إدارة الخطر في المشروعات Project Risk Management

الهدف من هذا المقال هو عرض الخطوط العريضة لمفهوم إدارة الخطر في المشروع والفرص بالإضافة إلى المنهجية الممكن إتباعها والتي تؤدي إلى تقليل الخطر إلى المستوى المقبول.

28 September 2024 | الكاتب: **د. محمد العامري** | المشاهدات: 4,022



إدارة المشروعات | الخطر والقرار

كيف نحدد الخطر ونقرر ما الذي يستحق المعالجة؟

يعرض المقال مصادر الخطر عبر دورة حياة المشروع، وخطوات تحديده وقياسه ومعالجته ومتابعته، ثم يطبّق أدوات للتقييم من القيمة المتوقعة إلى المحاكاة.



خريطة قراءة المقال

◈الخطر ومصادره افهم الاحتمال والأثر وما يتغيّر خلال دورة حياة المشروع. ▦إطار إدارة الخطر اربط تحديد الأهداف بتحديد الخطر وقياسه. ◎المعالجة

والمتابعة قارن الاستجابات وتعرّف إلى دور المراقبة. ◇ تقييم البدائل انتقل إلى القيمة المتوقعة وشجرة القرار وجداول العوائد والمحاكاة.

إدارة الخطر في المشروعات
Project Risk Management

يعتبر المشروع (أي مشروع كان) حالة من الحالات التي تتمتع بقدر من المخاطرة والتي تعني بوجود فرصة أن تسير الأمور خلال أية مرحلة من مراحله بالطريقة غير التي وضعت بالخطة الشاملة للمشروع. ويمكن تحديد نتاجات المشروع Project outcomes بأمور عديدة وأن جزءا من هذه الأمور هي التي يصعب التنبؤ بها Unpredictable والتي يملك مدير المشروع الجزء اليسير من السيطرة عليها. ويتعلق مستوى الخطر Risk level بمستوى التأكد من الجوانب الفنية وأمور الجدولة ونتاجات التكلفة. وكلما كانت النتاجات المتأكدة ذات مستوى عالي كلما انخفض مستوى الخطر (أو المخاطرة)، والعكس صحيح، وتستخلص حالة التأكد من المعرفة والخبرة التي يمتلكها فريق المشروع إدارته في المرحلة التي تسبق البد بالمشروع، بالإضافة إلى قدرة الإدارة على إحكام السيطرة على نتاجات المشروع ومدى استجابتها إلى المشكلات التي تظهر وسرعة الوصول إلى الحلول الناجعة لها.

وفي ضوء ذلك، فأن الهدف من هذا المقال هو عرض الخطوط العريضة لمفهوم إدارة الخطر في المشروع والفرص بالإضافة إلى المنهجية الممكن إتباعها والتي تؤدي إلى تقليل الخطر إلى المستوى المقبول. بالإضافة إلى استعراض الآليات المستخدمة في تحديد مصادر الخطر في المشروعات وكيف يمكن تقييمها وقياسها بالمفهوم المتعارف عليه.

12-1- مفهوم وطبيعة الخطر:

تعريف الخطر ومكوّناه: الاحتمال والأثر

تعتبر عملية اتخاذ القرارات العنصر الأساس في إدارة المشروعات، حيث أن الحالة المثالية في ذلك هي التي تستند على المعلومات المتكاملة القيمة والتي تحقق درجة عالية من حالات التأكد في الحصول على النتاجات المطلوبة من المشروع. ألا أن في حقيقة الأمر والواقع، فأن معظم القرارات تعتمد على المعلومات الناقصة وأحيانا المشوشة مع درجة معينة من حالات عدم التأكد حول تحقيق النتاجات المطلوبة.

وعموما، فأن الخطر يعني دالة التفرد Function of the uniqueness التي يتمتع بها المشروع بالإضافة إلى الخبرة المتراكمة لدى فريق المشروع، فعندما تكون الفعاليات عبارة عن أعمال روتينية أو فعاليات سبق وأن أنجزت لمرات عديدة، فأن مدراء المشروعات يستطيعون في مثل هذه الحالة من تحقيق مدى واسع من النتاجات الكبيرة وكذلك من جعل العوامل المهيمنة التي تقود إلى تحقيق مستويات عالية من التصيم الفعال للمشروع ووضع الخطة الكفوءة له بهدف تحقيق النتاجات المرجوة. وعندما يكون المشروع يمتاز بالتفرد ولم يسبق أن خاض فريق المشروع تجربة مماثلة بالسابق، تقع النتاجات المتوقعة من المشروع تحت حالة عدم التأكد أكثر فأكثر مما تجعل الصعوبة الكبيرة أمام فريق المشروع لمعرفة ماذا يمكن أن يحدث بالمستقبل من المشكلات وكيف يمكن التصدي لها وتجنب حدوثها. وحتى في حالات المشروعات الروتينية المتكررة يوجد مستوى معين من الخطر لأن النتاجات يمكن أن تتأثر بالعوامل الجديدة أو العوامل التي تقع خارج سيطرة الأفراد تماما.

وعليه، فأن الخطر في المشروعات يتضمن مفوهمين أساسين هما: (Nicholas, 2001, p. 307).

- الأرجحية (أو الاحتمالية Likelihood (Li في أن تحدث بعض المشكلات.

- أثر (Im)Impact تلك المشكلات عند حدوثها على المشروع.

لذلك، فأن الدالة المشتركة لهذين المفهومين تكون كما يلي:

R = f (Li, Im)

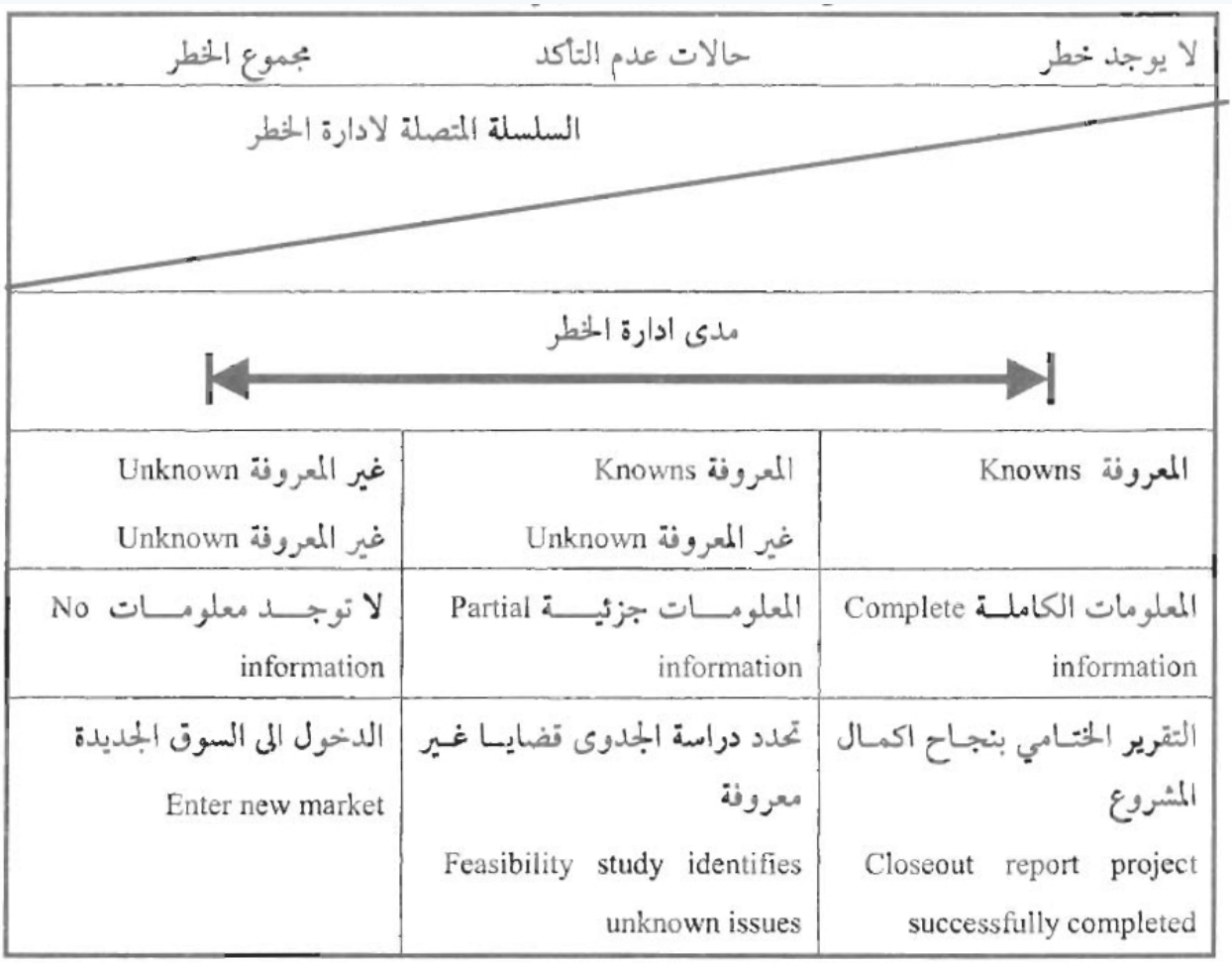
وأن تضمين الخطر المفهومين أعلاه، يعني بأن المشروع سوف يكون اعتياديا خطرا لدرجة قد تكون كبيرة عندما يكون أحد العاملين قد تحق، وهما -أرجحية حدوث المشكلة أو أثر حدوثها.

ويمكن نجاح المنظمة في مدى استغلالها للفرص التي تحقق لها الميزة التنافسية في الوقت الذي تكون المشروعات فيها قد وظبت بالشكل الذي يجعلها قادرة على أن تحقق ميزة من هذه الفرص في عمل شيئا ما جديد أو إجراء التغيير في الطاقات المتاحة لديها. وهذا ما جعل الخطر الجزء المهم والصفة الملازمة دوما لإدارة المشروع. وكلما تصاعدت حدة المنافسة وتسارعت التطورات التكنولوجية وكذلك تصاعدت معدلات التغيير، كلما تصبح إدارة الطر العنصر الكفوء والمهم. ويبين الشكل (12/ 1) مديات وحدود إدارة الخطر ما بين حالات التأكد Certainty وحالات عدم التأكد Uncertainty (Burke, 1999, p. 229)

ويتضح من الشكل (12/ 1) بأن حالات عدم التأكد (أو عدم اليقين) والفرص هما صفتان متلازمتان أحداهما تكمل الأخرى ومتعلقتان بعضهم بالبعض.

وقد عرف معهد إدارة المشروعات والمعرفة (The project Management Body of Knowledge (PMBOK)) إدارة الخطر (Risk management) على أنها العملية المهتمة في تعريف وتحليل والاستجابة إلى حالات عدم التأكد خلال دورة حياة المشروع. وهي تحتوي على تعظيم Maximizing نتائج الأحداث الإيجابية Positive events وتقليل Minimizing تبعيات الأحداث السلبية (Burke,. Negative events 1999, p. 230)

الشكل (12/ 1) مديات الخطر في إدارة المشروعات



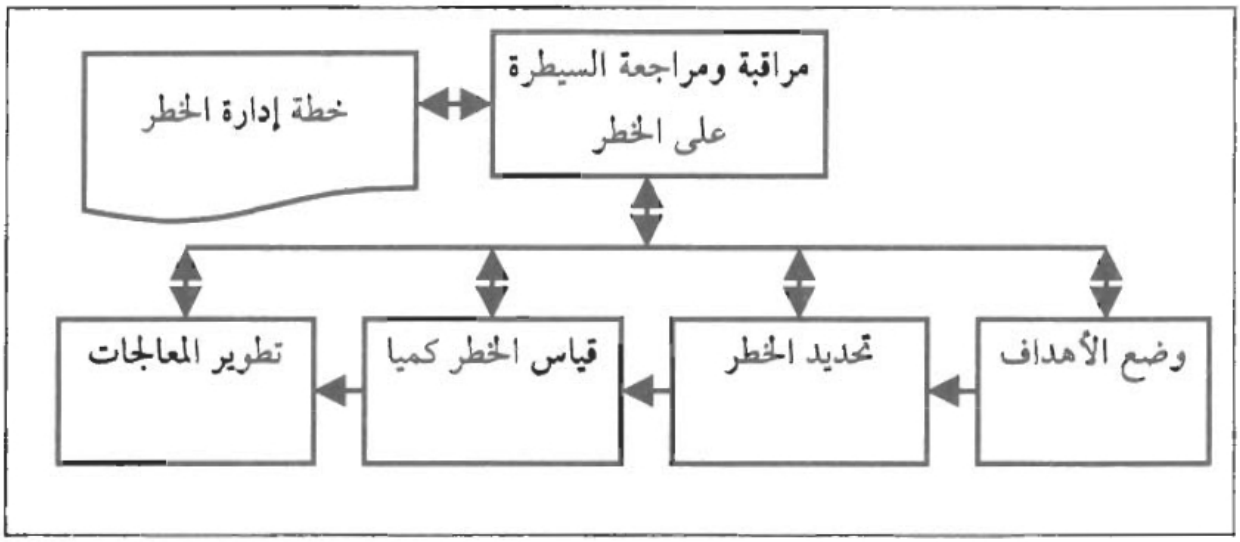
مسار العمل من تحديد الأهداف إلى السيطرة على الخطر

ويمكن تحديد خطر المشروع Project risk على أنه حدث الذي يحد من تحقيق المنجزات للأهداف التي سبق وأن تم تحديدها في خطة المشروع، كما ويمكن أن يؤدي إلى إعادة النظر بتلك الأهداف وتغيرها وفقا لما تقدم من العمل بالمشروع خلال دورة حياته. ويمكن تحديد الخطوات أو المراحل التي تمر بها عملية السيطرة على إدارة الخطر كالآتي:

- الخطوة الأولى: تحديد الأهداف Define objectives .
- الخطوة الثانية: تعريف الخطر وتحديده Identify risk
- قياس الخطر كميا Quantify risk.
- تطوير المعالجات Develop response

ويبين الشكل (12/2)الإطار العام لإدارة الخطر من خلال الخطوات الأربعة المارة الذكر في أعلاه.

الشكل (12/2) الإطار العام لإدارة الخطر



أولاً: وضع الأهداف: وتعين تحديد محتوى ماذا تريد أن تقوم به من العمل والخطة نحو تحقيق النجاح في إدارة المشروع. وهذا يعني تحديد ماذا تريد أن تنجز لكل تكون ناجحا مع تأسيس القاعدة الأساس للتعامل مع الخطر والقرارات المستقبلية ذات العلاقة.

ثانيًا: تحديد الخطر: وتعني تحديد وتثبيت مساحات الخطر وحالات عدم التأكد التي من الممكن أن تعيق أو تحد من تحقيقك للأهداف الموضوعة.

ثالثًا: قياس الخطر كميا: وتعني تقييم مستوى الخطر وترتيب أولوياته بالإضافة إلى حالات عدم التأكد مع جعل عدد التكرارات وتأثيرهما قابلة للقياس الكمي.

رابعًا: تطوير المعالجات أو الاستجابات: وتعني تحديد ماذا تنوي أن تستخدم من المعالجات والحلول والاستجابة للخطر الذي تم تحديدها بهدف تقليله أو اختزاله والتصدي له ومن ثم ماذا تقبل أو ترفض.

خامسًا: السيطرة على الخطر: وتعني وظيفة تنفيذ خطة إدارة الخطر والتي من الممكن أن تحتوي هذه الخطة على التدريب والاتصال.

وقبل الحديث بالتفصيل عن مكونات نموذج الخطر في المشروعات المارة الذكر في أعلاه، لابد من توضيح علاقة الخطر وفاعليته خلال دورة حياة المشروع من خلال المباحث للاحقه.

1-1-12- الخطر خلال دورة حياة المشروع:

تغيّر الخطر على امتداد دورة حياة المشروع

يسمى الخطر في المشروعات في بعض الأحيان بخطر الفشل Risk of failure الذي يتضمن بأن المشروع قد يفشل بعد مدة وجيزة من البدء بجدولة الأعمال أو الفشل بسبب الموازنة أو الفشل في تحقيق أهدافه الفنية بهامش كبير. كما وتوجد أيضًا -كما ذكرنا- سلفا بالفرصة Opportunity وهي الأحداث التي قد تقود إلى تحقيق المردود العالي أو الوفرة والمنافع الكثيرة. ولذلك، فأن التركيز

الأساسي يجب أن يوجه إلى احتمالية فشل المشروع وهو ما يسمى بخطر الفشل خلال دورة حياة المشروع كما سنرى بعد قليل.

تظهر دورة حياة المشروع -كما ذكرنا سلفا- النظرة الشاملة من خلال مراحل المشروع وهي: مرحلة التعريف والتقديم ومرحلة التصميم والتطوير ومرحلة التنفيذ وأخيراً مرحلة الإنجاز النهائي. ويتباين مستوى الخطر من مرحلة إلى أخرى كلما تقدم العمل بالمشروع كما هو مبين في الشكل (12/3).

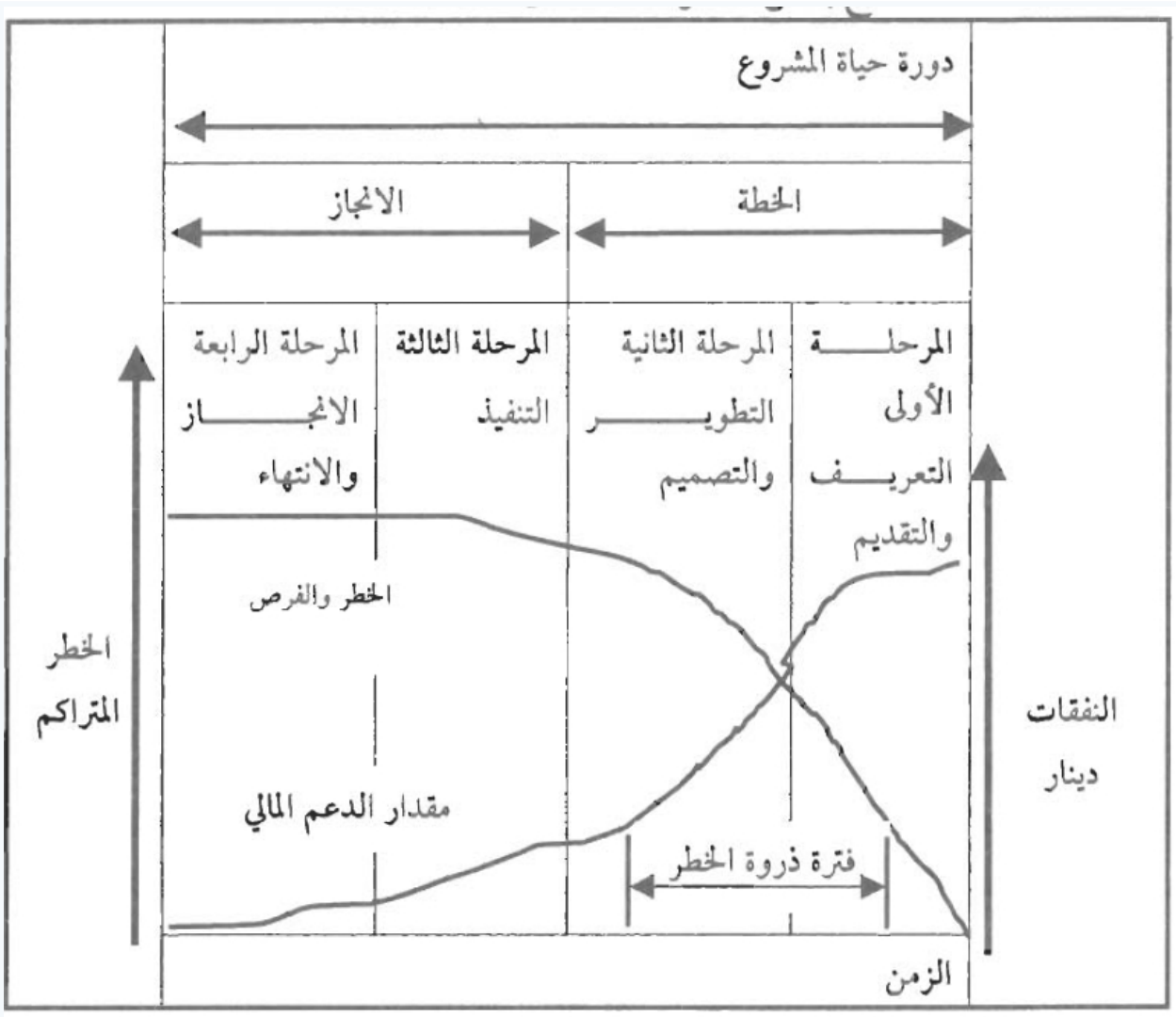
ويتبين من الشكل (12/3) بأن مستوى الخطر والفرص تكون عالية في المراحل المبكرة من دورة حياة المشروع (خلال مرحلة التعريف والتقديم ومرحلة التطوير والتصميم) وذلك بسبب وجود درجة عالية جداً من حالات عدم التأكد بخصوص مستقبل المشروع. وكلما تقدم العمل بالمشروع كلما انخفضت هذه المؤشرات حيث تكون القرارات ذات العلاقة قد اتخذت أصلاً، كما وأن التصميم يكون قد استقر وأخذ صيغته النهائية، بالإضافة إلى أن التنفيذ مستمر نحو الإنجاز وبالتالي فإن الأمور والقضايا المجهولة أصبحت معلومة لفريق المشروع وإدارته. وتصبح هذه الأمور المجهولة صفرا عند إنجاز المشروع بحالته النهائية.

وصفوة القول، بأن تحديد مخاطر المشروع يجب أن تبدأ مبكراً في مرحلة التعريف والتقديم حيث يتم التركيز في هذه الفترة على تحديد العوامل المؤدية إلى مستويات عالية من الخطر مما تجعل المشروع في حالة يصعب على الإدارة من حمايته من الفشل. وأن مستويات المخاطر العالية في المشروع تأتي من خلال الآتي:

- استخدام المنهج غير الاعتيادي.
- المحاولات المستمرة في الانتفاع من المستجدات التي تطرأ على التكنولوجيا والتغيرات الكثيرة التي تتسبب بها.
- التدريب على أداء الوظائف الجديدة أو الحاجة إلى مهارات جديدة.
- تطوير واختبار المعدات الجديدة وكذلك النظم والأساليب.

ويتطلب إجراء الدراسة المعمقة لمصادر ومساحات المخاطر العالية وكذلك محاولة فهمها بالشكل الجيد قبل الإقرار بالمصادقة على المشروع أو تخصيص الموارد المالية له.

الشكل (12/ 3) الخطر خلال دورة حياة المشروع (الشكل مستل من إدارة المشروع والمعرفة مع بعض التصرف، Burke, 1999, p. 231)



12-1-2- مصادر الخطر في إدارة المشروعات:

تعلب عوامل حالات عدم التأكد -كما ذكرنا سلفا- الدور الكبير في مواجهة إدارة المشروع للخطر لأنها دائماً تهىء الفرصة لوجود احتمالية فشل المشروع في أي مرحلة من مراحله. ولذلك يمكن تقسيم مصادر الخطر في إدارة المشروعات إلى مجموعتين أساسيتين هما المخاطر الداخلية والمخاطر الخارجية. (Lockyer and Gordon, 2000, p. 49- 50)

أولاً: المخاطر الداخلية Internal risks : والمقصود بالمصادر الداخلية للخطر في إدارة المشروع هي العوامل التي تقع بالأصل في داخل هذه الإدارة. ومن المعتاد بأن مدراء المشروعات وكذلك أصحاب المصالح جميعهم لديهم المقياس الذي يستخدمونه في السيطرة على هذه العوامل. ومن أهم هذه العوامل هي خطر السوق وخطر التكنولوجيا.

أ- المقصود بخطر السوق Market risk هو الخطر الذي ينشأ من جراء الضعف في تلبية حاجات السوق أو تلبية متطلبات شريحة معينة من المستهلكين. وتشمل مصادر خطر السوق على:

- عدم إكمال دراسات السوق أو عدم الكفاية في تحديد حجم السوق وحاجات المستهلك ومتطلباته.
- الفشل في تعريف وتحديد التغيرات في الحاجات والمتطلبات.

- الفشل في تحديد ماهية المنتجات الجديدة التي تدخل السوق من قبل المنافسين.

ويمكن تقليل الخطر المتعلق بالسوق من خلال التحديد الدقيق لحاجات ومتطلبات السوق منذ بداية ولادة فكرة المشروع وخاصة من خلال دراسة السوق وتحليل متطلباته. كما ويتطلب أيضًا الاستمرار في مراقبة السوق وتحديث المعلومات المتعلقة بتلك المتطلبات والحاجات خلال مراحل المشروع.

ب- أما الخطر التكنولوجي Technology risk أو ما يسمى أيضًا بالخطر الفني، فهو يعني الخطر في عدم تلبية متطلبات الزمن والتكلفة أو متطلبات الأداء بسبب المشكلات الفنية التي تواجه إنجاز المفردات النهائية أو فعاليات المشروع المختلفة. ويكون عادة مستوى الخطر الفني ميال إلى أن يكون عالي المستوى في المشروعات التي تحتوي على الفعاليات غير التقليدية (غير المكررة) أو الفعاليات التي تحتاج إلى الطرق الجديدة في تحقيق تكاملها. ويكون مستوى الخطر الفني عالي بخاصة في المشروعات التي تحتوي على التطبيقات الجديدة وغير المجربة سابقًا، في حين أن الخطر الفني يكون منخفضا في المشروعات التي تحتوي على الفعاليات المعروفة والمكررة والتي سبق وأن نفذت لمرات عديدة.

وتستخدم العديد من المداخل أو المناهج في التعامل مع الخطر الفني ومن أهمها المدخل الذي يدعوا إلى تحديد معدل أو نسبة المفردات النهائية في المشروع End- item activety أو العملية الأولية ويقسمها إلى معدلات عالية ومتوسطة أو منخفضة وذلك وفقا إلى الأمور التالية:

- النضوج أو الجاهزية Maturity وتعني مدى جاهزية العملية أو المفردة النهائية للإنتاج أو للاستخدام المباشر؟ وبمعنى آخر، فأن المفردة النهائية أو العملية الجارية هل هي موجهة للنصب والتركيب والتشغيل أو تستند على الخبرة والمعرفة مما يجعلها أقل خطورة من المفردات النهائية والعملية التي تقع في المراحل المبكرة من التطوير أو التي لا تزال في مرحلة الإنجاز.
- التعقيد Complexity وتعني عدد الخطوات والعناصر أو المكونات التي تتكون منها المفردة النهائية أو الفعالية أو العملية، بالإضافة إلى ماهية العلاقات فيما بينهما؟ وأن المفردة النهائية أو العملية التي تحتوي على الخطوات المتشابكة من حيث العلاقات فيما بينهما أو المكونات تكون عادة أكثر خطورة مقارنة بالواحدة التي تحتوي على عدد محدود من الخطوات القليلة أو المكونات التي تتشابك بعلاقات بسيطة فيما بينهما.
- الجودة Quality وتعني ما مقدار تمتع المفردة النهائية والعملية بالكثافة الإنتاجية والمعولية وكذلك مدى قدرتها على الاختيار؟ وعموما، فأن المفردة النهائية والعملية اللتان من المتوقع إنجازهما قريباً يتمتعان عادة بالكثافة الإنتاجية والمعولية بالإضافة إلى الاختبارات حيث تكون مثل هذه المفردات والعملية أقل خطراً مقارنة مع المفردات التي هي أساسا لا تزال تحت الإنجاز وكذلك المعولية والاختبارات.
- التزامن أو الاعتمادية Concurrency or dependency وهذا يعني إلى أي مدى يمكن أن تمتد الفعاليات المتعددة بعضها على البعض الآخر في المشروع. وهذه الحالة تمثل علاقات الأسبقية ما بين الفعاليات حيث تنقسم عادة العمليات والفعاليات إلى ثلاثة أقسام هي: الفعاليات المتتابعة أو المتسلسلة والفعاليات المتوازية والفعاليات المشتركة.

ثانيًا: المخاطر الخارجية: وتشمل فقط هذه المجموعة على المخاطر الناجمة من المصادر الخارجية أي من خارج المشروع، حيث تكون السيطرة عليها شبه معدومة على مثل هذه المخاطر من قبل مدراء المشروعات وأصحاب المصالح، ومن أهم التغيرات التي تؤدي إلى حدوث مثل هذه المخاطر هي:

- ظروف السوق.
- إجراءات المنافسين.
- التشريعات الحكومية.
- حاجات ومتطلبات المستهلكين وسلوكهم.
- العلاقات مع الموردين.

- معدلات الفائدة المصرفية وشروط التسهيلات، وفرة القوى العاملة وكذلك المهارات والتخصصات. وغيرها.

12-2- الإطار العام لإدارة الخطر:

يجري عادة تحديد مخاطر المشروع من خلال تحليل الكم الهائل من الوثائق ومراجعتها أو تهيئتها خلال مرحلة التعريف والتقديم كما هو مبين في الشكل (12/2). وتحتوي هذه الوثائق على التقارير المتعلقة بالمشروعات المنجزة سابقًا وكشوف حاجات المستفيد ومتطلباته وكذلك هيكلة تجزئه العمل وحزم العمل وتقديرات الكلف والجداول الزمنية (الجدولة) ونماذج المفردات النهائية وغيرها.

والآن نستعرض مفردات الإطار العام لإدارة الخطر في المشروعات.

12-2-1- تحديد الأهداف:

تأسيس الأهداف وربطها بالمسؤوليات والعمل

قد يعرف أيضًا الخطر على أنه أي حدث يعيق (أو يمنع) الشخص أو المنظمة من تحقيق أهداف المشروع ومهماته. ولذلك يتوجب في ضوء ذلك تحديد ماهية الأهداف والمهمات بمقدار مناسب من التفصيل. ولتحقيق ذلك في إدارة المشروعات، فمن الأفضل البدء من هيكلة تجزئه العمل (WBS) مع استخدام الهيكلية التالية: (Burke, 1999, p. 233)

- التجزئة الفرعية وفقا لأهداف أصحاب المصالح.
- التجزئة الفرعية وفقا لمساحات المعرفة في إدارة المشروع كما هو مبين في الجدول (12/1).
- التجزئة الفرعية للهيكل التنظيمي للمنظمة -الأقسام الوظيفية الإدارية كما هو مبين في الجدول (12/2).
- التجزئة الفرعية وفقا لهيكلة تجزئة العمل (WBS)- المتعلقة بحزم العمل Work packages كما هو مبين في الجدول (12/3).
- التجزئة الفرعية وفقا للقيود الداخلية والخارجية.

الجدول (12/1) التجزئة الفرعية وفقا لمساحات المعرفة

ت	المساحات المعرفية في إدارة المشروع	الأهداف
1	مجال المشروع	هيكلة تجزئة العمل (WBS)
2	إدارة الوقت	أسلوب المسار الحرج (CPM) والمخطط البياني للجدولة (Barchart)
3	إدارة الكلف	الموازنة، كشف التدفقات النقدية
4	إدارة الجودة	خطة جودة المشروع وخطة السيطرة على الجودة
5	إدارة التكامل (Integration management)	التخطيط والسيطرة
6	إدارة الموارد البشرية	الهيكل التنظيمي بالمنظمة ومخطط الموارد
7	إدارة الاتصالات	خطة الاتصالات
8	إدارة الخطر	خطة إدارة الخطر
9	إدارة التوريد	جدولة التوريد

وجميع هذه الهياكل سوف تستخدم في بناء الإطار العام المنطقي الذي يحتوي على التعريف والتحديد وكذلك القياس الكمي والاستجابة إلى إدارة الخطر. ويساعد هذا المدخل النظمي في التحقق من وجود المخاطر الحادة والفرص الكفوءة لكي يتم دراستهما بكامل

الجدية والاهتمام.

ويبين الشكل (12/4) تكاملية إدارة الخطر في إدارة المشروعات كما جاء في أدبيات معهد إدارة المشروع والمعرفة (PMBOK).

ومن الممكن العمل بشمولية من مفهوم المساحات المعرفية وجعلها تشمل أيضًا على العمليات التالية:

- المبيعات والتسويق.
- التصميم والتطوير
- التعليم والتدريب
- نظم المعلومات المحوسبة

الجدول (12/1) الأهداف بحسب الهيكل التنظيمي للمنظمة

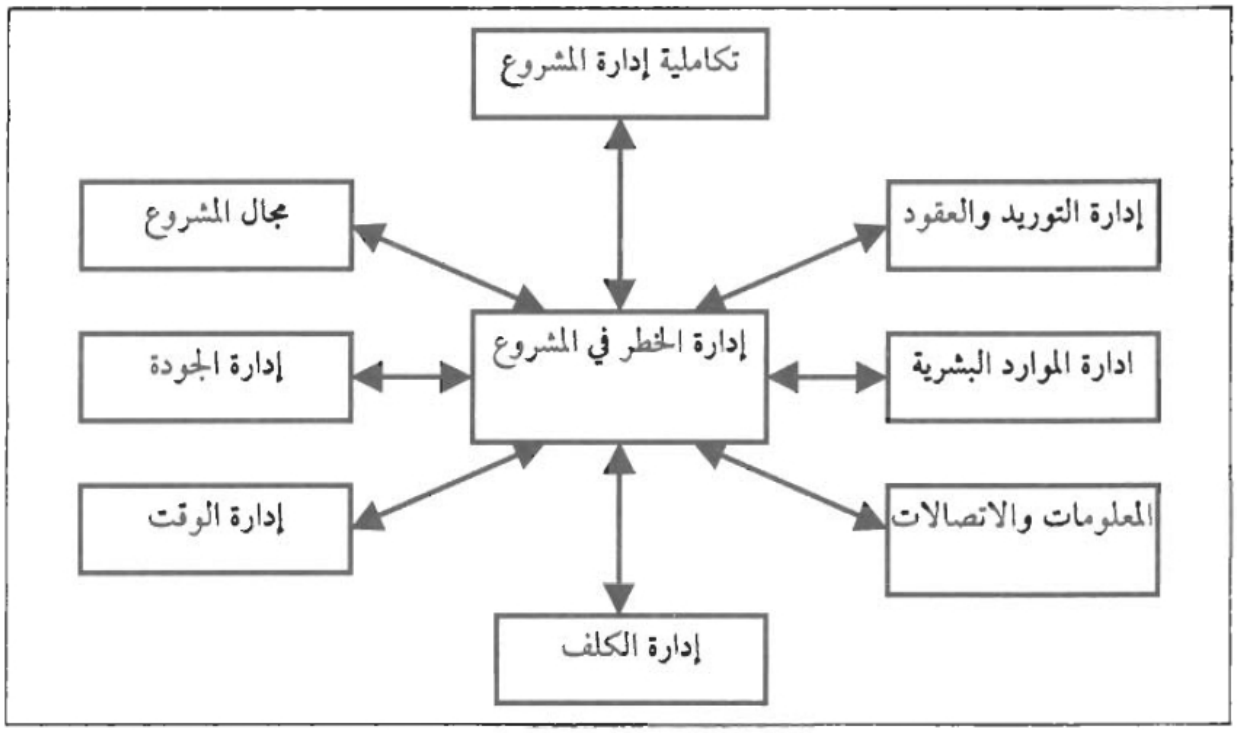
ت	الإدارة	المسؤوليات والأهداف	ت	الإدارة	المسؤوليات والأهداف
1	إدارة المشروع		4	إدارة الشراء	
2	إدارة التصميم		5	إدارة الجودة	
3	إدارة التخطيط		6	إدارة المحاسبة	

الجدول (12/3) نموذج تأسيس الأهداف وفقا لهيكلة تجزئة العمل في حزم العمل

WBS		WBS	
1.1		2.1	
1.2		2.2	
1.3		2.3	

ومن الضروري تطوير معايير تقييم الخطر Risk assessment criteria التي تستخدم في آلية تقييم المخاطر واتخاذ القرارات الضرورية بصددها. ويمكن أن تستند هذه المعايير على المتطلبات المتعلقة بكل من العمليات والجوانب الفنية والمالية والقانونية والاجتماعية والإنسانية. وهذه المتطلبات قد تكون القيود الداخلية والخارجية التي ترسم حدود المشروع (أنظر في ذلك الفصول الخامس -السابع من هذا الكتاب).

الشكل (12/4) تكاملية إدارة الخطر



تحديد الخطر: وسائل التعرف على مصادره

12-2-2- تحديد الخطر:

لقد تم استعراض عوامل الخطر الداخلية والخارجية من خلال (12-1) السابق، أما هنا فسوف نستعرض الأساليب المستخدمة في تحديد الخطر ومساحاته وذلك استكمالا لما جاء في المبحث السابق.

يجري تحديد المخاطر التي تحيط بالمشروع من تحليل الكم الكبير من الوثائق خلال مراحل المشروع المبكرة، حيث تحتوي هذه الوثائق على التقارير المختلفة عن المشروعات السابقة المنجزة وكذلك عن حاجات ومتطلبات المستفيد وأصحاب المصالح وجميع الوثائق الواردة في الجداول السابقة. ومن الأساليب الأساسية التي تستخدم في تحديد المخاطر والتي سوف نركز عليها لأهميتها، هي:

- أسلوب التناظر Analogy technique
- قائمة المراجعة Check list
- تحليل هيكلة تجزئة العمل WBS
- مخططات تدفق العملية Process flow -charts
- العصف الذهني أو الفكري Brainstorming

أولاً: أسلوب التناظر: المقصود بأسلوب التناظر هو الاستفادة من البيانات والمعلومات والسجلات المتعلقة بالمشروعات المتناظرة أو المتشابهة والتي سبق وأن أنجزت، بالإضافة إلى دراسة نتائجها وذلك بهدف التعرف على المخاطر التي واجهتها وسحبها على المشروع (أو المشروعات) تحت الدراسة. وكلما كانت النتائج والسجلات مرتبة بشكل دقيق ومتكاملة بالإضافة إلى الذاكرة الجيدة لدى العاملين في تلك المشروعات والذين يمكن العودة أليهم بخصوص الاستفسارات والمناقشات، كلما كانت المعلومات مفيدة في تحديد المشكلات الكبيرة التي يمكن أن تواجه مراحل إنشاء المشروع تحت الدراسة.

ثانيًا: قائمة المراجعة: تستخدم الوثائق المتعلقة بالمشروعات المتناظرة السابقة في إعداد قائمة (أو قوائم) المراجعة المتعلقة بالخطر (أو المخاطر) وتعني قائمة العوامل التي يمكن أن تؤثر على أداء المشروع. ويمكن تطوير قائمة المراجعة لعوامل الخطر لمجمل المشروع بصورة شاملة أو قائمة لكل مرحلة من مراحل دورة حياة المشروع أو الحزم العمل بصورة جماعية أ و منفردة أو حتى للوظائف المنفردة في المشروع أو الحزم العمل بصورة جماعية أو منفردة أو حتى للوظائف المنفردة في المشروع الواحد. ويمكن أن تساعد هذه القوائم على تحديد مستويات الخطر (أو المخاطر) ووفقا لمصادر الخطر وعوامله في ضوء السجلات والمعلومات التي تعود إلى المشروعات المتناظرة. ويبين الجدول (12/4) نموذجا لقائمة المراجعة

ولغرض استعراض النموذج الوارد في الجدول (12/4)، نرى بأن قائمة المراجعة تحتوي على ثلاث فئات من مصادر الخطر وهي:

- حالة خطة التنفيذ Status implementation plan
- عدد النماذج ذات العلاقة البينية Number of module interfaces.
- النسبة المؤوية لعدد المكونات والأجزاء التي تطلب عمليات الفحص والتفتيش ومستوى الخطر عن كل واحدة منهما Percentage of components requiring testing

ولنفترض مثلاً، بأن المشروع تحت الدراسة الذي سوف يستخدم خطة الإنجاز المعيارية Standard completed plan ، يتكون من ثمانية نماذج ويحتوي على (15%) من مكونات النظام، ووفقا لقائمة المراجعة، فقد أعتبر هذا المشروع من المشروعات ذات معدل الخطر المنخفض، والخطر المنخفض، والخطر المتوسط على التوالي بالنسبة لمصادر الخطر.

وفي ضوء التجارب الكبيرة في إدارة المشروعات ذات العلاقة، فأن القائمة الأكثر شمولية هي التي تحتوي على تقييم مستويات الخطر المختلفة في المشروع.

الجدول (12/4) نموذج قائمة المراجعة

مصادر الخطر	مستوى الخطر
أ- حالة خطة التنفيذ: 1- لا يتطلب خطة 2- الخطة المعيارية، الإنشاء والإنجاز 3- تهيئة الخطة 4- الخطة لم تبدأ بعد	لا يوجد منخفض متوسط عال
ب- عدد المداخلات ما بين النماذج: 1- أقل من 5 2- 5-10 3- 11- 20 4- أكثر من 20	لا يوجد منخفض متوسط عال
ج- نسبة مكونات النظام التي تحتاج الفحص: 1- 0-1 2- 2-10 3- 11- 30 4- أكثر من 30	لا يوجد منخفض متوسط عال

تحليل هيكل العمل وتتبع الأسباب والآثار

ثالثًا: تحليل هيكلة تجزئة العمل (WBS): يجري تدقيق وتمحيص كل حزمة من حزم العمل في البحث عن المشكلات الكبيرة مع إدارة المشروع والمستفيدين والموردين بالإضافة إلى التدفيق في وفرة المعدات والموارد وغيرها. كما وتقييم كل حزمة عمل من الأعمال وكذلك العمليات والمفردات النهائية من الخطر الداخلي وذلك بمفهوم المفردات التي سبق وأن تم الحديث عنها -وهي التعقيد والنضوج والجودة والاعتمادية. وتقييم أيضًا كل حزمة عمل من الخطر الخارجي ومثال على ذلك، تدقيق الوظائف في حزمة العمل التي يقوم

بتنفيذها المقاول أو المتعهد الثانوي.



ثلاث وسائل من المقال لتحديد الخطر. يوضح الرسم دور التناظر وقائمة المراجعة وتحليل حزم العمل، ولا يحصر طرق التحديد فيها.

رابعًا: مخططات تدفق العملية: تستعرض عادة مخططات تدفق العملية الخطوات والأساليب ومسارات التدفق ما بين الوظائف والفعاليات في العملية. أن الاختبار الذي يتم بواسطة مخططات تدفق العملية يؤدي إلى تأشير النقاط المثيرة للمشكلات في سير العملية أو تدفق الأعمال والمساحات التي تظهر فيها المخاطر. وخير مثال على ذلك المخططات الشبكية التي تستخدم في عمليات التخطيط والجدولة (أنظر في ذلك الفصل التاسع من هذا الكتاب).

خامسًا: العصف الذهني أو الفكري: يمكن أيضًا بالإضافة إلى الأساليب المذكورة في أعلاه، من استخدام أسلوب العصف الذهني في تحديد الخطر في المشروع وذلك من خلال تبادل الخبرات الجماعية ما بين أعضاء فريق المشروع. يقوم أعضاء فريق المشروع بالاجتماع سوية في عمل مناظرة العصف الذهني والمشاركة بتبادل الأفكار والآراء ومناقشتها ومن ثم توليد العديد من الأفكار بخصوص المشكلات المتوقعة أو التحذيرات في مراحل المشروع. وتسجل هذه الأفكار في مخطط المسبب والأثر (Cause -and- effect diagram) المبين في الشكل (12/5). وتستخدم أسلوبي العصف الذهني ومخطط المسبب والأثر بطريقتين هما:

- استخدام النتاج الكبير (الأثر) الذي تم الحصول عليه في تحديد المسببات الكبيرة (التحذيرات).
- استخدام التحذيرات من الخطر (المسبب) في تحديد النتاجات التي يمكن أن تتأثر (الأثر).

ويبين الشكل (12/5) الاستخدام الأول وهو أن النتاجات هي التأخير في الإنجاز، التي تبين التحذيرات الرئيسية بأن ذلك سيؤدي إلى حدوث التأخير في موعد الإنجاز:

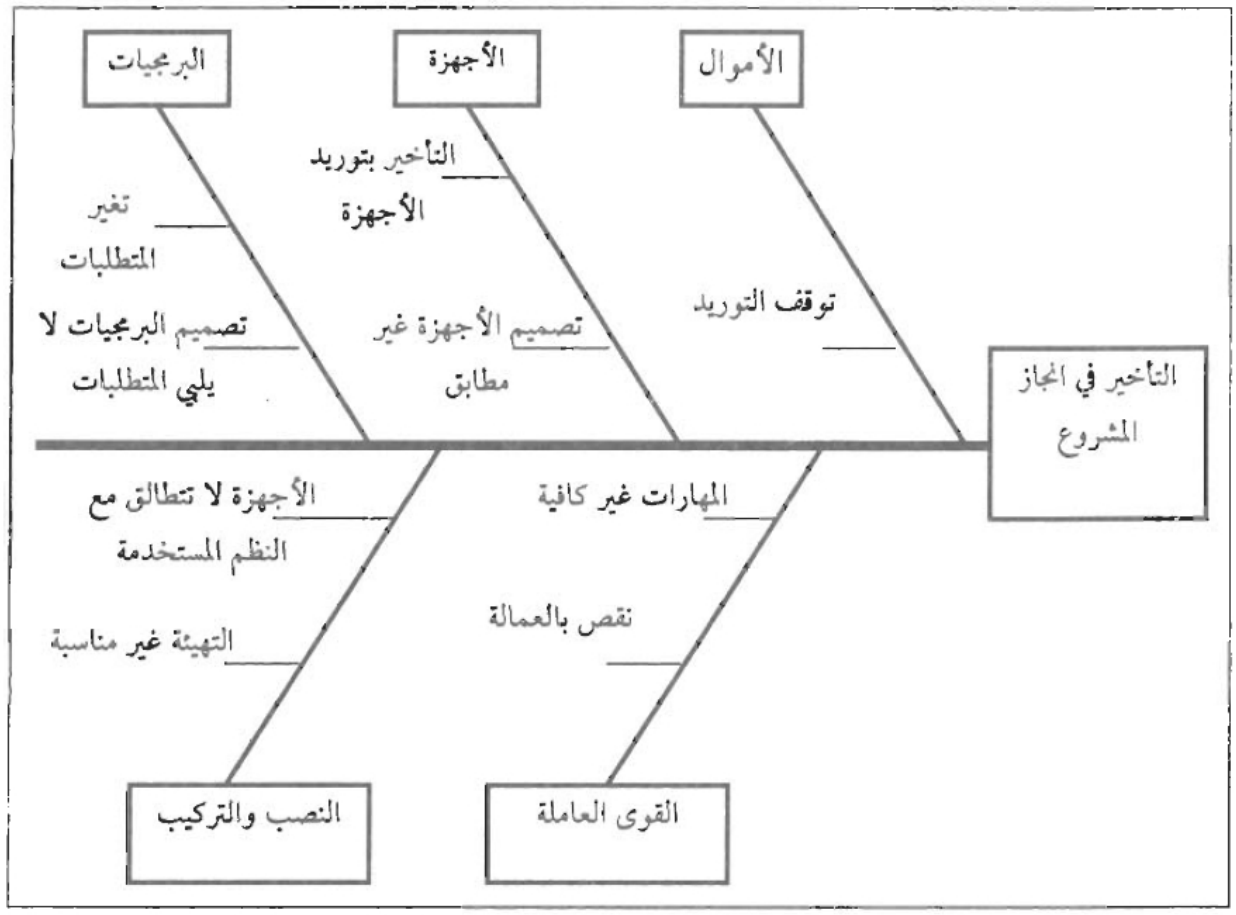
وتوجد العديد من العوامل التي تؤدي إلى فشل المشروع في تحقيق أهدافه، وأهمها:

عدم قيام إدارة المشروع بالعمل مع المستفيد والتعاون التام معه.

- التقديرات غير الدقيقة.
- عدم كفاية التخطيط.
- الضعف في المراجعة والسيطرة.

- الضعف في الالتزام من قبل الأطراف المشاركة بالمشروع.
- النقص في المعلومات.

الشكل (12/5) نموذج مخطط المسبب والأثر

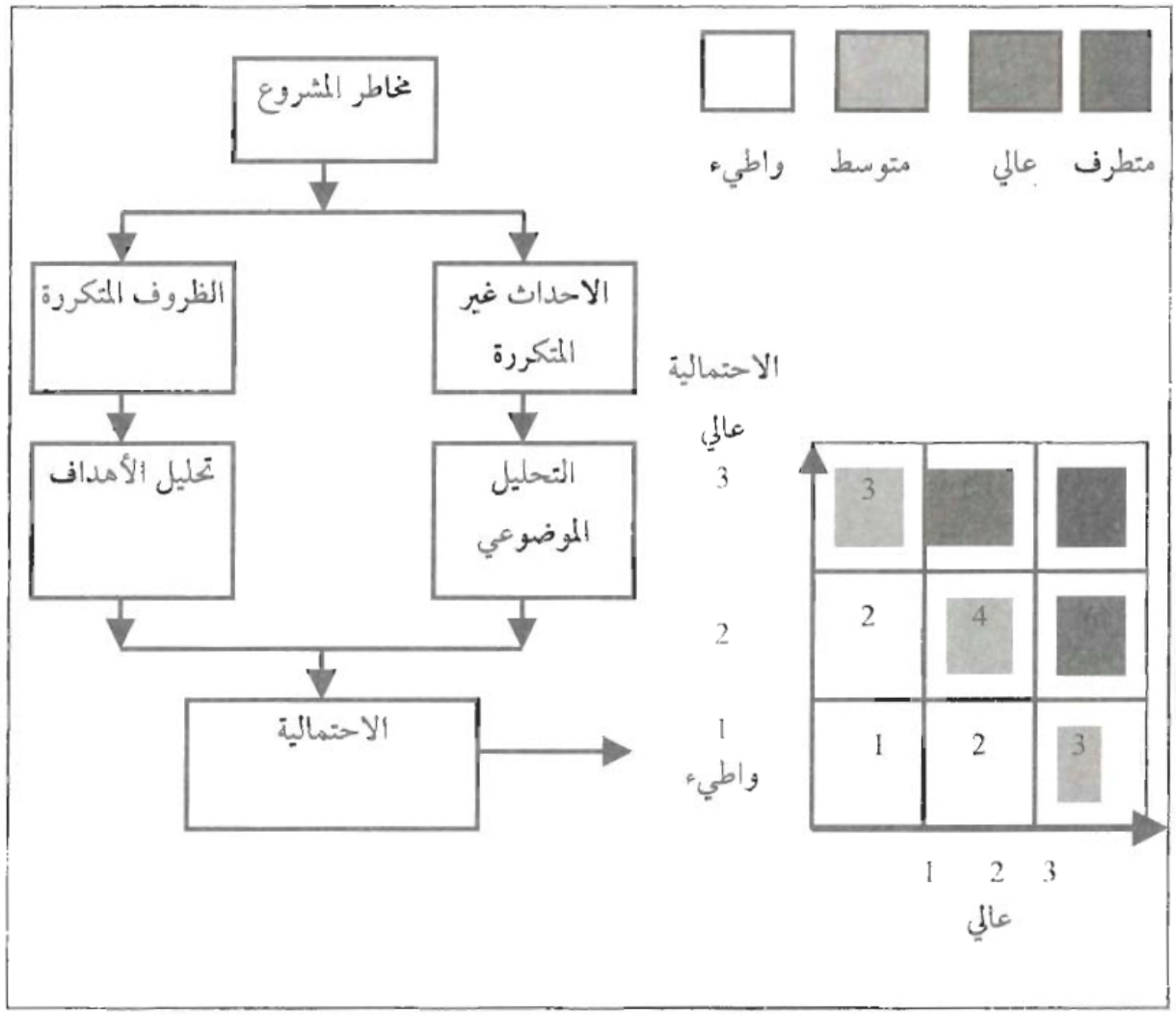


12-2-3- النموذج الكمي لقياس الخطر:

القياس بالجمع بين احتمال الحدوث والأثر

بعد إكمال عملية تحديد مدى المخاطر في المشروع، تبدأ الخطوة التالية وهي احتساب احتمالية حدوث الخطر والآثار الممكن أن تترتب نتيجة لذلك أو التبعيات التي تلحق بالمشروع نتيجة ذلك. وأن جعل الخطر كميا يتعلق أساسا بعملية تحديد المساحات من الخطر التي يتوجب الانتباه أليها في الاستجابة والتصدي للخطر بالإضافة إلى مواقع المورد (أو الموارد) المحدودة. كما ويتوجب تحديد أولويات الخطر التي تحدد المساحات التي يجب التعامل معها في البداية. وتستخدم في هذا المجال ما يسمى « بمصفوفة الاحتمالية والأثر Probability L impact matrix ، وهي تخطيط (أو رسم) احتمالية حدوث الخطر مقابل أثر ذلك على المشروع كما هو مبين في الشكل (12/6). وهناك ثلاثة أوزان للمعيار الكمي وهي العالي والمتوسط ولواطئ، حيث تعطي هذه الأوزان الثلاثة مصفوفة تتكون من تسعة احتماليات ممكنة كما مبينة في الشكل.

الشكل (12/6) مصفوفة الاحتمالية والأثر (Burke, 1999,p. 237)



وبالنسبة للمخاطر التي يمكن أن تحدث مرة أخرى أو تتكرر على الأسس منتظمة حيث تتراكم عنها المعلومات والإحصائيات التي تكون مفيدة جداً في التعامل معها. في حين أن المخاطر التي لا تتكرر، فتكون الحاجة إلى التحليل الموضوعي كبيرة لأنها سوف تتطلب مثل هذه الحالة تحديد احتمالية حدوثها.

وتعتبر الأساليب الشبكية وخاصة أسلوب تقييم ومراجعة المشروعات PERT من الأدوات الفعالة التي تم تطويرها كأداة لا دارة الخطر في التخطيط والسيطرة على المشروعات. (انظر في ذلك الفصل التاسع من هذا الكتاب).

4-2-12- تطوير الإجراءات العلاجية:

اختيار استجابة تتناسب مع أثر الخطر

بعد الانتهاء من تحديد الخطر (أو المخاطر) وقياسها كميا بالإضافة إلى تحديد الأولويات لها، يصبح من الضروري تطوير خطة المعالجات أو ما تسمى بخطة الاستجابة للخطر Risk response plan التي تحدد الطرق الواجب استخدامها في مواجهة الخطر وتقوية الفرص قبل حدوثها. ويجب مقارنة مستوى الخطر مع المعيار الذي تم أعداده ومن ثم تقديره وفق الأولويات التي أسستها إدارة المشروع أو إدارة المنظمة. وهذه عبارة عن مدى من المعالجات أو الاستجابات التي يجب تطويرها مسبقاً خلال مرحلة التخطيط للمشروع، وفق

الآلية التالية:

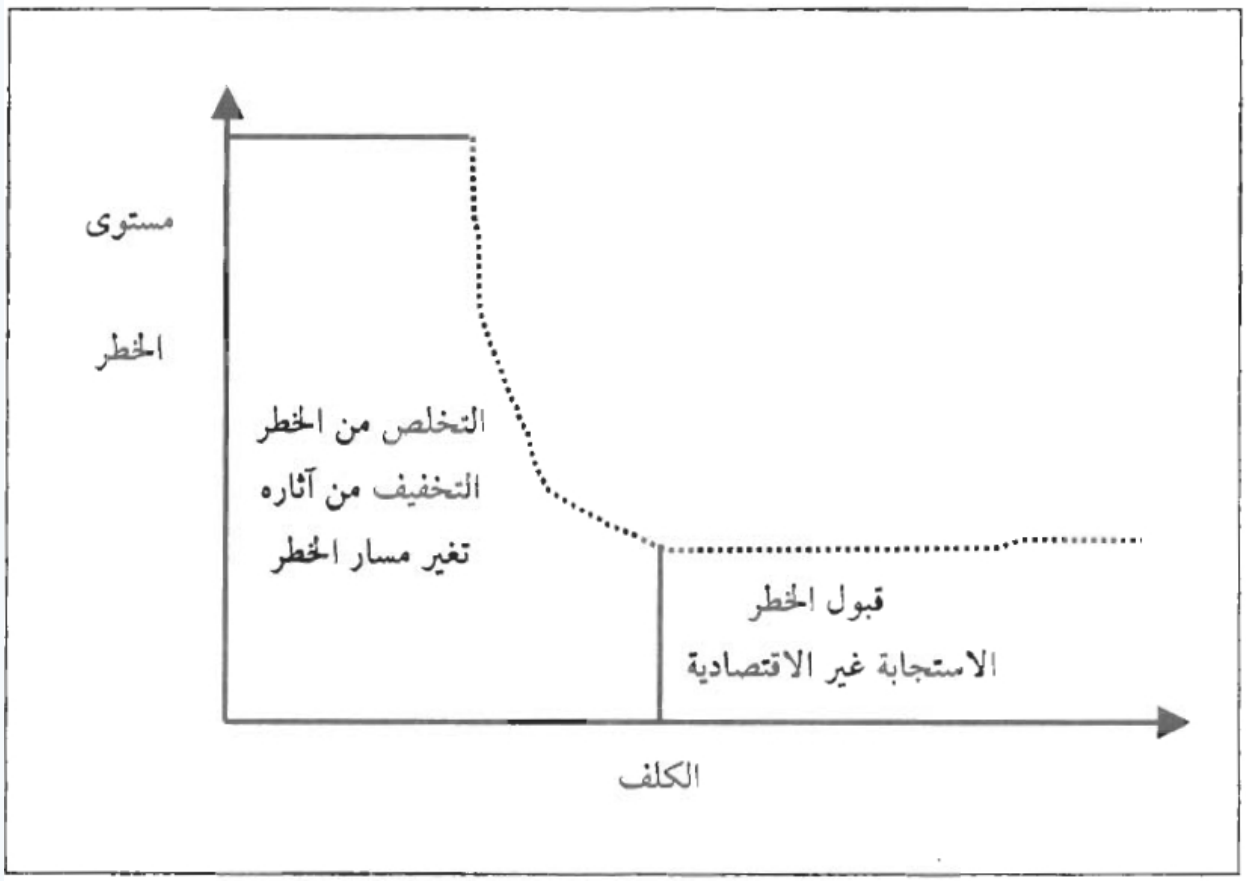
- التخلص من الخطر Eliminate risk
- التخفيف من آثار الخطر Mitigate risk
- تغير مسار الخطر Deflect risk
- قبول الخطر Accept risk

أن هذه المعالجات ليست ثنائية الحدين Mutually exclusive لأنه من الممكن استخدام أي تشكيلة أو توليفة من هذه الاستجابات أو جميعها. كما وتستخدم وفق الأولويات الواردة في أعلاه من حيث التتابع. وأن جميع هذه المعالجات تحتاج إلى نفقات تزداد وتقل وفقا لمقدار الخطر الذي يحدث، مما تتطلب القيام بتحليل التكلفة والمنفعة حيث يمكن القبول بالخطر لأن تطبيق الخطوات نحو التخلص منه وإزالة مسبباته قد يكلف مبالغ تفوق تبعياته. ويبين الشكل (12/7) تحليل التكلفة والمنفعة في تقليل الخطر.

أولاً: التخلص من الخطر: التخلص من الخطر تعني البحث عن الطرق التي يمكن أن تؤدي إلى تلافي الخطر وآثاره كلياً من خلال إزالة المسبب (أو المسببات) أو اتخاذ الإجراءات التي تستهدفه. ويتوجب دراسة مثل هذه الإجراءات من المراحل المبكرة لدورة حياة المشروع وخاصة خلال مرحلتي التقديم والتصميم، حيث يكون مستوى التأثير عالي في حين أن التكلفة تكون منخفضة (أنظر في ذلك الفصلين السادس والسابع المتعلقين بدراسة الجدوى من هذا الكتاب).

ثانيًا: التخفيف من آثار الخطر: المقصود بالتخفيف من آثار الخطر هو تقليل احتمالية حدوث الخطر وآثاره، حيث يمكن إنجاز ذلك باستخدام التكنولوجيا المتطورة وكذلك استخدام المعايير في التحقق من أن المنتج أو المفردة سوف تعمل. وتستخدم ثلاث طرق أساسية في الوصول إلى ذلك، وهي: إجراء التجارب Prototyping، والمحاكاة Simulating، والنمذجة Modeling. وهذه الطرق تتشارك في الفكرة التي تستخدم العرض للحصول على السمة أو الهيئة المختارة للمتطلبات التي يمكن أن تكون الأكثر ملائمة للنتاجات المتوقعة من الخطر.

الشكل (12/7) التكلفة والمنفعة في تقليل آثار الخطر



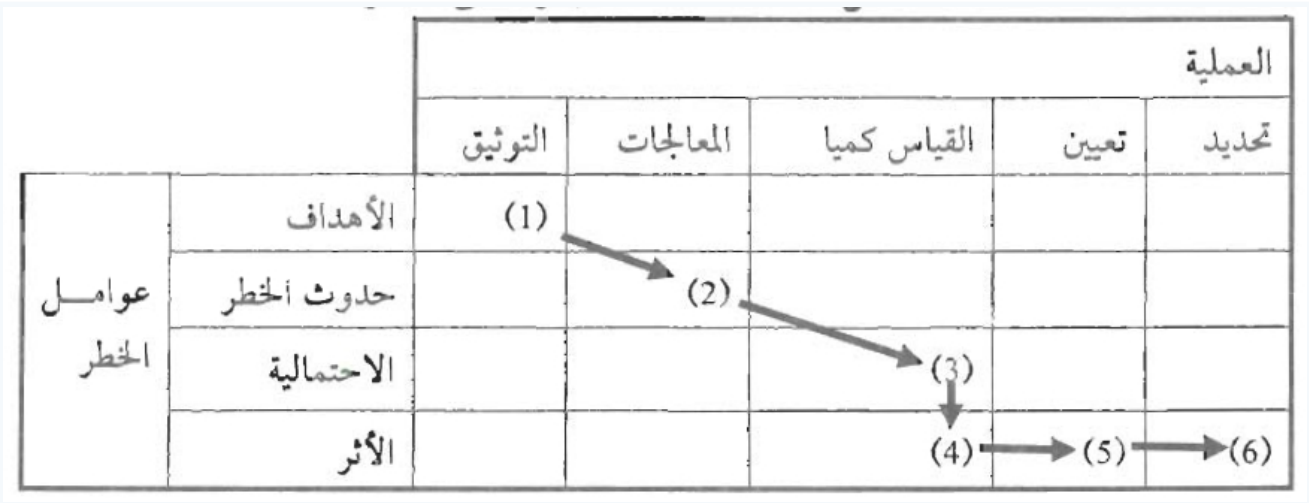
ثالثًا: تغير مسار الخطر: وتعني تحويل الخطر كلياً أو جزئيا إلى الطرف الآخر، حيث يتم تحقيق ذلك من خلال التعاقدات Contracting، والاحتجاز أو الاحتفاظ Retention، والتأمين.

رابعًا: القبول: وتعني القبول بنتائج الخطر إذا ما حدث، وتسمى أيضًا بالتأمين الذاتي Self - insurance . وفي هذه المرحلة من المحتمل قيام إدارة المشروع أو المنظمة بإعداد خطة الطوارئ Contingency plan لوقاية المشروع أو المنظمة من آثار حدوث الخطر. وتحتوي خطة الطوارئ على الإجراءات المقرر اتخاذها مسبقاً (أي قبل حدوث الخطر)، ومثال على ذلك: إذا حدث أ سوف نعمل ب وهكذا.

12-2-5- السيطرة على الخطر:

أن وظيفة السيطرة على الخطر تعمل على تنفيذ خطة إدارة الخطر وجعلها حقيقة واقعة لأنها تعتبر الجزء البالغ الأهمية الذي لم يعطى الاهتمام المطلوب في معظم الأحيان. ويجب أن تكون خطة إدارة الخطر متصلة بجميع أجزاء المشروع وكذلك مع العاملين فيه مما يتطلب تنظيم مجموعة من البرامج التدريبية والتطبيقية لهم. كما ويجب أن لا تشمل فقط لبرامج التدريبية على التأكد من أن كافة العاملين قد تفهموا خطة إدارة الخطر، وإنما أيضًا تطوير إدارة المشروع أو المنظمة الثقافة الشاملة لإدارة الخطر وسلوكيات العاملين عند حدوثه. ويبين الشكل (12/8) نموذج لدورة السيطرة على الخطر

الشكل (12/8) دورة السيطرة على الخطر



ومن الضروري متابعة خطة إدارة الخطر ومراقبتها وكذلك تحديثها على الأسس المنتظمة بهدف التأكد من معرفة الخطر والتهيئة لاتخذ التغيرات الضرورية عند الحاجة. وهذه التغيرات تشمل على الآتي:

- التغيرات في مجال العمل.
- التغيرات في طريقة البناء.
- التغيرات في أعضاء فريق المشروع
- التغيرات في الموردين وطرق التوريد.

وختاما، فأن إدارة الخطر أصبحت جزءا من المفردات التي تناقش في اللقاءات الأسبوعية لمتابعة تقدم العمل في المشروع وتحديد المساحات الجديدة التي من المتوقع حدوث المشكلات فيها بالإضافة إلى تهيئة المعالجات والتصدي لها.

12-3- تقييم الخطر في إدارة المشروع:

المقصود بأرجحية الخطر - كما سبق القول- هي الاحتمالية التي تتوقع حدوث الخطر أو عامل الخطر الذي سوف يصبح يجسد الحقيقة الواقعة. ويمكن التعبير عن ذلك بالقيمة الرقمية التي تقع ما بين (0-1) والتي تعني حتمية حدوث الخطر وبين القيمة صفر واليت تعني لا توجد أية احتمالية لحدوث الخطر، أو يمكن قياسه بالمفهوم النوعي مثل الخطر عال ومتوسط وواطئ. وتستخدم أحيانًا المعايير الكمية (الرقمية) والنوعية بصورة تبادلية. ويبين الجدول (12/5) نموذجا للتقديرات النوعية وعلاقتها بالتقديرات الرقمية لكل مستوى من مستويات الخطر.

الشكل (12/5) التقديرات النوعية والرقمية لمستويات الخطر

التقديرات النوعية	التقديرات الرقمية
واطئ	0.20 -0
متوسط	0.50 -0.21
عالي	1.00 -0.51

أن العلاقة المشتركة ما بين التقديرات النوعية والقيم بشكل خاص هي الموضوعية في التقدير والتي تستند على الخبرة التي يتمتع بها فريق المشروع ونسبة الخطر التي يحددها أصحاب المصالح. ويمكن أن يمثل الجدول (12/5) المشروع الذي يمتاز بمصلحة اقتصادية عالية لدى أصحاب المصالح ما يعني بأن الخطر من المرجح أن يكون كبيراً ويزيد على (0.50) أو (50%) وهذه النسبة تقابل الخطر عالي. من الجهة

الأخرى، يكون في المشروع الأخر المصلحة الاقتصادية منخفضة، فأنه من المرجح أن تكون نسبة (75%) أو أكثر مساوية إلى صفة الخطر عالي.

ونستعرض الآن الطرق المستخدمة في تحليل الخطر، وهي (Nicholas, 2001, pp. 326- 331)

- القيمة المتوقعة
- شجرة القرارات.
- حالة عدم اليقين وجداول العوائد
- المحاكاة.

12-3-1- طريقة القيمة المتوقعة:

المفهوم والصيغ قبل التطبيق

أن اختيار المعالجة أو الاستجابة الأفضل لمواجهة الخطر تستند في بعض الأحيان على تحليل التبعات والنتائج من حدوث الخطر وذلك بمفهوم القيمة المتوقعة Expected value لكلف المشروع والجولة الزمنية للأعمال والفعاليات.

والمقصود بالقيمة المتوقعة عموماً، هي معدل أو متوسط النتاجات من حالات حدوث الخطر المتكررة. وتمثل القيمة المتوقعة في عملية تقييم الخطر في المشروع والتي تتكرر لمرات عديدة مع محاسبة الحالات المحتملة التي يحدث بها الخطر. ورياضيات، فأن متوسط الوزن لجميع النتاجات الممكنة حيث احتمالية أو أرجحيه حدوث هذه النتاجات وأوزانها من خلال المعادلة التالية:

$$EV = £ (Ot \times Lh)$$

حيث أن:

EV = القيمة المتوقعة

OT = النتاجات المتحققة من حدوث الخطر

Lh = الأرجحيه أو احتمالية حدوث الخطر

ولغرض احتساب الخطر، فأن الخطر في عدم تنفيذ المشروع في الموعد المحدد له والتبعات الكلفوية من جراء ذلك خلال فترة إنجاز المشروع المقررة تسمى بزمن الخطر (Risk time (RT وهي القيمة المتوقعة لتقديرات الزمن المستغرق لغرض تصحيح حالة حدوث الخطر (Corrective time (TC)) حيث تحتسب كالآتي:

$$RT = (TC \times Lh)$$

وتسمى تبعات الخطر التي يؤثر على تكلفة المشروع بتكلفة تصحيح الخطر (Risk cost(RC)) واتي تحتسب بدلالة المعادلة التالية:

Rc = (TC x Lh)

بيانات المثال وحساب الكلفة المتوقعة

مثال:

لنفترض بأن الزمن الإجمالي المقدر لإنجاز المشروع (Baseline time estimate (BTE يساوي (26) أسبوعاً وأن التكلفة الكلية المقدرة لإنجاز المشروع Baseline Cost estimate تبلغ (71) ألف ريال. كما ونفترض بأن أرجحيه (احتمالية) حدوث الخطر في المشروع كلياً تبلغ (0.3) ، وفي حالة حدوث الخطر مادياً، فأنه سيؤدي إلى تأخير إنجاز المشروع عن موعده بخمسة أسابيع وزيادة في التكلفة بمقدار (10) عشرة الآلف ريال. وبما أن احتمالية حدوث الخطر مادياً هي (0.3)، فهذا يعني بأن احتمالية عدم حدوث الخطر مادياً هي (0.7). وبمعني آخر، فإذا لم يحدث الخطر مادياً، فلا توجد الحاجة إلى اتخاذ مقاييس التصحيح مما يجعلا قيم الزمن والتكلفة تساوي صفرا عدد صحيح. عندئذ تكون النتائج كما يل:

أن القيم أعلاه والبالغة (15) أسبوعاً و (3000) ريالا سوف تكون بمثابة الاحتياطي المخزون في جدولة المشروع والموازنة لغرض احتساب الخطر. كما وتسمى كل من زمن الخطر (RT) وتكلفة تصحيح الخطر (RC) باحتياطي الجدولة Schedule reserve وكذلك بخطة طوارئ المشروع أو كاحتياطي بالموازنة، على التوالي.

ولغرض احتساب زمن الخطر، فأن الزمن المتوقع لإنجاز المشروع (Expected project completion (ET يكون:

ET = BTE + RT = 26 + 15 = 27.5

وكذلك بالنسبة لتكلفة تصحيح الخطر، فأن التكلفة الكلية المتوقعة لإنجاز المشروع (Expected project completion Cost (EC تحتسب كالآتي:

EC = BCE + RC = 71000 + 3000 = 74000

وعندما يكون من الصعب تقدير الزمن المطلوب لتصحيح الخطر وكذلك تكلفته، فأن الزمن التقديري والتكلفة التقديرية تحتسب كالآتي:

ET = BTE (1 + LH) = 26 (1 + 0.3) = 33.8

EC = BCE (1 + Lh.) = 71000 (1.0 + 0.3) = 92300

أن احتساب هذه الأمثلة المتعلقة بعوامل الخطر هي توضيح المدى التي تؤثر فيه على المشروع بأكمله. وتستخدم طريقة أخرى في تحديد تبعات الخطر المتوقعة والتي تتلخص ابتداء في تجزئة المشروع إلى حزم العمل أو المراحل ومن ثم القيام بتقدير أرجحيه الخطر (أو احتمالية الخطر) وكذلك الزمن والتكلفة لكل عنصر من هذه العناصر. وبعد ذلك، يجري تجميع هذه التقديرات الفردية لغرض احتساب قيمة كل من الزمن المقدر (ET) وكذلك التكلفة المقدرة (EC) لمجمل المشروع بالكامل. ويعطي هذا المدخل دعما متزايدا

إلى تقديرات كل من الزمن التصحيح (ET) وتكلفة التصحيح (EC) مقارنة بما جاء في النماذج الرياضية السابقة لأن مواجهة الخطر في كل عنصر من عناصر المشروع بصورة منفردة يساعد على زيادة الدقة في تقييمه.

ولنفترض مثلاً، بأن المشروع تحت الإنشاء يحتوي على ثمانية حزم عمل ولكل واحدة منهما قد تم تقدير التكلفة الكلية (BCE) وتقدير أرجحيه حدوث الخطر وكذلك تقدير تكلفة تصحيح الخطر. ويبين الجدول (12/6) كشف بالمعلومات المتعلقة بكل حزمة من حزم العمل مع قيم التكلفة التقديرية (EC)، حيث تحتسب التكلفة التقديرية (أو المقدرة) كما يلي:

$$EC = BCE + (TC + Lh)$$

ومن الجدول يتبين بأن قيمة التكلفة التقديرية (EC) للمشروع قد بلغت (75150) ريال. وهذه شكل فقط (5.8%) أكثر من التكلفة الكلية التقديرية للمشروع (BCE) والبالغة (71000) ريال [(71000 ÷75150) × 100= 5.8%]، حيث يتضح بأن التكلفة الكلية الناجمة نتيجة المخاطر في المشروع صغير نسبياً.

الجدول (12/6) بيانات المثال (القيم بالريال)

عناصر WBS	BCE	التكلفة التصحيحية	الأرجحيه	EC
J	10000	2000	0.2	10400
M	8000	1000	0.3	8300
V	16000	4000	0.1	16400
Y	10000	6000	0.2	1200
L	8000	2000	0.3	8600
Q	9000	2000	0.1	9200
W	5000	1000	0.3	5300
X	5000	1500	0.3	5750
المجموع		71000		75150

الزمن المتوقع وشبكة المثال

والآن، نفترض أن لهذا المشروع المكون من هذه الحزم الثمانية بأن الزمن الكلي المقدر (التقديري) وأرجحيه حدوث الخطر وكذلك الزمن التصحيحي المقدر لكل حزمة من الحزم الثمانية أعلاه، وهذه التقديرات مبينة في الجدول (12/7) حيث تم احتساب الزمن التصحيحي المقدر (أو التقديري) بدلالة المعادلة التالية:

$$ET = BTE + (TC X Lh)$$

وتستخدم شبكة الأعمال في تحديد الزمن المقدر (التقديري) لإنجاز المشروع بالكامل، حيث نفترض بأن الشبكة مشابهة للمخطط الشبكي الوارد في الشكل (12/9). ولو أهملنا لبرهة من الزمن متغير زمن الخطر، فإن المسار الحرج هو (J M V Y W X) الذي يمثل الزمن الكلي لإنجاز المشروع (BTE) والبالغ (24) أسبوعاً، وتبعا لنتائج الخطر، فإن المسار الحرج لن يتغير من حيث الفعاليات التي تقع عليه والمذكورة سلفا، ألا أن طول المسار الحرج قد زاد وأصبح (27.9) أسبوعاً وهو ما يمثل الزمن المتوقع لإنجاز المشروع.

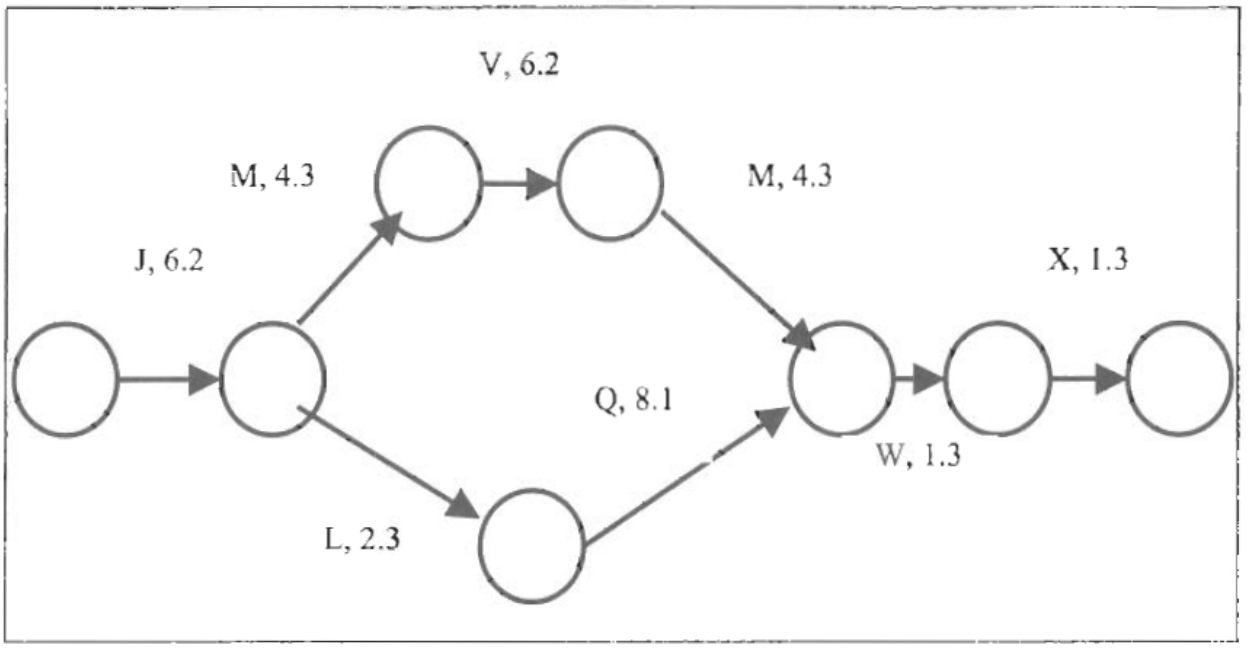
ومن الجدير بالذكر أيضًا، يتوجب مراقبة الفعاليات الحرجة والفعاليات القريبة من المسار الحرج بصورة مستمرة وبعناية دقيقة بخاصة

لأن أي من هذه الفعاليات يمكن أن تولد تبعات عالية الخطورة (أي أرجحيه عالية لحدوث الخطر أو ذات أثر عالي) حتى وأن كانت هذه الفعاليات أو جزءا منها لا تقع على المسار الحرج.

الجدول (12/7) نتائج حسابات الأزمنة المتوقعة

عناصر WBS	BTE	الزمن التصحيحي	الأرجحيه	ET
J	6	1	0.2	6.2
M	4	1	0.3	4.3
V	6	2	0.1	6.2
Y	8	3	0.2	8.6
L	2	1	0.3	2.3
Q	8	1	0.1	8.1
W	1	1	0.3	1.3
X	1	1	0.3	1.3

الشكل (12/9) شبكة المشروع المحسوبة لزمن حدوث الخطر



12-3-2- طريقة شجرة القرار:

تطبيق: البدائل ونتائجها في شجرة القرار

تعتبر شجرة القرار عبارة عن المخطط الذي يحتوي على التفرعات التي تمثل الفرص المختلفة للإحداث أو القرارات الإستراتيجية. ويمكن استخدام طريقة شجرة القرار في تقييم ماهية الاستجابة والمعالجات في مواجهة الخطر من خلال البدائل التي تولد التبعات الأفضل المتوقعة.

وتستخدم تطبيقات طريقة شجرة القرار في قياس مقدار تكلفة فشل المشروع المحتملة بالمقابل مع المنافع من نجاح المشروع. ولنفترض مثلاً بأن التكلفة الكلية التقديرية للمشروع (BCE) تبلغ (200) ألف ريال وأن أرجحيه (احتمالية) الفشل المتوقعة تبلغ (0.25). وإذا افترضنا أيضًا بأن المشروع سوف يحقق هامش الربح بما مقداره مليون ريال في حالة نجاحه.

ويمكن أيضًا استخدام مفهوم القيمة المتوقعة في احتساب متوسط (أو معدل) القيمة للمشروع إذا ما افترضنا بأنها يمكن أن تكرر لمرات عديدة. وإذا ما تكررت لمرات عديدة، فأن المشروع سوف يخسر (200) ألف ريال من التكلفة الكلية المتوقعة (BCE) ونسبة (25%) من الزمن الكلي حيث من المتوقع أن يحقق ربحا مقداره مليون ريال بالزمن المتبقي والبالغة نسبته (75%) من الزمن الكلي للمشروع. ونتيجة لذلك، فأن متوسط القيمة المتوقعة من النتاجات سوف تكون كما يلي:

EO = (-200000) (0.25) + (1000000) (0.75) = 700000

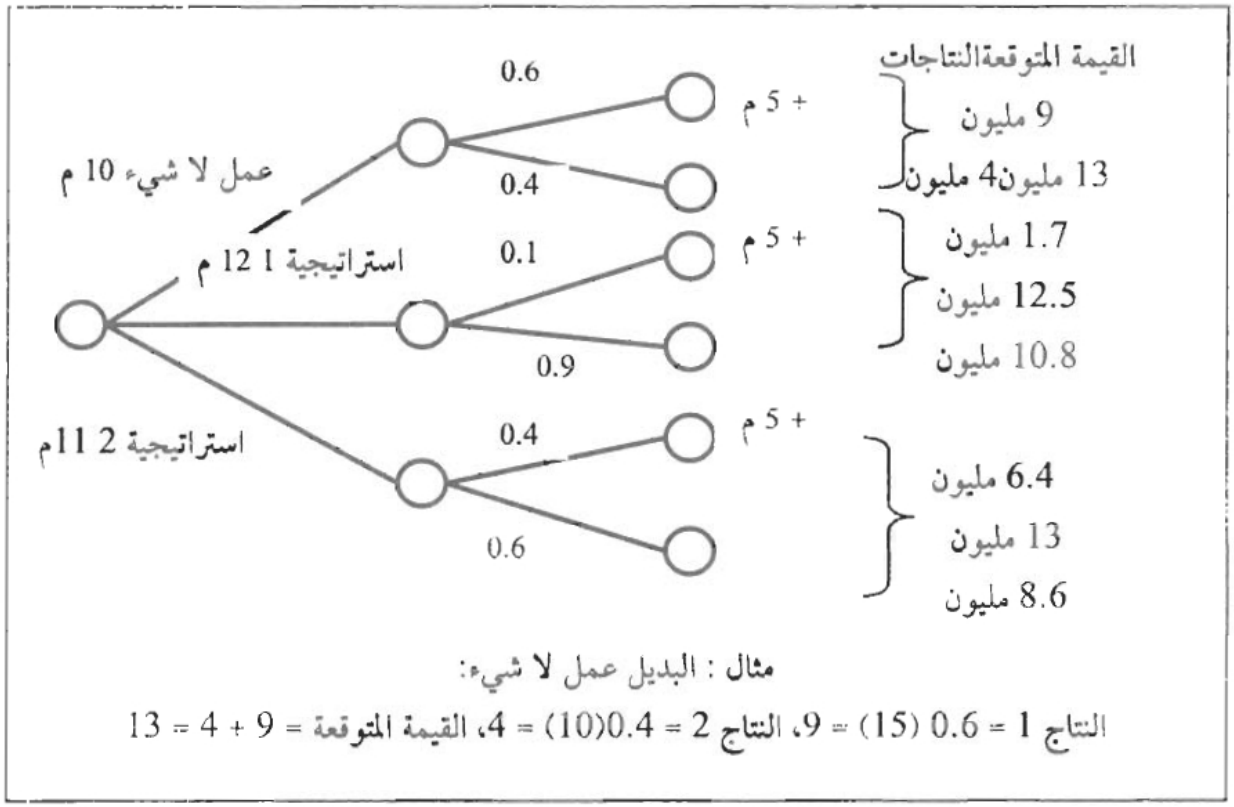
وهذا يعني بأن من المحتمل أن يحقق المشروع ربحا مقداره مليون ريال في الحد الأقصى، ألا أنه من المرجح أن تستخدم القيمة المحتملة والبالغة (700) ألف ريال بمثابة التكلفة الكلية التقديرية للمشروع (BCE). من الجدير الإشارة هنا، إلى أن أي إجراء ممكن أن يتخذ بهذا المجال لغرض تقليل أو التخلص نهائياً من خطر الفشل يجب أن لا تزيد قيمته عن (700) ألف ريال.

وتستخدم أيضًا طريقة شجرة القرار في تطبيقات أخرى وهي حالة القرار ما بين استجابات أو معالجات البدائل المختلفة لمواجهة الخطر. لنفترض بأن التكلفة الكلية التقديرية للمشروع (BCE) قد بلغت (10) مليون ريال وأن أرجحيه خطر الفشل المتوقع بلغت (0.6) كما وأن أثر الخطر سوف يبلغ ما مقداره (5) مليون ريال، وبهذا الصدد، فقد تم مناقشة بديلين من الإستراتيجية الهادفة إلى تقليل أرجحيه الخطر وليس أثر الخطر، وعلى النحو الآتي:

- الإستراتيجية الأولى تكلف (2) مليون ريال وسوف تؤدي إلى تقليل معدل أرجحيه الخطر لتصل إلى (0.1).
- الإستراتيجية الثانية تكلف مليون ريال وسوف تؤدي إلى تقليل معدل أرجحيه الخطر لتصل إلى (0.4).

وأن مخطط شجرة القرار بالإضافة إلى كلف المشروع المتوقعة مبينة في الشكل (12/10)، حيث أظهرت نتائج التحليل أن الإستراتيجية الأولى هي الأفضل لأنها تحقق التكلفة المتوقعة الأقل.

الشكل (12/10) شجرة القرار



مثال : البديل عمل لا شيء:

النتاج 1 = 0.6 (15) = 9، النتاج 2 = 0.4(10) = 4، القيمة المتوقعة = 9 + 4 = 13

3-3-12- حالة عدم اليقين وجداول العوائد:

حالات المستقبل وجدول العوائد الأول

عندما لا توجد خبرات سابقة أو بيانات تاريخية على الحالة المراد تقدير الأرجحية أو احتمالية حدوث الخطر فيها، عندئذ لا يمكن احتساب القيمة المتوقعة لتبعات الخطر مما يتوجب استخدام معيار آخر في تقييم سلسلة الإجراءات المتخذة في مواجهة الخطر. وتعود هذه الحالة إلى ما يسمى بحالة عدم اليقين أو اللايقين Uncertainty التي تدل ضمنيا على عدم توفر المعلومات حول ما يمكن أن يحدث. وبهدف بناء أفضل إستراتيجية ممكنة تحت ظروف حالة عدم اليقين لابد من البدء باستعراض مسارات البدائل المحتملة التي يمكن أن يسير عليها المشروع في التصدي للعوامل التي تقع خارج حدود سيطرة الإدارة. وتسمى هذه المسارات المختلفة « بحالات الواقع أو الطبيعة States of nature . وبعد دراسة الإستراتيجيات أو الإجراءات المختلفة الممكنة، عندئذ يتم الإشارة إلى النتاجات المرجحة لكل حالة من حالات الواقع أو الطبيعة. وأن التوليفات (التشكيلات) المختلفة من الإستراتيجيات وحالات الواقع أو الطبيعة تمثل في المصفوفة المسماة جدول العوائد Payoff table.

ولمزيد من التوضيح، نفترض من خلال المثال الجاري، بأن نجاح المشروع في تطوير المنتج الجديد وليكن المنتج (ق) يعتمد على مدى الطلب عليه في السوق والذي هو عبارة عن الدالة المعروفة لأداء مفردات هذا المنتج. ويمكن توجيه جهود التطوير نحو الاتجاهات الثلاثة الممكنة وذلك وفقا لإستراتيجيات (أ، ب و ج) حيث كل واحدة من هذه الإستراتيجيات ستكون نتيجتها هو المنتج ذا مفردات الأداء المختلفة. كما ونفترض أيضًا بأن شركة منافسة أخرى تعمل هي الأخرى على تطوير منتج منافس ويحتوي على نفس مفردات الأداء في الإستراتيجية (أ). وهنا تظهر ثلاث حالات من الواقع أو الطبيعة عندما يكون المنتج قد تم تطويره وجاهز للإطلاق إلى السوق، وهي

- الحالة الأولى (ن1) والتي تفترض سوف لن تكون في السوق منتجات منافسة لمدة لا تقل عن (6) أشهر.
- الحالة الثانية (2) والتي تفترض بوجود منتج منافس تحت التطوير للمنتج (ق) ومن المتوقع إطلاقه إلى السوق في مدة تتراوح ما بين (0-6) أشهر بعد إطلاق المنتج (ق).

- الحالة الثالثة (ن3) والتي تفترض بأن المنتج المنافس سوف يطلق إلى السوق قبل المنتج (ق).

ويبن الجدول (12/8) يبين نموذج لجدول العوائد حيث يبين التوليفات المختلفة المتعلقة بالعوائد المتوقعة (بملايين الريالات) التي تعود لكل إستراتيجية وحالة الواقع أو الطبيعة.

وهنا يبرز السؤال: أي من هذه الإستراتيجيات الثلاث يتوجب على إدارة المشروع أن تعتمد؟ وأن الجواب هو تعتمد على إحدى الحالات التالية:

- إذا كانت منظمة المشروع متفائلة Optimistic، فسوف تختار بالطبيعة الإستراتيجية التي ستحقق أكبر قدر ممكن من العوائد، أي إستراتيجية تعظيم العوائد أو المدفوعات والتي تسمى بتعظيم الأكبر أو أكبر -أكبر Maximax وأن العوائد الأكبر المبينة.

الجدول (12/8) جدول العوائد

الإستراتيجية	حالة الواقع أو الطبيعة		
	ن1	ن2	ن3
أ	60	30	20
ب	60	50	60
ج	90	70	40

قراءة العوائد تحت افتراضات مختلفة

في الجدول (12/ 8) هي (90) مليون ريال. وهذا يعني اعتماد إستراتيجية (ج) ذات حالة الواقع أو الطبيعة (ن1) التي تحقق تعظيم معيار القرار Maximum decision criteria.

- أما إذا كانت منظمة المشروع متشائمة Pessimistic، حيث من المرجح أن تكون تميل أكثر إلى تقليل الخسارة المتوقعة إلى الحدود الدنيا لأنها سوف تستخدم تعظيم معيار القرار من خلال اعتماد الإستراتيجية التي تحقق أفضل العوائد تحت أسوء الظروف. وبالنسبة للأنماط الثلاثة من الإستراتيجيات (أ، ب، و ج) فأن أسوء حالات جدول العوائد هي خسارة (20) مليون ريال وعائد (50) مليون ريال و (40) مليون ريال على التوالي. ويطلق على هذه الحالة أدنى -الأدنى Minimax . ومن الجدول (12/8)يتضح بأن أفضل الأسوأ هي الحالة التي تحقق عائداً مقداره (50) مليون ريال أو اعتماده الإستراتيجية (ب).

وأن اختيار الإستراتيجية التي تكون أقل من الإستراتيجية التي تحقق الأفضل سوف تسبب لدى صانع القرار الندم على تفويت الفرصة، وتسمى « بالندم أو الأسف Regret » . وتفسير ذلك كما يليك لو افترضنا بأن المنظمة قد اعتمدت الإستراتيجية (أ) وبعد ذلك فقد انعطفت الحالة إلى (ن2)، عندئذ سوف تندم المنظمة لأنها لم تعتمد الإستراتيجية (ج) التي تظهر الأفضل لتلك الحالة. وأن قياس مقدار هذا الندم سوف يكون الفرق ما بين العوائد غير المتحقق من الإستراتيجية (ج) والعوائد المتحققة من الإستراتيجية (أ) أو (70-40= 30 مليون ريال). وهذه الطريقة بالتفكير قد دعت إلى استخدام معيار آخر في اختيار الإستراتيجية المناسبة، الذي أطلق عليه معيار أصفر - أكبر الندم Minimax regret الذي تكون الإستراتيجية بموجبه تعتمد على تصغير للحد الأدنى (الأصغر) من مقدار الندم نتيجة لعدم اعتماد البديل الأنسب.

وأن مقدار الندم لحالة الطبيعة عبارة عن الفرق في النتاجات ما بين الإستراتيجية الأفضل وأية إستراتيجية أخرى. ويتضح هذا ما يسمى جدول الندم Regret table كما هو مبين في الجدول (12/9). ومثال على ذلك، أن العوائد المبينة في الجدول (12/8) بالنسبة لحالة الواقع أو الطبيعة (ن1)، فأن أعلى عائد يمكن أن يتحقق هو (90) مليون ريال، وإذا اعتمدنا الإستراتيجية (ج) على افتراض تمثل الإستراتيجية المثلى، فأن مقدار الندم سوف يساوي صفرا. في حين أن الحالة ستكون مختلفة عندما نختار الإستراتيجية (أ) أو (ب) بدلاً

من (ج)وأن مقدار الندم سيكون (30) مليون ريال لكل منهما (وهي الفرق ما بين نتاجات هاتين الإستراتيجيتين والبالغ 60 مليون وبين القيمة والأمثل والبالغة 90مليون ريال). ويتم تحديد مقدار الندم لحالتي ا لواقع أو الطبيعة (ن2) و (ن3) بنفس الطريقة.

الجدول (12/9) جدول مقدار الندم Regret

الإستراتيجية	حالة الواقع أو الطبيعة		
	ن1	ن2	ن3
أ	30	40	80
ب	30	20	0
ج	0	0	20

ما الذي يغيّره معيار الاختيار؟

ولغرض الزيادة في توضيح آلية الحصول على تصغير مقدار الندم Minimize regret ، يتوجب أولاً النظر إلى جدول الندم بأعلى مستوى منه ولكل إستراتيجية ذات العلاقة، حيث يتضح بأن القيم الأكبر لحالات الندم هو (80) و (30) و (20) مليون ريال لكل من الاستراتيجيات (أ، ب، و ج) على التوالي. وتكمن الخطوة الثاني في اختيار القيمة الأقل من وهي (20) مليون ريال التي تظهر لإستراتيجية (ج)، وهي الإستراتيجية التي يجب اعتمادها لأنها تمثل القيمة الأصغر لما يسمى بالندم.

وتستخدم طريقة أخرى في اختيار الإستراتيجية وهي التي تفترض بأن لكل حالة واحدة من حالات الواقع أو الطبيعة لها نفس الأرجحيه التي يمكن أن تظهر باستخدام معيار العائد الأكبر المتوقع Maximum expected payoff criteria . وبالعودة إلى البيانات الواردة في الجدول (12/8) حيث تم تقدير نسبة الأرجحية لكل حالة الواقع أو الطبيعة بالثلث (1/3)، يكون العائد المتوقع للإستراتيجية (أ) التي تعطي النتاج من جدول العائد هي:

3.1 (60) 1/3 + (30) 1/3 + (-20) 1/3 = 23.33 أو 23.33 مليون ريال

وتحتسب العوائد المتوقعة بنفس الطريقة للإستراتيجية (ب) , (ج) حيث تبلغ (56.66) و (66.66) مليون ريال على التوالي. وهذا يعني، يجب اعتماد إستراتيجية (ج) لأنها تعطي العائد الأكبر المتوقع.

12-3-4- طريقة المحاكاة:

بيانات المثال: أوقات الأنشطة وعلاقاتها

تستخدم طريقة المحاكاة في احتساب توزيعات الاحتمالية للنتاجات التي يمكن استخدامها في تحديد الاحتمالية (أو الأرجحية) لنتاج معين مثل تكلفة الإنجاز أو زمنه. وأن محاكاة مثلاً، زمن إنجاز المشروع التي يمكن أن تستخدم في تأسيس الهدف المناسب وهو موعد إنجاز المشروع أو في إعداد خطط الطوارئ. وكذلك، فإن المحاكاة المستخدمة في المسار الحرج الذي سيتم توضيحه بعد قليل، تشير إلى أن المشروع سوف ينجز في غضون (147) يوماً في حين أن الأرجحية تشير إلى أن زمن إنجاز المشروع سوف يكون (155) يوماً كمعدل.

يعتبر أسلوب مونت كارلو Monte carlo هو أسلوب المحاكاة بواسطة الحاسب الذي يأخذ بالحسبان تأثير المسارات التي متوقع لها أن

تكون من المسارات الحرجة. يتم اختيار أزمنة فعاليات المشروع عشوائيا من توزيعات الاحتمالية Probability distribution كما ويتم احتساب المسار الحرج من هذه الأزمنة. ويتكرر هذا الأسلوب لآلاف المرات حتى تحديد التوزيعات الزمنية لمدة إنجاز المشروع. ونتيجة لذلك، يعطي الأسلوب متوسط زمن إنجاز المشروع وكذلك الانحراف المعياري وتكون أكثر واقعية من تحليل الاحتمالية في أسلوب تقييم ومراجعة المشروعات (PERT)، أنظر في ذلك الفصل التاسع من هذا الكتاب. ويعطي أيضًا أسلوب المحاكاة احتماليات المسارات الأخرى التي يمكن أن تصبح مسارات حرجة.

وتساعد المحاكاة على جعل مختلف التوزيعات الاحتمالية مثل توزيع « بيتاً Beta » بما في ذلك التوزيعات المعتمدة على البيانات التاريخية. وأن هذه المدد الزمنية لإنجاز المشروع والتي تتولد باستخدام أسلوب المحاكاة، تمثل بصورة عامة مديات الزمن المتوقعة لإنجاز المشروع. كما وأن هذا الأسلوب يهمل بعض المحددات الموجودة في فروض بأسلوب تقييم ومراجعة المشروعات (PERT)، مثل استقلالية الفعاليات وكذلك طبيعية التوزيع الزمني (التوزيع الطبيعي لاحتمالية) لانجاز المشروع. وسوف نوضح استخدامات أسلوب المحاكاة من خلال الماثل التالي (Nicolas, 2001, pp. 232- 236) المثال:

يستعرض المثال استخدام تقديرات الأزمنة الثلاثة في المحاكاة بهدف تقييم أرجحيه زم إنجاز المشروع. ويبين الجدول (12/10) فعاليات المشروع وتقديرات الأزمنة في حين أن الشكل (12/11) يبين المخطط الشبكي للمشروع.

الجدول (12/10) فعاليات المشروع وتقديرات الزمن

الفعالية	علاقات الأسبقية	تقديرات الزمن (بالأيام)			متوسط الزمن (T)	الانحراف المعياري (V)
		المتفائل	الأكثر قبولًا	المتشائم		
A	-	15	15	15	15	0
B	-	40	45	60	46.67	11.11
C	-	10	14	30	16	11.11
D	-	2	2	5	2.5	0.25
E	A	5	7	9	7	0.44
F	B,C,D,E	4	5	8	5.33	0.44
G	F	1	1	1	1	0
H	G	25	30	50	32.5	17.36
I	H	3	5	10	5.5	1.36
J	I	3	3	10	4.17	1.36
K	I	20	30	45	30.83	17.36
L	I	3	3	5	3.33	0.11
M	J,K,L	3	3	3	3	0
N	M	10	13	20	13.67	2.78
O	M	10	14	28	15.67	9
P	N,O	2	2	2	2	0
Q	P	5	5	5	5	0

تفسير المحاكاة وحساب احتمال موعد الإنجاز

ويبين من شكل (12/11) بأن المسار الحرج (الأسهم السميكة) هو [B-F- G- H- I- K- M- N- P- Q] الذي يجمع أزمنة الفعاليات (M)

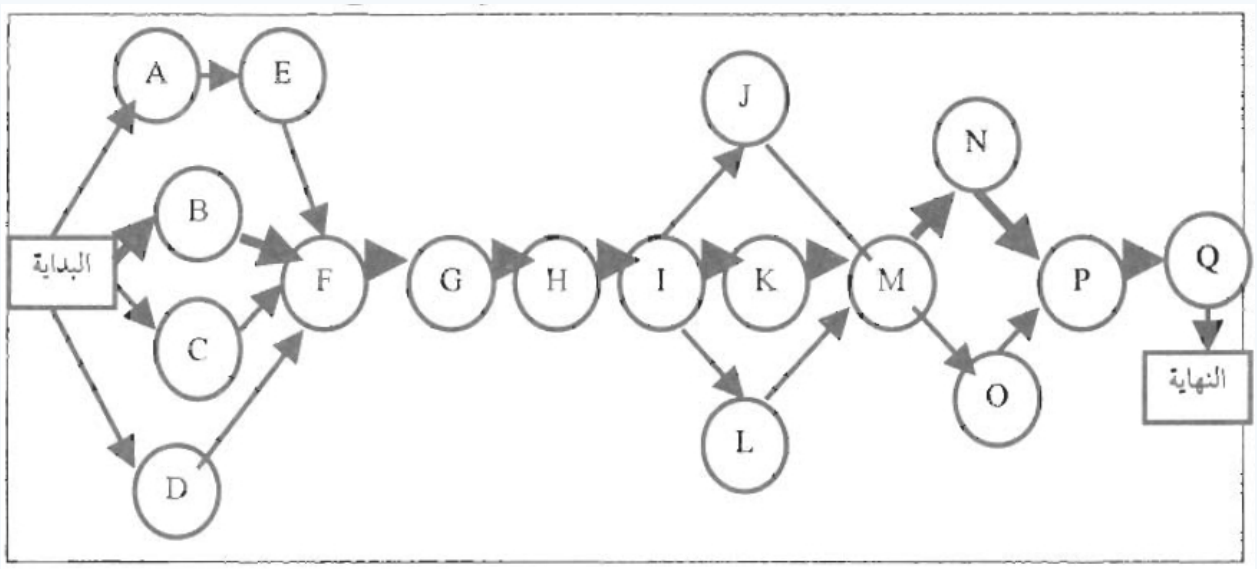
وكذلك الانحراف المعياري لهذه الفعاليات (V) يولد الزمن الكلي المتوقع لإنجاز المشروع في (147.5) يوماً مع الانحراف البالغ (56.63) يوماً.

ولنفترض بأن المستفيد (الزبون) من المشروع يرغب في إنجاز المشروع في (140) يوماً. وفي مثل هذه الحالة سوف نستخدم أسلوب المحاكاة الذي تم شرحه قبل قليل وكلك ما جاء في الفصل التاسع من هذا الكتاب، حيث أن احتمالية إنجاز المشروع في (140) يوماً تحتسب بالآتي:

$$Z = (140 - 147.7) / \sqrt{56.66} = - 0.996$$

ومن الجدول المتعلق باحتساب قيم (Z) في التوزيع الطبيعي المبين في الجدول (12/11) نحصل على الاحتمالية من خلال قيمة (Z) التي ظهرت (0.159) أو (15.9%). وهذه التقديرات لأزمنة الفعاليات تميل إلى توزيع « بيتل Beta » في حين أن زمن إنجاز المشروع يميل إلى التوزيع الطبيعي Normal distribution ، بالإضافة إلى أن الانحراف المعياري للمسارات غير الحرجة قليلة بما لا يكفي أن تصبح مسارات حرجة.

الشكل 12/11) المخطط الشبكي للمشروع



الجدول (12/11) قيم (Z) في التوزيع الطبيعي

احتمالية انجاز المشروع بالزمن T*	z	احتمالية انجاز المشروع بالزمن T*	z
0.421	- 0.2	0.999	3.0
0.345	- 0.4	0.997	2.8
0.274	- 0.6	0.995	2.6
0.212	- 0.8	0.992	2.4
0.159	- 1.0	0.986	2.2
0.115	- 1.2	0.977	2.0
0.081	- 1.4	0.964	1.8
0.055	- 1.6	0.945	1.6
0.036	- 1.8	0.919	1.4
0.023	- 2.0	0.885	1.2
0.014	- 2.2	0.841	1.0
0.008	- 2.4	0.788	0.8
0.005	- 2.6	0.726	0.6
0.003	- 2.8	0.655	0.4
0.001	- 3.0	0.579	0.2
–	–	0.500	0.0

* بالاعتماد على المساحة التي تقع تحت منحنى المعيار الطبيعي

المرجع:

كتاب : إدارة المشروعات العامة General Project Management ، من تأليف أ. د. عبد الستار محمد العالي، من إصدار دار المسيرة ، عمان.