الفصل الثالث

قياس المخاطر

نشأة القيمة المعرضة للخطر

كان دينيس ويذرستون رئيسا لشركة جيه بي مورجان ولاحقاً أصبح الرئيس التنفيذي لها، وفي العديد من النواحي فقد كان من غير المرجح أن يصبح واحداً من المصرفيين الأكثر احتراما في العالم والأعلى شأنً، وباعتباره ابن موظف نقل في لندن والذي ولد في ازلنغتون وترك المدرسة عندما كان عمره ستة عشر عاما، وكان بعيداً كل البعد عن الأشخاص الذين تلقوا تعليما مكثفاً والذين عادة ما يديرون شركات وول ستريت الكبرى. وانتقل من منصب إدارة مكتب تداول العملات الأجنبية إلى منصب رئيس مجلس الإدارة وكان ينظر إليه على أنه خبير في الأشياء المتعلقة بالمخاطر، ولكن عندما نظر إلى الشركة ككل وجد أنه كان لديه فكرة بسيطة عن المستوى العام للخطر في جيه بي مورجان، وتم تطوير مفهوم "القيمة المعرضة للخطر" على مدى عدة سنوات من قبل المحللين الذين يعملون

(*) إدارة المخاطر التجارية: النماذج والتحليل، الطبعة الأولى. إدوارد ج. أندرسون.

الموقع المرفق: www.wiley.com/go/business_risk_management

في شركة جيه بي مورجان كوسيلة للإجابة على هذا السؤال، وكان الهدف من ذلك هو قياس المخاطر الكامنة في أي نوع من المحافظ، وتم إعادة حساب القيمة المعرضة للخطر كل يوم حسب تغيرات المحفظة، حيث يشتري ويبيع التجار أوراق مالية فردية، وقد اتضح أن هذا يجلب فوائد كبيرة بالنظر إلى العديد من الأنشطة الجارية في جيه بي مورجان، فقد أصبح من الممكن أن ننظر إلى الأرباح لمختلف التجار ومقارنتها مع مستوى المخاطر التي تم قياسها بالقيمة المعرضة للخطر.

وفي في أوائل التسعينات بدأ ويثرستون بطلب التقارير اليومية من كل مكتب تداول، وأصبح هذا يعرف باسم تقرير 415: يتم عمل هذه التقارير كل يوم الساعة 4:15 مساءاً بعد إغلاق السوق. ومكنت هذه التقارير ويثرستون ليس فقط بمقارنة الأرباح المقدرة لكل مكتب بالمقارنة مع مقياس مشترك للمخاطر ولكن أيضا بتحليل وضع الشركة ككل. وفي عام 1993، كان موضوع المؤتمر السنوي لزبائن مورجان هو الخطر، وقدم هؤلاء العملاء فكرة شاملة على منهجية القيمة المعرضة للخطر. وعندما جاء العملاء ليسألوا ما إذا كان يمكنهم شراء نفس النوع من النظام لشركاتهم الخاصة، قامت شركة جيه بي مورجان بإنشاء مجموعة صغيرة تسمى " مصفوفة المخاطر" لمساعدتهم.

وفي تلك المرحلة كانت هذه منهجية الملكية التي يجري إعطاءها مجانا، وذلك بهدف مساعدة العملاء وخلق سمعة لشركة جيه بي مورجان في مجال المخاطر، وأصبحت القيمة المعرضة للخطر أداة أكثر شعبية، وفي عام 1998 انفصلت "مصفوفة المخاطر" وأصبحت شركة منفصلة، وكان هذا الوقت الذي بدأت فيه السلطات التنظيمية أن تولي اهتماما أكبر للمخاطر. فعلى سبيل المثال، أعربت لجنة الأوراق المالية والبورصات عن قلقها إزاء حجم المخاطر الناشئة عن التداول في الأصول المالية، وأوجدت قواعد جديدة تجبر الشركات المالية على الكشف عن تلك المخاطر لمستثمريها. ولا بد من أن تكون الأداة المستخدمة هي القيمة المعرضة للخطر. وكان هذا جزءا من التغيير الصعب والبطيء الذي حول القيمة المعرضة للخطر من مجرد كونها مجموعة محددة من الأدوات التي تم تطويرها داخل جيه بي مورجان وبيعها من قبل مصفوفة المخاطر إلى معيار إدارة المخاطر المستخدم في جميع المعاملات المالية حول العالم.

1-3 كيف يمكننا قياس المخاطر؟

في هذا الفصل سوف نتعمق بشكل أكبر حول كيفية قياس المخاطر. وهل من المنطقي التحدث عن منهج محدد للعمل بكونه أكثر خطورة من الآخر؟ وإذا كان الأمر كذلك، فماذا يعني ذلك؟ ففي أبسط الحالات يكون لدينا مجموعة من النتائج تتضمن احتمالات مختلفة وعواقب مختلفة، وعندما يمكن تحويل العواقب إلى مبالغ بالدولار بشكل دقيق، نحصل على توزيع لنتائج الدولار، وقد افترضت مناقشتنا في الفصل الثاني بشكل أساسي أننا نحصل على توزيع النتائج من خلال توزيع احتمال متعارف عليه، ولكن في الممارسة العملية هناك صعوبات كبيرة في معرفة التوزيع الذي نتعامل معه، ومن الصعب دائما تقدير الاحتمالات المرتبطة بمختلف النتائج والعواقب المالية لهذه الأحداث، وقد يكون لدينا فرصة لتقدير الأرقام ذات الصلة في الحساب المالي. على سبيل المثال، قد نتساءل عن احتمالية تجاوز سعر الذهب مستوى معين، و(على افتراض أننا نراهن على ارتفاع أسعار الذهب) ما الذي نخسره إذا حدث هذا، ولكن في معظم أدوار الإدارة فيكون الوضع أصعب بكثير. كيف يمكنني حساب احتمال أن تكون مبيعات منتجي الجديد أقل من 1000 وحدة في السنة الأولى؟ كيف يمكنني أن أعرف التكلفة المطلوبة إذا قدمت الحكومة قانون سلامة منقح في مجال صناعتي؟ في الوقت الراهن نضع هذه المشاكل جانبا ونفترض أن لدينا إمكانية الوصول إلى الأرقام التي نحتاج إليها.

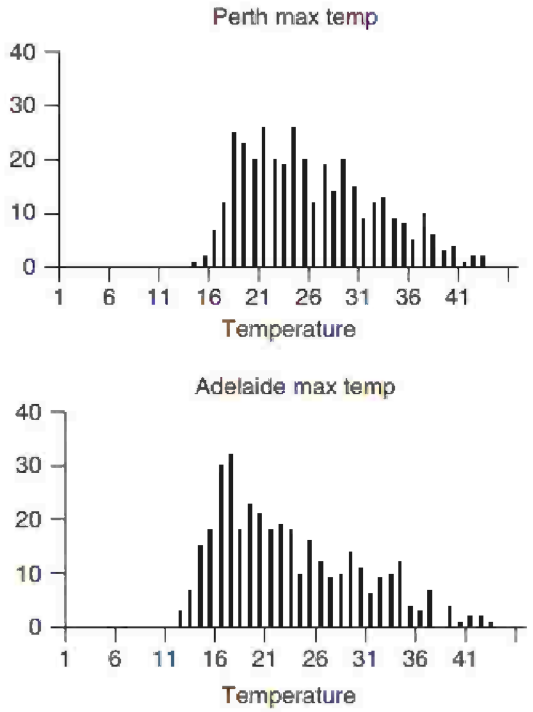
وفي كثير من الأحيان تكون أفضل طريقة لتقدير المخاطر هي النظر في ما حدث في الماضي من أحداث. وحتى إذا كنا نعتقد أن العالم قد تغير، فإنه سيكون من الغباء أن لا نولي أي اهتمام لنمط النتائج التي لاحظناها حتى الآن. ولجعل مناقشاتنا أكثر واقعية، دعونا نلقي نظرة على بعض البيانات المتعلقة بالطقس، وتحديدا أقصى درجة حرارة اليومية لمدن مختلفة في أستراليا، وسوف ننظر إلى البيانات بدءً من عام 2010. ستكون هذه المعلومات مفيدة إذا كنا نحاول بيع وحدات تكييف الهواء، أو محاولة تقرير ما إذا كان سننفق المال على شراء وحدات تكييف الهواء لمقرنا، ويزداد الطلب على وحدات تكييف الهواء عندما تكون درجات الحرارة مرتفعة. دعونا نقارن الطقس بين بيرث وأديلايد، قد تكون نقطة البداية هي النظر إلى متوسط درجات الحرارة القصوى، وكان متوسط درجة

الحرارة القصوى اليومية في بيرث في عام 2010 هي 25.27 مئوية (جميع درجات الحرارة بالنسبة المئوية)، في حين أن متوسط درجة الحرارة القصوى اليومية في أديلايد هي 22.44 مئوية، وهذا أكثر من درجتين برودة. ولكن يمكننا أيضا قياس التباين، والطريقة المعتادة للقيام بذلك هي استخدام الانحراف المعياري، ويمكن استخدام جدول بيانات لكلا المدينتين لحساب ذلك. فنجد أن الانحراف المعياري لبيرث هو 6.41 والانحراف المعياري لـ أديليد هو 7.00، وهو أكبر بكثير.

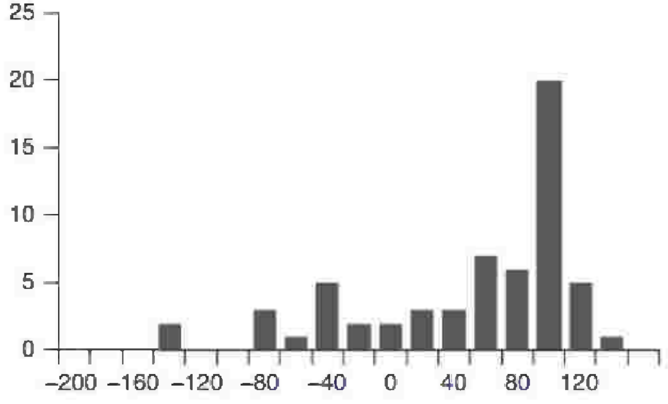
ولكن إذا كنا مهتمين بمعرفة عدد الأيام الحارة جدا، فلن تكون أياً من هذه الأرقام ذو أهمية كبيرة. فمن الأفضل رسم المدرج التكراري للبيانات، وقد بينا ذلك في الشكل 3-1. وتظهر الرسوم البيانية أنه ليس هناك الكثير ليمكننا من الاختيار بين المدينتين فيما يتعلق باحتمال الأيام الحارة جداً.

ففي عام 2010 كانت درجات الحرارة للخمسة أيام الأكثر سخونة في بيرث هي 42.9°، 42.7°، 41.5°، 41.1° ، 40.0°، وكانت درجات الحرارة للخمسة أيام الأكثر سخونة في أديلايد هي 42.8°، 42.0°، 41.3°، 41.0° و40.2°. والنقطة الحاسمة هنا هي أنه إذا كنا مهتمين بالنتائج، فإن المتوسط والانحراف المعياري اللذان يتحددان بشكل أساسي عن طريق مجموع النتائج الأكثر أو الأقل من المتوسط لن تعطينا المعلومات التي نحتاجها. فيجب علينا إما أن ننظر في سجل البيانات التاريخية الفعلية، أو أن يكون لدينا فكرة عن توزيع الاحتمالات التي ينتج عنها هذه البيانات. الآن ننتقل مباشرة إلى مثال للخطر، لنفترض أننا اتفقنا على بيع 1000 طن من القمح في غضون ثلاث سنوات بسعر 300 دولار أمريكي للطن المتري، فإذا كانت أسعار القمح مرتفعة، سيكون هناك خسارة، ولكن إذا كانت أسعار القمح منخفضة، فسوف نجني ربحا.

ومن أجل تقدير احتمال حدوث خسارة، فإننا نأخذ بعين الاعتبار السجل التاريخي لأسعار القمح على مدى الخمس سنوات على أساس شهري 1 ابتداءً من يناير 2005، ومن خلال سعر الطن وهو 300 دولار أمريكي فإننا نحصل على الرسم البياني وتردد الأرباح لكل طن كما هو مبين في الشكل 3-2.



الشكل 3-1: الرسم البياني التكراري لدرجات الحرارة القصوى اليومية خلال عام 2010.



شكل 3-2: الشكل البياني التكراري للأرباح لكل طن بقيمة 300 دولار للطن.

ارتفعت أسعار القمح[1] خلال فبراير ومارس عام 2008 إلى حوالي 450 دولارا، ثم تراجعت لتصل إلى 387 دولارا بحلول ابريل، ولمدة شهرين (من أصل 60) كانت ستبلغ الخسائر 146 دولارا إلى 154 دولارا للطن الواحد، ولمدة ثلاثة أشهر أخرى كانت ستتراوح الخسائر بين 80 دولارا و90 دولارا للطن الواحد. وإذا كنا مهتمين بالأخطار فيجب علينا التركيز على الخسائر التي تحدث في هذا المنحنى الأيسر. ويجب أن نقرر ما إذا كنا نعتقد أن التغيرات العامة من المرجح أن تصعد أو تهبط في المستقبل، ولكن بالتأكيد نمط ارتفاع الأسعار الذي شاهدناه في الماضي يجعلنا نتوقع أن نفس النوع من ارتفاع الأسعار قد يحدث في المستقبل.

وتشير هذه المجموعة من البيانات إلى أن ارتفاع الأسعار قد يحدث لمدة شهر خلال السنة، ونلاحظ لاحظ أن متوسط (41.8 دولار) والانحراف المعياري (69.5) يخبرنا القليل جدا حول ما يجري – وأن توزيع الأرباح بعيد جدا عن أن يكون توزيعاً طبيعياً في هذه الحالة. لذلك، فإن النظر إلى تاريخ الأسعار منذ عام 2005 سيعطينا فكرة عن توزيع النتائج وبالتالي المخاطر التي ينطوي عليها ذلك. لنفترض الآن أننا نريد استخراج مقياس واحد للمخاطر من هذا، هناك سؤال واحد قد نطرحه هو: ما هي أسوأ النتائج التي يمكن أن تحدث؟ تاريخيا، الجواب هو 154 دولارا للطن، ولكن يجب أن نعرف جيداً بأن هذا ليس تقدير موثوق به لأسوأ ما يمكن أن يحدث حتى لو لم تتغير العوامل الأساسية مع مرور الوقت. وإذا نظرنا إلى خمس سنوات مختلفة من البيانات لربما لاحظنا خسارة أكبر. وعندما ننظر إلى أكبر خسارة حدثت، فإننا ننظر إلى خسارة حدثت خلال شهر واحد فقط، وهذا يعني وجود الكثير من التذبذب في ما نلاحظه.

وسوف نعود إلى مشكلة التقدير في مناقشتنا لنظرية القيمة القصوى في الفصل التالي، من حيث أن مشكلة قياس المخاطر هي مشكلة وصف ما يحدث في منحنيات التوزيع،

(1) بيانات القمح، الولايات المتحدة، رقم "الشتاء الحمراء الصلبة" (التقليدي) FOB الخليج. تم تحميله من www.unctad.org

وهذا حتماً سيؤدي إلى صعوبات إذا رغبنا في استخدام البيانات التاريخية (حيث أنه، بحكم التعريف، كل ذلك يتوقف على القيم التي تحدث فقط في حفنة من النقاط).

2-3 القيمة المعرضة للخطر

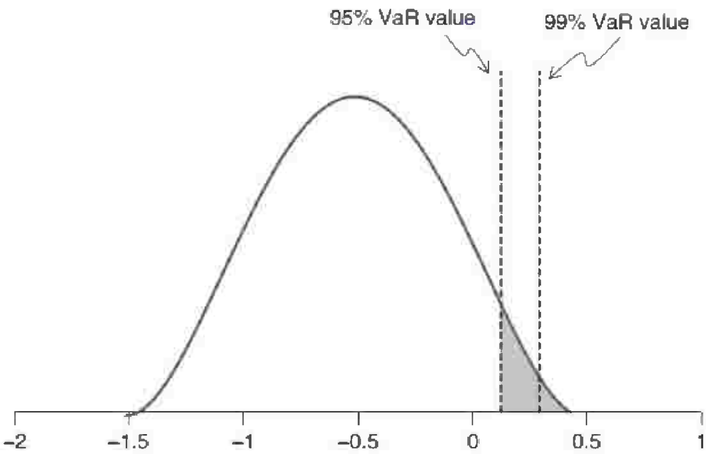
عند التعامل مع توزيع الأرباح، فإن المخاطر تتمحور حول كل ما يتعلق بحجم المنحنى الأيسر للتوزيع، ومن ثم يتضح أنه لا توجد طريقة واحدة مناسبة لقياس الخطر. ولكن الطريقة الأكثر شيوعا هي قياس القيمة المعرضة للخطر، وغالبا ما يتم اختصارها باسم VAR ويتم قياسها بنسب مئوية معينة. على سبيل المثال، قد نقول أن الشكل الذي يوضح القيمة المعرضة للخطر التي تبلغ 99٪ هو 300,000 دولار. هذا يعادل البيان بأن 99٪ من النتائج سوف تفقد أقل من 300000 دولار. أو يمكننا أن نتأكد بنسبة 99٪ أن الخسائر لن تتجاوز 300,000 دولار أمريكي. لذلك، فإن نسبة القيمة المعرضة للخطر تتوافق مع التقاط نقطة واحدة في التوزيع.

الآن نحن بصدد وضع تعريف دقيق للقيمة المعرضة للخطر، وبما أنه لدينا مخاوف إزاء الخسائر المحتملة، فمن الأسهل وصف كل شيء من حيث الخسائر وليس من حيث الأرباح. لذلك يتم عكس المحور الأفقي من أجل أن تكون الخسائر الكبرى على الجانب الأيمن ويصبح المنحنى الأيمن هو محط الاهتمام. وليصبح هذا أكثر وضوحاً يبين الشكل 3-3 أرقام القيمة المعرضة للخطر بنسبة 95٪ و99٪ لتوزيع الخسائر على المدى(–1.5، 0.5) (يفترض أن جميع القيم مقومة بوحدات قدرها 100 000 دولار). وتبين هذه المعادلة وظيفة الكثافة المعطاة

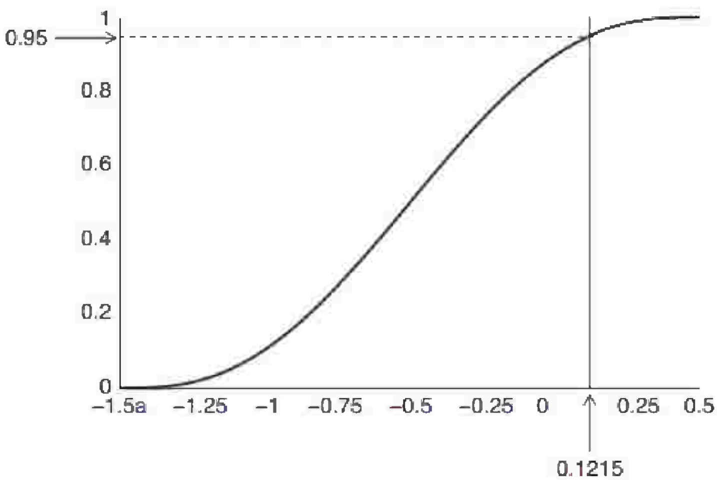
$$f(x) = \frac{15}{16}\left[(x+0.5)^4 - 2(x+0.5)^2 + 1\right]. \qquad \text{1-3}$$

قد تتحدث الناس في بعض الأحيان عن القيمة المعرضة للخطر بنسبة 1٪ أو القيمة المعرضة للخطر بنسبة 5٪، ولكن هذا يعني القيمة المعرضة للخطر بنسبة 99٪ و95٪. أيضا قد تتحدث الناس عن "القيمة المعرضة للخطر بمستوى ثقة يبلغ 99٪. وهذا أمر طبيعي، حيث أن القيمة المعرضة للخطر البالغة 99٪ والتي تبلغ 100000 دولار تعني أننا

نستطيع أن نثق بنسبة 99٪ بأن الخسائر لن تتجاوز 100٬000 دولار. ويمكن النظر إلى نهج القيمة المعرضة للمخاطر كمثال على استخدام الكميات لوصف منحنيات التوزيع. سوف نستخدم مصطلح نقاط التجزيء α٪ للدلالة على القيمة x بحيث تكون $F(x)=\alpha/100$، وتشير F إلى دالة التوزيع التراكمي، لذا تكون $F(x)=Pr(X < x)$، حيث تكون X هي المتغير



الشكل 3-3: نقاط القيمة المعرضة للخطر بنسبة 99٪ و95٪



الشكل 3-4: التفسير الكمي للقيمة المعرضة للخطر

العشوائي المعني. وبالتالي تكون نقاط التجزيء البالغة 50٪ هي القيمة X حيث أن F(x)=0.5، على سبيل المثال، عندما يكون نصف التوزيع أقل من القيمة X والنصف الأخر أعلى من القيمة X، يكون هذا هو المتوسط. وأن القيمة المعرضة للخطر التي تبلغ 99٪ هي مجرد نقاط التجزيء التي تبلغ 99٪ لتوزيع الخسائر. ويمكننا تطبيق المثال السابق على الكثافة الموضحة في المعادلة (3-1) باستخدام الكثافة التراكمية. وبعد دمج مصطلح وظيفة الكثافة

$$F(x) = \frac{3}{16}(x+0.5)^5 - \frac{5}{8}(x+0.5)^3 + \frac{15}{16}(x) + \frac{31}{32}.$$

يمكننا ملاحظة أن هذا هو ما يشار إليه في الشكل 3-4، والذي يظهر أيضاً نقاط التجزيء البالغة 95٪ وهو أيضا القيمة المعرضة للخطر البالغة 95٪، حيث أن قيمة X تساوي F(x)=0.95، مما يعني أن x=0.12149 أو أن هناك خسارة قدرها 12 149 دولار.

اختبار 3-1 القيمة المعرضة للخطر لمخاطر الفيضانات.

شركة غير قادرة على استخراج التأمين ضد الفيضانات لمصنعها بسبب وجود تاريخ من الفيضانات. ويعتقد أن الخسائر في حالة الفيضانات تتراوح بين 10.000 و160.000 دولار، مع احتمال أن تكون جميع القيم على قدم المساواة، ومتوسط حدوث الفيضانات مرة واحدة كل 10 سنوات، ولا يحدث أكثر من مرة في السنة. ما هي القيمة المعرضة للخطر السنوية البالغة 98٪ بسبب الفيضانات؟.

الحل

نقوم بحساب الكثافة التراكمية للخسائر لكل (1000 دولار) بسبب الفيضانات في السنة الواحدة، نكتب رمز للمتغير العشوائي وليكن L، إذن F(x)=Pr (L≤x) . وليس هناك أي احتمال لوجود خسائر سلبية، لذلك فإن F(x)=0، حيث أن x<0. وهناك احتمال بنسبة 0.9 أن L=0، وعند صفر تقفز نسبة الكثافة الكمية وتكون F(0)=0.9. واحتمال أن تكون الخسائر أقل من x، حيث x≤10 هو أيضاً 0.9، حيث أن خسائر الفيضانات لا تقل أبدا عن 10000 دولار. أما احتمالية أن تكون الخسائر أقل من x، عندما تكون x>10،

موضح في المعادلة الآتية:

$$0.9 + 0.1(x - 10)/150.$$

ويلاحظ أنه مع هذا التعبير تزيد الاحتمالية بشكل خطي من 0.9 و x =10 ، إلى 1 و x = 16. وتعتبر هذه هي خاصية التحديد للتوزيع الموحد للخسائر، لأنه عندما تكون دالة الكثافة ثابتة، يكون تكاملها F خطي. ولإيجاد القيمة المعرضة للخطر البالغة 98٪ نقوم بحل هذه المعادلات

$$0.9 + 0.1(x - 10)/150.$$

وتكون النتيجة

$$0.9 + 0.1(x - 10)/150.$$

وهكذا، أظهرنا أن VaR0.98 = 130,000 دولار.

يجب النظر في كتابة تعريف للقيمة المعرضة للخطر بنسبة 95٪، إذا كانت L هي القيمة الغير مؤكدة للخسائر، فمن الطبيعي أن نرمز لـ VaR0.95 (القيمة المعرضة للخطر بنسبة 95٪) بالقيمة X، بحيث تكون $Pr(L \le x)=0.95$، وبالتالي

$$F(VaR0.95)=0.95$$

حيث تمثل F وظيفة الخسارة، ويمكننا كتابتها كالتالي:

$$F\text{-}1(0.95)=VaR0.95$$

حيث يستخدم الرمز F -1 لعكس F (أي (y) 1− F هي قيمة x مثل F(x)=y).
للأسف هذا التعريف لن يعمل بشكل جيد. والمشكلة هي أنه عندما لا يكون هناك توزيع متواصل للخسائر، قد لا تكون هناك قيمة حيث أن $Pr(L \le x)=F(x)=0.95$. على سبيل المثال، لنفرض حدوث الخسائر التالية:

خسارة قدرها 11,000 دولار	احتمالية 0.02
خسارة قدرها 10,500 دولار	احتمالية 0.02

خسارة قدرها 10,000 دولار	احتمالية 0.02
خسارة قدرها 9,000 دولار	احتمالية 0.04
خسارة قدرها 0 دولار	احتمالية 0.9

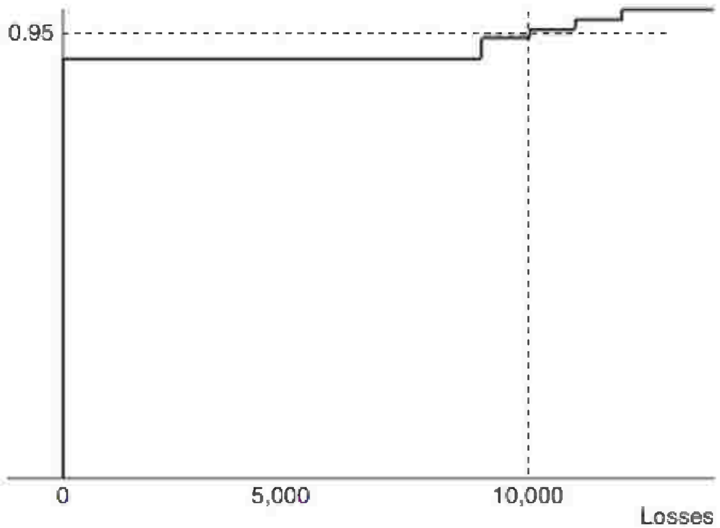
أفضل طريقة لحل هذه المشكلة هي عمل رسم بياني. ومع هذا النوع من التوزيع المنفصل (أي غير مستمر)، تكون الكثافة التراكمية هي وظيفة الخطوة. ويبين الشكل 3-5 الرسم البياني لـ $F(x) = \Pr(L \leq x)$ لهذا المثال. من السهل ملاحظة الرسم البياني لـ $F(x)$ يمر بالقيمة 0.95 عند $x = 10,000$. وبالتالي تكون هذه هي القيمة المعرضة للخطر البالغة 95٪. ولكن ما هو سهل ملاحظته على الرسم البياني يكون أكثر تعقيدا عند تحويله لمعادلة. وعادة ما يتم تعريف القيمة المعرضة للخطر على النحو التالي:

$$\mathrm{VaR}_\alpha = \inf(x : \Pr(L > x) \leq 1 - \alpha),$$

وبالنسبة للقيمة المعرضة للخطر بنسبة 95٪:

$$\mathrm{VaR}_{0.95} = \inf(x : \Pr(L > x) \leq 0.05),$$

حيث يمكن اعتبارها "أدنى قيمة لـ x، حيث أن احتمالية أن تكون L أكبر من x أقل من 0.05 "



الشكل 3-5: تقاطع وظيفة التوزيع التراكمي 95٪ عند 10.000 دولار

والفكرة هنا هي أننا نريد إيجاد قيمة كبيرة لـ x وأن هذه الاحتمالية هي بالتأكيد أقل من 0.05، فنقوم بخفض قيمة x تدريجياً حتى تزيد الاحتمالية لتصل إلى 0.05 أو أكثر، وبهذا نكون وصلنا للنتيجة التي نريدها. هذا بالضبط كأننا أخذنا قيمة كبيرة لـ x، حيث أن F(x) هي بالتأكيد أكبر من 0.95، ثم نبدأ خفضها ببطيء حتى تصل قيمة F(x) إلى 0.95 أو أقل. إن استخدام هذه المعلومات وخيارات عدم المساواة الصارمة التي توضح أن (L>x) أو أن ($\alpha-1\geq$) هو أمر لا داعي للقلق بشأنه: فهو يغطي تعريف التوزيعات الاحتمالية المنفصلة عندما يكون هناك مجموعة من القيم حيث أن F(x)=0.95 (على سبيل المثال، قسم أفقي في الرسم البياني F). فيما يلي طريقة بسيطة لوصف معادلة القيمة المعرضة للخطر:

القيمة المعرضة للخطر هي قيمة الخسارة التي يصل فيها الرسم البياني لـ F(x) إلى النسبة المئوية الصحيحة. ففي الأسواق المالية غالباً ما يكون متوسط العائد مبني على حسابات العوائد المتوقعة، والشيء الأكثر أهمية هو خطر أن تكون النتيجة النهائية أسوأ بكثير من العائدات المتوقعة. وفي هذه الحالات يتم احتساب القيمة المعرضة للمخاطر مقارنة بالنتيجة المتوسطة. وهكذا، في المثال الوارد في الشكل 3-3، فإن متوسط الربح هو 0.5 أو 50000 دولار. لذلك سيكون من الطبيعي أن نقتبس القيمة المعرضة للخطر البالغة 95٪ كخسارة قدرها كخسارة قدره 149 629 دولارا بدلاً من "القيمة المعرضة للخطر المطلقة" التي قمنا بحسابها سابقا بمبلغ 12 149 دولار.

ففي بعض الأحيان تسمى القيمة المعرضة للخطر النسبية بمتوسط القيمة المعرضة للخطر (mean-VaR) ويكتب هكذا VaRamean، في إدارة مخاطر السوق تكون الفترة الزمنية المعنية قصيرة جدا – على سبيل المثال، يوم واحد، ويسمى متوسط القيمة المعرضة للخطر (VaRamean) بالـ "الأرباح اليومية المعرضة للخطر". ولكن في هذه الحالة، من المتوقع أن تكون حركة السوق المتوقعة قريبة من الصفر، وبالتالي فإن تعريفي القيمة المعرضة للخطر سيكونان، على أي حال، متطابقان. إن التمييز بين القيمة المعرضة للخطر النسبية والقيمة المعرضة للخطر المطلقة يكون أكثر أهمية عند التعامل مع آفاق زمنية أطول.

وكمثال على كيفية إبلاغ الشركات عن القيمة المعرضة للمخاطر، نقدم المقتطف التالي من تقرير ميكروسوفت السنوي لعام 2012:

(ميكروسوفت) الإفصاحات الكمية والنوعية حول مخاطر السوق

نحن معرضون لمخاطر اقتصادية من أسعار صرف العملات الأجنبية، وأسعار الفائدة، ومخاطر الائتمان، وأسعار الأسهم، وأسعار السلع. يتم تحوط جزء من هذه المخاطر ولكنها قد تؤثر على البيانات المالية.

العملات الأجنبية: تتعرض بعض المعاملات المتوقعة والأصول والالتزامات لمخاطر العملات الأجنبية، نحن نراقب التعرضات بالعملة الأجنبية يوميا ونستخدم التحوطات حيثما كان ذلك عمليا لتعويض المخاطر وتحقيق أقصى قدر من الفعالية الاقتصادية لمراكز العملات الأجنبية. وتشمل العملات الرئيسة المتحوط لها اليورو والين الياباني والجنيه الإسترليني والدولار الكندي.

معدل الفائدة: تنوع محفظة استثماراتنا ذات الدخل الثابت عبر قطاعات الائتمان واستحقاقاتها، وتتكون أساسا من أوراق مالية ذات تصنيف استثماري. ويتم إدارة مخاطر الائتمان ومتوسط فترة استحقاق حافظة الدخل الثابت لتحقيق عوائد اقتصادية ترتبط ببعض المؤشرات العالمية والمحلية ذات الدخل الثابت. " إلى أن يتم الإعلان عنها" لالتزامات الشراء الآجل للأصول المدعومة بالرهن العقاري للحصول على الأوراق المالية والسندات المدعومة بالرهن العقاري.

حقوق الملكية: تتكون محفظة الأسهم من الأوراق المالية العالمية والمتقدمة والناشئة التي تخضع لمخاطر أسعار السوق. نحن نقوم بإدارة الأوراق المالية المتعلقة ببعض المؤشرات العالمية والمحلية ونتوقع أن تكون المخاطر الاقتصادية والعائد مرتبطة بهذه المؤشرات.

السلع: نحن نستخدم التعرضات السلعية الواسعة النطاق لتعزيز عوائد المحفظة وتسهيل تنويع المحفظة. وتتعرض محفظة استثماراتنا لمجموعة متنوعة من السلع الأساسية، بما في ذلك المعادن الثمينة والطاقة، والحبوب. نحن ندير هذه التعرضات ذات الصلة بالمؤشرات العالمية للسلع ونتوقع أن ترتبط مخاطرهم الاقتصادية وعائداتهم مع هذه المؤشرات.

القيمة المعرضة للخطر

نحن نستخدم نموذج القيمة المعرضة للخطر لتقدير مخاطر السوق وتحديدها كميا. وتمثل القيمة المعرضة للخطر الخسارة المتوقعة في القيمة العادلة لمحفظتنا بسبب تحركات السوق السلبية على مدى فترة زمنية محددة ولا يقصد بنموذج القيمة المعرضة للمخاطر أن يمثل الخسائر الفعلية في القيمة العادلة، بما في ذلك تحديد خسائر أخرى غير مؤقتة في القيمة العادلة وفقا للمبادئ المحاسبية المقبولة في الولايات المتحدة الأمريكية بشكل عام ولكنه يستخدم كأداة لتقدير المخاطر وإدارتها. ويتم احتساب توزيع التغيرات المحتملة في إجمالي القيمة السوقية، ويتم احتساب توزيع التغيرات المحتملة في إجمالي القيمة السوقية لجميع الحيازات بناءً على التقلبات التاريخية والروابط بين أسعار صرف العملات الأجنبية وأسعار الفائدة وأسعار الأسهم وأسعار السلع، بافتراض ظروف السوق العادية. ويتم احتساب القيمة المعرضة للخطر على أنها الخسارة الكلية التي لن يتم تجاوزها عند مستوى ثقة 97.5٪ أو يمكن أن تتجاوز الخسائر القيمة المعرضة للمخاطر في 25 حالة من أصل 1000 حالة. ولايتم إدراج العديد من عوامل الخطر في النموذج، بما في ذلك مخاطر السيولة والمخاطر التشغيلية والمخاطر القانونية. يوضح الجدول التالي القيمة المعرضة للمخاطر لمدة يوم واحد لكافة مراكزنا الرئيسية في 30 يونيو 2012 و30 يونيو 2011 وللسنة المنتهية في 30 يونيو 2012 (بالملايين):

فئات المخاطر	30 يونيو 2011	30 يونيو 2012	2012-2011 متوسط	مرتفع	منخفض
العملة الأجنبية	98 دولار	86 دولار	173 دولار	229 دولار	84 دولار
سعر الفائـدة	71 دولار	58 دولار	64 دولار	73 دولار	57 دولار
حقوق الملكية	205 دولار	212 دولار	194 دولار	248 دولار	165 دولار
السلع	18 دولار	28 دولار	20 دولار	29 دولار	15 دولار

بلغ إجمالي القيمة المعرضة للخطر لمدة يوم واحد لفئات المخاطر ككل 292 مليون دولار أمريكي في 30 يونيو 2012 و290 مليون دولار أمريكي في 30 يونيو 2011. وكان إجمالي القيمة المعرضة للخطر أقل بنسبة 26٪ في 30 يونيو 2012، وأقل بنسبة 25٪ في 30 يونيو 2011 من مجموع فئات المخاطر المنفصلة في الجدول أعلاه وذلك بسبب فائدة التنويع للجمع بين المخاطر.

3-3 الجمع بين المخاطر ومقارنتها

من المزايا الكبيرة للقيمة المعرضة للخطر كطريقة لقياس المخاطر أنها تحول التعقيد الكامن في توزيع احتمالات النتائج المحتملة إلى رقم واحد، وبشكل عام نحن نريد مقياس واحد للمخاطر لأننا نريد مقارنة حالات مختلفة، هل البيئة الحالية أكثر خطورة بالنسبة لشركتنا مما كانت عليه قبل عام؟ هل هذه الفرصة التجارية المحتملة أكثر خطورة من غيرها؟ هل تقرير "توم" المباشر يعرض نهج إداري أكثر خطورة من تقرير "ديك" المباشر؟ ونحن نفترض أن X هو متغير عشوائي يوضح قيمة الخسائر، ونكتب ψ (X) لقياس الخطر لمتغير عشوائي X. ويمكن أن نفكر في قياس الخطر ψ كوسيلة لتقييم المخاطر التي يوضحها المتغير X وهذه الطريقة في التفكير تجعلنا نتوصل إلى بعض الخصائص البديهة التي ينبغي أن تكون موجودة عند قياس المخاطر.

1- **الترابطية**: إذا كانت الخسائر في كل حالة تصبح أكبر هذا يعني أن قياس المخاطر يزداد. وفي كثير من الأحيان نكتب $X \leq Y$ للإشارة إنه في كل الحالات يأخذ المتغير العشوائي X قيمة أقل من أو تساوي قيمة المتغير العشوائي Y. لذلك يمكن التعبير عن هذه الحالة بإيجاز على النحو التالي:

إذا كانت $X \leq Y$ فإن $\psi(X) \leq \psi(Y)$.

2- **التجانس الإيجابي**: إن مضاعفة المخاطر بوتيرة إيجابية ثابتة يضاعف قياس المخاطر بنفس الوتيرة، ويمكننا القول بأن التغير في وحدة العملة يؤدي إلى تغيير قياس المخاطر بالطريقة المناسبة. ويكون هذا على النحو التالي:

$\psi(bX)=b\psi(X)$ لكل متغير إيجابي ثابت لـ b

3- **ثبات الترجمة**: إذا تم تغيير كل نتيجة بمقدار معين، سيحدث نفس مقدار التغيير في قياس المخاطر. ومن الناحية المالية يمكننا أن نرى هذا كبيان أن إضافة مبلغ معين من النقد إلى محفظة يقلل من المخاطر بنفس المقدار. (هذه هي الخاصية التي تربط قياس المخاطر بالمبالغ الفعلية بالدولار) يمكننا توضيح هذا على النحو التالي:

$\psi(c+X)=c+\psi(X)$ لكل متغير ثابت لـ C

المثال 3-2 المتوسط بالإضافة إلى ثلاثة انحرافات معيارية

يمكن للشركة تقييم المخاطر من خلال النظر في أسوأ قيمة قد تحدث، استنادا إلى حساب متوسط الخسارة بالإضافة إلى ثلاثة انحرافات معيارية. لذلك، إذا كان X هو المتغير العشوائي للخسائر ويرمز له بالرمز μ، والانحراف المعياري هو σ، إذن قياس الخطر هو:

$$\psi(X)=\mu+3\sigma.$$

ومن الشائع أخذ ثلاثة انحرافات معيارية كأكبر انحراف من المرجح أن نلاحظه في الحالة العادية، وإذا كان يوجد توزيع طبيعي لـ X ، فإنه يمكننا البحث عن الاحتمال: $Pr(X > \mu+3\sigma)=0.0013$. ويتم مقارنة فرصتين للاستثمار، فقد حقق الاستثمار A على مدى العامين الماضيين عائد متوسط قدره 6000 دولار في اليوم وانحراف معياري قدره 2500 دولار، وحصل الاستثمار B على عائد متوسط قدره 8000 دولار في اليوم وانحراف معياري قدره 3000 دولار، وللمقارنة بينهما فنحن نحتاج إلى تحويل العوائد إلى خسائر. فيكون مقاس الخطر لـ A: 6000 + 7500 = 1500، وقياس الخطر لـ B: 8000 +9000 = 1000 .

وعلى هذا الأساس يكون الاستثمار A هو الأكثر خطورة، ومن المدهش أن قياس الخطر هذا ليس بالضرورة أن يكون رتيب (انظر التمرين 3-3)، على الرغم من أنه يلبي الشرطين الآخرين، وليس من الصعب إثبات أن القيمة المعرضة للمخاطر تلبي كل من هذه الشروط الثلاثة. وبما أن القيمة المعرضة للمخاطر هي كمية، فإن النتائج المتغيرة ليس لها أي تأثير ما لم يطرأ أي تغيير للقيمة الكمية، ويمكن أن يحدث زيادة في القيمة الكمية إذا حدثت زيادة في الخسارة، وهذه هي خاصية الرتابة. يمكننا أيضا إظهار هذه الخاصية جبريا إذا أردنا ذلك. فبالنسبة للمتغيرين العشوائيين X و Y ، إذا كانت $X\leq Y$، إذن X:

$$Pr(X > x)\geq Pr(Y > x)$$

وبالتالي إذا كانت $Pr\ (X > x)\leq 1-\alpha$ لبعض α، إذن $Pr(Y > x)\leq 1-\alpha$. ومن خلال هذا يمكننا استنتاج أن:

$$\inf(x:\Pr(Y > x)\leq 1-\alpha)\leq \inf(x:\Pr(X > x)\leq 1-\alpha)$$

وهذا هو التفاوت الذي نحتاجه لإظهار القيمة المعرضة للخطر $VaR\alpha(X)\geq VaR\alpha(Y)$. ومن السهل أيضاً إيجاد الخاصتين الاخرتين.

$$\begin{aligned} VaR\alpha\,(bX) &= \inf(y:\Pr(bX > y)\leq 1-\alpha) \\ &= \inf(v:\Pr(X > v/b)\leq 1-\alpha) \\ &= b\,\inf(w:\Pr(X > w)\leq 1-\alpha) = b\,VaR\alpha(X) \end{aligned}$$

لذلك فالقيمة المعرضة للخطر تلبي شرط التجانس الإيجابي، وأيضاً:

$$\begin{aligned} VaR\alpha(X+c) &= \inf(y:\Pr(X+c>y)\leq 1-\alpha) \\ &= \inf(y:\Pr(X > y-c)\leq 1-\alpha) \\ &= \inf(v:\Pr(X > v)\leq 1-\alpha)+c \\ &= VaR\alpha(X)+c \end{aligned}$$

وهناك أيضاً ترجمة الثبات، وبالتالي، فإن القيمة المعرضة للخطر لها ثلاثة خصائص، وقد ناقشنا هذه الخصائص على أنها ملائمة لقياس المخاطر، ولكن الحالة التي تكون فيها القيمة المعرضة للخطر أقل ملائمة ترتبط بجمع المخاطر المختلفة. وهناك خاصية رابعة لقياس المخاطر نريد إضافتها للخصائص الثلاثة المذكورة أعلاه.

4- خاصية الإمكانية الفرعية: إن الجمع بين المخاطر لا يزيد من المبلغ الإجمالي للمخاطر، ويستند ذلك إلى مبدأ أن التنويع ينبغي أن يؤدي إلى انخفاض في المخاطر الإجمالية. ونوضح هذا رياضياً كالآتي:

$$\psi(X+Y)\leq\psi(X)+\psi(Y).$$

ويطلق على قياس المخاطر الذي يفي بجميع الخصائص الأربعة (الترابطية والتجانس الإيجابي وثبات الترجمة والإمكانية الفرعية) بالقياس المتماسك، ومن المهم الإشارة إلى أن القيمة المعرضة للخطر لا تفي بالإمكانية الفرعية، ولذلك فهي ليست مقياسا متماسكا للمخاطر. هناك مثال لتوضيح أن القيمة المعرضة للمخاطر تفشل في أن تكون فرعية:

مثال 3-3 قد يؤدي الجمع بين اثنين من المخاطر إلى جعل القيمة المعرضة للمخاطر أسوأ.

لنفترض أنه يمكننا أن نستثمر 10000 دولار في السندات A والتي سوف تعطي عائداً بقيمة 11 000 دولار في السنة الواحدة، ولكن هناك بعض المخاطر الائتمانية، خاصة أن هناك احتمال ضئيل (بنسبه 4٪) بأن تفلس جهة إصدار السندات، وبالتالي سوف نحصل فقط على جزء بسيط من أموالنا (30٪ من استثمارنا، أي 3000 دولار). على افتراض أن جميع تقديراتنا صحيحة، إذن القيمة المطلقة المعرضة للخطر التي تبلغ 95٪ هي في الواقع قيمة سلبية تقدر بـ 1000 دولار (أي ما يعادل ربح 1000 دولار). وذلك لأن مخاطر الائتمان صغيرة جدا بحيث لا تظهر في حساب القيمة المعرضة للخطر. الآن إذا أردنا الاستثمار في السندات B تحت نفس الظروف التي ذكرناها في السندات A وبافتراض أن السندات B مستقلة تماماً عن السندات A، فنحصل على النتائج التالية:

عدم فشل أي من السندات	الاحتمال $0.96 \times 0.96 = 0.9216$	الربح 2000 دولار
فشل A وعدم فشل B	الاحتمال $0.96 \times 0.04 = 0.0384$	الخسارة 6000 دولار
فشل B وعدم فشل A	الاحتمال $0.96 \times 0.04 = 0.0384$	الخسارة 6000 دولار
فشل كل منهما	الاحتمال $0.04 \times 0.04 = 0.0016$	الخسارة 14000 دولار

يمكننا أن نرى احتمال 0.0784 بأنه سيكون هناك خسارة في المحفظة المجمعة والقيمة المطلقة المعرضة للخطر التي تبلغ 95٪ هي خسارة قيمتها 6000 دولار، إن مخاطر الائتمان صغيرة جدا بحيث لا تؤثر على القيمة المعرضة للخطر للسند الواحد، ولكن عند وجود محفظة من سندات فلا يمكن تجاهلها. ومع ذلك، لاحظ أن فائدة التنويع لا تختفي (انظر التمرين 3-4) ولكن فقط يتم إلغاؤها نتيجة لتأثير خسارة كبيرة في نقاط التجزيء البالغة 95٪.

إن المشاكل التي نواجهها مع خاصية الإمكانية الفرعية تسلط الضوء على واحدة من القيود المفروضة على القيمة المعرضة للخطر، حيث أن هناك شيء تعسفي حول مستوى الثقة $1-\alpha$. إن القيمة المعرضة للخطر لا تعطي صورة كاملة لما يحدث في منحنى التوزيع،

ولا توضح شيء إطلاقاً عن أقصى الخسائر التي قد تحدث. عادة يكون أسوأ ما يمكن أن يحدث هو أن تصبح محفظة بلا قيمة.

لذلك إذا أردنا أن نعرف حجم الخسارة المحتملة، فالجواب قد يكون "كل شيء"!. ففي سوق الأعمال التجارية عادة ما يكون هناك بعض الأحداث التي تؤدي إلى الخسائر التي ببساطة لا يمكن تقديرها مقدما. ولكن تظل القيمة المعرضة للخطر شيء مفيد لأنها على الأقل لا تفترض أي تقديرات للخسائر المتطرفة: ومعالجتها لهذه الأحداث المتطرفة يعني أننا بحاجة إلى تقدير احتمالها، وتقدير العواقب الدقيقة.

4-3 القيمة المعرضة للخطر في الممارسة العملية

من الغريب أن القيمة المعرضة للمخاطر تستخدم على نطاق واسع جدا، وفي الوقت نفسه مثيرة للجدل للغاية. هناك الكثير من الجدل لأن التقنية الأساسية يمكن أن تستخدم بطرق مختلفة - وبعض النهج يمكن أن تكون مضللة، وربما حتى خطرة. ومع ذلك لا يمكن الاستغناء عن القيمة المعرضة للخطر- فبالنسبة للبنوك فهي جزء من إطار بازل 2 الذي يربط متطلبات رأس المال بمخاطر السوق، وفي الولايات المتحدة يتم تكليف بعض المقاييس الكمية للمخاطر من قبل المجلس الأعلى للتعليم لعمل التقارير السنوية للشركة. ويمكن الاطلاع على بما هو مطلوب بموجب اتفاقية بازل 2 من المقتطف التالي من الفقرة 718 (القسم 76) (منقول من http://www.basel-ii-accord .com).

> ستتمتع البنوك بالمرونة في استنباط الطبيعة الدقيقة لنماذجها، ولكن المعايير الدنيا التالية ستطبق بهدف حساب رسوم رأس المال.
>
> (أ) يجب أن تحسب "القيمة المعرضة للخطر" على أساس يومي.
>
> (ب) عند حساب القيمة المعرضة للخطر، إذا كانت تبلغ 99٪، يتم استخدام فاصل الثقة ذات المنحنى الواحد.
>
> (ج) عند احتساب القيمة المعرضة للخطر، سيتم استخدام الحركة السعرية الفورية تعادل

حركة 10 أيام في الأسعار، أي أن "فترة الثبات" الدنيا ستكون عشرة أيام تداول. ويمكن أن تستخدم المصارف أرقام القيمة المعرضة للخطر المحسوبة وفقا لفترات أقصر تصل إلى عشرة أيام حسب الجذر التربيعي للوقت.

(د) سوف يتم الحد من استخدام فترة المراقبة التاريخية (فترة العينة) لحساب القيمة المعرضة للخطر بحد أدنى سنة واحدة.

(هـ) لا يتم وصف أي نوع معين من النماذج، فطالما أن كل نموذج يستخدم يوضح جميع المخاطر المادية التي يديرها البنك، فتكون للبنوك حرية استخدام أي من النماذج القائمة، على سبيل المثال، مصفوفات التباين أو المحاكاة التاريخية أو محاكاة مونتي كارلو.

(و) تتمتع البنوك بالسلطة التقديرية للاعتراف بالعلاقات التجريبية ضمن فئات المخاطر الكبيرة (مثل أسعار الفائدة وأسعار الصرف وأسعار الأسهم وأسعار السلع الأساسية، بما في ذلك التغيرات المتعلقة بالخيارات في كل فئة من فئات عوامل الخطر).

(ز) يجب على كل بنك أن يلبي عدة أشياء على أساس يومي، مثل متطلبات رأس المال وفقا للمعايير المحددة ومتوسط مقاييس القيمة المعرضة للخطر في كل يوم من أيام العمل الستين السابقة مضروبا في عامل مضاعف.

(ح) يتم تحديد عامل الضرب من قبل السلطات الإشرافية الفردية على أساس تقييمها لجودة نظام إدارة المخاطر بالبنك، مع مراعاة الحد الأدنى المطلق.

ومن الناحية العملية، هناك ثلاثة نهوج مختلفة لحساب أرقام القيمة المعرضة للخطر، قد نستخدم توزيعات الأسعار التاريخية (القيمة المعرضة للخطر الغير معملية) وقد نستخدم نماذج رياضية للأسعار (ربما في تلك التوزيعات العادية لبعض عوامل الخطر)، أو قد نستخدم محاكاة مونت كارلو. إن النهج التاريخي بسيط، فنحن ننظر إلى محفظة السوق الحالية لدينا، ثم نستخدم المعلومات التاريخية لمعرفة كيف كان من الممكن أن تعمل هذه الحافظة على مدى فترة (لمدة سنة على الأقل) سيكون لدينا حوالي 250 يوم للتداول.

وإذا أردنا، مثل ميكروسوفت، حساب معدل القيمة المعرضة للمخاطر البالغة 97.5٪، فإن ذلك يعني ما بين ست وسبع مناسبات خلال السنة التي يتم فيها تجاوز القيمة المعرضة للخطر. لذلك يمكننا أن نأخذ أصغر سبعة خسائر يومية التي تم تسجيلها في محفظتنا خلال السنة أثناء تقدير القيمة المعرضة للخطر.

ومن المزايا الكبيرة لهذا النهج أنه من خلال التعامل مع البيانات التاريخية، فإننا نفهم بالفعل العلاقات بين مختلف الأسهم في محفظتنا. لذلك، لا يتعين علينا البدء في إجراء أي تقديرات، على سبيل المثال، كيفية ترابط حركة أسعار الأسهم في مايكروسوفت وجوجل. أحد عيوب هذا النهج هو أنه من الصعب معرفة عدد البيانات التي يجب أن نشملها. هل تختلف ظروف السوق الحالية عن سوق التداول حتى عام 2008؟ وإذا كان الأمر كذلك، فلا ينبغي أن نشمل الكثير من تلك الفترة السابقة في تحليلنا. ولكن، من ناحية أخرى، إذا ركزنا على فترة قصيرة لعمل تحليلنا التاريخي، فإننا قد نتأثر بشكل مفرط بأحداث معينة حدثت خلال تلك الفترة. وبوجه عام، يكون النهج التاريخي أقل احتمالا أن يكون مناسبا عندما يكون هناك تغير كبير في السوق.

النهج الحدودي (البارامتري) مرن ويمكن أن يعمل على هياكل الترابط المختلفة، ولكن من الناحية العملية هناك نقطة ضعف بمجرد أن تصبح المشكلة ذات حجم معقول، وسنحتاج إلى تقديم بعض الافتراضات القوية بشأن توزيع العوائد (غالبا ما يعود السجل إلى توزيع طبيعي). ومع ذلك، بمجرد أن يتم ذلك يمكن أن تكتمل العمليات الحسابية بسرعة كبيرة.

وينظر النهج البارامتري إلى استجابة الأدوات مثل خيارات الاختلافات في الأوراق المالية الأساسية (وهي طريقة شائعة جدا في هذه الفئة يتم توفيرها من قبل مقاييس المخاطر). أما خطورة النهج البارامتري أنه من غير المرجح نمذجة السلوك الفعلي بشكل صحيح في منحنيات التوزيع، وإذا كانت هناك منحنيات توزيع توضح نسبة عالية من الاحتمالات، فقد يكون هذا النهج مضلل جداً (وسوف نناقش هذه المشاكل في الفصل التالي). الخيار الثالث هو استخدام محاكاة مونتي كارلو. ويستخدم هذا الأسلوب

البارامتري لنمذجة المكونات الفردية التي تولد المخاطر، ولكن بدلا من البحث عن الحلول التحليلية، فإنه يحاكي ما قد يحدث. ويمكن للمحاكاة الطويلة بما فيه الكفاية توضيح توزيع السلوك بشكل كامل دون الحاجة إلى خيارات محددة جدا من التوزيع، وفي الوقت نفسه يمكن أن توضح أي درجة من التعقيد في هيكل الارتباط.

ويكمن ضعف هذا النهج في أنه لا يزال يتطلب وضع افتراضات على أشكال التوزيع؛ وأيضاً يمكن أن يتطلب تمثيله بطريقة حسابية. وبعد اتخاذ القرار بالطريقة التي سيتم استخدامها لحساب أرقام القيمة المعرضة للمخاطر، هناك قراران آخران يجب اتخاذهما. أولاً يجب على مدير المخاطر أن يقرر بناءً على أفق المخاطر، لأن هذه هي الفترة الزمنية التي قد تحدث فيها الخسائر. والغرض من استخدام القيمة المعرضة للخطر ليوم واحد هو للنظر في تحركات الأسعار على مدار يوم واحد. ولكن يحدد إطار بازل فترة مدتها 10 أيام، وبالنسبة للعديد من الشركات فإنهم يفضلون أن تكون الفترة أطول من ذلك. فكلما طالت الفترة التي تم اختيارها، كلما كان هناك حاجة أكبر لسلاسل البيانات من أجل تقدير هذه الفترة. وعلى أي حال، إذا كانت الفترة الزمنية طويلة فمن المهم التأكد من أن حسابات القيمة المعرضة للخطر تتم بصورة منتظمة أو على الأقل يتم احتسابها يوميا كما يوصي إطار بازل 2. القرار الثاني هو مستوى الثقة أو نقاط التجزيء التي سيتم استخدامها. يتطلب بازل احتساب القيمة المعرضة للمخاطر بنسبة 99٪، ولكننا رأينا بالفعل كيف تستخدم ميكروسوفت القيمة المعرضة للخطر بنسبة 97.5٪.

ومن المهم أيضا التحقق من تطابق تقديرات القيمة المعرضة للخطر مع الأداء الفعلي للمخاطر، وهو ما يطلق عليه الاختبار المسبق. إن أبسط طريقة للقيام بذلك هي تطبيق الطريقة المستخدمة حاليا على الأداء السابق للشركة للحصول على تقدير للقيمة المعرضة للمخاطر التي كان سيتم احتسابها على أساس كل يوم خلال السنة الماضية. وتبين لنا نظرية القيمة المعرضة للخطر كم عدد المرات التي نتوقع فيها أن نرى خسائر أكبر من القيمة المعرضة للخطر (مرتين ونصف إذا كان مستوى القيمة المعرضة للخطر البالغ 99٪ يستخدم لمدة 250 يوم تداول). إذا وجدنا أن حدود القيمة المعرضة للمخاطر قد تم

اختراقها أكثر من ذلك، فإننا بحاجة إلى إجراء مزيد من التحري والنظر في تغيير طريقة الحساب، وأيا كان النهج المستخدم، فإن الحصول على أرقام القيمة المعرضة للخطر يمكن أن يكون مفيدا للغاية للمديرين، ويجدر مراجعة سبب ذلك إلى:

- سهولة فهم القيمة المعرضة للخطر وهي الآن مألوفة لكثير من كبار المديرين.
- توفر القيمة المعرضة للخطر مقياس واحد ثابت للمخاطر التي يمكن استخدامها في جميع أنحاء الشركة ويمكن أن تشكل محور النقاش حول المخاطر.
- يمكن احتساب القيمة المعرضة للخطر على مستوى الكيانات التشغيلية الفردية (أو مكاتب التداول في البنك)، وهذا يعطي رؤية جيدة وصولا إلى المستويات الدنيا في الشركة، وهي توفر أداة يمكن استخدامها لفرض استراتيجية متسقة للمخاطر من خلال المنظمة، وفي الوقت نفسه تمكن كبار المديرين من فهم المزيد حول من أين وكيف تنشأ المخاطر داخل منظمتهم.
- توفر القيمة المعرضة للخطر أداة جيدة لتقييم كفاية رأس المال (وهي مطلوبة لهذا الغرض من قبل الجهات التنظيمية المصرفية).
- أصبحت القيمة المعرضة للمخاطر الطريقة المعيارية للإبلاغ عن المخاطر خارجيا.

5-3 انتقادات القيمة المعرضة للخطر

كما ذكرنا سابقا، فإن استخدام القيمة المعرضة للمخاطر لا يزال مثيرا للجدل، ومن المهم أن نفهم الانتقادات حولها. والمشكلة الرئيسة مع القيمة المعرضة للمخاطر هي أنها لا تتطرق إلى ما يحدث داخل المنحنى، فإنها لا تعطي أي إرشادات حول كيف يمكن حدوث خسائر كبيرة. هناك الكثير من الاختلاف بين القول بأنه "بنسبة 99٪ من الأيام لن أخسر أكثر من 100 ألف دولار" والقول بأنه "في يوم واحد من كل عام (في المتوسط) سوف أخسر 20 مليون دولار). ومع ذلك، فإن هذين القولين يتفقان تماما مع بعضهما البعض. ففي أغلب الأوقات يجري كل شيء بشكل جيد ويكون تحت السيطرة وتكون الخسائر متواضعة، ولكن من الممكن أن يسوء الوضع تماما وتكون الخسائر كبيرة.

وألقى ديفيد إينهورن، وهو مدير صندوق تحوط معروف، كلمة في عام 2008 (يحذر من المشاكل المحتملة لـ ليمان براذرز) وقال في خطابه

أن القيمة المعرضة للخطر "غير مجدية نسبيا كأداة لإدارة المخاطر وربما كارثية عندما يخلق استخدامها شعور زائف بالأمن بين كبار المديرين والمراقبين. وأنها مثل الوسادة الهوائية التي تعمل طول الوقت، باستثناء عندما يحدث حادث سيارة.

وفي كتاب مؤثر يدعى "البجعة السوداء"، قال "نسيم نيكولاس طالب" أننا عادة لا نولي اهتماماً كبيراً للأحداث التي نادراً ما تحدث ولكنها مهمة جدا. هذه الأحداث تسمى في مصطلحاته بـ" البجعات السوداء" فهي نادرة بما فيه الكفاية بأن لا نلاحظها من قبل، لذا فمن المعقول أن نتحدث عن توقع احتمالها، فهذه الأحداث لها آثار كبيرة جدا. إنها المجهول التي اتضح أنه أكثر أهمية من الأشياء التي نعرفها بالفعل. من كان بإمكانه التنبؤ بالتغييرات التي حدثت بعد الهجوم الإرهابي على البرجين عام 2001؟ من كان يتوقع ظهور وسائل التواصل الاجتماعي على شبكة الإنترنت؟ وتنعكس هذه الظواهر واسعة النطاق على مستوى الشركة من قبل الأحداث الغير متوقع حدوثها.

عندما نستخدم القيمة المعرضة للخطر كمقياس للمخاطر فإننا نستبعد هذه الأحداث وعواقبها عمدا. وحتى استخدام القيمة المعرضة للخطر بنسبة 99٪ لمدة يوم واحد، فإننا نستبعد عمدا أي أحداث قد تحدث أقل من مرة واحدة كل ستة أشهر. فبالنسبة لـ"طالب" الشيء الذي يحدث مرتين في السنة ينبغي اعتباره كحدث يتكرر "كل يوم". ويقول بأن استبعاد المنحنى البالغ 1٪ في العديد من المجالات ينطوي على استبعاد الأحداث والبيانات التي تبين أن لها تأثير كبير جدا على الصورة العامة. على سبيل المثال، إذا نظرنا لحجم التحميلات على آي تيونز واستبعدنا 1٪ من الوسائط الأكثر تحميلا، فمن المحتمل أن يكون تقديرنا لأرباح آي تيونز دقيق جداً.

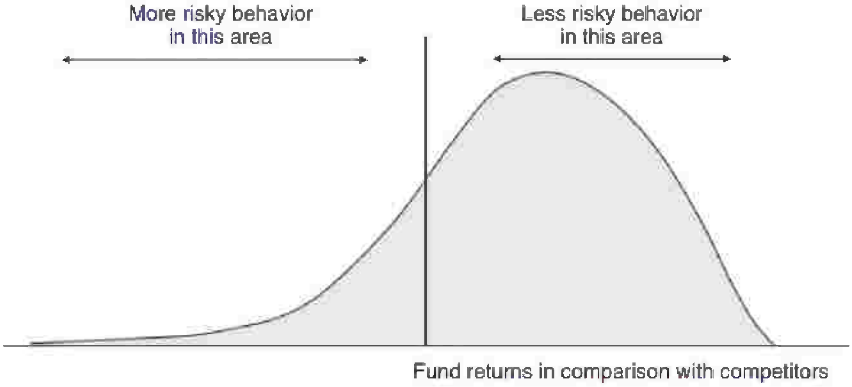
وهناك مشكلة أخرى مع القيمة المعرضة للخطر وهي أنها قد تشجع السلوك غير المناسب من قبل المديرين كما يصف " جو نوسيرا" في مقالته في نيويورك تايمز، كيف يمكن أن يتم التلاعب بالقيمة المعرضة للخطر.

ومن أجل تحفيز المديرين فقد بدأت البنوك بتعويضهم ليس فقط لتحقيق أرباح كبيرة، ولكن أيضا لخفض مستوى المخاطر عند تحقيق الأرباح. وهذا حفزهم على إنشاء ما يمكن تسميته بمراكز المخاطر غير المتماثلة، حيث توجد عادة أرباح صغيرة وخسائر نادرة، ولكن عندما تحدث الخسائر يمكن أن تكون هائلة. وأصبحت القيمة المعرضة للخطر شيء جيد بالنسبة للمديرين، لأنها تجاهلت الاحتمال الضئيل بحدوث الخسائر العملاقة، والتي لا يمكن أن تحدث إلا في حالة وقوع كارثة حقيقية. ومن الأمثلة الجيدة على ذلك هو مبادلة عجز الائتمان، وهي في الأساس عبارة عن تأمين بأن الشركة لن تتخلف عن السداد. هذه المكاسب التي تحققت من بيع مقايضات الائتمان والتخلف عن السداد هي مبالغ صغيرة وثابتة - وإمكانية الاضطرار إلى سداد هذا التأمين كان يفترض أن تكون ضئيلة ولا تكون جزء من احتمالية الـ99٪ لذلك لم تظهر في عدد القيمة المعرضة للخطر.

في الواقع، إن الدوافع لاتخاذ الإجراءات التي ينتج عنها انحراف أو انحراف غير متماثل هي واسعة النطاق. وهذا غالبا ما يحدث عندما يكون هناك مكافأة على أساس الترتيب النسبي. لنفترض، على سبيل المثال، أننا مدير صندوق، قد يكون لدينا خيارات متاحة لنا والتي سوف تجعل عوائدنا قريبة من متوسط العائد لنوع الأسهم التي نقوم بالاستثمار فيها. ويمكن تحقيق ذلك ببساطة عن طريق نشر محفظتنا على نطاق واسع، والعمل وفق خيار منخفض المخاطر إذا تم مقارنتنا مع متوسط الأداء هذا (أو أداء مديري الصناديق الآخرين).

من ناحية أخرى، يمكننا تركيز محفظتنا على عدد قليل من الأسهم. وهذا من شأنه أن يكون أكثر خطورة، ولكن يمكن أن تثمر هذه الأسهم بشكل جيد إذا كانت جيدة الأداء. وبما أن مدراء الصناديق يدفعون جزئيا على أساس الأموال الخاضعة للإدارة، فإن التدفقات إلى الصندوق غالبا ما تحدد حسب ترتيبه النسبي، فهناك حافز كبير للقيام بعمل أفضل من الصناديق الأخرى. وقد يؤدي ذلك إلى سلوك المقامرة (عن طريق اختيار الأوراق المالية) إذا كانت الأمور تسير بشكل سيء (ربما يتمكن مدير الصندوق من تصليح

الوضع) إذا كانت الأمور تسير على ما يرام (يحدث هذا غالبا إذا كنا بالفعل في المقدمة). الآن يتم توزيع العوائد من خلال المقامرة ولكن ذلك يتوقف على مستوى الأداء. والنتيجة النهائية هي أن توزيع العوائد يتركز على الجانب السلبي ويضغط على الجانب الإيجابي: وينتهي الأمر بالشكل الذي يبدو عليه الشكل 3-6، حيث أن هناك منحنى سلبي طويل.



الشكل 6-3: توزيع العائدات غير المتماثلة.

وهذا يعني وجود احتمال ضئيل بأن تكون هناك عوائد سيئة وفرصة جيدة بأن تكون هناك عوائد معقولة. والنهج الصحيح هنا هو تعرُّف ما تقيسه القيمة المعرضة للخطر وما لا تقيسه. فهي تنتقي نقطة جزئية واحدة وتقيمها، ولا تحاول توضيح إلى أي مدى يمتد المنحنى (إلى أي مدى يمكن أن تكون الخسائر كبيرة). إن النهج الأكثر شيوعا لمعرفة أوجه القصور في القيمة المعرضة للخطر حول الأحداث المتطرفة هو استخدام اختبار الضغط. فهذه هي التقنية التي نشأت في الصناعة المصرفية كما هو الحال مع العديد من نهوج إدارة المخاطر الأخرى، والفكرة هنا هي أن الشركة بالإضافة إلى تحليل القيمة المعرضة للخطر، يجب أن تحاول فهم المزيد حول ما يجري في منحنيات التوزيع.

ويمكن فعل هذا من خلال النظر في مجموعة من السيناريوهات المختلفة "السيئة" والعمل على كل واحد ومعرفة ما هي الآثار المترتبة عليه. وكمثال على ذلك، فإن بنك

HSBC ، بعد مناقشة بعض القيود المفروضة على استخدام القيمة المعرضة للخطر البالغة 99٪ بشكل يومي كمقياس للمخاطر، ينص على ما يلي:

اعترافا بقيود القيمة المعرضة للمخاطر، يقوم بنك HSBC [1] باستخدام اختبار الضغط لتقييم التأثير المحتمل على قيم المحفظة لأحداث أو حركات أكثر تطرفا وإن كانت معقولة في مجموعة من المتغيرات المالية. وفيما يلي السيناريوهات الواجب تطبيقها على مستوى المحفظة والمستويات الموحدة:

- سيناريوهات الحساسية التي تأخذ في الاعتبار تأثير أي عامل خطر أو مجموعة من العوامل التي من غير المحتمل أن يتم إدراجها ضمن نماذج القيمة المعرضة للخطر، مثل كسر ربط العملة.
- السيناريوهات التقنية، التي تعتبر أكبر خطوة في كل عامل خطر، دون النظر في أي ارتباط سوقي أساسي.
- سيناريوهات افتراضية تنظر في الأحداث الاقتصادية الكلية المحتملة، على سبيل المثال، وباء أنفلونزا عالمي.
- السيناريوهات التاريخية التي تتضمن ملاحظات تاريخية حول تحركات السوق خلال فترات الضغط السابقة والتي لن يتم إدراجها ضمن القيمة المعرضة للمخاطر.

إن استخدام اختبار الضغط لتحري عواقب المخاطر التي تحدث في المنحنى هو نهج مكمل للقيمة المعرضة للخطر (والذي يتجاهل حجم هذه المخاطر)، وقد يكون مفيدا لمجموعة واسعة من الشركات. وهناك نهج آخر لاختبار الضغط ضد مجموعة من السيناريوهات السيئة وهو البحث بشكل منهجي عن أسوأ سيناريو بين مجموعة معينة؛ وهذا ما يسمى بـ "اختبار الضغط العكسي".

---

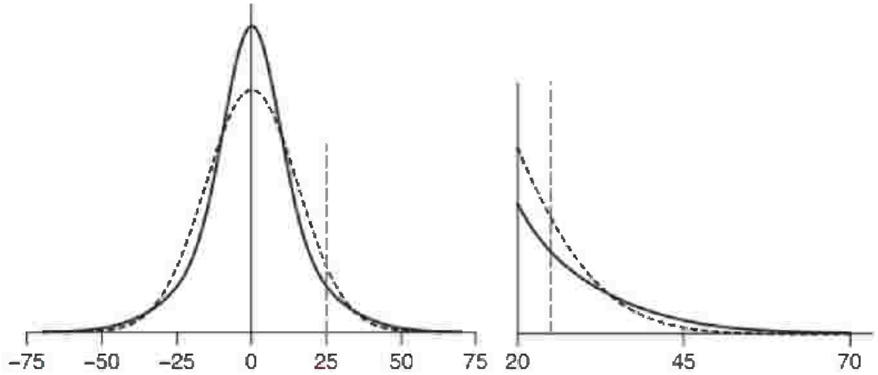
(1) التقرير السنوي لبنك HSBC 21 أبريل 2011
http://www.hsbc.com/investor-relations/financialresults

على سبيل المثال، قد نفرض قيودا على أسعار معينة أو تقلبات معينة، ثم نستخدم إجراء التحسين (مثل أداة السولفر في جدول بيانات) للعثور على المجموعة التي تعطي أسوأ نتيجة بشكل عام. وقد يكون من الصعب أن نعرف مسبقا أي مجموعة من القيم ستكون أسوأ ما يمكن لاسيما عندما تكون هناك مشتقات مالية متضمنة. ويحدد اختبار الضغط العكسي الاختيار الدقيق الذي يعطي أسوأ نتيجة من بين مجموعة محددة من الاحتمالات لمختلف المتغيرات. ومن المرجح أن يتم الكشف عن ذلك، ولكن قد تكون مجرد نقطة انطلاق لمزيد من التحليل. وبمجرد أن نعرف السيناريو الأكثر ضررا يمكننا أن ننظر مرة أخرى لمعرفة ما إذا كنا نعتقد أنه من الممكن أن يقترح بتعديل القيود على المتغيرات واستخدام الإجراء مرة أخرى أو أن هذا غير ممكن.

6-3 ما وراء القيمة المعرضة للخطر

إن قياس القيمة المعرضة للخطر يتعلق بمنحنى التوزيع حيث لا يكون هناك تباين. ولكن على الرغم من أن القيمة المعرضة للخطر تركز على المنحنى فهي لا توفر معلومات حول ما يحدث داخل المنحنى. إن توزيعات الخسائر (وظائف الكثافة) المرسومة في الشكل 3-7 لها نفس القيمة المعرضة للخطر البالغة 95٪ بقيمة 25 ولكن الخسائر المحتملة للتوزيع المرسوم بخط ثابت هي أعلى بكثير.

ومن الطبيعي أن نتحدث عن توزيع له منحنيات كبيرة إذا كان هناك احتمال أكبر للحصول على القيم من المنحنيات الكبيرة. والمقارنة هنا هي التوزيع الطبيعي (وهو الخط المتقطع في الشكل) والذي تتجه فيه الاحتمالات نحو الصفر مثل e −x2 =1/e x 2 وهو انخفاض سريع جدا. ويتمثل أحد طرق هذه المشكلة في النظر إلى قيم القيمة المعرضة للمخاطر عند الاحتمالات المختلفة. توزيعات الخط الثابت التي توضح منحنيات كبيرة تمثل القيمة المعرضة للخطر البالغة 99٪ من 41، في حين أن القيمة المعرضة للخطر البالغة 99٪ للخط المتقطع، والذي يمثل توزيعاً طبيعياً هو 36، ومن ثم، فإن الفارق بين التوزيعات يصبح أكثر وضوحا من القيمة المعرضة للخطر.



الشكل 3-7: يحتوي الخط الصلب على منحنى أضيق (يظهر في اللوحة الأيمن). كل من التوزيعات لديها القيمة المعرضة للخطر بنسبة 95٪ من 25.

ويتمثل النهج البديل في استخدام ما يسمى غالبا بالنقص المتوقع، وأحيانا تستخدم مصطلحات أخرى، مثل (منحنى القيمة المعرضة للخطر أو القيمة المشروطة المعرضة للخطر).

العجز المتوقع عند المستوى α لمتغير عشوائي X للخسائر، يكتب بهذه الطريقة ESα (X) وتكون الخسارة المتوقعة مشروطة بتجاوز المستوى α للقيمة المعرضة للخطر، وتصبح هي القيمة المتوسطة لذلك الجزء من التوزيع الذي يزيد عن القيمة المعرضة للخطر α (X)، أي أكثر من قيم الخسارة. ويرتبط العجز المتوقع ارتباطا وثيقا بالقيمة المعرضة للخطر، ولكنه يوضح المزيد عما يمكن أن يحدث في أسوأ الحالات. وبالمقارنة مع القيمة المعرضة للخطر، فإن العجز المتوقع يمثل مقياسا بديهياً للمخاطر. ويتم الحصول على القيمة المعرضة للخطر البالغة 95٪ من خلال طرح السؤال "ما هو الحد الأدنى للخسارة من بين 5٪ من أسوأ النتائج؟"، في حين يتم الحصول على قيمة العجز المتوقعة البالغة 95٪ عن طريق السؤال "ما هو متوسط الخسارة من بين 5٪ من أسوأ النتائج؟". ويمكننا كتابة النقص المتوقع بشكل رسمي بهذه الطريقة:

$$ES_{\alpha}(X)=E(X|\ X>VaR_{\alpha}(X)) \qquad (2\text{-}3)$$

يجب أن نتوقف ونفصل ما نعنيه بتوقع مشروط بحدث أخر، يأخذ المتغير العشوائي المنفصل X القيم x_1، x_2، ...، x_N. مع الاحتمالات ذات الصلة p_1، p_2، ...، p_N، ويكو التوقع بهذه الصيغة $E(x)= \sum_{i=1}^{N} p_i x_i$.

ويتم الحصول على العجز المتوقع عن طريق تغيير الاحتمالات، فبدلاً من pi، يكون لدينا:

$$p_i' = \Pr(X = x_i \mid X > \mathrm{VaR}_\alpha(X)) = \frac{\Pr(X = x_i \text{ and } X > \mathrm{VaR}_\alpha(X))}{\Pr(X > \mathrm{VaR}_\alpha(X))}.$$

المثال العملي 3-4 حساب القيمة المعرضة للخطر وقيمة العجز المتوقع مع وجود تأمين ضد الطقس القاسي.

لنفترض أننا نشتري تأمين ضد الظواهر الجوية القاسية التي تحدث بشكل عشوائي، بمعدل حدث واحد كل 10 سنوات. نحن ندفع 10,000 ألف دولار سنوياً ونحصل على تعويضات قيمتها 000 ،95 دولار في حالة المطالبة. وبمجرد تقديم المطالبة يتوقف عقد التأمين ويتم سداد الدفعات مقدما على أساس شهري. ويتم استرجاعها في أي وقت في حالة وجود مطالبة. وبغض النظر عن وجود خصم وأي زيادات تضخمية في الأقساط أو التعويضات، ما هي VaR 0.95 (القيمة المعرضة للخطر 0.95) وES 0.95 (القيمة المتوقعة للعجز 0.95) لخسائرنا في هذا العقد؟

الحل

كانت أول حالة طقس هي متغير عشوائي مع توزيع أسي. إذا أخذنا السنوات باعتبارها وحدات من الوقت سيكون لدينا توزيع أسي وبراميتر 0.1. وتقدر الخسارة (بالألف دولار) بمقدار L = 10X-95، حيث X هو الوقت المناسب حتى نقوم بتقديم مطالبة ولها دالة الكثافة f (x) = 0.1e -0.1x، ولحساب القيمة المعرضة للخطر 0.95 (L) علماً بأنه

VaR 0.95 (L)=10 VaR0.95 (X)−95

الاحتمال الآن في المنحنى الأسي هو

$$\int_u^\infty f(x)dx = \int_u^\infty 0.1e^{-0.1x}dx$$
$$= \left[-e^{-0.1x}\right]_u^\infty = e^{-0.1u}.$$

للعثور على القيمة المضافة VaR0.95 (X) يجب تحديد قيمة a u التي تعطي الاحتمال 0.05، لذلك يجب أن نحدد قيمة u بحيث e−0.1u=0.05, i.e.u=−10 loge(0.05) =29.957، وبالتالي، هناك فرصة واحدة من بين كل 20 فرصة أن لا يحدث أي حالة طقس لمدة 30 عاما وأن المخاطر الهبوطية من وجهه نظر الشخص الذي يشتري التأمين هو VaR 0.95 (L)=10×29.957−95=204.57 أو 204 570 دولار أمريكي. ولكن بالنظر إلى العجز المتوقع فإنه يعطي رقما أكبر من ذلك: S0.95 (L)=10ES0.95 (X)−95

$$\begin{aligned}
ES_{0.95}(X) &= \frac{1}{1-\alpha}\int_{VaR_\alpha(X)}^\infty xf(x)dx \\
&= \frac{1}{0.05}\int_{29.957}^\infty 0.1xe^{-0.1x}dx \\
&= \frac{1}{0.05}\left[-10e^{-0.1x} - xe^{-0.1x}\right]_{29.957}^\infty \\
&= \frac{1}{0.05}\left(10e^{-2.996} + 29.957e^{-2.996}\right) \\
&= 39.946.
\end{aligned}$$

(يجب عليك التحقق من أن تعبير التكامل الذي نقلناه هنا يختلف عن 0.1xe−0.1x)

وبالتالي، لدينا عجز متوقع وهو

ES0.95 (L)=10×39.946−75=304.46

أو 304460 دولار، أي بزيادة قدرها 1001000 دولار عن القيمة المعرضة للخطر.

فالفرق أكبر مما سيحدث لكثير من التوزيعات، ويرجع ذلك إلى شكل معين للتوزيع الأسي ووجود منحنى طويل إلى اليمين.

إن العجز المتوقع له فوائد عديدة على القيمة المعرضة للخطر. ليس فقط لأنه يعطي رؤية أكبر في منحنيات توزيع الخسارة ولكنه لديه أيضا خصائص نظرية أفضل. ولهذه الأسباب أصبح أكثر شعبية كوسيلة لتتبع المخاطر. وقد تم اقتراحه كبديل أفضل للقيمة المعرضة للخطر من قبل لجنة بازل للرقابة المصرفية.

وبما أن العجز المتوقع هو أفضل بكثير في إعطاء مؤشر لمخاطر المنحنى، فإنه قد يكون من المناسب خفض مستوى α. وبعبارة أخرى، فإن استخدام القيمة المعرضة للخطر البالغة 99٪ بدلا من المستوى الأدنى هو شيء جزئي لأن مستوى ألفا يعطي مؤشرا أفضل لما يحدث في المنحنى. ولكن استخدام العجز المتوقع مع مستوى أقل مثل 98٪ أو 97.5٪ يمكن أن يعمل بشكل جيد. (ويعطى مؤشر جيد لما يحدث في المنحنى) الميزة الكبرى في مستوى α الأدنى هو أنه يتم أخذ المزيد من نقاط البيانات في الاعتبار عند اختبار تقديرات العجز المتوقع.

نريد أن نتحدث أكثر عن الكيفية التي يمكن للشركة من خلالها أن تعيد اختبار العجز المتوقع (وقد تم طرح ذلك في بعض الأحيان كمخاوف من الانتقال من القيمة المعرضة للخطر إلى العجز المتوقع). والشيء المهم الذي يجب أن ندركه هنا هو أن العجز المتوقع لا يتولد من تلقاء نفسه: فهو يحتاج إلى تقدير لقيمة القيمة المعرضة للخطر أيضا. وبالتالي، إذا عملنا على أساس يومي عند مستوى 99٪، سوف ينتهي بنا الأمر إلى رقمين يومياً: لقيمة المعرضة للخطر بنسبة 99٪ والعجز المتوقع بنسبة 99٪. ثم تأتي عملية الاختبار الخلفي لتنظر في الحالات التي يتم فيها اختراق مستوى القيمة المعرضة للخطر وتنظر في خسائر تلك الحالات. وتكون هذه هي الخسائر التي يعزى متوسطها إلى تقديرات العجز المتوقعة. إذا كان العجز المتوقع هو نفسه من يوم لآخر، فإن الاختبار الخلفي سيكون بسيطا: سيكون مجرد مسألة التحقق من متوسط الخسائر في الأيام التي تم فيها انتهاك مستوى القيمة المعرضة للخطر ومقارنتها مع تقدير العجز المتوقع.

وعندما تتفاوت تقديرات العجز المتوقع من يوم لآخر، لا يزال بوسعنا مقارنة هذين الرقمين. إذا كانت الخسارة في يوم معين واختراق القيمة المعرضة للخطر هو X فإن هذا

يمثل قيمة ESα، وبالتالي E(X−ESα)=0. ونكتب Xi للخسارة في اليوم الأول (يرتبط هذا بالأيام التي يكون فيها خرق للقيمة المعرضة للخطر) وتكون ES (i) α هي قيمة ESα في اليوم الأول. وبما أن الفرق هو Xi−ES (i) α له قيمة متوسطة تعادل صفر، يمكننا أن ننظر في القيمة المرصودة للمتوسط:

$$\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(X_i - \mathrm{ES}_\alpha^{(i)})$$

خلال الأيام التي كان يحدث بها خرق للقيمة المعرضة للخطر. هذا أيضا سيكون له قيمة متوسطة تعادل صفر إذا كان النموذج صحيح.

وهناك حجة لتوسيع نطاق هذه الاختلافات للسماح بتوسيع جميع القيم التي تحدث في الأيام التي تعاني من عجز مرتفع متوقع. وهذا يعني النظر في نسبة (X−ESα)/ESα. من الواضح، بما أن X-ESα له متوسط بمعدل صفر، فإن النسبة سيكون لها أيضا معدل صفر، ولذلك فنحن نتمكن من تقييم هذه النسبة لمختلف أيام خرق القيمة المعرضة للخطر ومرة أخرى التحقق من المتوسط، والتي ينبغي أن يكون قريب من الصفر.

لاحظ أن الخسائر في أيام خرق القيمة المعرضة للخطر سيكون لها شكل غير متماثل؛ فإننا نتوقع العديد من نقاط البيانات التي تتجاوز مستوى القيمة المعرضة للخطر، وتقل تدريجيا في المستويات العليا والعالية، لذا فإن (X-ESα) في أيام خرق القيمة المعرضة للخطر من المرجح أن تكون سلبية أكثر من كونها إيجابية، مع احتمال ضئيل أن يكون هناك قيمة إيجابية كبيرة جداً تمثل متوسط صفر. وفي أغلب الأحيان، سيكون إجراء الاختبار الخلفي لديه عدد محدود من البيانات عن أيام خرق القيمة المعرضة للخطر، وسيكون من قبيل الصدفة ما إذا كان قد تم ملاحظة عدد مناسب من هذه القيم الإيجابية الكبيرة لتعويض العديد من القيم السلبية. وهذا يجعل من الصعب الوثوق بتقديرات العجز المتوقع، وهو ما يبعث على القلق بشأن فعالية الاختبار الخلفي للنقص المتوقع.

1-6-3 *مزيد من التفاصيل عن العجز المتوقع

هناك طريقة أخرى لتحديد العجز المتوقع وهي إيجاد متوسط قيم VaRu لجميع u≥α. لنرى لماذا يعمل هذا، ونبدأ من التعبير:

$$ES_\alpha(X) = \frac{1}{1-\alpha}\int_{VaR_\alpha(X)}^{\infty} xf(x)dx. \qquad (3.3)$$

الآن سنقوم بتغيير متغير x إلى متغير جديد u، والذي يعرف بأنه u=F(x) للقيام بذلك نستخدم الإجراء العادي لأخذ المشتقات لمعرفة أن du=f(x)dx. كما نلاحظ أن:

$$x=F^{-1}(u)=VaR_u(X)$$

وعلاوة على ذلك، في الحد الأدنى من التكامل x=VaRα (X) لذلك u = α وعند الحد الأعلى u=F(∞)=1. وبالتالي:

$$\int_{VaR_\alpha(X)}^{\infty} xf(x)dx = \int_\alpha^1 VaR_u(X)du$$

4-3

$$ES_\alpha(X) = \frac{1}{1-\alpha}\int_\alpha^1 VaR_u(X)du.$$

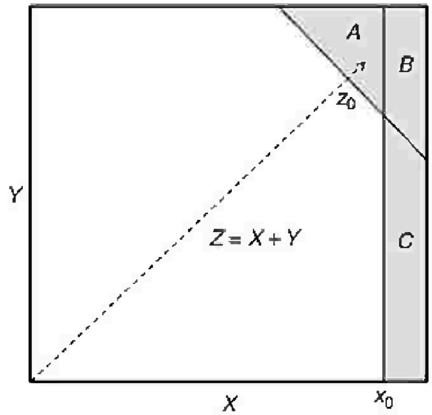
وهكذا، فإن المعادلتين (3-3) و(4-3) توفران تعبيرين بديلين عن العجز المتوقع في المستوىα، عندما يكون المتغير العشوائي للخسائر X مستمرا. وهناك تحذير هام هنا للتوزيعات المنفصلة، حيث لا توجد دالة كثافة f، فإن المعادلة الأصلية للتعريف (2-3) والمعادلة (3-4) لم تعد مكافئة وينبغي أن نستخدم التعريف الثاني للمعادلة (4-3) لتجنب المشاكل (أو استخدام تعريف أكثر تعقيدا بدلا من المعادلة (3-2))

وكما ناقشنا سابقا، فإن إحدى المشاكل المتعلقة بالقيمة المعرضة للخطر هي أنها ليست مقياساً متماسكاً. وعلى وجه التحديد، ليس لدينا خاصية الإضافة الفرعية التي تكون بها VaR α (X)+VaRα (Y) ≥VaRα(X+Y). وتبين أن العجز المتوقع هو مقياس متجانس للمخاطر. هناك أربع خصائص للتحقق: الرتابة، والتجانس الإيجابي؛ ثبات الترجمة والإضافات الفرعية. وحقيقة أن القيمة المعرضة للمخاطر لها الخصائص الثلاثة الأولى تعني

أنه يمكننا استخدام المعادلة (3-4) لإظهار أن العجز المتوقع له هذه الخصائص أيضا. لذلك:

$$\text{If } X \leq Y \text{ then } \mathrm{ES}_\alpha(X) \leq \mathrm{ES}_\alpha(Y);$$
$$\mathrm{ES}_\alpha(bX) = b\,\mathrm{ES}_\alpha(X);$$
$$\mathrm{ES}_\alpha(X + c) = \mathrm{ES}_\alpha(X) + c.$$

الآن سوف نوضح لماذا العجز المتوقع هو إضافة فرعية، والملاحظة الرئيسة هي أن العجز المتوقع ل X هو متوسط أعلى قيم X التي يمكن أن تحدث، حيث الأحداث التي تولد هذه القيم لها احتمال معين وهو $1-\alpha$. إذا اخترنا مجموعة مختلفة من الأحداث التي لها نفس الاحتمال $1-\alpha$ ونظرنا إلى متوسط قيم X التي تحدث ضمن هذه الأحداث، يجب أن تكون القيمة أقل من العجز المتوقع. ويمكننا تمثيل ذلك في رسم بياني، كما هو مبين في الشكل 3-8. هنا نأخذ كل من X و Y حيث أن لهما نطاقات محددة بحيث يكون الرسم أسهل.



الشكل 3-8: الرسم البياني لإظهار الإضافة الفرعية للعجز المتوقع.

نحدد متغير عشوائي جديد = X + Y. نحدد متغير عشوائي جديد Z = X + Y. وتتضمن المنطقتان B و C أعلى القيم الممكنة لمتغير الخسارة. لنفترض أنها في المجموع لديها احتمال $1-\alpha$، بحيث أن النقطة x_0 سيكون في $\mathrm{VaR}_\alpha(X)$ الآن افترض أن المنطقتين A و B هم حيث توجد أعلى قيم لـ Z و A و C ولهم نفس الاحتمال. إذن A و B سيكون لهم إجمالي

احتمال $1-\alpha$ وقيمة $Z=z_0$، والذي يمثل الحدود الدنيا لهذه المنطقة، وهي $VaR_\alpha(Z)$ لاحظ الآن أن أخذ القيمة المتوقعة من X للمنطقة B و C ومقارنتها مع القيمة المتوقعة لـ X على المنطقة A و B ينطوي على تغيير مجموعة من الأحداث $X> x_0$ إلى مجموعة أخرى من الأحداث (مع نفس الاحتمال) حيث $x < x_0$. وبالتالي:

$$E(X|\ X>VaR_\alpha(X))\geq E(X|\ Z>VaR_\alpha(Z))$$

قيمة X على المنطقة A و B تتضمن تغيير مجموعة من الأحداث $X> x_0$ إلى مجموعة أخرى من الأحداث (مع نفس الاحتمال) حيث $X < x_0$. وبالتالي

$$E(X|\ X>VaR_\alpha(X))\geq E(X|\ Z>VaR_\alpha(Z))$$

يمكن استخدام نفس الحجة لتوضيح أن

$$E(Y|\ Y>VaR_\alpha(Y))\geq E(Y|\ Z>VaR_\alpha(Z))$$

ثم نضيف هذين الفوارق معا لعمل إضافة فرعية:

$$\begin{aligned} ES_\alpha(X)+ES_\alpha(Y) &= E(X \mid X > VaR_\alpha(X)) + E(Y \mid Y > VaR_\alpha(Y)) \\ &\geq E(X \mid Z > VaR_\alpha(Z)) + E(Y \mid Z > VaR_\alpha(Z)) \\ &= E(Z \mid Z > VaR_\alpha(Z)) = ES_\alpha(Z). \end{aligned}$$

ملاحظات

يعد المقال الصحفي الذي كتبه جو نوسيرا مقدمة ممتازة لهذا الموضوع، ولقد استخلصت منه نقاط مختلفة في هذا الفصل. إن كتاب كروهي وغالاي ومارك مفيد جدا في فهم ما تعنيه مقاييس القيمة المعرضة للمخاطر في الممارسة العملية، كما يتناول كتاب كولب (2001) الجانب الأكثر عملية لحساب القيمة المعرضة للمخاطر. وأيضاً كتاب يكولاس طالب الشهير يسمى بلاك سوانيس يستحق القراءة، لقراءة وجهات النظر حول ما هو الخطأ في العديد من النهج الكمية لقياس المخاطر. ولمزيد من المعلومات حول الطريقة التي يمكن أن تؤدي إلى التوزيعات غير المتماثلة ومنحنيات طويلة، أنظر أندرسون

(2012). وتوجد توصيات بازل بشأن الانتقال إلى العجز المتوقع في الوثيقة الاستشارية الصادرة في مايو 2012. ويمكن الحصول على دليل رسمي أكثر حول نتيجة التماسك في العجز المتوقع في أسيربي وتاسش(2002).

مراجع

Acerbi, C. and Tasche, D. (2002) On the coherence of expected shortfall. *Journal of Banking & Finance*, 26, 1487–1503.

Anderson, E. (2012) Ranking games and gambling: When to quit when you're ahead. *Operations Research*, 60, 1229–1244.

Basel Committee on Banking Supervision (2012) Fundamental review of the trading book.

Consultative Document, May 2012. Available at: http://www.bis.org/publ/bcbs219.pdf

Crouhy, M., Galai, D. and Mark, R. (2006) *The Essentials of Risk Management*. McGraw Hill,

Culp, C. (2001) *The Risk Management Process*. John Wiley & Sons.

Einhorn, D. (2008) Private profits and socialized risk. Speech at Grant's Spring Investment

Conference, 8 April 2008 (and Global Association of Risk Professionals Risk Review, 2008).

Nocera, J. (2009) Risk Mismanagement. *New York Times*, 2 January.

Taleb, N. (2010) *The Black Swan*, 2nd edition. Random House.

تمارين

1-3 القيمة المعرضة للمخاطر للتوزيعات العادية

(أ) إذا كانت متوسط الأرباح التي يحققها مكتب التداول كل يوم تقدر بـ 000 100 دولار ولديها توزيع عادي مع انحراف معياري قدره 000 60 دولار، تحسب القيمة المطلقة المعرضة للخطر بنسبة 99٪ و95٪.

(ب) للمكتب التجاري الثاني نفس الخصائص (التوزيع العادي بمتوسط ربح قدره 000 100 دولار والانحراف المعياري البالغ 000 60 دولار). إذا كان المكتب الثاني يحصل على عوائد مستقلة تماما عن الأول، ما هي قيم القيمة المعرضة للخطر المطلقة بنسبة 99٪ و95٪ للمكتبين التجاريين معاً؟

(ج) إذا كانت نتائج مكتب التداول الثاني ليست مستقلة عن الأولى، فما هي أعلى قيمة (أي أكبر الخسائر) بالنسبة إلى القيمة المطلقة المعرضة للخطر التي تبلغ 99٪ والتي يمكن تحقيقها لكلا من مكتبين التداول؟

2-3 القيمة المعرضة للخطر لتوزيع المثلث

النظر في توزيع الخسائر على مدى يتراوح بين 100 و100 ألف دولار حيث تتبع الكثافة توزيع المثلث $f(x)=-x/X^2$ for$-X$ $x\le 0$ و $f(x)=(X-x)/X^2$ for $0<x\le X$، حيث $X=$ 100,000 دولار، أحسب أرقام القيمة المعرضة للخطر المطلقة البالغة 99٪ و95٪ (في هذه الحالة يمكنك حساب وظيفة الكثافة التراكمية عن طريق عمل الرسم البياني لـ f وحساب المنطقة تحت الرسم البياني.)

3-3 مقياس غير رتيب للمخاطر

مثال 3-2 يعطي طريقة لحساب قياس المخاطر من المتوسط والانحراف المعياري. حيث يعطي مثال على أن زيادة الخسارة على بعض النتائج من شأنه أن يؤدي إلى انخفاض في قيمة $\mu + 3\sigma$. (تلميح: النظر في توزيع للخسائر يكون فيها احتمالية z هي 0.1، صفر مع احتمال 0.8، و1 مع احتمال 0.1. ابدأ بـ $z = -1$ ثم حاول زيادة z.)

4-3 التنويع يقلل من القيمة المعرضة للخطر

في المثال 3.3، استخدم القيمة المعرضة للخطر المطلقة البالغة 98٪ لإظهار أن هناك بعض فوائد للتنويع في استثمار 000 10 دولار في كل من A وB بدلا من وضع 000 20 دولار في سندين من A .

5-3 من يوم واحد إلى عشرة أيام

ويطلب إطار عمل بازل 2 تحديد القيمة المعرضة للمخاطر لمدة 10 أيام، ثم ينص على أنه "يجوز للبنوك استخدام أرقام القيمة المعرضة للخطر المحسوبة وفقا لفترات احتفاظ

أقصر تصل إلى 10 أيام حسب الجذر التربيعي للوقت". فإذا كانت القيمة المعرضة للمخاطر لمدة يوم واحد هي x فإن يمكن تقدير القيمة المعرضة للخطر لمدة 10 أيام على أنها $x\sqrt{10} = 3.1623x$

(أ) اشرح لماذا لا يمكن أن تكون هذه الصيغة مناسبة إلا للقيمة المعرضة للخطر (النسبية) وليس للقيمة المعرضة للمخاطر المطلقة.

(ب) بين أنه إذا كانت العوائد اليومية مستقلة وتوزع عادة فإن الصيغة المقترحة تعطي النتيجة الصحيحة.

6-3 عملية تقديرات القيمة المعرضة للخطر

أنت مدير يستخدم نظام القيمة المعرضة للخطر لحساب قيم القيمة المعرضة للمخاطر النسبية البالغة 99٪ على أساس يومي. على مدى آخر 500 يوم تداول (عامين) كانت هناك خمس مناسبات عندما تم انتهاك قيم القيمة المعرضة للخطر. ويأتي المرؤوس ببعض المخاوف الجدية فيما يتعلق بالحسابات الحالية للقيمة المعرضة للخطر، بحجة أنها تمثل الارتباطات في السلوك الذي يحدث في الأوقات التي تقوم فيها الأسواق بتحركات كبيرة بشكل خاطئ. وقد قام بتنفيذ مجموعة من الحسابات البديلة لقيم القيمة المعرضة للمخاطر اليومية (النسبية) على مدى العامين الماضيين، وأيضاً كان يوجد خمسة مناسبات عندما تم انتهاك قيم القيمة المعرضة للخطر.

(أ) اشرح لماذا قد تختلف قيم القيمة المعرضة للخطر اليومية بشكل ملحوظ عن قيم النظام الحالي، ولكن لديها نفس عدد مرات خرق القيمة المعرضة للخطر.

(ب) افترض أن نظامين لهما نفس الأداء في الاختبار الخلفي، فهل يمكننا أن نستنتج أنهما جيدان بنفس الدرجة؟ وماذا يعني أن يكون واحد أفضل من الآخر؟

7-3 العجز المتوقع للتوزيع الطبيعي

بين أن العجز المتوقع عند المستوى 99٪ إذا كانت الخسائر تتبع التوزيع الطبيعي مع

متوسط صفر والانحراف المعياري 1 يعطى بواسطة ES0.99 = 2.667، باستخدام حقيقة أن:

$$\int_{v}^{\infty} x \exp(-x^2/2)dx = \exp(-v^2/2).$$

3-8 العجز المتوقع هو إضافة فرعية

استخدم حقيقة أن ES0.99 = 2.667 للتوزيع الطبيعي مع متوسط صفر والانحراف المعياري 1 (المعطى في التمرين 3-7) للعثور على العجز المتوقع بنسبة 99٪ إذا كانت الخسائر في المشروع A لها توزيع عادي بمتوسط بقيمة 5000 دولار أمريكي وانحراف معياري بقيمة 3000 دولار (وبالتالي، في المتوسط، سوف نحصل على ربح).

ب) نفترض الآن أن الخسائر في المشروع B له توزيع طبيعي بمتوسط قدره 3000 دولار وانحراف معياري قدره 1500 دولار. على افتراض أن المشاريع مستقلة، أحسب العجز المتوقع بنسبة 99٪ لمجموع المشروعين ومن ثم تحقق من الإضافة الفرعية في هذه الحالة.

3-9 التوقف على العجز المتوقع

لنفترض أن دالة الكثافة f للتوزيع للمتغير العشوائي للخسارة X تتناقص فوق 0.95٪. من خلال النظر في شكل دالة وظيفة الكثافة F، وضح أن VaRu(x) هي وظيفة محدبة لـ u حيث أن u>0.95 (بمعنى أن المنحدر يزداد مع u). استخدام رسم تخطيطي لفهم أن متوسط قيمة الدالة المحدبة على فاصل زمني هو أكبر من قيمة نصف الفاصل الزمني (ويمكن أيضا إثبات ذلك رسميا). وأخيرا استخدم المعادلة (3-4) لإظهار أن

$$\mathrm{ES}_{0.95}(X) \geq \mathrm{VaR}_{0.975}(X).$$