

جامعة دمشق
كلية الهندسة المدنية
قسم الإدارة الهندسية
والتشييد

تطوير أداة تساعد في تحليل مخاطر مشاريع التشييد خلال مرحلة التعاقد

دراسة أعدت لنيل درجة الماجستير في الهندسة المدنية - قسم الإدارة الهندسية والتشييد

إعداد
المهندسة راما الحمصي

إشراف

الدكتور المهندس
محمد ونوس

الدكتور المهندس
عبد السلام زيدان

تطوير أداة تساعد في تحليل مخاطر مشاريع التشييد خلال مرحلة التعاقد

دراسة أعدت لنيل درجة الماجستير في الهندسة المدنية - قسم الإدارة الهندسية والتشييد

إعداد المهندسة:

راما الحمصي

إشراف :

الدكتور المهندس: عبد السلام زيدان

الدكتور المهندس: محمد ونوس

لجنة الحكم السادة الأساتذة:

كلية الهندسة المدنية

عضواً

الأستاذ المساعد في قسم الإدارة
الهندسية والتشييد

الاختصاص: تكنولوجيا وتنظيم إنشاء
المباني الصناعية والمدنية

أ. د. م : مفيد العيد

جامعة دمشق

كلية الهندسة المدنية

عضواً مشرفاً

الأستاذ المساعد في قسم الإدارة
الهندسية والتشييد

الاختصاص: تكنولوجيا الإنشاءات

أ. د. م : عبد السلام زيدان

جامعة دمشق

كلية الهندسة المدنية

عضواً

الأستاذ المساعد في قسم الإدارة
الهندسية والتشييد

الاختصاص: تكنولوجيا الإنشاءات

أ. د. م : محمد الجالي

جامعة دمشق

الفهرس

3	الفهرس
6	فهرس الأشكال
7	فهرس الجداول
8	الملخص
10	الفصل الأول مقدمة
10	1-1- مشكلة البحث
10	1-2- أهمية البحث ومبرراته
10	1-3- مبررات البحث
11	1-4- هدف البحث
11	الهدف الرئيسي
11	1-5- منهجية البحث
11	الخطوات الأساسية للبحث
12	نطاق البحث:
14	الفصل الثاني الدراسة المرجعية
14	1- العوامل المؤثرة على مستوى المخاطرة وعدم التأكد في المشاريع
16	2- الطرق المتبعة لتقييم المخاطرة كإحدى مراحل إدارة المخاطرة في المشاريع
17	1-2- نظم دعم القرار (DSS) Decision Support System
23	2-2- استخدام تكنولوجيا المعلومات في إدارة المخاطر
23	3- إدارة المخاطر على أرض الواقع
29	الفصل الثالث دراسة الأساس النظري لإدارة المخاطر
29	1-3- مقدمة
29	مراحل إدارة المخاطر
30	2-3- تعريف الخطر وإدارة المخاطر
30	1-2-3- مفهوم الخطر
31	1-1-2-3- أنواع المخاطر

33.....	2-2-3 مفهوم إدارة المخاطر
35.....	3-2-3 أهمية إدارة المخاطر
37.....	1-4-2-3 تحديد المخاطر
56.....	1-3-3-3 تخفيف الخطر
57.....	2-3-3-3 تجنب الخطر
57.....	3-3-3-3 نقل الخطر
59.....	4-3-3-3 المشاركة بالخطر
59.....	5-3-3-3 القبول أو الاحتفاظ بالخطر
60.....	6-3-3-3 الاستغلال والتعزيز
66.....	الفصل الرابع لمحة عن مشاريع البنية التحتية
66.....	1-4 مقدمة:
66.....	2-4 لمحة عن مشاريع البنية التحتية في سوريا
71.....	الفصل الخامس الدراسة الميدانية للبحث
71.....	1-5 مقدمة :
71.....	2-5 تصميم الاستبيان الأول
72.....	3-5 اختيار العينة وتقدير حجمها
72.....	1-3-5 تحديد حجم العينة:
73.....	2-3-5 الجهات التي وزع لها الاستبيان
73.....	4-5 نتائج الاستبيان الأول
73.....	1-4-5 معلومات عامة عن المجيبين تم استنتاجها من تحليل الإجابات
77.....	2-4-5 استنتاج معدل الأهمية للمخاطر واختيار الأهم منها والذي يحدد نجاح المشروع
81.....	3-4-5 عدد الإجابات المتطابقة لأهم عشرة مخاطر
84.....	4-4-5 الملخص
86.....	الفصل السادس الدراسة الميدانية الثانية: أمثلة عن مشاريع حقيقية
86.....	1-6 مقدمة:
87.....	2-6 تصميم الاستبيان الثاني
88.....	3-6 الجهات التي وزع لها الاستبيان
88.....	4-6 تحليل بيانات الاستبيان الثاني
88.....	1-4-6 Correlation معامل الترابط

92.....	2-4-6 درجة الترابط بين الستة عشر خطر ودرجة المخاطرة بشكل عام في المشروع:
94.....	3-4-6 إيجاد الترابط بين الستة عشر خطراً وبين فرق الكلفة في المشروع
	4-4-6 الترابط بين المخاطر الأكثر أهمية وبين فرق الزمن 96
97.....	5-4-6 الترابط بين المخاطر الستة عشر مع بعضها البعض:
100	5-6 الملخص:
103.....	الفصل السابع تقنيات صنع القرار واستنتاج معادلات الزمن والكلفة والمخاطرة للمشروع.
103	1-7 مقدمة:
103	1-2-7 مبادئ تحليل الارتداد Regression Analysis
107.....	2-2-7 نظرية تحليل القرار متعدد المعايير
109	3-2-7 تقنيات الذكاء الاصطناعي
110	1-3-2-7 الأنظمة الخبيرة
111	2-3-2-7 الشبكات العصبونية الصناعية ANN Artificial Neural Networks :
114	Basic Concepts of Fuzzy Set Theory : المفاهيم الأساسية للنظرية الضبابية
114	ماهو المنطق الضبابي؟
116	3-7 استنتاج كل من معادلات الكلفة والزمن ودرجة المخاطرة المتوقعة للمشروع:
116	1-3-7 إيجاد معادلة فرق الكلفة المتوقعة
122	2-3-7 إيجاد معادلة فرق الزمن المتوقع
130	3-3-7 إيجاد معادلة درجة المخاطرة المتوقعة
140	5-7 الملخص:
143.....	الفصل الثامن النتائج والتوصيات
143	1-8 مقدمة
143	2-8 النتائج
145	3-8 التوصيات
146	4-8 توصيات لدراسات مستقبلية
148	المراجع
148	أولاً: المراجع العربية
149	ثانياً: المراجع الأجنبية

فهرس الأشكال

- الشكل (3-1) مخطط حدوث الخطر 33
- الشكل (3-2) مراحل إدارة المخاطر (2002 Fiona D. Patterson and Kevin Neailey) 37
- الشكل (3-3) بنية تقسيم المخاطر 41
- الشكل (3-2) مصفوفة الاحتمال-التأثير 48
- الشكل (3-4) مثال عن مصفوفة الاحتمال-التأثير PMBOK 2004 49
- الشكل (3-5) شجرة القرار 50
- الشكل (3-6) مثال عن شجرة القرار م. صخر محمد الشرع 2010 - 51
- الشكل (3-7) مثال عن مقابلة (الشرع، 2010) 52
- الشكل (3-8) أمثلة على توزيعات الاحتمالات شائعة الاستخدام (الشرع، 2010) 52
- الشكل (5-1) عدد الإجابات حسب الوزارات 73
- الشكل (5-2) عدد الإجابات حسب الشركات 74
- الشكل (5-3) عدد الإجابات حسب المحافظات 74
- الشكل (5-4) عدد الإجابات حسب المؤهل العلمي 75
- الشكل (5-5) عدد الإجابات حسب حجم المشروع 75
- الشكل (5-6) عدد الإجابات حسب سنوات الخبرة 76
- الشكل (5-7) عدد الإجابات حسب دور المجيبين على الاستبيان 76
- الشكل (5-9) ترتيب المخاطر حسب أهميتها 79
- الشكل (6-2) درجة الترابط بين المخاطر و درجة المخاطرة بشكل عام في مشاريع البنية التحتية 93
- الشكل (6-3) الترابط بين المخاطر وفرق الكلفة للمشروع 95
- الشكل (6-4) الترابط بين المخاطر وفرق الزمن للمشروع 97
- الشكل (7-1) أمثلة عن أشكال لعلاقات إحصائية خطية وغير خطية 104
- الشكل (7-2) قاعدة معادلة الارتداد 105
- الشكل (7-3) موثوقية معادلة الارتداد 106
- الشكل (7-4) المخطط الشجري لطريقة AHP 108
- الشكل (7-5) النموذج التابع للعنصر 111
- الشكل (7-6) أنواع مختلفة لتابع التنشيط 112
- الشكل (7-7) نموذج عام لشبكة عصبونية متعددة الطبقات 113
- الشكل (7-8) الهيكل العام لنظام المنطق الضبابي 115

فهرس الجداول

- جدول (1-3) قائمة أسئلة تساعد في تحديد المخاطر 42
- جدول (1-5) معدل الأهمية لمخاطر مشاريع البنية التحتية 78
- جدول (2-5) المخاطر التي معدل أهميتها أكبر من 55% 80
- جدول (3-5) أهم مخاطر مشاريع البنية التحتية في سوريا 81
- الجدول (1-6) الترابط بين المخاطر ودرجة المخاطرة بشكل عام 93
- الجدول (2-6) الترابط بين المخاطر وفرق الكلفة في المشروع 94
- الجدول (3-6) الترابط بين المخاطر وبين فرق الزمن (الزمن الأولي مطروحاً منه الزمن الفعلي) 96
- الجدول (4-6) الترابط بين المخاطر بعضها مع بعض 98
- الجدول (5-6) المخاطر التي درجة ترابطها مع العوامل الثلاث أكبر من 0.4 99
- الجدول (6-6) أهم المخاطر المستنتجة والمؤثرة على مشاريع البنية التحتية 100

المخلص

تتميز مشاريع التشييد بتعقيدها وخصوصيتها، وتتعرض مشاريع البنية التحتية لعدد من المخاطر خلال كل مراحل المشروع، حيث تؤثر هذه المخاطر على كلفة المشروع وزمن تنفيذه وجودة التنفيذ.

ومن هنا تبرز الحاجة لأداة تساعد على التنبؤ بكل من المخاطرة والكلفة والجودة وزمن المشروع المراد تنفيذه حيث تساعد هذه الأداة في اتخاذ القرار في مرحلة التعاقد وقبل التقديم على المشروع.

تم التركيز في هذه الدراسة على مخاطر مشاريع البنية التحتية خلال مرحلة التشييد ، حيث تم شرح مراحل إدارة المخاطر الأربعة والتركيز على مرحلتي تحديد وتقدير المخاطر. ومن ثم توزيع استبيان أول على جهات حكومية عامة متنوعة، يحوي الاستبيان على مخاطر مشاريع البنية التحتية بعدها تم تحليل نتائج هذا الاستبيان واستنتاج معلومات عامة عن المجيبين وأيضاً استخلاص أهم المخاطر المؤثرة على مشاريع البنية التحتية، و تحديد ستة عشر خطراً رئيسياً.

بعدها تم تصميم استبيان ثانٍ يحدد درجة تأثير كل من المخاطر المستنتجة من تحليل بيانات الاستبيان الأول على مشاريع منفذة فعلياً على أرض الواقع، و يحدد في الاستبيان أيضاً كل من كلفة وزمن المشروع التقديرية والفعلية ودرجة المخاطرة للمشروع بشكل عام، ووزّع هذا الاستبيان على خبراء ومدراء مشاريع. ومن ثم تحليل النتائج واستنتاج أهم إحدى عشر خطراً يؤثر على مشاريع البنية التحتية وذلك وفق معيار درجة الترابط.

تم استخدام برنامج اكسل لإيجاد معادلات لثلاث حالات تربط بين المخاطر الإحدى عشر السابقة وفروق الكلفة والزمن ودرجة المخاطرة للمشروع، ومن ثم اختيار المعادلات ذات درجة الترابط الأكبر، وإجراء مقارنة بين النتائج الفعلية للاستبيان ونتائج تطبيق هذه المعادلات بحساب معامل الخطأ، وذلك بغية إيجاد المعادلة ذات معدل الخطأ الأقل. وتم استنتاج ثلاث معادلات الأولى تعطينا فرق الكلفة للمشروع والثانية فرق الزمن والثالثة درجة المخاطرة المتوقعة للمشروع المراد تنفيذه بشكل عام. ومن ثم تم تحليل حساسية النتائج.

الفصل الأول
مقدمة

الفصل الأول

مقدمة

1-1- مشكلة البحث:

أشارت الكثير من الدراسات السابقة التي بحثت في موضوع إدارة مخاطر التشييد إلى أن أكثر المشاكل التي تواجه هذه الصناعة الهامة تكون خلال مرحلة التشييد، ولكن جذورها تتمثل بتحديد المخاطر والتحليل الخاطئ أو غير الكافي لها خلال المراحل الأولية من المشروع.

1-2- أهمية البحث ومبرراته:

مع ازدياد التعقيد والطبيعة الديناميكية للمشاريع وخصوصاً المشاريع المقترنة بطرق تعاقد جديدة، نما التوجه لاستخدام تقدير كمي للمخاطر واستخدام أكثر للنمذجة.

كما تعتبر إدارة المخاطر أمراً جوهرياً في أعمال التشييد لا يمكن الاستغناء عنه، بهدف رفع مستوى الربحية والحد من الخسائر، حيث تؤثر مخاطر التشييد بشكل عام على أهداف المشروع: الكلفة والزمن والجودة.

وتجدر الإشارة هنا إلى أن التقنيات المعمول بها من أجل إدارة وتحليل المخاطر لا تستخدم بشكل واسع ليس بسبب النقص في المعرفة بهذه التقنيات فقط بل وبسبب الشك بمدى ملاءمة هذه التقنيات لصناعة التشييد أيضاً.

يوجد بعض المشاكل التقنية لإدارة المخاطر فهي مثلاً تتألف من تقنيات معقدة لتحليل المخاطر، إضافة إلى أن نتائج هذه التقنيات لا تظهر في وقت مبكر، كما أنها تحتاج لتدريب وهذا يقودنا لتطبيقات فاشلة لهذه التقنيات.

1-3- مبررات البحث:

1- المساهمة في تطوير إطار عمل شامل لإدارة منهجية المخاطر المتوقعة في مشاريع التشييد، وذلك على مدى كامل دورة حياة المشروع.

2- تطوير أداة عملية لدعم القرار في مرحلة التعاقد وقبل توقيع العقد.

4-1- هدف البحث:

الهدف الرئيسي:

تطوير أداة سهلة الاستخدام تساعد في تحليل المخاطر المتوقعة في مشاريع البنية التحتية في سوريا، حيث أن هذه الأداة سوف تعطي مؤشراً عن فرق الكلفة المتوقع عن الفعلي للمشروع وفرق الزمن ودرجة المخاطرة العامة المتوقعة، حيث أن هذه المؤشرات خاصة بالمشروع المدروس بهدف المساعدة في اتخاذ القرار المناسب بخصوص التقدم للمشروع أم لا.

للوصول إلى هذا الهدف ينبغي تحقيق الأهداف الفرعية التالية:

- 1- الكشف عن المخاطر الأكثر تأثيراً على مشاريع البنية التحتية في سوريا.
- 2- تحديد المخاطر الأكثر أهمية والحصول على أمثلة من مشاريع حقيقية تدل على مدى تأثيرها.
- 3- دراسة العلاقة المتبادلة بين المخاطر المدروسة لتفادي مشكلة الاحتساب المضاعف.
- 4- دراسة العلاقة بين كل من المخاطر المتبقية والمتغيرات التالية:
 - أ- الفرق بين الكلفة التقديرية المتوقعة والكلفة الحقيقية.
 - ب- الفرق بين المدة التقديرية والمدة الحقيقية.
 - ج- درجة المخاطرة العامة للمشروع المدروس.
- 5- تحليل حساسية النتائج.

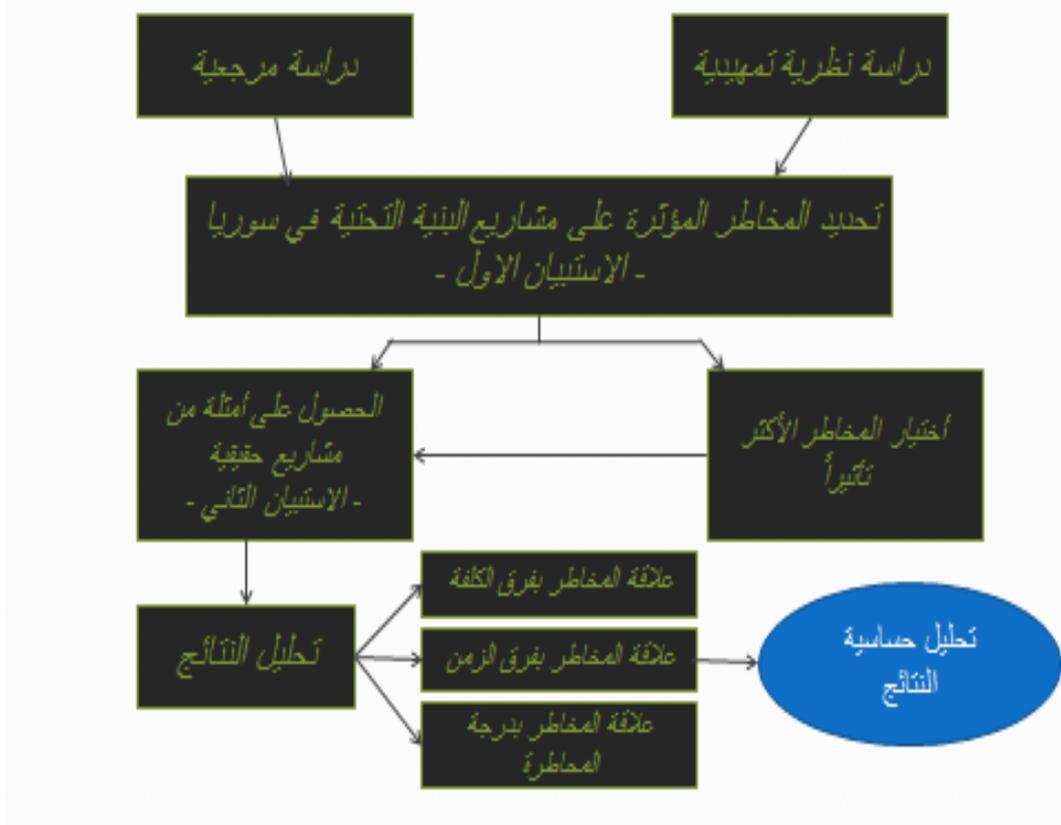
5-1 منهجية البحث:

تم تصميم منهجية مؤلفة من الخطوات الأساسية التالية موضحة على الشكل 1-1.

الخطوات الأساسية للبحث:

- 1-الخطوة الأولى: دراسة نظرية لإدارة المخاطر وتحديد أهميتها.
- 2-الخطوة الثانية: دراسة مرجعية شاملة لأبحاث سابقة ذات علاقة.
- 3-الخطوة الثالثة: تصميم استبيان أول واختيار العينة ومن ثم توزيعه، وذلك بهدف تحديد أهم المخاطر التي تؤثر على مشاريع البنية التحتية في سوريا.
- 4-الخطوة الرابعة: بناءً على نتائج الاستبيان الأول، تصميم استبيان ثانٍ للحصول على أمثلة من الحياة العملية على مشاريع خاصة بالبنية التحتية لتحليل أثر أهم المخاطر المحددة في الخطوة السابقة عليها.

- 5-الخطوة الخامسة: استنتاج معادلة تربط بين أهم المخاطر التي حصلنا عليها وبين فرق الكلفة وفرق الزمن وأخيراً درجة المخاطرة العامة للمشروع.
- 6-الخطوة السادسة: تحليل حساسية النتائج.



الشكل (1-1) منهجية البحث

نطاق البحث:

المخاطر هي مخاطر مرحلة التشييد لمشاريع البنية التحتية، كما يركز البحث على المرحلتين الأوليتين من مراحل إدارة المخاطر والتي هي: 1- تحديد المخاطر ، 2- تحليل المخاطر . أما القرار الذي ستساعد هذه الدراسة في اتخاذه سيكون في مرحلة التعاقد وقبل توقيع العقد.

الفصل الثاني
الدراسة المرجعية

الفصل الثاني الدراسة المرجعية

يحتوي هذا الفصل على عرض للدراسات السابقة في مجال إدارة المخاطر وتصنيفها، وهذه التصنيفات هي كالتالي:

- 1- العوامل المؤثرة على درجة المخاطرة وعدم التأكد في المشاريع.
- 2- الطرق المتبعة لتقييم المخاطرة كإحدى مراحل إدارة المخاطرة في المشاريع.
- 3- إدارة المخاطر على أرض الواقع.

1- العوامل المؤثرة على مستوى المخاطرة وعدم التأكد في المشاريع:

قام (Akintoye.A.S.Et.al,1997) باستطلاع آراء لمتعهدين وعاملين في مجال إدارة المشاريع لقياس مستوى وعي صناعة التشييد المقرونة بالمخاطر والمدى الذي تستخدم فيه هذه الصناعة تقنيات إدارة وتحليل المخاطر، وتوصل الباحث في دراسته للنتائج التالية:

- 1- إدارة المخاطر هامة جداً في صناعة التشييد وتفيد في رفع الأرباح وتقليل الخسارة.
- 2- تلمس مخاطر التشييد بشكل عام الحوادث التي تؤثر على أهداف المشروع: الكلفة والزمن والجودة. وعلى الرغم من أن المخاطر وعدم التأكد تؤثر في كل المشاريع ولكن "حجم المشروع" هو المسبب الأكبر للمخاطر .

3- إدارة وتحليل المخاطر في مشاريع التشييد تعتمد بشكل أساسي على الحدس، الحكمة، والتجربة.

4- استخدام تقنيات إدارة وتحليل المخاطر هو استخدام محدود وذلك بسبب النقص في المعرفة وأيضاً بسبب الشك بمدى ملاءمة هذه التقنيات لصناعة التشييد.

قام (Williams.T,1995) بدراسة للأبحاث الحديثة المتعلقة بإدارة مخاطر المشاريع، وأخذ بعين الاعتبار كيف يتم تعريف النجاح أو الفشل للمشروع. ودرس الأدلة التاريخية للمشاريع موضحاً أسباب الفشل في إنجاز تلك المشاريع.

كما طرح الباحث العديد من الأسئلة مثل: ماذا يعني الخطر للمشروع، وكيف يدرك فريق المشروع الخطر ومن ثم يحدده ويقدره، كما ناقش تقنيات مختلفة لتحليل المخاطر، وقام بتحليل منفصل ليقوم بعدها بالتحليل المتكامل.

أشارت التحقيقات السابقة لإدارة المخاطر في صناعة التشييد بأن أكثر المشاكل تكون خلال مرحلة التشييد وتتمثل بالتعريف الناقص أو غير الكافي للمخاطر خلال المراحل الأولية من المشروع.

كشفت (H. Ping Tserng. Et al.2009) اعتماداً على دراسة مهمة لصناعة التشييد البريطانية تبين أن أكثر الشركات ترغب بالتحكم بإدارة المخاطر اعتماداً على التجارب السابقة، وليس على التقنيات الرسمية لتحليل المخاطر وذلك بسبب الوقت الذي تستغرقه هذه التقنيات وبسبب نقص المعرفة عنها.

وتشير نتائج هذا التحقيق أيضاً إلى أن المشاكل التقنية لإدارة المخاطر تتألف من تقنيات معقدة لتحليل المخاطر كما أن نتائجها تظهر في وقت متأخر وتحتاج لتدريب، وهذا يقودنا لتطبيقات فاشلة لهذه التقنيات.

هدف Olsson.R,2007 في بحثه إلى إيجاد دليل تجريبي يدعم نظريات المنهجيات الحالية لإدارة المخاطر والتي تركز على المخاطر بشكل أساسي، كما أظهر الحاجة لإدارة الفرص والتي يمكن ان تظهر أثناء تنفيذ المشروع.

وبالاعتماد على مقابلات مع أشخاص عملوا بإدارة المشاريع وكانوا أعضاء فعالين بإدارة المشروع، قدم Olsson.R ثلاث عوامل مهمة لإدارة الفرص: قدرة مدير المشروع على تطوير وجهة نظره خلال المشروع، دعم المؤسسة، والقدرة على فهم كيفية تأثير المؤسسات الأخرى على أهداف المشروع.

كل الإجابات أوضحت أهمية إدارة المخاطر في إدارة المشاريع، كما أوضحت النتائج بأن هناك فرقاً بين الاستراتيجيات المتبعة وهدف إدارة المخاطر والفرص والطريقة التي يتم العمل بها في المشاريع. وأوضحت نتائج دراسته أن "الكلام سهل": حيث من السهل أن تقول وتحدث عن المخاطر والفرص وخصوصاً الفرص ولكن من الصعب أن تديرهما.

أثبتت هذه الدراسة (في مرحلة العروض أو المناقصة bid) أنه عندما يكون كل من الخطر والفرص محددين فالمشكلة أكثرها تكون من الشركة بحد ذاتها مثال: من هو الزبون، التقنية المستخدمة، إمكانية النجاح حسب توقعات الزبون، وموثوقية الزبون وهذه أمثلة لمخاطر تقليدية.

تقدر كلفة المخاطر والفرص لبعض المشاريع بواسطة توابع وملخصات وتصنف كل المخاطر.

كما وجدت أغلب الإجابات بناءً على دراسة الباحث بأن مرحلة تقديم عروض المناقصة هي أكثر مرحلة يتم فيها تحديد الفرص.

2- الطرق المتبعة لتقييم المخاطرة كإحدى مراحل إدارة المخاطرة في المشاريع:

يوجد العديد من أطر العمل المستخدمة في مرحلة تقييم المخاطر من مرحلة إدارة المخاطر. وحيث صنف (Kangari and Riggs 1989) هذه الطرق إلى قسمين:

1- نماذج كلاسيكية (كتحليل الإمكانية ومحاكاة مونتني كارلو)

2- نماذج مفاهيمية تحليلية (Fuzzy – set analysis المنطق الضبابي) معتمدة على نظريات الذكاء الصناعي.

حيث أشارا إلى أن النماذج الاحتمالية تعاني من محدودية كبيرة تتلخص في نقطتين، فبعض النماذج تتطلب معلومات كمية تفصيلية غير متوفرة في مرحلة التخطيط، بالإضافة إلى أن مفعول هذه النماذج لتحليل مخاطر المشاريع الفعلية محدود.

عملية التحليل الهرمي كما وصفها كل من (Al – Bahar, Mustafa, 1991) و (Al- Dey 2010) تؤمن كلاً من الاتجاهين الموضوعي و (غير الموضوعي) Subjective and objective approach لتحليل المخاطر وذلك باستخدام أحكام خبيرة.

لكن فشلت هذه التوجهات في تحقيق التكامل ما بين تحليل المخاطر وعملية إدارة المشروع.

قام (Tumma و Leung 1999) بتطوير منهجية لإدارة مخاطر تقوم على تحديد المخاطر، قياسها، تقديرها، تقييمها والتحكم بها ومراقبتها. ولكن هذه الدراسة لم تستطع تحقيق التكامل بين كلفة المخاطر والجدولة وجودة المشروع.

قام (Dey, 2002) بدمج طريقة تحليل AHP وشجرة القرار لإدارة المخاطر، حيث تستخدم احتمال وتأثير الخطر. ويتعامل إطار العمل هذا مع كل من الزمن والكلفة في المشاريع. لكن لم يستطع تطبيقه في تحليل مستوى مخاطر المشروع من أجل اختبار أقل مخاطر للمشروع.

يعد الأسلوب الأكثر حداثة ذلك الذي قدمه (Ogunlana و Dey, 2004) حيث تم تطبيق إدارة المخاطر من أجل إدارة مشاريع BOT (Build-Operate_Transfer) وتم اقتراح إطار عمل لاختيار أكثر طريقة مناسبة لإدارة المخاطر. لكنها لم تساعد كثيراً في إدارة المخاطر عبر كل مرحلة من مراحل المشروع.

قام Prasanta kumar Dey 2010 بتطوير إطار عمل متكامل من أجل إدارة مخاطر المشاريع عن طريق تحليل المخاطر للمشروع ومراحل النشاطات، وتطوير الاستجابة للمخاطر ودمج طريقة AHP (Analytic Hierarchy Process) مع خارطة المخاطر risk map بهدف إدارة مخاطر المشروع. وكان

هذا الدمج فعال من ناحية إدارة المخاطر وتم استنتاج أن عوامل المخاطر في مراحل المشروع سببها الضغوط والقوى الخارجية مثل بيئة العمل، (مثال الزبائن، المنافسين، التكنولوجيا المتطورة، السياسة، بيئة السيناريو الاقتصادية) كما أن عوامل المخاطر في حزمة العمل وفي مراحل النشاطات للمشروع هي عملية تنشأ في طبيعتها من أسباب داخلية مثل نقص مواد أو اليد العاملة المنتجة، أمور التنفيذ، فريق عمل غير فعال..الخ). كما يمكن تطبيق الأداة المقترحة على أي مشروع معقد وتساعد في إدارة المخاطر خلال دورة حياة المشروع. ولكن سلبيات هذه الأداة تكمن في أن عملية التحليل طويلة جداً والوقت المستغرق طويل ودقة النتائج تعتمد على تجارب مجمعة. كما أن AHP لها بحد ذاتها سلبيات ولكن الدمج كان جيد بحد ذاته.

قام Dikmen,et al.,2008 باقتراح منهجية لنظام خبير يعتمد على قواعد معرفية وذلك لاستخدام هذه الأداة بشكل عملي وتم تطويرها للمساعدة في إدارة مخاطر المنشأ عن طريق قاعدة بيانات تم إنشائها بالاستفادة من دروس سابقة، والتي تحوي معلومات متعلقة بالمخاطر وتقديرات لهذه المخاطر خلال دورة حياة المشروع. كما تم اختبار هذه الأداة على مشروع تشييد حقيقي.

ومن خلال دراسة هذه الحالة تم التوصل إلى إمكانية استخدام هذه الأداة لتخزين المعلومات فضلاً عن تحديث تلك المعلومات المتعلقة بالمخاطر وأخيراً إمكانية التقييم بعد تنفيذ المشروع. والضعف الكبير في هذه الأداة هو: اعتماد الرأي الشخصي في عملية تصنيف المخاطر، وعدم رغبة الأشخاص في إدخال معلومات عن أسباب الفشل.

كما أوضح الباحث في دراسته أن السبب الرئيسي للتحديات الكبيرة التي تواجه إدارة المخاطر، يعود للتعريف المحدود للمخاطر والضبائية في معرفة كيف ولماذا ندير المخاطر في مشاريع التشييد.

1-2 نظم دعم القرار (DSS) Decision Support System

تعتبر نظم دعم القرار من إحدى الوسائل المستخدمة في تقييم المخاطر. تعرف DSS بشكل عام: "نظام قاعدة على الكمبيوتر صمم لمساعدة صانع القرار أو (مجموعة صناعة القرار) على اتخاذ قرارات أفضل، أسرع، أوفر". في بعض الدراسات يعرف DSS كنظام خبير كلي، وفي دراسات أخرى يعتقد الباحثون أن أي نظام معلومات يستخدم لدعم القرار يمكن أن يعتبر DSS (Artem Aleshin, 1999).

كما اعتبر (Artem Aleshin, 1999) أن DSS هو نظام معلومات، والذي يعطي المستخدم بيانات عملية، معلومات، بالإضافة لتوصيات مختلفة. كما يمكن استخدامه عندما تصنع القرارات وأيضاً عندما يتم إنجاز المشروع بشكل أكثر نجاحاً.

وفي تطبيقات نظم صنع القرار، يجب على المستخدم أن يجيب على السؤال الرئيسي التالي:
مانوع النتائج العملية، النصائح والتوصيات والتي ممكن استخدامها لجعل القرارات أكثر صحةً ونجاحاً؟

إن نتائج DSS تتألف من عنصرين: من العنصر الأول، يمكن للمستخدم أخذ معلومات عن المخاطر والتي ممكن لها أن تعبر عن مواصفات المشروع.

ويمكن للمستخدم أخذ نصائح عملية وتوصيات حول إدارة المخاطر.

أما العنصر الثاني من DSS يمكن المستخدم أن يقدر مستوى معرفته حول صفات الخطر الكمية والمتعلقة بالبيانات المقدمة في النظام.

أشار (Linkov. F.K. et al.2006) إلى أن تقدير الخطر واستراتيجيات صنع القرار عبر العديد من العقود الأخيرة أصبحت أكثر تطوراً وخبرة، موثوقة المعلومات، معقدة، متضمنة العديد من المنهجيات مثل محاكمات عقلية خبيرة، تحليل الربح من الكلفة.

أنظمة تحليل القرار متعدد المعايير (MCDA) تؤمن تقنيات داعمة أفضل للمقارنة بين بدائل المشروع بالاعتماد على جمع القرارات decisions matrices، ويؤمن أيضاً طرق هيكلية من أجل دمج آراء الجهات المعنية بالمشروع.

وتحضر الطريقة التي اعتمدها الباحث مراجعة لعدة أنظمة لمنهجيات صنع القرار الموجودة في الولايات المتحدة وأوروبا، والتي تطبّق في المعالجة البيئية وإعادة ترميم وإصلاح المشاريع كما تم فرض إطار عمل تحليلي للقرارات الأساسية a basic decision analytic framework والذي يربط MCDA مع الإدارة الـ adaptive وشركاءها العاملين، وبعدها تم إظهار تطبيق على إطار عمل لحالة واقعية في نيويورك.

تمثل دراسة قام بها (Xia.d,Chen.b,2011) نموذج شامل لصنع القرار لإدارة مخاطر سلسلة توريد حيث تم بناء علاقة ديناميكية داخل ساسلة التوريد (Supply Chain (SC)، وإدارة مخاطر هذه السلسلة وتصميم أداة لاتخاذ القرار. معتمداً على (ANP) Analytic Net Process عمليات شبكة تحليلية، وتم تصميم هذه المنهجية من أجل الوصول لطرق وأدوات لإدارة المخاطر.

وتم تأمين مثال عددي من أجل شرح كيفية تطبيق النموذج.

وتم التحقق من النتائج بأن الاستراتيجية التي تم بها صنع القرار هي عملية ممكنة وصالحة وعملية وذلك للأشخاص المعنيين والممارسين للمهنة وذلك لوسائل تكتيكية مناسبة للمخاطر.

يرى كل من (Nieto-Morote.A,Ruz-Vila.F,2011) أن ديناميكية مشاريع البناء وزيادة التعقيد فيها قد تفرض شكوك كبيرة وحكم شخصي وذاتي في عملية تحليل المخاطر.

وأن أغلب مشاكل تحليل المخاطر الفعلية يحتوي على خليط من بيانات كمية ونوعية، ولذلك فإن تقنيات تقدير المخاطر الكمية هي غير كافية من أجل إعطاء الأولويات للمخاطر.

كما اتبعوا منهجية لتقدير المخاطر تعتمد على نظرية الضبابية والتي تعد أداة فاعلة للتعامل مع الأحكام الذاتية أو الشخصية، و طريقة ANALYTIC Hierarchy Process (AHP) والتي تستخدم لإنشاء عدد كبير من المخاطر.

وحيث أن المنهجية المفروضة تدمج المعرفة مع الخبرة والتجربة المكتسبة من عدة خبراء نظراً لكون هؤلاء الخبراء مضطلعين بتعريف المخاطر وهيكلتها والأحكام الذاتية للمدخلات (بارامترات) والتي يتم اعتبارها من أجل تقدير عوامل المخاطر: تأثير الخطر، احتمال الخطر.

حيث تم ال'راب عن هذه العوامل بمقاييس نوعية والتي تم تعريفها بواسطة المجموعات الضبابية الرباعية (شبه المنحرفية trapezoidal) من أجل تمثيل الضبابية في التعابير اللغوية المستخدمة مثل: تقريباً، أكثر من، محدود...)

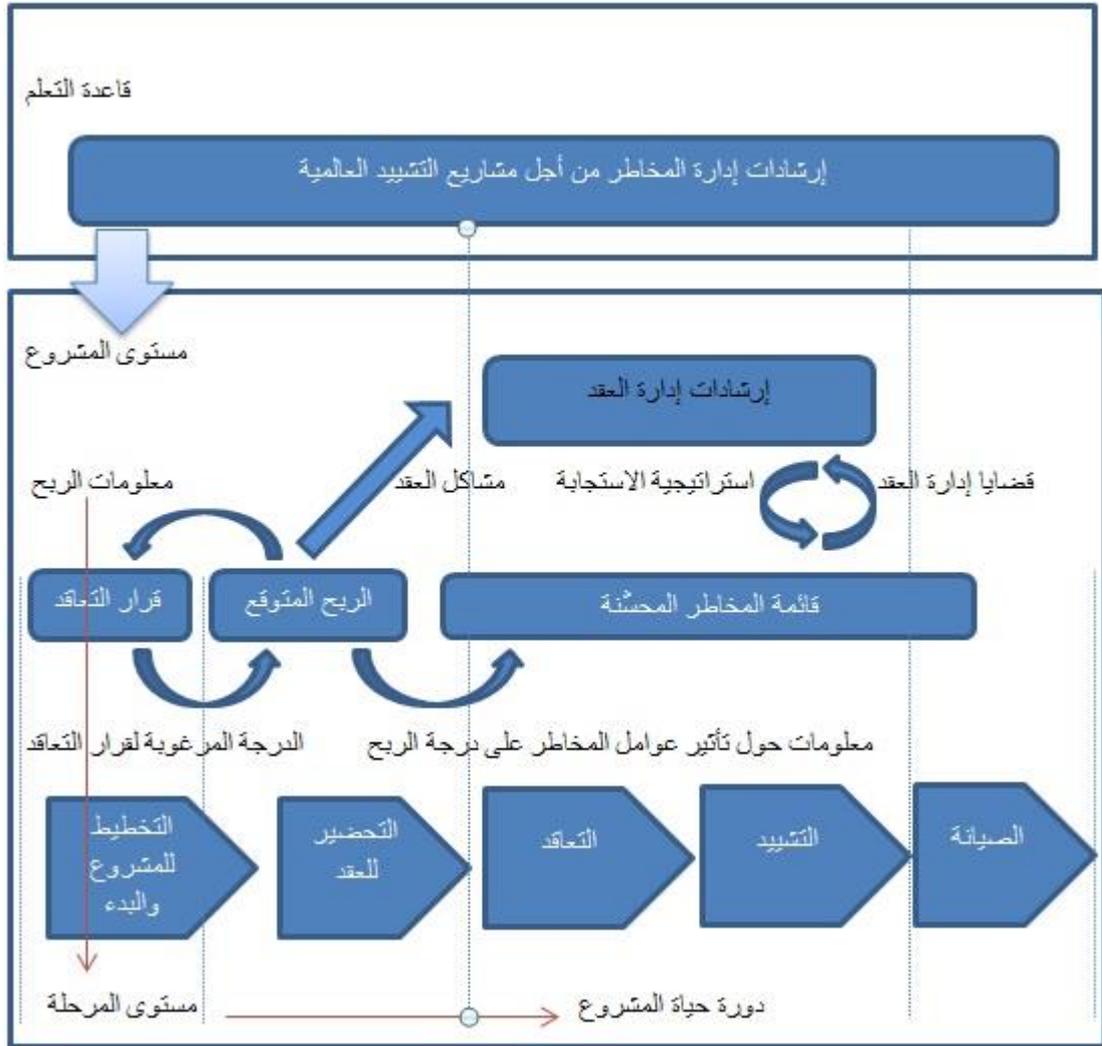
وحسب دراسة قام بها (Seugn H. Han et al.2008)

فإن عملية تطوير إطار عمل لإدارة المخاطر كانت:

- أولاً: بناء نموذج من أجل دعم قرار المناقصة.
- ثانياً: وذلك في المرحلة المبكرة من التحضير للمناقصة وجود أداة فعالة حيث تقوم هذه الأداة بتحليل الربحية من المشروع بشكل مفهوم وذلك لتطوير شروط المشروع.
- ثالثاً: توفر معلومات أكثر تفصيلاً يمكن استخدامها بشكل فعال في مرحلة التشييد في برنامج إدارة المخاطر التقليدي مثل استراتيجية التحكم لمراحل المخاطر الخمسة: التحديد، التحليل، التقييم، الاستجابة، المراقبة.

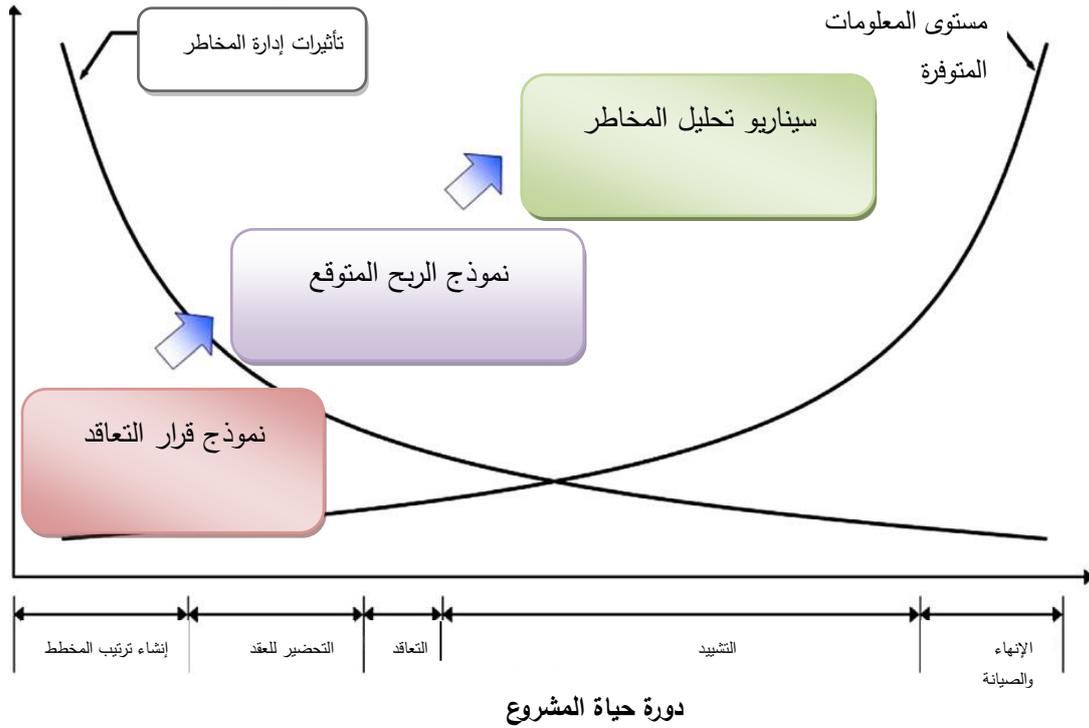
رابعاً: تعليمات إجرائية مفيدة لتقييم العبارات العقدية الحرجة والمعلومات المتعلقة بالمشروع ولتقليل مخاطر التعاقد.

وقام بتوضيح هذه العملية في الشكل (2-1) حيث يوضح الشكل عملية تكامل إدارة المخاطر مع المراحل المختلفة للمشروع.



الشكل (2-1) تكامل عملية إدارة المخاطر مع مراحل المشروع

يرينا S.H. Han et al. / Automation in Construction 17 (2008) 342-356 في بحثه كما يوضح الشكل (2-2) مستوى إدارة المخاطر خلال دورة حياة المشروع، مبيناً أن التركيز على عوامل المخاطر يجب أن يكون في مرحلة مبكرة من المشروع. حيث أنه في بداية المشروع تكون المعلومات المتوفرة ضئيلة بينما تأثير إدارة المخاطر يكون كبيراً وعلى العكس في نهاية المشروع.



الشكل (2-2) تأثير إدارة المخاطر خلال دورة حياة المشروع

قام (2010, Juite Wang, Willie Lin and Yu-Hsiang Huan) بتطوير إطار عمل لإدارة المخاطر موجّه لقياس الأداء لمشاريع البحث والتطوير المبتكرة. وذلك باعتبار أن "عدم التأكد" هو أحد الصعوبات الكبيرة المتأصلة في المشاريع المراد تطويرها، وذلك بسبب تكنولوجيتها وتغيرها بشكل دائم ووجود درجة كبيرة من عدم التأكد يقود لمخاطر كبيرة في البحث والتطوير، تظهر نتائجها في فشل العديد من الأبحاث والتطويرات R & D.

واستنتج الباحثون أنه لأجل ذلك فإن إدارة المخاطر هي من أحد المهام الواجبة خلال كل مراحل R & D وذلك من أجل تحسين النجاح في معدلات مشاريع R & D.

وتقرض الدراسة التي قام بها إطار عمل جديد لإدارة المخاطر تشبه إدارة مخاطر المشاريع، لكن مع استراتيجية موجهة للشركات ونظام لقياس الأداء، وذلك لزيادة معدل نجاح مشاريع R & D وأيضاً لإنجاز الأهداف الاستراتيجية للشركات.

كما طُبّق تابع الجودة من أجل تحويل قياسات أداء المؤسسات إلى قياس أداء للمشروع، كما تم تطوير الإجراءات المنهجية لتعريف المخاطر، تقديرها، خطة الاستجابة لها، والتحكم بها.

قام كل من (Ivan W.H. et al. 2010) بتطوير نموذج لتقدير المخاطر من أجل سلامة عملية التشييد. وذلك باعتبار أن المشاكل تنجم بشكل عام عن السلامة والصحة المهنية في صناعة التشييد، متضمنة سقوط المواد أو الأشخاص، المشي فوق العناصر، والجروح بالأدوات، واعتبار أن مفتاح التعامل مع أمان المشروع وتقدير المخاطر في صناعة التشييد هو أمر هام.

قام (Xiao-Hua Jin and Guomimin Zhang, 2010 -) بعمل نمذجة التخصيص الأمثل للمخاطر في مشاريع الشراكة بين القطاعين العام والخاص PPP Pulic Private Patnership باستخدام الشبكات العصبونية الصناعية ANN.

حيث تهدف الدراسة لنشر، تدريب، إعلان واختبار نماذج الشبكات العصبونية ANN من أجل نمذجة تخفيض المخاطر لعملية صنع القرار في مشاريع PPP (الشراكة بين العام والخاص)، وتم عمل استبيان واسع من أجل فحص عمل تخصيص المخاطر في مشاريع الـ PPP وجمع البيانات من أجل تدريب نماذج الـ ANN، وبينت نتائج التقييم والتدريب، أن نماذج الـ ANN هي نماذج مرضية من أجل نمذجة عملية صنع قرار تخصيص المخاطر.

2-2 استخدام تكنولوجيا المعلومات في إدارة المخاطر:

اعتبر (Maryam Teymouri and Maryam Ashoori, 2011) أن نظام المعلومات و It تكنولوجيا معلومات البنية التحتية، هي استراتيجية كبرى في العديد من المنظمات والمؤسسات، وهي عامل هام يقودنا لنجاح العمل. كما تحققوا في دراستهم من تأثيرات تكنولوجيا المعلومات على إدارة المخاطر، حيث لها تأثيرات جوهرية على العديد من نشاطات العمل وذلك كعملية مستمرة يمكن التنبؤ بها.

تتضمن إدارة المخاطر تعريف المخاطر الجوهرية، قياسها، مراقبتها والتحكم بها، وذلك لمقابلة استراتيجياتها وأهدافها ومسبباتها وذلك لإنقاص تأثيرات المخاطر غير المرغوب فيها في دورة حياة المشروع. كما أن لإدارة المخاطر دور أساسي في إدارة المنظمة الاستراتيجية وذلك عن طريق تحكمها بالتهديدات التي من الممكن أن تواجهها. كما تم تقدير أثر استخدام ال It على 50 شركة نفط إيرانية وذلك بتحليل نتائج بيانات تم الحصول عليها من استبيانات.

كما تم استخدام ثلاث فهارس مختلفة (كلفة، زمن، أداء) وتحليلها وذلك لتقييم أثر تكنولوجيا المعلومات It على إدارة المخاطر.

وأوضحت النتائج التأثير الإيجابي لـ It على إدارة المخاطر وخصوصاً في أمثلية الوقت Optimization أكثر من الكلفة والجودة (التنفيذ).

كما أظهرت الدراسة التي قام بها Maryam Teymouri and Maryam Ashoori, 2011 أن أدوات It تكنولوجيا المعلومات المتطورة تساعد على حفظ معلومات قيّمة عن المشروع وتظهر دروس متعلّمة عبر المشروع لذلك تنتقل التجربة من المشاريع الأخيرة لأخرى جديدة وتقود لجدولة أفضل، موازنة أفضل، اتصالات أكثر فاعلية، ويتم صرف الوقت على المتطلبات وليس على أعمال مكررة.

3- إدارة المخاطر على أرض الواقع:

توضح دراسة قام بها (Van Wyk, et al., 2008) إدارة المخاطر عملياً، حيث تم دراسة حالة لمخططات مشروع في شمال أفريقيا معنونةً مخاطر انقطاع الطاقة نتيجةً للعجز في التغذية وزيادة الحاجة للكهرباء.

و تم مناقشة تقسيم مراحل المشروع حسب عمليات إدارة المخاطر للشركة وتطبيقها العملي. كما أوضحت الدراسة أن الدور المفتاحي للجهات المعنية في: تعريف المخاطر، تحليلها، تجاهلها، مراقبتها وتوثيقها، هوفي إبرازها والتأكيد عليها من خلال الشركة وأن هذا ما يقود إلى ممارسة عملية لإدارة المخاطر.

حيث يتم الحصول على المعلومات من المصادر المتوفرة في الشركة، من أجل استخدام أداة إدارة مخاطر جيدة ومتطورة، كما تبنت الشركة طرق بسيطة لإدارة المخاطر.

كحالة أخرى واقعية، فقد قام (Elkingston, Smallman, 2002) بشكل عملي باختبار أنظمة إدارة مخاطر مشاريع لشركات بريطانية لها قطاعات خدمية (تشمل الماء، الطاقة) والمترافقة مع مشاريع يصعب التنبؤ بها، وملاحظ أنها أخطر من النشاطات اليومية. وبحثا في أن إدارة المخاطر هي جزء متكامل من إدارة المشاريع واستنتجا أن أغلب الشركات الضخمة تضع موارد كبيرة في الإدارة من أجل إدارة المخاطر.

و حوت دراسة لـ (Fiona D. Patterson and Kevin Neailey, 2002) على نظام قاعدة بيانات لسجل المخاطر، والتي دمجت كل من سجل المخاطر مع أداة تقدير المخاطر، والتي تم استخدامها من أجل المساعدة في إدارة المخاطر في المشاريع. حيث اعتبرت الدراسة أولاً أن سجل المخاطر هو أداة لها إمكانية في تحويل المخاطر في المشاريع لتكون موثقة ومحفوظة بصرف النظر عن موقعها، وتؤمن الأساس من أجل خطط التخفيف من المخاطر ليتم بعدها تطويرها من أجل المخاطر ذات المستوى العالي خلال المشروع. واعتبرت الدراسة أن أداة تقييم المخاطر تستخدم المعلومات الموثقة في سجل المخاطر للإشارة لمخاطر المشروع كما يتم ذكر المخاطر في قاعدة بيانات منظمة.

وفي بحث لـ (Sung-Lin Hsueh. Et al. 2007) يوجد نموذج لتقدير المخاطر متعدد المعايير وهو On- Line، من أجل مشاريع التشييد والتي تحوي مخاطرة في الصين.

واعتبر الباحث في الدراسة أن المتعهدين غالباً ما يواجهون مشاكل متعددة ناجمة عن قلة المعرفة، تغيرات السياسة المنكررة، وعوامل أخرى عند إدارة المشاريع المشتركة JV's Joint Ventures في Mainland China. وعلى أمل تخفيض المخاطر لـ JV's في الصين للمشاريع العالمية فقد طبقوا في الدراسة طريقة (AHP) Analytical Hierarchy Process و Utility Theory من أجل تطوير نموذج لتقدير المخاطر متعدد المعايير للمشاريع Pre- JV's، ولدمج شبكة الانترنت (www) Word Wide Web مع قواعد بيانات الشركات.

حيث يقوم هذا النموذج بعمل تقدير أكثر موضوعية ومنهجية، وأكثر أهمية، وهوتابع تقدير on - line ممكن أن يتفادى المصاعب الزمانية والمكانية، حيث من الممكن لهذا النموذج أن يساعد فريق صنع القرار بمساعدة الحاسوب في عمل تقييم شامل في أي زمان، أو أي مكان.

علاوةً على ذلك، فإن أي عضوفي الفريق ممكن أن يساهم بشكل عملي في هذه العملية ويحسن من عملية التقييم وبالتالي صنع القرار.

أوضح (Xie.G,Zhang.J,L.K.K,2006) في بحثه كيف يتم دمج إدارة مخاطر المشروع مع مخاطر المناقصة، كما أوضح أيضاً الاستخدام العملي لنظرية إدارة دورة حياة المشروع، من أجل دراسة تجنب الخطر ، كما قدم مراحل دورة الحياة للمشاريع ومفردات الخطر الرئيسية، وأوضح أن هناك أنواع للمخاطر الموجودة في المناقصة، وقام بتحليل مقاييس الاستجابة للخطر الممكنة وذلك لأنواع المخاطر المختلفة.

ووصف المنهجية الأساسية لتجنب الخطر الديناميكي في المناقصة للمشاريع البرمجية وذلك بالاعتماد على نظرية دورة حياة الإدارة وأعطى مثالاً عملياً أيضاً.

قدم 2003,Kitchenham et al إطار عمل لبرمجية مناقصة للمشروع a software project bidding framework يسمح للمستخدم بأن يتصور الخطر الموجود بالعرض، ليساعد على صنع قرار مناسب بالتعاقد أو عدم التعاقد.

وأوضح أنه عندما يتم تحليل مخاطر المشروع وتوقع هذه المخاطر قبل مرحلة التعاقد، هذا يساعد على تقليل مخاطر المناقصة الكلية بشكل فعال. ويجعل الهدف موجهاً في كل مراحل دورة حياة المشروع. وهذا النوع من استراتيجيات تجنب الخطر يمنع ويقلل مخاطر المناقصة للمشروع في بعض المجالات، كما يخفف من احتمال فشل المشروع.

يجب علينا بقدر ما نستطيع أن نتوقع ونحلل المخاطر التي من الممكن وقوعها في المراحل اللاحقة، من أجل دعم قرارات تجنب الخطر في المراحل المبكرة. (Xie.G,Zhang.J,L.K.K,2006)

بحسب (Carr.V,Tah.J.H.M,2001) فإن الخطر يعتبر كارثة أو آفة على صناعة التشييد ونتيجته عادةً هي ضعف في الأداء. وعلى الرغم من تطبيق تقنيات إدارة المخاطر، فإن ضعف المنهجية المعتمدة يؤدي لنتائج متضاربة. واستخدم الباحث بنية تقسيم الخطر الهرمية من أجل تقديم نموذج رسمي لتقدير نوعي للمخاطر.

وتم تمثيل العلاقات بين عوامل المخاطر، المخاطر ونتائجها في مخططات تأثير وحالة. وحيث كان تصوير الخطر ونتائجه معرّفًا باستخدام متغيرات وصفية ولغوية. واستخدام المنطق الضبابي، وتم تعريف العلاقات بين مصادر المخاطر ونتائجها على إنجاز المشروع و وضع قياس كمي مطابق لها.

وأوضح الباحث أنه على الرغم من وجود نماذج أو إطارات عمل نموذجية عديدة من أجل إدارة المخاطر فإنها كلها تتقاسم بشكل عام الأهداف العامة وتملك مواصفات متشابهة.

حدد (Carr.V,Tah.J.H.M,200) في بحثه نقص التطبيقات العملية لإدارة مخاطر المشاريع وادواتها وتقنياتها، وقام بعمل حالة تطبيق عملية لفلسفة وتقنيات إدارة مخاطر المشاريع.

كما قام بتطوير لغة عامة لوصف المخاطر بالاعتماد على بنية تقسيم للخطر هرمية، والتعريف الشامل للخطر، والمفردات الوصفية للاستجابة للمخاطر، والتي من الممكن تخزينها لاحقاً في وثيقة وتطبيقها في نظام إدارة قواعد بيانات ليتم تفعيلها كمخزن للمعرفة، كما تم تطوير نظام لنموذج سابق من أجل دعم إطار عمل إدارة مخاطر.

وكان البحث جزء من مشروع أكبر يهدف لتطوير إطار عمل إدارة مخاطر مستمر وقادر على رفع إمكانية نجاح المشروع.

ومن أهداف الدراسة: تطوير لغة عامة لوصف المخاطر من خلال تشييد سلسلة توريد supplychain وتغطية دورة حياة مشروع تشييدها.

كما تشير دراسة لـ (Kartam. N.A, Kartam. S.A, 2001) لاستطلاع أو استبيان لمتعهدين كبار كويتيين وذلك كمنظور لمخاطر التشييد، وكذلك الأعمال التيتم العمل بها لإدارة مثل هذه المخاطر وبشكل خاص من أجل توفير الوقت والمال. حيث كانت دراسته هذه هي الأولى من نوعها في الكويت والتي تركز على تقدير، تخصيص وإدارة مخاطر المشاريع.

وقدمت أيضاً نوعين من طرق إدارة المخاطر:

1- preventive التي تكون فعالة في المراحل المبكرة من دورة حياة المشروع.

2- تخفيف والتي تهدف لتخفيض الخطر خلال مرحلة التشييد ورأى الباحثون أن المتعهدين يظهرون أكثر استعداداً من أجل قبول المخاطر والتي هي عقدية والمتعلقة بالقانون أكثر من الأنواع الأخرى من المخاطر.

وأشارت نتائج دراسته إلى أن تطبيقات تقنيات تحليل مخاطر رسمية هي محدودة في صناعة التشييد في الكويت.

هدف (Zou.P.X.W et al, 2007) في بحثه إلى فهم مفاتيح المخاطر لمشاريع التشييد في الصين وذلك من أجل تطوير الاستراتيجيات لإدارتها.

ولأجل ذلك تم تحديد الأولوية للمخاطر حسب أهميتها (تأثيرها) على أهداف المشروع النموذجية فيما يتعلق بالكلفة، الزمن، الجودة، الأمان، الاستدامة البيئية وبعدها يتم التدقيق من من قبل الأشخاص المعنيين بالمشروع ودورة حياته. وتم استخدام استبيان بريدي من أجل جمع البيانات معتمداً على 25 خطر تم التحقق منه بالتجربة. حيث تم مقارنة هذه المخاطر مع موجودات من استبيان موازي في صناعة التشييد في استراليا من أجل تسليط الضوء على المخاطر الفريدة بمشاريع التشييد في الصين. وتم وضع الاستراتيجيات من أجل إدارة المخاطر من منظور الجهات المعنية بالمشروع ودورة حياته.

وأكد أنه من المفروغ منه أن العملاء، المصممين، الجهات الحكومية يجب عليهم أخذ المسؤولية على عاتقهم في إدارة المخاطر، وذلك ابتداءً من مرحلة الجدوى ويجب أن يكون عمل الإدارة موجهاً لتقليل مخاطر المشروع وإتمام سلامة أعمال التشييد والتحكم بمدى جودتها.

أوضح Lam.K.C et al,2007 في دراسته أن تخصيص الخطر خلال أجزاء العقد في عقد التشييد هو قرار هام يقود لنجاح المشروع. وأن عملية اتخاذ القرار يعتمد على مبادئ تخصيص المخاطر الأساسية والمعبر عنها بالمفردات اللغوية، والتي تتطلب أحكام نوعية ومعرفة تجريبية لخبراء التشييد. حيث تمثل دراسته نموذجاً لقرار يحول العبارات اللغوية ومعرفة الخبراء التجريبية لتحليل أكثر استخداماً وقاعدة معرفية كمية إحصائية باستخدام المنطق الضبابي.

حيث تم تأسيس سبع معايير لتخصيص المخاطر ومجموعة قواعد معرفية تشمل القواعد الاستدلالية الضبابية المبنية على قاعدة المعرفة المأخوذة من الخبراء.

كما تم تقدير المخاطر المخاطر لكل المقاييس (الضوابط) والقواعد المتعلقة. وتم اقتراح قرارات تخصيص للمخاطر النظرية (المماثلة) بين المالك والمتعهد أيضاً في نموده هذا. كما احتوى على حالة عملية توضح عمل النموذج.

الفصل الثالث
دراسة الأساس النظري
لإدارة المخاطر

الفصل الثالث

دراسة الأساس النظري لإدارة المخاطر

1-3: مقدمة

تتميز مشاريع التشييد بتعقيدها وبيئتها الديناميكية، والتي تظهر نتائجها بالظروف العالية من عدم التأكد والمخاطر، والتي بدورها تسبب كلفاً إضافية ووقتاً أكثر وفقراً بجودة المشاريع.

وأصبح أحد العوامل الهامة في نجاح أي مشروع هو دراسة المخاطر المتعلقة بهذا المشروع دوناً عن غيره.

ويركز هذا الفصل من الدراسة على تعريف الخطر أولاً ومعرفة مصادره المتعددة، ودراسة الأساس النظري لخطة إدارة المخاطر ومراحلها الأربعة وشرح كل مرحلة منها على حدى:
مراحل إدارة المخاطر:

1. تحديد المخاطر: يتم فيها تحديد وتعريف المخاطر ومصادرها.
2. تقدير المخاطر: حيث يتم التحليل النوعي متبوعاً بالتحليل الكمي للمخاطر وتقديرها أثرها رقمياً وتحديد احتمال حدوثها.
- وتجدر الإشارة هنا إلى أن نطاق هذه الدراسة يتمحور حول المرحلتين السابقتين من مراحل إدارة المخاطر أي تحديد المخاطر ومن ثم تحليلها.
3. الاستجابة للمخاطر: ويتم في هذه المرحلة اختيار الاستراتيجية المناسبة لإنقاص التأثير السلبي للمخاطر حيث يوجد عدة خيارات للاستجابة للمخاطر:

- تخفيف الخطر
- تجنب الخطر
- نقل الخطر
- المشاركة بالخطر
- القبول أو الاحتفاظ بالخطر

4. التحكم بالمخاطر: في هذه المرحلة يتم مراقبة مخاطر جديدة ممكن حدوثها، واعتماد الإجراءات المناسبة في حال حدوث أي خطر.

2-3: تعريف الخطر وإدارة المخاطر:

1-2-3 مفهوم الخطر:

إن أصل كلمة الخطر حسب المراجع هي إما كلمة عربية أو كلمة لاتينية. وحيث تشير الكلمة العربية إلى أي شيء يرسم له الريح ودليل لأشياء حسنة. ومن جهة أخرى فالأصل اللاتيني لكلمة خطر يشير للتحديات التي تواجه البحارة في الشعاب المرجانية وأيضاً دليل لحوادث غير مرغوب بها.

وكتعريف من قاموس (Oxford advanced Learner's Dictionary) فإن الخطر هو قابلية الفشل أو وحوادث مقابلته الخطر أو المعاناة من أذى أو خسارة. (Portides.C,2003)
الخطر هو "نتيجة سلبية أو غير مرغوب فيها لحدث أو نشاط". والفرصة لحدوث شيء لها تأثير على العناصر ربما تأثير سلبي أو إيجابي. (Zou.P.X.W et al,2007(41).

كما أن كلمة خطر بشكل عام فيها تضمين للسلبية والنتائج العكسية من حدث غير متوقع (24) Williams.T,1995

وفي نظرية صنع القرار فإن تعريف الخطر: الخطر هو حدث يتم أخذ القرار فيه تحت شروط احتمالات معروفة وفق حالات الطبيعة.

في إدارة المشاريع لا يوجد تعريف مترابط للخطر. الخطر حسب Juite Wang. Willie Lin and 2010 Yu-Hsiang Huang هو حدث غير مؤكد أو ظرف، إن حدث، له فرص إيجابية أو آثار سلبية على أهداف المشروع.

Bufaied وصف الخطر في علاقته بالتشديد كمتغير في عملية تشييد المشروع والذي ستظهر نتائجه في عدم التأكد كالكلفة النهائية، المدة، الجودة في المشروع (12) Akintoye.A.S,MacLeod.M.J,1997

ممكن أن يتم تحديد الخطر ولكن بشكل صعب نوعاً ما، مثل التوقعات المستقبلية ووجود العديد من الأمور غير المؤكدة، بالإضافة لأن هذه الأمور غير المؤكدة ممكن أن تكون نتائجها أكثر سلبية أو أكثر إيجابية مما كان متوقعاً، لذلك من الأفضل البدء بتعريف عدم التأكد.

$$\text{عدم التأكد} = \text{التحديات} + \text{الفرص}$$

التحديات: هي الأحداث والتي لها تأثير سلبي على نجاح المشروع.

الفرص: هي الأحداث والتي لها تأثير إيجابي على نجاح المشروع.

عدم التأكد يتضمن التأثير السلبي والإيجابي.

تعرف القراءات السابقة الخطر بأنه: "إمكانية التعرض لخسارة أو خطر أو أذى أو ضرر"

حتى ولو لم يكن المرء معتاداً على مثل هذه التعاريف يوجد لديه حاسة غريزية للخطر وكل شخص يواجه الخطر في كل النشاطات اليومية. مثال: ممكن إصابة عامل بجروح خطيرة في حال وقوعه نتيجة عدم تثبيت السقالة مثلاً. لكن ليس من طبيعتنا التفكير في كل المخاطر المحتملة والتي من الممكن ان تؤثر علينا، ولكن المخاطر ممكن أن تشذب أو تنظم تصرفاتنا نوعاً ما.

كل مشروع فيه تهديدات أو فرص (منافع) والتي من الممكن أن تؤثر بدورها على نجاح المشروع أو على إتمام تنفيذه. في المفهوم العام نحن نعتبر الخطر مشكلة ولكن هذا ليس صحيحاً فالخطر لا يعد مشكلة إلى أن يحدث فعلاً، وبوجود مفهوم الخطر في الذهن يتوجب على مدير المشروع أن يكون قادراً على تجنب الخطر وذلك بتطبيق إجراءات مناسبة مضادة للمخاطر، حيث من الممكن أن تسبب مخاطر المشروع تأخيراً في مدة إنجازه أو تجاوزه للميزانية المخصصة له.

إن مجال إدارة المخاطر يتعامل مع مفاهيم الخطر السلبية والإيجابية، ولكن فريق المشروع بشكل عام يهتم فقط بالمبادئ أو الجانب الآمن للمشروع. وهذا يؤدي في أغلب الأحيان للتركيز على العواقب السلبية في إدارة المخاطر (OLAF PASSENHEIM,2009).

ومن هذه المفاهيم نستنتج بأن هناك مسؤولية كبيرة تقع على عاتق فريق تحديد الأولوية في تحديده وموازنته للمشاريع حسب أ- نوعها، ب- المخاطر الممكن أن تؤثر على نجاحها، ج- حاجتها للموارد، وهذا يتطلب منظور شامل للمؤسسة.

3-1-2-1 أنواع المخاطر:

يوجد نوعين من المخاطر المقترنة بالمشاريع:

- الأول هو المخاطر المقترنة بكامل المشروع والتي يجب أن تعكس صورة مخاطر المؤسسة.
 - الثاني هو مخاطر المشروع النوعية والتي يمكن أن تمنع تنفيذ المشروع مثل: الجدولة، الكلفة، التقنية.
- كل مدير مشروع يفهم ويعي أن المخاطر هي جزء لا يتجزأ من المشاريع، كما أنه لا يوجد مجموعة من الخطط تؤدي لقهرة المخاطر أو التغلب عليها أو تستطيع التحكم بالأحداث واحتمال وقوعها.

الخطر هو سبب والذي بحدوثه سيؤدي لوقوع نتيجة. في محتوى أو صياغة أي مشروع فإن الخطر هو حدث غير متوقع أو هي شروط معينة بحيث إن حدثت سيكون لها تأثير إيجابي أو سلبي على أهداف المشروع. إن بعض المخاطر الممكنة الحدوث من الممكن تحديدها قبل البدء بالمشروع مثل عجز المعدات أو التغيير بالمتطلبات التقنية. ومن الممكن أن تكون المخاطر متوقعة مثل الانحراف في

الجدولة أو تزايد الكلفة لمشروع مبنى أو جسر مثلاً، أو أن تكون تخيلات بعيدة مثل أحداث 11 أيلول عام 2001. كما أنه من الممكن أن يكون للمخاطر نتائج إيجابية مثل نقص غير متوقع لأسعار المواد. وتحاول إدارة المخاطر تمييز أو إدراك وإدارة إمكانية حدوث المشاكل غير المتوقعة والتي ممكن حدوثها أثناء تنفيذ المشاريع.

عوامل المخاطر: أو أنواعها

لدينا بدايةً في عملية تحديد المخاطر مدخلات وفي النهاية مخرجات، وفي المرحلة الوسطى لدينا أدوات وتقنيات لتأدية عمليات المعالجة والتحويل كما في الجدول التالي:

(OLAF PASSENHEIM,2009)

المخرجات	أدوات & تقنيات	المدخلات
تقرير أوسجل المخاطر	مراجعة الوثائق	عوامل داخلية وخارجية
	تقنيات جمع المعلومات	معلومات عن مشاريع سابقة
		خطة إدارة المشروع

يجب أن يتم اعتبار العوامل الداخلية والخارجية لبيئة المشروع كمدخلات أولية للمخاطر كما أنه بالإمكان وصف العوامل الخارجية على أنها بيئية بينما العوامل الداخلية ترمز للمشروع بحد ذاته.

أمثلة نموذجية عن عوامل خارجية:

1- ظروف اقتصادية 2- توجهات اجتماعية أو قانونية أو شرعية 3- المناخ السياسي 4 المنافسة الداخلية والخارجية 5- التردد في الطلب 6- النشاطات الإرهابية والجريمة.

أمثلة نموذجية عن عوامل داخلية:

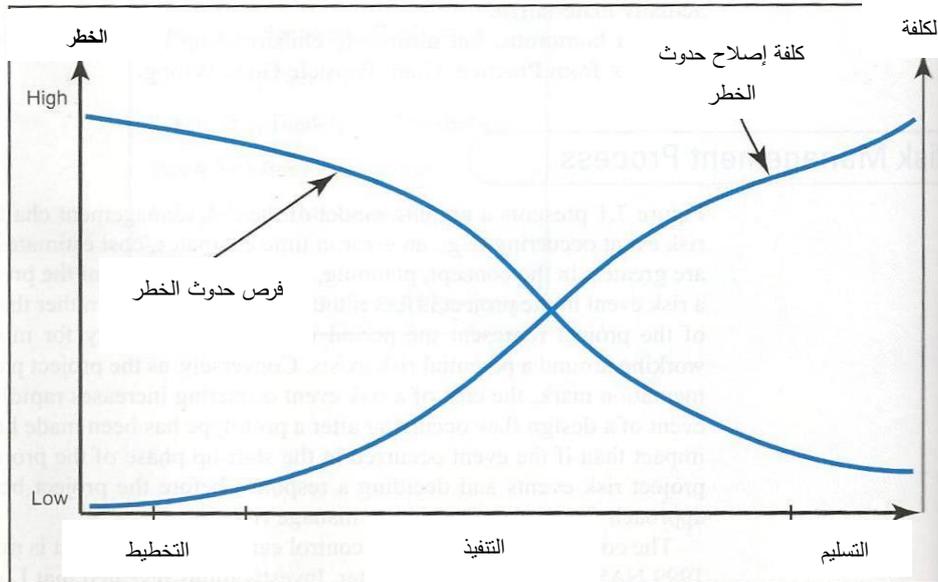
1- الثقافة الداخلية 2- عدد أعضاء الفريق ومؤهلاته 3- الطاقة أو القدرة 4- التقنية والأنظمة
5- الطرق (الأساليب) النهج والعمليات 6- فعالية الاتصالات 7- فعالية الإدارة (القيادة) 8- قابلية
حدوث الخطر.

2-2-3 مفهوم إدارة المخاطر:

تلعب إدارة المخاطر دوراً هاماً في إدارة المشاريع. حيث أن إدارة المخاطر غير الوافية ستؤثر على
نجاح المشروع كما وتعتبر إدارة المخاطر الفاعلة أداةً للنجاح. (OLAF PASSENHEIM, 2009)
إدارة المخاطر هي نهج أو طريقة تهدف إلى تقليل الأثر السلبي للخسائر المالية المتوقعة أو ممكنة
الحدوث وذلك عن طريق:

- 1- تعريف المصادر الأساسية للخسارة.
 - 2- قياس النتائج الاقتصادية للخسارة الحاصلة.
 - 3- التحكم بالمخاطر لتقليل الخسارة أو عواقبها المالية (الاقتصادية).
- إدارة المخاطر هي نهج مبني من أجل تعريف، تقدير، ترتيب المخاطر متبوعاً بالتخطيط للموارد
من أجل تخفيضها، المراقبة والتحكم بإمكانية التأثير على الحوادث غير المرغوب فيها. (7)
Juite Wang, Willie Lin and Yu-Hsiang Huang, 2010

يبين الشكل (1-3) فرص حدوث الخطر:



الشكل (1-3) مخطط حدوث الخطر

مثال: الأخطاء في تقدير الزمن، تقدير الكلفة أو التكنولوجيا لمشروع مبنى تكون كبيرة في مرحلة التقدير ومرحلة التخطيط والمراحل المبكرة من المشروع.

كما يوضح الشكل أن كلفة تصحيح حدوث الخطر في حال وقوعه بشكل مبكر في المشروع تكون أقل فيما لو وقع بوقت متأخر أو لاحق. كما يمكن الاستنتاج من الشكل بأن فرصة تقليل أثر المخاطر في حال وقوعها تكون في فترة المراحل المبكرة من المشروع، وأنه كلما تقدم المشروع تزايد كلفة حدوث المخاطر بشكل متسارع.

ومن هنا تبرز ضرورة معرفة المخاطر التي تهدد المشروع المراد تنفيذه وكيفية تجنبها أو الاستجابة لها في حال حدوثها وذلك قبل البدء بالمشروع. ونخلص إلى أن إدارة المخاطر هي عملية أو إجراء وقائي صمم من أجل تخفيض المفاجآت وعواقبها السلبية للحد الأدنى، كما أنها تحضر مدير المشروع لأن يأخذ الخطر على عاتقه عندما يكون الزمن، الكلفة والفوائد التقنية ممكنة.

الإدارة الناجحة لمخاطر المشروع تعطي مدير المشروع تحكماً أفضل مستقبلاً وتساعده بشكل واضح في تحسين الفرص للوصول لأهداف المشروع خلال الزمن والموازنة والتقنيات المطلوبة.

Clifford F. Gray, Erik W. Larson(32). 2008

إدارة مخاطر المشروع هي واحدة من أهم أهداف إدارة المشاريع، من تخطيط وتنظيم ومراقبة وتحكم من كل جوانب المشروع.

وهي تتألف من: تحديد المخاطر، تقييم المخاطر، الاستجابة لها، التحكم بها.

و أشار أحد الباحثين على أهمية إدارة المخاطر في المشاريع الهندسية وذلك بسبب المشاكل الجدية الممكن أن تحدث. (21) Lee.E et al., 2009

إن هدف إدارة المخاطر هو تعريف الحالات التي فيها خطر وتطوير استراتيجيات لإنقاذ احتمالية حدوث المخاطر وآثارها السلبية. (22) Fan.m et al,2008

تتضمن إدارة المخاطر تعريف وتحليل الجذور المسببة للخطر. ومن أجل إدارة الخطر بطريقة مثلى، يجب علينا فهم كيف يتم التفكير بالخطر وتمييز هذه الاعتقادات، المشاعر، والتصرفات والتي ليست فقط محددة بعوامل فيزيائية بل بتأثيرات سياسية، اجتماعية، ثقافية.

كما تبرز أهمية فهم المنطق خلف الإدراكات المختلفة للخطر ومعرفة كيفية تفكير الأشخاص بالمخاطرة واستنتاج المعلومات وتنظيمها وذلك من خلال هذا الفهم. (25) Smit Sibinga.C.T,2001

المخاطر وعدم التأكد لا تحدث فقط في المشاريع الكبيرة، على الرغم من أن حجم المشروع هو أحد أهم مسببات الخطر، عوامل أخرى أيضاً تسبب مخاطر مثل درجة تعقيد المشروع، سرعة التشييد، موقع المشروع وألا يكون مألوفاً للمهندس المنفذ.

بالتالي يجب على مدراء المشاريع أن يأخذوا على عاتقهم الأعمال التي من شأنها أن تحقق أو تنقص آثار المخاطر وعدم التأكد والقيام بالأعمال المقترحة التالية:

- تعريف مصادر المخاطر.

- تقدير هذه المخاطر وتأثيرها (تحليل المخاطر).

- تطوير إدارة الاستجابة للمخاطر. (Perry.J.G,1986(27)

مع ازدياد التعقيد والطبيعة الديناميكية للمشاريع وخصوصاً المقترنة بطرق تعاقد جديدة، نما التوجه لاستخدام تقدير كمي للمخاطر ونمذجة أكثر كوسيلة لدعم التواصل بين أعضاء فريق المشروع المتعددة، ووضع خطة استجابة للمخاطر.

القرار حول أن العامل يشكل خطراً أم لا هو قرار صعب ويعتمد بشكل أساسي على تجارب سابقة للمدراء، كما أن مثل هذه القرارات تعتمد على عدد كبير من العوامل، بعضها ليست معرفة بشكل جيد وليس من السهل وضع كمية لها. (Carr.V,Tah.J.H.M,2001(31)

وإدارة المخاطر هي: "نظام يهدف لتعريف وتحديد كمية المخاطر وكيف ندير هذه المخاطر"

كما أن إدارة المخاطر لا تهدف لإزالة كل المخاطر بل تهدف لتحديد الاستراتيجيات المناسبة لمساعدة الجهات المعنية بالمشروع لإدارتها. (Zou.P.X.W et al,2007(41)

3-2-3 أهمية إدارة المخاطر:

يجب تطبيق إدارة المخاطر في كل مراحل دورة حياة المشروع من قبل مالك المشروع والمتعهدين (أو أطراف أخرى) ولكننا لا نستطيع إدارة الخطر إن لم نفهم: من أين يأتي هذا الخطر، وما التأثيرات التي ممكن أن تحدث والآليات لمواجهة هذه المؤثرات، وماهي الاستجابة الممكنة.

Capman.C,1997 (26)

اعترفت العديد من شركات التشييد بالأهمية المتزايدة لإدارة المخاطر، كما أسست أقسام لإدارة المخاطر والتحكم بها وطرق الاستجابة لها في حال وقوعها. حيث أن مخاطر مشاريع التشييد هي عنصر هام يجب عدم تجاهله وذلك بسبب الكلفة المقرونة بمشاريع التشييد.

Akintoye.A.S,MacLeod.M.J,1997(12)

كما نجد أنه لإدارة المخاطر فوائد جمة لأي مؤسسة، وهي ليست فقط طريقة تساعد في إنجاز المشروع بالوقت والموازنة المحددة بل تستطيع أيضاً أن:

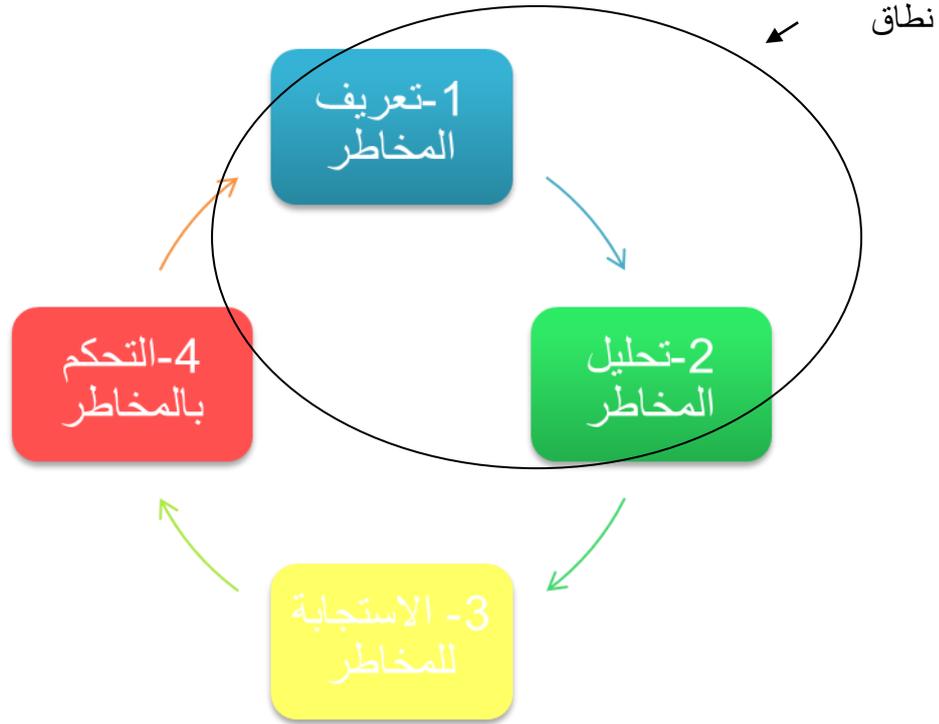
- تساعد في أن يكون صنع القرار ممنهجاً أكثر وموضوعياً.
- السماح بمقارنة المشاريع حسب حالات عدم التأكد المحددة.
- تجعل الأهمية النسبية لكل خطر واضحة على الفور.
- تعطي فهم أفضل للمشروع من خلال تحديد المخاطر والتفكير بكيفية الاستجابة لها في حال وقوعها.
- شرح وتوضيح مسؤولية الشركة تجاه المستخدمين.
- تحسين تجربة الشركة واتصالاتها. (Portides.c,2003(43)

وإذا كان فريق المشروع مدرك لعملية إدارة المخاطر، عندها فقط يزيد احتمال النجاح وبنفس الوقت يصبح الفشل صعب الحدوث. (OLAF PASSENHEIM,2009)

فوائد اتباع خطة إدارة المخاطر:

- تأمين إطار لكامل المشروع لكل النشاطات الحاصلة في طريقة مترابطة بحيث يمكن التحكم بها.
 - تحسين عملية اتخاذ القرارات، دعم عملية التخطيط وترتيب كل نشاط بفهم كامل له ولكل النشاطات المرتبطة به ومعرفة فرص المشروع والتهديدات.
 - إنفاص عدم التأكد خلال المشروع.
 - زيادة أصول الشركة وأحمايتها.
- لا يجب أن ننسى أن عملية إدارة المخاطر هي عملية متقدمة باستمرار. فهناك مقولة تقول بأن الخطر لاينام أبداً. (OLAF PASSENHEIM,2009)

3-3 المراحل الأساسية لإدارة المخاطر:



الشكل (2-3) مراحل إدارة المخاطر (2002 Fiona D. Patterson and Kevin Neailey)

1-3-3 تحديد المخاطر

تحديد المخاطر وتعريفها هي أول وأهم خطوة من خطوات إدارة المخاطر لأنها تبني القاعدة وتؤسس لجميع الخطوات اللاحقة.

من يشارك في عملية تحديد المخاطر:

تعريف المخاطر لا يتم فقط عن طريق مدير المشروع، بل وإن كل الجهات المعنية هي أيضاً معنية بمراقبة جميع المخاطر الممكنة الحدوث، كما ينبغي تشجيع كافة العاملين في المشروع على المشاركة في تحديد المخاطر. (OLAF PASSENHEIM,2009)

بشكل عام يجب أن تتضمن جلسة تعريف المخاطر الأفرقاء (الشركاء) التاليين:

- فريق المشروع.
- فريق إدارة المخاطر.
- الخبراء في الموضوع من أقسام أخرى في الشركة.

- المستخدم أو الزبون النهائي.
- المدراء الآخرون للمشروع والجهات المعنية.
- خبراء خارجيون.
- مدير المشروع.

يمكن أن يختلف ويتنوع الشركاء المشاركون بتحديد المخاطر، ولكن من الضروري وجود فريق إدارة المشروع دوماً، حيث أنه تعامله مع المشروع يتم بشكل يومي ويحتاج لمعلومات جديدة في أي وقت. كما أنه من الضروري أيضاً تأمين المعلومات من الخبراء والجهات المعنية الخارجية فيما يتعلق بتعريف المخاطر الممكن وقوعها. (OLAF PASSENHEIM,2009) & (الشرع،2010)

وكأحد الأخطاء الشائعة والمرتبكة في مرحلة تحديد المخاطر هو التركيز على الأهداف وليس على الأحداث الممكن أن تؤدي لعواقب.

مثال: ممكن لأعضاء الفريق تحديد (عدم الوصول للجدولة المطلوبة) بأنه خطر كبير ولكن ماعليهم فعلاً التركيز عليه هي الأحداث التي من الممكن أن تسبب هذا الحدث مثل (التقدير الفقير، المناخ السيئ، التأخر بتوريد المواد..الخ) (32) Clifford F. Gray. Erik W. Larson 2008
ممكن أن يشارك في عملية تحديد المخاطر:

مدير المشروع، أعضاء فريق المشروع، فريق إدارة المخاطر إذا تم تعيينه، خبراء في الموضوع من خارج فريق المشروع، العملاء، المستخدمين النهائيين، مديري المشروع الآخرين، أصحاب المصلحة وخبراء إدارة المخاطر.

وفي حين أن كل هؤلاء الأفراد هم غالباً المشاركون الرئيسيون في تحديد المخاطر لابد أيضاً من تشجيع كافة العاملين في المشروع على تحديد المخاطر. (PMBOK, 2004)

متى يتم تحديد المخاطر:

إن التعريف والتقييم الأولي للمخاطر هو خطوة هامة قبل عمليات التحليل والاستجابة من عمليات إدارة المخاطر. يساعد تحديد المخاطر في تقييم المشروع في مرحلة مبكرة، ويؤمن معلومات تفيد في حال الاختيار بين مشاريع متعددة، كما تؤمن لاحقاً أساساً أو قاعدة للهيكل التنظيمي المناسب وإجراءات المناقصة، أيضاً تؤمن أساس لنوع العقد الواجب صياغته.

يحتاج المتعهد أو أي طرف آخر من أطراف المشروع لتعريف للمخاطر التي عليه تحملها كما نصّ عليها العقد، وأيضاً لتعريف المخاطر التي هي جزء لا يتجزأ من طبيعة العمل، وذلك من أجل تحضير عرض المناقصة المراد تقديمها. (Portides.c,2003(43)

تحديد المخاطر هو المرحلة الأولية من عملية إدارة المخاطر، والهدف منها هو تعريف لا حصر كل مصادر المخاطر الممكن حدوثها أثناء تنفيذ المشروع والواجب أخذها بعين الاعتبار. بالإضافة لأن تعريف المخاطر وتحديد أسبابها ممكن أن يكون الجزء الأكثر صعوبة من عملية إدارة المخاطر ككل. حيث لا يوجد طريقة لتقدير وتحليل والتحكم بالخطر دون تعريف هذا الخطر أولاً. (Carr.V,Tah.J.H.M,2001)

كما أن خطوة تعريف المخاطر هي عملية مستمرة خلال كل مراحل المشروع، وإذا تم تحديدها مرة واحدة أو في مرحلة واحدة عندها سيكون المشروع بأكمله معرضاً لخطر ظهور مشاكل جديدة وطارئة. فعند البدء بالعمل بالمشروع ممكن أن تقع مخاطر جديدة، أو يمكن أن يزداد احتمال وقوع خطر تم تحديده قبل البدء بالمشروع، كما يمكن أن يصبح خطر ما حقيقة عندها يتوجب على مدير المشروع الاستجابة له بالطريقة المناسبة (OLAF PASSENHEIM,2009)

طرق تحديد المخاطر:

تساعد هذه التقنيات والأدوات مدير المشروع لتجميع المعلومات المختلفة، تحليلها وتعريف المخاطر وفرصها بالتأثير على المشروع من موازنة، كلفة، إطار استخدام المشروع. عندها يصبح اسم هذه المعلومات "تقرير المخاطر" والتي هي المخرجات الأساسية من خطوة تعريف المخاطر.

تتطلب خطة تعريف المخاطر بأن تكون كل الجهات المعنية بالموضوع تملك فهماً كاملاً للمشروع. عندها فقط يمكن أن تكون قادراً على اعتبار المشروع من وجهات نظر مختلفة وتحديد المخاطر.

من خلال خطوة التقنيات والأدوات يتم البدء من مراجعة التقارير لتحليل المعلومات والتي هي موجودة في استمارة مكتوبة.

تبدأ المراجعة عادة بملفات مشاريع سابقة وهذه التقنية هي محاولة للحصول على إجابة على السؤال: "هل المشروع سينجز حقاً حسب الموازنة والجدولة وإطار استخدامه المحدد؟"

ويمكن تجميع العديد من المعلومات في عدة طرق نستطيع استخدامها في تحديد مخاطر المشروع والطرق الأكثر استخداماً هي التالية:

1- العصف الذهني:

تعد طريقة العصف الذهني طريقة عامة لجمع المعلومات، وهي من أكثر الطرق المعروفة والمستخدمة في تحديد المخاطر، وتعد تقنية خلاقية تساعد في تحديد المخاطر والحلول الممكنة لها. وفي جلسة العصف الذهني يجتمع أعضاء الفريق والخبراء المعنيين بالموضوع ويقومون بتوليد الأفكار وذلك من أجل تحديد مصادر المخاطر والنتائج المترتبة في حال حدوثها.

يجب أن تكون جلسة العصف الذهني دون نقد للأفكار ودون مقاطعات، ويمكن أن تبني أفكار على أفكار أخرى، أو تلهم أفكار الآخرين البعض في تحديد مخاطر إضافية، كما أننا بحاجة من أجل نجاح هذه الجلسة لوجود أشخاص ذوي خبرة وأقدمية في العمل بالمشاريع الهندسية، حيث يتم الوصول في نهاية الجلسة لقائمة شاملة بالمخاطر الممكنة الحدوث، يكون فيها كل خطر محدد ومصنف وموصوف بدقة. (OLAF PASSENHEIM,2009)

(د. نايجل ج. سميث، 2007م).

وحيث يقوم فريق المشروع مع خبراء بوضع جدول لتحديد المخاطر المحتملة ويمكن أن يستعان بهيكل تجزئة المخاطر كإطار ثم بعد ذلك يتم وضع قائمة مصنفة فيها المخاطر في فئات حسب نوعها. (PMBOK,2004) & (OLAF PASSENHEIM,2009) & Isaac.I,1995-

2- بنية تقسيم الخطر Risk Breakdown Structure RBS :

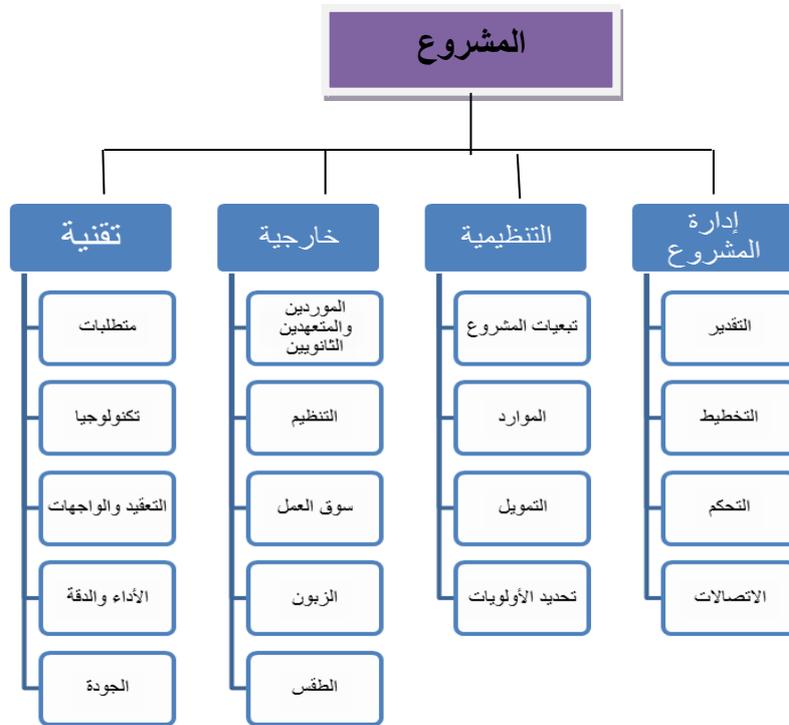
يجتمع فريق إدارة المخاطر المؤلف من الأعضاء الأساسيين وجهات معنية أخرى وحيث يستخدم الفريق العصف الذهني والتقنيات الأخرى لتعريف المخاطر وتحديد أكبر عدد ممكن من المخاطر المحتملة وتستخدم بعض المؤسسات بنية تقسيم العمل WBS Work Breakdown Structure لتساعد فريق الإدارة في تحديد وتحليل المخاطر. حيث يجتمع الفريق خلال مرحلة التصميم من مراحل المشروع، ويتم تشجيع الشركاء على توليد أكبر قدر ممكن من المخاطر المحتملة. وفي مرحلة أخرى يكون لدى الشركاء فرصة في تحليل وفلتره المخاطر غير المنطقية. Clifford F. Gray. Erik W. Larson 2008

بنية تقسيم الخطر RBSs ومقاطعها مع WBS بنية تقسيم العمل

بنية تقسيم الخطر: تظهر وصف منظم ومرتب لأي من مخاطر المشروع المعروفة مرتبة بعدد من المستويات ومواصفاتها في الفروع الشاقولية. نحصل منها عادة على المخاطر وأسبابها المحتملة. (OLAF PASSENHEIM, 2009)

تستخدم المؤسسات بنية تقسيم الخطر (RBSs) كي تساعد فريق الإدارة على تحديد وتحليل المخاطر وذلك بمقاطعها مع WBS

يوضح الشكل (3-3) بنية تقسيم الخطر حيث يتم التركيز في البداية على المخاطر التي من الممكن أن تؤثر على كامل المشروع. Clifford F. Gray. Erik W. Larson 2008



الشكل (3-3) بنية تقسيم المخاطر

وبعد تحديد المخاطر الرئيسية من بنية تقسيم الخطر يتم تقاطعها مع بنية تقسيم العمل WBS، وهذا يؤدي للحد من حصول المخاطر الممكنة الحدوث والتي يمكن أن يتم إغفالها.

3- قائمة التحقق checklist:

حيث يوجد قائمة بأسئلة معدة مسبقاً عن مخاطر مستنتجة من مشاريع سابقة، تساعد هذه القائمة في تحديد مخاطر المشاريع الجديدة، حيث يكون من المفيد الاحتفاظ بالمعلومات عن مشاريع سابقة من مخاطر، تطوير، إخفاقات، تجارب بأرشفة الكتروني مثلاً، حيث يتم في بداية المشروع مراجعة هذه الوثائق التي تقودنا لأفكار تحسن المشروع. (OLAF PASSENHEIM,2009)

ويمكن تحديد المخاطر أيضاً بوضع قائمة من الأسئلة مطورة من مشاريع مشابهة سابقة مثال شكل 1-3 (Clifford F. Gray. Erik W. Larson 2008)

المتطلبات التقنية هل المتطلبات ثابتة أو مستقرة؟	الجودة هل تم استخدام اعتبارات الجودة في صلب التصميم؟
التصميم هل يعتمد التصميم على فرضيات تفاؤلية أو غير واقعية؟	الإدارة هل يعرف الأشخاص من لديه السلطة والصلاحيه وعلى ماذا؟
الاختبار هل اختبار المعدات هو ممكن عند الحاجة؟	بيئة العمل هل يعمل الأشخاص بشكل تعاوني عبر حدود وظيفية؟
التطوير هل عملية التطوير مدعومة بمجموعة ملائمة من الإجراءات، الطرق، والأدوات؟	التوظيف هل يوجد نقص بالعمال، أو يوجد عمال ليس لديهم خبرة؟
الجدولة هل تعتمد الجدولة على إتمام مشاريع أخرى؟	الزبون هل يعلم الزبون كم من الوقت سيستغرق المشروع ليتم إنجازه؟
الموازنة هل تقديرات الكلف هي جديرة بالثقة؟	المقاولون هل يوجد أي غموض في تعريف مهام المقاول؟

جدول (1-3) قائمة أسئلة تساعد في تحديد المخاطر

4- التحليل (swot analysis) نقاط القوة والضعف والفرص والتهديدات (Strength-Weakness-Opportunity-thread)

يعتبر تحليل سوات من الطرق المستخدمة في تحديد المخاطر الممكن حدوثها في المشروع. حيث قام Albert Humpbrey في الستينات والسبعينات بتطبيق أبحاثه في جامعة Stanford مستخدماً بيانات تم الوصول إليها من 500 نقابة عامة، ثم قام بتطوير طريقة التحليل هذه. حيث يستخدم تحليل سوات كقاعدة للعصف الذهني حيث يتم تحديد أولاً نقاط القوة والفرص بعدها تبدأ الأفكار بالورود للذهن حول نقاط الضعف والتهديدات للمشروع. ويمكن استخدام هذه الطريقة في الشركات وأقسامها المختلفة. وهي طريقة سهلة وبسيطة ولا تكلف كثيراً وتساعد في توليد أفكار جديدة، لكنها تحتاج لوقت. (OLAF PASSENHEIM,2009)

5- تقنية دلفي:

هي طريقة هدفها الوصول إلى إجماع بين الخبراء، ويشارك في هذه الطريقة خبراء في المخاطر التي تؤثر على نجاح المشروع لكن دون أن يتم الكشف عن هوياتهم. حيث يوزع استبيان على هؤلاء الخبراء بغية الحصول على أهم المخاطر التي تؤثر على المشروع، ومن ثم يتم تلخيص إجابات الاستبيان ويعاد توزيعها على الخبراء للإدلاء برأيهم وتعليقاتهم عليها. وقد يتم الوصول لإجماع على إجابات معينة وذلك بعد عدد قليل من الدورات في هذه العملية. (م. صخر محمد الشرع 2010)

كما تساعد تقنية دلفي في تقليل الانحياز لإجابات معينة، وتحول دون أن يكون لشخص واحد تأثير مفرط على النتيجة. (PMBOK,2004)

6- عقد المقابلات:

إن عقد المقابلات مع الخبراء والمعنيين أو أصحاب الملكية في المشروع من أهم مصادر تحديد المخاطر في المشروع. يوجد قاعدة عامة: بأن المجموعات تتخذ قرارات أفضل من الأفراد. م. صخر محمد الشرع 2010

حيث يتم عقد مقابلات مع موظفي المشروع من كل تخصص وممن لديهم خبرات من مشاريع سابقة مشابهة للاستفادة من تجاربهم وخبراتهم في تحديد المخاطر التي تهدد نجاح المشروع. حيث بمشاركة هذه الأطراف في عملية تحديد المخاطر يعطيهم شعور أكثر بالانتماء أو المسؤولية تجاه هذه العملية، وبالتالي قبول من جهتهم أكبر تجاه التدابير الممكن أن تتخذ للحد من تأثير أو تقليل المخاطر المحتملة الحدوث. د. نايجل ج. سميث، د. توني ميرنا، د. بول جويلنق 2007

هدف مرحلة تحديد المخاطر:

الهدف من تحديد المخاطر هوفي تمييز المخاطر التي من الممكن أن تؤثر بشكل سلبي على نجاح المشروع وعائداته. (7) Juite Wang, Willie Lin and Yu-Hsiang Huang 2010
تصنع القرارات الهامة في وقت مبكر من حياة المشروع، ولأجل ذلك فإن التقدير الواقعي لكل من مدة وكلفة المشروع هوخطوة مطلوبة في وقت مبكر من حياة المشروع.
بالتالي يجب تحديد المخاطر الممكنة الحدوث والتي تؤثر على تقديرات الزمن والكلفة للمشروع، بوقت مبكر من دورة حياة المشروع.

كما أن تحديد المخاطر وتسميتها بوقت مبكر، تساعد فريق إدارة المشروع على اتخاذ السياسات والاستراتيجيات المناسبة للتحكم بالمخاطر ومعالجتها، ونذكر على سبيل المثال اختيار الاستراتيجية المناسبة لنوع العقد. Perry.J.G,1986

3-3-2 تقدير المخاطر:

المرحلة الثانية من مراحل إدارة المخاطر هي تقدير المخاطر، حيث أن هذه الدراسة تركز على المرحتين الأوليتين من مراحل إدارة المخاطر.

سنحصل من الخطوة السابقة (تحديد المخاطر) على قائمة من المخاطر المحتملة، لكن ليست كلها ذات أهمية فبعضها بسيطة ويمكن إهمالها، والبعض الآخر يؤدي لتهديد حقيقي لمسار تنفيذ المشروع. ومنه يتوجب على المدراء تطوير طرق من أجل التمييز في قائمة المخاطر واستبعاد المخاطر الإضافية وغير الهامة، وترتيب وتصنيف المخاطر الهامة في مستويات حسب أهميتها.

يغطي تحليل المخاطر تقييم كامل ومستمر للمخاطر التي سبق تحديدها. والهدف منها هوفي التحري عن العلاقات المتبادلة الممكنة بين المخاطر، كما تمكّن فريق الإدارة بالمشروع من تحديد أولوية الاستجابة للمخاطر. يجب أن يلاقي تقييم المخاطر الاحتياجات التالية:

1. الموضوعية: يجب أخذ مرجعية السوق المحدد بعين الاعتبار من أجل أخذ الموضوعية المستطاعة أو الممكنة بعين الاعتبار. غالباً يكون من الضروري تقييم الموضوع من أجل المخاطر الداخلية.
2. إمكانية المقارنة: تقييم المخاطر يجب أن يقود لنتائج يمكن المقارنة بها لذلك يجب على المؤسسة أن تستخدم الطرق والبيانات المماثلة والنموذجية لتساعدها على تقييم المخاطر للمشروع المحدد.
3. تحديد الكمية: بالتحديد الكمي تصبح المؤسسة قادرة على اكتشاف الانحراف عن الأهداف المنشودة.

4. اعتبار الاتكال المتبادل للمخاطر: ويعد هذا الجزء هو الأصعب في عملية تقدير المخاطر، حيث يمكن أن ينشأ تأثيرات مثل (الضرر) والاتكالية، وعدم إدراك الربط بين المخاطر وتأثيرها على قسم معين أو الشركة ككل هو خطر كبير. ولهذا السبب يجب أن يدرك فريق المشروع ما هو الخطر وما الرد المناسب وهذا لا يعني الفريق لوحده فقط بل من أجل كل الشركة ككل فما هو جيد لأحد الأقسام ممكن أن يعني مشكلة حقيقية لقسم آخر. Clifford F. Gray. Erik W. Larson. 2008

ويجب ألا ننسى أن تقدير المخاطر لا ينتج عنه قرارات صحيحة بشكل أوتوماتيكي، لكنه يساعد الخبراء على اتخاذ قرارات أفضل. Isaac.I,1995

تقنيات تحليل وتقييم المخاطر:

يوجد نوعين من التقنيات المستخدمة في تحليل وتقييم المخاطر التقنية الأولى هي التحليل النوعي ثم بعدها التحليل الكمي للمخاطر.

التحليل النوعي للمخاطر:

يتضمن التحليل النوعي للمخاطر تقدير تأثير هذه المخاطر في حال حدوثها، وتحديد احتمال وقوعها، ومن ثم ترتيبها حسب أهميتها ليتم في المرحلة التالية تحليلها كميًا. حيث يتم التركيز على المخاطر ذات الأولوية الأكبر ليتم الاستجابة لها وفق الطريقة الأنسب.

كما ينبغي مراجعة التحليل النوعي للمخاطر أثناء دورة حياة المشروع، ليظل مواكباً للتغيرات التي قد تحدث خلال دورة حياة المشروع. (الشرع، 2010)

أدوات وأساليب تقنية للتحليل النوعي للمخاطر:

- مصفوفة الاحتمال والتأثير
- نظرية المنطق الضبابي
- سجل المخاطر
- بيانات تاريخية

التحليل الكمي للمخاطر:

تقوم عملية التحليل الكمي للمخاطر بتحليل أثر أحداث المخاطر وتحديد تقدير رقمي لها، حيث تؤمن طريقة تعتمد قيم كمية تساعد على اتخاذ القرارات في حالة عدم التأكد، ويتم تطبيق التحليل الكمي على المخاطر التي تم وضع الأولويات لها في عملية التحليل النوعي والتي لها إمكانية تأثير كبير على المشروع. Clifford F. Gray. Erik W. Larson. 2008 & (الشرع، 2010)

الأساليب التقنية المستخدمة في التحليل الكمي للمخاطر:

صنف (م. صخر) Clifford F. Gray, Erik W. Larson. 2008 & PMBOK 2004. التقنيات الكمية إلى:

- عقد المقابلات.
- تحليل شجرات القرار
- محاكاة مونت كارلو
- تحليل الحساسية
- تحليل القيمة النقدية المتوقعة
- مخطط السبب والنتيجة
- مخطط التأثير
- نظرية الألعاب
- تحليل شجرة الخطأ وشجرة الحدث
- طريقة AHP

وضع Han and Diekmann (2001) مبدأ أن منهجيات التحليل القائمة على البديهية في الطرق السابقة الذكر، أو الإحساس الداخلي هي طرق غير مناسبة لحل المشاكل المعقدة. كما أشار أيضاً إلى أن المنهج الإحصائي يتطلب جهود هائلة وعظيمة في إحصاء البيانات، كما أن شجرات القرار فيها تعقيد في النموذج للمتغيرات المترابطة، كما أن المحاكاة تحتاج لنموذج رياضي وتابع كثافة احتمالي يحتاج لأن يكون معرفاً من أجل جميع المتغيرات. أما بالنسبة للشبكات العصبونية فهي حساسة كثيراً لمجموعة البيانات، ومخطط التأثير يتطلب تمثيل مفصل للعلاقات. (21) Lee.E et al., 2009

سنستعرض فيما يلي بعض تقنيات تحليل المخاطر بشيء من التفصيل:

طرق تقدير (تحليل) المخاطر:

1- طريقة تحليل السيناريو Scenario Analysis:

تحليل السيناريو هو أكثر تقنية بسيطة وشائعة لتحليل المخاطر.

حيث يتم تحليل كل خطر حسب:

1. إمكانية الحدوث.

2. تأثير هذا الحدث.

ويتم تقييم الخطر بالحالة العامة حسب احتمال حدوثه وتأثير نتائجه إن حدث. إن جودة ومصداقية عملية تحليل المخاطر تتطلب مستويات مختلفة من احتمالات حدوث المخاطر والتأثيرات في حال حدوثها.

مثال: بقياس نسبي بسيط يتراوح بين "بعيد الاحتمال جداً" و"تقريباً أكيد" ممكن أن يفى بالغرض لمشروع واحد، بينما مشروع آخر يمكن أن يحتاج لاحتمالات رقمية أكثر دقة مثل (0.1، 0.3، 0.5.... إلخ).

مقياس التأثير يمكن أن يكون له صعوبة أكبر حيث أن المخاطر المراد معالجتها تؤثر على أهداف المشروع بشكل مختلف. مثال: فشل عنصر أساسي ممكن أن يسبب تأخير بسيط في جدولة المشروع ولكن زيادة كبرى في كلفة المشروع.

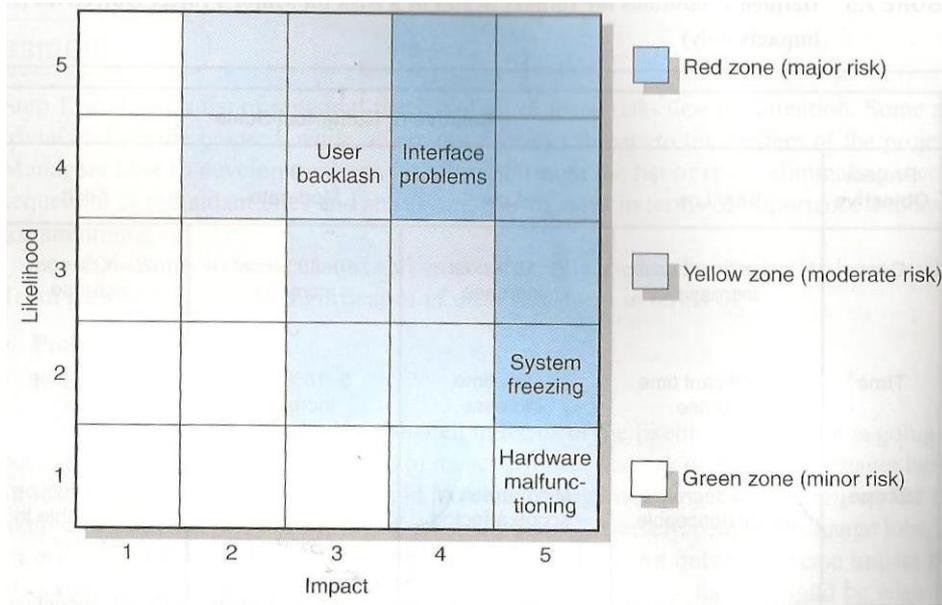
فإذا كان التحكم بالكلفة له أولوية عالية عندها التأثير سيكون كبيراً ومن جهة أخرى إذا كان للوقت أهمية حرجة أكثر من الكلفة عندها سيكون التأثير منخفضاً.

ولأننا في آخر المطاف نحتاج لوجود تقدير لتأثير الخطر وذلك حسب أولويات المشروع، فإننا نستخدم مقاييس للتأثير متعددة الأنواع. بعض المقاييس تستخدم: "منخفض، متوسط، عالي، عالي جداً" بينما بعضهما الآخر يستخدم أوزان رقمية مثل (1.15). بعضها يركّز على المشروع ككل بينما بعضها الآخر يركّز على أهداف محددة بالمشروع.

لتقييم المخاطر بدقة وبالشكل الأنسب، يجب أن يتم تحديد هذه المخاطر أولاً ضمن مستويات تستخدم من أجل تقييم المخاطر. مثال: يمكن أن تتراوح بين 1-5 لتغطي التأثير أو الاحتمال وإذا احتجنا لتفصيل أكثر ممكن أن يكون المجال من 1-20، وإذا أردناه أكثر دقة يجب أن يكون هناك دقة تصنيف أكثر ممكن وصفها بجمل مكتوبة، كما يمكن التعبير عن مستويات التقييم بنسب مئوية. وبالإضافة لتقدير الحالة الأكثر احتمالاً يجب أن نحدد أيضاً الحالة الأسوأ والحالة الأفضل. Clifford F. Gray. Erik W. Larson 2008

2- مصفوفة الاحتمال والتأثير:

بعض المؤسسات ترى أنه من المفيد تصنيف المخاطر المختلفة في مصفوفة تقدير الخطر. هذه المصفوفة مشكلة من التأثير واحتمال حدوث الخطر كما في الشكل (3-2)



الشكل (2-3) مصفوفة الاحتمال-التأثير

هذه المصفوفة مقسمة لمناطق حمراء وصفراء وخضراء تمثل المخاطر الكبيرة والمتوسطة والقليلة المنطقة الحمراء متمركز بالزاوية اليمنى العليا من المصفوفة (تأثير عالي، احتمال كبير) بينما المنطقة الخضراء متمركزة بالزاوية اليسرى السفلية من المصفوفة وتمثل (تأثير منخفض، احتمال منخفض). الخطر المتوسط، المنطقة الصفراء وهي تمتد في منتصف المصفوفة.

يتم اعتبار التأثير عادة ذو أهمية أكبر من الاحتمال (10% فرصة الاحتمال خسارة 1000000 عادة يعتبر خطراً أكثر أهمية من 90% احتمال خسارة 1000). تساعد هذه المصفوفة في تحديد أولويات المخاطر، فالمخاطر التي بالمنطقة الحمراء لها الأولوية الكبرى تليها الصفراء ثم الخضراء والتي يتم تجاهلها إن لم تتغير خلال دورة حياة المشروع.

تبسط العلاقة التالية قيمة الخطر:

$$\text{Impact} \times \text{probability} \times \text{Detection} = \text{Risk Value}$$

قيمة الخطر = الاحتمال * التأثير * سهولة اكتشاف الخطر

تأخذ كل من هذه العوامل الثلاثة قيمها حسب مقياس النقط الخمس.

Impact: تأثير الخطر في حال وقوعه

Probability: احتمال حدوث الخطر

Detection: إمكانية فريق المشروع على إدراك أن الخطر وشيك وأقرب حدوث.

إمكانية اكتشاف الخطر الذي يهدد المشروع ضمن المقياس من 1- 5 يعني مثلاً: (1) يعني سهل الاكتشاف، "5" يعني أن الاكتشاف في وقت متأخر جداً.

وضمن هذا المثال يجب أن يكون لكل حد من المعادلة قيمة من 1 إلى 5. ونتائج المعادلة ستكون ضمن النطاق من 1- 125. "1" يعني أن الخطر له احتمال ضئيل، والتأثير له مستوى 1 وسهل الاكتشاف. "125" تعني أن الفريق يجب أن يعالج التأثير العالي للخطر والذي احتمالاه عالي وتقريباً مستحيل الاكتشاف. يعني يجب إدراك هل يؤخذ المشروع أم لا إن لم نستطع نقل الخطر أوقبوله.

بمساعدة هذه المصفوفة يرتب مدير المشروع أولويات المخاطر وبالتالي يعرف ما هي المخاطر الواجب عنونها أولاً وبدقة. التنسيق والترتيب يساعد أيضاً في تبني الموارد المعطاة بعقلانية والتي هي مهمة جداً ككل الموارد في إدارة المشاريع مثل المواد، موارد مالية، موارد بشرية، والزمن المحدود. Clifford F. Gray. Erik W. Larson 2008

يبين الشكل (8-11) مثال عن مصفوفة الاحتمال - التأثير حيث تم وضع المخاطر في المصفوفة بعد تقييم احتمالات حدوثها وتأثيرها وذلك بشكل رقمي ونستطيع وضعها بشكل وصفي. PMBOK 2004

مصفوفة الاحتمالات والتأثير										
الفرص					التحديات					الاحتمالات
0.05	0.09	0.18	0.36	0.72	0.72	0.36	0.18	0.09	0.05	0.90
0.04	0.07	0.14	0.28	0.56	0.56	0.28	0.14	0.07	0.04	0.70
0.03	0.05	0.10	0.20	0.40	0.40	0.20	0.10	0.05	0.03	0.50
0.02	0.03	0.06	0.12	0.24	0.24	0.12	0.06	0.03	0.02	0.30
0.01	0.01	0.02	0.04	0.08	0.08	0.04	0.02	0.01	0.01	0.10
0.05	0.10	0.20	0.40	0.80	0.80	0.40	0.20	0.10	0.05	

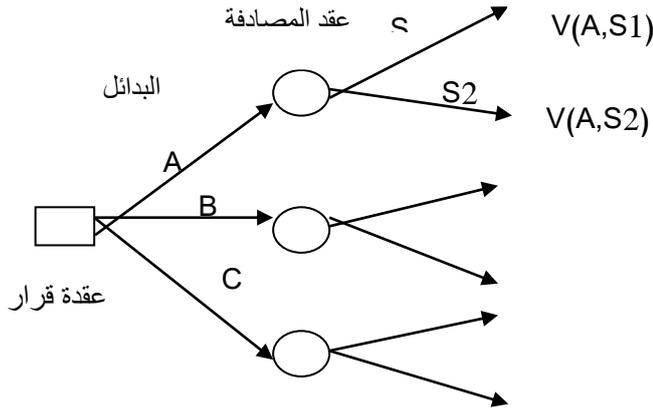
التأثير (میزان النسبة) على هدف ما (مثل التكلفة أو الوقت أو النطاق أو الجودة).

ويتم تقدير كل مخاطرة على أساس احتمالات حدوثها وتأثيرها على هدف ما في حالة حدوثها. والحدود الفاصلة للمنظمة فيما يتعلق بالمخاطر المنخفضة أو المتوسطة أو المرتفعة موضحة في المصفوفة وهي تقرر إذا ما كانت نتيجة المخاطرة مرتفعة أم متوسطة أم منخفضة بالنسبة لذلك الهدف.

الشكل (3-4) مثال عن مصفوفة الاحتمال-التأثير PMBOK 2004

3 - شجرة القرار:

ينصح باستخدام شجرة القرار في حال اتخاذ القرارات المعقدة والتي تؤخذ على مراحل زمنية متتابعة.



الشكل (5-3) شجرة القرار

- تتألف شجرة القرار من شبكة من العقد (nodes) والفروع (branches). حيث يوجد نوعين من العقد:
- 1- عقد القرار (Decision nodes) حيث ترتبط عقد القرار مع البدائل، وتوجد عقدة قرار عند كل نقطة يجب عندها اتخاذ قرار.
 - 2- عقد الفرص أو الحوادث المتوقعة (Chance node) تعبر عن الأحداث المرتبطة بكل بديل، ويوجد عند كل عقدة فرعين على الأقل.

يوضح الشكل (5-3) شكل شجرة القرار:

$S1, S2$: الحوادث المتوقعة أو احتمالات الحالات

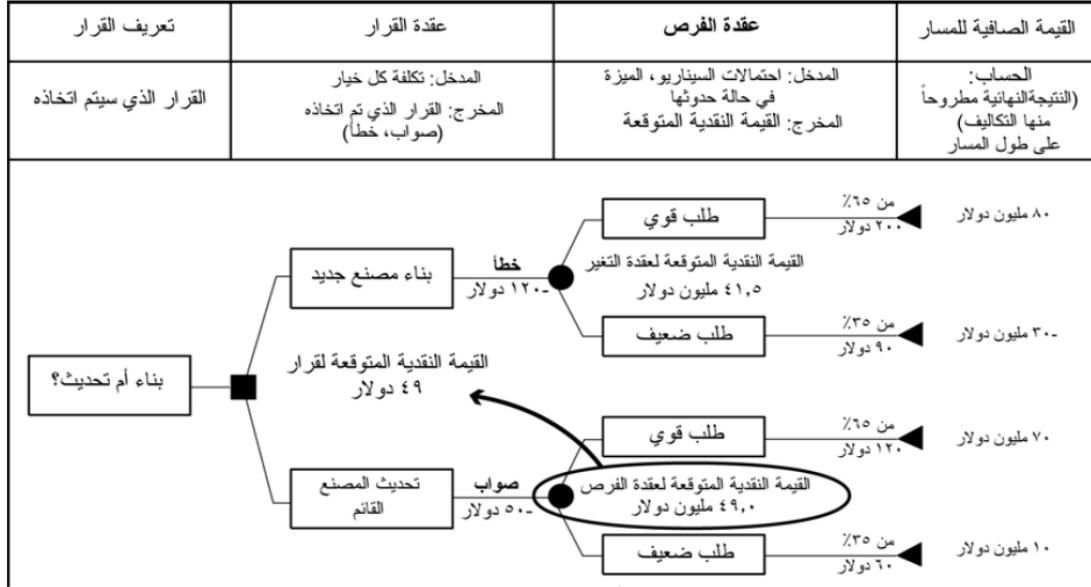
A, B, C : البدائل

$V(A, S1), V(A, S2)$: القيمة الصافية للمسار، ويتم حسابها بالنتيجة النهائية مطروحاً منها التكاليف، مثلاً $V(A, S1)$ هي قيمة الربح في حال اختيار البديل A ووقوع الحالة $S1$.

تمثل شجرة القرار التابع الزمني لاتخاذ القرار، حيث يتم في البداية اختيار البديل من قبل صاحب القرار ومن ثم الحوادث ممكنة الوقوع وأخيراً عند أطراف الأفرع توجد قيم الأرباح النهائية الموافقة لكل حالة (بديل-حادثة) أو قيم الخسائر. PMBOK 2004 & حمادة، (2011).

يبين الشكل (6-3) مثال حول استخدام شجرة القرار في اختيار بديل بين الاستراتيجيات الرأسمالية، وهو يتضمن تكاليف كل خيار متاح واحتمالات كل من السيناريوهات الممكنة ومزايا اتباع أي من هذه المسارات المنطقية، وتختار المنظمة تحديث المصنع حيث أن هذا البديل يؤمن قيمة نقدية متوقعة تبلغ

49 مليون دولار مقارنةً بالقيمة النقدية المتوقعة لخيار بناء مصنع جديد والتي تبلغ 41 ونصف مليون دولار.



الشكل (3-6) مثال عن شجرة القرار م. صخر محمد الشرع 2010 -

4- المقابلات:

يبحث تقييم احتمالات المخاطر في احتمالات حدوث كل مخاطرة من المخاطر المحددة على حدى، في حين يبحث تقييم تأثير المخاطر في الأثر المحتمل على أحد أهداف المشروع مثل الوقت أو التكلفة أو الجودة، يمكن أن يكون الأثر سلبياً يدعى تهديد أو إيجابياً يدعى بالفرصة. ويمكن تقييم احتمالات وتأثيرات المخاطر عن طريق المقابلات التي تعقد مع الخبراء نظراً لمعرفتهم بمستويات المخاطر. وأحياناً لا يتم تقدير المخاطر التي تكون احتمالات حدوثها منخفضة ولكن يتم إدراجها على القائمة لمراقبتها ومتابعتها في المستقبل. (PMBOK,2004)

يبين الشكل (3-7) مثلاً عن مقابلة من أجل تحديد تقدير الكلفة لأحد المشروعات.

مدى تقديرات تكلفة المشروع

عنصر هيكل تجزئة العمل	منخفض	محتمل جداً	مرتفع
تصميم	٤	٦	١٠
بناء	١٦	٢٠	٣٥
اختبار	١١	١٥	٢٣
المشروع الإجمالي		٤١	

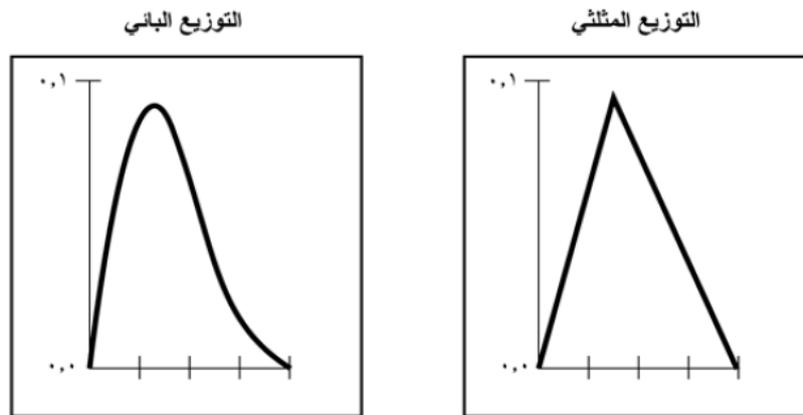
الشكل (7-3) مثال عن مقابلة (الشرع، 2010)

5- توزيعات الاحتمالات:

يمثل عدم التأكد المحيط بالقيم بتوزيعات احتمالية، حيث من الممكن تمثيل مدد أنشطة الجدول الزمني مع تكاليف مكونات المشروع، كما يمكن استخدام توزيعات منفصلة لتمثيل الأحداث غير المؤكدة، مثل نتيجة اختبار ما أو سيناريو ما محتمل في شجرة القرارات.

تستخدم غالباً التوزيعات البائية والمثلثية في التحليل الكمي للمخاطر، حيث يوضح الشكل (8-3) مثال من تلك التوزيعات محددة بوساطة اثنين من "معاملات الشكل". وتتضمن التوزيعات شائعة الاستخدام الأخرى التوزيعات المتماثلة والطبيعية واللوغاريتمية.

وفي الشكل (8-3) تمثل محاور (X) الأفقية القيم المحتملة للوقت أو الكلفة، في حين تمثل محاور (Y) الشاقولية الاحتمالات النسبية. (الشرع، 2010)



الشكل (8-3) أمثلة على توزيعات الاحتمالات شائعة الاستخدام (الشرع، 2010)

6- تحليل القيمة النقدية المتوقعة:

إن تحليل القيمة النقدية المتوقعة هو مفهوم إحصائي يهدف لحساب متوسط النتائج وذلك في ظل عدم التأكد حيث لا يمكن معرفة هل ستحدث السيناريوهات أم لا.

ويتم عادةً التعبير عن القيم النقدية المتوقعة للفرص بقيم موجبة، وعن القيم المتعلقة بالمخاطر بقيم سالبة. وتحسب القيمة النقدية المتوقعة بضرب قيمة كل من المتائج باحتمالات حدوثها ومن ثم جمعها معاً، ويتم اختيار الفعل ذو القيمة المتوقعة الأعظمية. وأحد استخدامات هذا التحليل هو في شجرات القرار. PMBOK 2004.

7- تحليل الحساسية:

يساعد تحليل الحساسية في تحديد أي من المخاطر لها أعظم تأثير محتمل على المشروع حيث تثبت كل العناصر غير المؤكدة ما عدا واحد ونفحص مدى تأثير هذا العنصر على الهدف الذي نحدده. PMBOK 2004.

ويعرّف تحليل الحساسية بأنه أسلوب ماذا يحدث لو...؟، ورياضياً يدرس كيف من الممكن أن يؤثر التغيير في التقدير أو الاحتمال على سير العمل بالمشروع، ويستخدم أسلوب تحليل الحساسية في تقييم المخاطر عندما تكون قيمة المتغيرات عرضة للتغيير والانحراف. (حمادة، 2011).

مزايا تحليل الحساسية: (حمادة، 2011).

- 1- يهدف تحليل الحساسية إلى إظهار أي من العوامل له التأثير الأكبر على نتائج المشروع، وتبين مايمكن حدوثه للنتائج إذا ماحدث انحراف عن التقديرات المتوقعة للمتغيرات والعناصر الرئيسية.
- 2- يساعد تحليل الحساسية في إعطاء الإدارة مؤشراً عن المخاطر النسبية للمخاطر المتوقعة، وتساعد الإدارة على إعداد سجل بالمخاطر وأولوياتها وبالتالي تساعد المقاول في اتخاذ القرار بالتخلي عن كامل المشروع مثلاً في حال عدم قدرته على تحمل المخاطر.
- 3- يساعد تحليل الحساسية بمعرفة أي المشروعات أكثر تأثراً بالظروف المفترضة، وبالتالي تحذر صاحب القرار في حال المشروعات التي ترتفع فيها درجة المخاطرة بصفة خاصة عن غيرها.

حدود تحليل الحساسية: (حمادة، 2011)

- 1- عندما تتشابك التغيرات فيما بينها في تحليل الحساسية عندها لا نستطيع تحديد آثار التغيرات المختلفة.
- 2- من الواضح أن تحليل الحساسية في حد ذاته لا ينجم عنه أية قواعد محددة لترتيب المشروعات والمفاضلة بينها، وإنما هو وسيلة مبسطة تتيح لنا دراسة آثار تغيرات عناصر المشروع على المتغيرات الأخرى.
- 3- تتم عملية تحليل الحساسية لكل عنصر على حدى، حيث لا تسمح طريقة تحليل الحساسية بإجراء عملية التحليل لأكثر من عنصر وفي نفس الوقت.

8- النمذجة والمحاكاة بأسلوب مونت كارلو

تعد محاكاة مونت كارلومنهجية قوية جداً، وهي طريقة تفتح أمام من يطبقها أبواباً لحل المشاكل العملية الصعبة والمعقدة ولكن بطريقة سهلة جداً، حيث أنه يمكن لأسلوب محاكاة مونت كارلو أن تخلق عدة حالات مستقبلية مصطنعة وذلك بتوليد آلاف بل مئات الآلاف من مسارات عينة النتائج وتحليل خصائص انتشارها.

ومن الناحية العملية فإن أسلوب محاكاة مونت كارلو يستخدم لتحليل المخاطر، والتحديد الكمي للمخاطر، تحليل الحساسية والتوقع. وبدل المحاكاة هو استخدام النماذج الرياضية ذات الصيغة المغلقة والعشوائية ذات التعقيد الكبير.

هذه الأيام أصبح من الممكن للحواسيب السريعة القيام بالعديد من الحسابات المعقدة والتي كانت تبدو مستعصية في السنوات الماضية. حيث أصبح من الممكن لكل من المهندسين، الإحصائيين، العلماء، المدراء، ومحلي الأعمال التجارية خلق نماذج محاكاة تحاكي الواقع وتساعد في التوقعات.

يتم استخدام واحدة منها في محاكاة الأنظمة الحقيقية وذلك بحساب العشوائية وعدم التأكد من المستقبل، وذلك بالتحقق من مئات بل ومئات الآلاف من السيناريوهات المستقبلية، عندها يتم تجميع النتائج من أجل صنع القرارات، وهذا جوهر طريقة مونتي كارلو. محاكاة مونتي كارلو في أبسط صيغة لها هي عبارة عن مولد رقم عشوائي ممكن أن يكون مفيداً في التنبؤ، التقدير، وتحليل المخاطر.

تقوم المحاكاة بحساب سيناريوهات عديدة للنموذج مراراً وتكراراً وذلك باختيار قيم من المستخدم مسبقاً التحديد user-predefined لتوزيع الاحتمال للمتغيرات غير المؤكدة واستخدام هذه القيم في النموذج. وحيث أن كل هذه السيناريوهات لها نتائج مرتبطة بالنموذج فإن لكل سيناريو هو توقع. التوقعات هي الأحداث (عادةً مع الصيغ أو التوابع) والتي تم تعريفها كمخرجات هامة للنموذج.

مثال: ممكن أن نتخيل طريقة محاكاة مونتي كارلو كالتقاط كرات غولف خارجاً من سلة كبيرة وبشكل متكرر مع الاستبدال، كما أن حجم وشكل السلة يعتمدان على الإدخال التوزيعي الافتراضي distributional input assumption (على سبيل المثال فالتوزيع الطبيعي بمتوسط قدره 100 وانحراف معياري قدره 10، هو مقابل التوزيع uniform أو التوزيع triangular)، حيث أن بعض السلال هي أعمق وأكثر توازناً من غيرها، وهذا يسمح لكرات محددة بأن يتم سحبها خارجاً بشكل متكرر أكثر من غيرها.

عدد الكرات التي تم سحبها بشكل متكرر يعتمد على عدد تجارب أو محاولات المحاكاة، ولنموذج ضخم مع العديد من الافتراضات المتعلقة به، تخيل النموذج الكبير وكأنه سلة ضخمة وحيث يوجد العديد من السلال الصغيرة، وكل سلة صغيرة لها مجموعتها الخاصة من كرات الغولف الملونة المرتدة حولها. وفي بعض الحالات ممكن لهذه السلال الصغيرة أن ترتبط ببعضها (إذا كان هناك علاقة أوترباط بين المتغيرات) وحيث تلزم كرات الغولف بالارتداد جنباً إلى جنب.

بينما في الحالات الأخرى من عدم الارتباط فإن الكرات ترتد مستقلة عن بعضها. والكرات التي يتم التقاطها في كل مرة من هذه التقاطعات داخل النموذج (السلة الكبيرة) قد تم جدولتها وتسجيلها متضمنةً نتيجة التوقع (المخرجات) لهذه المحاكاة. (45) JOHNATHAN MUN, John Wiley & Sons, Inc., 2006

3-3-3 الاستجابة للمخاطر:

تكون الاستجابة للمخاطر باختيار أحد الاستراتيجيات المناسبة لإنقاذ احتمال حدوث الخطر، أو الحد من آثاره السلبية في حال حدوثه. حيث يختار صاحب القرار عادةً نوع استجابة تعتمد على خبرته الخاصة، أو دون الأخذ بعين الاعتبار مواصفات المشروع الخاصة مثل حجمه أو تعقيد تقنياته أو الأعباء المالية الناتجة عن اختيار استراتيجية معينة.

قام (22) Fan.m et al,2008 باستخدام أمثلة وتحليلها من أجل استنتاج الاستراتيجية الأنسب للخطر المحدد وذات الكلفة الدنيا.

استنتج (19) Isaac.I,1995 أنه من الأكثر فائدة أن يتم تخصيص الوقت الكافي للاستجابة للمخاطر وذلك أكثر من القلق على نوع الاستجابة نفسها، وذلك بأخذ القرار أن الاستجابة لخطر ما ستتم قبل حدوث الخطر أم بعده، ويمكن ذلك بطريقة سهلة وبسيطة كأن يتم رسم خط أفقي عليه المخاطر وكتابة قبل فوق الخط وبعد تحته، ومن ثم يتم إجراء العصف الذهني لتوليد استجابة لكل من المخاطر المحددة والمحتملة الحدوث.

أشار عدد من الباحثين (Erik W. Larson Clifford F. Gray, 2008 ؛ (OLAF ؛ (PASSENHEIM,2009 ؛ (دليل PMBOK) 2004 ؛ (الشرع، 2010) إلى أن أهم طرق الاستجابة للمخاطر هي التالية:

1- تخفيض احتمال حدوث الخطر أو التخفيف من تأثيره إن حدث.

2- تجنب المخاطر

3- نقل المخاطر

4- المشاركة بالمخاطر

5- القبول أو الاحتفاظ بالخطر

3-3-3-1 تخفيف الخطر

يوجد استراتيجيتين للتخفيف من المخاطر وهي إما تخفيف احتمال حدوث الخطر أو التخفيف من آثاره السلبية في حال حدوثه. ويفضل عمل هذا الإجراء في مرحلة مبكرة من المشروع بحيث تكون أكثر فائدة وفعالية من محاولة إصلاح الأضرار بعد وقوعها. ويتم ذلك بإجراء المزيد من التجارب مثلاً.

يكون العمل أولاً على تخفيف احتمال حدوث الخطر حيث تخفيض التأثير قد يكون مكلفاً. يستخدم الاختبار والنمذجة الابتدائية بشكل متكرر لمنع المشاكل الممكن أن يواجهها المشروع فيما بعد. فيمكننا

اختبار المشروع على نموذج مصغر أقل خطراً وبذلك يمكن أن نكتشف أخطاء النموذج ومشاكله والفتل الممكن أن يحدث. وبمساعدة هذا النموذج يمكن تجنب المشاكل الممكن حدوثها والاحتياط لها قبل البدء بالعمل الفعلي للمشروع.

كما يمكن التخفيف مثلاً من إمكانية حدوث الخطر باختيار موارد ومعدات عالية الجودة، تحسين شروط العمل وتعليم وتدريب العاملين في المشروع. Clifford F. Gray, Erik W. Larson, 2008؛
3-3-3-2 تجنب الخطر:

حيث ينطوي هذا الإجراء على تغيير خطة إدارة المشروع للتخلص من تهديد المخاطر السلبية، ويمكننا تجنب بعض المخاطر التي تنشأ في وقت مبكر من المشروع عن طريق توضيح المتطلبات والحصول على المعلومات وتحسين الاتصالات أو اكتساب الخبرة. (PMBOK,2004)

تجنب الخطر هو تغيير خطة المشروع للقضاء على الخطر أو شروط حدوثه فبعض المخاطر وليس كلها نستطيع بالتأكيد تجنبها. الشرع 2004، Clifford F. Gray, Erik W. Larson &

يعد تجنب المخاطر طريقة صارمة كأن نغير كامل المشروع مثلاً لتجنب الخطر المحدد. كمثال على تجنب الخطر استعمال تقنية معروفة جيداً بدلاً من تقنية جديدة تجريبية. (OLAF) (PASSENHEIM,2009)

وفي النهاية ممكن ان يكون للمخاطر نتائج خطيرة عندها يتوجب إعادة تقييم المشروع أو تغيير مكانه كمشروع بديل، وقد نحتاج لإعادة التصميم أو عمل تصميم أكثر تفصيلاً أو عمل استراتيجيات لعقود بديلة أو طرق أخرى للتعاقد من أجل تجنب المخاطر. Perry.J.G,1986
3-3-3-3 نقل الخطر

نقل الخطر هو إجراء يعني تحميل المخاطرة أو نقلها لطرف آخر، وهذا لايعني بأن الخطر لم يعد موجوداً ولا نستطيع إنهائه أو تجاهله. والطرف الذي يأخذ على عاتقه المخاطرة يضمن هذا في سعره حيث يزيد من أرباحه بأخذه بالحسبان تحمله للمخاطرة.
(OLAF PASSENHEIM,2009) & الشرع، 2010 م.

وتعد طريقة نقل المخاطر هي الأكثر فعالية في التعامل مع المخاطر المالية. 2004 PMBOK

أمثلة عن أدوات نقل المخاطر:

أشار (OLAF PASSENHEIM,2009)، (الشرع، 2010) . Clifford F. & . 2004 PMBOK
2008 Gray. Erik W. Larson إلى أهم الطرق التي يمكن بواسطتها نقل الخطر لطرف آخر، نذكر منها: التأمين، سندات الأمانة، التفويض، الرهن، ضمانات حسن التنفيذ والضمائم المالية

والكفالات... إلخ ويمكن استخدام النقل للمخاطر لطرف آخر باستخدام أنواع محددة من العقود. يمكن أن يؤدي استخدام العقود من نوعية التكلفة إلى تحويل مخاطر التكلفة للمشتري في حين قد يؤدي العقد ثابت السعر إلى تحويل المخاطر إلى الزبون. 2004 PMBOK

وبالنسبة لعقود التأمين تستعمل للأحداث ذات الاحتمال القليل أو التأثير العالي ولكنها بشكل عام ليست نهجاً صحيحاً في المشاريع الهندسية ويمكن استخدامها في حالات يمكن تعريفها بشكل سهل مثل الزلازل أو الفيضانات مثلاً، ولكن بالنسبة للمخاطر اليومية فلا نستطيع تعريفها ووصفها تماماً بشكلٍ كافٍ وتأمينها مكلف جداً (OLAF PASSENHEIM,2009)، (الشرع، 2010). Clifford F. Gray. 2008 Erik W. Larson

عقود الكلفة الثابتة هي مثال تقليدي، وشائع عن نقل المخاطرة من المالك إلى المتعهد. وعادةً غالٍ ومكلف بعض الشيء. 2008 Clifford F. Gray. Erik W. Larson

الطرق الأربعة الأكثر شيوعاً لنقل المخاطر في مشاريع التشييد والعقود هي:

- من الزبون للمتعهد أوالمصمم.
- من المتعهد للمتعهد الثانوي.
- الزبون، المتعهد، المتعهد الثانوي أوالمصمم إلى المؤمن.
- المتعهد، أوالمتعهد الثانوي للكفيل.

من المتوقع أن يدفع الزبون فرق قيمة (قسط تأمين) من أجل هذه الخطوة.

Perry.J.G,1986

3-3-4 المشاركة بالخطر

يتم تخصيص الملكية لطرف ثالث هوالأكثر قدرةً على استغلال الفرص لمصلحة المشروع وذلك للمخاطر الإيجابية، ويمكن تأسيس شركات لهذا الغرض تحت هدف صريح هو إدارة الفرص.
(PMBOK) 2004

وحيث يتم تقاسم الخطر من قبل أطراف مختلفة مشاركة بالمشروع ذاته. وكمثال حول المشاركة بالخطر في المشاريع الكبيرة والعالمية يمكن استخدام عقود BOOT (Build – Own- Operate- Transfer)

2008 Clifford F. Gray. Erik W. Larson

حيث تقوم الشركة ببناء المخططات ومن ثم تصبح هذه الشركة هي المالكة للمشروع بعدها تكون مرحلة التشغيل وفي حال نجاح الخطوات السابقة كلها تنتقل عنها فقط الملكية للزبون.

من الممكن تكوين مشروعات ذات طابع خاص أومشروعات مشتركة، حيث يمكن تحسين وتطوير العمل بجمع أفكار المتعهدين الثانويين مع أفكار الشركة الأم والوصول لمستوى عالٍ من العمل الجماعي، والذي لن يتحقق إلا بالعمل معاً وجنباً إلى جنب حيث يأخذ كلا الطرفين المخاطر على عاتقه، وتأتي الفائدة من الأفكار الجديدة والتي يمكن أن تكون متساوية في هذه المرحلة. (OLAF PASSENHEIM,2009)

3-3-5 القبول أو الاحتفاظ بالخطر

يتم في بعض الحالات أخذ قرار متعمد بقبول الخطر المتوقع حدوثه. حيث يقبل المالك بالخطر بافتراض فرصة أو احتمال حدوث هذا الخطر هي ضئيلة، وكمثال عن هذا النوع من المخاطر التي يتم قبولها هو مخاطر الفيضانات أو الزلازل مثلاً وهي مخاطر ذات تأثير كبير على المشروع وبنفس الوقت

لايمكن إنقاص تأثيرها أو نقلها مثلاً. 2008 Clifford F. Gray. Erik W. Larson

يبدو هذا القرار ألا وهو الاحتفاظ بالخطر للوهلة الأولى غريباً بعض الشيء، لكن بوقوع الحال يوجد العديد من الحالات يكون فيها الاحتفاظ بالخطر هو أسهل طريقة لمعالجته، واحتمال وقوع هذه الأحداث هي إمكانية قليلة جداً عندها ممكن القبول بالخطر. وفي أغلب الأحوال فإن تأثير الخطر قليل جداً والأسهل أن نواجهه بمساعدة مالية ونبقي العمل بالمشروع على ما هو عليه. (OLAF (PASSENHEIM,2009

يعتقد Williams and Heims أن الاحتفاظ بالخطر يصبح الخيار الوحيد عندما لا نستطيع منع الخطر أو عندما يكون نقله مستحيلاً، كما أن تجنب الخطر غير مرغوب به، والخسارة المالية الممكنة صغيرة، واحتمال الحدوث تقريباً مهملاً. Carr.V,Tah.J.H.M,2001-3-3-6 الاستغلال والتعزيز

يوجد استراتيجيات لاستغلال المخاطر في حال كانت تؤدي لنتائج إيجابية أو فرص ومنها:
أ- الاستغلال: تستخدم هذه الاستراتيجية للمخاطر التي لها تأثيرات إيجابية حيث ترغب المنظمة في التأكد من تحقيق الفرصة حيث تسمح للفرصة بأن تحدث.
ب- التعزيز: حيث يتم زيادة احتمال أي تأثير للمخاطر الإيجابية. (الشرع، 2010)

3-3-4 التحكم بالمخاطر

التحكم بالمخاطر هي آخر خطوة في عملية إدارة المخاطر، وهي مرحلة هامة جداً لكنها لا تمثل نهاية دورة إدارة المخاطر، فلا يجب أن ننسى أن كل عمليات إدارة المخاطر هي عمليات مستمرة طوال دورة حياة المشروع.

ينبغي متابعة عمل المشروع بصورة متواصلة بحثاً عن مخاطر جديدة أو متغيرة، والتحكم بالمخاطر يشمل تحديد المخاطر الممكن أن تظهر خلال المشروع وتحليلها، وأيضاً يتم تتبع المخاطر المحددة والواجب مراقبتها حيث ممكن أن يظهر خلال المشروع تغيرات في (نطاق استخدام المشروع) أوفي الموازنة أو في الجدولة...الخ، كما ينبغي متابعة المخاطر المتبقية مع إعادة تحليل المخاطر القائمة ومراجعة خطط الاستجابة للمخاطر وتقييم فاعليتها بنفس الوقت. حيث تم تعيين بعض أنواع استراتيجيات معالجة المخاطر، وتتضمن هذه الخطوة تنفيذ استراتيجيات الاستجابة للمخاطر، والمباشرة بخطط الطوارئ أو الخطط الاحتياطية، بالتالي يتوجب على مدير المشروع التعامل مع هذه المتغيرات، ومراقبة كل المخاطر الممكنة الحدوث خلال تقدم المشروع، كي يتم اعتماد العمل الفعال في حال حدوث الخطر كما أن تقدير المخاطر وتحديثها يجب أن يكون جزءاً أساسياً من كل اجتماع ونظام متابعة للتقارير وتقدمها. Carr.V,Tah.J.H.M,2001 & (OLAF PASSENHEIM,2009)

واجبات فريق المشروع في هذه المرحلة:

يجب أن يكون فريق المشروع متنبهاً للمخاطر الجديدة أو غير المتوقعة، وعليه أن يعي بأن كل المخاطر التي تم التنبؤ بها سابقاً ممكن أن تحدث فعلاً.

لكن لا يمكن لأعضاء الفريق أن يجدوا مخاطر جديدة كما يمكن أن يميل أعضاء الفريق لكم معلومات قد تكون هامة أو خطيرة وذلك في الحالات التالية:

أ- إذا كان نظام العمل لايسمح بالتحدث عن الأخطاء، ويعتبر أن هذا يعكس إنجازهم السيء.
ب- إذا كان فريق المشروع واقعاً تحت ضغط زمني كبير من الإدارة العليا لإنهاء المشروع خلال فترة زمنية محددة.

ج- إذا كانت ثقافة أوسياسة المنظمة السائدة هي المحاسبة على الأخطاء بصرامة، وإذا تم الترحيب بخشونة بالأخبار السيئة ولم يتم تقبلها.

د- إذا لم تكن المسؤوليات واضحة بشكل جيد، حيث أن تحديد المسؤولية لكل خطر معرّف على عاتق من سيكون وبموافقة جميع الجهات المعنية هو أمر هام وأحد مفاتيح النجاح لكن يصبح هذا الأمر صعباً في حال كانت المسؤولية مشتركة، حيث يمرر كل طرف المسؤولية لغيره بقوله (هذا ليس عملي) وعندها لن يشعر أي شخص بالمسؤولية تجاه المخاطر.

لذلك يجب على مدير المشروع تأمين بيئة يشعر فيها الشركاء بالراحة ويبدون اهتماماً أكبر واعترافاً بأخطائهم، تتيح لفريق المشروع التحدث عن أخطائه بحرية، وتشجيعهم على معرفة مخاطر جديدة، لأن تأجيل المشاكل أو تخبئة المخاطر لا يسهم بالنجاح المستقبلي للشركة إذاً يجب تشجيع أعضاء الفريق لتعريف المشاكل والمخاطر الجديدة، بحيث يتم تبني المشاكل وليس تأجيلها. ويجب أن يكون المبدأ أو القاعدة: الأخطاء مقبولة بينما إخفاء الأخطاء هو أمر غير مقبول أبداً.

يلعب التدقيق الرسمي للحسابات التجارية جزءاً هاماً من التحكم بالاستجابة للمخاطر، وبمساعدة هذا التدقيق ممكن فحص النتائج إذا كانت متطابقة مع المتطلبات المخططة، وفحص العمل المنجز هل تم إنجازه بشكل اقتصادي أم لا، واكتشاف المخاطر ونقاط الضعف في منظومة المشروع، كما تحقق فائدة كبيرة في مقدرتها على اختبار جودة الأمور ومسار العمل، لكنها تحتاج لوقت لتدريب الموظفين.

جزء آخر كبير من عملية التحكم بالمخاطر هو إنشاء نظام إداري متغير أو متبدل. فإنه لشيئ مألوف بأن المشروع لن ينجز بالخطة الأصلية له. فيوجد العديد من المصادر والأسباب من المتغيرات والتي من الممكن أن تؤثر على مسار تنفيذ المشروع.

تصنيف متغيرات مسار المشروع:

يمكن تصنيف متغيرات المشروع في أحد التصنيفات التالية:

1- تغير في نطاق المشروع: مثال أن يريد الزبون ميزة إضافية للمشروع أو تغيير في التصميم والتي تؤدي لتغير كبير.

2- تطبيق الخطط الاحتياطية: في هذه الحالة يكون الخطر قد وقع فعلاً، عندها يجب أخذ الخطط الاحتياطية بعين الاعتبار، وتحتاج هذه العمليات لموارد وكلفة وجدولة وهي تمثل تغير بالخط الأساسي للمشروع.

3- تغيرات تحسينية من قبل أعضاء فريق المشروع: مثال تغير في الدعم.

كل التغيرات تمثل تحديات كبيرة لمدير المشروع وفريق المشروع بأكمله. وغالباً لا يمكننا تجنب المتغيرات في المشروع، لذلك يتطلب تعريف جيد ومراجعة التغيرات وعمليات تحكم في المراحل المبكرة من المشروع.

عملية التحكم هذه تتضمن التقارير، التحكم، وتسجيل التغيرات عن الخط الأساسي للمشروع.

أغلب أنظمة التحكم بالمتغيرات مصممة لتنجز المعايير التالية:

- تعريف التغيرات المقترحة.
- وضع قائمة بالتأثيرات المتوقعة للتغيرات المقترحة على الموازنة والجدولة.
- مراجعة، تقييم، تحسين أو رفض التغيرات شكلاً.
- التفاوض وحل النزاعات التي من الممكن أن تظهر نتيجة للتغيرات، الشروط الجديدة والكلفة.
- تعيين المسؤوليات الناتجة عن التغيرات الحاصلة.
- تسوية الموازنة والجدولة.
- متابعة التغيرات الحاصلة فعلاً.

لا نستطيع أبداً تقدير أثر المتغيرات والممكن أن تطرأ على المشروع. غالباً حلول متعددة تعكس التأثيرات أو النتيجة للمشروع النهائي. لذلك فإن جميع المتغيرات يجب أن تعالج من قبل الأشخاص الذين لديهم معرفة مناسبة ونظرة أو منظور من خبراتهم الشخصية.

كل تغير مقبول يجب أن يتكامل مع الخطة المسجلة خلال تغيرات WBS والخطة الأساسية baseline للجدولة. الخطة المسجلة هي مرجع حالي للجدولة، الكلفة، نطاق استخدام المشروع. وإذا كان

التحكم بالمتغيرات لا يتكامل مع WBS وbaseline فإنه حالياً أوبعد حين سيصبح نظام التحكم وخطة المشروع غير عملية.

مفتاح النجاح من أجل نظام التحكم بالمتغيرات يكون:

- بتوثيق كل تغيير حاصل.
- إهمال التغيرات غير الهامة.
- حفظ تغيرات الكلفة في سجل.
- حفظ تغيرات WBS.
- تعقب استخدام الرصيد والموازنة المخصصة للإدارة.
- تفسير مسؤوليات التنفيذ.
- تأثير التغيرات مرئي لكل الجهات المعنية.
- أن يكون تطبيق التغيرات مراقب.
- التغيرات في نطاق استخدام المشروع يتم انعكاسه بسرعة على الخطة الأساسية ومقاييس الأداء.
- التحكم بالمتغيرات هو جزء هام من المشروع. عندما ينضج المشروع فإنه يجب أن يوجد شخص أو مجموعة مسؤولة عن تحسين التغيرات، الاحتفاظ بالوثائق المحدثة وإبلاغ الجهات المعنية بكل معلومات التغيرات، والنجاح يعتمد بشكل كبير على إبقاء عملية التحكم بالمتغيرات محدثة بشكل دائم.

(OLAF PASSENHEIM,2009) ; Erik W. Larson ; Clifford F. Gray. 2008

أدوات وأساليب تقنية لمراقبة وضبط المخاطر:

- إعادة تقييم المخاطر: ينبغي جدولة عمليات إعادة تقييم مخاطر المشروع بصورة منتظمة وإذا ظهرت مخاطر لم تكن متوقعة أو غير مدرجة على قائمة المراقبة عندها قد لا تكون الاستجابة ملائمة، ويصبح من الضروري التخطيط لاستجابة أفضل للخطر الذي وقع فعلاً.
- تدقيق الاستجابة للمخاطر: أي فحص مدى فعالية تطبيق الاستجابة للمخاطر بالنسبة للمخاطر المحددة وأيضاً تقوم بفحص فاعلية عملية إدارة المخاطر.
- تحليل التباين أو التوجه: ينبغي مراجعة التوجهات في تنفيذ المشروع باستخدام بيانات الأداء وربما نستطيع من خلال هذه التحليلات التنبؤ بمدى الانحراف المحتمل عند إكمال المشروع عن أهداف الكلفة والجدول الزمني.

- قياس الأداء التقني: يقارن هذا القياس للأداء التقني بين الإنجازات التقنية التي تحققت أثناء تنفيذ المشروع والجدول الزمني في خطة إدارة المشروع.
- تحليل الاحتياطي: قد يحدث طوال مدة تنفيذ المشروع مخاطر إما سلبية أو إيجابية. ويقوم تحليل الاحتياطي بمقارنة مقدار الاحتياطيات الموجهة للطوارئ المتبقية بمقدار المخاطر المتبقية في أي وقت في المشروع وتحديد هل الاحتياطي المتبقي يكفي أم لا.
- اجتماعات الحالة: المناقشات المتكررة حول المخاطر يجعل الحديث عن المخاطر ولا سيما التهديدات أكثر سهولة ودقة. (PMBOK, 2004)

الفصل الرابع
لمحة عن مشاريع البنية التحتية

الفصل الرابع

لمحة عن مشاريع البنية التحتية

1-4 مقدمة:

في هذا الفصل من الدراسة تم عمل موجز حول خصائص مشاريع البنية التحتية ، وتعريف خصوصيتها وأهميتها.

2-4 لمحة عن مشاريع البنية التحتية في سوريا:

يمكن تعريف مشاريع البنية التحتية بأنها عبارة عن جميع المرافق والتسهيلات المستخدمة في توفير الطاقة والمعادن، المياه والصرف الصحي، الاتصالات وخدمات النقل. إلا أن هذا التعريف المبسط يجلب قطاعا واسعا من المشاريع والاستثمارات الأخرى والتي تترك آثارا مختلفة ومتعددة في تحسين معدلات دخل الأسر وتخفيض مستويات الفقر.

ويمكن أن تتوزع مشاريع واستثمارات البنى التحتية على العديد من المعايير المختلفة. حيث تركز بعض المشاريع الاستثمارية على تحفيز النمو الاقتصادي بينما تستهدف مشاريع استثمارية أخرى على تحسين فرص الفقراء للحصول على الخدمات الرئيسية. ويمكن أن تكون مشاريع البنية التحتية عبارة عن مشروع عملاق فردي أو عبارة عن مئات المشاريع الصغيرة الأخرى. ويمكن في المقابل أن تتم عملية تصميم وتنفيذ المشاريع مركزياً أو لا مركزياً. ويمكن أن تكون مشاريع البنية التحتية في طبيعة الحال عالية المخاطر أو قليلة المخاطر. كما يمكن أن توفر مشاريع البنية التحتية منتجات أو خدمات للاستهلاك المحلي أو للتصدير الخارجي.

1-2-4 مشاريع البنية التحتية التصديرية مقابل مشاريع البنية التحتية الخدمية:

إن من المهم والضروري التمييز بصورة واضحة بين مشاريع البنية التحتية ذات رؤوس الأموال الكبيرة والهادفة إلى تصدير السلع والتي تتطلب عملية إنشائها معدات وأجهزة نقل ضخمة لنقل منتجاتها (مثل مشاريع إنشاء أنابيب نقل النفط والغاز)؛ وبين مشاريع البنية التحتية التي يتم تشييدها لتوفير الخدمات الأساسية للعديد من المنتفعين. وحيث أن كلا هذين النوعين من المشاريع يحمل إسم " بنية تحتية"، إلا أن الفارق الرئيسي بينهما هو أنه في حالة النوع الأول من المشاريع، فإن الفوائد "التنموية" الرئيسية التي يستفيد منها البلد المضيف تكون تقريبا في الغالب في صورة أرباح تصل إلى الحكومة، بينما الفوائد التنموية في حالة النوع الآخر من المشاريع قد تأتي في صور متعددة بما في ذلك تحسين

وسائل النقل العام، توفير الطاقة الكهربائية والمياه وخدمات الصرف الصحي، زيادة الطاقة الاستيعابية التشغيلية الصناعية للعديد من القطاعات المحلية، وكذلك زيادة أرباح الدولة. إن الحاجة لهذا النوع الأخير من مشاريع البنية التحتية والفوائد الممكن تحقيقها منه تتضح جليا في البلدان النامية. ويبقى الحديث حول مشاريع البنية التحتية من النوع الأول موضع جدال كبير ذلك أن آثار زيادة حجم الأرباح على التنمية وتخفيف الفقر تعتمد على مدى إرادة ومقدرة الحكومات في الاستفادة من هذه الأرباح والموارد بصورة فاعلة فيما يعود بالنفع على مواطنيها.

4-2-2 مشاريع البنية التحتية الذكية:

"مشاريع البنية التحتية الذكية" هي عبارة عن مشاريع تصب مباشرة في صالح الفقراء، وهي غير مركزية، وعادة صغيرة الحجم. وإذا ما قورنت بمشاريع البنية التحتية عالية المخاطر أو القائمة على تصدير السلع، فإن هذا النوع من المشاريع يتيح وسائلًا مباشرة وعاجلة أكثر نحو تخفيض معدلات الفقر. ومن الممكن أن تكون مشاريع البنية التحتية الذكية أيضا مشاريع عادلة ومستدامة.

وتتضمن مميزات مشاريع البنية التحتية الذكية ما يلي:

1. تحقيق فوائد مباشرة وملموسة أكثر للأسر والمجتمعات الفقيرة.
2. اعتماد طرق ووسائل غير مركزية في عملية تصميم، وتنفيذ، وتشغيل وصيانة المشاريع.
3. وجود دور رئيسي لمستخدمي المشروع في كل مراحله وكذلك دور للسلطات المحلية.
4. انفتاح هذه المشاريع على قدر أكبر من الشفافية والمساءلة العامة.
5. أصغر من حيث الحجم والمستوى، مقارنة بالمشاريع الكبرى على المستويين الوطني أو الإقليمي.
6. مقدرة هذا النوع من المشاريع على خلق وإيجاد فرص عمل على المستوى المحلي ورفع الخبرة والمعرفة الفنية المحلية.
7. أقل عرضة للفساد الموجود على مستوى المشاريع الكبيرة.

وتتضمن مشاريع البنية التحتية الذكية أيضا الاستثمار في تعزيز مستوى كفاءة مشاريع البنية التحتية الموجودة أصلاً، بدلاً من اللجوء لبناء مشاريع جديدة.

<file:///C:/Users/DELL/Desktop/Issue.Background.7.aspx.htm>

<http://www.bicusa.org/ar/Index.aspx>

وتُصنّف استثمارات البنية التحتية عادةً من ضمن خطوط المخاطرة/العائدات/مراحل التطوير، فتشمل الاستثمارات المحفوفة بأخطار أقل، من فئة «الاستثمارات الأساسية» (core) و«الآمنة بمعظمها» (core plus) (من جسور وأنفاق وطرق مع رسم مرور، وتوليد طاقة وتوزيعها، وأنظمة مياه وصرف صحي)، والاستثمارات «ذات القيمة المضافة» (مطارات ومرافئ بحرية وسكك حديد وتعهّدات توليد طاقة) والاستثمارات «الانتهازية» المحفوفة بمقدار أكبر من الأخطار (مشاريع تطوير، وشبكات أقمار اصطناعية، ومشاريع تجارية لتوليد التيار الكهربائي أو أية استثمارات في البلدان من الفئة غير الاستثمارية و/أو الدول التي ينقصها الأمن القانوني، مع استنباط إجمالي العائدات من مزيج من ازدياد رأس المال على المدى الطويل والدخل النقدي المتكرر.

وتُعتبر البنية التحتية استثمارات عالية التكلفة ومعقدة، فهي تقوم على «انتزاع» حصص كبيرة من الأصول الوطنية من سيطرة الدولة المباشرة لفترة زمنية طويلة (فقد تزيد مدة عقود الامتياز عن 25 سنة). ومن هذا المنظور، قد تؤدي الحكومة في صورة متزامنة أدوار مالك الأصول والشريك الاستثماري والإداري (في عقود الشراكة بين القطاعين العام والخاص) والهيئة المنظمة للقطاع، والزبون، وصانع السياسات. وفي حال النزاع القضائي، غالباً ما تقوم بدور قاضي الحكم النهائي! لهذا السبب يُعتبر الأمن القانوني وعدم الانحياز أساسيين بالنسبة إلى المستثمرين في صناديق التقاعد، فعلى الحكومات المركزية والمحلية أن تبذل جهداً إضافياً لتحقيق العدالة الاقتصادية والاستقرار القانوني والفاعلية التنظيمية إن أرادت استقطاب أموال استثمارات صناديق التقاعد والاحتفاظ بها.

* شارك ماهر نقولا فرزلي وفنسننت بازي في تأسيس «ورلد بنشن فاندز» (دبليو بي سي)، وهو مركز في باريس، يكرس نشاطه للبحوث الاقتصادية والقوانين والأنظمة المالية الدولية.

<file:///C:/Users/DELL/Desktop/293309.htm>

<http://international.daralhayat.com/>

4-2-3 الخصائص العامة لمشاريع البنية التحتية:

يمكن إجمال خصائص مشاريع البنية التحتية بما يلي:

1- إن هذه المشاريع ذات أهمية اجتماعية وسياسية كبيرة، حيث إنها تقدم للجمهور خدمات أساسية وضرورية مثل خدمات المياه والكهرباء والغاز والاتصالات والطرق والمطارات والموانئ والسكك الحديدية وغيرها.

2- إن منافع وخدمات هذه المشاريع لا تعود على فرد أو مجموعة من الأفراد أو جهات معينة، وإنما تعود على كافة أفراد المجتمع سواء بطريق مباشر أو غير مباشر، كما أنها لا تعود على قطاع

اقتصادي دون غيره وإنما تشمل الكثير من قطاعات الاقتصاد، ومن حق أي فرد أو جهة في المجتمع أن ينتفع بها بغض النظر عن مدى مساهمته في إنشائها أو تكلفتها أو تشغيلها وصيانتها.

3- إنها ذات أهمية كبيرة للتنمية الاقتصادية في المجتمعات المختلفة، فلا يمكن أن يتصور حدوث تنمية اقتصادية أو اجتماعية في أي مجتمع دون وجود بنية تحتية متقدمة فيه، وقد أثبتت بعض الدراسات التطبيقية أن كل زيادة في رصيد الدولة من البنية التحتية بنسبة 1% يصاحبها زيادة في الناتج المحلي الإجمالي بنفس النسبة تقريباً.

4- إن هذه المشاريع يمكن أن يدر بعضها دخلاً مالياً للدولة، ولكن بعضها الآخر قد يفقد هذه الخاصية، كما أن بعض هذه المشاريع قد تحرص الدولة على الاحتفاظ بملكيتها لاعتبارات سياسية واجتماعية.

5- ينبغي إنشاء هذا النوع من المشاريع وتوفير خدماتها بنوعية جيدة وبتكلفة منخفضة، وذلك لأنه قد يترتب على تقديم هذه الخدمات للجمهور بصورة غير مرضية حدوث بعض الاضطرابات وعدم الاستقرار السياسي.

الفصل الخامس الدراسة الميدانية للبحث

الفصل الخامس الدراسة الميدانية للبحث

1-5 مقدمة:

في هذا الفصل من البحث تم تصميم استبيان الهدف منه تحديد أهم المخاطر التي تهدد نجاح مشاريع البنى التحتية في سوريا، حيث تم توزيع استمارات الاستبيان على الوزارات المعنية والشركات التابعة لها بغية الحصول على إجابات لأكثر عدد ممكن من الخبراء في هذا النوع من المشاريع.

تمت معالجة البيانات بواسطة برنامج إكسل، حيث تم حساب المتوسط الحسابي لكل خطر حيث يمثل المتوسط (average) درجة أهمية ذلك الخطر على المشروع أو درجة تأثيره .

وبناءً على تحليل إجابات الاستبيان تم استنتاج عدة مخططات منها معلومات عامة عن المجيبين، مثل عدد سنوات الخبرة ، وعدد المجيبين حسب الوزارات، وحسب المؤهل العلمي، ومن أي من المحافظات السورية ، وعدد الإجابات حسب حجم أغلب المشاريع (القيمة النقدية) التي تم تعاملهم معها.

ومن أهم النتائج التي تم الحصول عليها في هذا الفصل هو اختيار الأهم من أهم مخاطر مشاريع البنى التحتية والتي كان عددها ستة عشر خطراً تهدد نجاح المشروع بشكل كبير.

2-5 تصميم الاستبيان الأول:

بالاستناد للاستبيان في رسالة ماجستير (حمادة، 2011) والذي أظهر فيه الباحث إدارة مخاطر مرحلة التشييد لمشاريع التشييد في سوريا، وكان من توصيات الباحث دراسة مخاطر مشاريع البنية التحتية ،

حيث تم تحديد المخاطر مسبقاً في الاستبيان ومن ثم اعتمد أسلوب الأسئلة المغلقة والهيكل الجدولي لتسهيل إتمام الاستبيان، وذلك باختيار إجابة من خمس خيارات محصورة ضمن المجال (بين 0 و100%) تحدد مدى أهمية الخطر وتأثيره على مشروع البنية التحتية. وذلك بغية معرفة أهم المخاطر التي تهدد نجاح مشاريع البنى التحتية في سوريا.

3-5 اختيار العينة وتقدير حجمها:

1-3-5 تحديد حجم العينة:

حسب (Parasuraman, 1991) فإن الصيغة التالية ستحدد لنا حجم العينة المطلوبة:

$$n_{\max} = \frac{z_q^2 \times S^2}{H^2}$$

حيث:

n_{\max} : حجم العينة.

S : تقدير الانحراف المعياري في عناصر العينة.

Z_q : هي القيمة العادية للانحراف المعياري الموافقة لنسبة ثقة % q في زمن التقدير.

H : مستوى الدقة المطلوبة.

ومن أجل التوزيع الطبيعي ، فإن الانحراف المعياري يتم تقديره كما يلي:

$$S = (\text{maximum value} - \text{minimum value}) / 6$$

ومن أجل هذا الاستبيان ، فإن عدد سنوات الخبرة تم اعتبارها كعامل حجم العينة.

وباعتبار سنوات الخبرة من 1-29 سنة:

$$S = (29-1)/6 = 4.667$$

وأيضاً من أجل التوزيع الطبيعي ممكن أن نقدر القيمة المتوسطة (لعدد سنوات الخبرة):

$$M = (29-1)/2 = 14$$

القيمة المتوسطة لعدد سنوات الخبرة في العينة المطلوبة يمكن اعتبارها مقبولة وذلك ضمن المجال 2

$$M \bar{F} \text{ years أي } H=2.$$

ولإنجاز ذلك من أجل 99% مستوى ثقة ، أي $Z_q = 2.994$

وبتطبيق العلاقة (1)

من أجل حساب حجم العينة للاستبيان كما يلي:

$$n_{\max} = (2.944)^2 * (4.667)^2 = 47.19$$

وبالتالي نحتاج ل50 خبير للإجابة على هذا الاستبيان.

حيث فرضنا نسبة الاستجابة %25 وبالتالي نحتاج لتوزيع 200 استبيان .

2-3-5 الجهات التي وزع لها الاستبيان:

تم توزيع الاستبيان وفقاً لكتاب خطي موجه من الجامعة إلى مختلف وزارات الدولة (وزارة النقل، وزارة الإسكان والتعمير، وزارة الري، وزارة الكهرباء، وزارة الاتصالات والتقانة)، ومن ثم إلى المؤسسات والشركات التابعة لها، وتم دعمها بالمقابلات الشخصية في الوزارات وبعض المكاتب الخاصة.

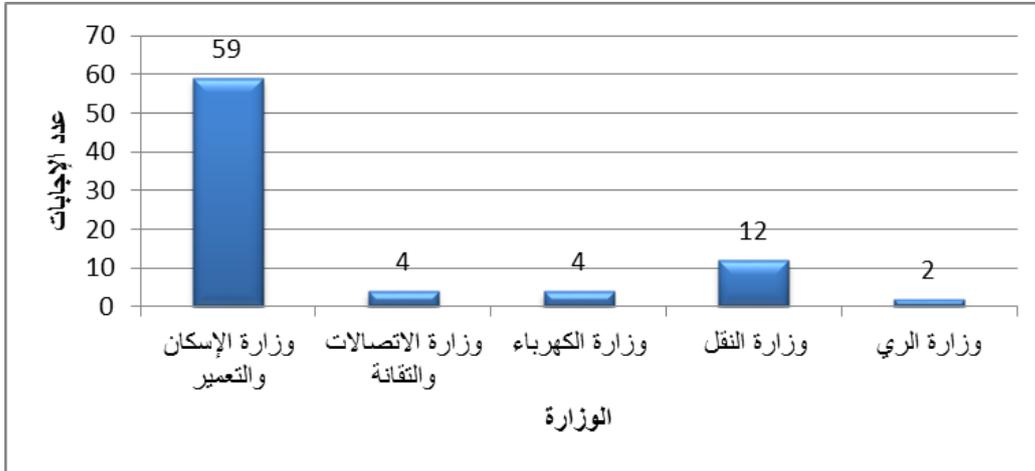
وتم الحصول على 82 رداً على الاستبيانات من مختلف القطاعات والوزارات وهو يفوق العدد المطلوب للعينة 50 استبيان، وهذا يجعل النتائج أدق نوعاً ما.

4-5 نتائج الاستبيان الأول:

حيث تم استخدام برنامج Excel لمعالجة البيانات التي حصلنا عليها من الاستبيانات.

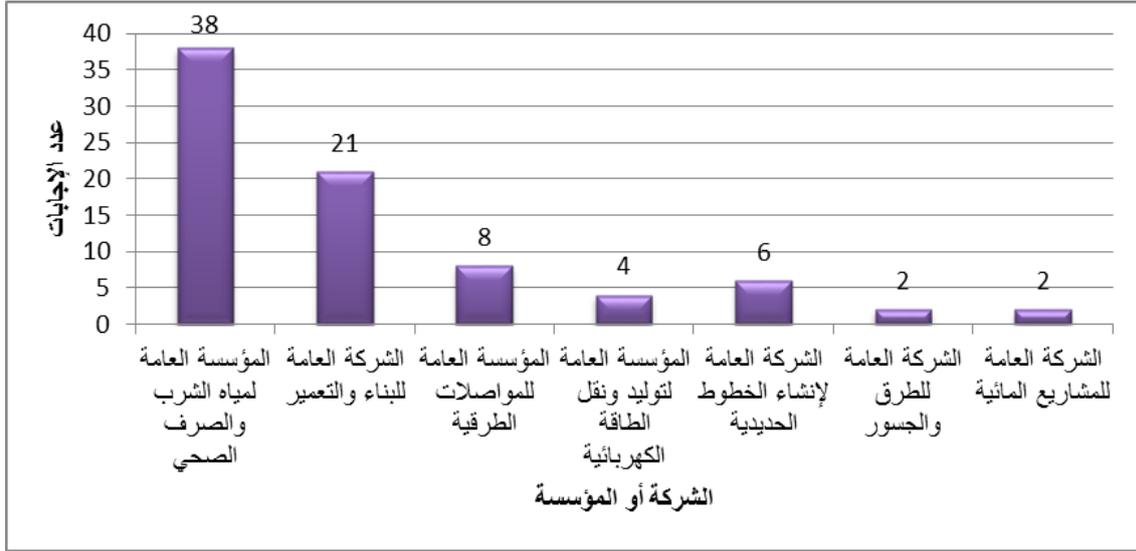
1-4-5 معلومات عامة عن المجيبين تم استنتاجها من تحليل الإجابات:

يبين الشكل (1-5) عدد إجابات الاستبيان حسب الوزارات، حيث بلغ أكبر عدد من الإجابات حسب الوزارات 59 إجابة من وزارة الإسكان والتعمير.



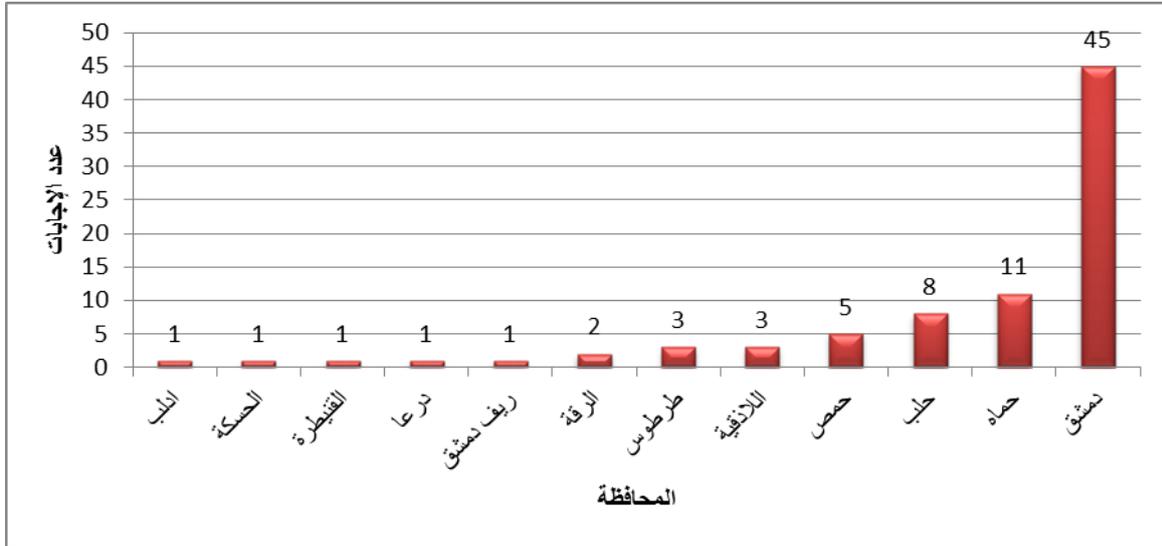
الشكل (1-5) عدد الإجابات حسب الوزارات

يبين الشكل (2-5) عدد الإجابات حسب الشركات، حيث بلغ أكبر عدد من الإجابات وهو 38 استبيان من المؤسسة العامة لمياه الشرب والصرف الصحي.



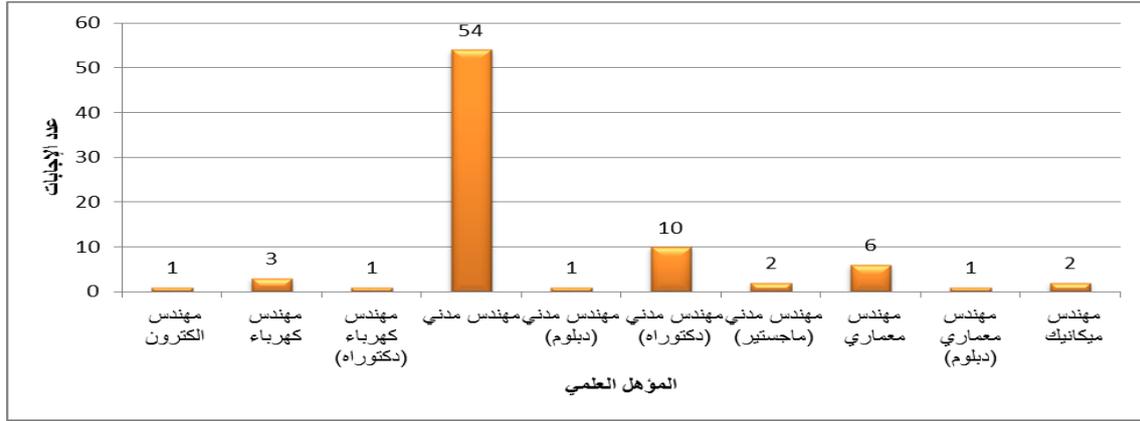
الشكل (2-5) عدد الإجابات حسب الشركات

يبين الشكل (3-5) عدد الإجابات حسب المحافظات السورية، وحيث كان أكبر عدد من الإجابات من محافظة دمشق وبلغ 45 استبيان.



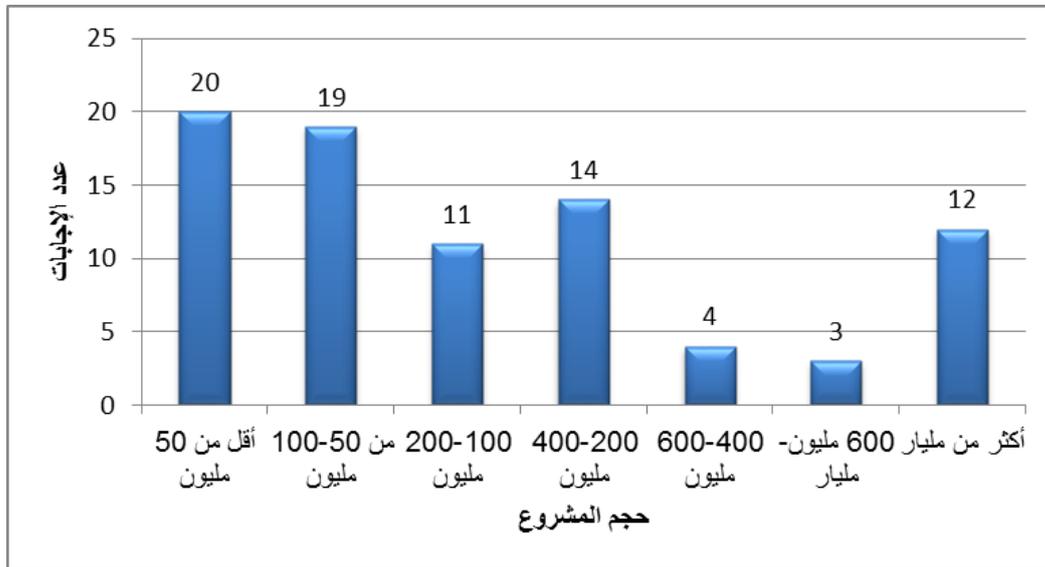
الشكل (3-5) عدد الإجابات حسب المحافظات

يبين الشكل (4-5) عدد الاستجابات حسب المؤهل العلمي، حيث أكبر عدد من الإجابات 54 استبيان من قبل مهندسين مدنيين.



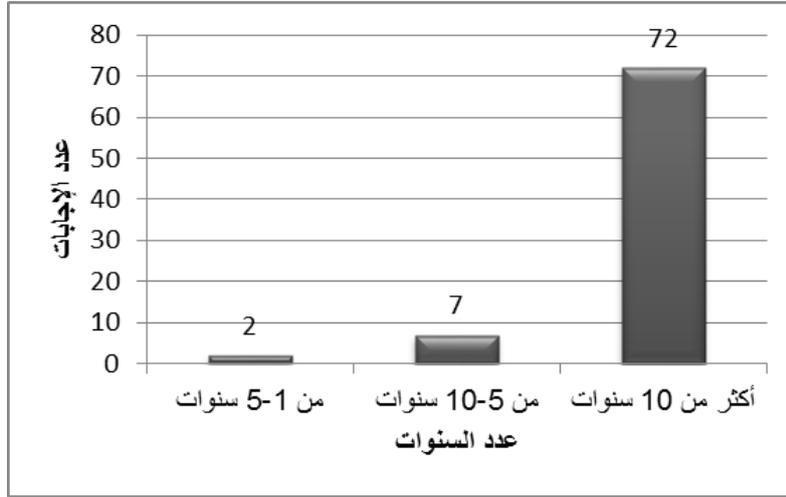
الشكل (4-5) عدد الإجابات حسب المؤهل العلمي

يبين الشكل (5-5) عدد الإجابات حسب حجم أغلب المشاريع التي تم تعامل الخبراء معها.



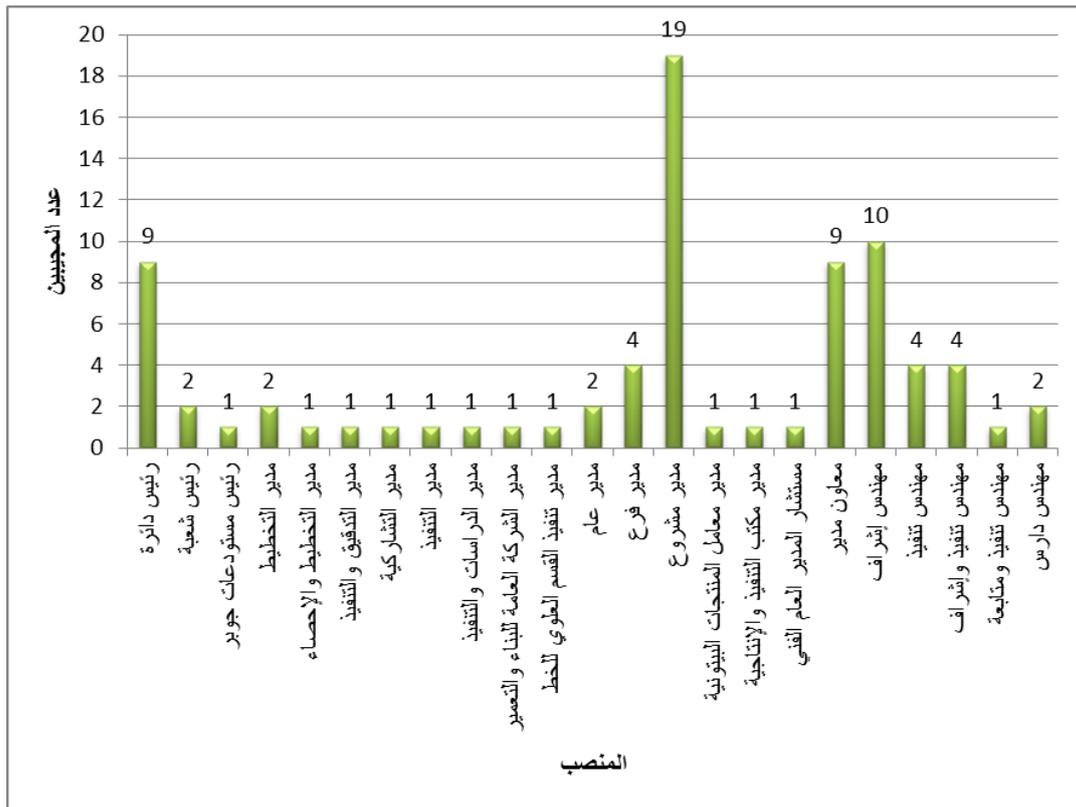
الشكل (5-5) عدد الإجابات حسب حجم المشروع

يبين الشكل (5-6) عدد الإجابات وذلك حسب عدد سنوات الخبرة، حيث كانت خبرة الغالبية العظمى للمجيبين أكثر من عشرة أعوام.



الشكل (5-6) عدد الإجابات حسب سنوات الخبرة

يبين الشكل (5-7) عدد الإجابات حسب دور المجيبين على الاستبيان وحيث 25% منهم تقريباً هم مدراء مشاريع.



الشكل (5-7) عدد الإجابات حسب دور المجيبين على الاستبيان

5-4-2 استنتاج معدل الأهمية للمخاطر واختيار الأهم منها والذي يهدد نجاح المشروع:

يبين الجدول (5-1) معدل الأهمية لسنة وأربعين خطر، تم استنتاجه من تحليل بيانات لاثنتين وثمانين استبيان أجاب عليه خبراء ومدراء مشاريع ومتعهدين حيث تم تحديد أربع وستون خطر في الاستبيان، وكان السؤال عن مدى أهمية كل من هذه المخاطر على مشاريع البنى التحتية بشكل خاص وتهديده لنجاح المشروع، وتم حساب مدى الأهمية من حساب المتوسط للإجابات لكل من المخاطر، وحيث يتراوح مجال الأهمية بخمس خيارات، من غير مؤثر 0% إلى تأثير عالي جداً 100%.

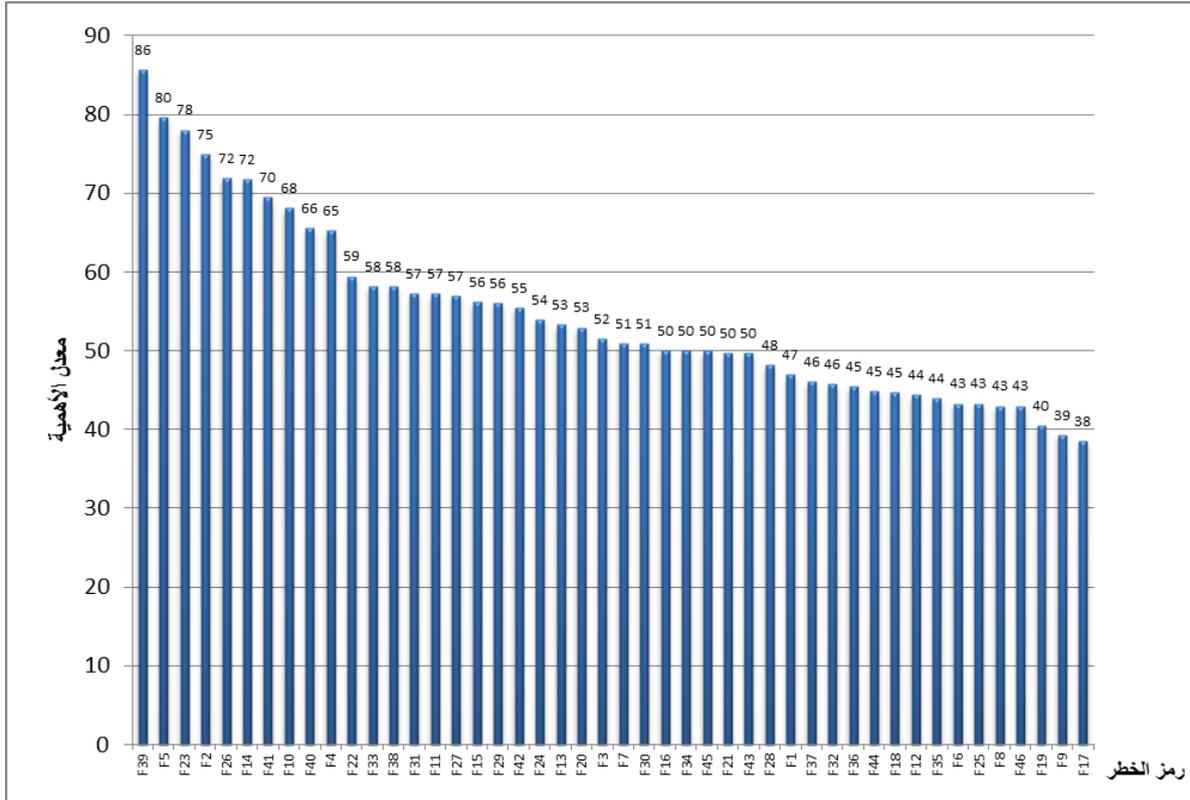
واستخدمنا برنامج Excel لاستنتاج معدل الأهمية لكل من هذه المخاطر.

معدل الأهمية %	رمزه	الخطر
47	F1	حادث بسبب قلة إجراءات الأمان
75	F2	توريد مواد غير صالحة أو غير مطابقة للمواصفات
52	F3	تذبذب معدلات الإنتاجية للآليات واليد العاملة
65	F4	عمالة غير مؤهلة فنياً
80	F5	كوارث بيئية (فيضانات زلازل...)
43	F6	صعوبة الوصول للشركة (الموقع بعيد جداً، أو إشغالات تعيق الوصول للموقع)
51	F7	ظروف جوية سيئة وقاهرة جداً أو غير متوقعة
43	F8	العمل قد يؤدي لتلوث الأرض
39	F9	صعوبة وكلفة الالتزام بالقانون والتشريعات البيئية
68	F10	أخطاء في التصميم
57	F11	عدم تطابق التصميم (إنشائي، معماري)
44	F12	عدم الدقة في حساب كميات الأعمال
53	F13	عدم التوافق بين الكميات، المخططات والمواصفات
72	F14	تلزيم التصميم لمكتب غير كفؤ
56	F15	عدم توفر عمالة، مواد وتجهيزات بشكل كاف
50	F16	العمل غير محدد بشكل دقيق، أو أن نطاق العمل غير محدد
38	F17	منافسة عالية خلال تقديم العروض
45	F18	جدولة غير دقيقة للمشروع
40	F19	ضعف الاتصالات بين الموقع ومقر المقاول
53	F20	استخدام تجهيزات حديثة لأول مرة دون تدريب، ونقص الخبرة والتجارب السابقة

معدل الأهمية %	رمزه	الخطر
50	F21	التضخم وتقلبات الأسعار
59	F22	تأخر تسديد الكشوف وفق العقد
78	F23	انقطاع التمويل بشكل غير متوقع
54	F24	عدم التحكم بالتدفق النقدي
43	F25	تقلب معدل تبديل العملة
72	F26	احتكار المواد المطلوبة للتنفيذ نتيجة إغلاق المعامل أو ظروف سياسية غير متوقعة
57	F27	صعوبة الحصول على التراخيص وتصاريح العمل، والتقييد من قبل بعض الأنظمة والقوانين
48	F28	عدم الوضوح في تشريعات العمل
56	F29	نزاعات قانونية خلال مرحلة التشييد بين أطراف المشروع
51	F30	مخاطر لها علاقة مباشرة بالتنفيذ
57	F31	فروق بين التنفيذ والمواصفات المطلوبة نتيجة لسوء فهم المخططات والمواصفات
46	F32	عدم توثيق أوامر التغيير لمجال العمل
58	F33	تخفيض جودة العمل مقابل الالتزام بالوقت
50	F34	تغيرات في التصميم
44	F35	اختلاف بين الكميات الفعلية والعقدية
45	F36	التأخيرات والمشاكل الفنية مع المقاولين الثانويين
46	F37	تغيرات في القوانين السائدة
58	F38	ضغوط سياسية واجتماعية من قبل جهات ليس لها مصلحة كبرى في المشروع
86	F39	حرب
66	F40	السراقات وعدم الأمان
70	F41	الرشوة والفساد
55	F42	تخطيط غير مفهوم بسبب تعقيد المشروع
50	F43	مشاكل في إدارة الموارد
45	F44	تغيرات في طرق الإدارة
50	F45	عدم توفر المعلومات (عدم التأكد)
43	F46	ضعف الاتصالات بين الأطراف

جدول (1-5) معدل الأهمية لمخاطر مشاريع البنية التحتية

ومن ثم تم ترتيب هذه المخاطر من الأهم للأقل أهمية حيث يبين الشكل (5-8) المخاطر مرتبة من الأهم للأقل أهمية .



الشكل (5-9) ترتيب المخاطر حسب أهميتها

و حيث أننا بحاجة للأهم من هذه المخاطر والأكثر تأثيراً على نجاح المشروع ، فقد تم اختيار المخاطر ذات عامل الأهمية الأكبر من 55% والتي عددها 18 ثمانية عشر خطراً، كما هو مبين في الجدول (5-2) ، وحيث أنني سأستخدم هذه المخاطر في الاستبيان الثاني والفصل التالي من من هذا البحث .

أهمية الخطر	رمز الخطر	المخاطر
86	F39	(1) حرب
80	F5	(2) كوارث بيئية (فيضانات زلازل...)
78	F23	(3) انقطاع التمويل بشكل غير متوقع
75	F2	(4) توريد مواد غير صالحة أو غير مطابقة للمواصفات
72	F26	(5) احتكار المواد المطلوبة للتنفيذ نتيجة إغلاق المعامل أو ظروف سياسية غير متوقعة

أهمية الخطر	رمز الخطر	المخاطر
72	F14	(6) تلزيم التصميم لمكتب غير كفؤ
70	F41	(7) الرشوة والفساد
68	F10	(8) أخطاء في التصميم
66	F40	(9) السرقات وعدم الأمان
65	F4	(10) عمالة غير مؤهلة فنياً
59	F22	(11) تأخر تسديد الكشوف وفق العقد
58	F33	(12) تخفيض جودة العمل مقابل الالتزام بالوقت
58	F38	(13) ضغوط سياسية واجتماعية من قبل جهات ليس لها مصلحة كبرى في المشروع
57	F31	(14) فروق بين التنفيذ والمواصفات المطلوبة نتيجة لسوء فهم المخططات والمواصفات
57	F11	(15) عدم تطابق التصميم (إنشائي ، معماري)
57	F27	(16) صعوبة الحصول على التراخيص وتصاريح العمل، والتقييد من قبل بعض الأنظمة والقوانين
56	F15	(17) عدم توفر عمالة، مواد وتجهيزات بشكل كاف
56	F29	(18) نزاعات قانونية خلال مرحلة التشييد بين أطراف المشروع

جدول (5-2) المخاطر التي معدل أهميتها أكبر من 55%

فإذا دمجتنا خطري "عدم تطابق التصميم (إنشائي، معماري)" وخطر "تلزيم التصميم لمكتب غير كفؤ" ، ضمن خطر "أخطاء في التصميم" فيبقى لدينا 16 ستة عشر خطراً سنستخدمها في الاستبيان الثاني من هذه الدراسة كما هو مبين في الجدول (5-3).

أهمية الخطر	رمز الخطر	المخاطر
86	F39	(1) حرب
80	F5	(2) كوارث بيئية (فيضانات زلازل...)
78	F23	(3) انقطاع التمويل بشكل غير متوقع
75	F2	(4) توريد مواد غير صالحة أو غير مطابقة للمواصفات
72	F26	(5) احتكار المواد المطلوبة للتنفيذ نتيجة إغلاق المعامل أو ظروف سياسية غير متوقعة

أهمية الخطر	رمز الخطر	المخاطر
70	F41	(6) الرشوة والفساد
68	F10	(7) أخطاء في التصميم
66	F40	(8) السرقات وعدم الأمان
65	F4	(9) عمالة غير مؤهلة فنياً
59	F22	(10) تأخر تسديد الكشوف وفق العقد
58	F33	(11) تخفيض جودة العمل مقابل الالتزام بالوقت
58	F38	(12) ضغوط سياسية واجتماعية من قبل جهات ليس لها مصلحة كبرى في المشروع
57	F31	(13) فروق بين التنفيذ والمواصفات المطلوبة نتيجة لسوء فهم المخططات والمواصفات
57	F27	(14) صعوبة الحصول على التراخيص وتصاريح العمل، والتقييد من قبل بعض الأنظمة والقوانين
56	F15	(15) عدم توفر عمالة، مواد وتجهيزات بشكل كاف
56	F29	(16) نزاعات قانونية خلال مرحلة التشييد بين أطراف المشروع

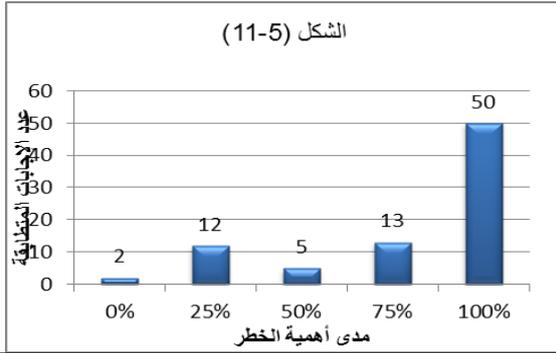
جدول (3-5) أهم مخاطر مشاريع البنية التحتية في سوريا

3-4-5 عدد الإجابات المتطابقة لأهم عشرة مخاطر:

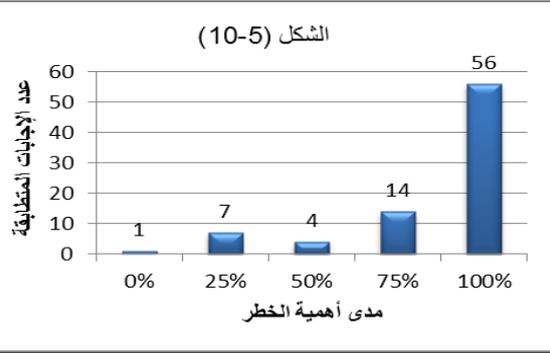
مثال كما في الشكل (5-10) فإن الخطر والذي رمزه F39 وهو الحرب، يبين أن عدد الإجابات والتي أعطت لهذا الخطر أهمية 100% هي 56 إجابة من أصل 82، والتي أعطت مقدار أهمية 75% كانت 14 إجابة من أصل 82 وهكذا....الخ.

وأيضاً لبقية المخاطر التسع الباقية كما في الأشكال من (5-11) حتى (5-19).

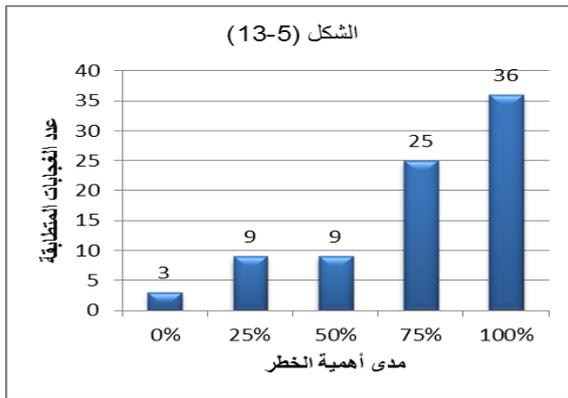
كوارث بيئية (فيضانات وزلازل...) :F5



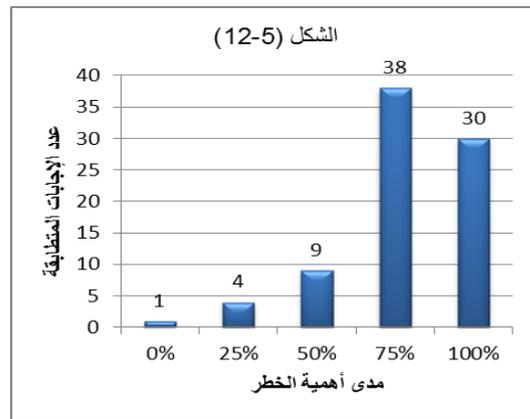
الخطر والذي رمزه F39 وهو الحرب:



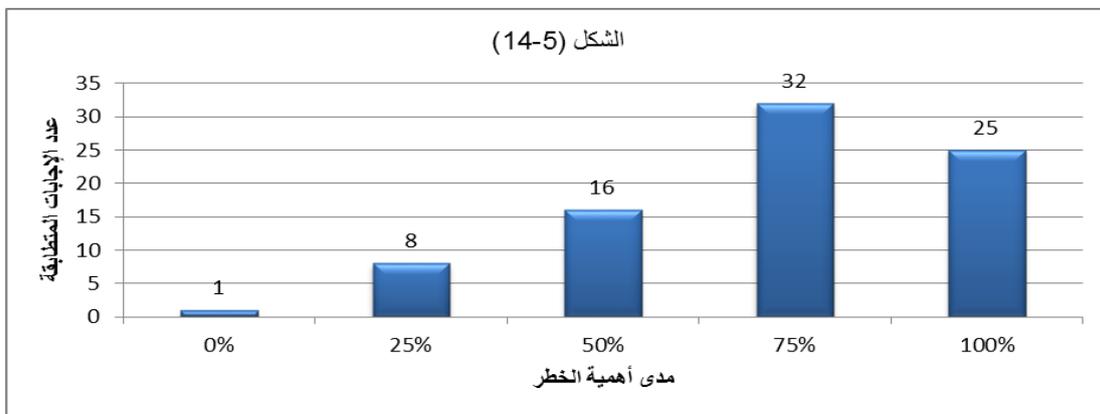
F2 توريد مواد غير صالحة أو غير مطابقة للمواصفات



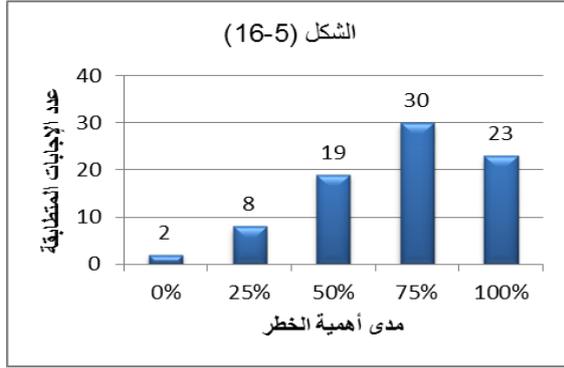
F23 انقطاع التمويل بشكل غير متوقع



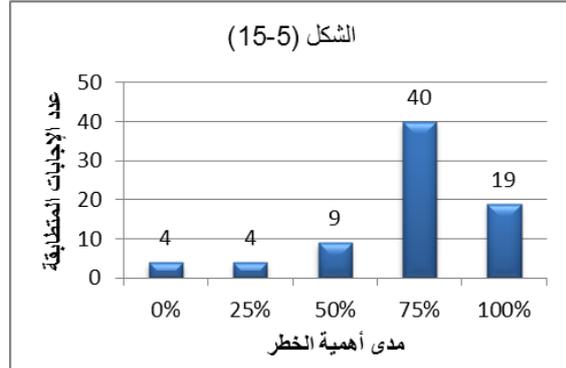
F26 احتكار المواد المطلوبة للتنفيذ نتيجة إغلاق المعامل أو ظروف سياسية غير متوقعة



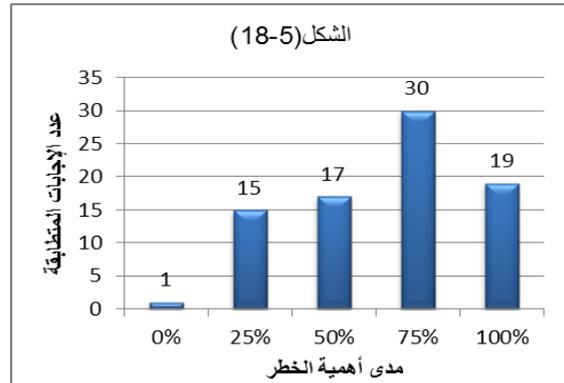
F41 الرشوة والفساد



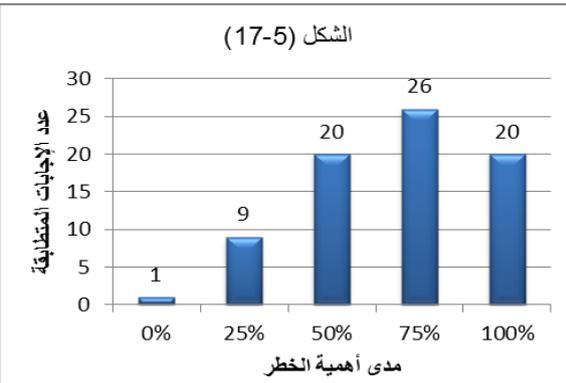
F14 تلزيم التصميم لمكتب غير كفؤ



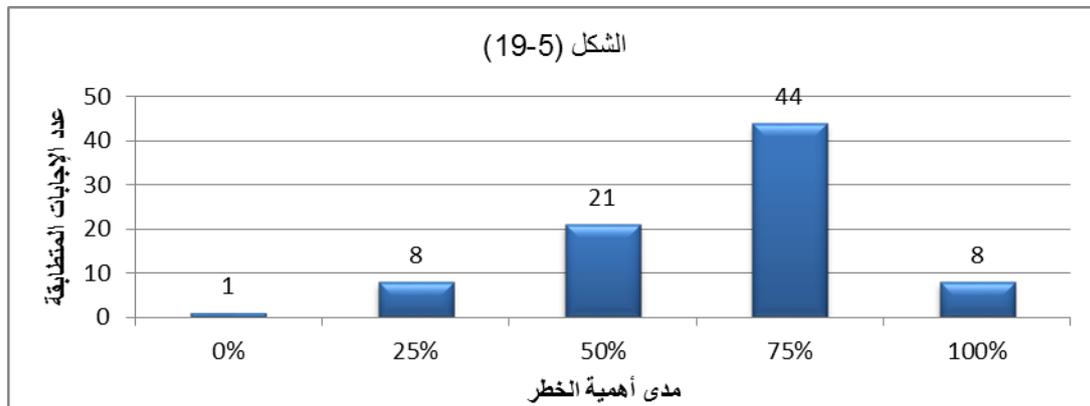
F40 السرقات وعدم الأمان



F10 أخطاء في التصميم



F4 عمالة غير مؤهلة فنياً



الشكل (9-5) عدد الإجابات المتطابقة لأهم عشر مخاطر

4-4-5 الملخص:

قمنا في هذا الفصل من البحث بتصميم استبيان بغية الكشف عن أهم المخاطر التي تهدد نجاح مشاريع البنية التحتية في سوريا، ووزعنا الاستبيان على الجهات والوزارات المعنية للحصول على أكبر عدد من الإجابات، ومن ثم قمنا بتحليل نتائج هذا الاستبيان وحصلنا على معلومات عامة عن المجيبين، وحددنا الأهم من أهم مخاطر مشاريع البنية التحتية، وحيث أننا سنحتاج لهذه المخاطر من أجل الخطوة التالية في البحث ألا وهي تصميم الاستبيان الثاني والذي يحوي هذه المخاطر المستنتجة من الاستبيان الأول وذلك لتحديد مدى أهمية كل منها على مشاريع حقيقية تم تنفيذها.

الفصل السادس
الدراسة الميدانية الثانية
أمثلة عن مشاريع حقيقية

الفصل السادس

الدراسة الميدانية الثانية: أمثلة عن مشاريع حقيقية

1-6 مقدمة:

في هذا الفصل قمنا بتصميم استبيان يحوي أهم المخاطر المستنتجة من تحليل بيانات الاستبيان الأول والتي عددها ستة عشر خطراً لكل منها خمس احتمالات من حيث تأثيرها على نجاح المشروع وذلك من منخفض جداً إلى عالي جداً.

حيث تم توزيعها على متعهدين وخبراء بحيث تكون إجاباتهم تخص مشاريع حقيقية تم تنفيذها بالواقع الفعلي، يتم فيها تحديد درجة التأثير لكل خطر ودرجة المخاطرة في المشروع بشكل عام، كما يتم تحديد الكلفة والزمن التقديرين والفعليين للمشروع المنفذ فعلاً أيضاً.

وقد تم الحصول على 28 إجابة على الاستبيان 20 منها تم استخدامها للتحليل والثمانية الباقية للاختبار.

وقد أوجدنا درجة الترابط بين كل من هذه المخاطر ودرجة المخاطرة بشكل عام في المشروع، وبين كل من هذه المخاطر الستة عشر وفرق الكلفة الأولية عن الكلفة الفعلية، ودرجة ترابطها أيضاً مع فرق الزمن الأولي عن الفعلي للمشروع.

كما تم تحديد درجة ترابط المخاطر الستة عشر مع بعضها البعض وذلك كي لا نأخذ تأثير الخطر مرتين بل نهمل أحد الخطرين والذي له نفس تأثير الخطر الأول.

ومن ثم يتم تقاطع كل من درجات الترابط هذه مع بعضها والتي سبق وذكرناها لنحصل في نهاية هذا الفصل على إحدى عشر خطراً والتي سنستخدمها في الفصل القادم من دراستنا.

2-6 تصميم الاستبيان الثاني:

تم تصميم الاستبيان وهو عبارة عن ورقة واحدة يتم فيها أولاً تحديد المشروع المنفذ فعلياً على أرض الواقع، وفيه الستة عشر خطراً المستتجة من الفصل السابق، حيث يتم تحديد أثر كل من هذه المخاطر على هذا المشروع وذلك بالاختيار من بين خمس درجات تأثير.

كما يتم تحديد كل من الكلف التقديرية والفعلية للمشروع والزمن التقديري والفعلي، كما يتم تحديد درجة المخاطرة بشكل عام في المشروع.

نوع المشروع:

مدته التقديرية الأولية: سنة و
شهر

كلفته التقديرية
الأولية: ل.س

يرجى إدراج تقييمكم الشخصي لتأثير كل من المخاطر التالية على هذا المشروع، وذلك بوضع خط تحت الخيار المناسب:

مثال: 3

عالي جداً	عالي	متوسط	منخفض	منخفض جداً	عامل الخطر
4	3	2	1	0	1. حرب
4	3	2	1.2	0	كوارث بيئية (فيضانات، زلازل...)
4	3	2	1	0	3. انقطاع التمويل بشكل غير متوقع
4	3	2	1	0	4. توريد مواد غير صالحة أو غير مطابقة للمواصفات
4	3	2	1	0	5. احتكار المواد المطلوبة للتنفيذ
4	3	2	1	0	6. الرشوة والفساد
4	3	2	1	0	7. أخطاء في التصميم
4	3	2	1	0	8. السرقات وعدم الأمان
4	3	2	1	0	9. عمالة غير مؤهلة فنياً
4	3	2	1	0	10. تأخر تسديد الكشوف وفق العقد
4	3	2	1	0	11. تخفيض جودة العمل مقابل الالتزام بالوقت
4	3	2	1	0	12. ضغوط سياسية واجتماعية من قبل جهات ليس لها مصلحة كبرى في المشروع
4	3	2	1	0	13. فروق بين التنفيذ والمواصفات المطلوبة نتيجة لسوء فهم المخططات والمواصفات

عالي جداً	عالي	متوسط	منخفض	منخفض جداً	عامل الخطر
4	3	2	1	0	14. صعوبة الحصول على التراخيص وتصاريح العمل، والتقييد من قبل بعض الأنظمة والقوانين
4	3	2	1	0	15. عدم توفر عمالة وتجهيزات بشكل كاف
4	3	2	1	0	16. نزاعات قانونية خلال مرحلة التشييد بين أطراف المشروع

4	3	2	1	0	ماذا كانت بتقديرك درجة المخاطرة بشكل عام في هذا المشروع:
المدة الفعلية للمشروع: سنة و شهر					الكلفة الفعلية للمشروع: ل.س

3-6 الجهات التي وزع لها الاستبيان

تم توزيع الاستبيان على نفس الخبراء والمتعهدين الذين أجابوا على الاستبيان الأول في المرحلة السابقة، بحيث تم اختيارهم من عدة محافظات ومن ذوي الخبرة الأكبر.

وتم توزيع 100 استبيان حصلنا منها على 28 إجابة.

20 منها قمنا بتحليلها وتركنا الثمانية المتبقية للاختبار.

4-6 تحليل بيانات الاستبيان الثاني:

حيث تم استخدام برنامج Excel لمعالجة البيانات التي حصلنا عليها من الاستبيانات.

1-4-6 معامل الترابط Correlation:

حسب (M. George et al, 2005 & W. Carlson et al, 1997)

معامل الارتباط هو رقم يتراوح بين -1 و 1 وهو يبين وجود علاقة خطية بين متغيرين واتجاه تلك

العلاقة كما يلي:

1+ تعنى علاقة طردية بمعنى أنه كلما زاد أ زاد ب وكلما قل أ فإن ب يقل

1- تعني علاقة عكسية بمعنى انه كلما زاد أ فإن ب يقل وكلما قل أ فإن ب يزيد
والصفر يعني عدم وجود أي علاقة بين المتغيرين.

عندما يقترب معامل الارتباط من إحدى هذه القيم فإنه يدل على ما تدل عليه هذه القيم ولكن بدرجة أقل. فمثلا +0.9 تدل على وجود علاقة طردية قوية بين المتغيرين ولكنها ليست مطلقة مثل تلك التي نتوقعها عندما يكون معامل الارتباط يساوي +1.

يسمى معامل الارتباط بمعامل الارتباط لبيرسون Pearson Correlation Coefficient ويشيع تسميته بمعامل الارتباط. ولمعامل الارتباط تطبيقات عديدة فمثلا في مجال التسويق يمكن معرفة فيما إذا كان هناك علاقة بين زيادة مبيعات المنتج وزيادة مبيعات سلعة أخرى أو تحسن درجة الحرارة أو تخفيض السعر. ويساعد في مجالات متعددة مثلاً معرفة ما الذي يؤثر على جودة الغاز المنتج هل هو تغير الضغط أم الحرارة أم جودة أي غاز من الغازات الداخلة في العملية الإنتاجية... الخ.

طريقة الحساب:

معامل الارتباط يتم حسابه بسهولة عن طريق الحاسوب ولذلك فلسنا بحاجة للدخول في حسابات مملة ولكن من الضروري أن نقلي نظرة على طريقة الحساب لنفهم معنى معامل الارتباط. يتم حساب معامل الارتباط كالتالي:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{(n-1)S_x S_y}$$

والبسط في هذه المعادلة هو مجموع حاصل ضرب الفارق بين كل قيمة للمتغير الأول ومتوسطه الحسابي في الفارق بين كل قيمة للمتغير الثاني ومتوسطه الحسابي. والمقام هو حاصل ضرب الانحراف المعياري لكل من المتغيرين في عدد البيانات منقوصاً منها واحد. هذا في حال أن لدينا عينة من البيانات كأن نأخذ عينة عشوائية من مجموعة كبيرة (المجتمع) وندرس ظاهرة معينة على هذه العينة. اما عند دراسة المجتمع كله فإن طريقة الحساب تختلف اختلافاً طفيفاً وتكون كالتالي:

$$\rho = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{(n)\sigma_x \sigma_y}$$

في هذه الحالة فإن المقام يكون حاصل ضرب الانحراف المعياري للمجتمع لكل من المتغيرين مضروباً في عدد البيانات.

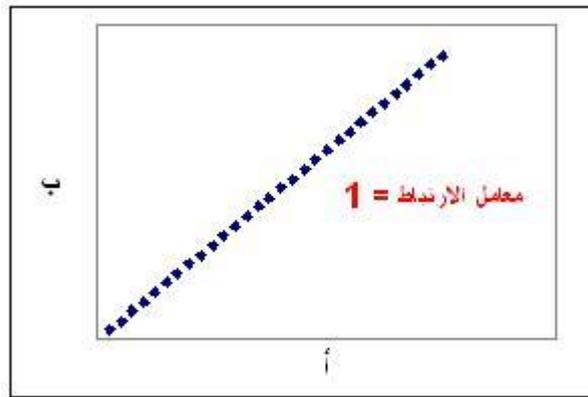
شرح مبسط للمعادلة:

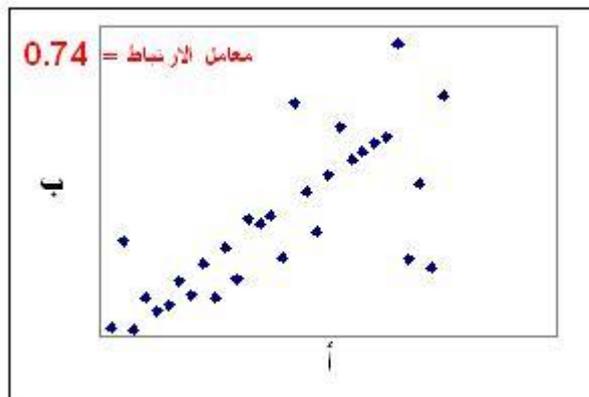
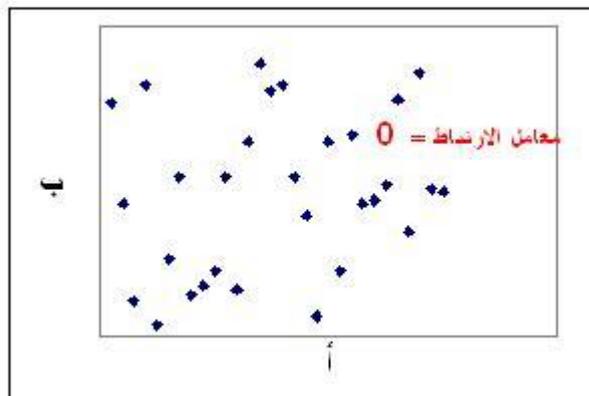
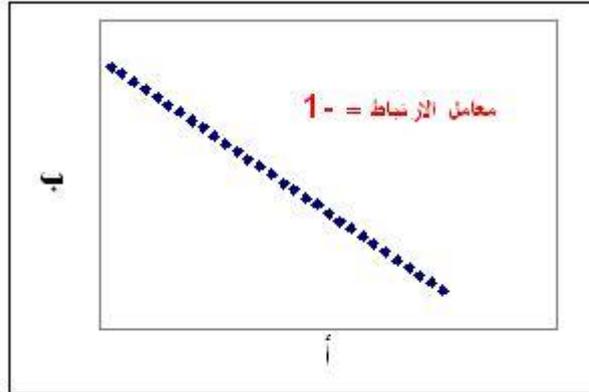
أولاً المقام هو حاصل ضرب أرقام موجبة (أكبر من الصفر) فالانحراف المعياري هو دائماً رقماً موجباً وكذلك عدد البيانات. فمتى يكون معامل الارتباط موجباً ومتى يكون سالباً؟ الأمر يتوقف على البسط. فإذا كان الفارق بين قيمة ما للمتغير الأول ومتوسطه الحسابي موجباً وكان الفارق بين القيمة المقابلة والمتوسط الحسابي للمتغير الثاني موجباً كانت النتيجة موجبة لأن حاصل ضرب قيمة موجبة في قيمة موجبة يساوي قيمة موجبة. وإذا كان كل منهما سالباً فإن الناتج يكون موجباً لأن حاصل ضرب قيمة سالبة في قيمة سالبة يساوي قيمة موجبة. ومعنى ذلك (في الحالة الأولى) أنه عند زيادة المتغير الأول عن متوسطه الحسابي فإن المتغير الثاني يزيد عن متوسطه الحسابي هو الآخر وكذلك (في الحالة الثانية) عند نقصان المتغير الأول عن متوسطه الحسابي فإن نفس الأمر يحدث للمتغير الثاني.

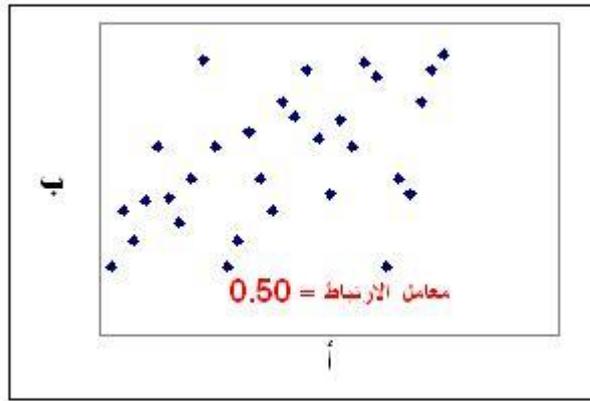
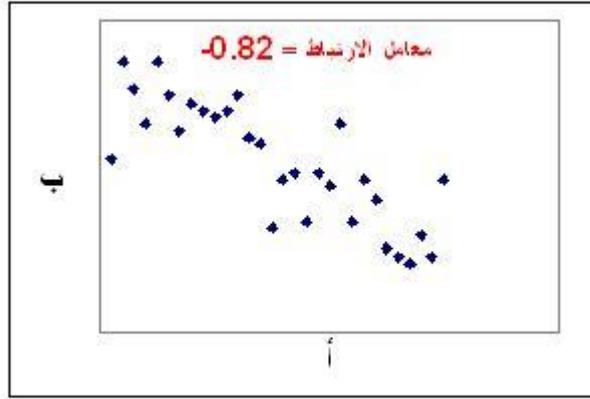
وبالتالي فإنه عندما تكون العلاقة عكسية فإن الناتج يكون سالباً لأن أحد الفارقين سيكون موجباً والآخر سالباً. وهذا يجعلنا نفهم القاعدة بأن معامل الارتباط كلما كان أقرب للواحد الصحيح فإن ذلك يعني وجود علاقة طردية قوية وكلما اقترب من -1 فإن ذلك يعني وجود علاقة عكسية قوية. وكلما اقترب من الصفر فإن ذلك يعني عدم وجود علاقة خطية.

شكل العلاقة:

فيما يلي بعض الرسوم البيانية المرادفة لقيم مختلفة لمعامل الارتباط لننتفهم ما يعنيه هذا الرقم.







الشكل (1-6) أمثلة عن معامل الارتباط

2-4-6 درجة الترابط بين الستة عشر خطر ودرجة المخاطرة بشكل عام في المشروع:

قمنا بتحليل البيانات بواسطة برنامج اكسل، حيث لدينا 28 إجابة على الاستبيان الثاني و هي لمشاريع حقيقية منفذة فعلياً على أرض الواقع، سأختار منها 20 إجابة بشكل عشوائي من أجل التحليل وأترك الثمانية الباقية من أجل الاختبار فيما بعد.

أوجدنا بمساعدة برنامج اكسل الترابط بين كل من المخاطر الستة عشر ودرجة المخاطرة بشكل عام في المشروع ، ومن ثم رتبنا النتائج من درجة الترابط الأكبر للأقل في جدول كما هو مبين في الجدول (1-6).

درجة الترابط بين الخطر ودرجة المخاطرة بشكل عام	الخطر
0.715	تأخر تسديد الكشوف وفق العقد
0.664	انقطاع التمويل بشكل غير متوقع

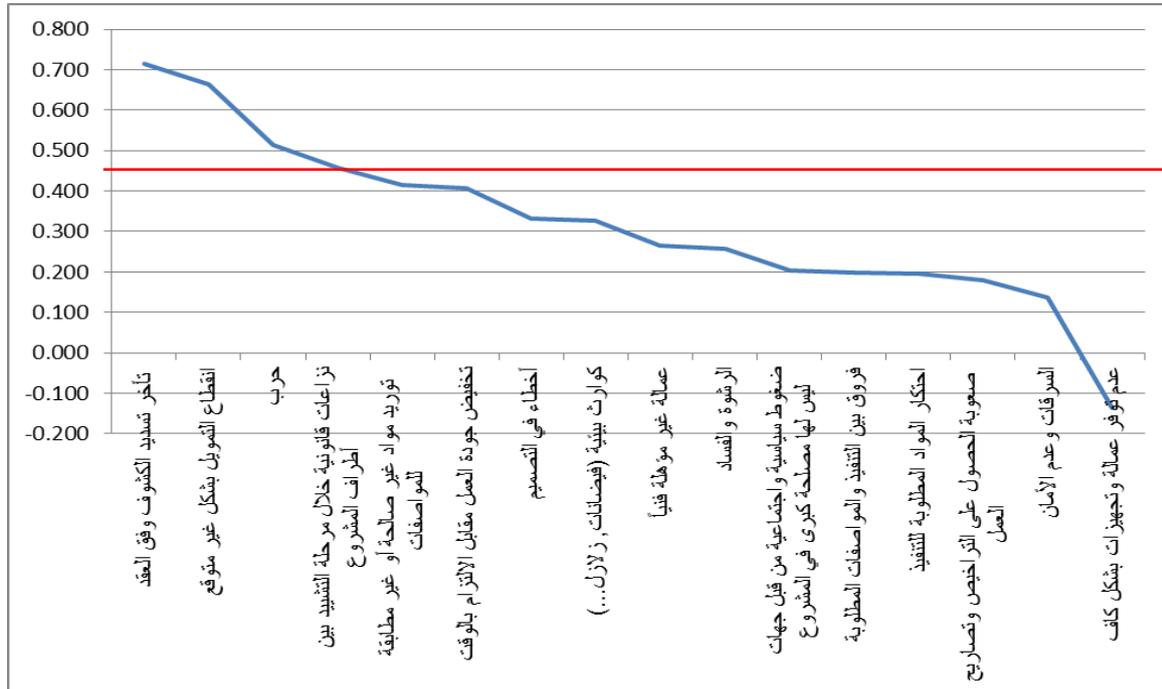
0.513	حرب
0.459	نزاعات قانونية خلال مرحلة التشييد بين أطراف المشروع
0.415	توريد مواد غير صالحة أو غير مطابقة للمواصفات
0.408	تخفيض جودة العمل مقابل الالتزام بالوقت
0.333	أخطاء في التصميم
0.327	كوارث بيئية (فيضانات، زلازل...)
0.266	عمالة غير مؤهلة فنياً
0.256	الرشوة والفساد
0.203	ضغوط سياسية واجتماعية من قبل جهات ليس لها مصلحة كبرى في المشروع
0.199	فروق بين التنفيذ والمواصفات المطلوبة نتيجة لسوء فهم المخططات والمواصفات
0.196	احتكار المواد المطلوبة للتنفيذ
0.180	صعوبة الحصول على التراخيص وتصاريح العمل، والتقييد من قبل بعض الأنظمة والقوانين
0.136	السرقات وعدم الأمان
-0.136	عدم توفر عمالة وتجهيزات بشكل كاف

الجدول (6-1) الترابط بين المخاطر ودرجة المخاطرة بشكل عام

فإذا قرنا إهمال درجة الترابط التي هي ما دون 0.4.

فيتبقى لدينا كما هو مبين في الجدول (6-1) ستة 6 مخاطر من أصل 16 خطر.

ومن ثم قمنا بتمثيل هذه العلاقة على مخطط بواسطة برنامج اكسل كما في الشكل (6-1).



الشكل (6-2) درجة الترابط بين المخاطر ودرجة المخاطرة بشكل عام في مشاريع البنية التحتية

وقمنا بإهمال المخاطر والتي درجة ترابطها مع درجة المخاطرة بشكل عام هي مادون 0.4.

6-4-3 إيجاد الترابط بين الستة عشر خطراً وبين فرق الكلفة في المشروع (الكلفة الأولية- الكلفة الفعلية):

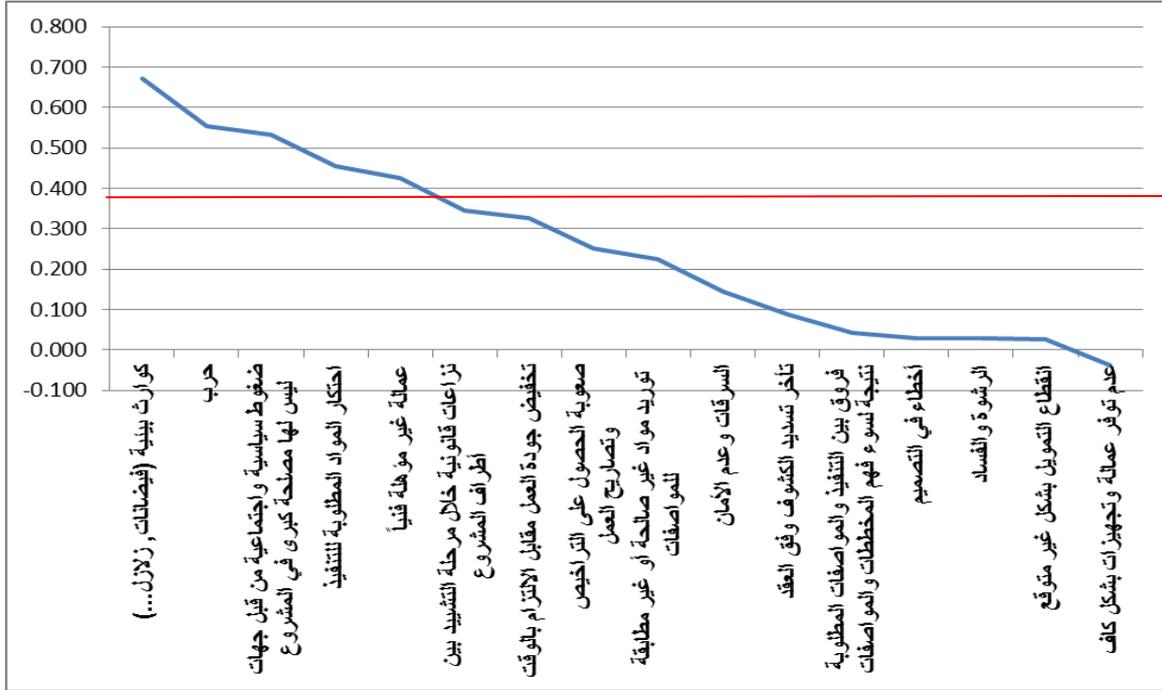
بنفس التحليل السابق بواسطة برنامج اكسل أوجدنا الترابط بين المخاطر وبين الفرق ما بين الكلفة الأولية والكلفة الفعلية للمشروع، ورتبنا النتائج في الجدول (6-2).

الخطر	درجة الترابط بين الخطر وفرق الكلفة الأولية عن الفعلية في المشروع
كوارث بيئية (فيضانات، زلازل...)	0.672
حرب	0.553
ضغوط سياسية واجتماعية من قبل جهات ليس لها مصلحة كبرى في المشروع	0.532
احتكار المواد المطلوبة للتنفيذ	0.454
عمالة غير مؤهلة فنياً	0.425
نزاعات قانونية خلال مرحلة التشييد بين أطراف المشروع	0.345
تخفيض جودة العمل مقابل الالتزام بالوقت	0.327
صعوبة الحصول على التراخيص وتصاريح العمل	0.252
توريد مواد غير صالحة أو غير مطابقة للمواصفات	0.225
السراقات وعدم الأمان	0.145
تأخر تسديد الكشوف وفق العقد	0.088
فروق بين التنفيذ والمواصفات المطلوبة نتيجة لسوء فهم المخططات والمواصفات	0.043
أخطاء في التصميم	0.028
الرشوة والفساد	0.028
انقطاع التمويل بشكل غير متوقع	0.027
عدم توفر عمالة وتجهيزات بشكل كاف	-0.038

الجدول (6-2) الترابط بين المخاطر وفرق الكلفة في المشروع

وأيضاً هنا نهمل المخاطر التي درجة ترابطها مع فرق الكلفة هي مادون 0.4 فينتبقي لدينا خمس مخاطر كما هو مبين بالجدول (6-2).

ومن ثم قمنا بتمثيل هذه العلاقة على مخطط بواسطة برنامج اكسل كما في الشكل (6-2).



الشكل (3-6) الترابط بين المخاطر وفرق الكلفة للمشروع

وقمنا بإهمال المخاطر والتي درجة ترابطها مع فرق الكلفة هي مادون 0.4.

6-4-4 الترابط بين المخاطر الأكثر أهمية وبين فرق الزمن (الزمن الأولي – الزمن الفعلي):

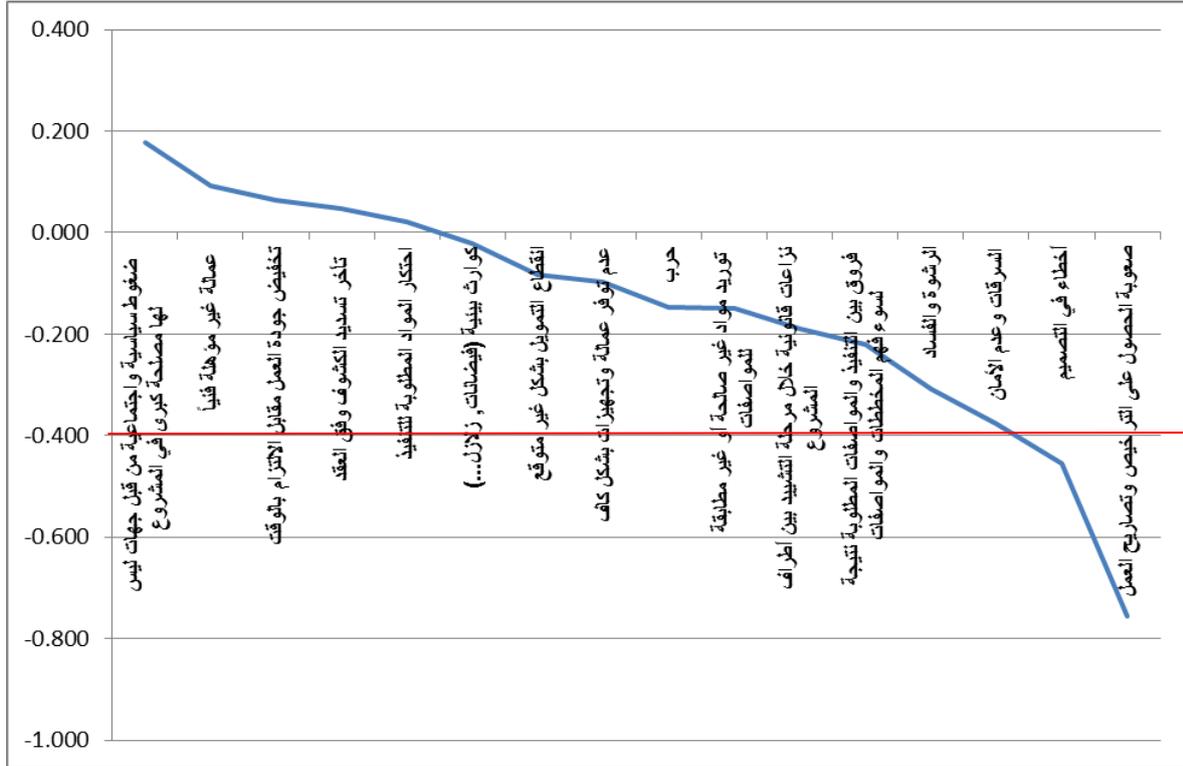
وأيضاً تم إيجاد درجة الترابط بين كل من المخاطر الستة عشر وبين فرق الزمن وتمثيل النتائج في الجدول (6-3).

الترابط بين المخاطر و فرق الزمن (الأولي – الفعلي)	الخطر
0.177	ضغوط سياسية واجتماعية من قبل جهات ليس لها مصلحة كبرى في المشروع
0.094	عمالة غير مؤهلة فنياً
0.063	تخفيض جودة العمل مقابل الالتزام بالوقت
0.048	تأخر تسديد الكشوف وفق العقد
0.020	احتكار المواد المطلوبة للتنفيذ
-0.022	كوارث بيئية (فيضانات, زلازل...)
-0.083	انقطاع التمويل بشكل غير متوقع
-0.098	عدم توفر عمالة وتجهيزات بشكل كاف
-0.146	حرب
-0.149	توريد مواد غير صالحة أو غير مطابقة للمواصفات
-0.189	نزاعات قانونية خلال مرحلة التشييد بين أطراف المشروع
-0.220	فروق بين التنفيذ والمواصفات المطلوبة نتيجة لسوء فهم المخططات والمواصفات
-0.309	الرشوة والفساد
-0.377	السراقات وعدم الأمان
-0.454	أخطاء في التصميم
-0.757	صعوبة الحصول على التراخيص وتصاريح العمل، والتقييد من قبل بعض الأنظمة والقوانين

الجدول (6-3) الترابط بين المخاطر وبين فرق الزمن (الزمن الأولي مطروحاً منه الزمن الفعلي)

وأيضاً هنا نهمل المخاطر التي درجة ترابطها مع فرق الزمن هي ما دون 0.4 - فيبقى لدينا خطرين كما هو مبين بالجدول (6-3).

ومن ثم قمنا بتمثيل هذه العلاقة على مخطط بواسطة برنامج اكسل كما في الشكل (6-3).



الشكل (6-4) الترابط بين المخاطر وفرق الزمن للمشروع

5-4-6 الترابط بين المخاطر الستة عشر مع بعضها البعض:

أوجدنا الترابط بين المخاطر بعضها مع بعض كما هو مبين في الجدول (6-4) ، وذلك بغية عدم تكرار نفس الخطر مرتين في حال كانت درجة الترابط كبيرة بين عاملين ما. فإذا وجدنا ترابط كبير بين عاملين عندها سنضطر لتجاهل أحد المخاطر ذو التأثير الأقل .

وهكذا كي لا نأخذ تأثير أحد العوامل مرتين سنحذف أحد المخاطر والتي يكون الترابط بينها وبين خطر آخر من 0.7 وما فوق.

نزاعات قانونية خلال مرحلة التشييد بين أطراف المشروع	عدم توفر عمالة وتجهيزات بشكل كاف	صعوبة الحصول على التراخيص وتصاريح العمل	فروق بين التنفيذ والمواصفات المطلوبة	ضغوط سياسية واجتماعية	تخفيض الجودة مقابل الالتزام بالوقت	تأخر تسديد الكشوف وفق العقد	عمالة غير مؤهلة فنياً	السرقات وعدم الأمان	أخطاء في التصميم	الرشوة والفساد	احتكار المواد المطلوبة للتنفيذ	توريد مواد غير صالحة أو غير مطابقة للمواصفات	انقطاع التمويل بشكل غير متوقع	كوارث بيئية (فيضانات، زلازل)	حرب	
حرب	1															
كوارث بيئية (...)(فيضانات، زلازل)	0.54	1														
انقطاع التمويل بشكل غير متوقع	0.32	0.18	1													
توريد مواد غير صالحة أو غير مطابقة للمواصفات	0.33	0.59	0.63	1												
احتكار المواد المطلوبة للتنفيذ	0.02	0.39	-0.11	0.08	1											
الرشوة والفساد	0.32	0.38	0.50	0.74	-0.03	1										
أخطاء في التصميم	0.29	0.24	0.62	0.69	-0.05	0.89	1									
السرقات وعدم الأمان	0.04	0.58	0.28	0.68	0.21	0.56	0.58	1								
عمالة غير مؤهلة فنياً	0.15	0.41	0.28	0.64	0.38	0.29	0.33	0.32	1							
تأخر تسديد الكشوف وفق العقد	0.35	0.17	0.93	0.52	0.06	0.34	0.47	0.13	0.30	1						
تخفيض الجودة مقابل الالتزام بالوقت	0.25	0.53	0.33	0.59	0.32	0.31	0.31	0.32	0.63	0.31	1					
ضغوط سياسية واجتماعية	0.03	0.40	-0.02	0.25	0.37	-0.03	0.03	0.40	0.54	-0.03	0.47	1				
فروق بين التنفيذ والمواصفات المطلوبة	0.22	0.36	0.60	0.74	-0.08	0.82	0.89	0.58	0.40	0.44	0.42	0.09	1			
صعوبة الحصول على التراخيص وتصاريح العمل	0.15	0.28	0.06	0.30	0.23	0.25	0.42	0.60	0.28	-0.06	0.26	0.51	0.25	1		
عدم توفر عمالة وتجهيزات بشكل كاف	-0.15	0.21	-0.04	0.17	0.08	0.03	0.18	0.54	0.32	-0.09	0.25	0.50	0.24	0.42	1	
نزاعات قانونية خلال مرحلة التشييد	0.36	0.65	0.28	0.67	0.20	0.38	0.32	0.58	0.42	0.28	0.52	0.48	0.27	0.48	0.11	1

الجدول (4-6) الترابط بين المخاطر بعضها مع بعض

من جمع الجداول (1-6) (2-6) (3-6) وتقاطع المخاطر مع بعضها، نجد المخاطر التالية كما هو مبين في الجدول (5-6) هي كالتالي:

تأخر تسديد الكشوف وفق العقد
انقطاع التمويل بشكل غير متوقع
حرب
نزاعات قانونية خلال مرحلة التشييد بين أطراف المشروع
توريد مواد غير صالحة أو غير مطابقة للمواصفات
تخفيض جودة العمل مقابل الالتزام بالوقت
كوارث بيئية (فيضانات, زلازل...)
ضغوط سياسية واجتماعية من قبل جهات ليس لها مصلحة كبرى في المشروع
احتكار المواد المطلوبة للتنفيذ
عمالة غير مؤهلة فنياً
أخطاء في التصميم
صعوبة الحصول على التراخيص وتصاريح العمل، والتقييد من قبل بعض الأنظمة والقوانين

الجدول (5-6) المخاطر التي درجة ترابطها مع العوامل الثلاث أكبر من 0.4

ولكن من الجدول (4-6) ومن أجل عدم تكرار نفس تأثير العامل مرتين تم إهمال أحد العاملين (انقطاع التمويل بشكل غير متوقع & تأخر تسديد الكشوف وفق العقد) واللذان درجة ترابطهما كبيرة وهي 0.93.

حيث تم إهمال العامل "انقطاع التمويل بشكل غير متوقع" والذي درجة تأثيره أقل نوعاً ما أو درجة ترابطه.

فيتبقى إحدى عشر عاملاً من أصل ستة عشر وهي مبينة في الجدول (6-6)، حيث أن هذه العوامل هي التي استخدمت لإتمام الدراسة والتي تؤثر على نجاح المشروع أو فشله.

1. تأخر تسديد الكشوف وفق العقد
2. حرب
3. نزاعات قانونية خلال مرحلة التشييد بين أطراف المشروع
4. توريد مواد غير صالحة أو غير مطابقة للمواصفات
5. تخفيض جودة العمل مقابل الالتزام بالوقت
6. كوارث بيئية (فيضانات, زلازل...)
7. ضغوط سياسية واجتماعية من قبل جهات ليس لها مصلحة كبرى في المشروع
8. احتكار المواد المطلوبة للتنفيذ
9. عمالة غير مؤهلة فنياً
10. أخطاء في التصميم
11. صعوبة الحصول على التراخيص وتصاريح العمل، والتقيد من قبل بعض الأنظمة والقوانين

الجدول (6-6) أهم المخاطر المستتجة والمؤثرة على مشاريع البنية التحتية

5-6 الملخص:

تم في هذا الفصل تحليل إجابات الاستبيان الثاني والتي هي معلومات لمشاريع منفذة فعلياً على أرض الواقع.

وإيجاد درجة الترابط بين المخاطر الستة عشر المستتجة من الفصل السابق وبين كل من:

- 1- درجة المخاطرة بشكل عام.
- 2- فرق الكلفة (الأولية عن الفعلية).
- 3- فرق الزمن (الأولي عن الفعلي).

ومن ثم تم اختيار المخاطر التي درجة ترابطها مع كل من العوامل الثلاث أكبر من 0.4، فيبقى اثنا عشر عاملاً ، ومن ثم تم إيجاد الترابط بين المخاطر الستة عشر بعضها مع بعض وذلك بغية معرفة المخاطر التي درجة ترابطها مع بعضها كبيرة وبالتالي إن تم أخذها مع بعضها يتم أخذ تأثير نفس العامل مرتين، ولذلك تم إهمال أحد العوامل المرتبط مع عامل آخر ، وتم إهمال العامل ذو التأثير الأقل.

وبذلك يتبقى إحدى عشر عاملاً من أصل ستة عشر وهذه العوامل هي التي تم استخدامها في الفصل التالي من الدراسة.

الفصل السابع
تقنيات صنع القرار واستنتاج
معادلات الزمن والكلفة والمخاطرة
للمشروع

الفصل السابع

تقنيات صنع القرار واستنتاج معادلات الزمن والكلفة والمخاطرة للمشروع

1-7 مقدمة:

تم التوصل في الفصل السابق لإيجاد إحدى عشر خطراً والأكثر أهمية وتأثيراً على مشاريع البنية التحتية، الحاجة الآن تكمن في إيجاد معادلة رياضية تعبر مخرجاتها عن فرق الكلفة المتوقعة للمشروع وأخرى عن فرق الزمن المتوقع وأيضاً معادلة يمكنها التنبؤ بدرجة مخاطرة مشروع البنية التحتية ومدخلاتها هي المخاطر الإحدى عشر المستنتجة.

يمكن ربط بيانات الاستبيان حول المخاطر الإحدى عشرة مع كل من البيانات الأخرى من كلفة وزمن ودرجة مخاطرة بواسطة العديد من الطرق والتقنيات المختلفة لصنع القرار ، ونذكر من هذه التقنيات تقنيات الذكاء الصناعي ، الأنظمة الخبيرة، الشبكات العصبونية، تحليل الارتداد... الخ حيث سيتم شرح موجز عن كل طريقة. وفي هذه الدراسة تم استخدام تقنية تحليل الارتداد وذلك من أجل إيجاد المعادلات المطلوبة .

يمكن إيجاد عدد كبير جداً من المعادلات ، وبعد ترتيب هذه المعادلات حسب معامل الارتباط ، تم اختيار أفضل 5 معادلات والتي أجري على كل منها الاختبار وذلك على المشروعات الثمانية من إجابات الاستبيان، ومن ثم تم اختيار المعادلة الأفضل من بين هذه المعادلات الخمس ، والتي يكون الخطأ فيها أقل ما يمكن.

2-7 مناقشة تقنيات صنع القرار الممكن استخدامه في هذه الدراسة:

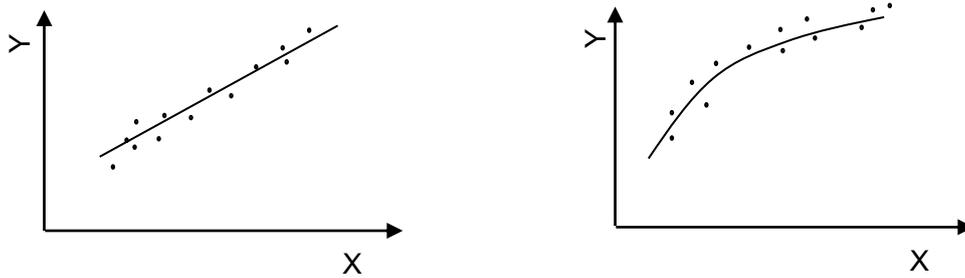
1-2-7 مبادئ تحليل الارتداد Regression Analysis :

يمكن تحليل الارتداد من الاستفادة من العلاقة بين متغير الفائدة أو ما يدعى المتغير التابع أو المتغير المستجيب ، وبين واحد أو أكثر من المتغيرات المستقلة. (Neter et al, 1979; Montgomery and Runger, 1994). يستخدم تحليل الارتداد غالباً من أجل التنبؤ بقيمة المتغير التابع وذلك بمعرفة قيم المتغيرات المستقلة. كما يمكن استخدامه من أجل فحص طبيعة العلاقة بين المتغيرات التابعة والمتغيرات المستقلة. ومن أجل فهم مبدأ تحليل الارتداد من المهم فهم العلاقة بين العاملين. ومن المفيد أيضاً التمييز بين العلاقة التابعة والعلاقة الإحصائية.

العلاقة التابعية بين متغيرين x ، y هي علاقة دقيقة، فقيمة y هي قيمة فريدة ومحددة عندما تكون قيمة x محددة. كمثال المساحة y بالنسبة لمربع طول ضلعه x هي محددة وتعطى بالعلاقة التابعية: $Y = X^2$.

ومن جهة أخرى فإن العلاقة الإحصائية بين متغيرين x, y هي علاقة غير دقيقة، وقيمة Y هي ليست فريدة ومحددة حتى لو كانت قيمة x هي محددة.

كمثال: العلاقة بين حجم ومدة مشروع تشييد محدد موضحة في الشكل (1-7) يرينا سحابتي انتشار لعلاقة إحصائية خطية بسيطة ممثلة بمستقيم، وأخرى لعلاقة إحصائية غير خطية بين المتغيرين x, y وهي ممثلة بخط منحنٍ.

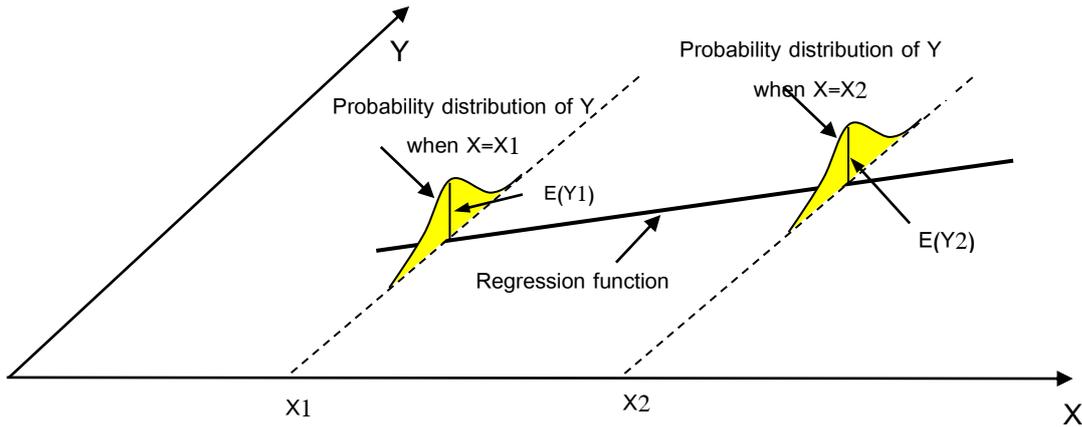


الشكل (1-7) أمثلة عن أشكال لعلاقات إحصائية خطية وغير خطية

يرينا المثال السابق السمات الأساسية للعلاقة الإحصائية وهي التالية:

- 1- ميل المتغير التابع y يختلف منهجياً (نظامياً) عن المتغير المستقل x .
- 2- تناثر الـ observations حول المستقيم أو المنحني
- 3- للعلاقة الإحصائية، يعود جزئياً إلى عوامل أخرى بالإضافة لتأثير المتغير المستقل x على المتغير التابع y ، ويعود أيضاً للتغيرات الكامنة في y .
- 4- نماذج الارتداد تدمج هذه السمات للعلاقة الإحصائية وذلك بافتراض أن لكل مرحلة أو مستوى لـ x يوجد احتمال توزيع لـ y .

تختلف وسائل هذه التوزيعات الاحتمالية حسب منهجية x كما هو موضح بالشكل (2-7).



الشكل (7-2) قاعدة معادلة الارتداد

تصنيف تقنيات تحليل الارتداد لتقنيات خطية وأخرى لاخطية:

الارتداد الخطي هو حالة خاصة من الارتداد اللاخطي. كما يوجد نوعين من تقنيات الارتداد البسيط والمتعدد.

عندما تربط معادلة الارتداد الخطي بين متغيرين metric-scale، تم إنشاؤها بافتراض أن أحد المتغيرات التابعة y يعتمد على متغير آخر مستقل هو x ، فإن المعادلة هي معادلة ارتداد بسيط. وهذه المعادلة تأخذ الشكل التالي:

$$Y = a + b * X$$

حيث أن كل من (a) و (b) ثوابت.

الارتداد المتعدد يتضمن اثنان أو أكثر من المتغيرات المستقلة. معادلة الارتداد اللاخطي المتعدد تأخذ الصيغة التالية:

$$Y = a + b_1 * X_1 + b_2 * X_2 + \dots + b_n * X_n$$

Y هي قيمة من المفترض أن تعتمد على قيمة المتغير المستقل X_i .

a, b_i هي ثوابت.

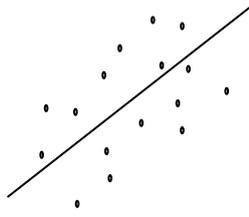
المتغير التابع يرسم على المحور Y والمتغير المستقل X_i يرسم على المحور X . العديد من الخطوط المستقيمة ممكن أن تظهر من أجل أن تناسب العلاقة بين Y و X .

من أوسع الإجراءات المستخدمة من أجل تحديد الخط الأكثر ملاءمة والمعادلة المقابلة تدعى طريقة أصغر المربعات. (Jain, 1996)

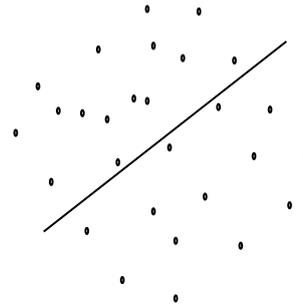
طريقة المربعات الصغرى:

إن طريقة أصغر المربعات تحقق دوماً معادلة الارتداد. لكن مدى الثقة بهذه المعادلة يعتمد على مدى اكتناز مخطط الانتشار وكم هو قريب لتمثيل الاتجاه الخطي.

وبالنظر لمخططي الانتشار في الشكل التالي فإن تحليل المربعات الصغرى سوف ينتج عنه نفس الثوابت من أجل معادلة ارتداد أفضل مناسبة للمتغيرات (Y= a+ b * X) لكل من سحابتي الانتشار.



(I)



(II)

الشكل (3-7) موثوقية معادلة الارتداد

وبشكل بديهي فإن المعادلة ستكون أكثر مصداقية من أجل الشكل I.

ويوجد معيار واحد يستخدم من أجل تقييم جودة معادلة الارتداد يدعى معامل التحديد

determination (R^2) حيث:

(R^2) = هو التباين من معادلة الارتداد مقسوماً على التباين الكلي كما هو موضح في المعادلة

التالية:

$$R^2 = SSR/SST$$

حيث أن:

R^2 يمثل نسبة التباين في المتغير التابع الناتجة عن المتغيرات المستقلة في المعادلة.

SSR مجموع المربعات الكلي المعبر عنه في معادلة الارتداد.

SST هو المجموع الكلي لمربعات الانحراف بين كل قيمة فعلية للمتغير التابع (Y) والمعدل (\bar{Y})

ويحسب من الصيغة التالية:

أيضاً:

$$SS_T = \sum (Y_i - \bar{Y})^2$$

$$SST = SSR + SSE$$

وحيث أن SSE هو المجموع الكلي للمربعات وغير المعبر عنها في معادلة الارتداد.
 R^2 ممكن ان تأخذ أي قيمة بين الصفر والواحد، في حالة الصفر لاتعبر المعادلة عن أي علاقة بين المتغيرات المستقلة والتابعة. والقيمة 1 تعبر عن معادلة ارتداد تامة.
 والجذر التربيعي لـ R^2 يدعى معامل الترابط المتعدد (r). والذي يقيس الترابط العام بين Y و X_i في معادلة الارتداد.

وتستخدم معادلة الارتداد غالباً في مجال التسويق (Jain, 1996).
 وثبت أيضاً أنها مفيدة في العديد من مجالات إدارة التشييد. كمثال على التنبؤ بمدة المشروع (Chan and Kumaraswamy, 1999) وتقدير حجم الربح في العقود الجديدة.
 والسلبية الرئيسية في تقنية الارتداد الخطي هي عدم قدرتها على حساب اللاخطية والتي ممكن أن توجد بين المتغيرات التوابع والمتغيرات المستقلة.
 الارتداد اللاخطي يحاول أن يمدج مثل هكذا علاقات ، ولكنه يحتاج إلى تدخل من قبل المستخدم.

يجب أن يتم إدخال المعادلات بشكل يدوي. ولأجل ذلك ممكن أن يكون عرضة للتأثر وأن ينحاز للمستخدم.

ومع ذلك فإن تحليل الارتداد مازال أكثر ملاءمة لتطوير النماذج وسهل الاستخدام وذلك مقارنة مع النماذج المستخدمة والممكنة.

ولأجل ذلك تم استخدام تقنيات الارتداد الخطي واللاخطي المتعدد في هذه الدراسة.

2-2-7 نظرية تحليل القرار متعدد المعايير:

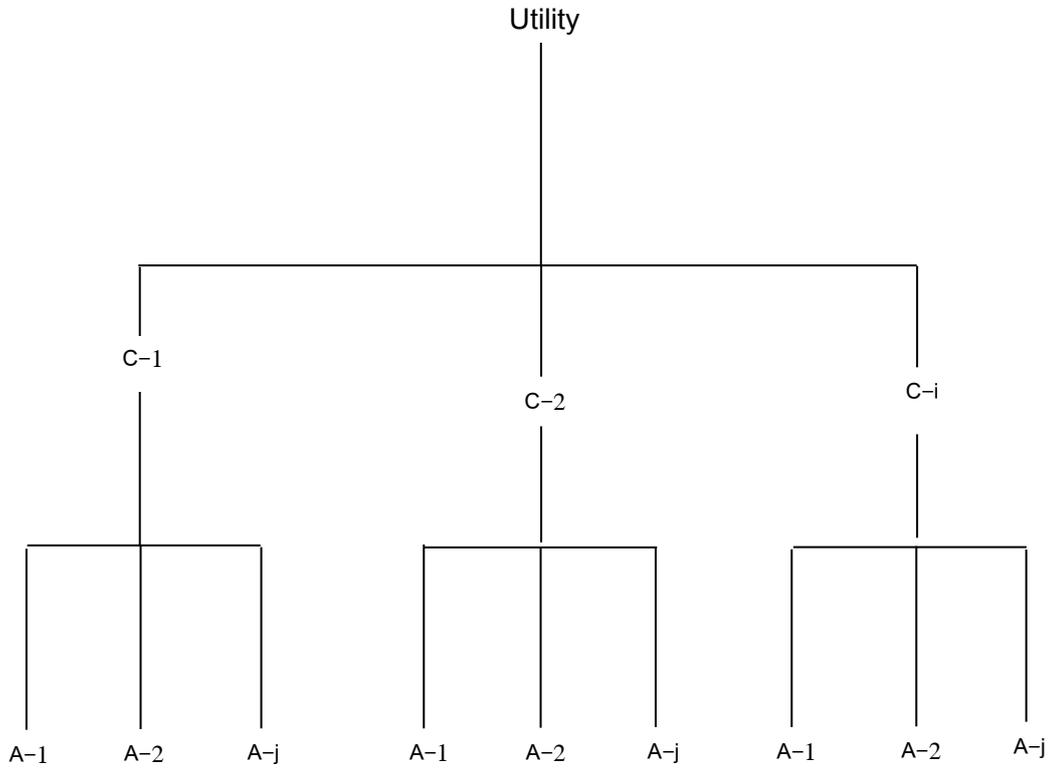
تتعامل نظريات اتخاذ القرار الكلاسيكية مع مشاكل وحيدة المعيار مثال: تحقيق أقصى ربح
 .maximising profit

ولكن التقنيات وحيدة المعيار غير قادرة على التعامل مع معظم مشاكل العالم الحقيقية والتي تغدو أكبر في النطاق (المجال) والتعقيد، ونتيجة لذلك تطورت نظريات القرار متعدد المعايير.

وطريقة التحليل الهرمي (AHP) The Analytical Hierarchy Process هي واحدة من أكثر الطرق شيوعاً في استخدام تقنيات اتخاذ القرار متعدد المعايير وذلك في تطوير نماذج التعاقد.

طريقة الـ AHP مقدمة من قبل Saaty (1977) من أجل مقارنة البدائل عبر المعايير المتعددة.

وهي تعمل على تحليل مشكلة القرار إلى بدائل ومعايير هرمية.
 بشكل عام أو عادة المستوى الأعلى من الهرم هو الهدف العام ويتألف المستوى التالي عادة من
 معايير القرار، وأخفض مستوى بشكل عام يتكون من بدائل القرار. والشكل (4-7) يوضح هذه الهرمية.
 معايير القرار مشار إليها في C-1, C-2, C-i. والبدائل مشار إليها في A-1, A-2, A-J.



الشكل (4-7) المخطط الشجري لطريقة AHP

إذا وجد العديد من المعايير أو البدائل، أي إذا كان أي مستوى يتألف من عدة فروع فينصح بدمج
 المستويات الإضافية، أي معايير فرعية أو بدائل فرعية في الهرم.
 والأهمية (النسبية) مشار إليها في كل مستوى من الهرم بمجموعة من الأوزان تعين المعايير
 والبدائل.
 في أخفض مستوى، من أجل كل معيار، يعطى وزن لكل بديل بالاعتماد على مساهمته النسبية
 في إنهاء الهدف النهائي.

المشكلة عندها هي ضرب الأوزان لكل فرع ومن ثم جمع النتائج لكل بديل . والنتيجة هي مجموعة من الأوزان متعددة المعايير ، واحد لكل بديل.

تصنف البدائل عندها حسب أوزانها والبديل ذو الوزن الأكبر يصنف هو الأفضل.

وحسب (Sage 1977) ، من المفروض أن كل معيار هو مستقل بمعنى أنه تم القضاء على التأثير المزدوج.

وأيضاً فإن كل زوج من المعايير هو مستقل عن الثالث، بمعنى أن قيمة المفاضلة بين معيار هذا الزوج لا تتأثر بالمستوى الثالث المعطى، وقيمة المفاضلة هي قياس كمية انخفاض نسبة الرضا في عامل واحد ممكن تحقيقها وذلك بزيادة نسبة الرضا في الآخر.

على سبيل المثال، توافر المعدات التي يملكها المقاول ممكن أن تكون أقل أهمية وذلك في حال وجود إمكانية عالية لاستئجار المعدات. تتيح هذه التقنية إمكانية اتخاذ القرارات الموضوعية.

وهكذا يمكن تمثيل عملية التعاقد بشكل أكثر دقة من النماذج وحيدة المعيار.

إضافة إلى ذلك، فإن طريقة الـ AHP تمكن من استخدام الأحكام الذاتية (الموضوعية) فيما يتعلق بالأهمية النسبية للمعيار والوزن النسبي للبدائل، والتي تتناسب طريقة اتخاذ قرارات التعاقد. (Fayek, 1996)

ومع ذلك فإن نماذج الـ AHP تتطلب عدداً كبيراً نسبياً من المدخلات، أي تنقل بدائل ومعايير القرار، وقد لا يستطيع المستخدم عديمي الخبرة تأمين هذه المدخلات بدقة.

3-2-7 تقنيات الذكاء الاصطناعي Artificial Intelligence Techniques:

ظهرت تقنيات الذكاء الصناعي (AI) في الخمسينات والستينات نتيجة الدمج بين علم النفس وعلوم الكمبيوتر.

وتستطيع هذه الطريقة التعبير عن طريقة عمل العقل البشري بواسطة الكمبيوتر. وهي تغطي مجالات شتى مثل التمييز وفهم اللغات، وتمييز الصور والأصوات والروبوتات.

الأنظمة الخبيرة Expert systems تدعى بشكل أكثر صحة "نظم القواعد المعرفية الذكية" (Intelligent Knowledge Based Systems IKBS) هي من أبرز تقنيات الذكاء الصناعي

1-3-2-7 الأنظمة الخبيرة Expert Systems :

النظم الخبيرة (ESs) هي واحدة من النجاحات الجارية الأولى للذكاء الصناعي AI. وهي قادرة على معالجة المشاكل كثيفة المعلومات والتي لا يمكن معالجتها بسهولة من قبل البرمجيات التقليدية.

وقد اقترحت العديد من التعاريف للنظم الخبيرة . وحددت جمعية الحاسبات البريطانية وهي جمعية ذات اهتمام خاص في النظم الخبيرة (Alvey) تعريف النظام الخبير على النحو التالي: "يعتبر النظام الخبير كتجسيد ضمن الكمبيوتر لمحتوى قواعد معرفي لمهارات ذات خبرة في صيغة تمكن النظام من تقديم نصائح ذكية أو اتخاذ قرارات ذكية عن الموضوع الذي تتم معالجته".

وهناك صفة مميزة وتعتبر أساسية ، والتي هي قدرة النظام، عند الطلب، على تبرير منطقته الخاص والتي يمكن فهمها مباشرة من المستفسر . والأسلوب المعتمد لتحقيق هذه الخصائص rule-based programming" (Forsyth, 1984)

وعرّف Waterman (1986) الأنظمة الخبيرة على أنها " برامج الكمبيوتر المتطورة والتي تعالج المعلومات لحل المشاكل "

وعرّف Recently, Jackson (1999) الأنظمة الخبيرة على أنها " برنامج كومبيوتر يمثل المعرفة المتعلقة ببعض المواضيع الاختصاصية بغية حل المشاكل أو تقديم المشورة"

تتألف المعرفة في الأنظمة الخبيرة من الحقائق والاستدلال أي القواعد الأساسية rules of thumb .

تشكل الحقائق جسم من المعلومات يمكن مشاركتها على نطاق واسع، متاحة للعموم، كما تم الاتفاق عليها من قبل الخبراء في هذا المجال.

لا يمنح برنامج الكمبيوتر اسم نظام خبير إلا إذا كان قادراً على أن يعمل كخبير في مجال معين. وهي من أكثر السمات التي تجعل النظام منتمياً لمستوى الأنظمة الخبيرة وذلك من أدائها. (Nikolopoulos, 1997; Harmon and King, 1985)

وتكون هذه السمات متضمنة في بنية النظام، ترميز المعرفة في قاعدة المعرفة وتوافر تسهيلات (خدمات) التفسير . وتستمد الأنظمة الخبيرة الحلول بالاعتماد على الاستدلال بدلاً من نهج الخوارزميات المعتمد في البرامج التقليدية. (Jackson, 1999; Waterman, 1986)

يحل النظام الخبير المشاكل في نطاق ضيق من الخبرة وقد لا يكون صالحاً لحل المشاكل العامة.

ومع ذلك حتى في المجالات ذات القيود الشديدة، تحتاج الأنظمة الخبيرة لحجم ضخم من المعرفة بغية الوصول لإنجاز مشابه لما يحققه إنسان خبير في هذا المجال.

2-3-2-7 الشبكات العصبونية الصناعية ANN Artificial Neural Networks :

الدماغ البشري هو أكثر الأنظمة البيولوجية المعقدة، بقدرته القوية على التفكير، التذكر، وحل المشاكل المعروفة للإنسان. (Fu, 1994)

وهذه القدرة الفريدة جذبت الباحثين في مجال الذكاء الصناعي (AI) لنمذجة عقل الإنسان كنموذج حاسوبي يعرف بالشبكة العصبونية الصناعية (ANN).

والفكرة المفتاحية هي جعل الكمبيوتر يتعلم من خلال الأمثلة، كتعلم الإنسان من خلال التجربة، وذلك لتميز النماذج الموجودة من خلال مجموعة البيانات المعطاة. وهذا يميز الشبكات العصبونية الصناعية عن غيرها من تقنيات الذكاء الصناعي كأنظمة الخبرة، والتي تعتمد على مجموعة من القواعد المستنبطة من خبرة الإنسان.

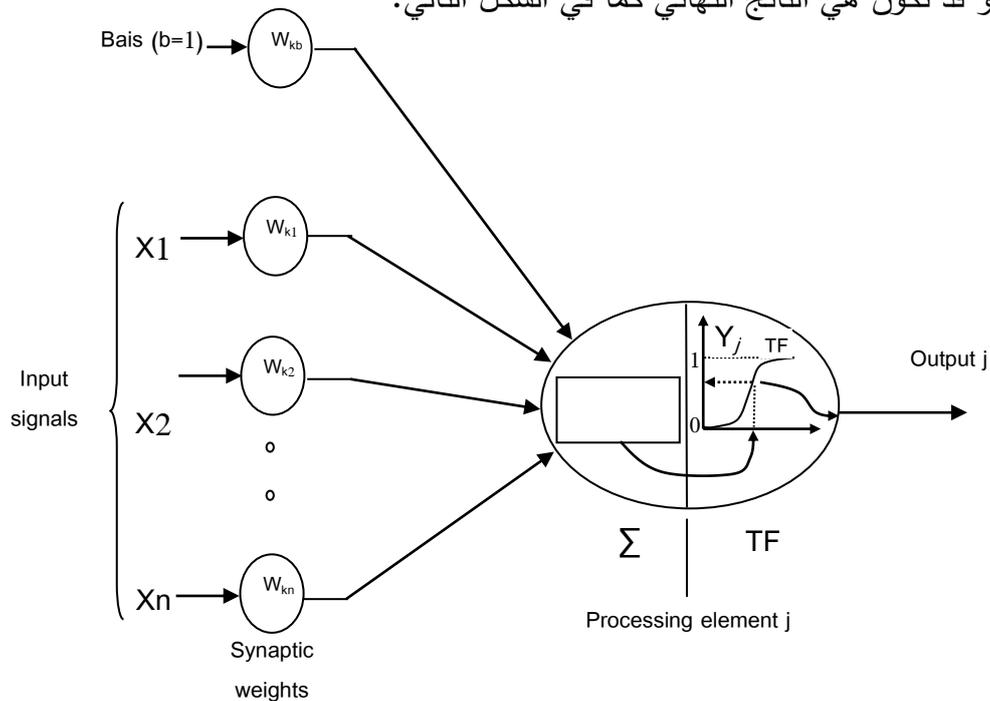
يسمى العنصر الرئيسي لـ ANN بالعقدة , أو Processing Element (PE) أو تسمى بالعصبون.

PEs هي شبكة عصبية مترابطة بواسطة الروابط الموزونة (المشابك العصبية) (synapses).

يمكن لكل PE أن يتلقى العديد من المدخلات في وقت واحد. وعادة يتم ضرب هذه المدخلات بأوزان الروابط.

يجمع PE المدخلات الموزونة وبحول الناتج لاستجابة والتي يمكن ان تكون مدخلات لل PE(s)

التالية، أو قد تكون هي الناتج النهائي كما في الشكل التالي:



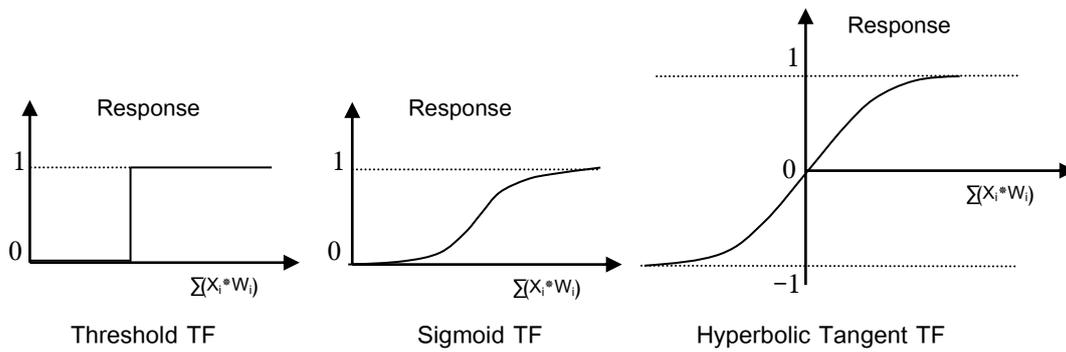
الشكل (5-7) النموذج التابع للعنصر

مدخلات الـ PE تتضمن أيضاً (b) externally applied bias انحياز مطبق خارجياً. التحيز له تأثير الزيادة او النقصان لاستجابة الـ PE .

عملية التحويل محددة بتابع يدعى تابع التحويل (TF) Transfer Function، أو يدعى تابع التنشيط.

وتابع التنشيط TF يمكن أن يكون عتبة (حد أدنى) أو تابع سلس.

وفيما يلي أمثلة عن شكل تابع التنشيط:



الشكل (6-7) أنواع مختلفة لتابع التنشيط

وتابع الـ Sigmoid transfer تعرف صيغته كالتالي:

$$f(x) = \frac{1}{1 + \exp(-x)}$$

Hyperbolic Tangent تابع يعرف كالتالي:

$$f(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}}$$

إن هيكل نموذج ANN هو جانب آخر هام. حيث يوجد العديد من الهياكل الممكنة والتي يمكن استخدامها في نمذجة مشكلة معينة.

والأكثر شيوعاً هو (Multi-Layer Perceptron MLP متعدد الطبقات).

يتألف هذا النموذج من الـ ANN من طبقة إدخال (input layer (buffer، طبقة او طبقات مخفية، وطبقة إخراج.

ولا تقوم الـ PEs في طبقة الإدخال بإنجاز أي عمليات حسابية، وهي تقوم فقط باستقبال مدخلات المستخدم وتقوم بإعادة توجيهها لأول طبقة مخفية.

ترتبط الـ PEs في الشبكة العصبونية بشكل كامل أو جزئي بالطريق للمخرجات أي بالاستجابة، PE يتغذى عن طريق الارتباطات الموزونة كمدخلات للـ (PEs) للطبقة اللاحقة.

يرينا الشكل (7-7) مستقبل بسيط مرتبط متعدد الطبقات والذي يتكون من أربع مستقبلات PEs، عقدة وطبقة مخفية واحدة تحوي اثنين PEs، وطبقة مخرجات واحدة تحوي PE واحدة.

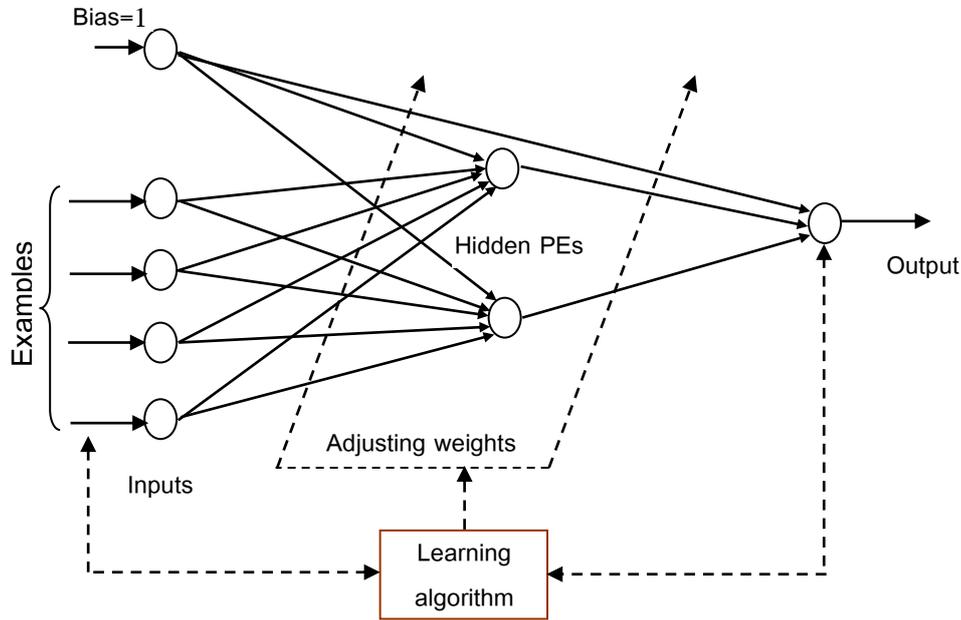
أوزان الارتباط للشبكة العصبونية تم تعديلها بالتعلم من خلال الأمثلة.

خوارزمية التعلم المستخدمة والأكثر شيوعاً تدعى error back-propagation.

خوارزمية Back-propagation تم تطويرها من قبل Rumelhart et al. (1986).

وتطوير طريقة التعلم هذه لعبت دوراً كبيراً في تقدم الشبكات العصبونية كأداة لحل مشاكل عديدة

وكبيرة. (Fausett, 1994; Haykin, 1999).



الشكل (7-7) نموذج عام لشبكة عصبونية متعددة الطبقات

المفاهيم الأساسية للنظرية الضبابية : Basic Concepts of Fuzzy Set Theory

نظرية المجموعة الضبابية هي تعميم لنظرية المجموعة التقليدية. وأول من قدم مفهوم هذه النظرية هو (Zadeh (1965).

وتتميز بعضويتها الوظيفية، والتي تمثل عددياً درجة انتماء العنصر للمجموعة.

وعلى عكس نظرية المجموعات التقليدية الهشة، حيث العناصر هي إما داخل أو خارج المجموعة. فإن نظرية المجموعات الضبابية تسمح للعناصر بأن يكونوا كأعضاء جزئيين في المجموعة.

وقيمة العضوية تتراوح ما بين 1 (وهي عضوية كاملة)، أو 0 (أي لا يوجد عضوية).

نظرية المجموعات الضبابية تستخدم كطريقة للتعامل مع عدم الدقة في الحياة الواقعية. وعلى الرغم من أن النظرية الضبابية تتعامل مع معلومات غير دقيقة إلا أنها تعتمد على النظرية الرياضية الكمية (Chen and Hwang, 1992).

وهي تؤمن طريقة مناسبة لتحليل الأنظمة المعقدة، ومعالجة القرار عندما يكون نمط عدم التعيين هو بسبب المتغيرات المتأصلة أو الضبابية أكثر من العشوائية نوعاً ما (Zadeh, 1994)

"الكثير من القرارات المتخذة في العالم الحقيقي يتم أخذها في بيئة حيث تكون فيها الأهداف والقيود ونتائج الأعمال الممكنة هي ليست معروفة على وجه التحديد" (Bollman and Zadeh, 1970)

يسند صانعو القرار عادة قيم لغوية على الطبيعة الضبابية لتوقعاتهم أو وصفهم للأحداث.

المفاهيم الضبابية تمكننا من صنع قرارات موثوق بها، مع أحداث أو حقائق غامضة أو غير دقيقة، وذلك بتمثيلها لغوياً. هذه الدقة أو الضبابية هي جوهر المنطق الضبابي.

ما هو المنطق الضبابي؟

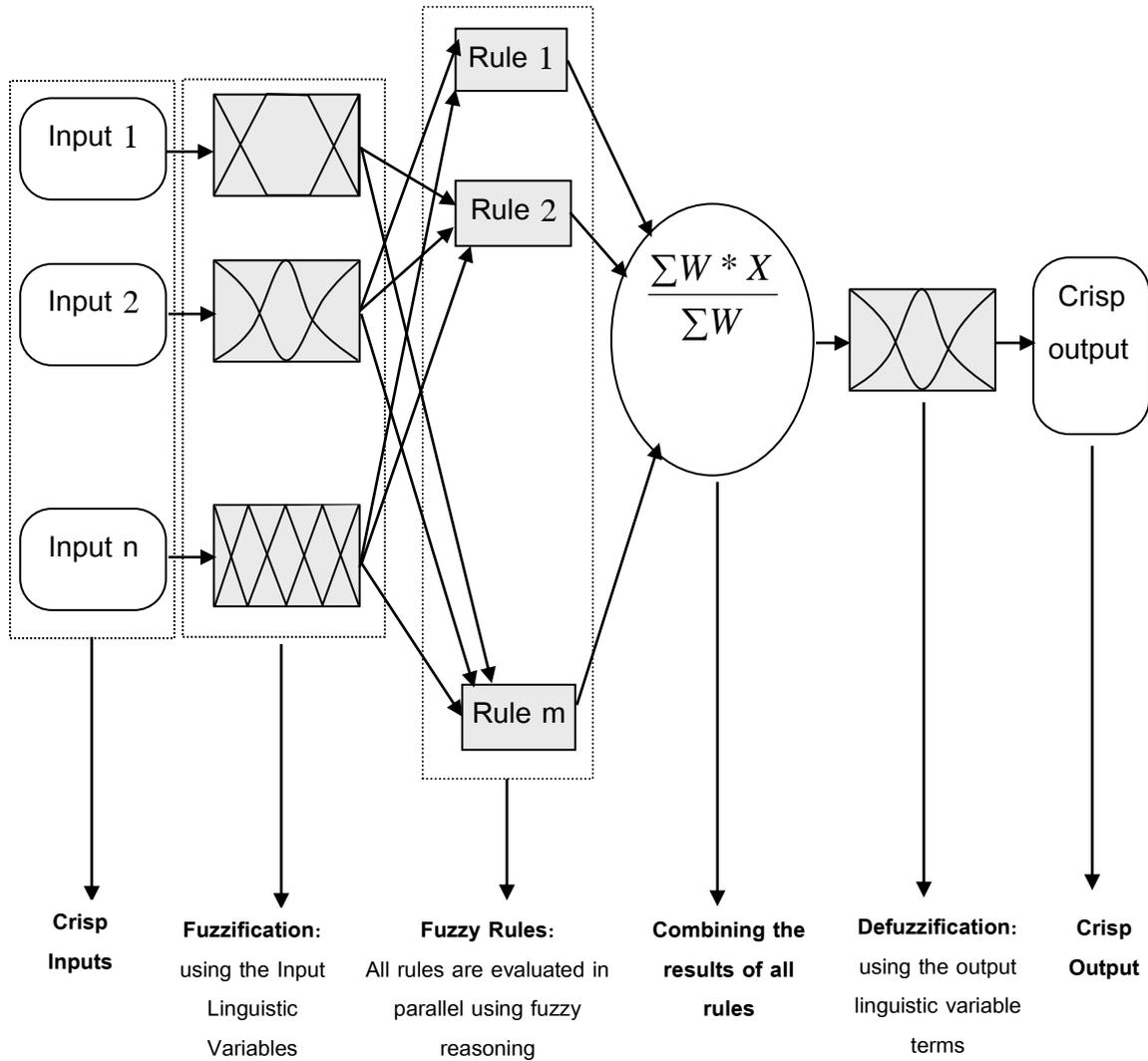
هي تكنولوجيا تترجم اللغة الطبيعية لسياسات القرار إلى خوارزمية.

(Boussabaine and Wanous, 2000)

والمحتوى الرئيسي لنظام المنطق الضبابي هو مدخلات المتغيرات اللغوية، قاعدة الحكم تتألف من مجموعة قواعد "if-then". والمخرجات هي متغيرات لغوية.

كل قاعدة ضبابية لها وزن يدعى درجة الدعم (DoS) degree of support يمثل أهميته النسبية.

الشكل (7-8) يوضح الهيكل العام لنظام المنطق الضبابي.



الشكل (7-8) الهيكل العام لنظام المنطق الضبابي

3-7 استنتاج كل من معادلات الكلفة والزمن ودرجة المخاطرة المتوقعة للمشروع:

سنستخدم الإحدى عشر خطراً التي تم استنتاجها من الفصل السابق والتي تشكل التأثير الأكبر على مشاريع البنية التحتية .

1-3-7 إيجاد معادلة فرق الكلفة المتوقعة:

حيث أوجدنا الفرق بين الكلفة الأولية والكلفة الفعلية لكل من العشرين مشروع التي حصلنا عليها من إجابات الاستبيان الثاني، وذلك للمخاطر الإحدى عشر. ومن ثم قمنا بمساعدة برنامج xlstat والملحق ببرنامج إكسل بإيجاد معادلات تربط بين فرق الكلفة والمخاطر الإحدى عشر، حيث يستخدم هذا البرنامج معادلات الارتداد الخطي واللاخطي.

حيث اخترنا أولاً المخرجات وهي عمود فرق الكلفة ومن ثم المدخلات حيث نختار مانشاء من المدخلات مثلاً نختار عامل واحد من المخاطر أو عاملين أو كل العوامل ولكل معادلة نختار درجة وبهذا يمكن أن نختار عدد كبير جداً من المعادلات، مثلاً أول معادلة هي: المخرجات فروق الكلف، والمدخلات هي معامل الخطر الأول، واخترنا المعادلة من الدرجة الأولى مثلاً، ثم نظرنا لمعامل الارتباط لهذه المعادلة والذي يجب أن يكون قريباً من الرقم واحد بالقيمة المطلقة.

وهكذا جربنا بعدها المدخلات لأكثر من عامل وأكثر من درجة.

أمثلة لمعادلات تعطينا فروق الكلفة:

$$Y = -2620711.61873638 + 2670959.5795207 * X1$$

$$R^2 \quad 0.306$$

$$Y = -2987553.67058823 + 5513985.48137253 * X1 - 825394.61666666 * X1^2$$

$$R^2 \quad 0.340$$

$$Y = -3054559.90757687 + 1298185.88945827 * X1 + 2972184.54593704 * X2$$

$$R^2 \quad 0.503$$

$$Y = -2711691.21428579 - 4899822.2440457 * X1 + 9335539.19047446 * X1^2 - 1954025.73214254 * X1^3$$

$$R^2 \quad 0.510$$

$$Y = -2817295.09574468 + 1569831.19592199 * X1 + 906256.353280134 * X2 - 91376.8554964551 * X1^2 + 572197.987145392 * X2^2$$

$$R^2 \quad 0.517$$

$$Y = -1699244.44128706 + 1319117.40245117 * X_1 + 3843982.06209103 * X_2 - 1143697.86993166 * X_3$$

$$R^2 \quad 0.549$$

$$Y = -3662820.26104385 + 2493789.71367757 * X_1 + 1457584.22215943 * X_2 + 2093784.62838992 * X_3 - 353872.9844434 * X_1^2 + 682332.507074737 * X_2^2 - 744155.470961969 * X_3^2$$

$$R^2 \quad 0.588$$

$$Y = -4063318.73947957 + 1663995.37164228 * X_1 + 2842419.73461469 * X_2 - 890423.138635517 * X_3 + 2743880.31147965 * X_4$$

$$R^2 \quad 0.606$$

$$Y = -3950466.91189868 + 1744488.78879864 * X_1 + 2674106.36369282 * X_2 - 614287.005965217 * X_3 + 2766551.68377003 * X_4 - 326336.972178688 * X_5$$

$$R^2 \quad 0.608$$

$$Y = -7727089.61848628 - 101018.411554525 * X_1 + 4756232.39057729 * X_2 + 3130777.8397282 * X_3 + 3894869.44143266 * X_4 + 493790.909001599 * X_1^2 - 468590.451697578 * X_2^2 - 900269.11904941 * X_3^2$$

$$R^2 \quad 0.653$$

$$Y = -8188731.35000773 - 1511828.11170367 * X_1 + 4457703.13383275 * X_2 + 3260802.0748601 * X_3 + 3310293.14000133 * X_4 + 1968295.5201105 * X_5 + 764192.777809975 * X_1^2 - 337478.366934149 * X_2^2 - 809409.683788295 * X_3^2 - 594756.019857497 * X_5^2$$

$$R^2 \quad 0.673$$

$$Y = -5612545.91312702 + 3223961.9703827 * X_1 + 2234820.68974398 * X_2 + 10293464.1763175 * X_3 - 571917.303201362 * X_1^2 + 417223.977437328 * X_2^2 - 7696227.23773993 * X_3^2 + 1270137.94424042 * X_3^3$$

$$R^2 \quad 0.684$$

$$Y = -6217252.04203008 + 1669505.53534101 * X_1 + 3198688.68394325 * X_2 - 2192277.45039877 * X_3 + 1128241.39543695 * X_4 + 72211.7692494533 * X_5 + 3022440.53086159 * X_6$$

$$R^2 \quad 0.686$$

$$Y = -6604378.45933833+1650388.25284935*X1+3385581.89336871*X2-2096372.29027082*X3+1200385.69397889*X4+64235.1547447832*X5+3362765.37833074*X6+53304.3935279165*X7-665539.308660174*X8$$

$$R^2 \quad 0.694$$

$$Y = -7136715.44629428+1880331.75251934*X1+2764561.24648976*X2-1654739.99019108*X3+1188096.91696306*X4+13088.2555165703*X5+2252141.30055093*X6+204602.932416396*X7-991953.058460671*X8+2087413.97268137*X9$$

$$R^2 \quad 0.745$$

$$Y = -5975093.99998391+2060786.85836757*X1+973455.470869158*X2+32424003.6451378*X3-315112.408340764*X1^2+772218.979156606*X2^2-41994786.8718531*X3^2+16300777.3787048*X3^3-1956249.05202361*X3^4$$

$$R^2 \quad 0.748$$

$$Y = -6912283.47800826+1963298.27783457*X1+2681311.85113871*X2-1601218.75201699*X3+1398864.42129194*X4+253180.874988387*X5+2113510.69113589*X6+7888.91982880118*X7-1020226.76912451*X8+2480576.47668342*X9-471745.074602774*X10$$

$$R^2 \quad 0.749$$

$$Y = -9915069.80428818+536454.802600853*X1+5702618.30652202*X2+11622954.5271143*X3+4066984.262083*X4+306645.51326019*X1^2-792533.728578033*X2^2-8068379.85168344*X3^2+1308347.70629088*X3^3$$

$$R^2 \quad 0.755$$

$$Y = -6312977.22572805+2045331.52093003*X1+2818027.21030817*X2-956550.562593428*X3+1408026.2574454*X4-72812.896117279*X5+1721090.44271356*X6+103305.781852709*X7-971391.957527737*X8+2745971.35884632*X9-180315.576746664*X10-1117808.40274314*X11$$

$$R^2 \quad 0.760$$

$$Y = -8681273.35720386+775351.66367753*X1+3826219.54325083*X2+23741678.2076884*X3+2706179.35721352*X4+158468.979174554*X1^2-186219.54318585*X2^2-27415245.5852892*X3^2+9828498.41621981*X3^3-1110568.00291817*X3^4$$

$$R^2 \quad 0.767$$

$$Y = -10511310.7391633+124354.751229203*X1+7244641.14160611*X2+9428303.08828654*X3+3700293.57021542*X4+8448426.81367897*X5+428421.050706542*X1^2-997727.08909207*X2^2-7558077.04630645*X3^2-5555543.34494186*X5^2+1295084.20059882*X3^3+914895.554096548*X5^3$$

R² 0.817

وبعد ترتيب هذه المعادلات حسب معامل الارتباط، سوف نختار أفضل 5 معادلات والتي سنجري على كل منها الاختبار وذلك على المشروعات الثمانية من إجابات الاستبيان، ومن ثم سنختار المعادلة الأفضل من بين هذه الخمس معادلات والتي يكون الخطأ فيها أقل مايمكن.

ونجد المعادلات الخمسة كمايلي:من أجل فروق الكلفة:

1- $Y = -10511310.7391633+124354.751229203*X1+7244641.14160611*X2+9428303.08828654*X3+3700293.57021542*X4+8448426.81367897*X5+428421.050706542*X1^2-997727.08909207*X2^2-7558077.04630645*X3^2-5555543.34494186*X5^2+1295084.20059882*X3^3+914895.554096548*X5^3$

R² 0.817

2- $Y = -8681273.35720386+775351.66367753*X1+3826219.54325083*X2+23741678.2076884*X3+2706179.35721352*X4+158468.979174554*X1^2-186219.54318585*X2^2-27415245.5852892*X3^2+9828498.41621981*X3^3-1110568.00291817*X3^4$

R² 0.767

3- $Y = -6312977.22572805+2045331.52093003*X1+2818027.21030817*X2-956550.562593428*X3+1408026.2574454*X4-72812.896117279*X5+1721090.44271356*X6+103305.781852709*X7-971391.957527737*X8+2745971.35884632*X9-180315.576746664*X10-1117808.40274314*X11$

R² 0.760

4- $Y = -9915069.80428818+536454.802600853*X1+5702618.30652202*X2+11622954.5271143*X3+4066984.262083*X4+306645.51326019*X1^2-792533.728578033*X2^2-8068379.85168344*X3^2+1308347.70629088*X3^3$

R² 0.755

5- $Y = -6912283.47800826+1963298.27783457*X1+2681311.85113871*X2-1601218.75201699*X3+1398864.42129194*X4+253180.874988387*X5+2113510.69113589*X6+7888.91982880118*X7-1020226.76912451*X8+2480576.47668342*X9-471745.074602774*X10$

R² 0.749

حيث أوجدنا الخطأ لكل من مشاريع الاختبار الثمانية،

بإمكاننا حساب الخطأ لكل معادلة من المعادلات الخمس وحيث يوجد 8 ثمانية مشاريع للاختبار لكل معادلة . يوجد العديد من العلاقات المستخدمة لحساب معدل الخطأ .

تم حساب الخطأ بطريقة الخطأ المتوسط المئوي للقيمة المطلقة MAPE: Mean absolute percentage error

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^N \frac{|E_i|}{M_i}}{N} * 100 \quad (\text{Pecar; 1993})$$

حيث: E_i هو الخطأ وهو يساوي إلى (فرق الكلفة المتوقعة عن الحقيقية لأزواج الاختبار من

الاستبيانات - فرق الكلفة الحقيقية عن المتوقعة والمحسوبة من المعادلة) .

(M_i) فرق الكلفة المتوقعة عن الحقيقية لأزواج الاختبار من الاستبيانات.

N عدد المشاريع المستخدمة في الاختبار ، وهو يساوي إلى 8 ثمانية مشاريع.

معدل الخطأ حسب هذه الطريقة ولكل معادلة هو التالي:

رقم المعادلة	معدل الخطأ MAPE
1	(53,498.99)
2	(1,442.14)

(2,249.91)	3
(782.07)	4
(1,951.32)	5

ونجد أيضاً بهذه الطريقة أن المعادلة الرابعة فيها أقل معدل خطأ وهو يساوي $MAPE = 782.07$

فإذاً المعادلة التي تم استنتاجها في دراستنا والتي تعطينا فرق كلفة المشروع المتوقعة هي:

$$Y = -9915069.80428818 + 536454.802600853 * X1 + 5702618.30652202 * X2 + 11622954.5271143 * X3 + 4066984.262083 * X4 + 306645.51326019 * X1^2 - 792533.728578033 * X2^2 - 8068379.85168344 * X3^2 + 1308347.70629088 * X3^3$$

الفصل السابع

معادلة	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	المخرجات المتوقعة	المخرجات الفعلية	MAPE
معادلة 1														
المشروع 1	1	0	2	2	1	4	1	1	1	1	0	102,234,802.82	50,000.00-	(2,045.70)
المشروع 2	0	0	1	1	1	2	2	1	1	2	1	162,072.10	5,000,000.00-	(1.03)
المشروع 3	0	0	3	3	0	1	1	4	1	0	2	4,180,940.76-	2,000,000.00-	(1.09)
المشروع 4	0	1	1	1	3	2	3	1	2	1	1	2,648,777.42	150,000,000.00	0.98
المشروع 5	4	1	3	3	2	4	4	1	3	3	2	419,411,973.78	1,000,000.00-	(420.41)
المشروع 6	4	2	0	0	0	0	2	1	1	1	0	415,339,219.00	300,000.00-	(1,385.46)
المشروع 7	4	4	3	3	2	3	4	2	2	3	2	426,179,990.87	2,000,000.00-	(214.09)
المشروع 8	4	4	3	3	3	4	4	2	2	3	2	424,233,716.49	2,000,000.00-	(213.12)
													معدل الخطأ	(53,498.99)
معادلة 2														
المشروع 1	1	0	2	2	1	4	1	1	1	1	0	3,653,820.64-	50,000.00-	(72.08)
المشروع 2	0	0	1	1	1	2	2	1	1	2	1	930,730.96-	5,000,000.00-	(0.81)
المشروع 3	0	0	3	3	0	1	1	4	1	0	2	661,461.93-	2,000,000.00-	(0.67)
المشروع 4	0	1	1	1	3	2	3	1	2	1	1	2,709,269.04	150,000,000.00	0.98
المشروع 5	4	1	3	3	2	4	4	1	3	3	2	8,615,448.39	1,000,000.00-	(9.62)
المشروع 6	4	2	0	0	0	0	2	1	1	1	0	3,863,197.88	300,000.00-	(13.88)
المشروع 7	4	4	3	3	2	3	4	2	2	3	2	17,300,813.87	2,000,000.00-	(9.65)
المشروع 8	4	4	3	3	3	4	4	2	2	3	2	17,300,813.87	2,000,000.00-	(9.65)
													معدل الخطأ	(1,442.14)
معادلة 3														
المشروع 1	1	0	2	2	1	4	1	1	1	1	0	5,144,424.17	50,000.00-	(103.89)
المشروع 2	0	0	1	1	1	2	2	1	1	2	1	1,989,382.13-	5,000,000.00-	(0.60)
المشروع 3	0	0	3	3	0	1	1	4	1	0	2	6,509,367.19-	2,000,000.00-	(2.25)
المشروع 4	0	1	1	1	3	2	3	1	2	1	1	3,712,612.00	150,000,000.00	0.98
المشروع 5	4	1	3	3	2	4	4	1	3	3	2	17,682,720.84	1,000,000.00-	(18.68)
المشروع 6	4	2	0	0	0	0	2	1	1	1	0	9,305,278.67	300,000.00-	(32.02)
المشروع 7	4	4	3	3	2	3	4	2	2	3	2	20,698,348.71	2,000,000.00-	(11.35)
المشروع 8	4	4	3	3	3	4	4	2	2	3	2	22,346,626.26	2,000,000.00-	(12.17)
													معدل الخطأ	(2,249.91)
معادلة 4														
المشروع 1	1	0	2	2	1	4	1	1	1	1	0	501,170.33	50,000.00-	(11.02)
المشروع 2	0	0	1	1	1	2	2	1	1	2	1	985,163.16-	5,000,000.00-	(0.80)
المشروع 3	0	0	3	3	0	1	1	4	1	0	2	135,284.03-	2,000,000.00-	(0.93)
المشروع 4	0	1	1	1	3	2	3	1	2	1	1	3,924,921.42	150,000,000.00	0.97
المشروع 5	4	1	3	3	2	4	4	1	3	3	2	11,826,947.97	1,000,000.00-	(12.83)
المشروع 6	4	2	0	0	0	0	2	1	1	1	0	5,372,179.32	300,000.00-	(18.91)
المشروع 7	4	4	3	3	2	3	4	2	2	3	2	17,046,796.96	2,000,000.00-	(9.52)
المشروع 8	4	4	3	3	3	4	4	2	2	3	2	17,046,796.96	2,000,000.00-	(9.52)
													معدل الخطأ	(782.07)
معادلة 5														
المشروع 1	1	0	2	2	1	4	1	1	1	1	0	4,350,023.33	50,000.00-	(88.00)
المشروع 2	0	0	1	1	1	2	2	1	1	2	1	2,101,798.15-	5,000,000.00-	(0.58)
المشروع 3	0	0	3	3	0	1	1	4	1	0	2	6,998,277.46-	2,000,000.00-	(2.50)
المشروع 4	0	1	1	1	3	2	3	1	2	1	1	4,046,085.92	150,000,000.00	0.97
المشروع 5	4	1	3	3	2	4	4	1	3	3	2	17,013,386.12	1,000,000.00-	(18.01)
المشروع 6	4	2	0	0	0	0	2	1	1	1	0	7,307,915.81	300,000.00-	(25.36)
المشروع 7	4	4	3	3	2	3	4	2	2	3	2	19,443,007.74	2,000,000.00-	(10.72)
المشروع 8	4	4	3	3	3	4	4	2	2	3	2	21,809,699.31	2,000,000.00-	(11.90)
													معدل الخطأ	(1,951.32)

7-3-2 إيجاد معادلة فرق الزمن المتوقع:

بنفس الأسلوب السابق الذي أوجدنا به معادلات فروق الكلفة سنجد معادلات فرق الزمن المتوقع

للمشروع هي التالية:

$$Y = -109.625 - 5.968749999999999 * X8$$

$$R^2 = 0.001$$

$$Y = -96.2261904761906 - 38.2976190476189 * X6 + 13.8035714285714 * X6^2$$

$$R^2 = 0.003$$

$$Y = -98.2121212121213 - 65.8863636363633 * X8 + 22.8257575757575 * X8^2$$

R² 0.015

$$Y = -147.604838709677+23.7177419354839*X_{10}$$

R² 0.022

$$Y = -152.567024128686+33.5974084003575*X_{10}-2.77167113494193*X_{10}^2$$

R² 0.022

$$Y = -55.3947368421053-49.171052631579*X_{11}$$

R² 0.058

$$Y = -48.33333333333334-41.2916666666667*X_5$$

R² 0.077

$$Y = -21.1314102564105-129.615384615384*X_{11}+28.304487179487*X_{11}^2$$

R² 0.078

$$Y = -50.4689655172414-42.6206896551724*X_3$$

R² 0.083

$$Y = -100.804268846503+32.7070844686651*X_3-16.9341507720255*X_3^2$$

R² 0.096

$$Y = -91.9999999999999-187.666666666667*X_2+52.6666666666669*X_2^2$$

R² 0.112

$$Y = -3.56862745098046-125.225490196078*X_5+22.3823529411765*X_5^2$$

R² 0.117

$$Y = -193.401826484018+83.1598173515982*X_9$$

R² 0.119

$$Y = 15.4864048338368-78.7190332326284*X_7$$

R² 0.161

$$Y = -229.846153846154 + 144.307692307692 * X^4$$

$R^2 \quad 0.170$

$$Y = -241.6 + 208.114285714286 * X^4 - 43.657142857143 * X^4^2$$

$R^2 \quad 0.178$

$$Y = -240 + 305.277777777778 * X^9 - 113.388888888889 * X^9^2$$

$R^2 \quad 0.218$

$$Y = 323.785087719298 - 449.14144736842 * X^7 + 85.3234649122805 * X^7^2$$

$R^2 \quad 0.287$

$$Y = -57.0849673202615 - 104.209150326797 * X^1$$

$R^2 \quad 0.391$

$$Y = 13720.1421319375 * \text{Exp}(-7.69249709412857E-03 * X^1) - 13777.0743707852$$

$R^2 \quad 0.391$

$$Y = -59.3294117647059 - 86.8147058823527 * X^1 - 5.05000000000006 * X^1^2$$

$R^2 \quad 0.392$

$$Y = 4.23980050453794 - 146.189346710355 * X^1 + 141.61370951373 * X^2 - 63.2540957462232 * X^3$$

$R^2 \quad 0.673$

$$Y = -46.2857142857185 - 579.214285714182 * X^1 + 475.392857142764 * X^1^2 - 92.3928571428398 * X^1^3$$

$R^2 \quad 0.709$

$$Y = -67.4439610424102 - 135.731913064892 * X^1 + 111.244209235286 * X^2 - 55.5742671308614 * X^3 + 83.2002877878483 * X^4$$

$R^2 \quad 0.716$

$$Y = -40.5744680851064 - 136.824468085105 * X1 - 148.046985815604 * X2 - 5.13297872340471 * X1^2 + 68.0895390070925 * X2^2$$

$$R^2 \quad 0.726$$

$$Y = -78.2217382027499 - 143.419339414844 * X1 + 127.318773943608 * X2 - 81.9463141560198 * X3 + 81.035085826102 * X4 + 31.1664174228867 * X5$$

$$R^2 \quad 0.735$$

$$Y = -110.953883377798 - 144.502089916975 * X1 + 134.893688934208 * X2 - 104.732334597685 * X3 + 57.3780530148867 * X4 + 36.9214204403109 * X5 + 43.6437317873954 * X6$$

$$R^2 \quad 0.749$$

$$Y = -105.793006841664 - 141.949630202396 * X1 + 130.8172779415 * X2 - 100.385141872802 * X3 + 60.756527456013 * X4 + 36.8634197248944 * X5 + 42.419545584137 * X6 - 7.26291874672114 * X7$$

$$R^2 \quad 0.750$$

$$Y = -107.463976449664 - 142.040916964734 * X1 + 131.630022359651 * X2 - 99.9926561604804 * X3 + 61.0513599242772 * X4 + 36.8296172261089 * X5 + 43.8758586772195 * X6 - 7.0078283654288 * X7 - 2.8388279652446 * X8$$

$$R^2 \quad 0.750$$

$$Y = -119.862774926701 - 136.685243428285 * X1 + 117.165669817174 * X2 - 89.7064840104842 * X3 + 60.7651388397348 * X4 + 35.6383415646482 * X5 + 18.0080259668153 * X6 - 3.48389495585167 * X7 - 10.4414150540228 * X8 + 48.6184988449234 * X9$$

$$R^2 \quad 0.773$$

$$Y = -125.13088364142 - 138.632723006979 * X1 + 119.1197892258 * X2 - 90.9627921175721 * X3 + 55.8177771300185 * X4 + 30.0026291898084 * X5 + 21.2621128385012 * X6 + 1.13358807000388 * X7 - 9.77774408645468 * X8 + 39.3897653919675 * X9 + 11.0733081281604 * X10$$

$$R^2 \quad 0.775$$

$$Y = -70.8346078339068 - 131.200630357271 * X1 + 131.506002151737 * X2 - 32.5567907049488 * X3 + 56.6478261755595 * X4 + 0.468067118848045 * X5 - 14.2905915755176 * X6 + 9.77821715142249 * X7 - 5.35338110112329 * X8 + 63.4341561604491 * X9 + 37.4763972563579 * X10 - 101.271817379472 * X11$$

R² 0.846

سنختار من هذه المعادلات خمس معادلات يكون فيها معامل الترابط أعلى ما يمكن:

$$1- Y = -70.8346078339068 - 131.200630357271 * X_1 + 131.506002151737 * X_2 - 32.5567907049488 * X_3 + 56.6478261755595 * X_4 + 0.468067118848045 * X_5 - 14.2905915755176 * X_6 + 9.77821715142249 * X_7 - 5.35338110112329 * X_8 + 63.4341561604491 * X_9 + 37.4763972563579 * X_{10} - 101.271817379472 * X_{11}$$

R² 0.846

$$2- Y = -125.13088364142-138.632723006979*X1+119.1197892258*X2-90.9627921175721*X3+55.8177771300185*X4+30.0026291898084*X5+21.2621128385012*X6+1.13358807000388*X7-9.77774408645468*X8+39.3897653919675*X9+11.0733081281604*X10$$

$$R^2 \quad 0.775$$

$$3- Y = -119.862774926701-136.685243428285*X1+117.165669817174*X2-89.7064840104842*X3+60.7651388397348*X4+35.6383415646482*X5+18.0080259668153*X6-3.48389495585167*X7-10.4414150540228*X8+48.6184988449234*X9$$

$$R^2 \quad 0.773$$

$$4- Y = -107.463976449664-142.040916964734*X1+131.630022359651*X2-99.9926561604804*X3+61.0513599242772*X4+36.8296172261089*X5+43.8758586772195*X6-7.00782836554288*X7-2.8388279652446*X8$$

$$R^2 \quad 0.750$$

$$5- Y = -105.793006841664-141.949630202396*X1+130.8172779415*X2-100.385141872802*X3+60.756527456013*X4+36.8634197248944*X5+42.419545584137*X6-7.26291874672114*X7$$

$$R^2 \quad 0.750$$

بإمكاننا حساب الخطأ لكل معادلة من المعادلات الخمس وحيث يوجد 8 ثمانية مشاريع للاختبار لكل معادلة .

This statistic is also called a variance or standard deviation (Pecar; 1993)

because it measures dispersion although in this case not dispersion from the mean

value;

MAPE: Mean absolute تم حساب الخطأ بطريقة الخطأ المتوسط المئوي للقيمة المطلقة percentage error

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^N \frac{|E_i|}{M_i}}{N} * 100$$

حيث: (M) فرق الزمن المتوقع عن الفعلي لأزواج الاختبار من الاستبيانات.

N عدد المشاريع المستخدمة في الاختبار ، وهو يساوي إلى 8 ثمانية مشاريع.

معدل الخطأ حسب هذه الطريقة ولكل معادلة هو التالي:

رقم المعادلة	معدل الخطأ MAPE
1	-210.9428582
2	-331.8332671
3	-363.1037169
4	-362.3422218
5	-319.381091

ونجد أن المعادلة الأولى فيها أقل معدل خطأ وهو يساوي -210.9428582

MAPE=

فإذاً المعادلة التي تم استنتاجها في دراستنا والتي تعطينا فرق زمن المشروع المتوقع عن الفعلي هي المعادلة الأولى وهي التالية:

$$Y = -70.8346078339068 - 131.200630357271 * X1 + 131.506002151737 * X2 - 32.5567907049488 * X3 + 56.6478261755595 * X4 + 0.468067118848045 * X5 - 14.2905915755176 * X6 + 9.77821715142249 * X7 - 5.35338110112329 * X8 + 63.4341561604491 * X9 + 37.4763972563579 * X10 - 101.271817379472 * X11$$

الفصل السابع

معادلة 1	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	المخرجات المتوقعة	المخرجات الفعلية	MAPE لخطأ
المشروع 1	1	0	2	2	1	4	1	1	1	1	0	105.21	70	2.503029671
المشروع 2	0	0	1	1	1	2	2	1	1	2	1	23.54	-8	-1.942312738
المشروع 3	0	0	3	3	0	1	1	4	1	0	2	163.60	-90	-0.817743098
المشروع 4	0	1	1	1	3	2	3	1	2	1	1	144.64	-240	-1.602665044
المشروع 5	4	1	3	3	2	4	4	1	3	3	2	314.14	-60	-4.235612329
المشروع 6	4	2	0	0	0	0	2	1	1	1	0	217.51	-30	-6.250383945
المشروع 7	4	4	3	3	2	3	4	2	2	3	2	25.88	-15	-2.7256214
المشروع 8	4	4	3	3	3	4	4	2	2	3	2	12.06	-15	-1.80411977
													معدل الخطأ	-210.9428582
معادلة 2	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	المخرجات المتوقعة	المخرجات الفعلية	MAPE لخطأ
المشروع 1	1	0	2	2	1	4	1	1	1	1	0	-177.1836386	70	3.531194837
المشروع 2	0	0	1	1	1	2	2	1	1	2	1	-33.72323006	-8	-3.215403758
المشروع 3	0	0	3	3	0	1	1	4	1	0	2	-207.8914386	-90	-1.309904874
المشروع 4	0	1	1	1	3	2	3	1	2	1	1	174.8518629	-240	-1.728549429
المشروع 5	4	1	3	3	2	4	4	1	3	3	2	-374.7774929	-60	-5.246291549
المشروع 6	4	2	0	0	0	0	2	1	1	1	0	-398.4696916	-30	-12.28232305
المشروع 7	4	4	3	3	2	3	4	2	2	3	2	-87.84774756	-15	-4.856516504
المشروع 8	4	4	3	3	3	4	4	2	2	3	2	-36.58300553	-15	-1.43867035
													معدل الخطأ	-331.8332671
معادلة 3	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	المخرجات المتوقعة	المخرجات الفعلية	MAPE لخطأ
المشروع 1	1	0	2	2	1	4	1	1	1	1	0	-172.0670744	70	3.458101063
المشروع 2	0	0	1	1	1	2	2	1	1	2	1	-45.94043272	-8	-4.74255409
المشروع 3	0	0	3	3	0	1	1	4	1	0	2	-185.3098408	-90	-1.058998231
المشروع 4	0	1	1	1	3	2	3	1	2	1	1	187.6365241	-240	-1.78181885
المشروع 5	4	1	3	3	2	4	4	1	3	3	2	-371.4748257	-60	-5.191247095
المشروع 6	4	2	0	0	0	0	2	1	1	1	0	-401.0631151	-30	-12.3687705
المشروع 7	4	4	3	3	2	3	4	2	2	3	2	-97.0457561	-15	-5.469717073
المشروع 8	4	4	3	3	3	4	4	2	2	3	2	-43.39938856	-15	-1.893292571
													معدل الخطأ	-363.1037169
معادلة 4	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	المخرجات المتوقعة	المخرجات الفعلية	MAPE لخطأ
المشروع 1	1	0	2	2	1	4	1	1	1	1	0	-124.9010903	70	2.78430129
المشروع 2	0	0	1	1	1	2	2	1	1	2	1	-38.6784228	-8	-3.83480285
المشروع 3	0	0	3	3	0	1	1	4	1	0	2	-198.7751467	-90	-1.208612741
المشروع 4	0	1	1	1	3	2	3	1	2	1	1	159.6030056	-240	-1.665012524
المشروع 5	4	1	3	3	2	4	4	1	3	3	2	-442.5289829	-60	-6.375483049
المشروع 6	4	2	0	0	0	0	2	1	1	1	0	-429.2220843	-30	-13.30740281
المشروع 7	4	4	3	3	2	3	4	2	2	3	2	-94.35360249	-15	-5.290240166
المشروع 8	4	4	3	3	3	4	4	2	2	3	2	-13.64812658	-15	-0.090124894
													معدل الخطأ	-362.3422218
معادلة 5	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	المخرجات المتوقعة	المخرجات الفعلية	MAPE لخطأ
المشروع 1	1	0	2	1	4	1	1	1	1	3	0	-205.1460876	70	3.930658394
المشروع 2	0	0	1	1	2	2	1	1	2	1	1	5.881390613	-8	-1.735173827
المشروع 3	0	0	3	0	1	1	4	1	0	4	2	-356.7171421	-90	-2.963523802
المشروع 4	0	1	1	3	2	3	1	2	1	1	1	300.6312691	-240	-2.252630288
المشروع 5	4	1	3	2	4	4	1	3	3	1	2	-412.5476779	-60	-5.875794632
المشروع 6	4	2	0	0	0	2	1	1	1	1	0	-334.3807993	-30	-10.14602664
المشروع 7	4	4	3	2	3	4	2	2	3	2	2	-64.22218257	-15	-3.281478838
المشروع 8	4	4	3	3	4	4	2	2	3	2	2	33.39776461	-15	-3.22651764
													معدل الخطأ	-319.381091

3-3-7 إيجاد معادلة درجة المخاطرة المتوقعة:

أمثلة من المعادلات التي تعطينا درجة المخاطرة المتوقعة بشكل عام:

$$Y = 0.22222222221257 + 0.36111111111089 * X1 + 0.439814814814806 * X2 + 0.31481481481447 * X3 + 0.33333333333253 * X4 + 0.38888888888937 * X5 - 1.8333333333206 * X6 + 1.3333333333399 * X7 - 2.7777777777988E-02 * X1^2 - 0.106481481481453 * X2^2 - 0.38888888888757 * X3^2 - 0.50000000000266 * X5^2 + 1.4999999999918 * X6^2 - 0.2222222222235 * X7^2 + 7.40740740740551E-02 * X3^3 + 0.1111111111115 * X5^3 - 0.33333333333181 * X6^3$$

$$R^2 \quad 0.867$$

$$Y = 2.51470588235292 + 1.01225490196082 * X1 - 3.86764705883286E-02 * X2 + 0.406176470587932 * X3 + 0.24999999999921 * X4 - 0.502352941176377 * X5 - 3.87529411764656 * X6 - 0.14460784313727 * X1^2 - 0.078970588235271 * X2^2 - 0.149411764705673 * X3^2 + 3.52941176467099E-03 * X5^2 + 2.5923529411761 * X6^2 + 2.26470588234939E-02 * X3^3 + 2.82352941176481E-02 * X5^3 - 0.48176470588227 * X6^3$$

$$R^2 \quad 0.829$$

$$Y = 0.687312007280299 + 0.134283239900885 * X1 - 6.46600675152766E-02 * X2 - 7.44933423635763E-02 * X3 + 9.15814976159362E-02 * X4 - 1.09817267835704E-02 * X5 - 6.10599298812449E-02 * X6 + 0.359559024156901 * X7 + 0.07623444785648 * X8 + 6.29356242150888E-02 * X9 + 3.38403267823938E-02 * X10 + 0.135932040200845 * X11$$

$$R^2 = 0.689$$

$$Y = -1.33333333333335 + 3.61111111111114 * X7 - 1.25000000000002 * X7^2 + 0.13888888888891 * X7^3$$

$$R^2 \quad 0.667$$

$$Y = 1.24999999998427 + 0.916666666652486 * X1 + 8.33333333452392E-02 * X2 + 1.45833333299176 * X3 + 0.250000000018975 * X4 + 5.5555555638156E-02 * X5 - 0.166666666661808 * X1^2 - 8.3333333399062E-02 * X2^2 - 2.76388888834598 * X3^2 - 8.3333333365622E-02 * X5^2 + 1.2083333331013 * X3^3 + 2.7777777767956E-02 * X5^3 - 0.15277777748111 * X3^4$$

$$R^2 \quad 0.600$$

$$Y = 1.16526705079483 + 0.843246427744393 * X1 + 0.148287769196191 * X2 - 0.291315911350886 * X3 + 0.349117322545051 * X4 + 9.55620939071038E-02 * X5 - 0.141568931933033 * X1^2 - 0.118170487515834 * X2^2 + 2.40386580033782E-02 * X3^2 - 9.77177066732266E-02 * X5^2 + 1.48049391797048E-02 * X3^3 + 2.23836377753293E-02 * X5^3$$

$$R^2 \quad 0.594$$

$$Y = 1.18369203412372 + 0.80691671626509 * X1 + 0.116374648218507 * X2 - 0.338600809740399 * X3 + 0.351367079864507 * X4 - 6.35506602102937E-02 * X5 - 0.134301666262528 * X1^2 - 0.111814531239669 * X2^2 + 9.54905836450078E-02 * X3^2 + 2.69198268830865E-02 * X5^2$$

$$R^2 \quad 0.590$$

$$Y = 1.14285714285892 + 0.767857142857508 * X1 + 0.11607142856864 * X2 - 0.708333333314566 * X3 + 0.357142857140804 * X4 - 0.125000000000226 * X1^2 - 0.116071428570525 * X2^2 + 0.747023809494115 * X3^2 - 0.291666666653662 * X3^3 + 3.86904761887876E-02 * X3^4$$

$$R^2 \quad 0.586$$

$$Y = 1.1858407079646 + 0.77617994100294 * X1 + 5.07005899705066E-02 * X2 - 0.286135693215351 * X3 + 0.309734513274338 * X4 - 0.130162241887903 * X1^2 - 9.49483775811221E-02 * X2^2 + 7.30088495575318E-02 * X3^2 + 5.16224188790389E-03 * X3^3$$

$$R^2 \quad 0.584$$

$$Y = 1.51351351351352 + 0.980855855855846 * X1 - 0.213400900900897 * X2 - 0.387387387387393 * X3 - 0.197072072072069 * X1^2 - 2.81531531531596E-03 * X2^2 + 0.101351351351356 * X3^2 + 2.25225225225152E-03 * X3^3$$

$$R^2 \quad 0.541$$

$$Y = 1.51697083404401 + 0.979561089317178 * X1 - 0.214779123315704 * X2 - 0.401927340951732 * X3 - 0.196685428392743 * X1^2 - 2.34521575985073E-03 * X2^2 + 0.113679003922907 * X3^2$$

$$R^2 \quad 0.541$$

$$Y = 1.06896551724138 + 0.887931034482749 * X1 + 6.75287356321904E-02 * X2 + 0.275862068965519 * X4 - 0.163793103448273 * X1^2 - 6.75287356321853E-02 * X2^2$$

$$R^2 \quad 0.476$$

$$Y = 1.29787234042553 + 1.04787234042552 * X1 - 0.187056737588648 * X2 - 0.218085106382976 * X1^2 + 1.68439716312051E-02 * X2^2$$

$$R^2 = 0.438$$

$$Y = 1.28571428571429 + 1.13095238095228 * X1 - 0.476190476190383 * X1^2 + 5.95238095237922E-02 * X1^3$$

$$R^2 = 0.429$$

$$Y = 0.868327402135223 - 1.79655990510277 * X5 + 0.399762752075717 * X11 + 2.41340450771303 * X5^2 + 0.190391459075172 * X11^2 - 0.8956109134055 * X5^3 - 8.12574139977463E-02 * X11^3 + 0.100830367734405 * X5^4$$

$$R^2 = 0.425$$

$$Y = 1.29411764705882 + 0.813725490196074 * X1 - 0.166666666666665 * X1^2$$

$$R^2 = 0.412$$

ومن ثم سنختار من هذه المعادلات خمس معادلات يكون فيها أكبر معامل ترابط وهي :

$$1- Y = 0.2222222222221257 + 0.361111111111089 * X1 + 0.439814814814806 * X2 + 0.31481481481447 * X3 + 0.33333333333253 * X4 + 0.38888888888937 * X5 - 1.8333333333206 * X6 + 1.3333333333399 * X7 - 2.7777777777988E-02 * X1^2 - 0.106481481481453 * X2^2 - 0.38888888888757 * X3^2 - 0.50000000000266 * X5^2 + 1.4999999999918 * X6^2 - 0.22222222222235 * X7^2 + 7.40740740740551E-02 * X3^3 + 0.1111111111115 * X5^3 - 0.33333333333181 * X6^3$$

$$R^2 = 0.867$$

$$2- Y = 2.51470588235292 + 1.01225490196082 * X1 - 3.86764705883286E-02 * X2 + 0.406176470587932 * X3 + 0.24999999999921 * X4 - 0.502352941176377 * X5 - 3.87529411764656 * X6 - 0.14460784313727 * X1^2 - 0.078970588235271 * X2^2 - 0.149411764705673 * X3^2 + 3.52941176467099E-03 * X5^2 + 2.5923529411761 * X6^2 + 2.26470588234939E-02 * X3^3 + 2.82352941176481E-02 * X5^3 - 0.48176470588227 * X6^3$$

$$R^2 = 0.829$$

$$3- Y = 0.687312007280299 + 0.134283239900885 * X1 - 6.46600675152766E-02 * X2 - 7.44933423635763E-02 * X3 + 9.15814976159362E-02 * X4 - 1.09817267835704E-02 * X5 - 6.10599298812449E-02 * X6 + 0.359559024156901 * X7 + 0.07623444785648 * X8 + 6.29356242150888E-02 * X9 + 3.38403267823938E-02 * X10 + 0.135932040200845 * X11$$

$$R^2 = 0.689$$

4- $Y = -1.33333333333335 + 3.61111111111114 * X7 - 1.25000000000002 * X7^2 + 0.138888888888891 * X7^3$

$R^2 = 0.667$

5- $Y = 1.2499999998427 + 0.916666666652486 * X1 + 8.33333333452392E-02 * X2 + 1.45833333299176 * X3 + 0.250000000018975 * X4 + 5.55555555638156E-02 * X5 - 0.166666666661808 * X1^2 - 8.33333333399062E-02 * X2^2 - 2.76388888834598 * X3^2 - 8.33333333365622E-02 * X5^2 + 1.2083333331013 * X3^3 + 2.7777777767956E-02 * X5^3 - 0.15277777748111 * X3^4$

$R^2 = 0.600$

MAPE: Mean absolute تم حساب الخطأ بطريقة الخطأ المتوسط المئوي للقيمة المطلقة percentage error

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^N \frac{|E_i|}{M_i}}{N} * 100$$

حيث: (M_i) درجة المخاطرة لأزواج الاختبار من الاستبيانات.

N عدد المشاريع المستخدمة في الاختبار ، وهو يساوي إلى 8 ثمانية مشاريع.

معدل الخطأ حسب هذه الطريقة ولكل معادلة هو التالي:

رقم المعادلة	معدل الخطأ MAPE
1	122.34
2	101.44
3	45.31
4	35.42
5	31.25

ونجد أيضاً بهذه الطريقة أن المعادلة الأولى فيها أقل معدل خطأ وهو يساوي MAPE=-210.9428582 فإذا المعادلة التي تم استنتاجها في دراستنا والتي تعطينا درجة المخاطرة المتوقعة للمشروع هي

التالية:

$$Y = 1.2499999998427 + 0.916666666652486 * X1 + 8.33333333452392E-02 * X2 + 1.45833333299176 * X3 + 0.250000000018975 * X4 + 5.55555555638156E-02 * X5 - 0.166666666661808 * X1^2 - 8.33333333399062E-02 * X2^2 - 2.76388888834598 * X3^2 - 8.33333333365622E-02 * X5^2 + 1.2083333331013 * X3^3 + 2.7777777767956E-02 * X5^3 - 0.15277777748111 * X3^4$$

استخدام النموذج والمعادلات المستنتجة:

يقوم المستخدم بإدخال درجة أهمية الخطر المتوقعة وتأثيره على المشروع المراد تنفيذه ، حيث تأخذ قيمة X قيمة ما بين (0 إلى 4) أي درجة أهمية الخطر من (منخفض جداً إلى عالي جداً)، وتشير X إلى تسمية الخطر من الإحدى عشر خطر المستنتجة.

حيث تعطي المعادلة الأولى بعد التعويض بقيم X فرق الكلفة المتوقعة عن الفعلية للمشروع المراد تشييده، والمعادلة الثانية فرق الزمن، والمعادلة الثالثة درجة المخاطرة المتوقعة للمشروع. ويتم بناءً على هذه القيم أخذ قرارات معينة، منها هل سيتم التقديم على المشروع أم لا. حيث تساعد هذه النتائج صاحب القرار في اتخاذ قراره المناسب.

الفصل السابع

معادلة 1	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	المخرجات المتوقعة	المخرجات الفعلية	MAPE الخطأ
المشروع 1	1	0	2	2	1	4	1	1	1	1	0	-2.666666667	2.00	2.33
المشروع 2	0	0	1	1	1	2	2	1	1	2	1	2	1.00	1.00
المشروع 3	0	0	3	3	0	1	1	4	1	0	2	1.111111111	2.00	0.44
المشروع 4	0	1	1	1	3	2	3	1	2	1	1	2.222222222	2.00	0.11
المشروع 5	4	1	3	3	2	4	4	1	3	3	2	-1.222222222	2.00	1.61
المشروع 6	4	2	0	0	0	0	2	1	1	1	0	3.453703704	1.00	2.45
المشروع 7	4	4	3	3	2	3	4	2	2	3	2	2.166666667	2.00	0.08
المشروع 8	4	4	3	3	3	4	4	2	2	3	2	-1.5	2.00	1.75
													معدل الخطأ	122.34
معادلة 2	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	المخرجات المتوقعة	المخرجات الفعلية	MAPE الخطأ
المشروع 1	1	0	2	2	1	4	1	1	1	1	0	-1.048823529	2.00	1.52
المشروع 2	0	0	1	1	1	2	2	1	1	2	1	1.338235294	1.00	0.34
المشروع 3	0	0	3	3	0	1	1	4	1	0	2	1.985294118	2.00	0.01
المشروع 4	0	1	1	1	3	2	3	1	2	1	1	0.978235294	2.00	0.51
المشروع 5	4	1	3	3	2	4	4	1	3	3	2	-0.253529412	2.00	1.13
المشروع 6	4	2	0	0	0	0	2	1	1	1	0	3.856764706	1.00	2.86
المشروع 7	4	4	3	3	2	3	4	2	2	3	2	2	2.00	0.00
المشروع 8	4	4	3	3	3	4	4	2	2	3	2	-1.502352941	2.00	1.75
													معدل الخطأ	101.44
معادلة 3	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	المخرجات المتوقعة	المخرجات الفعلية	MAPE الخطأ
المشروع 1	1	0	2	2	1	4	1	1	1	1	0	1.133119534	2.00	0.43
المشروع 2	0	0	1	1	1	2	2	1	1	2	1	1.63319939	1.00	0.63
المشروع 3	0	0	3	3	0	1	1	4	1	0	2	1.676813063	2.00	0.16
المشروع 4	0	1	1	1	3	2	3	1	2	1	1	1.935230191	2.00	0.03
المشروع 5	4	1	3	3	2	4	4	1	3	3	2	3.02150867	2.00	0.51
المشروع 6	4	2	0	0	0	0	2	1	1	1	0	1.987253279	1.00	0.99
المشروع 7	4	4	3	3	2	3	4	2	2	3	2	2.901887221	2.00	0.45
المشروع 8	4	4	3	3	3	4	4	2	2	3	2	2.829845564	2.00	0.41
													معدل الخطأ	45.31
معادلة 4	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	المخرجات المتوقعة	المخرجات الفعلية	MAPE الخطأ
المشروع 1	1	0	2	2	1	4	1	1	1	1	0	1.166666667	2.00	0.42
المشروع 2	0	0	1	1	1	2	2	1	1	2	1	2	1.00	1.00
المشروع 3	0	0	3	3	0	1	1	4	1	0	2	1.166666667	2.00	0.42
المشروع 4	0	1	1	1	3	2	3	1	2	1	1	2	2.00	0.00
المشروع 5	4	1	3	3	2	4	4	1	3	3	2	2	2.00	0.00
المشروع 6	4	2	0	0	0	0	2	1	1	1	0	2	1.00	1.00
المشروع 7	4	4	3	3	2	3	4	2	2	3	2	2	2.00	0.00
المشروع 8	4	4	3	3	3	4	4	2	2	3	2	2	2.00	0.00
													معدل الخطأ	35.42
معادلة 5	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	المخرجات المتوقعة	المخرجات الفعلية	MAPE الخطأ
المشروع 1	1	0	2	2	1	4	1	1	1	1	0	1.583333333	2.00	0.21
المشروع 2	0	0	1	1	1	2	2	1	1	2	1	1.25	1.00	0.25
المشروع 3	0	0	3	3	0	1	1	4	1	0	2	1.75	2.00	0.12
المشروع 4	0	1	1	1	3	2	3	1	2	1	1	1.416666667	2.00	0.29
المشروع 5	4	1	3	3	2	4	4	1	3	3	2	2.75	2.00	0.38
المشروع 6	4	2	0	0	0	0	2	1	1	1	0	2.083333333	1.00	1.08
المشروع 7	4	4	3	3	2	3	4	2	2	3	2	1.75	2.00	0.13
المشروع 8	4	4	3	3	3	4	4	2	2	3	2	1.916666667	2.00	0.04
													معدل الخطأ	31.25

4-7 تحليل حساسية النموذج:

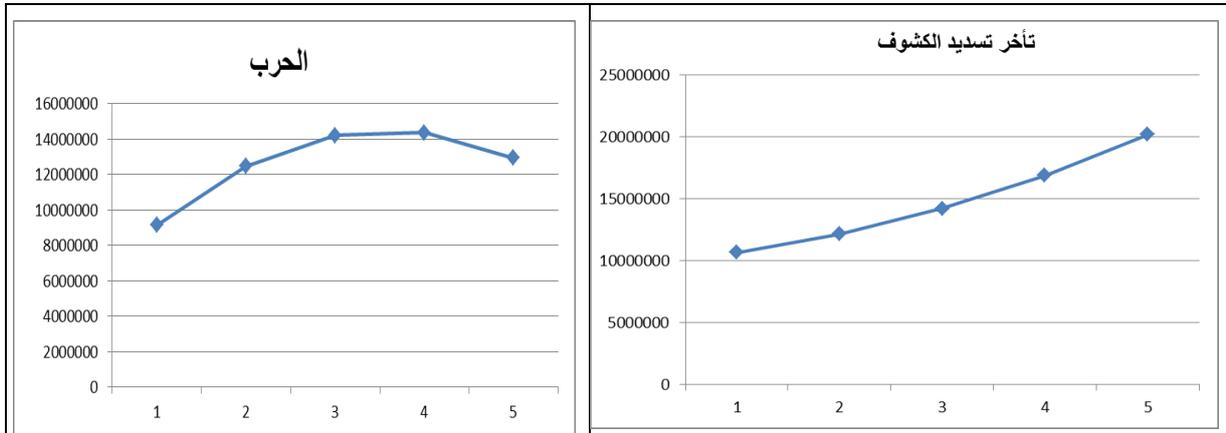
يتحرى هذا الجزء من تأثير التغيرات في متغيرات الإدخال على المتغيرات الأخرى وناتج المعادلات. لكشف استجابة النموذج للتغير في مدخلاته تم تعيين خمس درجات لكل مدخل من المدخلات الإحدى عشر وذلك ضمن مجال القيم (من 1 إلى 5) ، في حين تحديد المدخلات الأخرى على أنها تساوي إلى قيمها الوسطية أي 3.

أولاً ، تم إعطاء العامل الأول F1 والذي يوافق خطر (تأخر تسديد الكشوف وفق العقد) القيمة 1 ، في حين تأخذ المتغيرات الأخرى القيم الوسطية والتي تساوي إلى 3، ويتم تسجيل المخرجات الموافقة لهذه المدخلات. ومن ثم تم اختبار المخرجات للمدخلات من 2 إلى 5 وتم تسجيل النتائج الموافقة أيضاً.

أولاً تحليل الحساسية لمعادلات فرق الكلفة:

فرق الكلفة	تأخر تسديد الكشوف وفق العقد -1
10682867.65	1
12139258.99	2
14208941.36	3
16891914.75	4
20188179.17	5

عند إعطاء العامل الأول القيمة 1 ونثببت البقية على القيمة الوسطية 3 تكون نتيجة فرق الكلفة 10682867.65 وهكذا من أجل بقية العوامل.



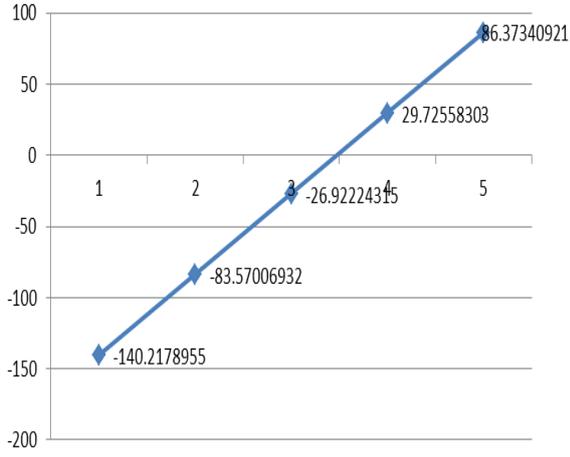


في الأشكال السابقة لا نلاحظ أي تغيرات مفاجئة و لا قفزات غير متوقعة عند تغيير قيمة كل من العوامل ضمن المجال المحدد مع تثبيت القيمة لبقية العوامل، و هذا دليل على استقرار المودل الذي تم تطويره، ما عدا القفزة عند إعطاء خطر النزاعات القانونية القيمة 5 عندها نلاحظ ازدياد في فرق الكلفة عن القيم السابقة.

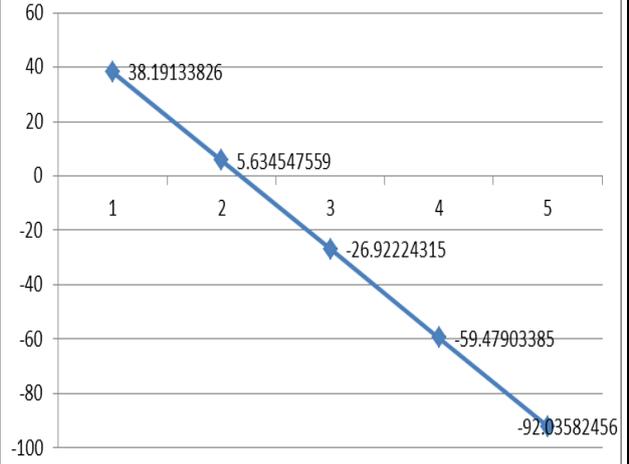
ثانياً: تحليل الحساسية لمعادلات فرق الزمن:



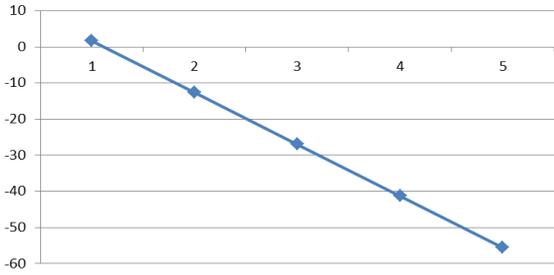
توريد مواد غير صالحة



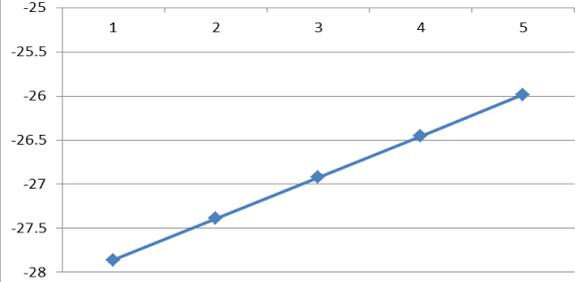
نزاعات قانونية



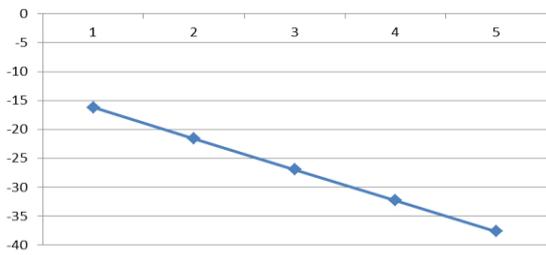
كوارث بيئية



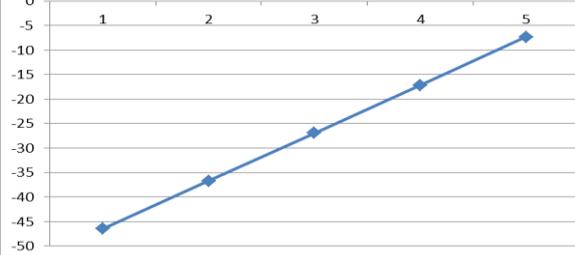
تخفيض الجودة مقابل الوقت



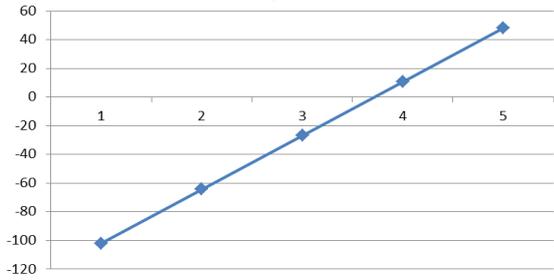
احتكار المواد



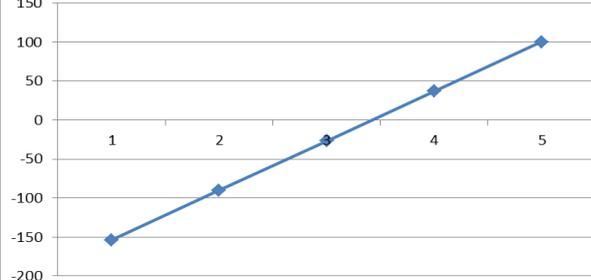
ضغوط سياسية واجتماعية

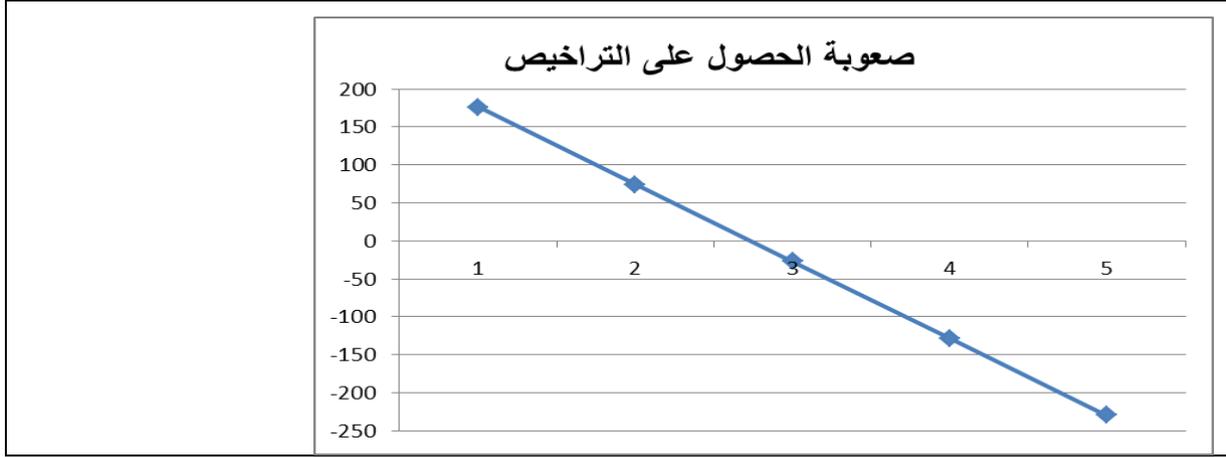


أخطاء في التصميم



عمالة غير مؤهلة فنياً

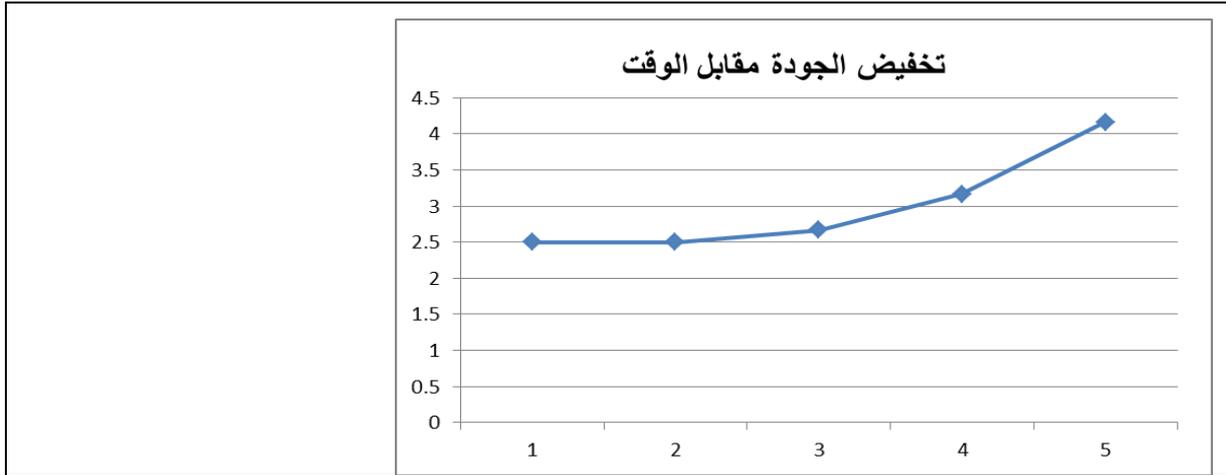




أيضاً في الأشكال السابقة التي توضح تحليل الحساسية بتغيير قيم كل عامل مع تثبيت القيمة للعوامل البقية، لا نلاحظ أي تغيرات مفاجئة و لا قفزات غير متوقعة و هذا دليل على استقرار المودل الذي تم تطويره.

ثالثاً: تحليل الحساسية لمعادلة درجة المخاطرة المتوقعة:





في الأشكال السابقة التي توضح تحليل الحساسية بتغيير قيم كل عامل مع تثبيت القيمة للعوامل البقية، لا نلاحظ أي تغيرات مفاجئة و لا قفزات غير متوقعة و هذا دليل على استقرار المودل الذي تم تطويره. باستثناء خطر "النزاعات القانونية" حيث نلاحظ قفزة مفاجئة عند تغيير قيمة هذا العامل من 4 إلى 5. حدوث التغير المفاجئ أو الكبير نتيجة تغيير أحد العوامل في النموذج يعود لعدة أسباب، ومنها قلة عدد مشاريع البنى التحتية التي تم بناء النتائج على أساسها، إجابات الاستبيان مبنية على تقديرات شخصية للخبراء فمن الطبيعي أن تكون مخططات تحليل الحساسية بهذا الشكل.

5-7 الملخص:

تم في هذا الفصل عرض بعض طرق وتقنيات صنع القرار ، واختيار تقنية تحليل الارتداد(التراجع) من بينها، وذلك من أجل استنتاج معادلات تربط بين عوامل المخاطر المستتجة من الفصل السابق وبين كل من الحالات الثلاثة التالية : كلفة المشروع المتوقعة ودرجة المخاطرة وزمن المشروع المتوقع.

حيث تم استنتاج أفضل خمس معادلات لكل حالة من الحالات الثلاث، والتي معامل ترابطها أعلى مايمكن ومن ثم اختيار الأفضل من بين المعادلات الخمس والتي فيها نسبة الخطأ الأصغر وذلك عن طريق مقارنة النتائج المتوقعة مع النتائج الفعلية للاستبيان لأزواج الاختبار الثمانية، والحصول بالنتيجة على ثلاث معادلات.

الأولى لحساب فرق كلفة المشروع المتوقعة والثانية لحساب فرق زمن المشروع المتوقع والثالثة من أجل معرفة درجة المخاطرة المتوقعة للمشروع.

ومن ثم تم تحليل النتائج أي المعادلات الثلاث التي توصلنا إليها، وذلك بتحليل حساسية كل من المعادلات الثلاث ، ولكل من العوامل الإحدى عشر ، حيث في كل مرة يتم إعطاء أحد المتغيرات قيمة

ضمن المجال (من 1 حتى 5) مع تثبيت بقية العوامل العشرة على القيمة الوسطية 3. ودراسة النتائج المتوقعة ومن ثم تمثيلها على المخططات البيانية.

وتم الاقتراح بناءً على هذه النتائج زيادة عدد المشاريع المستخدمة في التحليل، كما يمكن اتباع طرق أخرى غير الاستبيان للحصول على المعلومات من الخبراء بغية تخفيض الحكم الذاتي والحصول على إجابات أكثر موضوعية.

الفصل الثامن
النتائج والتوصيات

الفصل الثامن النتائج والتوصيات

1-8 مقدمة:

يستعرض هذا الفصل النتائج التي تم التوصل إليها في هذا البحث، كما يهدف لعرض التوصيات بناءً على النتائج، كما يعرض بعض التوصيات لدراسات مستقبلية لمتابعة الأبحاث في هذا المجال وتطوير الأفكار فيه وذلك لأهميته وتأثيره على مشاريع البنية التحتية وخصوصاً في سوريا.

2-8 النتائج:

- (1) إن مشاريع التشييد في سوريا لا تتبع تقنيات إدارة المخاطر، حتى أن ثقافة إدارة المخاطر هي ثقافة محدودة لدى أطراف المشروع.
- (2) فرصة تقليل أثر المخاطر في حال وقوعها تكون في فترة المراحل المبكرة من المشروع، وأنه كلما تقدم المشروع تتزايد كلفة حدوث المخاطر بشكل متسارع.
- (3) تقدير المخاطر لا ينتج عنه قرارات صحيحة بشكل أوتوماتيكي، لكنه يساعد الخبراء على اتخاذ قرارات أفضل.
- (4) أظهرت النتائج أن المخاطر التالية هي من أهم المخاطر التي تؤثر على مشاريع البنية التحتية في سوريا:

1. تأخر تسديد الكشوف وفق العقد
2. حرب
3. نزاعات قانونية خلال مرحلة التشييد بين أطراف المشروع
4. توريد مواد غير صالحة أو غير مطابقة للمواصفات
5. تخفيض جودة العمل مقابل الالتزام بالوقت
6. كوارث بيئية (فيضانات, زلازل...)
7. ضغوط سياسية واجتماعية من قبل جهات ليس لها مصلحة كبرى في المشروع
8. احتكار المواد المطلوبة للتنفيذ
9. عمالة غير مؤهلة فنياً
10. أخطاء في التصميم
11. صعوبة الحصول على التراخيص وتصاريح العمل، والتقيد من قبل بعض الأنظمة والقوانين

(5) تم استنتاج معادلة تعطينا كافة المشروع المتوقعة حيث مدخلاتها هي عوامل المخاطر الإحدى عشر:

$$Y = -6312977.22572805+2045331.52093003*X1+2818027.21030817*X2-956550.562593428*X3+1408026.2574454*X4-72812.896117279*X5+1721090.44271356*X6+103305.781852709*X7-971391.957527737*X8+2745971.35884632*X9-180315.576746664*X10-1117808.40274314*X11$$

(6) كما تم استنتاج معادلة تعطينا الزمن المتوقع للمشروع:

$$Y = -70.8346078339068-131.200630357271*X1+131.506002151737*X2-32.5567907049488*X3+56.6478261755595*X4+0.468067118848045*X5-14.2905915755176*X6+9.77821715142249*X7-5.35338110112329*X8+63.4341561604491*X9+37.4763972563579*X10-101.271817379472*X11$$

(7) والمعادلة التي تعطينا درجة المخاطرة المتوقعة للمشروع:

$$dxY = 1.2499999998427+0.916666666652486*X1+8.33333333452392E-02*X2+1.45833333299176*X3+0.250000000018975*X4+5.5555555638156E-02*X5-0.166666666661808*X1^2-8.3333333399062E-02*X2^2-2.76388888834598*X3^2-8.3333333365622E-02*X5^2+1.2083333331013*X3^3+2.7777777767956E-02*X5^3-0.15277777748111*X3^4$$

تقدير المخاطر المقترح هنا ليس لأخذ مكان صانع القرار و إنما ليساعد الخبراء على اتخاذ قرارات أفضل.

3-8 التوصيات:

1. إجراء دورات تدريبية حول إدارة المخاطر، وإدخالها ضمن المناهج التدريسية، وإقامة دورات تدريبية للعمال لتأهيلهم وتدريبهم على تنفيذ الأعمال المطلوبة بشكل جيد.
2. يجب تحديد المخاطر الممكنة الحدوث والاستجابة الممكنة لها في المراحل المبكرة من المشروع، حيث يقل تأثيرها وتقل كلفة حدوثها. كما يجب تطبيق إدارة المخاطر في كل مراحل دورة حياة المشروع. كما ينصح بإنشاء قاعدة بيانات تحوي كافة المعلومات المتعلقة بمخاطر مشاريع التشييد لتكون مرجعاً يمكن الاستفادة منه في المشاريع المماثلة.
3. القضاء على الروتين الإداري وتعقيده وما يسببه من تأخير في تسديد الكشوف العقدية في موعدها، وتسهيل الإجراءات المتبعة للحصول على التراخيص وتصاريح العمل. كما يجب تلافي الثغرات في العقود بغية عدم نشوب نزاعات بين الأطراف المتعاقدة أثناء مرحلة التشييد.
4. عدم الخوض في مشاريع البنية التحتية في المناطق غير المستقرة سياسياً أو مناطق الحروب، بغية عدم التعرض للخسارة المالية.
5. التأكد من مطابقة المواد للمواصفات بشكل دوري في كل مرحلة من مراحل التنفيذ عن طريق لجنة مختصة بهذا الموضوع. كما ينصح بتشكيل لجنة لمراقبة وضبط الجودة للمشروع.
6. استخدام المعادلات التي تم استنتاجها في هذه الدراسة، والتي تساعد على التنبؤ بدرجة المخاطرة والكلفة والزمن للمشروع المراد تشييده حيث تعطي فكرة عن هذه العوامل والتي تساعد على اتخاذ القرار في مرحلة التعاقد حول إمكانية التقديم على المشروع أو لا.

4-8 توصيات لدراسات مستقبلية:

1. تمحورت هذه الدراسة حول مشاريع البنية التحتية في سوريا، يمكن عمل إطار عمل بنفس الموضوع وذلك لأنواع أخرى من المشاريع ولبلدان أخرى.
2. ركزت الدراسة على ما قبل مرحلة التعاقد من مراحل مشاريع البنية التحتية، يمكن تنسيق عملية تطوير إطار عمل متكامل لكافة مراحل المشروع.
3. زيادة عدد المشاريع الحقيقية المستخدمة في تطوير و فحص الأداة المقترحة في هذا البحث و أيضا جمع عدد أكبر من الاستبيانات.
4. دراسة معمقة مركزة على أهم المخاطر التي تؤثر على مشاريع البنية التحتية و التي تم تحديدها في هذا البحث.
5. دراسة آثار مخاطر مشاريع البنية التحتية على نمو الاقتصاد الوطني.
6. استخدام تقنية الشبكات العصبونية الصناعية: **Artificial Neural Networks** بدلا من طريقة احتساب الارتداد

المراجع

المراجع

أولاً: المراجع العربية:

- 1- م. صخر محمد الشرع، إدارة المخاطر في مشاريع التشييد في سورية ودورها في الاقتصاد الوطني، بحث إجازة درجة زمالة كلية الدفاع الوطني، الأكاديمية العسكرية العليا، كلية الدفاع الوطني، دمشق، 2010 م.
- 2- د. نايجل ج. سميث، د. توني ميرنا، د. بول جوبلنق، إدارة المخاطر في مشاريع التشييد، ترجمة د. نايف تركي بن حميد، المملكة العربية السعودية، جامعة الملك سعود، النشر العلمي والمطابع، 2007م.
- 3- الدليل المعرفي لإدارة المشروعات (دليل PMBOK) صدر عن معهد إدارة المشاريع في الولايات المتحدة الأمريكية وهو الثالث لعام 2004.
- 4- تأليف سكوت بيركان، فن إدارة المشروع، ترجمة وإعداد حلا قش قش،
- 5- منى حمادة، إدارة مخاطر مرحلة التشييد لمشاريع التشييد في سوريا، دراسة أعدت لنيل درجة الماجستير في الهندسة المدنية، قسم الإدارة الهندسية والتشييد، دمشق 2011.

ثانياً: المراجع الأجنبية:

Books:

6- Clifford F. Gray. Erik W. Larson. Project Management- The Managerial Process , McGraw-Hill. 4th ed, USA.New York.2008.

7-Olaf Passenheim, Project management ,BookBoon, 2009, p 117 ISBN 978-87-7681-487-8

مقالات:

8- Dey,P.K,2010,Managing project risk using combined analytic hierarchy process and risk map, Appiled Soft Computing,P 990-1000.

9- Dikmen,et al.,2008,Learning from risks: A tool for post-project risk assessment, Automation in Construction,P 42-50.

10- Van Wyk,et al.,2008,Project risk management practice:The case of a South African utility company, International Journal of Project Management,P 149-163.

11- Xia.d,Chen.b,2011,A comprehensive decision-making model for risk management of supply chain,Expert Systems with Applications,P 4957-4966.

12- Nieto-Morote.A,Ruz-Vila.F,2011,A fuzzy approach to construction project risk assessment, International Journal of Project Management, p 220-231.

13- Seugn H. Han. Du Y. Kim, Hyungkwan Kim and Won-Suk Jang. A Web-based integrated system for international project risk management.Automation in Construction 17 (2008) 342-356.accepted 17 May 2007.

14- Juite Wang. Willie Lin and Yu-Hsiang Huang. A performance-oriented risk management framework for innovative R&D projects. Elsevier 2010.

15- Fiona D. Patterson and Kevin Neailey. A risk Register Database System to aid the management of project risk. International Journal of Project Management 20(2002) 365-374. published by Elsevier science Ltd and IPMA.

16- Artem ALeshin. Risk management of international projects in Russia. . International Journal of Project Management 19 (2001) 207-222. 7 october 1999.

17- Linkov. F.K. Satterstrom. G. Kiker. C. Batchelor. T. Bridges. E.Ferguson. From comparative risk assessment to multi criteria decision analysis and adaptive management : Recent developments and applications. Environment International 32 (2006) 1072-1093. available online 14 August 2006.

- 18- Akintoye.A.S,MacLeod.M.J,1997,Risk analysis and management in construction, International Journal of Project Management,vol.15,p 31-38.
- 19- H. Ping Tserng. Samuel Y.L.Yin. R.J. Dzeng. B.Wou. M.D. Tsai and W.Y. Chen. A study of ontology-based risk management framework of construction projects through project life cycle. Automation in Construction 18 (2009) 994-1008. 13 May 2009.
- 20- Maryam Teymouri and Maryam Ashoori. The impact of information technology on risk management. Procedia Computer Science 3 (2011) 1602-1608. 2010 Published by Elsevier Ltd.
- 21- Ivan W.H. Fung. Vivian W.Y.Tam. Tommy Y.Lo and Lori L.H.Lu. Developing a risk assessment model for construction safety. International Journal of Project Management 28 (2010) 593-600.17 September 2009.
- 22- Steven Pender. Management incomplete knowledge: Why risk management is not sufficient. International Journal of Project Management 19 (2001) 79-87.14 July 1999.
- 23- Xiao-Hua Jin and Guomimin Zhang. Modelling optimal risk allocation in PPP projects using artificial neural networks. International Journal of Project Management xx (2010) .27 July 2010.
- 24- Isaac.I,1995,Training in risk management, International Journal of Project Management,vol .13,P 225-229.
- 25- Lee.E et al., 2009, Large engineering project risk management using a Bayesian belief network,Expert Systems with Applications,P 5880-5887.
- 26- Fan.m et al,2008, Choosing a project risk-handling strategy: An analytical model,Int .J.Production Economics,P 700-713.
- 27- Williams.T,1995, Theory and Methodology Aclassified bibliography of recent research relating to project risk management,European Journal of Operational Research,P 18-38.
- 28- Smit Sibinga.C.T,2001,Risk management:an important tool for improving quality,risk management and quality improvement,P 214-217.
- 29- Capman.C,1997,Project risk analysis and management-PRAM the generic process, International Journal of Project Management,vol.15,P 273-281.
- 30- Perry.J.G,1986,Risk management-an approach for project managers,Dept of civil and structural Engineering,Project Management,vol 4,P 211-216.
- 31- Olsson.R,2007,In search of opportunity management: Is the risk management process enough?, International Journal of Project Management, P 745-752.
- 32- Xie.G,Zhang.J,L.K.K,2006,Risk avoidance in bidding for software projects based on life cycle management theory, International Journal of Project Management, P 516-521.

- 33- Carr.V,Tah.J.H.M,2001,A fuzzy approach to construction project risk assessment and analysis: construction project risk management system,Avances in Engineering Software,P 847-857.
- 34- Carr.V,Tah.J.H.M,2001,Towards a framework for project risk knowledge management in the construction supply chain ,Avances in Engineering Software,P 835-846.
- 35- Lam.K.C et al,2007,Modelling risk allocation decision in construction contracts, International Journal of Project Management,P 485-493.
- 36- Kartam .N.A,Kartam .S.A,2001,Risk and its management in the Kuwaiti construction industry: a contractor's perspective, International Journal of Project Management ,P 325-335.
- 37- Zou.P.X.W et al,2007,Understanding the key risks in construction projects in China, International Journal of Project Management ,P 601-614.
- 38- Portides.c,2003,Risk management in the Cypriot construction industry, Bristol university.
- 39- ?,2001, Risk Allocation and Contractual Issues, Department of Treasury and Finance
- 40- JOHNATHAN MUN, John Wiley & Sons, Inc.,2006, Modeling risk : applying Monte Carlo simulation, real options analysis, forecasting, and optimization techniques / Johnathan Mun, Hoboken, New Jersey.
Published simultaneously in Canada.
- 41- R. Kangary, L.S. Riggs, Construction risk assessment by linguistics, IEEE Transactions on Engineering Management 36 (2) (1989) 126-131.
- 42- M.A. Mustafa, J.F. Al-Bahar, Project risk assessment using the analytic hierarchy process,IEEE Transactions on Engineering Management 38 (1) (1991) 46-52.
- 43- V.M .R. Tummala, Y.H.Leung, Applying a risk management process (RMP) to manage cost risk for an EHV transmission line project , International Journal of project management 17 (4) (1999) 223-235.
- 44- P.K. Day, Project risk Management : a combined analytic hierarchy process and decision tree analysis approach ,Cost Engineering Journal 44 (3) (2002) 13-26.
- 45- P.K. Dey , S.O. Ogunlana, Selection and application of risk management tools and techniques for build-operate-transfer project, Industrial Management and Data System 104 (4) (2004) 334-346.
- 46- Lin,K.-P.,Chang,P.-T,Hung, K.-C.,&Pai,P.-F.(in press).A simulation of vendor managed inventory dynamics using fuzzy arithmetic operations with genetic algorithms . Expert Systems with applications , doi:10.1016/j.eswa.2009.08.020(available online 23.08.09).
- 47- Elkington P,Smallman C.Managing project risks :acase study from utilities sector. Int J Project Manage 2002;20:49-57.

- 48- Kitchenham B, Pickard LM, Linkman S, Jones PW. Modeling software bidding risks. *IEEE Trans Software Eng* 2003;29:542-54.
- 49- Neter, J., Wasserman, W., and Whitmore, G.A. (1979). *Applied statistics*. Allyn and Bacon, Inc.
- 50- Jain, D. (1996). Regression analysis for marketing decisions. In *Principles of marketing research*. (Edited by Bagozzi, R.P.). Blackwell.
- 51- Chan, D.W.M. and Kumaraswamy, M.M. (1999). Modelling and predicting construction durations in Hong Kong public housing. *Construction Management and Economics*. Vol. 17. Pp 351-362.
- 52- Saaty, T.L. (1977). A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal mathematical psychology*, Vol. 15, No.1, pp 575-590.
- 53- Fayek, A. (1996). A competitive estimating and tendering strategy model for use in the civil engineering construction industry. PhD thesis, Department of Civil and Environmental Engineering, University of Melbourne, Melbourne, Victoria, Australia.
- 54- Bollman, R.E. and Zadeh, L.A. (1970). Decision-Making in Fuzzy Environment. *Management Science*, Vol.17, No.4, 141-154
- 55- Wanous, M., Boussabiane, A.H. and Lewis, J. (2000b). A neural networks decision-support system for bidding in construction. 17th International Symposium on automation and Robotics in Construction (ISARC 2000). Taipei, Taiwan, pp783-786.
- 56- Waterman, D.A. (1986). How do expert systems differ from conventional programs?. *Expert Systems*, Vol. 3, No. 1, pp. 116-119.
- 57- Zadeh, L.A. (1965). Fuzzy Sets. *Information and control*. 8(3), Academic Press, NY, Pp 338-353.
- 58- Zadeh, L.A. (1994). Fuzzy logic, Neural networks and soft computing. *Communication of the ACM*, Vol. 37, No. 3, pp 77-84.
- 59- Chen, S. J. and Hwang, C. L. (1992). *Fuzzy Multiple Attribute Decision-Making: Methods and Applications*. Springer-Verlag, Berlin, Germany.
- 60- Fausett, L. (1994). *Fundamentals of Neural Networks: Architecture, Algorithms and applications*. Prentice-Hall International, Englewood Cliffs, NJ.
- 61- Forsyth, R. (1984). *Expert Systems: Principles and case studies*. Chapman & Hall. London.
- 62- Fu, L. (1994). *Neural networks in computer intelligence*. McGraw-Hill. New York.
- 63- Jackson, P. (1999). *Introduction to expert systems*. Addison-Wesley. New York.
- 64- Montgomery, D.C. and Runger, G.C. (1994). *Applied statistics and probability for engineers*. John Wiley and Sons, Inc. New York.

- 65- Nikolopoulos, C. (1997). Expert systems: Introduction to first and second generation and hybrid knowledge based systems. Marcel Dekker, INC. New York.
- 66- Rummelhart, D.E., Hinton, G.E., and Williams, R.J. (1986). Learning representation by back propagation error. Nature, Vol. 323, pp 533-536.
- 67- Harmon, P. and King, D. (1985). Expert systems: Artificial intelligence in business. John Willey & Sons Inc., New York.
- 68- Parasuraman, A. (1991). Marketing research. Addison-Wesley. Reading (Mass.
- 69- M. George et al, 2005, Lean Six Sigma Pocket ToolBook., MCGrawHill
- 70- W. Carlson and B. Thorne, 1997, Applied Statistical Methods, Prentice Hall

Abstract

Construction projects are characterized by complexity and uniqueness. Infrastructure projects, in specific, are open to various risks over the project life-cycle, influencing the cost, time, and quality of the project. Thus, there is a need for a tool that aids in forecasting those risks, and the affected parameters of cost, time and quality, to act as a decision support tool during the procurement phase.

This study has focused on infrastructure projects risks during procurement stage. The four Risk management stages have been illustrated and explained, focusing on both Risk Identification and Risk Assessment stages.

A First Questionnaire has been sent to different government departments containing risks identified in infrastructure projects from the literature review. Data collected has been analysed and critical infrastructure risks have been identified as 16 main risk factors.

A Second Questionnaire has been designed to determine the impact of each of the 16 risk factors, resulted from the First Questionnaire, on real-world projects. Questionnaire also asked about the estimated and actual cost, time, and the risk level of the project as a whole. This questionnaire was sent to experts and project managers. The outcome of data analysis was the identification of 11 most important risk factors that influence infrastructure projects depending on the correlation standard.

Excel Spreadsheets was used to find equations for 3 scenarios that link between the 11 risk factors and the differences in cost, time and project risk level, respectively. Equations with the highest correlation have been selected. Then, a comparison has been made between the questionnaire data and the resulting information from the selected equations, in order to find the equations with the least difference between the two. Consequently, 3 equations were selected, giving Cost variance, Time variance, and the expected risk level for the project, respectively. Finally, a sensitivity analysis has been undertaken to validate the results.

Damascus University
Faculty of Civil Engineering
Department of

The

A Study prepared to obtain a Master's Degree in
Developing a tool for construction risk analysis during procurement.

Prepared by
Eng. Rama ALHOMSI

Supervised by
Dr. Eng. Abd Alsalam ZIDAN
Dr. Eng. Mohamad Wanoos

Damascus 2013