المحور السادس: طرق تقييم المشاريع الاستثمارية في حالة المخاطرة:
معيار القيمة الحالية الصافية المتوقعة، معيار الانحراف المعياري.

أثبت الواقع العملي أنه عند القيام بعملية تقييم واختيار المشاريع، فإنه لا يمكن تجاهل عنصر المخاطرة، على عكس ما تم دراسته سابقًا في حالة التأكد التام، حيث كان يُفترض أن جميع المعلومات المتعلقة بالمشروع سواء الحالية أو المستقبلية معروفة ومحددة بدقة، فبالرغم من إمكانية تحديد التكلفة المبدئية للمشاريع بدقة عالية، يبقى تحديد التقديرات الخاصة بالتدفقات النقدية الداخلة والخارجة الناتجة عن تشغيل المشروع غير مؤكدة وتتسم بعدم اليقين، لذلك ظهرت العديد من المعايير التي تساعد في تقييم المشاريع مع الأخذ بعين الاعتبار عنصر عدم التأكد أو عنصر المخاطرة عند انجاز هذه المشاريع.

تعريف المخاطرة:

تشير المخاطرة إلى مجموعة من العواقب الفريدة من نوعها لاتخاذ قرار مع إمكانية تعيين الاحتمالات الخاصة باتخاذ هذا القرار. وفي هذه الحالة يكون المشروع أمام أكثر من مجموعة واحدة من التدفقات النقدية التي يمكن أن ترتب على قبوله، ولا يعرف متخذ القرار عند اتخاذ القرار أي منها سوف يتحقق، وبشكل بسيط يقصد بالمخاطرة التقلب المتوقع في العائد المستقبلي.

نستنتج من تعريف المخاطر ة بأنه عند القيام بعملية تقييم المشاريع في ظل ظروف المخاطرة، وجب أن تكون مبنية على أساس التوزيعات الاحتمالية للعوائد الممكن الحصول عليها خلال حياة هذا المشروع.

في هذه الحالة، يواجه صانع القرار ظروفًا تتسم بعدم اليقين، حيث تكون بعض المعلومات المتعلقة بالمشروع غير معروفة بشكل كاف، أو تكون هناك احتمالات مختلفة لحدوث نتائج متباينة. لذلك، يصبح من الضروري استخدام أدوات وأساليب تحليلية تأخذ في الاعتبار عنصر المخاطرة، مثل: الأساليب الإحصائية، وأساليب بحوث العمليات....الخ.

يجب أن يكون صانع القرار على دراية بهذه الأدوات لتقييم المشاريع بشكل واقعي واتخاذ قرارات مستنيرة في ظل ظروف المخاطرة وعدم التأكد.

كتاب محمد غياث شيخة ا-الاستثمار (المبادئ-الأدوات- المخاطر التقييم) ص 287-288

أولا: طريقة القيمة المتوقعة لصافي القيمة الحالية :

تعرف القيمة المتوقعة بأنها متوسط أو معدل التدفقات النقدية الداخلة مرجحة باحتمالات حدوثها لكل فترة زمنية، ويمكن حسابها، وتعتمد هذه الطريقة أولاً على تحديد مفهوم القيمة المتوقعة، والتي تعبر عن متوسط التدفقات النقدية الداخلية مرجحة باحتمالات حدوث هذه التدفقات .**وتُعبر القيمة المتوقعة إحصائياً عن الأمل الرياضي للتدفقات النقدية المنتظرة لكل فترة**، ويتم حساب القيمة المتوقعة حسب المعادلة التالية :

القيمة المتوقعة للتدفق النقدي = التدفق المتوقع × احتمالية حدوث التدفق النقدي

$$E(CFN) = \sum CFN_i \times P_i$$

حيث:

- E(CFN): القيمة المتوقعة للتدفق النقدي الصافي.
- CFN_i : التدفقات النقدية المنتظرة في الفترة t.
- P_i : الاحتمال المرتبط بحدوث التدفق النقدي في الفترة n.

بعد حساب القيمة المتوقعة للتدفق النقدي الصافي لكل فترة، يمكن بعدها حساب القيمة المتوقعة لصافي القيمة الحالية. وإحصائيا هي عبارة عن التوقع الرياضي للقيمة الحالية الصافية (E(VAN ، حيث يجب طرح قيمة الاستثمار المبدئي من القيمة الحالية المتوقعة للتدفق النقدي الصافي للفترة الاستثمارية، و سيستخدم معدل الخصم لتحديد صافي القيمة الحالية ، وتحسب بالعلاقة التالية:

$$E(VAN) = \sum \frac{E_n(CFN_n)}{(1+i)^n} - I_o$$

حيث:

- I_o : القيمة المبدئية للاستثمار.
- $Ei(CFN_i)$: القيمة المتوقعة للتدفق النقدي الصافي في الفترة n.
- i : معدل الخصم.
- E(VAN) : القيمة المتوقعة لصافي القيمة الحالية.

المفاضلة بين المشاريع باستخدام القيمة المتوقعة لصافي القيمة الحالية:

ويستخدم أسلوب القيمة الحالية المتوقعة لصافي القيمة الحالية للمفاضلة بين البدائل الاستثمارية، حيث:

- **في حالة وجود مشروع واحد** فيتم اختيار المشروع الذي له توقع رياضي لصافي القيمة الحالية أكبر من الصفر. بينما يتم رفض المشروع إذا كانت القيمة المتوقعة لصافي القيمة الحالية أقل من الصفر.
- **في حالة المفاضلة بين عدة مشاريع:** في هذه الحالة يأخذ بعين الاعتبار المشاريع التي لها توقع رياضي للقيمة الحالية الصافية أكبر من الصفر فقط، وعند تحقق ذلك يتم ترتيب أو اختيار البدائل حسب أكبر قيمة متوقعة لصافي القيمة الحالية.

ثانيا: الانحراف المعياري:

يعبر الانحراف المعياري عن درجة تشتت التدفقات النقدية السنوية الصافية، حيث كلما كانت قيمة الانحراف المعياري منخفضة دل ذلك على تماسك المتغيرات وبالتالي مخاطر أقل، وكلما كانت أكبر دل ذلك على تبعثر المتغيرات وبالتالي مخاطرة أكبر، ونشير إلا أنه إذا كان التوقع الرياضي للقيمة الحالية الصافية بقيس مردودية المشروع الاستثماري، فإن الانحراف المعياري للقيمة الحالية الصافية يستعمل لقياس المخاطر أي يقيس درجات تشتت عوائد المشروع عن القيمة المتوقعة.

يمكن حساب الانحراف المعياري للقيمة الحالية الصافية كما يلي:

$$E(CFN) = \sum CFN_i \times P_i$$

$$V(CFN) = \sum P_i \, (CFN_i - E(CFN_i))^2$$

$$V(VAN) = \frac{V(CFN_1)}{(1+i)^2} + \frac{V(CFN_2)}{(1+i)^4} + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots + \frac{V(CFN_1)}{(1+i)^{2n}} + \frac{V(VR)}{(1+i)^{2n}}$$

$$V(VAN) = \sum \left[\frac{V(CFN_i)}{((1+i)^n)^2} \right]$$

$$\delta(VAN) = \sqrt{V(VAN)}$$

حيث:

- **V(VAN): تباين القيمة الحالية الصافية.**
- **V(CFN): تباين التدفق النقدي السنوي الصافي.**
- $\delta(VAN)$: الانحراف المعياري للقيمة الحالية الصافية.

المفاضلة بين المشاريع باستخدام معيار الانحراف المعياري للقيمة الحالية الصافية:

ويتم الاستعانة بمعيار الانحراف المعياري لصافي القيمة الحالية خاصة إذا تساوت التوقعات الرياضية للقيمة الحالية الصافية، حيث:

- **في حالة وجود مشروع واحد:** كلما انخفضت قيمة التباين أو الانحراف المعياري كان ذلك جيدا للدلالة على انخفاض درجة المخاطرة.

- **في حالة المفاضلة بين عدة مشاريع:** في هذه الحالة يتم الاختيار بين المشاريع حسب أدنى قيمة للتباين أو الانحراف المعياري، وهذا ما يعني أن المشروع الذي لديه تشتت أقل للقيمة المتوقعة عن القيمة المركزية وهي التوقع الرياضي للقيمة الحالية الصافية.

ثالثا: معامل الاختلاف: (CV)

يعتبر معامل الاختلاف من بين الأدوات الإحصائية المستعملة في تقييم المشاريع الاستثمارية، وهو يعتبر أيضا من بين المقاييس النسبية للمخاطرة، وهو يمثل مقدار ما تتحمله وحدة نقدية واحدة من القيمة الحالية الصافية المتوقعة للمخاطرة، وبالتالي فإنه كلما انخفض معامل الاختلاف فإن المشروع يكون أحسن.

ونشير أنه في حالة عدم تمكننا من الوصول إلى قرار بشأن الاختيار بين المشاريع الاستثمارية المقترحة، نظرا لتقارب النتائج وفق التوقع الرياضي والانحراف المعياري للقيمة الحالية الصافية، فإننا نلجأ إلى معامل الاختلاف ونختار المشروع ذو معامل الاختلاف الأقل.

ويمثل هذا المعيار نسبة الانحراف المعياري للقيمة الحالية الصافية على التوقع الرياضي للقيمة الحالية الصافية، ويحسب بالعلاقة التالية:

$$CV = \frac{\delta(VAN)}{E(VAN)}$$

المفاضلة بين المشاريع باستخدام معيار معامل الاختلاف:

- **في حالة وجود مشروع واحد:** كلما انخفض معامل الاختلاف كان ذلك جيدا للدلالة على انخفاض درجة المخاطرة، لكن إذا كان معامل الاختلاف سالب فهذا يعني أن التوقع الرياضي للقيمة الحالية الصافية أقل من الصفر، وبالتالي فالمشروع مرفوض.
- **في حالة المفاضلة بين عدة مشاريع:** في هذه الحالة يتم الاختيار بين المشاريع حسب أدنى قيمة لمعامل الاختلاف، وبشرط أن يكون موجب.

مثال تطبيقي:

تريد مؤسسة المفاضلة بين مشروعين استثماريين، وأن العمر الإنتاجي لكل منهما 4 سنوات، تقدر التكلفة المبدئية لكل منهما بقيمة 60 000 و ن، وقد تم تقدير لكل سنة ثلاث تقديرات للتدفقات النقدية وذلك وفق الجدول التالي:

الحالات المتوقعة	الاحتمال	المشروع A		المشروع B	
الكساد	20%	CFN_1	20 000	CFN_1	15 000
		CFN_2	15 000	CFN_2	13 000
		CFN_3	10 000	CFN_3	8 000
		CFN_4	15 000	CFN_4	12 000
عادية	%50	CFN_1	25 000	CFN_1	30 000
		CFN_2	20 000	CFN_2	22 000
		CFN_3	20 000	CFN_3	15 000
		CFN_4	25 000	CFN_4	20 000
الرواج	%30	CFN_1	30 000	CFN_1	35 000
		CFN_2	25 000	CFN_2	30 000
		CFN_3	25 000	CFN_3	32 000
		CFN_4	35 000	CFN_4	30 000

المطلوب:

- **المفاضلة بين المشروعين الاستثماريين باستعمال: معيار القيمة المتوقعة لصافي القيمة الحالية(EVAN)، الانحراف المعياري، معامل الاختلاف ، مع العلم أن معدل الخصم هو 10 %.**

الحل:

1-حساب التوقع الرياضي للقيمة الحالية الصافية للمشروع A:

1-1- حساب التوقع الرياضي للتدفقات النقدية الصافية $E(CFN_i)$:

السنوات	CFN_1		P_I	$CFN_I \times P_I$
1	20 000	CFN_1	0,2	4 000
	25 000	CFN_1	0,5	12 500
	30 000	CFN_1	0,3	9 000
	المجموع		1	25 500
2	15 000	CFN_2	0,2	3 000
	20 000	CFN_2	0,5	10 000
	25 000	CFN_2	0,3	7 500
	المجموع		1	20 500
3	10 000	CFN_3	0,2	2 000
	20 000	CFN_3	0,5	10 000
	25 000	CFN_3	0,3	7 500
	المجموع		1	19 500
4	15000	CFN_4	0,2	3 000
	25 000	CFN_4	0,5	12 500
	35 000	CFN_4	0,3	10 500
	المجموع		1	26 000

$$E(CFN_i) = \sum CFN_i \times P_i$$
$$= E(CFN_1) + E(CFN_2) + E(CFN_3) + E(CFN_4)$$
$$E(CFN_1) = \sum CFN_i \times P_i = 4000 + 12\,500 + 9\,000 = 25\,500$$
$$E(CFN_2) = \sum CFN_i \times P_i = 3\,000 + 10\,000 + 7\,500 = 20\,500$$
$$E(CFN_3) = \sum CFN_i \times P_i = 2\,000 + 10\,000 + 7\,500 = 19\,500$$
$$E(CFN_4) = \sum CFN_i \times P_i = 3000 + 12\,500 + 10\,500 = 26\,000$$

1-2- حساب التوقع الرياضي للقيمة الحالية الصافية $E(VAN_i)$:

السنوات	$E(CFN_i)$	$(1+i)^{-n}$	$VA\ E(CFN_i)$
1	25 500	0,909	23 179,50
2	20 500	0,8264	16 941,20
3	19 500	0,7513	14 650,35
4	26 000	0,683	17 758,00
المجموع			**72 529,05**

$$E(VAN_A) = \sum E((CFN_i) \times (1+i)^{-n}) - I_0$$
$$E(VAN_A) = \sum VA(CFN_i) - I_0 = 72\,529,05 - 60\,000 = 12\,529,05$$

2- حساب التوقع الرياضي للقيمة الحالية الصافية للمشروع B:

2-1- حساب التوقع الرياضي للتدفقات النقدية الصافية $E(CFN_i)$:

السنوات	CFN_1		P_I		$CFN_I \times P_I$
1	15 000	CFN_1	0,2	P_1	3 000
	30 000	CFN_1	0,5	P_2	15 000
	35 000	CFN_1	0,3	P_3	10 500
	المجموع		1		28 500
2	13 000	CFN_2	0,2	P_1	2 600
	22 000	CFN_2	0,5	P_2	11 000
	30 000	CFN_2	0,3	P_3	9 000
	المجموع		1		22 600
3	8 000	CFN_3	0,2	P_1	1 600
	15 000	CFN_3	0,5	P_2	7 500
	32 000	CFN_3	0,3	P_3	9 600
	المجموع		1		18 700
4	12 000	CFN_4	0,2	P_1	2 400
	20 000	CFN_4	0,5	P_2	10 000
	30 000	CFN_4	0,3	P_3	9 000
	المجموع		1		21 400

$$\mathbf{E(CFN_i) = \sum CFN_i} \times P_i$$

$$= E(CFN_1) + E(CFN_2) + E(CFN_3) + E(CFN_4)$$

$$E(CFN_1) = \mathbf{\sum CFN_i} \times P_i = 3\,000 + 15\,000 + 10\,500 = 28\,500$$

$$E(CFN_2) = \mathbf{\sum CFN_i} \times P_i = 2\,600 + 11\,000 + 9\,000 = 22\,600$$

$$E(CFN_3) = \mathbf{\sum CFN_i} \times P_i = 1\,600 + 7\,500 + 9\,600 = 18\,700$$

$$E(CFN_4) = \mathbf{\sum CFN_i} \times P_i = 2400 + 10\,000 + 9\,000 = 21\,400$$

2-2- حساب التوقع الرياضي للقيمة الحالية الصافية $E(VAN_i)$:

السنوات	$E(CFN_i)$	$(1+i)^{-n}$	$VA\ E(CFN_i)$
1	28 500	0,909	25 906,50
2	22 600	0,8264	18 676,64
3	18 700	0,7513	14 049,31
4	21 400	0,683	14 616,20
المجموع			**73 248,65**

$$E\ (VAN_B) = \sum E((CFN_i) \times (1+i)^{-n}) - I_0$$

$$E\ (VAN_B) = \sum VA(CFN_i) - I_0 = 73\,248,65 - 60\,000 = 13\,248,65$$

بما أن:

$$E\ (VAN_B) > E\ (VAN_A)$$

فإننا نفضل المشروع B على المشروع A

لكن نشير إلى معيار القيمة الحالية الصافية المتوقعة قد يؤدي إلى الاختيار الخاطئ نتيجة عدم موضوعية الاحتمالات للمخاطرة وتشتتها، واختلاف نسب الاحتمالات المرتبطة بالظروف المختلفة، فيفضل الاستعانة بمعيار الانحراف المعياري للقيمة الحالية الصافية، وخاصة عند تساوي التوقعات الرياضية للقيمة الحالية الصافية.

ثانيا: حساب الانحراف المعياري:

1- حساب الانحراف المعياري للقيمة الحالية الصافية للمشروع A:

السنوات	CFN_i		P_i		$CFN_i \times P_i$	$Pi\ (CFN_i - E(CFNn))^2$
1	CFN_1	20 000	P_1	0,2	4 000	6 050 000
	CFN_1	25 000	P_2	0,5	12 500	125 000
	CFN_1	30 000	P_3	0,3	9 000	6 075 000
	المجموع		1		25 500	12 250 000
2	CFN_2	15 000	P_1	0,2	3 000	6 050 000
	CFN_2	20 000	P_2	0,5	10 000	125 000
	CFN_2	25 000	P_3	0,3	7 500	6 075 000
	المجموع		1		20 500	12 250 000
3	CFN_3	10 000	P_1	0,2	2 000	18 050 000
	CFN_3	20 000	P_2	0,5	10 000	125 000
	CFN_3	25 000	P_3	0,3	7 500	9 075 000
	المجموع		1		19 500	27 250 000
4	CFN_4	15 000	P_1	0,2	3 000	24 200 000
	CFN_4	25 000	P_2	0,5	12 500	500 000
	CFN_4	35 000	P_3	0,3	10 500	24 300 000
	المجموع		1		26 000	49 000 000

$V(CFN_n) = \sum P_i\ (CFN_i - E(CFN_i))^2$

$V(CFN_1) = \sum P_i\ (CFN_i - E(CFN_1))^2 = 6\ 050\ 000 + 125\ 000 + 6\ 075\ 000 = 12\ 250\ 000$

$V(CFN_2) = \sum P_i\ (CFN_i - E(CFN_2))^2 = 6\ 050\ 000 + 125\ 000 + 6\ 075\ 000 = 12\ 250\ 000$

$V(CFN_3) = \sum P_i\ (CFN_i - E(CFN_3))^2 = 18\ 050\ 000 + 125\ 000 + 9\ 075\ 000 = 27\ 250\ 000$

$V(CFN_4) = \sum P_i\ (CFN_i - E(CFN_4))^2 = 24\ 200\ 000 + 500\ 000 + 24\ 300\ 000 = 49\ 000\ 000$

$V(CFN_n) = \sum P_i\ (CFN_i - E(CFN_i))^2 = 12\ 250\ 000 + 12\ 250\ 000 + 27\ 250\ 000 + 49\ 000\ 000 = 100\ 750\ 000$

السنوات	$V(CFN_i)$	$(1+i)^{-2n}$	$V\ (CFN_i)$
1	12 250 000	0,8264	10 123 400,00
2	12 250 000	0,683	8 366 750,00
3	27 250 000	0,5644	15 379 900,00
4	49 000 000	0,4665	22 858 500,00
المجموع	100 750 000		56 728 550,00

$$V_A(VAN) = \sum \left[\frac{V(CFN_i)}{((1+i)^n)^2} \right] = 56\ 728\ 550$$

$$V(VAN) = \sum \frac{V(CFN_i)}{((1+i)^n)^2}$$

$$\delta(VAN) = \sqrt{V(VAN)} = (56\ 728\ 550)^{1/2} = 7\ 531{,}83$$

1- حساب الانحراف المعياري للقيمة الحالية الصافية للمشروع B:

السنوات	CFN_i		P_i		$CFN_i \times P_i$	$Pi\ (CFN_i - E(CFNn))^2$
1	CFN_1	15 000	P_1	0,2	3 000	36 450 000
	CFN_1	30 000	P_2	0,5	15 000	1 125 000
	CFN_1	35 000	P_3	0,3	10 500	12 675 000
	المجموع		1		28 500	50 250 000
2	CFN_2	13 000	P_1	0,2	2 600	18 432 000
	CFN_2	22 000	P_2	0,5	11 000	180 000
	CFN_2	30 000	P_3	0,3	9 000	16 428 000
	المجموع		1		22 600	35 040 000
3	CFN_3	8 000	P_1	0,2	1 600	22 898 000
	CFN_3	15 000	P_2	0,5	7 500	6 845 000
	CFN_3	32 000	P_3	0,3	9 600	53 067 000
	المجموع		1		18 700	82 810 000
4	CFN_4	12 000	P_1	0,2	2 400	17 672 000
	CFN_4	20 000	P_2	0,5	10 000	980 000
	CFN_4	30 000	P_3	0,3	9 000	22 188 000
	المجموع		1		21 400	40 840 000

$V(CFN_n) = \sum P_i\ (CFN_i - E(CFN_i))^2$

$V(CFN_1) = \sum P_i\ (CFN_i - E(CFN_1))^2 = 36\ 450\ 000 + 1\ 125\ 000 + 12\ 675\ 000 = 50\ 250\ 000$

$V(CFN_2) = \sum P_i\ (CFN_i - E(CFN_2))^2 = 18\ 432\ 000 + 180\ 000 + 16\ 428\ 000 = 35\ 040\ 000$

$V(CFN_3) = \sum P_i\ (CFN_i - E(CFN_3))^2 = 898\ 000 + 6\ 845\ 000 + 53\ 067\ 000 = 82\ 810\ 000$

$V(CFN_4) = \sum P_i\ (CFN_i - E(CFN_4))^2 = 17\ 672\ 000 + 980\ 000 + 22\ 188\ 000 = 82\ 810\ 000$

$V(CFN_n) = \sum P_i\ (CFN_i - E(CFN_i))^2 = 50\ 250\ 000 + 35\ 040\ 000 + 82\ 810\ 000 + 40\ 840\ 000 = 280\ 940\ 000$

السنوات	$V(CFN_i)$	$(1+i)^{-2n}$	$V\ (CFN_i)$
1	50 250 000	0,8264	41 526 600,00
2	35 040 000	0,683	23 932 320,00
3	82 810 000	0,5644	46 737 964,00
4	40 840 000	0,4665	19 051 860,00
المجموع	**280 940 000**		**131 248 744,00**

$$\delta(VAN) = \sqrt{V(VAN)} = (131\ 248\ 744)^{1/2} = 11\ 456{,}38$$

بما أن:

$$\delta(VAN)B > \delta(VAN)A$$

فإننا نفضل المشروع A على المشروع B لأنه أقل مخاطرة

ثالثا: حساب معامل الاختلاف CV

يعتبر معامل الاختلاف من بين الأدوات الإحصائية المستعملة في تقييم المشاريع الاستثمارية، وهو يعتبر أيضا من بين المقاييس النسبية للمخاطرة، وهو يمثل مقدار ما تتحمله وحدة نقدية واحدة من القيمة الحالية الصافية المتوقعة للمخاطرة، وبالتالي فإنه كلما انخفض معامل الاختلاف فإن المشروع يكون أحسن.

$$CV = \frac{\delta(VANA)}{E\ (VAN)}$$

$$CV_A = \frac{\delta(VANA)}{E\ (VAN)_A} = \frac{7\ 531{,}83}{12\ 529{,}05} = 0{,}60$$

$$CV_B = \frac{\delta(VANB)}{E\ (VAN)_B} = \frac{11\ 456{,}38}{13\ 248{,}65} = 0{,}86$$

بما أن:

$$CV_B > CB_A$$

فإننا نفضل المشروع A على المشروع B لأنه أقل مخاطرة.