Ministry of Higher Education
and Scientific Research

Syrian Virtual University

Program Master of BIMM

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

الجامعة الافتراضية السورية

برنامج نمذجة معلومات البناء
وإدارتها BIMM

Risk Modeling and Its Impact on the Project Schedule in Hospital Construction Projects (Case Study-A Hospital in Basilea City)

نمذجة المخاطر وأثرها على الخطة الزمنية في مشاريع تشييد المستشفيات (حالة دراسية – مشفى في باسيليا سيتي)

بحث مقدم لنيل درجة ماجستير التأهيل والتخصص في إدارة ونمذجة معلومات البناء BIMM

إعداد الطالب

Nour Al-Hoda Khalil

Nour-alhoda-217803

إشراف الدكتور المهندس

Dr. AlaDin Kadi

2023-2024

الفهرس

الفصل الأول 6

1.1. المقدمة: **6**

1.2.مشكلة البحث: **7**

1.3.فرضيات البحث: **7**

1.4.**أهداف البحث:** **7**

1.5.الأسئلة البحثية: **7**

1.6.أهمية البحث: **7**

1.7.منهجية ومراحل البحث: **8**

1.8.أدوات البحث: **8**

1.9.حدود البحث: **8**

1.10.الدراسات السابقة: **8**

1.10.1**.التحليل الكمي للدراسات السابقة:** **8**

1.10.2.التحليل النوعي للدراسات السابقة: **12**

الفصل الثاني 32

2.1**.المقدمة:** **33**

2.2.مفهوم المخاطرة: **33**

2.3**.تصنيف وأنواع مخاطر التشييد:** **35**

2.3.1**.تصنيف المخاطر وفق طبيعتها أو مصادرها الأولية:** **36**

2.3.2.تصنيف المخاطر وفقاً لمرحلة المشروع التي تحدث فيه: **38**

2.3.3**.تصنيف المخاطر وفق قابلية تحكم فريق المشروع بها:** **38**

2.3.4.تصنيف المخاطر وفق أكثر من معيار في وقت واحد: **40**

2.4.تأثير المخاطر على مشاريع التشييد: **41**

الفصل الثالث 43

3.1.المقدمة: **44**

3.2.مفهوم نمذجة المخاطر: **44**

3.3.مفهوم إدارة المخاطر: **44**

3.4.أهمية نمذجة وإدارة المخاطر في نجاح مشاريع التشييد: **45**

3.5.إجراء نمذجة وإدارة مخاطر مشاريع التشييد: **46**

3.5.1.تحديد مراحل إدارة المخاطر: **46**

3.5.2.مرحلة تحديد الأهداف Identification of Project Objectives**:** **49**

3.5.3.مرحلة تحديد المخاطر Risk Identification**:** **50**

3.5.4.مرحلة تحليل وتقييم المخاطر Risk analysis and Evaluation**:** **50**

3.5.5.مرحلة الاستجابة للمخاطر Risk Response**:** **51**

3.5.6.مرحلة المراقبة والمراجعة Monitoring and Review**:** **53**

3.6.**تقنيات تحليل وإدارة مخاطر مشاريع التشييد:** **54**

3.6.1.**مصفوفة تحليل المخاطر:** **54**

3.6.2.**تقنية مونت كارلو:** **55**

3.6.3.**برمجيات** BIM **المتخصصة في نمذجة وإدارة المخاطر:** **55**

الفصل الرابع **57**

4.1.**المقدمة:** **58**

4.2.**توصيف المشروع:** **58**

4.3.المخططات المعمارية والانشائية للمشروع: **59**

4.4.**الخطة الزمنية لمرحلة تشييد المشروع:** **64**

4.5.**نمذجة المخاطر المؤثرة على الخطة الزمنية:** **65**

الفصل الخامس **70**

5.1.**النتائج:** **71**

5.2.التوصيات: **71**

المراجع **73**

فهرس الأشكال

رسم توضيحي 1-2 العلاقة بين المخاطر والربح والخسارة ((cMirna and al-thani,2005)) **34**
رسم توضيحي 3-2 النتائج الممكنة لعدم التأكد((Thevendran, 2003)) **35**
رسم توضيحي 4-2 تصنيف المخاطر((El-Sayegh, 2008)) **39**
رسم توضيحي 5-2 تصنيف المخاطر وفق مصدرها((El-Sayegh, 2008)) **39**
رسم توضيحي 6-2 التصنيف المعتمد للمخاطر **41**
رسم توضيحي 1-3 إجراءات إدارة المخاطر حسب(2004) PMBOK **46**
رسم توضيحي 2-3 عشر خطوات أساسية للتحكم بالمخاطر وفق((Godfrey,1996)) **47**
رسم توضيحي 3-3 عملية إدارة مخاطر المشروع وفق((cooper et al,2005)) **48**
رسم توضيحي 4-3 مراحل إدارة المخاطر((Thevendran, 2003)) **49**
رسم توضيحي 5-3 المراحل الأساسية للاستجابة للمخاطر((Cooper et al, 2005)) **52**

فهرس الجداول

جدول 1-2 تصنيف المخاطر وفق طبيعتها (PMBOK® Guide – Seventh Edition Project Management Institute, 2021) **37**
جدول 22-تصنيف المخاطر وفق مراحل المشروع((Godfrey, 1996)) **38**
جدول 3-2 تصنيف المخاطر وفق أكثر من معيار((2007 , Zou et al)) **40**
جدول 1-3 مقارنة بين المراحل المتخذة لإدارة المخاطر **48**

الملخص

تهدف هذه الحلقة البحثية إلى دراسة تأثير المخاطر على الجدول الزمني لمشاريع تشييد المستشفيات، مع التركيز على تقديم إطار متكامل لتحليل وإدارة المخاطر. يبدأ البحث بتصنيف دقيق للمخاطر المحتملة التي قد تواجه مشاريع التشييد، مثل المخاطر المالية (كالزيادة في التكاليف غير المتوقعة)، المخاطر التقنية (كالأخطاء في التصميم أو التنفيذ)، المخاطر التنظيمية (مثل التأخير الناتج عن الإجراءات البيروقراطية)، والمخاطر البيئية (كالظروف المناخية غير المتوقعة أو القضايا البيئية). كما يشمل البحث المخاطر المتعلقة بالقوى العاملة، مثل نقص العمالة الماهرة أو الإضرابات، ومخاطر سلاسل التوريد، مثل تأخير تسليم المواد أو ارتفاع تكلفتها.

يتناول البحث أيضاً المنهجيات المستخدمة في إدارة المخاطر، بما يشمل مراحل تحديد المخاطر، تقييم تأثيرها على المشروع، وتصميم استراتيجيات تهدف إلى تقليل تأثيرها السلبي. وتُركز الدراسة على أهمية الربط بين هذه المنهجيات والجدولة الزمنية لتحسين الأداء العام للمشاريع.

في الجانب العملي، يتم استخدام برنامج Synchro لتطبيق نموذج عملي لتحليل المخاطر على مشروع مستشفى قيد الإنشاء في مدينة باسيليا. يركز التحليل على دراسة التأثير المحتمل للمخاطر المختلفة على الجدول الزمني، مع تسليط الضوء على نقاط الضعف الأساسية التي قد تؤدي إلى تأخيرات كبيرة. علاوة على ذلك، يوضح البحث كيف يمكن تحسين دقة الجداول الزمنية من خلال دمج استراتيجيات إدارة المخاطر ضمن مراحل التخطيط الأولي والجدولة.

تشير نتائج البحث إلى أن دمج إدارة المخاطر كجزء أساسي من إدارة المشاريع يمكن أن يؤدي إلى تحسين كبير في الأداء الزمني والكفاءة التشغيلية للمشروع. كما أن اعتماد هذا النهج يسهم في تقليل التأخيرات غير المتوقعة، وتعزيز القدرة على تحقيق أهداف المشروع ضمن الإطار الزمني والميزانية المحددة.

Abstract

This research paper aims to investigate the impact of risks on the scheduling of hospital construction projects, focusing on presenting a comprehensive framework for risk analysis and management. The study begins with a detailed classification of potential risks that may arise during hospital construction projects. These include financial risks (such as unforeseen cost overruns), technical risks (e.g., design or execution errors), organizational risks (like delays due to bureaucratic procedures), and environmental risks (such as unexpected weather conditions or environmental issues). Additionally, the study addresses labor-related risks, including shortages of skilled workers or strikes, and supply chain risks, such as delays in material delivery or price hikes.

The paper also discusses methodologies for risk management, emphasizing the processes of risk identification, assessing their potential impact on the project, and developing strategies to mitigate their adverse effects. It highlights the critical importance of integrating these methodologies with scheduling practices to enhance the overall performance of construction projects.

In the practical section, Synchro software is utilized to apply a risk analysis model to an ongoing hospital construction project in Basilia City. The analysis focuses on examining the potential effects of various risks on the project timeline, identifying key vulnerabilities that could lead to significant delays. Furthermore, the study demonstrates how integrating risk management strategies into the initial planning and scheduling phases can improve schedule reliability and accuracy.

The findings emphasize that incorporating risk management as a core component of project management significantly enhances the time performance and operational efficiency of projects. Adopting such an approach helps minimize unexpected delays and ensures that project objectives are achieved within the predetermined timeline and budget constraints.

الكلمات المفتاحية: مخاطر الجدول الزمني، تحليل المخاطر، نمذجة المخاطر، مخاطر مشاريع التشييد.

1 الفصل الأول

مقدمة

Introduction

1.1 المقدمة:

تعتبر مشاريع تشييد المستشفيات من المشاريع المعقدة والكبيرة التي تتطلب تخطيطًا دقيقًا وإدارة فعالة للموارد. ومع تزايد الطلب على الخدمات الصحية، أصبح من الضروري تسريع وتيرة تنفيذ هذه المشاريع

مع الحفاظ على جودتها. إلا أن هذه المشاريع تواجه العديد من التحديات والعقبات التي قد تؤثر على سير العمل وتؤدي إلى تأخير في التسليم. من بين هذه التحديات، تبرز المخاطر التي تتربص بمشاريع البناء بشكل عام، والتي تتخذ في مشاريع المستشفيات طابعًا خاصًا نظرًا لأهميتها الاستراتيجية والتقنية.

تشمل هذه المخاطر مجموعة واسعة من العوامل، مثل التغيرات في التصميم، والتأخيرات في توريد المواد، والأضرار الناجمة عن الظروف الجوية، والمشاكل في تنفيذ الأعمال، والتغيرات في التشريعات، وغيرها. لتقليل تأثير هذه المخاطر على سير العمل وضمان تسليم المشروع في الوقت المحدد والميزانية المخصصة، برزت أهمية نمذجة المخاطر كأداة أساسية في إدارة المشاريع. من اجل تحديد وتقييم وتحليل المخاطر المحتملة التي قد تواجه المشروع، ووضع خطط للتعامل معها.

حيث يتناول هذا البحث تحديد نوع المخاطر التي تؤثر على الخطة الزمنية لمشاريع تشييد المستشفيات، وكيفية نمذجة هذه المخاطر لتقييم تأثيرها على الجدول الزمني للمشروع. كما يسعى لمعرفة لتأثير هذه المخاطر على الجدول الزمني لمشروع لتشييد المستشفيات، وذلك من خلال نمذجة هذه المخاطر وتقييم تأثيرها على مختلف مراحل المشروع من خلال حالة دراسة لمشفى في باسيليا سيتي باستخدام برنامج Synchro.

1.2 مشكلة البحث:

1. لا يوجد تحديد للمخاطر التي تواجه مشاريع التشييد.
2. عدم استخدام تقنيات وبرمجيات BIM في نمذجة مخاطر مشاريع التشييد.

1.3 فرضيات البحث:

1. هناك تصنيفات لأهم المخاطر التي تواجه مشاريع تشييد المستشفيات.
2. استخدام تقنيات وبرمجيات BIM في نمذجة المخاطر يمكن أن يخفف من أثرها في مشاريع التشييد.

1.4 أهداف البحث:

1. تحديد أهم أنواع المخاطر التي تواجه مشاريع تشييد المستشفيات.
2. نمذجة مخاطر مشاريع التشييد باستخدام برمجيات BIM.
3. تحليل حالة دراسية لمشروع تشييد مستشفى لتحديد المخاطر التي واجهها وكيف تم التعامل معها.
4. تقديم توصيات عملية لتحسين عملية نمذجة المخاطر وإدارتها في مشاريع تشييد المستشفيات.

1.5 الأسئلة البحثية:

1. ما هي أهم المخاطر التي تواجه مشاريع تشييد المستشفيات؟
2. ما هي تقنيات وبرمجيات BIM التي يمكن استخدامها في نمذجة المخاطر؟
3. كيف يمكن استخدام أدوات نمذجة المخاطر لتقييم تأثير المخاطر على الخطة الزمنية؟

1.6 أهمية البحث:

1. يساعد في فهم المخاطر التي تواجه مشاريع تشييد المستشفيات بشكل أفضل، واتخاذ قرارات أكثر استنارة بشأن إدارة الوقت والموارد.
2. يوفر أدوات وأساليب جديدة لإدارة المخاطر وتحسين أداء المشاريع.

3. يساهم في تطوير المعرفة العلمية في مجال إدارة المشاريع، وخاصة في مجال مشاريع البناء المعقدة.
4. يساعد في ضمان إنجاز مشاريع البنية التحتية الصحية في الوقت المحدد والميزانية المخصصة، مما يساهم في تحسين الخدمات الصحية المقدمة للمجتمع
5. يساهم في تحسين إدارة مشاريع البنية التحتية الصحية، مما يؤدي إلى زيادة كفاءة الاستثمار وتوفير خدمات صحية أفضل للمجتمع.
6. يوفر إطارًا منهجيًا لتقييم وإدارة المخاطر، مما يساهم في تقليل التكاليف وتحسين أداء المشاريع.
7. يساهم في تطوير المعرفة في مجال إدارة المشاريع المعقدة، خاصة تلك المتعلقة بالبنية التحتية الصحية.

1.7 منهجية ومراحل البحث:

- المنهج الوصفي التحليلي حيث سيتم دراسة أدبيات الموضوع عن أهمية نمذجة المخاطر وأثرها على الخطة الزمنية في مشاريع التشييد بشكل عام ومشاريع تشييد المستشفيات بشكل خاص.
- دراسة حالة لتشييد مستشفى في باسيليا سيتي.

1.8 أدوات البحث:

- الدراسة النظرية: الاطلاع على عدد من المنشورات والكتب والابحاث والمقالات التي تناولت اهمية تقنيات BIM في نمذجة مخاطر مشاريع التشييد وأثرها على الخطة الزمنية.
- الدراسة التطبيقية: نمذجة مشفى في باسيليا سيتي على برنامج Autodesk Revit ثم تقدير المدد الزمنية لكل مرحلة من مراحل المشروع وربطها مع النموذج ضمن برنامج Synchro لنمذجة المخاطر المحتملة التي قد تؤثر على الخطة الزمنية.

1.9 حدود البحث:

1. الحدود الموضوعية: أهمية نمذجة المخاطر لمشاريع التشييد (المستشفيات) وأثرها على الخطة الزمنية.
2. الحدود الجغرافية: سوريا – دمشق – باسيليا سيتي.
3. الحدود الزمنية: سوف يغطي البحث الفترة الراهنة بين عامي 2000 – 2023.

1.10 الدراسات السابقة:

أُجريت العديد من الأبحاث لمعرفة مدى فهم وإدراك أهمية نمذجة المخاطر وأثرها على الخطة الزمنية لمشاريع التشييد وتم استخدام الأساليب الببلومترية في التحليل.

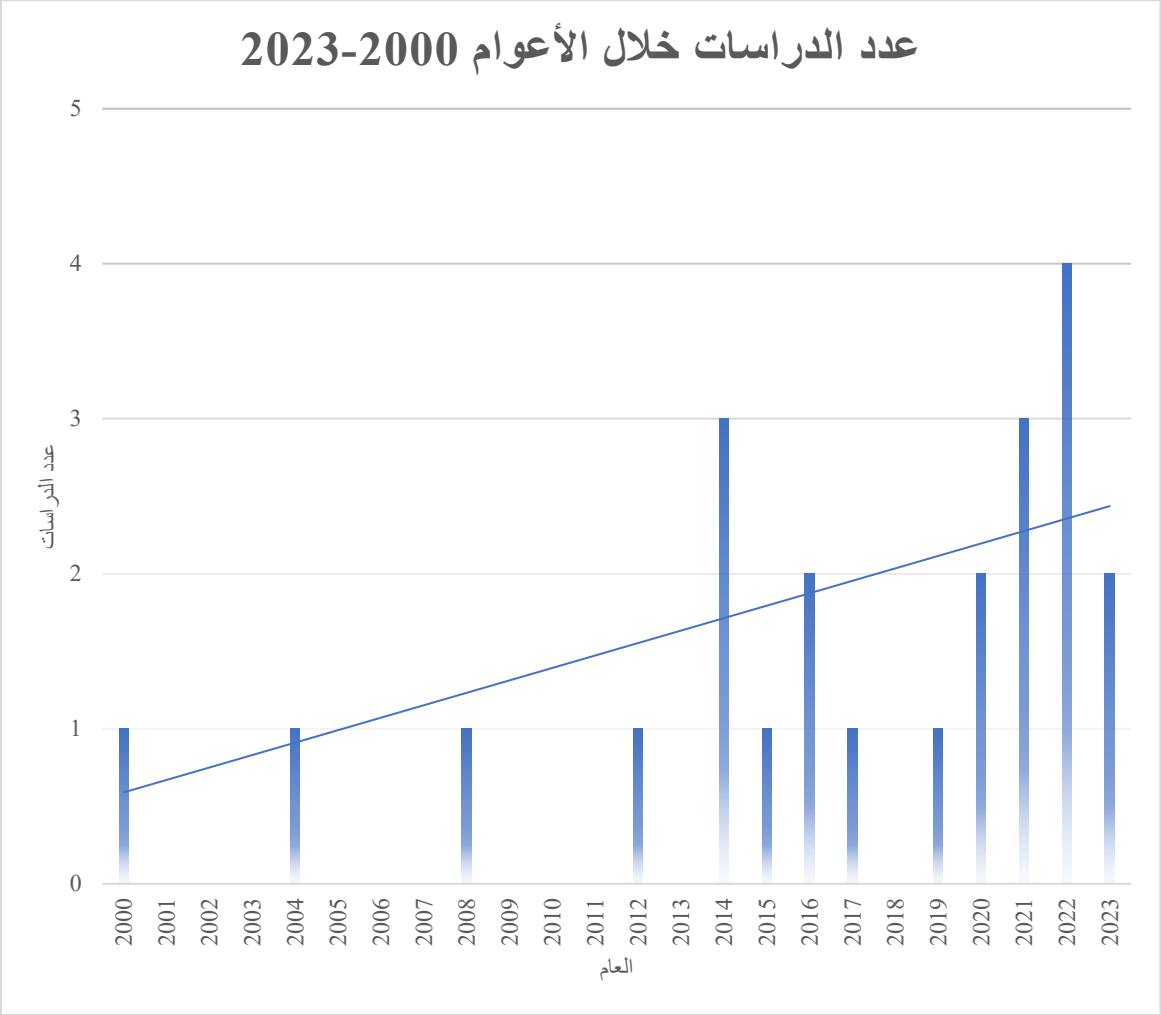
تم البحث في الدراسات ذات الصلة في قاعدة بيانات Google Scholar للوصول الى المقالات المطلوبة باستخدام الكلمات المفتاحية في العنوان فقط حيث تم استخدام الكلمات التالية:

(Construction Risks, Risks Modelling, Risks Analysis, Schedule Risks)

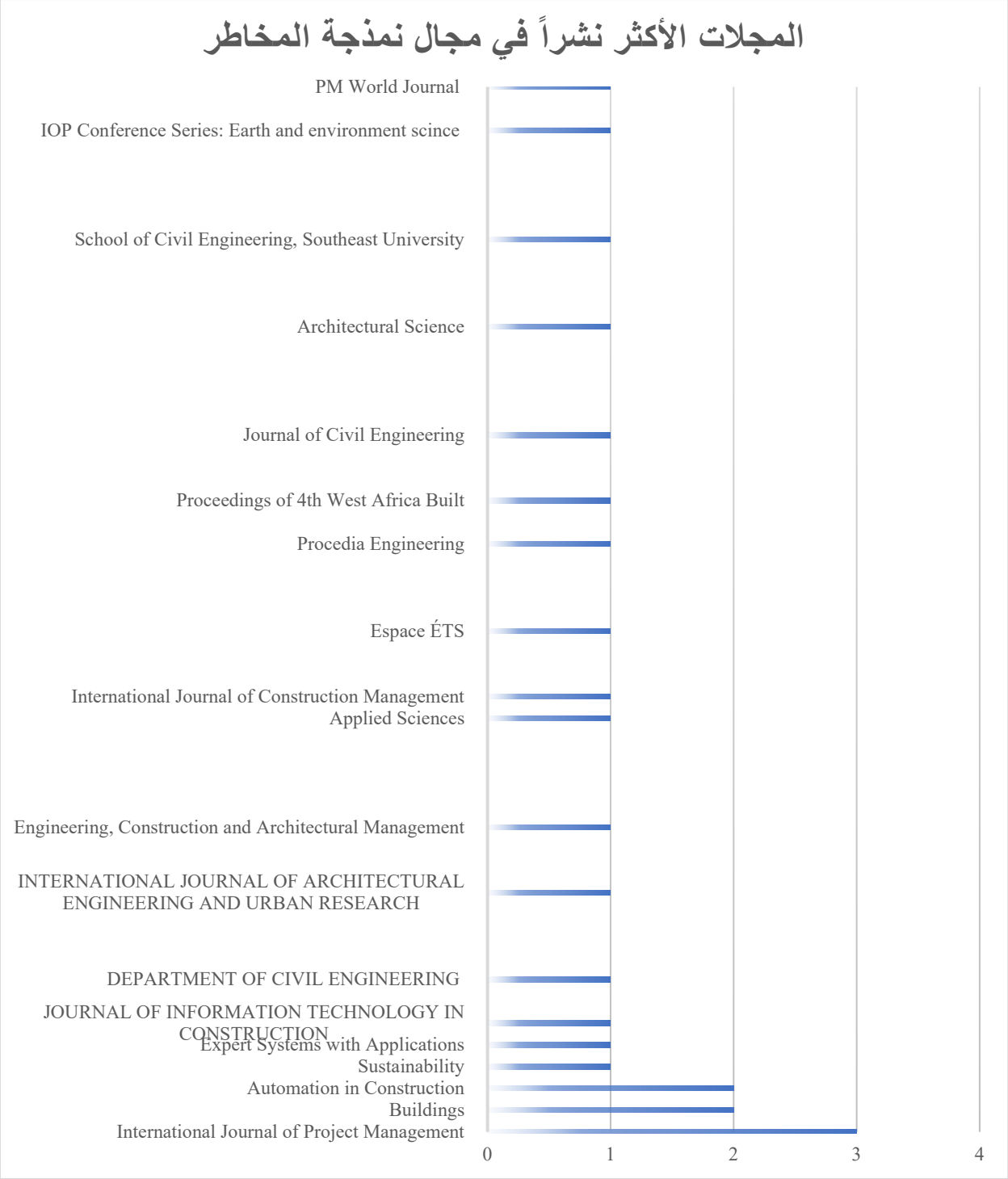
1.10.1 التحليل الكمي للدراسات السابقة:

1. عدد الدراسات والأبحاث المنشورة خلال الأعوام 2000-2023:

يوضح الشكل توزيع 23 مقالاً منشوراً حول مخاطر مشاريع التشييد بين عامي 2000-2023 حيث ازدادت أهمية البحث في هذا المجال تدريجياً

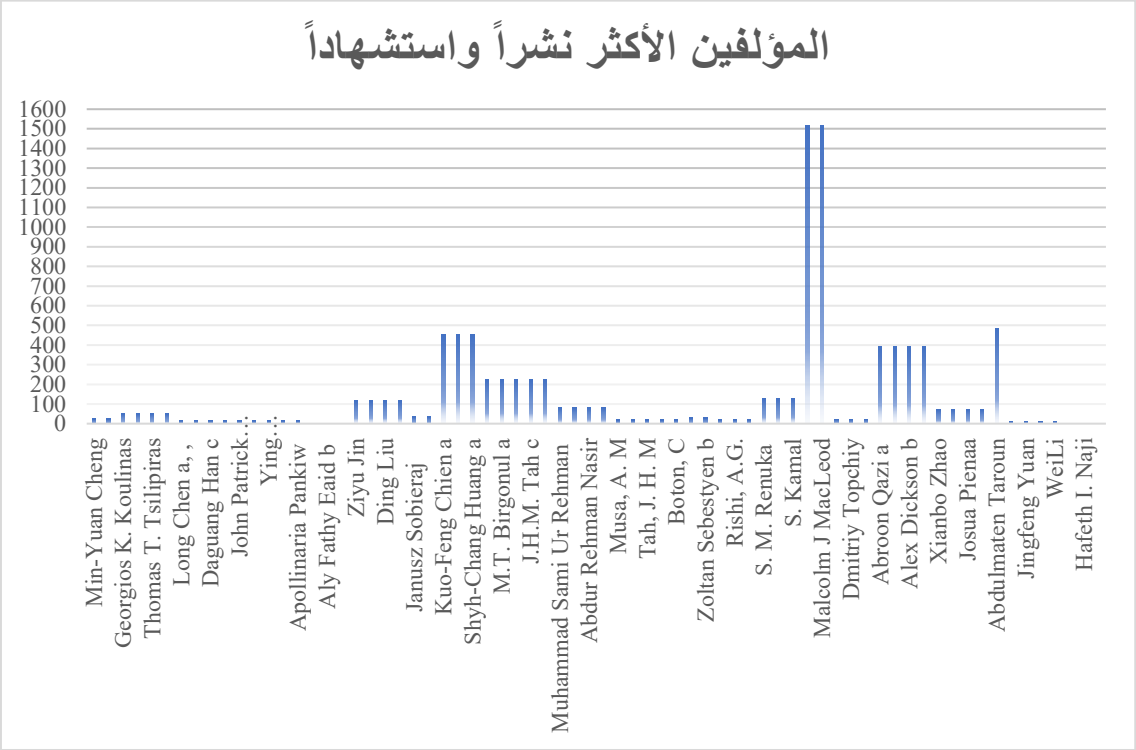


2. أكثر مصادر النشر نشراً:

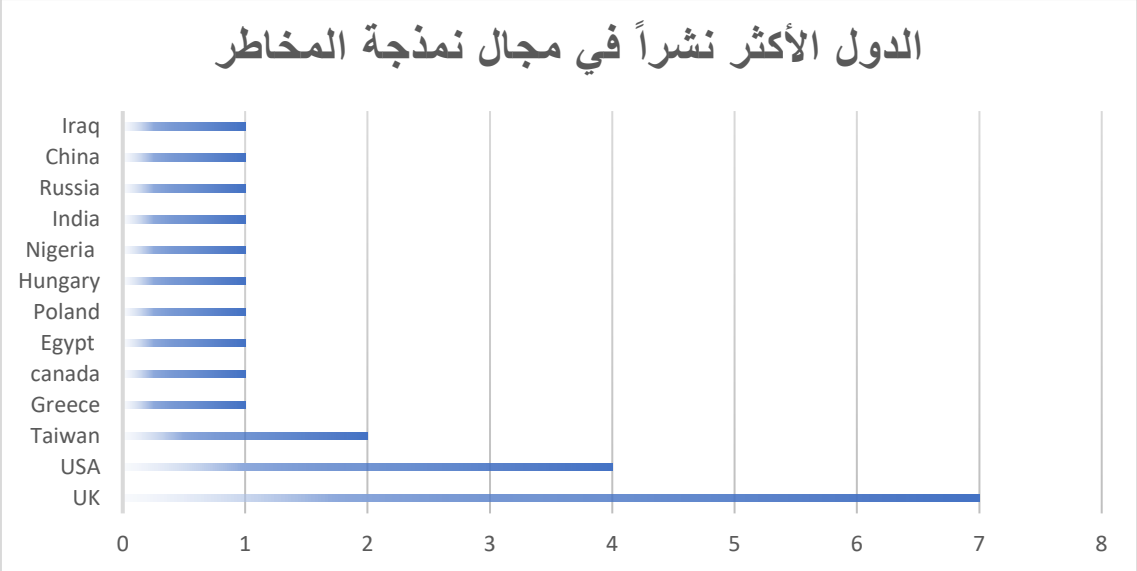


3. أكثر المؤلفين استشهاداً:

حيث يوضح الشكل أكثر المؤلفين الذين تم الاقتباس من منشوراتهم:



4. أكثر الدول نشراً:



الترتيب	اسم الدولة	عدد المقالات المنشورة
1	المملكة المتحدة	7
2	الولايات المتحدة الأميركية	4
3	تايوان	2

5. المقالات الأكثر استشهادا:

الترتيب	عنوان المقال	اجمالي الاستشهادات	تاريخ النشر
1	Risk analysis and management in construction	1518	2000
2	Towards a better modelling and assessment of construction risk: Insights from a literature review	486	2014
3	Identifying and assessing critical risk factors for BIM projects: Empirical study	453	2014
4	Project Complexity and Risk Management (ProCRiM): Towards modelling project complexity driven risk paths in construction projects	393	2016
5	Learning from risks: A tool for post-project risk assessment	223	2008
6	A Review on Critical Risk Factors in the Life Cycle of Construction Projects	129	2014

1.10.2 التحليل النوعي للدراسات السابقة:

عنوان البحث	Construction Schedule Risk Assessment and Management Strategy for Foreign General Contractors Working in the Ethiopian Construction Industry
المؤلف	Min-Yuan Cheng Mohammad zen Hasan Darsa
تاريخ النشر	2021
جهة النشر	Sustainability
الموقع الجغرافي للحالة الدراسية	تايوان.
نوع المبنى	بناء سكني.
المتغير المستقل	مخاطر جدول البناء.
المتغير التابع	بناء سكني.
أهداف البحث	كان الغرض الرئيسي من هذا البحث هو تطوير نهج متكامل، وهو نموذج CSRAM، والذي من شأنه أن يقلل إلى الحد الأدنى من الحكم الذاتي الذي يتخذه الخبراء في تحديد عوامل الخطر؛ وفي الوقت نفسه، تم النظر في العلاقات التفاعلية لهذه العوامل في عملية التحليل من أجل تعزيز اتساق تصنيف العوامل. يتضمن نموذج CSRAM ثلاث مراحل من التحليل: اختيار عوامل الخطر وتطوير قاعدة البيانات، وتصنيف العوامل باستخدام الذكاء الاصطناعي، والمقارنة وتحليل الحساسية للتحقق من الصحة.

النتائج	في هذه الدراسة، تم تطوير الطريقة المتكاملة، CSRAM، بشكل منهجي وتحديد وتصنيف عوامل الخطر بشكل موضوعي لتحسين جدول البناء التأخير. من خلال تطبيق CSRAM، يتم تقييم الحكم الذاتي للخبراء لتحديد عوامل الخطر تم تقليصها إلى الحد الأدنى؛ وعلى نحو مماثل، تم تقليص العلاقات التفاعلية للعوامل في تم أخذ عملية التحليل في الاعتبار وقياسها من أجل تعزيز الاتساق تصنيف العوامل. يتضمن CSRAM هذه المراحل الثلاث من التحليل: اختيار عامل الخطر وقاعدة البيانات التطوير وتصنيف العوامل باستخدام الذكاء الاصطناعي والمقارنة وتحليل الحساسية للتحقق من صحة. في مرحلة اختيار عوامل الخطر وتطوير قاعدة البيانات، هناك ثلاث خطوات الأدب المراجعة، واستبيانان استقصائيان لخبراء المجال الإثيوبيين، وثلاثة استبيانات إحصائية التحليلات تم تطويرها لتحديد عوامل الخطر لهذه الدراسة. العوامل الـ 26 الأولية تم تحديدها وفقًا لمراجعات الأدبيات. ما مجموعه 41 عاملًا مؤثرًا محددًا إلى إثيوبيا تم تحديدها من خلال استبيان تجريبي للخبراء، في حين تم توفير معلومات عن 94 مشروع بناء تم جمعها لإنشاء قاعدة البيانات. في المجموع، 75تم إجراء استبيانات الخبراء لتحديد تأثيرات العوامل. ثلاث طرق إحصائية، بما في ذلك الاختيار أحادي المتغير، واختيار أهمية الميزة، وتم تطبيق مصفوفة الارتباط مع خريطة حرارية لتحليل ارتباط العوامل المرتبطة بتأخير الجدول الزمني. تم اختيار إجمالي 22 عامل خطر نهائي للعامل تحليل الترتيب. ثانيًا، تم دمج ANN مع GA، وبالتالي حل المشكلات التفاعلية وغير الخطية تم تطوير علاقات عوامل الخطر لتدريب الشبكة وحساب RWs من عوامل الخطر مع الترتيب. تم تحديد ثلاثة عوامل مرتبة في المرتبة الأولى وهي ترتيب التغيير، الفساد/الرشوة، والتأخير في الدفع. ثالثًا، تم استخدام طريقة RII أيضًا لتصنيف العوامل المقارنة وكان القدرة على تحديد عوامل سوء إدارة الموارد والفساد/الرشوة والتأخير في تسليم المواد بالترتيب. وفقًا للعوامل التي تم تحديدها، فإن الإدارة تم تناول الاستراتيجيات المتعلقة بالأسباب المحتملة وطرق التحكم في تأخير الجدول الزمني. علاوة على ذلك، تم إجراء تحليل حساسية مع تسلسل زيادة حسابية بنسبة 10٪ لأعلى تم إجراء ثلاثة عوامل مرتبة للتحقق من حساسية تأثير التحسين العوامل التي تؤدي إلى تأخير مشروع البناء. بالنسبة للتحسينات بنسبة 10% و20% و30% و40% في عوامل الخطر الثلاثة الأولى التي صنفتها الجمعية العامة، كان متوسط تأخيرات الجدول الزمني في 94 حالة 92.25%، 89.7%، 87.72%، و86.08% على التوالي. بالنسبة لـ RII، متوسط تأخيرات الجدول الزمني كانت 100.52%, 98.62%، 96.95%، و95.50% على التوالي. تم الحصول على تأخير الجدول الزمني بنسبة 92.25% من التحسن بنسبة 10% في تحليل GA كان أقل من ذلك الذي تم الحصول عليه من 40% تحسن في تحليل RII، والذي بلغ 95.5%. التحسينات في المراكز الثلاثة الأولى أثبتت عوامل الخطر المصنفة التي حددتها الجمعية العامة أنها أكثر حساسية وأهمية بالنسبة تخفيضات تأخير الجدول الزمني، في حين أن التحقق من صحة CSRAM من حيث الموضوعية و تم تحقيق الاتساق.
التوصيات	إن تأخير الجدول الزمني يمثل مشكلة خطيرة وجوهرية في صناعة البناء الإثيوبية. ومع ذلك، من خلال CSRAM، تتمكن هذه الدراسة من تقديم تحليل موضوعي ومتسق نهج لتحديد الأسباب الرئيسية لتأخير الجدول الزمني. وبالتالي، فإن مديري البناء يمكنهم أن يبذلوا جهودهم في التركيز على عوامل الخطر الحرجة لتحسين الوضع بشكل كبير تأخير الجدول الزمني. علاوة على ذلك، بالنسبة لبلديات الإقليم الشمالي التي تعاني من تأخير المشاريع بسبب نقص المعلومات فيما يتعلق بصناعة البناء الإثيوبية، لا تقدم هذه الدراسة استراتيجيات الإدارة فحسب كدليل إرشادي للحد من تأخيرات الجدول الزمني، ولكنها تعمل أيضًا كمرجع مهم في التحكم في الجدول الزمني لـ FGCs التي تخطط لـ الدخول أو العمل في إثيوبيا صناعة البناء. تم جمع قاعدة بيانات 94 مشروع بناء في هذه الدراسة كما أنها مصدر قيم للدراسات المستقبلية المتعلقة بقضية البناء تأخير.

عنوان البحث	**Schedule Delay Risk Analysis in Construction Projects with a Simulation-Based Expert System**
المؤلف	Georgios K. Koulinas

	Alexandros S. Xanthopoulos Thomas T. Tsilipiras Dimitrios E. Koulouriotis
تاريخ النشر	2020
جهة النشر	Buildings
الموقع الجغرافي للحالة الدراسية	اليونان.
نوع المبنى	فندق 5 نجوم.
المتغير المستقل	مخاطر تأخير الجدول الزمني.
المتغير التابع	مشاريع البناء.
أهداف البحث	لملء فجوة البحث الحالية من أجل التوصل إلى نهج يقدر احتمالية إكمال المشروع في غضون موعد نهائي محدد، بناءً على استبيان مشروع حساس لحالة الأحرف يعكس خبرة وتفضيلات مدير مخاطر المشروع، ثم باستخدام محاكاة مونت كارلو لتحليلها، واستخراج احتمالات التنفيذ في الوقت المحدد، وإجراء تحليل حساسية مكثف يوضح بشكل أفضل مقدار المخاطر التي يتعرض لها المشروع.
النتائج	في هذه المقالة، قدمنا استراتيجية تعتمد على المحاكاة لتقدير مخاطر التأخير في جداول المشروع بكفاءة. في البداية، أجرينا اختبارات لاستكشاف تأثير استخدام توزيعات إحصائية مختلفة للتعبير عن مدد غير مؤكدة لمهام معينة. كما نقترح استراتيجية تعتمد على الاستبيان لتعيين التوزيعات المناسبة لمدد أنشطة المشروع وفقًا لطبيعتها وتفضيلات الخبير، لإدارة نقص المعرفة و/أو البيانات التاريخية. تم تطبيق الاستراتيجية المقترحة لتقدير إجمالي وقت الانتهاء لمشروع معقد مع مواعيد نهائية صارمة للغاية وعقوبات مالية للتأخير. تم فحص فعالية التقنية المقترحة مقابل تقنية PERT الكلاسيكية، وكانت النتائج واعدة للغاية حيث يمكن للعملية الحالية التنبؤ بشكل أفضل بعدم اليقين في المدة وتوفير أداة مفيدة لتخطيط تدابير معالجة تجاوز الميزانية والوقت لمديري مخاطر المشروع. تتمثل المساهمة الرئيسية لهذه الورقة في أنها تقدم نهجًا لتقدير مخاطر مدة المشروع، والذي يتضمن خبرة مدير مخاطر المشروع مع التوزيعات الإحصائية ونطاقاتها، من خلال معادلة بسيطة. إن النهج المقترح يعمل ضمن إطار قائم على المحاكاة ويتيح إجراء تنبؤات أكثر دقة حول مدة المشروع الفعلية. ويمكن لهذا النهج في نهاية المطاف أن يوفر لمدير مخاطر المشروع أداة قوية للنظر في احتمالات إكمال المشروع في الوقت المناسب. وعلاوة على ذلك، فإن تطبيق توزيعات شائعة الاستخدام على نطاق واسع للتعبير عن المدد يمنح المدير الفرصة لاختيار استراتيجية في الجدولة وفقًا لملف قبول المخاطر الخاص به. بعبارة أخرى، يمكن للمدير الباحث عن المخاطر اختيار توزيع PERT أو حتى طريقة PERT لأنها تؤدي إلى تمديدات جدول زمني أصغر على النقيض من التوزيعات المثلثية والموحدة، والتي تؤدي إلى تأخيرات أكبر في المشروع ويمكن اختيارها من قبل المديرين الأكثر تحفظًا على المخاطر. ونظرًا لحقيقة أن النظر في الكثير من عدم اليقين في المدد يمكن أن يزيد من تكاليف إجراءات التخفيف من المخاطر، دون أي فائدة حقيقية في الممارسة العملية، فقد تبنينا نهجًا يمنح مدير المشروع خيار اختيار توزيعات مختلفة لكل فئة من الأنشطة ودمج القيم العشوائية مع الخبرة والتفضيلات من خلال استبيان ومعادلة بسيطة لدمج التقديرات.
التوصيات	وعلى الرغم من أن نتائج النهج المقترح واعدة، إلا أنه من الممكن توسيع هذه الدراسة وتحسينها من خلال تطبيق المزيد من البحوث على عوامل الخطر المدرجة في الاستبيان، مع مستوى أعلى من التخصيص للمشروع المحدد قيد الدراسة، ومن خلال التحقيق في استخدام توزيعات إحصائية أخرى للتعبير عن مدة الأنشطة. بالإضافة إلى ذلك، فإن مراقبة وتحليل عوامل الخطر التي قد يكون لها تأثير على التكاليف والموارد المستخدمة في تنفيذ المشروع ووقت وصول الموارد المادية، يمكن أن يكون الموضوع الرئيسي لدراسة مستقبلية من شأنها توسيع النموذج الحالي. وأخيرًا، يعد التوسع في اتخاذ القرار الجماعي والتحقق من صحة النتائج من خلال الاختبار على عدد أكبر من حالات المشاريع الحقيقية من بين خطط البحث المستقبلية للمؤلفين.

عنوان البحث	A Bayesian-driven Monte Carlo approach for managing construction schedule risks of infrastructures under uncertainty
المؤلف	Long Chen a Qiuchen Lu b Daguang Han c
تاريخ النشر	2023
جهة النشر	Expert Systems with Applications
الموقع الجغرافي للحالة الدراسية	الصين.
نوع المبنى	الهيكل الرئيسي لمشروع نفق السكك الحديدية تحت الأرض.
المتغير المستقل	مخاطر جدول البناء.
المتغير التابع	البنية التحتية.
أهداف البحث	تهدف هذه الورقة إلى سد هذه الفجوة من خلال تطوير نهج مونت كارلو (BDMC) الجديد القائم على البايز لإدارة مخاطر جدول بناء البنية التحتية في ظل حالة عدم اليقين.
النتائج	غالبًا ما يواجه تشييد البنى التحتية تحديات بسبب تأخيرات البناء الناجمة عن حدوث مخاطر جدول البناء، والتي عادة ما تكون مترابطة وتحدث في سلسلة من الأحداث المتتالية مع التعقيد المتزايد وعدم اليقين في تشييد البنية التحتية. طور هذا البحث نهجًا جديدًا قائمًا على نظرية مونت كارلو لإدارة مخاطر جدول البناء المترابطة للبنى التحتية في ظل عدم اليقين. يتكون من ثلاث مراحل، حيث (1) يمكن للمرحلة 1 معالجة بيانات المخاطر مسبقًا وتحويل شبكة المخاطر إلى شبكة بايزية بطريقة أكثر ملاءمة من خلال تطوير نهج تحويل البيانات الهجين القائم على خوارزميات التحويل الطوبولوجي (DFS وMWST A) ونموذج leaky-MAX؛ (2) يمكن للمرحلة 2 التنبؤ باحتمالات حدوث المخاطر وجداول البناء في ظل عدم اليقين من خلال رسم خرائط المخاطر ومحاكاة BDMC؛ و(3) يمكن للمرحلة 3 تحديد المخاطر الحرجة والحساسة وتوفير استراتيجيات فعالة للتخفيف من المخاطر باستخدام تحليلات الحساسية والسيناريو. وقد تم التحقق من صحة هذا النهج المتطور من خلال دراسة حالة، حيث مكنت النتائج فريق إدارة المشروع من الحصول على تخطيط دقيق لجدول البناء المستقبلي، وإعداد خطة فعالة لإدارة المخاطر والنجاح أخيرًا في تجنب تأخير البناء الخطير. يقدم هذا البحث مساهمات نظرية لمجموعة المعرفة من خلال (1) تقديم وجهة نظر جديدة والمزيد من الأفكار لتحليل مخاطر جدول البناء والترابطات المرتبطة بالمخاطر بما في ذلك العلاقات الزمنية والسببية من منظور الشبكة (أي شبكة المخاطر والشبكة البايزية)، والتي تعد أكثر موثوقية ودقة لوصف حقيقة حدوث المخاطر؛ و(2) تطوير نهج جديد لإدارة مخاطر جدول البناء المترابطة مع مراعاة العلاقات الزمنية والسببية، والتي تتكون من بناء شبكة بايزية، والتنبؤ باحتمالية حدوث المخاطر، وتحديد المخاطر الحساسة والحرجة، وتقييم وتوفير استراتيجيات هجرة المخاطر. وبالمقارنة مع طرق تحليل مخاطر جدول البناء التقليدية، يمكن لهذا النهج المتطور أن يتفوق في موثوقيته ودقة التنبؤ، والراحة في الحصول على البيانات ومعالجتها، والكفاءة في تخفيف المخاطر. كما قدمت هذه الأبحاث مساهمات عملية لصالح الباحثين والممارسين في الممارسة العملية، والتي تشمل (1) أداة مفيدة تم تطويرها للتخطيط الآلي لجدول البناء وإدارة مخاطر البنية التحتية، و(2) النتائج من دراسة الحالة لمساعدة صناع القرار على تحديد مخاطر جدول البناء، وفهم انتشار المخاطر والاستدلال عليها، واقتراح استراتيجيات التخفيف من المخاطر، وإدارة جدول البناء والمخاطر. لا تقتصر النتائج على مشروع الحالة ولكن يمكن تطبيقها على مشاريع أخرى مماثلة. كما أنها مفيدة لفهم مبادئ ومنهجية ونقاط القوة في نهج BDMC هذا.
التوصيات	على الرغم من أن هذا البحث قد تم تصميمه بدقة قدر الإمكان، إلا أن بعض القيود لا تزال قائمة وتنتظر معالجتها في الأبحاث المستقبلية. أولاً، لم يأخذ هذا البحث في الاعتبار سوى التسلسل الزمني لحدوث المخاطر في المحاكاة بينما تجاهل التغيرات الديناميكية المحتملة لحالات المخاطر طوليًا. ثانيًا، لتبسيط الحوسبة بشكل معقول، من المفترض أن يكون توزيع درجة حالة المخاطر هو نفسه لجميع المخاطر إذا كانت فيaiثالثا، هناك حاجة إلى المزيد من دراسات الحالة للتحقق من صحة هذا النهج المتطور. وسوف تركز الأبحاث المستقبلية على معالجة هذه القيود من خلال (1) تطوير نهج شبكي بايزي ديناميكي لتحليل ديناميكيات المخاطر طوليًا؛ (2) تحديد التوزيعات المناسبة لدرجة

	حالة المخاطر لكل خطر مع موازنة التكلفة الحسابية والدقة؛ و(3) التحقيق في المزيد من الحالات سواء في الصين أو في الخارج للتحقق من صحة النهج المتطور وتحسينه.

عنوان البحث	CONSTRUCTION SCHEDULE RISK ANALYSIS - A HYBRID MACHINE LEARNING APPROACH
المؤلف	Fitzsimmons, John Patrick Lu, Ruodan Hong, Ying Brilakis, Ioannis
تاريخ النشر	2022
جهة النشر	JOURNAL OF INFORMATION TECHNOLOGY IN CONSTRUCTION
الموقع الجغرافي للحالة الدراسية	المملكة المتحدة.
نوع المبنى	استشارات إدارة الجدول الزمني.
المتغير المستقل	مخاطر جدول البناء.
المتغير التابع	مشاريع الانشاء.
أهداف البحث	لإجراء تحليل المخاطر لجدولة البناء بشكل أكثر موضوعية ودقة باستخدام طريقة التعلم الآلي المقترحة. يقترح أسلوبًا هجينًا لمساعدة المخططين في إجراء تحليل المخاطر باستخدام الجداول الأساسية بدقة محسنة.
النتائج	يقدم هذا البحث إطار عمل جديد لتحليل مخاطر جداول البناء. وهو يمثل النهج الأول لاستخدام التعلم الآلي لمعالجة جداول البناء الصاخبة مسبقًا لتطبيق هجين جديد لنموذج مونت كارلو. المحاكاة (MCS) والشبكات البايزية التجريبية (EBN) وآلات الدعم المتجهة (SVM). تم تدريب الحل المقترح واختباره على مشاريع البنية التحتية الكبيرة. وقد استند إلى عمل العديد من الدراسات التي تمت مناقشتها في القسم 3 لوصف كيفية استخدام التعلم الآلي للتعامل مع مشكلة فهم جداول البناء. وقد ثبت أن استخدام مجموعات البيانات الكبيرة لتدريب نماذج التنبؤ يمكن أن يؤدي إلى نتائج محاكاة متفوقة على عينة محدودة، وذلك باستخدام تقنية قابلة للتطوير بشكل كبير لمجموعات بيانات أكبر وعدد أكبر من مشاريع الاختبار. وفي معالجة المشاكل المرتبطة ببيانات جدول البناء، تم تقديم بعض المساهمات القيمة للبحث حول الذكاء الاصطناعي التطبيقي. لا توجد تقنية واحدة يمكن تطبيقها على المهمة المعقدة المتمثلة في قياس المخاطر في تسلسل صاخب من عمليات البناء، باستخدام البيانات الواردة في جدول مخطط جانت فقط. ومع ذلك، فإن فهم كيفية استخدام تقنيات متعددة لإضافة معنى إلى مجموعة بيانات جدول البناء يعد مساهمة مفيدة نحو الاستفادة من الكميات الهائلة من البيانات المتاحة لتحسين تقدير المخاطر الزمنية في مشاريع البنية التحتية والبناء. باستخدام هذه التقنيات، يمكن للآلات أن تتعلم عن مشاريع البناء المعقدة للغاية دون أن يتم برمجتها صراحةً، مما يقدم بعض الفرص المثيرة لممارسات البناء. على الرغم من البدء بمجموعة بيانات أكبر (560 ملف مشروع)، أدت المشكلات المتعلقة بجودة الجدول الزمني إلى تقليص كبير في مجموعة البيانات (302 ملف مشروع). يمكن تحسين معدل دقة النموذج المقترح القائم على التعلم الآلي من خلال الوصول إلى كمية أكبر من بيانات جدول البناء. يمكن أيضًا لمجموعة الاختبار النهائية إن هذه الطريقة يمكن أن تكون أكثر فعالية في فهم مدى قابلية هذه الطريقة للتوسع. ويمكن استخدام عمليات تصفية أكثر صرامة لضمان جودة البيانات التي تم إنشاؤها على أقل تقدير. ولكي تصبح آثار السجلات غير الدقيقة التي تم إنشاؤها غير ذات أهمية، فقد يلزم توسيع عدد المهام التي تم جمعها إلى عشرات الملايين. وتجدر الإشارة أيضًا إلى أن كل تحليل للتجربة يستفيد بشكل كبير من الرؤية بأثر رجعي في حين أن التخطيط المبكر لا يزال غير جيد في كثير من الحالات - فلن يكون من الممكن دائمًا التنبؤ بهذه المخاطر الرئيسية مقدمًا.

	إن التعريفات غير المكتملة للنطاق من شأنها أن تجعل جداول المشروعات تشهد تغييرات كبيرة. ومن بين القيود الرئيسية لهذا العمل أن جوانب التخطيط الأولية هذه لم تؤخذ في الاعتبار بالكامل في الطريقة المقترحة. سيتم دمج هذا في الأبحاث المستقبلية. هناك قيد رئيسي آخر وهو تحديد مخاطر المهام. في الممارسة المستقبلية، قد يتخذ فريق المشروع إجراءات تصحيحية لتجنب تأخير المشروع. على سبيل المثال، بدء المشاريع اللاحقة قبل الانتهاء من المشاريع السابقة المتأخرة وتغيير تسلسل المهام. ومع ذلك، من الصعب تتبعها. التباين في الجدول الزمني أثناء جمع البيانات حيث يقوم فريق المشروع بتعديل الجدول الزمني دون تخزين الجداول الزمنية القديمة بشكل متكرر. لذلك، قامت هذه الدراسة بنمذجة السيناريو الفعلي لتنفيذ المشروع والذي يتضمن إجراءات تصحيحية، بدلاً من أسوأ سيناريو لتنفيذ المشروع والذي يستبعد الإجراءات التصحيحية. ربما تكون جداول البناء هي السجلات الأكثر تحديثًا وشاملة لمشاريع البناء الكبيرة. ومع ذلك، يظل الوصول إلى هذه البيانات يشكل تحديًا. وهذا أيضًا قيد رئيسي آخر لهذه الدراسة نظرًا لأن البيانات المستخدمة في هذه الدراسة تم جمعها من شركتي بناء فقط؛ وبالتالي، قد لا يتم تعميم نتائج الطريقة المقترحة على صناعة البناء في المملكة المتحدة بأكملها. بعض المخاوف الخاصة (INEIGHT، 2019).
التوصيات	سيركز العمل المستقبلي على إنشاء منصة جدولة متكاملة للبيانات لدمج جداول مخطط جانت مع متغيرات المخاطر (على سبيل المثال، بيانات الطقس المحلية والمتغيرات المتعلقة بسلسلة التوريد) من أجل تسهيل نماذج التعلم الآلي الأكثر دقة. ومن بين مجالات العمل المستقبلية الأخرى إنشاء قاموس معرفة هندسة البناء إنشاء مجموعة اختبار عامة للباحثين المستقبليين في تدريب نماذج اللغة، حيث تم تصميم مجموعات الاختبار الحالية بواسطة علماء الكمبيوتر لأغراض التدريب العامة فقط والتي تفتقر إلى الكلمات الرئيسية الهندسية.

عنوان البحث	Delay Causes and Mitigation Strategies for Hospital Renovation Projects
المؤلف	Apollinaria Pankiw
تاريخ النشر	2004
جهة النشر	DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
الموقع الجغرافي للحالة الدراسية	كندا .
نوع المبنى	مشفى.
المتغير المستقل	أسباب التأخير واستراتيجيات التخفيف.
المتغير التابع	مشاريع تجديد المستشفيات.
أهداف البحث	الغرض من هذه الأطروحة هو تحديد وفهم أسباب تأخير الجدول الزمني للمشروع في مرافق الرعاية الحادة بشكل موضوعي وتحديد استراتيجيات التخفيف التي يمكن تنفيذها للسيطرة على مثل هذه الأسباب أو القضاء عليها. توفر هذه المعلومات موردًا مهمًا لفرق إدارة المشاريع العاملة في هذا النوع من البيئة كما تقدم مساهمة كبيرة في أدبيات إدارة المشاريع من خلال توفير قائمة شاملة بعوامل التأخير واستراتيجيات التخفيف المقابلة. إن معالجة أسباب تأخير الجدول الزمني للمشروع من شأنها أن تزيد من احتمالية تسليم المشاريع في الوقت المحدد.
النتائج	كما تمت مناقشته سابقًا طوال الأطروحة، لا يمكن التقليل من أهمية استكمال تجديدات الرعاية الصحية في الوقت المحدد. كان جدولة البحث موضوعًا للبحث لعقود من الزمن. حددت الدراسة الحالية قائمة شاملة لأسباب تأخير الجدول الزمني للمشروع من الجيل الأول والثاني. إن توسيع الدراسة لتشمل عينة أكبر من المشاريع من شأنه أن يسلط الضوء على ما إذا كان هناك ارتباط بين أسباب تأخير الجدول الزمني للمشروع وتجاوز الجدول الزمني للمشروع.

	كانت المفاهيم التي تم اكتشافها من الجيل الأول والثاني فقط. إن توسيع الدراسة للبحث بشكل أعمق في أسباب تأخير الجدول الزمني إلى مستوى الجيل الثالث والرابع من شأنه أن يثبت قيمته. يمكن ربط العديد من التأخيرات المتعلقة بالمستشارين والمقاولين إن تشجيع سلوكيات العمل المحددة من قبل الاستشاريين والمقاولين غالبًا ما يكون مدفوعًا بالالتزامات التعاقدية والطريقة التي يتم بها هيكلة العقد. على سبيل المثال، جعل الاستشاريين يقومون بمزيد من العمل المسبق في التصميم قد تكون فكرة إضافة مرحلة جديدة، مثل عمليات تفتيش الموقع، لتقليل التأخيرات بسبب الظروف غير المتوقعة للموقع فكرة جيدة. ومع ذلك، فإن تقسيم الرسوم وهيكل الوقت والمال الذي ينفقه الاستشاري في وقت مبكر من مرحلة التصميم قد لا يسمح بتخصيص الموارد الكافية لإكمال عمليات تفتيش الموقع قبل التصميم. وبالتالي، لتشجيع وتسهيل عمليات تفتيش الموقع، قد يكون من الضروري تعديل تخصيص الموارد والأموال التي يتم إنفاقها في نقاط مختلفة في مرحلة التصميم. يمكن إعداد ذلك من خلال صياغة تعاقدية، وبالتالي تغيير الطريقة التي يدير بها الاستشاري مرحلة التصميم ويخصص الموارد طوال الوقت. يتضمن المثال الثاني معالجة أوجه القصور في مرحلة الإغلاق. عادةً، لا يبقى في الموقع سوى طاقم هيكلي، وقد يكون من الصعب حتى إعادة المقاول أو الباطن إلى الموقع لإكمال النسب المئوية القليلة الأخيرة من العمل والعيوب. في هذه الدراسة، كان التأخير تم تحديد السبب على أنه "عيوب" أو "عدم تواجد المقاول (الباطن) في الموقع". ومع ذلك، فإن المزيد من التحقيق سيكشف أن سبب التأخير (الجيل الثالث أو الرابع) قد يكون في الواقع بسبب هيكل العقد. هل العقود الحالية بين المالكين والمقاول منظم بحيث يكون هناك حافز للمقاول للبقاء في الموقع حتى اكتمال المشروع؟ مزيد من البحث في العقود وفعالية صياغة العقد وبنيته في دفع أو تشجيع النتائج المرجوة للمنظمة المالكة سيكون له قيمة.
التوصيات	اقترح باحث أكثر خبرة العدد المتوقع من المشاريع (25 إلى 30) المطلوبة عادةً لدراسة نوعية من هذا النوع من أجل الوصول إلى التشبع النظري. وقد لوحظت مراجعة مستمرة وإعادة تقييم لنوع وعدد المشاريع المختارة للتحقق من حدوث التشبع النظري بالفعل. وقد حدث التشبع النظري في وقت مبكر من الدراسة بعد حوالي 15 مشروعًا، وبالتالي تم إكمال المشاريع الـ 12 المتبقية من أجل التحقق من النتائج وتعزيزها. وكان هناك أيضًا عامل مهم ثانٍ لإكمال المشاريع الـ 12 المتبقية. فقد اعتبر الباحث أنه من المهم إكمال عينة من المشاريع المأخوذة من كل مدير مشروع من أجل تقليل تأثير التحيز المحتمل في النتائج من أسلوب إدارة مدير المشروع أو نقاط ضعف إدارته. وقد أدى اختيار المشاريع من العديد من المديرين إلى تقليل تأثير هذا المتغير المربك المحتمل. إن توسيع دراسة البحث لتشمل مناطق الرعاية الصحية الكندية الأخرى ومرافق الرعاية الحادة من شأنه أن يعزز النتائج التي تم الحصول عليها في هذه الدراسة.

عنوان البحث	Applications of Building Information Modeling methods in Risk Management and Time Management
المؤلف	Mohamed Amr Sayed Hassan Aly Fathy Eaid Hazem Mohamed Talat Eldaly
تاريخ النشر	2021
جهة النشر	INTERNATIONAL JOURNAL OF ARCHITECTURAL ENGINEERING AND URBAN RESEARCH
الموقع الجغرافي للحالة الدراسية	مصر.
نوع المبنى	المتحف المصري الجديد.
المتغير المستقل	أساليب نمذجة معلومات البناء.
المتغير التابع	المتحف المصري الجديد.
أهداف البحث	تم إجراء دراسة حول استخدام BIM في مشاريع البناء للتحقق من ثلاث نقاط: استخدام النمذجة في المشاريع، وفوائد استخدام النمذجة في تلك المشاريع، ومعوقات استخدام النمذجة في تلك المشاريع.

النتائج	1- طبقا للفوائد التي استفاد منها المقاول والاستشاري في دراسات الحالة المقدمة فإن الـ BIM أثبت دوره المفيد في إدارة الإنشاءات ولكنه لا يزال يستخدم على نطاق ضيق في مصر وبخبرة محدودة ولذلك فإن مستخدمي الشركات المصرية ما زالوا يخطئون في استخدامه ويترددون في تطبيقه وتعميمه في كافة مشاريعهم القادمة. 2- من وجهة نظر الملاك، تثبت النمذجة أهميتها في تنفيذ وتلبية احتياجات المالك، لذا وفقًا لسوق البناء والطريقة المتبعة في تقليل الأخطاء وتوفير الوقت، فمن المستحسن مواكبة سوق البناء ومحاولة استغلال أساليب النمذجة في المشاريع المستقبلية في مصر. 3- اتضح من دراسات الحالة أن مشروع البناء يواجه العديد من الأخطاء أثناء مرحلة التصميم والتي قد تؤثر على وقت وتكلفة وجودة المشروع مما قد يؤدي إلى نتائج غير فعالة ومخيبة للآمال في المشروع، إلا أن استخدام بعض ميزات النمذجة في مراحل المشروع منذ بداية المشروع قد يؤدي إلى نتائج عكسية. سيساعدك المشروع على تجنب هذا الخطأ والحصول على مشروع أكثر كفاءة. 4- كما اتضح أن نموذج 4D يوفر الكثير من الوقت للمشروع، ومن خلاله نستطيع التحكم بالموارد والآلات في موقع المشروع وكيفية تحريكها في المشروع والأوقات المناسبة لها، مما أدى إلى تقليل مخاطر المشروع ووقته وتوفير الأمان في الموقع. 5- وتدعم هذه النتائج نتائج الدراسة التي أجريت في جامعة ستانفورد في 32 مشروعًا ضخمًا، وتبين أن 40% من الممكن تجنب التغييرات المفاجئة أثناء التنفيذ (تحسين إدارة المخاطر وبالتالي إدارة الوقت)، وصلت الدقة في حساب التكلفة إلى 97%، مما يوفر 80% من الوقت اللازم لحساب التكلفة (تحسين أداة الوقت)، توفير 10% من التكلفة وخفض 7% من وقت المشروع (تحسين إدارة الوقت). 6- وفي النهاية نستنتج من الحالات المدروسة أن BIM هو عملية كاملة من بداية المشروع وحتى مراحله حتى نهاية المشروع وبعد تسليمه للمالك. يساهم أيضًا في تحقيق نظام محكم لمتابعة سير المشروع. الخطوات ومساعدة المالك في الوصول إلى أهدافه.
التوصيات	1- دراسة تطوير أدلة قواعد استخدام الـ BIM في مصر. 2- دراسة كيفية دفع سوق العمل لاستخدام الـ BIM في كافة مجالاته المراحل المختلفة وليس فقط في مرحلة التصميم. 3- دراسة استخدامات الـ BIM بعد تسليم المنشأة. 4- أهمية دراسة الـ BIM للمهندسين وكل المعنيين بقطاع البناء وتوضيح أهميتها وفوائدها لهم. 5- استخدام BIM في تصميم المقاطع الجاهزة ومواد البناء لتوفير الوقت والتكلفة. 6- دراسة كيفية تقليل قيود BIM في مصر.

عنوان البحث	Using 4D BIM to assess construction risks during the design phase
المؤلف	Ziyu Jin, John Gambatese Ding Liu Vineeth Dharmapalan
تاريخ النشر	2019
جهة النشر	Engineering, Construction and Architectural Management
الموقع الجغرافي للحالة الدراسية	الصين.
نوع المبنى	مبنى صف دراسي لرياض الأطفال.
المتغير المستقل	تقييم مخاطر البناء.
المتغير التابع	مرحلة التصميم.
أهداف البحث	تحديد كمية المخاطر الأمنية لعناصر التصميم وأنشطة البناء. دمج درجات المخاطر مع نموذج BIM رباعي الأبعاد. محاكاة مخاطر المشروع وتحليل تقييم المخاطر. وتصميم اختيار البدائل وقبول النموذج.

	تم إجراء تحليل المخاطر المقترحة.
النتائج	تساعد أدوات تقييم المخاطر التقليدية المصممين والمقاولين في الغالب على معالجة ودمج تدابير التحكم في المخاطر في المستويات الأدنى من التسلسل الهرمي للتحكم في المخاطر. قد تحد أدوات تقييم المخاطر الحالية من حرية المصممين في التصميم ولها تأثير على عملية التصميم. تساهم الدراسة الحالية في مجموعة المعرفة في هذا المجال من خلال اقتراح وتوضيح طريقة للمصممين لتنفيذ مفهوم تقييم المخاطر بفعالية وكفاءة ومعالجة المستويات العليا من التسلسل الهرمي للتحكم في المخاطر أثناء عملية التصميم. على وجه التحديد، تدمج الطريقة الجديدة والفريدة من نوعها أدوات BIM والجدولة والمخاطر الحالية لتوفير أداة فعالة وقوية لتقييم المخاطر المرتبطة بالتصميم مع التغلب على القيود المرتبطة بالأدوات وعمليات التصميم الحالية. لا تؤثر الطريقة المقترحة على التصميم الأولي ولا تخلق انقطاعات شديدة لعملية التصميم بأكملها وإبداع المصمم. بالإضافة إلى ذلك، لا يحتاج المصممون إلى معرفة واسعة بالبناء والسلامة عند تطبيق الأداة المقترحة، وقد تم بالفعل النظر في جميع مكونات المخاطر الأساسية. وتوضح دراسة الحالة مدى إمكانية تطبيق الطريقة المقترحة من خلال إظهار نتائج تكامل الجدول الزمني والمخاطر (انظر الشكلين 3 و4). وتساعد العملية المطورة المصممين على إدراك الاختلافات في المخاطر عند إنشاء عناصر تصميم مختلفة للمباني متعددة الطوابق. كما توفر الطريقة المقترحة معرفة السلامة للمصممين بعد دمج التصميم مع درجة المخاطر ومعلومات الجدول الزمني. وبعد محاكاة المخاطر وتصورها، يتم إعلام المصممين بالمهام عالية المخاطر وفترات العمل ومناطق العمل. كما توضح دراسة الحالة أن هذه الطريقة من المرجح أن يكون لها العديد من الفوائد لمحترفي التصميم أثناء مرحلة التصميم. واستنادًا إلى النموذج المتكامل ونتيجة التقييم، يمكن للمصممين التعاون مع المقاولين بطريقة فعالة، في تحديد المخاطر غير المكتشفة والتعرف على أخطاء ونواقص التصميم والجدول الزمني من أجل تحسين جودة التصميم ودمج المزيد من اعتبارات السلامة في التصميم. وبالتالي، تمكن الطريقة من تحقيق مستويات أعلى من التسلسل الهرمي للضوابط (أي الإزالة والاستبدال). ومن خلال عملية التصميم التكرارية، يتمكن المصممون من إنتاج خطط تخفف من مشكلات قابلية البناء وتحتوي على مخاوف أقل تتعلق بالسلامة، إلى جانب اكتساب المزيد من المعرفة حول المخاطر وسلامة الموقع وتسلسل البناء. وباستخدام الطريقة المقترحة، سيتمكن المقاولون من المشاركة وتقديم المدخلات في مرحلة مبكرة من المشروع. وبهذه الطريقة، يمكن إجراء تخطيط سلامة الموقع قبل الوقت المحدد. وبفضل نتائج تقييم المخاطر، مثل المعلومات المتعلقة بالأنشطة عالية المخاطر ومناطق العمل والفترات أثناء البناء، يتمكن المقاولون من تحسين مستوى الوعي بمخاطر الموقع وتخصيص موارد السلامة واختيار تدابير التحكم المناسبة بطريقة فعالة وفي الوقت المناسب. يمكن للمقاولين أيضًا الاستفادة من نموذج 4D المتكامل لإجراء تدريبات السلامة والتواصل مع المقاولين من الباطن فيما يتعلق بالمخاطر المتوقعة في الموقع.
التوصيات	يوصي الباحثون بتنفيذ الطريقة المقترحة على المشاريع التي تتضمن طرق تسليم المشروع المتكاملة مثل التصميم والبناء، لأن النهج يتطلب مدخلات من كل من المصممين والمقاولين. وبهذه الطريقة، تعمل الكيانان معًا وبشكل وثيق كفريق واحد. يزيل التواصل الشفاف الغموض في التصميم ويساعد في تقصير عملية تكرار التصميم وتحسين جودة التصميم وضمان تطوير تصميم آمن. يمكن إجراء البحوث المستقبلية في اتجاهين: تحديد المخاطر وتطبيقات النموذج رباعي الأبعاد. تعتمد الطريقة المقترحة على تحديد المخاطر على مستوى عنصر التصميم. ومع ذلك، تم تحديد المخاطر لعدد محدود فقط من عناصر التصميم. في الدراسة الحالية، كانت درجات المخاطر المستخدمة تستند إلى آراء خبراء السلامة؛ وهي قابلة للتطبيق على مواقع البناء العامة وقد لا تكون مناسبة عند النظر في الظروف الخاصة بالموقع. يمكن أن تركز البحوث المستقبلية على تجميع نظام BIM قائم على المعرفة مع عناصر تصميم موسعة تحتوي على عوامل خطر من البيانات التجريبية. بالإضافة إلى ذلك، من المتوقع أيضًا اتباع نهج لتعيين مخاطر الوحدة تلقائيًا لعناصر التصميم بناءً على المعلمات المتعلقة بموادها وإجراءات البناء المقابلة. كما يمكن إجراء البحوث لاستكشاف السبل لتوجيه أصحاب المصلحة في تحديد مدى تحمل المخاطر. ولأن دراسة حالة واحدة فقط أجريت لهذا البحث، فإن الاستنتاجات المستخلصة فيما يتعلق بفعالية وجدوى التخفيف من المخاطر والوقاية منها محدودة في تطبيقها على الصناعة ككل. وينبغي إجراء البحوث المستقبلية حول تطبيق الطريقة المقترحة على مجموعة متنوعة من مشاريع المباني متعددة الطوابق بمقاييس مختلفة.

	كما سيكون من المفيد طلب المعلومات المتعلقة بقبول المصممين وإدراك المقاولين للنهج المقترح. بالإضافة إلى ذلك، فإن التطبيق الحالي يتعلق فقط بالمباني متعددة الطوابق؛ وينبغي إجراء المزيد من البحوث لفحص ما إذا كان من الممكن توسيع نطاق هذه الطريقة لتشمل مكونات البنية التحتية الأخرى أيضًا.

عنوان البحث	Project Risk in the Context of Construction Schedules—Combined Monte Carlo Simulation and Time at Risk (TaR) Approach: Insights from the Fort Bema Housing Estate Complex
المؤلف	Janusz Sobieraj Dominik Metelski
تاريخ النشر	2022
جهة النشر	Applied Sciences
الموقع الجغرافي للحالة الدراسية	بولندا.
نوع المبنى	مجمع فورت بيما السكني (مجمع باركوفو-ليسني السكني).
المتغير المستقل	مخاطر المشروع.
المتغير التابع	جداول البناء.
أهداف البحث	معالجة المشكلة المتعلقة بإمكانية تطبيق أدوات PtD وفائدتها.
النتائج	تساعد أدوات PtD التقليدية في الغالب المصممين والمقاولين على معالجة تدابير التحكم في المخاطر ودمجها في المستويات الأدنى من التسلسل الهرمي للتحكم في المخاطر. قد تحد أدوات PtD الحالية من حرية المصممين في التصميم وتؤثر على عملية التصميم. تساهم الدراسة في مجموعة المعرفة في هذا المجال من خلال اقتراح وتوضيح طريقة للمصممين لتنفيذ مفهوم PtD بفعالية وكفاءة ومعالجة المستويات العليا من التسلسل الهرمي للتحكم في المخاطر أثناء عملية التصميم. على وجه التحديد، تدمج الطريقة الجديدة والفريدة من نوعها أدوات BIM والجدولة والمخاطر الحالية لتوفير أداة فعالة وقوية لتقييم المخاطر المرتبطة بالتصميم مع التغلب على القيود المرتبطة بالأدوات وعمليات التصميم الحالية. لا تؤثر الطريقة المقترحة على التصميم الأولي ولا تخلق انقطاعات شديدة لعملية التصميم بأكملها وإبداع المصمم. بالإضافة إلى ذلك، لا يحتاج المصممون إلى معرفة واسعة بالبناء والسلامة عند تطبيق الأداة المقترحة، ويتم بالفعل النظر في جميع مكونات المخاطر الأساسية. وتوضح دراسة الحالة مدى إمكانية تطبيق الطريقة المقترحة من خلال إظهار نتائج تكامل الجدول الزمني والمخاطر (انظر الشكلين 3 و4). وتساعد العملية المطورة المصممين على إدراك الاختلافات في المخاطر عند إنشاء عناصر تصميم مختلفة للمباني متعددة الطوابق. كما توفر الطريقة المقترحة معرفة السلامة للمصممين بعد دمج التصميم مع درجة المخاطر ومعلومات الجدول الزمني. وبعد محاكاة المخاطر وتصورها، يتم إعلام المصممين بالمهام عالية المخاطر وفترات العمل ومناطق العمل. كما توضح دراسة الحالة أن هذه الطريقة من المرجح أن يكون لها العديد من الفوائد لمحترفي التصميم أثناء مرحلة التصميم. وبناءً على النموذج المتكامل ونتيجة التقييم، يمكن للمصممين التعاون مع المقاولين بطريقة فعالة، في تحديد المخاطر غير المكتشفة والتعرف على أخطاء التصميم والجدول الزمني ونواقصهما من أجل تحسين جودة التصميم ودمج المزيد من اعتبارات السلامة في التصميم. وبالتالي، فإن هذه الطريقة تمكن من تحقيق مستويات أعلى من التسلسل الهرمي للضوابط (أي الإزالة والاستبدال). ومن خلال عملية تصميم متكررة، يتمكن المصممون من إنتاج خطط تخفف من مشكلات قابلية البناء وتحتوي على مخاوف أقل تتعلق بالسلامة، إلى جانب اكتساب المزيد من المعرفة حول المخاطر وسلامة الموقع وتسلسل البناء. وباستخدام الطريقة المقترحة، سيتمكن المقاولون من المشاركة وتقديم المدخلات في مرحلة مبكرة من المشروع. وبهذه الطريقة، يمكن إجراء تخطيط سلامة الموقع مسبقًا. وباستخدام نتائج تقييم المخاطر، مثل المعلومات المتعلقة بالأنشطة عالية المخاطر ومناطق العمل والفترات أثناء البناء، يتمكن المقاولون من تحسين مستوى الوعي بمخاطر الموقع وتخصيص موارد السلامة واختيار تدابير التحكم المناسبة بطريقة فعالة وفي الوقت المناسب.

	كما يمكن للمقاولين الاستفادة من نموذج 4D المتكامل لإجراء تدريبات السلامة والتواصل مع المقاولين من الباطن بشأن المخاطر المتوقعة في الموقع. ويوصي الباحثون بتطبيق الطريقة المقترحة على المشاريع التي تتضمن أساليب متكاملة لتسليم المشروع مثل التصميم والبناء، لأن هذا النهج يتطلب مدخلات من كل من المصممين والمقاولين. وبهذه الطريقة، يعمل الكيانان معًا وبشكل وثيق كفريق واحد. ويزيل التواصل الشفاف الغموض في التصميم ويساعد في تقصير عملية تكرار التصميم وتحسين جودة التصميم وضمان تطوير تصميم آمن.
التوصيات	يمكن إجراء البحوث المستقبلية في اتجاهين: تحديد المخاطر وتطبيقات النموذج رباعي الأبعاد. تعتمد الطريقة المقترحة على تحديد المخاطر على مستوى عنصر التصميم. ومع ذلك، تم تحديد المخاطر لعدد محدود فقط من عناصر التصميم. في الدراسة الحالية، كانت درجات المخاطر المستخدمة مبنية على آراء خبراء السلامة؛ وهي قابلة للتطبيق على مواقع البناء العامة وقد لا تكون مناسبة عند النظر في الظروف الخاصة بالموقع. يمكن أن تركز الأبحاث المستقبلية على تجميع نظام BIM قائم على المعرفة مع عناصر تصميم موسعة تحتوي على عوامل الخطر من البيانات التجريبية. بالإضافة إلى ذلك، من المتوقع أيضًا اتباع نهج لتعيين مخاطر الوحدة تلقائيًا لعناصر التصميم بناءً على المعلمات المتعلقة بالمواد وإجراءات البناء المقابلة. يمكن أيضًا إجراء البحوث لاستكشاف طرق لتوجيه أصحاب المصلحة في تحديد تحمل المخاطر. نظرًا لأن دراسة حالة واحدة فقط أجريت لهذا البحث، فإن الاستنتاجات المستخلصة فيما يتعلق بفعالية وجدوى التخفيف من المخاطر والوقاية منها محدودة في تطبيقها على الصناعة ككل. يجب إجراء أبحاث مستقبلية حول تطبيق الطريقة المقترحة على مجموعة متنوعة من مشاريع المباني متعددة الطوابق بمقاييس مختلفة. كما سيكون من المفيد طلب المعلومات المتعلقة بقبول المصممين وإدراك المقاولين للنهج المقترح. بالإضافة إلى ذلك، فإن التطبيق الحالي يتعلق فقط بالمباني متعددة الطوابق؛ يجب إجراء المزيد من الأبحاث لفحص ما إذا كان من الممكن توسيع نطاق هذه الطريقة لتشمل مكونات البنية التحتية الأخرى أيضًا.

عنوان البحث	Identifying and assessing critical risk factors for BIM projects: Empirical study
المؤلف	Kuo-Feng Chien Zong-Han Wu Shyh-Chang Huang
تاريخ النشر	2014
جهة النشر	Automation in Construction
الموقع الجغرافي للحالة الدراسية	تايوان.
نوع المبنى	مشروع بناء في أكبر معهد للأبحاث التكنولوجية العسكرية.
المتغير المستقل	عوامل الخطر الحرجة.
المتغير التابع	مشروع بناء في أكبر معهد للأبحاث التكنولوجية العسكرية.
أهداف البحث	لتوفير سياق أوسع للتحقيق في هذه الأسئلة، تقدم هذه الورقة تعريفًا شاملاً لعوامل الخطر طريقة التقييم لمشاريع البناء BIM. أولاً، قمنا بمراجعة الأدبيات لتحديد المخاطر التي تؤثر على مشاريع البناء العامة، وتكنولوجيا المعلومات (IT) ومشاريع البرمجيات. ثانياً، تم تطبيق مختبر التجارب والتقييم لاتخاذ القرار (DEMATEL)، وهو أسلوب فعال لتقييم عوامل الخطر، لتحديد عوامل الخطر الحرجة (CRFs) في مشاريع BIM. وأخيرا، تم إجراء دراسة حالة، وتم اقتراح استراتيجيات الاستجابة للمخاطر لمشاريع BIM التي تنطوي على توزيع المخاطر بين شركاء المشروع.
النتائج	1- إن تقييم المخاطر وتطوير استراتيجيات مواجهتها يتطلب فهم خصائص المخاطر، وما هي المخاطر التي تستحق الاهتمام، وكيفية الاستجابة للمخاطر. بناءً على المسح والتحليل، حددنا المخاطر التي قد يسببها BIM

	يعتبر الممارسون في تايوان أن هذه العوامل هي الأكثر أهمية لتنفيذ مشاريع BIM. تم تحديد إجمالي 13 عامل خطر من خلال البحث الأدبي. 2- لم تتوفر بيانات تاريخية كافية عن المخاطر والبحث؛ لذلك، تم تقديم طريقة DEMATEL وتطبيقها لتقييم مخاطر مشاريع BIM. ولأن العوامل يمكن أن تتفاعل، فإن DEMATEL هي طريقة لتقييم المخاطر مناسبة لبيئة المشروع في العالم الحقيقي. في هذه الدراسة، تم تصميم استبيان DEMATEL لجمع البيانات من مشاريع BIM، وتم تحليل البيانات لتحديد عوامل الخطر المؤثرة. 3- أشارت نتائج أبحاثنا إلى أنه في صناعة AEC التايوانية بشكل عام، F1 (خبرة غير كافية في المشروع) وF8 (نقص الخبرة المتاحة) (الموظفون الماهرون) هي عوامل خطر تؤثر على عوامل الخطر الأخرى؛ لذلك، تخصيص موارد الإدارة لمعالجة عوامل الخطر هذه يجب أن يكون ذلك أولوية. تعكس هذه النتيجة المشاكل السائدة في جميع البلدان التي لا يزال تطوير BIM فيها في مرحلة مبكرة. علاوة على ذلك، فإن هذه النتيجة تتفق مع نتائج الدراسات السابقة في حيث تم اعتبار الافتقار إلى المعرفة والمهارات المطلوبة بين موظفي المشروع والتزام الإدارة العليا بالمشروع من بين العوامل الخمسة الأولى في مشاريع تكنولوجيا المعلومات والبرمجيات. 4- في بيئة خارجية مماثلة، تشترك كل المستويات في CRFs مشتركة. ومع ذلك، تتضمن الأدوار المختلفة CRFs فردية مختلفة لأن تختلف قدرات الموارد العاملة. اعتبر المصممون أن F12 (تفتقر إلى (وفقًا لمعايير BIM) باعتبارها CRF بسبب المسؤولية القانونية عن التصميم. حدد المقاولون F4 (عدم كفاءة التشغيل البيني للبيانات) وF5 (صعوبات تغيير عملية الإدارة) باعتبارها عوامل مؤثرة في التغيير استنادًا إلى مخاوف الإدارة التشغيلية. 5- يجب على ممارسي BIM أن يفهموا بشكل كامل ملف المخاطر المحدد لتبني استراتيجيات إدارة المخاطر المناسبة. تضمن بحثنا تنفيذ طريقة DEMATEL لتقييم المخاطر في مشروع حقيقي. مشروع BIM ومقارنة طريقة DEMATEL بالطرق التقليدية طريقة تقييم المخاطر، ومخطط تأثير المخاطر واحتمالاتها. أشارت نتائج التحليل إلى أنه في معظم الحالات، كانت نفس نماذج CRF تم تحديد عوامل الخطر عند استخدام طريقة DEMATEL أو الطريقة التقليدية، حيث يختلف جزء من عوامل الخطر بسبب خصائص المشروع الفريدة. في بعض الحالات، انعكست ظاهرة المشروع قصيرة الأجل بشكل أكبر على التأثير عند استخدام طريقة التقييم التقليدية مقارنة باستخدام طريقة DEMATEL. بناءً على نتائج تحليل DEMATEL، حددنا عوامل الخطر الستة الأولى واقترحنا استراتيجيات استجابة مناسبة يمكن لممارسي BIM وشركاء البرامج استخدامها لتطوير فهم متعمق لبيئة المخاطر التي تواجهها مشاريع BIM.
التوصيات	يجب دمج تقنية BIM في إدارة المشروع ويجب أن تؤخذ عملية العمل والمخاطر القانونية والمالية المحتملة في الاعتبار. أشارت نتائج بحثنا إلى أن F1 (مشروع غير كاف) الخبرة) وF8 (نقص الموظفين المهرة المتاحين) هي عوامل الخطر الأكثر شيوعًا على جميع المستويات؛ لذلك، فإن الحكومة ينبغي إنشاء ورعاية برامج تعليمية للصناعة المهنيين وإعداد بوابة معرفية للبيانات التاريخية عن الأداء والدروس المستفادة لتحديد الأكثر فعالية طرق تنفيذ BIM.

عنوان البحث	**Learning from risks: A tool for post-project risk assessment**
المؤلف	I. Dikmen M.T. Birgonul C. Anac J.H.M. Tah G. Aouad
تاريخ النشر	2008
جهة النشر	Automation in Construction

الموقع الجغرافي للحالة الدراسية	المملكة المتحدة.
نوع المبنى	مشروع الطاقة.
المتغير المستقل	تقييم المخاطر.
المتغير التابع	مشروع الطاقة.
أهداف البحث	اقتراح عملية منظمة لدعم التعلم القائم على إدارة المخاطر.
النتائج	في إطار هذا البحث، تم اقتراح نهج قائم على التعلم لإدارة المخاطر. يمكن تسهيل التعلم من أحداث المخاطر التي حدثت بالفعل من خلال ذاكرة المخاطر التي يتم فيها تخزين المعلومات المتعلقة بالمخاطر وتحديثها طوال دورة حياة المشروع. بناءً على معلومات المخاطر المتعلقة بالمشاريع السابقة، قد يتخذ صناع القرار قرارات أكثر موثوقية بشأن المشاريع القادمة. وبدلاً من النهج الكمي لنمذجة المخاطر، يمكن استخدام معلومات المخاطر غير الملموسة لتطوير سيناريوهات مستنيرة حول المستقبل. هناك حاجة إلى تغيير فلسفة إدارة المخاطر من "إدارة المخاطر" إلى "إدارة المخاطر". إن التركيز على التعلم قد يؤدي إلى تحويل التوقعات نحو تقييم التأثيرات الكلية (مصادر المخاطر إلى جانب عوامل الضعف)، والتخطيط والاستجابة الأفضل بدلاً من التنبؤ والتقييم الكمي.
التوصيات	بالنسبة لشركة متخصصة في نوع معين من المشاريع (مثل الإسكان والمصانع وما إلى ذلك)، يمكن إدراج أحداث المخاطر التي نراها عادةً في تلك المشاريع في الأداة بالإضافة إلى استراتيجيات الاستجابة المحددة. يجب اختبار الأداة على عدد من الحالات ويفضل أن يكون ذلك طوال عمر المشروع قبل أن تتمكن من الادعاء بأنها أداة موثوقة لإدارة المخاطر المستمرة. ومع ذلك، يُعتقد أن الأداة تشكل مثالاً جيدًا يوضح كيف يمكن تنفيذ نهج قائم على التعلم لإدارة المخاطر في الممارسة العملية.

عنوان البحث	The Potential of 4D modelling software systems for risk management in construction projects
المؤلف	Musa, A. M. Abanda, F. H. Oti, A. H. Tah, J. H. M. Boton, C
تاريخ النشر	2016
جهة النشر	Espace ÉTS
الموقع الجغرافي للحالة الدراسية	المملكة المتحدة.
نوع المبنى	بناء سكني.
المتغير المستقل	النمذجة رباعية الأبعاد.
المتغير التابع	مشاريع البناء.
أهداف البحث	1- البحث في سبب ضرورة إدارة مخاطر البناء. 2- التعرف على مختلف برامج الجدولة الزمنية 4D BIM المستخدمة بشكل شائع لإدارة مخاطر البناء. 3- دراسة التوافق بين أنظمة جدولة المشاريع وبرامج 4D BIM.
النتائج	مع تزايد حجم مشاريع البناء وتعقيدها، هناك حاجة إلى الكفاءة في طريقة تنفيذ أنشطة البناء. تشتهر صناعة البناء بعدم كفاءتها، ومن بين العديد من الصناعات، لا يتم استبعاد مخاطر الجدولة (الوقت). استكشفت هذه الدراسة مجال إدارة المخاطر التي تم من خلالها التوصل إلى فهم للمشاكل المختلفة التي تؤدي إلى المخاطر في مشاريع البناء. وبالتالي، تم فحص بعض أنظمة برامج الجدولة التقليدية المتاحة بناءً على امتثالها لـ BIM. ومع ذلك، كان من الواضح أن أنظمة البرامج هذه ليست فعالة تمامًا في إدارة مخاطر الجدولة على وجه التحديد. مع التقدم العالمي في التكنولوجيا، ظهرت BIM كتكنولوجيا قادرة على تحقيق المزيد من الكفاءة في طريقة عمل الصناعة. وفي هذا الصدد، تم إجراء تقييم نقدي لأنظمة برامج 4D BIM. على

	الرغم من أن BIM لا يزال في مراحله المبكرة، فإن إحدى فوائد BIM هي أنه يمكن أن يعزز إدارة المخاطر بشكل أفضل من خلال النمذجة رباعية الأبعاد. من خلال النمذجة رباعية الأبعاد، يمكن لمديري المشاريع تصور البناء الافتراضي لأي مشروع، وتحديد أي مخاطر مرتبطة به واتخاذ قرارات أكثر ذاتية بدلاً من القرارات الموضوعية.
التوصيات	يجب أن تركز الدراسات المستقبلية على عمليات إجراء إدارة مخاطر الجدول الزمني في بيئة BIM لفهم كيفية إدارة المخاطر باستخدام BIM بشكل صحيح

عنوان البحث	**A Review on Critical Risk Factors in the Life Cycle of Construction Projects**
المؤلف	S. M. Renuka C. Umarani S. Kamal
تاريخ النشر	2014
جهة النشر	Journal of Civil Engineering
الموقع الجغرافي للحالة الدراسية	المملكة المتحدة، الولايات المتحدة، أستراليا، الصين، هونج كونج، كوريا، تركيا، المكسيك، ماليزيا، تايلاند.
نوع المبنى	مشاريع البناء.
المتغير المستقل	عوامل الخطر الحرجة.
المتغير التابع	دورة حياة مشاريع البناء.
أهداف البحث	تطوير نماذج لتقييم عوامل الخطر في مشاريع البناء.
النتائج	ناقشت هذه الورقة مراجعة الأدبيات على مدى العقود الثلاثة الماضية حول تحديد وتقييم عوامل الخطر في مشاريع البناء. وقد تم النظر فيما يقرب من 1000 مشروع دولي من بلدان مختلفة مثل المملكة المتحدة والولايات المتحدة وأستراليا والصين وهونج كونج وكوريا وتركيا والمكسيك وماليزيا وتايلاند وما إلى ذلك في هذه الدراسة. وركزت بشكل أساسي على تطوير نماذج لتقييم عوامل الخطر في مشاريع البناء. كما ناقشت عوامل الخطر الحرجة ومساهمتها في تقنيات تقييم المخاطر. يتم تقديم النتائج من المراجعة على شكل جدول ومخططات. يناقش الجدول 1 عوامل الخطر الحرجة التي حددها الباحثون في مشاريع البناء المختلفة. ثم تم تطوير خريطة المعرفة وهي موضحة في الشكل 1. وهي تمثل مصادر المخاطر في مشروع البناء والتي تؤثر على نجاح المشروع. كشف مسح الأدبيات المكثف أن الباحثين أظهروا مساهمة ملحوظة في تحديد المخاطر وتقييمها. ومن المؤسف أنه لا يزال هناك فجوة واسعة بين النظرية والتطبيق وقد أجرى العديد من الباحثين معظمهم في البلدان المتقدمة. في الهند، تم إجراء عدد قليل من أعمال البحث في هذا المجال.
التوصيات	توصي هذه الورقة بضرورة تحديد عوامل المخاطر التي تؤثر على دورة حياة مشاريع البناء. ومن ثم تصميم إطار عمل لقياس عوامل المخاطر مع الأخذ في الاعتبار عدم اليقين. ومن الضروري تطوير نموذج إحصائي بسيط لتقييم المخاطر في مشاريع البناء مع الأخذ في الاعتبار المشاريع الصغيرة والمتوسطة الحجم أيضًا. وأخيرًا، يجب اقتراح التوصيات المناسبة للتخفيف من المخاطر أثناء دورة حياة المشروع لجعل المشروع ناجحًا.

عنوان البحث	**Risk analysis and management in construction**
المؤلف	Akintola S Akintoye, Malcolm J MacLeod
تاريخ النشر	2000
جهة النشر	International Journal of Project Management
الموقع الجغرافي للحالة الدراسية	المملكة المتحدة.
نوع المبنى	مبنى سكني.
المتغير المستقل	تحليل المخاطر.
المتغير التابع	مبنى سكني.

أهداف البحث	هدف الدراسة الحالية هو الحصول على ردود الفعل من المقاولين في مجال البناء وإدارة مشاريع البناء الممارسين في الجوانب التالية لتحليل المخاطر وإدارتها: • إدراك المخاطر من قبل صناعة البناء • إدارة المخاطر التنظيمية • علاوة المخاطر في مشاريع البناء • إدارة المخاطر • الاستخدام الحالي لتقنيات إدارة المخاطر.
النتائج	إن استبيان استقصائي للمقاولين وممارسات إدارة المشاريع في صناعة البناء في المملكة المتحدة يظهر أن كليهما ينظر إلى المخاطر في البناء على أنها احتمال وقوع أحداث غير متوقعة يمكن أن تؤثر سلبًا على إكمال المشروع المحتمل، أي من حيث التكلفة والوقت وجودة الأداء. وعلى الرغم من استخدام تقنيات إدارة المخاطر في صناعات أخرى لفترة طويلة، إلا أن صناعة البناء تعاملت مع إدارة المخاطر من حيث الحدس الفردي والحكم والخبرة المكتسبة من العقود السابقة. ومن بين العيوب الرئيسية لتقنيات تحليل المخاطر أنه كلما كانت التقنية أقوى وأكثر تعقيدًا، كلما تطلبت المزيد من البيانات والوقت. إن نشاط صناعة البناء مقيد بالوقت لأن إنتاج البناء يتم توظيفه في الغالب في الوقت المناسب لمتطلبات إنتاج العميل. ومن غير المستغرب أن يحدد بعض المستجيبين قيد وقت المشروع كأحد الأسباب الرئيسية لعدم استخدام تقنيات تحليل المخاطر وإدارتها. ويبدو أن زيادة توافر أجهزة الكمبيوتر، والتي سمحت لموضوع تحليل مخاطر المشروع بالنضوج في مجال آخر ذي صلة، لم يكن لها تأثير كبير على الأدوات المستخدمة لتحليل المخاطر وإدارتها في عملية البناء. إن الحاجة إلى قيام ممارسي تقييم وإدارة تحليل المخاطر بتطوير تقنيات مثبتة (مثل تقنيات محاكاة المخاطر) بخلاف الأساليب البديهية هي موضع تأييد من قبل هو وبايك 38 الذين أكدوا أن تحليل المخاطر يجب أن يضفي طابعًا رسميًا على أحكام المديرين بشأن عدم اليقين في المشروع بطريقة أكثر دقة ويجب أن يسمح لهم بتعديل حكمهم في ضوء المعلومات المتاحة لهم. إن معظم المستجيبين على دراية بما ينطوي عليه إدارة المخاطر. ومع ذلك، بسبب الافتقار إلى الألفة، تستخدم الصناعة عددًا قليلاً من التقنيات الرسمية لتحليل المخاطر وإدارتها والتي تنطوي على حسابات بسبب الافتقار إلى الألفة. وجد هو وبايك 3s أيضًا أن القيود الرئيسية التي توجد غالبًا لتطبيق تحليل المخاطر تشمل عدم فهم المديرين الكافي لنهج تحليل المخاطر. قد يكون لهذه النتائج آثار على المناهج الدراسية في تعليم إدارة البناء. قد يتطلب تنفيذ تحليل وإدارة مخاطر المشروع، في ضوء الآثار المترتبة على ربحية أعمال البناء، تعليم وتدريب مديري مشاريع البناء والمهنيين على تقنيات إدارة المخاطر لسد الفجوة بين النظرية والممارسة.
التوصيات	إن شكوك المستجيبين في إمكانية تطبيق تقنيات تحليل المخاطر وإدارتها على صناعة البناء تدعو إلى القلق. وينبغي للنصوص المتعلقة بالبناء والبحوث المتعلقة بالبناء في المجالات ذات الصلة أن تعالج هذه القضية إذا كان من المقرر أن تكون هذه التقنيات ذات قيمة عملية لصناعة البناء.

عنوان البحث	Influence of the Construction Risks on the Cost and Duration of a Project
المؤلف	Azariy Lapidus Dmitriy Topchiy Tatyana Kuzmina
تاريخ النشر	2022
جهة النشر	Buildings
الموقع الجغرافي للحالة الدراسية	روسيا.
نوع المبنى	مبنى سكني مكون من 20 طابقا.
المتغير المستقل	تأثير مخاطر البناء.
المتغير التابع	تكلفة ومدة المشروع.

أهداف البحث	الهدف هنا هو تحديد عوامل الخطر وتخصيصها لكل مرحلة من مراحل دورة حياة المبنى السكني متعدد الطوابق.
النتائج	• حدد النموذج الرياضي المبني على نظرية المجموعة الضبابية مع 25 قاعدة قابلة للبرمجة عوامل المشروع الحرجة وأظهر انحرافًا صغيرًا عن نظرية ديمبستر شافر. • تم تحديد وتصنيف أكثر عوامل الخطر خطورة والتي تؤثر على دورة حياة المشروع وتؤثر على معايير مدة المشروع وتكلفته، حيث بلغت نسبة هذه العوامل 31.25% في دورة الحياة، ويجب أن يكون لكل عامل رقم تعريف لتتبعه، حيث تساعد هذه البيانات في التنبؤ بالعواقب في الوقت المناسب واتخاذ التدابير اللازمة للقضاء عليها. • ينبغي إيلاء اهتمام خاص لمرحلة التصميم، حيث لوحظ أعلى تركيز لعوامل الخطر في هذه الفئة، أي 65.63%. • أظهر تحليل البيانات أنه تحت تأثير عوامل الخطر الحرجة على المشروع، تنمو تكلفة المشروع بمقدار 1.5 مليون دولار، وتزداد مدته بمقدار 7 أشهر.
التوصيات	وبما أن النموذج المقترح جديد نسبيا، فيجب اعتباره نقطة انطلاق لتقييم جديد لتأثير عوامل الخطر على المشروع. المنهجية قابلة للتحسين، ولا تزال هناك جوانب عديدة تحتاج إلى الدراسة. بطبيعة الحال، سيسمح هذا النموذج لمديري المنظمات بخفض التكاليف بشكل كبير، وتشكيل المهام بشكل صحيح، وتحديد عوامل الخطر والقضاء عليها في الوقت المناسب، وتحديد نقاط الضعف في الشركة التي ستؤدي إلى خسائر مالية. يجب أن تركز الأبحاث المستقبلية في هذا المجال على تحديد عوامل الخطر وإدارتها أثناء دورة المشروع. يجدر تقديم قاعدة بيانات إلكترونية لعوامل الخطر، حتى يمكن تقليل نسبة المخاطر وتنفيذ المشاريع بكفاءة أكبر.

عنوان البحث	**Project Complexity and Risk Management (ProCRiM): Towards modelling project complexity driven risk paths in construction projects**
المؤلف	Abroon Qazi John Quigley Alex Dickson Konstantinos Kirytopoulos
تاريخ النشر	2016
جهة النشر	International Journal of Project Management
الموقع الجغرافي للحالة الدراسية	هولندا.
نوع المبنى	نظام السكك الحديدية.
المتغير المستقل	نمذجة مسارات المخاطر الناجمة.
المتغير التابع	مشاريع البناء.
أهداف البحث	من خلال معالجة أسئلة البحث التالية (RQ): السؤال رقم 1: كيف يتم التعامل مع الترابط المتبادل بين تعقيد المشروع والمخاطر الناجمة عن التعقيد المرتبطة بتطوير المشروع الجديد بشكل عام ومشاريع البناء بشكل خاص في الأدبيات؟ السؤال الثاني: كيف يمكننا تطوير عملية إدارة المخاطر ومنهج نمذجة فعال لالتقاط الترابط بين التعقيد والمخاطر من أجل تسهيل عملية صنع القرار لتحديد أولويات المخاطر واستراتيجيات التخفيف من المخاطر في مرحلة بدء المشروع؟ السؤال رقم 3: كيف تتم إدارة الترابط بين تعقيد المشروع والمخاطر في عملية صناعة البناء؟
النتائج	بشكل عام، فإن مساهمة هذه الورقة ثلاثية الأبعاد: لقد ركزنا على واجهة المجالات الواسعة واستكشفنا موضوع بحث مهم لم يحظ باهتمام محدود في الماضي؛ لقد اقترحنا عملية جديدة ونهجًا لنمذجة الترابط المتبادل بين سمات تعقيد المشروع والمخاطر وأهداف المشروع والتي تم توضيحها بشكل أكبر من خلال تطبيق توضيحي؛ وأخيرًا، أجرينا بحثًا تجريبيًا لاكتساب نظرة ثاقبة للممارسة الحقيقية لإدارة هذه التفاعلات المعقدة داخل صناعة البناء.

التوصيات	وفي المستقبل، سيتم التحقق من صحة العملية المقترحة في سياق الصناعات المختلفة من خلال دراسات الحالة. علاوة على ذلك، سيتم إجراء بحث تجريبي للتحقيق في أفضل الممارسات في إدارة الترابطات المعقدة بين تعقيد المشروع والمخاطر الناتجة عنه. سيكون من المهم أيضًا ابتكار أساليب لتقليل الجهد المبذول في ملء مثل هذه النماذج. يمكن استكشاف أساليب أخرى غير BBNs لتنفيذ ProCRiM والتحقيق في التوازن بين الجهد المبذول في تطوير النموذج ودقة النتائج.

عنوان البحث	**Modelling paths of risks associated with BIM implementation in architectural, engineering and construction projects**
المؤلف	Xianbo Zhao Yingbin Feng Josua Pienaar Darryl O'Brien
تاريخ النشر	2017
جهة النشر	Architectural Science
الموقع الجغرافي للحالة الدراسية	أستراليا.
نوع المبنى	صناعة الهندسة المعمارية والهندسة والبناء الأسترالية.
المتغير المستقل	نمذجة مسارات المخاطر.
المتغير التابع	المشاريع المعمارية والهندسية والإنشائية.
أهداف البحث	(أ) تحديد المخاطر المرتبطة بتطبيق BIM في المشاريع المعمارية والهندسية والإنشائية. (ii) نمذجة مسارات هذه المخاطر في سياق أستراليا.
النتائج	تمرين والتعليم ضروريان للممارسين للحصول على المعرفة والخبرة ذات الصلة. في التدريب والتعليم البرامج، يجب على المستخدمين المحتملين لـ BIM أن يتعلموا كيفية معالجة القضايا التكنولوجية (على سبيل المثال، قضايا التشغيل البيني والتوافق)، وكيفية حماية بياناتهم وكيفية مشاركة المعلومات والتعاون مع المشاركين الآخرين في المشروع من خلال BIM. كما أن هناك حاجة إلى الاستثمار الأولي لشراء برنامج BIM، وتوظيف الاستشاريين وعقد برامج تدريبية ذات صلة، وزيادة الضغوط المالية على مستخدمي BIM. ومع ذلك، فإن التكلفة يمكن تعويض التكاليف المرتبطة بتنفيذ BIM من خلال الإمكانات إن توفير التكاليف على المدى الطويل، ومن الممكن أن تقدم الحكومة حوافز مالية للمساعدة في تخفيف الضغوط المالية. بالإضافة إلى ذلك، يجب على المشاركين في المشروع استخدام بروتوكولات BIM القياسية والتوصل إلى إجماع في وثيقة العقد بشأن ملكية البيانات والقيود المفروضة على مشاركة البيانات والوصول إليها، وبالتالي التخفيف من مشكلات ملكية البيانات والأمن. وعلاوة على ذلك، فإن التعاون العادل والتواصل الفعال بين يجب ضمان مشاركة المشاركين في المشروع، مما يتيح تحديث النماذج المبنية بانتظام وتعزيز الجودة من بيانات BIM، وتجنب مشاكل ما بعد التسليم وضمان فوائد BIM.
التوصيات	سيتم إجراء أبحاث مستقبلية للتحقيق في تأثير العوامل السلوكية، مثل مواقف المخاطرة والتفضيلات (Feng et al. 2017)، على اختيار التدابير للتخفيف من المخاطر في تنفيذ BIM. بالإضافة إلى ذلك، يجب على المنظمات أن تراعي هذه العوامل. يمكن استخدام نظريات السلوك لتفسير كيفية استجابة ممارسي الصناعة لتطبيق BIM، مما قد يساعد الممارسين للتغلب على الحواجز التي تحول دون تنفيذ BIM في منظماتهم.

عنوان البحث	**Towards a better modelling and assessment of construction risk: Insights from a literature review**
المؤلف	Abdulmaten Taroun
تاريخ النشر	2014

جهة النشر	International Journal of Project Management
الموقع الجغرافي للحالة الدراسية	المملكة المتحدة.
نوع المبنى	مبنى سكني.
المتغير المستقل	نمذجة وتقييم أفضل لمخاطر البناء.
المتغير التابع	مبنى سكني.
أهداف البحث	إن هذا البحث يهدف إلى توسيع نموذج المخاطر P-I وإدراج معايير إضافية تعكس طبيعة المخاطر وخبرة محللي المخاطر والترابطات بين مخاطر المشروع وتأثير بيئة المشروع على تقييم المخاطر. كما يقترح استخدام تكلفة المخاطر كمقياس مشترك لقياس تأثير المخاطر على أهداف المشروع المختلفة، ضمن نهج تحليلي يعمل على هيكلة وتسهيل الخبرة والحكم الشخصي لمحترفي البناء لتقييم مخاطر البناء.
النتائج	وقد تبين أن نموذج المخاطر P-I لا يزال سائداً، إلا أن الجهود تزايدت مؤخراً لتحسينه. وقد تسارعت وتيرة مقترحات التحسين مؤخراً وأصبحت متوافقة مع التعقيد المتزايد لمشاريع البناء ومخاطر البناء. ويتم دمج المزيد من التعقيد في نمذجة المخاطر وتقييمها في محاولة لعكس جوانب مختلفة من التعقيد مثل الترابطات المتبادلة بين المخاطر والتفاعل بينها وبين بيئة المشروع المحيطة. ومع ذلك، فإن مقترحات التحسين ليست شاملة بما يكفي لالتقاط خصائص المخاطر والترابطات المتبادلة بين المخاطر والتفاعل مع بيئة المشروع المعقدة وتجربة المشروع. إن فهم نقاط الضعف في المشروع أمر بالغ الأهمية لتعزيز تقييم مخاطر البناء. وهذا نهج جديد لتوظيف الخبرة العملية لمحترفي البناء للمساعدة في تقييم المخاطر. وقد وجد أن هناك تحولاً واضحاً من إدراك المخاطر باعتبارها تبايناً في التقدير إلى اعتبارها سمة من سمات المشروع. وقد رافق هذا التحول تحول في تقييم المخاطر من استخدام الأساليب القائمة على العلاج بالصدمات إلى استخدام أساليب أكثر تحليلاً. في الواقع، سيطرت الأساليب التحليلية، التي تستخدم FST وAHP بشكل أساسي، على الأدبيات مؤخرًا. ويتم ابتكار أنظمة دعم القرار المتطورة تدريجيًا لتسهيل الأدوات التحليلية والإحصائية والتعامل مع التعقيد المتزايد لتقييم المخاطر. تمكن أنظمة دعم القرار هذه من إجراء تحليلات شاملة بما في ذلك تحديد المخاطر وتقييمها وتجميع التقييمات وتقدير مستوى مخاطر المشروع. وقد أكدت المراجعة ما ذكر سابقًا أن الأدبيات يفتقر هذا المشروع إلى إطار شامل لتقييم المخاطر يأخذ في الاعتبار الأنواع المختلفة من تأثير المخاطر على أهداف المشروع المختلفة في نفس الوقت. يعد هذا الإطار ضروريًا للحصول على تقييمات واقعية للمخاطر والتي تعد الخطوة الأولى نحو توليد مستوى واقعي للمخاطر في المشروع. وقد تم إلقاء اللوم على الافتقار إلى مقياس مشترك لهذا القيد في الأدبيات. على الرغم من أن العديد من المؤلفون باستخدام "تكلفة المخاطر" كمقياس مشترك لتقييم تأثير المخاطر على أهداف المشروع المحددة (تشان وأو، 2008؛ دي، 2001؛ فرانك، 1987؛ بايك وآخرون، 1993؛ سانشيز، 2008؛2005(وليامز، 1993، 1995)، وجد أن تكلفة المخاطر لم تستخدم بشكل منهجي لمثل هذا الغرض. وقد أظهرت المراجعة أننا نفتقر إلى قاعدة تجميع فعالة تولد مستوى مخاطر واقعيًا للمشروع دون المساس بتشريح تقييمات المخاطر الفردية. إن قواعد التجميع التقليدية، المتوسط أو المجموع المرجح، ليست دائمًا طرقًا مناسبة للحصول على مستوى مخاطر المشروع التمثيلي بسبب الافتراضات الأساسية التي تستند إليها. كما استعرضت الورقة الممارسة الفعلية لتحليل المخاطر كما نُشرت في الأدبيات. وتشير النتائج إلى الاعتماد الكبير على الخبرة العملية والحكم المهني عند تقييم مخاطر البناء. وعلاوة على ذلك، فإن اعتماد الأدوات وأنظمة دعم القرار المتاحة محدود للغاية. والواقع أن هذه المراجعة أظهرت مساهمة ملحوظة من جانب الباحثين في تطوير نمذجة المخاطر وتقييمها. ومن المؤسف أن هناك فجوة واسعة بين النظرية والتطبيق. ومع ذلك، فإن مجموعة المعرفة القائمة تشكل أساسًا قويًا يمكن من خلاله التحقيق في بدائل جديدة يمكنها سد الفجوة القائمة بين النظرية والممارسة.
التوصيات	وخلص إلى أن مشكلة التبني المحدود للأنظمة القائمة يمكن التعامل مع الأدوات من خلال ابتكار منهجيات لتقييم المخاطر تقدر الممارسة الفعلية في صناعة البناء وتعكس ما يفعله الممارسون في الواقع. في الواقع، اقترحوا أن تقديم نماذج أو أساليب جديدة قد لا يكون مفيدًا

	بالضرورة. على الرغم من أنه يمكن تقدير مثل هذا الموقف، إلا أنه لا ينبغي أن يمنع الباحثين من التحقيق في بدائل جديدة ووضع أنظمة دعم القرار القابلة للاستخدام والتي تحاكي الممارسة الفعلية للمستخدمين النهائيين وتسمح لهم بالتعبير عن حكمهم الشخصي والاستفادة من خبرتهم التراكمية. ومع ذلك، يجب أن تكون الأدوات موثوقة ومبنية على قاعدة نظرية ثابتة.

عنوان البحث	Risk Propagation Model and Simulation of Schedule Change in Construction Projects: A Complex Network Approach
المؤلف	Yusi Cheng Jingfeng Yuan LeiZhu WeiLi
تاريخ النشر	2020
جهة النشر	School of Civil Engineering, Southeast University
الموقع الجغرافي للحالة الدراسية	الصين.
نوع المبنى	مبنى سكني شاهق الارتفاع.
المتغير المستقل	محاكاة تغيير الجدول الزمني.
المتغير التابع	مشاريع البناء.
أهداف البحث	تحاول هذه الورقة حل قضيتين: (1) كيفية إنشاء نموذج انتشار المخاطر للتغييرات في الجدول الزمني على شبكة AON مع مراعاة خصائص النشاط وبنية شبكة AON (2) كيفية تقييم قدرة كل نشاط على إحداث كارثة من تغييرات الجدول الزمني حول شبكة AON وزيادة مرونة شبكة AON.
النتائج	(1) يؤثر كل من مستوى القدرة وكثافة العدوى على انتشار المخاطر، ولكن لكل منهما حدود. وفي الوقت نفسه، يرتبط معدل التقارب للانتشار ارتباطًا وثيقًا بمستوى القدرة. (2) الدرجة الخارجية، ووقت الركود، ومدة النشاط لها تأثيرات سلبية على عدد العقد المصابة، في حين أن مركزية المتجه الذاتي لها تأثير إيجابي. (3) عدد مخاطر تغيير تاريخ البدء أكبر من عدد مخاطر تغيير تاريخ الانتهاء بسبب تأثير مدة النشاط على مقاومة الأخير. علاوة على ذلك، فإن توزيع عدد العقد المصابة يشبه التوزيع الأسي، مما يجعله حيويًا لتحديد العقد الحرجة. التوزيع الأسي، مما يجعله حيويًا لتحديد العقد الحرجة
التوصيات	وللتغلب على القيود في هذا العمل، ينبغي استكشاف الجوانب التالية بشكل أكبر في الأعمال المستقبلية: (1) لم يتم النظر في تأثير مدى تغيير الجدول في هذه الورقة، وقد يلعب المدى دورًا مهمًا في انتشار المخاطر بسبب تأثيره على معدل الإصابة. لذلك، يمكن تحسين النموذج للنظر في المزيد من خصائص تغييرات الجدول. (2) هذا النموذج يأخذ بعين الاعتبار فقط الحالة المعرضة (S)، والحالة المصابة (I)، والانتقال من S إلى I، ويتجاهل تأثيرات استراتيجيات التخفيف والانتقال من I إلى S. لجعل النموذج أكثر واقعية، يجب إجراء عمليات محاكاة لانتشار مخاطر الجدول الزمني في الوقت الفعلي، ويمكن إضافة المزيد من الحالات واستراتيجيات التخفيف إلى المحاكاة. (3) مشاريع البناء معقدة للغاية، وتتضمن العديد من عوامل الخطر الخارجية المختلفة. وسوف يتم النظر في كيفية دمج هذه العوامل في النموذج وإنشاء نظام شامل لمؤشرات المخاطر في العمل المستقبلي.

عنوان البحث	Building Schedule Risks Simulation by Using BIM with Monte Carlo Technique
المؤلف	Noor H. Kadume

	Hafeth I. Naji
تاريخ النشر	2021
جهة النشر	IOP Conference Series: Earth and environment scince
الموقع الجغرافي للحالة الدراسية	العراق.
نوع المبنى	مبنى القسم الداخلي.
المتغير المستقل	محاكاة مخاطر جدول البناء.
المتغير التابع	مبنى القسم الداخلي.
أهداف البحث	1) تحديد أهم عوامل الخطورة التي تؤثر على مدة تنفيذ المشروع والتجاوز الزمني له في مشاريع الإنشاءات في العراق. 2) تحديد وابتكار التطبيقات والأساليب الأكثر ملاءمة وفعالية لإدارة مخاطر مشاريع البناء من خلال تطوير تقنية هجينة تستخدم تقنيات إدارة المخاطر جنبًا إلى جنب مع BIM لتقييم المخاطر ومعالجتها في مشاريع البناء. 3) بناء نموذج تنبؤي للمخاطر. 4) إبراز التقييم الكمي والبصري للمخاطر من خلال المحاكاة البصرية لتأثير المخاطر يعطي تصورا واضحا لتأثير هذه المخاطر على مشروع البناء. 5) تحديد مدة المشروع المخطط لها من المعلومات تم جمعها ومقارنتها بمدة الانتهاء الفعلية للمشروع لتحديد تأثير عوامل الخطر على وقت المشروع. 6) استخدام تقنية BIM لتقييم وإثبات تأثير المخاطر التي تم تشخيصها على أداء مشاريع البناء.
النتائج	تعتبر عملية إدارة المخاطر من المراحل المهمة في أي مشروع إنشائي وذلك بسبب حالة عدم اليقين المحيطة بمشاريع البناء، حيث أن تحديد المخاطر وتقييمها له أهمية كبيرة أهمية في تقليل التكاليف والتجاوزات الزمنية وكذلك تحسين جودة وسلامة مشروع البناء حيث تساعد التقنيات الحديثة (BIM) في تسريع عملية إدارة المخاطر وإظهار المخاطر بطريقة واضحة يمكن لأصحاب المصلحة فهمها بسهولة. يمكن أن يساعد العرض الافتراضي لجدول المشروع الذي تم الحصول عليه من المحاكاة رباعية الأبعاد في مراقبة المشروع وتعديل الجدول وفقًا للتغيير في التصميم لأن الأنشطة في جدول البناء المحاكي مرتبطة بعناصر البناء في نموذج ثلاثي الأبعاد. نموذج المبنى.
التوصيات	يمكن تطبيق المنهجية المقترحة المستخدمة في هذا البحث على كافة أنواع المشاريع وفي أي مرحلة من مراحل المشروع وخاصة مرحلتي التصميم والتنفيذ، ويمكن اقتراح عدة سيناريوهات، تم فحص وتقييم نفس النموذج البنائي. توضح نتائج محاكاة مونت كارلو أن هناك فرقًا بين مدة المشروع المخطط لها ومدة المشروع الاحتمالية بسبب المخاطر التي تؤثر على المشروع. المحاكاة رباعية الأبعاد للمدة الاحتمالية يمكن أن تساعد مدة المشروع في فهم تأثير المخاطر في البناء.

2 الفصل الثانى

المخاطر في صناعة التشييد

Risks in the construction industry

2.1 المقدمة:

مشاريع التشييد تعد من بين أكثر المشاريع تعقيداً وتشابكاً نظراً لتعدد الأطراف المعنية، تنوع الأنشطة، وطبيعة العمل الميداني. تتطلب هذه المشاريع توازناً دقيقاً بين العديد من العوامل مثل الزمن، التكلفة، الجودة، والسلامة. ومع هذه التعقيدات، تأتي المخاطر التي يمكن أن تؤثر على سير المشروع وتعرقل تحقيق أهدافه.

مفهوم مخاطر مشاريع التشييد يعكس التحديات والاحتمالات السلبية التي قد تواجه المشروع وتؤثر على نجاحه. هذه المخاطر قد تكون مالية، زمنية، تقنية، بيئية، قانونية، أو حتى صحية. كل نوع من المخاطر يحمل في طياته تأثيرات قد تكون كبيرة إذا لم يتم التعرف عليها وإدارتها بفعالية.

في هذا الفصل، سنقوم بتقديم نظرة شاملة حول مفهوم مخاطر مشاريع التشييد، بدءًا من تعريف أنواع المخاطر المختلفة وأسباب ظهورها الى تأثيرها على مشاريع التشييد.

2.2 مفهوم المخاطرة:

ومن خلال ما ذكر في القواميس عن تعريف المخاطرة (Risk) نجد أن:

- قاموس (Oxford Dictionary, 2000) عرّف المخاطرة (Risk) بأنها: إمكانية حصول الخطر أو المعاناة من الأذى أو الخسارة.

"The possibility of meeting danger or suffering harm or loss"

- وقاموس (Collins Concise Dictionary, 1989) عرّف المخاطرة (Risk) بأنها: إمكانية الخسارة أو سوء الحظ.

"The possibility of incurring misfortune or loss"

تكررت في هذين التعريفين كلمتان هما الإمكانية (Possibility) والخسارة (Loss).

حيث أن الإمكانية يمكن أن تكون معرّفة مثل الاحتمال (Probability) أو الفرصة (Chance).

وكلمة الخسارة يمكن أن تكون معرّفة مثل تأثير شديد الضرر (adverse or detrimental effect).

وبالتالي تقترح هذه التعريفات أن المخاطرة تحدث بسبب نقص المعرفة بما سيحدث في المستقبل بالضبط ولكن يمكن التوقع به.

والسؤال الذي يطرح نفسه: لماذا نعرّض أنفسنا إلى "إمكانية الخسارة"؟

ذكر Thevendran عام 2003 بأن الباحث Dawson في عام 1997 وضح الإجابة على هذا السؤال، إنه يوجد إمكانية للكسب ولا يمكن أن يكون هذا الكسب إلّا إذا وضعنا أنفسنا عند الخطر. ربما وجهة النظر هذه قابلة للتطبيق في أعمال التشييد، حيث كل مشروع تشييد فريد بخواصه وميزاته وبيئته وطبيعته وفريقه. (Jaafari, 2001; Flanagan and Norman, 1993)

فهذه الخاصية تؤدي عادة إلى عدد كبير من المشاكل غير قابلة للقياس، وتؤدي أيضاً إلى نشوء مخاطر مختلفة قد تعرقل إنجاز المشروع بنجاح. (Zayed et al, 2008)

تتوارد فكرة المخاطر للإنسان في مواقف مختلفة، فسائق السيارة يعدّ سوء الطقس خطراً، ويقيم المهندس احتمالات الخطأ في التصميم الإنشائي ومواصفات المواد المحددة باستخدام عوامل أمان خاصة، ويهتم رجل الأعمال بأخطار السوق، ويفترض الجرّاح نسبة نجاح العملية ولا يكون متأكداً تماماً من نتيجة العملية، وهكذا يستخدمون جميعاً مصطلح المخاطرة، إلا أننا لا ندري إذا كانوا يعنون بهذا المصطلح الشيء ذاته. (Thevendran, 2003)

إذا ما هي المخاطرة؟

عرّف بابكر عام 1990 المخاطرة بأنها: تباين في النتائج المتوقعة التي توجد في الطبيعة في وضع معين.

إلا أن هذا التعريف بسيط وعام جداً، حيث بينت الدراسة المرجعية وجهتي نظر لمفهوم المخاطرة:

- وجهة النظر الأولى كما عرفها (AL-Bahar and Crandall, 1990; Kartam and Kartam, 2001; Jaafari, 2001) وكما جاء في PMBOK بأن المخاطرة:

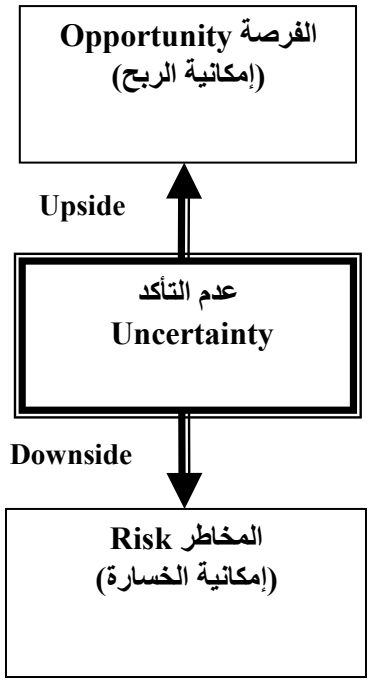
حالة أو حدث غير مؤكد بحيث إذا حدث يكون له تأثير سلبي أو إيجابي على الأقل على أحد أهداف المشروع (جدولة، كلفة، جودة).

وعبر Merna and AL-Thani (2005) و Al-Khattab et al (2007) و Cooper et al (2005) عن الفكرة في نفس السياق بأن للمخاطر نتائج سلبية (الخسارة) أو نتائج إيجابية (الربح) كما يبين الشكل (2.1) النتائج الممكنة للمخاطر.

رسم توضيحي 1-2 العلاقة بين المخاطر والربح والخسارة ((cMirna and al-thani,2005))

- أما وجهة النظر الثانية فتشير للمخاطرة كحدث محتمل له تأثير سلبي فقط على أهداف مشروع معين. (Akintoye and MacLeod, 1997)

نشأت هذه الفكرة عن المخاطر من خلال مفهوم عدم التأكد Uncertainty الذي ينتج عنه نتيجتين مختلفتين إما الفرصة التي ينجم عنها الربح أو المخاطرة التي ينجم عنها الخسارة كما هو موضح في الشكل (2-2):



رسم توضيحي 2-2 النتائج الممكنة لعدم التأكد ((Thevendran, 2003))

بالتالي فالمخاطرة كما عبر عنها Thevendran (2004) بأنها عامل يسبب الضرر ويمنع نجاح المشروع حيث يؤدي إلى تجاوز الكلفة وتأخر زمن التنفيذ وتخفيض الجودة المطلوبة. والفرصة هي نقيض المخاطرة تماماً، وهي الجزء المفضل لحالة عدم التأكد.

بناءً على ذلك يمكن التوصل إلى التعريف التالي:

"المخاطرة Risk: عامل أو حدث مجهول له احتمال حدوث، وفي حال حدوثه له تأثير سلبي على هدف واحد على الأقل من أهداف المشروع من جدولة وكلفة وجودة وسلامة."

2.3 تصنيف وأنواع مخاطر التشييد:

تتصف مشاريع التشييد بخصوصيتها كما ذكر سابقاً وكثرة العوامل المؤثرة فيها مما يؤدي إلى كثرة عوامل عدم التأكد والمخاطر التي تؤثر على الأهداف في مشروع التشييد، حاول بعض الباحثين اعتماد اعتبارات مختلفة لتصنيف المخاطر في مشاريع التشييد، ووضع قائمة بالمخاطر المحتملة، ولكنهم فشلوا في إيجاد العلاقة بين أحداث المخاطر المختلفة، حيث أن الربط بين المخاطر معقد جدا .

يساهم تصنيف المخاطر في تسهيل فهمها وفي تحديد حدوث المحتمل منها في أي مشروع، وتحديد واختيار الإستراتيجية الملائمة لتخفيف آثارها (AL-Bahar and Crandall, 1990) .

تختلف تصانيف المخاطر وفقاً لوجهة نظر الباحث والمستوى التفصيلي المعتمد لهذه التصانيف، حيث تحوي الأدبيات العديد من التصانيف للمخاطر منها:

2.3.1 تصنيف المخاطر وفق طبيعتها أو مصادرها الأولية:

وحسب (PMBOK® Guide – Seventh Edition, Project Management Institute, 2021)

تم تصنيف المخاطر وفق طبيعتها والنتائج المحتملة. كما يلي:

1. المخاطر التقنية (Technical Risks): وهي المخاطر المتعلقة بالجوانب الفنية والهندسية للمشروع.

- أخطاء التصميم: رسومات هندسية غير دقيقة تؤدي إلى صعوبات في التنفيذ.
- تكنولوجيا غير كافية: استخدام تقنيات أو معدات قديمة أو غير مجربة.
- مشكلات التنفيذ: تطبيق تصميم معقد قد يؤدي إلى فشل العمل.

تؤدي المخاطر التقنية إلى تأخير العمل، زيادات غير متوقعة في التكاليف، أو عدم تحقيق متطلبات الجودة.

2. المخاطر الزمنية (Schedule Risks): وهي المخاطر التي تؤثر على الجدول الزمني للمشروع وتؤدي إلى تأخيرات.

- تأخير تسليم المواد: تأخر الموردين أو نقص في المواد.
- ظروف الطقس: الأحوال الجوية السيئة التي تؤدي إلى توقف العمل.
- تداخل الأنشطة: ضعف التنسيق بين الأنشطة يؤدي إلى تأخر مراحل المشروع.

تؤدي المخاطر الزمنية إلى زيادة التكاليف بسبب تأخير استكمال المشروع أو فرض غرامات تأخير.

3. المخاطر المالية (Financial Risks): وهي المخاطر المرتبطة بتكاليف المشروع وتمويله.

- ارتفاع أسعار المواد: تقلب أسعار السوق.
- التضخم: زيادة تكاليف العمالة أو المواد بسبب التضخم.
- نقص التمويل: تعثر تدفق الأموال من الممولين أو المستثمرين.

قد يؤدي ذلك إلى تعطيل العمل بسبب نقص الموارد أو الحاجة إلى تخفيض نطاق المشروع.

4. المخاطر البيئية (Environmental Risks): وهي المخاطر المرتبطة بالعوامل الطبيعية والبيئية التي تؤثر على المشروع.

- الكوارث الطبيعية: زلازل، فيضانات، أو عواصف.
- مشاكل التربة: تربة غير مستقرة تزيد من تكلفة التأسيس.
- المتطلبات البيئية: قوانين بيئية صارمة تؤثر على خطة العمل.

تؤدي المخاطر البيئية إلى تأخيرات وتكاليف إضافية لمعالجة المشكلات البيئية أو الامتثال للقوانين.

5. المخاطر القانونية والتنظيمية (Legal and Regulatory Risks): وهي المخاطر المرتبطة بالالتزامات القانونية والعقود.

- نزاعات العقود: تفسيرات مختلفة لبنود العقد بين الأطراف.
- التغيرات القانونية: قوانين جديدة أو تعديلات تنظيمية تؤثر على المشروع.
- التصاريح: التأخير في الحصول على التصاريح اللازمة للعمل.

يمكن أن تؤدي إلى توقف العمل أو زيادة التكاليف بسبب النزاعات أو الالتزام بالقوانين الجديدة.

6. المخاطر الصحية والسلامة (Health and Safety Risks): وهي المخاطر المتعلقة بسلامة العمال والموقع أثناء تنفيذ المشروع.

- الحوادث في الموقع: سقوط العمال أو انهيار الهيكل أثناء العمل.

- عدم الالتزام بمعايير السلامة: نقص في التدريب أو معدات الحماية.
- الأمراض المهنية: التعرض لمواد خطرة أثناء التنفيذ.

تؤدي إلى إصابات بشرية، توقف العمل، وفرض غرامات قانونية بسبب الإهمال في إجراءات السلامة.

7. المخاطر الإدارية والتنظيمية (Management Risks): وهي المخاطر الناتجة عن سوء الإدارة أو ضعف التنظيم.

- ضعف التخطيط: غياب خطة شاملة لتحديد الأنشطة وتوزيع الموارد.
- غياب التنسيق: ضعف التواصل بين الأطراف المعنية بالمشروع.
- قرارات متأخرة: تأخير في اتخاذ قرارات حاسمة تؤثر على سير العمل.

قد تؤدي إلى فشل المشروع في تحقيق أهدافه أو تأخيرات كبيرة في الجداول الزمنية.

8. المخاطر الاجتماعية والسياسية (Socio-Political Risks): وهي المخاطر الناتجة عن البيئة السياسية والاجتماعية المحيطة بالمشروع.

- تغير السياسات الحكومية: تغييرات مفاجئة في قوانين الاستثمار أو التصدير.
- الإضرابات العمالية: توقف العمال عن العمل بسبب نزاعات مع الإدارة.
- المعارضة المجتمعية: احتجاجات السكان المحليين على المشروع.

تؤدي إلى توقف المشروع أو الحاجة إلى إعادة تصميمه ليتماشى مع متطلبات المجتمع والسياسات الجديدة.

9. مخاطر الجودة (Quality Risks): وهي المخاطر المتعلقة بعدم تحقيق المعايير المطلوبة للجودة.

- ضعف المواد: استخدام مواد غير مطابقة للمواصفات.
- أخطاء التنفيذ: نتيجة ضعف الإشراف أو العمالة غير المدربة.
- تغيير متطلبات الجودة: خلال المشروع مما يضيف تحديات إضافية.

قد تؤدي إلى فشل الهيكل أو الحاجة إلى إعادة العمل مما يسبب زيادة التكاليف.

تصنيف المخاطر	المخاطر النموذجية
المخاطر التقنية (Technical Risks)	أخطاء التصميم، تكنولوجيا غير كافية، مشكلات التنفيذ.
المخاطر الزمنية (Schedule Risks)	تأخير تسليم المواد، ظروف الطقس، تداخل الأنشطة
المخاطر المالية (Financial Risks)	ارتفاع أسعار المواد، التضخم، نقص التمويل.
المخاطر البيئية (Environmental Risks)	الكوارث الطبيعية، مشاكل التربة، المتطلبات البيئية.
المخاطر القانونية والتنظيمية (Legal and Regulatory Risks):	نزاعات العقود، التغيرات القانونية، التصاريح.
المخاطر الصحية والسلامة (Health and Safety Risks)	الحوادث في الموقع، عدم الالتزام بمعايير السلامة، الأمراض المهنية.
المخاطر الإدارية والتنظيمية (Management Risks)	ضعف التخطيط، غياب التنسيق، قرارات متأخرة.
المخاطر الاجتماعية والسياسية (Socio-Political Risks)	تغير السياسات الحكومية، الإضرابات العمالية، المعارضة المجتمعية.
مخاطر الجودة (Quality Risks)	ضعف المواد، أخطاء التنفيذ، تغيير متطلبات الجودة.

جدول 1-2 تصنيف المخاطر وفق طبيعتها (PMBOK® Guide – Seventh Edition Project Management Institute, 2021)

2.3.2 تصنيف المخاطر وفقاً لمرحلة المشروع التي تحدث فيه:

وقسم (Godfrey 1996) المخاطر تبعاً لمراحل المشروع الأساسية التي تحدث فيها، كما هو مبين في الجدول (2-2):

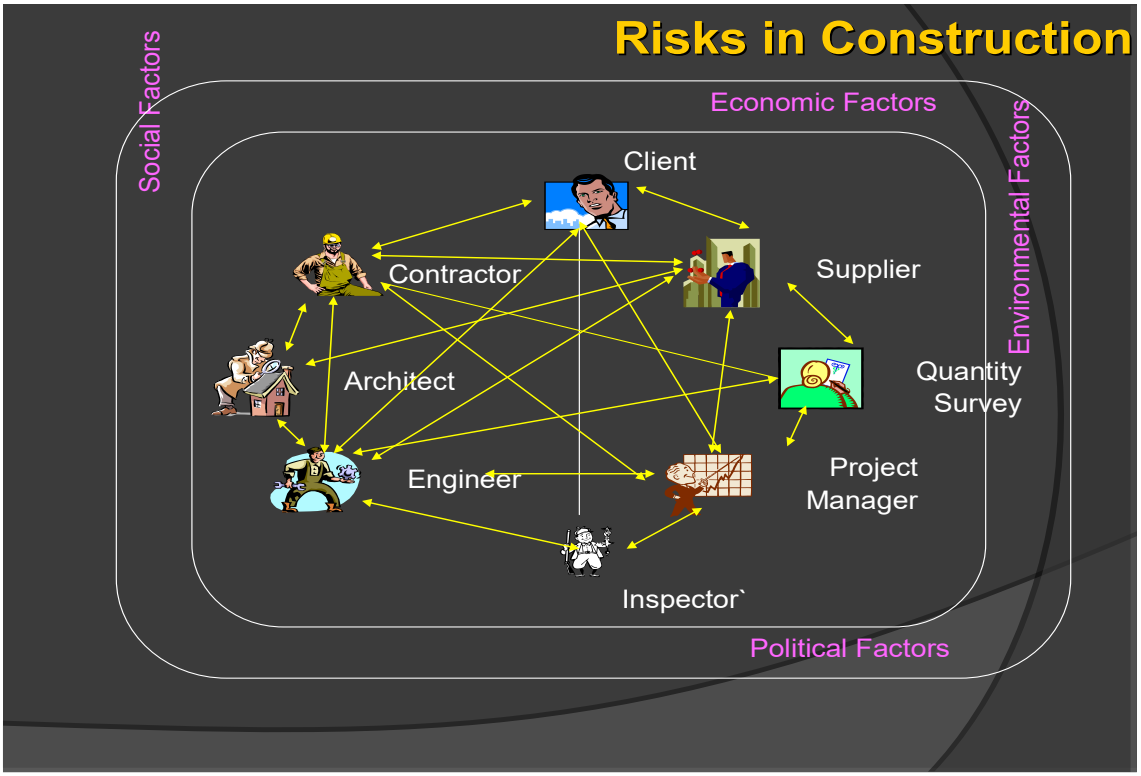
مراحل المشروع الأساسية	المراحل الفرعية	جدول المخاطر Typical risk issues
قبل الشروع أو البدء بالمشروع project-Pre	دراسة الجدوى/المرحلة التصورية تقرير الاحتياجات اللازمة اختيار التقنية (التكنولوجية)	سياسية بيئية قانونية
المشروع project	تصميم أولي تصميم مفصل التوريد وتحديد سعر العرض (مرحلة التعاقد) تشييد تسليم	عقدية الحصول على المشروع (إرساء المناقصة) تصميمية طرق التشييد قانونية السلامة المهنية بيئية
ما بعد مرحلة التنفيذ Post project	تشغيل إصلاح نهاية حياة المشروع	تسويق الناتج تشغيل أعطال

جدول 22-تصنيف المخاطر وفق مراحل المشروع ((Godfrey, 1996))

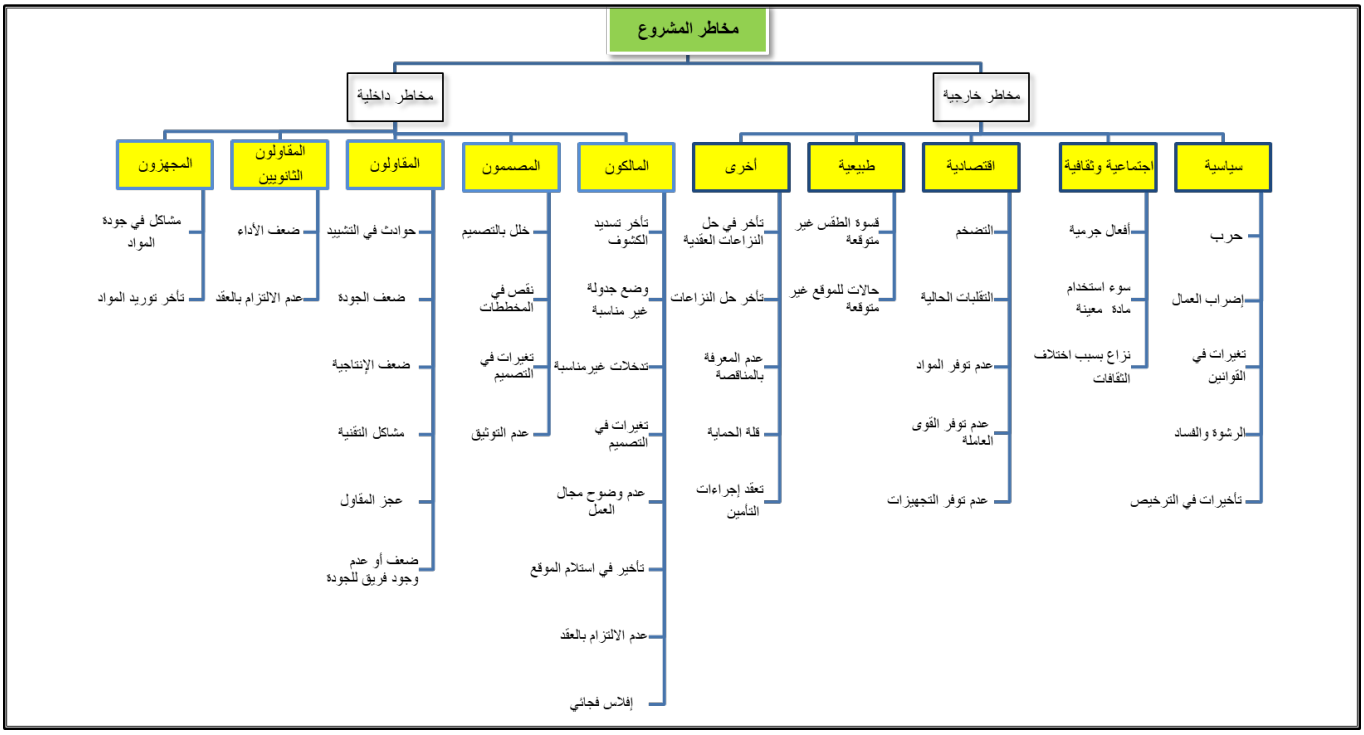
2.3.3 تصنيف المخاطر وفق قابلية تحكم فريق المشروع بها:

قسم (El-Sayegh, 2008) المخاطر بحسب مصدرها إلى مجموعتين إما داخلية أو خارجية:

- المخاطر الداخلية: المخاطر التي لها علاقة مباشرة بالمشروع وتقع عادة تحت تحكم فريق المشروع. ومقسمة حسب الطرف المتسبب بإحداث المخاطرة (المالك والمصمم والمقاول وآخرون).
- المخاطر الخارجية: المخاطر التي تكون بعيدة عن تحكم فريق إدارة المشروع ومتداخلة عند مستوى الشركة .



رسم توضيحي 3-2 تصنيف المخاطر ((El-Sayegh, 2008))



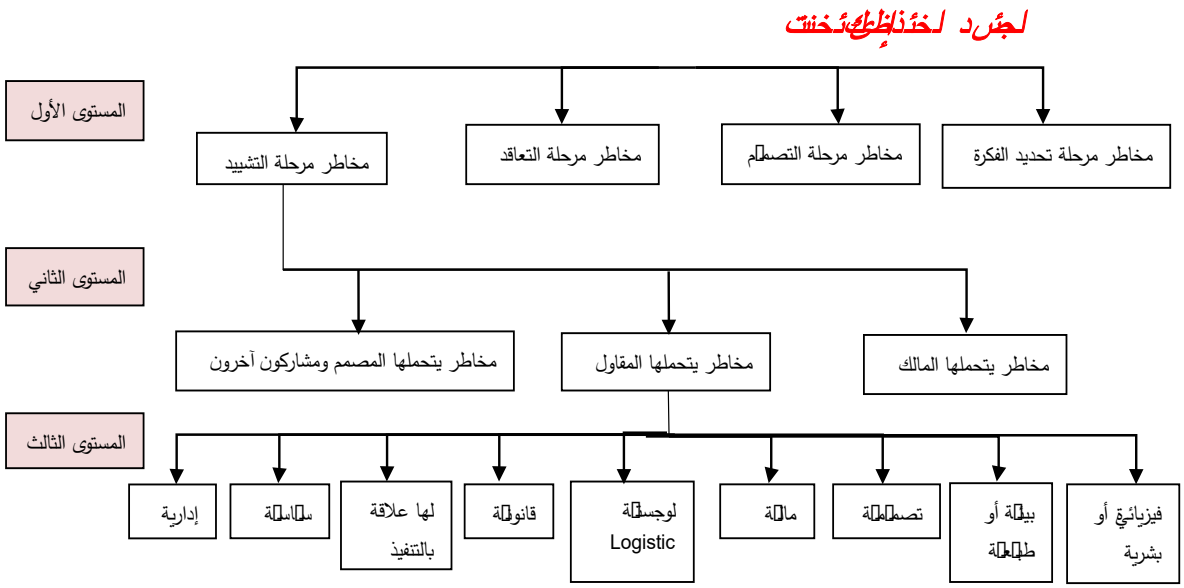
رسم توضيحي 42-تصنيف المخاطر وفق مصدرها ((El-Sayegh, 2008))

2.3.4 تصنيف المخاطر وفق أكثر من معيار في وقت واحد:

حيث صنف Zou et al (2007) المخاطر وفق مرحلة المشروع التي تحدث فيها ووفق الطرف المسبب لها ووفق الطرف المسبب لها . كما هو مبين في الجدول (3-2):

مراحل المشروع / أطراف المشروع	دراسة الجدوى	التصميم	التشييد		التشغيل
المالك	• تغيرات من قبل المالك • تعقيد جدولة المشروع • مشاكل في تمويل المشروع	• تغيرات من قبل المالك • تعقيد جدولة المشروع • مشاكل في تمويل المشروع	• تغيرات من قبل المالك • تعقيد جدولة المشروع مشاكل في تمويل المشروع		• مشاكل في تمويل المشروع
المصممين		•نقص المعلومات المطلوبة عن الموقع • تغيرات بالتصميم • نقص في جدولة المشروع •تقدير الكلفة بشكل غير دقيق	• نقص المعلومات المطلوبة عن الموقع • تغيرات بالتصميم • نقص في جدولة المشروع		
المقاولين			• ضعف قدرة المقاولين في الإدارة • ضعف كفاءة العمال • قلة مهارة العمال • تلوث الهواء من نشاطات التشييد • ضجة كبيرة بسبب التشييد • تلوث الماء بسبب التشييد	• صعوبة التزام المقاولين بالعقد • عدم وجود مدراء وخبراء بشكل كافي • عدم التأمين على التجهيزات الكبرى • عدم التأمين على سلامة الموظفين • عدم تطبيق إجراءات السلامة	
المقاولين الثانويين/الموردين			•ضعف كفاءة المقاولين الثانويين •عجز الموردين لتسليم المواد في الوقت المحدد		
المكاتب الحكومية	• البيروقراطية • تعقيد إجراءات التراخيص	• البيروقراطية • تعقيد إجراءات التراخيص	• البيروقراطية تعقيد إجراءات التراخيص		•البيروقراطية • تعقيد إجراءات التراخيص
طرف خارجي (مثل الاقتصاد)	• تقلب أسعار مواد البناء		• تقلب أسعار مواد البناء		

جدول 3-2 تصنيف المخاطر وفق أكثر من معيار ((Zou et al , 2007))



رسم توضيحي 5-2 التصنيف المعتمد للمخاطر

2.4 تأثير المخاطر على مشاريع التشييد:

تأثير مخاطر التشييد على الجودة والتكلفة والوقت هو موضوع مهم في إدارة المشاريع الإنشائية، حيث يمكن لهذه المخاطر أن تؤدي إلى تأخيرات، تجاوز التكاليف، وانخفاض الجودة.

(Tung Au و Chris Hendrickson للمؤلفين "Project Management for Construction)

1. تأثير المخاطر على الجودة:
   - أخطاء التصميم: يمكن أن تؤدي إلى تعديلات في منتصف المشروع، مما يسبب تأخيرات وتكلفة إضافية.
   - نوعية المواد: استخدام مواد غير مطابقة للمواصفات يمكن أن يؤدي إلى هياكل دون المستوى المطلوب.
   - مهارات العمال: قلة المهارة أو التدريب يمكن أن يؤدي إلى عمل غير دقيق أو عدم الالتزام بالمعايير.
   - إعادة العمل: الحاجة لإعادة أجزاء من المشروع بسبب الأخطاء.
   - سمعة المشروع: جودة منخفضة تؤثر سلبًا على سمعة الشركة والمشروع.
2. تأثير المخاطر على التكلفة:
   - تغيرات التصميم: تتطلب تعديلات التصميم موارد إضافية وغالبًا ما تزيد التكاليف.
   - تأخيرات الجدول الزمني: كلما تأخر المشروع، زادت التكاليف بسبب العمالة الإضافية والتكاليف غير المباشرة.
   - تكاليف المواد: التغيرات في أسعار المواد يمكن أن تؤدي إلى زيادة غير متوقعة في التكلفة.
   - تجاوز الميزانية: يمكن أن يؤدي عدم التقدير الصحيح للتكاليف إلى تجاوزات مالية كبيرة.
   - مطالبات مالية: يمكن أن تؤدي التأخيرات إلى مطالبات إضافية من المقاولين للحصول على تعويضات مالية.
3. تأثير المخاطر على الوقت:
   - تأخيرات في تسليم المواد: يمكن أن تسبب تأخيرات كبيرة في الجدول الزمني.
   - ظروف الطقس: الطقس السيء يمكن أن يوقف العمل لعدة أيام أو أسابيع.

- مشاكل في الموقع: مثل الاكتشافات غير المتوقعة في الموقع (كالتربة غير المناسبة).
- تأخر المشروع: يمكن أن يؤدي التأخير إلى تأثيرات متسلسلة على جميع مراحل المشروع.
- عقوبات التأخير: العقود غالبًا ما تحتوي على بنود تعاقب المقاول إذا لم يتم الانتهاء في الوقت المحدد.

3 الفصل الثالث

نمذجة وإدارة المخاطر

Risk Management

3.1 المقدمة:

سنتناول في الفصل الحالي استعراضاً شاملاً لمفهوم نمذجة وإدارة المخاطر في مشاريع التشييد، أنواع المخاطر المختلفة، وأفضل الممارسات والاستراتيجيات المتبعة لإدارتها بفعالية. كما سنتطرق إلى دراسات حالة واقعية تبرز التحديات والنجاحات في هذا المجال، مما يوفر رؤية متكاملة حول أهمية إدارة المخاطر في تحقيق نجاح مشاريع التشييد.

3.2 مفهوم نمذجة المخاطر:

نمذجة المخاطر هي عملية منهجية تتضمن تحديد وتحليل وقياس المخاطر المحتملة. توفر هذه العملية إطارًا منظمًا لتقييم احتمال حدوث أحداث سلبية وتقدير تأثيرها المحتمل على المشاريع أو العمليات التجارية. من خلال استخدام النماذج الرياضية والتقنيات الإحصائية، تساعد نمذجة المخاطر الأفراد والمؤسسات على فهم أعمق لحالات عدم اليقين المرتبطة بأنشطتهم واتخاذ قرارات مستنيرة لتخفيف تلك المخاطر.

في مجال إدارة المشاريع، تساعد نمذجة المخاطر على تحديد العقبات المحتملة وتمكن مديري المشاريع من وضع خطط للطوارئ. بالإضافة إلى ذلك، تعد نمذجة المخاطر أمرًا حيويًا في قطاعات مثل الرعاية الصحية والتصنيع والأمن السيبراني، حيث يمكن أن تؤثر القدرة على توقع المخاطر وتخفيفها بشكل مباشر على سلامة العمليات وكفاءتها ونجاحها.

من خلال تطبيق تقنيات مثل محاكاة مونت كارلو وتحليل الحساسية وتحليل السيناريوهات، يمكن للمؤسسات تطوير خطط الطوارئ، وتنويع قاعدة الموردين الخاصة بها، وضمان عدم انقطاع العمليات. تساعد هذه التقنيات في فهم نطاق النتائج المحتملة، وتقييم تأثير العوامل المختلفة، وتحديد المخاطر الأكثر أهمية.

إتقان مهارة نمذجة المخاطر يمكن أن يؤثر بشكل كبير على النمو الوظيفي والنجاح، حيث يتم البحث بشدة عن المحترفين الماهرين في هذا المجال نظرًا لقدرتهم على تقديم رؤى قيمة واتخاذ قرارات مستنيرة وإدارة المخاطر بشكل فعال.

3.3 مفهوم إدارة المخاطر:

تعددت تعاريف المخاطر، مما سبب تناقضات واضحة. إلا أن الفكرة الأساسية لإدارة المخاطر هي إنجازها بشكل مؤثر وفعّال، وذلك بأن يقدم للمالك مشروعاً ينجز في الوقت المتعاقد عليه، ضمن الميزانية المخصصة، وتحقيق الجودة المطلوبة وفق القوانين البيئية والسلامة المهنية (Thevendran, 2003)

- تعرف إدارة وتحليل المخاطر بأنها العملية التي تمكن من معرفة المخاطر وتحليل تلك المخاطر باستخدام الطريقة المناسبة ومن ثم وضع الحل المناسب الذي يزيل ذلك الخطر او يقلل من تأثيره وبذلك تزيد من نجاح والمشروع وتحقيق أهدافه(Taylor et al,1997))
- عرف (حمادة وآخرون،2012) إدارة المخاطر أنها عملية منهجية تطبق بشكل مستمر خلال دورة حياة المشروع، وتشتمل على الإجراءات التي تهدف إلى تعريف الأهداف وتحديد مصادر عدم التأكد التي تؤثر في هذه الأهداف أي تحديد المخاطر، وتحليلها وتقييم تأثيرها والاستجابة لها بما يحقق أفضل توازن مقبول بين المخاطر والفرصة.
- وفقًا للأبحاث الأكاديمية: إدارة المخاطر في مشاريع التشييد تتضمن تحليل المخاطر المرتبطة بالتصميم، التشييد، الموارد البشرية، والسلامة، بهدف تحسين عملية اتخاذ القرار وتحقيق أهداف المشروع بكفاءة.

Smith, N. J., Merna, T., & Jobling, P. (2014). Managing Risk in Construction) (Projects

3.4 أهمية نمذجة وإدارة المخاطر في نجاح مشاريع التشييد:

نمذجة وإدارة المخاطر في مشاريع التشييد تعتبر عنصرًا حيويًا لتحقيق نجاح هذه المشاريع.

تتضمن تحديد وتحليل وتقييم المخاطر المحتملة التي قد تؤثر على المشروع، ومن ثم وضع استراتيجيات للتعامل معها. وتكمن أهمية هذه العملية فيما يلي:

"A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide)"

1. تقليل التأخيرات والتكاليف الزائدة:

المشاريع الإنشائية غالبًا ما تتعرض للتأخيرات والتكاليف الزائدة بسبب مجموعة متنوعة من المخاطر، مثل التأخيرات في المواد، والظروف الجوية السيئة، وتغييرات التصميم، والمشاكل التنظيمية. إدارة المخاطر تمكن من توقع هذه المشاكل واتخاذ الإجراءات الوقائية، مما يقلل من احتمال حدوث التأخيرات والتكاليف الزائدة.

2. تحسين جودة المشروع:

من خلال التعرف المبكر على المخاطر المحتملة وتطوير خطط للتخفيف منها، يمكن أن تحافظ فرق المشروع على معايير الجودة المطلوبة. على سبيل المثال، إذا تم التعرف على خطر مرتبط بنوعية المواد المستخدمة، يمكن اتخاذ خطوات لضمان استخدام مواد ذات جودة أعلى أو تغيير الموردين.

3. زيادة فرص النجاح:

المشاريع التي تدار مخاطرها بفعالية تكون لديها فرص أعلى للنجاح. إدارة المخاطر تساعد في تحديد السيناريوهات المحتملة التي قد تؤثر سلبًا على المشروع وتطوير استراتيجيات لمواجهتها، مما يزيد من احتمال إتمام المشروع بنجاح وفقًا للجدول الزمني والميزانية المحددة.

4. تحسين عملية اتخاذ القرار:

بوجود معلومات دقيقة عن المخاطر المحتملة، يمكن لمديري المشاريع اتخاذ قرارات مستنيرة. يمكنهم تحديد الأولويات بين المخاطر المختلفة وتخصيص الموارد بفعالية للتعامل مع المخاطر الأكثر تهديدًا.

5. تعزيز التواصل والتنسيق:

إدارة المخاطر تتطلب تعاونًا وتواصلًا مستمرين بين جميع الأطراف المعنية في المشروع. هذا يعزز من مستوى التنسيق والتفاهم بين الفريق، مما يؤدي إلى تنفيذ أكثر سلاسة وأقل تعقيدًا للمشروع.

6. الحفاظ على سمعة الشركة:

تنفيذ مشاريع خالية من المشاكل الكبرى يعزز سمعة الشركة في السوق. الإدارة الجيدة للمخاطر تقلل من الحوادث والمشاكل الكبيرة التي قد تؤثر سلبًا على سمعة الشركة، مما يؤدي إلى تعزيز الثقة بين العملاء والمستثمرين.

3.5 إجراء نمذجة وإدارة مخاطر مشاريع التشييد:

3.5.1 تحديد مراحل إدارة المخاطر:

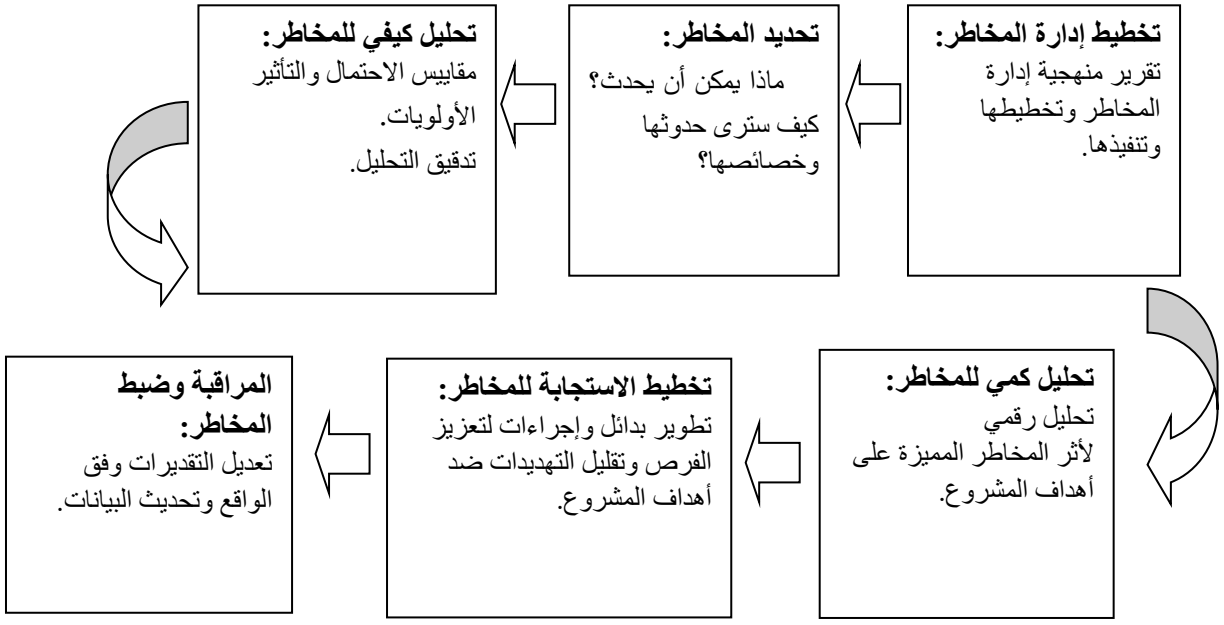
أظهرت أغلب التعاريف لإدارة المخاطر ثلاث مراحل لإنجازها وهي تحديد المخاطر وتحليلها والاستجابة لها. وبما أن بيئة المشروع متغيرة لا يعني بالضرورة أن تتناقص المخاطر بمرور الزمن (Jaafari, 2002). ويمكن في الواقع أن تحدث المخاطر ويمتد تأثيرها ويتفاعل مع عوامل أخرى, فيؤدي إلى مشكلة أكبر ولذلك من الضروري والمفيد أن تطبق عملية إدارة المخاطر في مرحلة مبكرة من دورة حياة المشروع, ومتابعة متغيرات المشروع بشكل مستمر, حيث يعاد تقييم المتغيرات الواردة في استراتيجيات المشروع.

تتوافق وجهة النظر هذه مع مقترحات AL-Bahar and Crandall (1990) اللذان وضحا بأن عملية إدارة المخاطر ليست ثابتة خلال مرحلة ما، لكنها عملية ديناميكية ومستمرة خلال دورة حياة المشروع. ولابد من المراقبة والمراجعة لدراسة الأحداث أو المتغيرات التي يمكن أن تؤثر على إستراتيجية العمل وإنجاز المشروع. (Thevendran, 2003).

اقترح AL-Bahar and Crandall (1990) أربع مراحل لعملية إدارة مخاطر التشييد:

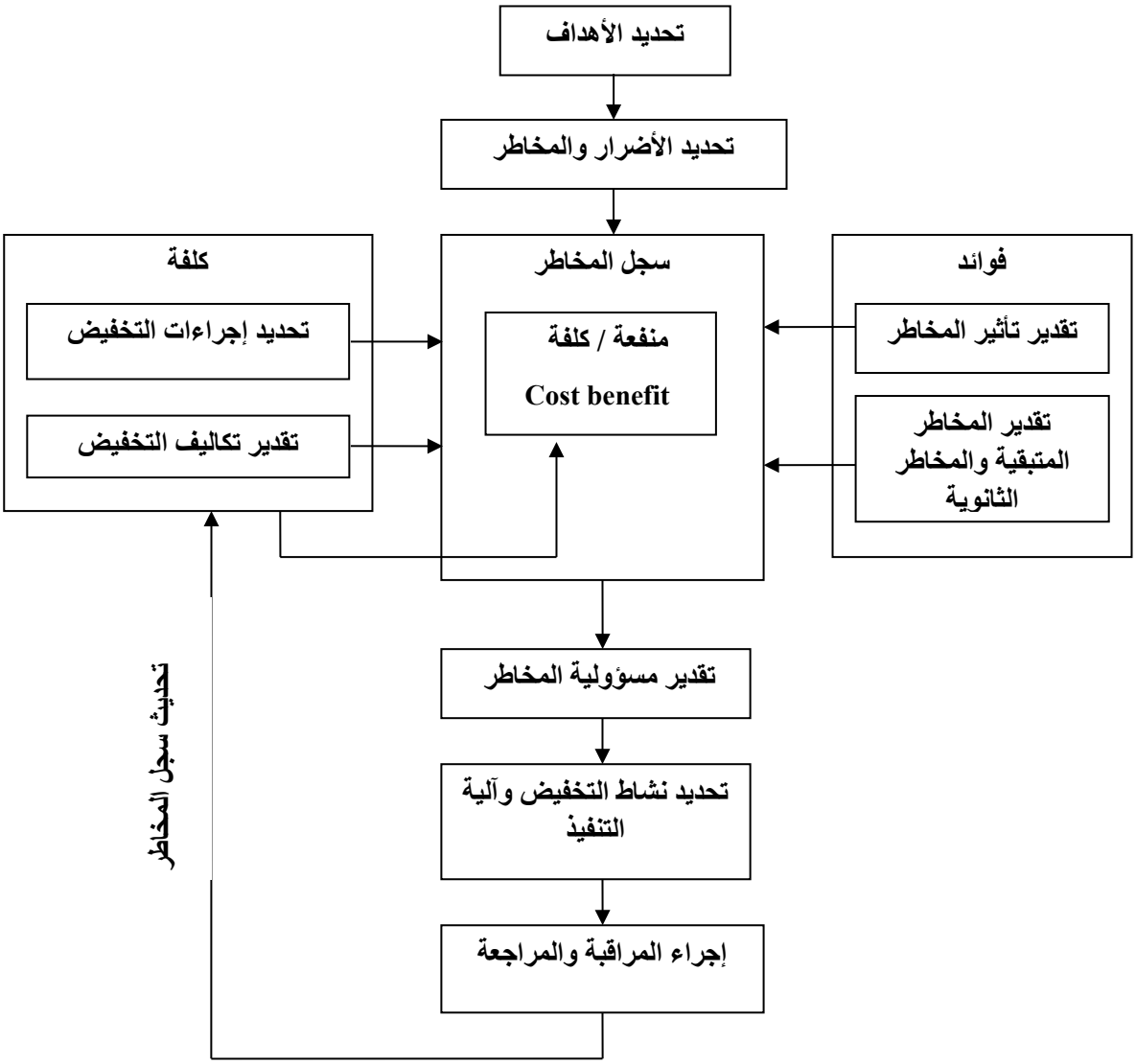
1. تحديد المخاطر Risk Identification.
2. تحليل وتقييم المخاطر Risk Analysis and Evaluation.
3. إدارة الاستجابة Response Management.
4. إدارة تنفيذية للنظام System Administration.

وحدد معهد إدارة المشاريع في كتاب PMBOK عام 2004 ست خطوات لإدارة مخاطر المشروع، حيث أضاف على المراحل الأربعة الأساسية لإدارة المخاطر المذكورة سابقاً مرحلة تخطيط لإدارة المخاطر وجزأ مرحلة تحليل المخاطر إلى خطوتين (تحليل كيفي وتحليل كمي). كما هو مبين في الشكل (1-3):



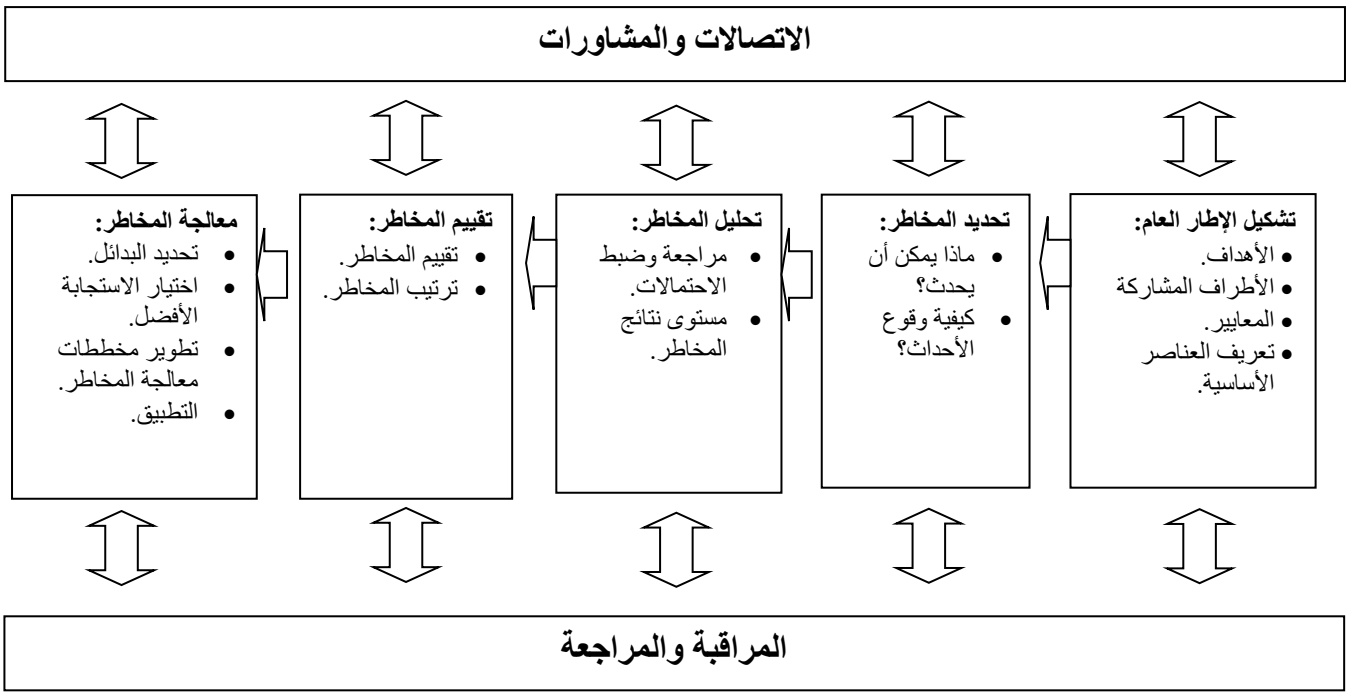
رسم توضيحي 1-3 إجراءات إدارة المخاطر حسب(2004) PMBOK

فصّل Godfrey((1996 خطوات إدارة مخاطر مشاريع التشييد بشكل أكبر، واستخدم بشكل أساسي سجل المخاطر لتسجيل الخطوات والإجراءات ومدخلات ومخرجات كل إجراء للمتابعة وتقييم الإجراء، فكان لديه عشر خطوات، كما هو موضح بالشكل (2-3):



رسم توضيحي 2-3 عشر خطوات أساسية للتحكم بالمخاطر وفق ((Godfrey,1996))

ذكر Cooper et al (2005) في دليل إدارة مخاطر المشروع أن عملية إدارة المخاطر هي نظام لتطبيق إجراءات إدارية ومتابعة النشاطات التالية: إنشاء الإطار العام وصياغة المفهوم، تحديد، تحليل، تقدير، معالجة، ومراقبة المخاطر بالإضافة إلى الاتصالات والمشاورات المطلوبة لتلك النشاطات، معتمداً في ذلك على وجهة النظر في AS/NZS 4360 عن إدارة المخاطر والمنشورة في 1995 والمُحدثة عام 1999 وعام 2004. الشكل (3-3):



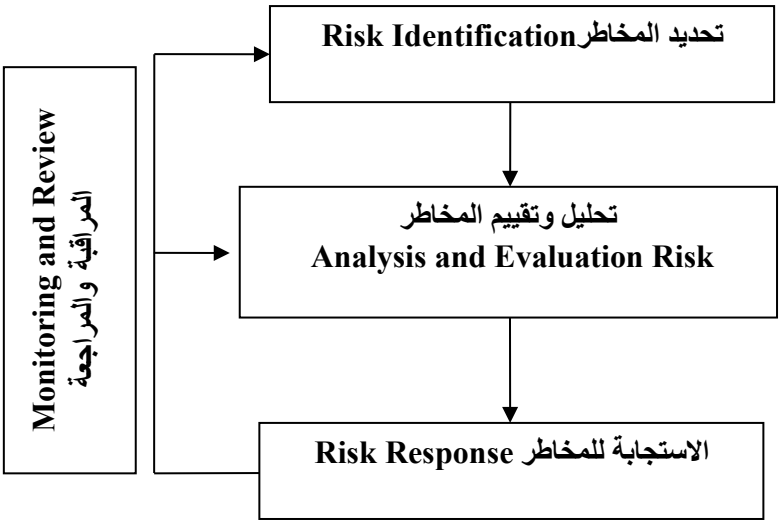
رسم توضيحي 33-عملية إدارة مخاطر المشروع وفق ((cooper et al,2005))

يبين الجدول (1-3) مقارنة بسيطة بين مختلف وجهات النظر اتجاه المراحل المتخذة لإدارة المخاطر: (Cooper et al,2005)

M_O_R	AS/NZS4360	PRAM	PMBOK	Thevendran, 2004
تحديد هيكلية إدارة المخاطر	إنشاء الإطار العام	تعريف المشروع تركيز PRAM	تخطيط	
تحديد المخاطر تخصيص المخاطر (أو المتسبب بالمخاطرة)	تحديد المخاطر	تحديد هيكلية مسؤولية	تحديد	تحديد المخاطر
تقييم المخاطر قابلية قبول مستوى المخاطر	تحليل المخاطر تقييم المخاطر	تقدير تقييم	تحليل كيفي تحليل كمي	تحليل وتقييم المخاطر
المسؤولية	معالجة المخاطر	تخطيط	تخطيط الاستجابة	الاستجابة للمخاطر
ضمان الفعّالية **المراقبة والمتابعة**	مراقبة والمتابعة	إدارة	المراقبة والضبط	المراقبة والمراجعة

جدول 1-3 مقارنة بين المراحل المتخذة لإدارة المخاطر

يظهر من الجدول (1-3) أن جميع هذه الدراسات السابقة تضمنت أربع مراحل أساسية (تحديد -تحليل -استجابة -المراقبة والمراجعة)، كما أقترح Thevendran (2003) الشكل (4-3)، واختلفوا عن بعضهم البعض بالإجراءات المتخذة في عملية إدارة المخاطر، فبعضها كان مفصّلاً أكثر من الأخر وبعضهم فرّق بين التحليل الكمي والتحليل النوعي.



رسم توضيحي 4-3 مراحل إدارة المخاطر ((Thevendran, 2003))

وتضاف في هذا البحث مرحلة أولية وهي مرحلة تحديد أهداف المشروع، كي تساعد في تحديد المخاطر التي تؤثر على تحقيق هذه الأهداف. وبالتالي اعتمد في هذا البحث مراحل إدارة المخاطر التالية:

1. تحديد أهداف المشروع.
2. تحديد المخاطر.
3. تحليل وتقييم (تقدير) المخاطر.
4. الاستجابة للمخاطر.
5. المراقبة والمراجعة.

3.5.2 مرحلة تحديد الأهداف Identification of Project Objectives:

إن تحديد الأهداف ضروري لضمان أن جميع المخاطر الهامة التي قد تؤثر على هذه الأهداف محددة وبالتالي يتم معالجتها.

وتنجز هذه المرحلة بالإجابة على الأسئلة التالية:

- ما هي أهداف المشروع؟
- كيف نحددها؟
- متى يجب أن تكون محددة/موافق عليها؟

يجب أن تكون أهداف المشروع:

- واضحة وغير مبهمة.
- موافق عليها من قبل جميع المشاركين.
- تصل لكل فريق عمل.

يمكن الحصول أحياناً على أهداف واضحة بسهولة، وقد يستعان بفريق استشاري عندما يجد صعوبة في تحديد الأهداف. وخاصة المالك الذي غالباً يكون بحاجة لمن يساعده في تحديد أهدافه.

3.5.3 مرحلة تحديد المخاطر Risk Identification:

تتضمن مرحلة تحديد المخاطر تعريف للمصادر المحتملة لحالات وعوامل المخاطر في المشروع، وتصنيفها وتحديد المتسبب بالمخاطرة، وتنجز بالإجابة على السؤال: ماذا قد يحدث ويؤثر على الأهداف في مشروع التشييد، وكيفية وقوع هذه الأحداث؟ (Zayed et al, 2008; Cooper et al, 2005)

إن تحديد المصادر الممكنة للمخاطر هي مرحلة ضرورية في عملية إدارة المخاطر، فهي تساعد أطراف المشروع على تحديد المخاطر في المشروع، ومنها لتحليل تأثيرها المحتمل، ولاعتماد إستراتيجية مناسبة لتخفيض تأثيرها على المشروع، فإذا لم تحدد المخاطرة لا يمكن تحليلها ومعالجتها، وبالتالي تحدث حوادث غير متوقعة في مراحل متأخرة من المشروع، قد تهدد نجاح المشروع. (Thevendran, 2004)

ووصف AL-Bahar and Crandall (1990) عملية تحديد المخاطر بأنها: عملية منهجية ينجز من خلالها تصنيف المخاطر وتقييم درجة أهميتها الأولية مقارنة مع باقي المخاطر المترافقة مع مشروع التشييد.

يضاف إلى هذا التعريف فكرة الاستمرارية في تحديد المخاطر، فيكون تعريف "تحديد المخاطر" المعتمد في هذا البحث:

"تحديد المخاطر هو إجراء منهجي وأولي في عملية إدارة المخاطر ويستمر خلال دورة حياة المشروع لتحديد المخاطر التي قد تؤثر على أهداف المشروع، وتقدير أهميتها الأولية وترتيبها حسب أهميتها النسبية فيما بينها. "

قد تكون مدخلات مرحلة تحديد المخاطر هي بيانات تاريخية، وتحليل تصوري، وتحليل تجريبي للبيانات، وآراء لفريق المشروع ولخبراء من اختصاصات معيّنة.

أما مخرجات مرحلة تحديد المخاطر فهي لائحة شاملة للمخاطر المحتملة والمؤثرة على نجاح المشروع، ووصف لأولويات المخاطر بشكل مبدئي. (Cooper et al, 2005)

3.5.4 مرحلة تحليل وتقييم المخاطر Risk analysis and Evaluation:

ينتج عن مرحلة تحديد المخاطر قائمة للمخاطر التي قد تؤثر على أهداف المشروع، وغالباً ما تكون هذه القائمة واسعة، فتظهر حاجة ملحة لفصل المخاطر الهامة عن الأقل أهمية. يدعى هذا الإجراء تقدير المخاطر، وينجز عادة بالإجابة على الأسئلة التالية:

- ما هو احتمال حدوث هذه المخاطر؟
- وما هي شدة تأثيرها على المشروع إن حدثت؟

يتم في مرحلة تحليل وتقدير المخاطر تقدير احتمال حدوث المخاطر ومقدار تأثيرها في حال حدوثها. ثم تقييمها تجاه معيار محدد بهدف تحديد أهمية هذه المخاطر. بالتالي التوصل إلى تحديد أي المخاطر ذات الأولوية الأكبر في تخطيط الاستجابة لمعالجتها.(Cooper et al, 2005) [10]

وبناءً على ما سبق اعتمد في هذا البحث التعريف التالي:

"تحليل وتقييم المخاطر هو إجراء يعالج المعلومات التي جمعت أثناء مرحلة تحديد المخاطر باستخدام معيار كمي أو نوعي لتحديد أهمية المخاطر تجاه أهداف المشروع، وتحديد أين يجب التركيز والتخطيط والاجتهاد بشكل أكبر."

تأتي أهمية مرحلة تحليل المخاطر من أن الموارد محدودة في أغلب المشاريع لإدارة المخاطر، فتخصص هذه الموارد للمخاطر الرئيسية الهامة.

تهدف مرحلة تحليل وتقييم المخاطر إلى: (Cooper et al, 2005)

1. تحديد المستوى العام للمخاطر التي تواجه المشروع.
2. أن يكون تركيز الإدارة على المخاطر عالية الأهمية في قائمة المخاطر.
3. تقديم الدعم في اتخاذ القرار (تحديد الحاجة لإجراء فوري)، و(توفر مخططات الإجراءات لتطبق قي وقت لاحق).
4. المساعدة في تخصيص الموارد لدعم قرارات الإدارة بشأن الإجراءات.

وتتدرج أشكال التحليل بدءاً من طرق نوعية بسيطة إلى طرق كمية تتصف بالتعقيد:

1. تحليل نوعي: يستند على مقاييس وصفية أو اسمية من وصف الاحتمالات ونتائج المخاطر. يفيد خاصة في المتابعة الأولية، أو عند الحاجة إلى تقدير سريع.
2. تحليل نصف كمي: يمتد من إجراء التحليل النوعي، بتخصيص قيم رقمية للمقياس الوصفي. هذه الأرقام تستخدم لاستنتاج مؤشرات كمية للمخاطر.
3. تحليل كمي: يستخدم مقياس رقمي لمعدل الاحتمال والتأثير، أكثر من المقاييس الوصفية.

حيث اعتقد بعض الباحثين أمثال Zayed et al (2008) أن التحليل هو كمي فقط.

إن تحديد الطريقة الأكثر ملائمة للتقييم لكل نوع من المخاطر تشكل الجزء الأكثر صعوبة في عملية إدارة المخاطر.(Jaafari,2001) وتعّد مصفوفة التأثير والاحتمال الطريقة الأكثر استخداماً لتحليل المخاطر.

إن مخرجات مرحلة تحليل وتقدير المخاطر هي قائمة بالأولويات بالنسبة للمخاطر، وتوضيح بشكل مفصل للتأثير المحتمل للمخاطر على أهداف المشروع، ومعدل احتمال حدوثها وتأثيرها المحتمل. (Cooper et al, 2005)

3.5.5 مرحلة الاستجابة للمخاطر Risk Response:

بعد تحليل المخاطر المختلفة والمحددة في المراحل السابقة، ننتقل لاتخاذ إجراء معين لمعالجتها، تدعى هذه الخطوة الاستجابة للمخاطر.

وتهدف هذه المرحلة تحديد ما يمكن إنجازه للاستجابة للمخاطر المحددة والمرتبة حسب أهميتها، مع أخذ كامل قائمة المخاطر بالحسبان، ويسمى هذا الإجراء أحياناً بتخفيف أثر المخاطر، حيث يخطط لنشاطات التخفيف، الذي يقبل أو يمنع مصادر عدم التأكد التي تؤثر على المشروع، والسؤال في هذه المرحلة هو: ماذا يجب أن ننفذ، ومن هو المسؤول لمنع أو تخفيض تأثير المخاطر وعدم التأكد؟ (Zayed et al, 2008)

ولقد وضح AL-Bahar and Crandall (1990) الاستجابة للمخاطر كإجراء للتخفيف أو إزالة التأثير المحتمل للمخاطر قدر المستطاع بالإضافة إلى التحكم بها وضبطها.

أما كتاب PMBOK فعرّف إجراء تخطيط الاستجابة للمخاطر بأنه: عملية تطوير البدائل وتحديد الإجراءات التي من شأنها أن تعزز الفرص وتقلل التهديدات لأهداف المشروع.

فنلاحظ أن تعريف AL-Bahar and Crandall عن الاستجابة للمخاطر ناقصاً فهو لم يأخذ الفرصة بالحسبان، أما التعريف الوارد في كتاب PMBOK فقد شمل معالجة عدم التأكد بنتيجتيه المخاطرة والفرصة، وبناءً على ذلك اعتمدت الباحثة التعريف التالي "للاستجابة للمخاطر" والذي يشمل معالجة عدم التأكد بشكل عام، بزيادة احتمال حدوث الفرص واستغلالها وتخفيف المخاطر:

"الاستجابة للمخاطر: عملية إدارية متخذة من أجل تخفيف أو تحسين تأثيرات حدث غير مؤكد حدّد وحلّل في الإجراءات السابقة، وفي النهاية صياغة آليات الاستجابة من أجل تحقيق توازن بين المخاطر والفرص في المشروع."

وعندما يُسأل (من هو المسؤول؟) أي يتم تحديد إلى من تخصص المخاطرة، حيث التخصيص يعني من هو الأقدر على إدارتها ومعالجتها وقد تقع عليه المسؤولية المالية إذا حدثت ويقابل ذلك بمكافئة لقاء تحمله للنتائج المالية الناجمة عنها. (Flanagan and Norman, 1993)

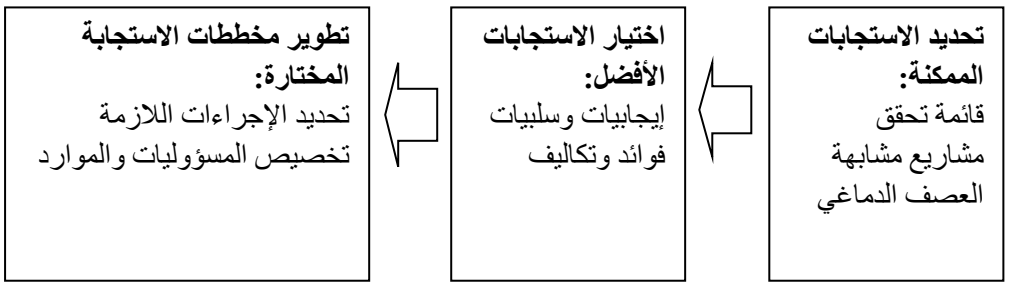
في حال عدم تحديد مسؤولية المخاطر ضمن العقد، تقوم المحاكم عادة بتحديد المسؤول عنها وتحديد ما يترتب عليها وذلك استناداً للأسس القانونية التالية: (بابكر, 1990)

1. أي الأطراف يمكن أن تتولى أفضل من غيرها السيطرة على المخاطرة؟
2. أي الأطراف يمكن أن تتنبأ أكثر من غيرها بوقوع المخاطرة؟
3. أي الأطراف دون غيرها يمكن أن تتحمل تلك المخاطرة؟
4. أي الأطراف تستفيد أو تعاني أكثر من غيرها إذا وقعت المخاطرة؟

تشمل مرحلة الاستجابة للمخاطر الخطوات التالية:

1. تحديد البدائل لقبول أو تخفيض احتمال الحدوث أو النتائج الناجمة عن كل مخاطرة عالية الأهمية.
2. تحديد الفوائد والتكاليف المحتملة لكل بديل وتشمل التأثير على أهداف المشروع إذا حدثت المخاطر، والفوائد المحتملة من معالجة المخاطر وتكاليف إجراء المعالجة، وتضم التكاليف المباشرة وغير مباشرة وتأثير التأخر في الجدولة.
3. اختيار البديل الأفضل للمشروع.
4. بخصوص البدائل التي تكون على شكل مخطط طوارئ، يجب تحديد نقاط علَّام التي يمكن تطبيق البديل المختار عندها. وبالتالي تحديد توقيت تنفيذ إجراء الاستجابة.
5. تحديد العلاقة بين إجراءات الاستجابة ونشاطات المشروع والإجراءات التي تقع خارج نطاق المشروع.
6. تطوير مخطط مفصل لإجراءات الاستجابة للمخاطر Risk Action Plans.

يوضح الشكل (5-3) المراحل الأساسية للاستجابة للمخاطر:



رسم توضيحي 5-3 المراحل الأساسية للاستجابة للمخاطر ((Cooper et al, 2005))

ويتم في مرحلة الاستجابة للمخاطر تحديد وتعيين شخصاً واحداً أو أكثر لتولي المسؤولية عن كل استجابة من الاستجابات للمخاطر الممولة والمتفق عليها. (BMBOK, 2004)

وصنف Enshassi and Abu Mosa (2008) وكذلك Kartam and Kartam (2001) إجراءات الاستجابة للمخاطر في صنفين:

1. إجراءات منع المخاطر: وتستخدم لتجنب مصادر المخاطر أو تخفيض فعّال لاحتمال حدوثها في المراحل المبكرة لمشروع التشييد، ومنها:

- استخدام طريقة التحليل بين البدائل.
- تطبيق إجراءات ضمان الجودة.
- تطبيق أنظمة السلامة والحماية.
- تطبيق نظام حوافز العمل.
- تحويل المخاطر لأطراف أخرى أو مشاركتها مع الأطراف الأخرى.
- تدريب وتطوير المهارات.
- إضافة زمن احتياطي عند تقدير زمن التنفيذ.

2. إجراءات تخفيض تأثير المخاطر: وهي خطوات علاجية لتخفيض آثار المخاطر، كالمخاطر الاقتصادية أو شروط الطقس الخارجية، حيث لا يمكن تجنب هذه المخاطر أو تخفيض احتمال حدوثها باتخاذ استراتيجيات منع المخاطر التي ذكرت أعلاه، لكن يتم إدارة هذه المخاطر بتخفيض تأثيراتها لضمان الحصول على أفضل النتائج من المعالجة، مثلاً لا يمكننا منع أو تجنب ظروف الطقس السيئ ولكن يمكن تخفيض آثارها بزيادة عدد العمال لتسريع العمل في أيام الصحو ولا يتأخر إنجاز العمل عن الزمن المخطط بسبب توقفه في بعض الأيام نتيجة سوء الطقس. ومن إجراءات التخفيض:
   - زيادة العمالة و/أو التجهيزات.
   - زيادة ساعات العمل
   - تغيير تسلسل العمل بتداخل النشاطات.
   - تغيير طريقة التنفيذ.
   - شروط عقدية.
   - متابعة العمل ومراقبته بشكل صارم.

ولكن أظهرت الدراسة المرجعية أربع تقنيات للاستجابة للمخاطر في مشاريع التشييد:

- قبول المخاطر Risk retention
- تخفيض الخسائر ومنع المخاطر Loss reduction and risk prevention.
- تحويل المخاطر Risk transfer.
- تجنب المخاطر Risk avoidance.

3.5.6 مرحلة المراقبة والمراجعة Monitoring and Review:

السؤال في هذه المرحلة هو: كيف نبقي المخاطر تحت السيطرة؟ (Cooper et al, 2005)

تهدف هذه المرحلة إلى المراقبة والمراجعة خلال كافة مراحل المشروع وتحديث الإجراءات والربط بينها، كما يتم من خلالها ربط إدارة المخاطر بإجراءات الإدارة الأخرى، خاصةً في المشاريع الكبيرة أو التي تكون في بيئة ديناميكية متغيرة.

تؤكد مرحلة المراقبة والمراجعة أن المخاطر الجديدة التي تظهر أثناء العمل والتنفيذ تصبح معروفة وتتم إدارتها، مع تتبع المخاطر المحددة مسبقاً والمدرجة على قائمة المراقبة، حتى يعاد تحليل قائمة المخاطر وتحديثها ومتابعة الأحوال وتستمر عملية المراقبة والمراجعة حتى إنهاء العمل.

ويستفاد أيضاً من عملية مراقبة ومراجعة المخاطر في تحديد إذا:

- كانت افتراضات المشروع لا تزال صحيحة
- حدث تغيرات في حالة المخاطر التي قيمت سابقاً فنلجأ إلى تحليل اتجاهات تأثيرها.
- كانت السياسات والإجراءات لإدارة المخاطر المتبعة صحيحة.

- كان ينبغي تعديل احتياطي التكلفة والجدول الزمني تماشياً مع مخاطر المشروع.

3.6 تقنيات تحليل وإدارة مخاطر مشاريع التشييد:

تُعتبر تقنيات تحليل وإدارة المخاطر من الركائز الأساسية لضمان استدامة ونجاح المؤسسات. تهدف هذه التقنيات إلى تحديد المخاطر المحتملة، تقييمها، وتصميم استراتيجيات مناسبة للتعامل معها. تشمل الأساليب المستخدمة مصفوفات تقييم المخاطر وتحليل الحساسية، والتي تسهم في تحسين عملية اتخاذ القرار وتقليل تأثير التهديدات المحتملة على الأهداف المؤسسية.

وهذه التقنيات حسب ISO 31000:2018 - Risk Management Guidelines, International Organization for Standardization (ISO) هي:

3.6.1 مصفوفة تحليل المخاطر:

مصفوفة تحليل المخاطر (Risk Matrix) هي أداة بصرية تُستخدم في إدارة المخاطر لتقييم وتصنيف المخاطر المحتملة بناءً على احتمالية حدوثها وتأثيرها المحتمل. تساعد هذه المصفوفة المؤسسات على تحديد المخاطر ذات الأولوية واتخاذ القرارات المناسبة للتعامل معها.

- خطوات إعداد مصفوفة تحليل المخاطر:

1. تحديد المخاطر المحتملة: جمع قائمة شاملة بالمخاطر التي قد تؤثر على المشروع أو المنظمة، بالاعتماد على الخبرات السابقة، وآراء الخبراء، والبيانات المتاحة.
2. تقييم الاحتمالية: تقدير احتمالية وقوع كل مخاطرة باستخدام تصنيفات مثل منخفضة، متوسطة، أو عالية، بناءً على المعلومات المتوفرة والتحليلات.
3. تقييم التأثير: تحديد التأثير المحتمل لكل مخاطرة على المشروع أو المنظمة، مع استخدام تصنيفات مشابهة (منخفض، متوسط، عالٍ) لتمثيل مستوى التأثير.
4. تقييم المخاطر: دمج تقييمات الاحتمالية والتأثير لتحديد مستوى المخاطرة، مما يساعد في ترتيب المخاطر حسب أولويتها.
5. التعامل مع المخاطر: تطوير استراتيجيات للتعامل مع كل مخاطرة بناءً على مستواها، مثل:

التجنب: إلغاء الأنشطة التي تؤدي إلى المخاطرة.

التخفيف: اتخاذ إجراءات لتقليل احتمالية أو تأثير المخاطرة.

النقل: نقل المسؤولية إلى جهة أخرى، مثل التأمين أو التعاقد الخارجي.

القبول: الاعتراف بالمخاطرة دون اتخاذ إجراءات، إذا كانت ضمن المستويات المقبولة.

- أهمية مصفوفة تحليل المخاطر:

1. تحديد الأولويات: تمكن المصفوفة من تحديد المخاطر الأكثر تهديدًا، مما يساعد في تخصيص الموارد بشكل فعّال.
2. توضيح المخاطر المهمة: تُبرز المصفوفة المخاطر التي تتطلب اهتمامًا خاصًا، مما يسهل عملية اتخاذ القرار.
3. تسهيل التواصل: تُعد أداة فعّالة لنقل المعلومات المتعلقة بالمخاطر إلى جميع أصحاب المصلحة بوضوح.

- استخدام مصفوفة تحليل المخاطر:

تُستخدم المصفوفة في مجالات متعددة، مثل إدارة المشاريع، والتخطيط الاستراتيجي، وإدارة الأزمات، لضمان تحقيق الأهداف وتقليل التأثيرات السلبية المحتملة.

3.6.2 تقنية مونت كارلو:

تُعَدُّ تقنية مونت كارلو أداةً إحصائيةً فعّالةً في تحليل وإدارة المخاطر، حيث تُستخدم لمحاكاة مجموعة واسعة من النتائج المحتملة وتقدير احتمالاتها، مما يساعد المؤسسات على اتخاذ قرارات مستنيرة في ظل عدم اليقين.

تقوم هذه التقنية على إنشاء نماذج رياضية تُحاكي السيناريوهات المختلفة من خلال توليد أعداد كبيرة من القيم العشوائية للمتغيرات المؤثرة. يتم تحليل النتائج لتحديد نطاق القيم المحتملة واحتمالات حدوثها، مما يوفر فهمًا أعمق للمخاطر المحتملة وتأثيرها على المشروع أو القرار.

- خطوات تطبيق تقنية مونت كارلو في إدارة المخاطر:

1. تحديد المتغيرات الرئيسية: تحديد العوامل المؤثرة على المشروع أو القرار والتي تحمل درجة من عدم اليقين.
2. تحديد التوزيعات الاحتمالية: تحديد التوزيعات الاحتمالية المناسبة لكل متغير، مثل التوزيع الطبيعي أو التوزيع المنتظم، بناءً على البيانات التاريخية أو التقديرات.
3. توليد القيم العشوائية: استخدام مولدات الأرقام العشوائية لإنتاج عدد كبير من القيم لكل متغير وفقًا لتوزيعاتها الاحتمالية.
4. إجراء المحاكاة: تكرار العملية لآلاف أو ملايين المرات لحساب النتائج المحتملة وتوزيعها الاحتمالي.
5. تحليل النتائج: دراسة النتائج لتحديد نطاق القيم المحتملة واحتمالاتها، مما يساعد في تقييم المخاطر واتخاذ القرارات المناسبة.

- أهمية تقنية مونت كارلو في إدارة المخاطر:

1. توفير رؤية شاملة: تُمكِّن من استكشاف مجموعة واسعة من السيناريوهات المحتملة، مما يساعد في فهم تأثير عدم اليقين على النتائج.
2. تحسين دقة التقديرات: تُساهم في تقديم تقديرات أكثر دقة للمخاطر المحتملة مقارنةً بالأساليب التقليدية.
3. دعم اتخاذ القرار: توفر معلومات قيمة تساعد المديرين وأصحاب القرار في اختيار الاستراتيجيات الأنسب للتعامل مع المخاطر.

- تطبيقات تقنية مونت كارلو في إدارة المخاطر:

1. التمويل: تُستخدم لتقييم مخاطر الاستثمار وتحديد الأسعار العادلة للأصول المالية.
2. إدارة المشاريع: تُساعد في تقدير تكاليف المشروع ومدته، مع مراعاة عدم اليقين والمخاطر المحتملة.
3. الهندسة: تُستخدم في تحليل موثوقية الأنظمة وتقدير عمر المكونات تحت ظروف تشغيل مختلفة.

3.6.3 برمجيات BIM المتخصصة في نمذجة وإدارة المخاطر:

تساعد برامج (BIM (Building Information Modeling في تحسين إدارة المخاطر في مشاريع التشييد من خلال دمج المعلومات وتحليل البيانات واستخدام النماذج ثلاثية الأبعاد. إليك قائمة بأبرز البرامج المتخصصة في BIM لإدارة المخاطر:

1. Autodesk Navisworks Manage

هو واحد من أكثر التطبيقات شيوعًا في عالم BIM لإدارة المخاطر. يُستخدم لدمج نماذج BIM من مصادر متعددة وتحليلها لتحديد المخاطر المتعلقة بتصميم المشروع وجدوله الزمني.

- الاستخدامات:

كشف التعارضات (Clash Detection): يساعد في تحديد التعارضات بين الأنظمة المختلفة (مثل الكهرباء والسباكة) في النماذج الهندسية قبل بدء البناء.

التنسيق بين الفرق: يُمكّن من الجمع بين نماذج من فرق التصميم المختلفة لضمان توافقها.

المحاكاة الزمنية (4D Simulation): يمكن دمج الجدول الزمني مع النماذج ثلاثية الأبعاد لمحاكاة تقدم المشروع وإبراز أي تعارضات زمنية محتملة.

التقارير:

إنشاء تقارير دقيقة حول المخاطر المكتشفة واقتراح الحلول المناسبة.

2. Bentley SYNCHRO

هو برنامج متخصص في إدارة الجدول الزمني للمشاريع باستخدام تقنية 4D BIM، مما يسمح بدمج الوقت مع التصميم وتحليل تأثير المخاطر على الجدول الزمني.

- الاستخدامات:

التخطيط الرباعي الأبعاد (4D Planning): يدمج الجدول الزمني مع النماذج ثلاثية الأبعاد لمحاكاة عملية البناء.

تحليل المخاطر الزمنية: يتيح تحليل تأثير المخاطر على الجدول الزمني وتحديد النقاط الحرجة.

إدارة الموارد: يمكن مراقبة استخدام الموارد وتحديد أي اختناقات محتملة.

التعاون في الوقت الحقيقي: يُتيح للفرق العاملة مشاركة البيانات والتنسيق من خلال منصة موحدة.

3. Trimble Vico Office

هو برنامج يدمج بين BIM وإدارة التكاليف والجدول الزمني، مما يجعله أداة قوية لتحليل المخاطر المرتبطة بالموارد، التكاليف، والزمن.

- الاستخدامات:

تحليل التكلفة والجدول الزمني: يسمح بتحديد المخاطر المتعلقة بزيادة التكاليف أو التأخيرات في الجدول الزمني.

نمذجة الموارد (Resource Modeling): تحليل استخدام الموارد وتحديد الاختناقات المحتملة.

تقارير تفصيلية: إنشاء تقارير شاملة عن المخاطر المحتملة وتأثيرها على المشروع.

التكامل مع أدوات BIM الأخرى: يدعم تكامل البيانات من برامج مثل Revit وNavisworks.

4 الفصل الرابع

دراسة تطبيقية

Introduction

4.1 المقدمة:

في هذا الفصل، سيتم التركيز على دراسة حالة لنمذجة المخاطر المرتبطة بعملية تشييد مشفى وتحليل تأثيرها على الخطة الزمنية للمشروع.

حيث تم اختيار مشفى باسيليا سيتي كنموذج لتحديد المخاطر المحتملة التي قد تواجه المشروع، مثل التأخيرات الناجمة عن العوامل البيئية، ونقص الموارد، والتحديات التقنية، ومن ثم تقييم تأثيرها باستخدام تقنيات النمذجة والتحليل. سيتم استخدام أدوات وبرمجيات متخصصة لتحليل السيناريوهات المختلفة ودراسة تأثير تلك المخاطر على الجدول الزمني المحدد للمشروع، مع اقتراح استراتيجيات للتخفيف منها.

يسعى هذا الفصل إلى توفير فهم معمق للعلاقة بين المخاطر وإدارة الوقت في مشاريع التشييد، بالإضافة إلى تقديم حلول عملية وفعّالة لضمان تحقيق التوازن بين الجودة والجدول الزمني ضمن نطاق المشروع المدروس.

4.2 توصيف المشروع:

يقع المشروع في باسيليا سيتي في مدينة دمشق في سوريا على مساحة من الأرض أبعادها (125*200) م وتقدر ب 24000 م2 حيث خصص 20000 م2 للحدائق ومواقف السيارات وممرات المشاة والمداخل ويتكون المشروع من:

1. القبو (الطابق تحت الأرضي):
   - غرف تخزين المعدات الطبية والمستلزمات الصحية.
   - غرفة المولدات الكهربائية والطاقة الاحتياطية.
   - محطة معالجة النفايات الطبية.
   - غرفة التحكم بأنظمة التكييف والتدفئة المركزية.
   - مغسلة مركزية (للمفروشات والملابس الطبية).
   - مستودعات عامة (للمواد الغذائية والمستلزمات).
2. الطابق الأرضي (الاستقبال والإدارة):
   - مدخل رئيسي واسع مجهز لاستقبال المرضى والزوار.
   - صالة استقبال ومكتب معلومات.
   - قسم الإسعاف والطوارئ مع غرف معالجة فورية.
   - صالة انتظار رئيسية مزودة بمرافق للزوار.
   - مكتب إدارة رئيسي للمشفى وغرف الاجتماعات الإدارية.
   - كافتيريا أو مطعم صغير لخدمة الزوار والطاقم الطبي.
   - صيدلية داخلية لبيع وتوفير الأدوية للمرضى الخارجيين.
3. الطابق الأول (الخدمات الطبية):
   - قسم العيادات الخارجية المتنوعة:
   - عيادات الباطنة، الأطفال، الجلدية، النساء، والجراحة.
   - غرف العمليات الجراحية (3-4 غرف):

     غرفة عمليات عامة.

     غرفة عمليات متخصصة (جراحة العظام، الجراحة التجميلية).

     غرفة الإفاقة للمرضى بعد العمليات.

     مختبر طبي لإجراء التحاليل المخبرية.
   - قسم التصوير الطبي:

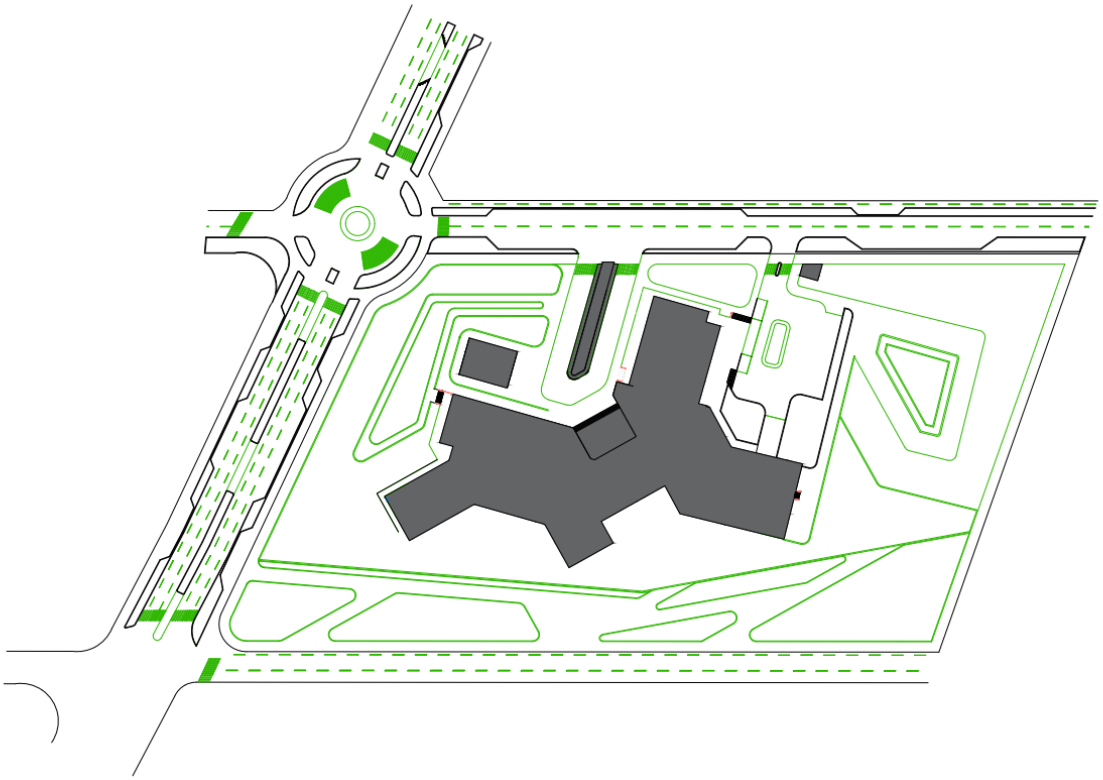
أجهزة الأشعة السينية (X-ray)، والتصوير بالرنين المغناطيسي (MRI)، والتصوير المقطعي (CT Scan).
محطة تمريض وخدمات طبية مساندة.

4. الطوابق المتكررة من الثاني إلى الرابع (الإقامة):

التفاصيل المشتركة لكل طابق:

- الطوابق المخصصة للإقامة: تحتوي على 70 غرفة موزعة على ثلاثة طوابق، بمعدل 23-24 غرفة لكل طابق.
غرف فردية ومزدوجة مزودة بأحدث الأجهزة الطبية (مثل أجهزة مراقبة ضغط الدم ونبض القلب).
كل غرفة تحتوي على حمام خاص وتصميم داخلي مريح يلبي احتياجات المرضى.
- الخدمات المشتركة:
محطة تمريض مركزية في كل طابق لتلبية احتياجات المرضى.
غرف عزل طبي للحالات المعدية.
صالات انتظار صغيرة للزوار في كل طابق.
غرف أطباء وممرضين للاستراحة.

4.3 المخططات المعمارية والانشائية للمشروع:



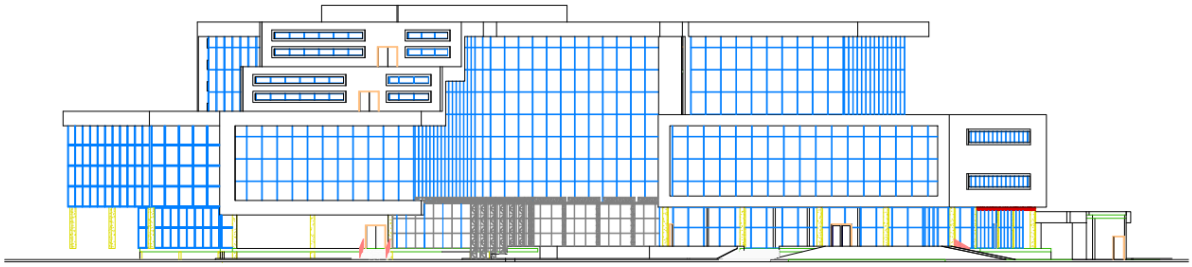
الموقع العام

مسقط القبو

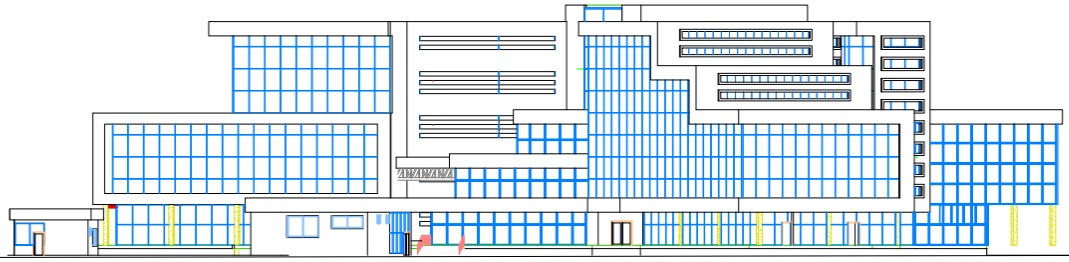
مسقط الطابق الأرضي

مسقط الطابق الأول

مسقط الطابق الثاني والمتكرر

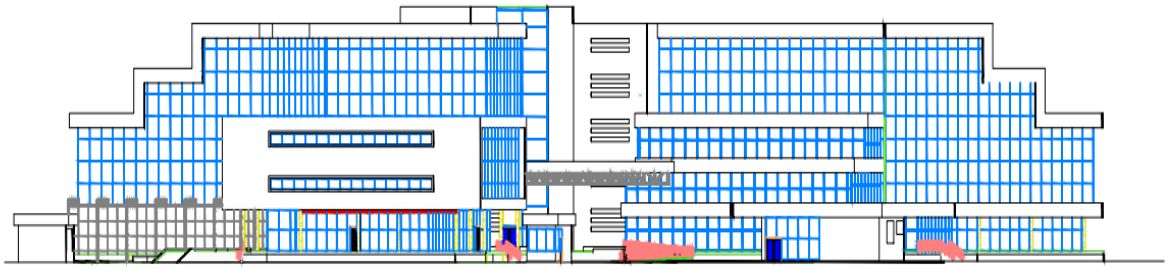


الواجهة الغربية

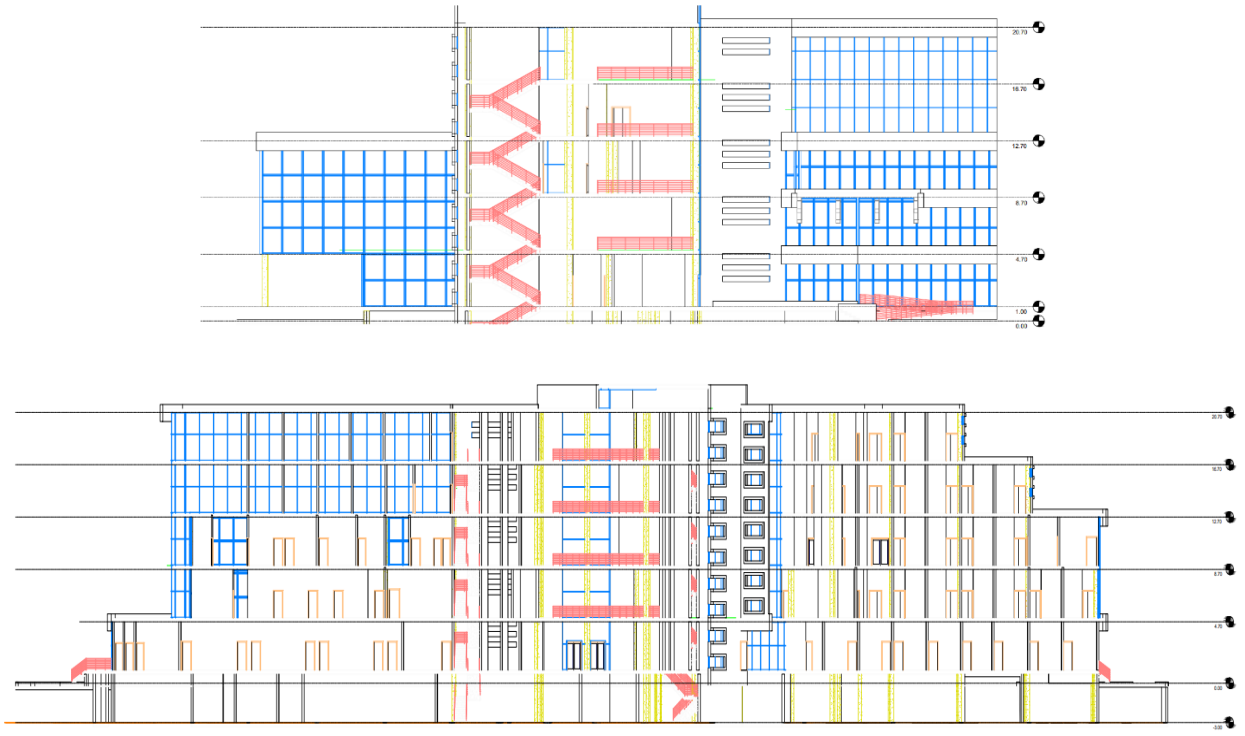


الواجهة الشرقية

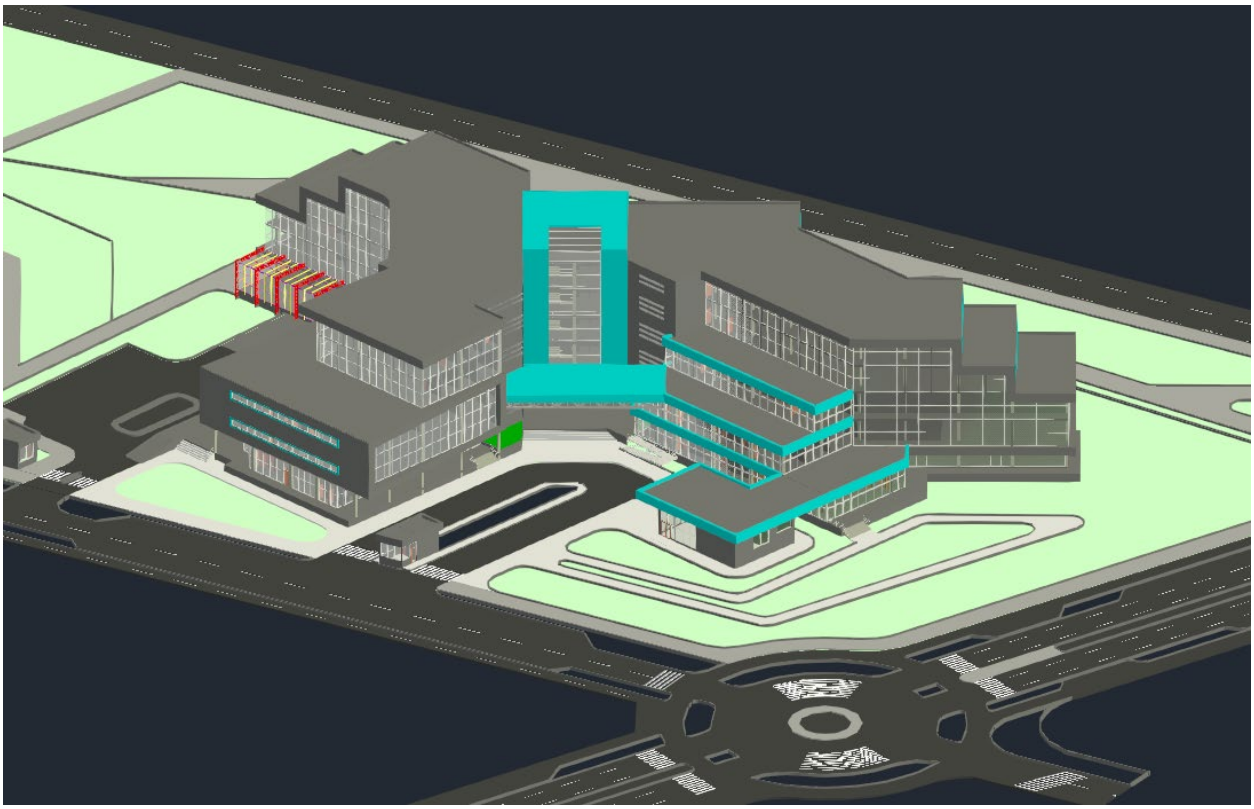
الواجهة الجنوبية



الواجهة الشمالية



المقاطع



كتلة المشفى

4.4 الخطة الزمنية لمرحلة تشييد المشروع:

تم إعداد خطة زمنية تفصيلية باستخدام برنامج MS Project لمرحلة تشييد المشفى، حيث تم تقسيم الأعمال الإنشائية إلى مجموعة من المهام المرتبطة بشكل منطقي ومنظم لتسهيل إدارة المشروع وضمان تنفيذه بكفاءة. تشمل الخطة جميع الأنشطة المتعلقة بمرحلة التشييد، بدءًا من أعمال الحفر والأساسات، مرورًا بالهياكل الخرسانية وأعمال البناء، وصولًا إلى التشطيبات النهائية وتركيب الأنظمة التقنية.

تمت جدولة الأنشطة بدقة مع تحديد تواريخ البدء والانتهاء لكل مهمة، مع مراعاة التسلسل الزمني للعلاقات بين المهام واستخدام الموارد المتاحة بشكل مثالي.

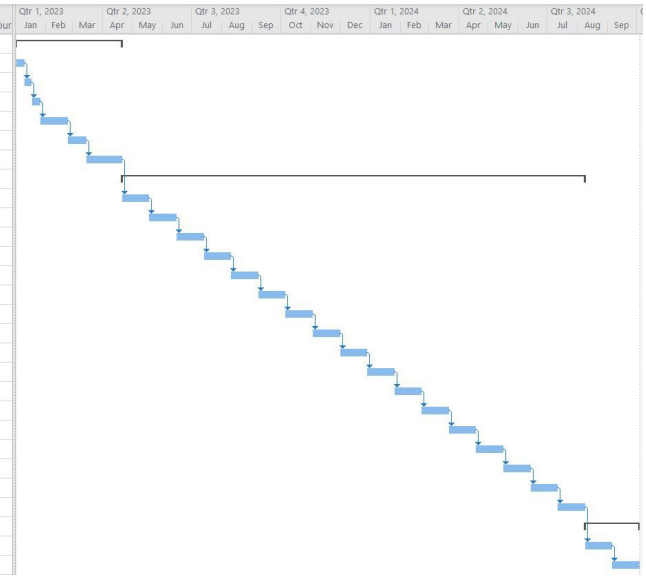
توفر هذه الخطة أداة فعالة لمتابعة تقدم العمل وتقييم الأداء خلال مرحلة التشييد، مما يسهم في تحقيق الجودة المطلوبة وتسليم المشروع في الوقت المحدد.

GANTT CHART

	Task Name	Duration	Start	Finish
1	**phase 1**	**59 days**	**Mon 1/2/23**	**Thu 4/20/23**
2	تجهيز الموقع	5 days	Mon 1/2/23	Tue 1/10/23
3	ازالة الأنقاض وتسوية الأرض	4 days	Tue 1/10/23	Tue 1/17/23
4	توفير معدات البناء والمواد الأولية	5 days	Wed 1/18/23	Thu 1/26/23
5	حفر القبو حتى العمق المطلوب	15 days	Thu 1/26/23	Thu 2/23/23
6	تدعيم الحفر بجدران مؤقتة	10 days	Thu 2/23/23	Tue 3/14/23
7	صب القواعد الخرسانية	20 days	Wed 3/15/23	Thu 4/20/23
8	**phase 2**	**255 days**	**Thu 4/20/23**	**Thu 8/8/24**
9	بناء جدران القبو	15 days	Thu 4/20/23	Thu 5/18/23
10	صب السقف الخرساني للقبو	15 days	Thu 5/18/23	Thu 6/15/23
11	صب أعمدة الطابق الأرضي	15 days	Thu 6/15/23	Thu 7/13/23
12	تركيب حديد التسليح وسقف الطابق الأرضي	15 days	Thu 7/13/23	Thu 8/10/23
13	إزالة القوالب الخرسانية	15 days	Thu 8/10/23	Thu 9/7/23
14	صب أعمدة الطابق الأول	15 days	Thu 9/7/23	Thu 10/5/23
15	تركيب حديد التسليح وسقف الطابق الأول	15 days	Thu 10/5/23	Thu 11/2/23
16	إزالة القوالب الخرسانية	15 days	Thu 11/2/23	Thu 11/30/23
17	صب أعمدة الطابق الثاني	15 days	Thu 11/30/23	Thu 12/28/23
18	تركيب حديد التسليح وسقف الطابق الثاني	15 days	Thu 12/28/23	Thu 1/25/24
19	إزالة القوالب الخرسانية	15 days	Thu 1/25/24	Thu 2/22/24
20	صب أعمدة الطابق الثالث	15 days	Thu 2/22/24	Thu 3/21/24
21	تركيب حديد التسليح وسقف الطابق الثالث	15 days	Thu 3/21/24	Thu 4/18/24
22	إزالة القوالب الخرسانية	15 days	Thu 4/18/24	Thu 5/16/24
23	صب أعمدة الطابق الرابع	15 days	Thu 5/16/24	Thu 6/13/24
24	تركيب حديد التسليح وسقف الطابق الرابع	15 days	Thu 6/13/24	Thu 7/11/24
25	إزالة القوالب الخرسانية	15 days	Thu 7/11/24	Thu 8/8/24
26	**phase 3**	**30 days**	**Thu 8/8/24**	**Thu 10/3/24**
27	عزل الأسطح والجدران	15 days	Thu 8/8/24	Thu 9/5/24
28	تركيب الفتحات الخارجية	15 days	Thu 9/5/24	Thu 10/3/24

GANTT CHART

	Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors	Resour
1	**phase 1**	**59 days**	**Mon 1/2/23**	**Thu 4/20/23**		
2	تجهيز الموقع	5 days	Mon 1/2/23	Tue 1/10/23		
3	ازالة الأنقاض وتسوية الأرض	4 days	Tue 1/10/23	Tue 1/17/23	2	
4	توفير معدات البناء والمواد الأولية	5 days	Wed 1/18/23	Thu 1/26/23	3	
5	حفر القبو حتى العمق المطلوب	15 days	Thu 1/26/23	Thu 2/23/23	4	
6	تدعيم الحفر بجدران مؤقتة	10 days	Thu 2/23/23	Tue 3/14/23	5	
7	صب القواعد الخرسانية	20 days	Wed 3/15/23	Thu 4/20/23	6	
8	**phase 2**	**255 days**	**Thu 4/20/23**	**Thu 8/8/24**		
9	بناء جدران القبو	15 days	Thu 4/20/23	Thu 5/18/23	7	
10	صب السقف الخرساني للقبو	15 days	Thu 5/18/23	Thu 6/15/23	9	
11	صب أعمدة الطابق الأرضي	15 days	Thu 6/15/23	Thu 7/13/23	10	
12	تركيب حديد التسليح وسقف الطابق الأرضي	15 days	Thu 7/13/23	Thu 8/10/23	11	
13	إزالة القوالب الخرسانية	15 days	Thu 8/10/23	Thu 9/7/23	12	
14	صب أعمدة الطابق الأول	15 days	Thu 9/7/23	Thu 10/5/23	13	
15	تركيب حديد التسليح وسقف الطابق الأول	15 days	Thu 10/5/23	Thu 11/2/23	14	
16	إزالة القوالب الخرسانية	15 days	Thu 11/2/23	Thu 11/30/23	15	
17	صب أعمدة الطابق الثاني	15 days	Thu 11/30/23	Thu 12/28/23	16	
18	تركيب حديد التسليح وسقف الطابق الثاني	15 days	Thu 12/28/23	Thu 1/25/24	17	
19	إزالة القوالب الخرسانية	15 days	Thu 1/25/24	Thu 2/22/24	18	
20	صب أعمدة الطابق الثالث	15 days	Thu 2/22/24	Thu 3/21/24	19	
21	تركيب حديد التسليح وسقف الطابق الثالث	15 days	Thu 3/21/24	Thu 4/18/24	20	
22	إزالة القوالب الخرسانية	15 days	Thu 4/18/24	Thu 5/16/24	21	
23	صب أعمدة الطابق الرابع	15 days	Thu 5/16/24	Thu 6/13/24	22	
24	تركيب حديد التسليح وسقف الطابق الرابع	15 days	Thu 6/13/24	Thu 7/11/24	23	
25	إزالة القوالب الخرسانية	15 days	Thu 7/11/24	Thu 8/8/24	24	
26	**phase 3**	**30 days**	**Thu 8/8/24**	**Thu 10/3/24**		
27	عزل الأسطح والجدران	15 days	Thu 8/8/24	Thu 9/5/24	25	
28	تركيب الفتحات الخارجية	15 days	Thu 9/5/24	Thu 10/3/24	27	



مدة المشروع 344 يوم مع احتساب أيام العطل.

4.5 نمذجة المخاطر المؤثرة على الخطة الزمنية:

تعد المخاطر الزمنية واحدة من أكثر أنواع المخاطر تأثيرًا على نجاح مشاريع التشييد، حيث تلعب دورًا حاسمًا في تحديد كفاءة تنفيذ المشروع وتحقيق أهدافه ضمن الإطار الزمني المحدد. تعكس المخاطر الزمنية مجموعة من التحديات والظروف غير المتوقعة التي تؤدي إلى تأخير تنفيذ الأنشطة المجدولة، مما قد يؤدي إلى زيادة التكاليف وتعطيل جودة التنفيذ وحتى التأثير على رضا العملاء وأصحاب المصلحة.

وكما تم شرحها بالتفصيل في الفصل الثالث من هذا البحث و

الخطر المقترح لنمذجته على برنامج Synchro: تأخير توريد المواد الأساسية للبناء.

وصف الخطر:

تأخير توريد المواد الأساسية، مثل الخرسانة أو الفولاذ، يُعتبر من أكثر المخاطر تأثيرًا على الخطة الزمنية لمشاريع تشييد المستشفيات. هذا الخطر شائع نظرًا لاعتماد العمل في مراحل متعددة على هذه المواد. أي تأخير في وصولها يؤدي إلى توقف الأعمال الحرجة المرتبطة بها، مثل صب الخرسانة أو تركيب الهياكل المعدنية، مما يؤدي إلى تأثيرات متسلسلة على الجدول الزمني.

تأثير الخطر:

يؤدي تأخير التوريد إلى توقف العمل في الأنشطة الحرجة (Critical Path) مثل:

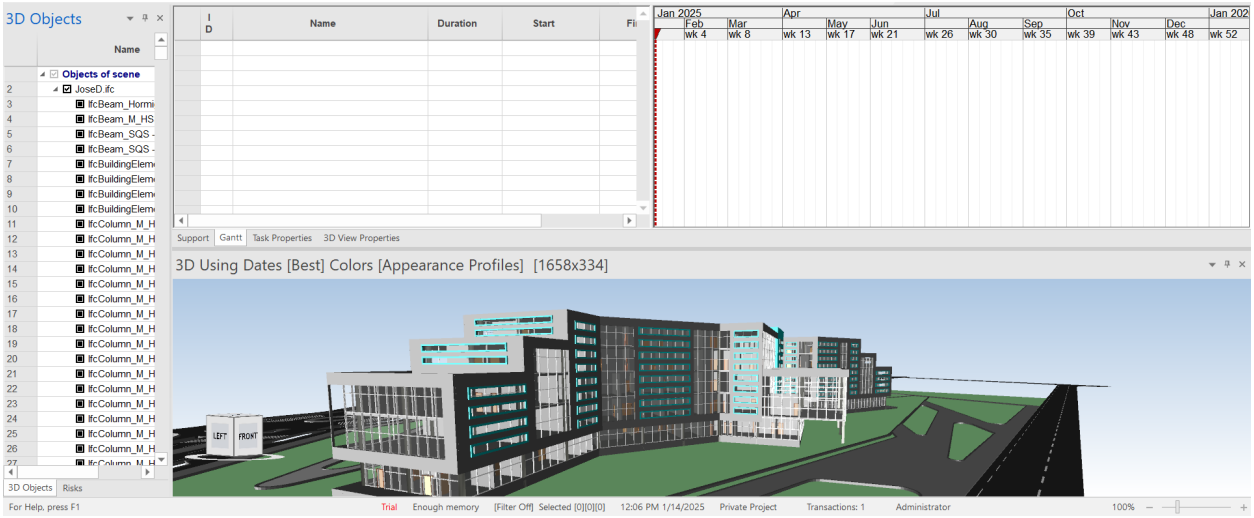
صب الأساسات.

إنشاء الأعمدة والجدران الحاملة.

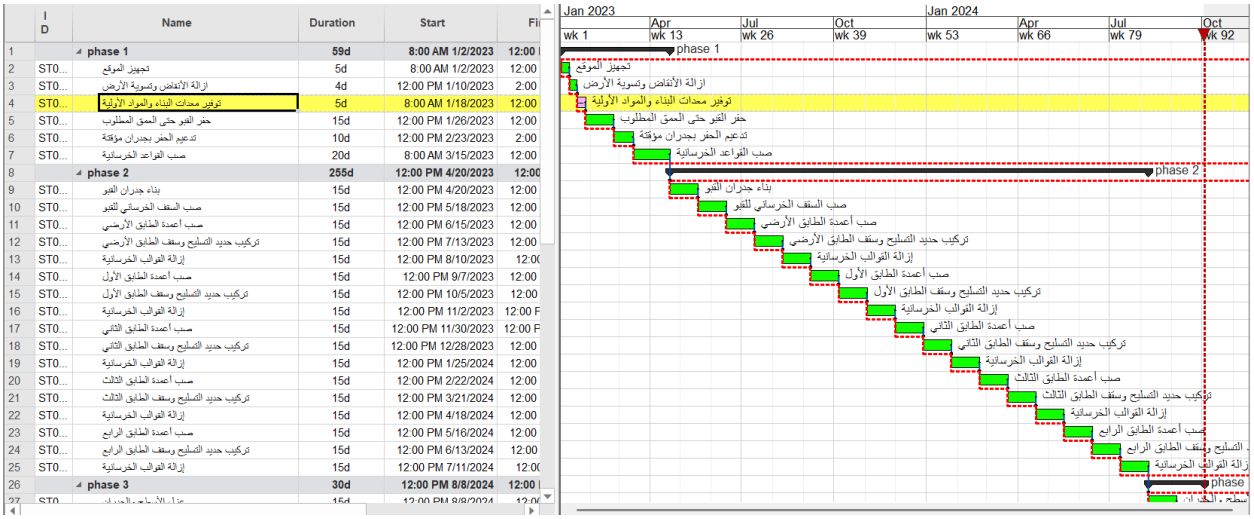
تركيب الأسقف والهياكل المعدنية.

هذا التوقف يمكن أن يؤدي إلى تأخير الجدول الزمني الكلي للمشروع، مما يزيد من تكاليف العمالة والإيجارات للمعدات.

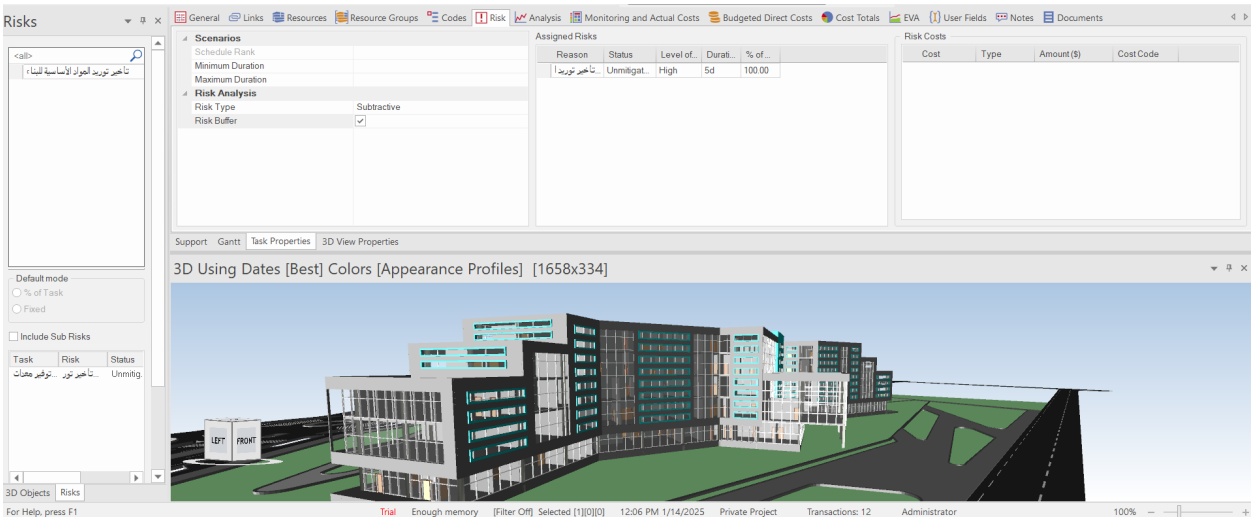
1. تم استيراد نموذج المشروع الذي تم تطويره باستخدام برنامج Revit الى برنامج Synchro بهدف دمج النمذجة ثلاثية الأبعاد مع الجدولة الزمنية، مما يتيح تحليلاً دقيقاً وتنسيقاً متكاملاً لعمليات التنفيذ.



2. تم استيراد الجدول الزمني الخاص بالمشروع الذي تم اعداده باستخدام برنامج MS Project الى برنامج Synchro لتكامل الجدولة الزمنية مع النمذجة ثلاثية الأبعاد وضمان دقة المحاكاة الزمنية للمشروع.
وتم ربط مكونات النموذج ثلاثي الأبعاد (مثل الأعمدة والأساسات والجدران) بالأنشطة الزمنية ذات الصلة باستخدام Resource Assignment.



3. تحديد الخطر: تأخير توريد المواد الأساسية للبناء وموقعه في الجدول الزمني عند البند رقم 3 في المرحلة الأولى (توفير معدات البناء والمواد الأولية).
4. تم إضافة الخطر مع تحديد احتمالية حدوثه ومدة التأخير التي تبلغ 5 أيام حيث تصبح مدة النشاط المعدلة: من 5 أيام الى 10 أيام.

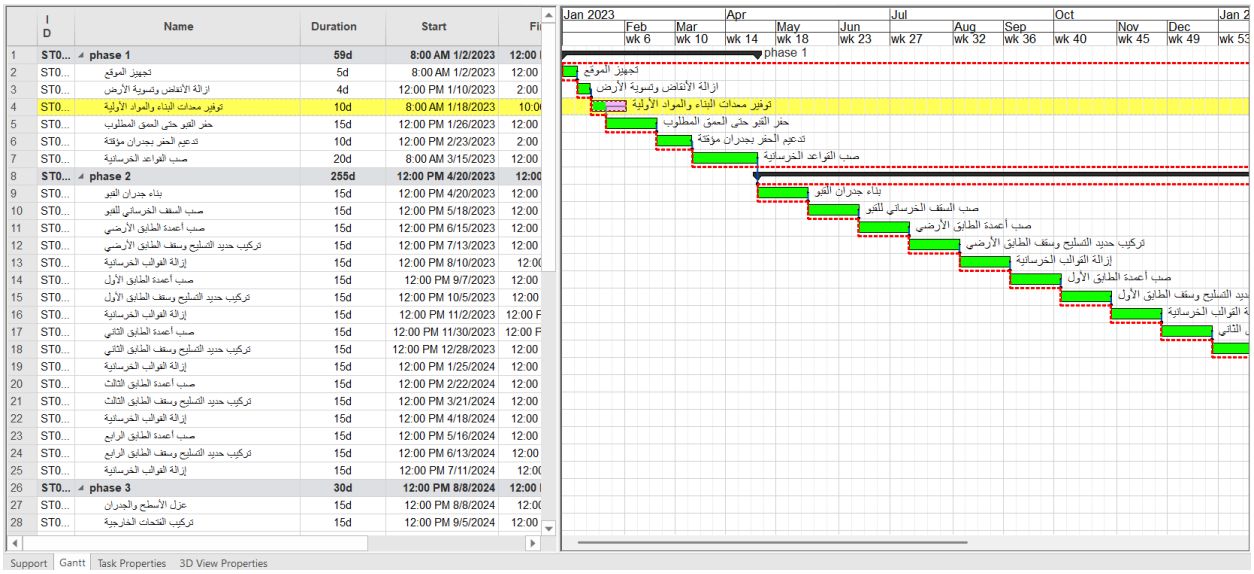


5. محاكاة التأثير:

يتم تفعيل تحليل تأثير العلاقات الزمنية (Dependency Links) في البرنامج:

النشاط التالي "حفر الفجوة" (البند 4) سيتأخر تلقائيًا ليبدأ بعد انتهاء البند 3 (2023/1/31 بدلًا من 2023/1/26).

هذا التأخير يمتد تأثيره على جميع الأنشطة التابعة في المرحلة الأولى، مما يؤخر نهاية "Phase 1".



- **النتائج بعد التأخير:**

Phase 1: المدة الأصلية: 59 يومًا (2023/1/2 - 2023/4/20).

المدة بعد التأخير: 64 يومًا (2023/1/2 - 2023/4/25).

التأخير: 5 أيام.

Phase 2: البداية الأصلية: 2023/4/20.

البداية بعد التأخير: 2023/4/25.

جميع الأنشطة التابعة ستتأخر بنفس المدة.

Phase 3: النهاية الأصلية: 2024/10/3.

النهاية بعد التأخير: 2024/10/8.

- **لتجنب خطر تأخير توريد مواد البناء الأساسية، من المهم اتباع مجموعة من التوصيات العملية والإدارية. فيما يلي أبرز التوصيات:**

1. تحسين إدارة توريد المواد:

استخدام تقنيات Just-In-Time Delivery مع إدخال وقت احتياطي في الجدول الزمني.

تفعيل نظام تتبع (Tracking System) لمتابعة حالة الشحنات بشكل مستمر.

2. تسريع الأنشطة الحرجة:

زيادة عدد فرق العمل والمعدات في الأنشطة المتأخرة لتقليل مدة التنفيذ بعد توريد المواد.

العمل على فترات إضافية (ورديات ليلية) في الأنشطة الحرجة.

إعادة جدولة الأنشطة غير الحرجة التي يمكن تنفيذها بشكل مستقل أثناء فترة التأخير، مثل:

3. تحسين إدارة المخاطر:

إنشاء خطة طوارئ لإدارة التأخيرات.

تدريب فريق العمل على الاستجابة السريعة للتأخيرات في التوريد.

قم بتحليل تأثير تأخيرات زمنية أطول (10 أيام أو أكثر) لتقييم قدرة المشروع على التحمل.

تحديد الأنشطة التي تتطلب مرونة زمنية أكبر.

4. تحسين الجدولة باستخدام :Synchro

قم بإعادة جدولة الأنشطة بشكل مستمر عند ظهور أي تغييرات.

استخدم تقارير Synchro لمراقبة الأداء وتحديد النقاط الحرجة في الوقت الفعلي.

إجراء مقارنة مستمرة بين الجدول الزمني المعدل والخطة الأصلية لمعرفة الفروقات واتخاذ الإجراءات اللازمة

5. استخدام التكنولوجيا لدعم المشروع:

قم بتحليل تأثير المخاطر الأخرى مثل تأخير الطقس أو الموارد البشرية.

استخدام Synchro لإنتاج فيديوهات تفصيلية تساعد على توصيل التأثيرات بشكل مرئي لإدارة المشروع.

دمج Synchro مع نماذج BIM لمراجعة جميع تفاصيل المشروع بشكل تفاعلي وتحديد تأثيرات المخاطر.

5 الفصل الخامس

النتائج والتوصيات

Results And Recommends

5.1 النتائج:

1. أظهرت النمذجة باستخدام برنامج Synchro أن المخاطر الزمنية، مثل تأخير توريد المواد الأساسية، يمكن أن تؤدي إلى تأثير متسلسل على الأنشطة الحرجة في المشروع.
2. كشفت المحاكاة أن العديد من الأنشطة تقع على المسار الحرج، مما يعني أن أي تأخير في هذه الأنشطة ينعكس مباشرة على الجدول الزمني النهائي للمشروع.
3. ساعد برنامج Synchro في توضيح السيناريوهات المحتملة الناتجة عن المخاطر، مما أتاح تحسين التخطيط للتخفيف من آثارها.
4. أظهرت النتائج أن النمذجة الرقمية توفر رؤية واضحة عن مدى تأثر الأنشطة المختلفة بالمخاطر، مما يسهم في اتخاذ قرارات استباقية.
5. لوحظ أن غياب خطط بديلة للتعامل مع المخاطر، مثل تأخر التوريد، يزيد من حدة التأثير على المشروع، خاصةً في المشاريع المعقدة مثل تشييد المستشفيات.
6. أظهرت الدراسة أن دمج تقنيات النمذجة الرقمية مثل Synchro في إدارة المشاريع يُعزز من القدرة على تحليل المخاطر الزمنية والتخفيف من آثارها. كما أن تحسين إدارة سلاسل التوريد وتطوير خطط استجابة فورية يساهمان بشكل كبير في الحفاظ على الجدول الزمني وتقليل التأخيرات.

5.2 التوصيات:

1. تطوير نماذج أكثر دقة لتحليل المخاطر المرتبطة بالوقت والتكلفة في مشاريع المستشفيات:

البحث في كيفية تحسين تكامل نمذجة المخاطر مع تقنيات النمذجة المعلوماتية للمباني (BIM) وأدوات 4D/5D Simulation لتحليل التأثيرات الزمنية والمالية بشكل أفضل.

2. تحليل العلاقة بين أنواع المخاطر وخصائص مشاريع المستشفيات:

دراسة تأثير المخاطر المرتبطة بالتصميم، مثل التعديلات المستمرة على الرسومات، على جودة التنفيذ.

البحث في كيفية ارتباط المخاطر المالية واللوجستية بحجم وتعقيد المشروع (مستشفى صغير مقابل مستشفى كبير).

3. دمج الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي في إدارة مخاطر المشاريع:

البحث في كيفية استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي لتحليل البيانات التاريخية للمخاطر في مشاريع المستشفيات وتوقعها بدقة.

دراسة استخدام تقنيات التعلم الآلي لتوفير حلول مستدامة وآلية لإدارة المخاطر المتكررة.

4. تصميم نظام ديناميكي لتقييم المخاطر في الوقت الفعلي:

اقتراح نموذج ديناميكي يعتمد على البيانات الحية (Real-Time Data) لتقييم المخاطر أثناء تنفيذ المشاريع.

تطوير أنظمة تعتمد على إنترنت الأشياء (IoT) لتتبع المخاطر اللوجستية أو الميكانيكية أو المادية بشكل آني.

5. التأثير البيئي كمصدر للمخاطر في مشاريع المستشفيات:

دراسة تأثير العوامل البيئية (مثل التغيرات المناخية والظروف الجيولوجية) على الجداول الزمنية للمشاريع.

تطوير خطط مرنة للتعامل مع الكوارث الطبيعية وتأثيراتها على بناء المستشفيات.

6. تحليل المخاطر المرتبطة بالموردين وسلاسل التوريد:

دراسة كيفية تحسين إدارة سلاسل التوريد لتقليل المخاطر الناتجة عن تأخير توريد المواد أو ارتفاع أسعارها.

البحث عن نماذج للتنبؤ بالمخاطر اللوجستية بناءً على عوامل السوق الدولية والمحلية.

7. دمج تقنيات الواقع الافتراضي والواقع المعزز في نمذجة المخاطر:

البحث في كيفية استخدام الواقع الافتراضي لتصور المخاطر المحتملة وتأثيرها على المشروع قبل حدوثها.

استكشاف تأثير الواقع المعزز في تحسين إدارة الموارد البشرية وتقليل الأخطاء البشرية المرتبطة بالمخاطر.

8. دراسة العلاقة بين المخاطر التعاقدية وأداء المشروع:

البحث في كيفية تحسين العقود الهندسية لتقليل النزاعات الناتجة عن المخاطر غير المتوقعة.

دراسة فعالية العقود المبنية على نماذج التحالف (Alliancing) في تخفيف آثار المخاطر.

9. تطوير استراتيجيات مستدامة لإدارة مخاطر المشاريع الصحية:

البحث في كيفية دمج أهداف الاستدامة في إدارة المخاطر لتقليل الأثر البيئي والتكاليف الناتجة عن الأخطاء أو التأخيرات.

استكشاف طرق بناء مرنة لمقاومة المخاطر المرتبطة بالبنية التحتية الصحية.

10. تحليل مخاطر تكنولوجيا البناء الحديثة:

دراسة تأثير التقنيات الحديثة مثل الطباعة ثلاثية الأبعاد أو استخدام الروبوتات على أنواع المخاطر الجديدة التي يمكن أن تظهر.

تطوير سياسات للتعامل مع التحديات المرتبطة باستخدام التكنولوجيا في مشاريع المستشفيات.

المراجع

1- Cheng, M. Y., & Darsa, M. H. (2021). Construction schedule risk assessment and management strategy for foreign general contractors working in the Ethiopian construction industry. *Sustainability*, *13*(14), 7830.

2- Koulinas, G. K., Xanthopoulos, A. S., Tsilipiras, T. T., & Koulouriotis, D. E. (2020). Schedule delay risk analysis in construction projects with a simulation-based expert system. Buildings, 10(8), 134.

3- Chen, L., Lu, Q., & Han, D. (2023). A Bayesian-driven Monte Carlo approach for managing construction schedule risks of infrastructures under uncertainty. Expert Systems with Applications, 212, 118810.

4- Fitzsimmons, J. P., Lu, R., Hong, Y., & Brilakis, I. (2022). Construction schedule risk analysis-a hybrid machine learning approach.

5- Pankiw, A. (2004). *Delay Causes and Mitigation Strategies for Hospital Renovation Projects* (Doctoral dissertation, UNIVERSITY OF CALGARY).

6- Amr Sayed Hassan, M., Fathy Eaid, A., & Mohamed Talat Eldaly, H. (2021). Applications of Building Information Modeling methods in Risk Management and Time Management. *International Journal of Architectural Engineering and Urban Research*, *4*(1), 184-216.

7- Jin, Z., Gambatese, J., Liu, D., & Dharmapalan, V. (2019). Using 4D BIM to assess construction risks during the design phase. *Engineering, Construction and Architectural Management*, *26*(11), 2637-2654.

8- Sobieraj, J., & Metelski, D. (2022). Project Risk in the Context of Construction Schedules—Combined Monte Carlo Simulation and Time at Risk (TaR) Approach: Insights from the Fort Bema Housing Estate Complex. *Applied Sciences*, *12*(3), 1044.

9- Chien, K. F., Wu, Z. H., & Huang, S. C. (2014). Identifying and assessing critical risk factors for BIM projects: Empirical study. *Automation in construction*, *45*, 1-15.

10- Dikmen, I., Birgonul, M. T., Anac, C., Tah, J. H. M., & Aouad, G. (2008). Learning from risks: A tool for post-project risk assessment. *Automation in construction*, *18*(1), 42-50.

11- Sami Ur Rehman, M., Thaheem, M. J., Nasir, A. R., & Khan, K. I. A. (2022). Project schedule risk management through building information modelling. *International Journal of Construction Management*, *22*(8), 1489-1499.

12- Musa, A. M., Abanda, F. H., Oti, A. H., Tah, J. H. M., & Boton, C. (2016). The potential of 4D modelling software systems for risk management in construction projects.

13- Toth, T., & Sebestyen, Z. (2015). Time-varying risks of construction projects. *Procedia Engineering*, *123*, 565-573.
14- Hammad, D., Rishi, A., & Yahaya, M. (2012, July). Mitigating construction project risk using Building Information Modelling (BIM). In *Proceedings of 4th West Africa Built Environment Research (WABER) Conference in Abuja, Nigeria* (pp. 643-652).
15- Renuka, S. M., Umarani, C., & Kamal, S. (2014). A review on critical risk factors in the life cycle of construction projects. *Journal of Civil Engineering Research*, *4*(2A), 31-36.
16- Akintoye, A. S., & MacLeod, M. J. (1997). Risk analysis and management in construction. *International journal of project management*, *15*(1), 31-38.
17- Lapidus, A., Topchiy, D., Kuzmina, T., & Chapidze, O. (2022). Influence of the Construction Risks on the Cost and Duration of a Project. *Buildings*, *12*(4), 484.
18- Qazi, A., Quigley, J., Dickson, A., & Kirytopoulos, K. (2016). Project Complexity and Risk Management (ProCRiM): Towards modelling project complexity driven risk paths in construction projects. *International journal of project management*, *34*(7), 1183-1198.
19- Zhao, X., Feng, Y., Pienaar, J., & O'Brien, D. (2017). Modelling paths of risks associated with BIM implementation in architectural, engineering and construction projects. *Architectural Science Review*, *60*(6), 472-482.
20- Taroun, A. (2014). Towards a better modelling and assessment of construction risk: Insights from a literature review. *International journal of Project management*, *32*(1), 101-115.
21- Al-Bahar, J. F., & Crandall, K. C. (1990). Systematic risk management approach for construction projects. Journal of construction engineering and management, 116(3), 533-546.
22- Azhar, S., Nadeem, A., Mok, J. Y., & Leung, B. H. (2008). Building Information Modeling (BIM): A new paradigm for visual interactive modeling and simulation for construction projects. Proc., First International Conference on Construction in Developing Countries,
23- Budruk, P., Mudgal, D., & Patil, S. (2019). Risk management using primavera software for residential sector. Risk Manag, 6(07).
24- Chinda, T. (2020). Factors affecting construction costs in Thailand: a structural equation modelling approach. International Journal of Construction Supply Chain Management, 10(3), 115-140.
25- Chileshe, Nicholas., Boadua, Adwoa. and Fianko, Yirenkyi. (2012), "An evaluation of risk factors impacting construction projects in Ghana", Journal of Engineering, Design and Technology, Vol. 10 Iss 3 pp. 306 – 329.

26- DARSHAN, ARUN KUMAR, RAJEEVA, NARAYANA, " ANALYSIS OF RISK MANAGEMENT IN RESIDENTIAL BUILDING USING PRIMAVERA WEB SOFTWARE". IJARIIE-ISSN(O)-2395-4396, Vol-3 Issue-4 2017
27- Enshassi, Adnan., Al-Najjar, Jomah. and Kumaraswamy, Mohan. (2009), "Delays and cost overruns in the construction projects in the Gaza Strip", Journal of Financial Management of Property and Construction, Vol. 14 Issue: 2, pp.126-15.
28- Jarkas, Abdulaziz M. and Haupt, Theo C. (2015), "Major construction risk factors considered by general contractors in Qatar", Journal of Engineering, Design and Technology, Vol. 13 Iss1 pp.
29- Malcolm, N.E. and McKennon, J.," A Process Driven Approach to Integrated Environments", Proceedings INCOSE International Symposium 1997.
30- Mochal, Tom. (2012), "Rescuing Troubled Projects", a white paper for TenSteps Inc.Kennesaw, USA.
31- PMI. (2021). A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide) (Seventh Edition ed.). Project Management Institute.
32- PMBOK, (2004) A Guide to the Project Management Body of Knowledge, Project Management Institute, Pennsylvania, USA.
33- Ricardo. (2007), "Identifying and Recovering Troubled Projects: How to rescue your
34- project from failure", Presented at PMI Global Congress- Asia Pacific- Hong Kong-China.
35- Shehu, Zayyana., Endut, Intan R. and Akintoye, Akintola. (2014), "Factors contributing to project time and hence cost overrun in the Malaysian construction industry", Journal of Financial Management of Property and Construction, Vol. 19 Issue: 1, pp.55-75.
36- Subramani, T., & Ammai, A. (2018). Maturing construction management up the BIM model & scheduling using Primavera. International Journal of Engineering and Technology, 7(3).
37- Subramani, T., & Sivakumar, P. (2018). Analysis Cost Overruns, Delays and Risk Involved in Construction Management Using Primavera. Int. J. Eng. Technol, 7, 160.
38- Thevendran, V.(2003) "Risk management in the construction industry: the relevance of human factors". PhD Thesis, University of Nottingham, Nottingham, UK.
39- Taylor,I and Bassler, J.," Application of ANSI Standard to Space Station Resources", Proceedings INOSE International, 1997.
40- Zou, Y., Kiviniemi, A., & Jones, S. W. (2017). A review of risk management through BIM and BIM-related technologies. Safety science, 97, 88-98.
41- Ahmed, S. and Azhar, S. (2004). " Risk Management in the Florida Construction Industry". Second LACCEI International Latin American and Caribbean

Conference for Engineering and Technology (LACCEI'2004), Miami, Florida, USA

42- Akintoye,A.S and Macleod M. J (1997) "Risk Analysis and Management in Construction". International Journal of Project Management, VOL.15, NO.1, pp 31-38.

43- El- Sayegh, S. (2008) " Risk assessment and allocation in the UAE construction industry". International Journal of Project Management (26). pp 431–438

44- Enshassi, A. and Abu Mosa, J.(2008), "Risk Management in Building Projects: Owners' Perspective". The Islamic University Journal (Series of Natural Studies and Engineering) Vol.16, No. 1, pp 95-123, 2008, ISSN 1726-6807,

45- Kartam, N. and Kartam, S. (2001). "Risk and its management in the Kuwaiti construction industry: a contractors' perspective". International Journal of Project Management (19), pp 325-335.

46- Klemetti, A. (2006). "Risk Management in Construction Project Networks". Helsinki University of Technology, Laboratory of Industrial Management, Report 2006/2, Espoo 2006, Internet http://www.tuta.hut.fi

47- Lam, P. (1999) " A sectoral review of risks associated with major infrastructure projects". International Journal of Project Management Vol. 17, No. 2, pp. 77±87,

48- Lyons, T. and Skitmore, M. (2004). "Project risk management in the Queensland engineering construction industry: a survey". International Journal of Project Management, Vol. 22, No. 1, pp 51-61.

49- MSc Alessandro Vacante, Project Visual Planning, Structured and optimized processes to integrate 4D and 5D BIM to plan construction activities, European Master in BIM, 2020.

50- ساري، ريم إسماعيل, إعداد الخطة الزمنية والجدولة لمشروع معهد الفنون التطبيقية في سوريا باستخدام تقنية نمذجة معلومات البناء، الجامعة الافتراضية السورية، 2022.

51- Gintarė Piaseckienė, Bim Dimensijos Literatūroje: Apžvalga Ir Analizėvilniaus Gedimino Technikos Universitetas, Vilnius, Lietuva, 2021.

52- Hendrickson, Chris. "Project Management for Construction Fundamental" Concepts for Owners, Engineers, Architects, and Builders."

53- (Project Management for Construction" للمؤلفين Chris Hendrickson وTung Au)

54- "A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide)"

55- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2018). BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers (3rd ed.). Wiley