Cambridge International

Professional Research Thesis

Titled

THE IMPORTANCE OF RISK MANAGEMENT IN METRO PROJECT CONSTRUCTION Case Study Cairo Metro Line 3- Ph3

Researcher

NADIA ABUELFADL ABUELA HAMMAD

Supervisor signature

2024

Research intellectual property rights reserved to Cambridge International College

عنوان الرسالة:

أهمية إدارة المخاطر في إنشاء مشروعات المترو دراسة حالة خط مترو القاهرة Ph3 .

اسم الباحثة:

ناديا ابو الفضل ابو العلا .

سنة التقديم

2024.

إلى والدي

SUMMARY

مع التطور السريع في بناء شبكات المترو حول العالم، تحدث حوادث تتعلق بالسلامة في مواقع البناء بشكل متكرر بسبب نقص الضوابط الفعّالة لإدارة مخاطر السلامة. أصبح تحسين مستوى التحكم المسبق في مخاطر السلامة بشكل مستمر عاملاً مهماً في إدارة سلامة مشاريع بناء المترو. يعرض هذا البحث إدارة المخاطر في مشاريع المترو الضخمة ويعرض خطة إدارة المخاطر المطبقة في المرحلة الثالثة من الخط الثالث لمترو القاهرة كدراسة حالة.

تتطلب المشاريع الضخمة موارد ووقتًا وتركيزًا أكبر لإدارة المخاطر بشكل فعال. وعلى الرغم من أن تطبيق إدارة المخاطر لا يضمن نجاح المشروع، إلا أنه يمكن أن يقلل بشكل كبير من احتمال فشل المشروع. وبالتالي، فإن إدارة المخاطر أمر بالغ الأهمية حيث أن لديها القدرة على تحسين العائد على الاستثمار لهذه المشاريع.

المخاطر هي حدث أو حالة غير مؤكدة، وإذا حدثت، فإنها تؤثر بشكل إيجابي أو سلبي على هدف واحد أو أكثر من أهداف المشروع مثل الوقت أو التكلفة أو النطاق أو الجودة. تشمل إدارة المخاطر العملية المعنية بتحديد المخاطر وتحليلها والاستجابة لها وتخطيط وإدارة السيطرة عليها في المشروع.

في هذا البحث، سننظر في المرحلة الثالثة من الخط الثالث لمترو القاهرة كدراسة حالة لإظهار أهمية إدارة المخاطر في مثل هذه المشاريع الضخمة.

المقدمــة:

في صناعة بناء مشاريع المترو الضخمة، ظهرت إدارة المخاطر كأحد المجالات الرئيسية التي يتم التركيز عليها. يُعتبر بناء مشاريع المترو من المشاريع المعقدة للغاية بسبب العدد الكبير من المخاطر والشكوك المرتبطة بها. من الضروري تنفيذ إدارة المخاطر بشكل فعال خلال المراحل الأولية من المشاريع؛ حيث أن الإخفاق في القيام بذلك قد يؤدي إلى مواجهة مديري المشاريع مزيد من التعقيد والتحديات في التعامل مع المخاطر التي قد تنشأ.

تتطلب المشاريع الضخمة موارد ووقتًا وتركيزًا أكبر لإدارة المخاطر بشكل فعال. وعلى الرغم من أن تطبيق إدارة المخاطر لا يضمن نجاح المشروع، إلا أنه يمكن أن يقلل بشكل كبير من احتمال فشل المشروع. وبالتالي، فإن إدارة المخاطر أمر بالغ الأهمية حيث أن لديها القدرة على تحسين العائد على الاستثمار لهذه المشاريع.

المخاطر هي حدث أو حالة غير مؤكدة، وإذا حدثت، فإنها تؤثر بشكل إيجابي أو سلبي على هدف واحد أو أكثر من أهداف المشروع مثل الوقت أو التكلفة أو النطاق أو الجودة. تشمل إدارة المخاطر العملية المعنية بتحديد المخاطر وتحليلها والاستجابة لها وتخطيط وإدارة السيطرة عليها في المشروع. تشمل أنواع المخاطر في مشاريع البناء المخاطر الفنية، المخاطر المالية، مخاطر ظروف الموقع، ومخاطر رأس المال البشري.

مشكلة الدراسة :

تتضمن المشاريع الكبرى العديد من الأنشطة المتداخلة والمرئية وغير المتوقعة، مما يتطلب عناية خاصة لتقليل حجم المخاطر وتحقيق تنفيذ المشروع ضمن الأهداف وفقًا لما تم التخطيط له.

تُعتبر المرحلة الثالثة من الخط الثالث لمترو القاهرة أحد هذه المشاريع الضخمة التي قدمتها الهيئة القومية للأنفاق (NAT) للتنفيذ في عام 2014 لاستكمال مسار الخط الثالث للمترو. وقد أطلقت الهيئة القومية للأنفاق دعوة لتقديم العطاءات لعقد تصميم وتنفيذ المرحلة الثالثة من الخط الثالث **لمترو القاهرة في عام 2014، على النحو التالي:**

- المرحلة 3 :Aمن العتبة إلى كيت كات.
- المرحلة 3 :Bمن كيت كات إلى ممر روض الفرج.
- المرحلة 3 :Cمن كيت كات إلى جامعة القاهرة.

الشكل 1: حدود الخط 3 المرحلة 3

التعاريف/الاختصارات/الأكواد

يتم تعريف المصطلحات التالية خصيصًا لاستخدامها في هذه الخطة:

- المنظمة :تعني الهيئة القومية للأنفاق(NAT) ، العميل للعقد المعروض للمناقصة.
- VCGP: تعني المقاول، شركة فينسي للإنشاءات الكبرى (Vinci Construction Grands Projects).
- الشراكة المشتركة :(JV) تعني التحالف المصري الفرنسي للأعمال المدنية.
- مجموعات الأعمال :تعني المجموعات الستة للأعمال التي دعت المنظمة للمناقصة من أجل تنفيذ الأعمال الإنشائية للمرحلة الثالثة من الخط الثالث، كما هو محدد في مستندات المناقصة التي أعدتها المنظمة.

- المجموعة 2 :(G2) تعني المقاول المسؤول عن تنفيذ الأعمال المدنية والترتيبات الكهربائية والصحية وأعمال مكافحة الحرائق في المشروع.

أهمية الدراسة :

تغطي خطة إدارة المخاطر المستخدمة جميع مجالات النشاط داخل المشروع. تهدف الخطة إلى التحكم في عدم اليقين بطريقة منظمة، رسمية، واستباقية طوال فترة حياة المشروع. إنها عملية ديناميكية تستهدف التنبؤ بالمخاطر من خلال إجراءات وقائية، ومراقبة التنفيذ، وتحديث ملفات المخاطر وحالتها. كما أنها عملية مستمرة ومتكررة مدمجة في أنظمة الإدارة لدينا، وتعتمد على التواصل والمرونة.

الأهداف الرئيسية لعملية إدارة المخاطر هي:

- التنبؤ بالمخاطر ومعالجتها.
- وضع خطط عمل لإدارة أكبر عدد ممكن من المخاطر ونتائجها في أقرب وقت ممكن، من خلال تدابير للحد من المخاطر وخطط احتياطية.
- إعلام العميل في أقرب وقت ممكن عن المخاطر المحتملة التي قد تؤثر على أهداف المشروع من حيث الجودة والجدول الزمني والتكلفة.

تأخذ عملية إدارة المخاطر هذه في الاعتبار الأحداث المحتملة التي قد تؤثر على المشروع، بما في ذلك مخاطر السلامة والأمن. تتوافق هذه العملية تمامًا مع المعايير والمواصفات الدولية.

أهداف الدراسة :

تهدف الدراسة إلى تحقيق الأهداف التالية:

أ. تحديد متطلبات عملية إدارة المخاطر الإلزامية للمشروع (المرحلة 3 من الخط الثالث:(

تقدم الدراسة المتطلبات اللازمة لتوثيق ومراقبة وإبلاغ إدارة المخاطر في المشروع، وتشمل:

- التأكد من أن الإدارة قد حددت وقيمت المخاطر بطريقة متسقة وقابلة للإثبات.
- التأكد من أن الإدارة قد نفذت تدابير رقابة فعالة تواصل توفير التخفيف أو التجنب المناسب للمخاطر.
- ضمان أن مدير المشروع متأكد من أن المخاطر تُدار بشكل مناسب طوال فترة المشروع.

ب. توفير إطار عمل أساسي لضمان إدارة جميع أنواع المخاطر (التكلفة، البرنامج، السلامة، البيئة، الأمن، إلخ) :

يجب أن يتم إدارة هذه المخاطر والتواصل بشأنها طوال فترة المشروع بطريقة مرئية وقابلة للإثبات. يجب أن يتم تعريف الأهداف بشكل مناسب لهذه الأجزاء والمستويات المختلفة من المشروع، ويجب أن يرتبط تحديد المخاطر بهذه الأهداف. الهدف هو أن يتولى منسق المخاطر المعين مسؤولية تحديد المخاطر لغرض الإدارة والإبلاغ عن الجزء أو المستوى المناسب من المشروع.

فروض وتساؤلات الدراسة :

التعاريف

لاستخدامها في هذه الأطروحة، سيتم استخدام المصطلحات التالية. إذا لم يتم تقديم تعريف أدناه، فيتم استخدام التعريفات الواردة في معيار .ISO 31000 وإذا لم يقدم هذا المعيار تعريفًا، يتم استخدام التعريفات الواردة في "دليل إدارة معارف المشاريع – (PMBOK® Guide) النسخة الخامسة – 2018."

- **المنظمة** :تعني الهيئة القومية للأنفاق(NAT) ، العميل للعقد المعروض للمناقصة.
- **VCGP**:تعني المقاول، شركة فينسي للإنشاءات الكبرى (Vinci Construction Grands Projects).
- **الشراكة المشتركة :(JV)** تعني التحالف المصري الفرنسي للأعمال المدنية.
- **مجموعات الأعمال** :تعني المجموعات الستة للأعمال التي دعت المنظمة للمناقصة من أجل تنفيذ الأعمال الإنشائية للمرحلة الثالثة من الخط الثالث، كما هو محدد في مستندات المناقصة التي أعدتها المنظمة.
- **المجموعة 2 :(G2)** تعني المقاول المسؤول عن تنفيذ الأعمال المدنية والترتيبات الكهربائية والصحية وأعمال مكافحة الحرائق في المشروع.
- **المخاطر** :حدث محتمل ذو أسباب يمكن التعرف عليها، مع احتمال معين لحدوثه يمكن أن يؤثر على أهداف المشروع مثل الجودة، والجدول الزمني، والتكلفة، والصحة والسلامة، والبيئة.

- **الخطر** :مصدر محتمل للإصابة أو الأضرار للأشخاص أو الممتلكات أو البيئة.
- **ملف المخاطر** :نموذج يُسجل فيه جميع المعلومات المتعلقة بالمخاطر.
- **قائمة المخاطر** :نموذج يُدرج فيه جميع المخاطر المفتوحة مع العناوين والتقييمات.
- **سجل المخاطر** :وثيقة لتقرير تحليل المخاطر.
- **المخاطر المقبولة** :المخاطر التي يمكن التخفيف منها، حيث تكون الجهود اللازمة للقيام بذلك إما قد تم تنفيذها أو يجب الاعتراف بحاجة هذه الجهود.
- **المخاطر المقبولة** :هي المخاطر التي يمكن التخفيف منها من الناحية الاقتصادية، ولكن الهيئة القومية للأنفاق (NAT) تعتبرها جزءًا من طبيعة عملها، وبالتالي تقبل بها. على سبيل المثال، استخدام تكنولوجيا جديدة غير مختبرة في المشروع. ورغم أنها توفر ميزة للهيئة، فإن استخدامها يشكل مخاطرة نظرًا لأنها تقنيات غير مجربة.
- **أدنى حد مقبول من المخاطر** :**(ALARP)** هو مبدأ يحدد الجدوى الزمنية والتكلفة للاستجابة للمخاطر. يجب معالجة المخاطر التي تتجاوز حد تحمل المخاطر للمنظمة، ما لم يكن تكلفة معالجتها غير متناسبة بشكل كبير مع الفوائد المستخلصة. يتناول مبدأ ALARPما إذا كان من الممكن معالجة الخطر أم لا، وإذا كانت الجدوى الزمنية أو التكلفة لاستجابة الخطر تبرر اتخاذ أي إجراء.
- **الشرط** :حالة تكون مرتبطة ارتباطًا قويًا بحدوث خطر معين.

- **التحكم** :إجراء يهدف إلى تعديل المخاطر. تشمل التدابير أي عملية أو سياسة أو جهاز أو ممارسة أو غيرها من الإجراءات التي تعدل المخاطر. قد لا تحقق التدابير دائمًا التأثير المعدل المتوقع أو المفترض.
- **مخاطر الأزمات** :(**HILP risk**) هي المخاطر ذات التأثير العالي والاحتمالية المنخفضة، وتسمى أيضًا مخاطر .HILP لا يمكن تقليل مستوى المخاطر في حالة الأزمات من خلال التخفيف من تأثيرها. للسيطرة على هذه المخاطر عند حدوثها، يجب أن يكون هناك خطة بديلة أو خطة لاستمرارية الأعمال.
- **مستوى المخاطر الحالي** :مقياس للتقدم. يمكن أن تكون التحديثات المنتظمة بشأن تقدم استراتيجيات معالجة المخاطر ذات فائدة كبيرة في إظهار التقدم أو تأمين موارد إضافية للجهود المعالجة المتوقفة. يسمح تتبع المخاطر الحالية على مر الزمن بنقل الموارد بشكل فعال إلى المناطق التي تواجه مشكلات أو التي تحتوي على فرص. بالإضافة إلى ذلك، يساعد تتبع تقدم المخاطر الحالية في إظهار فعالية إطار عمل إدارة المخاطر.
- **المخاطر الناشئة** :هي مخاطر ذات طبيعة نظامية تتجاوز قدرة منظمة واحدة على احتوائها. بينما قد تكون احتمالية حدوثها قد تم تقييمها في السابق على أنها منخفضة، إلا أن تأثيرها كبير لدرجة أنه لا يمكن تجاهله. تشمل المخاطر الناشئة:

1. مخاطر جديدة تمامًا (مثل الأزمات المالية، الإرهاب السيبراني على نظام السكك الحديدية)
2. مخاطر متطورة (مثل تغير المناخ)
3. مخاطر لم تُرَ من قبل (مثل النيازك، العواصف الشمسية)

- **تحديد السياق** :تعريف المعايير الخارجية والداخلية التي يجب أخذها في الاعتبار عند إدارة المخاطر وتحديد نطاق ومعايير المخاطر لسياسة إدارة المخاطر.
- **الحدث** :هو حدوث أو تغيير مجموعة معينة من الظروف. يمكن أن يتكون الحدث من حادث واحد أو أكثر وله عدة أسباب. يمكن أن يتكون الحدث من شيء لم يحدث. قد يشار أحيانًا إلى الحدث بـ "حادث" أو "حادث عرضي". قد يشار إلى حدث بدون عواقب أحيانًا بـ "قرب حدوثه" أو "حادث" أو "مفارقة."
- **السياق الخارجي** :البيئة الخارجية التي تسعى المنظمة من خلالها لتحقيق أهدافها.
- **التكرار** :عدد الأحداث أو النتائج لكل وحدة زمنية محددة.
- **الخطر** :مصدر محتمل للضرر. يمكن أن يكون الخطر مصدرًا للمخاطر.
- **مستوى المخاطر الكامنة** :هو المستوى الأولي للمخاطر الذي يوجد دون أخذ فعالية الضوابط الحالية في الاعتبار، قبل اتخاذ أي إجراءات إضافية لمعالجة المخاطر.
- **السياق الداخلي** :البيئة الداخلية التي تسعى المنظمة من خلالها لتحقيق أهدافها.
- **المسألة** :هي حدث سيحدث بالتأكيد في وقت ما في المستقبل (على عكس المخاطر التي قد تحدث أو لا تحدث). على سبيل المثال، قد تكون المسألة هي تشريع جديد سيدخل حيز التنفيذ في تاريخ معين.
- **مؤشر الأداء الرئيسي** :(**KPI**) هو مقياس يستخدم لقياس الأداء الماضي وتمكين الأداء المستقبلي.
- **الاحتمالية** :فرصة حدوث شيء ما. هو وصف نوعي أو شبه كمي لاحتمالية أو تكرار حدوث شيء معين.

- **بيانات الخسائر الخارجية** :المعلومات التفصيلية عن حدث خطر وقع كما تم توثيقه من قبل أطراف خارجية لأغراض المقارنة. على سبيل المثال، يمكن أن تكون قاعدة بيانات إدارة المخاطر في صناعة السكك الحديدية مصدرًا لبيانات الخسائر الخارجية.
- **بيانات الخسائر الداخلية** :المعلومات التفصيلية عن حدث خطر وقع كما تم توثيقه من قبل الهيئة القومية للأنفاق (NAT) لأغراض المقارنة. تشمل التفاصيل التي تم توثيقها في قاعدة بياناتNAT ، على سبيل المثال لا الحصر: الوقت والتاريخ والموقع لحدث الخطر الذي تحقق، الأسباب، التفاعلات المحتملة بين التخصصات داخل الهيئة، والآثار المختلفة لهذا الحدث.
- **المراقبة** :هي التحقق المستمر والإشراف والملاحظة الدقيقة أو تحديد الوضع من أجل تحديد التغيرات عن المستوى المطلوب أو المتوقع. يمكن تطبيق المراقبة على إطار عمل إدارة المخاطر أو عملية إدارة المخاطر أو المخاطر أو الضوابط.
- **الفرصة** :هي الاحتمالية التي قد يحدث فيها حدث ما ويؤثر إيجابياً على تحقيق الأهداف.
- **مستوى المخاطر الأصلي (البدائي)** : يتضمن تقييم التعرض في بيئة التحكم الحالية. المخاطر الأصلية أو البدائية هي خط الأساس الذي يمكن قياس التقدم من خلاله. يمكن أن تدعم مراجعات سجلات الخسائر، مراجعات سجلات الخسائر في القطاعات المماثلة، والتشاور مع الأطراف المعنية عملية التقييم.
- **الاحتمال** :مقياس لفرصة حدوث شيء ما ويُعبر عنه برقم يتراوح بين 0 و 10، حيث 0 يعني الاستحالة و 10 يعني اليقين المطلق.

- **المخاطر المتبقية** :هي المخاطر التي تبقى بعد جميع إجراءات معالجة المخاطر. يمكن أن تحتوي المخاطر المتبقية على مخاطر غير مكتشفة، ويمكن أن تعرف أيضًا باسم "المخاطر المحتفظ بها."
- **المرونة** :القدرة التكيفية للمنظمة في بيئة معقدة ومتغيرة.
- **المخاطر** :المخاطر هي تأثير عدم اليقين على الأهداف. التأثير هو انحراف عن المتوقع، سواء كان إيجابيًا أو سلبيًا. يمكن أن تكون الأهداف ذات جوانب مختلفة (مثل الجدول الزمني، والتكلفة، والصحة والسلامة، والأهداف البيئية) ويمكن تطبيقها على مستويات مختلفة (مثل الاستراتيجية، أو على مستوى المنظمة، أو المشروع، أو المنتج، أو العمليات) .
- **قبول المخاطر** :هو القرار المدروس بقبول مخاطرة معينة. يمكن أن يحدث قبول المخاطر بدون معالجة أو أثناء عملية معالجة المخاطر. المخاطر المقبولة تكون خاضعة للمراقبة والمراجعة (انظر أيضًا احتفاظ بالمخاطر) .
- **تجميع المخاطر** :هو دمج مجموعة من المخاطر في خطر واحد لتطوير فهم أكثر اكتمالاً للمخاطر الإجمالية.
- **تحليل المخاطر** :هو العملية التي تهدف إلى فهم طبيعة المخاطر وتحديد مستوى المخاطر. يوفر تحليل المخاطر الأساس لتقييم المخاطر واتخاذ القرارات بشأن معالجتها. يشمل تحليل المخاطر تقدير المخاطر.

- **شهية المخاطر** :هي مقدار ونوع المخاطر التي ترغب المنظمة في تحملها أو الاحتفاظ بها.
- **تقييم المخاطر** :العملية العامة لتحديد المخاطر وتحليلها وتقييمها.
- **موقف المخاطر** :هو النهج الذي تتبعه المنظمة لتقييم المخاطر وفي النهاية اتخاذ قرار بشأن المضي قدماً فيها أو الاحتفاظ بها أو قبولها أو الابتعاد عنها.
- **نفور من المخاطر** :هو الموقف الذي يهدف إلى الابتعاد عن المخاطر. الشخص أو المنظمة التي تتسم بالتحفظ تجاه المخاطر لا تشعر بالراحة لقبول المخاطر وعادةً ما تحاول تجنبها ما لم تكن المكافأة المرتبطة بالمخاطرة كبيرة بما يكفي لتجاوز نفورهم منها.
- **تجنب المخاطر** :هو القرار المدروس بعدم التورط في نشاط معين أو الانسحاب منه لتجنب التعرض لمخاطر معينة. يمكن أن يعتمد تجنب المخاطر على نتيجة تقييم المخاطر و/أو الالتزامات القانونية والتنظيمية.
- **فئة المخاطر** :هي تصنيفات المخاطر التي تساعد في تنظيم التعرف المتسق على المخاطر، وتقييمها، وقياسها ومراقبتها عبر المخاطر. استخدام فئات مخاطر متسقة عبر المنظمة يتيح تجميع المخاطر لتحديد تأثيرها الإجمالي على المنظمة.
- **معايير المخاطر** :هي المعايير التي يتم تقييم أهمية المخاطر بناءً عليها. تعتمد معايير المخاطر على الأهداف التنظيمية والسياق الخارجي والداخلي. يمكن اشتقاق معايير المخاطر من المعايير واللوائح والسياسات والمتطلبات الأخرى.
- **تفويض المخاطر** :هو العملية التي يتم من خلالها التعامل مع المخاطر التي يتم تصعيدها إلى الإدارة العليا في المنظمة.

- **وصف المخاطر** :هو بيان منظم للمخاطر يتضمن عادةً أربعة عناصر: المصادر، والأحداث، والأسباب، والعواقب.
- **تصعيد المخاطر** :هو العملية التي يتم من خلالها رفع انتباه المخاطر إلى الإدارة العليا داخل المنظمة.
- **تقييم المخاطر** :هو عملية مقارنة نتائج تحليل المخاطر مع معايير المخاطر لتحديد ما إذا كانت المخاطر و/أو حجمها مقبولًا. يساعد تقييم المخاطر في اتخاذ القرار بشأن معالجتها.
- **التعرض للمخاطر** :هو المدى الذي تكون فيه المنظمة و/أو أصحاب المصلحة عرضة لحدث معين، ويمثل أقصى التهديدات أو الفرص التي ستتعرض لها أو ستحصل عليها إذا وقع الحدث.
- **تمويل المخاطر** :هو شكل من أشكال معالجة المخاطر يتضمن ترتيبات طارئة لتوفير الأموال لتغطية أو تعديل التأثيرات المالية في حال حدوثها.
- **حوكمة المخاطر** :هي الأدوار والمسؤوليات المتعلقة بالمخاطر بين مختلف المجموعات المعنية مثل أصحاب المصلحة وأعضاء المجلس والإدارة والموظفين، والقواعد والإجراءات المتبعة في اتخاذ القرارات المتعلقة بالمخاطر.
- **تحديد المخاطر** :هي عملية إيجاد المخاطر والتعرف عليها ووصفها. يشمل تحديد المخاطر التعرف على مصادر المخاطر، والأحداث التي قد تحدث، وأسبابها وتأثيراتها المحتملة.
- **أثر المخاطر (عواقب المخاطر** :(هو نتيجة حدث يؤثر على الأهداف. يمكن أن يؤدي الحدث إلى مجموعة من التأثيرات. يمكن أن يكون الأثر مؤكدًا أو غير مؤكد وله تأثيرات

إيجابية أو سلبية على الأهداف. يمكن التعبير عن التأثيرات بشكل نوعي أو كمي. قد يتصاعد الأثر الأولي من خلال التأثيرات المتتالية. يمكن أن تتراوح تأثيرات المنظمة من "غير ذي أهمية" إلى "كارثية" ويتم التعبير عنها من حيث تأثيرات الجدول الزمني، والتكلفة، والسمعة، والصحة والسلامة، والأمن، والبيئة، والقانون، والجودة والأداء.

- **مستوى المخاطر** :هو حجم المخاطر، ويتم التعبير عنه من خلال الجمع بين التأثير واحتمالية حدوثه مع النتيجة التي يمكن أن تكون عالية أو متوسطة أو منخفضة.
- **إدارة المخاطر** :هي الأنشطة المنسقة التي توجه وتتحكم في المنظمة فيما يتعلق بالمخاطر.
- **تدقيق إدارة المخاطر** :هو عملية منهجية ومستقلة وموثقة للحصول على الأدلة وتقييمها بشكل موضوعي من أجل تحديد مدى كفاية وفعالية إطار عمل إدارة المخاطر أو أي جزء منه.
- **ضمان إدارة المخاطر** :هو تقديم ضمان بشأن العمليات الأساسية لإدارة المخاطر والحوكمة.
- **خطة إدارة المخاطر** :هي scheme ضمن إطار عمل إدارة المخاطر تحدد الأسلوب والمكونات والموارد اللازمة لإدارة المخاطر.
- **عملية إدارة المخاطر** :هي التطبيق المنهجي للسياسات والإجراءات والممارسات الإدارية على الأنشطة المتعلقة بالتواصل، والتشاور، وتحديد السياق، وتحديد المخاطر، وتحليلها، وتقييمها، ومعالجتها، ومراقبتها، ومراجعتها.
- **مصفوفة المخاطر** :هي أداة لتصنيف وعرض المخاطر من خلال تحديد نطاقات للتأثير والاحتمالية.

- **تخفيف المخاطر (إزالة المخاطر، الوقاية من المخاطر، تقليل المخاطر** :(هو تطبيق تقنيات ومبادئ إدارة مناسبة لتقليل احتمال حدوث التهديد وتأثيره أو كليهما. يمكن لتخفيف المخاطر أيضًا أن يشمل زيادة احتمال التهديد إذا كانت مثل هذه الاستراتيجيات تقلل من تأثير التهديد.
- **مالك المخاطر** :هو الشخص أو الكيان الذي يمتلك المسؤولية والسلطة لإدارة المخاطر.
- **ملف المخاطر** :هو وصف لأي مجموعة من المخاطر. يمكن أن تحتوي مجموعة المخاطر هذه على المخاطر التي تتعلق بالمنظمة ككل، أو جزء منها، أو كما هو محدد بخلاف ذلك.
- **تقييم المخاطر (مستوى المخاطر)** : هو حجم المخاطر، ويتم التعبير عنه من خلال الجمع بين التأثير واحتمالية حدوثه مع النتيجة التي تكون بين 1 و 25.
- **سجل المخاطر** :هو سجل يحتوي على معلومات عن المخاطر التي تم تحديدها.
- **تقرير المخاطر** :هو شكل من أشكال التواصل يهدف إلى إبلاغ أصحاب المصلحة الداخليين أو الخارجيين بمعلومات تتعلق بالحالة الحالية للمخاطر وإدارتها.
- **معالجة المخاطر** :هي العملية لتعديل المخاطر. يمكن أن تشمل معالجة المخاطر ما يلي:

- تجنب المخاطر عن طريق اتخاذ قرار بعدم بدء النشاط أو استمراره إذا كان سيؤدي إلى المخاطر.
- أخذ أو زيادة المخاطر من أجل متابعة الفرص.
- إزالة مصدر المخاطر.
- تغيير (تخفيف، إزالة، منع، تقليل) احتمال حدوث المخاطر.
- تغيير (تخفيف، إزالة، منع، تقليل) التأثيرات (العواقب) .

- نقل/مشاركة المخاطر مع أطراف أخرى (بما في ذلك العقود وتمويل المخاطر) .
- قبول/الاحتفاظ بالمخاطر بقرار مدروس.
- **علاج المخاطر الذي يتعامل مع التأثيرات السلبية** :يُشار أحيانًا إلى هذا النوع من العلاج بـ"التخفيف من المخاطر"، "إلغاء المخاطر"، "منع المخاطر" و"تقليل المخاطر". يمكن أن يؤدي علاج المخاطر إلى خلق مخاطر جديدة أو تعديل المخاطر الموجودة.
- **مالك علاج المخاطر** :هو الشخص أو الكيان المسؤول عن إدارة علاج المخاطر.
- **نقل علاج المخاطر** :هو تحويل مسؤولية علاج المخاطر إلى مكان آخر داخل المنظمة أو إلى جهة خارجية.
- **احتجاز المخاطر** :هو قبول الفوائد المحتملة أو العبء الناتج عن خسارة من مخاطرة معينة. يشمل احتجاز المخاطر قبول المخاطر المتبقية. يمكن أن يعتمد مستوى المخاطر المحتفظ بها على معايير المخاطر.
- **مصدر المخاطر** :هو العنصر الذي، سواء بشكل فردي أو بالاشتراك مع عناصر أخرى، له القدرة على خلق مخاطرة. يمكن أن يكون المصدر ملموسًا أو غير ملموس.
- **استراتيجية المخاطر** :هي التخطيط لاستخدام الموارد بأكثر الطرق كفاءة وفعالية في تنفيذ برنامج إدارة المخاطر على مدار فترة زمنية ومستوى النضج المطلوب. تهدف استراتيجية المخاطر إلى دعم خطة المنظمة الاستراتيجية.

- **تحمل المخاطر** :هو استعداد المنظمة أو الأطراف المعنية لتحمل المخاطر بعد علاجها من أجل تحقيق أهدافها. يمكن أن يؤثر الامتثال للمتطلبات القانونية أو التنظيمية على تحمل المخاطر.

- **نقل المخاطر (مشاركة المخاطر** :(يُعد نقل المخاطر شكلًا من أشكال مشاركة المخاطر. ينطوي نقل المخاطر أو مشاركتها على توزيع المخاطر المتفق عليه مع أطراف أخرى. قد تحد المتطلبات القانونية أو التنظيمية من أو تمنع أو تفرض نقل أو مشاركة المخاطر. يمكن تنفيذ ذلك من خلال التأمين أو عقود أخرى. يعتمد مدى توزيع المخاطر على موثوقية ووضوح الترتيبات المشتركة.

- **المعنيون** :**(Stakeholder)** هو الشخص أو المنظمة التي يمكن أن تؤثر أو تتأثر أو تدرك أنها تتأثر بقرار أو نشاط. يمكن أن يكون صانع القرار أيضًا معنيًا.

- **المخاطر الاستراتيجية** :هي المخاطر المرتبطة بخطط الأعمال والاستراتيجيات المستقبلية، بما في ذلك خطط دخول أسواق جديدة، توسيع الخدمات الحالية من خلال الاندماج والاستحواذ، وتعزيز البنية التحتية. لتخفيف المخاطر الاستراتيجية، يجب أن يكون لدى المنظمة عملية تخطيط استراتيجي تتناول أهدافها وأهداف أعمالها.

- **مستوى المخاطر المستهدف** :هو التقييم الذي يعتمد على شهية المخاطر وتحمل المخاطر التي تريد المنظمة الوصول إليها بعد التخفيف. بمعنى آخر، يجب تقليص التقييم الأصلي للمخاطر إلى أن يصل التقييم المتبقي للمخاطر إلى مستوى المخاطر المستهدف.

- **المخاطر غير المقبولة** :هي المخاطر التي لا يمكن التخفيف منها (أي المخاطر التي لا يمكن تقليصها أو القضاء عليها بأي طريقة اقتصادية أو عملية) .

- **الهشاشة** :هي الخصائص الجوهرية لشيء ما التي تؤدي إلى قابليته للمخاطر التي يمكن أن تؤدي إلى حدث له عواقب.

الأدوار والمسؤوليات في إدارة المخاطر على مستوى المشروع:

مدير المشروع:

- المسؤول عن التحقق من الخطوات والنتائج وتأكيد الأدوار والمسؤوليات المخصصة للمشاركين في عملية إدارة المخاطر. يساعده منسق المخاطر الذي يضمن سير العملية بشكل صحيح من حيث جمع البيانات، والتقارير، وتنظيم الاجتماعات الخاصة بالمخاطر وتقييم المخاطر.

المشاركون الرئيسيون:

- مدير المشروع
- مدير الإنشاءات
- المدير الفني
- المدير الإداري والمالي
- المدير التجاري
- مدير الجودة والصحة والسلامة والبيئة(QHSE)

- مديرو الأقسام/المناطق
- منسق المخاطر
- ووكلاؤهم إن وجدوا

منسق المخاطر:

- يقدم الدعم لتحديد المخاطر واتخاذ إجراءات التخفيف منها، ويقوم بالتحليلات، وإعداد التقارير، ويقدم التوصيات. يعمل منسق المخاطر ضمن قسم الجودة والصحة والسلامة والبيئة (QHSE) ويقوم بتنظيم العملية وتسهيل نقل المعلومات من الموقع إلى مدير المشروع.

مالك المخاطر:

- هو الشخص الذي يمتلك السلطة والكفاءة أو الخبرة لضمان متابعة المخاطر وخطط العمل المرتبطة بها. يتعاون مع منسق المخاطر لتحديد المخاطر وتقييمها واقتراح الإجراءات المناسبة لتخفيف المخاطر التي يتم تكليف "مسؤول الإجراءات" بها.

مسؤول الإجراءات:

- هو الشخص أو الطرف المسؤول عن تنفيذ الإجراءات المقررة لتقليل خطورة المخاطر.

المقاولون الرئيسيون/الموردون والشركاء في المشاريع المشتركة:

- يشاركون في عملية إدارة المخاطر، ويتعاونون في تحليل المخاطر وتنفيذ إجراءات التخفيف حيثما كانوا مسؤولين، كما يقدمون تغذية راجعة حول فعالية إجراءات التخفيف إلى مالك المخاطر.

العميل:

- يعد مساهمة العميل في العملية عاملاً أساسياً لنجاح المشروع. بالاتفاق مع العميل، يتم تنظيم هذه المساهمة لتحقيق أفضل استفادة للمشروع.

- في البداية، يخطط المقاول لإرسال خطة إدارة المخاطر وسجل المخاطر إلى العميل. يمكن النظر في المزيد من الاتصالات (اجتماعات دورية للمخاطر، إعلان عن مخاطر جديدة هامة، مقابلات...إلخ) بموافقة العميل.

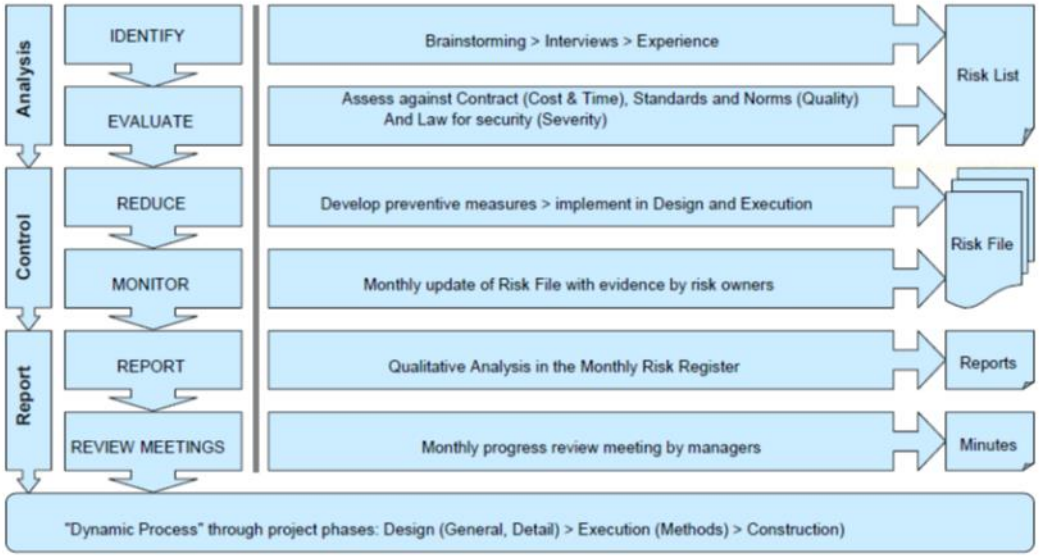
منهج الدراسة :

الأنشطة الرئيسية في المشروع يمكن تقسيمها إلى 3 مراحل رئيسية. **يتم توضيح ذلك في الشكل 2:**

•التحليل :التعرف على المخاطر وتقييمها

•التحكم :خطة العمل لتخفيف المخاطر

•التقارير :قياس المخاطر والمراجعات الدورية

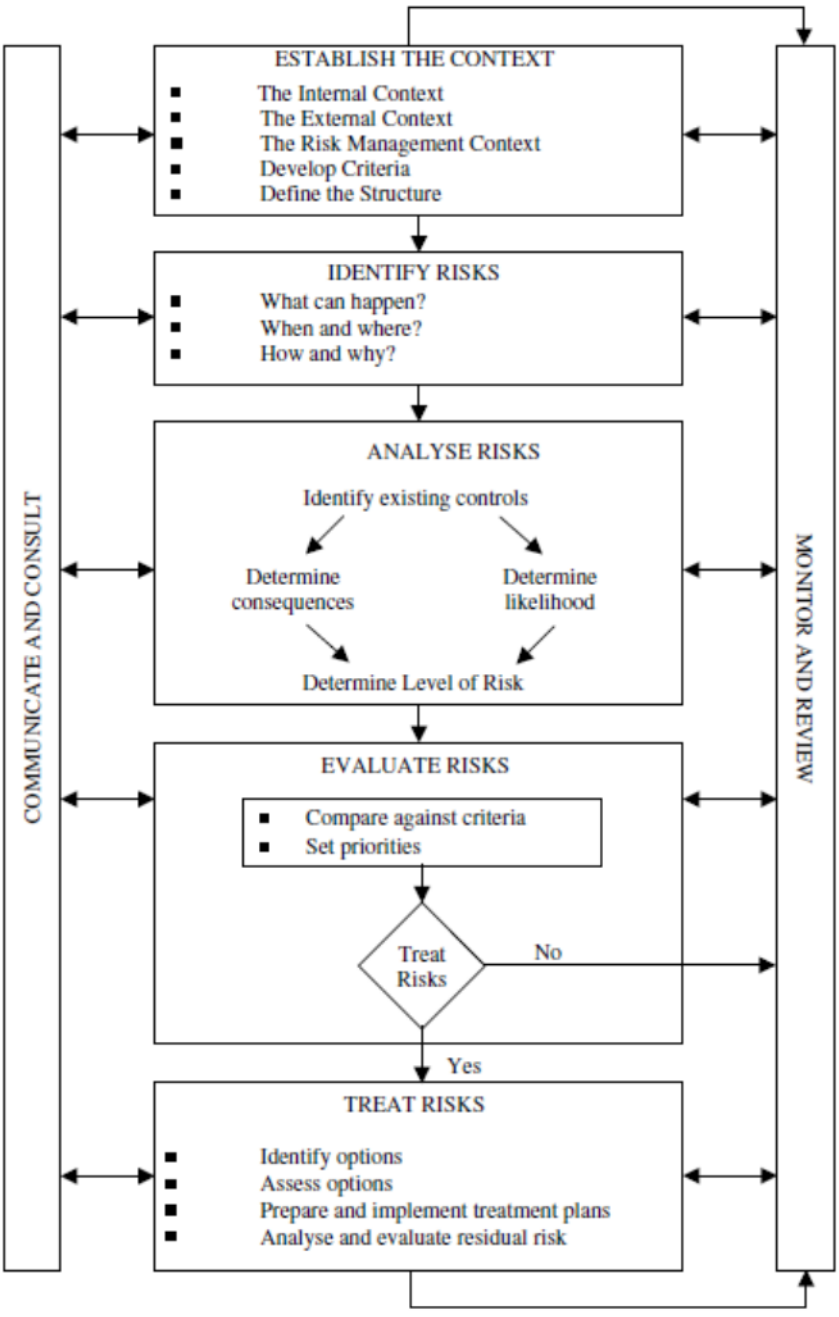


الشكل 2: مخطط تدفق إدارة المخاطر.

ميزة أساسية في العملية هي دورة التحديث والمراجعة المنتظمة التي تضمن، **كما هو موضح في الشكل 3:**

- تقييم المخاطر دائمًا مع الإشارة إلى الأهداف العامة للمشروع.
- إجراء تقييمات منتظمة للمخاطر لتحديد المخاطر الجديدة ومراقبة المخاطر الحالية.
- إعداد تقارير واجتماعات دورية لتقييم المخاطر واتخاذ الإجراءات اللازمة بشأنها.

- تحديث الخطط والميزانيات لتشمل إجراءات تخفيف المخاطر.
- مراقبة إجراءات التخفيف لضمان فعاليتها.



الشكل 3: عملية إدارة المخاطر

حدود الدراسه :

يصف باقي هذا القسم بالتفصيل المهام الخاصة بعملية إدارة المخاطر **كما هو موضح في الشكل 4.**

يتم تحديد المخاطر لكل نشاط (مثل: أعمال الحفر، الأساسات، الأعمال المدنية، وأعمال الأنفاق... إلخ)، ثم يتم تقسيم النشاط إلى مهام فرعية (مثل: الحفر، أعمال التعزيز، أعمال الخرسانة... إلخ)

لكل مهمة تم تحديدها، يجب إجراء بحث عن المواقف الخطرة، ويتم ذلك من خلال:

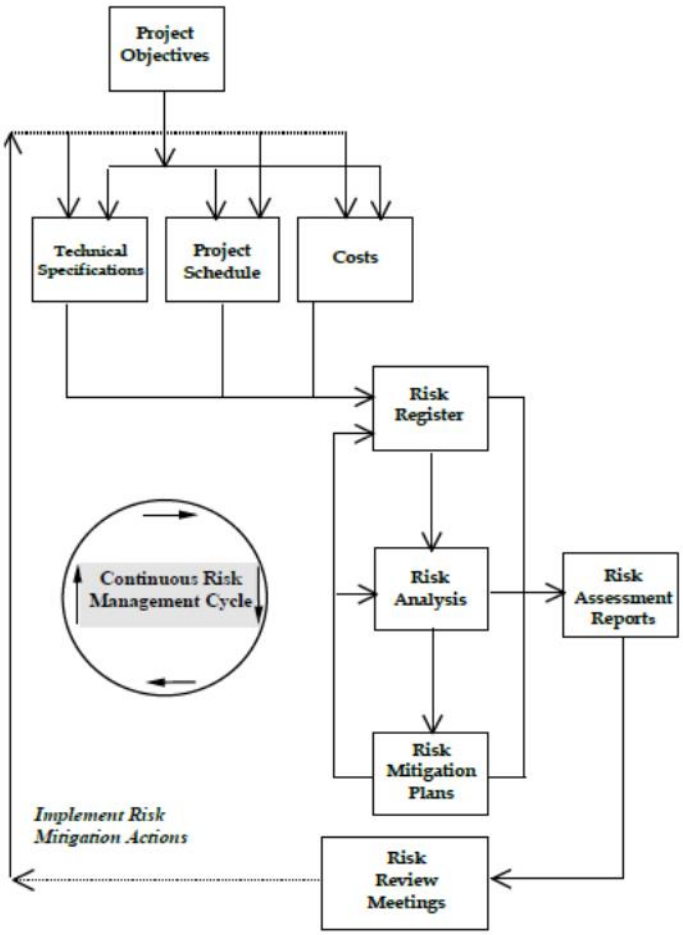
- بناءً على سجلات المخاطر المتوفرة في ملف تحليل المخاطر،
- من خلال التحدث مع الأشخاص المعنيين وذوي الخبرة،
- من خلال مراقبة المهام التي يتم تنفيذها بالفعل في أماكن العمل المختلفة.

لكل خطر يتم تحديده، يجب إجراء تحقيق في الأسباب المحتملة. ثم يتم تجميع قائمة بالأسباب وإضافتها إلى ملف تحليل المخاطر.

يتم تشجيع جميع المشاركين في المشروع على تحديد المخاطر المحتملة في أي وقت وإبلاغ منسق المخاطر بها.

لتحديد المخاطر بشكل جيد، يتم تنظيم اجتماعات عصف ذهني من قبل فرق العمل من أعضاء مجموعة.G2

بالإضافة إلى ذلك، يتم إجراء مقابلات فردية مع جميع الأشخاص المشاركين في عملية إدارة المخاطر بشكل دوري.



الشكل 4: عملية إدارة المخاطر التكرارية

الحدود المكانية : خط مترو القاهرة 3- المرحلة الثالثة

الحدود الزمانية : 2016-2024.

خطـة الدراسة :

الدراسة تشمل ثلاثة فصول:

الفصل التمهيدي :نهج خطة إدارة المخاطر (RMP)

القسم الأول:

1. فئات المخاطر
2. أنواع تحليل المخاطر
3. التقييم النوعي للمخاطر

القسم الثاني :مستوى المخاطر وتصنيف المخاطر

القسم الثالث :مصطلحات مستوى المخاطر

القسم الثاني :أولاً: نتائج التحليل النوعي للمخاطر

ثانيًا: التحليل الكمي للمخاطر (QRA)

ثالثًا: مدخلات التحليل الكمي للمخاطر

رابعًا: أدوات وتقنيات التحليل الكمي للمخاطر

القسم الثالث :تحليل المخاطر الكمي للجدول الزمني(QSRA)

أولاً: تحليل المخاطر الكمي للتكلفة(QCRA)

ثانيًا: مخرجات التحليل الكمي للمخاطر

ثالثًا: تقييم المخاطر

الفصل الأول :علاج المخاطر

القسم الأول :علاج المخاطر

أولاً: خيارات علاج المخاطر

ثانيًا: خطة علاج المخاطر

ثالثًا: تنفيذ خطة علاج المخاطر

القسم الثاني :مراقبة خطة علاج المخاطر

أولاً: فعالية علاج المخاطر

ثانيًا: الأنشطة الرقابية

ثالثًا: التكامل مع علاج المخاطر

رابعًا: التواصل، المراقبة والمراجعة

الفصل الثاني :دراسة حالة – خط المترو 3 – المرحلة 3

القسم الأول :المقدمة: الأدوار والمسؤوليات

أولاً: تصنيف المخاطر وتحديد المخاطر

ثانيًا: تقييم المخاطر

ثالثًا: احتمالية الحدوث والشدّة المحتملة

القسم الثاني:

أولاً: مصفوفة المخاطر

ثانيًا: تقليل المخاطر

ثالثًا: تخفيف المخاطر

القسم الثالث:

أولاً: مراقبة المخاطر

ثانيًا: تقرير المخاطر

ثالثًا:

3.1اجتماع مراجعة المخاطر

3.2إدارة التفاعلات

3.3مخاطر الصحة والسلامة والبيئة

الخاتمة

النتائج

التوصيات

الفصل التمهيدي: نهج خطة إدارة المخاطر (RMP)

القسم الأول:

المخاطر هي جزء لا يتجزأ من كل ما نقوم به. عند دراسة المخاطر المرتبطة بتحقيق أهداف "NAT"، من الحكمة غالبًا طرح السؤال: "كيف توجه التشريعات الحالية، اللوائح، السياسات والممارسات طريقة عملنا؟" و"ما هي uncertainties المجهولات) الأخرى التي قد تكون موجودة والتي قد تؤثر (إيجابًا أو سلبًا) على أهداف المشروع؟" يساعد "إدارة المخاطر" في الإجابة على هذه الأسئلة ويوفر عملية يمكن من خلالها لأي شخص أن يحدد ويقيّم المخاطر؛ ويقوم بتقييمها؛ وتطوير استراتيجيات للوقاية، التخفيف، والتعافي؛ وأخيرًا يحقق أهداف "NAT" بأكبر قدر من الكفاءة.

جميع أعضاء الفريق المعنيين بالمشاريع وأصحاب المصلحة لهم دور في تحقيق أهداف إدارة المخاطر، وتحديد أولويات التهديدات والفرص، واستخدام إدارة المخاطر في بيئة العمل اليومية.

تم إعداد هذه الخطة لإدارة المخاطر على مستوى البرنامج، لضمان توفير عملية لإدارة التهديدات والفرص على مستوى البرنامج يتم من خلالها تحديد وتقييم المخاطر (بما في ذلك آثارها على الجدول الزمني، التكاليف، السمعة، الصحة والسلامة، الأمان، البيئة، القانونية، والجودة). علاوة على ذلك، تحدد هذه الخطة استراتيجيات التصعيد، والعلاج والسيطرة على المخاطر التي يجب اتباعها للإبلاغ عن المخاطر المتعلقة بأهداف المشاريع طوال دورة حياتها. بالإضافة إلى ذلك، تغطي الخطة جميع فئات المخاطر عبر مراحل المشروع وعلى جميع مستويات هيكل إدارة المخاطر.

تشمل مراحل إدارة المخاطر:

- الأعمال التمكينية
- التصميم
- البناء
- الاختبار
- التشغيل
- التسليم إلى العمليات

أين يجب تطبيق هذه الخطة؟

- يجب دمج مبادئ إدارة المخاطر في:
  - استراتيجية البرنامج
  - التخطيط الاستراتيجي
  - التخطيط للأعمال
  - تطوير السياسات

أهداف المشروع

- يتم تعريف أهداف المشروع في خطة إدارة مخاطر المشروع.

- الشكل أدناه يوضح الرابط بين رؤية"NAT" ، مهمتها، الأهداف الاستراتيجية، الأهداف ذات الصلة، والمخاطر المتعلقة بها.

كيفية صياغة المخاطر تتمثل الطريقة الموصى بها لصياغة المخاطر في النظر في عناصرها الثلاثة:

- الحدث
- الأسباب
- الآثار

كما هو موضح في الشكل 5 أدناه.

الشكل 5: مثلث المخاطر

يتيح تحديد المخاطر بعناصرها الثلاثة لنا ثلاث خيارات لمعالجتها. بما أن المخاطر تُعرف بأنها "أثر عدم اليقين على الأهداف"، فمن المفيد ربط أهداف المنظمة بتحديد المخاطر. يتم تعريف الحدث على أنه شيء قد يمنع تحقيق هدف أو معلم أو هدف زمني، أو قد يخلق فرصة لتجاوزها.

الخاتمة :

تكشف الدراسة الحالية عن عشرة عوامل للمخاطر في مشاريع البناء. تشمل هذه العوامل: المخاطر المالية، مخاطر التصميم، مخاطر إدارة المشروع، مخاطر الصحة والسلامة، مخاطر العقد، مخاطر ظروف الموقع، مخاطر رأس المال البشري، المخاطر التقنية، القوة القاهرة، والمخاطر السياسية.

يمكن إجراء ما يلي:

1. تُعتبر المخاطر جزءاً لا يتجزأ من أي مشروع بناء. لذا، يصبح من المتوقع النظر في تأثير هذه المخاطر على التكلفة والوقت.

2. من خلال تحديد المخاطر بدقة قبل بدء المشروع وتبني تقنيات إدارة المخاطر الضرورية مثل التحليل الكمي وتخطيط الاستجابة، يمكن الوصول إلى خطط مشروع أفضل.

3. تتعامل إدارة المخاطر مع أحداث المخاطر وتوزيع المخاطر على الأطراف المختلفة من خلال بنود تعاقدية مناسبة وتدابير أخرى لتوزيع المخاطر.

4. استناداً إلى دراسة الحالة من الخط الثالث لمترو القاهرة، تم إجراء تحليل لإدارة المخاطر. بما أن مشاريع البناء معقدة من حيث طبيعتها والسياق، فإن من الصعب جداً العثور على المعلومات الدقيقة المطلوبة للتحقيق في استراتيجيات إدارة المخاطر في تقدم البناء.

5. تركز الدراسة على كيفية إجراء تحليل إدارة المخاطر في مشاريع السكك الحديدية للمترو. تكشف هذه الدراسة كيفية تعامل صناعة البناء مع إدارة المخاطر في مشاريع البنية التحتية. كما توضح الدراسة كيفية إجراء تحليل إدارة المخاطر وكيفية تأثيره على المشروع.

علاوة على ذلك، يمكن إجراء دراسة تجريبية على عينة كبيرة في المستقبل لدعم نتائج هذه الدراسة.

النتائـج :

تشير النتائج إلى أن:

1. مشاريع البناء تتميز بأنها مشاريع معقدة للغاية، حيث تكون الشكوك جزءاً منها.
2. المخاطر هي حدث أو حالة غير مؤكدة، وإذا حدثت، فإن لها تأثيراً إيجابياً أو سلبياً على هدف أو أكثر من أهداف المشروع مثل الوقت، التكلفة، النطاق أو الجودة.
3. إدارة المخاطر تشمل العملية المعنية بإجراء تحديد المخاطر، التحليل، الاستجابات، وتخطيط وإدارة السيطرة على المخاطر في المشروع.
4. يتم تحديد أولويات المخاطر بناءً على درجة مؤشر المخاطر، الذي يشكل مصفوفة الاحتمال–التأثير، ويتم تشكيل سجل المخاطر.
5. نظراً لتعقيد وتخصص مشاريع البناء، فإن الحصول على معلومات دقيقة للتحقيق في استراتيجيات إدارة المخاطر يعد أمراً صعباً.
6. كل مشروع ينطوي على مستوى معين من المخاطر، خصوصاً في مشاريع البنية التحتية التي تواجه العديد من الشكوك والمخاطر بسبب حجمها وتكلفتها.

التوصيات :

- دراسة تحليل إدارة المخاطر هي عمل بحثي مستمر بهدف تحديد استراتيجيات جديدة لتطبيقها بفعالية في صناعة البناء، خصوصاً في مشاريع البنية التحتية حيث تكون نطاقات المشاريع وتجاوزات التكلفة ضخمة.
- بما أن هناك العديد من مشاريع السكك الحديدية قيد الإنشاء حالياً في مصر، يجب إجراء المزيد من الدراسات لإدارة المخاطر قبل بدء العمل.
- يجب الاستفادة من الدروس المستفادة من المشاريع السابقة كمراجع لكل مشروع جديد، خاصة للمشاريع التي تتمتع بطبيعة وموقع مشابهين.
- يجب إيلاء اهتمام خاص لمخاطر البناء والمخاطر الجيوتقنية.

المراجع :

1. Risk factors affecting the construction projects in the developing countries.

R A. BAHAMID, S.I. DOHAND M A. AL-SHARAF

National Colloquium on Wind & Earthquake Engineering.

IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science,

244 (2019) 012040 IOP Publishing doi:10.1088/1755-1315/244/1/012040.

2. Risk management: The factors affecting civil engineering and construction process

MITRA SALEHI

3 rd. International Congress on Civil Engineering, Architecture, Building Material and Environment 28 2023

3. Risk Factors on Civil Engineering Projects

MUHAMMAD HAFIZUDDIN IDRIS, HAMIMAH ADNAN, HAR EINUR AZRIN BAHARUDDIN, ZULKHAIRY AFFANDY MOHD ZAKI, WAN NORIZAN WAN ISMAIL

ICRMBEE 2021 IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 1067 (2022) 012064 Risk Factors on Civil Engineering Projects.

IOP Publishing doi:10.1088/1755-1315/1067/1/012064.

4. Risk Assessment of the construction of metro stations with open cut method based on fuzzy comprehensive evaluation method

XIAOLONG LI, RONGQIANG WAN1, BO WU2, GUOWANG MENG AND HUIHAO CHEN

ICCAEM 2020, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science **636** (2021) 012029, IOP Publishing, doi:10.1088/1755-1315/636/1/012029.

5. Risk Assessment and Management of Underground Metro Construction (Bengaluru Scenario)

SHAIK UMAR FARUQ, YALAMANJULA VENKATA ARCHAN, MADDIKERA LOKANATH REDDY

International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE) ISSN: 2278-3075 (Online). Volume-11 Issue-8, July 2022.

6. Hazards Identification and Risk Assessment in Metro Railway Line Construction Project at Hyderabad

VISHWAS H S, DR. G D GIDWANI

International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)
http://www.ijert.org ISSN: 2278-0181
IJERTV6IS080126.Published by: www.ijert.org Vol. 6 Issue 08, August – 2017

7. Project Risk Management – Strategy and Analysis for Proposed AHMED ABAD-GANDHINAGAR Metro

AALAP NAYAK, RINNI SHAH, KRUPA DAVE

IJARIIE-ISSN(O)-2395-4396, 4238 www. Vol-3 Issue-2 2017

8. Risk assessment of underground and elevated metro projects from clients

OMAR DEEPAK KARMARKAR, SHIVRAM G. KRISHAN, VENKATA, SANTOSH KUMAR DELHI, NAGENDRA RAO VELAGA

Environment Project and Asset Management, Vol. 12 No. 6, pp. 887-905. https://doi.org/10.1108/BEPAM-07-2021-0098

9. Construction Risk Assessment of Metro Elevated Station Based on C-OWA Operator and Improved Extenics

JINXIAN ZHAO, WEI MENG, AND FEI SUN

IOP CONF. SERIES: EARTH AND ENVIRONMENTAL SCIENCE **525** (2020) 012012.

IOP PUBLISHING DOI:10.1088/1755-1315/525/1/012012

10. Assessment of Risks Associated with Elevated Metro Rail Projects by using Fuzzy Failure Mode and Effect Analysis

AMRUTHA A, KRANTI KUMAR

Indian Journal of Science and Technology 16(39): 3414-3422. https ://doi.org/10.17485/IJST/v16i39.1482

11. Supporting a Decision for Metro Station Restoration Based on Facility Assessment: Application to Cairo Metro Stations

WALAA M. MOHAMED_

Mohamed Journal of Engineering and Applied Science (2022) 69:9

https://doi.org/10.1186/s44147-021-00060-6