طرق قياس الخطر

علاقة الخطر بالعدد والنتائج:

عرفنا الخطر بأنه "الخوف من تجاوز الخسائر المادية الفعلية للخسائر المتوقعة؛ نتيجة حادث مفاجئ، ويقصد بتجاوز الخسائر المادية الفعلية للخسائر المتوقعة؛ التباين أو الانحراف الموجب للخسائر الفعلية عن الخسائر المتوقعة، وبمعنى آخر فإن الخطر يتمثل في الخوف من أن تزيد الخسائر الفعلية عن الخسائر المتوقعة، وبناء على ذلك إذا كان هناك خطر يترتب عليه نتيجة واحدة، فإن الانحراف في النتائج يساوي صفرا، وبالتالي لا يوجد خطر، أما إذا كان هناك خطر يترتب عليه عدة نتائج، ولكل نتيجة احتمال معين؛ فإننا لا يوجد خطر، أما إذا كان هناك خطر يترتب عليه عدة نتائج، ولكل نتيجة احتمال معين؛ فإننا لا نستطيع أن نحدد أي من هذه النتائج سوف تتحقق، وقد يقدر مدير الخطر قيمة معينة للخسائر، وتحدث خسارة بقيمة أكبر منها؛ وهذا يعني أنه كلما زاد عدد النتائج الممكنة مع صعوبة تحديد أي من هذه النتائج سوف تتحقق؛ كلما زادت قيمة الخطر، وفي حالة ثالثة إذا كان هناك خطر يترتب عليه نتائج

محدودة ويمكن التنبؤ بها بدرجة ثقة عالية؛ فإن هذا يترتب عليه انخفاض قيمة الخطر.

كما يضاف إلى ما سبق أنه قد يتوافر لدينا عدة توزيعات احتمالية للخسارة، تتساوى فيها القيمة المتوقعة (المتوسط)، ومع هذا فإنها تختلف في قيمة الخطر. ولتوضيح ذلك نأخذ في الاعتبار المثال التالي:

مثال (١):

عرض عليك ٣ أنواع من السيارات، قيمة كل منها ٥٠٠٠ جنيه، وفيما يلي التوزيع الاحتمالي للخسائر السنوية لكل سيارة:

التوزيع الاحتمالي الأول

قيمة الخسارة	الاحتمال
١٥٠٠	١,٠٠
المجموع	١,٠٠

التوزيع الاحتمالي الثاني

قيمة الخسارة	الاحتمال
٥٠٠	٠,٠٢٥
١٥٠٠	٠,٩٥٠
٢٥٠٠	٠,٠٢٥
المجموع	١,٠٠

التوزيع الاحتمالي الثالث

قيمة الخسارة	الاحتمال
صفر	٠,٣٠
١٠٠٠	٠,٢٥
٢٠٠٠	٠,٢٠
٣٠٠٠	٠,١٥
٤٠٠٠	٠,١٠
المجموع	١,٠٠

المطلوب: تحديد أي السيارات أفضل من حيث درجة الخطورة.

الحل: بحساب متوسط الخسارة المتوقعة للتوزيعات الاحتمالية الثلاثة نجد أن:

متوسط الخسارة المتوقعة في التوزيع الأول = ١٥٠٠ × ١ = ١٥٠٠ جنيه

متوسط الخسارة المتوقعة في التوزيع الثاني

= ٥٠٠ × ٠,٠٢٥ + ١٥٠٠ × ٠,٩٥ + ٢٥٠٠ × ٠,٠٢٥

= ١٢,٥ + ١٤٢٥ + ٦٢,٥ = ١٥٠٠ جنيه

متوسط الخسارة المتوقعة في التوزيع الثالث

= صـ ـفر × ٠,٣٠ + ١٠٠٠ × ٠,٢٥ + ٢٠٠٠ × ٠,٢٠ + ٣٠٠٠ × ٠,١٥ + ٤٠٠٠ × ٠,١٠

صفر + ٢٥٠ + ٤٠٠ + ٤٥٠ + ٤٠٠ = ١٥٠٠ جنيه

وهذا يعني أن التوزيعـ ـات الثلاثـ ـة؛ متوسـ ـط الخسـ ـارة المتوقعة فيها متساويا تماما، ومع هذا فإنه بالنظر إلـ ـى قـ ـيم الخسائر واحتمالاتها في التوزيعات الثلاثة؛ نجد أن:

بالنسبة للتوزيع الأول فإن احتمال حدوث خسارة قيمتهـ ـا صفر (وهو يمثل احتمال عدم حدوث خسارة) قيمته صـ ـفر، وبالتالي فإن احتمال حدوث الحادث يساوي واحد صـ ـحيح، وقيمة الخسارة ١٥٠٠ جنيه؛ وهذا يعني أن قيمـ ـة الخسـ ـارة ثابتة من سنة لأخرى، وليس هناك انحراف فيها، وبالتـ ـالي فإنه لا يوجد خطر (قيمة الخطر تساوي صفر)؛ حيث تصبح قيمة الخسارة السنوية في حكم مصروفات التشغيل.

وبالنسبة للتوزيع الثاني؛ فإنه توجد ٣ حالات أو نتائج، وتوجد نتيجة واحدة احتمالها ٩٥%؛ وهي التي يترتب عليها خسارة قيمتها ١٥٠٠ جنيه. أما النتيجة الأولى والثالثة فإن احتمال كل منها ٢,٥%، وهذا يعني أنه يمكن التنبؤ بأي من النتائج سوف تتحقق، وبمعنى أدق فإنه يمكن بدرجة ثقة كبيرة تقدير مدى محدود (حد أدنى وحد أقصى) يمكن أن تقع فيه الخسارة أو الخسائر التي ستحدث في العام القادم (وذلك لأن هناك نتيجة احتمالها كبير جدا، بالإضافة إلى أن الخسائر تأخذ مدى محدود يتراوح بين ٥٠٠، ٢٥٠٠ جنيه)، وهذا يعني أن الانحراف في النتائج الممكنة (الخطر) موجود ولكنه محدود.

وبالنسبة للتوزيع الثالث فإنه توجد ٥ حالات أو نتائج ممكنة، واحتمال حدوث أي نتيجة من هذه النتائج يساوي ١٠% على الأقل، وبالتالي يصعب تغليب حدوث حالة معينة، يضاف إلى ذلك أن النتائج المختلفة تأخذ مدى أكبر من حالة التوزيع الاحتمالي الثاني، وهذا المدى يتراوح بين صفر، ٤٠٠٠ جنيه، وفي هذه الحالة يصعب التنبؤ بأي من النتائج سوف تتحقق، وهذا يعني أن الانحراف في النتائج

الممكنة (الخطر) موجود، ولكن بدرجة أكبر من الخطر الموجود في التوزيع الثاني.

الأداة الإحصائية المستخدمة في قياس الخطر:

نخلص مما سبق أن العلاقة بين الخطر والتوزيع الاحتمالي للخسائر تتمثل في أن الخطر يعتبر تمييزا للتوزيع الاحتمالي، ولكن عند إدارة الخطر فإننا نحتاج إلى أداة إحصائية yardstick تستخدم في قياس المدى الذي يمكن أن تنحرف فيه الخسائر الفعلية عن الخسائر المتوقعة في الأجل الطويل، وبمعنى آخر فإننا نحتاج إلى أداة لقياس الخطر، وهناك العديد من الأدوات الإحصائية التي تقيس انتشار القيم حول المتوسط، ومن أهم هذه المقاييس وأكثرها استخداما الانحراف المعياري Standard deviation؛ وهو عبارة عن "الجذر التربيعي الموجب لمتوسط مربعات انحرافات القيم عن متوسطها الحسابي"، وفي حالة التوزيعات الاحتمالية فإن الانحراف المعياري يكون عبارة عن الجذر التربيعي الموجب لمجموع حاصل ضرب مربعات انحرافات القيم عن متوسطها الحسابي في احتمالاتها"، وفيما يلي نوضح خطوات حساب الانحراف المعياري من التوزيعات الاحتمالية:

١- حساب متوسط قيم الخسائر (وهو عبارة عن مجموع حاصل ضرب مراكز فئات الخسارة في احتمالاتها).

٢- طرح متوسط الخسائر من جميع مراكز فئات الخسائر (يسمى بانحراف القيم عن وسطها).

٣- تربيع انحرافات القيم عن وسطها.

٤- ضرب مربع انحرافات القيم عن وسطها في الاحتمال المناظر، وإيجاد المجموع (الناتج يسمى التباين variance).

٥- إيجاد الجذر التربيعي للتباين، فنحصل على الانحراف المعياري.

∴ الانحراف المعياري = $\sqrt{\text{مجـ} [(\text{س} - \overline{\text{س}})^{٢} \times \text{ح(س)}]}$

حيث: σ الانحراف المعياري (جذر التباين σ^2)، س قيم الخسائر $\overline{\text{س}}$ متوسط قيم الخسائر، ح(س) احتمال حدوث كل خسارة.

وفيما يلي يتم حساب الانحراف المعياري للتوزيعات الاحتمالية الثلاثة السابقة:

جدول رقم (٤٩) حساب الانحراف المعياري للتوزيع الاحتمالي الأول

قيمة الخسارة $\overline{س}$	الاحتمال ح (س)	الخسارة × الاحتمال س × ح(س)	الخسارة– المتوسط س – $\overline{س}$	(الخسارة– المتوسط)^{٢} (س – $\overline{س}$)^{٢}	(الخسارة – المتوسط)^{٢} × الاحتمال (س–$\overline{س}$)^{٢}×ح(س)
١٥٠٠	١,٠٠	١٥٠٠	١٥٠٠ – ١٥٠٠ = صفر	صفر	صفر × ١ = صفر
المجموع	١,٠٠	$\overline{س}$ = ١٥٠٠			التباين σ^2 = صفر الانحراف σ = صفر

جدول (٥) حساب الانحراف المعياري

للتوزيع الاحتمالي الثاني

قيمة الخسارة $\overline{س}$	الاحتمال ح (س)	الخسارة × الاحتمال س × ح(س)	الخسارة– المتوسط س – $\overline{س}$	(الخسارة– المتوسط)^{٢} (س – $\overline{س}$)^{٢}	(الخسارة – المتوسط)^{٢} × الاحتمال (س–$\overline{س}$)^{٢}×ح(س)
٥٠٠	٠,٠٢٥	١٢,٥	١٠٠٠	١٠٠٠٠٠٠	٢٥٠٠٠
١٥٠٠	٠,٩٥٠	١٤,٢٥	صفر	صفر	صفر
٢٥٠٠	٠,٠٢٥	٦٢,٥٠	١٠٠٠	١٠٠٠٠٠٠	٢٥٠٠٠
المجموع	١,٠٠	$\overline{س}$ = ١٥٠٠			التباين σ^2 = ٥٠٠٠٠ الانحراف σ = ٢٢٣,٦٠٧

جدول (٦) حساب الانحراف المعياري

للتوزيع الاحتمالي الثالث

قيمة الخسارة $\overline{س}$	الاحتمال ح (س)	الخسارة × الاحتمال س × ح(س)	الخسارة– المتوسط س – $\overline{س}$	(الخسارة– المتوسط)^{٢} (س – $\overline{س}$)^{٢}	(الخسارة – المتوسط)٢ × الاحتمال (س–$\overline{س}$)^{٢}×ح(س)
صفر	٠,٣٠	صفر	١٥٠٠	٢٢٥٠٠٠٠	٦٧٥٠٠٠
١٠٠٠	٠,٢٥	٢٥٠	٥٠٠	٢٥٠٠٠٠	٦٢٥٠٠
٢٠٠٠	٠,٢٠	٤٠٠	٥٠٠	٢٥٠٠٠	٥٠٠٠٠
٣٠٠٠	٠,١٥	٤٥٠	١٥٠٠	٢٢٥٠٠٠	٣٣٧٥٠٠
٤٠٠٠	٠,١٠	٤٠٠	٢٥٠٠	٦٢٥٠٠٠٠	٦٢٥٠٠٠
المجموع	١,٠٠	$\overline{س}$ = ١٥٠٠			التباين σ^2 = صفر الانحراف σ = صفر

وبمقارنة النتائج التي حصـلنا عليهـا مـن التوزيعـات الاحتمالية الثلاثة نجد أن:

التوزيع الاحتمالي	المتوسط	الانحراف المعياري
الأول	١٥٠٠	صفر
الثاني	١٥٠٠	٢٢٣,٦٠٧
الثالث	١٥٠٠	١٣٢٢,٨٧٦

وهذه النتائج تؤكد تحليلنا السابق قبل حسـاب الانحـراف المعياري؛ حيث توصلنا إلى أن الخطر معدوم في التوزيـع الاحتمالي الأول (الانحراف المعياري= صفر)، وأن الخطـر موجود في التوزيـع الاحتمـالي الثـاني، ولكنـه محـدود (الانحراف المعياري= ٢٢٣,٦٠٧)، وأن الخطر موجود في التوزيع الاحتمالي الثالث، ولكن بدرجة أكبـر (الانحـراف المعياري= ١٣٢٢,٨٧٦).

نخلص مما سبق بنتيجة هامة؛ ألا وهي أنه عندما تكـون هناك نتيجة واحدة مؤكدة؛ فإن هذا يعني القدرة على التنبـؤ بدقة تامة بالنتيجة المتوقعة، وبالتالي لا يكون هناك خطـر، والانحراف المعياري يساوي صفرا، وعندما يكون هناك عدد محدود من النتائج، منها نتيجة احتمال تحققها كبير؛ فإن هذا يعني أن هناك خطر محدود، ويكون الانحـراف المعيـاري

صغيرا، وأخيرا فإنه عندما يكون هناك عدد كبير من النتائج مع صعوبة التنبؤ بأي من النتائج سوف يتحقق؛ فإن قيمة الخطر تزيد عن الحالة السابقة، وبالتالي يكون الانحراف المعياري كبيرا.

ولكن في التحليل السابق استطعنا أن نقارن بين التوزيعات الثلاثة من خلال الانحراف المعياري لكل توزيع، ذلك لأن متوسط قيمة الخسارة متساوي في التوزيعات الثلاثة (١٥٠٠ جنيه)، وأيضا قيمة الشيء موضوع التأمين، ولكن كيف نستطيع المقارنة بين توزيعين يختلفان في متوسط الخسارة، أو في قيمة الشيء، أو في القيمة المعرضة للخطر؟ وأيضا كيف نستطيع الحكم على الانحراف المعياري (وبالتالي على الخطر) بأنه صغير أم كبير؟

نجيب على ذلك فنقول إن السؤالين السابقين ناتجين من أن الانحراف المعياري يعاب عليه أنه ينتج في صورة رقمية مطلقة، وبالتالي يصعب الحكم عليه، كما يصعب المقارنة بين توزيعين أو أكثر من خلال الانحراف المعياري كقيمة مطلقة، ولذلك فإننا سوف نعتمد في قياس الخطر على مقياس

آخر يسمى معام.ل الاخ.تلاف Coefficient of variation؛ حيث[1]:

$$\text{معامل الاختلاف} = \frac{\text{الانحراف المعياري}}{\text{متوسط قيمة الخسارة}}$$

ويرى البعض أنه يجب قسمة الانحراف المعياري عل.ى أقصى قيمة معرضة للخطر، أو على قيمة الشيء، في حال.ة عدم توافر أقصى قيمة معرضة للخطر (وبالتالي فإن معامل الاختلاف في هذه الحالة يكون عبارة عن مقياس نسبي لوحدة الخطر الواحدة التي قيمتها جنيه واحد؛ وذلك بتحديد نص.يب كل جنيه من أقصى قيمة معرضة للخطر، أو من قيمة الشيء من الانحراف المعياري)، وفي ه.ذه الحال.ة ف.إن معام.ل الاختلاف يتم تحديده كما يلي:

$$\text{معامل الاختلاف} = \frac{\text{الانحراف المعياري}}{\text{أقصى قيمة معرضة للخطر أو قيمة الشيء}}$$

وبتطبيق ذلك على بيانات التوزيعات الاحتمالي.ة الثلاث.ة السابقة لحساب معامل الاختلاف نحصل على ما يلي:

---

(١) محمد صلاح الدين صدقي، ممدوح حمزة أحم.د، الأس.اليب الكمية (١) القاهرة، مركز التعليم المفتوح بجامع.ة الق.اهرة، ١٩٩٣، ص٢١٤.

جدول رقم (٧)

حساب معامل الاختلاف للتوزيعات الاحتمالية الثلاثة

بيـ .ـان / التوزيع الاحتمالي		الأول	الثاني	الثالث
المتوسط		١٥٠٠	١٥٠٠	١٥٠٠
أقصى قيمة معرضة للخطر		١٥٠٠	٢٥٠٠	٤٠٠٠
قيمة الشيء		٥٠٠٠	٥٠٠٠	٥٠٠٠
الانحراف المعياري		صفر	٢٢٣,٦٠٧	١٣٢٢,٨٧٦
معامل الاختلاف باستخدام	المتوسط	صفر	٠,١٤٩	٠,٨٨٢
	أقصى قيمة معرضة للخطر	صفر	٠,٠٨٩	٠,٣٣١
	قيمة الشيء	صفر	٠,٠٤٥	٠,٢٦٥

وتلاحظ الدراسة من خلال معامل الاخ.تلاف أن قيم.ة الخطر في التوزيع الاحتمالي الثالث أكبر من قيمة الخطر في التوزيع الثاني، وهي بدورها أكبر من قيم.ة الخط.ر ف.ي التوزيع الأول؛ وذلك سواء تم حساب معامل الاختلاف م.ن خلال قسمة الانحراف المعياري على المتوس.ط أو أقص.ى قيمة معرضة للخطر أو قيمة الشيء.