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.**

قياس المخاطر عن طريق الانحراف المعياري *standarddeviation*

في مجال التمويل يُطلق على الانحراف المعياري لعوائد الأصول اسم التقلب **(*volatility*)** ويمثله الحرف اليونانيσ، 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}الانحرافالمعياريلعوائد للورقة i.

R_{ij}عائد الورقةiفي السنة أو الشهر أو الحالةj.

$\overline{R_i}$احتمال حدوث عائد الورقةiفي السنة أو الشهر أو الحالةj

n عدد الفترات (المشاهدات) لعوائد الورقةi.

♁ *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*

☺ **مثال1 حول حساب الانحراف المعياري لعوائد ورقة:**بالعودة للمثال رقم:1 (ص13) والبيانات التاريخية للعوائد المحققة للورقة المالية(أ)للسنوات السابقة.

السنة	2017	2018	2019	**2020**	**المجموع**
عائد السهم (أ)	**0.36-**	**0.9**	**0.36**	**0.18**	**1.08**

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

✐حساب الانحراف المعياري لعوائد الورقة(أ):

كما تم حسابه سابقا: $E(R_A) = 0.27$

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

$$\sigma_{R_A} = \sqrt{\frac{(-0.36-0.27)^2 + (0.9-0.27)^2 + (0.36-0.27)^2 + (0.18-0.27)^2}{4}}$$

$$\sigma_{R_A} = \sqrt{\frac{0.3969+0.3969+0.0081+0.0081}{4}} = \sqrt{\frac{0.81}{4}} = \sqrt{0.2025} = 0.45$$

☝ الانحراف المعياري للورقة(الأصل):A=**0.45**

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:

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

حيث: σ_{R_i}:الانحرافالمعياريللعوائد المحتملةللورقة i.

R_{ij}: العائد المحتمللورقةiفي السنة أو الشهر أو الحالةj.

$P(R_{ij})$: احتمال حدوث العائد المحتمل للورقةiفي السنة أو الشهر أو الحالةj..

$E(R_i)$: القيمةالمتوقعة لعائد الورقةi وقد يرمز لها بـ $\bar{R}$.

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

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

حساب **القيمة المتوقعة** للعوائد **المحتملة** للورقة(الأصل) A :

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

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

$$E(R_i)=4,700$$

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

حساب **الانحراف المعياري لعوائد** الورقة(الأصل)A:

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

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

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

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

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

أ- **معامل الاختلاف** *Coefficient of variation*

يكون الانحراف المعياري مقياساً مناسباً للمخاطرة عند المقارنة بين أصلين (أو ورقتين) تكون القيمة المتوقعة لعوائدهما متساوية، لكن عندما تختلف القيم المتوقعة لعوائدهما، يكون معامل الاختلاف هو مقياس المخاطرة المناسب حيث يبين درجة المخاطرة التي تتحملها كل وحدة من العائد.

يعتبر معامل الاختلاف مقياساً نسبياً للتشتت (المخاطر) ويتم حسابه بقسمة الانحراف المعياري للعائد على القيمة المتوقعة للعائد (أي الوسط الحسابي) لنفس التوزيع الاحتمالي ويمكن حسابه بالصيغة:

y **معامل الاختلافللورقة**= $\dfrac{\text{المعياريالانحراف الورقةلعوائد}}{\text{للورقةالمتوقعةللعائد}}$

ويكتب رياضيا:

$$CV_i=\frac{\sigma_{R_i}}{E(R_i)}$$

حيث: CV_i **معامل الاختلاف للعوائد المحتملة للورقة i .**

σ_{R_i} **:الانحراف المعياري للعوائد المحتملة للورقةi.**

$E(R_i)$ **: العائد المتوقع** الورقة i وقد يرمز له بـ $\overline{R}$

فكلما كان (CV) كبيرا دل ذلك على أن القيم المشاهدة مشتتة عن القيمة المتوسطة(المتوقعة)، وكلما كان (CV) صغيرا دل ذلك على أن القيم المشاهدة متمركزة حول القيمة المتوسطة، والقاعدة العامة أنه كلما زاد معامل الاختلاف كلما دل ذلك على زيادة المخاطرة (زيادة درجة المخاطرة التي تتحملها كل وحدة من العائد).

☺**مثال عن حساب معامل الاختلاف:**إضافة إلى معطيات الورقة(الأصل)A في المثال السابق إليك بيانات الورقة(الأصل)B:

القيمة المتوقعة للعوائد المحتملة تساوي 5400 **دج** وانحراف معياري يساوي1959.6**دج**.

المطلوب: أحسب معامل الاختلاف للورقتين(الأصلين) A و B.

✐حساب معامل الاختلاف للورقة(الأصل) :A

$$CV_A = \frac{\sigma_{R_A}}{E(R_A)}$$

$$CV_A = \frac{1,248.999}{4,700} = 0.2657$$

👍 معامل الاختلاف للورقة(الأصل) :A =0.2657

✐حساب معامل الاختلاف للورقة(الأصل):B

$$CV_B = \frac{\sigma_{R_B}}{E(R_B)}$$

$$CV_B = \frac{1959.6}{5400} = 0.3628$$

👍 معامل الاختلاف للورقة(الأصل):B=0.3628

☞**إذن كل وحدة** نقدية **من عائد** الورقة(الأصل)**B تتحمل مخاطر أكبر من كل وحدة نقدية من عائد** الورقة(الأصل) **A مخاطرة مما يعني أن** الورقة(الأصل) **B أكثر مخاطرة من** الورقة(الأصل) **A.**

تذكير:يمكن الاعتماد على التباين والانحراف المعياري في المفاضلة بين الأصول (الأوراق) الاستثمارية في حاله تساوي العوائد المتوقعة ويفضل استخدام معامل الاختلاف في قياس الخطر لأنه أكثر دقة خاصة عندما يعطي الانحراف المعياري نتائج مضللة (عدم تساوي القيم المتوقعة لعوائد الأصول البديلة)

☺**مثال1 عن المفاضلة بين الأصول باستخدام معايير العائد والمخاطرة**

إليك بيانات العائد لأسهم شركتي **ميلاف** و**البهجة**:

السنة	**عائد السهم**	
	شركة **ميلاف**	شركة **البهجة**
2005	-0.12	0.08
2006	0.3	0.12
2007	0.12	-0.15
2008	0.06	0.15
المجموع	0.36	0.20

والمطلوب حساب العائد المتوقع، التباين، الانحراف المعياري، معامل الاختلاف؟

✎ حساب **متوسط** العائد (العائد المتوقع) لشركة **ميلاف (M)** وشركه **البهجة (B)**:

$$E(R_i) = \overline{R_\iota} = \frac{\sum_{j=1}^{n} R_{ij}}{n}$$

❶ شركة **ميلاف**:

$$E(R_M) = \overline{R_M} = \frac{0.36}{4} = 0.09 = 9\%$$

☝ العائد المتوقع لشركة (**ميلاف**) =0.09

❷ شركه**البهجة**:

$$E(R_B) = \overline{R_B} = \frac{0.20}{4} = 0.05 = 5\%$$

☝ العائد المتوقع لشركة (**البهجة**) =0.05

نلاحظ أن العائد المتوقع لشركة **ميلاف (M) هو 9% وهو أكبر من** العائد المتوقع لشركه **البهجة (B)** الذي يساوي **5%**، أي أن شركة **ميلاف أفضل من** شركه **البهجة وفق هذا المقياس.**

✎ حساب الانحراف المعياري لشركة **ميلاف** وشركة **البهجة**:

✎

❶ شركة **ميلاف**:

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

$$\sigma_{R_M} = \sqrt{\frac{(-0.12-0.09)^2 + (0.3-0.09)^2 + (0.12-0.09)^2 + (0.06-0.09)^2}{4}}$$

$$\sigma_{R_M} = \sqrt{\frac{0.0441 + 0.0441 + 0.0009 + 0.0009}{4}} = \sqrt{\frac{0.0918}{4}} = \sqrt{0.02295} = 0.1514$$

☝ الانحراف المعياري لشركة (**ميلاف**) =0.1514

❷ شركة **البهجة**:

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

$$\sigma_{R_B} = \sqrt{\frac{(0.08-0.05)^2 + (0.12-0.05)^2 + (-0.15-0.05)^2 + (0.15-0.05)^2}{4}}$$

$$\sigma_{R_B} = \sqrt{\frac{0.0009 + 0.0049 + 0.04 + 0.01}{4}} = \sqrt{\frac{0.0558}{4}} = \sqrt{0.01395} = 0.1181$$

☝ الانحراف المعياري لشركة (**البهجة**) =0.1181

نلاحظ أن الانحراف المعياري (يعبر عن المخاطر) لشركة **ميلاف (M) هو 15.14%** **وهو أكبر من** الانحراف المعياري لشركه **البهجة (B)** الذي يساوي **11.81%**، أي أن شركة **البهجة أفضل من** شركه **ميلاف وفق هذا المقياس.**

✎ حساب معامل الاختلاف لشركة **ميلاف** وشركة **البهجة**:

$$CV_i = \frac{\sigma_{R_i}}{E(R_i)}$$

❶ شركة **ميلاف**:

$$CV_M = \frac{\sigma_{R_M}}{E(R_M)}$$

$$CV_M = \frac{0.1514}{0.09} = 1.6822$$

☝ معامل الاختلاف لشركة (**ميلاف**)=**1.6822**

❷ شركة **البهجة**:

$$CV_B = \frac{\sigma_{R_B}}{E(R_B)}$$

$$CV_B = \frac{0.1181}{0.05} = 2.362$$

☝ معامل الاختلاف لشركة (**البهجة**) =**2.362**

☞نلاحظ أن معامل الاختلاف لشركة **ميلاف (M) هو 1.6822 وهو أقل من** معامل الاختلاف لشركه **البهجة (B)** الذي يساوي **2.362**، أي أن شركة **ميلاف أفضل من** شركه **البهجة وفق هذا المقياس والذي يعكس ما تتحمله كل وحدة نقدية من العائد من المخاطرة.**

المفاضلة بين الاستثمارين

الشركة	التباين	الانحراف المعياري	العائد المتوقع	معامل الاختلاف
شركة ميلاف	0.03	0.17	0.09	1.9
شركة البهجة	0.019	0.14	0.05	2.8
قرار المفاضلة	ميلاف أكثر مخاطر	ميلاف أكثر مخاطر	ميلاف أكثر عوائد	ميلاف أقل مخاطر

يتضح مما سبق أن معامل الاختلاف أداة أكثر دقة في قياس المخاطر

☺مثال2: المفاضلة بين الأصول الاستثمارية باستخدام معايير العائد والمخاطرة

تقوم الإدارة المالية لشركة **ميلانوفا** بتقييم أصلين استثماريين:

حالة الاقتصاد	احتمالات الحدوث	العائد المتوقع %	
		الأصلA	الأصل ب
ركود	0.25	%11	%5
ظروف طبيعي	0.50	%13	%13
ازدهار	0.25	%15	%21

1_ حساب العائد المتوقع من كل أصل؟

2_ حساب الأصل الذي يعتبر أكثر مخاطر؟

1. الأصل A

العائد←0.13/ الانحراف المعياري←**0.01414**/التباين←**2**

2. الأصل B

الانحراف المعياري←**0.05656**/ العائد← **0.13**/ التباين←**32**

3. **معامل الاختلاف للأصل A**

الانحراف المعياري / متوسط العائد =**0.1414 /0.13 * 100 =1.087**

4. **معامل الاختلاف للأصل B**

الانحراف المعياري / متوسط العائد =**0.05656 / 0.13 * 100= 0.435**