ثالثا: الأدوات الإحصائية لقياس المخاطر المالية :

الواقع أن مفهوم المخاطرة لا قيمة له من الناحية العملية إذا لم يكن قابلاً للقياس، كما أن مفهوم المخاطرة بسيط وواضح في ذهن الناس، فإنهم يفرقون أيضا بين مخاطرة عالية وأخرى متدنية، فاحتمال وقوع المكروه يكون بدرجات مختلفة، وبما أن في الخطر قليل وكثير، ففيه درجات بين القليل والكثير، لذلك من الضروري وجود معايير لقياس المخاطر وتصنيفها بطريقة تمكن من التعرف على درجتها بشكل واضح ومقارنة المخاطر المتضمنة في القرارات المختلفة مع بعضها البعض، ثم مع العائد المتوقع من الاستثمار.

بما أن المخاطرة يمكن تعريفها على أنها درجة عدم التأكد الجزئي تجاه قيمة الأصل في المستقبل (أو قيمة تدفقاته المستقبلية) فالعائد المحقق مستقبلا فيما بعد (**ex–post**) يختلف نسبيا عن العائد المتوقع من قبل (**ex–ante**)، وهو ما يعرف إحصائيا بتشتت القيم المحققة مقارنة بالقيمة المتوقعة.

فمصطلح المخاطرة يستخدم من الناحية الاقتصادية لإظهار درجة تشتت القيم الحقيقية عن المتوقعة، ولا يعني ذلك احتمالية تحقق الخسائر فقط، بل يعني احتمالية الربح والخسارة، أو بتعبير آخر البعد أو الانحراف عن **اليقين** (القيمة المتوقعة المرجحة) في الاتجاهين (من الأعلى أو الأسفل).

نفترض تبسيطا للتحليل أن درجة تشتت معدلات العائد عن القيم المتوقعة سوف تبقى ثابتة في المستقبل كما هي عليه في الماضي.

أ- قياس المخاطر عن طريق الانحراف المعياري *standard deviation*

في مجال التمويل يُطلق على الانحراف المعياري لعوائد الأصول اسم التقلب (***volatility***) ويمثله الحرف اليوناني σ، وهو مقياس إحصائي لانتشار توزيع العوائد المحتملة إما: حول **وسطها** الحسابي (أي متوسط عوائد الورقة المحققة **فعلا** في فترات **سابقة**)، وإما حول قيمتها **المتوقعة** (مجموع عوائد الورقة **المحتمل** وقوعها **مستقبلا** مرجحة (مضروبة) باحتمالات **وقوعها**) ويحسب وفقا للصيغتين التاليتين:

1. إذا كانت لدينا بيانات **تاريخية** لفترات سابقة:

ويكتب رياضيا:

$$\sigma_{R_i} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{n}\left(R_{ij} - \overline{R_i}\right)^2}{n}}$$

حيث: σ_{R_i} الانحراف المعياري لعوائد للورقة i.

R_{ij} عائد الورقة i المحققة فعلا في السنة أو الشهر أو الحالة j.

$\overline{R_i}$ متوسط عوائد الورقة i المحققة فعلا في السنة أو الشهر أو الحالة j.

n عدد الفترات (المشاهدات) لعوائد الورقة i.

قد يتم قسمة ما تحت الجذر $\sum_{j=1}^{n}\left(R_{ij}-\overline{R_i}\right)^2$ على (*n-1*) وليس ***n*** وذلك لتصحيح فقدان درجة واحدة من الحرية وتستخدم الأولى لحساب الانحراف المعياري للمجتمع (***Population***) والثانية لحساب الانحراف المعياري للعينة (***Sample***):

☺ **مثال8 حول حساب الانحراف المعياري لعوائد ورقة:** إليك البيانات التاريخية للعوائد المحققة للورقة المالية (أ) للسنوات السابقة.

الفترات	1	2	3	4	5	6
معدل العائد	0.10	0.20	0.15	0.09	0.07	0.15

المطلوب: احسب الانحراف المعياري لعوائد هذه للورقة المالية "أ".

✎ حساب الانحراف المعياري لعوائد الورقة(أ):

t	R_A	$R_A-\overline{R_A}$	$(R_A-\overline{R_A})^2$
1	0.10	0.0267–	0.0007
2	0.20	0.0733	0.0054
3	0.15	0.0233	0.0005
4	0.09	0.0367–	0.0013
5	0.07	0.0567–	0.0032
6	0.15	0.0233	0.0005
المجموع	0.76		0.0117
المتوسط	0.1267		

تم حساب المتوسط: $E(R_A)=0.1267=\overline{R_A}$

$$\sigma_{R_A}=\sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{n}\left(R_{Aj}-\overline{R_A}\right)^2}{n-1}}$$

$$\sigma_{R_A}=\sqrt{\frac{(0.1-0.1267)^2+(0.2-0.1267)^2+(0.15-0.1267)^2+(0.09-0.1267)^2+(0.07-0.1267)^2+(0.15-0.1267)^2}{6-1}}$$

$$\sigma_{R_A}=\sqrt{\frac{0.0117}{5}}=\sqrt{0.0023}=0.0484$$

الانحراف المعياري للورقة (الأصل أ): $A = 0.0484$

مثال9 حول حساب الانحراف المعياري لعوائد ورقة: إليك البيانات التاريخية للعوائد المحققة للورقة المالية (**ب**) للسنوات السابقة.

الفترات	1	2	3	4	5	6
معدل العائد	0.12	0.18	0.15	0.20	0.17	0.10

المطلوب: احسب الانحراف المعياري لعوائد هذه للورقة المالية "**ب**".

حساب الانحراف المعياري لعوائد الورقة(**ب**):

t	R_B	$R_B - \overline{R_B}$	$(R_B - \overline{R_B})^2$
	0.12	-0.0333	0.0011
	0.18	0.0267	0.0007
	0.15	-0.0033	0.0000
	0.20	0.0467	0.0022
	0.17	0.0167	0.0003
	0.10	-0.0533	0.0028
المجموع	0.92		0.0071
المتوسط	0.1533		

تم حساب المتوسط: $E(R_B) = 0.1533 = \overline{R_B}$

$$\sigma_{R_B} = \sqrt{\frac{0.0071}{5}} = \sqrt{0.00142} = 0.0376$$

الانحراف المعياري للورقة (الأصل ب): $B = 0.0376$

☺ **مثال10 حول حساب الانحراف المعياري لعوائد ورقة**: إليك البيانات التاريخية للعوائد المحققة للورقة المالية (ج) للسنوات السابقة.

t	R_D	$R_D - \overline{R_D}$	$(R_D - \overline{R_D})^2$
	0.092	**0.0125**	**0.00015625**
	0.095	**0.0155**	**0.00024025**
	0.085	**0.0055**	**0.00003025**
	0.080	**0.0005**	**0.00000025**
	0.075	**0.0045-**	**0.00002025**
	0.050	**0.0295-**	**0.00087025**
المجموع	**0.477**		**0.00131750**
المتوسط	**0.0795**		

المطلوب: احسب الانحراف المعياري لعوائد هذه للورقة المالية "ج".

مثال: (Kelliher, 2013, p. 132)

2. إذا كانت لدينا بيانات تاريخية لعوائد الورقة لفترات سابقة في شكل قيم واحتمالاتها أو كانت عوائد الورقة محتمل وقوعها مستقبلا مع احتمالات وقوعها فتحسب وفقا للصيغة التالية:

$$\sigma_{R_i} = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} P(R_{ij})(R_{ij} - E(R_i))^2}$$

حيث: σ_{R_i}: الانحراف المعياري للعوائد المحتملة للورقة i.

R_{ij}: العائد المحتمل للورقة i في السنة أو الشهر أو الحالة j.

$P(R_{ij})$: احتمال حدوث العائد المحتمل للورقة i في السنة أو الشهر أو الحالة j..

$E(R_i)$: القيمة المتوقعة لعائد الورقة i وقد يرمز لها بـــ $\overline{R}$.

☺**مثال11 عن حساب الانحراف المعياري:** إليك بيانات الورقة (الأصل)i :

الحالة الاقتصادية	العوائد المحتملة	الاحتمالات
متشائمة	3000 دج	0.3
عادية	5000 دج	0.5
متفائلة	6500 دج	0.2

المطلوب: احسب الانحراف المعياري لعوائد هذه للورقة المالية "i ".

✎حساب **القيمة المتوقعة** للعوائد **المحتملة** للورقة (الأصل)i :

$$E(R_i) = \sum_{j=1}^{n} R_{ij} \times P(R_{ij})$$

$$E(R_i) = (0.3)(3000\ ) + (0.5)(5000) + (0.2)(6500) = 4,700$$

👍 العائد المتوقع للورقة (الأصل)i : = **4,700**

✎حساب **الانحراف المعياري لعوائد** الورقة (الأصل)i :

$$\sigma_{R_i} = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} P(R_{ij})\left(R_{ij} - E(R_i)\right)^2}$$

$$\sigma_{R_i} = \sqrt{(0.3)(3000 - 4,700\ )^2 + (0.5)(5000 - 4,700)^2 + (0.2)(6500 - 4,700)^2}$$

$$\sigma_{R_i} = \sqrt{867,000 + 45,000 + 648,000} = \sqrt{1,560,000}$$

$$\sigma_{R_i} = 1,248.999$$

👍 الانحراف المعياري للورقة (الأصل)i : = **1,248.999**

☺**مثال12 عن حساب الانحراف المعياري:** إليك بيانات الورقة (الأصل)**A** :

الحالة	R_A	P (R_A)
1	10%	20%
2	12%	30%
3	15%	40%
4	19%	10%

المطلوب: احسب الانحراف المعياري لعوائد هذه للورقة المالية "i".

حساب العائد **المتوقع والانحراف المعياري** للورقة (الأصل)i :

الحالة	R_A	$P(R_A)$	$R_A P(R_A)$	$R_A-\overline{R_A}$	$(R_A-\overline{R_A})^2$	$P(R_A)(R_A-\overline{R_A})^2$
1	10%	20%	2.0%	-3.50%	0.00123	0.0245%
2	12%	30%	3.6%	-1.50%	0.00023	0.0068%
3	15%	40%	6.0%	1.50%	0.00023	0.0090%
4	19%	10%	1.9%	5.50%	0.00303	0.0303%
المجموع			13.5%			0.0705%
			$\overline{R_A}$			

$$\sigma_{R_A} = \sqrt{0.0705} = 2.65\%$$

مثال13 عن حساب الانحراف المعياري: إليك بيانات الورقة (الأصل) **B**:

الحالة	R_B	$P(R_B)$
1	20%	10%
2	15%	50%
3	10%	20%
4	12%	20%

المطلوب: احسب الانحراف المعياري لعوائد هذه للورقة المالية "i".

حساب العائد **المتوقع والانحراف المعياري** للورقة (الأصل)i :

الحالة	R_B	$P(R_B)$	$R_B P(R_B)$	$R_B-\overline{R_B}$	$(R_B-\overline{R_B})^2$	$P(R_B)(R_B-\overline{R_B})^2$
1	20%	10%	2.0%	6.10%	0.00372	0.0372%
2	15%	50%	7.5%	1.10%	0.00012	0.0060%
3	10%	20%	2.0%	-3.90%	0.00152	0.0304%
4	12%	20%	2.4%	-1.90%	0.00036	0.0072%
المجموع			13.9%			0.0809%
			$\overline{R_A}$			

$$\sigma_{R_A} = \sqrt{0.0809} = 2.84\%$$