استخدام تحليل الحساسية في تقيم المشاريع الاستثمارية في ظل ظروف المخاطرة واللاتأكد

علي حسين محمد
كلية الإدارة والاقتصاد / جامعة بغداد

المقدمة

من الضروري اجراء تحليل الحساسية للمشاريع الاستثمارية التي يتبناها القطاع العام أو الخاص وذلك لسببين ، الاول هو تضمين عامل المخاطرة واللاتاكد عند تقييم المشروع من الناحية الاقتصادية ، حيث لابد من يكون نسبة مخاطرة وعدم تاكد عند تقييم أي مشروع لمجابهة احداث المستقبل الغير متوقعة ، الثاني المنافسة الشديدة بين المنتجات المحلية والمستوردة ، حيث ان تحليل الحساسية يعطينا صورة عن مدى حساسية القيمة الحالية للمشروع نتيجة لزيادة تكاليف الوحدة الواحدة او انخفاض سعر المنتج مما يعني هناك امكانية كبيرة ان ينافس المنتج المحلي المنتج الاجنبي .

ومن أهم طرق دراسات الجدوى الاقتصادية للمشاريع المقترحة هو تحليل الحساسية Sensitivity Analysis . يعد اسلوب تحليل الحساسية من اهم الادوات المستخدمة في عملية اتخاذ القرار الاستثماري بشكل عام وتقييم المشاريع الاستثمارية بشكل خاص . فتحليل الحساسية بشكل عام يتعلق بتوضيح اثار حالات اللاتاكد في النماذج الرياضية (١) ، حيث ان الغاية الأساسية من استخدام تحليل الحساسية هو توضيح اثار عوامل معينة على حالة النظام تحت الدراسة. أي بمعنى اخر تحليل الحساسية يستخدم لمواجهة حالة اللاتاكد عند اتخاذ القرار الاستثماري . وكما هو معلوم ان قرار الاستثمار يتعلق بالمستقبل الحافل بالتغيرات والأحداث غير المتوقعة التي يصعب او يستحيل التنبؤ بها ، وعليه فان اتخاذ القرار الاستثماري دون الأخذ بالحسبان احتمالية حدوث مخاطر نتيجة لظروف اللاتاكد واللايقين التي تكتنف المستقبل قد يؤدي الى عواقب غير محمودة (٢) .

مشكلة البحث وأهميته

ان طرق تقييم المشاريع الاستثمارية التقليدية (صافي القيمة الحالية ، معدل العائد الداخلي) قد لا تكون دائما دقيقة وواقعية لأنها لا تاخذ بنظر الاعتبار عامل المخاطرة واللاتاكد عن تقدير تكاليف وإيرادات المشاريع الاستثمارية المقترحة ، مما يعني الوصول الى قرارات استثمارية غير

واقعية وغير رشيدة. لذلك يمكن توظيف أسلوب تحليل الحساسة كأحد الأدوات التي يمكن ان تستخدم في تقدير اثر المخاطرة واللاتاكد على مدخلات ومخرجات المشروع الاستثماري ، وهنالك أربعة عوامل مهمة (٣) تدعو الى استخدام اسلوب تحليل الحساسية عند تقييم المشروع الاستثماري وهي :

١- تحليل الحساسية يساعد للوصول الى القرار الاستثماري الرشيد ، حيث يمكن ان يكون تحليل الحساسية كادة لاختبار حصانة robustness القرار الاستثماري للعوامل المؤثرة عليه ، ومن خلال تحليل الحساسية يمكن تحديد العوامل الحرجة او تحديد الحدود التي يمكن ان تتغير بها العوامل المؤثرة على القرار الاستثماري.

٢-يمكن ان يكون هذا التحليل اداة اتصال بين متخذي القرار وأصحاب رؤوس الأموال في مشروع معين ، او منظمة ، حيث ان هذا التحليل يقدم توصيات مرنة وواقعية ، ويسمح لمتخذي القرار بان يختاروا الافتراضات الملائمة والاستراتيجيات الممكنة .

٣-يساهم تحليل الحساسية في زيادة الاستيعاب الاجمالي لنماذج اتخاذ القرارات الكمية ، حيث يقدم تفسير واضح لشكل العلاقة بين مدخلات ومخرجات المشروع الاستثماري .

٤-يمكن ان يستخدم تحليل الحساسية كأداة لتطوير نماذج اتخاذ القرار الكمية ، فهو يزيد من دقة وسرعة الوصول الى القرار الاستثماري الذي سوف يعتمد .

ويصنف تحليل الحساسية طبقا الى العامل الزمني الى صنفين ، الصنف الاول يسمى تحليل الحساسية باستخدام عامل واحد في نفس الوقت ، في هذا التحليل يتغير عامل واحد من عوامل المشروع الاستثماري بينما تبقى العناصر الاخرى على حالها ، اما الصنف الثاني فيسمى تحليل الحساسية باستخدام عوامل متعددة ، وهذا التحليل يسمح بتغير اكثر من عامل من عوامل المشروع في نفس الوقت ، (٤) ، وسيكون موضوع دارستنا هو تحليل الحساسية باستخدام عامل واحد فقط .

هدف البحث

استعراض وتحليل مفهوم وأهمية تحليل الحساسية ومتى يستخدم ، وتوضيح مفهوم مخطط العنكبوت spider plot كأحد الوسائل الحديثة المستخدمة في تحليل الحساسية .

الدراسات السابقة

يعد Eschenbach اول من اشار الى توظيف رسوم مخطط العنكبوت spider plot في تحليل حساسية المشاريع الاستثمارية (٥) ، حيث أوضح في دراسته التطبيقية كيف يمكن توظيف

مخطط العنكبوت في تحديد اثر المخاطرة واللاتاكد في تقدير احد عوامل المشروع على صافي القيمة الحالية ، معدل العائد الداخلي ، ونسبة المنافع / التكاليف.

كما بين Pannell أهمية استخدام تحليل الحساسية في الوصول الى القرار الاستثماري الرشيد (٦) ، حيث اوضح ان استخدام اسلوب تحليل الحساسية يمكن ان يساهم في زيادة المعرفة لمتخذ القرار وفهم سلوك الانظمة تحت الدراسة ، وبين ان تحليل الحساسية يتميز بسهولة الاستخدام والتطبيق ومرونته العالية ، ويمكن تطبيقه على أي نموذج كمي.

واوضح Jovanovic ان تحليل الحساسية هو من اهم طرق تقييم المشاريع الاستثمارية في ظل ظروف المخاطرة واللاتاكد (٧) ، وبين كيف يمكن ان يؤثر تحليل الحساسية على معايير الاستثمار التقليدية (صافي القيمة الحالية ، معدل العائد الداخلي ، فترة الاسترداد) ، واستنتج الى ان تحليل الحساسية يمكن ان يساهم في اعطاء معلومات مهمة حول اثار التغير في مدخلات المشروع الاستثماري وبالتالي في الوصول الى القرار الاستثماري الرشيد .

ومن الدراسات المهمة في هذا المجال دراسة Chaveesuk ، والتي استخدم فيها الباحث طرق حديثة في تحليل الحساسية المشاريع الاستثمارية (٨)، وتتضمن هذه الطرق ، الشبكات العصبية neural network والانحدار المتعدد الحدود polynomial regression ، وقد تم تطبيق هذه الطرق على عدد من المشاريع ، وتوصل الى ان استخدام هذه الطرق في تحليل الحساسية يساهم في تحديد العوامل المؤثرة والحرجة على القرار الاستثماري بشكل دقيق .

دراسة Pothanun والتي هدفت الى استخدام تقنية الرسم البياني الثنائي ، والثلاثي الأبعاد في تحليل حساسية المشاريع الاستثمارية (٩) ، أي معرفة تاثير عاملين او ثلاثة عوامل من عوامل المشروع في ان واحد على صافي القيمة الحالية او معدل العائد الداخلي ، ووجد ان تقنية الرسم البياني الثلاثي الابعاد تصبح ضرورية اذا كان المشروع يحتوي على كمية كبيرة من المعلومات والمعطيات .

وفي دراسة (١٠) تم استخدام طريقة مقترحة في تحليل المشاريع الاستثمارية ، وتستند هذه الطريقة على الجمع بين اسلوب السيناريو والاحتمالية في تحديد المخاطرة التي يتعرض لها المشروع ، وتوصلوا الى ان هذه الطريقة هي من اكثر طرق تحليل الحساسية مرونة ويمكنها ان تشخص بسهولة ويسر العوامل الاكثر خطرا على المشروع.

حالة اللاتاكد او اللايقين

ان حالة اللاتاكد هي الحالة التي يكون فيها التوزيعات الاحتمالية ناقصة كليا (١١) ، او هي الحالات التي تحدث في المستقبل والتي تؤثر على اتخاذ القرارات وفيها يتعذر التنبؤ بوضع التوزيعات الاحتمالية لتلك الحالات المتوقعة ولكن يتم هنا استخدام الخبرة الشخصية لمتخذ القرار.

ان اتخاذ القرار الاستثماري في حالة اللاتاكد هو ذلك القرار الذي يواجه خيارات عديدة متاحة وفي نفس الوقت لايمكن تحديد أي من هذه الخيارات المتاحة التي تكون ملائمة للقرار الاستثماري المتخذ (٧) ، ومن هذا نجد ان المشروع الاستثماري قد يكون عرضة لحوداث المستقبل التي لايمكن قياسها مسبقا او التنبؤ بها احصائيا او كميا (١٢) ، ومن أمثلتها اللايقين في معرفة أسعار موارد ومنتجات المشروع ، اللايقين التكنولوجي ، حيث يضع التقدم العلمي السريع بعض فروع الإنتاج وسائل علمية متقدمة تكنولوجيا .

ولمواجهة حالات اللاتاكد واللايقين يتم تحويلها الى نوع من انواع المخاطرة من خلال ايجاد توزيع احتمالي لها ومن ثم يعاد تحليل المشروع في ضوء معطياته وهذا مايسمى بتحليل الحساسية sensitivity analysis .

ولمواجهة ظروف المخاطرة واللاتاكد التي تحيط بالمشاريع الاستثمارية ظهرت عدة أساليب (١٣) منها :-

- معدل الخصم المعدل للمخاطرة Risk-adjusted discount rate : وهي احد الطرق التي تأخذ بنظر الاعتبار عامل المخاطرة عند تقييم المشروع الاستثماري ، حيث يتم تعديل سعر الخصم الذي تخصم به التدفقات النقدية لتضمين المخاطرة التي يواجهها المشروع ، وعلى هذا فان المشاريع ذات المخاطرة المرتفعة تخصم بمعدلات خصم مرتفعة والعكس بالعكس .
- أسلوب المعادل المؤكد certainty equivalent method : وفق هذا الأسلوب يتم تعديل التدفقات الاستثمارية المتوقعة لكل فرصة استثمارية بما يسمح باستيعاب درجة المخاطرة واللاتاكد .
- أسلوب تحليل الحساسية Sensitivity analysis : وهذا الأسلوب يعد من اكثر الأساليب استخداما في مجال الفرص الاستثمارية المتاحة في ظروف المخاطرة واللاتاكد نظرا لما يتمتع به من بساطة وسهولة في الاستخدام ، كما انه يمد المستثمر بكمية كبيرة من البيانات والمعلومات ، ويمكن من خلال تحليل الحساسية قياس اثر تغير احد متغيرات المشروع على النتيجة النهائية (صافي القيمة الحالية مثلا) (١٤) ، اي يمكن معرفة اثر التغير في مدخلات ومخرجات المشروع على صافي القيمة الحالية او معدل العائد الداخلي.

❖ أسلوب المحاكاة Simulation method : وهو احد الأساليب الإحصائية الاحتمالية التي تعالج مشكلة اللاتاكد في متغيرات القرار الاستثماري ، وعادة تستخدم طريقة محاكاة مونتي كارلو Monte Carlo في تقييم المشاريع الاستثمارية (١٥)، ومحاكاة مونتي كارلو تعتمد على بناء توزيعات احتمالية لمدخلات ومخرجات المشروع الاستثماري والتي تكون اكثر من غيرها عرضةً للمخاطرة واللاتاكد (١٦) ، وهذه الطريقة تجمع بين تحليل الحساسية والتوزيعات الاحتمالية .

تحليل الحساسية ، المفهوم والأهمية

يشار الى تحليل الحساسية بشكل عام على انه مقدار التغير الحاصل في مقاييس الربحية التجارية للمشروع (القيمة الحالية ، معدل العائد الداخلي) نتيجة للتغير الحاصل في واحد او اكثر من قيم العوامل المحددة للمشروع (١٧) .

وطبقا لـ Couper (١٨) ان تحليل الحساسية يستخدم لتحديد اثر العوامل الفنية والاقتصادية على ربحية المشروع . ومن خلال تحليل الحساسية يتم فحص الخطأ في تقدير كل عامل من عوامل المشروع واثار هذه العوامل على المشروع ككل . أي يتم هنا تطبيق مبدأ " ماذا لو ؟ " What if ? ، فمثلا نقول ماذا لو زاد تقدير راس المال بنسبة ١٥% عن المتوقع ؟ او ماذا يحصل لو انخفض الطلب على منتجات المشروع بمقدار ٢٠% عن المتوقع؟ ...الخ .

وتحليل الحساسية هو طريقة حسابية تستخدم للتنبؤ بآثار التغير الحاصل في مخرجات نظام نتيجة للتغير في قيم المدخلات (٧) . وهذه الطريقة تستخدم غالبا في تقيم المشاريع الاستثمارية في ظل المخاطرة واللاتاكد ، ويشار ايضا الى تحليل الحساسية على انه مقدار التغير الذي يحصل في مدخلات المشروع (كلفة ، دخل ، قيمة الاستثمار) نتيجة للتقدير الغير دقيق لهذه العوامل او لأسباب أخرى ، والذي بدوره يؤثر على عوامل معينة او على التقييم الإجمالي للمشروع . وهناك من يذكر على ان تحليل الحساسية هو اداة تساعد في تحديد عنصر المخاطرة واللاتاكد التي تجابه المشاريع الاستثمارية (١٩) .

ويوضح تحليل الحساسية كيف يتغير صافي القيمة الحالية للمشروع نتيجة لتغير احد المتغيرات التي دخلت في عملية الحسابات (٢٠) ، ومن امثال هذه التغيرات في مقدار المبيعات او سعر الوحدة المباعة او تكلفة الوحدة او تغير فترة انشاء المشروع وغيرها . فمثلا اذا انخفض مقدار المبيعات الى الثلث فهذا يؤدي الى انخفاض صافي القيمة الحالية الى حد معين ، فإذا تاثر صافي القيمة الحالية بهذا التغير نقول ان المشروع حساسا ويخضع لظروف اللاتاكد . وهذا بدوره يتطلب

القيام بتحليل الحساسية لمعرفة مقدار المخاطرة ودرجة اختلافها حسب المتغيرات التي طرأت عليها . وعلى هذا الاساس يستخدم تحليل الحساسية في ايجاد ربحية المشروع اذا تغير احد المعالم ذات العلاقة مثل سعر البيع ، كلفة الوحدة والواحدة ، حجم المبيعات ، معدل الخصم ، عمر المشروع ، والتدفقات النقدية الداخلة ، وهذا الأجراء يساعد متخذ القرار عند النظر في تقييم المشروع حتى يكون على بينة من البدائل المتوفرة التي يمكن الاختيار من بينها (٢١) .

أن السبب وراء استخدام تحليل الحساسية في تقييم المشاريع الاستثمارية يعود الى (٢٢) عدة عوامل هي :-

- خطأ القياس
- التشخيص الغير دقيق لعوامل المشروع .
- احداث المستقبل الغير متوقعة .

اما أهداف تحليل الحساسية على مستوى للمشاريع الصغيرة والكبيرة كالأتي :-

١- الوصول الى القرار الاستثماري الرشيد .

٢- تحديد متغيرات المشروع الاستثماري التي تكون اكثر من غيرها عرضة للمخاطرة واللاتاكد .

٣- تنبيه الادارة او صاحب القرار الاستثماري بمخاطر المشروع .

وخلاصة القول ان تحليل الحساسية يقيس اثار التغيرات في مكونات النموذج على معايير التقييم المستخدمة (٢٣) ، ولما كانت معايير التقييم تخص المشاريع الاستثمارية المستقبلية والتي تمتد اعمارها لسنوات عديدة فان مسالة التغيرات وبخاصة اسعار المدخلات او المخرجات امر ممكن ومحتمل ، لذا فان التحوط لها امر واجب من قبل القائمين على المشروع ، او قد تؤجل فترة تنفيذ المشروع المقترح عن الفترة الزمنية المحددة لاسباب فنية او ادارية ، مما يقتضي معه اجراء تحليل الحساسية لمعرفة اثر التاخر في التنفيذ على جدوى المشروع ، كما تستدعي التغيرات التكنولوجية الى اجراء هذا التحليل.

تحليل الحساسية باستخدام مخطط العنكبوت Spiderplot

ان طريقة مخطط العنكبوت هي أحدى طرق تحليل الحساسية الحديثة نسبيا والتي تستخدم في تقييم المشاريع الاستثمارية المقترحة في ظروف المخاطرة واللاتاكد ، وتستند فكرة هذه الطريقة على دراسة تاثير عامل واحد على احد مقاييس الاستحقاق الاقتصادي (صافي القيمة الحالية ، معدل

العائد الداخلي)، مع افتراض بقاء العوامل الاخرى ثابتة ، وطريقة مخطط العنكبوت هي عبارة عن مخطط بياني يشبه الى حد ما شبكة العنكبوت ويوضح تاثير العوامل المؤثرة على المشروع على احد مقاييس الاستحقاق الاقتصادي للمشروع (٨) . والهدف من تحليل مخطط العنكبوت هو اعطاء صورة عن الاداء الاقتصادي للمشروع كدالة لعوامل معينة (٢٤).

وفي مخطط العنكبوت هناك طريقتان لقياس حالة اللاتاكد ، في المحور الافقي يقاس متغير اللاتاكد المتوقع (عادة يقاس التغير المتوقع بنسبة مئوية)، وفي المحور العمودي يقاس تاثير متغير اللاتاكد على مقايس الاستحقاق الاقتصادي (صافي القيمة الحالية او معدل العائد الداخلي) ، او أي مقياس اقتصادي اخر للمشروع ، (٥) ، ولذلك فان مخطط العنكبوت يقيس ثلاثة اشياء هي:

- حدود اللاتاكد المتوقع لكل متغير .
- اثر اللاتاكد لكل متغير على مقياس المشروع الاقتصادي.
- امكانية تغير كل متغير بالنسبة المرغوبة .

ويبدا تحليل الحساسية على مخطط العنكبوت من نقطة الأساس ، هي تمثل التقديرات الاكثر احتمالا لمدخلات المشروع ، ثم نبدا يتغير احد مدخلات المشروع بنسبة معينة فوق واسفل القيمة الاكثر احتمالا ، مع تثبيت باقي العوامل الاخرى ، ومع كل تغير في قيم المدخل سوف نلاحظ تغير مقياس الاستحقاق الاقتصادي للمشروع (٩) .

الاستنتاجات

١. ان المشاريع الاستثمارية تكتسب أهمية كبيرة على المستوى العام والخاص ، فعلى المستوى الوطني تعتبر المشاريع الاستثمارية المحرك الرئيس لعملية التنمية الاقتصادية ، اما على المستوى الفردي فان الاستثمار الخاص يعمل على تحقيق الربحية التجارية او الربح المادي للمستثمر . ونظرا لهذه الاهمية ، اذن لابد ان تكون هناك دراسات جدوى اقتصادية هدفها الوصول الى القرار الاستثماري الرشيد.
٢. تحليل الحساسية هو احد اساليب دراسات الجدوى الاقتصادية ، ويعد من اهم الأدوات التي تستخدم في الوصول الى القرار الاستثماري الأفضل ، وتحليل الحساسية يستخدم لمواجهة حالة المخاطرة واللاتاكد عند اتخاذ القرار الاستثماري بشكل عام ودراسة جدوى المشاريع الاستثمارية بشكل خاص . ودواعي استخدام هذا الاسلوب تاتي لغرض المساعدة في الوصول الى القرار الاستثماري الرشيد ، الفهم الصحيح لنماذج التحليل الكمي والعلاقة التي تحكم مدخلات ومخرجات المشاريع الاستثمارية .

٣. يشار الى المشروع الاستثماري على انه العلاقة الطويلة الاجل بين موارد المشروع ولاستثمارات الاقتصادية ، بما ان المشروع الاستثماري يكون مرتبط بالزمن ، او بالإحداث المستقبلية ، فانه سيواجه حالتين ، الحالة الأولى ، حالة التاكد أي ان تقديرات المشروع كانت طبقا لما هو متوقع وبالتالي فان طرق التقييم التقليدية ستكون كافية في هذه الحالة (طريقة متوسط العائد ، فترة الاسترداد ، نسبة المنافع الى التكاليف ، طريقة صافي القيمة الحالية ، معدل العائد الداخلي) ، اما الحالة الثانية ، حالة المخاطرة واللاتاكد فان المشروع سيواجه احداث غير متوقعة وهذا مايحدث فعلا في الواقع مما يستلزم اعادة تقييم بطرق اخرى لتضمين المخاطرة واللاتاكد (معدل الخصم ، المعدل للمخاطرة ، اسلوب المعادل المؤكد ، اسلوب تحليل الحساسية ، اسلوب المحاكاة).

٤. ان تحليل الحساسية يقيس اثار التغيرات في مكونات النموذج على معايير التقييم المستخدمة ، ولما كانت المشاريع الاستثمارية المستقبلية والتي تمتد اعمارها لسنوات عديدة فان مسالة التغيرات وبخاصة في اسعار المدخلات والمخرجات امر ممكن ومحتمل ، لذا فالتحوط لها ضروري من قبل القائمين على المشروع ، مما يقتضي معه اجراء تحليل الحساسية لمعرفة اثر تغير هذه العوامل على جدوى المشروع .

٥. ان مخطط العنكبوت هو احد اساليب تحليل حساسية المشاريع الاستثمارية ، وهذا المخطط هو عبارة عن شكل بياني يشبه شبكة العنكبوت ، الغرض منه توضيح اثر العوامل المؤثرة على المشروع على معايير التقييم المستخدمة ، وهذا الشكل البياني يقيس حدود اللاتاكد المتوقع لكل عامل من عوامل المشروع ، واثر اللاتاكد لكل عامل على معيار التقييم المستخدم .

المصادر

١. Alexander O. (2005) Sensitivity analysis: analyzing uncertainty in civil engineering, ed. Wolfgung F., Heime L., Michael O., and Robert V., Springer Inc. Berlin.

٢. هيكل ، عبد العزيز فهمي (١٩٨٥) ، أساليب تقييم الاستثمارات : مدخل دراسة الجدوى باستخدام الكومبيوتر ، دار الراتب الجامعية ، بيروت .

٣. Arsham H. (2008) Why Sensitivity Analysis, retrieved from http://homeubalt.edu./ntsbrsh/oper640A/partVII.hhtm

٤. Abraham W., and Rafael S. (2004) Practical Multifactor Approach to evaluating Risk investment in engineering project. Journal of construction engineering and management, May-June .

٥. Eschenbach T. (1992) Quick Sensitivity Analysis for Small Project and feasibility study, American Association of Cost Engineering, International Transaction, paper No. L.6
٦. Pannell J. David (1997) Sensitivity analysis of Normative Economic Models: Theoretical Framework and Practical Strategies, Journal of Agricultural Economics, No. 16.
٧. Jovanovic P.(1999) Application of Sensitivity Analysis in Investment Project Evaluation under Uncertainty and Risk , The Journal of Project Management Vol. 17, No. 4.
٨. Chaveesuk R. (2000) The Metamodel Approach to sensitivity Analysis of Capital investment , Ph. Dissertation , University of Pittsburgh.
٩. Pothanun K. (2004) Graphical display of the Effect of three Cash Flow Elements for Sensitivity Analysis , Ph. Dissertation , Old Dominion University.
١٠. Alkass, Sabah,. Aljibouri, Saad and. Vipha Techakoso (2006) Feasibility Studies: A Case For Using A Stochastic Approach, American Association of Cost Engineering, International Transaction , paper No. Risk 06.
١١. عثمان ، سعيد عبد العزيز (٢٠٠٣) دراسات جدوى المشروعات بين النظرية والتطبيق ، الدار الجامعية للنشر ، الإسكندرية .
١٢. السامرائي ، هاشم علوان (١٩٨٢) تقييم المشاريع الزراعية في ظروف المخاطرة واللايقين ، مجلة تنمية الرافدين ، العدد السابع ، كانون الأول .
١٣. Ahmed R. B. (2000) Evaluating Capital Projects , Quorum Books, USA.
١٤. Savvakis C. (1994) Risk Analysis in Investment appraisal , Journal of Project Appraisal, Vol. 9, No. 1
١٥. Smith D. J. (1994) Incorporating Risk into Capital Budgeting Decision Using Simulation, Journal of Management Science Vol. 32 , No. 9.
١٦. Hacure A., Jadamus M. and Kocat A. (2001) Risk Analysis in Investment Appraisal Based in Monte Carlo Simulation Technique, the European Physical Journal B, No. 20.
١٧. سوليفان ، وليم , ويكن الن ، لوكسهل جيمس (٢٠٠٢) الاقتصاد الهندسي ، ترجمة محمد نايفة واخرون ، مراجعة وائل المعلا ، المركز العربي للترجمة والتعريب ، دمشق .
١٨. Couper J. (2003) Process Engineering Economics , Marcel Dekker Inc., New York, USA
١٩. Koller G. (2005) Risk Assessment and Decision, Chapman and Hall /CRC , New York.
٢٠. الداهري ، عبد الوهاب مطر (١٩٩١) تقييم المشاريع ودراسات الجدوى الاقتصادية ، دار الحكمة ، بغداد .
٢١. جرانت ، يجين , واريسون ، جرانت , ليفنون ريتشارد (١٩٨٥) المبادى الأساسية للاقتصاد الهندسي ، ترجمة جمال محمد ، عمرو مصطفى ، دار جون ويلي وابنائه ، نيويورك .

٢٢. Eschenbach T. (1996) Risk Management Through Sensitivity Analysis , American Association of Cost Engineering , International Transaction , paper No. D&RM4.
٢٣. عبد الكريم ، عبد العزيز مصطفى , الكداوي ، محمود طلال (١٩٩٩) تقييم المشاريع الاقتصادية دراسة في تحليل الجدوى الاقتصادية وكفاءة الأداء ، دار الكتب ، الموصل .
٢٤. Baker S. W. (1997) Risk Management in Major Project , Ph. Dissertation , University of Edinburgh.