات البناء , حيث في السيناريو الأول كان الإطار المقترح قادراً على تحديد تأخير البناء تلقائياً و تأجيل تسليم المواد التي ستتأثر بسبب التأخير و بالنسبة لعمليات التسليم التي تعذر تأجيلها قام النظام بحساب الموقع

الأمثل لاستيعاب المواد مؤقتاً , أما السيناريو الثاني يسلط الضوء على قدرة الإطار المقترح لدينا في تعيين مواقع التخزين المؤقتة داخل المبنى قيد الإنشاء نظراً لعدم توفر مساحة التخزين في الموقع ، يستخدم المقاول بشكل متكرر المناطق الداخلية داخل المبنى لتخزين المواد .

- رسالة ماجستير للباحث Stian Bråten Johannessen من جامعة University of Agder عام 2021 بعنوان [3]:

"Interface of Building Information Modeling and Blueprints on Construction Sites "

– يركز هذا البحث على تأثير استخدام نمذجة معلومات البناء بالموقع على مشاريع البناء واسعة النطاق خلال مرحلة التسليم و التحقيق فيما إذا كانت أدوات و عمليات تقنية BIM يمكن أن توفر لفريق التسليم في الموقع مخططات أفضل من الرسومات الورقية التقليدية 2D , و نظراً لأن BIM واسع النطاق و لجعل البحث مجدي قام الباحث بتضييق النطاق للتركيز على جانب الواجهة في مواقع البناء خلال مرحلة التسليم , و يتناول البحث بشكل أساسي تشييد مباني المستشفيات العامة بالاضافة لإنشاء متحف عام بسبب الأهمية الكبيرة لبيان المشكلة من حيث النتائج , و قد قام الباحث بجمع المزيد من البيانات التجريبية من المشاريع المكتملة مؤخراً أو الجارية حالياً لتقييم كيفية تأثير BIM على عمل الأطراف المشاركة في مواقع البناء ، و ما إذا كانت الحلول الرقمية تمتاز على الطرق التقليدية .

– اعتزم الباحث في دراسته على استكشاف كيفية استغلال إمكانيات تقنية BIM بأكبر قدر من الكفاءة ، و ما إذا كان تنفيذها يمكن أن يساهم في زيادة الكفاءة التشغيلية في المشاريع , بناء على

ذلك تم تحديد سؤال البحث الآتي : " كيف يعمل استخدام BIM على تحسين الأساس للمخططات في مرحلة التسليم ؟ "

– أجريت الدراسة من خلال أساليب نوعية مع النهج التحليلي بما في ذلك الأدب و دراسات الحالة .

فقد أجريت دراسات الحالة على أربعة مشاريع مختلفة – واحدة متعمقة و ثلاثة لتكملة السياق– حيث ثلاثة منها تتعلق بتشييد مباني المستشفيات العامة و واحدة تتعلق بتشييد متحف عام , و ذلك من خلال اجراء اثني عشر مقابلة استكشافية شبه منظمة مع ممثلي المشروع الرئيسيين (مالك المشروع و المقاول العام و مقاول الباطن و المستشار) في مشاريعهم الخاصة , و قد تم تحديد الأسئلة بناء على الموضوعات المركزية المتعلقة بتجارب مشاريع BIM و المخططات الرقمية طوال فترة المشروع , حيث تعتبر الاستجابات بمثابة المصادر الأولية للبحث ، فقد قدمت ملاحظاتهم الأساس للبيانات التجريبية للبحث , و تعتبر البيانات التكميلية التي تم جمعها من الدراسات الأدبية مصادر ثانوية , و تم فحص الأدبيات النظرية و استكشافها بنفس الوقت مع جمع البيانات التجريبية .

– تم استخدام التفكير الاختطافي عند تحديد بيان المشكلة و البحث في النظرية الحالية حول هذا الموضوع ، بينما تم نشر نهج استقرائي أثناء و بعد جمع البيانات التجريبية لاستخلاص الاستنتاجات حول هذا الموضوع .

– تمت مقارنة النتائج النظرية و التجريبية و فحصها فيما يتعلق ببعضها البعض لتوفير الأساس للاستدلالات ، فإن الهدف الرئيسي للباحث هو اكتشاف وجهات نظر جديدة في الإطار النظري لذلك يمكن اعتبار الجمع المنهجي بمثابة صقل للنظريات الموجودة .

– يمكن تلخيص تصميم البحث على أنه استكشاف قائم على أسس نظرية من خلال دراسات الحالة التجريبية .

– أشارت النتائج الى ما يلي :

- تنفيذ بيم في الموقع من خلال واجهات مثل الأجهزة اللوحية و الهواتف الذكية يمكن أن يعزز أنشطة الإنتاج و يزود فريق التسليم بأساس محسن و أكثر شمولاً للمخططات في مشاريع البناء واسعة النطاق. و مع ذلك ، يجب أخذ العديد من التحديات بعين الاعتبار .

- المشاريع التي يستخدم فيها الحلول الرقمية تكون ذات قيمة على المدى الطويل و تساهم في دفع الصناعة إلى الأمام .

- يوفر نموذج BIM لكل طرف في المشروع منصة مشتركة حسب تخصصه , مما يقلل من الأخطاء الناتجة عن التعارضات بين التخصصات المختلفة .

- إن الوصول إلى النموذج من خلال الأجهزة المحمولة في الموقع يعزز التواصل الأفضل في شكل تقارير و توثيق أكثر تبسيطاً لكل من التقدم و عدم الدقة ، مما يستلزم أيضاً استهلاكاً أكثر كفاءة للوقت.

- تتوفر مخططات الرسومات بالطريقة التقليدية على أوراق باهظة الثمن بينما من خلال تقنية BIM و الأجهزة اللوحية و الهواتف الذكية يمكن الوصول إلى المخططات الشاملة بشكل مستمر .

- تقدم الواجهات الرقمية أساساً عملياً للمخططات أكثر من الرسومات الورقية ، لأنها أكثر ملاءمة للإدارة و يمكنها الوصول إلى جميع المعلومات المطلوبة من خلال جهاز فردي .

- إن التطور التكنولوجي و التكيف مع الأساليب الجديدة التي تجلبها التكنولوجيا هما أهم العوامل المقيدة , ففي الأحيان يمكن اعتبار التكنولوجيا معقدة للغاية للنشر الفعال .

- استخدام المخططات الرقمية يستلزم تحولاً كبيراً في أساليب العمل المعتادة ، فمع التدريب المناسب و التوجيه يكون من المهم لمالك المشروع و المقاول العام أن يعملا كمحركات رئيسية من خلال تحفيز استخدام الحلول الرقمية .

- تتضمن جوانب التحول الرقمي في مرحلة تسليم مشاريع البناء تنفيذ الأدوات و الأساليب التي تزيد من الإنتاجية و الكفاءة و الجودة في الموقع . في هذا الصدد ، من المهم إدراك متى تكون حلول BIM مناسبة و متى لا تزال الطرق التقليدية تؤدي أداء متساوياً أيضاً, حيث تشير البيانات التجريبية إلى أن تنسيق 2D ليس ميتاً تماماً فقد لا يزال لديه مجال مناسب للاستخدام في ظروف معينة مثلاً عندما يعيق الطقس القاسي أوالظروف في الموقع الواجهات الرقمية , و عند الحاجة لتوفير تصور مناسب للصورة العامة للمبنى واسع النطاق أو علامات الخربشة . و مع ذلك, عندما تصبح الحلول الرقمية أكثر انتشاراً و تنضج الصناعة بشكل جماعي قد تتحول التجارب إلى نقطة يصبح فيها النموذج هو الأساس الوحيد للمخططات و هو الحل الأفضل لجميع الأطراف المعنية .

- معظم المشاريع واسعة النطاق التي يتم تنفيذها اليوم تسهل استخدام 3D BIM و 4D BIM ، في حين أن الأبعاد اللاحقة أقل شيوعاً حيث لا يزال يتم إصدارها للتو في الصناعة .

- تلعب المشاكل المكتشفة في مشاريع البناء اليوم دوراً في تشكيل تطوير حلول للمشاريع المستقبلية .

– أوصى الباحث بما يلي :

- بناء أساس نظري أوسع حول هذا الموضوع لضمان نقطة انطلاق أفضل للبحث , و هذا من شأنه أيضاً أن يمكن الدراسات المستقبلية من التعمق أكثر في الموضوع ، مثل المواصفات و الإيجابيات و السلبيات لمختلف برمجيات BIM ، و عملية تنفيذ BIM في الموقع .

- التركيز على تعزيز تنفيذ BIM في الموقع في مشاريع البناء المستقبلية على نطاق واسع جنباً إلى جنب مع التطور التكنولوجي في هذه الصناعة مما قد يوفر المزيد من الخبرات التجريبية للدراسات المستقبلية لهذا الموضوع .

- لا تزال بعض الحالات التي تم التحقيق منها في هذا البحث في المراحل الأولى من الإنتاج ، قد توفر إعادة النظر في هذه الحالات في غضون سنوات قليلة نتائج إضافية مثيرة للاهتمام حول تجاربهم في BIM في الموقع بما في ذلك الحلول التي نجحت و التي بدت صعبة .

- تعد قابلية التشغيل البيني موضوعاً مهماً من حيث تطوير BIM حيث يمكن دراسة العمل الذي تقوم به شركة البناء الذكية لتزويد الصناعة بتنسيقات موحدة و برامج مفتوحة إلى جانب تنفيذ معايير المصطلحات و العمليات داخل الحلول الرقمية .

- كشفت الدراسة عن نتائج مثيرة للاهتمام حول موضوع استخدام BIM بعد تسليم المشروع باعتباره التوأم الرقمي في مرحلة الصيانة و التشغيل , هذا موضوع - على حد علم المؤلف - لم يتم فحصه بعمق بعد ، حيث لا تزال هناك ندرة في البيانات التجريبية المتاحة , و يجب أن تركز الدراسات الإضافية على مجالات تطبيق و تأثيرات التوائم الرقمية في الممارسة العملية من خلال جمع البيانات من المشاريع ذات الطموحات لتجربة هذه الأساليب الحديثة .

- رسالة دكتوراه للباحث Douglas E. Chelson من جامعة University of Maryland عام 2010 بعنوان [4]:

" The Effects Of Building Information Modeling on Construction Site Productivity "

– يركز هذا البحث على دراسة تأثير استخدام تقنية BIM على انتاجية موقع البناء , و ذلك من خلال استخدام أسلوب دراسة الحالة بتطبيق BIM على مجموعة من المشاريع مختلفة الانواع و الأحجام , و اجراء استبيان لتحديد مدى استخدام BIM .

– تمثلت المشكلة البحثية بما يلي :

- صعوبة توصيل فكرة التصميم من المالك إلى المهندس بسبب الخلفيات و الأهداف المختلفة للمشاركين في المشروع حيث غالباً ما تكون تعريفات متطلبات البناء غامضة من المالك و / أو المهندس المعماري.

- الغموض بطريقة التصميم التقليدية (رسومات ثنائية الابعاد 2D) ، حيث لا يتم نقل المخططات و مواصفات التصميم بوضوح فيجب على البناة قضاء بعض الوقت في طلب التوضيح و تغيير المخططات و أحياناً إعادة تشغيل المكونات التي تم تثبيتها وفقا لتفسير المُنشِئ للوثائق و ليس وفقاً لاحتياجات المالك , فتزيد أوجه القصور هذه من مقدار الوقت و الموارد اللازمة لإكمال المنتج ، و بالتالي تكون معدلات الإنتاجية أقل و التكاليف أعلى .

– كمنت أهمية البحث بأن قدرة كل عضو في الفريق على ترجمة التعبيرات المرئية و المكتوبة و الشفوية و فهم الفروق الدقيقة للتواصل بشكل فعال و تصور مفهوم التصميم و التطابق بين فكرة التصميم و التخطيط أمر بالغ الأهمية لإنشاء منتج نهائي يلبي حاجة المالك و يحل معظم المشاكل الحاصلة بسبب التوقعات غير الملباة و زيادة التكاليف و تأخر المشاريع ، فإن BIM هو أداة فعالة في عملية التخطيط و التواصل مما يؤدي إلى زيادة فعالية التصميم و التقليل من إجمالي تكاليف المشروع و زيادة معدلات الإنتاجية في هذا المجال .

– الحاجة لهذا البحث تمثلت بالمحاور التالية :

- ✓ فهم القيمة الحقيقية لتنفيذ بيم .
- ✓ دراسة تغييرات الإنتاجية المرتبطة بممارسات BIM المحددة .
- ✓ الأثر الصافي لاستثمار بيم على معدلات الإنتاجية .
- ✓ كم من المال يحتاج تطبيق تقنية BIM لإنقاذ صناعة AEC ؟

– يهدف البحث الى تحديد مقدار التغيير في الإنتاجية الذي يحدث عند تنفيذ BIM , من خلال توفير البيانات اللازمة لتحديد مقدار الوقت و المال الذي يتم توفيره بالمشروع عند استخدام BIM, و قياس المؤشرات التالية مقابل متغيرات المشروع لتحديد سبب تأثير تقنية BIM على زيادة معدلات إنتاجية البناء :

- ✓ طلب معلومات RFI .
- ✓ أوامر التغيير .
- ✓ جدول الالتزام بالزمن .
- ✓ تأخير الوقت .
- ✓ معدل الإنتاجية .
- ✓ متغيرات المشروع .

– استخدم الباحث أسلوب دراسة الحالة بتطبيق BIM على مجموعة من المشاريع مختلفة الانواع و الأحجام لتقييم الإنتاجية الميدانية , كما قام باجراء استبيان لتحديد مدى استخدام BIM و تأثيرات الإنتاجية على مستوى المشاريع , و قام باجراء مقابلات مع الأشخاص الذين من المرجح أن يستخدموا BIM لتحديد استخدام بيم و عوامل الإنتاجية .

– خلصت الدراسة للنتائج التالية :

* يؤدي استخدام بيم إلى انخفاض كبير في عدد الطلبات و كمية اوامر التغيير و اعادة العمل في المشاريع .
* بيم له تأثير إيجابي على دقة الجدول الزمني و السرعة .
* تزيد عملية بيم من معدلات الإنتاجية الميدانية .
* يتيح بيم مستويات أعلى من التصنيع المسبق بحيث يتم تقليل تكاليف المشروع الإجمالية .

* يتم تحسين جودة المنتج النهائي من خلال استخدام بيم من قبل المقاولين .

* تم تخفيض طلبات الحصول على المعلومات المتعلقة بمشاريع بيم من 50 ٪ إلى 100٪.

- أظهرت البيانات التي تم جمعها خلال المقابلات و دراسات الحالة نتائج إيجابية بناء على استخدام بيم ، و لكن نظرا للاختلافات الثقافية و التشغيلية المختلفة للشركات و الأشخاص الذين تمت مقابلتهم ، كان وجود نظام إبلاغ رقمي ثابت أمرا صعبا. كانت جميع الشركات تقريبا قلقة من إعطاء أرقام دقيقة أو لم تكن تعرفها. تم تضمين مدخلات من مالك واحد و ثلاثة مديرين من المستوى التنفيذي لتوضيح وجهات نظر متنوعة حول كيفية تأثير بيم على عملية البناء .

- رسالة ماجستير للباحث Ehab Mokhtar من جامعة American University in Cairo عام 2016 بعنوان [5]:

"Using Design Thinking to Enhance Construction Site Problem Solving"

– يهدف البحث الى تقييم تأثير تكييف طريقة التفكير التصميمي على عملية حل المشكلات في موقع البناء من خلال الإجابة على الأسئلة التالية :

– هل استخدام التفكير التصميمي يعزز عملية حل المشاكل في مواقع البناء ؟

– هل سيكون فريق البناء أكثر إبداعا و ابتكارا باستخدام هذه الأدوات ؟

– و أخيرا , إذا كان هناك أي تعزيز للحلول , هل كل المشاكل لها نفس المستوى من التحسن , و عما إذا كانت هذه المشاكل تؤثر على النتائج ؟

– قدم الباحث ثلاث مشاكل بسيطة إلى ٢١ مشاركاً متعددي التخصصات ، و طلب منهم حل هذه المشكلات بطريقتهم التقليدية (القاعدة الأساسية) , بعد ذلك ، تم منحهم جلسة تدريبية حول التفكير

التصميمي ، ثم طلب منهم تشكيل مجموعات صغيرة للعمل على نفس المشاكل مرة أخرى و لكن هذه المرة باستخدام ما تعلموه في جلسة التفكير التصميمي .

أظهرت التجربة قبولاً و فهماً كبيرين لهذا النهج من المشاركين ، و أظهرت النتائج تحسناً كبيراً في حلول المشكلات الناتجة عن جلسة التفكير التصميمي مقارنة بالطريقة التقليدية الأولى .

النتائج مشجعة لمزيد من البحث حول كيف يمكننا تكييف نهج التفكير التصميمي في صناعة البناء ، حيث ثبت أن لديها القدرة على المساعدة في تطوير إدارة البناء .

– حيث أشارت النتائج إلى أن :

- تطبيق التفكير التصميمي ساعد في تعزيز حل المشكلات في موقع البناء بسبب اعتماده على العمل الجماعي و لأنه كلما زاد تنوع الفريق ، كانت النتيجة أفضل .
- الاستفادة من التفكير الجماعي يمكن أن تولد فواصل جذرية و هذا هو المكان الذي يحدث الابتكار ، و الشعور بالمسؤولية المشتركة في حل المشاكل يثير الأخلاق في فريق المشروع .
- الأنشطة في الموقع تولد الكثير من المعلومات كل يوم ، و يمكن أن يساعد التقاط هذه المعلومات عن طريق تدوين الملاحظات أو التوثيق الفوتوغرافي أو تسجيل الفيديو في تطوير العمل في الموقع حيث يمكن أن تشير هذه المعلومات التي تم التقاطها إلى أنماط أو إنذار للمشاكل المتزايدة أو حتى إلهام أفكار جديدة لتطوير سير العمل و الأنشطة في الموقع .
- ترتبط جودة التحسين بعدد أدوات التفكير التصميمي المستخدمة ، و بالتالي يجب إجراء المزيد من الأبحاث حول القدرة على اختيار الأدوات التي تناسب طبيعة صناعة البناء و التشييد .

❖ التعليق على الدراسات السابقة :

ركزت الدراسات السابقة على تحسين تخطيط موقع التشييد و ايجاد حلول للمشاكل التي تحدث في الموقع أثناء التنفيذ فانقسم الباحثين بايجاد الحلول لتحسين تخطيط الموقع الى ثلاثة محاور :

- تحسين تخطيط الموقع باقتراح برمجة أداة مناسبة لاتخاذ القرار.
- تحسين تخطيط الموقع باستخدام تقنية BIM .
- ايجاد حل لمشاكل الموقع باستخدام منهجية التفكير التصميمي .

لكن لم تجمع أي من هذه الدراسات بين تخطيط الموقع و تقنية BIM و منهجية التفكير التصميمي , و فمن هذا المنطلق سيتم في هذا البحث البحث في أهم الأسباب التي تسبب حدوث المشاكل في موقع التشييد و التي تؤثر على رضا العملاء و العاملين بالموقع و تأطيرها باستخدام منهجية التفكير التصميمي و اثبات فاعلية تقنية BIM في حل المشاكل الناتجة عن سوء تخطيط الموقع من خلال هذه المنهجية .

الفصل الثالث

الإطار النظري للبحث

3-1- تخطيط موقع التشييد CSLP:

تخطيط الموقع هو تخطيط عمليات الموقع و الترتيبات المطلوبة من أجل المضي قدماً في العمل بأكبر قدر ممكن من الكفاءة خلال جميع مراحل البناء , و يشمل تخطيط جوانب كثيرة مثل تخطيط لوجستيات الانشاء و مساحة العمل و توضع المرافق المؤقتة و عناصر الحماية و تخطيط طريق الوصول الى الموقع , يقوم مشرف المشروع بإعداد خطة الموقع التي تستخدم لإبلاغ جميع الأطراف بمشروع البناء بالترتيبات اللوجستية الداخلية و الخارجية و الترتيبات المتعلقة بالعمل و السلامة [6].

يمكن وضع خطة الموقع بعدة طرق , فهناك خطط موقع تم وضعها على رسومات مخطط المدينة باستخدام برنامج CAD ، أو خطط تم رسمها يدوياً أو مصنوعة باستخدام ملصقات لاصقة , و يجب أن تُحدَّث خطة الموقع باستمرار خلال تقدم العمل بالمشروع [7].

- التخطيط اللوجستي للموارد CLP:

- تعتبر الخدمات اللوجستية في الأعمال التجارية بشكل عام هي حركة المواد و المعدات و تخزينها و تسليمها بغرض ضمان أن يكون العنصر المناسب في المكان المناسب في الوقت المناسب . [8]

- يتم تعريف مصطلح "الخدمات اللوجستية" من قبل معهد Chartered للوجستيات و النقل على أنه عملية تصميم و إدارة و تحسين سلاسل التوريد ، مثل التصنيع و الشراء و التخزين و النقل [9].

- تتضمن إدارة الخدمات اللوجستية في البناء التخزين الاستراتيجي و المناولة و النقل و توزيع الموارد ، بالإضافة إلى تخطيط موقع البناء و الإدارة الفعالة و تحديث تخطيط الموقع مع تطور عمليات البناء الضرورية . [10]

– يجب أن يأخذ تصنيع و تركيب عناصر البناء الدائمة في الاعتبار حجم السيارة للنقل و طرق حركة المواد اللازمة و يجب تنسيق ذلك مع مراعاة موقع و شكل و حجم المرافق الثابتة و المؤقتة خلال كل مرحلة من مراحل الموقع [11].

2-3- تقنية نمذجة معلومات البناء BIM :

هي تقنية تعتمد في أساسها على دمج عملية التوصيف و النمذجة مع هيئة شكل المبنى , حيث تقوم بتصميم نموذج للمبنى يشمل جميع المعلومات و البيانات الخاصة به , و عمل محاكاة و توصيف لكل عملية يمر بها المبنى عند بنائه بالواقع . و هي ليست نماذج ثلاثية الأبعاد 3D فقط , إنما تعطي أكثر من بعد يتمثل في الزمن 4D و التكلفة 5D و الاستدامة 6D و إدارة المرافق7D [12] . حيث تكوّن منظومة متكاملة تشمل كل ما يتعلق بالمشروع و تضعه في قالب واحد , و تتميز بتكامل كافة مراحل العمل , و تعزيز التعاون و التنسيق بين جميع الأطراف و التخصُّصات في أثناء دورة حياة المشروع , ابتداءً من مراحل العمل الأولى للتصميم مروراً بمراحل البناء و التشغيل و الصيانة , إذ يتيح الوصول مباشرةً إلى قاعدة البيانات المشتركة للمشروع و تعديل الوثائق اللازمة و إعادة دمجها في قاعدة البيانات و جعلها في متناول الجميع , و يساعد في تسريع العمليات التي تُنفَّذ عادةً بالتتابع ، و أداء بعض الأعمال في وقتٍ واحد أو بصورةٍ موازية كتزامن عمليات التصميم مع التنفيذ و التنفيذ مع التشغيل ، ممَّا يساهم في إدارة المرافق بفعالية و تقليل الوقت و التكاليف فضلاً عن فوائده في مرحلة التشييد و متابعة البرنامج الزمني للمشروع [13].

و قد عرّفت اللجنة الوطنية لمعايير نمذجة معلومات البناء في الولايات المتحدة الأمريكية

The National Building Information Modeling Standards (NBIMS) committee

نمذجة معمومات البناء BIM بأنَّها :

" التمثيل الرقمي للخصائص الوظيفية و الفيزيائية للمنشأة الذي بدوره يصبح مورداً مشتركاً للمعلومات عن المنشأة إذ يشكّل أساساً موثوقاً به لاتخاذ القرارات خلال دورة حياتها من مرحلة الفكرة إلى مرحلة الهدم" [14].

3-3- دراسة فاعلية استخدام تقنية BIM في تخطيط موقع التشييد :

يتم تخطيط الموقع قبل بدء البناء لتخصيص و ترتيب الموارد الهامة مثل موقع المرافق المؤقتة و تدفق المواد و تحديد المواقع الآمنة للمعدات و غيرها [15].

– تسهّل حزم برمجيات تصميم BIM المعاصرة الإنتاج السريع و البسيط لتخطيطات الموقع ثلاثية الأبعاد , حيث يمكن تمثيل كتل الأبنية ثلاثية الأبعاد جنباً إلى جنب مع تمثيلات ثلاثية الأبعاد مفصلة للعناصر المطلوبة في الموقع مثل الرافعات البرجية [16]. كما يمكن تمثيل طرق الوصول إلى الموقع و مناطق تخزين المواد بطريقة يسهل فهمها [17]. و يتم تعزيز الاستفادة من التصور الواضح و المفصل لتخطيط الموقع الذي توفره أدوات BIM ثلاثية الأبعاد من خلال إضافة بيانات الوقت , حيث يُعرف توحيد و مواءمة التصميمات ثلاثية الأبعاد مع معلومات البرنامج الزمني للبناء باسم 4D BIM التي تسهّل إنتاج محاكاة Simulation للبناء مفصلة يتم إعدادها خلال مراحل ما قبل البناء مما يسمح للمصممين و مديري المشاريع بالتخيل الدقيق لأعمال البناء المقترحة بتفاصيل دقيقة . يتم تطبيق هذه العملية على عملية إدارة اللوجستيات أيضاً مما يسمح لفريق إدارة المشروع بالتنسيق الفعال للخدمات اللوجستية في الموقع , حيث يمكن بسهولة محاكاة التركيب و الحركة و الإزالة لكائنات العناصر في النموذج ، و تمثيل محيط الموقع و بوابات الوصول إلى الموقع و أرصفة التحميل و غيرها , و انتاج الصور و الرسوم المتحركة لنموذج المبنى [17] .

– إن تخطيط الموقع باستخدام BIM لا يوفر فقط نموذج ثلاثي الأبعاد, بل يمكن أيضاً اشتقاق

مخططات الموقع ثنائية الأبعاد المطلوبة في الموقع بسهولة [15] .

– تنطبق نفس معايير و مبادئ التخطيط الجيد للموقع ثنائي الأبعاد على تخطيط الموقع القائم على BIM , و مع ذلك فإن نمذجة معلومات البناء توفر ميزات تحسن من تخطيط الموقع , على سبيل المثال لا يمكن تمثيل مناطق الخطر في منطقة الموقع بشكل مناسب في مخطط 2D و لكن يمكن عرضها بشكل ثلاثي الأبعاد في نموذج BIM , و نظراً لأن مخطط الموقع القائمة على BIM موضح بصرياً فتكون دقته أكبر من دقة مخطط الموقع التقليدي , فمثلاً يجب أن يكون العرض ثلاثي الأبعاد لمعدات الموقع واضحاً و يمكن التعرف عليه و ليس مضللاً [7].

– لم تعد أنظمة تخطيط الموقع القائمة على رسومات 2D قادرة على تلبية احتياجات التخطيط خاصة عند وضع بعض الموارد أو المرافق في الموقع , بالإضافة إلى ذلك في مراحل مختلفة سيتغير تخطيط الموقع وفقاً لتلبية المتطلبات المتغيرة للمواد , لذلك يجب ألا يكون تخطيط الموقع ثابتاً و ثنائي الأبعاد بل يجب أن يكون ديناميكياً ثلاثي الأبعاد بالكامل [18].

❖ المحتويات الأساسية لخطة تخطيط الموقع القائمة على BIM [19] :

١– منطقة موقع البناء و الشوارع المجاورة و المناطق المحيطة المباشرة الأخرى التي قد يؤثر عليها موقع البناء .

٢– مرافق الموقع المؤقتة و الهياكل و المعدات .

٣– مواقف الموقع المؤقتة مثل المنطقة المحجوزة لتخزين المواد .

٤– التصورات التي تعزز السلامة مثل توضيح مناطق الخطر .

❖ محتويات نموذج العرض التوضيحي لمخطط الموقع باستخدام BIM [19] :

– المباني: كتل المباني .

– الموقع و المناطق المحيطة : منطقة موقع البناء و طريق الموقع و الشوارع المجاورة و أسماء الشوارع و كتل المباني المقابلة للموقع و مواقف السيارات (التي لم يتم تضمينها في مخطط الموقع الأصلي) .

– مرافق الموقع و التسييج : مرافق المكاتب و التخزين و سياج الموقع .

– الآلات و المعدات: رافعة برجية ، منشار خشب ، خلاطة خرسانة .

– الكهرباء و الإضاءة : لوحة التوزيع الرئيسية .

– تخزين المواد: العزل الحراري ، قضبان التسليح ، النوافذ ، أنابيب التدفئة و التهوية و تكييف الهواء ، العناصر مسبقة الصنع ، و مناطق التخزين لمختلف الوحدات الخرسانية مسبقة الصنع و المرافق اللازمة لتجميعها .

– التصورات: مجال امتداد الرافعة ، ممرات الموقع ، المركبات .

❖ التصورات Visualization [19]:

يمكن استخدام خطة الموقع القائمة على BIM لإنتاج أنواع عديدة من الصور التوضيحية و التصورات ، سواء كعروض ثابتة أو رسوم متحركة .

– طرق العرض الثابتة : يمكن استخدام نموذج تخطيط الموقع ثلاثي الأبعاد لإنتاج عروض توضيحية مختلفة لخطة الموقع من مناظير مختلفة , حيث يمكن أن تمثل المشاهدات الثابتة لمحات عامة أو تفاصيل خطة الموقع , و يمكن أيضاً تمييز نقاط الخطر على المخطط باستخدام الألوان مثلاً , و يمكن أيضاً إضافة معلومات إضافية إلى العرض ثلاثي الأبعاد من خلال نص ثلاثي الأبعاد ، على سبيل المثال إضافة تفسيرات للنموذج مثل "طريق الموقع" , كما يمكن إنتاج الصور من المناظير المطلوبة و التي عادة ما تكون صوراً واقعية للنموذج كلقطات بهدف إنتاج مناظير للموقع مفهومة و أقرب للواقع كما في الشكل (١) .

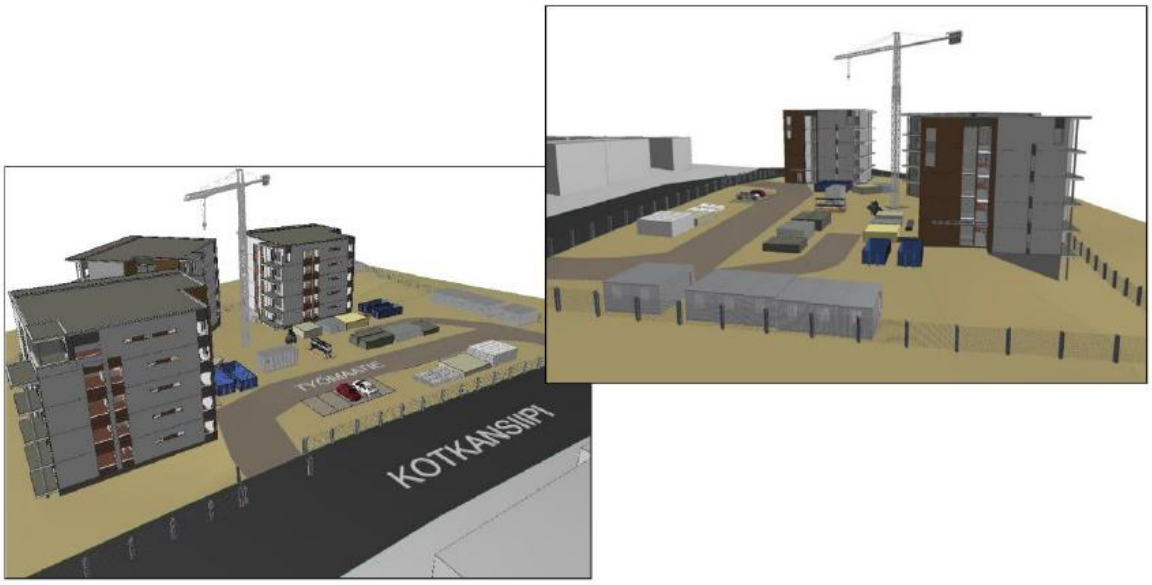
– الرسوم المتحركة Animation: يمكن استخدام نفس النموذج لإنتاج الرسوم المتحركة. يمكن أن توفر الرسوم المتحركة فهماً عاماً للموقع بسرعة ، و يمكن استخدامها على سبيل المثال كمشاهدة المعالم الافتراضية عند تقديم المشروع لموظفي الموقع ، أو عند تقديم ترتيبات الموقع للعميل .

- تصور منطقة الموقع المؤقتة أو المساحات المحجوزة : يتم تصور منطقة الموقع المؤقتة أو المساحات المحجوزة لتخزين المواد أو أداء مهمة عمل محددة بشكل فعال و آمن .
- تصور ممرات الموقع : يمكن استخدام تصور ممرات الموقع عند إبلاغ موظفي الموقع بالممرات الأكثر أماناً في كل مرحلة من مراحل البناء .
- تصور مناطق الخطر المتعلقة بالرافعات : يتم تنفيذ تصور مجال امتداد الرافعة عن طريق نمذجة كائن ثلاثي الأبعاد بشكل أسطوانة يحدد مجال امتداد الرافعة ، و الذي يتم استخدامه مع كائن الرافعة كما في (الشكل ٢) .

يمكن استخدام التصور ثلاثي الأبعاد لفحص المخاطر في حالة سقوط الحمولة ، أو لتقييم ما يمكن أن يصطدم به ذراع الرافعة . تزداد أهمية هذا النوع من الفحص في حالة وجود مساحة محدودة حول موقع البناء و أصبحت التعارضات ممكنة .

- تصورات منطقة الحراسة الأخرى : الاستفادة من التصور عند إبلاغ موظفي الموقع بمخاطر السلامة ، مثل التحذيرات حول الكابلات و خطوط الأنابيب و الحفريات و مناطق الحماية المتعلقة بها ، بالإضافة إلى إظهار الموقع أو المناطق المتضررة من التربة الملوثة أو المواد الخطرة الأخرى مثل الأسبستوس والميكروبات .

– يهدف استخدام نماذج معلومات البناء لإنتاج الرسومات ، مثل خطة الموقع التقليدية ثنائية الأبعاد التي تحتوي على أوصاف نصية ، و هذه الرسومات يمكن اسخدامها بالتوازي مع الخطة ثلاثية الأبعاد , كما يمكن إنتاج كميات و بيانات المنتج من النموذج .



الشكل (١) : مناظير عامة لمخطط الموقع باستخدام نموذج بيم [19]

الشكل (٢): تصور مجال امتداد الرافعة باستخدام نموذج بيم [19]

1-3-3- التخطيط اللوجستي للموارد باستخدام تقنية BIM :

- تتميز مشاريع البناء الحضرية بنقص المساحة المتاحة في مواقع البناء , و نظراً لطبيعة هذه المواقع المحصورة يجب إدارة لوجستيات البناء (مواد البناء و المعدات و القوى العاملة) داخل نفس المنطقة مما يؤدي إلى صراعات متكررة [2] , و إن سوء إدارة اللوجستيات يعد أحد العوامل الحاسمة التي تؤثر

على أداء مشاريع البناء [20]. لأن الخدمات اللوجستية تعد من أحد أهم الأنشطة القائمة في الموقع حيث تعتمد مستويات إنتاجية القوى العاملة على التسليم الدقيق للمعدات و المواد مما يؤثر في نهاية المطاف على تاريخ انتهاء المشروع [10]. فيجب تحسين تخطيط موقع البناء و لوجستياته بعناية لضمان التدفق السلس للمواد و المعدات و العمالة , و ذلك من خلال استبدال طرق تخطيط الموقع التقليدية بطرق أخرى أكثر فاعلية توفر " المعلومات الصحيحة للأشخاص المناسبين في الوقت المناسب " و هي المبادئ الأساسية لنظام BIM [17].

– يمكن تطبيق برمجيات BIM على لوجستيات البناء بعدة طرق , حيث تسمح المنصات ثلاثية الأبعاد بتنسيق ترابط الاستراتيجيات اللوجستية المعقدة مع بعضها بسرعة و وضوح , كما تسمح إضافة بيانات الوقت بشكل 4D BIM بإدارة المساحة المتاحة للحركة عند نقل المواد و تخزينها [17].

– و قد تمثلت فوائد استخدام تقنية BIM لادارة لوجستيات البناء بالفوائد التالية :

✓ تحسين فهم المعلومات اللوجستية :

يوفر عرض المعلومات اللوجستية من خلال منصة ثلاثية الأبعاد دقة لا تتوفر من خلال المعلومات ثنائية الأبعاد وحدها مما يؤدي الى تحسين فهم بيانات تخطيط الموقع فيسمح بتفسير العمليات اللوجستية المعقدة بسهولة أكبر من قبل الأفراد الذين ليس لديهم خلفية انشائية أو لوجستية [11].

✓ تحسين سلامة الموقع :

يوفر استخدام نموذج ثلاثي الأبعاد للتخطيط اللوجستي وضوحاً في فهم العمليات اللوجستية مما يسمح برصد مخاطر الصحة و السلامة التي قد يكون من الصعب تحديدها باستخدام المعلومات ثنائية الأبعاد , علاوة على ذلك يمكن احاطة العاملين بالموقع بشكل سريع و مستمر بمعلومات واضحة جيداً و سهلة الفهم , هذا يقلل من احتمالية وجود الخطة اللوجستية المفتوحة للتفسير مما يقلل من المخاطر المرتبطة بالتفسير غير الدقيق [11] [21].

✓ تحسين فعالية التخطيط (مثل تجنب تعارضات الزمان و المكان) :

يتيح نموذج 4D BIM لمنسقي المشروع تحكم أكبر بالجدول الزمني المقترح لأعمال البناء و بالتفاعلات بين العمليات اللوجستية و عمليات البناء , حيث أن الوضوح باللوجستيات القائمة على 4D BIM يسمح للمخططين بتحديد المشكلات المحتملة بسرعة عند تعارض ترتيب العمل المجدول مع الترتيبات اللوجستية المقترحة , و إن اكتشاف هذه التعارضات قبل حدوثها في الموقع يؤدي إلى تحسين كفاءة الموقع و تقليل التكلفة [11] [22].

✓ تحسين كفاءة التخطيط اللوجستي :

يتم ذلك من خلال اظهار التعارضات باستخدام أدوات كشف التعارضات المرافقة لحزم برمجيات BIM, و من خلال المحاكاة ثلاثية الأبعاد التي تسهل تحديد الحلول و مراجعة الخدمات اللوجستية [17].

– تؤدي الطبيعة الديناميكية لمواقع البناء إلى تطور ظروف الموقع التي قد لا تكون ممثلة لنموذج 4D BIM الذي تم إنشاؤه قبل بدء التنفيذ , فيمكن أن تؤدي سياسة المراجعة المنهجية و تعديل النموذج أثناء تنفيذ البناء إلى تحسينات في كفاءة الموقع و تجنب تعارضات الزمان و المكان التي لا يمكن التنبؤ بها بواسطة نموذج قديم .

– إن العودة إلى أساليب إدارة الخدمات اللوجستية التقليدية باستخدام المعلومات ثنائية الأبعاد يزيد من مخاطر عدم التنبؤ بالمشكلات المحتملة و ادراكها عندما تتحقق أثناء التنفيذ في الموقع [17].

– يمكن تعزيز التحسينات المقدمة من خلال وجود قاعدة بيانات مشتركة كنقطة مرجعية مركزية لإدارة و تنسيق الخدمات اللوجستية بشكل أكبر من خلال مدخلات من مقاولين متخصصين. لأن تشجيع تقييم الخطط المقترحة من ذوي الخبرة بجميع تخصصات البناء يمكن أن يقدم نظرة ثاقبة للمشاكل و التعارضات المحتملة التي قد لا تكون واضحة لأولئك الذين يشرفون على المشروع العام و اللوجستيات

و يمكن أن تكون هذه المشاركة التعاونية في شكل اجتماعات منظمة بانتظام ، حيث تتم دعوة المقاولين المعنيين لمراجعة أعمال المشروع و الترتيبات اللوجستية من خلال نموذج رباعي الأبعاد 4D BIM و عرض المحاكاة مما يتيح لهم فهماً دقيقاً لمتطلباتهم اللوجستية الخاصة و تحديد المشاكل المحتملة , و يمكن اقتراح الحلول المحتملة بالتعاون مع الأفراد الذين ينسقون الأعمال و هم على تواصل معهم [17] .

1-1-3-3- الآليات و المعدات :

يعد تحديد موضع الرافعة البرجية في موقع البناء مهمة جادة ، بغض النظر عن خصائص الرافعة أو موقع البناء [23] [24]. لا تتعلق أهمية تحديد موقع الرافعة البرجية بالسلامة العامة فحسب ، بل تتعلق أيضاً بكفاءتها و تأثيرها على الاقتصاد و استهلاك الطاقة [25].

من الناحية العملية إن عملية اتخاذ القرار الشائعة بشأن موضع الرافعة البرجية تعتمد بشكل أساسي على حدس الممارسين و خبرتهم و بالتالي يصعب تحديد موضع الرافعة البرجية و تأكيده على أنه الموضع الأمثل. توفر نمذجة معلومات البناء (BIM) مجموعة من المعلومات اللازمة لتحديد الموقع الأمثل للرافعة البرجية [25].

- في حالة تخطيط التوضع الأمثل للرافعات البرجية في الموقع يمكن لـ BIM من خلال امكانيته البصرية توسيع التمثيل المرئي لرصد حركات الرافعات العاملة بنفس المنطقة و منع تصادمها [1].
- تزداد العقبات مع التقدم بعملية التشييد حيث تزداد العناصر المثبتة في الموقع، و لا بدّ من العمل على عدم اصطدام الرافعة البرجية بأي من هذه العناصر المثبتة خلال العمل , لذلك يجب العمل على إيجاد مسار خالي من العقبات الحالية و المستقبلية التي سيتم انشائها مع تقدم البناء [26].

– إن نموذج BIM يوفر القدرة على محاكاة حركة الرافعات و الكشف عن التعارضات المحتملة بين الرافعات البرجية و العناصر الأخرى في الموقع [26].

2-1-3-3- المواد :

– يعد التخطيط اللوجستي للمواد MLP مهماً في إدارة سلسلة التوريد التي تعزز تسليم المشروع بكفاءة , و يهدف الى ضمان تسليم المواد بالوقت المناسب لتقليل المواد الخاملة في الموقع [27].

– أهمية استخدام بيم في إدارة المواد [28] :

- ✓ تساعد تقنية BIM على التوفير من تكاليف المواد بسبب دقة برمجياتها في تقدير كميات المواد بدون مبالغة مما يساعد على التخلص من نفايات المواد, و إمكانية التعديل التلقائي للكميات عند طلب التغيير في التصميم .
- ✓ يساهم البيم في تقليل مخزون المواد و بالتالي تقليل التكلفة و تقليل احتمالية السرقة و تعرض المواد للتلف .
- ✓ استخدام التصور في 4D BIM يدعم تنسيق أوقات تسليم المواد مما يؤدي للحد من الازدحام بمواقع العمل .

3-1-3-3- العمالة :

– بسبب الافتقار للتخطيط و التحكم في عملية البناء يتم إنفاق نصف وقت العمال فقط في أداء العمل و يتم إنفاق نصف وقتهم الآخر تقريباً دون قيمة , فقد أظهر Adrian (1987) أن حوالي 35% من وقت العمال يضيع بسبب انتظار التعليمات أو المواد أو العمال الآخرين [4].

– تزداد معدلات الإنتاجية في الموقع مع تنفيذ ممارسات BIM لأن إعادة العمل و الوقت الضائع يتم تقليلهما للعمال [4]. حيث ترتفع إنتاجية العمالة بمعدل 15-30% نتيجة استخدام BIM [29].

2-3-3-تخطيط مساحة العمل :

- تخطيط مساحة العمل هي عملية إنشاء مساحات العمل و تخصيصها و ربطها بالجدولة الزمنية للأنشطة الخاصة بكل مساحة عمل ، و اكتشاف الازدحام و التضاربات المكانية و الزمانية بين مساحات العمل و حل النزاعات على استخدامها , حيث يتطلب كل مشارك في مشروع تشييد المباني مساحة عمل مخصصة لموارده و تنفيذ أنشطته , فيؤدي التخطيط غير المناسب لمساحات العمل في موقع البناء الى حدوث مشاكل في مساحة العمل ، مما يؤدي إلى فقدان الإنتاجية و مخاطر السلامة و قضايا الجودة الرديئة , لذلك يجب اعتبار مساحة العمل واحدة من أهم الموارد و القيود التي يجب إدارتها في موقع البناء. و قد ثبت أن تقنيات تخطيط البناء الحالية غير كافية لتخطيط مساحة العمل لأنها تفترض أن طاقماً واحداً فقط قادراً على تشغيل كل منطقة عمل في وقت واحد و أن موارد تنفيذ النشاط تشغل مساحة العمل المطلوبة طوال مدة تنفيذ النشاط , كما يعتمد هذا التخطيط على المعرفة البديهية و التجريبية للمخطط و من الصعب تصور و استيعاب التغيرات المعقدة و الديناميكية لمساحات العمل خلال تقدم العمل مما يؤدي الى صعوبة في الوقاية الاستباقية من مشاكل مكان العمل و آثارها السلبية [30].

- تساهم تقنية BIM في تخطيط مساحة العمل بشكل فعال من خلال المحاكاة البصرية لاحتلال مساحة العمل التي تأخذ في الاعتبار الخطة الزمنية للبناء و خصائص أنواع أماكن العمل و النشاط .

- يمكن من خلال نموذج 4D BIM :

✓ محاكاة التغييرات الديناميكية الحاصلة في مساحة العمل خلال تقدم المشروع من خلال ربط الكائنات ثلاثية الأبعاد مع الأنشطة المقابلة لها في الجدول الزمني للمشروع .

✓ تحديد متطلبات مساحة العمل لتنفيذ النشاط باستخدام العلاقة المكانية بين مساحة العمل و الكائنات .

✓ تمثيل حالة استخدام مساحة العمل بصرياً من خلال التنبؤ بحالة استخدام مساحة العمل لكل مشارك و تحديد التعارضات المكانية و الازدحام و المشاكل و حلها بشكل مسبق قبل بدء التنفيذ .

✓ معرفة المعوقات التي تؤخر وصول موارد تنفيذ النشاط الى مساحة العمل الخاصة بها في الوقت المحدد بسبب العوائق التي أنشأتها مساحات العمل الأخرى , من خلال محاكاة المسارات للتحقق من وجود أو عدم وجود مساحة مسار متاحة لجميع الموارد في موقع البناء و اختيار المسار الأمثل و يشمل تحليل المسار ما يلي :

١- مسار العامل من المدخل الى مساحة العمل .

٢- مسار وحدة العمل من مساحة العمل الى مساحة العمل التالية .

٣- مسار تخصيص المواد من المدخل الى مساحة التخزين .

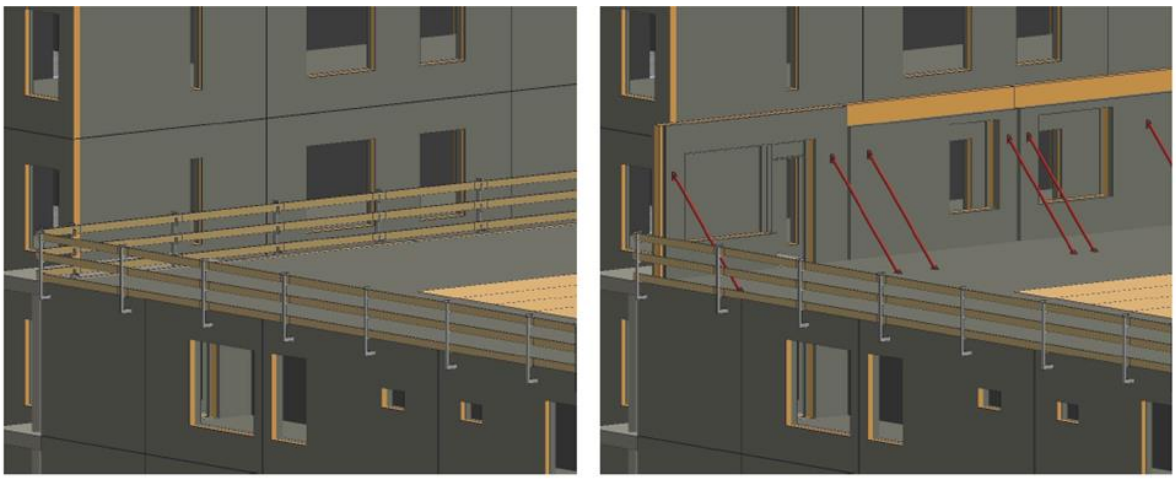
٤- مسار نقل المواد من مساحة التخزين الى مساحة العمل .

- تتيح BIM إمكانية مشاركة المقاولين في التخطيط في مراحل مبكرة من التصميم مما يحد من النزاعات الحاصلة في الموقع على مساحة العمل [30].

3-3-3- إدارة مخاطر الأمن و السلامة في الموقع :

إن تواتر الحوادث المرتفع يمثل تحدياً حقيقياً للسلامة في صناعة البناء , و دائماً ما يضر الحادث بعمليات موقع البناء و يتكبد تكاليف مباشرة و غير مباشرة , و إن تحديات الوقاية من الحوادث تتمثل في تنظيم موقع البناء بشكل فعال ، و التخطيط الفعال لاستخدام الموقع و المهام و حماية العاملين

من المخاطر [31] [32] . فيمكن تحسين أساليب تخطيط و إدارة السلامة باستخدام تقنية BIM التي تتيح نموذج رباعي الأبعاد للموقع 4D BIM يمكن من خلاله محاكاة ترتيبات السلامة المتعلقة بكل مرحلة عمل مثل محاكاة الحماية من السقوط من خلال نمذجة حواجز الحماية و شبكات الأمان و نقاط تثبيت حزام الأمان كما هو موضح في الشكل (٣) [19].



الشكل (٣): تخطيط الحماية من السقوط باستخدام نموذج بيم [19]

– يمكن دعم تخطيط السلامة باستخدام 4D BIM و محاكاة نموذج الموقع بالطرق التالية [19] :

- تخطيط السلامة و تحديد مخاطر السلامة : تخطيط و تحليل عمليات تسلسل البناء و ترتيبات السلامة ذات الصلة يدعم تقييم و تحديد مخاطر السلامة , و امكانية القيام بالتنسيق و اكتشاف التعارضات و تقييم مدى كفاية المساحة لإجراء مهام العمل بأمان .

- إرشادات و تعليمات المهام : تلخيص أداء العمل و قضايا السلامة بشكل توضيحي .

- إعلام الموظفين بالعمل الحالي و المخاطر و ترتيبات السلامة : يمكن استخدام نموذج 4D BIM للإبلاغ عن التقدم المحرز في المشروع و العمل المستقبلي و العمل الحالي و ترتيبات السلامة ذات الصلة و القضايا التي تتطلب اهتماماً خاصاً من الموظفين.

- تسجيل عمليات التفتيش و التحقق منها : يمكن تسجيل معلومات الحالة المتعلقة بعمليات التفتيش المختلفة المتعلقة بإدارة السلامة و ربطها بنموذج 4D BIM .

3-3-4- برمجيات تقنية BIM المستخدمة لتخطيط موقع التشييد :

- برمجيات النمذجة ثلاثية الابعاد :

REVIT

- برمجيات التخطيط الزمني للمشروع :

SYNCHRO - NAVISWORKS - PRIMAVERA

- برمجيات ربط النموذج ثلاثي الأبعاد بالمخطط الزمني :

SYNCHRO - NAVISWORKS

- برمجيات نمذجة مخطط الموقع :

NAVISWORKS – SYNCHRO

- برمجيات إدارة المخاطر :

SYNCHRO

3-3-5- معوقات اعتماد تقنية BIM في تخطيط موقع التشييد [17] :

- تهميش اعتماد تقنية BIM بين العاملين في الموقع :

أدى التركيز السائد على تطبيقات BIM لإدارة التصميم و التحكم في التكاليف إلى اعتماد هامشي بين موظفي إدارة المشروع في الموقع , فإنه نادراً ما تُستخدم النماذج اللوجستية 4D BIM التي يتم إنتاجها في بداية المشروع لتنسيق العمليات اللوجستية بعد بدء الأعمال المجدولة بدلاً من العودة إلى إدارة لوجستيات البناء عبر المعلومات ثنائية الأبعاد .

- ضعف تدريب العاملين بالموقع على تقنية BIM :

لا شك أن الحد الأدنى من اعتماد BIM بين العاملين في الموقع هو نتيجة الحد الأدنى من تدريب العاملين في الموقع على الاستخدام الفعال لبرمجيات BIM . الاعتماد على عدد قليل من الأفراد المدربين مثل منسقي BIM و مديري BIM و مخططي المشروع للتعامل مع النماذج ثلاثية و رباعية الأبعاد أثناء العمل يعني أن استخدام BIM لإدارة الخدمات اللوجستية ليس واسع الانتشار كما ينبغي أن يكون . فقط من خلال تدريب جميع موظفي الموقع سيتم تحقيق تطبيقات BIM لإدارة الخدمات اللوجستية و مزاياها اللاحقة .

- مشاركة مقاولين متخصصين في الخدمات اللوجستية :

نادراً ما تتم دعوة مقاولي اللوجستيات المتخصصين لتقديم رؤيتهم الخبيرة في مقترحات اللوجستيات و نادراً ما يتم توزيع الخطط اللوجستية القائمة على 4D BIM على هؤلاء المقاولين بشكل يسمح بفحص دقيق مفصل .

بالنظر إلى تجاربهم و خبراتهم بالإضافة إلى أنظمة إدارة اللوجيستيات المملوكة لهم تحت تصرفهم ، يمكن أن تكون هناك مزايا كبيرة للتعامل مع هؤلاء المتخصصين في وقت مبكر من العملية , و ستوفر الدعوة إلى المشاركة المبكرة مزيداً من الوضوح للمبرر المنطقي لاتخاذ قرارات معينة بشأن إدارة مختلف العناصر اللوجستية .

3-4- منهجية التفكير التصميمي Design Thinking :

3-4-1- مفهوم التفكير التصميمي [5]:

- هو منهجية تقوم على إيجاد الحلول و الابتكار المركز أساساً على الإنسان , و يضع الأشخاص الذين نصمم لهم في مركز العملية و يدعوهم لايجاد حلول ملموسة .

- يبدأ بالهدف و ما يراد تحقيقه ثم يتجه إلى تحليل المشكلة , بمعنى تحديد الهدف المراد تحقيقه ثم تفصيل المشكلة و ايجاد حلولاً لها تتناسب مع الهدف المرجو .

- يعد مفيداً في علاج المشكلات غير المحددة , إذ أنه يهتم بإعادة صياغة المشكلة و افتراض الآثار المترتبة عليها و بالتالي وضع الحلول المناسبة .

- يهدف للتفكير خارج الصندوق و تحقيق متطلبات و احتياجات المستخدمين .

- التفكير التصميمي في ازدياد في عالم ادارة الأعمال , فهو يحقق أفضل منتج للعميل و يلبي كل رغباته , كما يتميز بالمرونة و الابداع و سهولة التعديل و التطوير في خطواته مما يجعله يحاكي كل التحديثات المستقبلية المطلوبة عالمياً .

- يتميزّ هذا الأسلوب بالقدرة على الجمع بين التعاطف مع ظروف مشكلة ما و الإبداع في توليد رؤى و حلول منطقيةٍ لها في تحليل و تكييف هذه الحلول تبعاً لظروف المشكلة .

3-4-2- الغرض من التفكير التصميمي [5] :

هناك العديد من الفوائد لاستخدام نهج التفكير التصميمي سواء كان ذلك في سياق تجاري أو تعليمي أو شخصي أو اجتماعي :

- يعزز التفكير التصميمي الإبداع و الابتكار .

– غالباً ما يشار إلى التفكير التصميمي على أنه الحل الوسط السليم لحل المشكلات فهو ليس غارقاً تماماً في العاطفة و الحدس و لا يعتمد فقط على التحليلات و العلوم و الأسباب المنطقية ؛ يستخدم مزيجاً من الاثنين .

– يضع البشر في المقام الأول من خلال التركيز بشدة على التعاطف .

3-4-3- فوائد التفكير التصميمي في العمل [5]:

– يقلل بشكل كبير من الوقت المستغرق في السوق من خلال تركيزه على حل المشكلات و إيجاد حلول قابلة للتطبيق خاصةً بالاقتران مع المرونة و السرعة .

– توفير في التكلفة و عائد استثمار كبير.

– يحسن الاحتفاظ بالعملاء و الولاء : يضمن التفكير التصميمي اتباع نهج يركز على المستخدم , مما يعزز في النهاية مشاركة المستخدم و الاحتفاظ بالعملاء على المدى الطويل .

– يعزز الابتكار: التفكير التصميمي يدور حول تحدي الافتراضات و المعتقدات الراسخة و تشجيع جميع أصحاب المصلحة على التفكير خارج الصندوق , هذا يعزز ثقافة الابتكار التي تمتد إلى ما هو أبعد من فريق التصميم .

3-4-4- مبادئ التفكير التصميمي [5] :

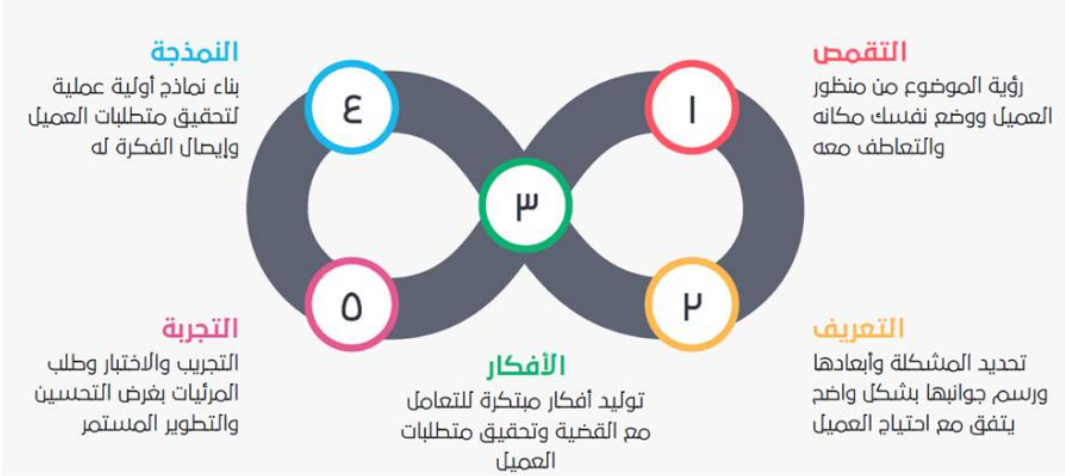
1- القاعدة البشرية : بغض النظر عن السياق فإن جميع أنشطة التصميم اجتماعية بطبيعتها و أي ابتكار اجتماعي سيعيدنا إلى وجهة نظر تتمحور حول الإنسان .

2- قاعدة الغموض : الغموض أمر لا مفر منه و لا يمكن إزالته أو المبالغة في تبسيطه , تعد تجربة حدود معرفتك و قدرتك أمراً حاسماً في القدرة على رؤية الأشياء بشكل مختلف .

3- قاعدة إعادة التصميم : يتم إعادة تصميم كل التصميم في حين أن التكنولوجيا و الظروف الاجتماعية قد تتغير و تتطور تظل الاحتياجات الإنسانية الأساسية دون تغيير , نحن في الأساس نعيد تصميم وسائل تلبية هذه الاحتياجات أو الوصول إلى النتائج المرجوة فقط .

4- قاعدة الملموسية : جعل الأفكار ملموسة في شكل نماذج أولية يمكّن المصممين من إيصالها بشكل أكثر فعالية .

5-4-3- مراحل التفكير التصميمي [5] :



الشكل (٤): مراحل التفكير التصميمي [33]

1- التعاطف أو التقمص :

يوفر التعاطف نقطة البداية الحاسمة للتفكير التصميمي .

تقضي المرحلة الأولى من العملية في التعرف على المستخدم و فهم رغباته و احتياجاته و أهدافه , و هذا يعني مراقبة الناس و التعامل معهم لفهمهم على المستوى النفسي و العاطفي .

خلال هذه المرحلة يسعى المصمم إلى تنحية افتراضاته جانباً و جمع رؤى حقيقية حول المستخدم .

الشكل (٥): أساليب في التقمص [33]

2- التحديد أو التعريف :

المرحلة الثانية في عملية التفكير التصميمي مخصصة لتحديد المشكلة , ستجمع كل النتائج التي توصلت إليها من مرحلة التعاطف و تبدأ في فهمها,

ما الصعوبات و العقبات التي يواجهها المستخدمون ؟

ما هي الأنماط التي تلاحظها ؟

ما هي مشكلة المستخدم الكبيرة التي يحتاج فريقك إلى حلها ؟

بحلول نهاية مرحلة التعريف سيكون لديك بيان مشكلة واضح , المفتاح هنا هو تأطير المشكلة بطريقة تتمحور حول المستخدم بدلاً من قول " نحن بحاجة إلى ..." , ضع إطاراً له من حيث المستخدم الخاص بك .

بمجرد صياغة المشكلة في كلمات يمكنك البدء في التوصل إلى حلول و أفكار مما يقودنا إلى المرحلة الثالثة .

الشكل (٦): أساليب في التعريف [33]

3- الفكرة :

مع وجود فهم قوي للمستخدمين و بيان واضح للمشكلة ، فقد حان الوقت لبدء العمل على الحلول المحتملة .

المرحلة الثالثة في عملية التفكير التصميمي هي المكان الذي يحدث فيه الإبداع ، و من المهم الإشارة إلى أن مرحلة التفكير هي منطقة خالية من الأحكام . سيعقد المصممون جلسات التفكير من أجل الخروج بأكبر عدد ممكن من الزوايا و الأفكار الجديدة ، هناك العديد من الأنواع المختلفة لتقنيات التفكير التي قد يستخدمها المصممون من العصف الذهني و رسم الخرائط الذهنية إلى العصف الجسدي (سيناريوهات لعب الأدوار) و الاستفزاز - أسلوب التفكير الجانبي الشديد الذي يجعل المصمم يتحدى المعتقدات الراسخة و استكشاف خيارات و بدائل جديدة .

قرب نهاية مرحلة التفكير، ستقوم بتضييقها إلى بعض الأفكار التي يمكنك المضي قدمًا بها .

الشكل (٧): أساليب في الأفكار [33]

4- النموذج الأولي :

تتمحور الخطوة الرابعة في عملية التفكير التصميمي حول التجريب و تحويل الأفكار إلى منتجات ملموسة .

النموذج الأولي هو في الأساس نسخة مصغرة من المنتج تتضمن الحلول المحتملة التي تم تحديدها في المراحل السابقة .

هذه الخطوة أساسية في اختبار كل حل و إبراز أي قيود و عيوب .

خلال مرحلة النموذج الأولي يمكن قبول الحلول المقترحة أو تحسينها أو إعادة تصميمها أو رفضها اعتماداً على كيفية أدائها في نموذج النموذج الأولي .

الشكل (٨): أساليب في النمذجة [33]

5- الاختبار و التجريب :

بعد إجراء النماذج الأولية يأتي اختبار المستخدم ، و لكن من المهم ملاحظة أن هذا نادراً ما يكون نهاية عملية التفكير التصميمي ، في الواقع غالباً ما تقودك نتائج مرحلة الاختبار إلى الخطوة السابقة مما يوفر الأفكار التي تحتاجها لإعادة تعريف بيان المشكلة الأصلي أو ابتكار أفكار جديدة لم تفكر بها من قبل .

الشكل (٩): أساليب في التجربة [33]

الفصل الرابع

الإطار العملي للبحث

1-4- لمحة عن الشركة :

شركة دراسات و تنفيذ و مقاولات , مقرها في مدينة حمص و لديها مكتب في منطقة حسياء الصناعية تأسست عام ١٩٩٤ في محافظة حمص , و كان هدفها الدخول في ساحة العمل الخاص الذي بدأ يسهم في إنجاز المشاريع بالتعاون مع القطاع العام بعد صدور القانون رقم 10 للاستثمار في سورية .

بدأت الشركة بمشاريع صغيرة ثم انتقلت تدريجياً لتنفيذ المشاريع الكبيرة , فقد قامت بتنفيذ عدد كبير من الأبنية و إنشاء و ترميم عدد من السدود و شق كثير من الطرق .

سعت الشركة الى تأمين الوسائل و الأدوات التي تسهم في دخولها لساحة الأعمال الكبرى و اتجهت لتأمين معدات العمل من قبلها فتوفر لديها عدد من آليات النقل و الآليات الهندسية الخفيفة و الثقيلة ليكون كل ما يُنفَذ في المشاريع نابع من الشركة نفسها .

و تملك الشركة مجبل اسفلتي – كسارة – محطتان وقود شرق و غرب طريق دمشق – حمص الدولي بحسياء لتزويد جميع الآليات بالوقود للقطاعين العام و الخاص – ورشة لصيانة الآليات و مغسل و مشحم خاص بها بحيث تبقى دائماً بالجهوزية العالية .

2-4- تطبيق منهجية التفكير التصميمي لايجاد حلول لارضاء العملاء :

المرحلة الأولى : التعاطف أو التقمص	
الأسلوب	المقابلات الشخصية
الخطة	استخدام الأسئلة المفتوحة
	تدوين الملاحظات
	استخدام خارطة التعاطف لتلخيص المرئيات
النتيجة (متطلبات العميل)	الالتزام بالزمن المحدد بالعقد
	الالتزام بالكلفة المحددة بالعقد
	تحقيق الجودة المطلوبة

الجدول (١): مرحلة التعاطف لايجاد حلول لارضاء العملاء (اعداد الباحث)

المرحلة الثانية : التعريف أو تحديد المشكلة	
الأسلوب	اعادة تعريف المشكلة
الخطة	جمع البيانات التي توصلنا لها بمرحلة التعاطف و فهمها
	العودة للمرحلة الأولى و التأكد من مدى فهمنا لاحتياجات العميل
النتيجة (تأطير المشكلة)	تأخر وصول الموارد الى مساحة العمل الخاصة بها بسبب المعوقات الموجودة في طريق الوصول مما يؤدي الى التأخر في زمن المشروع
	هدر الوقت بسبب الخلافات بين المقاولين على الفراغ المتوفر في موقع العمل
	ضعف إنتاجية العاملين في الموقع بسبب الوقت الضائع في انتظارهم للتعليمات أو وصول المواد او التنقل بين المرافق
	التكلفة الزائدة نتيجة عدم التقدير الدقيق لكميات المواد
	الهدر في المواد نتيجة تلفها بسبب سوء التخزين
	التعارضات المكانية و ازدحام الورشات بنفس مساحة العمل مما يؤدي لتردي جودة التنفيذ

الجدول (٢): مرحلة التعريف لايجاد حلول لارضاء العملاء (اعداد الباحث)

المرحلة الثالثة : الأفكار	
الأسلوب	الكتابة الذهنية
الخطة	عقد اجتماع مع المهندسين و المقاولين و الفريق الإداري
	كتابة الأفكار و جمعها
	العودة الى المرحلة الثانية و قياس مدى مطابقة الأفكار لحل المشاكل و ملائمتها لتحقيق الهدف لمطلوب
	اختيار الحل الأنسب
النتيجة (الحل المقترح)	تطبيق تقنية BIM

الجدول (٣): مرحلة الأفكار لايجاد حلول لارضاء العملاء (اعداد الباحث)

المرحلة الرابعة : النمذجة أو النموذج الأولي	
الأسلوب	النمذجة الالكترونية
الخطة	جمع معلومات شاملة عن طريقة تخطيط الموقع باستخدام تقنية BIM و فوائدها و مدى تحقيق نتائج تطبيقها لمتطلبات العملاء
	جمع نماذج مواقع تشييد منمذجة باستخدام BIM
	تصميم عرض يحتوي على المعلومات و النماذج و فيديوهات توضيحية
	عقد اجتماع و استدعاء العملاء و عرض النماذج و المعلومات حول تخطيط الموقع باستخدام BIM لهم و مشاركتهم بالحل
	المناقشات و امكانية توليد أفكار جديدة
	التأكيد على استخدام الحل المقترح لحل المشاكل أو تغييره بناء على أدائه
النتيجة	تأييد العملاء لتطبيق تقنية BIM في تخطيط مواقع التشييد و تأكيد ايفائه بمتطلباتهم

الجدول (٤): مرحلة النمذجة لايجاد حلول لارضاء العملاء (اعداد الباحث)

المرحلة الخامسة : التجربة أو الاختبار	
الأسلوب	المشاركة مع العميل
الخطة	تجريب عمل نمذجة لمخطط موقع تشييد بسيطباستخدام بيم
	عرض نموذج مخطط الموقع بمجمل تفاصيله للعميل و ميزاته في كشف التعارضات المكانية و الحساب الدقيق للكميات و غيرها من الميزات التي تحد من انحراف المشروع عن أهدافه , و اتاحة مشاهدة واقعية من خلال ميزة المحاكاة في برمجيات BIM
	التنفيذ
النتيجة	رضا العملاء و تحقيق متطلباتهم بالشكل المطلوب

الجدول (٥): مرحلة التجربة لايجاد حلول لارضاء العملاء (اعداد الباحث)

3-4- تطبيق منهجية التفكير التصميمي لايجاد حلول لتحقيق سلامة العاملين في موقع التشييد :

المرحلة الأولى : التعاطف أو التقمص	
الأسلوب	المقابلات الشخصية
الخطة	استخدام الأسئلة المفتوحة
	تدوين الملاحظات
	استخدام خارطة التعاطف لتلخيص المرئيات
النتيجة (متطلبات العاملين في موقع التشييد)	تحقيق الأمن و السلامة من المخاطر في موقع التشييد

الجدول (٦): مرحلة التعاطف لايجاد حلول لتحقيق سلامة العاملين في الموقع (اعداد الباحث)

المرحلة الثانية : التعريف أو تحديد المشكلة	
الأسلوب	اعادة تعريف المشكلة
الخطة	جمع البيانات التي توصلنا لها بمرحلة التعاطف و فهمها
	العودة للمرحلة الأولى و التأكد من مدى فهمنا لاحتياجات العاملين في الموقع
النتيجة (تأطير المشكلة)	اصطدام الرافعات البرجية ببعضها أو بالعناصر الأخرى المثبتة في الموقع
	سقوط السقالات و المعدات الثقيلة على العاملين نتيجة سوء التخطيط لتوضعها و طريقة تثبيتها
	سقوط العاملين و تعرضهم للخطر لعدم وجود حواجز حماية في المناطق الغير آمنة

الجدول (٧): مرحلة التعريف لايجاد حلول لتحقيق سلامة العاملين في الموقع (اعداد الباحث)

المرحلة الثالثة : الأفكار	
الأسلوب	الكتابة الذهنية
الخطة	عقد اجتماع مع المهندسين و المقولين و الفريق الإداري
	كتابة الأفكار و جمعها
	العودة الى المرحلة الثانية و قياس مدى مطابقة الأفكار لحل المشاكل و ملائمتها لتحقيق الهدف المطلوب
	اختيار الحل الأنسب
النتيجة (الحل المقترح)	تطبيق تقنية BIM

الجدول (٨): مرحلة الأفكار لايجاد حلول لتحقيق سلامة العاملين في الموقع (اعداد الباحث)

المرحلة الرابعة : النمذجة أو النموذج الاولي	
الأسلوب	النمذجة الالكترونية
الخطة	جمع معلومات شاملة عن ميزات و فاعلية استخدام BIM في تخطيط السلامة في الموقع و مدى تحقيق نتائج تطبيقها لحماية العاملين من المخاطر
	جمع نماذج و نتائج تجارب سابقة لشركات طبقت BIM لادارة المخاطر بالموقع
	تصميم عرض يحتوي على المعلومات الناتجة من جمع التجارب مع فيديوهات توضيحية لعرض النماذج
	عقد اجتماع و استدعاء العاملين و عرض النماذج و المعلومات حول فاعلية BIM في الحد من مخاطر السلامة بالموقع لهم و مشاركتهم بالحل
	المناقشات و امكانية توليد أفكار جديدة
	التأكيد على استخدام الحل المقترح لحل المشكلة أو تغييره بناء على أدائه
النتيجة	تأييد العاملين لتطبيق تقنية BIM و تأكيد ايفائه بمتطلباتهم

الجدول (٩): مرحلة النمذجة لايجاد حلول لتحقيق سلامة العاملين في الموقع (اعداد الباحث)

المرحلة الخامسة : التجربة أو الاختبار	
الأسلوب	المشاركة مع العاملين
الخطة	تجريب عمل نمذجة لمخطط موقع تشييد بسيط باستخدام BIM يحتوي على نمذجة عناصر الحماية من المخاطر و اكتشاف المخاطر و تحليلها
	عرض نموذج التجريب للعاملين , و اتاحة مشاهدة واقعية من خلال ميزة المحاكاة في برمجيات BIM
	التنفيذ
النتيجة	رضا العاملين و تحقيق متطلباتهم بالشكل المطلوب

الجدول (١٠): مرحلة التجربة لايجاد حلول لتحقيق سلامة العاملين في الموقع (اعداد الباحث)

الفصل الخامس

نتائج البحث و الاستنتاجات

1-5- نتائج البحث :

تم التوصل من خلال هذ البحث الى النتائج التالية :

1- تم التوصل من خلال اجراء دراسة حول فوائد تقنية BIM في تخطيط موقع التشييد من خلال الاطلاع على الدراسات السابقة الى أن تقنية BIM تتيح الكثير من الميزات التي تحسن تخطيط موقع التشييد , و تتمثل أهم هذه الميزات بما يلي :

- النمذجة ثلاثية الأبعاد 3D BIM و رباعية الأبعاد 4D BIM للموقع .
- ميزة التصور :
  - ✓ الصور و المناظير المطلوبة بالموقع بشكل مفهوم و أقرب للواقع .
  - ✓ الرسوم المتحركة لاستخدامها عند تقديم المشروع لموظفي الموقع أو عند تقديم ترتيبات الموقع للعميل .
  - ✓ تصور ممرات الموقع و مناطق الحراسة تُستَخدم عند إبلاغ موظفي الموقع بمخاطر السلامة و الممرات الأكثر أماناً في كل مرحلة من مراحل البناء .
  - ✓ تصور مناطق الخطر المتعلقة بالرافعات حيث يتم تصور مجال امتداد الرافعة , و ما يمكن أن يصطدم به ذراع الرافعة , و فحص المخاطر في حالة سقوط الحمولة .
  - ✓ تنسيق أوقات تسليم المواد للحد من الازدحام في موقع العمل .
- ميزة المحاكاة :
  - ✓ تتيح للمصممين و مديري المشاريع التخيل الدقيق لأعمال البناء بالموقع بكل تفاصيلها.
  - ✓ محاكاة حركة الرافعات البرجية العاملة بنفس المنطقة و منع تصادمها مع بعضها أو مع العناصر الأخرى المثبتة بالموقع .

- ✓ محاكاة حالة استخدام مساحة العمل و التغيرات الديناميكية الحاصلة بها خلال تقدم العمل لتحديد التعارضات المكانية , و إمكانية مشاركة المقاولين بالتخطيط مما يحد من النزاعات الحاصلة في الموقع بين المقاولين على مساحة العمل .
- ✓ محاكاة حالة استخدام طرق الوصول للموقع مما يتيح معرفة المعوقات التي تؤخر وصول موارد التنفيذ لمساحة العمل الخاصة بها بالوقت المناسب .
- ✓ محاكاة ترتيبات السلامة في الموقع مثل محاكاة الحماية من السقوط من خلال نمذجة حواجز الحماية .

- التقدير الدقيق للكميات , و إمكانية التعديل التلقائي للكميات عند التغيير في التصميم مما يساهم في تقليل مخزون المواد في الموقع و بالتالي تقليل احتمالية السرقة و تعرض المواد للتلف .
- رصد مخاطر السلامة وتمثيل مناطق الخطر و تمييزها على المخطط لتكون واضحة باستخدام الألوان مثلاً .
- توفير مخططات الموقع ثنائية الأبعاد المطلوبة في الموقع بسهولة .

2- أثبتت منهجية التفكير التصميمي أن BIM حل مجدي للحد من مشاكل سوء تخطيط الموقع , حيث لاحظنا من خلال الحالة الدراسية أن التفكير التصميمي :

1) يحدد متطلبات العملاء و العاملين بالموقع ثم يؤطر المشاكل التي تؤدي لعدم تحقيق هذه المتطلبات , و قد كانت هذه المتطلبات و المشاكل هي نتائج المقابلات الشخصية و تمثلت بما يلي :

- متطلبات العملاء : الالتزام بالزمن و الكلفة المحددة بالعقد و تحقيق الجودة المطلوبة .
- المشاكل التي تؤدي لعدم تحقيق متطلبات العملاء :
  - ✓ تأخر وصول الموارد الى مساحة العمل الخاصة بها بسبب المعوقات الموجودة في طريق الوصول مما يؤدي الى التأخر في زمن المشروع .

- ✓ هدر الوقت بسبب الخلافات بين المقاولين على الفراغ المتوفر في موقع العمل .
- ✓ ضعف إنتاجية العاملين في الموقع بسبب الوقت الضائع في انتظارهم للتعليمات أو وصول المواد او التنقل بين المرافق .
- ✓ التكلفة الزائدة نتيجة عدم التقدير الدقيق لكميات المواد .
- ✓ الهدر في المواد نتيجة تلفها بسبب سوء التخزين .
- ✓ التعارضات المكانية و ازدحام الورشات بنفس مساحة العمل مما يؤدي لتردي جودة التنفيذ.

- متطلبات العاملين في موقع التشييد : تحقيق الأمن و السلامة من المخاطر في موقع التشييد .

- المشاكل التي تؤدي لعدم تحقيق متطلبات العاملين في موقع التشييد :
- ✓ اصطدام الرافعات البرجية ببعضها أو بالعناصر الأخرى المثبتة في الموقع .
- ✓ سقوط السقالات و المعدات الثقيلة على العاملين نتيجة سوء التخطيط لتوضعها و طريقة تثبيتها .
- ✓ سقوط العاملين و تعرضهم للخطر لعدم وجود حواجز حماية في المناطق الغير آمنة .

2) يبحث عن حل مجدي للمشاكل و يناقش بها العميل أو العاملين بعد جمع معلومات و تجارب كافية عن الحل , و بعد أن يحصل على تأييد العميل يقوم باعتماد الحل النهائي للمشاكل .

فكانت نتيجة الحالة الدراسية هي :

- تطبيق تقنية BIM في تخطيط موقع التشييد نظراً لفاعليتها في حل المشاكل التي تؤثر على العملاء و العاملين التي تنتج عن سوء تخطيط الموقع من خلال امتلاكها للكثير من الميزات التي تم ذكرها في النتيجة 1 .
- تأييد العملاء و العاملين لتطبيق تقنية BIM و تأكيد ايفائه بمتطلباتهم .

2-5- الاستنتاجات :

- تم في هذا البحث اجراء دراسة حول فوائد تقنية BIM في تخطيط موقع التشييد من خلال الاطلاع على الدراسات السابقة و التي تمثلت نتائجها بالتصور الواضح و المحاكاة الواقعية لجميع جوانب الموقع (مثل طريق الوصول و المداخل و المخارج و المرافق المؤقتة و اللوجستيات و سور الحماية بالأماكن الخطرة و غيرها) , و التقدير الدقيق للكميات , و التخطيط الفعال لوصول الموارد بالوقت المناسب الى المكان المناسب , و الطبيعة الديناميكية للتعامل مع التغييرات الحاصلة أثناء تقدم العمل بالمشروع , و اشراك المقاول في التخطيط بمراحل مبكرة من المشروع , و اكتشاف التعارضات المكانية و مخاطر السلامة المتوقعة بشكل مسبق .

كما تم تطبيق منهجية التفكير التصميمي للتأكد من مدى فاعلية تقنية BIM في الحد من المشاكل الناتجة عن سوء تخطيط الموقع و هي منهجية تقوم على الابداع و التفكير خارج الصندوق لإيجاد الحلول , و تركز على الأشخاص المعنيين بالمشكلة و تشاركهم في إيجاد الحلول حيث تقوم بصياغة المشكلة من وجهة نظرهم و تأطيرها بشكل دقيق ثم إيجاد الحل و تطبيقه بعد التأكد من موافقتهم عليه , و تمر بـ 5 مراحل و هي التعاطف و التعريف بالمشكلة و توليد الأفكار و النمذجة الأولية و التجربة و لاستكمال تطبيق منهجية التفكير التصميمي تم اجراء المقابلات الشخصية لمعرفة أهم متطلبات العملاء و العاملين و أهم المشاكل التي تحد من تلبية هذه المتطلبات, ثم تم تطبيق هذه المنهجية على احدى الشركات الهندسية في مدينة حمص .

- أظهرت نتائج المقابلات الشخصية أن متطلبات العملاء كمنت في الالتزام بالزمن و الكلفة و الجودة المطلوبة , و أن أهم المشاكل التي تؤدي لهدر الزمن تمثلت في المعوقات الموجودة في طريق وصول الموارد الى مساحة العمل , و الخلافات بين المقاولين على الفراغ المتوفر في الموقع , و ضعف

إنتاجية العاملين في الموقع بسبب الوقت الضائع في انتظارهم للتعليمات أو وصول المواد أو التنقل بين المرافق , كما تمثلت أهم المشاكل التي تؤدي لتجاوز الكلفة في عدم التقدير الدقيق لكميات المواد و تلفها بسبب سوء التخزين , و أن تردي جودة التنفيذ كان بسبب التعارضات المكانية و ازدحام الورشات بنفس مساحة العمل .

أما متطلبات العاملين فقد كمنت في تحقيق السلامة من المخاطر في الموقع , و أن أهم المشاكل التي تؤدي لحدوث المخاطر هي اصطدام الرافعات البرجية ببعضها أو بالعناصر الأخرى المثبتة في الموقع , و سقوط العاملين لعدم وجود حواجز حماية , و سقوط السقالات و المعدات الثقيلة على العاملين بسبب سوء التخطيط لتوضعها و تثبيتها .

كما أظهرت نتائج الحالة الدراسية أنه تم التوصل من خلال تطبيق منهجية التفكير التصميمي الى أن تطبيق BIM حل فعال للحد من المشاكل الناتجة عن سوء تخطيط الموقع , و تأييد العملاء و العاملين لتطبيق تقنية BIM و تأكيد ايفائه بمتطلباتهم .

– يساهم استخدام تقنية BIM في تخطيط موقع التشييد بشكل كبير في الحد من تجاوزات الكلفة و الزمن و تردي الجودة و الحد من مخاطر الأمن و السلامة في الموقع و زيادة ادراك المخططيين و المقاولين للكثير من المشاكل التي لم يكونوا ليستطيعوا تخيلها و ادراكها بالتخطيط ثنائي الأبعاد و التي من شأنها أن تؤدي لعدم تحقيق رضا العملاء و العاملين .

5-2-1- التوصيات المقترحة للأبحاث المستقبلية :

يوصي الباحث باجراء أبحاث مستقبلية حول :

1- دراسة فاعلية استخدام BIM في ادارة الموقع في مرحلة التنفيذ بكل جوانبها لأن هذه الدراسة شملت مرحلة التخطيط فقط .

2- دراسة تطبيقية باستخدام برمجياتBIM لتخطيط موقع منشأة تم تخطيطه مسبقاً بالطريقة التقليدية و مقارنة النتائج .

3- دراسة تحليلية لمدى تطبيق منهجية التفكير التصميمي في الشركات السورية .

4- اقتراح خطة استراتيجية لتطبيق منهجية التفكير التصميمي في الشركات السورية .

5- دراسة حول تطبيق التفكير التصميمي لحل المشاكل الناتجة عن سوء التخطيط و الادارة لجوانب أخرى تتعلق بمشاريع التشييد غير سوء تخطيط الموقع .

5-2-2- قيود البحث :

– عدم وجود دراسات سابقة حول موضوع البحث محلياً ، و صعوبة الحصول على الكثير من الدراسات السابقة عالمياً .

– ضيق وقت انجاز البحث الذي بلغ 3 أشهر أدى الى اقتصار الدراسة العملية لهذا البحث على تطبيق منهجية التفكير التصميمي على شركة واحدة فقط , و عدم تطرقها الى اجراء تطبيق عملي لتخطيط موقع منشأة ما باستخدام برمجيات BIM و باستخدام الطريقة التقليدية أيضاً و مقارنة النتائج .

المراجع المعتمدة

[1] ز. ع. نادر، تطوير ادارة موقع التشييد في مشاريع المؤسسة العامة للاسكان، دمشق، ٢٠١٥.

[2] K. S. Shiv, A BIM-based Framework for Site Layout Optimization and Material Logistics Planning on Congested Construction Sites, Hong Kong, 2015.

[3] S. B. Johannessen, Interface of Building Information Modeling and Blueprints on Construction Sites, Agder, 2021.

[4] D. E. Chelson, The Effects Of Building Information Modeling on Construction Site Productivity, Maryland, 2010.

[5] E. Mokhtar, Using Design Thinking to Enhance Construction Site Problem Solving, Cairo, 2016.

[6] Rakennustyömaan aluesuunnittelu, Ratu C2-0299, Rakennusteollisuus RT ry ja Rakennustietosäätiö RTS, 2007.

[7] K. Sulankivi, T. Mäkelä and M. Kiviniemi, Tietomalli ja työmaan turvallisuus, Maaliskuu, 2009.

[8] A. Agapiou, L. E. Clausen, R. Flanagan, G. Norman and D. Notman, "The role of logistics in the materials flow process," *Construction Management and Economics*, 1998.

[9] The Chartered Institute of Logistics and Transport, "The Royal Charter," 2016. [Online]. Available: https://www.ciltuk.org.uk/AboutUs/InstituteStructure/Governance/TheRoyalCharter.aspx. [Accessed 12 03 2016].

[10] G. Sullivan, S. Barthorpe and S. Robbins, Managing Construction Logistics, Wiley-Blackwell, 2011.

[11] R. Bortolini, J. S. Shigaki and C. T. Formoso, "Site Logistic planning and control using 4D Modelling: A Study in a Lean Car Factory Building Site," in *Proceedings. 23rd Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, Perth,Australia, 2015.

[12] ع. سليم و س. س. أحمد، الطريق إلى البيم، دمشق: الاكاديمية السورية الدولية للتدريب و التطوير، ٢٠١٨.

[13] ل. خربوطلي، استخدام أنظمة نمذجة معلومات الأبنية (BIM) في مشاريع التشييد، حلب، ٢٠١٤.

[14] National Building Information Modeling Standard, 2010. [Online]. Available: http://www.wbdg.org/pdfs/NBIMSv1 _ p 1.pdf. [Accessed Dec 2014].

[15] K. Schwabe, S. Liedtke, M. König and J. Teizer, "BIM-based Construction Site Layout Planning and Scheduling," in *16th International Conference on Computing in Civil and Building Engineering - Osaka International Convention Center (OICC)*, Osaka, Japan, 2016.

[16] B. Hardin and D. McCool, BIM and Construction Management: Proven Tools, Methods, and Workflows, John Wiley & Sons, 2015.

[17] K. Whitlock, F. H. Abanda, M. B. Manjia, C. Pettang and G. E. Nkeng, "BIM for Construction Site Logistics Management," *Journal of Engineering, Project, and Production Management*, 2018.

[18] Z. Ma, G. Shen and J. Zhang, "Application of 4D for dynamic site layout and management of construction projects," *Automation in Construction*, 2005.

[19] K. Sulankivi, T. Mäkelä and M. Kiviniemi, "BIM-based Site Layout and Safety Planning," *VTT Symposium (Valtion Teknillinen Tutkimuskeskus)*, 2009.

[20] S. Al-Otaibi, M. Osmani and A. D. Price, "A Framework for Improving Project Performance of Standard Design Models in Saudi Arabia," *Journal of Engineering, Project, and Production Management*, 2013.

[21] J. P. Zhang, Z. Y. Ma and C. Pu, "4D Visualisation of Construction Site Management," in *Proceedings 5th International Conference on Information Visualisation*, London, UK, 2001.

[22] K. Kensek, Building Information Modelling, Routledge, 2014.

[23] . A. Shapira, G. Lucko and C. Schexnayder, "Cranes for building construction projects," *Journal of Construction Engineering and Management*, 2007.

[24] A. Shapira and A. Ben-David, "Characteristics of Equipment Planning for Multi-Crane Building Construction Sites," *Buildings*, 2017.

[25] B. Dasovic´, M. Galic´ and U. Klanšek, "Active BIM Approach to Optimize Work Facilities and Tower Crane Locations on Construction Sites with Repetitive Operations," *Buildings*, 2019.

[26] J. Irizarry and E. P Karan, "OPTIMIZING LOCATION OF TOWER CRANES ON CONSTRUCTION SITES THROUGH GIS AND BIM INTEGRATION," *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, 2012.

[27] J. C. Cheng and S. Kumar, "A BIM-based framework for material logistics planning," in *Proc.23rd Ann. Conf. of the Int'l. Group for Lean Construction*, Perth, Australia, 2015.

[28] ع. سليم، "تقييم تأثير نمذجة معلومات البناء (BIM) على تسليم المواد في الوقت المناسب (JIT)،" *بيم أرابيا , العدد الثامن و العشرون*، ٢٠١٨.

[29] Autodesk, "BIM's Return on Investment," 2007. [Online]. Available: http://www.images.autodesk.com/…/files/gb_revit_bim_roi_jan07.pdf. [Accessed August 2009].

[30] B. Choi, H.-S. Lee, M. Park, Y. Cho and H. Kim, "Framework for Work-Space Planning Using Four-Dimensional BIM in Construction Projects," *Journal of Construction Engineering and Management*, 2014.

[31] Tapaturmavakuutuslaitosten liitto, "Työtapaturmat ja ammattitaudit. Tilastovuodet 1996-2006," ISSN 1239-081X, Helsinki, 2008.

[32] E. Rantanen, J. Lappalainen, T. Mäkelä, P. Piispanen and S. Sauni, "Yhteisten työpaikkojen työturvallisuus. TOT-raporttien analyysi," Tutkimusraportti VTT-R-02095-07, 2007.

[33] ع. ا. ق. القحطاني، ورشة عمل تفاعلية تطبيقية عن منهجية التفكير التصميمي و بعض أساليبه و أدواته.

Syrian Arab Republic

Ministry of Higher Education

Syrian Virtual University

Master of Building information modeling and management

The effectiveness of using Building Information Modeling technology in improving construction site planning based on the design thinking methodology (case study)

A research prepared for obtaining a master's degree qualification and specialization in building information modeling and management

By :

Eng. Eiman Abdullah Jarwan

eiman_178451

Supervisor :

Dr. Abdalsalam Shebani

2023