الفصل الثاني عشر

طرق ادخال الخطر بشكل محدد في قرار الاستثمار الرأسمالي

METHODS OF INCORPORATING RISK EXPLICITLY IN THE CAPITAL INVESTMENT DECISION

12

obeikandl.com

obeikandl.com

الفصل الثاني عشر

طرق إدخال الخطر بشكل محدد في قرار الاستثمار الرأسمالي

METHODS OF INCORPORATING RISK EXPLICITLY IN THE CAPITAL INVESTMENT DECISION

مقدمة

بحث الفصل السابق في كيفية قياس خطر الاستثمار لمشروع فردي ولحقيبة مؤلفة من مجموعة استثمارات. ويبقى السؤال مطروحاً كيف يمكن الاستفادة من مقاييس الخطر هذه في عملية الموازنة الرأسمالية؟ أو كيف يمكن أخذ الخطر بعين الاعتبار في عملية التقييم والمفاضلة بين مشاريع الاستثمار المطروحة للدراسة؟ يقدم هذا الفصل عدة طرق لإدخال الخطر بشكل محدد في قرار الاستثمار الرأسمالي للشركة. وتشمل هذه الطرق سعر الخصم المعدل، معادل التأكد، التوزيعات الاحتمالية، شجرات القرار، تحليل الحساسية، وتحليل المحاكاة. وسيتم بحث كل من هذه الطرق على حدة وتوضيحها باستعمال أمثلة رقمية كالعادة.

سعر الخصم المعدل للخطر Risk - Adjusted Discount Rate

تتضمن طريقة سعر الخصم المعدل للخطر حساب تكلفة الرأسمال المناسبة لمشروع الاستثمار واستعمالها كمعدل خصم للتدفقات النقدية للمشروع إذا كانت الشركة تقيمّ بحسب معيار صافي القيمة الحالية، أو استخدامها كالحد الأدنى المطلوب للعائد على الاستثمار إذا كانت الشركة تقيمّ حسب معدل المردود الداخلي. بالتحديد، إن تكلفة الرأسمال للشركة تعكس خطر الاستثمارات الحالية للشركة. أما الاستثمارات الجديدة فقد يكون خطرها مماثلاً أو مختلفاً عن خطر الاستثمارات الحالية. فإذا كانت الاستثمارات الجديدة من ذات درجة خطر الاستثمارات الحالية فإنه من الممكن استخدام تكلفة الرأسمال للشركة كما هي ودون أي تعديل. أما إذا كانت الاستثمارات الجديدة أكثر خطراً من الاستثمارات الحالية، فإن ذلك يتطلب إضافة علاوة للخطر على تكلفة الرأسمال تتناسب والزيادة في خطر المشروع، وذلك كما يلي:

$$K^* = K + \gamma \qquad (١٢ - ١)$$

حيث أن:

K^* = تكلفة الرأسمال المعدل للخطر

K = تكلفة الرأسمال التي تعكس خطر الاستثمارات الحالية

γ = علاوة اضافية لخطر المشروع

ويمكن تحديد علاوة الخطر (γ Gama) على أساس شخصي Subjectively، وذلك بإضافة علاوة خطر مختلفة لكل فئة خطر Risk Class. فمثلاً إذا كان مشروع الاستثمار عبارة عن استبدال لآلات قديمة بآلات حديثة، أي أن خطر المشروع الجديد يماثل خطر الاستثمارات الموجودة لدى الشركة، فتستخدم تكلفة الرأسمال للشركة كما هي في التقييم. وإذا كان المشروع يمثل عملية توسيع وإضافة آلات وخطوط إنتاج جديدة، أي أنه يتضمن درجة مخاطرة أعلى من خطر الاستثمارات الحالية، فمن الممكن أن تضاف علاوة للخطر ٤ بالمئة فوق تكلفة الرأسمال. أما إذا كان المشروع يمثل استثمارات جديدة وابتكارية تقود الشركة إلى خطوط جديدة في العمل وسلع جديدة، أي أن خطر الاستثمار مرتفع، فإنه يمكن إضافة علاوة للخطر أكبر، ٩ بالمئة مثلاً.

إن الطريقة الشخصية لتقدير علاوة الخطر التي يجب إضافتها لتكلفة الرأسمال في عملية تقييم مشروع استثمار تعتبر سهلة وسريعة لكنها تعاني من بعض المحدوديات. لعلّ أهم هذه المحدوديات أن درجة خطر مشروع الاستثمار وفئات الخطر تحدد على أساس تقديرات شخصية، وليس على أساس مؤشرات موضوعية لقياس الخطر. وكذلك الأمر بالنسبة لتحديد علاوة الخطر. لذلك فإنه من الضروري إيجاد أسس أكثر موضوعية لتقدير سعر الخصم المعدل للخطر.

لقد تبين من تحليل خط سوق الرأسمال أن العائد المطلوب على الاستثمار يساوي إلى العائد العديم الخطر R_F زائد علاوة للخطر γ. من الممكن تطبيق هذا الإطارالتحليلي لتفكيك تكلفة رأسمال الشركة إلى مكوناتها، وذلك كما يلي:

$$K_i = R_F + \gamma_i \qquad (٢-١٢)$$

حيث:

K_i = تكلفة رأسمال الشركة

R_F = العائد العديم الخطر

γ_i = علاوة خطر تعكس خطر استثمارات الشركة الحالية

ولتحديد تكلفة الرأسمال المناسبة K_A لتقييم مشروع الاستثمار (A) يجب تحديد علاوة الخطر المناسبة للمشروع. إن علاوة الخطر هذه يجب أن تحدد قياساً إلى خطر المشروع، وبالمقارنة مع خطر الاستثمارات الحالية للشركة. وسيستعمل لهذا الغرض معامل التغير كمقياس موضوعي للخطر. وتتضمن الطريقة المقترحة الخطوات التالية:

١ ـ يحسب معامل التغير للتدفقات النقدية للشركة CV_i كمقياس موضوعي لخطر الاستثمارات الحالية للشركة.

٢ ـ يحسب معامل التغير للتدفقات النقدية للمشروع CV_A كمقياس موضوعي لخطر الاستثمار في المشروع المقترح.

٣ ـ لتحديد درجة المخاطرة في المشروع المقترح بالمقارنة مع الاستثمارات الحالية للشركة بشكل موضوعي، تؤخذ نسبة معامل التغير لتدفقات المشروع إلى معامل التغير

للتدفقات النقدية للشركة كما يلي: CV_A/CV_j. فإذا كانت القيمة تساوي إلى واحد، فإن خطر المشروع المقترح يماثل خطر الاستثمارات الحالية للشركة. وإذا كانت القيمة أكبر من واحد، فإن خطر الاستثمار في المشروع أكبر من خطر الاستثمارات الحالية للشركة. أما إذا كانت القيمة أقل من واحد فإن خطر الاستثمار في المشروع أقل من خطر الاستثمارات الحالية للشركة.

٤ ـ لتحديد قيمة علاوة الخطر المناسبة للمشروع γ_A، تضرب نسبة خطره إلى خطر استثمارات الشركة الحالية (٣ أعلاه) بعلاوة الخطر للشركة المحددة في الأسواق المالية، وذلك كما يلي:

$$\gamma_A = \frac{CV_A}{CV_i}\ \gamma_i \qquad (٣ ـ ١٢)$$

إن النسبة CV_A/CV_j تحدد طبيعة وحجم التعديل الذي يجب اجراؤه على علاوة الخطر لاستثمارات الشركة الحالية γ_i التي تم تحديدها في السوق المالي للوصول إلى علاوة الخطر المناسبة للمشروع (A).

٥ ـ بإضافة علاوة الخطر المحسوبة للمشروع إلى العائد العديم الخطر يتم التوصل إلى تكلفة الرأسمال (أو سعر الخصم) المعدل للخطر المناسب للمشروع (A).

مثال رقمي: تقوم شركة بدراسة مشروعي استثمار (أ) و (ب) يحل الواحد منهما محل الآخر ويتطلبان استثماراً رأسمالياً قدره ١٠,٠٠٠ دينار لكل منهما. كذلك فإن الحياة الاقتصادية المتوقعة لكل من المشروعين هي ٥ سنوات. ينتج عن المشروع (أ) تدفق نقدي سنوي متوقع قدره ٤,٠٠٠ دينار وانحراف معياري للتدفق النقدي قدره ٢,٠٠٠ دينار. وينتج عن المشروع (ب) تدفق نقدي سنوي متوقع قدره ٣,٨٠٠ دينار وانحراف معياري ١,٣٣٠ دينار. إن العائد العديم الخطر مقاساً بعائد سندات الخزينة الطويلة الأجل يساوي إلى ٦ بالمئة، كما أن تكلفة الرأسمال للشركة تساوي إلى ١٢ بالمئة. وقد تم حساب معامل التغير للتدفقات النقدية للشركة ككل وتساوي إلى ٠,٣٠

أولاً: لنحسب صافي القيمة الحالية لكل من المشروعين:

صافي القيمة الحالية (أ) = ٤,٠٠٠ (عامل القيمة الحالية لسنوية ١٢٪، ٥ سنوات) ـ ١٠,٠٠٠

= ٤,٠٠٠ (٣,٦٠٤٨) ـ ١٠,٠٠٠

= ١٤,٤١٩ ـ ١٠,٠٠٠ = ٤,٤١٩ دينار

صافي القيمة الحالية(ب) = ٣,٨٠٠ (٣,٦٠٤٨) ـ ١٠,٠٠٠

= ١٣,٦٩٨ ـ ١٠,٠٠٠ = ٣,٦٩٨ دينار

إذن المشروع (أ) يفضل على المشروع (ب) لأن صافي قيمته الحالية أكبر. لكنه لم يتم أخذ خطر الاستثمار في الاعتبار في التحليل. إن هذا يتطلب حساب سعر خصم معدل للخطر لكل من المشروعين ثم استعماله لحساب صافي القيمة الحالية.

ثانياً: إن علاوة الخطر الضمنية في تكلفة الرأسمال والمحددة في الأسواق المالية على ضوء خطر الاستثمارات الحالية للشركة تساوي إلى ٦ بالمئة محسوبة كما يلي:

$$\gamma_i = K_i - R_F = \text{٪}٦ = \text{٪}٦ - \text{٪}١٢$$

ثالثاً: يحسب الآن معامل التغير للتدفقات النقدية لكل من المشروعين:

معامل التغير (أ) $= \frac{٢,٠٠٠}{٤,٠٠٠} = ٠,٥٠$

معامل التغير (ب) $= \frac{١,٣٣٠}{٣,٨٠٠} = ٠,٣٥$

رابعاً: تحدد الآن علاوة الخطر المناسبة لكل من المشروعين بتقسيم معامل تغيره على معامل تغير الشركة وضرب الناتج بعلاوة الخطر الضمنية في تكلفة الرأسمال للشركة، وذلك كما يلي:

علاوة الخطر (أ) $= \left\{\frac{٠,٥٠}{٠,٣٠}\right\} ٠,٠٦ = ٠,١٠$

علاوة الخطر (ب) $= \left\{\frac{٠,٣٥}{٠,٣٠}\right\} ٠,٠٦ = ٠,٠٧$

خامساً: بإضافة علاوة الخطر إلى العائد العديم الخطر ينتج سعر الخصم المعدل للخطر لكل من المشروعين، وذلك كما يلي:

سعر الخصم المعدل للخطر (أ) = ٠,٠٦٠ + ٠,١٠ = ١٦ بالمئة

سعر الخصم المعدل للخطر (ب) = ٠,٠٦ + ٠,٠٧ = ١٣ بالمئة

سادساً: تحسب صافي القيمة الحالية لكل من المشروعين باستعمال الخصم المعدل للخطر المناسب، فينتج:

صافي القيمة الحالية (أ) = ٤,٠٠٠ (٣,٢٧٤٣) ـ ١٠,٠٠٠

= ١٣,٠٩٧ ـ ١٠,٠٠٠ = ٣,٠٩٧ دينار

صافي القيمة الحالية (ب) = ٣,٨٠٠ (٣,٥١٧) ـ ١٠,٠٠٠

= ١٣,٣٦٥ ـ ١٠,٠٠٠ = ٣,٣٦٥ دينار

أي أن المشروع (ب) يفضل على المشروع (أ) عند أخذ خطر الاستثمار بعين الاعتبار في التقييم، وهذا يقلب النتيجة التي تم التوصل إليها سابقاً.

تجدر الإشارة أخيراً إلى أنه يمكن الحصول على سعر الخصم المعدل للخطر بتطبيق علاقة خطر سوق الأوراق المالية.

$$R^*_i = R_F + (R_M - R_F)\,\beta_i \qquad (١٢ ـ ٤)$$

بحيث يكون R^*_i العائد المطلوب على الاستثمار Required Rate of Return ويستخدم كمعدل الخصم المناسب للتدفقات النقدية للمشروع. في هذه الحالة يقدر عائد مطلوب لكل مشروع استثمار وذلك بعد تقدير β_i لكل مشروع أيضاً.

إن طريقة **سعر الخصم المعدل للخطر** قد تؤدي إلى التعديل بأكثر مما يجب لخطر التدفقات النقدية من مشروع الاستثمار لأنها تفترض ضمنياً أن خطر هذه التدفقات يتزايد مع الزمن. ذلك لأن قوة الخصم Discounting Power تتزايد مع حجم علاوة الخطر ومع الزمن، أي أن عامل الفائدة للقيمة الحالية تتناقص قيمته بسرعة. ويبدو ذلك واضحاً من المثال التالي:

جدول (١٢ ـ ١)
تزايد قوة الخصم مع علاوة الخطر والزمن مأخوذة
من جداول الفائدة

سنوات	عامل الفائدة للقيمة الحالية لدينار بمعدل فائدة عديم الخطر ٦٪	عامل الفائدة للقيمة الحالية لدينار بمعدل فائدة فيه مخاطرة ١٣٪	عامل الفائدة للقيمة الحالية لدينار بمعدل فائدة فيه مخاطرة أكبر ١٦٪
١	٠,٩٤٣	٠,٨٨٥	٠,٨٦٢
٢	٠,٨٩٠	٠,٧٨٣	٠,٧٤٣
٣	٠,٨٤٠	٠,٦٩٣	٠,٦٤١
٤	٠,٧٩٢	٠,٦١٣	٠,٥٥٢
٥	٠,٧٤٧	٠,٥٤٣	٠,٤٧٦

يلاحظ من الجدول **أولاً** تناقص قيمة عامل الفائدة مع الزمن، وبالتالي فإن القيمة الحالية للتدفقات النقدية تتناقص بما يتناسب مع ذلك. **ثانياً**: لأي سنة مستقبلية يلاحظ أن عامل الفائدة يكون أصغر عند اضافة علاوة للخطر على سعر الفائدة العديم الخطر، ويصبح أكثر صغراً إذا زادت علاوة الخطر. مثلاً، للسنة الرابعة و ٦ بالمئة فائدة يكون عامل الفائدة للقيمة الحالية ٠,٧٩٢، فينخفض إلى ٠,٦١٣ لفائدة ١٣ بالمئة، وينخفض أكثر إلى ٠,٥٥٢ لفائدة ١٦ بالمئة. إن هذا يعني أنه يجب تقدير سعر الخصم المعدل للخطر بكل عناية حتى لا يحدث تعديل لخطر المشروع بأكثر مما يجب فيؤدي إلى استبعاد مشاريع استثمار قد تكون رابحة.

طريقة معادل التأكد Certainty Equivalent

لتفادي مشكلة التعديل لخطر مشروع الاستثمار بأكثر مما يجب، يستعاض عن التعديل للخطر في معدل الخصم (أي في المخرج) بالتعديل له في الصورة بحساب **التدفق النقدي المعادل للتأكد** Certainty Equivalent Cash Flow. ويتم ذلك بضرب التدفق النقدي السنوي المتوقع $E(CF)_t$ **بعامل معادل التأكد** α_t (Alpha) وخصم الناتج بمعدل

الفائدة العديم الخطر (i)، وذلك كما هو مبين في معادلة صافي القيمة الحالية التالية:

$$NPV = \sum_{t=1}^{n} \frac{E(CF)_t \ \alpha_t}{(1+i)^t} - CI \qquad (٥-١٢)$$

يعرَّف عامل معادل التأكد α_t بالكسر الذي يجعل المستثمر **لا يفرق** Indifferent بين القيمة المتوقعة للتدفق النقدي في تلك السنة مضروبة بذلك الكسر **وقيمة نقدية أكيدة** C_t في السنة نفسها، وذلك كما يلي:

$$\alpha_t \ E(CF)_t = C_t \qquad (٦-١٢)$$

ومنه:

$$\alpha_t = \frac{C_t}{E(CF)_t} \qquad (٧-١٢)$$

أي أن عامل معادل التأكد يساوي إلى النسبة بين دفعة نقدية أكيدة في السنة (t) وقيمة متوقعة للتدفق النقدي في تلك السنة. ويأخذ عامل معادل التأكد قيماً تتراوح بين الواحد والصفر، كما يلي:

$$\text{صفر} \leqslant \alpha_t \leqslant 1$$

حيث أنه كلما كان خطر التدفق النقدي أكبر اقتربت قيمة عامل التأكد من الصفر، وكلما انخفض خطر التدفق النقدي اقتربت قيمة معادل التأكد إلى الواحد. هذا من وجهة نظر المحلل المالي الفرد. كذلك يختلف عامل معادل التأكد من **محلل مالي (شخص) إلى آخر** عندما يقومان بتقييم السلسلة نفسها من التدفقات النقدية وذلك حسب درجة تجنب الخطر لكل منهما. فكلما كانت درجة تجنب الخطر أكبر، اقتربت α_t من الصفر، وبالعكس.

كيف يتم تحديد قيمة α_t ؟ من الممكن تحديد قيمة **عامل معادل التأكد** على أساس شخصي نوعاً ما، بحيث تكون أقرب إلى الواحد كلما كان الانحراف المعياري للتدفق

النقدي أصغر وكانت درجة تجنب الخطر عند صاحب القرار أقل، وتكون أقرب إلى الصفر كلما كان الانحراف المعياري للتدفق النقدي أكبر ودرجة تجنب الخطر أكبر أيضاً. ومن الممكن أيضاً استعمال طريقة موضوعية وذلك بطرح أسئلة على صاحب القرار لتحديد علاقة تفضيله ما بين الخطر والعائد، وبالتالي تحديد قيمة عامل معادل التأكد المناسب له. فمثلاً لنفترض **الرهان** Bet الذي قد ينتج عنه ربح ٣٠٠ دينار أو خسارة ٢٠٠ دينار باحتمالات متساوية. إن مثل هذا الرهان يعتبر لمصلحة اللاعب Favorable Bet لأن قيمته المتوقعة أكبر من الصفر (موجبة)، وتساوي إلى ٥٠ ديناراً. ولنطرح هذا السؤال الآن على صاحب القرار: ما هو المبلغ الذي يكون مستعداً أن يدفعه لأخذ هذا الرهان؟ بالطبع إن الشخص المتجنب للخطر سيدفع مبلغاً أقل من ٥٠ ديناراً، لأنه إذا دفع ٥٠ دينار فإن القيمة المتوقعة للرهان تصبح صفراً، أي أن **الرهان عادل** وهو غير مقبول من قبل الشخص المتجنب للخطر كما تبين في الفصل (١١). إن المبلغ النقدي الأكيد الذي سيكون الشخص مستعداً للتضحية به مقابل الـ ٥٠ ديناراً قيمة متوقعة يعتمد على **درجة تجنبه للخطر**. فكلما كانت قيمة المبلغ الذي يكون مستعداً لدفعه أقرب إلى الـ ٥٠ ديناراً كانت درجة تجنبه للخطر أقل. لنفترض الآن أن صاحب القرار في مثالنا مستعد لأن يدفع ٤٠ ديناراً، هذا يعني أن عامل معادل التأكد له يساوي إلى ٠,٨٠ = ٤٠ ÷ ٥٠.

بافتراض ٠,٨٠ هي عامل معادل التأكد المناسب لخطر المشروع (ب) وأن ٠,٦٥ هي عامل معادل التأكد المناسب للمشروع (أ) الأكثر خطراً، وبافتراض أن عامل معادل التأكد يبقى ثابتاً من سنة إلى أخرى لأن التوزيع الاحتمالي للتدفق النقدي السنوي هو نفسه في كل سنة، لنطبق طريقة معادل التأكد على المشروعين (أ) و (ب) المذكورين فيما سبق، ولنستعمل ٦ بالمئة كمعدل الفائدة العديم الخطر لحساب صافي القيمة الحالية المعادلة للتأكد.

$$\text{صافي القيمة الحالية المعادلة للتأكد (أ)} = \frac{(٠,٦٥)(٤,٠٠٠)}{(١ + ٠,٠٦)^{٥}} - ١٠,٠٠٠$$

$$= ٢,٦٠٠ \quad (٤,٢١٢٤) - ١٠,٠٠٠$$

$$= ١٠,٩٥٢ - ١٠,٠٠٠ = ٩٥٢ \text{ دينار}$$

صافي القيمة الحالية المعادلة للتأكد (ب)

$$= \frac{(٣,٨٠٠)(٠,٨٠)}{(١ + ٠,٠٦)^{٥}} - ١٠,٠٠٠$$

$$= ٣,٠٤٠ \quad (٤,٢١٢٤) - ١٠,٠٠٠$$

$$= ١٢,٨٠٦ - ١٠,٠٠٠ = ٢,٨٠٦ \text{ دينار}$$

أي أن المشروع (ب) يفضل على المشروع (أ) لأن صافي القيمة الحالية المعادلة للتأكد العائدة له أكبر من تلك العائدة للمشروع (أ) وبفارق كبير. ولعلَّه تجب الإشارة إلى أن القيم ٢,٦٠٠ دينار و ٣,٠٤٠ دينار تمثل التدفق النقدي السنوي المعادل للتأكد للمشروعين (أ) و (ب) على التوالي.

طريقة التوزيع الاحتمالي: حالة استقلال التدفقات النقدية

Probability Distribution Method: Independence of Cash Flows Case

عوضاً من تقدير قيمة واحدة Single Point Estimate للتدفق النقدي السنوي لكل سنة من حياة المشروع الاقتصادية، يمكن النظر إلى التدفق النقدي السنوي كتوزيع احتمالي طبيعي يجري تقديره من خلال القيمة المتوقعة والانحراف المعياري للتدفق النقدي. بافتراض أن التدفقات النقدية السنوية مستقلة Independent، أي أن التدفق النقدي في سنة ما لا يتأثر بالتدفق النقدي في سنوات أخرى، من الممكن حساب القيمة الحالية المتوقعة للمشروع والانحراف المعياري للقيمة الحالية، بحسب المعادلات الآتية:

$$E(PV) = \sum_{t=1}^{n} \frac{E(CF)_t}{(1 + i)^t} \qquad (٨-١٢)$$

$$\sigma_{PV} = \sqrt{\sigma^2_{PV}} = \sqrt{\sum_{t=1}^{n} \frac{\sigma^2_{(CF)_t}}{(1 + i)^{2t}}} \qquad (٩-١٢)$$

بحيث أن:

القيمة الحالية المتوقعة للمشروع	=	$E(PV)$
التدفق النقدي السنوي المتوقع	=	$E(CF)_t$
معدل الفائدة العديم الخطر	=	i
الانحراف المعياري للقيمة الحالية	=	σ_{pv}
انحراف التدفق النقدي السنوي[1]	=	$\sigma^2_{(CF)t}$

ماذا يستطيع المحلل أن يفعل بهذه المعلومات؟ في الحقيقة يستطيع المدير المالي الذي يقيم ريعية وخطر عدة مشاريع استثمار أن يجري مقارنات بين القيمة الحالية المتوقعة والانحراف المعياري لهذه المشاريع ليفاضل بينها. كذلك يستطيع أن يفاضل بين هذه المشاريع على أساس الخطر النسبي وذلك بحساب معامل التغير. وأخيراً فإنه يستطيع أن يحسب احتمال الحصول على قيمة حالية محددة أو أكبر لهذه المشاريع ويقارن بين هذه الاحتمالات.

مثال رقمي: تقوم شركة بدراسة مشروعي استثمار (أ) و (ب) يتطلبان استثماراً رأسمالياً بقيمة ١,٠٠٠ دينار لكل منهما. يقدم الجدول (١٢ ـ ٢) التوزيعات الاحتمالية للتدفقات النقدية الممكنة لكل سنة من سنوات حياة المشروعين الاقتصادية الثلاث.

---

(١) للبرهان على المعادلة ١٢ ـ ٩ يمكن الرجوع إلى المرجع الآتي:
Frederick S. Hillier, «The Derivation of Probabilistic Information for the Evaluation of Risky Investments», **Management Science,** Vol. 9, (April 1963), pp. 443 - 457.

جدول (١٢ ـ ٢)

التوزيعات الاحتمالية للتدفق النقدي للمشروعين
(أ) و (ب) لسنوات حياتهما الاقتصادية (دينار)

المشروع (أ) السنة الأولى		السنة الثانية		السنة الثالثة		المشروع (ب) تدفق نقدي		
احتمال	تدفق نقدي	احتمال	تدفق نقدي	احتمال	تدفق نقدي	احتمال	سنة أولى	سنة ثانية	سنة ثالثة
٠,١٠	٥٠٠	٠,١٠	٢٠٠	٠,١٠	٤٠٠	٠,١٠	٤٠٠	٣٠٠	٢٠٠
٠,٢٠	٦٠٠	٠,٢٥	٤٠٠	٠,٣٠	٣٠٠	٠,٢٠	٥٠٠	٤٠٠	٣٠٠
٠,٤٠	٧٠٠	٠,٣٠	٦٠٠	٠,٣٠	٥٠٠	٠,٤٠	٦٠٠	٥٠٠	٤٠٠
٠,٢٠	٨٠٠	٠,٢٥	٨٠٠	٠,٢٠	٨٠٠	٠,٢٠	٧٠٠	٦٠٠	٥٠٠
٠,١٠	٩٠٠	٠,١٠	١,٠٠٠	٠,١٠	١,٤٠٠	٠,١٠	٨٠٠	٧٠٠	٦٠٠

لحساب القيمة الحالية المتوقعة والانحراف المعياري للتدفقات النقدية للمشروعين، يجب القيام بالعمليات الآتية:

أولاً: يحسب التدفق النقدي السنوي المتوقع والانحراف المعياري لكل من المشروعين. يقدم الجدول (١٢ ـ ٣) ملخصاً لهذه النتائج.

obeikandl.com

جدول (١٢ ـ ٣)

التدفق النقدي المتوقع، الانحراف، والانحراف
المعياري للمشروعين (أ) و (ب)
لسنوات حياتهما الاقتصادية (دينار)

	المشروع (أ)			المشروع (ب)		
	السنة الأولى	السنة الثانية	السنة الثالثة	السنة الأولى	السنة الثانية	السنة الثالثة
التدفق النقدي المتوقع	٧٠٠	٦٠٠	٥٠٠	٦٠٠	٥٠٠	٤٠٠
الانحراف (الف)	١٢	٥٢	١٩٢	١٢	١٢	١٢
الانحراف المعياري	١١٠	٢٢٨	٤٣٨	١١٠	١١٠	١١٠

ثانياً: تحسب القيمة الحالية المتوقعة لكل من المشروعين (أ) و (ب) باستعمال ٦ بالمئة معدل الفائدة العديم الخطر، وذلك كما يلي:

القيمة الحالية المتوقعة (أ)

$$= \frac{٧٠٠}{(١ + ٠,٠٦)} + \frac{٦٠٠}{(١ + ٠,٠٦)^{٢}} + \frac{٥٠٠}{(١ + ٠,٠٦)^{٣}}$$

$$= ٧٠٠ (٠,٩٤٣٤) + ٦٠٠ (٠,٨٩٠٠) + ٥٠٠ (٠,٨٣٩٦)$$

$$= ٦٦٠ + ٥٣٤ + ٤٢٠ = ١,٦١٤ \text{ دينار}$$

القيمة الحالية المتوقعة (ب)

$$= \frac{٦٠٠}{(١ + ٠,٠٦)} + \frac{٥٠٠}{(١ + ٠,٠٦)^{٢}} + \frac{٤٠٠}{(١ + ٠,٠٦)^{٣}}$$

$$= ٦٠٠ (٠,٩٤٣٤) + ٥٠٠ (٠,٨٩٠٠) + ٤٠٠ (٠,٨٣٩٦)$$

$$= ٥٦٦ + ٤٤٥ + ٣٣٦ = ١,٣٤٧ \text{ دينار}$$

ثالثاً: يحسب الانحراف المعياري للقيمة الحالية لكل من المشروعين (أ) و (ب) باستعمال المعادلة (١١ ـ ٩).

obeikandl.com

انحراف معياري (أ) = $\left[\frac{١٢,٠٠٠}{(١+٠,٠٦)^{٢}} + \frac{٥٢,٠٠٠}{(١+٠,٠٦)^{٤}} + \frac{١٩٢,٠٠٠}{(١+٠,٠٦)^{٦}}\right]^{١/٢}$

$= \sqrt{١٢,٠٠٠\,(٠,٨٩) + ٥٢,٠٠٠\,(٠,٧٩٢١) + ١٩٢,٠٠٠\,(٠,٧٠٥٠)}$

$= [١٠,٦٨٠ + ٤١,١٨٩ + ١٣٥,٣٦٠]^{١/٢}$

$= \sqrt{١٨٧,٢٢٩} = ٤٣٣$ دينار

انحراف معياري (ب) = $\left[\frac{١٢,٠٠٠}{(١+٠,٠٦)^{٢}} + \frac{١٢,٠٠٠}{(١+٠,٠٦)^{٤}} + \frac{١٢,٠٠٠}{(١+٠,٠٦)^{٦}}\right]^{١/٢}$

$= [١٠,٦٨٠ + ٩,٥٠٥ + ٨,٤٦٠]^{١/٢}$

$= \sqrt{٢٨,٦٤٥} = ١٦٩$ دينار

رابعاً: يحسب معامل التغير لكل من المشروعين.

معامل التغير (أ) = ٤٣٣ ÷ ١,٦١٤ = ٠,٢٧

معامل التغير (ب) = ١٦٩ ÷ ١,٣٤٧ = ٠,١٣

خامساً: يحسب الاحتمال بأن يؤدي كل من المشروعين إلى التعادل على الأقل، أي احتمال أن يحقق المشروع قيمة حالية للتدفق النقدي تساوي إلى تكلفة الاستثمار الرأسمالي البالغة ١,٠٠٠ دينار لكل من المشروعين (أ) و (ب).

حساب الاحتمال للمشروع (أ)

قيمة Z = $\frac{١,٠٠٠ - ١,٦١٤}{\text{انحراف معياري}} = \frac{}{٤٣٣} = -١,٤٢$

الاحتمال = ٠,٤٢٢٢ + ٠,٥٠٠٠ = ٩٢,٢٢ بالمئة

openkanalen.com

حساب الاحتمال للمشروع (ب)

$$\text{قيمة Z} = \frac{١,٣٤٧ - ١,٠٠٠}{١٦٩} = -٢,٠٥ \text{ انحراف معياري}$$

الاحتمال = ٠,٤٧٩٨ + ٠,٥٠٠٠ = ٩٧,٩٨ = ٩٨ بالمئة

سادساً: يتم تلخيص النتائج كلها في جدول لتسهيل عملية التحليل والمقارنة.

جدول (١٢ ـ ٤)
خصائص المردود والخطر للمشروعين (أ) و (ب)
(القيمة دينار)

	المشروع (أ)	المشروع (ب)
القيمة الحالية المتوقعة	١,٦١٤	١,٣٤٧
الانحراف المعياري	٤٣٣	١٦٩
معامل التغير	٠,٢٧	٠,١٣
احتمال تحقق التعادل	٠,٩٢	٠,٩٨

يتبين من النتائج الملخصة في الجدول (١٢ ـ ٤) أن المشروع (أ) أكثر ربحية من المشروع (ب) لأن القيمة الحالية المتوقعة للتدفقات النقدية من المشروع أكبر. ولكن المشروع (أ) أكثر خطراً من المشروع (ب) وذلك حسب الانحراف المعياري، ومعامل التغير، واحتمال تحقق التعادل بين القيمة الحالية للتدفقات النقدية وتكلفة الاستثمار الرأسمالي (أي احتمال الحصول على صافي قيمة حالية للمشروع تساوي إلى الصفر). أي من المشروعين أفضل يعتمد على علاقة التفضيل بين الخطر والمردود العائدة لصاحب القرار. فإذا كانت درجة تجنبه للخطر منخفضة، فإنه قد يختار المشروع (أ). أما إذا كانت درجة تجنبه للخطر عالية، فإنه قد يختار المشروع (ب).

obeikandl.com

طريقة التوزيع الاحتمالي: حالة الترابط الكامل بين التدفقات النقدية

Probability Distribution Method: Perfect Correlation of Cash Flows Case

افترض تحليل خطر مشروع الاستثمار المقدم فيما سبق أن التوزيعات الاحتمالية للتدفق النقدي في سنوات حياة المشروع مستقلة، أي أن التدفق النقدي في سنة ما لا يتأثر بالتدفقات النقدية في السنوات الأخرى. إن هذه الفرضية لا تتطابق كثيراً مع الواقع. ففي معظم مشاريع الاستثمار، تتأثر التدفقات النقدية للمشروع في السنوات اللاحقة إلى حد ما بواقع التدفقات النقدية في السنوات الأولى للمشروع. فمثلاً إذا لم يحقق المشروع الأرباح المرجوة منه في السنوات الباكرة، فإن هناك احتمالاً كبيراً بأن تكون التدفقات النقدية في السنوات اللاحقة للمشروع أقل مما كان متوقعاً في الأصل. أي أن هناك عادة ارتباط عبر الزمن Correlation Over Time بين التدفقات النقدية الناتجة عن مشاريع الاستثمار. إن هذا الارتباط (الاعتماد المتبادل Interdependence) بين التدفقات النقدية يجعل الانحراف المعياري للتوزيع الاحتمالي للقيم الممكنة لصافي القيمة الحالية (أو لمعدل المردود الداخلي) لمشروع الاستثمار أكبر مما لو كانت التدفقات النقدية مستقلة. وكلما كانت درجة الارتباط أكبر كان تشتت التوزيع الاحتمالي أوسع وكان الانحراف المعياري أكبر. أما القيمة المتوقعة لصافي القيمة الحالية (أو لمعدل المردود الداخلي) فإنها تبقى كما هي ولا تتأثر بدرجة ارتباط التدفقات النقدية عبر الزمن.

إذا كانت التدفقات النقدية للمشروع **مترابطة بالكامل Perfectly Correlated** عبر الزمن، فإن أي انحراف في التدفق النقدي المحقق عن التدفق النقدي المتوقع في أي سنة يعني بأن التدفقات النقدية في كل السنوات المقبلة ستنحرف بالنسبة نفسها. أي أن التدفق النقدي في الفترة (t) يعتمد كلياً على ما حدث في الفترات السابقة، بكلام محدد أكثر، إذا انحرف التدفق النقدي المحقق عدد X انحرافات معيارية إلى يمين القيمة المتوقعة للتوزيع الاحتمالي، فإن التدفقات النقدية المحققة في كل الفترات الأخرى ستنحرف X انحرافات معيارية إلى يمين القيم المتوقعة لتوزيعاتها الاحتمالية. هذا يعني أن التدفق النقدي في أي فترة هو علاقة خطية من التدفقات النقدية في الفترات الأخرى كافة.

إن طريقة حساب القيمة الحالية للتدفقات النقدية لمشروع الاستثمار عندما يكون

هناك ارتباط كامل بين التدفقات النقدية عبر الزمن هي ذاتها المبينة في المعادلة (١٢ ـ ٨). أما معادلة حساب الانحراف المعياري للقيمة الحالية، فإنها تختلف في حالة الترابط الكامل بين التدفقات النقدية، وذلك كما يلي:

$$\sigma_{(PV)} = \sum_{t=1}^{n} \frac{\sigma_{(CF)_t}}{(1+i)^t} \qquad (١٢ ـ ١٠)$$

بحيث أن:

الانحراف المعياري للقيمة الحالية	=	$\sigma_{(PV)}$
الانحراف المعياري للتدفق النقدي السنوي	=	$\sigma_{(CF)\,t}$
معدل الفائدة العديم الخطر	=	i
عدد سنوات حياة المشروع الاقتصادية	=	n

وبتطبيق هذه المعادلة على المشروعين (أ) و (ب) المذكورين أعلاه ينتج ما يلي:

انحراف معياري (أ)

$$= \frac{١١٠}{(١,٠٦)} + \frac{٢٢٨}{(١,٠٦)^{٢}} + \frac{٤٣٨}{(١,٠٦)^{٣}}$$

$$= ١١٠\ (٠,٩٤٣٤) + ٢٢٨\ (٠,٨٩) + ٤٣٨\ (٠,٨٣٩٦)$$

$$= ١٠٤ + ٢٠٣ + ٣٦٨ = ٦٧٥ \text{ دينار}$$

انحراف معياري (ب)

$$= \frac{١١٠}{(١,٠٦)} + \frac{١١٠}{(١,٠٦)^{٢}} + \frac{١١٠}{(١,٠٦)^{٣}}$$

$$= ١١٠\ (٠,٩٤) + ١١٠\ (٠,٨٩) + ١١٠\ (٠,٨٤)$$

$$= ١٠٣ + ٩٨ + ٩٢ = ٢٩٣ \text{ دينار}$$

obeikandl.com

تجب الملاحظة هنا كيف أن الانحراف المعياري للقيمة الحالية للتدفق النقدي للمشروع (أ) قد ازداد من ٤٣٣ ديناراً إلى ٦٧٥ ديناراً، وللمشروع (ب) ازداد من ١٦٩ ديناراً إلى ٢٩٣ ديناراً.

طريقة شجرات القرار Decision Trees Method

إن التدفقات النقدية لمشاريع الاستثمار لا يمكن تصنيفها كمستقلة أو ذات ارتباط كامل فقط. ذلك أن التدفقات النقدية لمعظم مشاريع الاستثمار لا تتبع لأي من هاتين الحالتين. فالحالة التي تميز العلاقة بين التدفقات النقدية لأغلب المشاريع الاستثمارية هي تلك التي يمكن أن توصف بالارتباط المعتدل Moderate Correlation. أي أن التدفق النقديي في سنة لاحقة يعتمد **جزئياً** على التدفق النقدي المتحقق في السنة السابقة. إن المشاريع الاستثمارية من هذا النوع يمكن تحليل ريعيتها وخطرها باستعمال طريقة شجرات القرار التي تتطلب تقدير التوزيع الاحتمالي الأولي (أي في السنة الأولى) للتدفق النقدي، ثم تقدير التوزيعات الاحتمالية للتدفق النقدي لكل من السنوات التالية باستعمال **الاحتمالات الشرطية** Conditional Probabilities، ومن ثم حساب **الاحتمالات المشتركة** Joint Probabilities لتقييم ريعية المشروع وخطره. لعلَّ أحسن إيضاح لهذه الطريقة هو بتطبيقها على مثال رقمي.

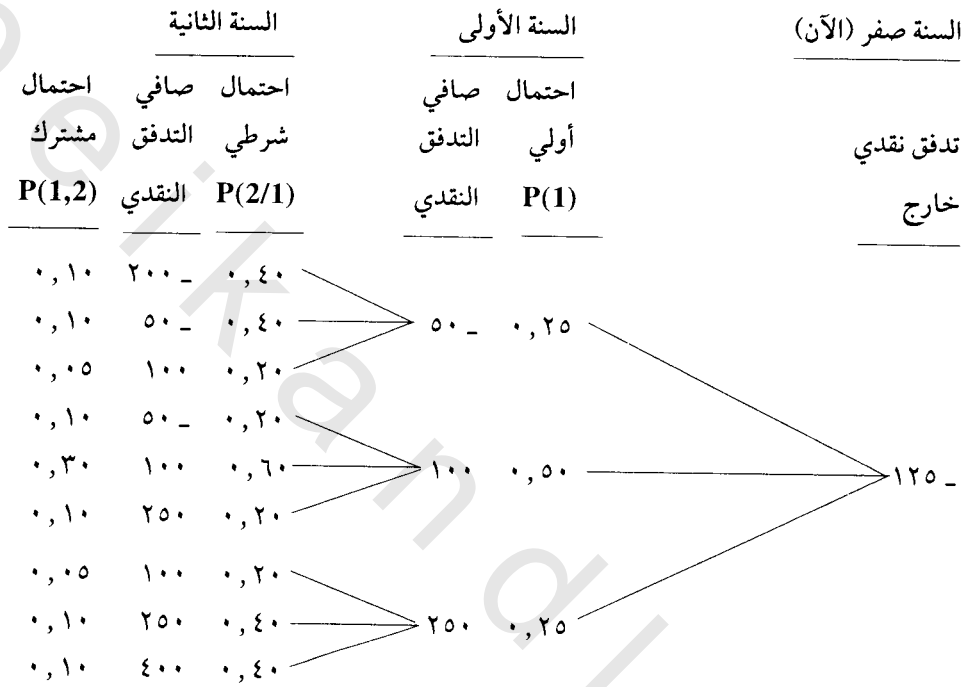
مثال رقمي: تقوم شركة بتقييم مشروع استثمار رأسمالي يكلف ١٢٥ ألف دينار. وقد قامت إدارة التمويل بالتعاون مع إدارة التسويق بتقدير التوزيعات الاحتمالية للتدفقات النقدية لسنتي حياة المشروع الاقتصادية وهي مقدمة في الجدول (١٢ ـ ٤). والمطلوب حساب صافي القيمة الحالية المتوقعة والانحراف المعياري لصافي القيمة الحالية للمشروع.

يتم حساب صافي القيمة الحالية المتوقعة لهذا المشروع حسب المعادلة الآتية:

$$E(NPV) = \sum_{i=1}^{n} NPV_i \quad P_i \qquad (١٢ ـ ١١)$$

جدول (١٢ - ٤)

التوزيعات الاحتمالية للتدفق النقدي لمشروع استثمار مقدمة كشجرة قرار (القيمة ألف دينار)



بحيث أن:

NPV_i = صافي القيمة الحالية لكل غصن من أغصان الشجرة

P_i = الاحتمال المشترك (أو حاصل ضرب الاحتمال الأولي بالاحتمال الشرطي)

ويوجد في مثالنا تسعة أغصان للشجرة، أو سلاسل للتدفقات النقدية، أي أن $n = ٩$. إن أول هذه السلاسل من التدفقات النقدية يتكون من - ١٢٥ ديناراً في السنة صفر، - ٥٠ ديناراً في السنة الأولى و - ٢٠٠ ديناراً في السنة الثانية. أما آخر هذه السلاسل فتتألف من التدفقات النقدية الآتية:

- ١٢٥ ديناراً في السنة صفر، ٢٥٠ ديناراً في السنة الأولى، و ٤٠٠ دينار في السنة الثانية.

وعلى سبيل المثال سيتم إيضاح كيفية حساب صافي القيمة الحالية لهاتين السلسلتين باستعمال معدل خصم ٤ بالمئة.

$$\text{صافي القيمة الحالية (١)} = -\ ١٢٥ + \frac{-\ ٥٠}{(١,٠٤)} + \frac{-\ ٢٠٠}{(١,٠٤)^{٢}} = -\ ٣٥٨ \text{ ديناراً}$$

$$\text{صافي القيمة الحالية (٩)} = -\ ١٢٥ + \frac{٢٥٠}{(١,٠٤)} + \frac{٤٠٠}{(١,٠٤)^{٢}} = ٤٨٥ \text{ ديناراً}$$

وبالطريقة نفسها تحسب صافي القيمة الحالية للسلاسل السبع المتبقية للتدفقات النقدية. وبضرب كل من قيم صافي القيمة الحالية الممكنة التسعة باحتمال حدوثها (وهو الاحتمال المشترك)، يتم الحصول على قيم صافي القيمة الحالية المحتملة. وبجمع هذه القيم يتم الحصول على صافي القيمة الحالية المتوقعة للمشروع. إن هذه النتائج مقدمة في الجدول (١٢ ـ ٥). ويتبين من الجدول أن صافي القيمة الحالية المتوقعة للمشروع تساوي إلى ٦٣ ديناراً.

الجدول (١٢ ـ ٥)

حساب صافي القيمة الحالية المتوقعة لمشروع الاستثمار

(القيمة ألف دينار)

(١) سلاسل التدفق النقدي	(٢) صافي القيم الحالية الممكنة	(٣) احتمال مشترك P (1,2)	(٤) = (٢) (٣) صافي القيم الحالية المحتملة
١	٣٥٨ـ	٠,١٠	٣٦ـ
٢	٢١٩ـ	٠,١٠	٢٢ـ
٣	٨١ـ	٠,٠٥	٤ـ
٤	٧٥ـ	٠,١٠	٨ـ
٥	٦٤	٠,٣٠	١٩
٦	٢٠٣	٠,١٠	٢٠
٧	٢٠٨	٠,٠٥	١٠
٨	٣٤٧	٠,١٠	٣٥
٩	٤٨٥	٠,١٠	٤٩
		المجموع =	٦٣ دينار

أما الانحراف المعياري للتوزيع الاحتمالي للقيم المكنة لصافي القيمة الحالية فيتم حسابها بحسب المعادلة الآتية:

$$\sigma_{NPV} = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \left[NPV_i - E(NPV) \right]^2 P_i} \qquad (١٢-١٢)$$

أي الجذر التربيعي لمربع الفرق بين كل قيمة ممكنة لصافي القيمة الحالية والقيمة المتوقعة لصافي القيمة الحالية، كل مضروبة باحتمال حدوثها (الاحتمال المشترك). وبتطبيق هذه المعادلة ينتج ما يلي:

الانحراف المعياري لصافي القيمة الحالية = ٠,١٠ (-٣٥٨ - ٦٣)^2 + ٠,١٠ (-٢١٩ - ٦٣)^2 + ٠,٠٥ (-٨١ - ٦٣)^2 + ٠,١٠ (-٧٥ - ٦٣)^2 + ٠,٣٠ (٦٤ - ٦٣)^2 + ٠,١٠ (٢٠٣ - ٦٣)^2 + ٠,٠٥ (٢٠٨ - ٦٣)^2 + ٠,١٠ (٣٤٧ - ٦٣)^2 + ٠,١٠ (٤٨٥ - ٦٣)^2 = $\sqrt{٥٧,٥٠١}$ = ٢٤٠ ديناراً

وبالحصول على القيمة المتوقعة والانحراف المعياري لصافي القيمة الحالية لمشروع الاستثمار، يمكن استعمالها لحساب معامل التغير ٢٤٠ ÷ ٦٣ = ٣,٨١، واحتمال الحصول على صافي قيمة حالية تساوي إلى الصفر على الأقل ويبلغ في هذه الحالة ٦٠,٢٦ بالمئة حيث كانت قيمة (Z) = - ٠,٢٦. يلاحظ من هذه النتائج أن خطر المشروع كبير جداً. فالانحراف المعياري يساوي إلى أربعة أضعاف القيمة المتوقعة تقريباً، كما أن احتمال التعادل ٦٠ بالمئة ليس عالياً كفاية.

طريقة تحليل الحساسية Sensitivity Analysis Method

تستعمل طريقة تحليل الحساسية لتحري مدى تأثر ريعية مشروع الاستثمار (أي صافي القيمة الحالية أو معدل المردود الداخلي) بتغير واحد أو مجموعة من العوامل الرئيسية التي تحدد التدفق النقدي السنوي للمشروع. ويستطيع المحلل بهذا الأسلوب فحص مدى حساسية ربحية المشروع للتغير في هذه العوامل. فإذا بقي المشروع رابحاً بالرغم من التغير ضمن مدى معقول لهذه العوامل، فإن هذا يعني أن خطر المشروع محمول

Tolerable Risk. أما إذا أدى تغير بسيط في هذه العوامل إلى تحويل المشروع من رابح إلى خاسر، فإن هذا يدل على أن خطر مشروع الاستثمار قد يكون كبيراً.

ويتطلب تطبيق طريقة تحليل الحساسية معرفة الأشياء التالية. **أولاً**: تعريف العوامل التي تؤثر في تحديد التدفق النقدي. مثلاً، إذا كان المشروع يتعلق بطرح سلعة جديدة في السوق، فإن هذه العوامل تتضمن الكمية المباعة، سعر البيع، التكلفة الثابتة بالوحدة، التكلفة المتغيرة بالوحدة، وتكلفة الوحدة. **ثانياً**: تحديد العلاقات الرياضية بين هذه العوامل والتدفق النقدي. **ثالثاً**: يختار المحلل قيمة تمثل أحسن توقعاته لكل من هذه العوامل ويقدر قيمة التدفق النقدي السنوي الذي يستعمل لحساب القيمة المتوقعة لصافي القيمة الحالية مثلاً. **رابعاً**: يقوم المحلل بتغيير أحد هذه العوامل (سعر البيع، أو الكمية المباعة، أو تكلفة الوحدة، . . . ، الخ) ويتابع تأثيرها على صافي القيمة الحالية ليحدد درجة تأثر ربحية المشروع بالتغير في هذا العامل. فإذا كانت الربحية قليلة التأثر (قليلة الحساسية) بالنسبة للتغير في هذا العامل فإن ذلك يعني أن خطر المشروع مقبول، وبالعكس.

إن طريقة تحليل الحساسية مفيدة جداً في تقييم خطر مشروع الاستثمار الرأسمالي لأنها تمكن المدير المالي من طرح أسئلة من نوع **ماذا يحدث إذا** What IF تغير أحد العوامل المؤثرة في ربحية المشروع؟ أي أن المدير المالي يستطيع أن يحلل تأثير عدة أحداث ممكنة **سيناريوهات** على ربحية مشروع الاستثمار. ويتم تحليل الحساسية على الكومبيوتر باستعمال برامج الجداول الإلكترونية مثل مايكروسوفت أكسل ولوتس ١ ـ ٢ ـ ٣.

طريقة المحاكاة Simulation Method

تعتبر طريقة المحاكاة تطبيقاً متقدماً لأسلوبي التوزيعات الاحتمالية وتحليل الحساسية لاعتمادها على الكومبيوتر في تحديد كامل التوزيع الاحتمالي للمراديد الممكنة لمشروع الاستثمار (صافي القيمة الحالية أو معدل المردود الداخلي) بناءً على اختيار عشوائي Ramdom Selection لقيم العوامل المؤثرة في التدفق النقدي. يتطلب تطبيق هذه الطريقة أربع خطوات وهي موضحة في الشكل (١٢ ـ ١).

تتألف هذه الخطوات من الآتي: **أولاً**: تعريف العوامل الأساسية المؤثرة في التدفق النقدي لمشروع الاستثمار، وتقدير توزيع احتمالي للقيم الممكنة لكل من هذه العوامل. تتضمن العوامل الأساسية المؤثرة سعر البيع، عدد الوحدات المباعة، التكلفة الثابتة بالوحدة، التكلفة المتغيرة بالوحدة، اهتلاك الموجودات الثابتة، ضريبة الدخل، . . . ، الخ. **ثانياً**: تحديد العلاقة الرياضية بين هذه العوامل والتدفق النقدي. ويمكن هنا استعمال علاقة تعريف التدفق النقدي المبنية على متغيرات تحليل التعادل الآتية:

$$(CF)_t = [P.Q - (FC + V_u . Q)] (1- T) + Dep \qquad (١٣ - ١٢)$$

$$(CF)_t = (EBIT)_t (1- T) + Dep \qquad (١٤ - ١٢)$$

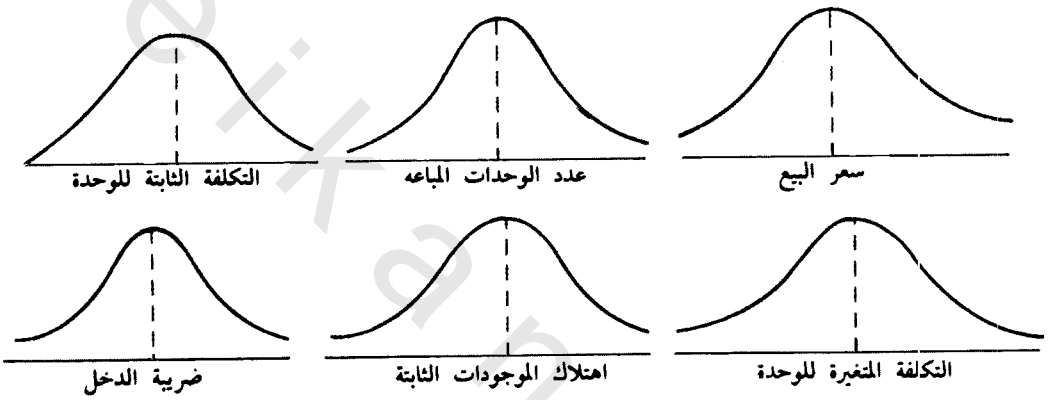
ثالثاً: الاختيار **عشوائياً** لقيمة واحدة من كل من هذه التوزيعات الاحتمالية وإدخالها في النموذج الرياضي المحدد لحساب قيمة التدفق النقدي السنوي ومن ثم صافي القيمة الحالية الناتجة. **رابعاً**: اعادة الخطوة (٣) أعلاه عدد كبير من المرات (مئة مرة أو أكثر) للتوصل إلى توزيع احتمالي كامل لكافة القيم الممكنة لصافي القيمة الحالية لمشروع الاستثمار. ويدعى هذا الأسلوب تحليل محاكاة مونتي كارلو Monte Carlo Simulation Analysis لاعتمادها على الطريقة العشوائية في اختيار قيم المتغيرات.

بتطبيق طريقة المحاكاة باستخدام الكومبيوتر الشخصي الذي أصبح شائع الاستعمال، يمكن رؤية الرسم الهندسي للتوزيع الاحتمالي لصافي القيمة الحالية لمشروع الاستثمار على شاشة الكومبيوتر، كما أنه يمكن الحصول رقمياً على كافة القيم الممكنة للتوزيع الاحتمالي. وطالما أنه تم التوصل إلى التوزيع الاحتمالي بهذه الطريقة المتقدمة احصائياً، فمن الممكن بعد ذلك حساب القيمة المتوقعة والانحراف المعياري لصافي القيمة الحالية وتحليلها بالطرق والأساليب المبحوثة سابقاً. وتجب الملاحظة هنا إلى أن تقدير التوزيعات الاحتمالية لكافة العوامل الأساسية والقيام بتحليل محاكاة مونتي كارلو قد تكون عملية مكلفة لما تتطلبه من وقت وجهد في جمع المعلومات ومعالجتها على الكومبيوتر.

الشكل (١٢ ـ ١)

توضيح لطريقة المحاكاة Simulation لتحديد
التوزيع الاحتمالي لصافي القيمة الحالية

١ـ تعريف العوامل الأساسية المؤثرة في التدفق النقدي من مشروع الاستثمار وتقدير توزيع احتمالي لكل من هذه العوامل كما يلي:

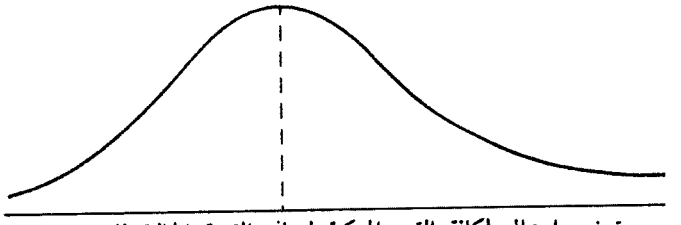


٢ ـ تحديد العلاقة الرياضية بين هذه العوامل والتدفق النقدي. مثلاً:

$$CF_t = [P.Q - (FC + V_u.Q)] (1 - T) + Dep$$

٣ ـ اختيار قيمة واحدة عشوائياً من كل من التوزيعات الاحتمالية ومزجها بحسب النموذج الرياضي المحدد لتحديد قيمة للتدفق النقدي السنوي وبالتالي لصافي القيمة الحالية.

٤ ـ اعادة الخطوة (٣) أعلاه عدد كبير من المرات للتوصل إلى توزيع احتمالي كامل لكافة القيم الممكنة لصافي القيمة الحالية للمشروع.



توزيع احتمالي لكافة القيم الممكنة لصافي القيمة الحالية للمشروع

ملخص

بحث هذا الفصل عدة طرق لإدخال الخطر بشكل محدد في قرار الاستثمار. وقد شملت هذه الطرق سعر الخصم المعدل للخطر الذي أمكن تقديره بشكل موضوعي، لكنه تبين أنه قد يؤدي إلى التعويض بأكثر مما يجب عن خطر مشروع الاستثمار. ولتفادي هذه المحدودية، اقترح استعمال طريقة معادل التأكد التي تعدل للخطر في الصورة وبالتالي خصم التدفق النقدي المعادل للتأكد بمعدل الفائدة العديم الخطر. ثم تطرق البحث إلى طريقة التوزيع الاحتمالي للتدفقات النقدية من المشروع وحساب القيمة المتوقعة والانحراف المعياري للقيمة الحالية لمشروع الاستثمار في حالتي الاستقلال الكامل والترابط الكامل للتدفقات النقدية عبر الزمن. أما في حالة كون التدفقات النقدية من المشروع مترابطة جزئياً، فإنه يمكن تطبيق طريقة شجرات القرار لحساب القيمة المتوقعة والانحراف المعياري لصافي القيمة الحالية. كذلك تم بحث طريقة تحليل الحساسية لتحديد مدى تأثر ربحية المشروع بالتغير في العوامل الأساسية المؤثرة في التدفق النقدي، وبالتالي تحديد خطر المشروع. وأخيراً قدمت طريقة المحاكاة على الكومبيوتر المتقدمة للتوصل إلى توزيع احتمالي متطور للقيم الممكنة لصافي القيمة الحالية للمشروع يتم الحصول عليها بالاختيار العشوائي لقيم العوامل المؤثرة في ربحية المشروع ودمجها في نماذج رياضية.

مسائل تطبيقية على (الفصل ١٢): طرق إدخال الخطر في قرار الاستثمار

١٢ ـ ١ ـ تقوم شركة تصنيع الكابلات الكهربائية بدراسة مشروعي استثمار بديلين واحد يحل محل الآخر. تقدر تكلفة الاستثمار في المشروع (أ) بـ ١١٠,٠٠٠ دينار وفي المشروع (ب) بـ ١٤٠,٠٠٠ دينار. قامت الإدارة التمويلية في الشركة بتقدير التوزيع الاحتمالي للتدفق النقدي السنوي لكل من المشروعين وهو كالآتي:

المشروع (أ)		المشروع (ب)	
احتمال	التدفق النقدي	احتمال	التدفق النقدي
٠,٢٠	١٥,٠٠٠ دينار	٠,٢٠	١٠,٠٠٠ دينار
٠,٦٠	٣٠,٠٠٠	٠,٦٠	٤٠,٠٠٠
٠,٢٠	٣٥,٠٠٠	٠,٢٠	٦٠,٠٠٠

قدرت الحياة الاقتصادية المتوقعة لكل من المشروعين ب ٥ سنوات.

المطلوب

أ ـ أي من المشروعين أكثر خطراً إذا تم استعمال معامل التغير للتدفقات النقدية كمقياس للخطر؟

ب ـ إن خطر كل من المشروعين يختلف عن خطر الشركة ككل. وتستعمل الشركة المعادلة التالية لتقدير العائد المطلوب على الاستثمار المعدل للخطر:

العائد المطلوب

على الاستثمار = معدل الفائدة العديم الخطر + (١٠) معامل التغير للتدفق النقدي.

احسب معدل العائد المطلوب على كل من مشروعي الاستثمار (أ) و (ب)،

بافتراض أن معدل الفائدة القديم الخطر يساوي إلى ٦ بالمئة.

ج ـ أي من مشروعي الاستثمار المقترحين يجب قبوله؟ ادعم إجابتك بحساب صافي القيمة الحالية لكل من المشروعين باستعمال تكلفة الرأسمال المستحصل عليها في (ب) أعلاه بعد تدويرها إلى أقرب عدد كامل.

د ـ إذا كان من المعروف أن المشروع (ب) مرتبط سلبياً مع التدفقات النقدية الأخرى للشركة، بينما المشروع (أ) مرتبط ايجابياً، ما هو تأثير ذلك على اختيار أو رفض أحد المشروعين؟

١٢ ـ ٢ ـ تقوم شركة الملابس والأزياء العصرية بدراسة مشروع للتوسع تقدر تكلفة الاستثمار فيه بـ ٣,٥ مليون دينار، ويتوقع أن يعطي تدفق نقدي سنوي بمقدار ٥٠٠,٠٠٠ دينار سنوياً لمدة ٢٠ سنة. بتحليل خطر المشروع تبين أن الانحراف المعياري للتدفق النقدي السنوي للمشروع يقدر بـ ٢٧٥,٠٠٠ دينار. إن معامل التغير للتدفقات النقدية لشركة الملابس والأزياء العصرية ككل قبل التوسع يقدر بـ ٠,٢٥. إن تكلفة الرأسمال على الشركة تقدر بـ ١١ بالمئة، وإن معدل الفائدة العديم الخطر ٦ بالمئة.

المطلوب

أ ـ احسب صافي القيمة الحالية لمشروع التوسع.

ب ـ احسب معامل تغير التدفقات النقدية لمشروع التوسع.

ج ـ ما هي علاوة الخطر التي يجب تطبيقها على التدفقات النقدية لمشروع التوسع؟ حلل الطريقة المتبعة.

د ـ ما هي صافي القيمة الحالية المعدلة للخطر لمشروع التوسع؟

١٢ ـ ٣ ـ تنظر شركة المقاسم الإلكترونية بأمر الاستثمار في واحد من مشروعين بديلين، مشروع (أ) ويكلف ١,٧٠٠ دينار، ومشروع (ب) ويكلف ١,٥٠٠ دينار. إن الشركة تعتبر العائد على سندات الدولة، كمعدل الفائدة العديم الخطر. إن هذا العائد يساوي حالياً ٥ بالمئة.

القيمة المتوقعة للتدفق النقدي الصافي

السنة	مشروع (أ)	مشروع (ب)
١	٩٠٠ دينار	٩٠٠ دينار
٢	١,٠٠٠	٩٠٠
٣	١,١٠٠	١,٠٠٠

إن معادلات التأكد التي تعتبرها الشركة مناسبة لتحليل الخطر في هذه الحالة هي:

السنة	مشروع (أ)	مشروع (ب)
١	٠,٨	٠,٩
٢	٠,٧	٠,٨
٣	٠,٥	٠,٦

المطلوب

١ ـ احسب صافي القيمة الحالية، معدلة للخطر بحسب طريقة معادل التأكد لكل مشروع.

٢ ـ أي المشروعين فيه خطر أكبر؟

٣ ـ ما هي علاقة التفضيل بين الخطر والمردود للإدارة؟

٤ ـ إذا كانت الشركة تستعمل معدل الخصم المعدل للخطر، لأي مشروع تستعمل معدل أكبر؟ لماذا؟

٥ ـ ما هي الطريقة لحساب معدل الخصم المعدل للخطر الذي يعطي حلاً مماثلاً للمشكلة كالحل الذي حصلنا عليه بطريقة معادل التأكد.

١٢ ـ ٤ ـ تقوم شركة الأحذية المتحدة بدراسة مشروع توسع لإنتاج حذاء للمشي يتميز بالراحة والمتانة. تقدر تكلفة الاستثمارفي المشروع ٢٥٠,٠٠٠ دينار، على أن تهتلك خطياً على فترة ١٠ سنوات لتصل إلى الصفر في نهاية حياة المشروع الاقتصادية. يتوقع أن تبيع الشركة ٥,٠٠٠ زوج أحذية بالسنة بسعر ٥٠ ديناراً للزوج الواحد. وتقدر تكاليف انتاج وبيع (باستثناء الاهتلاك) الزوج الواحد بـ ٢٥ ديناراً. إن تكلفة الرأسمال على الشركة ١٢ بالمئة ومعدل ضريبة الدخل ٤٠ بالمئة. وقد قررت الشركة أن تقوم بتحليل حساسية للمشروع لاتخاذ القرار.

المطلوب

أ ـ احسب صافي القيمة الحالية المتوقعة للمشروع؟

ب ـ يعتقد رئيس الشركة أن تقدير المبيعات السنوي الأكثر احتمالاً هو ٣,٠٠٠ زوج وليس ٥,٠٠٠ زوج. هل يؤثر ذلك على ربحية المشروع؟

١٢ ـ ٥ ـ تعتزم شركة الأدوات الكهربائية العصرية انتاج نوع براد جديد يضاف إلى أنواع البرادات الأخرى التي تنتجها وذلك بحسب سياستها القائلة بالتطوير المستمر لمنتجاتها. يكلف الاستثمار في خط الانتاج الجديد ١ مليون دينار، وسيكون له تأثير غير أكيد على التدفقات النقدية للشركة خلال **السنوات الثلاثة** القادمة. وتعتقد الإدارة أن هناك احتمال ٥٠ بالمئة بأن البراد الجديد سيؤدي إلى زيادة في أرباح الشركة بـ ١ مليون دينار في السنة الأولى و ٥٠ بالمئة احتمال أن لا يحقق أية زيادة في الأرباح على الاطلاق. فإذا لم يحقق البراد الجديد أية أرباح في السنة الأولى. فإنه يتوقع أن لا يحقق أية أرباح أيضاً في السنتين اللاحقتين، ولكنه يوجد احتمال ٤٠ بالمئة بأنه يجب عمل انفاقات استثمارية بمقدار ٣٠٠,٠٠٠ دينار في السنة الثانية. وإذا حقق البراد الجديد أرباحاً في السنة الأولى، فإن الإدارة تعتقد أن الأرباح في السنة الثانية قد تكون ١,٨ مليون دينار، ١,٤ مليون دينار، أو ١ مليون دينار باحتمالات ٠,٢٠، ٠,٦٠، و٠,٢٠ على التتالي. وفي السنة الثالثة هناك احتمالات متساوية (٥٠ ـ ٥٠ بالمئة) بأن تزداد الأرباح أو تنقص بـ ٢٠٠,٠٠٠ دينار عن مستواها في السنة الثانية. وينطبق ذلك على حالة تحقق أرباح في السنة الأولى فقط.

المطلوب

أ ـ ارسم شجرة قرارات تبين الأرباح الناتجة عن البراد الجديد واحتمالات حدوثها في كل من السنوات الثلاث التي تستطيع الإدارة أن تعد تنبؤات لها بشيء من الدقة.

ب ـ احسب القيمة المتوقعة لصافي القيمة الحالية لمشروع انتاج براد جديد باستعمال ٥ بالمئة معدل الفائدة العديم الخطر كمعدل خصم.

ج ـ احسب خطر المشروع مقاساً بالانحراف المعياري لصافي القيمة الحالية، ومعامل التغير.

د ـ ما هو الاحتمال أن يحقق المشروع أرباحاً؟

١٢ ـ ٦ ـ تقوم شركة الآلات والأدوات والتجهيزات العربية بدراسة مشروع استثمار يتطلب انفاقاً رأسمالياً بمبلغ ٣ مليون دينار. ومن المتوقع أن تأخذ التدفقات النقدية الصافية من المشروع التوزيعات الاحتمالية التالية في السنوات الثلاث القادمة:

السنة الأولى		السنة الثانية		السنة الثالثة	
احتمال (بالمئة)	تدفق نقدي (الف دينار)	احتمال (بالمئة)	تدفق نقدي (الف دينار)	احتمال (بالمئة)	تدفق نقدي (الف دينار)
١٠	٨٠٠	١٠	٨٠٠	٢٠	٨٠٠
٢٠	١,٠٠٠	٣٠	١,٠٠٠	٥٠	١,٠٠٠
٤٠	١,٥٠٠	٤٠	١,٥٠٠	٢٠	١,٥٠٠
٣٠	٢,٠٠٠	٢٠	٢,٠٠٠	١٠	٢,٠٠٠

المطلوب

أ ـ بافتراض أن التوزيعات الاحتمالية للتدفقات النقدية السنوية مستقلة وأن معدل الفائدة العديم الخطر ١٠ بالمئة، ما هي صافي القيمة الحالية المتوقعة لمشروع الاستثمار؟

ب ـ ما هو الانحراف المعياري لصافي القيمة الحالية المتوقعة؟

ج ـ ما هي الاحتمالات أن يحقق المشروع صافي قيمة حالية صفرأو أقل، صفر أو أكبر؟ افترض أن التوزيعات الاحتمالية للتدفقات النقدية طبيعية ومستمرة.

د ـ احسب مؤشر الربحية باستعمال القيمة الحالية للتدفقات النقدية المتوقعة. ما هو الاحتمال أن يكون مؤشر الربحية أقل من واحد، وأكبر من اثنين؟

هـ ـ بافتراض أن التدفقات النقدية من المشروع مترابطة بالكامل عبر الزمن، ما هو

تأثير ذلك على صافي القيمة الحالية المتوقعة والانحراف المعياري للمشروع؟ ادعم إجابتك بإعادة حساب قيم هذين المتغيرين.

١٢ ـ ٧ ـ تدرس شركة المصافي العربية مشروعي استثمار بديلين واحد يحل محل الآخر بتكلفة ٤,٥٠٠ دينار لكل منهما وحياة اقتصادية متوقعة ٣ سنوات لكل مشروع. يقدم فيما يلي التوزيع الاحتمالي للتدفقات النقدية الصافية لكل مشروع.

المشروع (أ)		المشروع (ب)	
احتمال	تدفق نقدي	احتمال	تدفق نقدي
٠,٢٠	٤,٠٠٠ دينار	٠,٢٠	صفر دينار
٠,٦٠	٤,٥٠٠	٠,٦٠	٤,٥٠٠
٠,٢٠	٥,٠٠٠	٠,٢٠	١٢,٠٠٠

قررت الشركة بأن تقيم المشروع الأكثر خطراً باستعمال معدل خصم ١٢ بالمئة والمشروع الأقل خطراً بمعدل ١٠ بالمئة.

المطلوب

أ ـ ما هي القيمة المتوقعة للتدفق النقدي السنوي لكل مشروع؟

ب ـ ما هي صافي القيمة الحالية المعدلة للخطر لكل مشروع؟ أي من المشروعين يجب قبوله؟ لماذا؟

ج ـ إذا كان المشروع (ب) يرتبط سلبياً بالتدفقات النقدية للشركة، بينما يرتبط المشروع (أ) ايجابياً، كيف تؤثر هذه المعلومات على القرار؟

١٢ ـ ٨ ـ تقوم شركتك بدراسة مشروع استثمار يتميز بأن تكلفة الاستثمار فيه والتدفقات النقدية الناتجة عنه غير أكيدة. إن أحسن تقديرات الإدارة المالية في الشركة للتوزيع الاحتمالي للانفاقات الرأسمالية وللتدفق النقدي السنوي هي كالآتي:

الانفاقات الرأسمالية		التدفق النقدي السنوي	
احتمال	القيمة (دينار)	احتمال	القيمة (دينار)
٠,٤٠	٨٠,٠٠٠	٠,٢٠	١٤,٠٠٠
٠,٣٠	١٠٠,٠٠٠	٠,٥٠	١٦,٠٠٠
٠,٢٠	١٢٠,٠٠٠	٠,٣٠	١٨,٠٠٠
٠,١٠	١٤,٠٠٠		

تقدر الحياة الاقتصادية للمشروع بـ ١٠ سنوات تصبح قيمة الخردة في نهايتها مساوية إلى الصفر. إن تكلفة الرأسمال في الشركة ١٢ بالمئة.

المطلوب

أ ـ رسم شجرة قرار لهذا الاستثمار تبين الاحتمالات، العائدات، والقيمة المتوقعة لصافي القيمة الحالية؟

ب ـ احسب صافي القيمة الحالية مرة أخرى باستعمال التدفق النقدي المنوقع والانفاق الرأسمالي المتوقع؟

ج ـ ما هو الاحتمال وصافي القيمة الحالية لأسوأ نتيجة ممكنة؟

د ـ ما هو الاحتمال وصافي القيمة الحالية لأحسن نتيجة ممكنة؟

obeikandl.com

مراجع مختارة

1 - Hertz, David B., «Risk Analysis in Capital Investment», **Harvard Business Review,** Vol. 42, (Jan. - Feb. 1964), PP. 95 - 106.

2 - Hillier, Frederick S., «The Derivation of Probabilistic Information for the Evaluation of Risky Investments», **Management Science,** Vol. 9, (April 1963), PP. 443 - 457.

3 - Robichek, A. A., and Myers, S. C., «Conceptual Problems in the Use of Risk Adjusted Discount Rates», **Journal of Finance,** Vol. 21, (december 1966). PP. 727 - 730.

obeikandl.com

obeikandl.com

القسم الرابع

قرار التمويل

THE FINANCING DECISION

obeikandl.com