بسم الله الرحمن الرحيم

# كتاب التحليل الاقتصادي الهندسي

# Engineering Economic Analysis

تأليف

أسامة محمد المرضي سليمان خيال

**Osama Mohammed Elmardi Suleiman Khayal**

قسم الهندسة الميكانيكية ، كلية الهندسة والتقنية ، جامعة وادي النيل

عطبرة ، السودان

يناير 1995 م

تم تنقيحه في مارس 2018 م

# شكر وعرفان

الشكر والعرفان لله والتبريكات والصلوات على رسوله وخادمه محمد وعلى آله وصحبه وجميع من تبعه إلى يوم القيامة.

لذكرى كُلِّ من أمي الغالية خضرة درار طه، وأبي العزيز محمد المرضي سليمان، وخالتي الحبيبة زعفران درار طه الذين تعلمت منهم القيمة العظيمة للعمل واحترام الوقت وترتيبه وتدبيره.

إلى زوجتي الأولى نوال عباس عبد المجيد وبناتي الثلاث رؤى، روان وآية تقديراً لحبهم وصبرهم ومثابرتهم في توفير الراحة والسكون خاصَّةً عندما تتعقد وتتشابك الأمور.

إلى زوجتي الثانية لمياء عبد الله علي فزاري التي مَثَّل حبها وتضرعها إلى الله الزخم الذي دفعني للمسير في طريق البحث والمعرفة الشائك.

يَوَّدُ الكاتب أن يتقدم بالشكر أجذله لكل من ساهم بجهده وفكره ووقته في إخراج هذا الكتاب بالصورة المطلوبة ويخص بذلك الزملاء الأساتذة بقسم الهندسة الميكانيكية بجامعة وادي النيل، وأيضاً الأخوة الأساتذة بقسم الهندسة الميكانيكية بجامعة البحر الأحمر وجامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا.

الشكر والتقدير والعرفان للبروفيسور **محمود يس عثمان** الذي ساهم بقدر كبير في مراجعة وإعادة مراجعة محتويات الكتاب.

أهدي هذا الكتاب بصفة أساسية لطلاب دبلوم وبكالوريوس الهندسة في جميع التخصصات خاصة طلاب قسم الهندسة الميكانيكية حيث يستعرض هذا الكتاب تحليلاً اقتصادياً لبعض الأنظمة الهندسية.

وأُعبِّر عن شكري وامتناني إلى المهندس **أسامة محمود محمد علي** بمركز دانية للطباعة بمدينة عطبرة الذي أنفق العديد من الساعات في طباعة، مراجعة وإعادة طباعة هذا الكتاب أكثر من مرة.

أخيراً، أرجو من الله سبحانه وتعالى أن يتقبَّل هذا العمل المتواضع والذي آمل أن يكون ذو فائدة للقارئ.

# مقدمة

الحمد لله والصلاة والسلام علي رسوله محمد ρ وبعد:

إنَّ مؤلِّف هذا الكتاب إيماناً منه بالدور العظيم والمقدَّر للأستاذ الجامعي في إثراء حركة التأليف والتعريب والترجمة يأمل أن يفي هذا الكتاب بمتطلبات برامج البكالوريوس والدبلوم العام والمتوسط لطلاب وفنيي الهندسة الميكانيكية وهندسة الإنتاج أو التصنيع.

يتفَّق هذا الكتاب لغوياً مع القاموس الهندسي الموَّحد السوداني، ويُعد الكتاب مرجعاً في مجاله حيث يمكن أن يستفيد منه الطالب والمهندس والباحث ويعتبر الكتاب مقتبساً من مذكرات مؤلفه في تدريسه لهذا المقرر لفترة لا تقل عن عشرون عاماً.

يهدف هذا الكتاب للتعريف بمصطلحات الاقتصاد الهندسي وتحليل المشكلة الاقتصادية وكيفية إعداد دراسات الجدوى الاقتصادية للمشروعات الهندسية.

يشتمل هذا الكتاب على سبعة فصول. يستعرض الفصل الأول مقدمة عامة وتعريفات أساسية للاقتصاد، طبيعة المشكلة الاقتصادية، عناصر الإنتاج، تكلفة الفرصة البديلة، إمكانية الإنتاج، والاقتصاد الجزئي والكلي.

يشتمل الفصل الثاني على تعريف علم الاقتصاد وأهدافه، الاقتصاد الهندسي، والعرض والطلب.

يتناول الفصل الثالث خصائص سوق المنافسة، تحديد سعر السوق، تغيرات سعر السوق، واقتصاد المنشآت الهندسية من حيث المنافسة والاحتكار.

يشتمل الفصل الرابع على تعريف بالتكاليف وأنواعها وتحديد نقطة التعادل (نقطة اللاربح واللاخسارة). بينما يتناول الفصل الخامس القيمة الوقتية للنقود، حساب الفائدة، وسلسلة التدفقات النقدية.

يستعرض الفصل السادس التكافؤ من وجهة نظر خطط تسديد المال المقرض. بينما يتناول الفصل السابع مقارنة الخيارات والبدائل الاستثمارية من حيث تعريف وتحديد الخيارات الاستثمارية، تحديد الأفق الزمني، إعداد مسار التدفقات النقدية، تحديد معدل العائد المجزي الأدنى، وأساليب مقارنة الخيارات الاستثمارية.

إنَّ الكاتب يأمل أن يُساهم هذا الجهد المتواضع في إثراء المكتبة الجامعية داخل السودان وخارجه في هذا المجال من المعرفة ويأمل من القارئ بضرورة إرسال تغذية راجعة إن كانت هنالك ثمة أخطاء حتى يستطيع الكاتب تصويبها في الطبعة التالية للكتاب.

**اللهم لا سهل إلاَّ ما جعلته سهلاً**

**وأنت تجعل الحزن إذا شئت سهلاً**

والله ولي التوفيق

المؤلف
أسامة محمد المرضي سليمان
قسم الهندسة الميكانيكية
كلية الهندسة والتقنية
جامعة واي النيل
مارس 2018م

# المحتويات


| | الموضوع | الصفحة |
|---|---|---|
| | شكر وعرفان | ii |
| | مقدمة | iii |
| | المحتويات | v |
| | **الفصل الأول: مقدمة** | |
| 1.1 | مقدمة عامة | 1 |
| 1.2 | طبيعة المشكلة الإقتصادية | 4 |
| 1.3 | أهداف الدراسة الحالية | 5 |
| 1.4 | تكلفة الفرصة البديلة | 7 |
| 1.5 | منحنى إمكانية الإنتاج | 7 |
| 1.6 | أركان المشكلة الإقتصادية | 15 |
| 1.7 | الاقتصاد الجزئي | 15 |
| 1.8 | الاقتصاد الكلي | 15 |
| | **الفصل الثاني: علم الاقتصاد** | |
| 2.1 | تعريف علم الاقتصاد | 16 |
| 2.2 | أهداف الاقتصاد | 16 |
| 2.3 | الاقتصاد الهندسي | 16 |
| 2.4 | العرض والطلب | 17 |
| | **الفصل الثالث : توازن السوق التنافسية** | |
| 3.1 | خصائص سوق المنافسة الكاملة | 42 |
| 3.2 | تحديد سعر السوق | 42 |
| 3.3 | تغيرات سعر السوق | 44 |
| 3.4 | اقتصاد المنشأة | 46 |
| | **الفصل الرابع : محاسبة التكاليف** | |
| 4.1 | أنواع التكاليف | 52 |
| 4.2 | تصنيف التكاليف | 53 |
| 4.3 | مخطط نقطة التعادل | 54 |
| 4.4 | تدريبات عامة | 60 |

**الفصل الخامس : القيمة الزمنية أو الوقتية للنقود**


| | | |
|---|---|---|
| 5.1 | مثال (1) القيمة الوقتية للنقود | 62 |
| 5.2 | مثال (2) القيمة الوقتية للنقود | 62 |
| 5.3 | مثال (3) القيمة الوقتية للنقود | 63 |
| 5.4 | حساب الفائدة | 65 |
| 5.5 | مجموع نقدي مفرد | 68 |
| 5.6 | سلسلة من التدفقات النقدية | 70 |
| 5.7 | تعدد فترات الفائدة المركبة | 83 |


**الفصل السادس : التكافؤ**


| | | |
|---|---|---|
| 6.1 | خطط تسديد المال المقرض | 90 |
| 6.2 | تدريبات عامة | 97 |


**الفصل السابع : مقارنة الخيارات والبدائل الاستثمارية**


| | | |
|---|---|---|
| 7.1 | مقدمة | 103 |
| 7.2 | تعريف وتحديد الخيارات الاستثمارية | 105 |
| 7.3 | تحديد الأفق الزمني | 107 |
| 7.4 | إعداد مسار التدفقات النقدية | 114 |
| 7.5 | تحديد معَّدل العائد المجزي الأدنى | 114 |
| 7.6 | مقارنة الخيارات الاستثمارية | 115 |
| 7.7 | تحليل الاستبدال | 127 |
| 7.8 | فترة الاستبدال المثالية | 134 |
| 7.9 | القيام بالتحاليل الإضافية | 137 |
| 7.10 | تدريبات عامة | 139 |
| 7.11 | الإهلاك | 144 |
| 7.12 | ضريبة الدخل | 153 |
| 7.13 | تدريبات عامة | 157 |


**الكتب والمراجع**


| | | |
|---|---|---|
| | الكتب والمراجع العربية | 158 |
| | الكتب والمراجع الإنجليزية | 158 |

# الفصل الأول

# مقدمة (Introduction)

## 1.1 مقدمة عامة (General Introduction):

يهتم علم الاقتصاد بدراسة السلوك البشرى في محاولته لإشباع حاجاته ورغباته الكثيرة وهو يختص أساساً بدراسة الدوافع المؤثرة في محاولة الإنسان القيام بتنظيم وإدارة أعماله لتحقيق أهدافه المادية في الحياة في حدود معتقداته وتقاليد المجتمع الذى يعيش فيه. فهو إذن يهدف لدراسة نشاطات الإنسان المتعلقة باستخدام موارده المحدودة والقليلة لإشباع حاجاته المتعددة واللانهائية.

يمكن حصر تعريف علم الاقتصاد بالآتي:

1. آدم اسميث:

هو العلم الذي يدرس الكيفية التي تمكن الأمة من أن تغتني.

2. روبتر:

هو دراسة السلوك الإنساني فيما يتعلق باستخدام موارده المحدودة لإشباع حاجياته اللامحدودة كحلقة وصل بين الأهداف والحاجات المتعددة وبين الوسائل النادرة ذات الاستعمالات المختلفة.

3. سامولسون:

هو دراسة الكيفية التي يختار بها الأفراد والمجتمع الطريقة التي يستخدمون بها مواردهم الإنتاجية النادرة لإنتاج السلع المختلفة على مدى الزمن وكيفية توزيع هذه السلع لغرض الاستهلاك الآن ومستقبلاً على مختلف الأفراد والجماعات في المجتمع.

4. مارشال:

هو العلم الذي يدرس بني الإنسان في إعمال حياتهم فهو يبحث في كيفية حصول الإنسان على دخله وكيفية استعمال هذا الدخل.

الحقيقة التي لا جدال فيها أن الإنسان يحس برغبات ولديه حاجات متعددة يجد إشباعها في الأشياء التي تقدمها له الطبيعة. فالأشياء التي تقدمها الطبيعة ويحصل منها لما يشبع حاجياته إشباعاً كاملاً بدون بذل عناء أو جهد كالهواء لا تثير أي مشكلة اقتصادية، ولكن الأمر ليس كذلك للجزء الأكبر من الحاجات لأن الوسائل المادية التي تقدمها الطبيعة غالباً ما لا تصلح في صورتها الأولى وغالباً لا تكفي لإشباع هذه الحاجات.

الطبيعة تحقق بعض حاجيات الإنسان الملحة مثل توفير الهواء، الماء، حيوانات اللحوم والألبان ... وغيرها دون بذل جهد كبير في تحويلها لصورة استهلاك نهائية.

ومن هذا الوضع ينشأ نوعان من المشاكل في تحويل الموارد إلى شكل نهائي للاستخدام:

1. النوع الأول يظهر بسبب أن الجزء الأكبر من الوسائل المادية التي تعطيها الطبيعة للإنسان (الموارد) لا يصلح في شكله الأولي لإشباع حاجاته لذلك لزم تدخل الجهد الإنساني (العمل) ليحوَّل تلك الموارد الطبيعية ويجعلها في شكل صالح لإشباع الحاجات. ينتج عن ذلك صراعاً بين الإنسان والطبيعة تحكمه قوانين طبيعية وعامة وأوضاعاً فنية تختلف تبعاً للزمان والمكان، وأيضاً في سبيل هذا التحوير يدخل الإنسان في علاقات مع الغير مما يخلع على عمله (الإنتاج) الصفة الجماعية.

موارد الطبيعة مثل ثروات باطن الأرض التي هي البترول والمعادن وظاهر الأرض مثل الماء والأحياء المائية والنبات ... الخ. والهواء، الشمس والرياح.

2. النوع الثاني يظهر بسبب أن الحاجات الإنسانية كثيرة ومتنوعة ومتزايدة وبالتالي غير محدودة في حين أن الموارد المتوفرة بالطبيعة بطبيعتها محدودة، ومن هذا الوضع لابد أن تنشأ مشكلة توزيع الموارد المحدودة على الحاجات الإنسانية الغير محدودة.

هنالك مجموعة من المشاكل والظواهر التي تثير مجموعة من التساؤلات، والتي قد تكون طبيعتها غير اقتصادية ولكن لها بعداً اقتصادياً مثل المشاكل السياسية المعقدة التي تؤدي إلى الحروب والتي

تستهلك جزءاً كبيراً من الموارد، والانفجار السكاني الذي يتطلب تحقيق زيادات في الإنتاج على الأقل تعادل معدلات الزيادة السكانية وأيضاً التفرقة العنصرية التي يمكن أن تؤدي إلى عدم الاستخدام الكامل للموارد البشرية المتاحة وعدم الاستفادة من بعض المواهب والتي تمثل ضياعاً للموارد البشرية. بالتالي يمكن حصر المشاكل ذات الطبيعة اللاقتصادية في المشاكل السياسية وعلاقات الدول، التضخم السكاني، التفرقة العنصرية ... الخ.

وهنالك المجموعة ذات الطبيعة الاقتصادية والتي منها:

– التقنيات الحديثة: تؤثر على أسلوب الإنتاج والاستهلاك. كيف يختار الناس ما يستهلكون وكيف ينتجون؟

– الأجور: تتباين الأجور على الأعمال المختلفة وفي بعض الأحيان قد تبدو متساوية في الجهد. ما الذي يحدد دخل (العامل) ولماذا نجد بعضهم يتحصل على دخل عالي مقارنة بالأخرين؟

– البطالة: تؤثر على معدلات الإنتاج والقوة الشرائية وتضر ببعض مجموعات المجتمع. ما هي أسباب البطالة ولماذا تتأثر بعض المجموعات أكثر من الأخرى؟

– التضخم: ترتفع الأسعار بمعدلات رهيبة تستنفذ معها مدخرات بعض الأفراد في فترة وجيزة. لماذا ترتفع الأسعار بمعدلات عالية في بعض البلدان دون الأخرى وما هي إمكانية التحكم في التضخم؟

– دور الحكومات: تتدخل الحكومات في الصرف على الأنشطة المختلفة وتحديد الضرائب وبالتالي تؤثر على حياة المجتمع. كيف يؤثر الصرف الحكومي والضرائب على الاقتصاد، هل يوجد حد يقف عنده التدخل الحكومي؟

– الغنى والفقر: ثلثي سكان العالم فقراء يستهلكون أقل من خمس ما ينتجه العالم في حين نجد أن خمس سكان العالم أغنياء ويستهلكون ثلثي ما ينتجه العالم. ما الذي يجعل هنالك مفارقات في الثروة بين الأمم مما يجعل بعض المجتمعات فقيرة وبعضها الأخر غنياً؟

- الحضر والريف.

- تلوث البيئة.

## 1.2 طبيعة المشكلة الاقتصادية (Nature of Economical Problem):

**الندرة والاختيار (Scarcity and choice):**

تعرف الندرة بأنها ما تريده (الرغبات أو الحاجات) أكثر من الموارد الموجودة والمتاحة (wants always exceeds the resources available to satisfy them) . فالرغبات ليست فقط أكثر من الموارد ولكن كل ما تريده غير محدود في حين أن الموارد محدودة!

كل الأسئلة التي أثيرت تظهر أن المشكلة الاقتصادية تنشأ عند ممارسة العمليات الخاصة باستخدام الموارد المتاحة بهدف إشباع الحاجات البشرية المتعددة والمتنوعة والمتطورة عبر الزمن عن طريق استهلاك السلع (commodities) في شكل بضائع (goods) أو خدمات (services) ، وتعتبر هذه الرغبات غير محدودة (لا نهائية) إلا أن حجم الموارد المتاحة لها لن يكفي باستمرار لتلبية جميع تلك الاحتياجات.

خذ مثلاً أن دخلك أكبر لتشتري ملابس متنوعة، أثاثات جديدة، عربة، مسجل ... الخ وكلها أشياء يود كل إنسان أن يقتنيها وهي لا تنتهي عند حد، والمهم في الأمر حتى لو تيسرت لك السبل في تحقيق هذه الأشياء وتحصلت عليها فإن أشياء جديدة (أي حاجات) سوف تظهر لك وتطالبك بإشباعها.

خذ مثلاً رجل الأعمال يقابل نفس المشكلة عند إدارته لأعماله هل ينتج هذه السلعة أم تلك أم مزيج من السلعتين وكم ينتج من كل نوع، هل يزيد عدد العمال بالمصنع أم يدخل ماكينة يستعيض بها عن العمال، هل يرحل منتوجاته بالوسائل التجارية أم يشتري وسيلة ترحيل ... الخ.

إذن المشكلة الاقتصادية هي حاجات غير محدودة ومتجددة تقابلها وسائل إشباع (أي موارد) محدودة ولا يمكن التغلب على هذه المشكلة تماماً ولكن ما يمكن عمله هو أن نحقق أقصى ما يمكن تحقيقه

مما هو متوفر لدينا من الموارد والإمكانيات أي الحصول على أقصى ما يمكن الحصول عليه من استغلال للموارد.

يقصد بالموارد في حالة الإنتاج عناصر الإنتاج وهي كل العناصر المكونة للثروة، وقد جرى العرف بتصنيفها إلى الأرض والعمل، ورأس المال، والإدارة.

يعرف الإنتاج بأنه كل نشاط يسهم بطريق مباشر أو غير مباشر في إشباع الحاجات الإنسانية أو هو كل نشاط ينتج عنه خلق أو زيادة المنفعة لسلعة ما أو القيام بخدمات لها منفعة وهي الصفة التي تجعل المنتج (سلعة أو خدمة) صالحاً لإشباع الرغبات أو هو إعداد أو موائمة (adaptation) للموارد المتاحة لإشباع الرغبات وذلك بالعمل على تغيير نوعيتها المادية والكيميائية أو الحيوية لتحويلها إلى الصورة التي تحقق الإشباع المباشر للرغبات ويشمل أيضاً التغير المكاني (النقل) والزماني (التخزين) لتلك الموارد.

## 1.3 عناصر الإنتاج (Elements of Production):

**الأرض (Land):**

وتشمل الأرض وما عليها وما يحتويه باطنها من ثروات (بترول، فحم، ... الخ) أي كل ما هو طبيعي أو قد تم تطويره.

**العمل (Labor):**

يقصد بالعمل الجهد الذي يبذله الإنسان ذهنياً (mentally) أو جسمانياً (physically) عند إنتاجه السلع والخدمات.

**رأس المال (Capital):**

وهو كل ما يساعد في إنتاج الخدمات والسلع النهائية كالمباني والعدد والآلات والمخزون من السلع المصنعة والشبه مصنعة والمواد الخام، ... الخ. أي الثروة التي يستخدمها الإنسان في خلق ثروات أخرى، وهو يشمل كل شيء مصدره الطبيعة أو من صنع الإنسان يستخدم في الإنتاج.

**الإدارة (Management):**

وهي نوع من أنواع العمل ولكنه يتميز بصفات خاصة ويقوم بها فرد واحد في بعض الأحيان أو مجموعة أفراد ويطلق عليه المنظم أو المنظمون ويربط المنظم بين عوامل الإنتاج وينظمها في وحدة مؤتلفة وينسق بين وظائفها ومن أهم مسئولياته التخطيط للأعمال الجديدة واتخاذ القرارات في كل ما هو غير مؤكد.

أما في حالة الاستهلاك فالموارد هي الوسيلة التي تمكن صاحبها من إشباع حاجاته (أي النقود) التي يشتري بها المستهلك السلع والخدمات المختلفة.

ويقود استغلال الموارد المحدودة إلى الاختيار من بينها حسب أهميتها بالنسبة له. ففي كلا الحالتين (الإنتاج أو الاستهلاك) يجب أن يقرر ما هي السلع والخدمات التي يلزم إنتاجها قبل غيرها وما هي تلك التي يمكن الإقلال منها أو حتى التنازل عنها وهذه مشكلة الاختيار.

ففي حالة الاستهلاك تُرتَّب الحاجيات الهامة والضرورية التي يريد إشباعها أولاً، وفي حالة الإنتاج تُرتَّب السلع المراد إنتاجها ترتيباً يجعل السلع الضرورية والهامة والمراد إنتاجها في أول القائمة.

فترتيب السلع حسب أولويتها وطبقاً لدرجة تفضيل المجتمع واحتياجاته أملته ظروف ندرة الموارد التي أدت إلى الاختيار من بينها وهذا ما يسمى بسلم التفضيل الجماعي.

وللاستفادة القصوى والاستخدام الأمثل لهذه الموارد يقوم الاقتصاديون بتوجيهها وتخصيصها على الاستخدامات المختلفة فمثلاً في حالة إعداد خطة أو برنامج لتنظيم النشاط الاقتصادي (الإنتاج، الاستهلاك والتبادل) تتم مراعاة عدة معايير:

1. أن يتم استخدام الموارد كاملاً أي عدم ترك أي موارد عاطلة.

2. أن يتم تخصيص الموارد على استخداماتها المختلفة (optimal allocation of resources) أي بمعنى عدم إهمال أي فرصة يمكن عن طريقها تحقيق أي زيادة في الإنتاج باستخدام نفس الحجم من

الموارد إذا ما أعيد تخصيصها على الأغراض الإنتاجية المختلفة.

3. أن يتم تخصيص الموارد بالطريقة التي تضمن إنتاج الخليط المطلوب من السلع والخدمات طبقاً لأولويات التفضيل الجماعي.

4. أن يتم توزيع السلع المنتجة بأفضل طريقة ممكنة على أفراد المجتمع أي بالطريقة التي تحقق أقصى إشباع كلي ممكن.

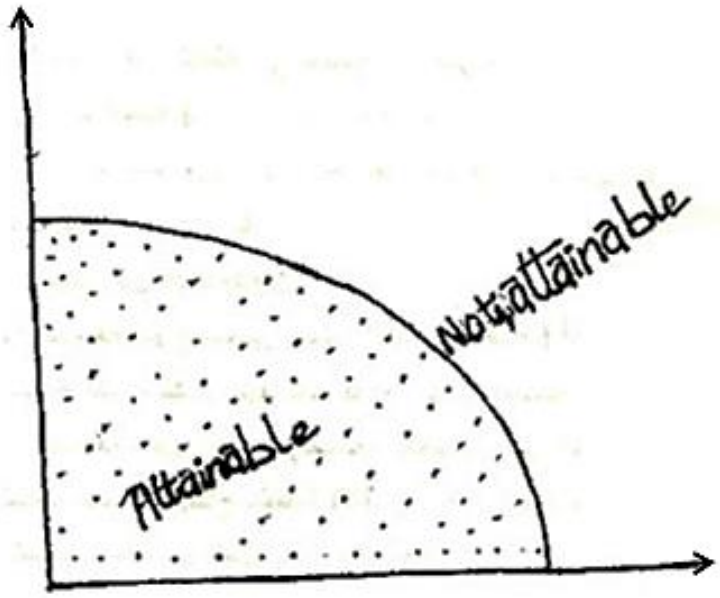
## 1.4 تكلفة الفرص البديلة (Opportunity Cost):

عندما يواجه الاقتصادي مشكلة تخصيص الموارد على استخداماتها المختلفة فإنه يعلم أنه لا يمكن إنتاج كل الكميات التي يريدها أفراد المجتمع من جميع السلع والخدمات ويعلم أيضا أن زيادة الإنتاج من إحدى السلع، لابد أن يقابله نقص الإنتاج من سلعة أخرى. والجزء الذي يجب التنازل عنه أو التضحية به من السلع الأخرى في مقابل الحصول على قدر محدد من سلعة معينة يعتبر تكلفة الفرصة البديلة لهذا القدر من تلك السلعة.

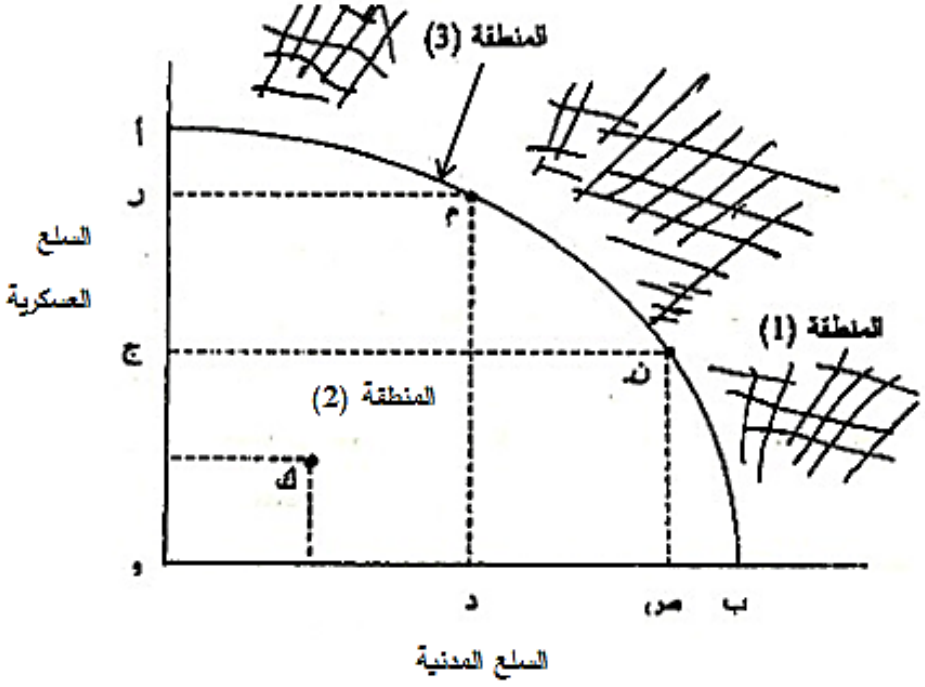
ويمكن تعريف تكلفة الفرصة البديلة بانها التكلفة الخاصة بالحصول على قدر محدد من سلعة ما مقاسة بدلالة ما يجب التنازل عنه من السلع الأخرى في مقابل الحصول على هذه السلعة.

## 1.5 منحنى إمكانية الإنتاج (Production Availability Curve):

هو منحنى يوضح بين مستويات أو حجم الإنتاج الذي يمكن تحقيقه والغير ممكن التحقيق (the boundary between what is attainable and what is not attainable) كما هو واضح في الشكل (1.1) أدناه.




**شكل (1.1) منحنى إمكانية الإنتاج**




**شكل (1.2) حالة الإنتاج**

**(أ) حالة الإنتاج:**

باعتبار حالة الإنتاج على المستوى القومي ومستخدمين في ذلك منحنى إمكانية الإنتاج (production possibility Frontier) فإذا تصورنا أن مجتمعاً ما يستخدم كل موارده المتاحة لإنتاج نوعين من السلع، الأولى سلع مدنية والأخرى سلع حربية ومن المؤكد أنه من المستحيل إنتاج كميات لا نهائية من السلعتين وإذا تصورنا أن المجتمع قرر استخدام جميع موارده المتاحة وبأقصى كفاءة ممكنة في إنتاج السلع الحربية فقط، فسيوجد قدراً من هذه السلع تمثل أقصى ما يمكن إنتاجه منها وهو ذلك الجزء الممثل بالمسافة الرأسية (و أ) في الشكل (1.2).

وبتطبيق نفس الفرض على السلع المدنية باستخدام جميع الموارد المتاحة وبأقصى كفاءة ممكنة سيوجد قدراً من هذه السلع يمثل أقصى ما يمكن إنتاجه منها وهو ذلك الجزء الممثل بالمسافة الأفقية (و ب) في الشكل (1.2). ويربط منحنى إمكانية الإنتاج بين النقطتين (أ ب). وتوضح الفكرة انه إذا أراد المجتمع بدلاً من أن يستخدم كل موارده المتاحة في إنتاج نوع واحدد من السلع (حربية – مدنية)، أراد أن ينتج مزيجاً من السلعتين فإن النقطة التي توضح ذلك المزيج تقع على المنحنى (أ ب). مثلاً النقطة (م)، والنقطة (ن)، فعند النقطة (م) يكون المجتمع قد أنتج مزيج من السلعتين (و ر) من السلع الحربية، (و د) من السلع المدنية والنقطة (ن) تمثل مزيجاً آخراً من هذين النوعين من السلع فهي تمثل (و ج) من السلع الحربية، (و ص) من السلع المدنية.

يميز هذا المنحنى بين ثلاث مناطق:

1. المنطقة خارج منحنى إمكانية الإنتاج (المظللة) المنطقة (1) أعلى المنحنى (أ ب) وتمثل المجموعات السلعية الغير ممكن إنتاجها لعدم كفاية الموارد المتاحة.

2. المنطقة داخل المنحنى (المساحة المحصورة بين المنحنى والمحورين) المنطقة (2) وتمثل المجموعات السلعية الممكنة الإنتاج. النقطة (ك) إنتاج أي مجموعة سلعية داخل هذه المنطقة يعني

عدم الاستخدام الكامل والأمثل للموارد المتاحة.

3. المنطقة التي يمر بها المنحنى (الواقعة على المنحنى نفسه) المنطقة (3) وهي تمثل جميع المجموعات السلعية التي يمكن إنتاج إحداها إذا تم استخدام الموارد المتاحة استخداماً كاملاً وأمثلاً في نفس الوقت (النقاط) (م)، (ن).

يوضح منحنى إمكانية الإنتاج الندرة والاختيار وتكلفة الفرصة البديلة كما يلي:

فيوضح الندرة بأنه لا يمكننا خارج المنحنى (أ ب) وذلك لأن موردنا النادرة والمحدودة لا تمكننا أن نحقق الإنتاج، النقاط (م) و (ن) على المنحنى (أ ب) تمثل الاختيار كما أنه يمكننا الاختيار بين مزيج من السلع عند استخدام جميع الموارد وبطريقة مثلى.

أما تكلفة الفرصة البديلة فتوضح كالآتي:

إذا كنا على النقطة (م) على المنحنى فإن ذلك يعني أننا أنتجنا ما مقداره (و ر) من السلع الحربية و (و د) من السلع المدنية وإذا تحركنا في الاتجاه الأسفل على المنحنى فإننا نصل النقطة (ن) مثلاً وبذلك نكون قد أنتجنا (و ج) من السلع الحربية و (و ص) من السلع المدنية. أي أننا تحصلنا على مزيج أخر من أنواع السلع الحربية والمدنية. ولقد كان نتيجة ذلك أن فقدنا ما مقدارها ( ر ج) من السلع الحربية (و ر – و ج = ر ج) وأضفنا للسلع المدنية ما مقداره (ص د) سلع مدنية (و ص – و د = ص د). فهذا المقدار الذي ضحينا به من السلع الحربية (ر ج) فهو تكلفة الفرصة البديلة لحصولنا على المقدار (ص د) من السلع المدنية. أي هو المقدار الذي لابد أن تضحي به من السلع الحربية (ر ج) لكي تتمكن من الحصول على المقدار (ص د) من السلع المدنية.

وبنفس الطريقة إذا تحركنا إلى أعلى على المنحنى من النقطة (ن) إلى النقطة (م) فإن تكلفة الفرصة البديلة لحصولنا على المقدار (ر ج) من السلع الحربية هو المقدار (ص د) من السلع المدنية الذي تم التضحية به.

**(ب) الاستهلاك:**

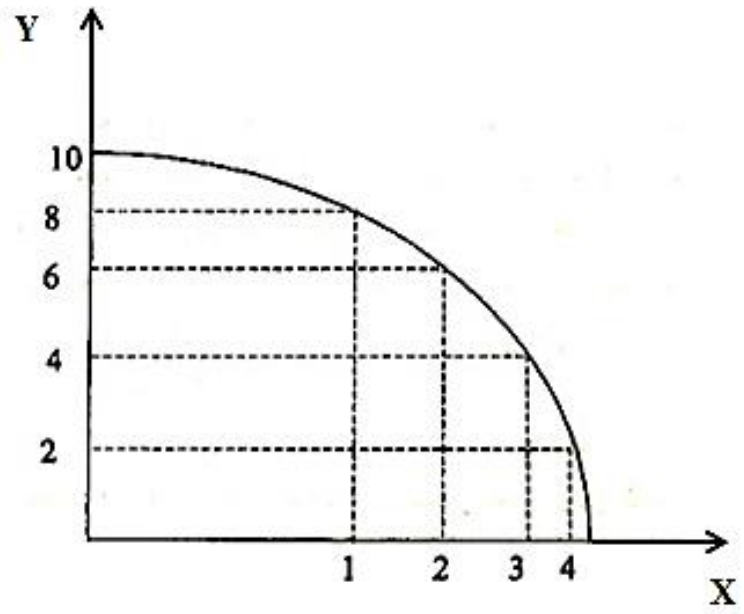
بافتراض أن هنالك شركة ما خصصت مبلغ 10 دولارات لشراء قطعة غيار وإذا كان هنالك نوعين من قطع الغيار $X$ وقيمتها 2 دولار و $Y$ وقيمتها 1 دولار فإن الشركة سوف تقابل الخيارات التالية الموضحة في الجدول (1.1) أدناه:

**جدول (1.1) المفاضلة بين نوعين من قطع الغيار**

| قطعة غيار X 2 دولار | قطعة غيار Y 1 دولار |
|---|---|
| 0 | 10 |
| 1 | 8 |
| 2 | 6 |
| 3 | 4 |
| 4 | 2 |
| 5 | 0 |

والخيارات التي تقابلها الشركة هي إما أن تنفق كل النقود في شراء النوع الأول وبالتالي شراء 5 قطع غيار من النوع (X) وصفر من النوع (Y) أو شراء 10 قطع غيار من النوع (Y) وصفر من النوع (X) أو تختار أي مزيج من النوعين.

على نحو ما موضح في الجدول (1.1) والمنحنى شكل (1.3) فإذا اختارت الشركة المزيج الذي به 6 قطع غيار من النوع (Y) و 2 قطعة غيار من النوع (X) وقررت أن تتركه وتختار المزيج 4 قطع غيار من النوع (Y) و 3 قطع غيار من النوع (X) فإنها بذلك تضحي بقطعتي غيار من النوع (Y) في سبيل الحصول على قطعة غيار واحدة من النوع (X). وتكون قطعتي الغيار من النوع (Y) التي افتقدتهما هي تكلفة الفرصة البديلة في سبيل حصولها على قطعة غيار واحدة من النوع (X).




**شكل (1.3) منحنى إمكانية الاستهلاك**

فتكلفة الفرصة البديلة تقابلنا في حياتنا اليومية كأفراد فكما ان المجتمع يحظى بقدر محدود من الموارد المتاحة يقوم الفرد بانفاقاته المختلفة على السلع المختلفة والخدمات بدخل محدود، فإذا قرر أحد الأفراد تجديد أثاث المنزل قد يضطر في مقابل ذلك إلى التنازل عن الذهاب إلى المصيف ويمثل هذا التنازل تكلفة الفرصة البديلة لتجديد أثاث المنزل والوقت يعتبر نادراً فحتى أنت نفسك إذا كان في مقدرتك عمل شيئاً آخر في هذه اللحظة التي تطالع فيها كتاب الاقتصاد الهندسي فهذا الشيء هو تكلفة الفرصة البديلة لقراءتك هذا الكتاب.

## 1.6 أركان المشكلة الاقتصادية (Economic Problem):

لحل المشكلة الاقتصادية مشكلة ندرة الموارد أو الموارد المحدودة بالنسبة للاحتياجات المتزايدة نجد هنالك عدة مسائل يبحث فيها الاقتصاديون مهما كانت النظم الاقتصادية التي ينتمون إليها رأسمالية كانت أم اشتراكية أم نظم اقتصادية مختلطة ولحل هذه المشاكل على الاقتصادي أن يجد الوسائل والمعايير التي تساعده في الإجابة عليها عند قيامه بوضع البرنامج الخاص بتنظيم النشاط الاقتصادي (تخصيص الموارد المتاحة على استخداماتها المختلفة).

وهذه المسائل التي تنتظر الحل هي أركان المشكلة وهي:

1. ماذا ننتج: أي ما هي السلع والخدمات التي يرغب المجتمع في إنتاجها وبأي كميات؟ وذلك حسب الموارد المتاحة في المنطقة المعينة مثل صناعة الاسمنت في منطقة توافر الحجر الجيري وغيرها. والسبب في ذلك أنه لو كانت الموارد غير محدودة لأمكن إنتاج أي شيء أخر يرغب فيه المجتمع ولما لم يسأل ذلك السؤال ولما كان هنالك ضرورة من وجود علم الاقتصاد.

ولكن ندرة الموارد بالنسبة للاحتياجات اللانهائية تستلزم ترتيب احتياجات المجتمع طبقاً لدرجة أولويتها وهذا ما يسمى بسلم التفضيل الجماعي. والذي لابد أن يكون قد أسقط بعض الاحتياجات غير المفضلة من الحسبان بسبب ندرة الموارد وتبقى أن توظف الموارد على الاستخدامات بغرض إنتاج السلع التي تم تفضيلها.

2. كيف ننتج: أي ما هي الطريقة الإنتاجية المثلى للحصول على سلعة أو خدمة معينة؟ هنالك أكثر من طريقة فنية لإنتاج السلع وتختلف طرق الإنتاج باختلاف النسب التي يتم بها خلط خدمات عوامل الإنتاج (الموارد). وذلك باستخدام عامل الإنتاج المناسب، التكنولوجيا ورأس المال المناسب.

وبافتراض أن الطرق الإنتاجية المختلفة يتم فيها التشغيل الكامل لجميع الموارد المتاحة فيجب أن يكون أساس المفاضلة بين هذه الطرق المتباينة هو حجم الإنتاج الكلي الذي تحصل عليه والطريقة التي تحقق أقصى إنتاج كلي ممكن ستمثل أقصى تحقيق للموارد.

3. لمن ننتج: أي كيف يتم توزيع السلع والخدمات المنتجة على أفراد المجتمع؟ يجب معرفة العوامل التي تحدد الكيفية التي يتم بها توزيع الدخل القومي للدولة بين الجماعات المختلفة مثل أصحاب الأراضي، العمال، أصحاب رؤوس الأموال (المنظمين) أي عناصر الإنتاج فيسمى دخل العمال الأجور ودخل رأس المال الفائدة وعائد الأراضي (الريع) والمنظمين الربح ولابد من وسيلة تحدد دخل كل فئة من هذه الفئات.

4. هل موارد المجتمع مستغلة استغلالاً كاملاً أم أن هناك بعض الموارد عاطلة والتي تسبب ضياعاً على المجتمع؟ بالرغم من أن الموارد توصف بأنها نادرة إلا أننا نجدها في أحيان كثيرة عاطلة وبدون توظيف وهذه تخلق مشكلة البطالة ويكون وضعها داخل منحنى إمكانية الإنتاج وتهدف السياسات في مثل هذه الحالات إلى التخلص من هذه المشكلة بتوظيف الموارد الكاملة وبذلك تعمل على إرجاع الاقتصاد مرة أخرى على منحنى إمكانية الإنتاج. وجود الموارد العاطلة يتشابه مع عدم الاستخدام الأمثل لها وفي كلا الحالتين يعمل الاقتصاد داخل منحنى إمكانية الإنتاج ولكن الأسباب مختلفة ففي الأولى بسبب أن الموارد عاطلة بينما في الثانية عدم التخصيص الأمثل لهذه الموارد على استخداماتها.

5. هل القوة الشرائية للدخول النقدية لأفراد المجتمع ولمدخراتهم ثابتة أم ان التضخم يلتهم جزءاً منها؟ التضخم في نهاية الأمر يرتبط بحجم الإصدار النقدي في المجتمع ومن ثم فهنالك الكثير من التساؤلات حول أسباب ونتائج تغير حجم الإصدار النقدي ودوافعه وأثر ذلك على مستويات الأسعار.

6. كيف يمكن ضمان تحقيق معدل نمو مرتفع للنمو الاقتصادي؟ ويعنى هذا السؤال بوسائل تحسين وزيادة الطاقة الإنتاجية للمجتمع بتنمية موارده المتاحة كماً ونوعاً والنجاح فيه يؤدي إلى نقل منحنى إمكانية الإنتاج بأكمله إلى الخارج.

أما حل هذه المشاكل بالإجابة على هذه الأسئلة فيختلف من نظام اقتصادي لآخر، ففي النظام الرأسمالي مثلاً (نظام الاقتصاد الحر) هنالك عاملان مهمان يعملان داخل النظام ويقومان بالتوجيهات المطلوبة بالإضافة إلى ذلك مؤشر هام (جهاز الإئتمان) يعمل بالتناسق مع هذين العاملين وعن طريق هذا التنظيم يقوم النظام الرأسمالي بتحقيق التوازن المطلوب وذلك بتقديم الحلول للمشاكل المذكورة.

أما حل المشاكل في النظام الاشتراكي فيعتمد كلياً على جهاز التخطيط المركزي حيث تقوم الهيئة العليا للتخطيط بتحديد الأسعار وحجم الاستثمار ونوع السلع وتحديد الأجور.

## 1.7 الاقتصاد الجزئي (Partial Economy):

يهتم الاقتصاد الجزئي بدراسة إنتاج السلع والخدمات بواسطة المنشآت والصناعات كما يهتم بإنفاق المستهلكين على السلع فوحدة الدراسة هي الجزء وليس الكل، فالاقتصاد الجزئي يحاول أيضاً تعيين الكيفية التي يتم بها تعيين السعر للسلعة المنتجة وتحديد مستوى الإنتاج للمنشاة الذي يحقق أكبر ربح وكيف تستطيع هذه المنشأة أن تحقق أقل تكلفة بتجميع عوامل الإنتاج لإنتاج هذه السلعة. كما يبحث في الأساس الذي يتم وفقاً له قيام المستهلك بتوزيع دخله المخصص للإنفاق على جميع السلع والخدمات التي يرغب في استهلاكها بحيث يعظم إشباعه من هذا الإنفاق.

## 1.8 الاقتصاد الكلي (Total Economy):

يحدد الاقتصاد الكلي التجمعات والمتوسطات الخاصة بالنظام أو الجهاز الاقتصادي وهو بذلك يجاوب على الأسئلة الخاصة بالتوظيف والبطالة والتشغيل الكامل وأيضاً عن التضخم ومستوى استقرار الأسعار، وهكذا.

# الفصل الثاني

# علم الإقتصاد (Economics Science)

## 2.1 تعريف علم الاقتصاد (Definition of Economics Science):

يمكن تعريف علم الاقتصاد استناداً على ما سبق بأنه ذلك العلم الذي يهتم بتفسير ووضع معايير للسلوك الإنساني عند قيامه باستخدام الموارد المتاحة والمحدودة لإشباع احتياجاته اللانهائية وغير المحدودة، بحيث توضع تلك الموارد في أفضل استخداماتها الممكنة ويتم الإنتاج طبقاً لسلم التفضيل الجماعي مع العمل المستمر على زيادة هذه الموارد كماً وتحسينها نوعاً حتى يمكن تحقيق معدلات مرتفعة للاقتصاد القومي لضمان ارتفاعات حقيقية في مستويات المعيشة.

## 2.2 أهداف الاقتصاد (Objectives of Economics):

عموماً أهداف الاقتصاد هي استنباط سياسات أفضل لتقليل مشاكل المجتمع وزيادة فوائده ويمكن تلخيص أهدافه في الآتي:

1. تقليل حجم البطالة.
2. تثبيت الأسعار.
3. رفع كفاءة الإنتاج.
4. العدالة في توزيع الدخل (الثروة)
5. استمرارية النمو لرفع مستوى المعيشة.

## 2.3 الاقتصاد الهندسي (Engineering Economics):

الهندسة هي تطبيق للعلوم والمعارف لحل مشكلات المجتمع بأبسط ما يمكن وبأقل التكاليف لتحقيق الأرباح، فبالتالي يكون المهندس في كثير من الأحيان مسئول عن اتخاذ القرار من بين عدة بدائل، وللجانبين الفني والاقتصادي الأثر في اتخاذ ذلك القرار، ولهذا يحتاج المهندس إلى الإلمام بالأسس

الاقتصادية حتى يستطيع القيام بتقييم المنشآت، والمشاريع البديلة، واختيار الأنسب منها من حيث الجدوى الاقتصادية من بعد جدوتها فنياً. وهذه الأسس والأساليب تعرف بالاقتصاد الهندسي.

## 2.4 العرض والطلب (Demand and Supply):

### 2.4.1 الطلب (Demand):

يقصد بالطلب على سلعة معينة الكميات التي يرغب المستهلكون في شرائها من هذه السلعة بحيث يكونوا قادرين فعلاً على شرائها وذلك عند كل ثمن من الأثمان خلال فترة زمنية معينة.

**محددات الطلب:**

هي أهم العوامل المؤثرة على طلب سلعة معينة ويمكن تلخيصها في الآتي:

**i. الأذواق أو التفضيلات:**

يتمشى الطلب مع أذواق وتفضيلات أفراد المجتمع فزيادة التفضيل لسلعة معينة قد يؤدي إلى زيادة الطلب عليها.

فالأذواق ترتبط أساساً بالاحتياجات البيولوجية والنفسية والفيزيولوجية للإنسان أكثر من ارتباطها بالعوامل الاقتصادية ولكن هناك ما قد يؤثر على الأذواق مثل الحملات الإعلانية.

**ii. الحجم الكلي للسكان:**

كلما زاد حجم السكان تزداد الحاجة إلى السلع المختلفة ومن ثم تزداد الكميات المطلوبة.

**iii. متوسط الدخل الفردي:**

يتوقف طلب سلعة على الدخل الفردي في المتوسط، فكلما زاد متوسط الدخل الفردي كلما زادت الكمية التي يطلبها من سلعة معينة.

**iv. توزيع الدخل في المجتمع:**

يعتمد الطلب على كيفية توزيع الدخل بين أفراد المجتمع فإذا كان هناك تفاوت كبير في التوزيع

بحيث تحصل الأقلية على الجزء الأكبر من الدخل في المجتمع فسيكون في هذه الحالة شكل الطلب (النمط الاستهلاكي) مختلفاً تماماً عنه في حالة توزيع الدخل بطريقة فيها قدر من العدالة.

**v. ثمن السلعة:**

يتأثر الطلب بثمن السلعة فكلما ارتفع الثمن كلما قلت أو انخفضت الكمية المطلوبة منها.

**vi. أثمان السلع الأخرى:**

يتأثر الطلب على سلعة معينة على أثمان العديد من السلع الأخرى. ويفرق الاقتصاديون بين السلع البديلة (substitutes) والسلع المكملة (compliments) عند وصف العلاقة بين سلعتين. وتعرف السلع البديلة بأنها السلع التي تحل محل بعضها البعض في الاستهلاك مثل (الشاي والبن)، (القمح والذرة)، ومع انخفاض ثمن السلعة البديلة من المتوقع أن ينقص الطلب على السلعة الأخرى الأصلية أما السلع المكملة فهي السلع التي تستخدم معاً (go together) فيزيد أو يقل الاستهلاك في السلعتين معاً ومن المتوقع أن يؤدي انخفاض ثمن إحداها إلى زيادة الطلب على السلعة الأخرى. فانخفاض ثمن السيارات تؤدي إلى زيادة الطلب على البنزين.

### 2.4.2 دالة الطلب (The demand function):

تمثل دالة الطلب على سلعة معينة العلاقة بين الكمية المطلوبة من السلعة $(Q_D)$ كمتغير تابع وكل العوامل المؤثرة فيها كمتغيرات مستقلة.

$$Q_D = f(P_1, I, P_{S1}, P_{S2}, \dots, P_{Sn}, H, M, I_D)$$

حيث:

$Q_D$ الكمية المطلوبة من السلعة المعينة

$P_1$ ثمن السلعة

$I$ متوسط الدخل

$P_{Sn}$ ثمن السلعة البديلة (n تمثل عدد السلع البديلة)

$H$ حجم السكان

$M$ الأذواق والتفضيلات

$I_D$ توزيع الدخل

عند دراسة أثر كل من المتغيرات المستقلة على المتغير التابع يلجأ دائماً إلى افتراض ثبات العوامل الأخرى.

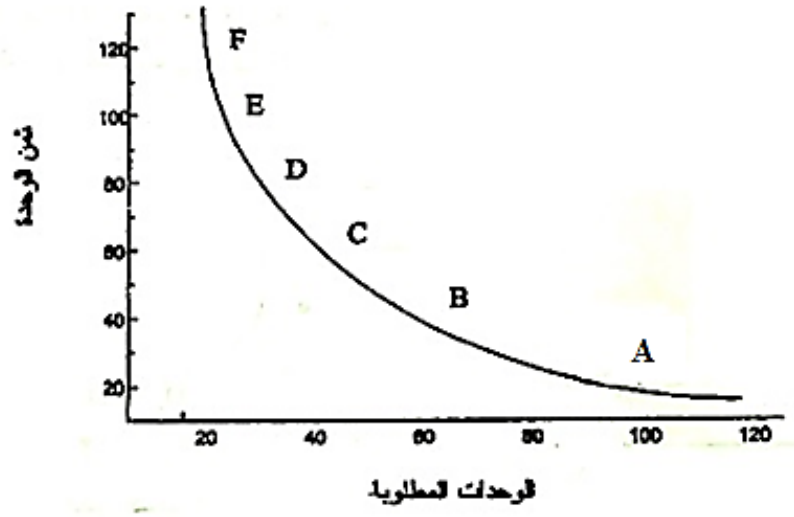
### 2.4.3 العلاقة بين الكمية المطلوبة من السلعة وثمنها:

بافتراض ثبات كافة العوامل في دالة الطلب عدا ثمن السلعة من المتوقع ان تزيد الكمية المطلوبة مع انخفاض الثمن وتقل مع ارتفاع الثمن. وتفسير ذلك (أنه مع انخفاض ثمن السلعة، تصبح أرخص نسبياً من السلع الأخرى البديلة لها ومن ثم تزيد الكمية المطلوبة منها، والعكس صحيح). ويطلق الاقتصاديون على العلاقة العكسية بين الكمية المطلوبة وثمنها بقانون الطلب. أي (عند ثبات العوامل الأخرى وعند زيادة سعر السلعة تقل الكمية المطلوبة منها).

الجدول (2.1) أدناه والشكل (2.1) أدناه يوضحان الكميات المطلوبة من سلعة عند أثمان مختلفة في السوق خلال فترة زمنية محددة.

**جدول (2.1) الكميات المطلوبة من سلعة عند اسعار مختلفة**

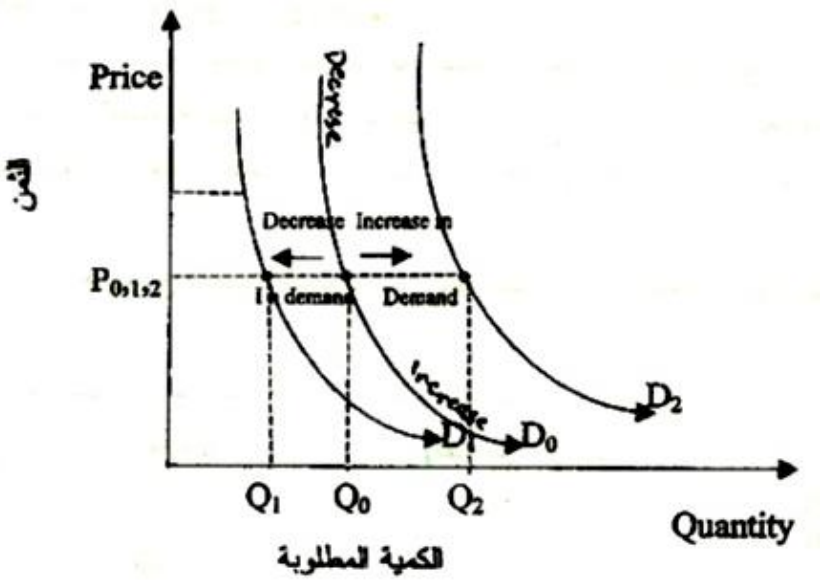
| السلعة | الكمية المطلوبة من السلعة (ألف طن كل شهر) | الثمن لكل طن من السلعة (وحدة نقدية) |
|---|---|---|
| A | 100 | 20 |
| B | 90 | 40 |
| C | 77.5 | 60 |
| D | 67 | 80 |
| E | 62.5 | 100 |
| F | 60 | 120 |




**شكل (2.1) كميات ضد اسعار**

### 2.4.4 تغير الطلب (انتقال منحنى الطلب):

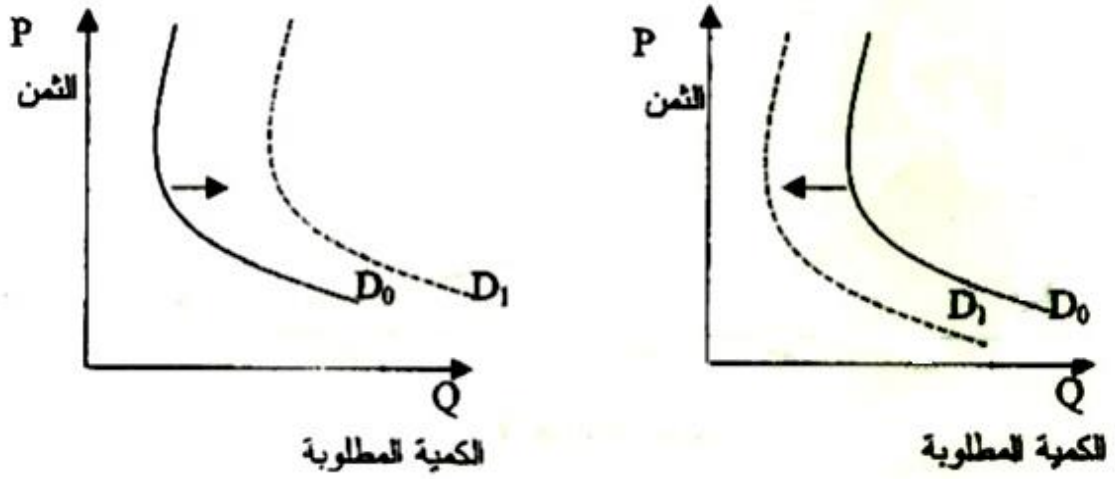
يقصد بتغير الطلب التغيير في الكمية المطلوبة عند كل ثمن من الأثمان حيث يزيد الطلب عندما ينتقل منحنى الطلب بأكمله لأعلى جهة اليمين فتزيد الكميات المطلوبة عند كل ثمن من الأثمان. ويرجع التغير في الطلب ليس إلى تغير ثمن السلعة ولكن إلى تغير العوامل الأخرى في دالة الطلب الشكل (2.2) أدناه.




**شكل (2.2) تغير منحنى الطلب**

**i. أثر تغير الدخل:**

تؤدي الزيادة في الدخل مع بقاء العوامل الأخرى على حالها إلى زيادة الكمية المطلوبة في معظم الحالات أي ينتقل منحنى الطلب لأعلى جهة اليمين والعكس صحيح في حالة نقص الدخل الشكل (2.3) أدناه.




**شكل (2.3) أثر تغير الدخل**

**ii. أثر تغير أثمان السلع الأخرى:**

**1. السلع البديلة:** عند ارتفاع ثمن سلعة بديلة يؤدي ذلك إلى انتقال منحنى الطلب على السلعة الأصلية إلى جهة اليمين (أي زيادة الطلب على السلعة الأصلية). فمثلاً عند ارتفاع ثمن خدمة المواصلات العامة قد يميل الأفراد إلى استخدام سياراتهم الخاصة وبالتالي زيادة الطلب على البنزين.

**2. السلع المكملة:** عند ارتفاع ثمن السلع المكملة سيؤدي إلى انتقال منحنى الطلب إلى أسفل جهة اليسار والعكس صحيح. فمثلاً عند ارتفاع ثمن السيارات سيقل الطلب على البنزين.

**3. أثر التغير في الأذواق:** يؤدي تغير الأذواق لصالح سلعة معينة مع بقاء العوامل الأخرى على حالها إلى زيادة الطلب على تلك السلعة والعكس صحيح.

**4. أثر التغير في السكان:** تؤدي زيادة السكان مع ثبات العوامل الأخرى إلى زيادة الكمية المطلوبة والعكس صحيح.

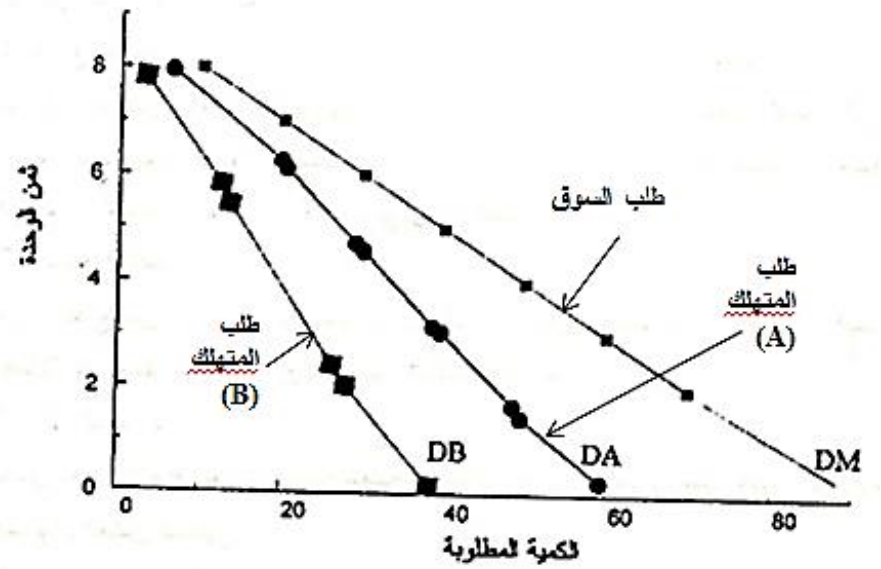
**5. أثر التغير في توزيع الدخل:** قد يترتب على التغير في توزيع الدخل في المجتمع تغير في الدخل الفردي، فقد يزيد دخل بعض الأفراد نتيجة لإعادة توزيع الدخل وبالتالي يزيد طلبهم على السلع التي يفضلونها وينتقل منحنى الطلب الأصلي إلى أعلى بينما العكس للذين انخفضت دخولهم فسينتقل منحنى الطلب إلى اليسار.

### 2.4.5 طلب السوق (Market demand):

هو التجميع الأفقي لطلبات كل المستهلكين الأفراد لهذه السلعة أي أن الكمية المطلوبة في السوق عند كل ثمن من الأثمان هي عبارة عن مجموع الكميات التي يطلبها كل المستهلكين الأفراد عند هذا الثمن. الجدول (2.2) والشكل (2.4) أدناهما يوضحان طلب المستهلكين وطلب السوق.

**جدول (2.2) طلب المستهلكين الأفراد وطلب السوق**

| الكمية المطلوبة في السوق (A+B) | الكمية التي يطلبها المستهلك (B) | الكمية التي يطلبها المستهلك (A) | الثمن |
|---|---|---|---|
| 2 | 0 | 2 | 10 |
| 6 | 1 | 5 | 9 |
| 13 | 5 | 8 | 8 |
| 22 | 10 | 12 | 7 |
| 30 | 14 | 16 | 6 |
| 39 | 18 | 21 | 5 |
| 49 | 22 | 17 | 4 |
| 60 | 25 | 35 | 3 |
| 72 | 27 | 45 | 2 |
| 89 | 29 | 60 | 1 |




**شكل (2.4) طلب المستهلكين الأفراد وطلب السوق**

### 2.4.6 مرونة الطلب:

مفهوم المرونة: هي مقدار استجابة متغير بالنسبة لمتغير أخر حيث تعرف مرونة المتغير B بالنسبة للمتغير A بالرمز $(\eta_{B,A})$ وهي نسبة التغير في (B) الذي يحدث نتيجة تغير (A) بنسبة 1%.

$\eta_{B,A}$ = نسبة التغير في (A) ÷ نسبة التغير في (B)

$$\eta_{B,A} = \frac{\Delta B}{B} / \frac{\Delta A}{A}$$

ويستخدم هذا المقياس لقياس مدى استجابة (تجاوب)الطلب على سلعة ما وتغير سعرها. يتميز هذا المقياس باستقلاله عن الوحدات المستخدمة في قياس المتغيرات (dimensionless).

**i. مرونة الطلب السعرية (Price elasticity of demand):**

تعرف بأنها مقياس للتغير أو الاستجابة النسبية في الكمية المطلوبة من السلعة نتيجة للتغير في سعرها.

مرونة الكمية المطلوبة بالنسبة لسعرها $\eta_{Q,P} = \frac{\Delta Q}{Q} / \frac{\Delta P}{P} = \frac{\Delta Q}{Q} \times \frac{\mathrm{P}}{\Delta P} = \frac{-\Delta Q}{\Delta P} \times \frac{\mathrm{P}}{Q}$

حيث:

$P$ الثمن

$Q$ الكمية المطلوبة

وضعت الإشارة السالبة لكي تكون قيمة معامل المرونة موجبة بما أن $\Delta Q, \Delta P$ يرتبطان عكسياً.

تصلح هذه المعادلة فقط عندما تكون التغيرات صغيرة جداً في الكمية المطلوبة والثمن. وتستخدم بدلاً عنها المعادلة:

$$\eta_{Q,P} = \frac{\Delta Q}{Q_m} \times \frac{\Delta P}{P_m} = \frac{-\Delta Q}{\Delta P} \times \frac{P_m}{Q_m}$$

حيث:

$P_m$ متوسط السعر = $(P_0 + P_1)/2$

$Q_m$ متوسط الكمية = $(Q_0 + Q_1)/2$

$\Delta Q$ التغير في الكمية = $Q_1 - Q_0$

$\Delta P$ التغير في السعر = $P_1 - P_0$

**مثال :** افترض المعلومات التالية عن أسعار النفط من منظمة OPEC

| **السعر للبرميل** ($) | **الكمية المطلوبة (مليون برميل)** |
|---|---|
| 9.5 | 41 |
| 10.5 | 39 |

أوجد مرونة الكمية المطلوبة بالنسبة لسعرها.

**الحل:**

$$P_0 = 9.5\$ \qquad Q_0 = 41$$
$$P_1 = 9.5\$ \qquad Q_1 = 41$$

$$\text{متوسط السعر } P_m = \frac{P_0 + P_1}{2} = \frac{9.5 + 10.5}{2} = 10$$

$$\text{التغير في السعر } \Delta P = P_1 - P_0 = 10.5 - 9.5 = 1$$

$$\text{متوسط الكمية المطلوبة } Q_m = \frac{Q_0 + Q_1}{2} = \frac{41 + 39}{2} = 40$$

$$\text{التغير في الكمية المطلوبة } \Delta Q = Q_1 - Q_0 = 39 - 41 = -2$$

$$\eta_{Q,P} = \frac{-\Delta Q}{\Delta P} \times \frac{P_m}{Q_m} = -\left[\frac{-2}{1}\right] \times \frac{10}{40} = \frac{20}{40} = 0.5$$

ويستخدم هذا المقياس لتصنيف الطلب على السلع كالآتي:

1. السلعة المرنة $\eta_{Q,P} > 1$

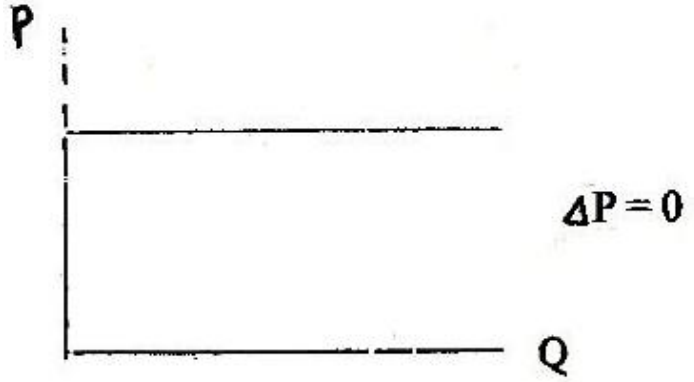
2. السلعة متكافئة المرونة $\eta_{Q,P} = 1$

3. السلعة قليلة المرونة $\eta_{Q,P} < 1$

يلاحظ أن مرونة الطلب السعرية يمكن أن تنحصر بين الصفر وإلى ما لا نهاية $0 \leq \eta_{Q,P} \geq \infty$

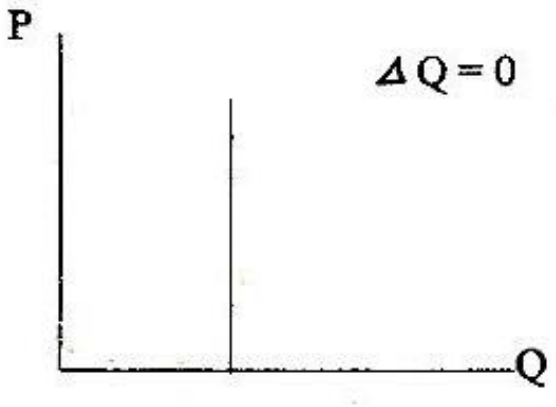
وهنالك 5 حالات يمكن اعتبارها:

a. طلب مرن تماماً تام المرونة (مثالي) (perfectly elastic demand) إذا كانت $\eta_{Q,P} = \infty$ أي بتغير طفيف جداً في الثمن يقابله تغير كبير جداً في الكمية المطلوبة ويمثل بياناً بخط أفقي مستقيم كما هو واضح في الشكل (2.5) أدناه.




**شكل (2.5) طلب مرن تام المرونة**

b. طلب غير مرن تماماً (perfectly inelastic demand) إذا كانت $\eta_{Q,P} = 0$ أي تغير في الثمن لا يقابله تغير في الكمية المطلوبة ويمثل بياناً بخط رأسي مستقيم، ومثال ذلك الخدمات الطبية وخاصة ذات الاستعمال المستديم من جانب المستهلكين (المطلوبة). ويتم توضيحه في الشكل (2.6) أدناه.

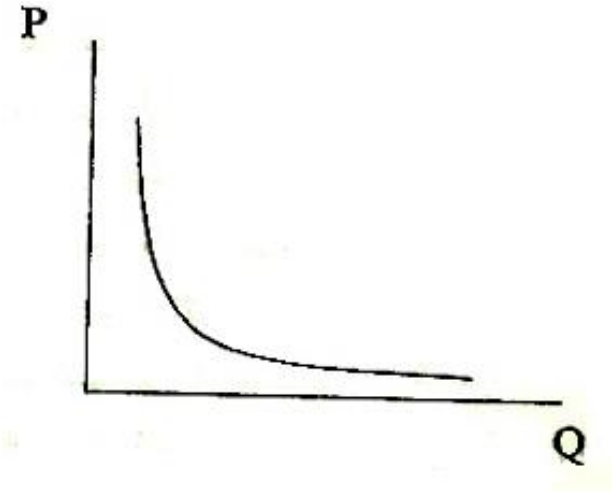



**شكل (2.6) طلب غير مرن تماماً**

c. طلب متكافئ المرونة (مرونته وحدة) ((unitary elasticity of demand إذا كانت $\eta_{Q,P} = 1$ ويعني أن التغيرات في الثمن والكمية المطلوبة تكون بنفس النسبة، أي تغير نسبي في ثمن السلعة يقابله تغير نسبي مماثل في الكمية المطلوبة ويظهر بيانياً منحنى الطلب بقطع زائد (rectangular hyperbola) (معظم السلع تصنف في مدى هذه الثلاث حالات). ويتم توضيحه في الشكل (2.7) أدناه.

$$\frac{\Delta P}{P_m} = \frac{\Delta Q}{Q_m}$$

$$\Delta P\% = \Delta Q\%$$




**شكل (2.7) طلب متكافئ المرونة**

d. طلب مرن (elastic demand) إذا كانت $1 < \eta_{Q,P} < \infty$ ويعني أن تغير ثمن السلعة بنسبة معينة سيؤدي إلى تغير بنسبة أكبر في الكمية المطلوبة فالتغيرات الطفيفة في الثمن تصاحب بتغيرات كبيرة وملموسة في الكمية المطلوبة.

$$\frac{\Delta P}{P_m} < \frac{\Delta Q}{Q_m}$$

e. طلب غير مرن (inelastic demand) إذا كانت $0 < \eta_{Q,P} < 1$ حيث يؤدي تغير ثمن السلعة بنسبة معينة إلى تغير في الكمية المطلوبة بنسبة أقل.

$$\frac{\Delta P}{P_m} > \frac{\Delta Q}{Q_m}$$

**علاقة مرونة الطلب السعرية والإنفاق الكلي:**

يمكن استخدام فكرة مرونة الطلب السعرية في بيان كيفية تغير الإنفاق الكلي من جانب المستهلكين على سلعة معينة استجابة لتغيرات ثمنها.

$$\text{الإنفاق الكلي} = P \times Q$$

الجدول (2.3) أدناه يوضح العلاقة بين تغير ثمن السلعة والإنفاق الكلي.

**جدول (2.3) العلاقة بين نوع الطلب والإنفاق**

| نوع الطلب | الإنفاق في حالة زيادة الثمن | الإنفاق في حالة انخفاض الثمن |
|---|---|---|
| مرن $(\eta_{Q,P} > 1)$ | ينخفض | يرتفع |
| متكافئ المرونة $(\eta_{Q,P} = 1)$ | لن يتغير | لن يتغير |
| قليل المرونة $(\eta_{Q,P} < 1)$ | يرتفع | ينخفض |

**العوامل المؤثرة في المرونة السعرية للطلب:**

أهم العوامل التي تجعل الطلب مرناً أو قليل المرونة هي:

**1. مدى ضرورة السلعة:** عندما تكون السلعة ضرورية للمستهلك يتوقع أن ارتفاع الثمن بنسبة كبيرة لن يؤدي إلى تخفيض الكميات المطلوبة منها، مثل (الدقيق) بل قد لا يتغير إطلاقاً إذا كان لا يمكن الاستغناء عنها مثل (الدواء) ويقال الطلب غير مرن في الحالة الأولى وعديم المرونة في الحالة الثانية، أما إذا كانت السلعة كمالية حيث يستطيع المستهلك الاستغناء عنها فالطلب يكون مرن.

**2. مدى إتاحة البدائل المختلفة للسلعة:** كلما زاد عدد البدائل التي يمكن أن تحل محل سلعة معينة كلما زادت مرونة الطلب على هذه السلعة والعكس صحيح.

**3. عدد الاستخدامات للسلعة:** كلما زاد عدد الاستخدامات الممكنة للسلعة كلما زادت درجة مرونة الطلب السعرية للسلعة. السلعة ذات الاستخدام الواحد أو عدد قليل من الاستخدامات تكون مرونتها قليلة.

**4. درجة تكامل السلعة مع السلع الأخرى:** كلما زادت درجة تكامل السلعة مع السلع الأخرى كلما كان الطلب قليل المرونة والعكس صحيح، فالبنزين يرتبط استعماله بالسيارات ومن ثم لا تنخفض الكميات المطلوبة منه بدرجة كبيرة عند ارتفاع ثمنه.

**ii. مرونة الطلب التبادلية (مرونة التقاطع) (Price cross – elastic of demand):**

تعرف المرونة التبادلية (مرونة التقاطع) بأنها مقياس للاستجابة النسبية في الكمية المطلوبة من سلعة معينة للتغير في ثمن سلعة أخرى مرتبطة بها(بديلة أم مكملة).

تحسب بقسمة التغير النسبي في الكمية المطلوبة من السلعة (X) على التغير النسبي في ثمن سلعة أخرى (Y).

$\eta_{X,Y} = \frac{\Delta Q_X}{Q_X} / \frac{\Delta P_Y}{P_Y}$ التغير في الكمية المطلوبة من السلعة $x$ بالنسبة لثمن السلعة $y$

حيث:

$\Delta Q_X$ التغير في الكمية المطلوبة من السلعة (X)

$Q_X$ الكمية المطلوبة من السلعة (X)

$\Delta P_Y$ التغير في ثمن السلعة

$P_Y$ ثمن السلعة (Y) عند الكمية المطلوبة من (X) $(Q_X)$

وفقاً لهذا المقياس يمكن التمييز بين السلع البديلة والمكملة.

1. السلعتان بدائل لبعض تماماً (perfect substitutes) إذا كانت $\eta_{X,Y} = \infty$ . أقل زيادة محتملة في سعر السلعة (Y) يؤدي إلى زيادة لا نهائية (كبيرة) في الكمية المطلوبة من السلعة (X) والعكس صحيح.

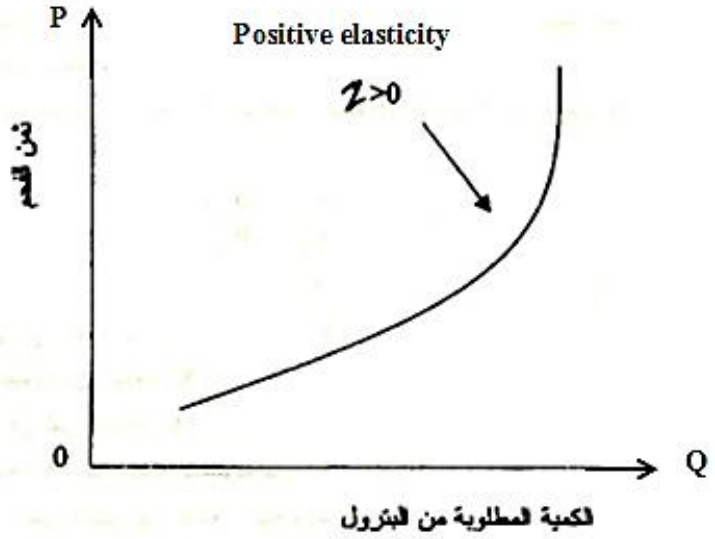
2. السلعتان بدائل لبعض (substitutes) إذا كانت $\eta_{X,Y} = (+ve), \eta_{X,Y} < \infty$ . إذا زاد سعر السلعة (Y) يؤدي إلى زيادة في الكمية المطلوبة من السلعة (X) والعكس صحيح.

3. السلعتان مستقلتان عن بعض (independent) إذا كانت $\eta_{X,Y} = 0$ الكميات المطلوبة من (X) تظل ثابتة بغض النظر عن الزيادة أو النقصان في ثمن السلعة (Y) .

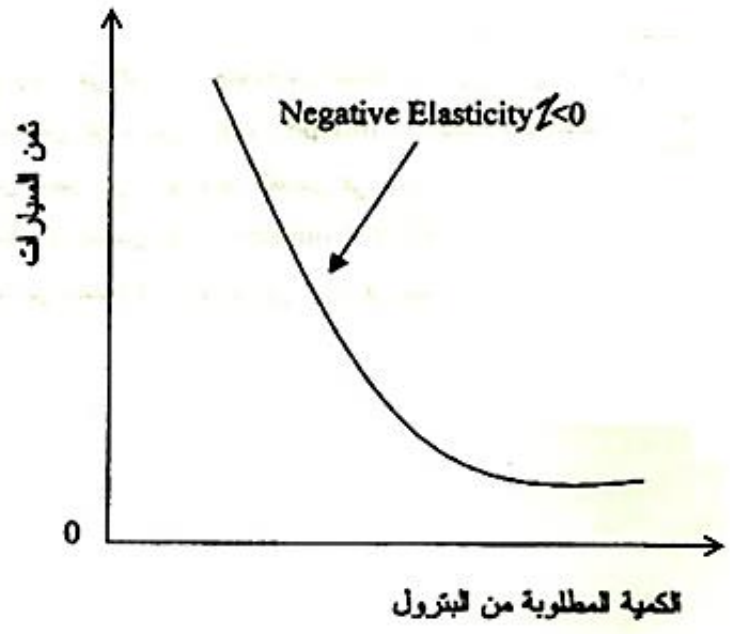
4. السلعتان مكملتان لبعض (compliments) إذا كانت $0 < \eta_{X,Y} < 0$ . $\eta_{X,Y} = (-ve), 0$

انخفاض الكمية المطلوبة من السلعة (X) يؤدي إلى زيادة في ثمن السلعة (Y) والعكس صحيح.

الأشكال (2.8) و (2.9) يوضحان السلع البدائل والمكملة على الترتيب.




**شكل (2.8) بدائل (Substitutes)**




**شكل (2.9) مكملة (Compliments)**

### iii. مرونة الطلب الدخلية (Income elasticity of demand):

تعرف بأنها الاستجابة للكمية المطلوبة من السلعة للتغيرات الداخلية، وتقاس بقسمة التغير النسبي في الكمية المطلوبة من السلعة على التغير النسبي في الدخل.

$$\eta_{Q,I} = \frac{\Delta Q}{Q} / \frac{\Delta I}{I}$$

حيث:

$\Delta Q$ التغير في الكمية المطلوبة

$Q$ الكمية المطلوبة

$\Delta I$ التغير في الدخل

$I$ الدخل المقابل للكمية المطلوبة $Q$

$I =$ الثمن × الكمية المطلوبة $(Q.P)$

وطبقاً لمرونة الطلب الدخيلة يمكن التمييز بين السلع كالآتي:

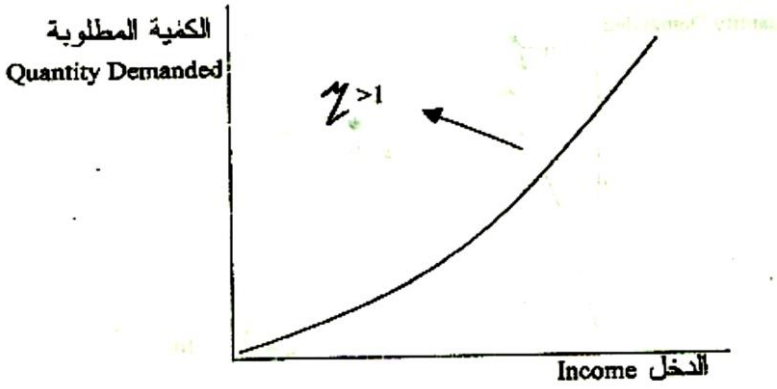
1. إذا كانت إشارة المرونة الدخلية موجبة $\{\eta_{Q,I} = (+ve)\}$ تكون السلعة عادية (normal good) وهي التي تزيد الكمية المطلوبة منها بزيادة الدخل.

2. إذا كانت إشارة المرونة الدخلية سالبة $\{\eta_{Q,I} = (-ve)\}$ تكون السلعة رديئة (inferior good) وهي التي تنقص الكمية المطلوبة منها بزيادة الدخل.

وفي داخل السلع العادية يمكن التمييز بين السلع كالآتي:

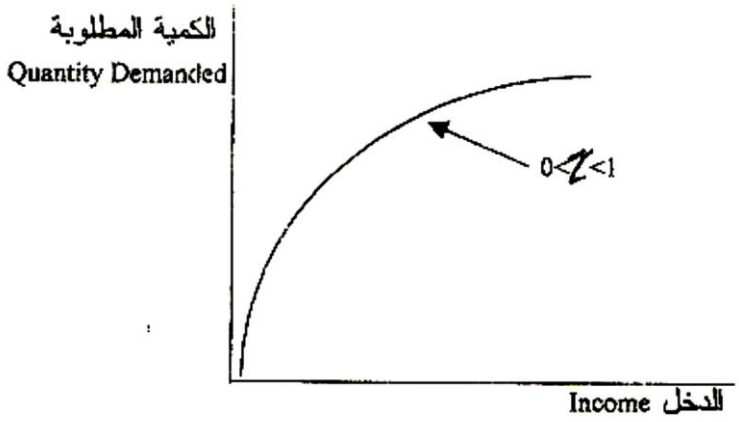
1. إذا كانت القيمة العددية لمرونة الطلب الدخلية أكبر من الواحد $\eta_{Q,I} > 1$ تكون السلعة كمالية أو ترفيهية (Luxury goods) بمعنى أن مشتريات هذه السلع تزيد بنسبة أكبر من الزيادة في الدخل.

2. إذا كانت مرونة الطلب الدخلية أقل من الواحد $\eta_{Q,I} < 1$ تكون السلعة ضرورية. كلما زاد الدخل تزيد الكمية المطلوبة بنسبة أكبر من نسبة الزيادة في الدخل. هذه يتم توضيحها في الأشكال (2.10) – (2.12).



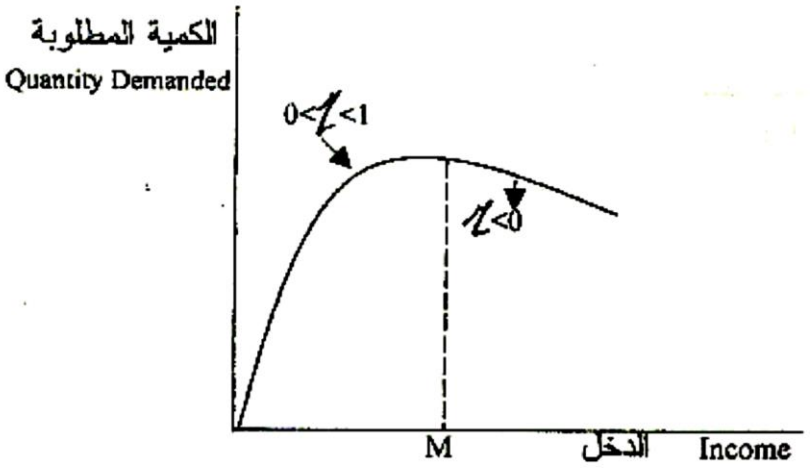

**شكل (2.10)**

كلما زاد الدخل تزيد الكمية المطلوبة بنسبة أقل من نسبة الزيادة في الدخل.




**شكل (2.11)**

المرونة الدخلية موجبة للدخل المنخفض لكنها تصبح سالبة عندما يزيد الدخل بعد المستوى (M) وهو أعلى استهلاك عند الدخل (M). أي عند زيادة الدخل تزيد الكميات المطلوبة من هذه السلعة إلى المستوى (M) أي إلى أعلى كمية مطلوبة منها، بعد هذا الحد يزيد الدخل وتنقص الكمية المطلوبة لأن المستهلك يستبدل هذه السلعة بسلعة أخرى أجود منها.




**شكل (2.12)**

### 2.4.7 العرض (Supply):

هو الكميات التي ترغب المنشآت في بيعها أو يكون المنتج قادراً على إنتاجها وتكون جاهزة للبيع عند الأثمان المختلفة خلال فترة زمنية معينة. ويلاحظ أن الكميات التي ترغب المنشآت في عرضها ليست بالضرورة هي الكميات التي تنجح في بيعها.

### 2.4.8 محددات العرض:

هي العوامل المؤثرة في الرغبة لعرض سلعة معينة وأهمها:

1. **أهداف المنشأة:** قد يكون هدف المنشأة بيع أكبر كمية ممكنة من السلعة ربما لاكتساب مكانة أو أهمية أكبر في السوق أو مجال الأعمال، ولو كان ذلك على حساب الأرباح المحققة وبالتالي تزيد الكمية المعروضة عن تلك التي تعظم تحقيق الأرباح.

وقد يكون الهدف تقليل درجة المخاطر إلى أدنى حد ممكن وفي هذه الحالة ستزيد المنشأة من إنتاج وعرض السلع التي تقل فيها درجة المخاطرة على حساب السلع الأخرى التي تزيد فيها هذه المخاطر.

2. **مستوى التكنولوجيا:** تتوقف أنواع وكميات السلع المنتجة على مستوى التكنولوجيا والمعارف الفنية السائدة في فترة زمنية معينة. وهذه المعارف في تغير وتطور مستمر وكذلك يكون إنتاج وعرض السلع. فاستحداث طرق إنتاج أكثر كفاءة ستمكن المنشأة من الإنتاج بتكاليف أقل ويكون لديها الحافز

نحو زيادة العرض، أيضاً التقدم والتطور التكنولوجي يأتي بسلع جديدة لم تكن معروفة من قبل وهكذا تزيد الكمية المعروضة من هذه المنتجات بينما تقل من منتجات أخرى.

**3. ثمن السلعة وأثمان السلع الأخرى:** باعتبار كل العوامل على حالها (لم تتغير) يتوقع إذا تم رفع ثمن السلعة سترغب المنشآت في عرض كميات أكبر منها ويرجع ذلك إلى أهداف المنشآت عامة وهي تعظيم الأرباح (profit maximization) التي يمكن أن تتزايد بارتفاع أثمان السلع المنتجة.

**4. تكاليف عوامل الإنتاج:** من المتوقع أن يؤدي التغير في أحد عوامل الإنتاج إلى تغير الربحية. فارتفاع ثمن أحد عوامل الإنتاج قد يؤدي إلى زيادة كبيرة في تكاليف إنتاج السلع التي تعتمد عليه بدرجة أكبر من السلع الأخرى أي سيؤدي إلى تغير الربحية النسبية لخطوط الإنتاج المختلفة ومن ثم سينتقل المنتجون من نشاط لأخر ويتبع ذلك تغير في عرض السلع المختلفة.

### 2.4.9 دالة العرض (The supply function):

يمكن التعبير عن العلاقة الدالية بين الكمية المعروضة من السلعة $Q_S$ والعوامل المؤثرة فيها كالآتي:

$$Q_S = f\left(O, T, P_1, P_2, \dots, P_n, P_{P_1}, P_{P_n}\right)$$

حيث:

$Q_S$ الكمية المعروضة من السلعة

$O$ أهداف المنشأة

$T$ مستوى التكنولوجيا

$P_1$ ثمن السلعة 1

$P_s, \dots, P_n$ أثمان السلع الأخرى البديلة المحددة بـ (n)

$P_{P_1}, \dots, P_{P_n}$ أثمان خدمات عوامل الإنتاج المحددة (n)

### 2.4.10 منحنى العرض (The supply curve):

يبين منحنى العرض العلاقة بين الكمية المعروضة $Q_S$ من السلعة وثمنها مع افتراض بقاء العوامل الأخرى في دالة العرض على حالها. من المتوقع أن الكمية المعروضة من السلعة سوف تزيد أو تتمدد مع ارتفاع الثمن وتقل أو تنكمش مع انخفاض الثمن.

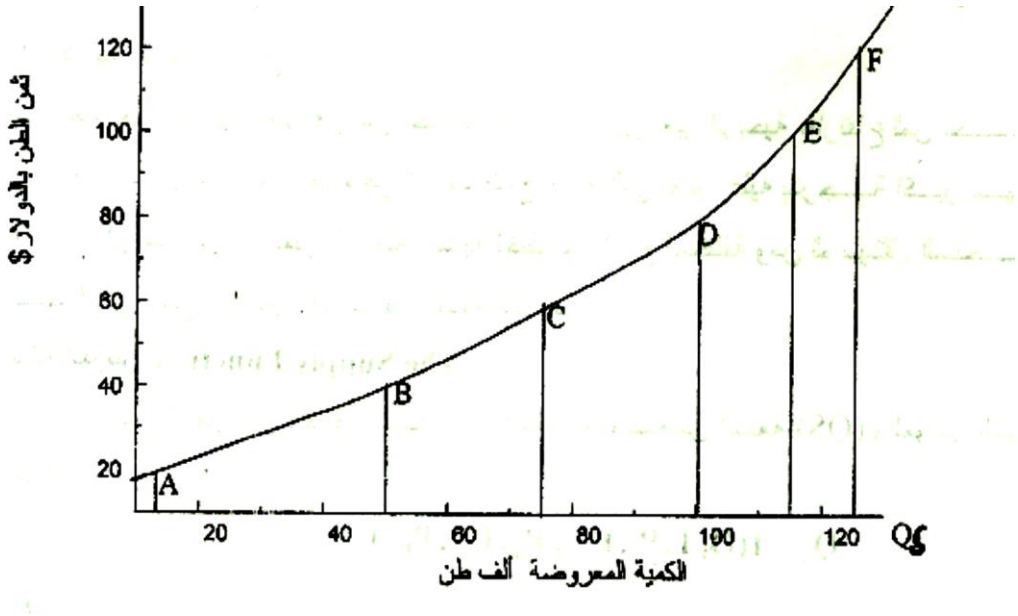
وتفسير ذلك أن ارتفاع الثمن يؤدي إلى زيادة الكمية المعروضة وبالتالي زيادة الأرباح ومن ثم يتناسب الحافز مع زيادة إنتاج وعرض المزيد من السلعة.

ويطلق الاقتصاديون على العلاقة الطردية بين الكمية المعروضة وثمنها بقانون العرض (supply law).

الجدول (2.4) والشكل (2.13) أدناهما يوضحان الكميات المعروضة من سلعة (التي يرغب المنتجون في بيعها) عند الأثمان المختلفة.

**جدول (2.4) كميات معروضة من سلعة عند أثمان مختلفة**

| | الكمية المعروضة ألف طن كل شهر | ثمن الطن دولار $ |
|---|---|---|
| A | 5 | 20 |
| B | 45 | 40 |
| C | 75 | 60 |
| D | 100 | 80 |
| E | 115 | 100 |
| F | 125 | 120 |



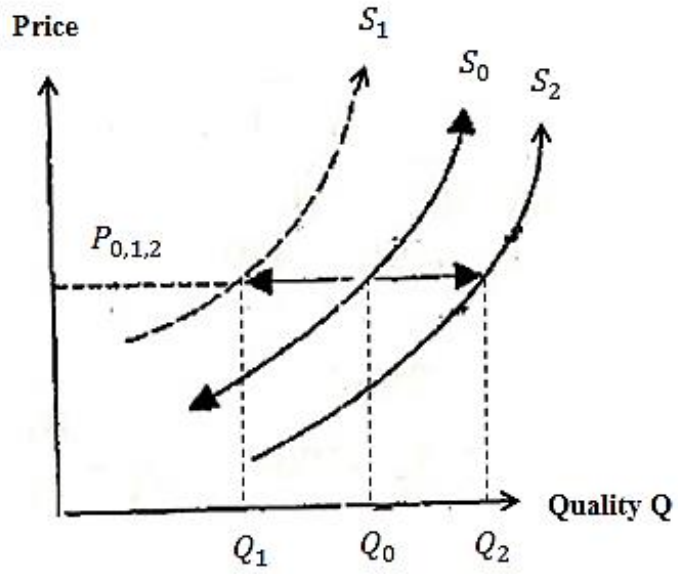

**شكل (2.13) كميات معروضة عند أثمان مختلفة**

### 2.4.11 تغير الكمية المعروضة (تغير العرض):

يقصد بالتغير في العرض ذلك التغير الذي ينشأ من تغير العوامل الأخرى المؤثرة في دالة العرض مع ثبات ثمن السلعة نفسها.

قد يزيد العرض وتزيد الكمية المعروضة عند كل ثمن من أثمان وينتقل منحنى العرض بأكمله جهة اليمين من $(S_2 - S_0)$ وأهم أسباب زيادة العرض تغير أهداف المنشأة أو المشروع بحيث تزيد الكمية المعروضة أو المنتجة عن ذي قبل نتيجة لتحسن مستوى التكنولوجيا أو انخفاض أثمان السلع الأخرى أو انخفاض أثمان خدمات عوامل الإنتاج.

وقد يقل العرض وتقل الكمية المعروضة عند كل ثمن من الأثمان وينتقل منحنى العرض بأكمله جهة اليسار من $(S_1 - S_0)$ وأهم أسباب نقص العرض تغير أهداف المشروع بحيث تقل الكمية المنتجة والمعروضة من السلعة وارتفاع أثمان السلع الأخرى، وارتفاع خدمات عوامل الإنتاج. الشكل (2.14) أدناه يوضح ذلك.




**شكل (2.14) تغير العرض**

### 2.4.12 مرونة العرض (Elasticity of supply):

تظهر مرونة العرض السعرية مدى استجابة الكمية المعروضة من سلعة معينة للتغير في ثمنها مع ثبات العوامل الأخرى.

وتقاس مرونة العرض السعرية بقسمة التغير النسبي في الكمية المعروضة على التغير النسبي في ثمن السلعة.

$\eta_{S,P}$ = نسبة التغير في الكمية المعروضة / نسبة التغير في ثمن السلعة

$$\eta_{S,P} = \frac{\Delta Q_S}{Q_S} / \frac{\Delta P}{P}$$

$$= \frac{\Delta Q_S}{\Delta P} \cdot \frac{P}{Q_S}$$

حيث:

$\Delta Q_S$ التغير في الكمية المعروضة

$Q_S$ الكمية المعروضة المتوسطة $Q_S = (Q_1 + Q_2)/2$

$\Delta P$ التغير في ثمن السلعة

$P_S = (P_1 + P_2)/2$ ثمن السلعة المتوسط $P_S$

يلاحظ أن إشارة المرونة ستكون موجبة طالما الكمية المعروضة والثمن يتغيران في نفس الإتجاه.

**مثال:** البيانات أدناه توضح تغير الكميات المعروضة من سلعة ما مع أثمانها:

| الكمية (المعروضة) | الثمن $ |
|---|---|
| 3000 | 30 |
| 3600 | 34 |

أوجد مرونة العرض السعرية.

$$\Delta Q = 3600 - 3000 = 600$$

$$Q_S = 3600 + \frac{3000}{2} = 3300$$

$$\Delta P = 34 - 30 = 4$$

$$P_S = 30 + \frac{34}{2} = 32$$

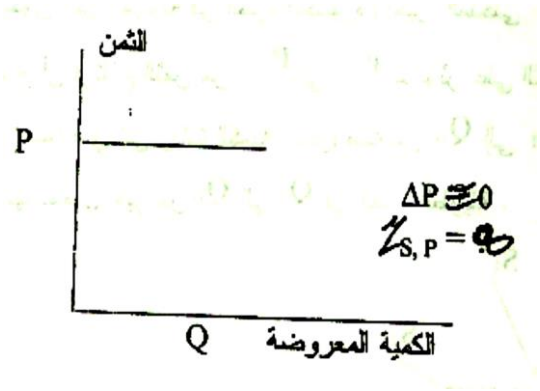
$$\eta_{S,P} = \frac{600}{4} \times \frac{32}{3300} = \frac{48}{33} = \frac{16}{11} = 1.45$$

وتختلف مرونة العرض السعرية من سلعة لأخرى وعموماً يمكن التمييز بين عدة درجات لمرونة العرض طبقاً للقيمة العددية التي يأخذها معامل المرونة $\eta_{S,P}$.

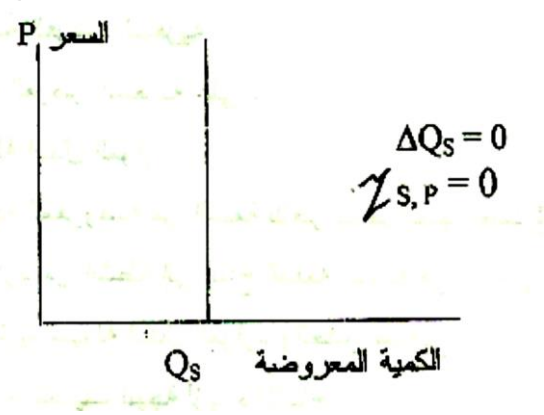
**1. عرض عديم المرونة (perfectly inelastic supply):** في هذه الحالة يكون العرض عديم المرونة حيث تظل الكمية المعروضة ثابتة ولا تتغير بتغير الأثمان، ويظهر بيانياً خط رأسي عمودي (الشكل (2.15) أدناه).

**2. عرض تام المرونة (مرن تماماً) (perfectly elastic supply):** في هذه الحالة لا تعرض أي كمية عند الأثمان الأقل من الثمن السائد $(Q_S = 0)$ . بينما زيادة ضئيلة جداً في هذا الثمن تؤدي

إلى زيادة العرض من (الصفر) إلى كميات لا نهائية. حيث يعرض المنتجون أي كميات مطلوبة عند هذا الثمن (الشكل (2.16) أدناه).

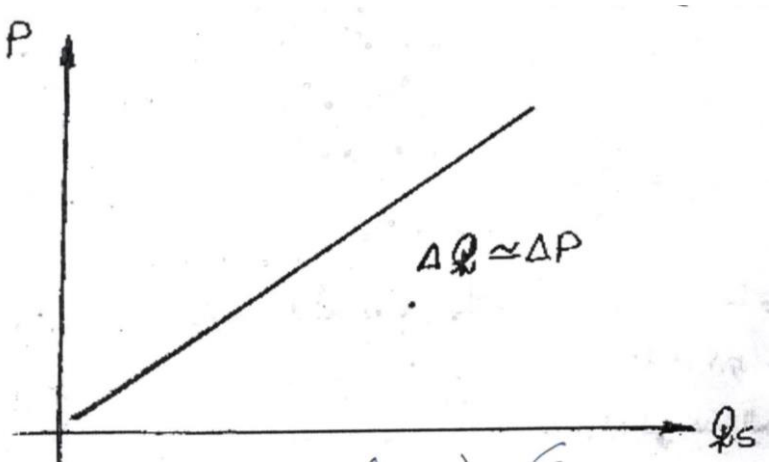



شكل (2.16)




شكل (2.15)

**3. عرض مرن متكافئ (Unitary elastic supply):** في هذه الحالة تتساوى نسبة التغير في الكميات المعروضة ونسبة التغير في أثمانها. أي نسبة زيادة في الثمن ستقابلها نفس الزيادة في الكمية المعروضة من السلعة ويظهر بيانياً في شكل خط مستقيم من نقطة الأصل. الشكل (2.17) أدناه يوضح ذلك.




شكل (2.17)

**4. عرض مرن (Elastic supply):** في هذه الحالة تكون نسبة التغير في الكمية المعروضة أكبر مما في الثمن.

$$\frac{\Delta Q}{Q_S} > \frac{\Delta P}{P_S}$$

$$\eta_{S,P} > 1$$

**5. عرض غير مرن (Inelastic supply):** في هذه الحالة تكون نسبة التغير في الكمية المعروضة أقل مما في الثمن.

$$\frac{\Delta Q}{Q_S} > \frac{\Delta P}{P_S}$$

$$\eta_{S,P} < 1$$

**2.4.13 محددات مرونة العرض السعرية:**

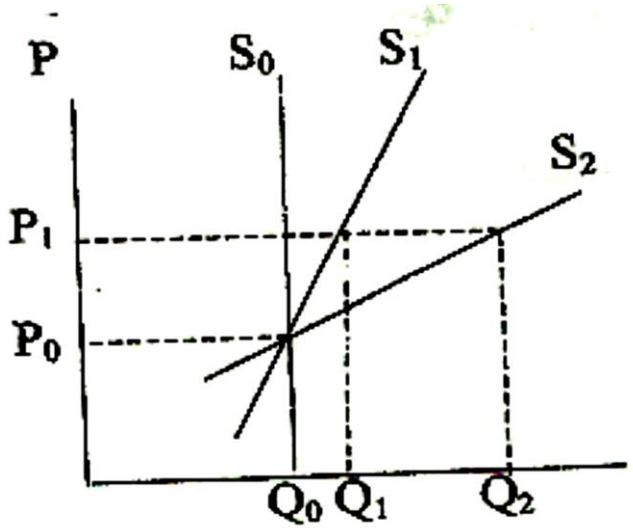
تتوقف مرونة العرض السعرية على:

1. **مدى سهولة انتقال الموارد:** فاستجابة الكمية المعروضة من السلعة للتغيرات في ثمنها تعتمد إلى حد كبير على مدى السهولة التي تنتقل بها الموارد من أنشطة إلى إنتاج السلعة في حالة ارتفاع ثمنها. أي تزيد مرونة العرض السعرية عندما تزيد سهولة انتقال الموارد والعكس صحيح.

**2. مدى ارتفاع التكاليف نتيجة لزيادة الإنتاج:** كلما أمكن زيادة الإنتاج دون زيادة كبيرة في التكاليف كلما استجابت الكميات المعروضة بدرجة أكبر للتغيرات في الثمن وكان العرض مرناً.

**3. طول الفترة الزمنية:** يميز عادة الاقتصاديون بين الفترة القصيرة والفترة الطويلة لعرض السلع. عموماً تميل مرونة العرض للزيادة كلما طالت الفترة الزمنية التي تمر على تغير الثمن وثباته عند المستوى الجديد. أن طول الفترة الزمنية يؤدي إلى اطمئنان وتحفيز المنتجين على زيادة الإنتاج. ويمكن توضيح ذلك بيانياً في الشكل (2.18) أدناه حيث يلاحظ أن منحنى العرض $S_0$ يكون عديم المرونة في الفترة القصيرة جداً بينما المنحنى $S_1$ يكون قليل المرونة في الفترة القصيرة والمتوسطة

وأخيراً المنحنى $S_2$ يكون أكثر مرونة في الفترة الطويلة ويتضح أن ارتفاع الثمن من $P_0$ إلى $P_1$ لم يؤثر على الكمية المعروضة في الفترة القصيرة جداً، بينما أدى إلى زيادة الكمية المعروضة من $Q_0$ إلى $Q_1$ فقط في الفترة القصيرة، وأخيراً زيادتها بمعدل أكبر من $Q_0$ إلى $Q_1$ في الفترة الطويلة.




**شكل (2.18)**

# الفصل الثالث

# توازن السوق التنافسية

# (Equilibrium of Competition Market)

## 3.1 خصائص سوق المنافسة الكاملة:

## (Characteristics of Free Competition Market)

1. وجود عدد كبير من البائعين والمشترين بحيث لا يستطيع بائع أو مشتري بمفرده التأثير في ثمن السلعة.

2. تجانس وحدات السلعة: أي أن كافة المنشآت تنتج سلعاً متماثلة بحيث لا تستطيع أي منشأة التحكم في ثمن السلعة.

3. حرية الانتقال الكاملة لعوامل الإنتاج والسلع من مكان لآخر.

4. حرية الأسواق أي عدم وجود قوى خارجية تعمل على التحكم أو السيطرة على مجريات الأمور في السوق (مثلاً لا يوجد تدخل حكومي في تحديد سعر السلعة أو الكمية المنتجة منها).

## 3.2 تحديد سعر السوق (Price Determination):

يترتب على هذه الشروط أو الخصائص السابقة أن يتحدد أو يسود السوق سعر واحد فقط للسلعة بتفاعل كل من الطلب والعرض.

دعنا نفترض الجدول (3.1) أدناه الذي يوضح طلب وعرض السوق على سلعة معينة

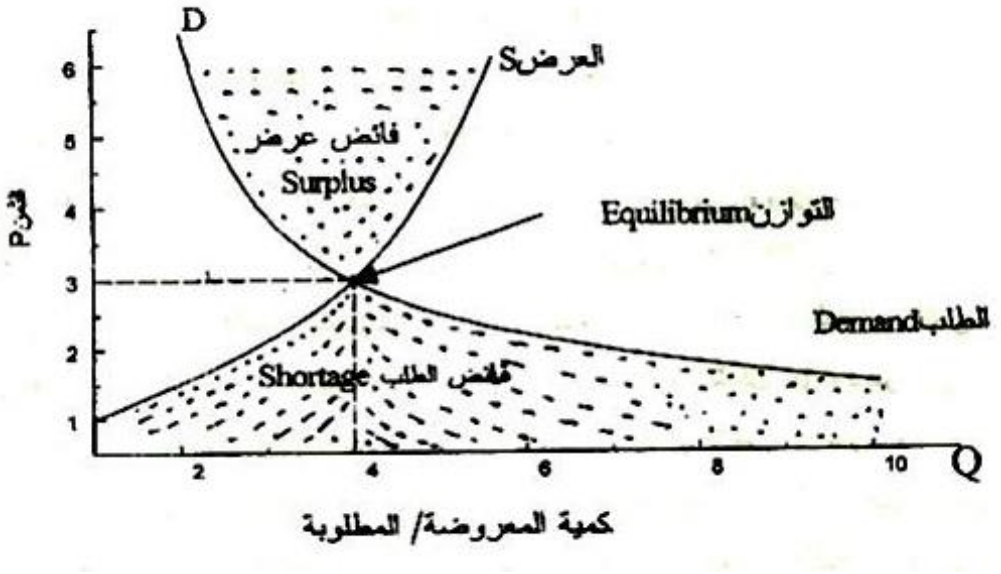
**جدول (3.1) طلب وعرض السوق على سلعة معينة**

| فائض الطلب (+) فائض العرض (−) | الكمية المطلوبة مليون وحدة في الأسبوع | الكمية المعروضة مليون وحدة في الأسبوع | الثمن $ |
|---|---|---|---|
| -9 | 9 | 0 | 1 |
| -3 | 6 | 3 | 2 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 3 | 4 | 4 | 0 |
| 4 | 5 | 3 | +2 |
| 5 | 6 | 2 | +4 |

يلاحظ من الجدول أن هناك ثمناً واحداً هو (3 دولار) تتساوى عنده الكمية المعروضة مع الكمية المطلوبة من السلعة (4 مليون وحدة في الأسبوع).

أما عند الأسعار الأقل فتزيد الكمية المطلوبة عن الكمية المعروضة مما يعني أن هناك عجز في السلعة (فائض طلب) أي الكمية المطلوبة أكبر من الكمية المعروضة. وبالمثل عند الأسعار التي تزيد عن هذا الثمن تزيد الكمية المعروضة عن الكمية المطلوبة مما يؤدي إلى وجود (فائض عرض) أي الكمية المعروضة أكبر من الكمية المطلوبة. الشكل (3.1) أدناه يوضِّح نقطة التوازن.




**شكل (3.1) نقطة التوازن**

يطلق على السعر الذي تتساوى عنده الكميات المطلوبة مع الكميات المعروضة بأنه ثمن التوازن وهو الثمن الوحيد الذي يحقق التوازن بين رغبات البائعين والمشترين حيث يرغب البائعون في عرض نفس الكميات التي يرغب المشترون في شرائها (كمية التوازن).

يلاحظ عند أي سعر أعلى من سعر التوازن يوجد فائض عرض حيث تزيد الكمية المعروضة عن الكمية المطلوبة مثلاً عند السعر 4$، الكمية المعروضة 5 مليون وحدة والكمية المطلوبة 3 مليون وحدة والفائض في العرض يساوي 2 مليون وحدة ويؤدي فائض العرض في ظل الخصائص السابقة إلى المنافسة بين البائعين مما يؤدي إلى انخفاض السعر حتى يصل سعر التوازن.

وبالمثل عند أي سعر أقل من سعر التوازن يعني وجود فائض طلب حيث تزيد الكمية المطلوبة عن الكمية المعروضة وسوف تؤدي المنافسة بين المشترين إلى ارتفاع الثمن حتى يصل إلى ثمن التوازن.

## 3.3 تغيرات سعر السوق (Changes of Market Price):

وجد أن كمية التوازن وثمنها تتحدد في السوق بتفاعل كل من الطلب والعرض ولن يتغير التوازن طالما لم تتغير محددات الطلب أو العرض.

بسبب تغير أو اختلال التوازن أو التغير في عامل أو أكثر من العوامل التي افترض ثباتها في دالة العرض أو الطلب والتي تؤدي إلى انتقال منحنى الطلب أو العرض بأكمله وتقود إلى تغير ثمن وكمية التوازن.

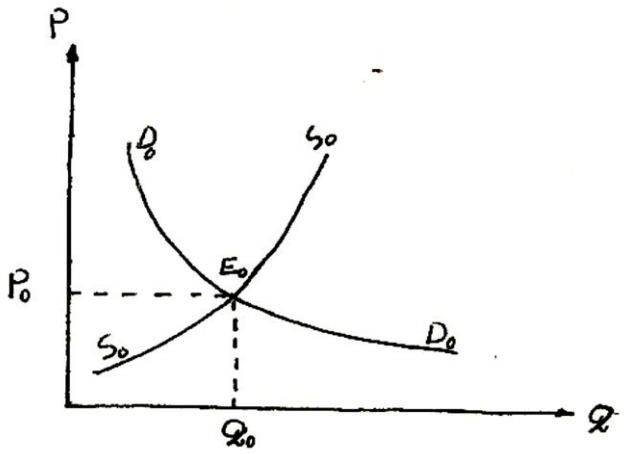
**1. تغير الطلب مع بقاء العرض ثابتاً:**

بافتراض نقطة التوازن $E_0$ حيث منحنى الطلب $D_0$ $D_0$ ومنحنى العرض $S_0$ $S_0$ وثمن التوازن $P_0$ وكمية التوازن $Q_0$ الشكل (3.2). وبافتراض بعض العوامل أو كل العوامل التي تؤدي إلى زيادة الطلب وانتقاله إلى الوضع $D_1$ $D_1$ وثبات حال العرض عند $S_0$ $S_0$ ، سوف ينتقل وضع التوازن من $E_0$ إلى $E_1$ حيث يزيد ثمن التوازن إلى $P_1$ وتزيد كمية التوازن إلى $Q_1$ والسبب في ذلك أنه عندما يزيد الطلب مع ثبات العرض يظهر فائض طلب عند ثمن التوازن المبدئي $P_0$ أي تزيد الكمية المطلوبة عن الكمية المعروضة ويدفع هذا الفائض الثمن نحو الارتفاع حتى يصل إلى ثمن توازن أعلى عند $P_1$ وكمية توازن $Q_1$ كما في الشكل (3.3). وبافتراض نقصان الطلب بتغير العوامل

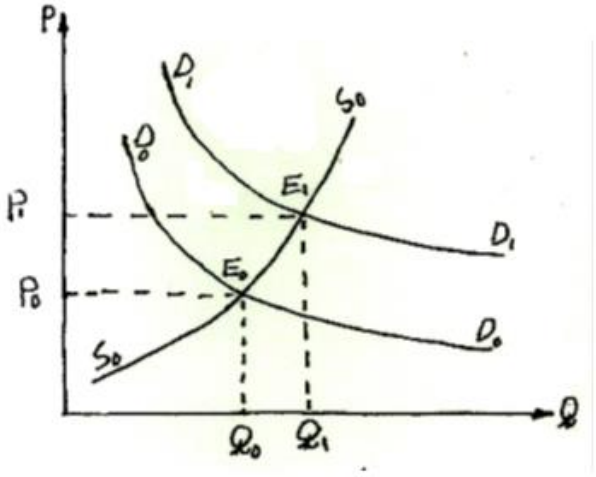
المحددة للطلب ومع ثبات العرض سوف يظهر فائض عرض عند ثمن التوازن المبدئي $P_0$ يؤدي إلى التنافس بين البائعين مما يدفع السعر نحو الانخفاض حتى يصل إلى ثمن التوازن الجديد $P_2$ وكمية التوازن $Q_2$ عند نقطة التوازن الجديدة $E_2$ الشكل (3.4) أي:

i. في حالة زيادة الطلب تزيد الكمية ويزداد الثمن.

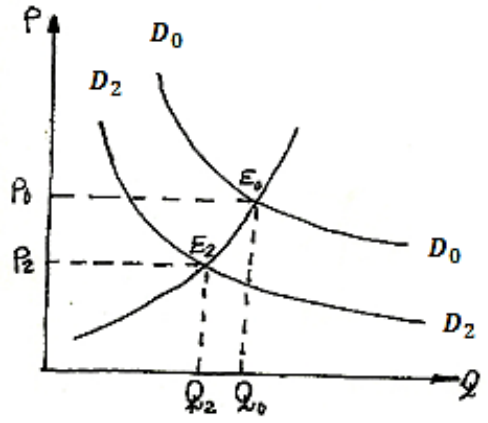
ii. في حالة نقصان الطلب تقل الكمية ويقل الثمن.




**الشكل (3.2)**




**الشكل (3.3)**




**(الشكل 3.4)**

**2. تغير العرض مع بقاء الطلب ثابتاً:**

i. في حالة زيادة العرض تزيد الكمية ويقل السعر.

ii. في حالة نقصان العرض تقل الكمية ويزداد الثمن.

**3. تغير العرض والطلب معاً:**

ويمكن التمييز بين التغييرات التالية:

i. زيادة العرض ونقصان الطلب.

ii. زيادة الطلب ونقصان العرض.

iii. نقصان العرض والطلب.

iv. زيادة العرض والطلب.

ولكل تغير أثر على كمية وسعر التوازن.

## 3.4 اقتصاد المنشأة (Firm Economy):

تتبع المنشآت نظما خاصة في معاملاتها مع المستهلكين وفي معاملاتها مع المنشآت والمؤسسات الأخرى، للتأثير على الأسواق عند بيع منتجاتها وأهم نظم المعاملات:

**1. المنافسة الخالصة (المضاربة) (Competition):**

في هذه الحالة يتوفر عدد كبير من المؤسسات تبيع سلعاً متجانسة في سوق معينة ليس لأحد من هذه المؤسسات تأثير على مجموع الإنتاج أو السعر وهي حالة نسبية ومن العسير جداً حصول المنافسة المثالية أو الخالصة. وعلى المنشأة أن تتبع سياسة المنافسة (competition policy).

إذا كان المشروع أو المنشأة في حالة المنافسة الكاملة وواجه سعراً لا يستطيع أن يؤثر فيه بتغير حجم ما يعرضه في الأسواق (السعر ثابتاً)، يجب على المنتج أن يكيف إنتاجه لتحقيق أكبر ربح ممكن.

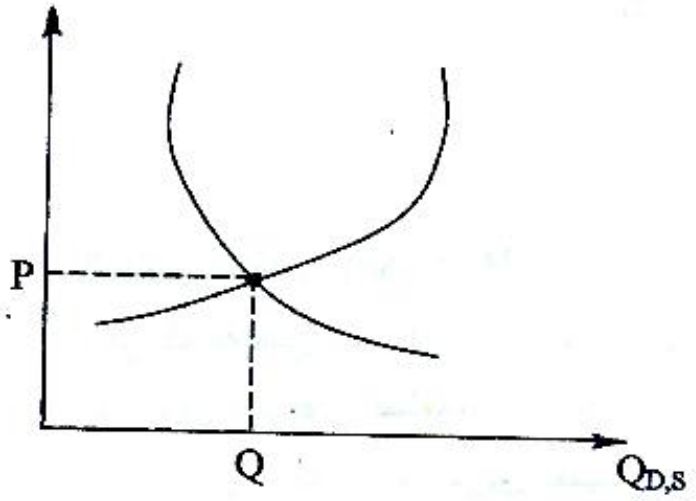
في هذه الحالة يحصل المنتج على أكبر ربح عندما تبلغ المصاريف (التكاليف) الحدية قيمة تتساوى فيها مع السعر. الشكل (3.5) أدناه.

$$M.C = R$$

حيث:

$M.C$ التكاليف الحدية (marginal cost)

$R$ سعر البيع




**الشكل (3.5)**

الربح = الإيراد (العائد) – المصروفات (التكاليف) الكلية

$$P_r = Rx - T.C(x)$$

إذا كانت الكمية المطلوبة هي $Q$

عوض عن قيمة $Q = x$

$$\therefore P_r = Q.R - T.C(Q)$$

$$P_{r(\max)} = \frac{d(P_r)}{dQ} = 0$$

$$\frac{d\,P_r}{d\,Q} = \frac{d(Q.R)}{d\,Q} = \frac{d\,T.C(Q)}{d\,Q} = 0$$

$$= R - \frac{d\,T.C(Q)}{d\,Q} = 0$$

$$\therefore R = \frac{d\,T.C(Q)}{d\,Q}$$

$$M.C = \frac{d\,T.C(Q)}{d\,Q} \qquad \text{لكن}$$

$$\therefore R = M.C$$

أي عندما المصروف (التكلفة) الحدية تساوي السعر يكون الربح أقصى ما يمكن.

**مثال:**

يجابه مشروع منافسة كاملة طبقاً للمعادلتين:

$$R = 50\ unit\ price$$

$$T.C = Q^2 + 12Q + 120$$

أوجد الكمية التي يحقق عندها المشروع أكبر ربح ممكن؟

$$P_r = Q.R - T.C(Q)$$

$$= 50Q - Q^2 - 12Q - 120$$

$$= -Q^2 + 38Q - 120$$

$$\frac{d\,P_r}{d\,Q} = -2Q + 38 = 0$$

$$\therefore Q = \frac{38}{2} = 19\ units$$

**2. الاحتكار الخالص (Monopoly):**

وهي الحالة التي تكون فيها منشأة واحدة تبيع سلعة معينة في سوق معينة ولا تستطيع منشأة أخرى أن تبيع نفس السلعة، أي تتحكم في إمداد السوق وبالتالي التحكم بالطلب على منتجاتها بصورة غير مباشرة عن طريق تحديد السعر. وفي هذه تتبع المنشأة سياسة الاحتكار (monopoly policy).

يسعى المحتكر لتحقيق أكبر ربح، ولهذا إما أن يحدد الكميات المعروضة ويترك السعر حراً، أو يحدد السعر ويترك الكميات المعروضة حرة. غير انه لا يستطيع تحديد كليهما معاً.

أي أن $P_r = f(R, Q)$

ويتم الحصول على ربح عندما يتساوى الإيراد الحدي والتكاليف (المصروف) الحدي.

$$\frac{dR(Q)}{dQ} = \frac{dT.C(Q)}{dQ}$$

$$M.R = M.C$$

حيث:

$M.R$ الإيراد الحدي

$M.C$ التكلفة الحدية

الربح = الإيراد الكلي – التكاليف الكلية

$$P_r(Q) = T.R(Q) - T.C(Q)$$

يبلغ $P_r$ قيمته العظمى عندما $M.R = M.C$

a. إذا حددت الكمية وترك السعر حراً.

$$P_r = R.Q - T.C(Q)$$

$$\frac{d\,P_r}{d\,Q} = R\frac{d\,Q}{d\,Q} + Q\frac{d\,R}{d\,Q} - \frac{dT.C(Q)}{dQ} = 0$$

$$\therefore R + Q\frac{d\,R}{d\,Q} = \frac{dT.C(Q)}{dQ}$$

b. إذا حدد السعر وتركت الكمية حرة في السوق.

$$\frac{d\,P_r}{d\,Q} = R.\frac{d\,Q}{d\,R} + Q.\frac{d\,R}{d\,R} - \frac{dT.C(Q)}{dR} = 0$$

$$R.\frac{d\,Q}{d\,R} + Q = \frac{dT.C(Q)}{dR}$$

أضرب طرفي المعادلة في $\frac{d\,R}{d\,Q}$

$$R.\frac{d\,Q}{d\,R}.\frac{d\,R}{d\,Q} + Q.\frac{d\,R}{d\,Q} = \frac{dT.C(Q)}{dR}.\frac{d\,R}{d\,Q}$$

$$\therefore R + Q\frac{d\,R}{d\,Q} = \frac{dT.C(Q)}{dQ}$$

وهي نفس المعادلة السابقة. أي بأي السياستين يمكن تحقيق نفس الربح المطلوب.

**مثال:**

يُعَّبر عن الظروف التي تواجه محتكر بالمعادلتين التاليتين:

التكلفة الكلية $T.C = 500 + 2Q$

الكمية المطلوبة $Q = 600 - 4R$

حيث: $R$: سعر البيع ، $Q$: الوحدات المنتجة

ما هي السياسة التي تحقق للمحتكر أقصى قدر من الربح ؟

a. عند تحديد الكميات وترك الأسعار حرة.

$$R = \frac{600 - Q}{4} \qquad (*)$$

$$P_r = Q.R - T.C(Q)$$

$$= Q\frac{[600 - Q]}{4} - [500 + 2Q]$$

$$= \frac{1}{4}[600Q - Q^2 - 2000 - 8Q]$$

$$= \frac{1}{4}[592Q - Q^2 - 2000]$$

$$\frac{dP_r}{dQ} = \frac{1}{4}[592 - 2Q] = 0$$

$$2Q = 592$$

$$\therefore Q = \frac{592}{2} = 296\ units$$

عند هذه الكمية من الإنتاج تبلغ الأرباح قيمتها العظمى ويمكن حساب السعر في هذه الحالة من المعادلة (*).

$$R = \frac{600 - Q}{4} = \frac{600 - 296}{4} = \frac{304}{4} = 76\ price\ unit$$

b. عند تحديد السعر (الأسعار) وترك الكميات المعروضة حرة.

$$Q = 600 - 4R \qquad (**)$$

$$P_r = Q.R - T.C(Q)$$

$$= R[600 - 4R] - [500 + 2(600 - 4R)]$$

$$= 600R - 4R^2 - 500 - 1200 + 8R$$

$$608R - 4R^2 - 1700$$

$$\frac{dP_r}{dR} = 608 - 8R = 0$$

$$\therefore 8R = 608$$

$$R = \frac{608}{8} = 76\ unit\ price$$

عند هذا السعر تبلغ الأرباح قيمتها العظمى، ويمكن حساب الكمية في هذه الحالة من المعادلة (**).

$$Q = 600 - 4R$$

$$= 600 - 4 \times 76$$

$$= 600 - 304 = 296\ units$$

أي بأيٍّ من السياستين يمكن تحقيق نفس الربح المطلوب.

# الفصل الرابع

# محاسبة التكاليف (Cost Accounting)

في أي منشأة هندسية يتمثل واجب النظام الهندسي في الآتي:

1. توفير المعلومة المالية.
2. تخطيط عمليات المنشأة في المدى الطويل والقصير.
3. السيطرة على نتائج العمليات.

وتنبع أهمية عملية حساب التكاليف في المساعدة في اتخاذ القرارات مثل:

1. كم سعر بيع المنتجات؟
2. ما مدى تأثير تعديل الأسعار على الدخل الكلي وهل يعدل السعر أم لا؟
3. كم من السلع يعرض وهل التوقعات معقولة؟
4. هل المنتج المعين يدر ربح كافي ، هل نستمر في إنتاجه أم لا؟
5. هل طاقة المنشأة كافية أم تحتاج إلى توسع؟

## 4.1 أنواع التكاليف (Types of Costs):

**1. المواد المباشرة (Direct material):**

وهي المواد التي أصبحت جزء متكامل في الناتج النهائي والتي لها قيمة مؤثرة. مثال: درج (المواد المباشرة خشب + حديد).

**2. العمالة المباشرة (Direct labor):**

وتمثل تكاليف العمل الذي قام بتحويل المواد الخام إلى منتجات نهائية. مثال: (الأجور).

**3. التكاليف غير المباشرة (Overhead cost):**

وتشمل كل التكاليف التي لا تصنف على أساس أنها تكاليف مواد مباشرة أو عمالة مباشرة. مثل:

التأمين، الضرائب، الإيجار، ... الخ.

## 4.2 تصنيف التكاليف (Classification of Costs):

من الأنواع السابقة للتكاليف يمكن تصنيفها كالآتي:

**1. التكاليف المباشرة وغير المباشرة (Direct and indirect costs):**

تشمل التكاليف المباشرة المواد المباشرة والعمالة المباشرة ، وتشمل التكاليف غير المباشرة كل التكاليف عدا المباشرة وتسمى بالتكاليف الفوقية (overhead).

**2. التكاليف الثابتة والمتغيرة (Fixed and variable costs):**

التكاليف المتغيرة هي التكاليف التي تتغير مع تغير حجم الإنتاج مثل: العمالة المباشرة ، والمواد المباشرة أما التكاليف الثابتة هي التي لا تعتمد على الإنتاج أو النشاط في المدى القصير مثل: الإيجار، المباني، الإهلاك، ... الخ.

هنالك تصنيفات أخرى للتكاليف إلا أن التصنيفان المذكوران سابقاً هما الأكثر شيوعاً واستخداماً:

**1. التكاليف التاريخية (Historical costs):**

وهي التكاليف المسجلة بحسابات الشركة.

**2. التكاليف القياسية (Standard costs):**

وهي التكاليف التقديرية التي توضح عمليات الإنتاج.

**3. تكاليف الإحلال (Replacement costs):**

تكاليف إحلال المواد والماكينات غالباً ما تفوق التكاليف التاريخية في ظروف التضخم. لذا تكون تكاليف الإحلال ذات أهمية كبرى للتنبؤ ووضع السياسات التسعيرية واتخاذ القرار.

**4. التكاليف الحدية (Marginal costs):**

وتعرف بأنها التكاليف الكلية الناتجة من زيادة الإنتاج بوحدة إضافية. حيث تتحول التكاليف الثابتة

إلى تكاليف متغيرة.

**5. تكاليف الفرص البديلة (Opportunity costs):**

وهي تكلفة فقدان الفرصة البديلة مقارنة مع القرار المتخذ.

**6. التكاليف الغارقة (Sunk costs):**

وهي التكاليف المصروفة في الدعاية والتدريب والخدمات الصحية.

**7. التكاليف المؤجلة (Deferred costs):**

أحياناً يعتبر إهلاك المنشأة والمعدات تكاليف مؤجلة.

## 4.3 مخطط نقطة التعادل (Break Even Point Chart)):

وهي من المخططات البسيطة والتي تعتمد على عملية مقارنة البدائل من ناحية تكاليف.

نقطة التعادل:

وهي النقطة التي تتساوى فيها التكاليف الكلية (TC) (total costs) مع العائدات الكلية (TR) (total revenues) أو هي النقطة المتعادلة بين الربح والخسارة.

لأي عملية إنتاجية:

$$TC = fixed\ cost + variable\ cost$$

$$\therefore TC = f.c + v.c/\ unit$$

$TC$ التكاليف الكلية

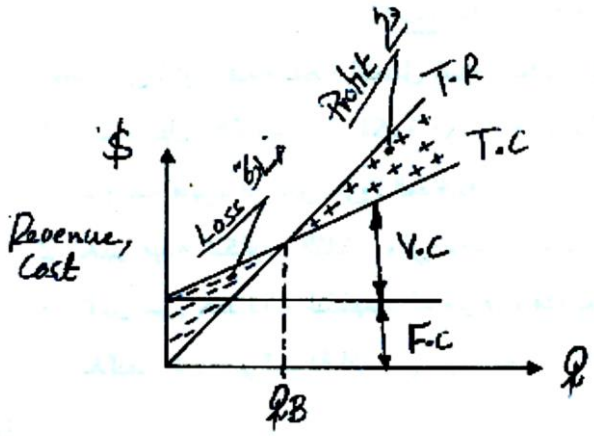
$TR$ العائدات الكلية

$f.c$ التكاليف الثابتة

$v.c$ التكاليف المتغيرة

رسم مخطط التعادل:

الشكل (4.1) أدناه يوضِّح نقطة التعادل.




**شكل (4.1) نقطة التعادل**

إذا كانت الوحدة المنتجة تباع بسعر R$/unit وهي دالة خطية في حجم الكمية المنتجة

$$\therefore TR(x) = R\$/unit.x$$

التكاليف الكلية منسوبة للحجم الكلي للإنتاج

$$TC(x) = f.c + v.c/unit.x$$

عند نقطة التعادل:

$$TC(x) = TR(x)$$
$$\therefore R\$.x = f.c + v.c.x$$
$$(R\$ - v.c).x = f.c$$
$$Q_B = x = \left(\frac{f.c}{R - v.c}\right)$$

**مثال:**

تكاليف المعدات والعمالة المطلوبة لتجهيز ماكينة لإنتاج قطعة غيار هي 300$ . التكاليف المتغيرة عند الإنتهاء من التجهيز تحتوي على 2.5$ للمواد و 1$ للعمالة لتشغيل الماكينة. إذا كان أي قطعة منتجة يتم بيعها بـ 5$ حدد نقطة التعادل؟ ثم أحسب الربح أو الخسارة إذا تم إنتاج 1000 قطعة غيار.

**الحل:**

$$T.R(x) = T.C(x) = f.c + v.c(x)$$
$$\$5.x = 300 + (2.5 + 1).x$$

$$\text{from which} \quad x = \frac{300}{(5 - 3.5)} = \frac{300}{1.5} = 200\ unit$$

$$\text{profit or loss} = T.R(x) - T.C(x)$$

$$\text{profit or loss} = 5 \times 1000 - (300 + 3.5 \times 1000)$$

$$= 5000 - 3500 = 1500$$

عامة يفضل أن تكون نقطة التعادل صغيرة المقدار وهذا لا يتم إلا بثلاث طرق:

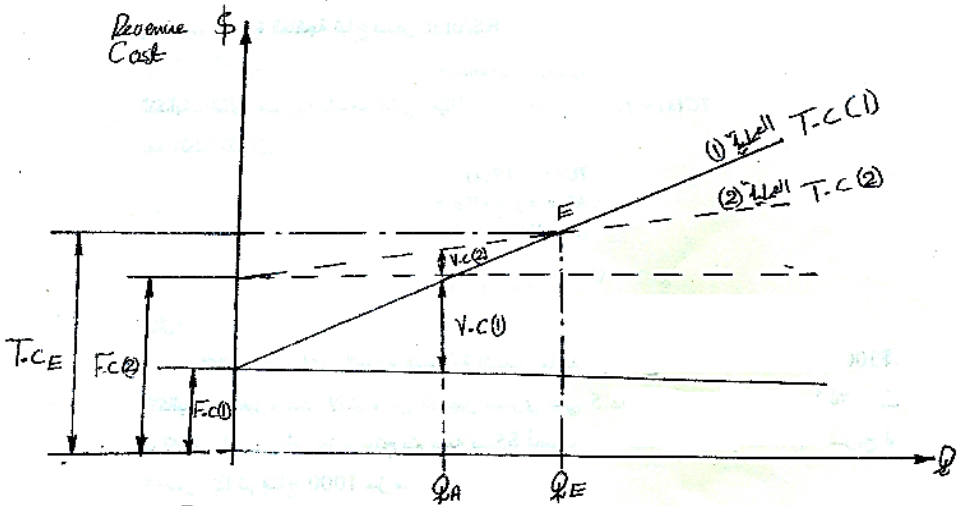
1. زيادة ميل دالة العائدات الكلية $T.R(x)$ : وهذا يعني زيادة سعر البيع وهذه سياسة تسويقية فقيرة في جو سوق المنافسة.

2. تقليل قيمة التكاليف الثابتة : وفي معظم الأحيان من الصعوبة بمكان تقليلها.

3. تقليل ميل خط دالة التكاليف المتغيرة : وهذا يعطي فرصة كبيرة للمهندس في تقليل تكاليف المواد والعمالة لتحسين الربحية.

**مثال:**

تحليل نقطة التعادل لأكثر من عملية:




$F_1$ = fixed cost for process 1
$F_2$ = fixed cost for process 2
$V_1$ = variable costs for process 1 — at quantity $Q_A$
$V_2$ = variable costs for process 2
$Q_B$ = Break even quantity
$T_B$ = Total cost of manufacture at quantity $Q_B$

**شكل (4.2)**

**مثال:**

شغلة يمكن إنتاجها بواسطة ماكينة برجية (turret lathe) أو ماكينة آلية تستخدم الكامات. أحسب كمية التعادل $Q_B$ معتمداً على المعلومات أدناه:

| | البرجية | الآلية |
|---|---|---|
| a- تكاليف المعدات | £ 3.00 | £3.00 |
| b- تكاليف الكامات | - | 15.00 |
| c- تكاليف المواد لكل جزء (cost/component) | 0.025 | 0.025 |
| d- تكاليف العمالة | 0.25 £/h | 0.10£/h |
| e- زمن دورة إنتاج وحدة (cycle time/component) | 4 min | 2min |
| f- تكاليف تجهيز العمالة (setting up labor cost) | 0.40 £/h | 0.4£/h |
| g- زمن التجهيز (setting up time) | 2 h | 9 h |
| h- تكاليف فوقية machine overheads (setting operating) | 300% of (d) | 1000% of (d) |

**العملية (1) (الماكينة البرجية):**

1. التكاليف الفوقية (overheads) = 300% من تكاليف التشغيل للعمالة

$$£/h\frac{300}{100} \times 0.25/h = 0.75$$

2. التكاليف الثابتة = تكاليف المعدات + تكاليف التجهيز

fixed cost = tooling cost + setting up cost

$$= 3.00£ + 1 \times (0.4 + 0.75)$$

$$= 3.00 + 1.15 = 4.15£$$

3. التكاليف المتغيرة لكل منتج (variable cost/ component)

$$= \text{labor cost} + \text{material cost} + \text{overheads}$$

$$= \left(0.25 \times \frac{5}{60}\right) + 0.025 + \left(0.75 \times \frac{5}{60}\right)$$

$$= \frac{1}{12} + 0.025 = \frac{13}{120}£/\text{component}$$

$$\text{variable cost for 1000 units} = \frac{13}{120} \times 1000 = 108\frac{1}{3}£$$

**العملية (2) (الماكينة الآلية):**

1. التكاليف الفوقية:

$$\frac{1000}{100} \times 0.1/h = 1.00\ £/h$$

2. التكاليف الثابتة:

$$\text{fixed cost} = \text{tooling cost} + \text{cam cost} + \text{setting up cost}$$

$$= 3.00 + 15 + 8(0.40 + 1$$

$$= 3 + 15 + 11.5 = 29.2\ £$$

3. التكاليف المتغيرة لكل جزء منتج:

$$= \left(0.1 \times \frac{1}{60}\right) + 0.025 + \left(1.00 \times \frac{1}{60}\right) = \frac{13}{300}£/\text{component}$$

$$\text{variable cost for 1000 units} = \frac{13}{300} \times 1000 = 43\frac{1}{3}£$$

يمكن بمقياس رسم مناسب رسم منحنى نقطة التعادل ومنه يمكن إيجاد $Q_B$ .

**تحليلياً:**

نقطة التعادل هي النقطة التي تتساوى فيها التكلفة الكلية للطريقة (1) والطريقة (2).

$$T.C(1) = T.C(2)$$

$$T.C(1) = fixed\ cost(1) + variable\ cost(1)$$

$$= 4.15 + \frac{13}{120}.x$$

$$T.C(2) = fixed\ cost(2) + variable\ cost(2)$$

$$= 29.2 + \frac{13}{300}.x$$

$$\therefore 4.15 + \frac{13}{120}.x = 29.2 + \frac{13}{300}.x$$

$$\frac{13}{120}.x - \frac{13}{300}.x = 29.2 - 4.15$$

$$\left(\frac{13}{120} - \frac{13}{300}\right)x = 29.2 - 4.15$$

$$from\ which\ \ x = 387\ unit\ at\ break\ even\ point$$

$$\therefore Q_B = 387\ units$$

إذا كانت الكمية المراد إنتاجها 200 وحدة أي عملية نختار :

$$T.C_{(200)} = fixed\ cost + variable\ cost$$

$$T.C_{at\ 200}(1) = 4.15 + \frac{13}{120}.x$$

$$= 4.15 + \frac{13}{120} \times 200 = 4.258\ £$$

$$T.C_{at\ 200}(2) = 29.2 + \frac{13}{300}.x$$

$$= 29.2 + \frac{13}{300} \times 200 = 37.867\ £$$

عليه نختار الطريقة (1)

إذا كانت الكمية المراد إنتاجها 700 وحدة أي طريقة نختار

$$T.C_{at\ 700}(1) = 4.15 + \frac{13}{120} \times 700 = 79.983\ £$$

$$T.C_{at\ 700}(2) = 29.2 + \frac{13}{300} \times 700 = 59.533\ £$$

عليه نختار الطريقة (2)

## 4.4 تدريبات عامة (General Exercises):

1. إذا كانت الكمية المطلوبة من سلعة ما تمثل بالمعادلة $Q_D = 6 - x$ بينما الكمية المعروضة من نفس السلعة تمثل بالمعادلة $Q_S = 12 - 3x$ ، حيث $x$ ثمن السلعة أحسب ثمن وكمية التوازن.

2. أوجد التكلفة الحدية والمتوسطة إذا كانت دالة التكاليف الكلية تمثل بالآتي:

$$T.C = +3x^2 + 10 - 4x$$

حيث $x$ هي عدد الوحدات المنتجة ومن ثم أوجد قيمة التكلفة الحدية والمتوسطة إذا كان حجم الإنتاج 50 وحدة.

3. تبلغ قيمة التكاليف الثابتة لسلعة ما 1200$ وتكلفة إنتاج الوحدة منها تبلغ 4$. بيّن حالة المنشأة من حيث الربح والخسارة إذا بلغ الإنتاج أولاً 1000 وحدة ثم 3000 وحدة جبرياً وبيانياً.

4. البيانات التالية جزء من بيانات سنوية توضح الكميات المطلوبة والمعروضة (التي يمكن إنتاجها) من سلعة معينة بأحد طريقتين من طرق الإنتاج آلية وشبه آلية كالآتي:

| الثمن $ للوحدة | الكمية المطلوبة وحدة | الكمية المنتجة (آلية) وحدة | الكمية المنتجة (شبه آلية) وحدة |
|---|---|---|---|
| 14 | 800000 | 200000 | 100000 |
| 18 | 600000 | 300000 | 150000 |
| 22 | 400000 | 500000 | 200000 |
| 26 | 300000 | 600000 | 250000 |
| 30 | 200000 | 900000 | 350000 |

a. أرسم:

i. منحنى الطلب.

ii. منحنى العرض لنوعي التشغيل.

b. أحسب مرونة الطلب السعرية إذا تغير السعر من 22 إلى 26 دولار وبم تصف الطلب في هذه الحالة.

c. أحسب مرونة العرض السعرية لنفس تغير السعر في (b).

d. بالرسم جد ثمن وكمية التوازن لنوعي التشغيل.

e. إذا زادت الكمية المطلوبة بما مقداره 1.5 مرة عن الكميات عند كل ثمن من الأثمان. جد ثمن التوازن ومن ثم علِّق على ما تحصلت عليه مقارنة بما في (d).

# الفصل الخامس

# القيمة الزمنية أو الوقتية للنقود

# (Time Value of Money)

## 5.1 مثال (1): القيمة الوقتية للنقود

قلت لصديقك لأنك إنسان لك مقدرة عالية في إدارة المال. أود أن أعطيك 1000$ خالية من الضرائب، لمدة عام من الآن وسوف تجني عائد منها. هل ترغب في الحصول على الـ 1000$ الآن أم X$ بعد عام من الآن إذا كانت X$ تساوي:

1. 1000$ 2. 1100$ 3. 2000$ 4. 10000$

1. سوف لن يفضل استلام 1000$ بعد عام من الآن.
2. سوف لن يفضل استلام 1100$ بعد عام من الآن.
3. سوف يفضل استلام 2000$ بعد عام من الآن.
4. سوف يفضل استلام 10000$ بعد عام من الآن.

- السبب في الحالة الأولى أنه أجزم أن 1000$ بعد عام من الآن لا تساوي قيمة 1000$ الآن.
- السبب في الحالة الثانية أعتقد أن 1100$ بعد عام من الآن أقل من قيمة 1000$ الآن.
- السبب في الحالة الثالثة أعتقد أن 2000$ من الآن قيمتها أكبر من 1000$ الآن.
- السبب في الحالة الثالثة أعتقد أن 10000$ بعد عام من الآن قيمتها أعلى من 1000$ الآن.

## 5.2 مثال (2): القيمة الوقتية للنقود

الجدول أدناه يوضح شكل تدفق نقدي لخيارين استثمارين.

| End of year (EOY) (t) | C.F (Cash flow) A | C.F (Cash flow) B | A-B (Difference) |
|---|---|---|---|
| 0 | -100,000 | -100,000 | 0 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | +70,000 | +10,000 | +60,000 |
| 2 | +50,000 | +30,000 | 20,000 |
| 3 | +30,000 | 50,000 | -20,000 |
| 4 | +10,000 | +70,000 | -60,000 |

- كلا الخيارين استثمر فيه مبلغ 100,000$ لمدة 4 سنوات.
- الخيار A استثمار في مجال الحواسيب الدقيقة بخبرة مهندس استشاري. لتقديم خدمات التصميم بواسطة الحاسب.
- الخيار B استثمار في مجال الأراضي بواسطة مجموعة من الاستشاريين.
- كلا الخيارين يتم تمويلهما بشرط اختيار أحدهما.
- كلا الخيارين يعطي قيمة 160000$ في نهاية 4 سنوات أي كلا الخيارين يجني نهاية المدة .160000$

أيهما تفضل ؟

إذا اخترت الخيار B فإنك لم تعطي أي اعتبار أن للنقود قيمة زمنية.

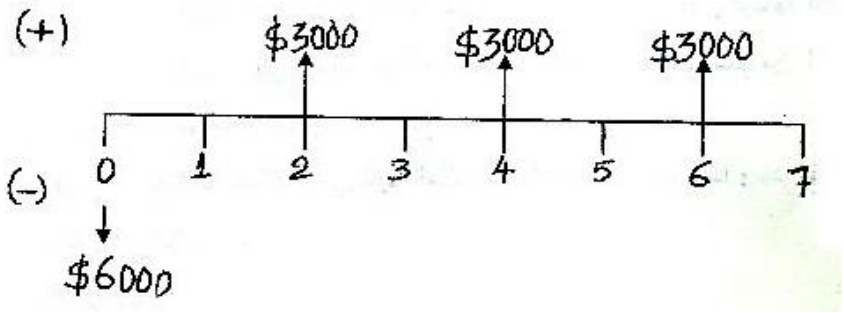
السبب:

1. الفرق 60000$ في نهاية السنة الأولى سوف يكون لها عائد أكبر من 60000$ في نهاية السنة الرابعة.

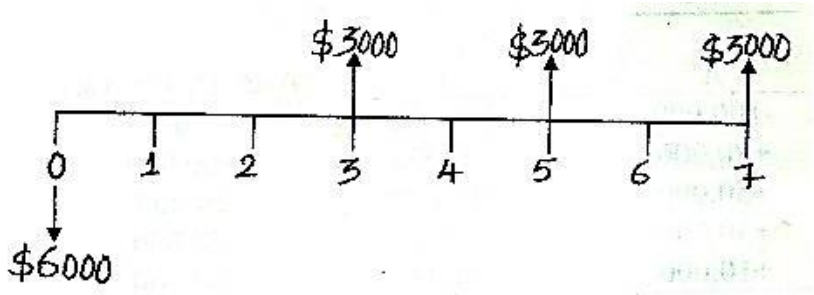
2. الفرق 20000$ في نهاية السنة الثانية سوف يكون لها عائد أكثر مما يكون في نهاية السنة الثالثة.

## 5.3 مثال (3): القيمة الوقتية للنقود

خذ الخيار C و D




**الخيار (C)**




الخيار (D)

- شكل التدفق النقدي للخيارين متشابهين فقط الدفعيات تسلم في الخيار (C) قبل سنة من الخيار (D) وكل الخيارين يتطلب استثمار ما قيمته 6000$.
- إذا طلب أن تُفضِل أحد خياري الاستثمار أيهما تفضل؟
- سوف يكون بالتأكيد تفضيل الخيار (C) عن (D) لأن قيمة 3000$ الآن أفضل من قيمتها بعد عام.

من الظواهر المألوفة في واقع الحياة أن الأموال تفقد بعض قيمتها مع مرور الزمن وبصورة أخرى للزمن أثر في تحديد قيمة الأموال والسبب في ذلك فرص الاستثمار (opportunities). حيث أن 1000$ اليوم تتيح لصاحبها فرصة استثمار خلال الأعوام القادمة لتحقيق ربح مأمول ونفع مرتجى من خلال أي عمل أو نشاط استثماري أو حتى الاكتفاء بإيداعها. نتيجة لاختلاف هذه الأنشطة التي يمكن الاستثمار فيها (تعدد البدائل/ الفرص) يؤدي إلى اختلاف قيمة الربح.

إن المشاريع الهندسية كغيرها من المشاريع الاقتصادية تتطلب نفقات ومصاريف مختلفة لقاء إعدادها وتنفيذها وتشغيلها وينتج عنها واردات وعائدات عند استغلالها مستقبلاً. وبما أن عنصر الزمن يدخل دائماً في هذه المشاريع فلابد من الأخذ في الاعتبار أثر الزمن في تحديد وتقدير أرباحها واتخاذ القرار بشأنها.

## 5.4 حساب الفائدة (Interest Calculation):

باعتبار للنقود قيمة زمنية، يمكن التعبير رياضياً عن العلاقة بين القيمة الحالية (current value or present value) لمجموع نقدي وقيمته المستقبلية (future value).

- بفرض الزمن يقاس بالسنوات.
- بفرض قيمة المجموع النقدي الحالية (P) (present value).
- بفرض قيمة المجموع النقدي المستقبلية بعد n من السنوات $F_n$ .

الفائدة المتراكمة + القيمة الحالية = القيمة المستقبلية بعد $n$ من السنوات

$$F_n = P + I_n \qquad (1)$$

حيث:

$F_n$ هي القيمة المتراكمة لـ $P$ في فترة $n$ سنة أي القيمة المستقبلية.

$I_n$ الزيادة في قيمة $P$ في فترة $n$ سنة. وهي الفائدة المتراكمة للاستلاف او الإيداع وهي دالة في $P$ وعدد الفترات $(n)$ ومعدل الفائدة السنوي (annual interest rate "$i$").

$i$ معدل الفائدة السنوي. ويعرف بأنه قيمة تغير 1$ خلال 1 سنة.

هنالك طريقتان لحساب الفائدة المتراكمة $(I_n)$ خلال سنوات أو فترات الفائدة $(n)$:

### 1. الربح البسيط (Simple interest):

يعتبر قيمة الفائدة المتراكمة $(I_n)$ دالة خطية في الزمن. بما أن التغير يحدث خلال فترة 1 سنة إذن قيمة $P$ تتغير بقيمة $P.i$ في كل سنة. إذن $I_n$ تساوي حاصل ضرب $P$ في $i$ في $n$.

عدد السنوات × معدَّل العائد السنوي × القيمة الحالية = الفائدة المتراكمة

$$I_n = P.i.n$$

عليه:

$$F_n = P + I_n$$

$$F_n = P + P.i.n$$

$$F_n = P(I + i.n)$$

**2. الربح المركب (Compound interest):**

حيث يتغير $I_n$ كمعدل للتغير في القيمة المتراكمة للنقود.

$$I_n = i\, F_{n-1} \qquad (2)$$

من المعادلة (1) ،

$$F_n = P + I_n$$

$$F_n = P + i\, F_{n-1} \qquad ، \qquad F_{n-1} = P$$

$$F_n = F_{n-1} + i\, F_{n-1}$$

$$F_n = F_{n-1}(1 + i\,) \qquad (3)$$

**مثال:**

إذا اقرضت 1000$ لمدة سنة لشخص ووافق أن يدفع لك معدل فائدة مقداره 10% في السنة. في نهاية السنة سوف تستلم منه 1100$ . هنا يمكن القول بأن 1100$ بعد سنة من الآن هو العائد الذي يكافئ الـ 1000$ الآن بمعدل فائدة 10%.

أو

1000$ الآن لها قيمة 1100$ بعد سنة من الآن على أساس معدل فائدة مقداره 10%. إذا استلف منك شخص 1100$ لسنة أخرى سوف يدفع لك في نهاية السنة 1210$ . الفائدة لـ 1100$ من الآن لمدة سنة بمعدل فائدة 10%.

$$I_2 = P \times i = 1100 \times (0.1) = \$110$$

$$F_2 = P + P_i = \$1100 + 110 = \$1210$$

أي يمكن القول:

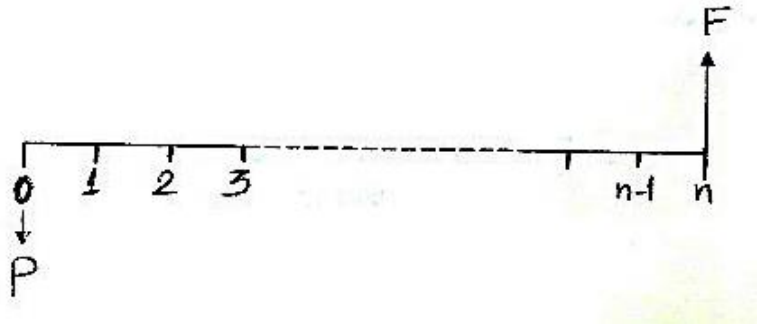
استلاف $1000 لمدة 2 سنة بمعدل فائدة 10% مركبة سنوية تعطي $1210 .

الجدول (5.1) أدناه يوضِّح أسلوب الربح المركب.

**جدول (5.1) أسلوب الربح المركب**

| **End of year (EOY)** | **A Amount Owed** | **B Interest for next period** | **C = A + B Amount owed for next period** |
|---|---|---|---|
| 0 | $P$ | $Pi$ | $P + Pi = P(1 + i)$ |
| 1 | $P(1 + i)$ | $P(1 + i)i$ | $P(1 + i) + P(1 + i)i = P(1 + i)^2$ |
| 2 | $P(1 + i)^2$ | $P(1 + i)^2.i$ | $P(1 + i)^2 + P(1 + i)^2.i = P(1 + i)^3$ |
| 3 | $P(1 + i)^3$ | $P(1 + i)^3.i$ | $P(1 + i)^3 + P(1 + i)^3.i = P(1 + i)^4$ |
| . | . | . | . |
| . | . | . | . |
| . | . | . | . |
| . | . | . | . |
| . | . | . | . |
| $n - 1$ | $P(1 + i)^{n-1}$ | $P(1 + i)^{n-1}.i$ | $P(1 + i)^{n-1} + P(1 + i)^{n-1}.i = P(1 + i)^n$ |
| $n$ | $P(1 + i)^n$ | | |

## 5.5 مجموع نقدي مفرد (Single Sum of Money):




نهاية الفترة $0, 1, 2, 3, \ldots n$

$F$ تحدث بعد عدد $n$ من الفترات وهي القيمة المستقبلية المتراكمة للمجموع النقدي $(P)$ في $n$ من السنوات (الفترات).

$P$ القيمة الحالية للمجموع النقدي في الفترة 0 (الآن).

$i$ معدل الفائدة لكل فترة (interest rate per interest period)

$n$ عدد فترات الفائدة (the number of interest periods)

القيمة المستقبلية منسوبة إلى القيمة الحالية:

$$F = P(1 + i)^n$$

حيث $i$ يعبر عنه في صورة كسر عشري

$$F = P(F/P, i, n)$$

حيث $i$ يعبر عنه في صورة نسبة مئوية

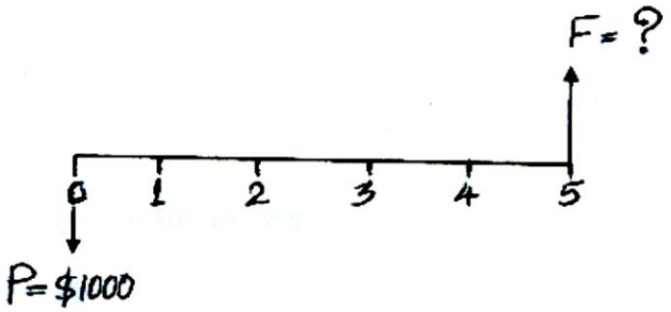
$(1 + i)^n$ يسمى بمعامل القيمة المستقبلية لمجموع نقدي ويعرف بـ $(F/P, i, n)$

$(F/P, i, n)$ يقرأ لإيجاد معطى (بمعلومات) to find F given P, i, n وهي محسوبة ومعدة في جدول.

**مثال:**

شخص استدان قرض قيمته $1000 بمعدل فائدة 12% مركبة سنوياً. القرض يسدد بعد 5 سنوات كم سيدفع للجهة الدائنة.

**الحل:**




$$i = 0.12, n = 5, P = 1000$$

$$F_n = P(1+i)^n = 1000(1+0.12)^5$$

$$= 1000(1.12)^5$$

$$= 1000(1.7623)$$

$$= \$1762.3$$

∴ القيمة التي سوف يتم سدادها هي $1762.3 .

$$from\ table\ we\ find\ that\ \ (F/P, 12\%, 5) = 1.7623 \times 1000 = \$1762.3$$

أيضاً: من القانون يمكن حساب القيمة الحالية (present value) إذا علمت القيمة المستقبلية ومعدل الفائدة $(i)$ وعدد فترات الفائدة $(n)$ .

$$F = P(1+i)^n$$

$$\therefore P = F(1+i)^{-n}$$

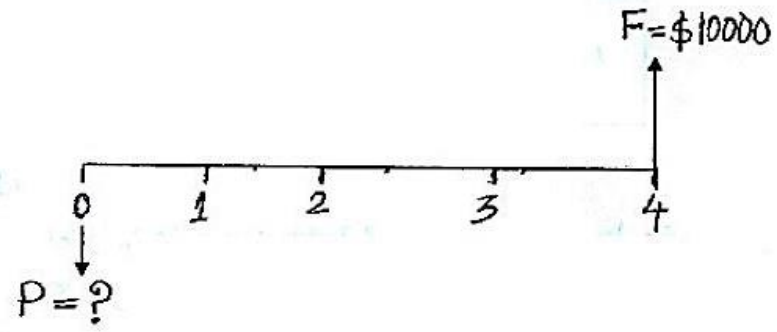
$$OR$$

$$P = F(P/F, i, n)$$

حيث يعرف $(1+i)^{-n}$ أو $(P/F,i,n)$ بمعامل القيمة الحالية لمجموع نقدي.

**مثال:**

إذا كنت ترغب أن تجمع مبلغ $10,000 في حساب توفير لمدة 4 سنوات من الآن والحساب يدفع 9% كمعدل فائدة مركبة سنوياً كم تودع في حسابك الآن.




$$F = 10{,}000$$

$$i = 0.09$$

$$n = 4$$

$$P = F(1+i)^{-n}$$

$$= 10{,}000(1+0.09)^{-5}$$

$$= 10{,}000(0.7084) = \$7084$$

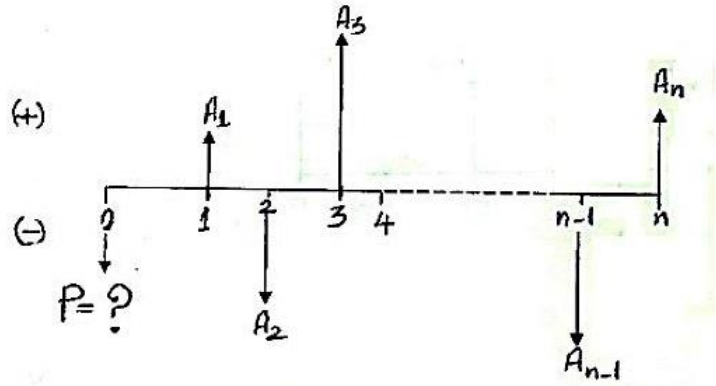
$$from\ table\ \ (P/F, 9\%, 4) = 0.7084 \times 10{,}000 = \$7084$$

## 5.6 سلسة من التدفقات النقدية (Series of Cash Flow):

تسمى الحالة العامة للصيغ السابقة. أي تحويل سلسلة من التدفقات النقدية إلى ما يكافئها كقيمة حالية (present) أو مستقبلية (future) .

أفرض $A_t$ هي القيمة التي سوف تودع (إيراد) أو المدفوعة (استلاف) في نهاية الفترة $t$ ، وبمعدل فائدة $i$ .

القيمة الحالية لسلسة التدفقات النقدية تساوي حاصل مجموع كل القيم الحالية لكل تدفق نقدي كل على حدة.




$$P = A_1(1+i)^{-1} - A_2(1+i)^{-2} + A_3(1+i)^{-3} \pm \cdots - A_{n-1}(1+i)^{-(n-1)} + A_n(1+i)^{n}$$

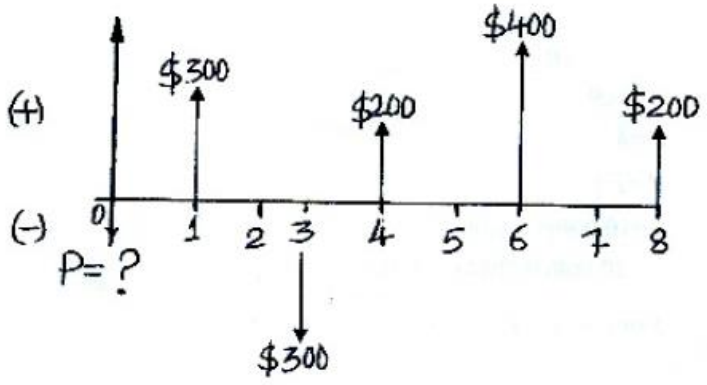
$$P = \sum_{i=1}^{n} A_t(P/F, i, t) \quad or \quad \sum_{i=1}^{n} A_t(1+i)^{n-(n+t)}$$

$$P = \sum_{i=1}^{n} A_t(P/F, i, t)$$

**مثال:**

اعتبر سلسلة التدفقات النقدية الموضحة. استخدم معدل فائدة يساوي 6% كمعدل فائدة لكل فترة (interest rate per period) 6%.

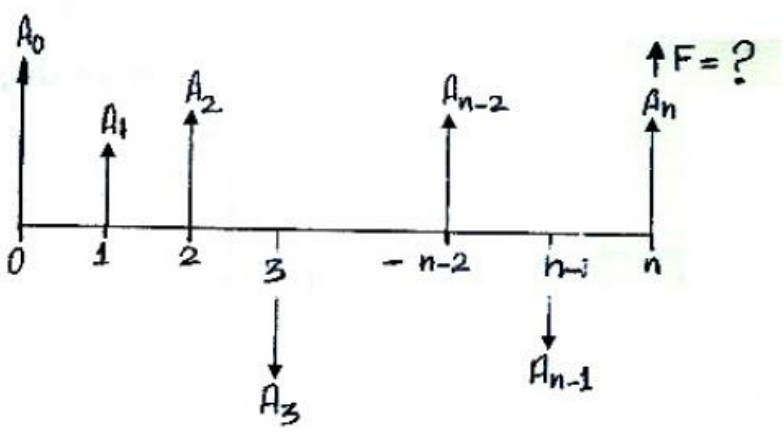
**الحل:**



$$P = 300(P/F, 6\%, 1) - 300(P/F, 6\%, 3) + 200(P/F, 6\%, 4) + 400(P/F, 6\%, 6) + 200(P/F, 6\%, 8)$$

$$= 300(0.9434) - 300(0.8396) + 200(0.7921) + 400(0.7050) + 200(0.6274) = \$597.04$$

بنفس القدر فإنَّ القيمة المستقبلية المكافئة لسلسلة تدفقات نقدية تساوي حاصل مجموع كل القيم المستقبلية لكل تدفق (مجموع) نقدي كل على حدة. وبتطبيق الفرضية السابقة:




$$F_{(n-1)} = A_0(1+i)^{n-0} + A_1(1+i)^{n-1} + A_2(1+i)^{n-2} - A_3(1+i)^{n-3} \pm \cdots + A_{n-1}(1+i)^{n-(n-1)} + A_n(1+i)^{(n-n)}$$

$$= A_0(1+i)^n + A_1(1+i)^{n-1} + A_2(1+i)^{n-2} - A_3(1+i)^{n-3} \pm \cdots + A_{n-1}(1+i) + A_n$$

$$F = \sum_{i=1}^{n} A_t(1+i)^{n-t}$$

$$F = \sum_{i=1}^{n} A_t(F/P, i, n-t)$$

$$OR$$

$$from \quad P = \sum_{i=1}^{n} A_t(1+i)^{-t} \qquad (1)$$

$$and \quad F = P(1+i)^n \qquad (2)$$

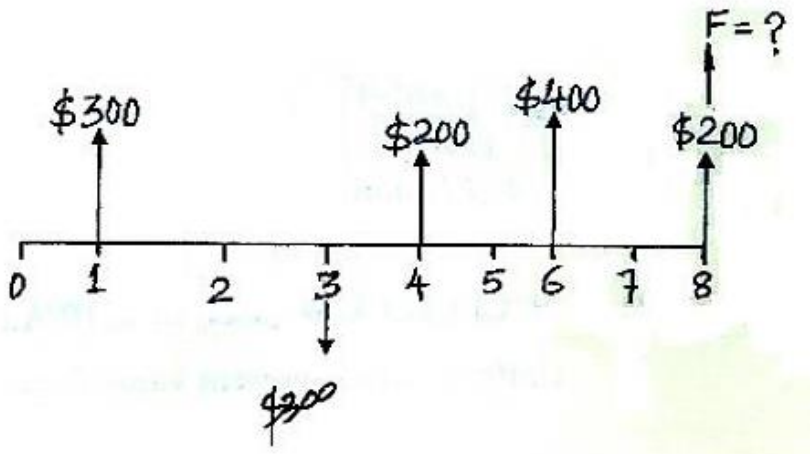
عوض قيمة $P$ من (1) في (2)

$$F = (1+i)^n \sum_{i=1}^{n} A_t (1+i)^{-t}$$

$$F = \sum_{i=1}^{n} A_t (1+i)^{-t} \,.\, (1+i)^n$$

$$F = \sum_{i=1}^{n} A_t (1+i)^{n-t}$$

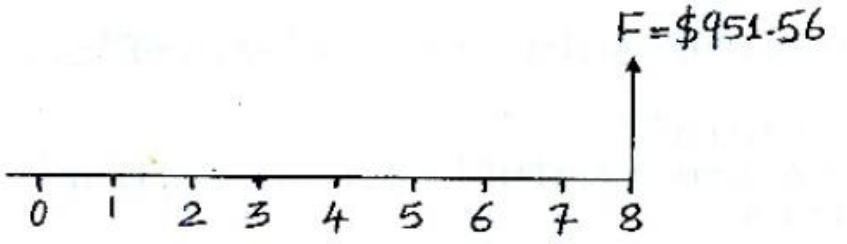
لنفس التدفق النقدي السابق أحسب القيمة المستقبلية المكافئة لسلسلة التدفقات الموضحة.




$$F = 300(F/P, 6\%, 7) - 300(F/P, 6\%, 5) + 200(F/P, 6\%, 4) + 400(F/P, 6\%, 2) + 200(F/P, 6\%, 0)$$

$$= 300(1.5036) - 300(1.3382) + 200(1.2625) + 400(1.236) + 200$$

$$= \$951.56$$




أو يمكن مباشرة حساب القيمة الحالية أو المستقبلية كمجموع نقدي واحد.

$$P = F(P/F, i, n) = 951.56(0.627) = \$596.62812$$

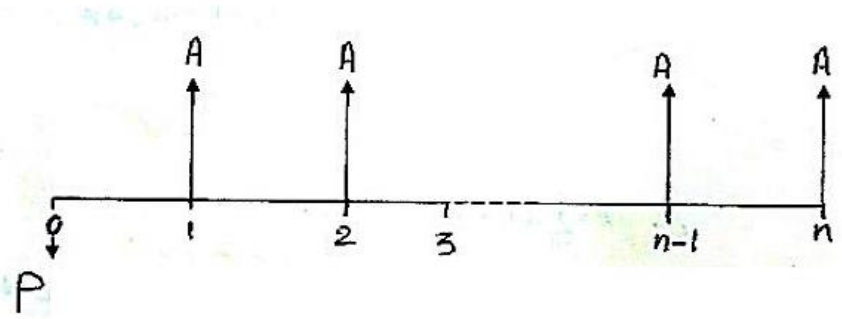
$$F = P(F/P, i, n) = 596.62812(1.5938) = \$950.905$$

**1. سلسلة التدفقات النقدية المتساوية (المنتظمة) (Uniform Series of Cash Flow):**

تحدث عندما تكون كل التدفقات النقدية متساوية.

القيمة الحالية المكافئة للسلسلة المتساوية.

$$P = \sum_{i=1}^{n} A(1+i)^{-1}$$




$$P = A\left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}\right]$$

$$P = A(P/A, i, n)$$

$(P/A, i, n)$ يعرف بمعامل القيمة الحالية لسلسلة من التدفقات النقدية (المنتظمة) المتساوية (uniform series, present value factor).

**مثال:**

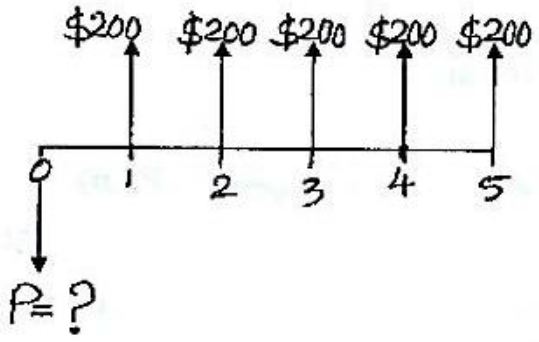
شخص يرغي في إيداع مبلغ من المال في حساب إدخار، بحيث يسحبه في 5 دفعات كل دفعة تساوي 2000$. إذا كان سحب الدفعة الأولى بعد سنة واحدة من الإيداع. والبنك يعطي فائدة مقدارها 12% مركبة سنوياً كم يودع هذا الشخص.

$$P = ?$$

$$A = 2000/year$$

$$i = 12\%$$

$$n = 5$$

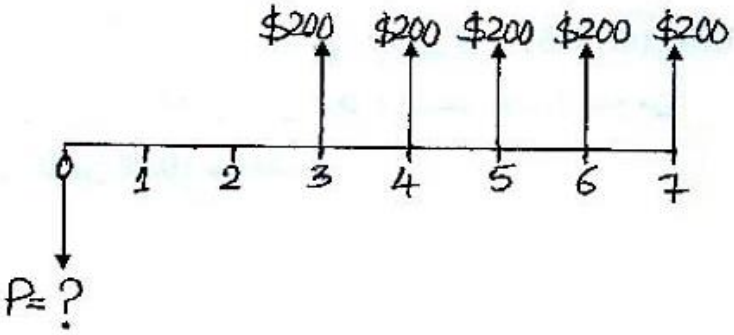


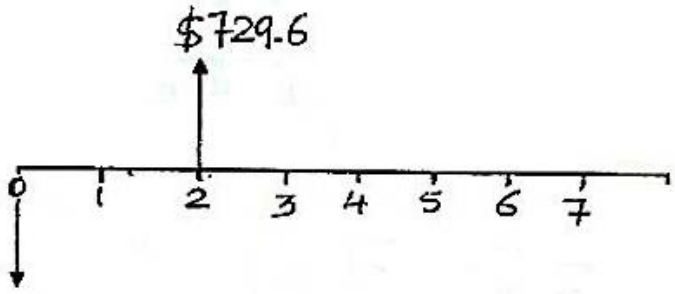

$$P = A(P/A, 12\%, 5)$$

$$= 2000(3.6048) = \$7209.6$$

**مثال:**

للتدفق أدناه أحسب قيمة $P$




$$P = (P/A, 12\%, 5)$$

$$= 2000(3.6048)(0.7972) = \$5747.49$$

أيضاً يمكن تحويل قيمة حالية إلى دفعات منتظمة من القانون.

$$A = P\left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}\right]$$

$$A = P(A/P, i, n)$$

$(A/P, i, n)$ يسمى معامل استعادة رأس المال (capital recovery factor).

**مثال:**

بافتراض هناك $10,000 أودعت في حساب يعطي فائدة بمعدل 15% مركبة سنوية. يسحب في 10 دفعات سنوية متساوية وأول دفعة تسحب عند نهاية السنة الأولى من الإيداع. ما هي قيمة الدفعات السنوية التي يقفل بعدها الحساب. (أي لا يترك في الرصيد شيء).

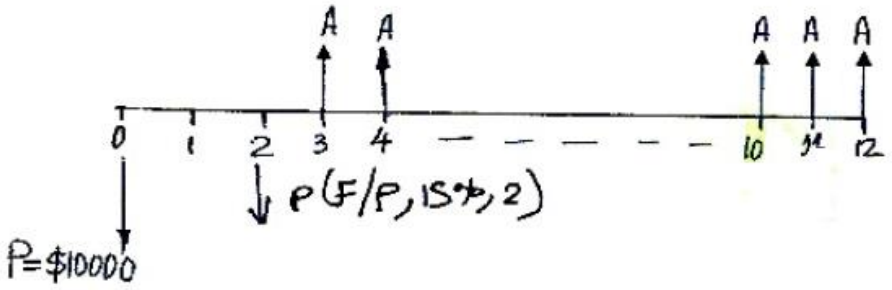
**الحل:**

$$A = P(A/P, i, n)$$

$$= 10{,}000(A/P, 15\%, 10)$$

$$= 10{,}000(0.1993) = \$1993 \text{ سنوياً}$$

لنفس المثال السابق إذا أخرت فترة السحب لمدة 2 سنة من نفس تاريخ الإيداع كم يسحب في كل سنة من الـ 10 سنوات.




$$V_1 = P(F/P, 15\%, 2)$$

$$= 10{,}000(1.3225) = \$13.225$$

$$A = V_1(A/P, 15\%, 10)$$

$$= 13.225 \times (0.1993) = \$2635.74/year$$

**القيمة المستقبلية المكافئة لسلسلة من التدفقات النقدية المتساوية:**

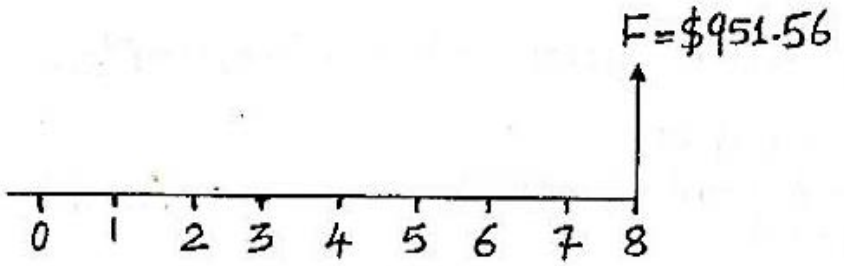
$$\mathrm{F} = \mathrm{P}(1+i)^n \ , P = A\left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}\right]$$

$$\therefore F = A\left[\frac{(1+i)^n - 1}{i}\right]$$

$$F = A(F/A, i, n)$$

$(F/A, i, n)$ معامل القيمة المستقبلية (uniform series, future worth factor)

**حل المثال التالي:**




$$F = 150{,}000$$

$$i = 8\%$$

$$n = 35 \text{ سنة}$$

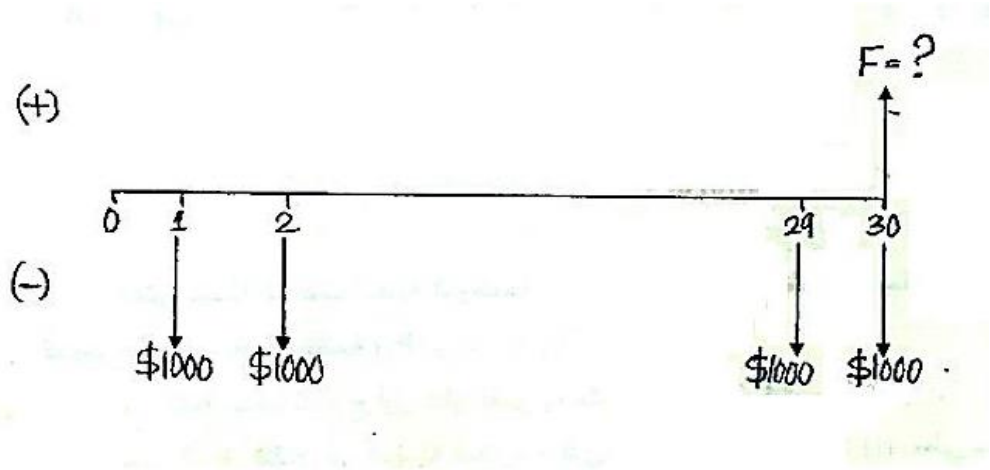
$$A = ?$$

$$A = F(A/F, 8\%, 35)$$

$$= 150{,}000(0.0058) = \$870 \text{ سنة}$$

**مثال أخر:**

إذا تم إيداع 1000$ سنوياً في حساب ادخار لمدة 30 سنة من الآن. ما قيمة المبلغ المتراكم في حساب الادخار في فترة انتهاء آخر إيداع. إذا كان الحساب يدفع 8% مركبة سنوياً.



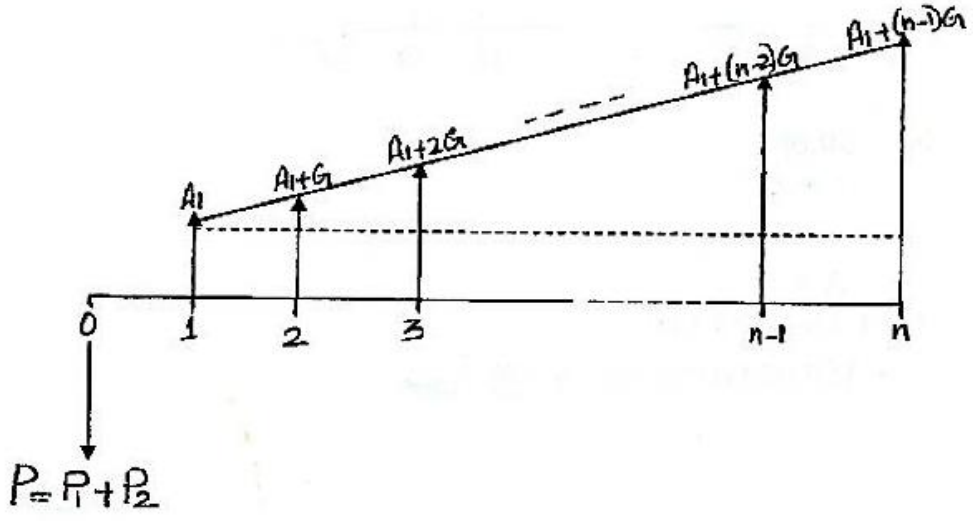

$$F = A(A/F, 8\%, 30)$$

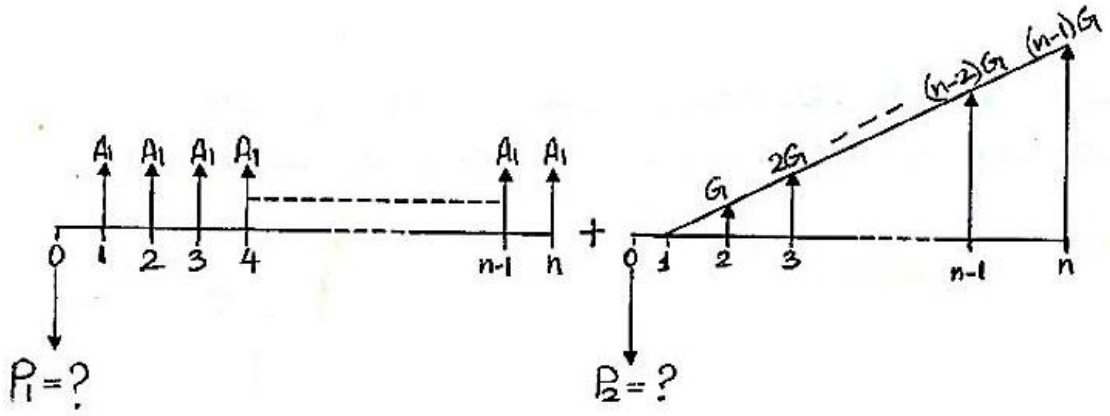
$$= 1000(113.2832) = \$113.283.2$$

**2. سلسلة التدفقات النقدية المتدرجة (Gradient Series of Cash Flow):**

**سلسلة التدفقات المتوالية عددياً:**

سلسلة التدفقات النقدية المتدرجة تحدث عندما تكون قيمة التدفق النقدي التالي لأول تدفق نقدي أكبر من التدفق النقدي الذي يسبقه بقيمة ثابتة تساوي G . أو عندما يكون التدفق النقدي التالي يقل من التدفق النقدي الذي يسبقه بقيمة ثابتة تساوي G .






**(Uniform series) + (Gradient series)**

**شكل (5.1)**

اعتبر سلسلة التدفقات النقدية الموضحة في الشكل (5.1) أعلاه. السلسلة (المنتظمة) يمكن تمثيلها كمجموع لتدفقات نقدية منتظمة $(P_1)$ ومتدرجة $(P_2)$ .

من الشكل بديهياً للتدرج فإن أول تدفق نقدي يحدث في نهاية الفترة الزمنية الثانية.

حجم التدفق النقدي في السلسلة المتدرجة الذي يحدث عند نهاية الفترة $(t)$ يعطى بـ :

$$A_t = (t-1)G \qquad (a)$$

$$t = 1, 2, \dots, n$$

التسلسل النقدي المتدرج يظهر عندما تختلف قيمة مجموع نقدي والذي يليه بقيمة ثابتة هي G ومثال لهذا التدفق تكاليف الصيانة والتشغيل (operating and maintenance cost) ، التي تتجه نحو الزيادة مع الزمن نسبة لأثر التضخم والتهالك المتدرج للمعدات. مثل هذه التكاليف في الغالب تقرب كتدفق نقدي متدرج.

القيمة الحالية المكافئة لسلسلة التدفق النقدي المتدرج تحسب كالآتي:

$$P_2 = \sum_{i=1}^{n} A_t(1+i)^{-t} \qquad (b)$$

بتعويض المعادلة $(a)$ في المعادلة $(b)$

$$P_2 = \sum_{i=1}^{n} (t-1)(1+i)^{-t}$$

$$P_2 = G \sum_{i=1}^{n} (t-1)(1+i)^{-t}$$

$$P_2 = G\left[\frac{1-(1+ni)(1+i)^{-n}}{i^2}\right]$$

يمكن التعبير عن القيم داخل الأقواس بالمعاملات

$$P_2 = G\left[\frac{(P/A,i,n)-n(P/F,i,n)}{i}\right]$$

$$P_2 = G(P/G,i,n)$$

حيث $(P/G,i,n)$ معامل القيمة الحالية لسلسلة التدفقات المتدرجة

(gradient series, present worth factor)

$$P_1 = A(P/A,i,n)$$

$$\therefore P = P_1 + P_2$$

$$= A_1(P/A,i,n) + G(P/G,i,n)$$

سلسلة التدفقات النقدية المتساوية المكافئة لسلسلة التدفق النقدي المتدرج يحصل عليها عن طريق ضرب قيمة معامل القيمة الحالية للتدفق المتدرج في المعامل $(A/P,i,n)$ لنحصل على:

$$A = G\left[\frac{1}{i} - \frac{n}{i}(A/F,i,n)\right]$$

$$A = G(A/G,i,n)$$

حيث $(A/G,i,n)$ هو معامل تحويل التدفق المتدرج إلى تدفق منتظم (متساوي)

(gradient – to uniform series conversion factor)

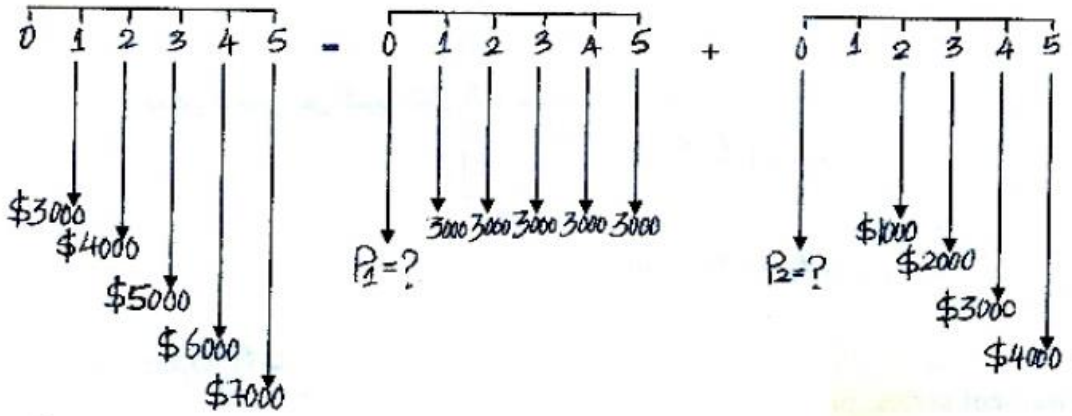
لحساب القيمة المستقبلية المكافئة لسلسلة تدفق نقدي متدرج في فترة $(n)$ أضرب قيمة معامل $(A/G,i,n)$ في قيمة معامل $(F/A,i,n)$ أو معامل $(P/G,i,n)$ في قيمة معامل $(F/P,i,n)$.

**مثال:**

تكاليف الصيانة لماكينة معينة تزيد بمقدار $1000/year$ خلال 5 سنوات وهي عمر الماكينة. إذا كانت تكلفة الصيانة في السنة 3000$. باستخدام معدل فائدة مقداره 8% مركبة سنوياً أحسب القيمة الحالية المكافئة لتكاليف الصيانة.

**الحل:**

يمكن تبسيط شكل التدفق النقدي كالآتي:




$$P_1 = 3000(P/A, 8\%, 5)$$

$$= 3000(3.9927) = \$11.978.10$$

$$P_2 = G(P/G, 8\%, 5)$$

$$= 1000(7.3724) = \$7372.4$$

$$P_{EQ} = P_1 + P_2$$

$$= 11{,}978.10 + 7372.4 = \$19{,}350.5$$

سلسلة التدفقات النقدية المنتظمة (المتساوية) المكافئة للتدفق النقدي للمثال السابق

$A$ = (قيمة التدفق المنتظم) + (قيمة التدفق المتدرج)

$$A = 3000 + G(A/G, 8\%, 5)$$

$$= 3000 \div 1000(1.8465) = \$4846.5/years$$

لإيجاد القيمة المستقبلية المكافئة للتدرج تحول القيمة الحالية المكافئة للتدرج إلى قيمة مستقبلية:

$$F = P_{EQ.G}(F/P, 8\%, 5)$$

$$= 19{,}350(1.4693) = \$28{,}431.69$$

أو بتحويل التدفقات السنوية المتساوية إلى مجموع قيمة مستقبلية مكافئة للتدرج.

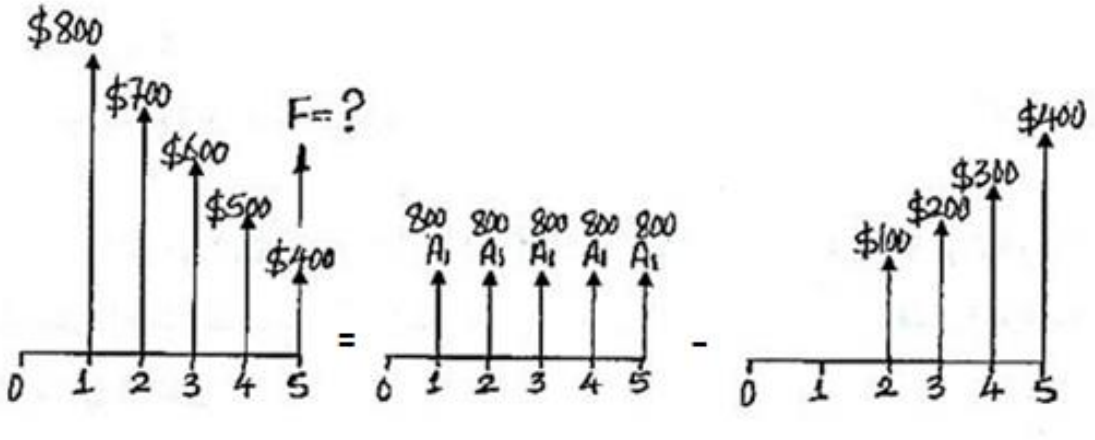
$$F = A(A/P, 8\%, 5)$$

$$= 4846.5(5.8666) = \$28{,}432.48$$

**مثال:**

للتدرج النقدي الموضح أحسب القيمة المستقبلية المتراكمة المكافئة في نهاية الفترة. علماً بأن معدل الفائدة 8% مركبة سنوياً.

**الحل:**




**شكل (a)**

1. تحويل التدفق المتدرج إلى تدفق منتظم (متساوي) كما في الشكل (b) أدناه.

$$A_2 = G(A/G, 8\%, 5)$$

$$= 100(1.8465) = \$184.65$$

$$A_1 = 800$$

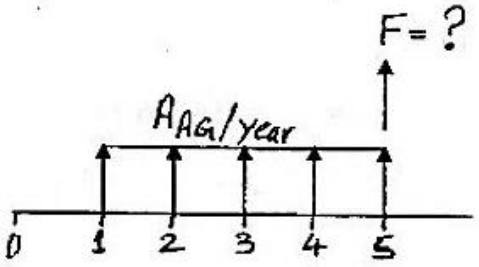
$$A_{A.G} = A_1 - A_2$$

2. طرح قيمة 184.65$ من التدفق المتساوي في الشكل (a)

$$A_{A.G} = 800 - 184.65$$

$$= \$615.35/years$$

$$F = ?$$




**شكل (b)**

3. تحويل قيمة التدفق النقدي المتساوي (المنتظم) الحقيقي المكافئ للتدفق المتدرج $A_{AG}$ إلى قيمة مستقبلية وسوف تكون مكافئة للتدرج المنتظم.

$$F = A_{AG}(F/A, 8\%, 5)$$

$$= 651.35(5.866) = \$3610.01$$

## 5.7 تعدد فترات الفائدة المركَّبة:

## (Multiple Compounding Periods in a Year)

ليس كل معدلات الفائدة يشترط فيها أن تكون معدلات سنوية التركيب. في حالات كثيرة من معاملات القروض توضع شروط مثل أن تحسب الفائدة وتسدد أكثر من مرة في السنة. مثلاً يمكن أن تحسب الفائدة على الودائع في بنوك التوفير وتضاف إلى الرصيد 4 مرات في السنة ويسمى ذلك بفائدة مركبة ربع سنوية. وتدفع عادة الفوائد على السندات المشتركة كل 6 أشهر، وتطلب في أغلب الأحيان مؤسسات البناء والقروض وشركات تمويل السيارات والمنظمات الأخرى التي تقوم بالإقراض الشخصي أن تحسب الفائدة كل شهر.

أفترض أحد المعاملات بالقروض والتي تسدد فيها الفائدة بمعدل فائدة 12% مركبة ربع سنوية يمكن إعادة وصف هذه المعاملة على أن معدل الفائدة هو 3% للكل فترة تركيب وهي تساوي 3 أشهر.

**مثال:**

إذا استدان شخص مبلغ 1000$ بمعدل فائدة 12% مركبة ربع سنوية فما هي القيمة التي يجب أن تسدد للجهة الدائنة عند نهاية 5 سنوات.

معدل الفائدة لكل فترة تركيب = $\frac{12}{4}$ % = 3% لكل فترة تركيب

عدد فترات تركيب الفائدة = 4 × 5 = 20 فترة

$$F = P(F/P, 3\%, 20)$$

$$= 1000(1 + 0.03)^{20}$$

$$= 1000(1.03)^{20} = \$1806.1$$

بتركيب ربع سنوي 1806.1$ يجب أن تعاد للجهة الدائنة.

**مثال:**

إذا تم اقتراض 1000$ لمدة سنة بمعدل فائدة 8% مركبة ربع سنوية ما هي قيمة المبلغ الذي سوف يعاد للجهة الدائنة في نهاية الفترة.

**الحل:**

معدل الفائدة لكل فترة تركيب = $\frac{8}{4}$ % = 2% لكل فترة تركيب

عدد فترات تركيب الفائدة = 4 مرات (فترات) كل 3 اشهر في السنة

$$F = P(F/P, 2\%, 4)$$

$$= 1000(1.0824)$$

$$= 1000(1.02)^4 = \$1802.4$$

**مثال:**

وإذا تم اقتراض نفس المبلغ بفائدة 8% مركبة سنوياً فما هو المبلغ الذي سوف تستلمه الجهة الدائنة من المدين.

**الحل:**

معدل الفائدة لكل فترة تركيب = 8% لكل فترة تركيب

عدد فترات تركيب الفائدة = 1 (مرة) فترة في السنة

$$F = P(F/P, 8\%, 1)$$

$$= 1000(1.08)^1$$

$$= 1000(1.08)^1 = \$1080$$

إذا حددت الفائدة بـ 8.24% مركبة سنوياً فالقيمة المسددة للجهة الدائنة:

معدل الفائدة لكل فترة تركيب = 8.24% لكل فترة تركيب

عدد فترات تركيب الفائدة = 1 (مرة) فترة في السنة

$$F = P(F/P, 8.24\%, 1)$$

$$= 1000(1 + 1.0824)^1$$

$$= 1000(1.0824)^1 = \$1082.4$$

وهي نفس القيمة المعادة للجهة الدائنة في حالة 8% مركبة ربع سنوية.

ويمكن أن نخلص إلى أن 8% مركبة ربع سنوية تكافئ 8.24% مركبة سنوية، وأن 8% مركبة سنوية لا تكافئ 8% مركبة ربع سنوية.

المعدل 8% يعرف بمعدل الفائدة الاسمي السنوي (nominal annual interest rate) .

المعدل 8.24% يعرف بمعدل الفائدة الفعلي السنوي (effective annual interest rate) .

ويعرف معدل الفائدة الفعلي السنوي بأنه معدل الفائدة السنوي الذي يكافئ معدل الفائدة المذكور (الاسمي). بتعريف:

$r$ معدل الفائدة الاسمي السنوي (nominal annual interest rate)

$m$ عدد فترات التراكيب في السنة (number of interest periods per year)

$i$ معدل الفائدة لكل فترة تركيب (interest rate per interest period)

$i_{eff}$ معدل الفائدة الفعلي السنوي (effective annual interest rate)

$$\frac{r}{m} = i$$

$$i_{eff} = \left[1 + \frac{r}{m}\right]^m - 1$$

$$= (1 + i)^m - 1$$

$$OR$$

$$i_{eff} = \left[F/P, \frac{r}{m}, m\right]$$

$$= (F/P, i, m)$$

**مثال:**

إذا كان معدل الفائدة هو 8% مركبة نصف سنوية فما هو معدل الفائدة الفعلي السنوي المكافئ له.

**الحل:**

$$r = 0.08$$

$$m = 2$$

$$i_{eff} = \left[1 + \frac{r}{m}\right]^m - 1$$

$$= \left[F/P, \frac{r}{m}, m\right]$$

$$= \left[1 + \frac{0.08}{2}\right]^2 - 1$$

$$= (1.04)^2 - 1$$

$$= 1.0816 - 1$$

$$= 0.0816 = 8.16\%$$

$$OR$$

$$i = \frac{r}{m} = \frac{0.08}{2} = 0.04$$

$$i_{eff} = (1 + i)^m - 1$$

$$= (F/P, i, m) - 1$$

$$= (1 + 0.04)^2 - 1$$

$$= (1.04)^2 - 1$$

$$= 1.0816 - 1$$

$$= 0.0816 = 8.16\%$$

أي أن 8% مركبة نصف سنوية تكافئ 8.16 مركبة سنوية أو 8.16% هو معدل الفائدة الفعلي السنوي لمعدل فائدة 8% مركبة نصف سنوية.

**مثال:**

أحسب معدل الفائدة الفعلي إذا كان معدل الفائدة الاسمي هو 12% مع التركيب.

a. السنوي ans. : %12

b. النصف سنوي ans. : %12.36

c. الربع سنوي ans. : %12.55

d. الشهري ans. : %12.68

e. اليومي ans. : %12.75

**مثال:**

شخص استدان مبلغ 1000$ وسدد القرض بعد 4.5 سنة. وكانت القيمة التي دفعت للجهة الدائنة 1500$ . ما هو معدل الفائدة الفعلي السنوي لهذه المعاملة الاستثمارية إذا كانت فترة تركيب الفائدة هي 6 أشهر.

**الحل:**

$$F = 1500$$

$$P = 1000$$

$$n = 4.5 \times 2 = 9 \ periods$$

$$F = P(F/P, i, n)$$

$$1500 = 100(F/P, i, 9)$$

$$1500 = 1000(1 + i)^9$$

$$1.5 = (1 + i)^9$$

$Take\ log\ for\ each\ side$:

$$0.17609 = 9 \log(1 + i)$$

$divide\ by\ 9$

$$0.019566 = \log(1 + i)$$

$Take\ inverse\ log$:

$$1 + i = \log^{-1}(0.019566) = 1.04608$$

$$i = 1.04608 - 1 = 0.046$$

إذن ، معدل الفائدة الذي يركب كل 6 أشهر بالتقريب هو 4.6%

$$i = \frac{r}{m} = 4.6\%$$

$$i_{eff} = (1 + i)^m - 1$$

$$= (1 + 0.046)^2 - 1$$

$$= (1.046)^2 - 1$$

$$= 1.0943 - 1 = 0.0943$$

إذن معدل الفائدة الفعلي السنوي لهذه المعاملة بالتقريب (.approx) هو 9.43%

# الفصل السادس

# التكافؤ (Equivalence)

## 6.1 خطط تسديد المال المقرض (Planning of Paying Borrowed Money):

يوضح الجدول (6.1) أدناه خطط تسديد قرض مقداره 10000$ بفائدة مقدارها 9% تدفع سنوياً، والسنة صفر في الجدول يشار بها إلى تاريخ بداية القرض وتسمى الـ 10000$ (برأس المال الأساسي الأصلي) المقترض (principal amount).

**جدول (6.1) خطط تسديد قرض مقداره 10000$**

| الخطة | المال الممتلك بعد الدفعة التي تتم في نهاية السنة E.O.Y | الدفعة التي تتم في نهاية السنة E.O.Y | إجمالي المال الممتلك قبل الدفعة التي تتم في نهاية السنة E.O.Y | الفائدة المستحقة (9%) من المال الممتلك عند بداية السنة S.O.Y | نهاية السنة |
|---|---|---|---|---|---|
| | 10000 | | | | 1 |
| | 10000 | 900 | 10900 | 900 | 2 |
| | 10000 | 900 | 10900 | 900 | 3 |
| | 10000 | 900 | 10900 | 900 | 4 |
| الخطة I | 10000 | 900 | 10900 | 900 | 5 |
| | 10000 | 900 | 10900 | 900 | 6 |
| | 10000 | 900 | 10900 | 900 | 7 |
| | 10000 | 900 | 10900 | 900 | 8 |
| | 10000 | 900 | 10900 | 900 | 9 |
| | 0 | 10900 | 10900 | 900 | 10 |
| | 10000 | | | | 0 |
| | 9000 | 1900 | 10000 | 900 | 1 |
| | 8000 | 1810 | 9810 | 810 | 2 |
| الخطة II | 7000 | 1720 | 8720 | 720 | 3 |
| | 6000 | 1630 | 7630 | 630 | 4 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 540 | 6540 | 1540 | 5000 | |
| 6 | 450 | 5450 | 1450 | 4000 | |
| 7 | 360 | 4360 | 1360 | 3000 | |
| 8 | 270 | 3270 | 1270 | 2000 | |
| 9 | 180 | 2180 | 1180 | 1000 | |
| 10 | 90 | 1090 | 1090 | 0 | |
| 0 | | | | 10000.0 | |
| 1 | 900.0 | 10900.0 | 1558.2 | 9341.8 | |
| 2 | 840.76 | 10182.56 | 1558.2 | 864.36 | |
| 3 | 776.19 | 9400.55 | 1558.2 | 7842.35 | |
| 4 | 705.81 | 8548.16 | 1558.2 | 6989.96 | |
| 5 | 629.10 | 7619.06 | 1558.2 | 6060.86 | الخطة |
| 6 | 545.46 | 6606.32 | 1558.2 | 5048.12 | III |
| 7 | 454.33 | 5502.45 | 1558.2 | 3944.25 | |
| 8 | 354.98 | 429923 | 1558.2 | 2741.03 | |
| 9 | 246.69 | 2987.72 | 1558.2 | 1429.52 | |
| 10 | 128.66 | 1558.18 | 1558.2 | 0.00 | |
| 0 | | | | 10000.0 | |
| 1 | 900.0 | 10900.0 | 0.0 | 10900.0 | |
| 2 | 981.0 | 11881.0 | 0.0 | 11881.0 | |
| 3 | 1069.29 | 12950.29 | 0.0 | 12950.29 | |
| 4 | 1165.3 | 14115.82 | 0.0 | 14115.82 | |
| 5 | 1270.42 | 15386.24 | 0.0 | 15386.24 | الخطة |
| 6 | 1384.76 | 16771.00 | 0.0 | 16771.00 | IV |
| 7 | 1509.39 | 18280.39 | 0.0 | 18280.39 | |
| 8 | 1645.24 | 19925.63 | 0.0 | 19925.63 | |
| 9 | 1793.31 | 21718.94 | 0.0 | 21718.94 | |
| 10 | 1954.70 | 23673.64 | 23673.64 | 0.00 | |

**الخطة I :**

1. تدفع الفائدة سنوياً.
2. لا تقتضي دفع جزئي لرأس المال.
3. يدفع رأس المال الأساسي كله دفعة واحدة نهاية الفترة.

**الخطة II :**

1. تقليل رأس المال بطريقة نظامية.
2. تخفيض الفائدة.

**الخطة III :**

1. تقليل رأس المال الأساسي بطريقة منتظمة.
2. انتظام مجموع مدفوعات الفائدة ورأس المال.

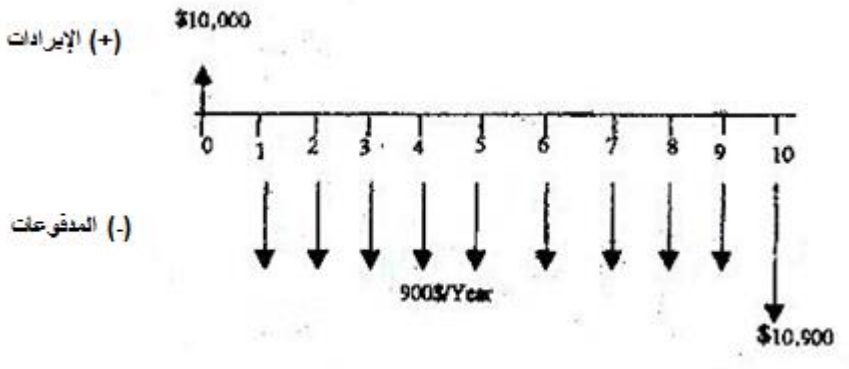
**الخطة IV :**

1. لا تقتضي دفع جزئي لرأس المال.
2. لا تقتضي دفع فائدة.
3. يتم دفع رأس المال الأساسي والفائدة في نهاية الـ 10 سنوات.

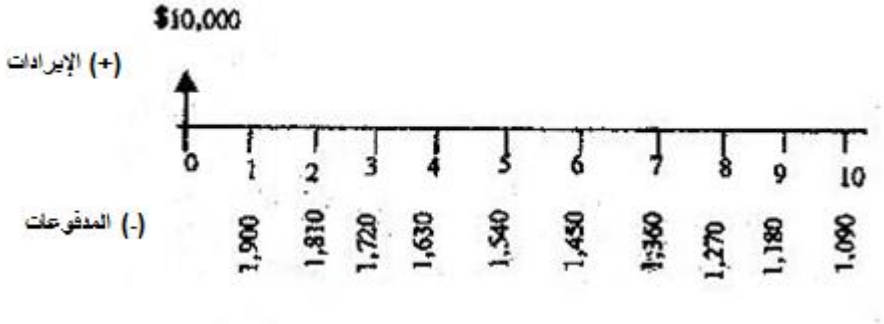
**جدول (6.2)**

| السنة | رأس المال المستثمر | I | II | III | IV |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 10000 | | | | |
| 1 | | 900 | 1900 | 1558 | |
| 2 | | 900 | 1810 | 1558 | |
| 3 | | 900 | 1720 | 1558 | |
| 4 | | 900 | 1630 | 1558 | |
| 5 | | 900 | 1540 | 1558 | |

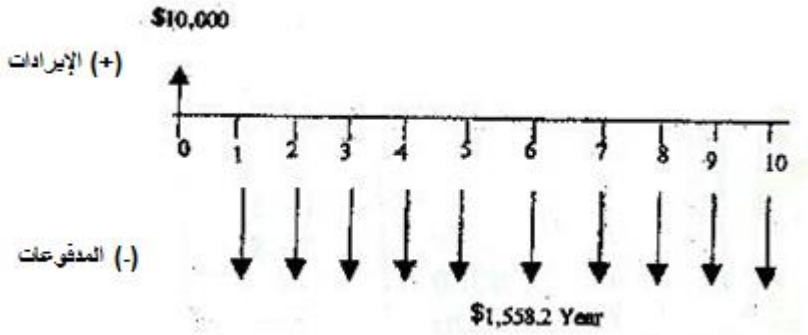
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 6 | | 900 | 1450 | 1558 | |
| 7 | | 900 | 1360 | 1558 | |
| 8 | | 900 | 1270 | 1558 | |
| 9 | | 900 | 1180 | 1558 | |
| 10 | | 19000 | 1090 | 1558 | |
| | | | | | 23671 |
| $F_{10}$ | | 23674 | 23674 | 23673 | 23671 |



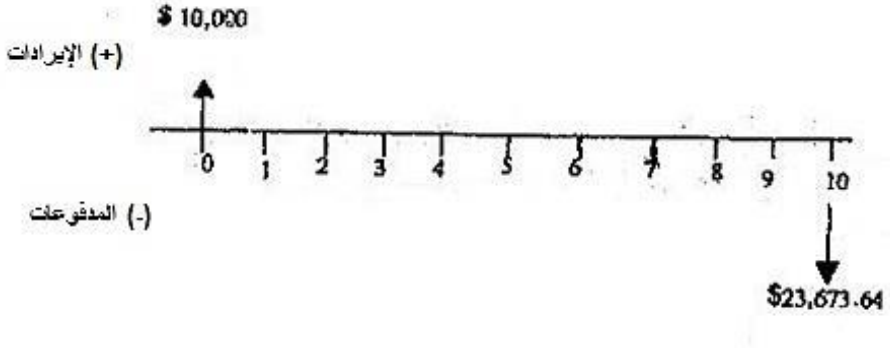

**(a) رسم تخطيطي للمسار النقدي في الخطة I**




**(b) رسم تخطيطي للمسار النقدي في الخطة II**




**(c) رسم تخطيطي للمسار النقدي في الخطة III**




**(d) رسم تخطيطي للمسار النقدي في الخطة IV**

أثناء تناول المواضيع الخاصة بالقيمة الزمنية للنقود استخدم تعبير التكافؤ (equivalence) من غير تعريف ماهية المقصود بهذا المفهوم، وقد تم ذلك عمداً (intentionally) لأجل تقديم فكرة عن تكافؤ سلسلة أو مسار تدفقين نقديين عند معدل فائدة معين k% . إذا كان قيمتها الحالية تتساوى باستخدام نفس معدل الفائدة k% . وبالطبع إذا كانت القيمة الحالية (PW) للتدفقين النقديين متساوية عند معدل الفائدة k% فإن عائدهما عند أي نقطة في الزمن معطاة يتساويان باستخدام نفس المعدل k% . وبالمثل إذا تكافأ مساران للتدفق النقدي عند معدل فائدة k% فالسلسلة المنتظمة المتكافئة (AW) الخاصة بكل تدفق سوف تتساويا عند التعبير عنهما في نفس الفترة الزمنية.

وتعد فكرة احتمال تكافؤ المدفوعات (الإيرادات) التي تختلف في مقدارها الإجمالي والتي تتم في فترات مختلفة ذات أهمية في الاقتصاد الهندسي. ولتوضيح هذه الفكرة يمكننا للمقارنة كما في الجدول السابق

أن نضع الـ 10,000$ التي تم اقتراضها بجوار الأربع متواليات للمدفوعات والتي كما رأينا يمكن عن طريقها التسديد في حالة فائدة 9%.

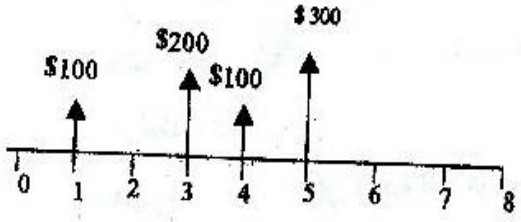
فإذا كان معدل الفائدة هو 9% فإن الخمس متواليات للمدفوعات تكافئ بعضها البعض من وجهة نظر الدائن (المستثمر) ذو العلاقة بالـ 10,000$ ، لأن الدائن يمكنه بهذا المبلغ أن يستفيد من أي من المتواليات الأربع للمدفوعات في المستقبل (وبدقة أكثر، يمكنه أن ينال وعداً بالتسديد) كبديل للـ 10,000$ الحالية (PW).

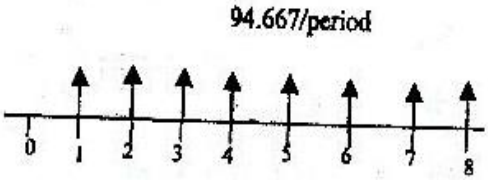
وبطريقة مماثلة فإنه من وجهة نظر المدين الذي يحتاج إلى الـ 10,000$ (ربما لاستثمارها بشكل مربح في أحد مشاريع الأعمال)، تتكافأ المتواليات الأربع المستقبلية (FW) مع بعضها وأيضاً مع الـ 10,000$ في الوقت الحالي (PW)، لأنه بالاتفاق على دفع أي من هذه المتواليات المستقبلية فإن المبلغ الحالي المطلوب يكون مضموناً. وقد نفكر في أي عدد من متواليات المدفوعات التي تساعد على تسديد الـ 10,000$ بالكاد في حالة فائدة 9% والإجابة هي أنَّ كلٍ من هذه المتواليات متكافئة مع بعضها البعض وأيضاً مع ما يكافئها من قيمة حالية (PW) أي الـ 10,000$.

ويوضح معنى التكافؤ باستخدام التناظر من علم الجبر، فإذا كان عدد من الأشياء مساوياً لشيء واحد فإن كل منها يكون مساوياً للأخر. فإذا أعطي معدل الفائدة فإن المدفوعات أو متواليات المدفوعات التي تمكن من تسديد مقدار حالي (PW) من المال تكافئ هذا المقدار الحالي وبالتالي هي نفسها تتكافأ.

**مثال:**

تحرى من أن التدفقين النقديين أدناه متكافئان.




**التدفق النقدي (a)** **i=15%** **التدفق النقدي (b)**

$$PW_{(a)} = \$100(P/F, 15\%, 1) + \$200(P/F, 15\%, 3) + \$100(P/F, 15\%, 4)$$

$$+\$300(P/F, 15\%, 4) = 100(0.8696) + 200(0.6575) + 100(0.5718)$$

$$+300(0.4972) = \$424.80$$

$$PW_{(b)} = \$94.667(P/A, 15\%, 8)$$

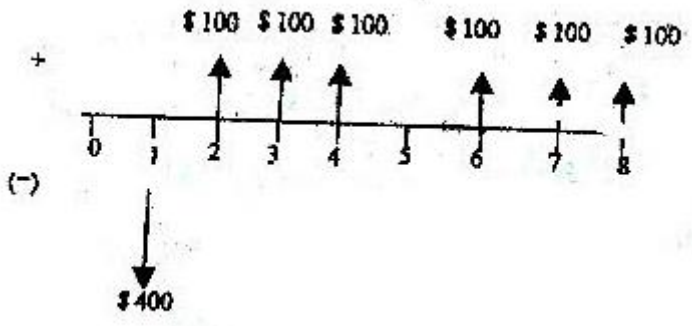
$$= 94.667(4.4873)$$

$$= 424.799 \simeq \$424.80$$

إذن التدفقين النقديين يكافئان بعضها البعض لأن قيمة كل منهما الحالية هي 424.80$. وطالما أنهما متكافئان فقيمتهما المستقبلية في نهاية الفترة باستخدام نفس معدل الفائدة k%(15%) هي 1299.46$.

**مثال:**

ما هي قيمة المجموع النقدي عند $t = 6$ الذي يكافئ التدفق النقدي الموضح إذا كان $i$ هو 10%.



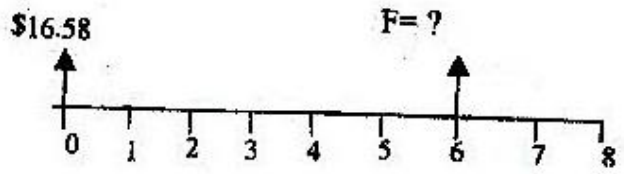

القيمة الحالية لهذا التدفق النقدي عند الفترة (0) هي :

$$PW_{(0)} = -400(P/F, 10\%, 1) + 100(P/A, 10\%, 3)(P/F, 10\%, 1)$$

$$+100(P/A, 10\%, 3)(P/F, 10\%, 5)$$

$$= -400(0.9091) + 100(2.489)(0.9091) + 100(2.4869)(0.6209)$$

$$= \$16.58$$

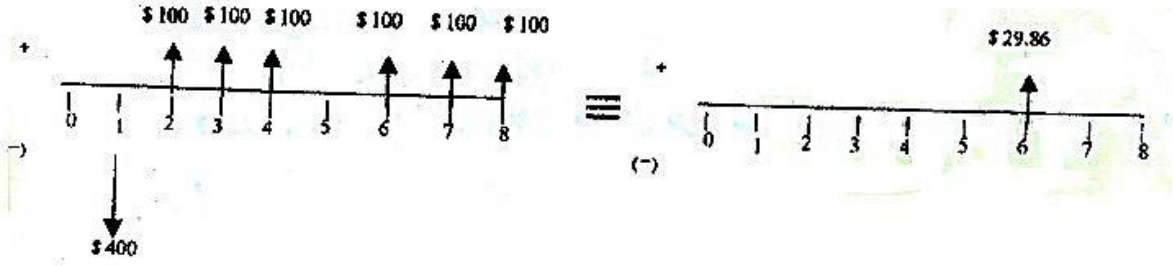



بتحويل الـ $16.58 من $t = 0$ إلى $t = 6$ تعطي :

$$F(6) = 16.58(F/P, 10\%, 6)$$

$$= 16.58(1.7716) = \$29.86$$

عليه عند 10% فإنَّ التدفق النقدي الموجب بالقيمة $29.86 في الفترة $t = 6$ يكافئ التدفق النقدي الموضح.




## 6.2 تدريبات عامة (General Exercises):

1. تم إيداع مبلغ $5,000 في حساب توفير يدفع معدل فائدة 6% مركبة سنوياً:

a. ما هو المبلغ الذي سوف يتراكم في الحساب عند نهاية 10 سنوات؟

b. ما هو المبلغ الذي سوف يتجمع في الحساب عند نهاية 5 سنوات إذا كان معدل الفائدة 12% مركبة سنوياً.

c. ما تعليقك على مضاعفة معدل الفائدة وتقليل فترة الفائدة إلى النصف.

d. إذا كان نفس المبلغ 5000$ الآن توفر للاستثمار والخياران في $a, b$ مطروحان امامك أيهما تختار؟ (برر اجابتك)

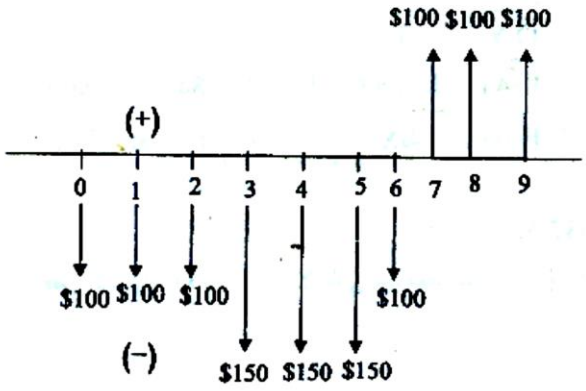
e. إذا تم اعتماد الخيار (2) صاحب أقل فترة زمنية ماذا تفعل للمبلغ المتراكم لفترة الـ 5 سنوات القادمة.

2. حساب ادخار يدفع معدل فائدة 10% مركبة سنوياً، ما هو المبلغ الذي يتم إيداعه الآن في الحساب لكي يجمع المدخر مبلغ 12000$ في نهاية 10 سنوات.

3. أودع علي كمال مبلغاً قدره 2000$ في حساب جاري يعطي فائدة مقدارها 8% مركبة سنوياً ، وبعد 2 سنة بالضبط أودع في نفس الحساب 3000$ ثم في السنتين التاليتين أودع 4000$. بعد 4 سنوات من الإيداع الأخير قرر علي كمال سحب المبلغ المتراكم وحوله لحساب استثمار يعطي معدل فائدة 10% مركبة سنوياً. ما قيمة ما تجمع له من مبلغ في نهاية 4 سنوات بعد تحويل الحساب.

4. لمياء عبد الله أودعت المبالغ 5000$، 1200$، 2000$ عند الفترات $t = 1, 2, 3$ على التوالي. إذا كان الحساب يعطي معدل فائدة 8% مركبة لكل فترة. ما هو المبلغ المتراكم في الحساب عند $t = 3$ و $t = 6$ ؟

5. ما هو المبلغ عند الفترة $t = 4$ المكافئ للمخطط النقدي الموضح في الشكل أدناه، إذا كان معدل الفائدة 15% مركبة لكل فترة.

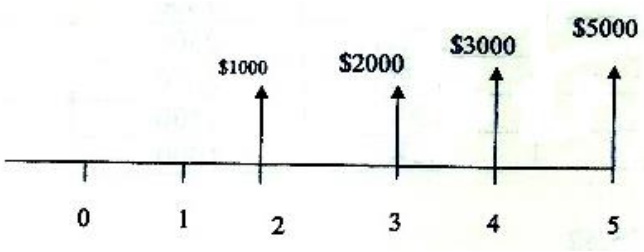


6. اعتبر التدفق النقدي التالي:

| نهاية السنة (t) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (C.F) التدفق النقدي | $10000 | $6500 | $6000 | $5500 | $5000 | $4500 | $4000 | $3500 | $3000 |

ما قيمة الدفعات السنوية المنتظمة التي تكافئ التدفق النقدي المعطى إذا كان معدل الفائدة 10% مركبة سنوياً.

7. للتدفق النقدي الموضح ما هي قيمة الـ 5 دفعات المتساوية التي تحدث في الفترات $t = 1, 2, 3, 4, 5$ . إذا كان معدل الفائدة 12% مركبة لكل فترة.




8. معطى التدفقات النقدية الموضحة أدناه. أحسب قيمة X التي تجعل التدفقات النقدية متكافئة عند معدل فائدة 20% مركبة سنوياً.

| نهاية السنة (t) | E.O.Y | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| التدفق النقدي (A) | C.F(A) | -$12000 | $1000 | $4000 | $6000 | $7000 | $5000 |
| التدفق النقدي (B) | C.F(B) | -$X | $7000 | $9000 | $10000 | $10000 | $7000 |

9. معطى أدناه مسار تدفقين نقديين. أحسب قيمة Y التي تجعلهما متكافئين إذا أستخدم معدل فائدة مقداره 10% مركبة سنوية.

| نهاية السنة (t) | E.O.Y | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| التدفق النقدي (A) | C.F(A) | -$12000 | $1000 | $4000 | $6000 | $7000 | $9000 |

| التدفق النقدي (B) | C.F(B) | -$10000 | 7000 | 6000+ 0.5Y | 5000+ Y | 4000+ 1.5Y | 3000+ 2Y |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

10. للتدفق النقدي الموضح أحسب قيمة X و Y التي تجعل كل التدفقات تتكافأ عند معدل فائدة 15% مركبة سنوياً.

| نهاية السنة (t) E.O.Y | التدفق النقدي (A) C.F(A) | التدفق النقدي (B) C.F(B) | التدفق النقدي (C) C.F(C) |
|---|---|---|---|
| 0 | -$1000 | -$2500 | $Y |
| 1 | X | 3000 | Y |
| 2 | 1.5 X | 2500 | Y |
| 3 | 2.0 X | 2000 | 2Y |
| 4 | 2.5 X | 1500 | 2Y |
| 5 | 3.0 X | 1000 | 2Y |

11. من المؤكد أنك تسعى لأن تصير مليونيراً عند التقاعد. حساب ادخار يعطيك معدل فائدة 8% مركبة سنوياً لمدة 40 سنة من الآن. ما مقدار ما تودعه الآن ليصل إلى مبلغ مليون دولار في نهاية الفترة.

12. قرض قيمته 1000$ تم سحبه عند $t = 0$ ما قيمة الثلاث دفعات المتساوية عند $t = 1, 2, 3$ التي تعطي قيمة القرض إذا كان معدل الفائدة 10% مركبة لكل فترة.

13. 5 دفعات قيمة كل منها 500$، أودعت في الفترة $t = 1, 2, 3, 4, 5$ في حساب يدفع فائدة مقدارها 8% مركبة لكل فترة. ما قيمة ما تراكم في الفترة $t = 5$ .

14. ما قيمة الدفعيات السنوية التي يجب إيداعها في حساب يعطي فائدة مقدارها 10% مركبة سنوياً في نهاية السنة $t$ لأجل جمع ما قيمته 15000$ عند نهاية الفترة $t = 8$ .

15. يتم إيداع 8000$ سنوياً في حساب يعطي فائدة مقدارها 12% مركبة سنوياً. ما قيمة ما تراكم مباشرة بعد الدفعة الخامسة.

16. نوال عباس أودعت 1000$ في حساب ادخار. بعد مرور 4 سنوات من الإيداع سحبت نصف ما تجمع لها. هنالك مبلغاً وقدره 200$ سنوياً بدأت في إيداعها بعد مرور سنتين من أخر سحب. المبلغ الكلي تم سحبه بعد 15 سنة من تاريخ أول إيداع. إذا كان الحساب يدفع 8% مركبة سنوياً. ما قيمة المبلغ المسحوب عند كل فترة سحب.

17. روان أسامة استلفت مبلغ 15000$ بفائدة 15% مركبة سنوياً وسوف تسدد القرض في فترة 5 سنوات بأقساط سنوية قيم كل دفعة منها تزيد بمقدار 500$ عن السابقة.

a. ما قيمة أول دفعة.

b. ما هي قيمة أول دفعة، إذا كانت كل دفعة تقل بنفس المقدار عن السابقة.

c. ما قيمة أول دفعة لكل من $(a), (b)$ إذا تم الاتفاق على تسديد هذه الدفعيات عند بداية كل فترة

18. أحسب معدل الفائدة الفعلي إذا كان معدل الفائدة الاسمي هو 20% مع التركيب.

a. السنوي

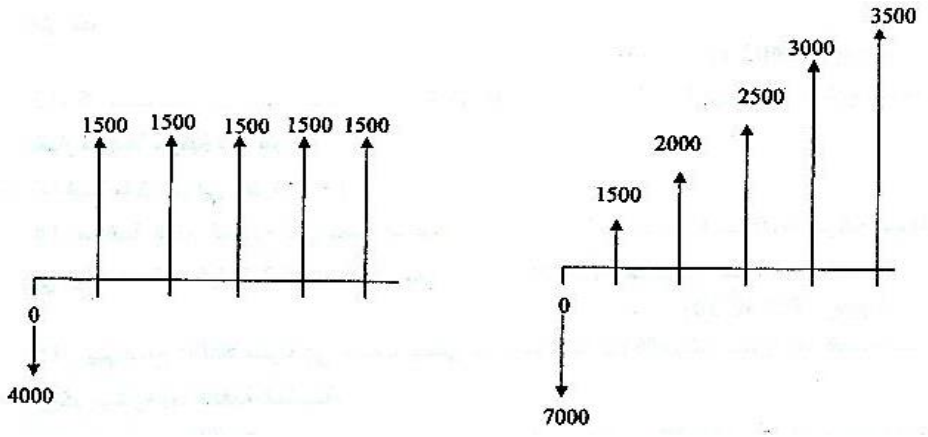
b. النصف سنوي.

c. الربع سنوي.

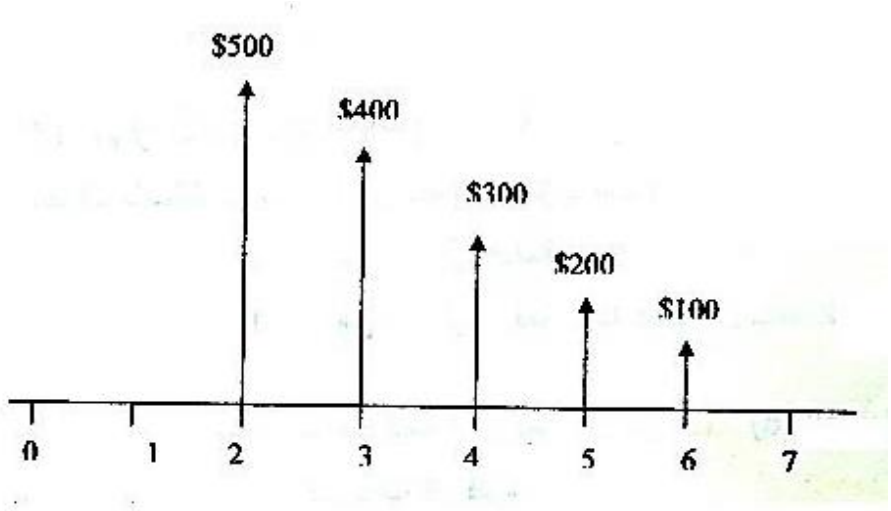
d. الشهري.

e. اليومي.

19. أي قيمة لـ (i) تجعل التدفقين التاليين متساويين (متكافئين).



20. مستخدماً معدل فائدة 8% مركبة لكل فترة. ما قيمة الدفعات السنوية المنتظمة خلال $t = (1\ to\ 5)$ المكافئة للتدفق النقدي الموضَّح.




21. رؤى أسامة أودعت 4 دفعات سنوية متتالية مقدارها 2000$ في حساب ادخار يعطي فائدة مقدارها 10% مركبة نصف سنوية ما هي قيمة ما سوف يكون في حسابها بعد سنتين من أخر إيداع.

# الفصل السابع

# مقارنة الخيارات والبدائل الاستثمارية

# (Comparison of Alternatives)

## 7.1 مقدمة (Introduction):

إن القيام بإعداد الدراسات الخاصة بتقييم واختيار المشروعات الاستثمارية، يساعد على قياس العائد الاقتصادي وتقييم الجودة الاقتصادية لهذه المشاريع، حتى يتم اتخاذ القرار الاستثماري المناسب. ويتطلب إعداد هذه الدراسات القيام بجمع وتصنيف وتحليل كافة البيانات الممكن جمعها عند الفرص الاستثمارية المتاحة وكل فرصة منها تمثل مشروع استثماري يمكن اختياره والمضي قدماً في إجراءات تنفيذه.

وتختلف نوعية البيانات وطرق التقييم والقرارات الاستثمارية والمالية التي يتم اتخاذها باختلاف مرحلة التقييم والمفاضلة التي يمر بها المشرع الاستثماري. بالرغم من أن نشأة فكرة المشروع في ذهن المستثمر، وتطور مراحل هذه الفكرة، وخروجها إلى حيز التنفيذ عملية متكاملة الأبعاد إلا أنها تتم على عدة مراحل متعاقبة وتتطلب العديد من الدراسات المتكاملة والمعتمدة على بعضها البعض، والتي تساعد في تحديد العائد الاقتصادي المتوقع تحقيقه من المشروع الاستثماري في ظل المتغيرات البيئية والفنية والمالية والاقتصادية المحيطة بالفرصة الاستثمارية التي تدور حولها فكرة المشروع الاستثماري. يتوقف نجاح أي مستثمر على اختيار الفرصة الاستثمارية التي تحقق له عائد متتابع الحدوث في شكل تدفق نقدي داخل يزيد من ربحية الاستثمار.

ولذلك فإن دراسة الجدوى الاقتصادية وتقييم العائد الاقتصادي للفرصة الاستثمارية تثير العديد من الاسئلة التي توضح بشكل عام طبيعة هذه الدراسة، ومن الأسئلة على سبيل المثال لا الحصر ما هي الأهداف طويلة الأجل للمشروع الاستثماري، التي تعظم من قيمته التسويقية وربحيته والعائد الاقتصادي المتوقع منه؟

ما هي نوعية البيانات والدراسات الواجب توافرها والتي تساعد على تقييم فاعلية الفرص الاستثمارية المتاحة؟ وكيف يمكن الاستفادة من هذه الدراسة لاتخاذ قرار استثماري يترتب عليه اختيار أفضل الفرص الاستثمارية المتاحة؟ وما هي المشاكل المتوقع حدوثها والتي تحد من فاعلية الفرص الاستثمارية وكيف يمكن تجنبها؟ وما هي سلسلة القرارات الواجب اتخاذها لوضع قرار الاستثمار موضع التنفيذ؟

ولعل نقطة البداية للإجابة على هذه الأسئلة تتمثل في ضرورة التعرف على طبيعة وأهداف ومشاكل دراسة الجدوى الاقتصادية وتقييم العائد الاقتصادي للمشروعات الاستثمارية.

ترتبط فاعلية ونجاح المشروع الاستثماري بتحديد المتغيرات الاستثمارية والمالية والإدارية والفنية التي تؤثر في قرار الاستثمار من حيث تحديد الفرص الاستثمارية المرتبطة بالمشروع الاستثماري في ضوء العلاقة بين التدفقات النقدية الخارجة كتكلفة استثمارية رأسمالية والتدفق النقدي الداخل كعائد – دخل – متتابع الحدوث نتوقع تحقيقه مستقبلاً والبعد الزمني للاستثمار الذي يمثل العمر الإنتاجي الاقتصادي للمشروع الاستثماري ومعدل الخصم الذي يعبر عن تكلفة رأس المال ومخاطر عدم التأكد (uncertainty) المرتبط بالمشروع كفرصة استثمارية.

يضاف إلى هذه المتغيرات، تقدير حجم الطلب على منتجات المشروع وتحديد مصادر تمويله مع الرقابة المستمرة على التكاليف أثناء مراحل تنفيذ المشروع والعمل على تجنب فشل المشروع بتوفير المتطلبات المالية والبشرية والمادية والفنية لكل مرحلة من مراحل تنفيذه مع التقييم المستمر لمراحل التنفيذ لتجنب تأخير تنفيذ أي مرحلة عن الجدول الموضوع للتنفيذ.

فضلاً عن الدراسة الموضوعية لمخاطر عدم التأكد (uncertainty) للحد من أثارها السلبية على قيمة العائد الاقتصادي والاجتماعي المتوقع تحقيقه، نظراً لارتباط هذه المخاطر بالمستقبل وصعوبة تجنبها كلية. يتطلب تحديد وتحليل المتغيرات الاقتصادية والمالية والإدارية والفنية المؤثرة في فاعلية وربحية

المشروع الاستثماري في جداول متكاملة تعكس القيمة الاقتصادية الفنية والتسويقية والمالية والبشرية للمشروع مما يساعد على صياغة وكتابة التقارير المختلفة التي تغطي كل جوانب ومتطلبات دراسة الجدوى الاقتصادية.

يستخدم مفهوم القيمة الزمنية للنقود ومعايير (مقاييس) العائد من الاستثمار لمقارنة الخيارات الاستثمارية الهندسية. بالرغم من أن عملية المقارنة تحوي عدة أهداف لكن هنا يتم التركيز على مقارنة الخيارات الاستثمارية الهندسية مالياً فقط باعتبار أن الجانب الفني ذو جدوى (technically feasible) وباعتبار كل الفرص في الاستثمار ويتم اختيار بديل استثماري أوحد.

هنالك طريقة منتظمة تتبع لمقارنة المردود (العائد) الاقتصادي للمشاريع والخيارات الهندسية كالآتي:

1. تعريف وتحديد مجموعة الخيارات المطلوب مقارنتها.
2. تعريف وتحديد الأفق الزمني (planning horizon) المستخدم في المقارنة.
3. إعداد مسار التدفقات النقدية لكل خيار (develop cash flow profiles).
4. تحديد معدل الفائدة المغري (المجزي) الأدنى (minimum attractive rate of return) (MARR).
5. مقارنة الخيارات باستخدام معايير الاستثمار.
6. القيام بالتحليل والاختبارات الإضافية (perform supplementary analyses).
7. اختيار (البديل) الخيار الأمثل.

## 7.2 تعريف وتحديد الخيارات الاستثمارية: (Defining and Determination of Investment Alternatives)

يتم تعيين الخيارات الاستثمارية من مجموعة المقترحات الاستثمارية (investment proposals).

ويمكن التفريق بين المقترح الاستثماري والخيار الاستثماري كالآتي:

الخيارات الاستثمارية بدائل لاتخاذ القرار بينما المقترحات الاستثمارية الواحد منها يحتمل أن يكون خيار استثماري. أي أن الخيارات الاستثمارية تكون من المقترحات. ولتوضيح تكوين مجموعة من الخيارات من مجموعة المقترحات، مثلاً إذا كان لدينا $m$ من المقترحات وأن أي مقترح لا يتم أخذه كخيار يأخذ القيمة (0) والذي يمكن اختياره يأخذ القيمة (1) وباستخدام المتغير الثنائي يمكن تكوين $2^m$ من الخيارات (البدائل). خذ مثلاً ثلاث مقترحات $C, B, A$ يمكن تكوين 8 خيارات منها كما موضحة في الجدول (7.1) أدناه.

**جدول (7.1) تحديد الخيارات من المقترحات**

| الخيار | المقترحات | | | التوضيح |
|---|---|---|---|---|
| | A | B | C | |
| 1 | 0 | 0 | 0 | لا يتم اختيار أحد المقترحات الثلاث (do nothing) |
| 2 | 0 | 0 | 1 | قبول الاقتراح C فقط |
| 3 | 0 | 1 | 0 | قبول الاقتراح B فقط |
| 4 | 1 | 0 | 0 | قبول الاقتراح A فقط |
| 5 | 0 | 1 | 1 | قبول الاقتراح C, B فقط |
| 6 | 1 | 0 | 1 | قبول الاقتراح C, A فقط |
| 7 | 1 | 1 | 0 | قبول الاقتراح B, A فقط |
| 8 | 1 | 1 | 1 | قبول الثلاث مقترحات |

من بين الخيارات التي تم الحصول عليها قد تكون هنالك مجموعة من الخيارات غير مجدية ويمكن استبعادها مبكراً نتيجة لبعض القيود التي حددت في تعريف المشكلة. مثلاً محدودية الميزانية قد تؤدي إلى استبعاد الخيار رقم (8) وهي إمكانية الاستثمار في الثلاث مقترحات في آن واحد. وقد تكون بعضها متنافية (mutually exclusive) مثلاً الخيار رقم (7) يمكن أن يستبعد إذا كان أحد المقترحين A أو B ينفي وجود الأخر كفرصة استثمار في آن واحد. أو قد تكون بعض المقترحات

مرتبطة ببعضها (contingent proposals) أي لا يتم اختيار إحداها بدون الأخر. ويمكن استبعاد الخيار رقم (2) و (3) و (6) إذا كان المقترح B و C مرتبطان ببعض، عليه اعتماداً على القيود الموجودة في تعريف المشكلة دائماً تكون الخيارات أقل من $2^m$.

## 7.3 تحديد الأفق الزمني (Defining the Planning Horizon):

الأفق الزمني يُعرف بعرض النافذة (window) الزمنية التي من خلالها يظهر الأداء الاقتصادي لأي خيار. أي هو طول الفترة الزمنية المطلوبة للأداء الاقتصادي، ولغرض المقارنة يعرف بأنه الهيكل الزمني المستخدم الذي يوضح حقيقة الفترة الزمنية التي من خلالها يمكن تحديد تقديرات التدفقات بدقة ومعقولية.

وعليه يجب التفريق بين طول الأفق الزمني (planning horizon) والعمر التشغيلي (working life) والعمر الإهلاكي (depreciable life) للأداة.

وعند مقارنة الخيارات يجب مقارنتها خلال فترة زمنية موحدة. لكن هنالك بعض الحالات التي يختلف فيها الأفق الزمني من خيار لأخر ويظهر عدم اليقين في أي فترة تُستخدم، فإن هنالك 4 طرق مستخدمة لتحديد الأفق الزمني المستخدم في الدراسة الاقتصادية. إذا كانت هذه هي الحالة:

1. المضاعف المشترك البسيط للأفق الزمني $(\hat{T})$.
2. أقل أفق زمني بين الخيارات $(T_S)$.
3. أطول أفق زمني بين الخيارات $(T_L)$.
4. فترات زمنية أخرى قياسية.

### 1. المضاعف المشترك البسيط للأفق الزمني (Least common multiple of life):

وهو أكثر الطرق استخداماً لتحديد الأفق الزمني، حيث يفترض أن كل خيار تدفقه النقدي يتكرر في المستقبل حتى نهاية الفترة الزمنية لكل الخيارات. مثلاً إذا كان هنالك ثلاث خيارات أفقها الزمني

3، 5، 6 سنوات. فالأفق الزمني لكل الخيارات $T_{P.H} = \hat{T} = 30\ years$ وعندها تظهر الأسئلة التالية:

ما هو شكل التدفق النقدي من السنة (4) أو السنة (6) أو السنة (7) إلى السنة 30 للخيار (3 سنوات) و (5 سنوات) و (6 سنوات) على التوالي؟

والإجابة أن الخيار (3 سنوات) يتكرر 10 مرات بينما الخيار (5 سنوات) يتكرر 6 مرات والخيار (6 سنوات) سوف يتكرر 5 مرات، مع ملاحظة أن التدفقات النقدية تتكرر بنفس القيمة خلال $(\hat{T})$ لكل الخيارات في حين أن تغيرات آثار التضخم والتقنيات الحديثة وطلب المستهلك اعتبرت ثابتة خلال الفترة وهي ليست كذلك.

**2. أقل أفق زمني (Shortest planning horizon among alternatives):**

إذا تم استخدام هذه الطريقة لتحديد الأفق الزمني، أي $T_{P.H} = T_S = 3\ years$. في هذه الحالة يجب تقدير القيمة الدفترية (book value) أو القيمة المتبقية (salvage value) لكل من الخيار (5 سنوات) و (6 سنوات) في نهاية السنة الثالثة.

**3. أطول أفق زمني (Longest planning horizon among alternatives):**

إذا استخدمت أطول أفق زمني للمقارنة $T_{P.H} = T_L = 6\ years$ ، هنالك قرارات يجب اتخاذها في الفترة بين $T_S$ و $T_L$ أي ما هو شكل التدفق النقدي للسنة (4) و (5) و (6) للخيار (3 سنوات) وللسنة (6) للخيار (5 سنوات) والإجابة هو شراء معدات جديدة نهاية السنة (3) للخيار (3 سنوات) ووحدة جديدة من الخيار (5 سنوات) في نهاية السنة (5) وتقدير قيمتها المتبقية بعد سنة من شرائها لتتم المقارنة على حسب هذا المبدأ، ولكن ليست هذه نظرة اقتصادية.

**4. فترات زمنية أخرى قياسية (Some other standard periods of time):**

إذا اختير الأفق الزمني يساوي فترة زمنية تساوي $T$ ، هنالك عدة طرق مختلفة يمكن أن تختارها

المنشأة تعتمد على إذا ما كان $T_S > T$ أو $T_L > T > T_S$ أو $T_L > T$ .

إذا كان $T_S > T$ : يجب تحديد القيم المتبقية لكل خيار عند نهاية الفترة $T$ .

إذا كان $T_L > T > T_S$ الخيارات التي لها عمر أقل من $T$ تدفقاتها وخططها يجب أن تحدد خلال الفترة $T$. أما التي لها عمر أكبر من $T$ سوف تجهل تدفقاتها وخططها بعد الفترة $T$.

إذا كان $T_L < T$ كل الخيارات تتطلب تحديد الخطط والتدفقات النقدية خلال الفترة أقل من $\hat{T}$ و $T$.

فإذا اختيرت فترات قياسية كأفق زمني مثلاً 2، 5، 8 سنوات سوف تثار نفس الأسئلة السابقة التي ظهرت عند $\hat{T}$ $T_L, T_S$ للفترات القياسية أعلاه كما هو الحال في الجدول (7.3). الخيار 3، 2، 1 تدفقاتها تجاهلت أو تكررت إلى نهاية الأفق الزمني مع تقدير القيمة المتبقية لها في نهاية الفترة.

بالرغم من أن استخدام فترات قياسية لها فائدة في تقييم (مقارنة) الخيارات الاستثمارية أيضاً لها بعض الخطورة التي يمكن ملاحظتها في حالة أن معظم (العائدات) التي يشتمل عليها خيار ما احتمال حدوثها في المرحلة المتأخرة لأفقه الزمني كمشروع.

جدول رقم (7.2) يوضح المسار النقدي لثلاثة خيارات متنافية لها أفق زمني غير متساوٍ.

**جدول رقم (7.2) المسار النقدي لثلاث خيارات متنافية لها أفق زمني غير متساوٍ**

| نهاية السنة (t) End of year EOY | العائدات Revenues | التكاليف Cost | صافي التدفقات النقدية Net cash flows | القيمة المتبقية إذا بيعت عند الزمن (t). Salvage value if sold at time (t) |
|---|---|---|---|---|
| (t) | $R_t$ | $C_t$ | $R_t - C_t$ | $S_t$ |
| Alternative (1) | | | | |
| 0 | | | | $0 |
| 1-3 | $27,500 | $23,000 | $4,500 | 0 |
| Alternative (2) | | | | |
| 0 | - | $75,000 | $75,000 | 75,000 |
| 1 | $27,500 | $7,500 | $20,000 | 55,000 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 2 | $32,500 | $7,500 | $25,000 | 40,000 |
| 3 | $37,500 | $7,500 | $30,000 | 25,000 |
| 4 | $42,500 | $7,500 | $35,000 | 10,000 |
| 5 | $47,500 | $7,500 | $40,000 | 0 |
| Alternative (3) | | | | |
| 0 | - | $50,000 | 50,000 | $50,000 |
| 1 | $30,000 | 10,000 | 20,000 | 35,000 |
| 2 | $30,000 | 10,000 | 20,000 | 25,000 |
| 3 | $30,000 | 10,000 | 20,000 | 15,000 |
| 4 | $30,000 | 10,000 | 20,000 | 5,000 |
| 5 | $30,000 | 10,000 | 20,000 | 0 |
| 6 | $30,000 | 10,000 | 20,000 | 0 |

جدول رقم (7.3) أدناه يوضح مسار التدفقات النقدية لأكثر من أفق زمني (T).

**جدول (7.3) مسار التدفقات النقدية لأكثر من أفق زمني**

| **نهاية السنة (t)**<br>**End of year (t)** | **صافي التدفقات النقدية للخيارات (3، 2، 1)**<br>**Net cash flow alternatives** | | |
|---|---|---|---|
| **(t)** | $A_{1t}$ | $A_{2t}$ | $A_{3t}$ |
| $T = \hat{T} = 30\ years$ | | | |
| 0 | − | −75,000 | −50,000 |
| 1 | 4500 | 20,000 | 20,000 |
| 2 | 4500 | 25,000 | 20,000 |
| 3 | 4500 | 30,000 | 20,000 |
| 4 | 4500 | 35,000 | 20,000 |
| 5 | 4500 | $^{(N)} - 75{,}000 + 40{,}000$ | 20,000 |
| 6 | 4500 | 20,000 | $^{(N)} - 50{,}000 + 20{,}000$ |
| 7 | 4500 | 25,000 | 20,000 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 8 | 4500 | 30,000 | 20,000 |
| : | : | : | : |
| 29 | 4500 | 35,000 | 20,000 |
| 30 | 4500 | 40,000 | 20,000 |
| $T = T_S = 3\ years$ | | | |
| 0 | − | −75,000 | −50,000 |
| 1 | 4500 | 20,000 | 20,000 |
| 2 | 4500 | 25,000 | 20,000 |
| 3 | 4500 | $30{,}000 + 25{,}000^{(S)}$ | $20{,}000 + 15{,}000^{(S)}$ |
| $T = T_L = 6\ years$ | | | |
| 0 | − | −75,000 | −50,000 |
| 1 | 4500 | 20,000 | 20,000 |
| 2 | 4500 | 25,000 | 20,000 |
| 3 | 4500 | 30,000 | 20,000 |
| 4 | 4500 | 35,000 | 20,000 |
| 5 | 4500 | 40,000 | 20,000 |
| 6 | 4500 | 4,500* | 20,000 |
| $T < T_S = 2\ years$ | | | |
| 0 | − | −75,000 | −50,000 |
| 1 | 4500 | 20,000 | 20,000 |
| 2 | 4500 | $25{,}000 + 40{,}000^{(S)}$ | $20{,}000 + 25{,}000^{(S)}$ |
| $T_S < T < \hat{T} = 5\ years$ | | | |
| 0 | − | −75,000 | −50,000 |
| 1 | 4500 | 20,000 | 20,000 |
| 2 | 4500 | 25,000 | 20,000 |

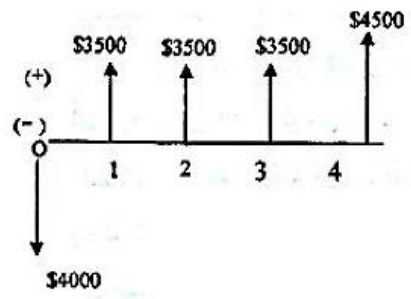
| | | | |
|---|---|---|---|
| 3 | 4500 | 30,000 | 20,000 |
| 4 | 4500 | 35,000 | 20,000 |
| 5 | 4500 | 40,000 | $20{,}000 + 0^{(S)}$ |
| $T_L < T < \hat{T} = 8\ years$ | | | |
| 0 | – | −75,000 | −50,000 |
| 1 | 4500 | 20,000 | 20,000 |
| 2 | 4500 | 20,000 | 20,000 |
| 3 | 4500 | 20,000 | 20,000 |
| 4 | 4500 | 20,000 | 20,000 |
| 5 | 4500 | $^{(N)} - 75{,}000 + 40{,}000$ | 20,000 |
| 6 | 4500 | 20,000 | $^{(N)} - 50{,}000 + 20{,}000$ |
| 7 | 4500 | 25,000 | 20,000 |
| 8 | 4500 | $30{,}000 + 25{,}000^{(S)}$ | $20{,}000 + 25{,}000^{(S)}$ |

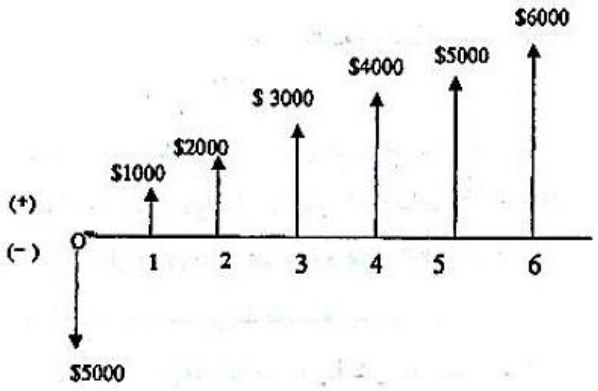
(s) تعني الفترة المتبقية إذا بيع الخيار المعني في نهاية الفترة (t).

(N) تعني شراء وحدة جديدة من الخيار المعني في نهاية الفترة (t).

**مثال:**

يتضمن الشكل أدناه تدفقات نقدية لخيارين استثماريين مطروحين أمام منشأة للاستثمار في أحدهما. ونسبة لأن المنشأة غير قادرة لتحديد أي الخيارين سوف يكون متاحاً في المستقبل، لكن وضعت في الحسبان احتمال أن تجني فائدة استعادة رأس المال إذا أعيد استثماره وتجني 15% كعائد فأي الخيارين تختار.




$$MARR = 15\%$$

**الخيار (1)** **الخيار (2)**

(أ) نختار أطول أفق زمني لهذه الحالة نفترض 6 سنوات عبارة عن أفق زمني لكلا الخيارين حيث تكون التدفقات النقدية مساوية لصفر تحدث في نهاية السنة (5) و (6) للخيار (1) ، عليه عند نهاية فترة المشروعين (الخيارين) سوف تكون القيمة المستقبلية الصافية :

$$FW_1@(15\%) = \$3500(P/A,15,3)(F/P,15,6) + \$4500(F/P,15,2)$$

$$-4000(F/P,15,6) = 3500(2.2832)(2.3131) + 4500(1.3225)$$

$$-4000(2.3131) = \$15,183.29$$

$$FW_2@(15\%) = \$1000(F/A,15,6) + \$1000(A/G,15,6)(F/A,15,6)$$

$$-\$5000(F/P,15,6) = \$(1000(8.7537) + 1000(2.0972)(8.7537)$$

$$-5000(2.3131) = \$15,546.6$$

$$\therefore FW_2(15\%) > FW_1(15\%)$$

عليه يفضل الخيار الاستثماري (2) .

(ب) إذا لم نضع اعتبار للفق الزمني المختلف ويتم ببساطة حساب العائد السنوي خلال 4 سنوات للخيار (1) و 6 سنوات للخيار (2) سوف نجد :

$$AW_1@(15\%, 4) = \$3000.15/year$$

$$AW_2@(15\%, 6) = \$1776.20/year$$

وهذا ينتج عنه أن المشروع (للخيار (1)) هو الأفضل .

## 7.4 إعداد مسار التدفقات النقدية (Developing Cash Flow Profiles):

عند الانتهاء من تحديد مجموعة الخيارات واتخاذ قرار تحديد الأفق الزمني يمكن إعداد شكل التدفقات النقدية للخيارات. وعادة يوضع في الحسبان الأحوال المستقبلية دون الاعتماد كلية على مسار التدفقات النقدية الماضية (السابقة) (past cash flow) للخيارات الاستثمارية. وكل خيار تدفقه النقدي يتم الحصول عليه بمجموع (aggregating) كل مسارات التدفقات النقدية لكل مقترحات الاستثمار الموجودة داخل كل خيار استثماري.

عند إعداد مسار التدفق النقدي لأي خيار فإنه يحتاج لأدق التقديرات عن التكاليف والعائدات السنوية خلال الأفق الزمني ويحتوي على تقدير القيم المتبقية (salvage values) أو القيم الدفترية (book values) أو القيم الكامنة (residual values) لكل الأصول (assets) عند نهاية فترة الأفق الزمني. يجب العناية بتقييم مردود كل خيار استثماري على الأداء الاقتصادي للمنشأة حتى خيار عدم الاستثمار في أي خيار أو الإبقاء على الحالة الراهنة للمنشأة (do nothing) إذا كان هو خيار منافس أو مجدي.

تقديرات التدفقات النقدية تعتمد على المنشأة حيث أنها تصمم نموذج خاص بها يساعد المحلل ويقوده لإعداد مسار التدفقات النقدية.

## 7.5 تحديد معدل العائد المجزي الأدنى (Specifying the MARR):

مقارنة الخيارات الاستثمارية على أساس القيمة الزمنية للنقود تحتاج للخبرة في تحديد أي قيمة زمنية ستستعمل. القيمة النقدية المستخدمة مع طرق التدفقات النقدية المتقطعة تسمى بمعدل العائد المجزي

الأدنى (minimum attractive rate of return) ، أو قيمة هاردل، أو معدل الفائدة المطلوب أو العائد (المردود) من الاستثمار. بغض النظر عن التسمية، تحديد معدل الفائدة مطلوب لتحويل مزيج التدفقات النقدية التي تحدث خلال الأفق الزمني لمقياس اقتصادي ذو معنى يستخدم للتقييم والمقارنة النسبوية للمشاريع أو البدائل الاستثمارية الهندسية.

مجموعة من المنشآت تعامل معدل الفائدة المجزي الأدنى (MARR) كمعامل تعتمد قيمته على نوع الاستثمار قيد الدراسة. والبعض الأخر يستخدم قيمة ثابتة. بغض النظر عن أسس تحديد قيمة هذا المعدل يجب أن تزيد قيمته عن قيمة تكلفة المحافظة على رأس المال (cost of securing capital) أو بالمثل قيمته يجب أن تمثل تكلفة الفرصة البديلة (opportunity cost) لعدم الاستثمار في بقية الخيارات المتاحة. القاعدة المعمول بها يجب أن لا تستثمر النقود (المال) في خيار إذا كان لا يعطي عائد على الأقل أكبر من قيمة معدل الفائدة المجزي الأدنى (MARR) والسبب يعود لأن بعض الفرص الأخرى للاستثمار موجودة وتستثمر بقيمة فائدة تساوي الـ (MARR).

## 7.6 مقارنة الخيارات الاستثمارية:
## (Comparing the Investment Alternatives)

على أساس أن للنقود قيمة زمنية وبتطبيق واحد أو أكثر من مقاييس العائد (المردود) من الاستثمار يمكن مقارنة الخيارات الاستثمارية على أساس الاعتبارات الاقتصادية لاختيار البديل الأمثل. إلى هذه النقطة لم يتم التطرق لذكر ضرائب الدخل (income taxes) والإهلاك (depreciation) وهي قطعاً تؤثر على شكل التدفقات النقدية للخيارات. ولأجل تسهيل مقارنة الخيارات نفترض أن أي من التدفقات النقدية بعد الضرائب والإهلاك أو قبلهما مطلوبان في الدراسة الاقتصادية.

لتوضيح استخدام المقاييس المختلفة لمقارنة البدائل، اعتبر 4 خيارات لها تدفقات نقدية موضحة بالجدول (7.4) لأفق زمني مقداره 5 سنوات ومعدل فائدة مجزي أدنى مقداره 15% بالتالي يمكن إجراء التحليلات التالية:

جدول رقم (7.4) يوضح مسار التدفقات النقدية لخيارات استثمارية .

**جدول (7.4) مسار التدفقات النقدية لخيارات استثمارية**

| نهاية السنة (t) End of year | صافي التدفقات النقدية للخيارات (3، 2، 1) Net cash flow alternatives | | | |
|---|---|---|---|---|
| (t) | $A_0t$ | $A_1t$ | $A_2t$ | $A_3t$ |
| 0 | $0 | $0 | $−50,000 | $−75,000 |
| 1 | $0 | $4500 | $20,000 | $20,000 |
| 2 | $0 | $4500 | $20,000 | $25,000 |
| 3 | $0 | $4500 | $20,000 | $30,000 |
| 4 | $0 | $4500 | $20,000 | $35,000 |
| 5 | $0 | $4500 | $20,000 | $40,000 |

**1. طريقة صافي القيمة الحالية (Net present worth method (NPW)):**

هذه الطريقة تستخدم لمقارنة الخيارات الاستثمارية بحساب صافي القيمة الحالية لكل خيار عند السنة (0) ويفضل الخيار الذي له أكبر قيمة حالية.

**(أ) طريقة الرتب (Ranking approach) :**

$$PW_0@(15\%) = 0$$

$$PW_1@(15\%) = 4500(P/A, 15,5)$$

$$= 4500(3.3522)$$

$$= \$15,085$$

$$PW_2@(15\%) = -50,000 + 20,000(P/A, 15,5)$$

$$= -50,000 + 20,000(3.3522)$$

$$= \$17,044$$

$$PW_3@(15\%) = -75{,}000 + 20{,}000(P/A, 15{,}5) + 5000(P/G, 15{,}5)$$

$$= -75{,}000 + 20{,}000(3.3522) + 5000(5.7751)$$

$$= \$20{,}920$$

بما أن الخيار (3) له أكبر قيمة حالية فهو الأفضل .

**(ب) طريقة الفرق (Incremental Approach):**

تتم عن طريق طرح التدفقات النقدية من بعضها لكل خيارين واستخدام الفرق في التحليل مع ترتيب الخيارات على أساس القيمة الأولية للاستثمار تصاعدياً. فإذا كان صافي القيمة الحالية للفرق أكبر من (صفر) أي موجب يفضل الخيار المتحدي (challenger) عن الخيار المدافع (defender) وسوف يكون الخيار المتحدي أساس المقارنة للخيار التالي حيث يصبح الخيار المتحدي مدافع والخيار الجديد متحدي. فإذا كانت القيمة الحالية للفرق سالبة أي أقل من (صفر) يصبح الخيار المدافع أساس المقارنة مع الخيار التالي، وهكذا.

$PW_{1-0}@(15\%)$ $1 \rightarrow challenger$ متحدي

$0 \rightarrow defender$ مدافع

$$PW_{1-0}@(15\%) = 4500(P/A, 15{,}5)$$

$$= 4500(3.3522)$$

$$= \$15{,}085$$

بما أن $PW_{1-0} > 0$ فالخيار (1) يفضل على الخيار (0)، والخطوة التالية تستخدم الخيار (1) مدافعاً والخيار (2) متحدي.

$PW_{2-1}@(15\%)$ $2 \rightarrow challenger$ متحدي

$1 \rightarrow defender$ مدافع

$$PW_{2-1}@(15\%) = -50{,}000 + 15{,}500(P/A, 15{,}5)$$

$$= -50{,}000 + 15{,}500(3.3522)$$

$$= \$1959$$

بما $PW_{2-1} > 0$ فالخيار (2) يفضل على الخيار (1)، والخطوة التالية تستخدم الخيار (2) مدافعاً والخيار (3) متحدي.

$PW_{3-2}@(15\%)$ $\quad 3 \rightarrow challenger$ متحدي

$2 \rightarrow defender$ مدافع

$$PW_{3-2}@(15\%) = -25{,}000 + 5000(P/G, 15{,}5)$$

$$= -25{,}000 + 5000(5.7751)$$

$$= \$3876$$

بما $PW_{3-2} > 0$ فالخيار (3) يفضل على الخيار (2)، وحيث أنه لا توجد خيارات أخرى لمقارنتها إذن الخيار (3) هو الخيار الأفضل.

في طريقة الفرق إذا كانت صافي قيمة الفروقات يساوي الصفر أو أقل ونسبة لترتيب الخيارات فالخيار التالي المتاح (المتحدي) يقارن مع الخيار السابق (المدافع). مثلاً إذا كانت $PW_{2-1} \leq 0$ إذن الخيار رقم (3) يقارن مع الخيار رقم (1) وهكذا.

**2. طريقة صافي قيمة الإيرادات (الدفعات) المنتظمة السنوية:**

**(Net annual worth method (NAW))**

وفيهما يفضل الخيار صاحب أكبر قيمة للإيرادات السنوية. ويمكن تطبيقها على المثال السابق كالآتي:

**(أ) طريقة الرتب:**

$$AW_0@(15\%) = 0$$

$$AW_1@(15\%) = \$4500/year$$

$$AW_2@(15\%) = -50{,}000(A/P, 15{,}5) + 20{,}000$$

$$= -50{,}000(0.2983) + 20{,}000$$

$$= \$5085/year$$

$$AW_3@(15\%) = -75{,}000(A/P, 15{,}5) + 20{,}000 + 5000(A/G, 15{,}5)$$

$$= \$6242/year$$

بما أن $AW_3 > AW_2 > AW_1 > AW_0$ إذن يفضل الخيار رقم (3).

**(ب) طريقة الفرق:**

$$PW_{1-0}@(15\%) = \$4500/year > 0$$

(يفضل الخيار 1 على 0)

$$AW_{2-1}@(15\%) = -\$50{,}000(A/P, 15{,}5) + \$15{,}500$$

$$= \$585/year > 0$$

(يفضل الخيار 2 على 1)

$$AW_{3-2}@(15\%) = -\$25{,}000(A/P, 15{,}5) + \$5{,}000(A/P, 15{,}5)$$

$$= \$1157/year > 0$$

(يفضل الخيار 3 على 2)

وبما أنه لا توجد خيارات أخرى متاحة يمكن مقارنتها، نخلص إلى أن الخيار (3) هو أمثل الخيارات اقتصادياً.

**3. طريقة صافي القيمة المستقبلية (Net future worth method (NFW)):**

تستخدم طريقة صافي القيمة المستقبلية بنفس الطريقة السابقة. بالرغم من أنها تعتبر من أسهل الطرق في التطبيق إلا أنها لا تستخدم في معظم الأحيان وتستخدم بدلاً عنها الطرق السابقة.

والقاعدة هنا أنه يتم تفضيل الخيار صاحب أعلى قيمة مستقبلية، ويمكن تطبيقها على المثال السابق كالآتي:

**(أ) طريقة الرتب:**

$$FW_0@(15\%) = 0$$

$$FW_1@(15\%) = \$4500(F/A, 15,5)$$

$$= \$30,341$$

$$FW_1 > FW_0$$

$$PW_2@(15\%) = -50,000(F/P, 15,5) + 20,000(F/A, 15,5)$$

$$= \$34,278$$

$$FW_2 > FW_0$$

$$PW_3@(15\%) = -75,000(F/P, 15,5) + 20,000(F/A, 15,5) +$$

$$50,000(P/G, 15,5)(F/P, 15,5)$$

$$= \$42,073$$

بما أن $FW_3 > FW_2$ أي أن الخيار (3) صاحب أعلى قيمة مستقبلية فهو يفضل من دون الخيارات الأخرى.

**(ب) طرقة الفرق:**

$$FW_{1-0}@(15\%) = \$4500(F/A, 15,5)$$
$$= \$30,341 > 0$$

(يفضل الخيار 1 على 0)

$$FW_{2-1}@(15\%) = -\$50,000(F/P, 15,5) + \$15,500(F/A, 15,5)$$

$$= \$3937 > 0$$

(يفضل الخيار 2 على 1)

$$FW_{3-2}@(15\%) = -\$25{,}000(F/P,15{,}5) + \$5{,}000(P/G,15{,}5)(F/P,15{,}5)$$

$$= \$7795 > 0$$

(يفضل الخيار 3 على 2)

وبما أن الخيار (3) أخر ، إذن يفضل دون الخيارات الأخرى.

**4. طريقة معدل العائد الداخلي (العائد على الاستثمار)**

**(Internal rate of return (IRR)):**

يعرف معدل العائد الداخلي بأنه معدل الفائدة الذي يجعل صافي القيمة المستقبلية أو القيمة الحالية أو الدفعات المنتظمة (الإيرادات) للتدفقات النقدية تساوي (صفر). وهي من الطرق التي لا تستخدم بصورة صحيحة في المقارنة غالباً ويجب استخدام طريقة الفرق فقط. وتكون القاعدة تفضيل الخيار الذي قيمة معدله الداخلي أكبر من معدل الفائدة المغري الأدنى ويمكن تطبيق هذه الطريقة على المثال السابق.

$$(i)_{1-0}$$

$$FW_{1-0}@(i) = 0 = \$4500(F/A,i,5)$$

$$Since\ FW = \frac{A}{i}[(1+i)^n - 1]$$

إذن قيمة $(i)$ التي تجعل المقدار $FW$ يساوي صفر هي $(\infty)$

$$\therefore FW_{1-0} = 0$$

$$\therefore i_{1-0} = \infty\%$$

$$i_{1-0} > MARR(15\%)$$

(يفضل الخيار 1 على 0)

$$FW_{2-1}@(i) = 0 = -\$50{,}000(F/P,i,5) + 15{,}500(F/A,i,5)$$

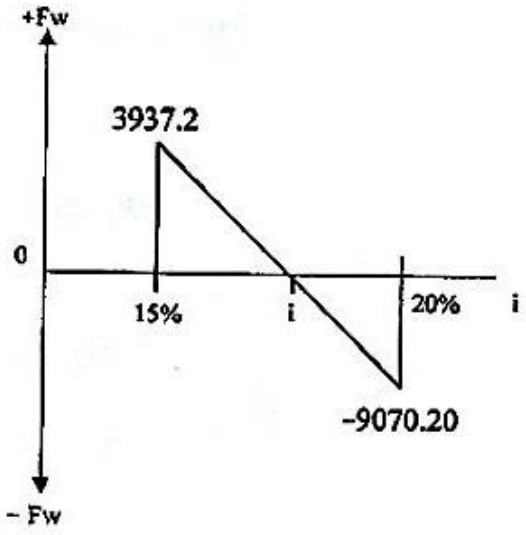
عند $i = 15\%$

$$@i = 15\% \ \$0 \neq -50{,}000(2.0114) + 15{,}500(6.7424) = 3937.2$$

عند $i = 20\%$

$$@i = 20\% \ \$0 \neq -50{,}000(2.4883) + 15{,}500(7.4416) = -9070.20$$

عن طريق الاستكمال (Interpolation) by:




$$i_{2-1} = \left[\frac{3937.2}{(3937.2 + 9070.20)}\right] \times 0.05 + 015$$

$$\therefore i_{2-1} = 0.1651$$

$$= 16.15\% > MARR(15\%)$$

(يفضل الخيار 2 على 1)

$$FW_{3-2}@(i) = \$0 = -25{,}000(F/P, i, 5) + 5{,}500(F/P, i, 5)$$

$$@i = 15\% \ \$0 \neq -25{,}000(2.0114) + 5{,}000(5.7751)(2.0114) = 7795.18$$

$$@i = 20\% \ \$0 \neq -25{,}000(2.4883) + 5{,}000(4.9061)(2.4883) = -1168.26$$

عن طريق الاستكمال (by Interpolation):

$$i_{3-2} = 0.1935$$

$$= 19.35 > MARR(15\%)$$

(يفضل الخيار 3 على 2)

بما أن الخيار (3) هو أخر خيار متاح للمقارنة ، إذن يفضل الخيار رقم 3 على بقية الخيارات.

كما ذكر آنفاً فعادة ما يستخدم متخذي القرار طريقة (IRR) بصورة خاطئة حيث يحسبون هذا المعدل (IRR) لكل خيار على حدة. ويتم اختيار صاحب أعلى قيمة معدل، وبالتالي يتم تجاهل الحقيقة التي تقول أن أي قيمة باقية للقرض (uncovered amount) سوف تجنى فقط الـ (MARR) . ولحالة هذا المثال الخيار رقم (1) يجنى معدل (IRR) ∞% والخيار رقم (2) يجنى حوالي 28.73% والخيار رقم (3) يجنى حوالي 24.90% إذا تمَّ احتساب كل خيار على حدة كما هي مرتبة ، فإن الخيار رقم (1) هو الأفضل. وهذا ليس صحيحاً.

**5. طريقة نسبة المدخرات إلى الاستثمار أو نسبة الفوائد إلى التكاليف:**

**(Saving/Investment or benefit/costs ratio (SIR))**

وهي النسبة بين صافي القيمة الحالية لكل التدفقات الموجبة على صافي القيمة الحالية لكل التدفقات السالبة. لكي يتم تفضيل خيار يستثمر بمعدل مغري MARR يجب أن تكون هذه النسبة أكبر من واحد (1) وتستخدم هذه الطريقة في مقارنة مشاريع القطاع العام (public sector projects)

$$SIR_j@(i) = \frac{\sum_{t=0}^{n} Rjt(1+t)^{-t}}{\sum_{t=0}^{n} Rjt(1+t)^{-t}}$$

$A_{jt}$ = صافي التدفق النقدي للخيار المستثمر $j$ في الفترة $(t)$ .

$$R_{jt} = \begin{cases} A_{jt}, if \quad A_{jt} \geq 0 \\ 0, other\ wise \end{cases}$$

$$C_{jt} = \begin{cases} -A_{jt}, if \quad A_{jt} < 0 \\ 0, other\ wise \end{cases}$$

وبتطبيق الطريقة على المثال:

$$SIR_{1-0}@(15\%) = \frac{4{,}500(P/A, 15{,}5)}{0} = \infty$$

$$\therefore SIR_{1-0}@(15\%) > 1$$

(يفضل الخيار 1 على 0)

$$SIR_{2-1}@(15\%) = \frac{15{,}500(P/A, 15{,}5)}{50{,}000}$$

$$= \frac{15{,}500(3.3522)}{50{,}000} = 1.04$$

$$\therefore SIR_{2-1}@(15\%) > 1$$

(يفضل الخيار 2 على 1)

$$SIR_{3-2}@(15\%) = \frac{5{,}000(P/G, 15{,}5)}{25{,}000}$$

$$= \frac{5{,}000(5.7751)}{25{,}000} = 1.16$$

$$\therefore SIR_{3-2}@(15\%) > 1$$

(يفضل الخيار 3 على 2)

إذن يفضل الخيار (3) على باقي الخيارات.

**6. طريقة فترة الاسترداد (Payback period method):**

هذه الطريقة تحدد الفترة اللازمة لاسترداد رأس المال المستثمر باستخدام التدفقات النقدية التالية للاستثمار الأولي دون اعتبار قيمتها بالنسبة للزمن أي $(i = 0)$ . وتستخدم كمقياس مساعد او ثانوي لاختيار البديل الأمثل. وفيها يفضل الخيار (البديل) صاحب أقل فترة استرداد $(mj)$ .

$$\sum_{t=1}^{mi} R_{jt} \geq C_{jo}$$

$C_{jo}$ هو رأس المال (الاستثمار) الأولي للخيار $(j)$

$R_{jo}$ صافي التدفق النقدي المتحصل عليه للخيار $(j)$ خلال الفترة $(t)$

وبتطبيق هذه الطريقة على المثال السابق.

الخيار رقم (0): ليس له معنى عند استخدام فترة الاسترداد.

الخير رقم (1): نسبة لأن ليس لديه رأس مال مستثمر ففترة استرداده لحظية.

الخيار رقم (2):

$$\sum_{t=1}^{2} R_{2t} = 20{,}000 + 20{,}000 = 40{,}000 < C_{20} = 50{,}000$$

$$\sum_{t=1}^{3} R_{2t} = 20{,}000 + 20{,}000 + 20{,}000 = 60{,}000 > C_{20} = 50{,}000$$

∴ فترة الاسترداد هي 2.5 سنة أو 3 سنوات .

الخيار (3):

$$\sum_{t=1}^{3} R_{3t} = 20{,}000 + 25{,}000 + 30{,}000 = 75{,}000 > C_{30} = 75{,}000$$

∴ فترة الاسترداد بالضبط 3 سنوات.

بترتيب الخيارات على حسب فترة الاسترداد (أقل فترة mj).

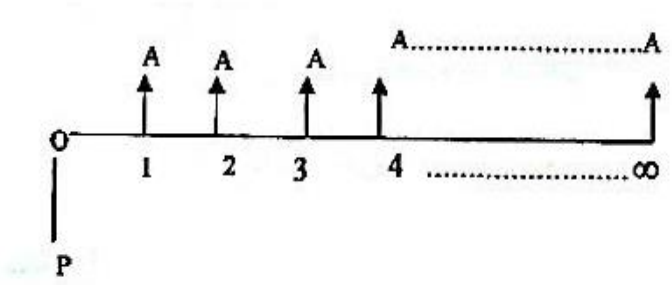
يأتي الخيار (1) في المقدمة، يليه الخيار (2)، ثم الخيار (3)، ويلاحظ أن ترتيبها عكسي تماماً بالنسبة لطرق المقارنة السابقة.

**7. طريقة العائد على رأس المال والإيرادات الدائمة:**

**(Perpetuities and capitalized worth method)**

وهي نوع خاص لسلسلة من التدفقات النقدية المنتظمة الدائمة (perpetuity) وهي مستمرة إلى ما لا نهاية وهي حالة خاصة لأن التدفقات النقدية التي تم اعتبارها غير منتهية وهي استخدمت مؤخراً في دنيا الأعمال، وهي تناسب المشاريع طويلة الأمد، مثل الكباري، طرق المرور، المشاريع الغابية أو المشاريع التي أعمارها تزيد عن 50 سنة.

إذا كانت P هي القيمة المودعة في قرض قيمة معدل فائدته $(i)$ لكل فترة سحب و A تساوي قيمة الدفعات المسحوبة في كل فترة إلى ما لا نهاية.




من القانون:

$$P = A\frac{[(1+i)^n - 1]}{i(1+i)^n}$$

$$P = \frac{A}{i}\frac{[(1+i)^n - 1]}{(1+i)^n} \qquad n = \infty$$

$$\therefore P = \frac{A}{i}$$

$$Cw_j = \frac{Aj/year}{MARR\ (i)}$$

والقاعدة يفضل الخيار صاحب أعلى قيمة لـ $C_W$

بالنسبة للمثال السابق:

الخيار (0):

$$Cw_0@(15\%) = \frac{0}{15} = 0$$

الخيار (1):

$$Cw_1@(15\%) = \frac{Aw_1@(15\%)}{15\%} = \frac{4{,}500}{0.15} = \$30{,}000$$

الخيار (2):

$$Cw_2@(15\%) = \frac{Aw_2@(15\%)}{15\%} = \frac{5085}{0.15} = \$33{,}900$$

الخيار (3):

$$Cw_3@(15\%) = \frac{Aw_3@(15\%)}{15\%} = \frac{62415}{0.15} = \$41{,}610$$

يفضل الخيار رقم (3) نسبة لأنه صاحب أعلى قيمة عائد لـ $C_W$ أما إذا تم استخدامها في حالة تكاليف دائمة (capitalized cost) فيفضل الخيار صاحب أقل تكاليف.

## 7.7 تحليل الاستبدال (Replacement Analysis):

يعتبر من الطرق المستخدمة بكثرة في مقارنة الخيارات. في بعض المنشآت يجري هذا التحليل روتينياً في سبيل التأكد من أن أفضل المعدات والإمكانات تعمل في الخدمة مقارنة بفرص نجاحها.

هنالك مجموعة من الأسباب وراء إجراء إحلال المعدات منها:

1. الأصول الحالية لها مجموعة من المشاكل والضعف في بعض الجوانب مثل (التكاليف العالية للتجهيز والصيانة، قلة الكفاءة الإنتاجية، الاستغلال العالي للطاقة، التدهور الفيزيائي والتلف).

2. الأصول (الخيارات) المنافسة قد تتميز عنها بالتقنية الحديثة، سهولة التجهيز، تكلفة صيانتها قليلة، كفاءة إنتاجية أعلى، استغلال للطاقة بكفاءة، ... ).

3. البيئة المحيطة تؤثر على قرار الإحلال مثل تغيرات الطلب وتفضيلات الزبون.

هي تحليل الإحلال (الاستبدال) أحد الخيارات الواجب مقارنتها هو الإبقاء على الوضع الراهن (status-quo) حيث يعطي نفس الفرصة مع الخيارات الأخرى. وبالتالي تتبع نفس الطريقة المنتظمة التي استخدمت من قبل في عملية المقارنة.

تحليل الاستبدال بالميول (emotional) أو التحيز للقرب والارتباط بالأصول الحالية خاصة إذا كنا من المزكيين لها من قبل.

هنالك طريقتين تستخدمان لإجراء تحليل الاستبدال:

الأولى: طريقة التدفقات النقدية (cash flow approach)، والثانية: طريقة وجهة النظر الخارجية (out sider viewpoint).

**1. طريقة التدفقات النقدية (Cash flow approach):**

تسمى وجهة النظر الداخلية (insider viewpoint). لا يتم فيها إضافة رأس المال إذا أبقي على الأصول الحالية. ويتم اعتبار قيمة السوق (trade-in) لهذه الأصول. ويتم النظر للتكاليف التاريخية غير المغطاة على أنها تكاليف غارقة (sunk costs) ولا يجب اعتبارها داخل الدراسة الاقتصادية التي تضع اعتبار للمستقبل، عدا تلك التكاليف التي تؤثر على ضريبة الدخل إذا تم التخلص وإحلال هذه الأصول.

الأفق الزمني الذي يجب استخدامه يجب ان يحدده المحلل أو متخذ القرار، وكما هو معلوم الأصول الحالية والخيارات البديلة لإحلالها يجب أن تقارن وفق فترة زمنية موحدة تستكمل خلالها التدفقات النقدية، لكنها لا تمتد لأكثر من الأفق الزمني لكل خيار. ونسبة لأن الأصول الحالية (المراد استبدالها) عمرها المتبقي دائماً أقل من الأصول الجديدة، تختار طريقة أقل أفق زمني بين الخيارات (shortest life among alternatives).

**مثال:**

منشأة كيميائية تمتلك مرشح (filter) تم شراءه قبل 3 سنوات من الآن بمبلغ 30,000$ . تكاليف الصيانة والتشغيل الحقيقية (O & M) التي لا تتضمن تكاليف العمالة كانت 4,000$، 5,000$ و 6,000$ للثلاث سنوات الماضية، كما موضح بالجدول التالي. تم تقدير أن المرشح يمكن أن يستخدم

لفترة 5 سنوات قادمة وسوف تكون قيمته المتبقية عندها 2,000$ .

العائد من الأصول الغير مهلكة (undepreciated) للمرشح ظهر في دفتر الحسابات بقيمة 12,600$ . نسبة للتطور التكنولوجي خلال الثلاث سنوات أنتج نوع أخر ممتاز ومنافس لهذا المرشح. ونتيجة لذلك قيمة السوق الحالية لهذا النوع المستخدم تساوي فقط 9,000$. إذا تم الإبقاء على المرشح المستخدم فإنَّ تكاليف صيانته وتشغيله سوف تظهر كما تمَّ تقديرها في الجدول.

المرشح الجديد متاح ويمكن شراءه بمبلغ 36,000$ وعمره 10 سنوات، تكاليف صيانته وتشغيله السنوية والقيمة المتبقية موضحة بالجدول أدناه. حيث الخيار (1) المرشح قيد الاستعمال والخيار (2) المرشح الجديد.

| **الخيار (1)** | | **الخيار (2)** | | |
|---|---|---|---|---|
| **End of year (t) نهاية السنة (t)** | **Operating and maintenance cost تكاليف الصيانة والتشغيل** | **End of year (t) نهاية السنة (t)** | **Operating and maintenance cost تكاليف الصيانة والتشغيل** | **Salvage (st) القيمة المتبقية (st)** |
| -3 | - | 0 | - | 360000 |
| -2 | -4000 | 1 | - | 30000 |
| -1 | -5000 | 2 | -1000 | 24600 |
| 0 | -6000 | 3 | -2000 | 19800 |
| 1 | -7000 | 4 | -3000 | 15600 |
| 2 | -8000 | 5 | -4000 | 12000 |
| 3 | -9000 | 6 | -5000 | 9000 |
| 4 | -10000 | 7 | -6000 | 66000 |
| 5 | -11000 | 8 | -7000 | 4800 |
| | | 9 | -8000 | 3600 |
| | | 10 | -9000 | 3000 |

نسبة لأن المرشح القديم يمكن استخدامه فقط لفترة 5 سنوات أخرى، إذن الأفق الزمني المستخدم في المقارنة هو 5 سنوات. وسوف تكون القيمة المتبقية للمرشح الجديد 12000$ في نهاية 5 سنوات.

يمكن إعداد التدفقات النقدية لمقارنة الخيارين في الجدول التالي:

| End of year (t) نهاية السنة (t) | Alternative (1) (NCF) الخيار (1) (NCF) $A_1t$ | Alternative (2) (NCF) الخيار (2) (NCF) $A_2t$ | Difference in (CF) الفرق (CF) $A_2t - A_1t$ |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | -36000+9000 | -27000 |
| 1 | -7000 | 0 | 7000 |
| 2 | -8000 | -1000 | 7000 |
| 3 | -9000 | -2000 | 7000 |
| 4 | -10000 | -3000 | 7000 |
| 5 | -11000+2000 | -4000+12000 | 17000 |

قيمة السوق 9000 للمرشح القديم أظهرت تدفق نقدي موجب للخيار الثاني لأنه سوف يباع إذا تم شراء المرشح الجديد. إذا تم حساب العائدات السنوية لكل خيار بمعدل فائدة مغري أدنى مقداره 15% يمكن الحصول على النتائج التالية:

$$AW_1@15\% = -7000 - 1000(A/G, 15\%, 5) + 2000(A/F, 15\%, 5)$$
$$= -7000 - 1000(1.7228) + 2000(0.1483)$$
$$= -\$8426.20/year$$
$$AW_2@15\% = -27000(A/P, 15\%, 5) - 1000(A/G, 15\%, 5) + 12000(A/F, 15\%, 5)$$
$$= -27000(0.29883) - 1000(1.7228) + 12000(0.1483)$$
$$= -\$7997.30/year$$

على أساس العائدات السنوية هنالك فرق 428.90/year. عليه يفضل شراء المرشح الجديد وبيع أو إحلال القديم.

يلاحظ أنه يتم تجاهل تكاليف الصيانة والتشغيل التي تحدث بعد السنة الخامسة إذا تم شراء المرشح الجديد. السبب في عدم تضمين تلك التكاليف هو تحديد الأفق الزمني بخمس سنوات وهو أقصى عمر مفيد للمرشح القديم، والذي سوف يتم إحلاله بعدها إذا صار قيد الخدمة. وبالتالي إذا تم تضمين أي تدفقات نقدية تحدث لاحقاً لخيار معين يكون هنالك تحيز ما لم يتم تضمين التدفقات النقدية للخيارات الأخرى.

أيضاً يلاحظ أن التكلفة الأولية 30000 والقيمة الدفترية 12600 للمرشح القديم لم تظهر كتدفق نقدي. فالتكلفة الأولية صارت تكلفة تاريخية (إلا في حالة تأثيرها على ضريبة الدخل) والقيمة الدفترية 12600 ليست تدفق نقدي. الفرق بين القيمة المسجلة (الدفترية) وقيمة السوق 9000$ هو 3600 تعتبر تكاليف غارقة (sunk cost).

غالباً ما يلجأ المحللون لإضافة هذا الفرق للتكلفة الأولية للخيار المتحدي، في محاولة تغطيته وهذا غير صحيح وسوف يكون متخذ القرار متحيز ضد مقترحات الاستبدال الأخرى.

إذا تم إضافة التكلفة الغارقة 3600 للتكلفة الأولية سوف تنخفض العائدات السنوية للمرشح الجديد بما مقداره $3600\ (A/P, 15\%, 5)$ – أي:

$$-7997.30 - 3600(0.2983) = 9071.188/year$$

وعلى هذا سوف يتم تفضيل الخيار (1) أي المرشح القديم بطريقة خاطئة ويتم الاستمرار في تشغيل مرشح ردئ اقتصادياً.

**مثال:**

لنفس المثال السابق. إذا تمت الرغبة في استخدام أفق زمني مقداره 10 سنوات وسوف تكون قيمة المرشح القديم 31000 بعد نهاية 5 سنوات من الآن اعتماداً على تنبؤات نمو تقنية المرشحات. صافي تكاليف الصيانة والتشغيل السنوية والقيمة المتبقية بالجدول التالي. يمكن الحصول على الآتي:

| End of year (t) نهاية السنة (t) | Alternative (1) (NCF) صافي التدفق النقدي للخيار (1) $A_1t$ | Alternative (2) (NCF) صافي التدفق النقدي للخيار (2) $A_2t$ |
|---|---|---|
| 0 | 0 | -36000+9000 |
| 1 | -7000 | 0 |
| 2 | -8000 | -1000 |
| 3 | -9000 | -2000 |
| 4 | -10000 | -3000 |
| 5 | -11000+2000-3000 | -4000 |
| 6 | 0 | -5000 |
| 7 | -1000 | -6000 |
| 8 | -2000 | -7000 |
| 9 | -3000 | -8000 |
| 10 | -4000+15000 | -9000+3000 |

$$AW_1@15\% = -7000(P/A,15\%,5) - 1000(P/G,15\%,5) - 29000(P/F,15\%,5)$$
$$-1000(P/G,15\%,5)(P/F,15\%,5) + 15000(P/F,15\%,5) \times$$
$$(A/P,15\%,10) = -8534.92/year$$

$$AW_2@15\% = -27000(A/P,15\%,5) - 1000(A/G,15\%,5) + 300(A/F,15\%,5)$$
$$= -8616.40/year$$

يلاحظ أن الفرق في العائدات السنوية للخيارين هو $81.48/year$ ، والخيار الأول أصبح أكثر اقتصادية.

هذا تم على أساس التنبؤات (forecasts) للتدفقات النقدية خلال الخمس سنوات القادمة للخيار الأول.

**2. طريقة وجهة النظر الخارجية (Outsider viewpoint):**

دائماً تفضل وجهة النظر الخارجية لأنها تدفع متخذ القرار (المحلل) للنظر للخيار العامل (current assets) ومنافسيه نظرة محايدة. أي لا يوجد خيار عامل، وبالتالي له كامل الحرية في أيهما يختار. في هذه الطريقة تمثل القيمة المتبقية للخيار العامل قيمة استثماره إذا أعيد للخدمة.

**مثال:**

باستخدام وجهة النظر الخارجية لنفس المثال السابق لأفق زمني مقداره 5 سنوات وبنفس معدل الفائدة. الجدول التالي يوضح التدفقات النقدية لكلا الخيارين.

| End of year (t)<br>نهاية السنة (t) | Alternative (1) (NCF)<br>صافي التدفق للخيار (1) (NCF) $A_1t$ | Alternative (2) (NCF)<br>صافي التدفق للخيار (2) (NCF) $A_2t$ | Difference in (CFS)<br>فرق التدفقات النقدية $A_2t - A_1t$ |
|---|---|---|---|
| 0 | -9000 | -36000 | -27000 |
| 1 | -7000 | 0 | 7000 |
| 2 | -8000 | -1000 | 7000 |
| 3 | -9000 | -2000 | 7000 |
| 4 | -10000 | -3000 | 7000 |
| 5 | -11000+2000 | -4000+12000 | 17000 |

$$AW_1@15\% = -9000(A/P, 15\%, 5) - 7000 - 1000(A/G, 15\%, 5) + 2000(A/F, 15\%, 5)$$
$$= -9000(0.2983) - 7000 - 1000(1.7228) + 2000(0.1483)$$
$$= -\$111100/year$$

$$AW_2@15\% = -36000(A/P, 15\%, 5) - 1000(A/G, 15\%, 5) + 12000(A/F, 15\%, 5)$$
$$= -36000(0.2983) - 1000(1.7228) + 12000(0.1483)$$
$$= -\$1068200/year$$

يلاحظ أن الفرق في الدفعات السنوية هو $428.90/year$ لصالح المرشح الجديد.

## 7.8 فترة الاستبدال المثالية (Optimum Replacement Interval):

بالرغم من أن معاملة قرار الإحلال يمكن أن يعطي الحجة المنطقية كبديل أخر للمقارنة الاقتصادية، نجد هنالك مجموعة من المنشآت تفشل في العناية بالتدقيق (scrutiny) في تطبيق الأساس الزمني على معداتها الحالية.

بالرغم من حقيقة أن دراسات الإحلال يتمخض عنها تقليل معتبر في التكاليف، إلا أن هنالك منشآت تؤجل (postpone) استبدال الأصول ، وقد يكون السبب في ذلك أن قرار الإحلال يجلب التغيير، ومقاومة التغيير شيء متجذر في الأفراد.

بعض الأسباب لتأخير إحلال الأصول إلى ما بعد الفترة الاقتصادية للإحلال:

1. المنشأة تجني الربح من أصولها الحالية.
2. المعدات الحالية تعمل وتعطي جودة مقبولة.
3. هنالك مخاطرة وعدم تأكد في التنبؤ بتكاليف المعدات الجديدة، بينما نسبياً هنالك يقين أو تأكد عن تكاليف ومنصرفات المعدلات الحالية.
4. قد يكون التمويل المتاح محدود لجلب معدات جديدة بينما ليست هنالك محدودية لتمويل المعدات الحالية.
5. قد يكون هنالك عدم تأكد يتعلق بالطلب المستقبلي لخدمات ومنتجات المعدات الجديدة.

6. هنالك حدس (anticipation) في أن التحسن المستقبلي للتكنولوجيا قد يصير أو يجعل معه المعدات لمتوفرة حالياً متقادمة.

من المعلوم أن أي معدة تتقادم بازدياد استعمالها فإن تكاليف تشغيلها وصيانتها تزيد، وفي نفس الوقت فإن تكلفة استعادة رأس المال تنخفض (capital recovery cost) بمرور الزمن.

بجمع أو إضافة تكلفة استعادة رأس المال المتناقصة إلى تكاليف التشغيل والصيانة المتزايدة فإن ذلك يعطي التكاليف السنوية المنتظمة المكافئة.

إذا أمكن التنبؤ بتكاليف التشغيل والصيانة لكل سنة من سنوات الخدمة وتقدير القيمة المتبقية لمختلف أعمار الإحلال يمكن تحديد فترة الاستبدال المثلى للمعدة عندما تكون قيمة التكاليف السنوية المنتظمة المكافئة (EUAC) أقل ما يمكن. أرجع إلى الشكل (7.1).

أي عند:

$$\frac{d}{dn}(E.U.A.C) = 0$$

حيث: Equivalent Uniform Annual Cost = EUAC

بشرط أن:

1. يكون الأفق الزمني من مضاعفات فترة الإحلال المختارة.

2. في كل مرة يتم فيها إحلال المعدة بأخرى جديدة يكون لها نفس مسار التدفق النقدي.

**مثال:**

ضاغط صغير الحجم يمكن شراؤه بمبلغ 1000$ . قيمته المتبقية يمكن تجاهلها بغض النظر عن فترة الاستبدال. تكاليف الصيانة والتشغيل السنوية قدرت أنها تزيد بحوالي $75/year (سنوياً). إذا كانت هذه التكاليف في السنة 150$ ، ومعدل الفائدة المغري الأدنى 20% . أحسب التكلفة السنوية المنتظمة المكافئة ومن ثم حدد متى يمكن إحلال الضاغط بأخر جديد من نفس النوع.

$$EUAC(n=1) = 1000(A/P, 20\%, 1) + 150 + 75(A/G, 20\%, 1)$$

$$= 1350.00/year$$

$$EUAC(n=2) = 1000(A/P, 20\%, 2) + 150 + 75(A/G, 20\%, 2)$$

$$= 838.59/year$$

$$EUAC(n=3) = 1000(A/P, 20\%, 3) + 150 + 75(A/G, 20\%, 3)$$

$$= 690.63/year$$

$$EUAC(n=4) = 1000(A/P, 20\%, 4) + 150 + 75(A/G, 20\%, 4)$$

$$= 631.87/year$$

$$EUAC(n=5) = 1000(A/P, 20\%, 5) + 150 + 75(A/G, 20\%, 5)$$

$$= 607.44/year$$

$$EUAC(n=6) = 1000(A/P, 20\%, 6) + 150 + 75(A/G, 20\%, 6)$$

$$= 599.11/year$$

$$EUAC(n=7) = 1000(A/P, 20\%, 7) + 150 + 75(A/G, 20\%, 7)$$

$$= 599.17/year$$

$$EUAC(n=8) = 1000(A/P, 20\%, 8) + 150 + 75(A/G, 20\%, 8)$$

$$= 603.77/year$$

$$EUAC(n=9) = 1000(A/P, 20\%, 9) + 150 + 75(A/G, 20\%, 9)$$

$$= 610.83/year$$

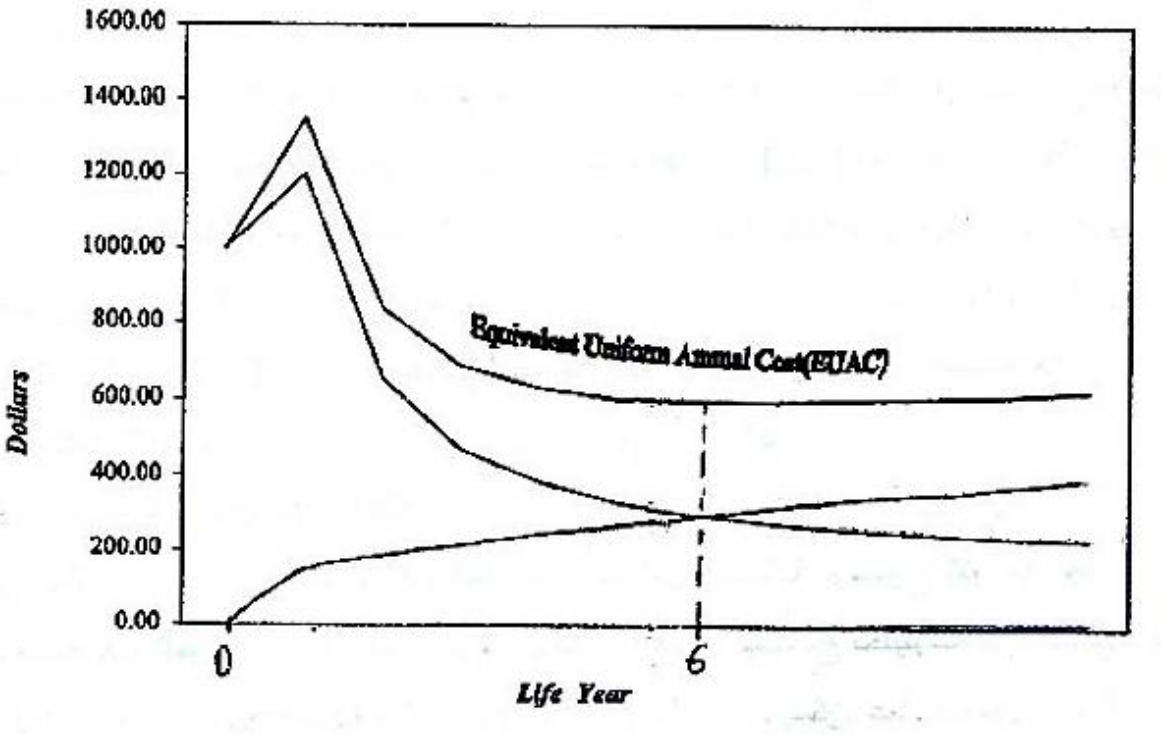
$$EUAC(n=10) = 1000(A/P, 20\%, 10) + 150 + 75(A/G, 20\%, 10)$$

$$= 619.04/year$$

$$EUAC(n=11) = 1000(A/P, 20\%, 11) + 150 + 75(A/G, 20\%, 11)$$

$$= 627.8/year$$

يلاحظ كلما زادت $n$ عن 6 سنوات، فإن التكاليف السنوية المنتظمة المكافئة تزيد، عليه لهذا المثال أنسب فترة لاستبدال الضاغط بأخر جديد هي 6 سنوات.




**شكل (7.1) Portrayal Components of Equivalent Annual Costs**

## 7.9 القيام بالتحاليل الإضافية (Performing Supplementary Analysis):

في معظم الأحيان يكون للإدارة عدم ثقة في تقديرات التكاليف والعائدات والمدخرات لبعض الأجزاء التي من الصعوبة بمكان قياسها كمياً نتيجة لتجاهل تكاليف وعوائد التخزين، الطاقة تحسين الجودة، تقليل الحيز، زيادة المرونة، وهكذا.

التحليل الإضافي يتيح آلية لتقويم المردود من قرار الاختيار على القيم التي من الصعوبة بمكان قياس مردودها مثل التكاليف والعوائد الغير مرئية (الغير محسوسة) (intangible benefits and cost)، أيضاً يعطي مستوى عالي من الثقة للإدارة في النتائج المتحصلة من التقنين الاقتصادي لعملية

الاختيار وبالتالي فائدتها في رفع مستوى ثقة الإدارة في التحليل الاقتصادي. ومن بين طرق التحليل الإضافي الذي يمكن القيام به:

**1. تحليل نقطة التعادل (Breakeven analysis):**

يمكن القيام به عندما تكون هنالك ثقة لواحد أو أكثر من العوامل أن قيمته غير معروفة وذلك بالحكم على قيمته هل أقل أم أكبر من قيمة التعادل. كل حسابات التكافؤ هي أمثلة على تحليل نقطة التعادل.

**2. تحليل الحساسية (Sensitivity analysis):**

يهتم هذا المؤشر بأثر التغيرات في واحد أو أكثر لقيمة العوامل المستخدمة في الدراسة على العائد (المردود) الاقتصادي. والهدف منه تحديد استجابة قرار اختيار البديل لقيم العوامل التي تم استخدامها ومن بين هذه العوامل التي تخضع للتغيرات (أي لا تحدد قيمتها بثقة certain) تشمل الأفق الزمني، معدل العائد المغري (المجزي) (MARR) وأي قيمة تدفق نقدي. حيث نجد أن الطريقة التي نتحصل فيها على تقديرات التدفقات النقدية (MARR) والأفق الزمني ليست دقيقة فتحليل الحساسية يستخدم لمحاولة احتواء العناصر الغير صحيحة (inexact) في حكمنا الاقتصادي، وذلك بفرض نسبة خطأ في تقديراتها.

**3. تحليل المخاطرة (Risk analysis):**

في تحليل المخاطرة يتم تمثيل قيم العناصر (العوامل) الممكنة بوضوح كتوزيع احتمالي، وذلك بمعاملة هذه العوامل كمتغيرات عشوائية ويمكن عمل نماذج تحليلية أو نماذج محاكاة (simulation models) للأداء الاقتصادي للخيارات، ويمكن عمل مجموعة متتالية من المقارنات بين الخيارات على أساس التوزيع الاحتمالي لقياس العائد (المردود)، مثلاً التوزيع الاحتمالي للقيمة الحالية.

## 7.10 تدريبات عامة (General Exercises):

(1) شركة النيل للبترول. لديها 4 مقترحات D, C, B, A . المقترح B يعتمد على المقترح A أو D ، في حين أن المقترح A يعتمد على المقترح B أو C . رأس المال المستثمر الأولي لهذه المقترحات $420000، $60000، $450000، $300000 على الترتيب. إذا كانت ميزانية الشركة تسمح بتمويل أي استثمار في حدود $600000 . بوضوح تام حدد كل الخيارات التي يجب اعتبارها في المقارنة .

(2) شركة الكمالي الهندسية للتصنيع لديها الرغبة في اختيار أحد للماكينتين التاليتين:

| التكاليف | الماكينة (1) | الماكينة (2) |
|---|---|---|
| التكلفة الأولية | $10000 | $12000 |
| الأفق الزمني | 6 years | 6 years |
| القيمة المتبقية | $1000 | $1000 |
| تكلفة الصيانة والتشغيل للسنة K | $(800+80K) | $(200+100K) |

معدل الفائدة 12% .

a. بوضوح جد صافي التدفقات النقدية لكل خيار مستقلاً عن الآخر.

b. أي ماكينة يمكن أن تختارها، مستخدماً طريقة الرتب و

i. طريقة صافي القيمة الحالية (NPW).

ii. طريقة صافي القيمة المستقبلية (NFW).

iii. طريقة صافي الدفعات السنوية (NAW).

iv. طريقة معدل العائد الداخلي (IRR).

v. مستخدماً الفرق وطريقة صافي المدخرات على الاستثمار (SIR).

(3) مضختان غاطستان (submergible) قيد الدراسة من قبل شركة ما، بيانات تكاليفهما كالآتي:

| التكاليف | Pump (1) | Pump (2) |
|---|---|---|
| التكلفة الأولية | $9000 | $14000 |
| القيمة المتبقية | $0 | $1000 |
| تكلفة التشغيل السنوية | $1600 | $1100 |
| العمر | 5 years | 10 years |

كلا المضختان تحتاج لأفق زمني مقداره 10 سنوات. الشركة تستخدم معدل فائدة 15% كـ (MARR) لمقارنة استثماراتها.

a. أوجد صافي مسار التدفقات النقدية لكل خيار على حدة.

b. مستخدماً طريقة الرتب و

i. صافي القيمة الحالية (NPW).

ii. صافي القيمة المستقبلية (NFW).

iii. الدفعات السنوية (NAW).

iv. معدل العائد الداخلي (IRR).

v. مستخدماً الفرق وطريقة صافي المدخرات على التكاليف (B/C).

(4) شركة سوداتل للاتصالات اشترت كبانية رقمية قبل 5 سنوات من الآن بمبلغ 300000$ . هذه الكبانية قيمتها حالياً تساوي 70000$ . إذا استمرت في الخدمة فإن يجب أن تلحق بها أخرى X تكلف 200000$ عند نهاية 10 سنوات. إذا احتفظت بالكبانية القديمة في الخدمة تكلفة صيانتها وتشغيلها السنوية 55000$ وسوف تكون قيمتها المتبقية 15000$ في نهاية 10 سنوات. كخيار بديل لإعادة الكبانية القديمة في الخدمة يمكن إحلالها بكبانية من النوع Y والتي قدرت قيمتها بـ 400000$

، تكلفة تشغيلها وصيانتها قدرت بمبلغ 70000$ بينما قيمتها المتبقية في نهاية 10 سنوات هي 140000$.

مستخدماً MARR 20% وطريقة صافي القيمة الحالية (NPW) للمقارنة حدد الخيار الأفضل اقتصادياً.

(5) ماكينة تم شراؤها قبل 5 سنوات من الآن بمبلغ 12000$. في تلك الآونة تم تقدير عمرها بـ 10 سنوات وقيمتها المتبقية عند نهاية عمرها بما يساوي 1200$. تكاليف صيانتها وتشغيلها السنوية المتوسطة تم تقديرها بحوالي 14000$ وسوف تستمر على هذا المنوال لمدة 5 سنوات قادمة، بيد أن عائداتها السنوية تم توقعها أن تكون 20000$ . الآن الشركة يمكنها أن تبيع هذه الماكينة بقيمة 5000$ لشراء أخرى جديدة. سعر الماكينة الجديدة 15000$ وعمرها المتوقع 10 سنوات. تكاليف صيانتها وتشغيلها السنوية 7500$ ، عائداتها السنوية 13000$ ويتم تحديد قيمتها المتبقية عند نهاية السنة j (jth year) تبعاً لـ

$$Sj = \$(15000 - 1500j) for\ j = 0, 1, 2, \dots, 10$$

حدد إذا ما كان يجب استبدال هذه الماكينة أم لا، مستخدماً طريقة العائدات السنوية (NAW) ، معدل فائدة 15% مركب سنوياً ووجهة النظر الخارجية.

(6) منشأة بها منظومة للموائع، تعتزم استبدال مضخة تعمل الآن، تكاليف تشغيلها وصيانتها السنوية 8000$/year، يمكن أن تعمل لمدة 4 سنوات قادمة. وسوف لا تكون لها قيمة متبقية في نهاية تلك الفترة (SV = 0) .

إذا تم عرض المضخة الآن في السوق لشراء المضخة الجديدة سوف تعطي 4000$ كقيمة سوق. المضخة الجديدة تكلف 18000$ ، وسوف تكون قيمتها 9000$ عند نهاية 4 سنوات من الخدمة، تكاليف تشغيلها وصيانتها 4500$ سنوياً. مستخدماً معدل فائدة مغري أدنى (MARR) 20% ، اختبر هذه الخيارات معتمداً على طريقة القيمة الحالية (NPW) وأفق زمني مقداره 4 سنوات:

a. استخدم طريقة وجهة النظر الداخلية.

b. استخدم طريقة وجهة النظر الخارجية.

(7) شركة للتشييد لها رافعة رأسية (overhead crane) ، ما تبقى لها من عمر قدر بـ 7 سنوات. الرافعة يمكن بيعها بمبلغ 14000$ . إذا ظلت الرافعة في الخدمة يجب عمرتها في الحال بتكلفة 6000$ ، وسوف تكون تكاليف صيانتها وتشغيلها 5000$ سنوياً، وقيمتها المتبقية سوف تكون صفراً عند نهاية فترة الـ 7 سنوات. الرافعة الجديدة تكلف 36000$ ، وسوف تكون قيمتها المتبقية 8000$ عند نهاية تلك الفترة، وتكاليف صيانتها وتشغيلها 2500$ سنوياً. الشركة تستخدم معدل فائدة 15% في تقييم خيارات استثماراتها. معتمداً على تحليل التكاليف السنوية هل تشتري الشركة الرافعة الجديدة:

a. استخدم طريقة وجهة النظر الداخلية.

b. استخدم طريقة وجهة النظر الخارجية.

(8) مغسلة نعمة الاتوماتيكية للسيارات بالخرطوم ظهرت لها بعض الصعوبات في جعل معداتها تعمل بصورة جيدة. مالك هذه المغسلة أمامه خيار عمرة المعدات الحالية أو إحلالها بأخرى جديدة. عمرة المعدات الحالية تكلف 8500$ ، وسوف تكون تكلفة تشغيلها وصيانتها السنوية بعد العمرة 7500$ وسيتم التخلص منها بعد 5 سنوات وحينها ستكون قيمتها المتبقية صفراً. إذا لم تتم عمرتها فإن قيمتها في السوق تعادل 3200$ ، لصالح شراء المعدات الجديدة والتي تكلف 28000$ ، بينما صيانتها وتشغيلها سنوياً تكلف 3000$ . تم توقيع إعادة بيعها في نهاية 5 سنوات بمبلغ 12000$ .

مستخدماً MARR مقداره 12% ما توصيتك لمالك المغسلة. على أن تكون توصيتك مبنية على أساس المقارنة بالقيمة الحالية (NPW) وكمحلل خارجي.

(9) منشأة هندسية تستخدم ماكينة قيمتها في السوق حالياً 11000$ لتأدية غرض خاص. تتطلب

عملية الاستخدام أن تنتهي في 6 سنوات قادمة وبعدها ستتوقف. التكاليف والقيمة المتبقية للماكينة الحالية تم التنبؤ بها كما في الجدول التالي:

| السنة | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| تكلفة التشغيل | $1500 | $1800 | $2100 | $2400 | $2700 | $3000 |
| القيمة المتبقية | $8000 | $6000 | $5000 | $4000 | $3000 | $2000 |

تم تطوير ماكينة جديدة ويمكن شراؤها بمبلغ 17000$ . بيانات تدفقاتها النقدية كما يلي:

| السنة | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| تكلفة التشغيل | $1000 | $1100 | $1200 | $1300 | $1400 | $1500 |
| القيمة المتبقية | $1300 | $1100 | $10000 | $9000 | $8000 | $7000 |

إذا كان معدل الفائدة مساوٍ 0% متى يتم شراء الماكينة الجديدة.

(10) معطى: الأفق الزمني المنتهي، مسار التدفقات النقدية خلال دورة الحياة، تكاليف التشغيل والصيانة $C_t$ ، القيمة المتبقية $F_n$ ، بدلالة سنة الخدمة $(t)$ عند نهاية الخدمة بعد مرور $(n)$ من السنوات لمعدة مستخدمة حالياً كالآتي:

$$C_t = \$4000(1.10)^t \qquad t = 1,2,\dots,12$$

$$F_n = \$44000(0.9)^n \qquad n = 0,1,2,\dots,12$$

i. حدد أنسب فترة استبدال بافتراض أن الـ MARR هو:

a. 0%

b. 15%

(أقصى عمر 12 سنة)

ii. حدد أنسب فترة استبدال إذا كان:

$$C_t = \$4000(1.4)^t \qquad t = 1,2,\dots,12$$

$$F_n = \$4000(0.9)^n \qquad n = 0,1,2,\dots,12$$

## 7.11 الإهلاك (Depreciation):

هو نقصان القيمة المادية للموجودات أو الأصول بمرور الزمن من جراء الاستعمال أو نتيجة لظروف أخرى كالحوادث، التقادم، تغير الأسعار.

تشمل الأصول أو المملوكات (assets) المباني، المعدات، الماكينات والتي يستفاد منها في تقديم خدمات لها عائدات. وبالتالي مقدرتها على جلب هذه العائدات تتناقص بمرور الزمن.

والإهلاك هو جزء أو مقدار معين من رأس المال يجنب من طائلة الضرائب، حيث تسمح قوانينها باستقطاع جزء معقول من قيمة أصل الممتلكات نتيجة لـ:

1. التآكل والتمزق (wear and tear) أو التحلل.
2. التقادم (obsolescence) (ظهور اختراعات جديدة تقلل من قيمة الأصل).
3. الحوادث ، والبيئة.

**طرق تقدير/ حساب الإهلاك:**

### 1. طريقة الخط المستقيم (Straight-line depreciation):

تعطي هذه الطريقة قيمة ثابتة للإهلاك خلال فترة التشغيل ويحسب بالعلاقة:

$$D_t = \frac{P - F}{n}$$

حيث:

$P$ قيمة الأصل (الاستثمار الأولي)

$F$ القيمة المتبقية

$n$ عدد سنوات التشغيل

وتحسب القيمة المسجلة (book value) أو رأس المال (المستثمر) الغير مغطى كالآتي:

$$B_t = P - \left(\frac{P - F}{n}\right).t$$

$$B_t = P - D_t.t$$

**مثال:**

قيمة حاسب آلي 82000$ عند شرائه وهو جديد، قدرت قيمته المتبقية بـ 5000$ عند نهاية فترة خدمته وهي 7 سنوات. أحسب قيمة الإهلاك وقيمته الدفترية عند كل سنة من سنوات تشغيله.

| نهاية السنة EOY | الإهلاك Depreciation | القيمة الدفترية $B_t$ |
|---|---|---|
| 0 | - | 82000 |
| 1 | 11000 | 71000 |
| 2 | 11000 | 60000 |
| 3 | 11000 | 49000 |
| 4 | 11000 | 38000 |
| 5 | 11000 | 27000 |
| 6 | 11000 | 16000 |
| 7 | 11000 | 5000 |

$$D_t = \frac{P - F}{n} = \frac{82000 - 5000}{7} \$11000$$

$$B_t = P - D_t.t$$

$$B_1 = 82000 - 11000 \times 1 = 71000$$

$$B_2 = 82000 - 11000 \times 2 = 60000$$

$$B_7 = 84000 - 11000 \times 7 = 5000$$

$$OR$$

$$B_t = B_{t-1} - D_t$$

$$B_6 = B_5 - D_6 = 27000 - 11000 = 16000$$

يلاحظ أنه في نهاية الفترة $(n = 7)$ أن القيمة المتبقية تساوي القيمة الدفترية.

**2. طريقة مجموع أرقام السنوات (Sum of year digit depreciation (SOYD)):**

تستند هذه الطريقة على أن الخدمات المستفادة من الأصل تكون في بداية عمره عندما تكون حالته جيدة وتقل وتتناقص كلما انقضى جزء كبير من عمره. لذا يكون استقطاع الإهلاك في فترة تشغيله الأولى قيمته أكبر ويتناقص تدريجياً. وأيضاً القيمة الدفترية تساوي القيمة المتبقية عند نهاية العمر.

**طريقة الحساب:**

أحسب مجموع أرقام سنوات العمر الاقتصادي

$$\therefore 1 + 2 + 3 + \cdots, +(n-1) + n = n\frac{(n-1)}{2}$$

$$D_t = \frac{n-(t-1)}{n(n+1)/2}.(P-F)$$

حيث:

$n$ العمر الاقتصادي

$P$ قيمة الأصل

$F$ القيمة المتبقية

$$B_t = (P-F)\frac{(n-t)(n-t+1)}{n(n+1)}.$$

$$B_t = B_{t-1} - D_t$$

لسهولة الحساب جهز الكسر $\frac{n-(t-1)}{n(n+1)/2}$ في جدول ثم أضرب في القيمة الدفترية السابقة أي:

$$D_t = \frac{n-(t-1)}{n(n+1)/2}.B_{t-1}$$

**مثال:**

لنفس المثال السابق:

| نهاية السنة EOY (t) | قيمة الكسر $\frac{n-(t-1)}{n(n+1)/2}$ | الإهلاك Depreciation $D_t$ | القيمة الدفترية رأس المال الغير مغطى $B_t$ |
|---|---|---|---|
| 0 | - | - | 82000 |
| 1 | 7/28 | 19250 | 62750 |
| 2 | 6/28 | 16500 | 46250 |
| 3 | 5/28 | 13750 | 32500 |
| 4 | 4/28 | 11000 | 21500 |
| 5 | 3/28 | 8250 | 13250 |
| 6 | 2/28 | 5500 | 7750 |
| 7 | 1/28 | 2750 | 5000 |

**3. طريقة استعادة رأس المال المتسارعة المعدلة:**

**(Modified accelerated cost recovery system (MACRS))**

في هذا النظام تصنف الأصول على حسب فصلية ملكيتها وهي الفترة الزمنية التي يتهالك فيها الأصل

لـ 8 مجموعات من فصائل الملكية هي:

3, 5, 7, 10, 15, 20, 27.5, 31.5 year property

لكل فصيلة ملكية هناك نسبة مئوية عند أي سنة من فترة حياته ستجعل هذه الطريقة القيمة المتبقية (القيمة الدفترية) في نهاية الفترة صفراً.

يحسب الإهلاك كالآتي:

$$D_t = d_t . P$$

حيث:

$D_t$ الإهلاك في السنة

$d_t$ نسبة الإهلاك

$P$ قيمة الأصل

بينما القيمة الدفترية $B_t$ تحسب كالآتي:

$$B_t = P - \sum_{j=1}^{t} D_j = P\left(1 - \sum_{j=1}^{t} d_j\right)$$

$$OR$$

$$B_t = B_{t-1} - D_t$$

**مثال:**

المثال السابق، الحاسب من فصيلة الملكية 5 سنوات

| نهاية السنة (t) EOY (t) | استقطاع إهلاك (MACRS) deduction $D_t = d_t.P$ | Book value unrecovered investment $B_t$ |
|---|---|---|
| 0 | | 882000 |
| 1 | 16400 | 65600 |
| 2 | 26240 | 39360 |
| 3 | 15744 | 23616 |
| 4 | 9446.4 | 14169.6 |
| 5 | 9446.4 | 4723.2 |
| 6 | 4723.2 | 0.00 |
| 7 | 0.00 | 0.00 |

| نهاية السنة (t) EOY (t) | 5-year property (dt) |
|---|---|
| 0 | – |
| 1 | 20% |
| 2 | 32% |
| 3 | |
| 4 | 19% |
| 5 | 11.52 |
| 6 | 5.76 |
| 7 | – |

**4. طريقة الموازنة المتناقصة للإهلاك (Double declining balance):**

تشبه طريقة الإهلاك بمجموع أرقام السنوات لتسارعها في حذف قيمة الأصول. في هذه الطريقة الإهلاك المسموح به عند نهاية كل سنة عبارة عن كسر ثابت $(P)$ من قيمة الاستثمار الغير مغطاة (القيمة الدفترية $B_t$ Book value) للسنة السابقة.

الاستثمار الغير مغطى $B_t$ عند نهاية السنة (t) يعطى بـ :

$$B_t = P(1-P)^t \qquad (2)$$

بتعويض (1) في (2) يمكننا أن نحسب الإهلاك للسنة مباشرة:

$$D_{t=P} = P(1-P)^{t-1}$$

يلاحظ في هذه الطريقة أن القيمة المتبقية المقدرة لم تظهر في حساب استقطاع الإهلاك، ومع ذلك قيمة الاستثمار الغير مغطاة $B_t$ يجب أن لا تنخفض أقل من القيمة المتبقية. أقصى قيمة يسمح بها القانون للكسر $(P)$ هي $P = 2/n$ وفي هذه الحالة تسمى طريقة الموازنة المتناقصة المضاعفة (double declining balance) 200% وتختار للأصول الجديدة في الخدمة والتي تزيد أعمارها عن 3 سنوات. أما الأصول المستعملة يستخدم لها 150% أو 125% موازنة متناقصة.

هذه الطريقة يمكن أن تستخدم منفردة، ومع ذلك تسمح بالتحويل (switching) من 200%، 150%، 125% موازنة متناقصة (declining balance) إلى طريقة الخط المستقيم. وأمثل تحويل يتم حينما يكون الإهلاك بطريقة الخط المستقيم للجزء الغير مغطى من قيمة الأصل يزيد عن قيمة سماح إهلاك الموازنة المتناقصة وذلك لإعطاء القيمة المتبقية في نهاية عمر الأصل. لذا يجب التحويل للخط المستقيم عند أول سنة يكون فيها:

$$\frac{B_{t-1} - F}{n-(t-1)} P^{B_{t-1}}$$

القيمة المتبقية $(F)$ تستخدم في حساب الإهلاك بطريقة الخط المستقيم بالرغم من أنها أهملت في هذه الطريقة. التحويل لطريقة الخط المستقيم يكون من غير المرغوب فيه إذا كانت القيمة المتبقية المقدرة

$(F)$ تزيد عن القيمة الغير مغطاة (book value) لطريقة الموازنة المتناقصة المضاعفة عند نهاية السنة $B_t$ ، مما يجعل الإهلاك مبتور (truncated) .

**مثال:**

يمكن استخدام مثال الحاسب السابق حيث أن:

$$n = 7year, F = \$5000, P = \$8200$$

وباستخدام موازنة متناقصة مضاعفة (declining balance) 200% . نجد أن قيمة $P = 2/7$ ، وبالتالي يمكن الحصول على الجدول التالي:

| End of year (t) نهاية السنة $(t)$ | 200%DDB depreciation $(D_t)$ إهلاك متوازن مضاعف $(D_t)$ | Straight-line dep. On remaining life $(D_t)$ إهلاك الخط المستقيم لما بقي من عمر $(D_t)$ | Unrecovered investment الاستثمار الغير مغطى $B_t$ |
|---|---|---|---|
| 0 | – | – | 82000.00 |
| 1 | 23428.58* | 11000.00 | 58571.43 |
| 2 | 16734.69* | 8928.57 | 41836.73 |
| 3 | 11953.53* | 7367.35 | 29883.38 |
| 4 | 8538.11* | 6220.85 | 21345.27 |
| 5 | 6098.56* | 5448.42 | 15246.62 |
| 6 | 1356.18 | 5123.31* | 10123.31 |
| 7 | 3111.56 | 5123.31* | 5000.00 |

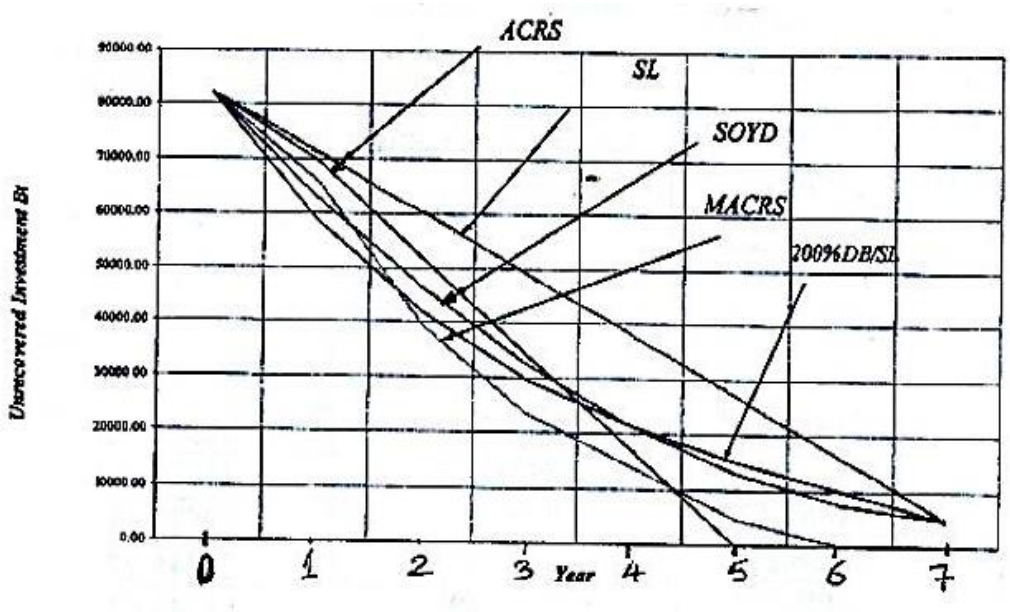
حيث * توضح قيمة سماح الإهلاك المستخدم فعلياً. التحويل للخط المستقيم يحدث عند السنة (6).

**5. مقارنة طرق الإهلاك المعتمدة على السنوات وهي:**

Accelerated cost recovery system (ACRS), Modified cost recovery system (MACRS), Straight line (SL), Double declining balance (200%DB/SL, or DDB/SL), and Sum of years digits (SOYD).

والتي تظهر في منحنى قيمة الاستثمار الغير مغطاة $B_t$ ضد الزمن لهذه الطرق أدناه كما هو واضح في الجدول والشكل التالي.

| **End of year نهاية السنة** | **قيمة الاستثمار الغير مغطاة (القيمة الدفترية $B_t$ )** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| (t) | ACRS | MACRS | SL | SOYD | DDB/SL |
| 0 | 82000.00 | 82000.00 | 82000.00 | 82000.00 | 82000.00 |
| 1 | 69700.00 | 65600.00 | 71000.00 | 62750.00 | 58571.43 |
| 2 | 51660.00 | 39360.00 | 60000.00 | 46250.00 | 41836.73 |
| 3 | 34440.00 | 23616.00 | 49000.00 | 32500.00 | 29883.38 |
| 4 | 17220.00 | 14169.60 | 38000.00 | 21500.00 | 21345.27 |
| 5 | 0.00 | 4723.20 | 27000.00 | 13250.00 | 15246.62 |
| 6 | 0.00 | 0.00 | 16000.00 | 7750.00 | 10123.31 |
| 7 | 0.00 | 0.00 | 5000.00 | 5000.00 | 5000.00 |




**Unrecovered Investment – Time**

**6. طرق أخرى للإهلاك لا تعتمد على السنوات:**

**1. الإهلاك بعدد الوحدات المنتجة (Unit of production depreciation):**

يستخدم للأصول التي تنتهي بالتآكل والتمزق (tear & wear) وليس التقادم. كل وحدة منتجة تأخذ نفس الكمية من الخدمات المستفادة من المملوك (الأصل). يعتمد الإهلاك على عدد الوحدات في فترة معينة. ويحسب من المعادلة:

$$D_t = (P - F)\frac{u_t}{u}$$

$u_t$ عدد الوحدات المنتهية خلال السنة $(t)$

$u$ عدد الوحدات الكلية المتوقع إنتاجها خلال عمر الأصل

**مثال:**

معدة تُشترى بـ 125000$ وعمرها الاقتصادي 10 سنوات قيمتها المتبقية 15000$ . عدد الوحدات التي يمكن إنتاجها خلال عمرها 220000 وحدة. إذا كان عدد الوحدات المنتجة في السنة الأولى 10000، وفي الثانية 24000 وحدة. أحسب الإهلاك في السنة 1 ، 2 .

**الحل:**

$$D_t = (P - F)\frac{u_t}{u}$$

$$P = 125000$$

$$F = \$15000$$

$$u = 220000\ units$$

$$u_1 = 10000\ units$$

$$u_2 = 24000\ units$$

$$D_1 = (125000 - 15000).\frac{10000}{22000} = \$5000$$

$$D_2 = (125000 - 15000).\frac{24000}{220000} = \$12000$$

**2. الإهلاك لعدد ساعات العمل اليومية (Operating day (hour) depreciation):**

يشبه الطريقة السابقة ويحسب كالآتي:

$$D_t = (P - F)\frac{Q_t}{Q}$$

حيث:

$Q_t$ عدد ساعات العمل اليومية

$Q$ عدد الساعات المتوقعة خلال عمره التشغيلي

**3. الإهلاك بتنبؤ تقديرات الدخل (Income forecast depreciation):**

تستخدم هذه الطريقة لإهلاك الأصول المؤجرة (rental property) ، مثل أشرطة الفيديو، أجهزة التسجيلات الصوتية وأفلام الصور المتحركة، ويحسب من العلاقة:

$$D_t = (P - F)\frac{R_t}{R}$$

حيث:

$R_t$ عائدات الإيجار خلال السنة $(t)$

$R$ جملة العائدات خلال عمر التشغيل

**7.12 ضرائب الدخل (Income tax):**

ضريبة الدخل ليست مقصورة على مجال منظمات الأعمال (firms & organizations) بل تشمل أيضاً فئات المهندسين، المحامين، القضاة، الاستشاريين والخبراء.

الجدول التالي يوضح حدود الدخل ومعدل الضريبة.

**حدود الدخل ومعدل الضريبة**

| معدل/ نسبة الضريبة | Taxable incomes ($) |
|---|---|
| 15% | $0 < T.I \leq 50000$ |
| 25% | $50000 < T.I \leq 7500$ |
| 34% | $75000 < T.I \leq 100000$ |
| 39% | $100000 < T.I \leq 335000$ |
| 34% | $335000 < T.I$ |

**1. التدفق النقدي ما بعد الضرائب (After tax cash flow):**

يمثل التدفق الذي يجب الاعتماد عليه في التحليل الاقتصادي وهو التدفق الصافي بعد خصم استقطاع الضرائب، الإهلاك والفوائد.

**مثال:**

للمثال السابق:

يستخدم جهاز حاسوب قيمته 82000$ لفترة 7 سنوات لمراقبة ورصد ماكينة إنتاجية. قيمته المتبقية في نهاية الفترة قدرت بـ 5000$ . يتوقع أن تقل تكاليف التشغيل بما مقداره 23500$ في كل سنة. اعتمدت طريقة استعادة التكلفة المتسارعة المعدلة (MACRS) كطريقة لحساب الإهلاك. علماً بأن الجهاز يصنف من فصيلة ملكية 5 سنوات. مستخدماً طريقة صافي القيمة الحالية، معدل فائدة مغري أدنى (MARR)، مقداره 15% ونسبة ضريبية 34% . هل سيكون الحاسوب مجدياً؟ ومن ثم استخدم طريقة الإهلاك بأرقام السنوات لإعداد التدفقات النقدية بعد الإهلاك والضرائب.

| نهاية السنة (t) EOY | ما قبل الضرائب Before tax cash flow | استقطاع الإهلاك (MACRS) deduction | الدخل الخاضع للضريبة Taxable income B-C | الضريبة Tax D×0.34 | التدفق ما بعد الضريبة After tax cash B-E |
|---|---|---|---|---|---|
| A | B | C | D | E | F |
| 0 | −82000 | - | - | - | -82000 |
| 1 | 23500 | 16400 | 7100 | 2414 | 21086 |
| 2 | 23500 | 26240 | −2740 | −931.6 | 24431.6 |
| 3 | 23500 | 15744 | 7756 | 2637.04 | 20862.96 |
| 4 | 23500 | 9446.4 | 14053.6 | 47788.22 | 18721.78 |
| 5 | 23500 | 9446.4 | 14053.6 | 47788.22 | 18721.89 |
| 6 | 23500 | 4723.2 | 18776.8 | 6384.11 | 17115.89 |
| 7 | 23500 | 000 | 23500 | 7990 | 15510 |
| 8 | 5000 salvage | 000 | 5000 | 1700 | 3300 |

$$NPW@15\% = -82000 + 21086(P/F, 15\%, 1)$$

$$+24431.6(P/F, 15\%, 2) + \cdots + \cdots + 15510(P/F, 15\%, 7)$$

$$+3300(P/F, 15\%, 7) = \$3010.5$$

**طريقة مجموع أرقام السنوات (SOYD):**

| نهاية السنة (t) EOY A | التدفق النقدي قبل الضرائب Before tax cash flow B | استقطاع الإهلاك Deduction SOYD C | الدخل الخاضع للضريبة Taxable income B-C D | الضريبة Tax D×0.34 E | التدفق ما بعد الضريبة After tax cash B-E F |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | -82000 | - | - | - | -82000 |
| 1 | 23500 | 19250 | 4250 | 1445 | 2055 |
| 2 | 23500 | 16500 | 7000 | 2380 | 21120 |
| 3 | 23500 | 13750 | 9750 | 3315 | 20185 |
| 4 | 23500 | 11000 | 12500 | 4250 | 19250 |
| 5 | 23500 | 8250 | 15250 | 5185 | 18315 |
| 6 | 23500 | 5500 | 18000 | 6120 | 17380 |
| 7 | 23500 | 2750 | 20750 | 7055 | 16445 |
| 7 | 5000 | 5000 تغطى من القيمة المتبقية | 000 | 000 | 5000 |

**جدول MACRS :**

| EOY | 3-year property | 5-year property | 7-year property | 10-year property | 15-year property | 20-year property |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | | | | | | |
| 1 | 33.33% | 20.00% | 14.29% | 10.00% | 5.00% | 3.750% |
| 2 | 44.45 | 32.00 | 24.49 | 18.00 | 9.5 | 7.219 |
| 3 | 14.81 | 19.20 | 17.49 | 14.40 | 8.55 | 6.677 |
| 4 | 7.41 | 11.52 | 12.49 | 11.52 | 7.70 | 6.177 |
| 5 | | 11.52 | 8.93 | 9.22 | 6.93 | 5.713 |
| 6 | | 5.76 | 8.93 | 7.37 | 6.23 | 5.285 |
| 7 | | | 8.93 | 6.55 | 5.90 | 4.888 |
| 8 | | | 4.46 | 6.55 | 5.90 | 4.522 |
| 9 | | | | 6.55 | 5.91 | 4.462 |
| 10 | | | | 6.55 | 5.90 | 4.461 |
| 11 | | | | 3.28 | 5.91 | 4.462 |
| 12 | | | | | 5.90 | 4.461 |
| 13 | | | | | 5.91 | 4.462 |
| 14 | | | | | 5.90 | 4.461 |
| 15 | | | | | 5.91 | 4.462 |
| 16 | | | | | 5.95 | 4.461 |
| 17 | | | | | | 4.462 |
| 18 | | | | | | 4.461 |
| 19 | | | | | | 4.462 |
| 20 | | | | | | 4.461 |
| 21 | | | | | | 2.231 |

## 7.13 تدريبات عامة (General Exercises):

1. جرار صغير تم شراؤه بمبلغ 12000$ ، يتوقع أن تستخدمه شركة لمدة 6 سنوات وبعدها سوف يتم بيعه بمبلغ 2500$ . أحسب استقطاع الإهلاك وناتج الاستثمار الغير مغطى $B_t$ في كل سنة من عمر الأصل مستخدماً إهلاك (MACRS) .

2. ماكينة تصوير تستخدم في محل للطباعة (فصيلة ملكيتها 5 سنوات). قيمتها 40000$ يتوقع أن تستخدم لمدة 6 سنوات وبعدها سوف تكون قيمتها المتبقية 4000$ . أحسب استقطاع الإهلاك مستخدماً :

a. MACRS
b. SL
c. SOYD
d. DDB/SL

3. منظف فلاتر من فصيلة الملكية 5 سنوات وعمره من صنف 6 سنوات (6-year class life) تكلفته الأولية 50000$ . تم تشغيله ويتوقع أن يعيش لمدة 8 سنوات. عائداته السنوية تفوق تكاليف تشغيله بما مقداره 14000$ وسوف لا تكون لديه قيمة متبقية عند نهاية فترة التشغيل. معدل الضريبة النافذ المفعول 34% . أوجد التدفقات النقدية ما بعد الإهلاك والضرائب للسنوات: مستخدماً:

a. سماح إهلاك MACRS
b. سماح إهلاك SL

# الكتب والمراجع

## الكتب والمراجع العربية

1. د. السغبيني الباشا ، أحمد ، التنظيم الصناعي ، سوريا ، جامعة حلب ، (1993م).

2. د. الهيتي ، خالد ، أساسيات التنظيم الصناعي ، الأردن ، دار زهران ، (1997م).

3. د. الفضل ، مؤيد ، د. محمد ، حاكم ، إدارة الإنتاج والعمليات ، الأردن ، دار زهران ، (2006).

4. د. الور ، فوزي ، الإشراف والتنظيم الصناعي ، الأردن ، دار صفاء ، (1998م).

5. د. حجازي ، جمال طاهر ، إدارة إنتاج العمليات (مدخل لإدارة الجودة الشاملة) ، مصر ، مكتب القاهرة للطباعة والنشر ، (2002م).

6. د. زمزير ، منعم ، إدارة الإنتاج والعمليات ، مصر ، دار زهران للنشر والتوزيع ، (1995م).

7. د. سالم ، فؤاد ، د. حسن ، فالح ، إدارة الإنتاج والتنظيم الصناعي ، الأردن ، دار مجدلاوي للنشر والتوزيع ، (2000م).

8. أسامة محمد المرضي سليمان ، مذكرة التحليل الاقتصادي الهندسي ، جامعة وادي النيل ، عطبرة ، السودان ، (1996م).

## الكتب والمراجع الإنجليزية

1. G. Constable and B. Somerville, A century of innovation: Twenty engineering achievements that transformed our lives, the national academies press, Washington DC, (2003).

2. W.G. Sullivan, E.M. Wicks, and C.P. Koelling, Engineering economy, 14th edition, Pearson prentice hall, Upper saddle river, (2009).

3. N.M. Fraser and E.M. Jewkes, Engineering economics: Financial decision making for engineers, 5th edition, Pearson, Toronto, Ontario, (2013).

4. D.G. Newnan, J. Whittaker, T.G. Eschenbach and J.P. Lavelle, Engineering economic analysis, 3rd edition, Don mills, Toronto, Ontario, (2014).

5. J.A. White, K.E. Case and D.B. Pratt, Principles of engineering economic analysis, 5th edition, Hoboken, NJ, USA, (2010).

6. Osama Mohammed Elmardi Suleiman , Engineering Economic Analysis , Nile Valley University , Atbara , Sudan , (1998).