الفصل التاسع

الخيارات الحقيقية

القلق من الالتزام: جيد أو سيئ؟

"لماذا تكون في عجلة من أمرك"؟ كان هذا تعليق "داراي" عندما تسمع ما يقترحه رئيسها "كانديس"، الذي يعد الرئيس التنفيذي لشركة أناليتيكس وهي شركة رسوم متحركة تعمل في المقام الأول في الإعلانات القصيرة وأشرطة الفيديو والموسيقى، و"داراي" هي المدير المالي. وكانوا يبحثون لأكثر من عام عن فرصة لبدء إجراء تقسيم جديد لشركتهم العاملة في مجال ألعاب الكمبيوتر. وقد قامت شركة كيميت المتخصصة في ألعاب الكمبيوتر باستثمار أموالها في شركة أناليتيكس، وتعد أصول كيميت الرئيسة، باستثناء موظفيها العشرة، هي عبارة عن 1/ 20 من عائدات مبيعات لعبة الكمبيوتر الجديدة التي كانت تعمل عليها الشركة، وتم إطلاقها في غضون ثلاثة أشهر. ومن المقرر أن يتم دفع أول دفعة من الرسوم لشركة كيميت بموجب هذا العقد في غضون ستة أشهر، ولكن هناك قدر كبير من عدم اليقين بشأن مدى نجاح اللعبة، وبالتالي هذا سيحدد تكلفة الرسوم التي سيتم استلامها. ويتفق كل من كانديس وداراي على أن العمل مع كيميت هي فكرة جيدة. وأكثر ما يهتم به كانديس

هو شراء حصة مسيطرة في كيميت بأسرع وقت، بينما تبحث داراي في إمكانية شراء حصة أصغر في الشركة، مع نية شراء حصة أكبر في حالة إذا كانت لعبة الكمبيوتر الجديدة تحقق نتائج جيدة. ففي بعض الأحيان، قد تستغرق اللعبة الجديدة بعض الوقت لتحقيق النجاح، لذا فإن أناليتيكس تريد أن يكون لديها خيار في زيادة مشتريات الأسهم لفترة سنتين على الأقل. ويري كانديس أن هذا الأمر أكثر تكلفة، إذ أن حصة 20٪ في كيميت ستكلف مليوني دولار (مع خيار شراء 40٪ أخرى في أي وقت خلال العامين المقبلين بتكلفة 4 ملايين دولار)، في حين يمكن شراء حصة فورية بنسبة 60٪ مقابل 4.8 مليون دولار. بينما لا يعد هذا منطقياً بالنسبة لـ كانديس، فهي ترى أنه: لماذا تدفع 6 مليون دولار في حين يمكنك دفع 4.8 مليون دولار مقابل شيء يمكنك الحصول عليه على الفور؟ وتشعر داراي بالقلق بشأن المراهنة على مثل هذا المبلغ الكبير من المال على نجاح لعبة كمبيوتر واحدة؛ فإذا جرت الأمور بشكل سيء، فإن الاستثمار في كيميت لن يكون مجدياً. ويجب أن يكون هناك فائدة في تأخير التعهد بهذا الالتزام، ولكن هل يستحق الثمن الإضافي الذي سيدفعونه في النهاية؟

1-9 مقدمة في الخيارات الحقيقية

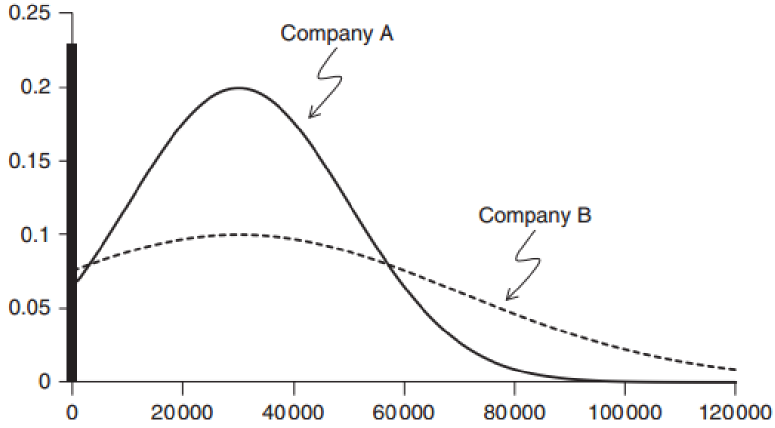
في معظم الحالات يعتبر عدم اليقين المتزايد في النتائج هو أمر غير مرغوب فيه. وتؤكد مناقشتنا في الفصل السادس حول الطريقة التي يتخذ بها الأفراد القرارات أن هذا هو الحال بالنسبة للأفراد عند التعامل مع الأرباح غير المؤكدة: فنحن نفضل أن نربح 80,000 دولار بشكل مؤكد، من أن يكون هناك احتمال 80٪ لربح 100,000 دولار واحتمال 20٪ بعدم ربح أي شيء. كما شاهدنا نفس الفكرة في الفصل الثاني الذي يناقش نظرية المحفظة، حيث نتوقع عوائد أعلى عندما يكون الخطر (أي التباين) أكبر. ومع ذلك، هناك ظروف تكون فيها التغيرات الكبيرة أو التباين الكبير أمراً مفيداً. ويحدث هذا كلما كان هناك خيار ضمني، وتأثير الحد من أي هبوط مرتبط بالتغير. وهذا التأثير المفيد ليس نتيجة لهيكل تفضيل معين يستخدمه صانع القرار: فهو يحدث عندما يكون صانع القرار محايدا تجاه المخاطر. فقد يبدو غريبا أن حدوث زيادة في التباين قد تجعل الأمور أفضل، وهناك طريقة جيدة لفهم هذا من خلال النظر في مثال.

مثال 9-1: الاستثمار في شركات التكنولوجيا الحيوية

لنفترض أنك تفكر في الاستثمار في إحدى شركتين من شركات التكنولوجيا الحيوية، وكلاهما يقوم بأعمال بحث وتطوير مماثلة. وعادةً ما تنتج الشركة A فكرة تصميم جديدة كل ثلاثة أشهر، وفي المتوسط، فإن الربحية المحتملة لأفكار هذه المنتجات، إذا كانت ستدخل حيز الإنتاج هي 000 30 دولار في السنة مع انحراف معياري قدره 000 20 دولار في السنة. (هناك إمكانية خسارة المال إذا دخلت تصاميم المنتجات الأقل نجاحا في حيز الإنتاج، لذلك يتم وضع هذه التصاميم على الرفوف) وأيضاً تنتج الشركة الثانية B فكرة تصميم جديدة كل ثلاثة أشهر والربحية المحتملة لأفكار هذه المنتجات هي 000 30 دولار، ولكن الانحراف المعياري هو أعلى، إذ يبلغ 000 40 دولار في السنة. ما هي الشركة الأفضل للاستثمار فيها؟

وبطبيعة الحال فنحن نرغب في الحد من المخاطر، وهاتين الشركتين تمتلكان نفس الخصائص باستثناء التباين في العائدات على أفكار التصميم الجديد. لذلك، في البداية قد نتوقع أن الشركة A ذات التباين الأصغر من العائدات سوف توفر استثمار أفضل. ولكن في الواقع، فإن الشركة B ذات التباين الأعلى من العائدات سوف تعطي عائد متوقع أعلى وتمثل فرصة أفضل للاستثمار. وأنه لن يتم إنتاج المنتجات التي تحقق خسائر بأي شكل من الأشكال. وبالتالي فإن التصاميم الأقل نجاحا قيمتها صفر وليس قيمة سلبية. وبالتالي، هناك ربح من التغيرات الإيجابية الأكبر في الربحية التي لا يقابلها الاختلافات السلبية الأكبر.

ويوضح الشكل 9-1 الفكرة التي يتم فيها توزيع ربحية المنتج للشركتين بافتراض أن المنتجات غير المربحة لها قيمة صفر. ويمثل الشريط عند الصفر احتمال أي من الأرباح يأخذ القيمة صفر. وتبلغ القيمة المتوسطة لربحية المنتج في حالة التباين المنخفض 052 31 دولارا، أما الفرق الكبير (الخط المتقطع) فهو 33 99 دولارا. وكلما زادت نسبة التوزيع المقطوعة، زادت القيمة المتوقعة للربح. وإذا كان علينا أن ننظر في انحراف معياري أصغر من ذلك، فإننا لن نجد احتمالا لربحية سلبية – مما يؤدي إلى ربح متوقع يساوي المتوسط البالغ 30 ألف دولار، وهو مبلغ أقل من الشركة A.



الشكل 9-1: توزيع الأرباح المقتطعة عند الصفر يعطي نتائج مختلفة حسب التباين.

يوضح هذا المثال أنه عندما يتم قطع منحنى في الأسفل وجعل التباين أصغر، من شأنه أن يجعل الربح المتوقع أسوأ. هذه هي الظاهرة الكامنة التي نستكشفها في هذا الفصل. ومن المهم بالنسبة للمديرين أن يكون لديهم فهم جيد لماذا اختيار خيار معين (في هذه الحالة خيار عدم تطوير منتج) يجعل التغير المتزايد ذات قيمة. هناك أدوات بسيطة من شأنها أن تساعدنا في الحسابات اللازمة لوضع قيمة الدولار من ضمن 'الاختيارية'، وهذا هو ما سننتقل إليه.

9-2 حساب القيم مع الخيارات الحقيقية

لنفترض أن نتيجة بعض المشاريع أو الاستثمارات غير مؤكدة ولكن هناك ضمان بأن النتيجة لن تكون أقل من قيمة معينة A. ربما يكون لدينا خيار عدم المضي قدما في المشروع، وفي هذه الحالة لا يمكن أن تكون النتيجة أقل من الصفر، أو ربما يمكننا دائما بيع استثماراتنا بمبلغ معين A نظرا لأننا نحتفظ بخيار بيع هذا المبلغ (سوف نقدم مناقشة أشمل حول الخيارات المالية في وقت لاحق). على أية حال، إذا كان X متغيرا عشوائيا يعطي الربح في غياب الخيار، فإن الربح المتوقع لدينا:

$$E(\max(X, a)) = E(\max(X - a, 0)) + a.$$

ويذكر هذا التعبير بمناقشتنا حول التوزيع الزائد والمتوسط الزائد الذي قدمناه في الفصل الرابع، وهناك بالفعل علاقة بين الاثنين. ولكن يختلف تعريف التوزيع الزائد لأنه مشروط بأن تكون X > a (بالنسبة لقيمة الهدف a). بالإضافة إلى، في مناقشتنا حول الزيادة المتوقعة كنا قلقين حول توزيع الخسارة، في حين سيكون تركيزنا في الخيارات الحقيقية على الربح. وسيكون أساس الحسابات التي نقوم بها هو التعبير $E(\max(X - a, 0))$, الذي سنشير إليه على أنه الفائض المتوقع عن a (استخدام مصطلح مختلف بدلا من "فائض" قد يساعد على تجنب الارتباك). ويمكننا كتابة الفائض المتوقع عن a، كما يلي:

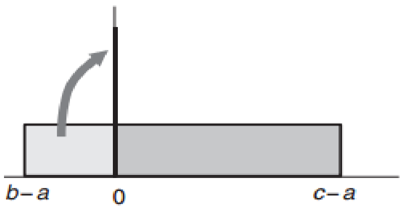
$$E(\max(X - a, 0)) = \Pr(X > a)E(X - a \mid X > a)$$

وبالتالي فإن الفائض المتوقع هو ببساطة الزيادة المتوسطة المضروبة في احتمال تجاوز الهدف. وسوف نعطي بعض التعبيرات المختلفة للفائض المتوقع اعتمادا على توزيع المتغير العشوائي. وأبسط حالة هي عندما يكون X موحدا على مدى (b، c) ويكون $b < a < c$. ويتضح الوضع في الشكل 9-2. إن احتمال أن يكون X-a أقل من الصفر هو المنطقة المظللة بشكل طفيف في الشكل 9-2، حيث أن هناك احتمال $(a - b) / (c - b)$ في الصيغة max(X−a,0) هذه الكتلة الاحتمالية التي يتم ضبطها على الصفر، ويشار إليها بواسطة الشريط الصلب عند الصفر. وفي حالة أن X-a لا تقل عن الصفر، فمن المرجح أيضا أن تأخذ أي قيمة بين 0 وc−a. لذا، في هذه الحالة يكون متوسط القيمة (c−a)/2 (وهذا هو متوسط الزيادة للهدف a). وبالتالي، فإن الفائض المتوقع لـ a هو

$$\begin{aligned} E(\max(X - a, 0)) &= \frac{(a-b)}{(c-b)} \times 0 + \left(1 - \frac{(a-b)}{(c-b)}\right) \times \frac{(c-a)}{2} \\ &= \frac{(c-a)^2}{2(c-b)} \end{aligned}$$

يمكننا استخلاص نفس التعبير باستخدام التكامل. فيكون لدينا:

$$
\begin{aligned}
E(\max(X-a,0)) &= \int_b^c \max(u-a,0)\frac{1}{c-b}du \\
&= \frac{1}{c-b}\int_a^c (u-a)du \\
&= \frac{1}{c-b}\left(\frac{c^2}{2}-ca-\frac{a^2}{2}+a^2\right) \\
&= \frac{(c-a)^2}{2(c-b)}.
\end{aligned}
$$



الشكل 9-2: الرسم البياني لإظهار حساب الفائض المتوقع عن a للتوزيع الموحد على (b, c).

وأيضاً من المفيد الحصول على صيغة لـ $E(\max(a-X,0))$ ويمكن استخلاص ذلك بطريقة مماثلة:

$$
\begin{aligned}
E(\max(a-X,0)) &= \int_b^c \max(a-u,0)\frac{1}{c-b}du \\
&= \frac{1}{c-b}\int_b^a (a-u)du \\
&= \frac{1}{c-b}\left(a^2-\frac{a^2}{2}-ba+\frac{b^2}{2}\right) \\
&= \frac{(a-b)^2}{2(c-b)}.
\end{aligned}
$$

المثال العملي 9-2: عمليات الإنقاذ في المياه العميقة

قد طلب من شركة إنقاذ أن تنظر في تنفيذ عملية إنقاذ صعبة في عمق المياه وتبلغ قيمة قارب الإنقاذ 3 ملايين دولار (وتبلغ القيمة المؤمن عليها 1/ 20 من مبلغ 15 مليون دولار).

وستكون هناك تكلفة قدرها 000 300 دولار لإجراء تحقيق أولي يحدد التكلفة الفعلية لعملية الإنقاذ. وتقدر هذه التكلفة بما يتراوح بين مليونين و4 ملايين دولار، وتعتبر الشركة أي مبلغ بين هذه الأرقام متساويا. وإذا كانت التكلفة كبيرة جداً فإن الشركة لن المضي قدما في عملية الإنقاذ، ولكنها لن تسترد التكلفة الأولية البالغة 300 ألف دولار. ما القيمة المتوقعة لهذا المشروع بالنسبة لشركة الإنقاذ؟

الحل

بمجرد إنفاق مبلغ 300 ألف دولار، سنتساءل ما إذا كنا سنمضي قدما في عملية الإنقاذ أم لا، وهذا سيكون مجديا إذا لم تتجاوز التكلفة 3 ملايين دولار. وبالتالي، فإن الربح المتوقع بالملايين هو:

$$-0.3 + E(\max(3 - X, 0))$$

حيث X موحدة على الفاصل الزمني بين 2 و4 (مليون). باستخدام الصيغة أعلاه، لدينا a=3,b=2,c=4 والربح المتوقع هو:

$$-0.3 + \frac{(3-2)^2}{2(4-2)} = -0.05.$$

وبالتالي، هذا المشروع لا يستحق المضي قدما فيه. ويمكننا الحصول على نفس النتيجة دون استخدام الصيغة حيث أن الأرقام كلها سهلة جدا. وبنسبة 50٪ تكون التكاليف أكثر من 3 ملايين، وأن عملية الإنقاذ لا تستحق القيام بها. مما ينتج عنه خسارة قدرها 0.3 مليون. من ناحية أخرى، إذا كان الإنقاذ جدير بالاهتمام (كما يحدث بنسبة 50٪)، فإنه يتم توزيع التكاليف بشكل موحد على نطاق يتراوح بين 2 و3 ملايين، مما يعطي متوسط تكلفة إنقاذ بقيمة 2.5 مليون دولار، وهذا يعني ربح 0.2 مليون فقط بعد دفع التكاليف مقدما. ومع وجود احتمالات متساوية بخسارة 300000 دولار أو ربح 200,000 دولار، يجب على الشركة المتضررة أن تتخلص من هذه الصفقة.

إن حل المشاكل التي تنطوي على خيارات حقيقية يتطلب دائما نفس النموذج الأساسي

للأحداث التي تجرى ، لذلك فمن الجدير محاولة شرح هذا بمزيد من التفاصيل.

1- *تحديد ما يجري تقييمه*. الهيكل الأساسي لحسابات الخيارات الحقيقية هو أحد التقييمات. نريد أن نعرف قيمة هذا المشروع أو الاستثمار المحتمل، أو ما يعادل مقدار الربح المتوقع؟ فإن معرفة القيمة سوف تخبرنا عن الحد الأقصى للمبلغ الذي يجب أن ندفعه (ومتى يجب أن نصرف نظر عن المشروع إذا كانت القيمة الصافية سلبية). ففي مثال عملية الإنقاذ، نريد أن نقيم المشروع بأكمله.

2- *تحديد نقطة القرار والمعلومات التي سيتم استخدامها*. الفكرة الأساسية للخيارات الحقيقية هي أننا يمكن أن تتخذ قرارا في مرحلة ما في المستقبل بين الخيارات المختلفة على أساس المعلومات التي سوف تكون متاحة بعد ذلك، ولكنها لا تكون متوفرة عندما نقوم بإجراء التقييم مقدما. وللقيام بهذا بشكل بسيط، نفترض أن هناك خيارين فقط يجري النظر فيهم (غالبا ما يكون إما "المضي قدماً" أو "الرجوع عن الفكرة"). ففي مثال الإنقاذ، تحدث نقطة القرار بعد معرفة تكلفة عملية الإنقاذ، والخيار ببساطة هو إما المضي قدما أم لا.

3- *حساب الأرباح لخيارات مختلفة بناء على المعلومات المتاحة*. إذا قمنا بكتابة المعلومات التي سوف يستند عليها قرارنا، مثلاً x (الذي نتخذه كمتغير عشوائي في البداية عندما نقوم بالتقييم، ومن ثم فأننا بحاجة إلى مقارنة الخيارين من حيث الأرباح نظراً لـ x إذا كانت الخيارات A وB قد نكتب $\Pi_A(X)$، ونكتب $\Pi_B(X)$ لدالتي الربح. في مثال الإنقاذ، X هو تكلفة عملية الإنقاذ، وتمثل A "المضي قدماً" وتمثل B "عدم المضي قدماً"، والأرباح هي (بالملايين):

$$\Pi_A(X) = 3 - X - 0.3$$
$$\Pi_B(X) = -0.3.$$

4- *تحديد نقطة القطع بين الخيارات المختلفة*: ستحدد قيمة X الخيار الذي سيتم اتخاذه وسيكون هناك نقطة قطع عند X عندما نقوم بتحويل الخيارات. فإذا كانت X<a للهدف a، فسيكون خيارنا هو A، وإذا كانت X>a نختار الخيار B، أما إذا كانت X=a سنكون حائرين بين الخيارين. ففي مثال الإنقاذ، يكون الخيار A هو الأفضل (المضي قدماً)

إذا كانت X<3، في حين إذا كانت X>3، يكون الخيار الأنسب هو B (الانسحاب).

5- *التعبير عن قيمة المشروع من خلال max (a-X,0)*، فنحن نحن بحاجة إلى إيجاد وسيلة للتعبير عن الربح الإجمالي من خلال صيغة *max (a-X,0)* (استخدام صيغة *max (X-a-,0)* هو أكثر ملائمة في بعض الأحيان). وعند هذه النقطة نكون ما زلنا نعمل على الربح كدالة لمتغير "المعلومات" X. ويكون الربح الكلي هو أكبر من الاحتمالين، لذلك:

$$\begin{aligned}\Pi(X) &= \max(\Pi_A(X), \Pi_B(X)) \\ &= \Pi_B(X) + \max(\Pi_A(X) - \Pi_B(X), 0).\end{aligned} \qquad (1\text{-}9)$$

وعادة ما نستطيع استخدام المصطلح الثاني في النموذج المطلوب (ونحن نعلم بالفعل أن X = a هي النقطة التي عندها يكون($\Pi_A(X) - \Pi_B(X) = 0$ وفي مثال الإنقاذ، يمكن كتابة المعادلة (1-9) كما يلي:

$$\mathbf{\Pi(X) = -0.3 + \max(3 - X, 0).}$$

6- *استخدم توزيع X للعثور على القيمة المتوقعة النهائية*: الخطوة الأخيرة هي تقييم الربح المتوقع باستخدام المعلومات المتاحة على توزيع X، وإيجاد صيغة مناسبة لـ $E(\max(a - X, 0))$ في مثال الإنقاذ، هذه هي النقطة التي نستخدم فيها الصيغة المستمدة من واقع أن X لديها توزيع موحد.

نحن الآن نريد أن نقدم صيغة للفائض المتوقع باستخدام التوزيع الطبيعي. سنتكلم عن الاشتقاقات في القسم التالي، ولكن عند هذه النقطة نقتبس الصيغتين التي يتم التعبير عنها من حيث الكثافة ودالة التوزيع التراكمي لعمل للتوزيع الطبيعي، إذا كان X متغيرا عشوائيا عاديا بمتوسط μ وانحراف معياري σ، فإن:

$$E[\max(a - X, 0)] = (a - \mu)\Phi_{\mu,\sigma}(a) + \sigma^2\varphi_{\mu,\sigma}(a) \qquad (2\text{-}9)$$

و

$$E[\max(X - a, 0)] = (\mu - a)(1 - \Phi_{\mu,\sigma}(a)) + \sigma^2\varphi_{\mu,\sigma}(a), \qquad (3\text{-}9)$$

حيث أن: $\Phi_{\mu,\sigma}(\cdot)$ هي دالة التوزيع التراكمي لـ x، و $\Phi_{\mu,\sigma}(\cdot)$ هي دالة الكثافة لـ x، أي:

$$\varphi_{\mu,\sigma}(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right)$$

حيث نستخدم المصطلح exp(x) للدلالة على e^x.

يمكننا الآن العودة إلى المثال 9-1 ونرى من أين تأتي أرقام التقييم. نحصل على الربح المتوقع للشركة A الذي يقدر بـ 1000 دولار من خلال $E(\max(X,0))$ حيث أن توزيع x هو N(30,20) وبوضع a= 0 في المعادلة (9-3)، نحصل على:

$$\begin{aligned} E(\max(X,0)) &= 30(1-\Phi_{30,20}(0)) + 20^2\varphi_{30,20}(0) \\ &= 30(1-\Phi_{30,20}(0)) + 400\frac{1}{\sqrt{800\pi}}\exp\left(-\frac{900}{800}\right). \end{aligned}$$

يمكن تقييم المدى الأول من جداول التوزيع الطبيعي، ولكن من الأسهل استخدام جدول بيانات لتقييم الصيغة الكاملة.

```
=30*(1-NORMDIST(0,30,20,1))+400*NORMDIST(0,30,20,0).
```

حيث يستخدم صيغة جدول البيانات $\mathrm{NORMDIST}(x, \mu, \sigma, \cdot)$ الذي يعطينا إما دالة التوزيع التراكمي $\Phi_{30,20}(x)$ أو دالة الكثافة $\varphi_{30,20}(x)$ حسب ما إذا كانت الحجة النهائية 1 أو 0. وباستخدام هذه الصيغة نحصل على القيمة 30586.14 دولار. ويمكن بعد ذلك تكرار هذا باستخدام σ = 40 للحصول على قيمة الربح 35246.68 دولار.

وهناك طريقة أخرى للتفكير في ما يجري في هذا المثال هو استخدام لغة الخيارات. لنفترض أننا ننظر في الفوائد المتوقعة لفكرة منتج واحد للشركة B. يمكننا أن نعتبر قيمة فكرة منتج واحد كخيار لشراء براءة اختراع المنتج، وبعبارة أخرى فأنه يعطي "الحق ولكن ليس الالتزام" (لاستخدام العبارة القياسية) لشراء براءة اختراع المنتج. وبمجرد أن تنجح فكرة المنتج بالكامل ويصبح لدينا منتج فعلي، يتضح أن المنتج هو الذي يصنع الخسارة، وفي هذه الحالة لن نستمر في هذه التجربة، بمعنى، إننا لن نطرح المنتج في السوق. الفكرة الرئيسة

هنا هي أنه على الرغم من أننا ندفع المال مقدما، فإنه يأتي وقت حيث يتوفر لدينا المزيد من المعلومات، وبعد ذلك نقرر إذا سنمضي قدماً أم لا.

9-2-1 * اشتقاق صيغة الفائض باستخدام التوزيع الطبيعي

هدفنا في هذا القسم هو اشتقاق المعادلتين (9-2) و(9-3). وسنقوم بذلك عن طريق إنشاء الصيغتين المتوسطتين التاليتين للتكاملات التي تتضمن دالة الكثافة الطبيعية $\varphi_{\mu,\sigma}$

$$\int_{-\infty}^{a} x\varphi_{\mu,\sigma}(x)dx = \mu\Phi_{\mu,\sigma}(a) - \sigma^2\varphi_{\mu,\sigma}(a), \tag{9-4}$$

$$\int_{a}^{\infty} x\varphi_{\mu,\sigma}(x)dx = \mu(1 - \Phi_{\mu,\sigma}(a)) + \sigma^2\varphi_{\mu,\sigma}(a). \tag{9-5}$$

وكما فعلنا من قبل، نكتب $\Phi_{\mu,\sigma}$ لدالة الكثافة التراكمية للمتغير العشوائي الطبيعي بمتوسط μ وانحراف معياري σ. وبالتالي فإن $\Phi_{\mu,\sigma}$ هي جزء لا يتجزأ من $\varphi_{\mu,\sigma}$:

$$d\Phi_{\mu,\sigma}(x)/dx = \varphi_{\mu,\sigma}(x).$$

ويمكن اشتقاق المعادلة (9-4) بالإشارة إلى

$$d\varphi(x)/dx = \left(-\frac{(x-\mu)}{\sigma^2}\right)\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}}\exp\left(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right) = -\frac{(x-\mu)\varphi(x)}{\sigma^2}$$

وبالتالي

$$\begin{aligned}\varphi(a) &= \int_{-\infty}^{a}[d\varphi(x)/dx]dx = \int_{-\infty}^{a} -\frac{(x-\mu)\varphi(x)}{\sigma^2}dx \\ &= \frac{\mu}{\sigma^2}\Phi(a) - \frac{1}{\sigma^2}\int_{-\infty}^{a} x\varphi(x)dx.\end{aligned}$$

ونحصل على المعادلة (9-4) ببساطة عن طريق ضرب σ^2 وإعادة ترتيب هذه المعادلة.

نحصل على المعادلة (9-5) من:

$$\mu = \int_{-\infty}^{\infty} x\varphi(x)dx = \int_{-\infty}^{a} x\varphi(x)dx + \int_{a}^{\infty} x\varphi_{\mu,\sigma}(x)dx$$

وبالتالي

$$\int_a^{\infty} x\varphi_{\mu,\sigma}(x)dx = \mu - \int_{-\infty}^{a} x\varphi(x)dx$$

وبالاستعاضة عن المعادلة (9-4) نحصل على النتيجة التي نبحث عنها. وهكذا، عندما يكون للمتغير العشوائي X توزيع N(μ,σ)، نحصل على:

$$\begin{aligned} E[\max(a - X, 0)] &= \int_{-\infty}^{a} (a - x)\varphi_{\mu,\sigma}(x)dx \\ &= a\int_{-\infty}^{a} \varphi_{\mu,\sigma}(x)dx - \int_{-\infty}^{a} x\varphi_{\mu,\sigma}(x)dx \\ &= (a - \mu)\Phi_{\mu,\sigma}(a) + \sigma^2\varphi_{\mu,\sigma}(a) \end{aligned}$$

وهذه هي النتيجة المطلوبة.

وبالمثل، يمكننا استخلاص الصيغة الأخرى:

$$\begin{aligned} E[\max(X - a, 0)] &= \int_a^{\infty} (x - a)\varphi_{\mu,\sigma}(x)dx \\ &= \int_a^{\infty} x\varphi_{\mu,\sigma}(x)dx - a\int_a^{\infty} \varphi_{\mu,\sigma}(x)dx \\ &= \int_a^{\infty} x\varphi_{\mu,\sigma}(x)dx - a(1 - \Phi_{\mu,\sigma}(a)) \\ &= (\mu - a)(1 - \Phi_{\mu,\sigma}(a)) + \sigma^2\varphi_{\mu,\sigma}(a). \end{aligned}$$

9-3 الجمع بين الخيارات الحقيقية وصافي القيمة الحالية

عادة ما ينطوي تطبيق نهج الخيار الحقيقي على قرار استثماري على مراعاة الخيار الذي سيتخذ لاحقا. وبالتالي، سيتعين علينا النظر في تدفقات الأموال بمرور الوقت، ومن الناحية العملية، نحتاج إلى القيام بهذه الحسابات باستخدام خصم مناسب للعائدات مع مرور الوقت.

وبعبارة أخرى، نحتاج إلى إضافة خيارات حقيقية إلى حساب صافي القيمة الحالية (NPV). فنحن نريد أن نقارن بين الخيارات المختلفة المتاحة لنا، والافتراض الذي نقوم به هو أن الخيارات المختلفة تؤدي إلى حصولنا على مبالغ مختلفة من المال، ولكن يتم دفع هذه المبالغ

في أوقات مختلفة، لذلك فنحن لا نقارن بين المبالغ النقدية ولكن نقارن جدول المدفوعات النقدية مع مرور الوقت (يمكننا أن نسمي هذا تيار التدفق النقدي). ولإجراء هذه المقارنات يتعين علينا السماح بأسعار الفائدة وبذلك نحصل على مفهوم صافي القيمة الحالية (غالبا ما يسمى تحليل التدفقات النقدية المخصومة).

نقطة البداية هي تقسيم الوقت إلى فترات: في معظم الأحيان تكون سنوات، ولكن يمكننا استخدام أشهر أو فترات ربعية. سوف نفترض وجود سعر فائدة لكل فترة، ونكتبها كالتالي r: وهذا يمثل المال الذي نجنيه إذا وضع في حساب مصرفي (أو قد نستخدم بعض الأدوات الأخرى الخالية من المخاطر). ويسمح بوضع مبلغ x في المصرف في بداية فترة تسمح للمبلغ $x(1+r)$ قابل للسحب في نهاية الفترة. ويصبح هذا المبلغ $x(1+r)^2$ بعد فترتين، وهلم جرا. وللمقارنة بين تدفقين مختلفين من التدفقات النقدية، يمكننا افتراض أن النقد المستلم يتم وضعه في البنك وتجميده حتى نهاية أفق التخطيط. وستكون القيمة المستقبلية لتدفق التدفقات النقدية هي المبلغ النقدي الذي يمكن سحبه في نهاية أفق التخطيط. وسيتم تفضيل التدفق النقدي الذي له أعلى قيمة مستقبلية ولتطبيق هذه الطريقة نحن بحاجة إلى الحرص على تتبع متى يصبح المال النقدي متاح.

ولتبسيط هذا نكتب x_0 للإشارة إلى المال الذي ندفعه في الفترة 0 (والذي يمكن أن نفكر به على أنه بداية الفترة 1)، ونكتب x_1 للإشارة إلى المبلغ الذي نتلقاه في نهاية الفترة 1 (أو بداية الفترة 2) وما إلى ذلك. وبطبيعة الحال، فإن المشاريع لا تنطوي فقط على تلقي المال، بل تنطوي أيضا على المدفوعات. ويمكننا التعامل مع ذلك بنفس الطريقة، بشرط أن يكون لدينا بنك مثالي لا يحقق أموالا من مودعيه، وبالتالي يتقاضى نفس سعر الفائدة r على القروض التي يقدمها للودائع. لذلك، إذا اقترضنا مبلغ x لتسديد دفعة في الوقت المحدد 0، سيكون علينا أن نرد إلى البنك مبلغ $x(1+r)$، في نهاية الفترة 1، وبشكل عام، دفع مبلغ $x(1+r)^k$ في نهاية الفترة k. وبالتالي، فإن القيمة المستقبلية في نهاية الفترة n لتيار التدفق النقدي $(x_0, x_1, \ldots, x_n)$. ونحصل عليه من خلال:

$$FV = x_0(1+r)^n + x_1(1+r)^{n-1} + \cdots + x_{n-1}(1+r) + x_n.$$

وفي هذا التعبير تمثل القيم الموجبة x استلام النقد والأخرى السلبية تمثل إجراء الدفع. مما يعطينا فرصة لمقارنة مجموعتي التدفقات النقدية المختلفة.

إذا كان هناك أثنين من التدفقات النقدية لهما نفس القيمة المستقبلية، فإننا سنكون حائرين بينهما في هذا النموذج. ويمكننا أيضا أن ننظر إلى القيمة العادلة التي سيتم وضعها على التدفق النقدي في الفترة 0. ويكون هذا هو المبلغ الذي سنحصل عليه والذي من شأنه أن يجعلنا حائرين بين أخذ المال مقدما أو الحصول على تيار التدفق النقدي. وبعبارة أخرى، هو المبلغ المدفوع في الفترة 0 والذي له نفس القيمة المستقبلية للتدفقات النقدية. وتعد هذه هي القيمة الحالية (يطلق عليها PV)، وبناء على هذا:

$$PV(1+r)^n = x_0(1+r)^n + x_1(1+r)^{n-1} + \cdots + x_{n-1}(1+r) + x_n,$$

والتي يمكننا إعادة كتابتها كالتالي:

$$PV = x_0 + \frac{x_1}{(1+r)} + \frac{x_2}{(1+r)^2} + \cdots + \frac{x_n}{(1+r)^n}.$$

ويمكننا أن نرى أنه يتم خصم مبالغ أكبر من المدفوعات والإيصالات المستقبلية. ولا يتم إجراء أي خصم على الأموال التي يتم استلامها في الفترة 0. ويتم إجراء خصم على الأموال المستلمة في نهاية الفترة 1 بعامل (r+1)، وكثيرا ما نسمي القيمة الحالية بالقيمة الحالية الصافية للتأكيد على أننا ندرج مبالغ نقدية إيجابية وسلبية على حد سواء.

المثال العملي 9-3 مقارنة تيارات التدفق النقدي

هناك فرصتان استثماريتان متاحتان. حيث يتطلب الاستثمار A دفع مبلغ 5000 دولار بعائد 2000 دولار سنويا على مدي الثلاث سنوات المقبلة. في حين يتطلب الاستثمار B دفع مبلغ 6000 دولار بعائد 1500 دولار بنهاية العام الأول و2500 دولار في نهاية العام الثاني و3200 دولار في نهاية العام الثالث. قارن بين قيمتي القيمة الحالية باستخدام معدل خصم 5٪.

الحل

التيار منخفض لـ A (في الألف دولار) هو (2 ,2 ,2 ,5-) مما يعطي صافي القيمة الحالية:

$$V_A = -5 + \frac{2}{1.05} + \frac{2}{(1.05)^2} + \frac{2}{(1.05)^3} = 0.4465$$

القيام بنفس الحساب لـ B يعطينا:

$$V_A = -5 + \frac{2}{1.05} + \frac{2}{(1.05)^2} + \frac{2}{(1.05)^3} = 0.4465$$

لذلك، من خلال هذا الحساب نجد أن صافي القيمة الحالية لكل من الاستثمارات إيجابية والاستثمار B هو المفضل.

فعند تقييم صافي القيم الحالية فإنه من الضروري التعامل مع الوضع الذي يكون فيه تدفق نقدي مستمر كل فترة. وبالطبع، فإنه من الصعب التفكير في مثال نقوم فيه بتسديد المدفوعات للأبد. ولكن، على أية حال، فإنه من المفيد أن نحدد قيمة هذا التدفق النقدي، وهو ما يسمى بالمعاش السنوي. وإذا تم خصم القيمة الحالية للمبلغ x المستلمة بعد عام من الآن، ونفس المبلغ المدفوع لنا كل سنة اعتبارا من ذلك الحين بمعدل r، سيكون المبلغ اللانهائي هو:

$$PV = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{x}{(1+r)^k} = \frac{1}{r}x.$$

استخدمنا هنا صيغة قياسية لتقييم المبلغ اللانهائي. لاحظ أن هذه هي المدفوعات التي تبدأ في نهاية الفترة الأولى: إذا كان هناك مدفوعات مستلمة للمبلغ x في الفترة 0 أيضاً، إذن فتصبح الصيغة:

$$PV = x + \frac{x}{r} = \frac{1+r}{r}x. \qquad (6\text{-}9)$$

الآن حان الوقت للاستفادة من أفكار صافي القيمة الحالية سياق خيار حقيقي ينطوي على التدفقات النقدية مع مرور الوقت. وسنقوم بذلك من خلال مثال.

مثال 9-4 تطويرات فوكستروت

تدرس شركة فوكستروت شراء قطعة من الأرض للتنمية. إذا قامت بالشراء الآن (الفترة 0) في بداية السنة الأولى. فمن المتوقع أن يتم الانتهاء من موافقات التطوير بعد عامين (نهاية العام الثاني) وسوف يستغرق تطوير البناء سنة كاملة، حيث سيتم الانتهاء من التطوير بالكامل مع بداية العام الرابع. وفي الوقت الراهن، يحقق البناء أرباحاً تقدر بـ 50,000 دولار سنوياً، وإذا تم تطوير المبنى لأغراض تجارية وتحسب فوكستروت بأنها سوف تجني دخلا قدره ٠٠٠ 200 دولار سنويا. ومع ذلك، هناك تساؤل حول تكاليف البناء في السنة الثالثة. وعادة ما تختلف تكاليف البناء بشكل عشوائي من سنة إلى أخرى إلا أن فوكستروت تقيم أنه إذا تم بناء المبنى الآن، ستكون التكاليف 2,800,000 دولار. والسؤال هو، كم هو الحد الأقصى الذي يجب أن تدفعه فوكستروت مقابل هذا التطور بافتراض معدل خصم قدره 5٪؟ لنفترض أولا أن فوكستروت تحسب هذه التكلفة ببساطة عن طريق التخمين أن تكاليف البناء ستبقى كما هي الآن. ويوضح الجدول 9-1 تدفق الدخل الذي تستلمه الشركة حيث تحدث التدفقات النقدية في عمود "العام k" في نهاية السنة. وهو نفس بداية السنة k + 1 (جميع المبالغ هي بألفات الدولارات الأمريكية، وقد عملنا بقيم ثابتة للدولار في عام 2010 - بحيث تظهر تدفقات الدخل على أنها ذات قيمة ثابتة حتى لو كان من المتوقع أن تزيد مع التضخم).

الجدول 9-1: صافي حساب القيمة الحالية لتطويرات فوكستروت

	العام 0	العام الأول	العام الثاني	العام الثالث	العام الرابع	القيمة الطرفية
التدفق النقدي	50	50	2800–	200	200	4200
معامل الخصم ×	1	1.05/1	1.052/1	1.053/1	1.054/1	1.055/1
القيمة الحالية =	50	47.6	2539.7–	172.8	164.5	3290.8

لقد اخترنا أن نفترض أن مدفوعات الإيجار لفوكستروت تدفع سنويا مقدما وتكاليف المبنى المتكبدة في السنة الثالثة يجب أن تدفع مقدما في نهاية العام الثاني. والقيمة النهائية هنا

هي القيمة في نهاية العام الخامس لدفق دخل قدره 200 000 دولار. وبما أن الدفعة الأولى هي في نهاية العام 5، يمكننا استخدام المعادلة (9-6) بمعدل خصم قدره r= 0.05 للحصول على القيمة الحالية بنهاية العام الخامس من $(1.05/0.05)x = 21x$ حيث أن x= 200 ، في هذه الحالة نحصل على قيمة طرفية بقيمة 4200.

ويمكننا تجميع القيم الحالية للحصول على قيمة المشروع:

$$50 + 47.6 - 2539.7 + 172.8 + 164.5 + 3290.8 = 1186.$$

ويتعين مقارنة هذه النتيجة بالقيمة إذا لم يكن هناك تطور في الموقع. وفي هذه الحالة، تكون القيمة مساوية لتدفق دخل قدره 50 000 دولار في السنة، وفي هذه الحالة يكون صافي القيمة الحالية (بآلاف الدولارات): 21×50=1050. وقد ألغت تكاليف البناء المرتفعة نسبيا معظم فوائد إيرادات الإيجار الإضافية. الآن نحن نريد تقييم الخيارات الحقيقية، مع الأخذ بعين الاعتبار عدم اليقين حول تكاليف البناء، وأيضاً خيار إمكانية عدم المضي قدما في التنمية. وسوف نرى أن القيمة الفعلية للاستثمار بالنسبة لـ فوكستروت هي أكثر من 1186000 دولار وهذا ما تم استنباطه من الجدول 9-1. وتحدث نقطة القرار في بداية العام الثالث، عندما تقرر فوكستروت ما إذا كان ستتم عملية البناء أم لا. وسيتم اتخاذ هذا القرار على أساس المعلومات المتوفرة حول تكلفة أعمال البناء. لنفترض أن فوكستروت تحصل على مناقصة معينة x، حيث أصبح الاختيار بين الاستمرار بجني 50,000 دولار سنوياً أو دفع المبلغ x هذا العام وجني 200,000 دولار سنويا. أكتب A لاختيار "المضي قدماً في عملية البناء" وB لاختيار "عدم المضي قدماً في عملية البناء". التدفقات النقدية لـ A هي (50, 50, -x, 20, 200, …) بينما التدفقات النقدية لـ B هي (50, 50, 50, 50, …)، وبالفعل قمنا بحساب $\Pi_B = 1050$ ويمكن الحصول على الربح A من الجدول 9-1 من خلال x بدلا من التكلفة 2800. ونحصل على:

$$\Pi_A = 50 + 47.6 - \frac{x}{1.05^2} + 172.8 + 164.5 + 3290.8 = 3725.7 - \frac{x}{1.05^2}.$$

الخطوة التالية، نحن بحاجة إلى العمل على نقطة التعادل لـ x، وستكون النتيجة هي

قيمة x، لذلك فإننا حائرين بين الخيارين - بمعنى أن أي قيمة أعلى لتكاليف البناء من شأنها أن تجعل فوكستروت تتراجع عن المضي قدماً، ويمكننا القيام بذلك من خلال حل:

$$3725.7 - \frac{x}{1.05^2} = 1050.$$

وبدلا من ذلك، يمكننا أن نتحقق من الوضع في بداية العام الثالث (تقييم كل شيء في تلك المرحلة). ثم يكون الاختيار بين القيمة الحالية 21 × 50 = 1050 والقيمة الحالية لـ

$$-x + 4200/(1.05) = 4000 - x.$$

وتكون هذه القيم متساوية عند x= 2950، فهذا يخبرنا كيف سيتم اتخاذ القرار: سوف تتخذ فوكستروت قرار البناء إذا كان السعر أقل من 2,950,000 دولار، الآن نريد أن نكتب صيغة واحدة لقيمة المشروع:

$$\begin{aligned} \Pi &= \Pi_B + \max\left(\Pi_A - \Pi_B, 0\right) \\ &= 1050 + \max(2675.7 - \frac{x}{1.05^2}, 0) \\ &= 1050 + \frac{1}{1.05^2}\max(2950 - x, 0). \end{aligned}$$

دعنا نتوقف عند هذه النقطة وننظر في هذه الصيغة، فبمجرد أن نعرف أن نقطة التعادل لخيار "المضي قدما" هي عند x= 2950، فأننا نعلم أن ي قيمة أعلى من x سوف تعطينا صافي القيمة الحالية الأساسية وهي 1050، ومن ناحية أخرى، فإن وجود قيمة أقل من x أيضاً ستعطينا صافي القيمة الحالية الأساسية 1050، بالإضافة إلى مدفوعات السنة الثالثة من الادخار 2950 دولار−x، وبهذا يكون الجزء المتبقي من اللغز هو تقدير تغير تكاليف البناء. لنفترض أن فوكستروت تعتقد أنه من المرجح أن تتحرك تكاليف البناء صعودا أو هبوطا من القيمة الحالية التي تقدر بـ 2.8 مليون دولار، ويتم توزيع النتيجة عادة بمتوسط 2.8 مليون دولار وانحراف معياري قدره 200000 دولار. وتعطى القيمة الحالية المتوقعة للاستثمار (بآلاف الدولارات) من خلال:

$$E(\Pi) = 1050 + \frac{1}{1.05^2}E(\max(2950 - x, 0)).$$

الآن يمكننا استخدام الصيغة السابقة المعادلة، (2.9)، لتوضيح:

$$\begin{aligned} E(\max(2950 - x, 0)) &= 150\Phi_{\mu,\sigma}(2950) + 200^2\varphi_{\mu,\sigma}(2950) \\ &= 176.23. \end{aligned}$$

وبالتالي فإن التقييم النهائي هو:

$$= 1050 + \frac{1}{1.05^2}176.23 = 1209.827,$$

أو 827 209 1 دولار، أي بزيادة قدرها 827 23 دولار عن الرقم السابق. لذلك، في هذا المثال، فإن الخيار الحقيقي يستحق 2٪ إضافية في قيمة الاستثمار.

4-9 التعامل مع الخيارات المالية

هناك نوعين من الخيارات في العالم المالي: خيار تنفيذ العقد يعطي الحق (وليس الالتزام) لشراء أداة مالية أساسية في مرحلة ما في المستقبل بسعر معين "ممارسة". وإذا كان تاريخ ممارسة الخيار محدداً، يطلق عليه الخيار الأوروبي؛ وإذا كان الخيار يمكن أن يمارس في أي وقت حتى تاريخ انتهاء صلاحية الخيار، يسمى خيار أمريكي. ويكون خيار الشراء مماثل إلا أنه يعطي الحق (وليس الالتزام) لبيع الأداة المالية الأساسية بسعر معين.

على سبيل المثال، كان سعر التداول لسهم أبل في 21 مارس 2013 هو 452.73 دولار. وكان خيار تنفيذ العقد الأمريكي وسعر الممارسة بقيمة 430 دولار على أن يتم ممارسته بحلول 17 مايو 2013، وكان يباع مقابل 35.25 دولار، وتم تسعير خيار تنفيذ العقد عند 460 دولار بقيمة 18.70 دولار. وكان خيار البيع عند 450 دولار بسعر 22.00 دولار.

ويمكننا أن نراجع ما تعنيه هذه الأرقام: بالنسبة لنفقة قدرها 35.25 دولار، يحصل المستثمر على فرصة لشراء السهم مقابل 430 دولار في 17 مايو أو قبل ذلك. وإذا كانت قيمة السهم في ذلك التاريخ أقل من 430 دولار، فإن الخيار لا قيمة له، ولكن إذا كانت أبل تبيع مقابل 430.50 دولار، فإن الخيار يقدر بـ 0.50 دولار، وإذا كان السعر أعلى، فإن الخيار سيقدر بأكثر من ذلك.

أما بالنسبة لخيار البيع فهو العكس: بالنسبة لنفقة قدرها 22 دولار، يحصل المستثمر على فرصة لبيع السهم مقابل 450 دولار، فإذا كان سعر السهم فوق هذا المستوى يوم 17 مايو، فيكون خيار البيع لا قيمة له. على سبيل المثال، إذا أنخفض سعر سهم أبل إلى 420 دولار، فستكون قيمة خيار البيع 30 دولار.

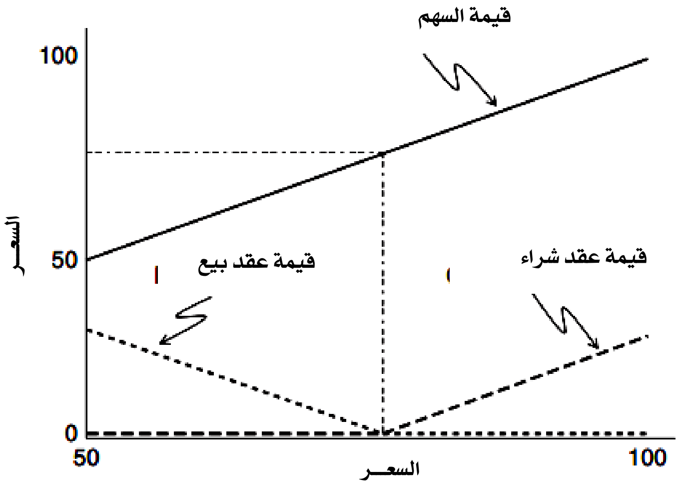
وفضلا عن شراء خيارات الشراء أو البيع في الكثير من أسعار الممارسة وعدد من تواريخ انتهاء الصلاحية المختلفة، هناك أيضاً فرصة لبيع هذه الخيارات (توصف أحيانا بأنها "بيع" خيار). لذلك هناك عدد كبير جدا من المواقف المختلفة التي قد يتخذها المستثمر، ويقرر المستثمرين في كثير من الأحيان الاحتفاظ بمجموعة من الخيارات في الأسهم من أجل تعديل خصائص الأرباح أو الخسائر المحتملة التي يمكن أن يواجهوها.

قد يرغب المستثمر المتجنب للمخاطر في شراء حصة كبيرة في أسهم أبل، وفي الوقت نفسه، شراء خيارات الشراء بسعر ممارسة 410 دولار على سبيل المثال، توفير نوع من التأمين في حالة حدوث انخفاض كبير في سعر الأسهم . وإذا أراد المستثمر نفسه بيع خيار البيع بسعر ممارسة أعلى، مثلاً 480 دولار، فإنه سيحد من احتمال حصوله على أرباح كبيرة، ولكن الأموال التي يحصل عليها من خيار الشراء يمكن أن توضع مقابل تكلفة شراء خيار البيع.

ومع ذلك، لاحظ أنه لا يوجد شيء يمنع المستثمر من شراء وبيع الخيارات دون أن يكون لديه أي أسهم. ففي الواقع، هذا هو المعيار. قد يحدد عقد الخيار التسليم الفعلي (على سبيل المثال، سهم في أبل) عند نقطة التسوية، ولكن في كثير من الأحيان هذا لن يحدث في الواقع وبدلا من ذلك سيتم إلغاء الخيار من خلال عمليات التغطية. وتحدد بعض عقود الخيارات (على سبيل المثال، تلك التي يكون فيها الضمان الأساسي هو مؤشر، مثل داو جونز) التسوية النقدية بحيث يتم الدفع ولكن لا يتم تسليم الأسهم. وعادة ما يكون ذلك أفضل من التفكير في خيار البيع لأسهم أبل من حيث الحق في شراء أسهم أبل، إن النظر في الخيار باعتباره كعقد مالي يتضمن اتفاقا للبائع بأن يدفع للمشتري الفرق بين سعر سهم أبل وسعر الممارسة إذا كان هذا هو المسار الصحيح.

ويبين الشكل 9-3 كيف تعتمد قيمة خيار الشراء أو البيع على سعر السهم الأساسي في وقت الممارسة وسعر الممارسة.

الآن نعود إلى مثال القسم السابق، إذا كنا نفكر في تكاليف البناء وسعر السهم، فإن القيمة المنخفضة تعتبر أمر جيد بالنسبة لـ فوكستروت - حيث كلما انخفضت تكاليف البناء كلما زادت قيمة الاستثمار. ولكن بمجرد أن ترتفع تكلفة البناء فوق 2.95 مليون، فلا يعد يهم ما هي التكلفة، حيث أن المبنى لن يكون جدير بالاهتمام. وبالتالي فإن الاستثمار لديه خصائص خيار البيع مع سعر ممارسة 2.95 مليون.



الشكل 9-3: مدفوعات خيارات الشراء والبيع كدالة لسعر السهم.

لنفترض أن قيمة تكاليف البناء هي 2.95 مليون، ففي هذه الحالة ستكون فوكستروت حائرة بين المضي قدما في المشروع أم لا. لذلك أي تكلفة أقل بالنسبة لـ فوكستروت تعادل الحصول على الفرق في السنة الثالثة، ولكن أي تكلفة أعلى لن تحدث أي تغيير. لذلك هذا يطابق خيار البيع حيث لدينا الحق في البيع بسعر ممارسة، بحيث عندما ينخفض السعر

أقل من سعر الممارسة، سيمكننا شراء بسعر أقل والبيع بسعر أعلى، وجني الربح من هذا الفرق. ويمكننا أن نرى في مثال فوكستروت، أن الشراء له جزأين: أولا نشتري العقار في حالته غير المتطورة مقابل قيمة معينة، بالإضافة إلى أننا نشتري خيار البيع على مؤشر سعر المبنى. هذا هو الخيار الأوروبي أن يمارس في بداية العام الثالث مع سعر ممارسة 2.95 مليون للمبنى. ومن الطبيعي إنه إذا كان مؤشر سعر المبنى على أساس متر مربع فسيتم تقسيم سعر الممارسة على حجم المبنى.

ويتعلق السؤال النهائي بحجم الخيار الذي سيتم شراؤه. وهنا نحن بحاجة إلى النظر في منحدر خيار البيع في الشكل 9-3 ومقارنته بمبلغ زيادة الربح إذا انخفض السعر إلى أقل من 2.95 مليون. وفيما يتعلق بالقيمة الإضافية للخيار في وقت ممارسته، كل دولار أقل يعد زيادة في أرباح شركة فوكستروت، وبالتالي يحدث التكافؤ عند اختيار خيار البيع للقيمة الكاملة لتكلفة المبنى.

يلاحظ أنه في هذه الحسابات تكون التعقيدات المرتبطة بفرض فجوة في الإيرادات لمدة عام واحد ثم استبدال مبلغ سنوي قدره 000 50 دولار بمبلغ سنوي قدره 000 200 دولار، يتم التعامل معها جميعا من خلال الرقم الوحيد البالغ 2.95 مليون دولار، وهو سعر ممارسة الخيار. ولقد أعطينا نهجا مباشرا لتقدير خيار حيث يمكن تمثيل عدم اليقين على أنه توزيع طبيعي بمتوسط معروف وانحراف معياري في تاريخ ممارسة الخيار. ومع ذلك، فإن النهج الأكثر شهرة لتقييم الخيارات هو صيغة بلاك سكولز. وهذا يعطينا سعر الخيار الأوروبي من حيث خمسة كميات:

أ- سعر السهم الأساسي الآن هو S_0.

ب- التغير في سعر السهم σ.

ج- الفترة حتى ممارسة الخيار T.

د- سعر الممارسة K.

هـ- معدل الخصم الواجب تطبيقه (معدل العائد الخالي من المخاطر) r.

عندما لا يكون هناك عائد توزيعات أرباح، فإن صيغة بلاك سكولز تعطي سعر خيار البيع الأوروبي (الحق في شراء السهم بسعر K في الوقت T):

$$S_0\Phi_{0,1}(d_+) - e^{-rT}K\Phi_{0,1}(d_-)$$

حيث:

$$d_+ = \frac{1}{\sigma\sqrt{T}}\left[\log\left(\frac{S_0}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)T\right],$$
$$d_- = \frac{1}{\sigma\sqrt{T}}\left[\log\left(\frac{S_0}{K}\right) + \left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)T\right].$$

وستحدد المتغيرات الثلاثة الأولى (S_0 وσ وT) توزيع أسعار الأسهم في تاريخ الممارسة.

إن الفرق الكبير بين نهج بلاك سكولز والأمثلة التي قدمناها للخيارات الحقيقية هو أن أسعار الأسهم في الأسواق المالية تتحرك بطريقة متعددة - لذلك، بدلا من أن يكون من المرجح أن يتحرك سعر السهم بقيمة 100 دولار ليصل إلى 110 دولارات أو 90 دولارا (مثلا)، فإن التحرك صعودا بمعامل 1.1 سينطوي على التحرك هبوطاً بنفس القدر بنسبة 1 / 1.1، وبالتالي يكون من المرجح حدوث زيادة من 100 دولار إلى 110 دولار وأيضاً حدوث انخفاض من 100 دولار إلى 90.91 دولار بنفس الدرجة.

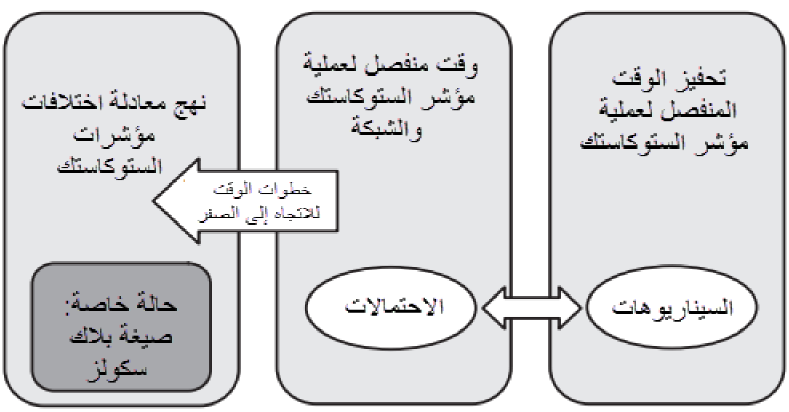
هذا السلوك المضاعف يعني أنه من المرجح أن يظهر السعر اللوغاريتمي للسهم توزيعاً طبيعياً بدلا من سعر السهم نفسه. ومع ذلك، فإن صيغة بلاك سكولز ليست مشتقة فقط بالنظر إلى القيمة المتوقعة في وقت الممارسة. فإنها تعد نهج أكثر تطوراً وتنطوي على بناء أداة اصطناعية خالية من المخاطر والتي يجب أن تتطابق بعد ذلك مع معدل العائد الخالي من المخاطر من خلال حجة "لا مراجحة" وهذا يسمح للحساب أن يحدث دون النظر في الانجراف مع مرور الوقت: فإن التغير وحده يكفي لإجراء الحسابات.

والفكرة هي أنه إذا كان الخيار يتعلق بالأصول التي يتم تداولها، فإن سعر الأصل الآن ليس مستقلا عن السلوك المستقبلي المتوقع لسعر الأصول: إذا كان السعر الآن يتعارض مع ما سيحدث في المستقبل، فسوف يغتنم شخص ما الفرصة للشراء أو البيع وكسب المال من

التجارة. وبعبارة أخرى، لا يمكننا فصل الانجراف في قيمة الأصول ومعدل العائد الخالي من المخاطر، ويتم اختيار هذين الأمرين بشكل مستقل.

وفي الحالات الأكثر تعقيدا هناك مجموعة من النهوج الممكنة المختلفة لتقييم خيار حقيقي: يمكننا استخدام صيغة بلاك سكولز ويمكننا حل مجموعة من المعادلات التفاضلية العشوائية مع الظروف الحدودية المناسبة وأيضاً يمكننا إجراء التقييم باستخدام نوع من الحدين (أو ثلاثي الحدود) أو يمكننا استخدام نهج محاكاة مونت كارلو. ويوضح الشكل 9-4 مختلف الاحتمالات.

وينشأ نهج المعادلات التفاضلية العشوائية بافتراض شكل من أشكال الحركة البراونية أو العملية العشوائية ذات الصلة بالأسعار غير المؤكدة (أو العوائد). تعد صيغة بلاك سكولز حالة خاصة متاحة للأصول المتداولة في إطار بعض الافتراضات. وبشكل عام، يمكن اعتبار المعادلات التفاضلية العشوائية بأنها الحد من عملية عشوائية في وقت منفصل حيث تصبح الزيادات الوقتية أصغر وأصغر. وتعمل الحسابات الشبكية بشكل مباشر مباشرة مع هذه العمليات العشوائية في وقت منفصل وتسمح بمرونة إضافية في النمذجة باستخدام حالة منفصلة أيضا. والفكرة هنا هي حساب الاحتمالات التي تجري في حالات مختلفة وتكون مرتبة على شبكة ثنائية الأبعاد، ويوجد الوقت على بعد والسعر على بعد أخر.



الشكل 9-4: أساليب مختلفة لتقييم الخيارات الحقيقية.

وأخيرا، فإن نهج مونت كارلو يحل محل حساب الاحتمالات في نهج الشبكة من خلال استخدام المحاكاة. ويعد نهج مونت كارلو هو أبسط وقد يكون الأكثر فائدة لتقييم الخيارات الحقيقية في الممارسة العملية: سوف نناقش هذه الطريقة بمزيد من التفصيل في القسم التالي.

وأخيرا، يجدر التعليق على بعض المزايا في الربط بين الخيارات الحقيقية والخيارات المالية:

- يحتوي عالم الأعمال الآن على العديد من الناس التي لديها معرفة بالخيارات: لا توجد صعوبة في فهم نهج الخيار، ويمكن أن يكون مفيدا في تقدير الهيكل المالي للاستثمارات المحتملة (وكذلك شرح لماذا يمكن أن يؤدي التغيير الكبير إلى نتيجة أكثر ربحية).
- إن وجود خريطة للاستثمار في مجموعة من الخيارات يصبح من الممكن استخدام تقنيات راسخة وبرمجيات لتقييم الخيارات. ولقد ذكرنا صيغة بلاك سكولز التي تنطبق على الخيارات الأوروبية حيث يمكن توضيح تحركات الأسعار من خلال الحركة البراونية. ولكن هناك تقنيات أخرى من قبل أولئك الذين يحتاجون إلى تقييم أنواع مختلفة من الخيارات. وعادة ما يتم تقييم الخيارات الأمريكية باستخدام نوع من عملية المحاكاة. ففي هذا المثال، قمنا باستخدام الخيار الأوروبي ولكن يمكن أن تؤدي أنواع مختلفة من سيناريوهات الخيارات الحقيقية إلى خيارات أوروبية أو أمريكية. سنعرض كيف يمكن استخدام تقنية محاكاة مونت كارلو في إطار الخيارات الحقيقية في القسم التالي.
- إذا كان عدم التيقن الكامن يتعلق بأداة متداولة (مثل سعر السلعة)، فإن قيمة الخيار قد لا تعتمد على أي نوع من الحسابات وربما يمكن إيجادها ببساطة من خلال النظر في أسعار السوق.
- في حالة وجود سوق للخيارات التي ترتبط ارتباطا وثيقا بالخيارات التي تحدث في الاستثمار، سيكون هناك أيضا إمكانية شراء أو بيع الخيارات لإلغاء عدم اليقين تماما فيما يتعلق بممارسة الخيار الضمني (مما يعطي تحوطا دقيقا). وهناك عدد من الأرقام القياسية لأسعار المباني المتاحة في أنحاء مختلفة من العالم. على حد علمي، لا توجد خيارات تداول في أي من هذه المؤشرات.

- ومع ذلك، لنفترض أنه كان يوجد خيارات للتداول. وبالتالي سوف يكون لفوكستروت خيار بيع سعر الممارسة في نفس وقت شراء العقار. وقد يؤدي القيام بذلك بعناية إلى نفس القيمة الحالية الصافية تقريبا، بغض النظر عما إذا كانت عملية إعادة البناء ستتم أم لا. ولن تحدث التغيرات في صافي القيمة الحالية إلا إذا التي يتم الحصول عليها لها قيم مختلفة جدا عما هو متوقع بناء على التغيرات في مؤشر أسعار المباني.

5-9 استخدام محاكاة مونت كارلو لتقييم الخيارات الحقيقية

الغرض الرئيسي من الخيارات الحقيقية هي الاستفادة من فرصة لتأخير قرار حتى يتوفر المزيد من المعلومات وغالبا ما يستند القرار على شيء يختلف بطريقة عشوائية. ومن الطبيعي استخدام نهج مونت كارلو في هذا السياق، وهذا سيوفر لنا المرونة لتمثيل جوانب مختلفة حول ما يجري. وميزة استخدام هذه الطريقة هي أننا يمكن أن نرى توزيع النتائج المحتملة بسهولة حتى نتمكن من الحصول على مقاييس المخاطر مثل القيمة المعرضة للخطر من نفس الحسابات. وسنوضح هذا من خلال مثال بسيط.

مثال 9-5 الزيت السريع

تنظر شركة زيت السريع في تطوير مشروع نفطي صخري بتكاليف عالية، حيث يرتبط قرار عدم المضي قدما بسعر النفط في المستقبل. ويتعلق القرار الأول بما إذا كان يجب على الشركة شراء حقوق المورد أم لا. في حالة الشراء ستحتاج الشركة إلى بناء سعة معالجة إضافية وبنية تحتية، ولكن يمكن تأجيل ذلك إلى أن تكون الأسعار أعلى من قيمتها الحالية. وسوف تستغرق عملية البناء عام واحد (مع ارتفاع تكاليف البناء خلال هذه الفترة). وبمجرد بدء التشغيل، هناك تكلفة كبيرة (ثابتة) لكل سنة من العمليات، بالإضافة إلى المزيد من التكاليف التي تعتمد على حجم النفط المنتج. نفترض أن سعر النفط الخام حسب عملية عشوائية يتضمن السعر الأساسي الذي يتبع حركة براونية هندسية مع الانجراف صعودا، وهذا بالإضافة إلى أن العملية تخضع للتقلبات بسبب التغيرات قصيرة الأجل في العرض والطلب التي نمارسها من خلال عملية عائد متوسط. ونشير للسعر اللوغاريتمي للنفط بـ

w_t، إذن $w_t = y_t + \theta_t$ ، حيث تمثل y_t المستوى الأساسي وتمثل θ_t عنصر عائد قصير الأجل (متوسط θ_t هو صفر). ويمكننا تعريف المكونين من خلال العودية (الاستدعاء الذاتي):

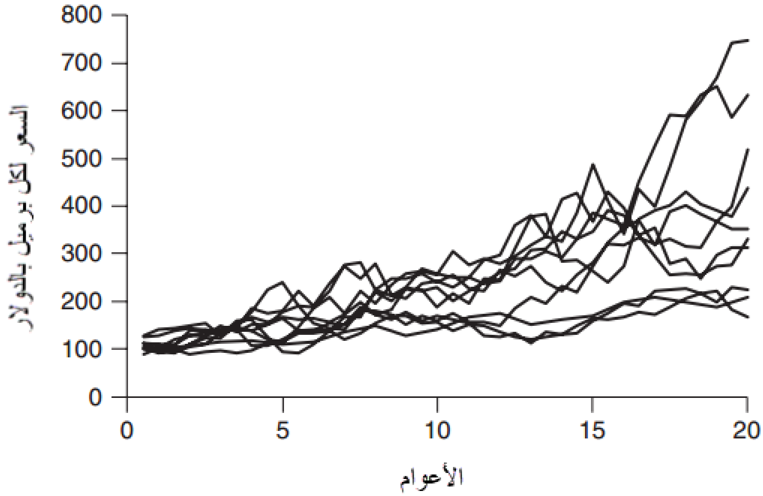
$$y_t = y_{t-1} + \alpha + \varepsilon_t,$$
$$\theta_t = \beta\theta_{t-1} + \delta_t,$$

حيث تحدد a الانجراف وتوضح $\beta<1$ مدى سرعة حركة θ_t نحو الصفر). وتعتبر كل من ε_t وδ_t ضوضاء عشوائية. وسواء كان هذا نموذجا جيدا لأسعار النفط أم لا، فإنه يوضح الطريقة التي لا تقيد بها منهجية مونت كارلو في عمليات السعر التي يمكن النظر فيها.

والواقع أنه ليس من السهل اتخاذ قرار بشأن النموذج الصحيح لأسعار النفط على مدى أفق طويل: إذ بدت الأسعار مستقرة جدا قبل بداية العقد الأول من القرن الحادي والعشرين، ثم بدأت تسجل ارتفاعا مطردا خلال الفترة منذ عام 2002، حيث بلغت أكثر من 130 دولارا للبرميل في منتصف عام 2008، قبل أن ينخفض إلى ما دون 50 دولارا في نهاية ذلك العام، ومن ثم بدأ بالارتفاع بشكل مطرد مرة أخرى.

ولنفترض أن سعر النفط الحالي هو 100 دولار للبرميل الواحد وأننا سنعمل مع وحدة لمدة ستة أشهر، وقمنا بتعيين $\alpha=0.04,\beta=0.75$ وε_t هو متغير متوسطه صفر، والانحراف المعياري 0.07، وδ_t هو متغير متوسطه صفر والانحراف المعياري 0.09. ويبين الشكل 9-5 عينة من عشرة تحقيقات سعرية على مدى فترة 20 عاماً وتوضح لنا هذه المعايير.

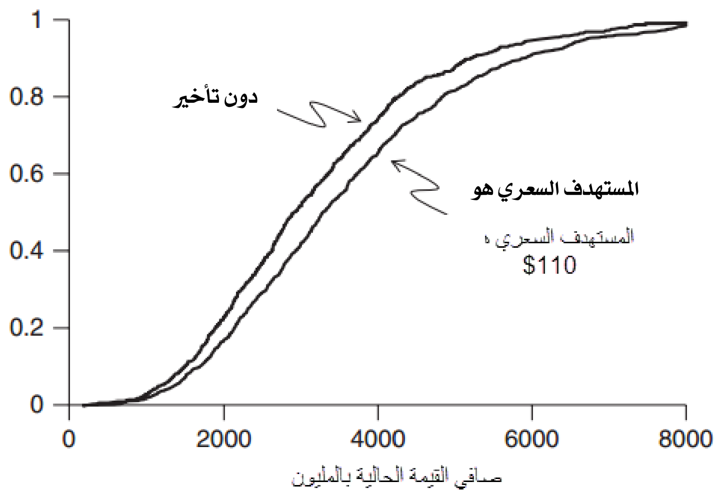
تكلفة تأمين الموقع بشكل صحيح وإيقاف تشغيل بعض المحطات القائمة (الأعمال التي تحتاج إلى القيام بها على الفور عند الشراء) هو 25 مليون دولار. وتبلغ تكلفة بناء المحطة (التي ستستغرق سنة) 400 مليون دولار. ويمكن أن ينتج عن تشغيل المحطة 2 مليون برميل سنويا. وتبلغ تكلفة التشغيل الثابتة في السنة 80 مليون دولار، وتبلغ تكاليف الإنتاج (المتغير) 70 دولارا للبرميل الواحد.



الشكل 9-5: عينة لعشرة سلاسل أسعار لمثال الزيت السريع.

وتستخدم الشركة معدل خصم للمشاريع الرأسمالية بنسبة 7٪ (عندما يتم تحويل جميع المبالغ بالدولار إلى قيم ثابتة للدولار لعام 2013). وتعتبر الاحتياطيات كافية لتشغيل المحطة لمدة 20 عاما، وسوف نتجاهل ما يحدث في نهاية هذه الفترة (لذلك نحن ننظر للقيمة المتبقية من معدات الإنتاج، ولا تكلفة تنظيف الموقع). وبالنظر إلى هذا الترتيب، فإن جدول البيانات BRMch9-Quickstep.xlsx يستخدم محاكاة مونتي كارلو. ولكنه يعد غير عملي بشكل كبير لأنه يتضمن 1000 محاكاة، حيث يصل مدى كل محاكاة إلى 40 عاما. وتتضمن كل محاكاة أربعة صفوف: السلسلتان الزمنيتان y_t وθ_t المستخدمة لتوليد الأسعار، والأسعار نفسها وخط التدفق النقدي الذي ينطوي على بعض الصيغ الفوضوية التي لها تأثير لضمان بدء تشغيل محطة الإنتاج عندما يصل السعر إلى المستوى المطلوب. وبسبب التأخير في بناء المحطة فلن تتمكن المحطة من بدأ العمل إلا بعد 18 شهرا بعد عملية الشراء. وسيزيد متوسط السعر عند هذه النقطة عن 110 دولارات للبرميل، الأمر الذي يجعل كل شيء اقتصاديا (خلال 18 شهرا سيزداد السعر اللوغاريتمي بمقدار 3a=0.12 مما يعني زيادة في سعر النفط بعامل exp(0.12)=1.1275) نقطة البداية هي

استخدام محاكاة مونتي كارلو لحساب صافي القيمة الحالية المتوقعة للمشروع نظرا لعدم وجود تأخير في بناء المصنع – وهذا يمكن أن يتحقق عن طريق تحديد عتبة السعر بأقل من 100، وسوف تعتمد النتيجة على الأرقام العشوائية المحددة التي تظهر في المحاكاة، وحتى مع وجود ألف سيناريو سيكون هناك اختلاف بسيط (والذي يمكننا أن نراه عن طريق الضغط على "F9" للحصول على "صيغة" أخرى للأرقام العشوائية). ويبلغ متوسط القيمة الصافية الحالية حوالي 3190 مليون دولار، ولكن بالنسبة لمجموعة مكونة من ألف سيناريو فردي، فيمكن أن يكون لها قيمة متوسطة في نطاق يتراوح بين 3110 مليون دولار وحوالي 3250 مليون دولار. والخطوة التالية هي محاولة مراعاة المرونة المتاحة للشركة "كويك ستب" إذا انخفض سعر النفط في البداية، فمن المنطقي الانتظار قبل الالتزام بإنفاق 400 مليون دولار لبناء المحطة.



الشكل 6-9: تحسين خواص القيمة الحالية للمخاطرة لخيار كويك ستب بالتأجيل

وإذا أردنا اتباع نهج محافظ فسيكون علينا الانتظار حتى يصل السعر فوق مستوى التعادل التي يبلغ 110 دولار قبل البدء. ولكن هذا لن يكون ضمانا ضد انخفاض

الأسعار في وقت لاحق، ولكن لأنه عادة ما يكون هناك انحراف صعودي في عملية السعر، ومن المؤكد أن فرصة خسارة المال هي منخفضة. وعند استخدام هذا النهج، فإن محاكاة مونتي كارلو تعطي متوسط قيمة صافية حالية تبلغ حوالي 3550 مليون دولار، ولكن يمكن أن تتراوح قيمة مجموعة من السيناريوهات الفردية بين 3430 مليون دولار و3620 مليون دولار. ويبلغ متوسط التحسن في صافي القيمة الحالية الناجمة عن المرونة في تأخير بدء البناء حوالي 365 مليون دولار في هذا المثال.

ويبين الشكل 9-6 مقارنة بين التوزيع التراكمي لصافي القيمة الحالية الناتجة من مجموعتين من المحاكاة - واحدة مع عدم وجود أي تأخير وواحدة مع عتبة سعر يبلغ 110. ولأن هذه المجموعات تستند إلى بيانات أشواط متعددة من المحاكاة، فبالتالي تكون دالات التوزيع التراكمي غير سلسة. وأن عتبة السعر التي تبلغ 110 دولا هي تعسفية قليلاً ويمكننا أن نقوم بعمليات محاكاة ذات عتبات مختلفة لمعرفة ما هو أفضل. وعلى أي حال، لاحظ أنه، لن نتمكن من حساب نوع نقطة التعادل الواضحة التي رأيناها في الأمثلة الأخرى من هذا الفصل. لاحظ أيضا أن هذا المثال يختلف عن المثال السابق لأن ممارسة الخيار (البدأ) يمكن أن يتم في نقاط زمنية مختلفة، اعتمادا على الوقت الذي يرتفع فيه السعر فوق قيمة العتبة.

9-6 بعض المشاكل المحتملة عند استخدام الخيارات الحقيقية

وعندما نوقشت الخيارات الحقيقية لأول مرة، كان هناك قدر كبير من الإثارة بشأن تطبيقها كأداة استراتيجية في تقييم الاستثمارات وقرارات الإدارة الأخرى. وسيكون من الإنصاف القول بأن استخدام نظرية الخيارات الحقيقية تنتج "أرقام صعبة" لتقييمها.

ويناقش وبومان وموسكويتز (2001) بعض الأسباب التي أدت إلى محدودية استخدام نظرية الخيارات الحقيقية من جانب المديرين. إن الطريقة الأكثر مباشرة لاستخدام الخيارات الحقيقية هي ببساطة للاستفادة من أداة تقييم الخيار مثل صيغة بلاك سكولز. ومع ذلك، فإن هذا ينطوي على العديد من الافتراضات، على سبيل المثال، المخزون الأساسي في التوزيع اللوغاريتمي. وغالبا ما يكون ذلك غير مناسب بالنسبة لخيار استراتيجي. وبصفة عامة،

عندما يتعلق عدم التيقن بالأسعار وقيم الدولار، فإن الحركات صعودا أو هبوطا تكون عادة مضاعفة، مما يؤدي إلى التوزيعات اللوغاريتمية المحدود ((من خلال تطبيق نظرية الحد المركزي)، ولكن عندما يتعلق عدم اليقين بشيء آخر (على سبيل المثال، مبيعات منتج جديد قصير العمر)، فمن غير المرجح أن يكون هذا النموذج جيد باستخدام التوزيع اللوغاريتمي، وهناك مشكلة ثانية عند استخدام أداة تقييم الخيارات الجاهزة هي أن هناك افتراض وجود أصول قابلة للتداول حيث تكون إمكانية المراجحة لها تأثير كبير على حركة الأسعار.

وبالتالي، على سبيل المثال، يسهل خيار التبادل التجاري ملاحظة أسعار الأسهم بسهولة ويمكن لحامل خيار شراء أو بيع الأسهم عند هذا السعر تحقيق الربح من (أو خفض الخسارة) موقف الخيار. وفي المقابل، بالنسبة للخيارات الحقيقية، غالبا ما يكون من الصعب جدا التحقق من سعر السهم المماثل، وقد يكون من الصعب أيضا تداول السعر الضمني.

وهناك أيضا مشاكل تتعلق بوقت انتهاء الصلاحية، أما بالنسبة للخيارات الحقيقية الإستراتيجية، فغالبا لا يوجد وقت محدد للانتهاء، فعلى سبيل المثال، يمكن تمديد المشروع البحثي لفترة أطول من الزمن، ويحتفظ الاستثمار في نظام جديد لتوزيع المنتجات إلى أجل غير مسمى بخيار إضافة منتجات إضافية. لذلك هناك عدد من المشاكل مع تطبيق منهجية مباشرة من تحليل الخيارات المالية، وأنه قد يكون من الأفضل أن نفكر في بناء نموذج تقييم أكثر تطوراً، ولكن هذا يجلب معه بعض المخاطر، فإن خلق مثل هذا النموذج يعتبر تحدي تقني، ولن يكون من السهل التعامل معه من قبل المديرين الذين سوف يعتمدون على نتائجه.

وعلاوة على ذلك، فإن تعقيد نهج الخيارات يمكن أيضا أن يجعل من الصعب العثور على أخطاء في التحليل، أو اكتشاف الافتراضات الطموحة بشكل مفرط التي يستخدمها مديرون المشروع المتفائلون. وتفسر هذه القائمة من المشاكل لماذا أعطينا الكثير من الاهتمام لنهج غير متطور نسبيا مثل محاكاة مونت كارلو. ومن المهم أيضا أن ندرك أن الكثير من قيمة تحليل الخيارات تتم في مرحلة تصميم المشروع. وقد نكون قادرين على خلق قيمة ضافية من خلال الأخذ في الاعتبار توقيت القرارات، وخاصة تلك الخيارات البديهية (مثل قرار المضي قدما أو تأجيل بعض النفقات). ومن خلال فهم هذه الحالات، قد لا يكون

من الضروري وجود نموذج عددي دقيق جدا، لأن عدم دقة نموذج صغير في هذه الحالات من غير المرجح أن يغير القرار الذي نتخذه. وكما يشير بومان وموسكويتز (2001): "في حين أن الانحرافات الصغيرة تستحق ثروة كبيرة في الأسواق المالية، فهي غير متكافئة إلى حد ما في أسواق المنتجات".

ملاحظات

ركز نهجنا في الخيارات الحقيقية على أساسيات كيفية استخدام المرونة والحسابات المطلوبة في أمثلة محددة لتقييم المشاريع التي توجد فيها مرونة. لأننا نعتقد أن هناك مشاكل مع تطبيقها في بيئة الخيارات الحقيقية، لقد أعطينا القليل من الاهتمام لمعادلة بلاك سكولز، والتي شكلت في بعض الأحيان الأساس لهذه التقييمات (انظر، على سبيل المثال، لورمان، 1998). إن النهج الذي نتبعه يتماشى بشكل عام مع التوصيات الواردة في كوبلاند وتوفانو (2004) وأيضا مع النهج المقترح في الكتاب الذي يدور حول المرونة في التصميم لـ دي نيوفيل وشولتس (2011). لقد قدمنا فقط مقدمة موجزة جدا في هذا المجال، ولكن في الحقيقة هناك الكثير مما ينبغي قوله. يقدم كتاب سميث وماكاردل (1999) شرح دقيق ومفيد لبعض القضايا التي تحتاج إلى معالجة في الممارسة العملية. وهناك العديد من الكتب التي تتعامل مع الخيارات الحقيقية، بدءا من المناقشة الأصلية لديكسيت وبينديك (1994) إلى الكتب الأحدث من قبل مون (2005) وغوثري (2009).

مراجع

Bowman, E. and Moskowitz, G. (2001) Real options analysis and strategic decision making. Organization Science, 12, 772–777.

Copeland, T. and Tufano, P. (2004) A real-world way to manage real options.Harvard Business Review, 82, 90–99.

De Neufville, R. and Scholtes, S. (2011)Flexibility in Engineering Design. MIT Press.

Dixit, A. and Pindyck, R. (1994)Investment under Uncertainty. Princeton University Press.

Guthrie, G. (2009)Real Options in Theory and Practice. Oxford University Press.

Luehrman, T. (1998) Investment opportunities as real options: Getting started on the numbers,Harvard Business Review, 76, 3–15.

Mun, J. (2005)Real Options Analysis: Tools and techniques for valuing strategic investment decisions, 2nd edition. John Wiley & Sons.

Smith, J. and McCardle, K. (1999) Options in the real world: Lessons learned in evaluating oil and gas investments.Operations Research, 47, 1–15.

تمارين

1-9 موزع معجون الأسنان

تطلق شركة نوعا جديدا من موزع معجون الأسنان في المملكة المتحدة، وسوف تقوم باختبار المنتج في السوق من خلال الإعلانات المحلية في جنوب ويلز، حيث تم عمل اختبار تسويقي لمنتجات أخرى من قبل في نفس المنطقة. ويتم بيع الموزع بسعر الجملة مقابل 2.50 جنيه إسترليني، وتبلغ وتكلفة التصنيع 2.40 جنيه إسترليني، ويقدر الربح بالنسبة للمصنع 10 بنس لكل وحدة. في المتوسط، كانت المبيعات في المملكة المتحدة أكبر بمائة مرة المبيعات في السوق التجريبي، ويكون من الصعب التنبؤ بحجم المبيعات لأنه يعد من المنتجات الغير اعتيادية.

ومن المتوقع أن تكون مبيعات السوق التجريبي بين 500 و2500 شهريا، وستكون تكاليف الإعلانات المحلية لهذا الشهر 2000 جنيه إسترليني. وبعد شهر واحد سيتم اتخاذ قرار ما إذا كان سيتم إنتاج على نطاق واسع أو وقف المنتج. ومن الأجل زيادة الإنتاج سوف يتطلب الأمر إنفاق 20,000 جنيه إسترليني لإنشاء خط إنتاج جديد، ولكن هذا سيؤدي إلى انخفاض تكلفة الإنتاج لكل وحدة إلى 1.50 جنيه إسترليني، مما يؤدي إلى خلق هامش قدره 1 جنيه إسترليني. وسوف يكون متوسط تكاليف الإعلانات المحلية 5000 جنيه استرليني في الشهر. وقد أنفقت الشركة بالفعل 20,000جنيه استرليني من أجل أن تجهز المنتج ليتم إطلاقه بالسوق. استخدام تحليل الخيارات الحقيقية لحساب الربح المتوقع من هذا المنتج على مدى عامين (تجاهل أي خصم من الأرباح المستقبلية).

2-9 حفلات البوب

هناك استثماران متوفران في حفلات البوب. واحد منهم ينطوي دفع مبلغ مقدما قدره 10,000 دولار وبعد ذلك الحصول على 10٪ من مبيعات التذاكر الصافية، والتي تعتبر غير مؤكدة ولكن من المتوقع أن تبلغ 120,000 دولار مع انحراف معياري قدره 20,000 دولار. المشروع الآخر هو أكثر مضاربة وسوف يمول سلسلة مكونة من ثلاثة عروض. وتبلغ المبيعات المتوقعة للتذاكر 000 230 دولار وانحراف معياري قدره 000 80 دولار. وتبلغ التكلفة الثابتة لعرضها 000 190 دولار. وقد طلب من تسعة عشر مستثمرا أن يدفعوا 10,000 دولار لتغطية هذه التكاليف الثابتة. وهناك احتمال أن تبلغ أرباح العروض أقل من 171,000 دولار، وفي هذه الحالة تم الاتفاق على أن كل مستثمر سوف يحصل على 9000 دولار. وسيتم تعويض أي نقص من قبل منتجي العرض. وفي حالة إذا حققت العروض مبيعات تذاكر صافية بأكثر من 171,000 دولار، فإن كل من المستثمرين التسعة عشر سوف يحصل على 9000 دولار مرة أخرى بالإضافة إلى 1/ 20 من الربح الزائد عن 171,000 دولار. (عند النقطة التي تبلغ فيها مبيعات التذاكر 191 ألف دولار، سيحصل المستثمرون على حصتهم كاملة مرة أخرى "10 آلاف دولار"). وسيتم دفع الحصة المتبقية (1/ 20) للمنتجين. احسب القيمة المتوقعة لكل من الاستثمارات. ما هو الاستثمار المفضل؟

3-9 استخراج الذهب

تدرس شركة تشارلستون للتعدين شراء ترخيص يسمح باستخراج الذهب من مخلفات المناجم لمدة ثلاث سنوات. الاستخراج هو عملية باهظة الثمن وتكون فقط جديرة بالاهتمام وتستحق إذا كان ثمن الذهب مرتفع بما فيه الكفاية. ويبلغ متوسط تكلفة العملية 1000 دولار لاستخراج أونصة من الذهب، ومن المتوقع أن تنتج العملية 500 أونصة في الشهر. وكما نعرف، فإن سعر الذهب متغير ويبلغ حاليا 1200 دولار لكل أونصة. وإذا انخفض السعر إلى أقل من 1000 دولار للأونصة، فسيتم إيقاف العملية إلى أن يرتفع السعر فوق تلك العتبة.

(أ) إذا كان سعر الذهب في يناير سيكون له توزيع طبيعي بمتوسط قدره 1200 دولار، وانحراف معياري قدره 200 دولار، ما هو العائد المتوقع من العملية لشهر يناير؟

(ب) ما هي الخيارات التي ستتيحها التدفقات النقدية للعملية في يناير من العام المقبل؟ (إذا تم تكرار ذلك عن كل شهر من الرخصة فإنه سيتيح الفرصة لتقييم الترخيص دون الحاجة إلى تقدير التغيرات في أسعار الذهب).

4-9 سامبافارم

شركة لديها خيار لشراء شركة صغيرة تسمى سامبافارم، الأصول الرئيسة لهذه الشركة هي براءة اختراع منتج صيدلاني يخضع حاليا لاختبارات سريرية. وسيستغرق الاختبار ثلاث سنوات أخرى بتكلفة قدرها 000 60 دولار في السنة. وسوف تعتمد ربحية الدواء على المدى الطويل على نتائج هذه التجارب السريرية. أفضل العلاجات المتاحة حالياً تعد فعالة بالنسبة لـ 40٪ من المرضى. وترتبط المبيعات النهائية للمنتج بعدد المرضى الذين سوف يجدون هذا الدواء فعال بالنسبة لهم أو أنه يعادل فعالية العقاقير الموجودة حالياً، ولكن فقط لكل 10٪ إضافية من المرضى الذين يرون أن الدواء فعال بالنسبة لهم. فإن الدخل السنوي الصافي (بعد تكاليف الإنتاج) سيزيد بمقدار 50.000 دولار أمريكي. وأفضل تخمين هو أنه من المرجح أن تتراوح قيمة الفعالية بين 0 و80٪. وبالتالي، هناك احتمال 0.5 أن الدواء سيكون أقل فعالية من أفضل العلاجات الحالية ولن يتم إنتاجه. ولكن بمجرد أن يتم إنتاجه، سوف يتم تقييمه لمدة خمسة أعوام قبل إطلاق المجموعة التالية من عائلة هذا العقار، وستنخفض الأرباح إلى الصفر (أو ما يقرب من الصفر). ولكن لمدة خمس سنوات، ابتداء من العام الرابع مباشرة بعد انتهاء التجارب السريرية، سيكون من المرجح أن تكون أرباح الدواء مستقرة، مع الأخذ بعين الاعتبار الخيار الحقيقي الضمني، ما هي قيمة الشركة التي تتبنى براءة الاختراع إذا تم خصم الأرباح المستقبلية بمعدل 8٪ سنويا؟

5-9 المعارض التجارية

يجب أن تنفق إليكترونيات تانجو 12 مليون دولار في عام 2014 و15 مليون دولار

في عام 2015 من أجل تطوير منتج جديد. إذا كانت الشركة هي الأولى في السوق التي تنتج هذا المنتج فسوف تكسب 60 مليون دولار في عام 2016. أما إذا كانت الشركة ليست الأولى في السوق فإنها سوف تربح ما يغطي تكاليفها فقط. وتعتقد الشركة أن لديها فرصة 50٪ لتكون الأولى في السوق. واعتبارا من عام 2017 فصاعدا سيكون هناك عدد من الشركات الأخرى التي ستدخل السوق، وعلى الرغم من تانجو قد تستمر بشكل جيد بالإنتاج، فإنه يتوقع أن تجني ما يغطي التكاليف التي دفعتها فقط وليس أكثر. وتبلغ تكلفة رأس المال الشركة 12٪، ويجب عليك استخدام هذا الرقم لخصم الأرباح المستقبلية.

(أ) هل يجب أن تبدأ الشركة في تطوير المنتج؟

(ب) نفترض الآن أنه سيكون هناك معرض تجاري في 1 يناير 2015، حيث ستعرض جميع الشركات التي يتوقع دخولها في السوق جميع منتجاتها.

سوف تجري شركة تانجو تقييم جديد بعد انتهاء المعرض التجاري لترى احتمالية أن تكون الشركة الأولى في السوق. افترض أنه في تلك المرحلة ستتمكن من الإعلان بشكل واضح وصريح احتمالية أن تكون الأولى في السوق، ويفترض كذلك أن هذه الاحتمالية من المرجح أن تتراوح قيمتها بين 0 و1. هل يجب أن تبدأ الشركة في تطوير المنتج؟

6-9 تنطوي أسعار الخيارات على معلمات التوزيع

لنفترض أن خيار عقد البيع الأوروبي على أسهم أبل بسعر ممارسة يقدر بـ 430 دولار يباع مقابل 35.25 دولار؛ وخيار عقد الشراء بسعر ممارسة 460 دولار يباع مقابل 18.70 دولار. أفترض أن سعر أسهم أبل في تاريخ الممارسة كان متغير عشوائي له توزيع طبيعي (بدلا من توزيع لوغاريتمي). استخدم جدول البيانات والصيغة E(max(X-a,0)) لتقدير المتوسط والانحراف المعياري للتوزيع الطبيعي. استخدام هذا التوزيع الطبيعي لإيجاد سعر خيار عقد البيع عند سعر ممارسة 450 دولار.