مبانی اقتصاد مهندسی

فهرست مندرجات

مبانی اقتصاد مهندسی ٤

اهداف درس ٤

کتاب درسی ٤

مفاهیم پایه اقتصاد ٥

عوامل تولید ٥

مدل ساده یک سیستم اقتصادی ٦

تقاضا، عرضه و قیمت بازار ٧

معادله تقاضا ٧

عرضه ٩

منحنی عرضه ٩

قیمت بازار ١٠

قیمت تعادل P_E ١١

کشش ١١

عوامل تعیین کننده کشش تقاضا ١٢

درآمد کل، درآمد متوسط، درآمد نهایی ١٥

هزینه کل، هزینه متوسط و هزینه نهایی ١٦

انواع بازارهای اقتصادی ١٨

طبقه بندی بازار ١٨

اصول تولید ٢٢

معادله تولید ٢٢

قانون بازده نزولی ٢٢

هزینه تولید ٢٥

مفاهیم هزینه از دیدگاههای مختلف ٢٥

هزینه از نظر زمان ٢٥

هزینه کل ٢٦

هزینه متوسط ٢٦

اقتصاد مهندسی ٣١

تعریف اقتصاد مهندسی ۳۱
تصمیم و تصمیم گیری ۳۲
ماهیت تصمیم ۳۲
معادله تصمیم ۳۲
انواع تصمیم گیری ۳۲
تصمیم گیری در شرایط اطمینان ۳۲
تصمیم گیری در شرایط عدم اطمینان ۳۳
مفاهیم و اصول پایه در اقتصاد مهندسی ۳٤
ارزش زمانی پول ۳۵
نرخ بهره در یکسال ۳۵
ارزش زمانی پول ۳٦
تعادل ۳٦
نرخ بازگشت سرمایه ۳٦
رابطه P و F ۳۹
جدول و فرمول فاکتورها ٤۲
حالت های خاص ٤٦
شیب یکنواخت ٤٦
سری هندسی ٤۸
نرخ اسمی، نرخ مؤثر ۵۰
نرخ اسمی – نرخ موثر ۵۲
مرکب شدن پیوسته ۵۲
تکنیک های اقتصاد مهندسی و کاربرد آنها ۵۵
تکنیک های اقتصاد مهندسی ۵۵
روش ارزش فعلی ۵۵
روش معادل (یکنواخت) سالانه EUAC , EUAB ٦۰
تجزیه و تحلیل سرمایه گذاری اضافی ٦٦
بررسی روش ترسیمی ٦٦
روش محاسباتی ۷۲
روش منافع به مخارج ۷٤

استهلاک ۷۷
دلایل وجود استهلاک ۷۷
ارزش دفتری ۷۷
روشهای محاسبه استهلاک ۷۷
انتخاب روش استهلاک ۸۲
تجزیه و تحلیل اقتصادی با لحاظ نمودن استهلاک و مالیات ۸۳
مالیات(TX) ۸۳
روش محاسبه درآمد خالص یا فرآیند مالی بعد از کسر مالیات..... ۸۳
نقش استهلاک و مالیات در بررسی های اقتصادی ۸۸
اثرات وام در بررسی های اقتصادی..... ۸۹
آنالیز جایگزینی..... ۹۱
تعیین عمر اقتصادی باتوجه به حداقل هزینه ۹۱
آنالیز حساسیت..... ۹٤
منحنی بی تفاوتی ۹۵
تورم..... ۱۰٤
علل بوجود آمدن تورم ۱۰٤
محاسبه نرخ تورم ۱۰۵
نرخ تورم (f) ۱۱۵
آنالیز تورم (بررسی اثر تورم در پروژه های اقتصادی) ۱۱٦
محاسبه نرخ ظاهری i_f..... ۱۱٦
ضریب ثابت تبدیل ۱۱٦
مراجع انگلیسی..... ۱۲۰

مبانی اقتصاد مهندسی

تعداد واحد: ۳ **نوع واحد:** نظری

اهداف درس

آشنا شدن دانشجویان با اصول و مبانی اقتصاد و ارائه تکنیک و مفاهیم لازم برای مقایسه طرح ها و پروژه های مختلف سرمایه گذاری با درنظر گرفتن ارزش زمانی پول بهره، تورم، مالیات ...

کتاب درسی

۱- **اقتصاد مهندسی** یا ارزیابی طرح های اقتصادی، دکتر محمد مهدی اسکویی نژاد.

مفاهیم پایه اقتصاد

عوامل تولید

۱- سرمایه[۱]

به کلیه عواملی که با تولید هماهنگ شده و باعث تولید می گردند و معمولاً عمر طولانی دارند سرمایه می نامند.

مثال: پول، ماشین، تجهیزات و سایر ابزارآلات

۲- نیروی انسانی- کار[۲]

کلیه عوامل انسانی که برای تولید یک محصول یا خدمات مورد استفاده قرار می گیرند نیروی انسانی یا نیروی کار نامیده می شوند.

۳- زمین[۳]

کلیه عوامل فیزیکی که برای تولید مورد نیاز می باشد را شامل می شود.

مثال: مواد اولیه، آب، فضای کار

عوامل اصلی تولید موارد فوق می باشند. ولی در اقتصاد نوین دو عامل دیگر با عناوین مدیریت و فناوری را به آن اضافه نموده اند.

٤- مدیریت[٤]

مدیریت عبارت از روش یا متدولوژی اداره بنگاه تولیدی می باشد.

٥- فناوری[٥]

نوع دانش فنی و تجهیزات مورد استفاده برای تولید کالا و خدمات سطح فناوری فرایند تولید را نشان می دهد.

- آنچه تولید می شود کالاها[٦] و خدمات[٧] است.

---

[۱] ***Capital***
[۲] ***Labor***
[۳] ***Land***
[٤] ***Management***
[٥] ***Technology***
[٦] ***Goods***
[٧] ***Services***

- کالاها و خدمات تنوع دارند.
- کالاها و خدمات از جنبه تنوع و کمیت محدودیت دارند.

یک مصرف کننده برای تهیه کالاها و خدمات مورد نیاز خود بعلت محدودیت مجبور به انتخاب می باشد.

- انتخاب چگونه صورت می گیرد؟

انتخاب یک کالا از میان کالاهای مشابه براساس **تئوری قیمت**[۸] انجام می شود.

مدل ساده یک سیستم اقتصادی

در مدل ساده یک سیستم اقتصادی هزینه ها و درآمدها به چهار شکل زیر تفکیک می گردند.

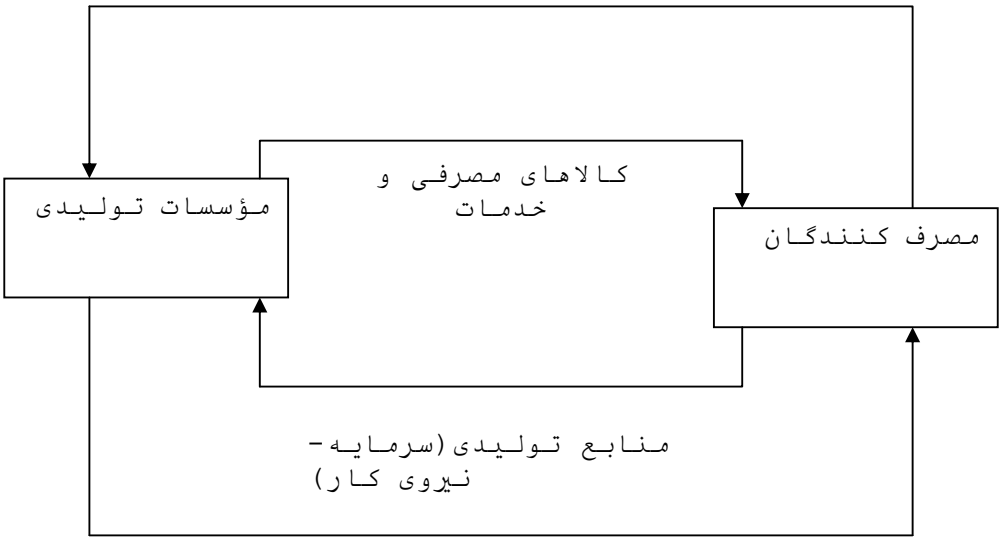
۱- درآمد مصرف کنندگان

۲- هزینه زندگی

۳- دریافتی مؤسسات تولیدی

پول

٤- هزینه تولید



پول

در این مدل واحدهای اقتصادی به دو گروه عمده تقسیم شده اند.

۱- مصرف کنندگان

۲- مؤسسات تولیدی

این دو گروه در دو بازار مختلف با یکدیگر سرو کار دارند.

۱- بازار کالاهای مصرفی و خدمات

---

[۸] ***Price Theory***

۲- بازار منابع تولیدی

عوامل چهارگانه فوق قسمت های متشکله یک سیستم اقتصاد آزاد و سرمایه داری بوده و تئوری قیمت نیز بر پایه این چهار عامل بنا شده است.

- پول در جریان مدور خود به ۲ شکل مشخص شده در گراف فوق ظاهر می شود.

تقاضا[۹]، عرضه[۱۰] و قیمت بازار[۱۱]

- **تقاضا**

تعریف تقاضا: تقاضا برای یک کالا عبارتست از مقادیر مختلفی از آن کالا که مصرف کنندگان در قیمت های مختلف حاضر به خرید آن می باشند مشروط بر آنکه سایر عوامل ثابت باشد.

- **عوامل مؤثر در میزان تقاضا**

۱- قیمت کالا	P_x
۲- سلیقه مصرف کنندگان	T
۳- تعداد مصرف کنندگان	C
٤- درآمد مصرف کنندگان	I
٥- قیمت کالاهای وابسته	P_n
٦- حدود کالاها و خدمات در دسترس مصرف کنندگان	R

معادله تقاضا[۱۲]

اگر X تعداد کالاهای مورد تقاضای مصرف کنندگان باشد داریم:

$$X= f (P_x, T, C, I, P_n, R)$$

- تأثیر قیمت P_x
- تأثیر سلیقه T
- تأثیر تعداد مصرف کنندگان C
- تأثیر درآمد مصرف کنندگان I
- تأثیر کالاهای وابسته P_n
- تأثیر کالاها و خدمات در دسترس R

---

[۹] ***Demand***
[۱۰] ***Supply***
[۱۱] ***Market Price***
[۱۲] ***Demand Curve***

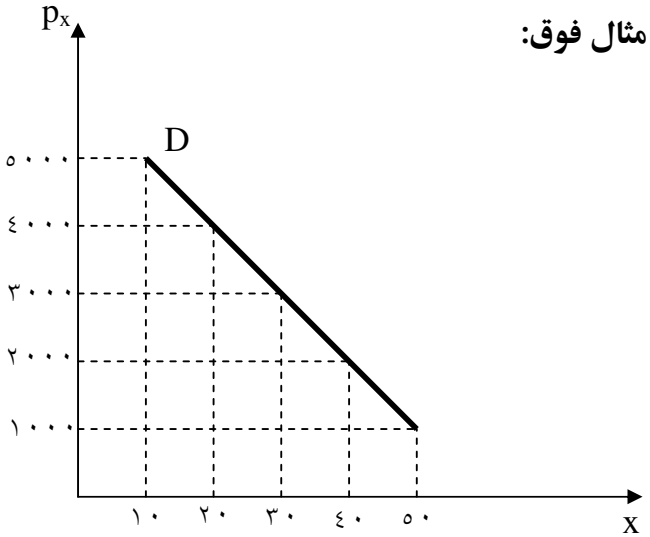
مطابق با تعریف تقاضا، در صورتیکه غیر از قیمت سایر عوامل مؤثر در میزان تقاضا برای یک کالا ثابت فرض شوند معادله تقاضا برای کالایی مانند X عبارتست از:

$X= f(p_x)$,
$P_x= g(x)$ ویا:

مثال: میزان تقاضا برای کالای X با قیمت های مختلف در جدول زیر آورده شده است.

مقدار تقاضا	قیمت
۵۰	۱۰۰۰
٤۰	۲۰۰۰
۳۰	۳۰۰۰
۲۰	٤۰۰۰
۱۰	۵۰۰۰

منحنی تقاضا برای مثال فوق:



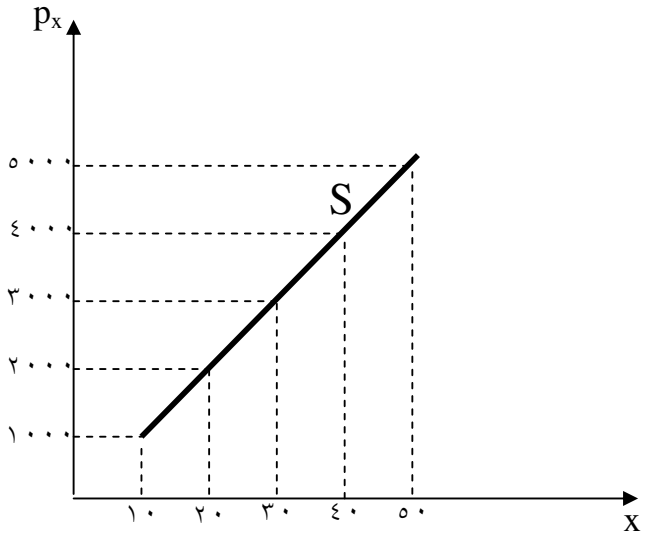
عرضه

تعریف عرضه: عرضه یک کالا عبارتست از مقادیر مختلفی از آن کالا که فروشندگان حاضرند در ازای قیمت های مختلف در بازار به معرض فروش بگذارند، بشرط سایر عوامل ثابت مانده و تغییر نکنند.

مثال: میزان عرضه برای کالای x با قیمت های مختلف در جدول زیر آورده شده است.

میزان عرضه	قیمت
۱۰	۱۰۰۰
۲۰	۲۰۰۰
۳۰	۳۰۰۰
٤۰	٤۰۰۰
۵۰	۵۰۰۰

منحنی عرضه

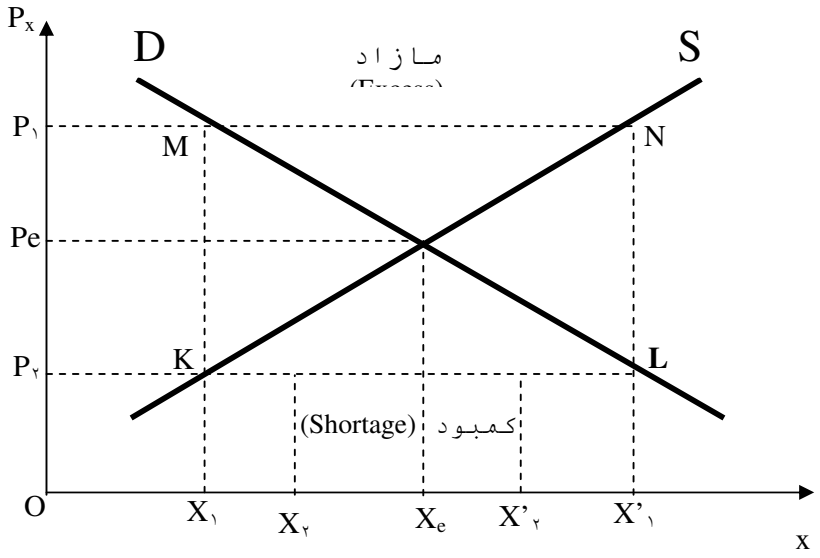


- **معادله عرضه**

$X= h(p_x)$
$P_x= k(x)$ یا:

قیمت بازار

هرگاه منحنی های عرضه و تقاضا برای یک کالای معین را در یک شکل رسم نماییم خواهیم داشت:



مازاد $Ox'_1 - Ox_1 = x_1x_2 = MN \rightarrow P_e$

کمبود $Ox_2 - Ox'_2 = x'_2x_2 = KL \rightarrow P_e$

قیمت تعادل[۱۳] P_e

قیمت تعادل، قیمتی است که در آن منحنی های عرضه و تقاضا یکدیگر را قطع می نمایند.

مسئله: اگر تابع عرضه برای کالای x عبارت از $P_x = g(x) = -x + 4$ و تابع تقاضا برای همین کالا عبارت از : $p_x = k(x) = 2x + 1$ باشد. قیمت تعادل را برای کالای مذکور محاسبه نمایید. در این قیمت چند واحد از کالای مورد نظر بفروش میرسد.

کشش[۱۴]

تعریف: کشش تغییرات رفتار مصرف کننده را در مقابل تغییرات قیمت اندازه گیری می نماید.

کشش قیمتی تقاضا[۱۵] عبارت از اندازه گیری کشش تقاضا در مقابل تغییرات قیمت می باشد و با "e_p" نشان داده می شود.

$$e_p = \frac{\text{تغییرات نسبی}}{\text{تغییرات نسبی}}$$

$$e_p = \frac{\Delta\chi / \chi}{\Delta p / p_\chi} = \frac{\Delta\chi}{\Delta p_\chi} \cdot \frac{p_x}{\chi}$$

بطور کلی کشش x در مقابل y به صورت زیر تعریف می شود.

$$E_{xy} = \frac{\frac{\Delta x}{x}}{\frac{\Delta y}{y}} = \frac{\Delta x}{\Delta y} \cdot \frac{y}{x}$$

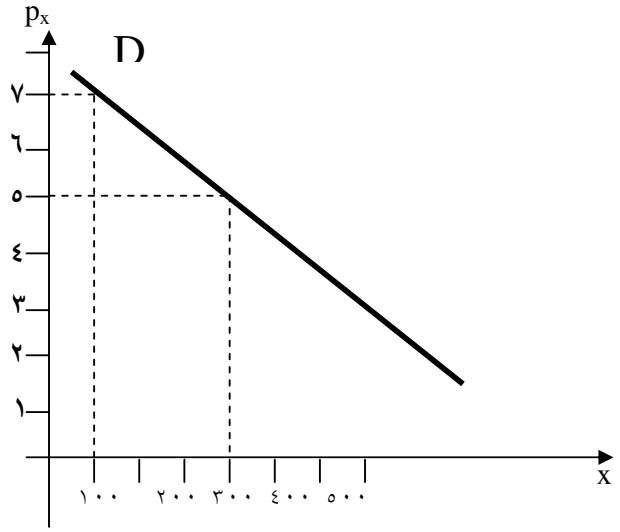
مثال: منحنی تقاضا برای کالای x به شکل زیر می باشد. کشش قیمتی تقاضا را برای این کالا در نقطه $P_X = 7$ محاسبه نمایید.

---

[۱۳] ***Equilibrium Price***

[۱۴] ***Elasticity***

[۱۵] ***Price Elasticity of Demand***



$$E_{XP_X} = (\frac{\Delta x}{\Delta P_x}).(\frac{P}{X}) = (\frac{100-400}{7-5}).(\frac{7}{100}) = -\frac{2100}{200} = -10.5$$

این بدان معنی است که اگر قیمت ۱٪ تغییر نماید مصرف کننده ۱۲٪ عکس العمل نشان خواهد داد.

اگر منحنی تقاضا بصورت خطی نباشد برای محاسبه کشش در نقطه مورد نظر ابتدا مماسی بر منحنی رسم می نماییم و سپس به همین روش کشش محاسبه می گردد.

رابطه ریاضی: $E_x p_x = (\frac{dx}{dp_x}).(\frac{p_x}{x})$

مثال: اگر تابع تقاضای کالای x بصورت $x= ۸۰۰-۱۰۰p$ باشد، در نقطه $p_x=٦$ کشش را محاسبه نمایید.

$$p = 6 \rightarrow x = 200$$

$$E = (\frac{dx}{dp_x}).(\frac{p_x}{x}) = -100 \times \frac{6}{200} = -3$$

عوامل تعیین کننده کشش تقاضا

۱- وجود کالای جانشین

مثال: اتوبوس – مترو، نقاشی ساختمان – کاغذ دیواری، نان تافتون – نان لواش

هر قدر کالای جانشین بیشتر باشد کشش تقاضا بیشتر است.

۲- موارد استفاده از کالا

مثال: آب ، برق

هر قدر موارد استفاده از کالا بیشتر باشد کشش تقاضا بیشتر است.

۳- میزان (سهم) هزینه کالا در بودجه

مثال: پوشاک، گوشت

هر قدر سهم هزینه کالا در بودجه بیشتر باشد کشش تقاضا شدیدتر است.

٤- درآمد

هر مقدار درآمد مصرف کننده بالاتر باشد کشش تقاضا کمتر است.

مثال:

منحنی تقاضا برای کالای x عبارتست از $x=۲p_x^{۲} - p_x + ۳$ کشش تقاضا را در نقطه $p_x=۲$ محاسبه نمایید.

$$p_x = 2$$

$$X = 2\times 2^2 - 2 + 3 = 9$$

$$\frac{dx}{dp_x} = 4p_x - 1$$

$$E_x p_x = \frac{dx}{dp_x}\times\frac{p_x}{x} = (4p_x - 1)\times\frac{p_x}{x}$$

$$E_x p_x = (4\times 2 - 1)\times\frac{2}{9} = \frac{14}{9} = 1.56$$

$$(p_x = 2 \qquad x = 9)$$

مثال: منحنی تقاضا برای کالای x بصورت $p_x = \frac{-x}{2} + 5$ می باشد. کشش تقاضا هرگاه قیمت کالا ۳ واحد پولی باشد چقدر است؟

$$p_x = \frac{-x+10}{2} \rightarrow 2p_x = -x+10 \rightarrow x = -2p_x + 10 \rightarrow p_x = 3 \rightarrow x = 4$$

$$E_x p_x = \frac{dx}{dp_x} \times \frac{p_x}{x} = -2 \times \frac{3}{4} = -1.5$$

مثال: تابع تقاضای یک خانوار برای کالای n به شکل زیر می باشد.

$X_n = ap_n + bp_i + cy$

که در آن :

Y = درآمد خانوار

P_n = n قیمت کالای

P_i = i قیمت کالای

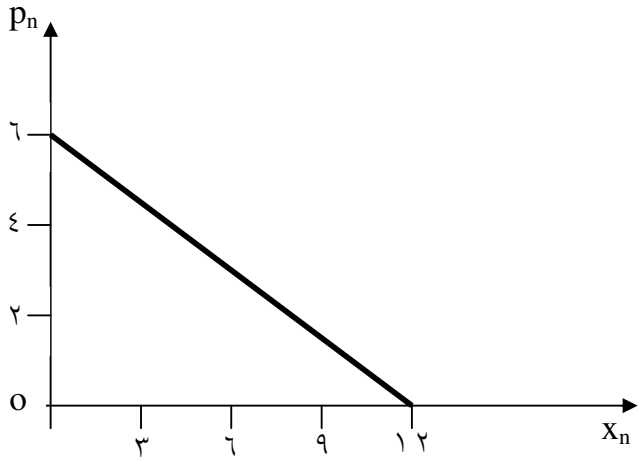
C = میل به مصرف

اگر ۲- =a و ۰.۵=b و ۰.۱=c و ٤=p_i و ۱۰۰= y باشد.

الف) تابع تقاضای خانواده را بدست آورید.

ب) تابع مذکور را رسم نمایید.

$$X_n = -2p_n + (0.5 \times 4) + (0.1 \times 100) = -2p_n + 12$$
$$X_n = -2p_n + 12$$



درآمد کل، درآمد متوسط، درآمد نهایی

درآمد کل[۱۶] (TR) : عبارتست از کلیه وجوه دریافت شده برای فروش کلیه واحدهای تولید شده از یک کالای خاص در یک دوره تولید

$TR=P_x.X$

درآمد متوسط[۱۷] (AR): عبارتست از متوسط درآمد حاصل از فروش یک واحد کالا

$$AR = \frac{TR}{X} = \frac{P_x X}{X} = P_x$$

[۱۶] ***Total Revenue***
[۱۷] ***Average Revenue***

درآمد نهایی[18] (MR): عبارتست از شیب منحنی TR یا به عبارتی مشتق منحنی درآمد کل به کالا

$$MR = \frac{dTR}{dX}$$

مثال: تابع تقاضا برای یک کالا $P_x=۱۰۰-۵x+۲x^۲$ می باشد. اگر ۱۰ واحد از این کالا تولید شود. ۱) قیمت کالا ۲) درآمد کل ۳) تابع درآمد نهایی را بدست آورید.

$$P_x\big|_{x=10} = 100 - 50 + 200 = 250$$

$$TR = P_x.X = 100X - 5X^2 + 2X^3$$

$$TR\big|_{x=10} = 250 \times 10 = 2500$$

$$MR = \frac{dTR}{dx} = \frac{d}{dx} \times (100x - 5x^2 + 2x^3) = 100 - 10x = 6x^2$$

MR>۰ با افزایش تولید درآمد بیشتر می شود.

MR<۰ با افزایش تولید درآمد کمتر می شود.

MR=۰ با افزایش تولید درآمد تغییری نمی کند.

هزینه کل[19]، هزینه متوسط[20] و هزینه نهایی[21]

هزینه کل (TC): عبارتست از کلیه هزینه های واحد تولیدی برای تولید یک کالای خاص در یک دوره تولیدی.

$TC = C_x .x$

هزینه متوسط (AC): عبارتست از متوسط هزینه انجام شده برای تولید یک واحد از یک کالای خاص.

$AC = TC/x$

هزینه نهایی(MC) : عبارتست از شیب منحنی هزینه کل TC یا به عبارتی مشتق هزینه کل است نسبت به کالا.

$MC = dTC/dx$

سود کل (π): عبارتست از تفاضل درآمد کل و هزینه کل

π کل $= TR - TC$ (تابع سود)

---

[18] ***Marginal Revenue***
[19] ***Total Cost***
[20] ***Average Cost***
[21] ***Marginal Cost***

شرط حداکثر سود برای یک تولید کننده

$MC = MR$

مثال: منحنی تقاضا برای یک کالای تولیدی $P_x = ۱۰۰-٤x$ و تابع هزینه کل آن $TC = ۵۰+۲۰x$ می باشد. قیمت و مقداری از تولید که سود این تولید کننده را به حداکثر می رساند محاسبه نمایید.

$MC = MR$

$MC = dTC/dx = ۲۰$

$TR = P_x.x = ۱۰۰x-٤x^۲$

$MR = dTR/dx = ۱۰۰-۸x$

$۱۰۰-۸x=۲۰ \rightarrow x=۱۰ \rightarrow p_x=٦۰$

مثال: تابع تقاضا برای یک بنگاه تولیدی در بازار انحصار خالص $P_x=۲۰-x$ می باشد. تابع هزینه کل این بنگاه تولیدی برابر با $TC = x^۲ + ۸x + ۲$ است.

a. چه مقدار تولید سود این بنگاه را حداکثر می کند؟
b. قیمت کالا در این حالت چقدر است.
c. مبلغ سود و درآمد کل بنگاه را پیدا نمایید.

$\pi = \text{سود} = TR - TC = P_x.X- TC= (۲۰-X)X- (X^۲+۸X+۲) = -۲X^۲ + ۱۲X- ۲$

برای حداکثر سود:

$d\pi/dX= -٤X+۱۲=۰ \rightarrow X=۳$ تعداد تولید برای حداکثر سود

$P_x=۲۰-X=۲۰-۳=۱۷$ قیمت کالا

$\pi =-۲x^۲+۱۲x-۲=۱۸+۳٦-۲=۱٦$ سود

$TR=P.X=۳(۱۷)=۵۱$ درآمد کل

$TC= ۳^۲ + ۸*۳+۲=۳۵$ هزینه کل

انواع بازارهای اقتصادی

در این بخش تقاضا از دیدگاه مؤسسه تولیدی مورد بررسی قرار می گیرد. مؤسسه تولیدی ممکن است بصورت انفرادی، مشارکتی و یا شرکت سهامی باشد.

فرض ۱- یک نوع کالا توسط مؤسسه تولیدی ارائه می شود.
فرض ۲- کالاهای ارائه شده در بازار کاملاً مشابه هستند

منحنی فروش : منحنی تقاضا از دید فروشنده برای کالای یک مؤسسه تولیدی مقادیر مختلفی از آن کالا که در قیمتهای مختلف بفروش می رساند را نشان می دهد. این منحنی "**منحنی فروش**" نامیده می شود.

طبقه بندی بازار

۱- بازار رقابت خالص[۲۲]

در یک بازار اقتصادی زمانی رقابت خالص وجود دارد که ٤ شرط زیر برقرار باشد.

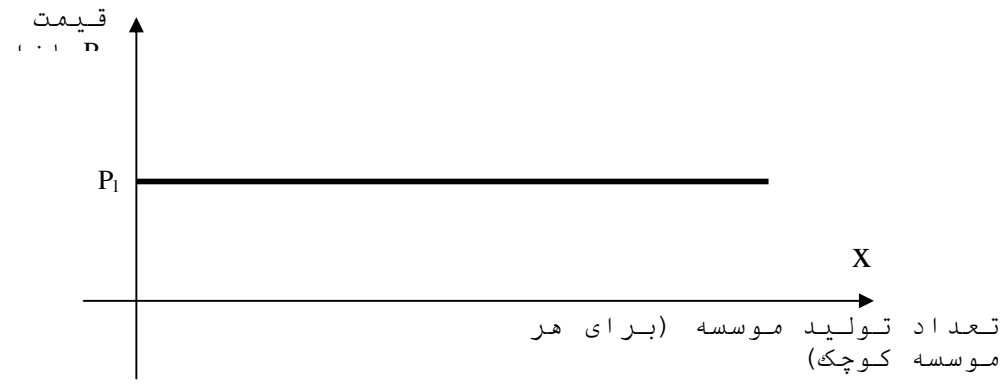
۱. یکسان بودن کالاها
۲. کوچک بودن هر خریدار و فروشنده نسبت به حجم بازار
۳. عدم وجود محدودیت های مصنوعی(محدودیت زمان فروش - محدودیت تعداد خرید یا فروش .....)
٤. قابلیت انتقال کالاها و منابع تولیدی

مثال: سیب زمینی

[۲۲] ***Pure Competition***

منحنی فروش

در بازار رقابت خالص منحنی تقاضایی که موسسه تولیدی با آن مواجه می شود در نقطه تعادل به شکل افقی می باشد.



محاسبه کشش تقاضا در بازار رقابت خالص

$$E_x P_x = \frac{\Delta x}{\Delta P_x} \times \frac{P}{x} = \infty$$
$$\Delta P_x \to 0$$

اگر یک فروشنده قیمت را بالا ببرد کالای او بفروش نمی رسد.

۲- بازار رقابت کامل[۲۳]

در یک بازار اقتصادی زمانی رقابت کامل وجود دارد که علاوه بر ٤ شرط فوق شرط پنجمی نیز برقرار باشد و آن عبارتست از:

۲- اطلاع کافی و کامل از جریانات اقتصادی جامعه برای کلیه واحدهای تولیدی

۳- بازار انحصار خالص

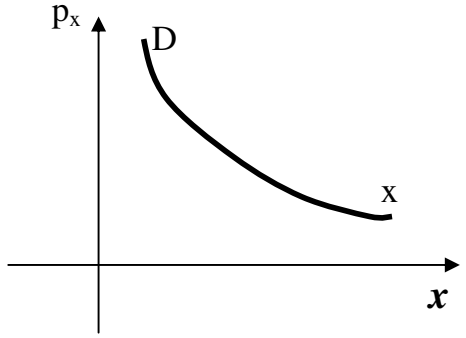
انحصار خالص حالتی است که در بازار فقط یک مؤسسه تولیدی فعالیت دارد و جانشین مناسبی برای کالایی که بفروش می رساند وجود ندارد.

مثال: شرکت مخابرات ایران _ خط تلفن ثابت _ خط تلفن همراه

---

[۲۳] ***Perfect Competitio***

منحنی (فروش)



٤- بازار انحصار چندجانبه

بازار انحصار چندجانبه بازاری است که در آن تعداد فروشندگان آنقدر کم است که اعمال هر یک از آنها در فعالیت های سایر فروشندگان مؤثر واقع می شود.

مثال: بازار خودرو در ایران

- در بازار انحصار چندجانبه برخلاف بازار رقابت خالص و یا انحصار خالص فروشندگان استقلالی از خود نداشته و به یکدیگر وابسته می باشند.

منحنی تقاضا

در بازار انحصار چندجانبه چون عکس العمل رقبا (تعداد کم فروشندگان) در کنترل یک فروشنده نمی باشد او نمی تواند منحنی تقاضای بازار را پیش بینی نماید. لذا منحنی تقاضای مشخص برای این بازار نمی توان ترسیم نمود.

عکس العمل سایر فروشندگان در مقابل تغییر قیمت یک فروشنده بطور زیر می تواند انجام شود.

۱) پیروی از تغییر قیمت رقیب خود
۲) تغییر قیمت در جهت تغییر قیمت رقیب، البته به میزان کمتر از او
۳) کاهش قیمت به مقدار بیش از کاهش قیمت رقیب
٤) ارتقاء کیفیت کالای خود
٥) اقدام به انجام تبلیغات وسیع

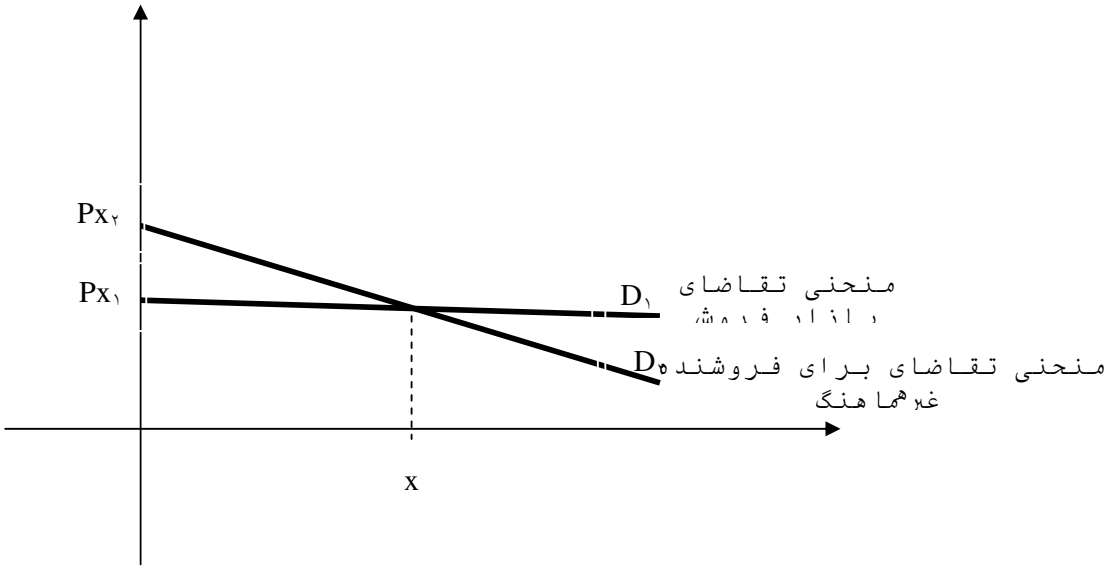
٥- بازار رقابت انحصاری

بازار رقابت انحصاری بازاری است که در آن فروشندگان زیادی از یک کالای بخصوص وجود دارد، منتهی از نظر مصرف کنندگان کالای هر فروشنده از کالای سایر فروشندگان بنحوی قابل تشخیص می باشد.

- تعداد فروشندگان در این بازار آنقدر زیاد است که اعمال هریک از آنها به تنهایی تأثیری بر عملیات سایر فروشندگان ندارد.
- کالاهای این بازار که توسط فروشندگان مختلف ارائه می شود جانشین خوبی برای هم می باشند.
- مثال: پودر رختشویی، لوازم التحریر، جوراب، تاکسی سرویس(خدمات)، سس مایونز، روغن خوراکی

- **منحنی فروش**

شکل منحنی تقاضا در این بازار از قابلیت تشخیص کالاها از یکدیگر ناشی می گردد. اگر این قابلیت تشخیص وجود نداشته باشد منحنی تقاضا شبیه منحنی تقاضای بازار رقابت خالص می باشد. در این بازار اگر یکی از فروشندگان، قیمت کالای خود را افزایش یا کاهش دهد میزان جذب یا از دست دادن مشتریان برای این فروشنده قابل توجه خواهد بود. ولی چون تعداد سایر فروشندگان بسیار زیاد است تأثیر بسیار کمی بر تعداد مشتریان آنها می گذارد افزایش یا کاهش مشتریان سایر فروشندگان بقدری نیست که قیمت تعادل را تغییر دهد.



اصول تولید

- اصول تولید اساس و پایه تجزیه و تحلیل هزینه تولید و عرضه کالاها را تشکیل می دهد و پایه و اساس مهمی برای تجزیه و تحلیل چگونگی تعیین قیمت منابع تولیدی و سطح اشتغال آنها، توزیع منابع تولیدی و تولیدات اقتصادی است.
- در تئوری تولید مؤسسه تولیدی سعی می کند از طریق روشی در تهیه و ترکیب منابع تولیدی با یکدیگر حداکثر محصول ممکنه را با هزینه معین تولید نماید.

معادله تولید[۲۴]

منظور از معادله تولید رابطه موجود بین منابع تولیدی مورد استفاده یک مؤسسه تولیدی و کالاها یا خدمات تولید شده در یک واحد زمان بدون در نظر گرفتن قیمت ها می باشد.

$X= f(a,b,c)$

X = محصول بدست آمده

a,b,c = منابع تولیدی بکار رفته

- فرض : روش تولیدی بکار رفته شده مؤثرترین روش می باشد.

قانون بازده نزولی[۲۵]

اگر در هر واحد زمان مقدار یکی از منابع تولیدی مورد استفاده را به مقادیر مساوی افزایش دهیم و مقادیر سایر منابع تولیدی بکار رفته را ثابت نگهداریم، میزان محصول بدست آمده مرحله به مرحله با نرخ افزاینده ای افزایش می یابد، ولی پس از گذشتن از یک مرحله معین مقدار افزایش محصول رفته رفته کمتر می شود.

مثال۱: افزایش کود برای افزایش محصول

مثال۲: افزایش تعداد کارگران در کارخانه ای که کارگران آن به حد کافی نمی باشد.

مثال۳: در یک کارخانه تولیدی با فضا و تجهیزات محدود محصول A تولید می شود. کارخانه در شرف راه اندازی بوده و در ایام متوالی تعداد کارگران روزانه افزایش یافته و محصول A به تعداد ذکر شده در جدول زیر تولید می گردد.

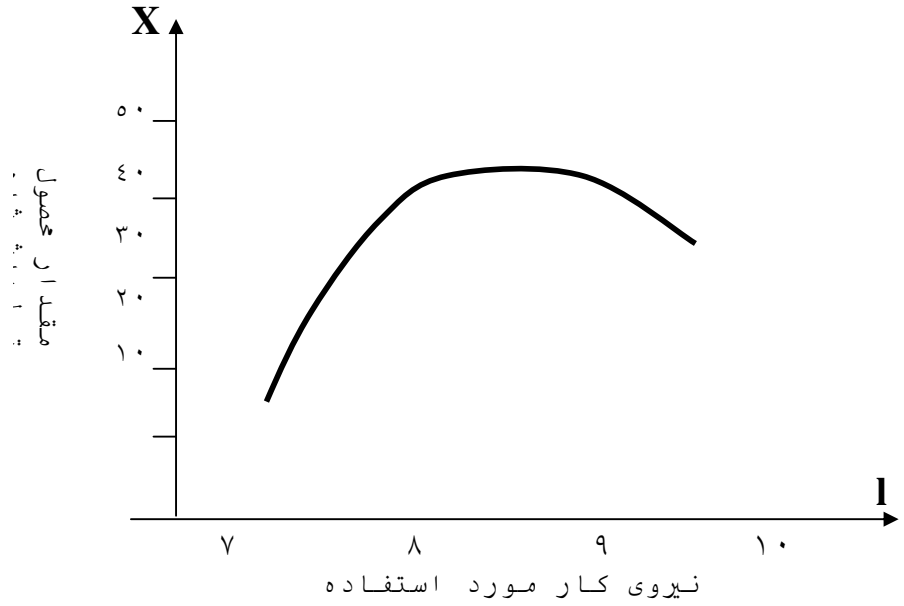
با رسم منحنی مربوطه بازده نزولی را نشان دهید

---

[۲۴] ***Production Function***

[۲۵] ***The Law of Diminishing Marginal Physical Product***

تعداد کارگر	تعداد محصول
۲	۱۰
۳	۲۰
٤	۳۵
٥	٤۰
٦	٤۳
۷	٤٥
۸	٤٤
۹	٤۰
۱۰	۳٥



محصول نهایی[۲٦]: محصول نهایی یک منبع تولیدی عبارتست از مقدار افزایشی که در نتیجه افزایش یک واحد منبع تولیدی (کارگر) در میزان کل محصول حاصل می گردد و به عبارتی مشتق تولید کل نسبت به کارگران می باشد.

$MP_\ell = MPP_\ell = dx/d\ell = f'(\ell)$

[۲٦] ***Marginal physical product***

محصول کل: عبارت از کل محصول تولید شده توسط کارگران در یک دوره تولیدی موسسه تولیدی می باشد.

$TP_\ell = x = f(\ell)$

محصول متوسط: عبارت از متوسط محصول تولید شده توسط یک کارگر در یک دوره تولیدی می باشد.

$AP_\ell = x/\ell = f(\ell)/\ell$

هزینه تولید

تعریف: هزینه هایی که توسط هر مؤسسه تولیدی برای تولید محصول صرف می شود شامل کلیه وجوهی است که مؤسسه تولیدی بابت منابع تولیدی بکار رفته می پردازد. البته این هزینه با هزینه واقعی تفاوت دارد.

عوامل اصلی موثر در هزینه تولید

هزینه تولید در هر سطحی بستگی به عوامل زیر دارد.

۱) قیمت منابع تولیدی

۲) کارآیی مؤسسه در بکارگیری و استفاده از منابع تولیدی

مفاهیم هزینه از دیدگاههای مختلف

۱) نظریه هزینه امکانات دیگر

تعریف: هزینه تولید محصول بخصوصی مانند A ، عبارتست از ارزش سایر کالاهای چشم پوشی شده ای که جامعه می توانست با استفاده از همان منابعی که برای تولید A بکار رفته تولید نماید.

هزینه منابع بکار رفته برای مؤسسه تولیدی عبارتست از ارزش منابع مزبور در شرایطی که این منابع در بهترین موقعیت ممکنه تحت اشتغال درآیند.

۲) هزینه های آشکار و غیرآشکار

هزینه های آشکار: هزینه های تولیدی آشکار شامل هزینه هایی است که ما معمولاً جزو مخارج جاری یک مؤسسه تولیدی بشمار می آوریم. مثل دستمزدها، مواد، استهلاک، ...

هزینه های غیرآشکار: هزینه های تولیدی غیرآشکار عبارتند از هزینه دستمزد و حقوق اشخاصی که شغل آزاد دارند و یا خود مالک مؤسسه تولیدی می باشند.

هزینه از نظر زمان

تقسیم بندی دیگری از هزینه ها ازجنبه زمان داریم و عبارتند از:

۱) **کوتاه مدت:** منظور از کوتاه مدت زمانی است بقدری کوتاه که مؤسسه تولیدی در طول آن قادر نیست برخی از منابع تولیدی مورد استفاده خود را تغییر دهد. مانند: زمین، ساختمان، مدیران که "منابع ثابت" نامیده می شوند. البته در کوتاه مدت امکان تغییر منابعی مانند کارگر، مواد اولیه، و سایر منابع مشابه که "منابع متغیر" نامیده می شوند وجود دارد.

۲) **بلندمدت:** منظور از بلندمدت، دوره زمانی است که در طول آن مؤسسه تولیدی می تواند مقادیر کلیه منابع تولیدی مورد استفاده خود را (چه ثابت، چه متغیر) تغییر دهد.

هزینه کل[۲۷]

هزینه کل عبارت از حاصل جمع هزینه های ثابت کل[۲۸] و هزینه های متغیر کل[۲۹] می باشد.

هزینه های ثابت کل

عبارت است ازکلیه مخارجی که موسسه تولیدی در هر واحد از زمان، مستقل از میزان محصول تولید شده، به مصرف منابع تولیدی می رساند. بدون توجه به مقدار تولید این هزینه در سطح ثابتی باقی می ماند. مانند اجاره یا خرید زمین و ماشین آلات اصلی تولید.

هزینه های متغیر کل

عبارت است ازکلیه مخارجی که موسسه تولیدی در هر واحد از زمان، متناسب با میزان محصول تولید شده، به مصرف منابع تولیدی می رساند. مانند مواد خام و اولیه تولید.

$$C = K + f(x)$$
$$TC \quad TFX \quad TVC$$

هزینه متوسط[۳۰]

هزینه متوسط عبارتست از حاصل متوسط هزینه های ثابت کل[۳۱] و متوسط هزینه های متغیر کل[۳۲]

$$C/X = K/X + f(x)/X$$

$$AC \quad AFX \quad AVC$$

شرط به حداکثر رسانیدن سود

$$\pi = TR - TC = f(x) - g(x)$$

برای به حداکثر رسانیدن سود از رابطه فوق مشتق می گیریم و برابر صفر قرار می دهیم.

---

[۲۷] ***TC = Total Cost***
[۲۸] ***TFX = Total Fixed Cost***
[۲۹] ***TVX = Total Variable Cost***
[۳۰] ***AC = Average Cost***
[۳۱] ***AFX = Average Fixed Cost***
[۳۲] ***AVX = Average Variable Cost***

$D\pi / dx = f'(x) - g'(x) = ۰$

$f'(x) = g'(x)$

شرط لازم برای به حداکثر رسانیدن سود عبارتست از:

$MR=MC$

شرط کافی برای به حداکثر رسانیدن سود عبارتست از:

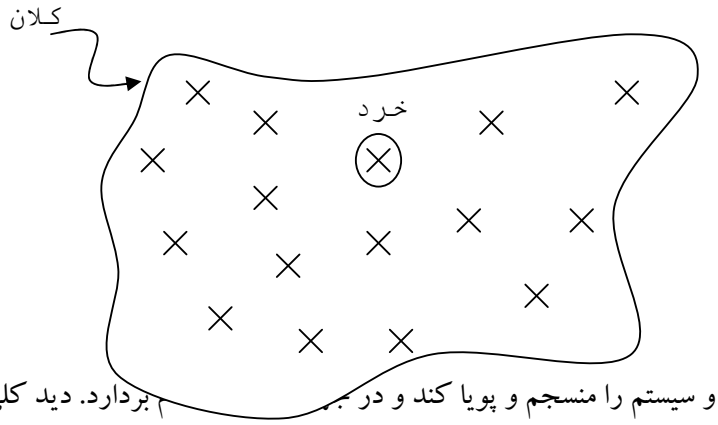
$D^{۲}\pi / dx^{۲} <۰$

اقتصاد کلان

مطالعه اقتصاد در سطح وسیع، یعنی کل جامعه، اقتصاد کلان نامیده می شود.

اقتصاد خرد: بررسی و مطالعه در ارتباط با بهینه سازی یک شرکت یا بنگاه تولیدی را انجام می دهد.

اقتصاد کلان: بررسی و مطالعه برای حفظ اقتصاد جامعه، بقاء سیستم اقتصادی ثبات پویایی اقتصاد و ... را انجام می دهد و بدنبال مصالح کلیه جامعه می باشد. متولی این سیستم معمولاً دولت است.



دولت باید نظام و سیستم را منسجم و پویا کند و در [illegible] برادارد. دید کلی بر جامعه دارد و از بالا نظارت و کنترل دارد.

سئوال: اگر بهینه سازی در سطح تک تک واحدها صورت بگیرد، طوریکه هر واحد سود حداکثر را ببرد آیا به نفع کل جامعه است یا خیر؟

ممکن است یک شرکت ضرری که به شرکت های دیگر و کل جامعه تحمیل می کند چندین برابر سودی باشد که بدست آورده است.

سوال: وظیفه دولت؟ – ارشاد و مداخله

دولت ارشاد و هدایت می کند و نفع کلی جامعه را در نظر می گیرد و هر جائی که لازم باشد مداخله می نماید.

بیکاری

بیکار به شخصی گفته می شود که ۳ ویژگی زیر را داشته باشد.

۱. در طول یک هفته اخیر کاری که در ازای آن دستمزد بگیرد انجام نداده باشد.
۲. بطور فعال در طول چهار هفته گذشته در جستجوی کار بوده باشد.
۳. در حال حاضر توانایی کار داشته باشد.

افراد در جامعه به ۳ گروه تقسیم می شوند:

۱. شاغلین
۲. بیکاران
۳. افرادی که جزء نیروی کاری نمی باشند.

مثل افرادی که به میل و اراده خودشان کار نمی کنند و گروه دیگر مثل زنان خانه دار، دانش آموزان، افراد از کار افتاده، کسانیکه بیماری درازمدت دارند و ....

انواع بیکاری

۱- بیکاری برخوردی (اصطکا کی)

۲- نوعی بیکاری است که در نتیجه تغییر شغل به وجود می آید. این نوع بیکاری در فاصله زمان از دست دادن کار قبلی تا پیدا کردن شغل جدید است (ارادی)

۳- بیکاری ادواری (سیکلی)

این بیکاری در شرایط رکود اقتصادی بروز می کند. در چنین مواقعی استخدام متوقف و حتی بعضاً عده ای از کارگران را اخراج می نمایند (غیر ارادی)

۳- بیکاری ساختاری

عامل اصلی این نوع بیکاری، از میان رفتن تدریجی یک صنعت می باشد. در نتیجه کارگران مشغول به کار در این نوع صنایع دستخوش بیکاری می شوند.

نرخ طبیعی بیکاری

نرخ بیکاری در شرایط تعادل "نرخ طبیعی بیکاری" نامیده می شود. نرخ بیکاری در زمانی است که تعادل تقریبی بین مشاغل خالی و تعداد افرادی که در جستجوی کارند برقرار باشد.

اشتغال کامل

اقتصاددانان جدید، جامعه ای را که دارای نرخ طبیعی بیکاری باشد، در حال اشتغال کامل می دانند.

نظر اقتصاددانان در مورد اینکه از ۱۰۰٪ اشتغال تا چند درصد از بیکاری، اشتغال کامل است، در طی سالهای گذشته تغییر کرده است.

- در سالهای قبل از دهه ٦٠ (از ٥٪ تا ٤٪) بیکاری
- در دهه هفتاد (۰٪ تا ۵/۵٪) بیکاری

در دهه هشتاد به بعد نظریه های مختلف ارائه شده است.

اقتصاد مهندسی

ارزیابی اقتصادی پروژه های صنعتی

مقدمه

تحلیل اقتصادی پروژه، تکنیک های مقایسه و تصمیم گیری و انتخاب بهترین راه حل از میان راه حل های موجود براساس شرایط مطلوب پولی یا اقتصادی را شامل می شود.

- سیستم های تحلیل، دسته ای از مراحل مربوط به هم می باشند که نتایج اصلی طرح و مدیریت را بررسی کرده و چگونگی همکاری افراد، پول و مواد را برای رسیدن به اهداف بزرگتر مشخص می نمایند.
- پنج محور اصلی در یک سیستم تحلیل بشرح زیر وجود دارد.

۱- شرح اهداف

۲- فرمول بندی معیارهای تأثیرپذیر

۳- ارائه راه حل ها

٤- ارزیابی راه حل ها

٥- انتخاب بهترین (یا بهترین ها) از راه حل های موجود

- تحلیل گر با شناسایی، شرح و توضیح اهداف و مشکلات می تواند منافع بسیاری را برای یک سازمان به ارمغان آورد.
- مشکل ترین بخش از یک تحلیل اقتصادی، ارزیابی کمیت های مرتبط با آینده می باشد.

تعریف اقتصاد مهندسی

اقتصاد مهندسی عبارت از مجموعه ای از تکنیک های ریاضی، برای ساده کردن مقایسه اقتصادی پروژه های صنعتی می باشد و یا به عبارت ساده تر، اقتصاد مهندسی ابزار تصمیم گیری برای تعیین اقتصادی ترین پروژه هاست.

یک متخصص اقتصاد مهندسی با بهره گیری از علوم مهندسی و اقتصاد باید برترین پروژه ها را با توجه به محدودیت منابع شناسایی کند.

- در کلیه موارد مربوطه دو مورد اساسی باید مد نظر باشند.

۱- کلیه پروژه ها با توجه به محدودیت سرمایه مشخص شوند و اطلاعات مورد نیاز جمع آوری گردد.

۲- اطلاعات، مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد و اقتصادی ترین پروژه شناسایی شود.

تصمیم و تصمیم گیری

تصمیم گیری بعنوان مهمترین وظیفه و مسئولیت اصلی یک مدیر است. تکنیک های اقتصاد مهندسی، ابزاری در اختیار مدیر جهت اتخاذ تصمیم صحیح می باشد.

ماهیت تصمیم

تصمیم عبارتست از نتیجه و پایان یک فرآیند. فرآیندی که داده ها و اطلاعات موجود در مورد موضوعی را تجزیه و تحلیل و از ترکیب مناسب آنها به استراتژی های مورد نظر و بهترین راه حل می رسد.

معادله تصمیم

هر تصمیم برای رسیدن به یک هدف خاص اتخاذ می گردد. هدف یک تصمیم را " متغیر وابسته" و سایر متغیرهای مؤثر را "متغیرهای مستقل" می نامند. متغیرهای مستقل، خود به متغیرهای قابل کنترل و متغیرهای غیرقابل کنترل تقسیم می شوند.

رابطه ریاضی تصمیم گیری

$$E = f(x , y)$$

E = (متغیر وابسته) – مشخص کننده درجه حصول به هدف تصمیم

X = (متغیر مستقل) – مشخص کننده متغیرهای قابل کنترل

Y = (متغیر مستقل) – مشخص کننده متغیرهای غیر قابل کنترل

انواع تصمیم گیری

تصمیم گیری در شرایط اطمینان

در این نوع تصمیم گیری متغیرهای غیرقابل کنترل، در مدل تصمیم گیری وجود ندارند. این نوع تصمیم گیری بر مدل های ریاضی و مشخص استوار است.

- تکنیک های این روش عبارتند از:

۱) نرخ بازگشت سرمایه

۲) ارزش فعلی

۳) هزینه و درآمد یکنواخت سالیانه

٤) نسبت منافع به مخارج

۵) مدت بازگشت سرمایه

٦) برنامه ریزی های ریاضی

أ) برنامه ریزی خطی

ب) برنامه ریزی صفر- یک

۷) برنامه ریزی آرمانی

أ) آنالیز سر به سر

ب) آنالیز تعویض

تصمیم گیری در شرایط عدم اطمینان

۱. عدم اطمینان کامل

۲. ریسک

در حالت عدم اطمینان کامل مسئله موجود شامل تعدادی از متغیرهای غیرقابل کنترل بوده و اطلاعات گذشته به منظور پیش بینی متغیرها در دسترس نمی باشد.

در حالت ریسک مسئله موجود شامل تعدادی از متغیرهای غیرقابل کنترل بوده ولی اطلاعات گذشته از این متغیرها در دسترس می باشد.

تکنیک ها و روش های شرایط عدم اطمینان:

أ) تکنیک های ذکر شده در شرایط اطمینان در حالت احتمالی

ب) روش امید ریاضی

ت) مدل های شبیه سازی

ث) صمیم گیری شاخه ای یا درخت تصمیم گیری

ج) مواردی از برنامه ریزی دینامیک

مفاهیم و اصول پایه در اقتصاد مهندسی

مثال: دریافت ۱۰۰۰ واحد پولی اکنون یا X واحد پولی یکسال بعد.

الف) ۱۰۰۰

ب) ۱۱۰۰

ج) ۲۰۰۰

د) ۱۰۰۰۰

اگر فردی نسبت به دریافت ۱۰۰۰ واحد پولی اکنون با ۱۲۵۰ واحد پولی یکسال بعد بی تفاوت باشد نتیجه می شود که ۱۲۵۰ واحد پولی یکسال بعد دارای ارزش فعلی برابر ۱۰۰۰ واحد پولی در زمان حال است.

بهره: بهره هزینه استفاده از سرمایه است. هرچه میزان نرخ بهره بیشتر باشد هزینه بیشتری جهت استفاده از سرمایه پرداخت خواهد شد.

مثال: قرض نمودن (وام گرفتن) ۳۰۰۰۰ واحد پولی با بهره ۸/۵ درصد و بازپرداخت آن طی سال های مختلف به شرح زیر است.

کل بهره پرداختی	مبلغ قسط ماهیانه	مدت بازپرداخت (سال)
۲۳۱۹۰	۲۹۵۵۰	۱۵
۳۲۵۲۰	۲۶۰۵۰	۲۰
٤۲۵۲۵	۲٤۱۷۵	۲۵
۵۳٦۹۰	۲۳۰۷۵	۳۰

جدول فوق نشان میدهد هر چه مدت بازپرداخت زیاد شود اگر چه قسط ماهیانه کاهش می یابد ولی کل بهره پرداختی افزایش قابل ملاحظه ای را نشان می دهد.

مقدار اولیه – مقدار اصل و فرع = مقدار بهره

ارزش زمانی پول

ارزش زمانی پول از اصول اقتصاد مهندسی است و کلیه تکنیک های موجود برمبنای ارزش زمانی پول بنا گشته است و مفهوم آن اینست که یک مقدار پول مشخص بسته به اینکه در چه زمانی در اختیار شخص قرار بگیرد ارزش آن متفاوت خواهد بود.

مثال: ارزش ٢٤ دلار با نرخ ٦٪ در زمان های مختلف فروش جزیره منهتن در سال ١٦٢٦ مبلغ ٢٤ دلار توسط سرخپوستان آمریکا.

ارزش ٢٤ دلار سرمایه اولیه	سال
٢٤	١٦٢٦
٤٤٢٠٨	١٦٧٦
٨١٤٣٢٤	١٧٢٦
١٤٩٩٩٩٩٢	١٧٧٦
٢٧٦٣٠٢١٦٩	١٨٢٦
٥٠٨٩٥٢٨٥٧٦	١٨٧٦
٩٣٧٤٩٩٠١٥١١	١٩٢٦
١٧٢٦٨٨٧٦٤٨٤٣٨	١٩٧٦

نرخ بهره در یکسال

مثال: شرکت A مبلغ ١٠٠٠٠٠ واحد پولی را اول خرداد در بانکی پس انداز می کند و یکسال بعد مبلغ ١٠٦٠٠٠ واحد پولی از بانک دریافت می نماید. مقدار بهره و نرخ بهره را محاسبه نمایید.

مقدار سرمایه اولیه- مقدار اصل و فرع = مقدار بهره

مقدار بهره = ١٠٦٠٠٠ - ١٠٠٠٠٠ = ٦٠٠٠

نرخ بهره برحسب درصد = $\frac{\text{سود}}{\text{اصل}} \times ١٠٠$

نرخ بهره برحسب درصد = $\frac{6000}{100000} * 100 = \%6$

مثال: شرکت B مبلغ ۲۰۰۰۰۰ واحد پولی را برای یکسال با نرخ ۵٪ وام بگیرد. پس از یکسال چه مقدار پول باید پرداخت نماید.

مقدار بهره =۲۰۰۰۰۰×(۵٪) =۱۰۰۰۰

مقدار اصل و فرع =۲۰۰۰۰۰+۱۰۰۰۰=۲۱۰۰۰۰

یا می توان از روش زیر محاسبه نمود.

مبلغ اصل و فرع=مبلغ اولیه×(نرخ بهره+۱)

مبلغ اصل و فرع =۲۰۰۰۰۰×(۱+۵٪) =۲۱۰۰۰۰

ارزش زمانی پول

یک مقدار مشخص پول، بسته به اینکه در چه زمانی در اختیار یک شخص قرار بگیرد، دارای ارزش های متفاوت خواهد بود.

تعادل

عبارتست از تساوی ارزش مقادیر مختلف پولی در زمان های مختلف.

مثلاً ۱۰۰ واحد پولی امروز در صورتیکه نرخ بهره ۱۰٪ باشد برابر است با ۱۱۰ واحد پولی در سال آینده در همین روز.

نرخ بازگشت سرمایه[۳۳]

ROR = (سرمایه اولیه – اصل و فرع دریافتی) / سرمایه اولیه = سود

تفاوت سود نرخ بهره و نرخ بازگشت سرمایه

بهره، زمانی است که وام یا قرض می گیریم

ROR، زمانی است که سرمایه گذاری می کنیم یا وام یا قرض می دهیم.

---

[۳۳] ***Rate of Return (ROR)***

از نظر ماهوی یکی می باشند. ولی یکی از دیدگاه وام گیرنده و دیگری از دیدگاه سرمایه گذار یا وام دهنده می باشد.

پارامترهای فرآیند مالی

۱- سرمایه اولیه یا ارزش فعلی سرمایه[۳٤] (P)

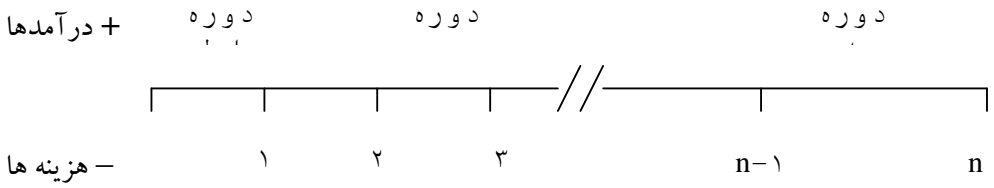
۲- اصل و فرع یا ارزش آینده سرمایه[۳۵] (F)

۳- هزینه یا درآمد مساوی و یکنواخت[۳٦] (A)

٤- نرخ بهره (نرخ بازگشت سرمایه)[۳۷] (i)

۵- تعداد دوره[۳۸] (n)

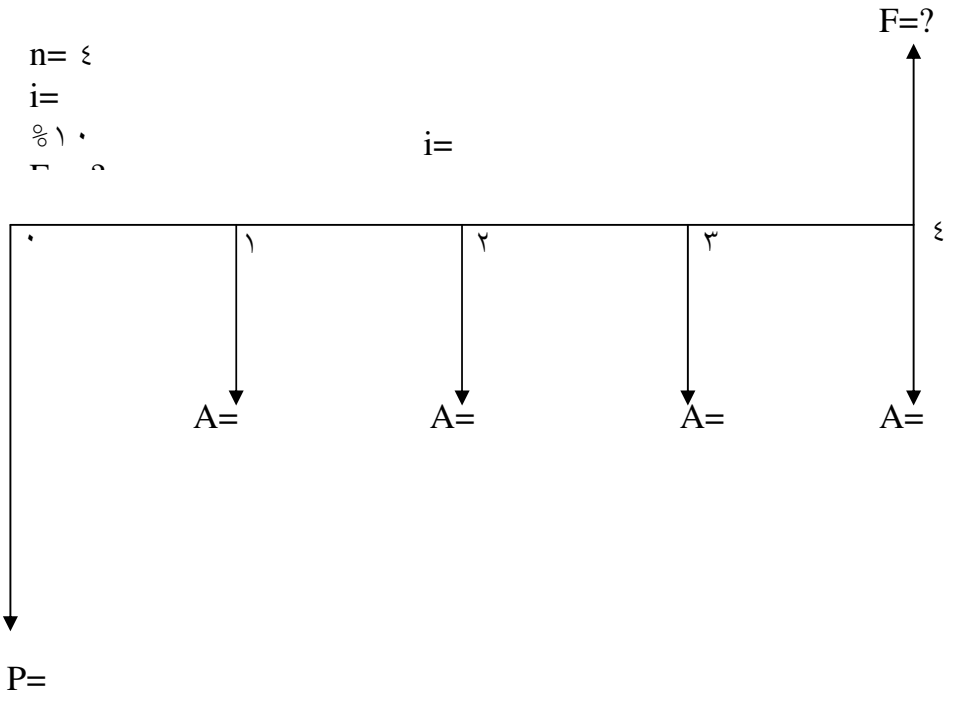
شکل فرآیند مالی



[۳٤] ***Present Worth***
[۳۵] ***Future Worth***
[۳٦] ***Uniform Annual Cost***
[۳۷] ***Interest Rate***
[۳۸] ***Number Of Interest Period***

درآمدها و هزینه ها بصورت خطوط عمودی در پایان هر دوره نشان داده می شوند. درآمدها بالا و هزینه ها پایین محور افقی قرار می گیرند.

مثال: شخصی امروز ۱۰۰۰ واحد پولی و از سال آینده به مدت ٤ سال ۵۰۰ واحد پولی در بانک پس انداز نماید در پایان سال چهارم چه مقدار پول در بانک خواهد داشت. نرخ بهره ۱۰٪ می باشد. شکل فرآیند مالی را رسم نمایید.



رابطه P و F

پآیان سال اول

$$F_1 = P + Pi = P(1+i)$$

پایان سال دوم

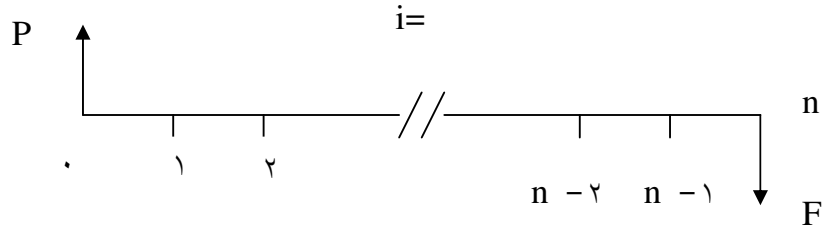
$$F_2 = F_1 + F_1 i$$
$$F_2 = F_1(1+i) = P(1+i)(1+i) = P(1+i)^2$$
$$F_2 = P(1+i)^2$$

“ “ “

پایان سال n ام

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

1) $F = P(1+i)^n$ 2) $P = F\dfrac{1}{(1+I)^n}$

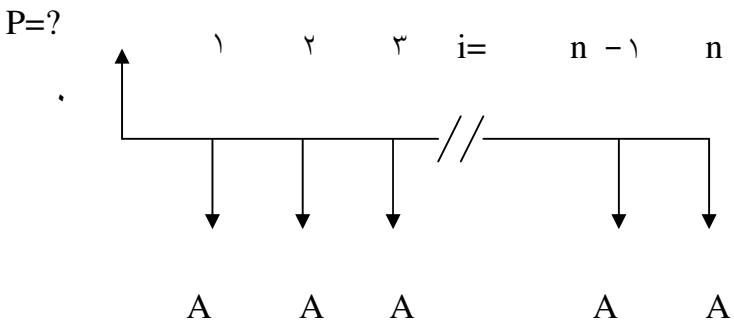


أ) به فاکتور $(۱+i)^n$ فاکتور یکبار پرداخت می گویند.

ب) به فاکتور $(۱+i)^n$ / ۱ فاکتور ارزش فعلی یکبار پرداخت می گویند.

رابطه P و A

حال اگر پرداخت های مساوی در انتهای هر دوره داشته باشیم.



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

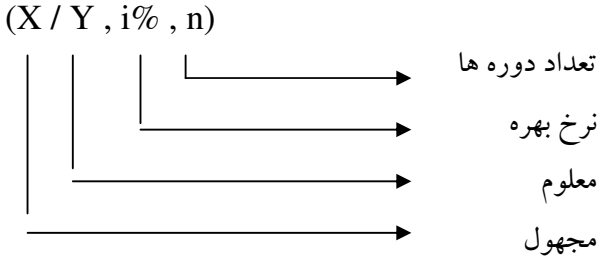
فاکتور بازیافت سرمایه فاکتور ارزش فعلی سری یکنواخت

رابطه F و A

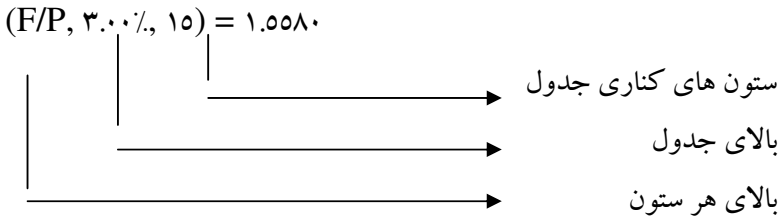
$A = F(\dfrac{i}{(1+i)^n - 1})$ $F = A(\dfrac{(1+i)^n - 1}{i})$

فاکتور وجوه استهلاکی فاکتور پرداخت مساوی برای مقدار مرکب

جدول فاکتورها



مثال ۱ :



با داشتن ارزش فعلی و ضرب آن در فاکتور ارزش آینده را بدست خواهیم آورد.

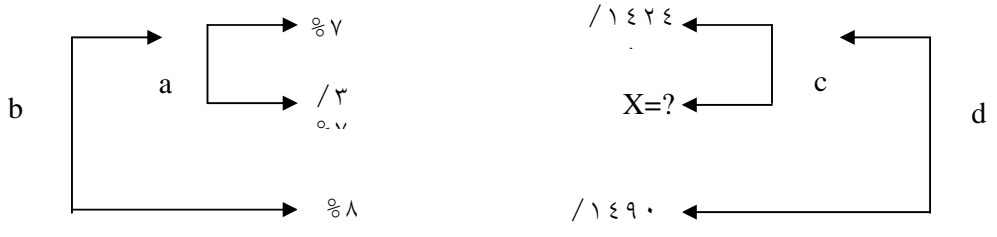
درون یابی خطی

مثال ۲ :

(A/P,٪۷/۳ , ۱۰) =?

(A/P, ٪۷ , ۱۰) = ۰/۱٤۲۳۸ = ۰/۱٤۲٤

(A/P, ٪۸ , ۱۰) = ۰/۱٤۹۰۳ =۰/۱٤۹۰



a / c = b / d a = ۷/۳ − ۷ = ۰/۳ c = ?

b = ۸ − ۷ = ۱ d = ۰/۱٤۹۰ − ۰/۱٤۲٤

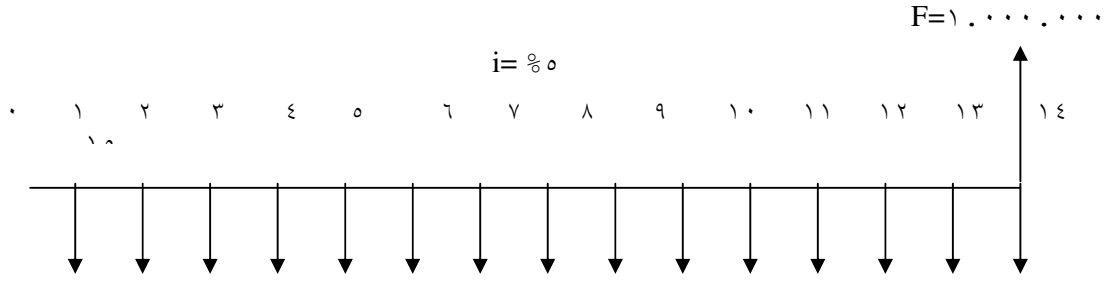
c = ۰/۰۰۱۹۸ X = ۰/۱٤۲٤ + ۰/۰۰۱۹۸ = ۰/۱٤٤۳۸ = ۰/۰۰٦٦

جدول و فرمول فاکتورها

فرمول	فرم استاندارد فاکتور	پارامتر معلوم	پارامتر مجهول
P=F(P/F ,i% ,n)	(P/F , i% , n)	F	p
F=P(F/P ,i% ,n)	(F/P , i% , n)	P	F
P=A(P/A ,i% ,n)	(P/A , i% , n)	A	P
A=P(A/P ,i% ,n)	(A/P , i% , n)	P	A
A=F(A/F ,i% ,n)	(A/F , i% , n)	F	A
F=A(F/A ,i% ,n)	(F/A , i% , n)	A	F

مثال: حداقل نرخ جذب کننده شرکتی ۵٪ در سال است. پیشنهادی به شرح زیر به شرکت شده است. از یکسال بعد همه ساله تا ۱۵ سال مبلغ ۵۰۰۰۰ واحد پولی در طرحی سرمایه گذاری شود و در پایان ۱۵ سال مبلغ ۱.۰۰۰.۰۰۰ واحد پولی دریافت شود. تصمیم شرکت چه باید باشد.

شکل فرآیند مالی:



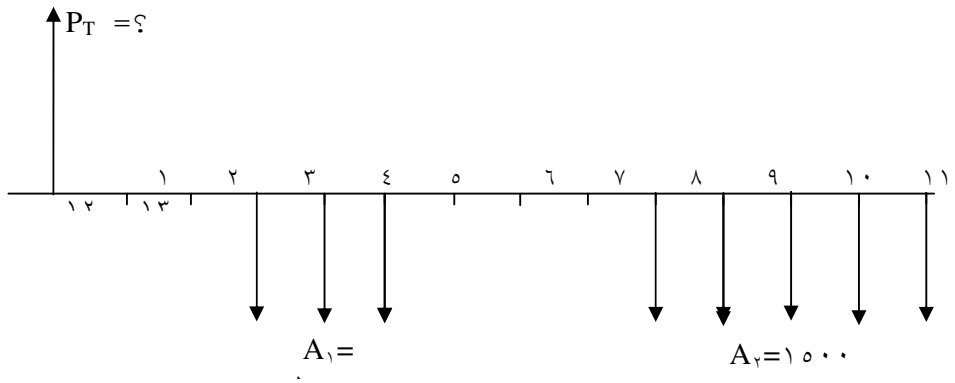
A=

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

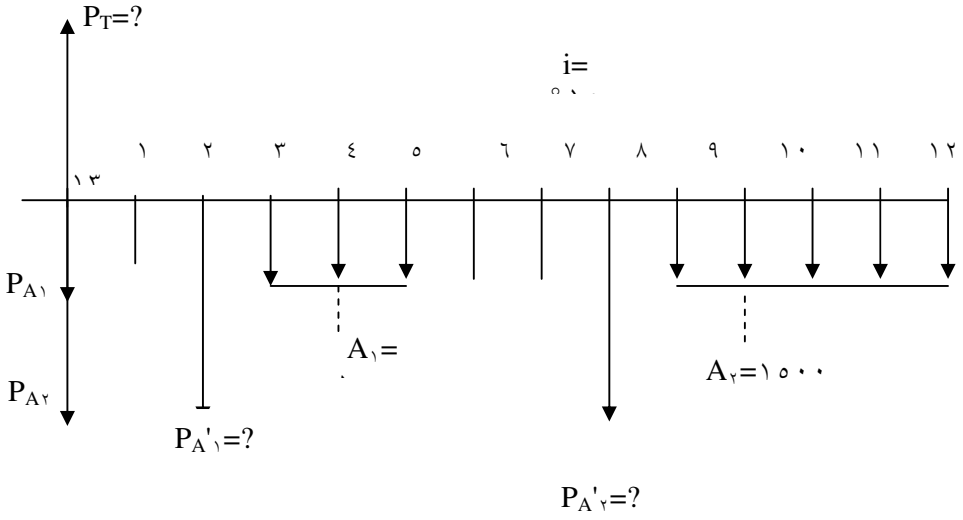
واحد $F= A(F/A, i\%, n) = ۵۰۰۰۰(F/A, ٪۵ , ۱۵) = ۵۰۰۰۰(۲۱/۵۷۸)= ۱۰۷۸۹۰۰$ پولی

این سرمایه گذاری باتوجه به حداقل نرخ جذب کننده شرکت (سیاست شرکت) اقتصادی نیست.

مثال: در فرآیند مالی زیر با نرخ ۱۵٪ در سال ارزش فعلی را محاسبه نمایید.



حل:



$P_T = P_{A۱} + P_{A۲}$

$P_{A۱} = P_{A'۱}(P/F, ٪۱٥ ,۲) = P_{A۱}(P/A, ٪۱٥ ,۳)\ (P/F, ٪۱٥ ,۲)$

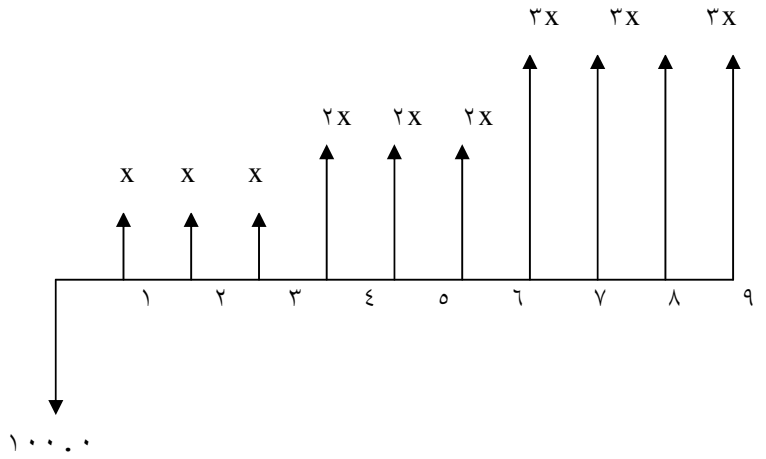
$= ۱۰۰۰\ (۲/۲۸۳)\ (۰/۷٥٦) = ۱/۷۲٦$

$P_{A۲} = P_{A'۲}\ (P/F, ٪۱٥ ,۸) = A_۲(P/A, ٪۱٥ ,٥)\ (P/F, ٪۱٥ ,۸)$

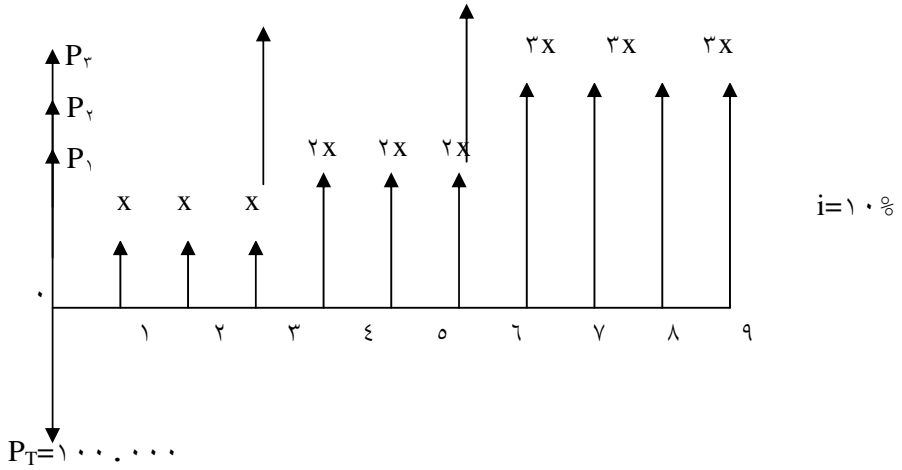
$= ۱٥۰۰(۳/۳٥۲)\ (۰/۳۲۷) = ۱/٦٤٤$

$P_T = ۱/۷۲٦ + ۱/٦٤٤ = ۳/۳۷۰$ واحد پولی

مثال: در فرآیندهای زیر مقدار x را تعیین نمایید. نرخ بهره ۱۰٪ است.



حل:



$P_T = P_۱ + P_۲ + P_۳$

$۱۰۰۰۰۰ = x(P/A, ٪۱۰,۳) + ۲x(P/A, ٪۱۰,۳)(P/F,٪۱۰,۳) + ۳x(P/A, ٪۱۰,٤)(P/F,٪۱۰,٦)$

۱۰۰۰۰۰ = x ( ) +۲X( )( )+۳X( )( )

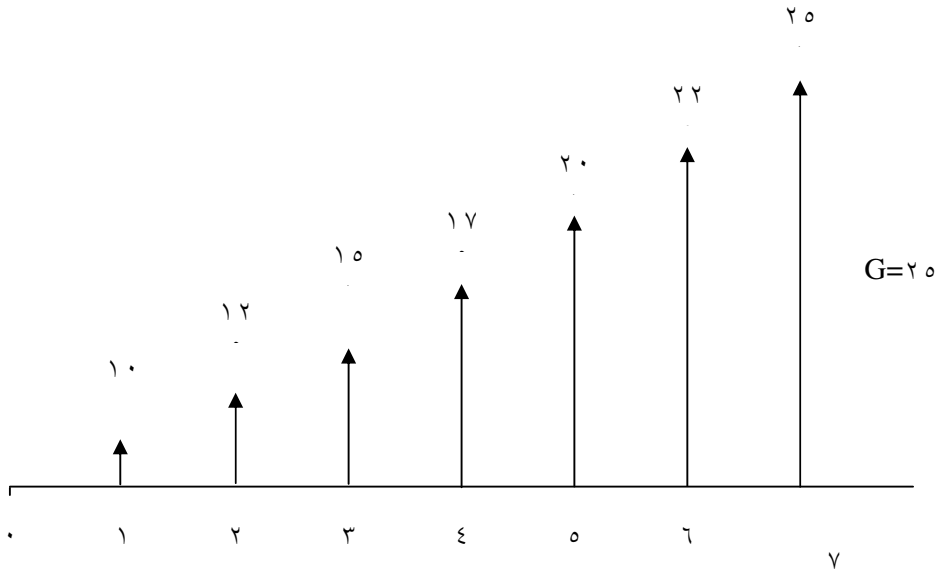
X=

حالت های خاص

شیب یکنواخت

یک فرآیند مالی (هزینه یا درآمد) که در هر دوره بطور یکنواخت کاهش یا افزایش یابد،حالت شیب یکنواخت را بوجود می آورد.

مثال:



رابطه بین G و P

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

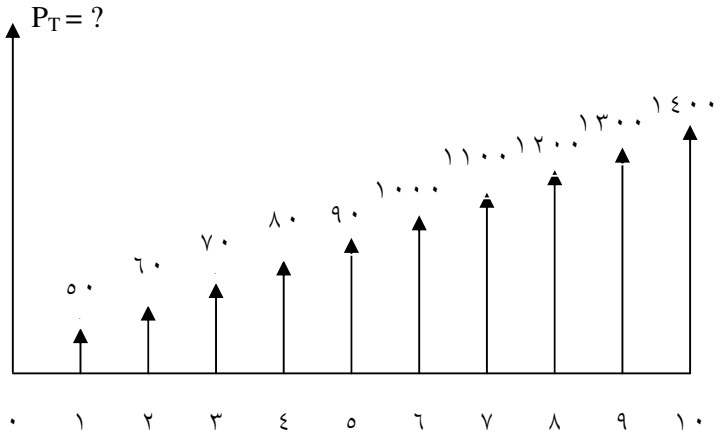
$$P = G(P/G, i\%, n)$$

رابطه بین G و A

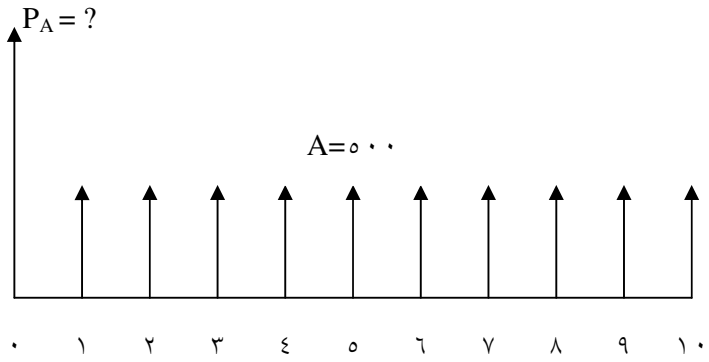
$$A = G\left[\frac{1}{i} + \frac{n}{(1+i)^n - 1}\right]$$

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

مثال: ارزش فعلی فرآیند زیر را محاسبه نمایید. حداقل نرخ جذب ۵٪ می باشد.

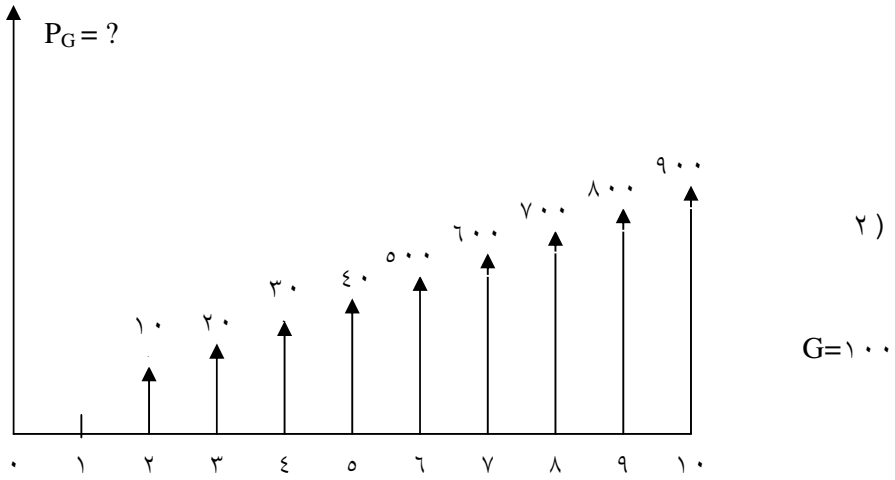


فرآیند مالی فوق را به دو فرآیند زیر تفکیک می نماییم.



(۱)

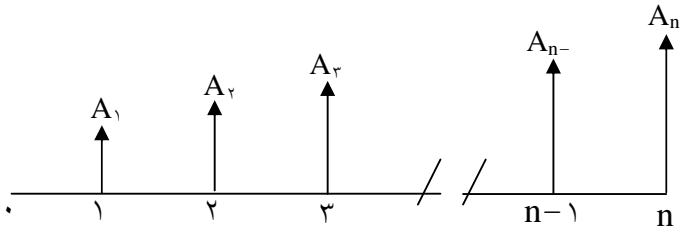
نکته: در شیب یکنواخت برای اینکه بتوان از فرمولها و فاکتوز ضرایب استفاده نمود. سال مبداء و سال اول صفر می باشند.



$$P_T = P_A + P_G$$
$$P_T = ۵۰۰\ (P/A, ٪۵\ ,\ ۱۰) + ۱۰۰\ (P/G\ ,٪۵\ \ ,۱۰)$$
$$P_T = ۵۰۰(۷/۷۲۱۷)+۱۰۰(۳۱/٦۲۵)=۷۰۲٦/۰۵$$

سری هندسی

به فرآیند مالی که در هر پرداخت یا دریافت نسبت به دوره قبل به اندازه درصد معینی افزایش یا کاهش داشته باشیم سری هندسی می گوییم.



شکل فرآیند مالی

$A_t = A_{t-1}(1 + j)$ $\quad t = 2, \ldots, n$

سال مبداء صفر – اولین سال مقدار مشخص

i = نرخ بهره

j = درصد تغییر

t = سال یا دوره مورد مطالعه

A_t = دریافت در سال یا دوره t

A_1 = اولین پرداخت یا دریافت

$$A_t = A_1(1+j)^{t-1} \qquad t = 1,\ldots,n$$

$$P = A_1\left[\frac{1-(1+j)^n(1+i)^{-n}}{i-j}\right] \qquad i \neq j$$

$$P = \frac{(nA_1)}{(1+i)} \qquad i = j$$

$$P = A_1(P/A, i, j, n)$$

برای حالتی که $j > 0$ و یا $j = 0$ و $i \# j$ باشد رابطه فوق به شکل زیر در می آید.

$$P = A_1\frac{1-(F/P, j, n)(P/F, i, n)}{i-j} \qquad j \geq 0 \qquad i \neq j$$

مثال: هزینه های نیروی انسانی یک شرکت ۸٪ در سال افزایش دارد. این شرکت در نظر دارد سرمایه ای در بانک پس انداز نموده تا هزینه های نیروی انسانی خود را تا ۵ سال آینده تأمین نماید. نرخ سود بانک ۱۰٪ در سال است و هزینه نیروی انسانی سال آینده شرکت ۵۰۰۰۰ واحد پولی می باشد. این شرکت چه مقدار در بانک باید پس انداز نماید.

$A_1 = ۵۰۰۰۰$

$j = ٪۸$ و $i = ٪۱۰$ و $n = ۵$

$P = A_1$ (P/A, ٪۱۰, ٪۸, ۵)

$P = ۵۰۰۰۰(٤/۳۸۳۱) = ۲۱۹۱۵۵$ واحد پولی

اگر هزینه نیروی انسانی ۱۰٪ افزایش داشته باشد مقدار پس انداز شرکت چقدر باید باشد.

$i = j = 10\%$

$P = \frac{nA_1}{1+i} = \frac{5 \times 5000}{1.1} = 227272.73$ واحد پولی

نرخ اسمی[۳۹]، نرخ مؤثر[٤۰]

نرخ اسمی، عبارتست از حاصلضرب نرخ هر دوره در تعداد دوره ها.

مثال: ماهیانه ۱٪ سالیانه ۱۲٪ = ۱۲×۱٪

نرخ مؤثر، عبارتست از ارزش زمانی پول با توجه به مرکب شدن آن در هر دوره یعنی در هر دوره اصل و فرع دوره قبل به عنوان اصل برای دوره بعد در نظر گرفته می شود.

$i_e = (۱ + r/t)^t - ۱$

i_e = نرخ مؤثر دوره

r = نرخ اسمی دوره

t = تعداد مرکب شدن در دوره[٤۱]

مثال: اگر نرخ بهره ماهیانه ۱٪ باشد. نرخ مؤثر سالیانه چقدر است؟

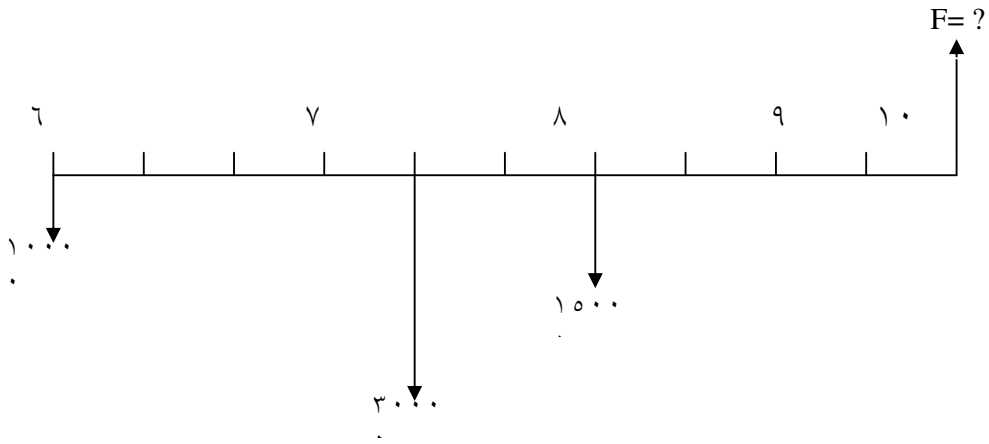
$r = ٪۱ \times ٪۱۲$ نرخ اسمی سالیانه

$i_e = (۱ + ٪۱۲ / ۱۲)^{۱۲} - ۱ = ۱۲/٦۸$ نرخ مؤثر سالیانه

مثال: اگر ۱۰۰۰۰ واحد پولی را امروز و ۳۰۰۰۰ واحد پولی را چهار سال دیگر در چنین روزی و ۱۵۰۰۰ و احد پولی را شش سال دیگر در همین روز با نرخ سالیانه ٦٪ در بانک پس انداز نماییم، در صورتیکه بهره هر شش ماه یکبار محاسبه شود، در ۱۰ سال دیگر در چنین روزی سرمایه ما در بانک چقدر خواهد بود.

---

[۳۹] ***Effective Interest Rate***
[٤۰] ***Nominal Interested Rate***
[٤۱] ***Number Of Compounding Periods***


F= ?
٦
٧
٨
٩
١٠
١٠٠٠٠
١٥٠٠٠
٣٠٠٠٠

$i_e = (۱ + ۰/۰۶ /۲)^{۲} - ۱ = ۰/۰۶۰۹ = ٪ ۶/۰۹$ نرخ مؤثر

$F = ۱۰۰۰۰(F/P, ٪ ۶/۰۹ ,۱۰) + ۳۰۰۰۰(F/P, ٪ ۶/۰۹ , ۶) + ۱۵۰۰۰(F/P, ٪ ۶/۰۹ , ٤)$

$= ۷۹/۸۳۷$

نرخ اسمی – نرخ موثر

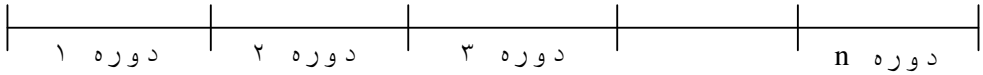
در صورتیکه سود سرمایه گذاری در پایان هر دوره یکساله محاسبه شود در این حالت از اصلاح نرخ بهره سالیانه استفاده می شود.

در صورتیکه سود یا بهره در چند نوبت در بین دوره یا فاصله های بیش از یکسال محاسبه و پرداخت شود مقوله های نرخ موثر و نرخ اسمی مطرح می شود.

نرخ اسمی عبارت است از حاصلضرب نرخ بهره در هر یک از دفعات محاسبه در تعداد دفعات محاسبه در دوره

نرخ موثر عبارت است از نرخ یک دوره کامل با در نظر گرفتن اصل و فرع هر یک از دفعات محاسبه بهره برای دفعه بعدی

مثال:



اگر دوره یکساله باشد و در پایان هر ماه سود محاسبه و پرداخت شود. و نرخ بهره سالیانه ۱۲٪ باشد.

نرخ بهره ماهیان ۱٪

نرخ اسمی سالیانه ۱۲٪

نرخ موثر سالیانه $i_e = \left(1 + \frac{r}{t}\right)^{t} - 1$

مرکب شدن پیوسته[۴۲]

اگر تعداد مرکب شدن در سال بیشتر شود، نرخ مؤثر سالیانه افزایش بیشتری خواهد داشت. هرگاه تعداد دوره ها در سال به بی نهایت میل نماید نرخ مؤثر در این حالت نرخ مؤثر نمایش از مرکب شدن پیوسته نامیده می شود.

---

[۴۲] ***Continuous Compounding***

$F = P\ (۱+ r/t)^{tn}$

r = نرخ اسمی سالیانه

t = تعداد مرکب شدن در سال

n = تعداد سال می باشد.

$F= P \lim (۱+ r/t)^{tn} =Pe^{r.n}$

$t \rightarrow \infty$

$F = Pe^{r.n}$ $e = ۲/۷۱۸۲۸$

$F = P(F/P, r, n)^{\infty}$

فاکتور ارزش آینده یکبار پرداخت با مرکب شدن پیوسته

$P = Fe^{-rn}$

$P = F(P/F, r, n)^{\infty}$

فاکتور ارزش فعلی یکباره با مرکب شدن پیوسته

نرخ مؤثر مرکب پیوسته از رابطه مقابل محاسبه می گردد. $i_e=e^r - ۱$

مثال: اگر شخصی ماهیانه ۱۰۰۰۰ واحد پولی در بانک پس انداز نماید و نرخ بهره ۱۲٪ در سال باشد و بهره بصورت ماهیانه پرداخت گردد، پس از ۱۵ سال چه مقدار سرمایه خواهد داشت.

روش ۱

نرخ بهره ماهیانه ٪۱ = ۱۲ / ٪۱۲

تعداد دوره ها ماه ۱۸۰ = ۱۲ × ۱۵

$F = A(F/A, ٪۱ ,۱۸۰) = ۱۰۰۰۰(F/A, ٪۱ , ۱۸۰) = ?$

روش ۲

$I_e = (۱+r/t)^t -۱ = (۱ + ٪۱۲/۱۲)^{۱۲} -۱= ٪۱۲/۶۸$

$F = A(F/A, i_e, ۱۵)$

$= ۱۰.۰۰۰ \times ۱۲/۶۸$

مثال: اگر مبلغ ۲۰۰۰۰۰ واحد پولی با نرخ ۱۲٪ (اسمی) در سال بطور مرکب پیوسته سرمایه گذاری شود، پس از ۵ سال سرمایه چقدر خواهد بود. (اصل و فرع)

$F= P(F/P, ٪۱۲ , ۵)^{\infty}$

$F= ۲۰۰۰۰۰(۱/۸۲۲۱) = ۳۶۴۴۲۰$

تکنیک های اقتصاد مهندسی و کاربرد آنها

۱- روش ارزش فعلی[۴۳]

۲- روش یکنواخت سالیانه[۴۴]

۳- روش نرخ بازگشت سرمایه

٤- روش نسبت منافع به مخارج[۴۵]

۵- سایر تکنیک ها

تکنیک های اقتصاد مهندسی

روش ارزش فعلی

- کلیه روش های اقتصاد مهندسی در مقایسه اقتصادی پروژه ها نتیجه یکسان خواهد داشت.
- پروژه های مورد مقایسه با این روش ها "پروژه های ناسازگار" می باشند. یعنی مستقل از هم هستند و هر گاه یکی از آنها برای اجرا انتخاب شد، از انجام سایر پروژه ها بی نیاز می باشیم.
- اگر "ارزش فعلی خالص" NPW به ازای حداقل نرخ جذب کننده منفی باشد پروژه غیراقتصادی و اگر مثبت باشد پروژه اقتصادی می باشد.

پروژه غیراقتصادی NPW<۰

پروژه اقتصادی NPW>۰ یا NPW=۰

اگر چند پروژه داشته باشیم پروژه ای اقتصادی تر است که PW هزینه هایش کمتر باشد.

حالت اول: عمر پروژه ها برابرند.

مثال: دو ماشین A و B را مقایسه نمایید. حداقل نرخ جذب کننده MARR ۱۰٪ می باشد.

---

[۴۳] ***Present Worth Method***
[۴۴] ***Equivalent Uniform Annual Cost (Benefit)***
[۴۵] ***Benefit to Cost Method***

	B	A
هزینه اولیه	۳۵۰۰	۲۵۰۰
هزینه عملیاتی سالیانه	۷۰۰	۹۰۰
ارزش اسقاط	۳۵۰	۲۰۰
عمر مفید	۵	۵

$$PW_A = ۲۵۰۰ + ۹۰۰ (P/A, ٪۱۰ , ۵) - ۲۰۰ (P/F, ٪۱۰ , ۵) = ۵۷۸۸$$

$$PW_B = ۳۵۰۰ + ۷۰۰ (P/A,٪۱۰ , ۵) - ۳۵۰ (P/F, ٪۱۰ , ۵) = ۵۹۳۶$$

ماشین A بعلت داشتن ارزش فعلی هزینه کمتر انتخاب خواهد شد.

حالت دوم: عمر پروژه ها نابرابرند

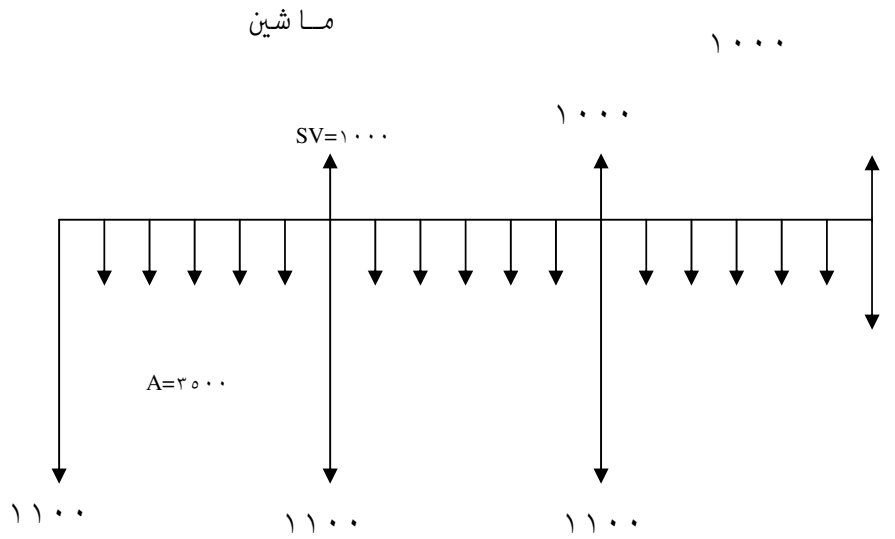
در این روش مانند حالت قبل عمل می شود. البته باید ابتدا عمر مشترکی برای پروژه ها در نظر گرفت. برای این منظور کوچکترین مضرب مشترک عمر پروژه ها را بدست می آوریم و متناسب با این عدد پروژه ها را تکرار نموده تا به این عمر مشترک برسند و در نهایت مسئله را مانند حالت قبل حل می نماییم.

مثال: دو ماشین زیر را مقایسه نمایید. انتخاب کدامیک اقتصادی تر است. فرض نمایید کارایی هر دو ماشین برابر می باشد. حداقل نرخ جذب کننده ۱۵٪ می باشد

	B	A
هزینه اولیه	۱۸۰۰۰	۱۱۰۰۰
هزینه عملیاتی سالیانه	۳۱۰۰	۳۵۰۰

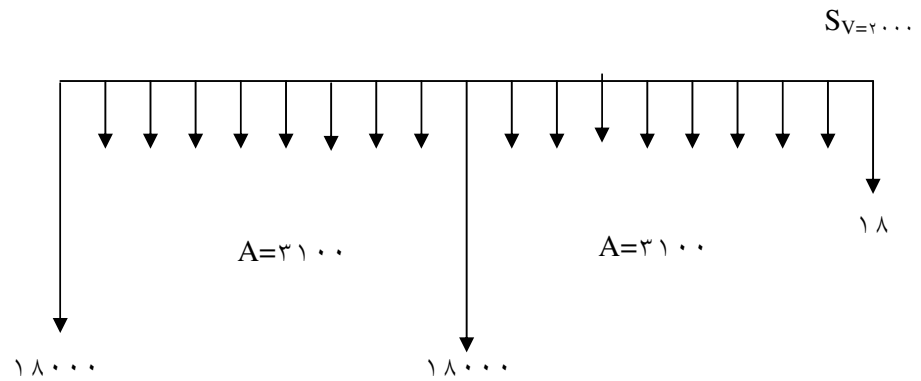
ارزش اسقاطی	۲۰۰۰	۱۰۰۰
عمر مفید	۹	۶

کوچکترین مضرب مشترک ۹ و ۶ عدد ۱۸ می باشد.



PW_A= ۱۱۰۰۰ + ۱۱۰۰۰(P/F, ٪۱۵ , ۶) – ۱۰۰۰(P/F, ٪۱۵ , ۶) + ۱۱۰۰۰(P/F,٪۱۵, ۱۲) – ۱۰۰۰(P/F, ٪۱۵ , ۱۲) – ۱۰۰۰(P/F, ٪۱۵ , ۱۸) + ۳۵۰۰ (P/A, ٪۱۵ , ۱۸) = ۳۸۵۵۹

برای ماشین B داریم :



PW_B= ١٨٠٠٠ + ١٨٠٠٠(P/F, ٪١٥ , ٩) – ٢٠٠٠(P/F, ٪١٥ , ٩) - ٢٠٠٠(P/F,٪١٥, ١٨) + ٣١٠٠(P/A, ٪١٥ , ١٨) = ٤١٣٨٤

$PW_A<PW_B \rightarrow$ A می باید خریداری شود

چون هزینه اولیه کمتر است.

حالت سوم: عمر پروژه ها نامحدودند.

از این روش برای پروژه هایی که عمر طولانی دارند مانند سدها، نیروگاه ها، فرودگاه ها، پل ها، بزرگ راه ها و .... استفاده می شود.

در این روش محاسبه ارزش یا درآمد سالانه بافرض سرمایه گذاری اولیه با مدت زمان نامحدود استفاده می شود.

هزینه تأسیس P

درآمد سالانه A

$n \to \infty$

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

$$\lim A = P\lim\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} = Pi$$

$n \to \infty$

$$A = Pi \to P = A/i$$

مثال: برای آبرسانی به مزارع در یک روستا طرح ایجاد یک قنات پیشنهاد شده است. پیش بینی می شود پس از احداث قنات سالیانه ۲۰۰۰۰ واحد پولی درآمد ایجاد می شود. اگر هزینه ساخت و احداث قنات ۳۵۰۰۰۰ واحد پولی باشد و فرض شود که این قنات پس از احداث هیچگونه هزینه تعمیر و نگهداری لازم ندارد. آیا انجام این پروژه اقتصادی است. حداقل نرخ بازگشت سرمایه ۵٪ می باشد.

PWB یا

$$P = \frac{A}{i} = \frac{20000}{0.05} = 400000 \rangle 350000$$

انجام این طرح اقتصادی است.

روش معادل (یکنواخت) سالانه EUAC , EUAB

- در این روش کلیه درآمدها و هزینه های مرتبط با پروژه هر راه حل به یک سری یکنواخت معادل سالانه تبدیل می شود.

- جهت استفاده از این روش (مانند سایر روش ها) می باید اطلاعات جریان مالی طرح و نرخ بهره کاملاً روشن باشد.

- این روش برای حالتی که عمر پروژه ها نابرابر است سریعتر و آسان تر از سایر روش ها جوابگوی حل مسائل می باشد.

- بطور خلاصه محاسبه ارزش سالانه برای کلیه عوامل درآمد و هزینه در طرح می باشد.

روش اول:

فرض می گیریم.

P = هزینه اولیه طرح

n = عمر مفید طرح

SV = ارزش اسقاط

ارزش سالیانه هزینه فعلی و درآمد حاصل از فروش اسقاط طرح و ... را بدست می آوریم.

$$EUAC= P(A/P, i\%, n)-SV(A/F, i\%, n) + \dots$$

مثال: هزینه خرید یک ماشین ۸۰۰۰۰ واحد پولی و ارزش اسقاط آن ۵۰۰۰ واحد پولی است. عمر مفید این ماشین ۸ سال می باشد. اگر هزینه عملیاتی ماشین سالانه ۹۰۰۰ واحد پولی باشد و نرخ بهره ٦٪ فرض شود، هزینه یکنواخت سالیانه این ماشین را محاسبه نمایید.

$$EUAC= ۸۰۰۰۰(A/P, ٪٦,۸) + ۹۰۰۰ - ۵۰۰۰ (A/F, ٪٦,۸)= ۲۱۳۸۰$$

روش دوم

در این روش کلیه هزینه ها و درآمدهای طرح رابه ارزش فعلی تبدیل نموده و سپس نتیجه را به هزینه یکنواخت سالیانه تبدیل می نماییم.

روش سوم

در این روش ابتدا اختلاف ارزش اسقاطی و سایر هزینه ها و درآمدها را با هزینه اولیه تعیین و حاصل را در فاکتور (A/P,i%,n) ضرب نموده و در نهایت حاصلضرب ارزش اسقاطی و سایر هزینه ها و درآمدها را در نرخ بهره بدست آورده و به آن اضافه می نماییم.

مقایسه چند پروژه از طریق هزینه یکنواخت سالیانه

برای مقایسه چند پروژه، ابتدا هزینه سالیانه هریک از آنها را بدست می آوریم، پروژه ای که دارای کمترین هزینه سالانه باشد اقتصادی ترین پروژه خواهد بود.

مثال: دو دستگاه زیر را از طریق روش EUAC با شرط نرخ بهره ۱۵٪ مقایسه نمایید. خرید کدامیک را توصیه می نمایید.

	B		A
هزینه خرید	۳۶۰۰۰		۲۶۰۰۰
هزینه تعمیرات سالانه		۳۰۰	۸۰۰
هزینه پرسنلی سالانه	۹۶۰۰		۱۱۰۰۰
هزینه ارزش اسقاطی	۳۰۰۰		۲۰۰۰
عمر مفید	۱۰		۶

$EUAC_A = ۲۶۰۰۰(A/P, ٪۱۵,۶) - ۲۰۰۰(A/F,٪۱۵,۶) + ۱۱۰۰۰ + ۸۰۰ = ۱۸۴۴۲$

$EEUAC_B = ۳۶۰۰۰(A/P,٪۱۰,۱۰) - ۳۰۰۰(A/F,٪۱۵,۱۰) + ۹۶۰۰ + ۳۰۰ = ۱۶۹۲۵$

خرید دستگاه B توصیه می شود زیرا $EUAC_B < EUAC_A$ است.

روش نرخ بازگشت سرمایه (i)

ROR= Rate Of Return

MARR= Minimum Attractive Rate of Return

هر سازمان یا شرکتی جهت سرمایه گذاری در یک طرح با توجه به سیاست های مربوطه در صورتی اقدام می نماید که سود ناشی از این سرمایه گذاری از یک حداقلی بیشتر باشد. لذا:

اگر $ROR > یا = MARR$ ➔ طرح پذیرفته می شود

اگر $ROR < MARR$ ➔ طرح پذیرفته نمی شود

پس برای سرمایه گذاری در یک طرح ابتدا نرخ بازگشت سرمایه محاسبه و پس از آن تصمیم گیری بعمل می آید.

روش ۱: محاسبه ROR با استفاده از روش ارزش فعلی

نرخ بازگشت سرمایه از تساوی قرار دادن ارزش فعلی درآمدها با ارزش فعلی هزینه ها بدست می آید.

NPW=۰

$PW_B=PW_C$ ➔ $PW_B - PW_C = ۰$ ➔ $i = ROR$

در نتیجه:

$$-P + A(P/A, i\%,n) + SV(P/F,i\%,n) + \ldots = ۰$$

مثال ۱: در سرمایه گذاری ۱۰۰۰ واحد پولی اکنون و دریافت ۵۰۰ واحد پولی سه سال دیگر و ۱۵۰۰ واحد پولی پنج سال دیگر، نرخ بازگشت سرمایه را محاسبه نمایید.

$$- ۱۰۰۰ + ۵۰۰(P/F,i\%, ۳) + ۱۵۰۰ \ (P/F,i\%,۵) = ۰$$

روش محاسبه i :

۱- حدس جواب (محاسبه ضریب بطور تقریبی یا دقیق)

۲- سعی و خطا

۳- درون یابی

می باشد. در این مثال ۱۶/۹۵٪= i می باشد.

مثال ۲: در فرآیند مالی زیر را در نظر بگیرید.

سرمایه گذاری ۵۰۰۰ واحد پولی هم اکنون و دریافت ۱۰۰ واحد پولی به مدت ۱۰ سال و در پایان هر سال و دریافت ۷۰۰۰ واحد پولی در پایان ۱۰ سال نرخ بازگشت سرمایه را محاسبه نمایید.

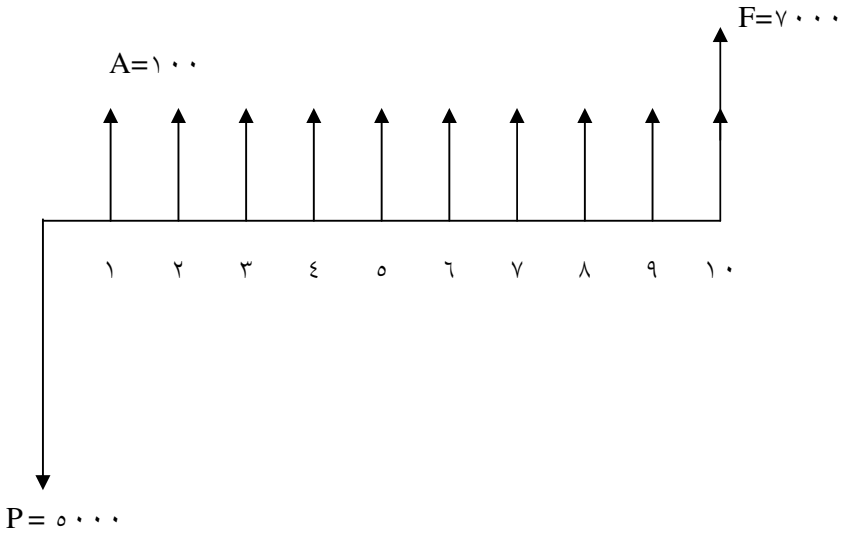
حل:

P= ۵.۰۰۰

N=۱۰

A= ۱۰۰ درآمد سالانه

درآمد نهائی F= ۷۰۰



$-5.000+100\ (P/A\ ,\ i\%\ ,10)+7000\ (P/F\ ,\ i\%\ ,10)=0$

برای تخمین درآمد سالانه را به انتهای سال دهم انتقال می دهیم (بدون درنظر گرفتن ارزش زمانی پول)

$F=10\times100+7000=8000$

$5000=8000\ (P/F\ ,\ i\%\ n,)$

$(P/F\ ,\ i\%\ n,) = 5000/8000 = 0/625$

مراجعه به جدول ⟵ $\%4<i<\%5$

عبارت حاصل منفی شد. پس می توان درون یابی نمود.

			٪٥			٦۹/٤٦	
	a	i		b	۰		
c							d

٪٦ – ۳۵۵/۱۹

$$\frac{a}{b}=\frac{c}{d}$$
$$\frac{a}{69.46}=\frac{6\%-5\%}{-355.19-69.46}\rightarrow a=0.16$$
$$ROR=i=5+0.16=5.16\%$$

روش ۲- محاسبه نرخ بازگشت سرمایه با استفاده از روش یکنواخت سالیانه

NEUA=۰

NUAB=EUAC ➔ EUAB-EUAC=۰

در نتیجه:

-P(A/P,i%,n)+A+SV(A/F,i%,n) +۰۰۰۰=۰

یادآوری

i = نرخ بهره، نرخ سود

MARR = حداقل نرخ سودی که یک سرمایه گذار حاضر می شود در یک طرح سرمایه گذاری نماید.

ROR = نرخ سودی که از یک سرمایه گذاری حاصل می شود.

اگر ROR≥MARR باشد. سرمایه گذار در طرح سرمایه گذاری می نماید.

اگر MARR<ROR باشد. سرمایه گذار در طرح سرمایه گذاری نمی نماید.

مقایسه چند پروژه با روش ROR

این روش تفاوت اساسی با روشهای NPW (ارزش فعلی خالص) و NEUA (ارزش خالص یکنواخت سالیانه) دارد.

در این روش اگر ROR یک پروژه (A) بیشتر از پروژه دیگر (B) باشد الزاماً پروژه اول (A) از پروژه دوم (B) اقتصادی تر نمی باشد. برای مقایسه اقتصادی پروژه ها با این روش می باید از روش تحت عنوان تجزیه و تحلیل سرمایه گذاری اضافی استفاده نمود.

تجزیه و تحلیل سرمایه گذاری اضافی[٤٦]

دو پروژه ناسازگار با هزینه اولیه متفاوت را در نظر بگیرید. همواره داریم:

تفاوت هزینه اولیه بین دو پروژه + پروژه با هزینه اولیه کمتر =پروژه با هزینه اولیه بیشتر

PW_X PW_Y ΔNPW

۱- بطور کلی اگر از بین دو پروژه، پروژه ای با هزینه اولیه بیشتر بعنوان اقتصادی ترین پروژه انتخاب شد می توان ادعا نمود که نه تنها پروژه خود به تنهایی نرخ بازگشتی برابر یا بیشتر از MARR دارد بلکه تفاوت بین دو پروژه نیز نرخ بازگشتی برابر MARR یا بیشتر از آنرا خواهد داشت.

$\Delta NPW > ۰$ یا $= ۰$ طرح با سرمایه اولیه بیشتر انتخاب می شود.

$\Delta NPW < ۰$ طرح با سرمایه اولیه کمتر انتخاب می شود.

$\Delta NEUA > ۰$ یا $= ۰$ طرح با سرمایه اولیه بیشتر انتخاب می شود.

$\Delta NEUA < ۰$ طرح با سرمایه اولیه کمتر انتخاب می شود.

تشریح روش تجزیه و تحلیل سرمایه گذاری اضافی به دو صورت ترسیمی و محاسباتی قابل انجام است .

بررسی روش ترسیمی

در این روش ابتدا ارزش فعلی هزینه ها و ارزش فعلی درآمدها را برای دو یا چند پروژه محاسبه می نماییم. سپس در مختصات مناسبی آنها را رسم نموده یعنی نقاط مربوط به هزینه و درآمد هر پروژه را روی صفحه مختصات مشخص می نماییم. از اتصال این نقاط به یکدیگر خط تفاوت حاصل می گردد.

مثال ۲- ٤ طرح زیر را در نظر می گیریم

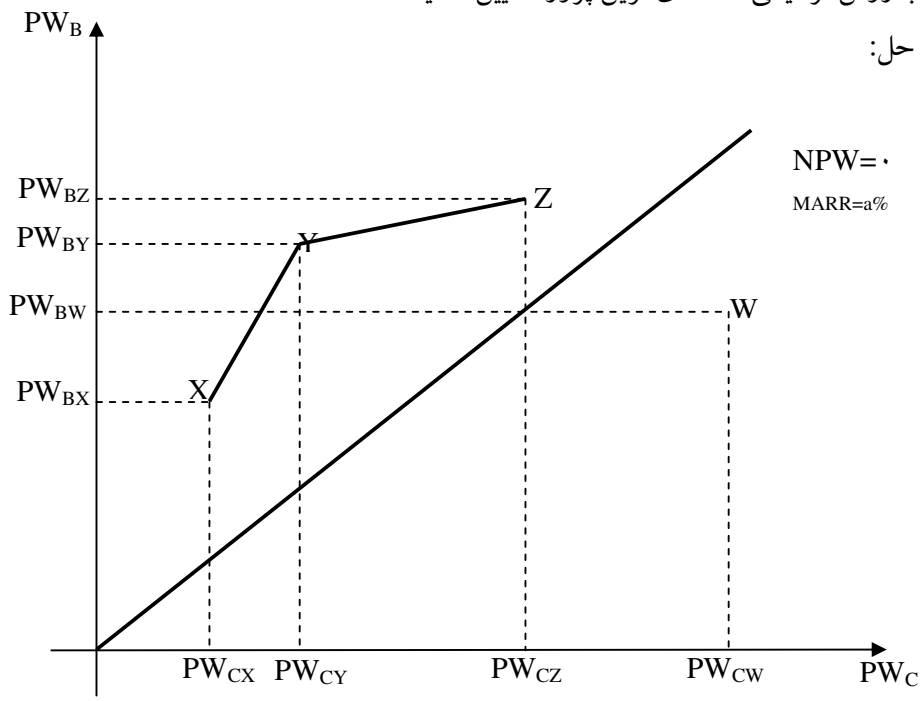
X		Y	
	PW_{BX}		PW_{BY}
	PW_{CX}		PW_{CY}

Z	
PW_{BZ}	
PW_{CZ}	

W	
PW_{BW}	
PW_{CW}	

با روش ترسیمی اقتصادی ترین پروژه تعیین نمائید.

حل:



MARR=a%

اگر $ROR \geq MARR$ → بالای خط ۴۵ درجه

$ROR \leq MARR$ → پایین خط ۴۵ درجه

X و Y و Z اقتصادی اند.

W اقتصادی نمی باشد.

مقایسه X,Y : چون خط XY دارای شیب بیش از ۴۵ درجه است طرح Y باتوجه به هزینه اولیه بالاتر اقتصادی تر است.

مقایسه Z,Y : چون خط YZ دارای شیب کمتر از ۴۵ درجه است طرح Y باتوجه به هزینه اولیه کمتر اقتصادی تر است.

اگر ضریب زاویه خط تفاوت که در حقیقت نرخ بازگشت سرمایه تفاوت است، مساوی یا بیش از حداقل نرخ جذب کننده باشد پروژه با هزینه اولیه بیشتر و در غیر اینصورت پروژه با هزینه اولیه کمتر انتخاب می شود.

در روش نرخ بازگشت سرمایه نکات زیر می باید مد نظر باشد.

۱- بررسی هر پروژه به تنهایی و محاسبه نرخ بازگشت سرمایه آن پروژه می تواند اقتصادی بودن آنرا با مقایسه حداقل نرخ جذب کننده MARR تعیین نماید.

۲- هرگاه دو یا چند پروژه را با توجه به روش نرخ بازگشت سرمایه بخواهیم مقایسه نماییم الزاماً اقتصادی ترین پروژه، آن پروژه ای که نرخ بازگشت بیشتری را داشته باشد نمی باشد، بلکه می باید با تکنیک تجزیه و تحلیل سرمایه گذاری اضافی از بین پروژه های موجود اقتصادی ترین آنها را انتخاب نماییم.

۳- در صورتیکه هزینه اولیه در کلیه پروژه ها برابر باشد پروژه ای اقتصادی تر است که دارای بالاترین نرخ بازگشت سرمایه باشد.

٤- در صورتیکه هزینه اولیه پروژه ها برابر نباشد، پروژه ها دو به دو با هم مقایسه می شوند. اگر نرخ بازگشت سرمایه تفاوت بیش از MARR بود پروژه ای که هزینه اولیه بیشتری دارد اقتصادی تر است در غیر اینصورت پروژه ای که دارای هزینه اولیه کمتری است اقتصادی تر می باشد.

مثال ۱: با استفاده از روش ترسیمی تجزیه و تحلیل سرمایه گذاری اضافی از دو طرح زیر اقتصادی ترین آنها را مشخص نمایید. حداقل نرخ جذب کننده ۱۰٪ می باشد.

	طرح Y		طرح X
هزینه اولیه	۷۰۰	۲۰۰	
درآمد سالیانه	۱۲۰		۹۵
ارزش اسقاطی	۱۵۰		۵۰
عمر مفید	۱۲	٦	

محاسبه دو دوره باتوجه به تفاوت عمر مفید.

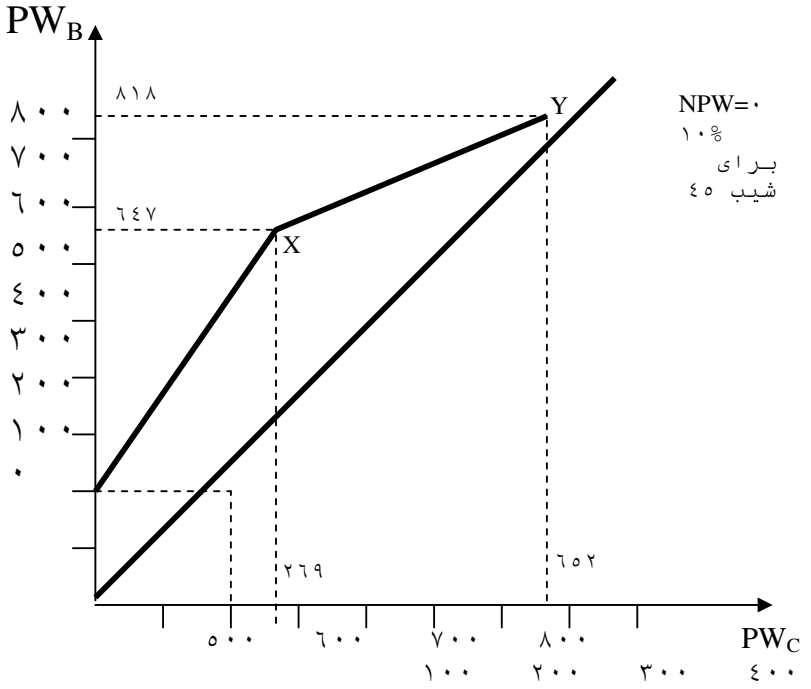
طرح X PW_C= ۲۰۰ – ۵۰(P/F,٪۱۰,٦)+۲۰۰ (P/F,٪۱۰,٦) – ۵۰(P/F,٪۱۰,۱۲)

= ۲٦۹

PW_B= ۹۵(P/A,٪۱۰,۱۲)= ٦٤۷

طرح Y PW_C= ۷۰۰ – ۱۵۰(P/F,٪۱۰,۱۲)= ٦۵۲

PW_B= ۱۲۰(P/A, ٪۱۰, ۱۲)= ۸۱۸



شیب خط XY کمتر از شیب ٪۱۰=MARR که برابر ٤۵ درجه می باشد بوده است. پس توصیه می شود طرح با هزینه اولیه کمتر انجام شود.

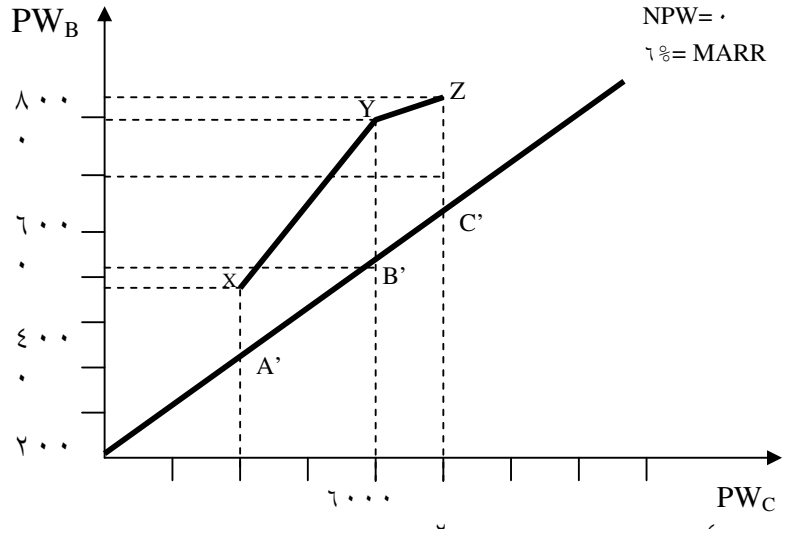
مثال ۲: سه طرح زیر را در نظر می گیریم. عمر مفید همگی ۲۰ سال و ارزش اسقاطی آنها صفر می باشد. حداقل نرخ جذب کننده ٦٪ است.

طرح X
PW_B=٤٧٠٣
PW_C=٢٠٠٠

طرح Y
PW_B=٧٣٢٩
PW_C=٤٠٠٠

طرح Z
PW_B=٨٠٢٩
PW_C=٥٠٠٠

کدام طرح اقتصادی تر است.



۱- هر سه طرح بازگشت سرمایه بیش از ٦ ٪ (شیب آنها بیش از ٤٥ درجه است) را دارند. پس هر سه آنها اقتصادی می باشند.

۲- شیب خط XY بیش از ٤٥ درجه است. پس Y اقتصادی تر است.

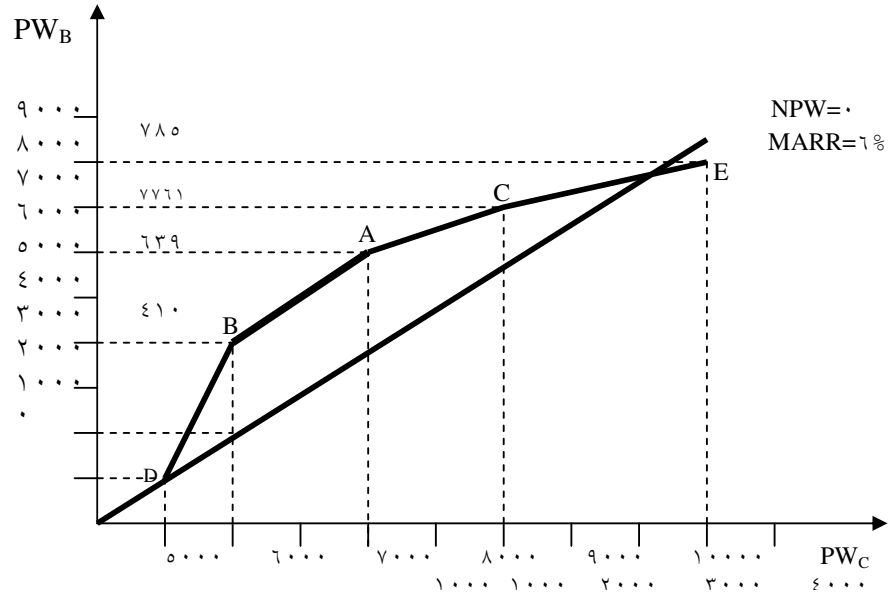
۳- شیب خط YZ کمتر از ٤٥ درجه است. پس پروژه Y یعنی پروژه ای که دارای هزینه کمتر است انتخاب می شود.

مثال ۳: پروژه های زیر را از روش نرخ بازگشت سرمایه و روش ترسیمی مقایسه و اقتصادی ترین آنها را مشخص نمایید.

n= ۲۰ , MARR= ٪ ٦

ابتدا پروژه ها را به ترتیب صعودی سرمایه اولیه مرتب می نماییم.

	D	B	A	C	E
PW_C	۱۰۰۰	۲۰۰۰	٤۰۰۰	٦۰۰۰	۹۰۰۰
PW_B	۱۱۷۰	٤۱۰۰	٦۳۹۰	۷٦۱۰	۷۸۵۰



اقتصادی ترین طرح، طرح A می باشد.

نکته۱: خط NPW=۰، خط ٤٥ درجه روی محورها است و MARR روی آن خط قرار می گیرد.
نکته ۲: پروژه های بالای خط فوق اقتصادی و پایین آن غیر اقتصادی می باشند.
نکته ۳: ارزش فعلی هزینه ها و ارزش فعلی درآمدها یا سود در این نمودار در نظر گرفته می شود.
نکته ٤: پروژه هایی که $PW_C=PW_B$ روی این خط قرار می گیرند. (خط NPW=۰)

روش محاسباتی

از مقایسه اقتصادی پروژه ها از روش نرخ بازگشت سرمایه به ترتیب زیر:

۱- پروژه ها برحسب هزینه اولیه به ترتیب صعودی مرتب شوند.
۲- نرخ بازگشت سرمایه هر پروژه محاسبه شود.
۳- اگر نرخ بازگشت سرمایه پروژه ای کمتر از حداقل نرخ جذب کننده (MARR) بود، آن پروژه از مقایسه حذف می گردد.
٤- پروژه ها بترتیب با استفاده از روش تجزیه و تحلیل سرمایه گذاری اضافی، دو به دو با هم مقایسه می شوند تا اقتصادی ترین پروژه شناخته شود.

مثال: پروژه های زیر را با استفاده از تجزیه و تحلیل سرمایه گذاری اضافی و از روش نرخ بازگشت سرمایه مقایسه و اقتصادی ترین آنها را مشخص نمایید. عمر کلیه پروژه ها ۲۰ سال و MARR=٦٪ است.

	A	B	C	D	E
هزینه اولیه	٤۰۰۰	۲۰۰۰	٦۰۰۰	۱۰۰۰	۹۰۰۰
درآمد سالیانه	٦۳۹	٤۱۰	۷٦۱	۱۱۷	۷۸٥

حل: ابتدا پروژه ها را به ترتیب صعودی مرتب می نماییم.

D	B	A	C	E
۱۰۰۰	۲۰۰۰	٤۰۰۰	٦۰۰۰	۹۰۰۰
۱۱۷	٤۱۰	٦۳۹	۷٦۱	۷۸٥

هزینه اولیه درآمد سالیانه

ابتدا مقایسه بین D و B را انجام می دهیم.

تفاوت هزینه اولیه ۱۰۰۰

تفاوت درآمد سالیانه ۲۹۳

۲۰۰۰-۱۰۰۰=۱۰۰۰ ٤۱۰-۱۱۷=۲۹۳

۱۰۰۰= ۲۹۳(P/A, i%, ۲۰)➔ ΔROR=٪۲۹

نرخ بازگشت سرمایه تفاوت بیش از ٦٪ است. لذا پروژه B با هزینه اولیه بیشتر انتخاب می گردد.

مقایسه B و A :

تفاوت هزینه اولیه	۲۰۰۰	➔ ΔROR=٪۱۰
تفاوت درآمد سالیانه	۲۲۹	

نرخ بازگشت سرمایه تفاوت بیش از ٦٪ است لذا پروژه A انتخاب می گردد.

مقایسهA و C :

تفاوت هزینه اولیه	۲۰۰۰	➔ ΔROR=٪۲
تفاوت درآمد سالیانه	۱۲۹	

نرخ بازگشت سرمایه کمتر از MARR=٪٦ می باشد. لذا پروژه با هزینه اولیه کمتر یعنی A انتخاب و C حذف می گردد.

مقایسه A و E :

تفاوت هزینه اولیه	۵۰۰۰	➔ ΔROR~ ٪۰ c
تفاوت درآمد سالیانه	۱٤٦	

پس پروژه A بعنوان اقتصادی ترین پروژه مابین ۵ پروژه مورد بررسی می باشد و انتخاب می گردد.

روش منافع به مخارج

در این روش معیار سنجش اقتصادی بودن یک پروژه از نسبت سود به هزینه ها بدست می آید.

$B / C =$ (منافع – ضررها) / (مخارج) هزینه ها

همانطوریکه مشاهده می شود ضررها به هزینه ها اضافه نمی شود بلکه از منافع کاسته می شود.

روش اول- ارزش فعلی

$(B/C)= (PW_B / PW_C) =$ (منافع PW / مخارج PW)

روش دوم- ارزش یکنواخت سالیانه

$B/C=$ منافع EUA / مخارج $EUA = EUAB / EUAC$

در هریک از روش های فوق

اگر $B/C >$ یا $= ۱$ یا $B-C >$ یا $= ۰$

پروژه اقتصادی است.

اگر $B/C <$ ۱ یا $B-C <$۰

طرح اقتصادی نمی باشد.

مثال: برای انجام یک طرح صنعتی پروژه با مشخصه زیر پیشنهاد گردیده است.

هزینه اولیه	۱۰۰۰۰۰۰	واحد پولی	(هزینه)
درآمد سالیانه ۱	۱۵۰۰۰۰	واحد پولی	(منافع)
هزینه سالیانه	۵۰۰۰۰	واحد پولی	(هزینه)
ضرر سالیانه	۳۰۰۰۰	واحد پولی	(ضرر)
درآمد سالیانه۲	۱۰۰۰۰۰	واحد پولی	(منافع)

اگر عمر این طرح ۲۰ سال و حداقل نرخ جذب کننده ۱۰٪ باشد. آیا انجام این پروژه اقتصادی است.

طرح اقتصادی است. $\frac{B}{C} = \frac{EUAB}{EUAC} = \frac{100000 + 150000 - 30000}{1000000(A/P,10\%,20) + 50000} = 1.3135 \rangle 1$

هزینه: منابعی که مستقیماً برای ایجاد و نگهداری طرح مذکور مصرف می شود.

منافع: درآمدهایی که در اثر ایجاد طرح حاصل می شود.

ضرر: منافع موجودی که در اثر ایجاد طرح از بین می رود و معمولاً به خود طرح مستقیماً مربوط نمی باشد.

اگر دو یا چند طرح داشته باشیم برای مقایسه آنها می باید از تجزیه و تحلیل سرمایه گذاری اضافی استفاده نمود. یعنی:

$\Delta B / \Delta C = \Delta PW_B / \Delta PW_C$
$\Delta B / \Delta C = \Delta EUAB / \Delta EUAC$

اگر ۱ = یا< $(\Delta B / \Delta C)$ باشد طرحی که دارای هزینه اولیه بیشتر است انتخاب می شود.

و اگر ۱>$(\Delta B / \Delta C)$ باشد طرحی که دارای هزینه اولیه کمتر است انتخاب می شود.

مثال: از میان طرح های ناسازگار زیر با استفاده از روش منافع به مخارج اقتصادی ترین طرح را معین نمایید.

	A	B	C	D	E
PW_C	۱۰۰۰	۲۰۰۰	٤۰۰۰	٦۰۰۰	۹۰۰۰
PW_B	۱۳٤۰	٤۷۰۰	۷۳۳۰	۸۷۳۰	۹۰۰۰
B/C	۱/۳٤	۲/۳٥	۱/۸۳	۱/٤٦	۱

طرح ها بترتیب صعودی سرمایه (یا هزینه اولیه) مرتب شده اند.

A و B بررسی و مقایسه

ΔPW_C= ۱۰۰۰
ΔPW_B= ۳۳٦۰

$\Delta B / \Delta C$ = ۳/۳٦ > ۱ ➔ B انتخاب می شود

B و C بررسی و مقایسه

ΔPW_C= ۲۰۰۰
ΔPW_B= ۲٦۳۰

$\Delta B / \Delta C$ = ۱/۳۲ > ۱ ➔ C انتخاب می شود

C و D بررسی و مقایسه

ΔPW_C= ۲۰۰۰
ΔPW_B=۱٤۰۰

$\Delta B / \Delta C$ = ۰/۷۰ < ۱ ➔ C انتخاب می شود

E و C بررسی و مقایسه

ΔPW_C= ۵۰۰۰

ΔPW_B=۱۶۷۰ | $\Delta B / \Delta C$ = ۰/۳۳ < ۱ ➔ C انتخاب می شود

طرح C بعنوان اقتصادی ترین پروژه انتخاب می گردد. دقت شود که این طرح دارای بیشترین نسبت منابع به مخارج نمی باشد ولی اقتصادی ترین طرح می باشد.

استهلاک[47]

یکی از عواملی که برای مقایسه اقتصادی پروژه ها نقش اساسی و مهم داشته و تاکنون مورد بررسی قرار نداده ایم استهلاک می باشد.

تعریف:

کاهش ارزش یک دارایی یا به عبارتی اختلاف ارزش یک دارایی در دو زمان مختلف به هر دلیلی که این کاهش ارزش صورت گرفته باشد را استهلاک می گویند.

دلایل وجود استهلاک

۱- پیشرفت تکنولوژی (کامپیوتر – ماشین حساب – چرتکه)
۲- فرسودگی (هزینه نگهداری، تعمیرات، کاهش کارائی)
۳- تغییرات مقررات (پلاک زوج و فرد ماشین)
٤- تغییر در مقدار و نوع سرویس مورد لزوم (بستنی)
٥- ایجاد خسارات مالی و جانی (اجاق مایکروویو)

ارزش دفتری[48]

تعریف: ارزش دفتری یک دارایی در هر زمان عبارتست از ارزش یا هزینه اولیه آن دارایی پس از کاهش یا کسر مجموع مبالغ استهلاک تا آن زمان.

روشهای محاسبه استهلاک

۱- روش خط مستقیم

در این روش مقدار استهلاک سالیانه ثابت در نظر گرفته می شود و طبق رابطه زیر محاسبه می گردد.

$$D = (P-SV) / n$$

D = مقدار استهلاک سالیانه
P = هزینه اولیه و دارایی
SV = ارزش اسقاطی دارایی

---

[47] ***Depreciation***
[48] ***Book Value***

n = عمر استهلاک دارایی (عمر مفید)

ارزش دفتری پس از m سال از رابطه زیر محاسبه می گردد.

$BVm = P-m.D \qquad m= ۱ , ۲ , ۳ , \dots , n$

مثال: هزینه اولیه یک ماشین ۸۰.۰۰۰ واحد پولی با عمر مفید (استهلاکی) ۱۰ سال و ارزش اسقاطی ۱۰۰۰۰ واحد پولی است. مقدار استهلاک سالیانه و ارزش دفتری پس از ۵ سال را محاسبه نمایید.

$$D = \frac{P - SV}{n} \rightarrow \frac{80000 - 10000}{10} \rightarrow 7000$$
$$BV_5 = P - 5D = 80000 - (5 \times 7000) = 45000$$

واحد پولی

$m= ۰ \rightarrow BV_{۰} = P =$ ارزش اولیه دارایی

$m= n \rightarrow BV_n = P- nD = SV$ ارزش اسقاطی دارایی

$BV_m= BV_{m-۱} - D$ محاسبه ارزش دفتری باتوجه به ارزش دفتری دوره قبل

۲- روش جمع ارقام سنوات[۴۹]

در این روش مقدار استهلاک در سال اول بیشترین مقدار را دارد و برحسب یک نسبت مشخص کاهش می یابد تا جائیکه در سال آخر کمترین استهلاک را داریم.

$$D_m = \frac{n - m + 1}{SYD}(P - SV)$$
$$M = 1,2,\dots,n$$

D_m = مقدار استهلاک در سال m

n = عمر مفید پروژه (دستگاه، ماشین و ....)

m = سال مورد بررسی

P = ارزش اولیه (هزینه اولیه) طرح

SV = ارزش اسقاط طرح

[۴۹] ***Sum of the years Digits Method (SOYD)***

$$SYD = \sum_{m=1}^{n} m = \frac{n(n+1)}{2}$$

جمع ارقام سنوات

۳- ارزش دفتری

$$BV_m = \frac{P - m(n-(m/2)+0.5)}{SYD}(P - SV)$$

مثال: هزینه اولیه یک ماشین ۸۰۰۰۰ واحد پولی با عمر مفید ۱۰ سال و ارزش اسقاط ۱۰۰۰۰ واحد پولی است. مقدار استهلاک و ارزش دفتری برای سال دوم را محاسبه نمایید (از روش جمع ارقام سنوات)

(SOYD)

$$P = 80000$$
$$n = 10$$
$$SV = 10000$$
$$SYD = \frac{n(n+1)}{2} = \frac{10\times 11}{2} = 55$$
$$D_m = \frac{n-m+1}{SYD}(P - SV)$$
$$D_2 = \frac{10-2+1}{55}(80000-10000) = 11.455$$
$$BV_m = \frac{m(n-(m/2)+0.5)}{SYD}(P - SV)$$
$$BV_2 = \frac{80000 - 2(10-(2/2)+0.5)}{55}(80000-10000) = 55.818$$

٤- روش موجودی نزولی[۵۰]

در این روش مقدار استهلاک هر سال از حاصلضرب یک نرخ ثابت در ارزش دفتری سال قبل بدست می آید.

اگر این نرخ ثابت ۲/n در نظر گرفته شود این روش را "روش موجودی نزولی دوبل" می نامند. واضح است که در این روش بیشترین مقدار استهلاک در سالهای اول قرار می گیرد.

---

[۵۰] ***Declining Balance Method (DB)***

$D_m = BV_{m-۱}(d)$

$BV_m = P(۱-d)^m$

$D_m = d.P(۱-d)^{m-۱}$

d = نرخ ثابت

سایر پارامترها، مانند پارامترهای روشهای قبل می باشد.

در این روش ارزش اسقاطی نقشی در محاسبه مقادیر استهلاک ندارد و لذا دلیلی برای برابر شدن ارزش دفتری در سال آخر با ارزش اسقاطی وجود ندارد.

اگر بخواهیم ارزش اسقاطی برابر ارزش دفتری در سال آخر باشد.

$SV = BV_n = P(۱-d)^n$

$SV/P = (۱-d)^n$

$d = ۱- (SV/P)^{۱/n}$

مثال: ارزش دفتری و استهلاک را برای مثال قبل در صورتیکه ضریب ثابت ۰/۱۸۸ باشد به روش موجودی نزولی برای سال چهارم محاسبه نمایید.

$P = ۸۰۰۰۰$

$n = ۱۰$

$D_m = d.P(۱-d)^{m-۱}$

$D_٤ = ۰/۱۸۸ \times ۸۰.۰۰۰(۱ - ۰/۱۸۸)^{٤-۱} = ۸/۹۰۹$

$BV_m = P(۱-d)^m$

$BV_٤ = ۸۰۰۰۰(۱ - ۰/۱۸۸)^٤ = ۳٤/۷۷۹$

۵- روش وجوه استهلاکی[۵۱]

در این روش مقدار استهلاک در سال اول کمترین مقدار را دارد و در سالهای بعد بتدریج افزایش می یابد و در سال آخر بیشترین مقدار استهلاک را خواهیم داشت. مقدار استهلاک و ارزش دفتری در این روش از روابط زیر محاسبه می شوند.

$D_m = (P-SV)\ (A/F, i\%, n)\ (F/P, i\%, m-۱)$

$BV_m = P-(P-SV)\ (A/F, i\%, n)\ (F/A, i\%, m)$

---

[۵۱] ***Sinking Fund Method***

برای جایگزینی دارایی پس از عمر مفید n سال می توان سالیانه مبلغ A واحد پولی را با حداقل نرخ جذب کننده (i%) پس انداز نمود تا در پایان دوره مبلغ (P-SV) واحد پولی سرمایه جهت تهیه دارایی جدید داشته باشیم.

$A = (P-SV)\ (A/F, i\%, n)$

مثال: هزینه اولیه یک ماشین ۸۰۰۰۰ واحد پولی و ارزش اسقاطی آن ۱۰۰۰۰ واحد پولی می باشد. اگر عمر مفید دارایی ۱۰ سال و حداقل نرخ جذب کننده ۱۰٪ در سال باشد، از روش وجوه استهلاکی مقدار استهلاک و ارزش دفتری را در سال چهارم محاسبه نمایید.

$D_٤ = (\ ٨٠٠٠٠ - ١٠٠٠٠\ )\ (A/F,\ ٪١٠\ ,\ ١٠\ )\ (F/P,\ ٪١٠\ ,\ ٣) = ٥٨٤٦/٤٢$

$BV_٤ = ٨٠٠٠٠ - (\ ٨٠٠٠٠ - ١٠٠٠٠\ )\ (A/F,\ ٪١٠\ ,\ ١٠)\ (F/A,\ ٪١٠\ ,٤\ ) = ٥٩٦١٤٤٠$

٦- روش تعداد تولید

در این روش برای هر واحد تولید یک مقدار ثابت استهلاک درنظر گرفته می شود. مقدار استهلاک هر سال برابر با نسبت تعداد تولید آن سال به کل تعداد تولید مورد انتظار در عمر مفید پروژه ضربدر تفاوت هزینه اولیه و ارزش اسقاط.

$D_m = (P-SV)U_m / U$

U_m = تولید در سال m

U = کل تولید مورد انتظار

٦- روش مدت عملیات

در این روش مقدار ثابتی استهلاک برای هر روز یا ساعت عملیاتی در نظر گرفته می شود.

$D_m = (P-SV)\ (Q_m / Q)$

Q_m = مدت عملیات در سال m

Q = کل مدت عملیات در طول عمر مفید دارایی

انتخاب روش استهلاک

انتخاب روش استهلاک مناسب نقش اساسی در صرفه جویی مالیاتی دارد. در صورتیکه در انتخاب روش محاسبه استهلاک آزادی عمل داشته باشیم با استفاده از روابط زیر:

$$PW_D = \sum_{m=1}^{n} D_m \, (P/F, i\%, m)$$

و یا :

$$EUA_D = PW_D(A/P, i\%, n)$$

ارزش فعلی یا ارزش یکنواخت مقادیر استهلاک را از روشهای مختلف محاسبه می نماییم. روشی که بالاترین PW_D یا EUA_D را داشته باشد اقتصادی ترین روش است.

روشی که مقدار استهلاک را در سالهای اولیه عمر دارایی بیشتر نشان می دهد از نظر "صرفه جویی مالیاتی" بهترین روش است.

مثال: یک ماشین تراش با عمر مفید ۸ سال با هزینه ۵۰۰۰۰ واحد پولی خریداری شده است. ارزش اسقاط آن ۱۰۰۰۰ واحد پولی می باشد. مقدار استهلاک و ارزش دفتری این ماشین را در سال ششم ،

الف) با روش جمع ارقام سنوات (٤ نمره)

ب) با روش موجودی نزولی دوبل

محاسبه نمایید.

ج) کدام روش اقتصادی تر است؟ چرا؟

تجزیه و تحلیل اقتصادی با لحاظ نمودن استهلاک و مالیات

تاکنون تجزیه و تحلیل و مقایسه اقتصادی پروژه ها بدون در نظر گرفتن اثرات استهلاک و مالیات بررسی گردید. در این فصل با لحاظ نمودن موارد مذکور به بررسی و تجزیه و تحلیل پروژه های اقتصادی می پردازیم.

مالیات[۵۲] (TX)

مالیات عبارتست از وجوهی که دولتها براساس درآمد اشخاص حقیقی و حقوقی متناسب با میزان درآمد و طبق مقررات و قوانین مربوطه اخذ می نمایند.

- درآمد ناخالص[۵۳] (GI)

درآمد ناخالص عبارتست از درآمد حاصل از فروش سالیانه (شامل کالا و خدمات و ...).

- درآمد خالص[۵۴] (GFAT)

درآمد خالص عبارتست از درآمد ناخالص پس از کسر هزینه های عملیاتی، استهلاک و مالیات.

- هزینه های عملیاتی[۵۵] (OC)

هزینه های عملیاتی عبارتست از هزینه های مربوط به مواد، نیروی انسانی، انرژی و سایر هزینه های سالیانه.

- نرخ مالیات[۵۶] (TR)

نرخی است که توسط دولت برای مالیات برحسب مورد تعیین می گردد.

روش محاسبه درآمد خالص یا فرآیند مالی بعد از کسر مالیات

Cash Flow After Tax (CFAT)

۱) محاسبه فرآیند مالی قبل از کسر مالیات

---

۵۲ ***(TX) TAX***
۵۳ ***Gross Income***
۵۴ ***Cash Flow After Tax***
۵۵ ***Operating Costs***
۵۶ ***Tax Rate***

Cash Flow Before Tax

هزینه های عملیاتی – درآمد ناخالص = فرآیندهای قبل از مالیات

$CFBT = GI - OC$

۲) محاسبه استهلاک

۳) محاسبه درآمد مشمول مالیات[۵۷] (TI)

استهلاک – فرآیند مالی قبل از مالیات = درآمد مشمول مالیات

$TI = CFBT - D$

$TI = GI - OC - D$

٤) محاسبه مالیات (Tax)

نرخ مالیات × درآمد مشمول مالیات = مالیات

$TX = TI \,.TR$

۵) محاسبه درآمد خالص (CFAT)

مالیات - فرآیند مالی قبل از کسر مالیات = درآمد خالص

$CFAT = CFBT - TX$

$CFAT = CFBT - (CFBT - D)\ TR$

$CFAT = CFBT\ (۱\text{-}TR) + D.TR$

با توجه به بررسی فوق برای تحلیل اقتصادی پروژه ها می توان یکی از روشهای زیر را مورد استفاده قرار داد.

۱) روش ارزش فعلی خالص (NPW)

$$NPW = - P + \sum_{j=۱}^{n} CFAT_j\ (P/F, i\%, j)$$

اگر $NPW \geq ۰$ باشد پروژه اقتصادی است و در غیر اینصورت غیراقتصادی می باشد.

۲) روش یکنواخت سالیانه خالص (NEUA)

$NEUA = NPW\ (A/P, i\%, n)$

اگر $NEUA \geq ۰$ باشد پروژه اقتصادی و درغیر اینصورت پروژه غیراقتصادی است.

---

[۵۷] ***Taxable Income***

۳) روش نرخ بازگشت سرمایه (ارزش فعلی خالص)

$NPW = ۰$

$$- P + \sum_{j=۱}^{n} CFAT_j\,(P/F, i\%, j) = ۰ \qquad i=?$$

$i \geq MARR \rightarrow$ اقتصادی

$i < MARR \rightarrow$ غیر اقتصادی

٤) روش نرخ بازگشت سرمایه (روش یکنواخت سالیانه خالص)

$NEUA = ۰$

$NPW(A/P, i\%, n) = ۰ \qquad i=?$

$i \geq MARR \rightarrow$ اقتصادی

$i < MARR \rightarrow$ غیر اقتصادی

اگر چند طرح یا پروژه داشته باشیم لازم است از تجزیه و تحلیل سرمایه گذاری اضافی استفاده نماییم.

مثال: پروژه ای بشرح زیر موجود است:

$P= ۵۰۰۰۰$

$SV= ۰$

$N= ۵$

$K= ۱, ۲, ۳, ٤, ۵$

(GI) درآمد سالیانه $= ۲۸۰۰۰ - ۱۰۰۰ K$

(OC) هزینه سالیانه $= ۹۵۰۰ + ۵۰۰K$

روش استهلاک خط مستقیم و نرخ مالیات ٤۰٪ فرض می شود. اولاً درآمد خالص سالیانه را تعیین نمایید. ثانیاً اگر حداقل نرخ جذب کننده ۷٪ در نظر گرفته شود آیا این پروژه اقتصادی است؟

حل: جدول زیر مراحل محاسبه درآمد خالص CFAT را نشان می دهد. محاسبه استهلاک نیز در جدول نشان داده شده است.

a) شرح جدول

b) محاسبه باتوجه به ستون آخر جدول

			GI-OC		CFBT-D	TI.TR	CFBT-TX
	(۱)	(۲)	(۳)	(٤)	(٥)	(٦)	(۷)
	GI	OC	CFBT	D	IT	TX	CFAT
سال	درآمد سالیانه	هزینه سالیانه	(۳)=(۱)-(۲)	استهلاک	(٥)=(۳)-(٤)	(٦)=۰/٤(٥)	(۷)=(۳)-(٦)
۰	-	٥۰۰۰	-٥۰۰۰	-	-	-	-٥۰۰۰۰
۱	۲۷۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۷۰۰۰	۱۰۰۰۰	۷۰۰۰	۲۸۰۰	۱٤۲۰۰
۲	۲٦۰۰۰	۱۰٥۰۰	۱٥٥۰۰	۱۰۰۰۰	٥٥۰۰	۲۲۰۰	۱۳۳۰۰
۳	۲٥۰۰۰	۱۱۰۰۰	۱٤۰۰۰	۱۰۰۰۰	٤۰۰۰	۱٦۰۰	۱۲٤۰۰
٤	۲٤۰۰۰	۱۱٥۰۰	۱۲٥۰۰	۱۰۰۰۰	۲٥۰۰	۱۰۰۰	۱۱٥۰۰
٥	۲۳۰۰۰	۱۲۰۰۰	۱۱۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰	٤۰۰	۱۰٦۰۰

$$NPW = - P + \sum_{j=1}^{n} CFAT_j \, (P/F, i\%, j)$$

$$NEUA=NPW(A/P, i\%, n)$$

چنانچه از رابطه زیر استفاده شود خواهیم داشت:

$$NPW= - \ ٥۰۰۰ + \ ۱٤۲۰۰ \ (P/F, ٪۷ \ , ۱) + \ ۱۳۳۰۰(P/F, ٪۷ \ , ۲) \ + \ ۱۲٤۰۰ \ (P/F, ٪۷, ۳) + \ ۱۱٥۰۰ \ (P/F, ٪۷, ٤) + ۱۰٦۰۰ \ (P/F, ٪۷, ٥)$$

و رابطه زیر :

$NPW= ۱۳٤۰/۸۱ \quad \geq ۰ \quad \rightarrow$ اقتصادی است

NEUA= ۱۳٤۰/۸۱ (A/P, ٪۷, ۵)

NEUA= ۳۲۷ ≥ ۰ → اقتصادی است

پروژه مذکور با حداقل نرخ جذب کننده ۷٪ اقتصادی است.

مثال: هزینه اولیه پروژه ای ۱۰۰۰۰۰ واحد پولی و ارزش اسقاطی آن ۱۰۰۰۰ واحد پولی می باشد. اگر عمر مفید پروژه ۹ سال و فرآیند مالی قبل از مالیات برابر ۲۰۰۰۰ واحد پولی در سال باشد و نرخ مالیات را ۵۰٪ در نظر بگیریم بررسی نمایید آیا این پروژه اقتصادی است یا خیر؟ برای استهلاک از روش خط مستقیم استفاده نموده و حداقل نرخ جذب کننده را ۱۰٪ فرض نمایید.

حل:

جدول بعد از مالیات را تشکیل می دهیم.

سال	CFBT	D	TI	TX	CFAT
۰	-۱۰۰۰۰۰	-	-	-	-۱۰۰۰۰۰
۱-۹	۲۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۵۰۰۰	۱۵۰۰۰
۹	۱۰۰۰۰	-	-	-	۱۰۰۰۰

با استفاده از رابطه ارزش فعلی خالص داریم.

-۱۰۰۰۰۰ + ۱۵۰۰۰(P/A, i%, ۹) + ۱۰۰۰۰(P/F, i%, ۹)=۰

ROR= ٪۷/۷

چون: ROR<MARR می باشد، پروژه اقتصادی نیست.

- بطور کلی هرچه نرخ مالیات کمتر باشد سوددهی طرح بیشتر و طرح اقتصادی تر است.

- در ارتباط با انتخاب روش استهلاک، روشی باید انتخاب شود که بیشترین صرفه جویی مالیاتی را ایجاد نماید.
- به همین دلیل برای انتخاب روش استهلاک مناسب باید اثر روشهای مختلف استهلاک را روی طرح آزمایش کرد و اقتصادی ترین روش را انتخاب نمود.
- از طرفی می دانیم که بررسی اقتصادی یک طرح با روشهای مختلف استهلاک مستلزم تخصیص زمان و درنتیجه هزینه زیادی می باشد. درنتیجه می باید راه ساده تری برای این منظور پیدا نمود.

صرفه جویی مالیاتی[۵۸] (TS)

صرفه جویی مالیاتی در هر سال عبارتست از حاصلضرب مقدار استهلاک در نرخ مالیاتی است.

$$CFAT=(GI-OC)-(GI-OC-D).TR$$
$$=(GI-OC)-(GI-OC)TR+D.TR$$
$$=(CFBT)(۱-TR)+D(TR)$$
$$TS=D(TR)$$

رابطه اخیر بیانگر آنست که اگر D افزایش یابد درآمد خالص افزایش می یابد و بالعکس. در حقیقت D(TR) مقداری است که در پرداخت مالیات صرفه جویی شده و به درآمد خالص اضافه گردیده است.

برای محاسبه صرفه جویی مالیاتی در طول عمر یک پروژه و مقایسه روشهای استهلاک و در نهایت انتخاب اقتصادی ترین روش می باید ارزش فعلی صرفه جویی مالیاتی را در این روشها بدست آورد و در نهایت روشی را برگزید که بیشترین مقدار ارزش فعلی صرفه جویی مالیاتی را دارا باشد.
رابطه کلی محاسبه ارزش فعلی صرفه جویی مالیاتی عبارتست از:

$$PW_{TS} = \sum_{m=۱}^{n} D_m\,(P/F, i\%, m)\,(TR)$$

[۵۸] **Tax Saving**

اثرات وام در بررسی های اقتصادی

اگر برای انجام یک پروژه مبلغی بعنوان وام با نرخ بهره (i) برای سرمایه گذاری اولیه دریافت شود. اثراتی در تحلیل اقتصادی خواهد داشت که در این فصل به بررسی آن می پردازیم.

قسط سالیانه از دو بخش تشکیل می شود که در انتهای هر سال پرداخت می گردد.

۱) اصل[۵۹] = PR

۲) بهره[۶۰] = I

درآمد خالص در این حالت به طریق زیر محاسبه می شود.

CFBT=GI-OC
TI=CFBT-D-I
TX=TI.TR
CFAT=CFBT-TX-I-PR

در این حالت نرخ بازگشت سرمایه و ارزش فعلی بیشتر می شود. زیرا مقدار بهره پرداختی از درآمد مشمول مالیات کم می شود و لذا مانند استهلاک نقش صرفه جویی در مالیات را دارد.

در این روش اگر نرخ بهره وام زیاد باشد ممکن است که ارزش فعلی خالص کاهش داشته باشد.

بطور خلاصه در هر طرح ابتدا ارزش فعلی خالص را بعد از رعایت شرایط بانک محاسبه می نماییم، در صورتیکه این ارزش با احتساب وام افزایش نشان دهد دریافت وام مقرون به صرفه است.

مثال: طرحی با مشخصات زیر در حال بررسی است.

۱) هزینه اولیه ۱۵۰۰۰ واحد پولی

۲) ارزش اسقاط ۰ واحد پولی

۳) عمر مفید ۵ سال

٤) درآمد ناخالص سالیانه ۷۰۰۰ واحد پولی

۵) هزینه عملیاتی ۱۰۰۰ واحد پولی

٦) روش محاسبه استهلاک خط مستقیم

۷) نرخ مالیات TR =٪۵۰

---

[۵۹] ***Principle***
[۶۰] ***Interest***

۸) حداقل نرخ جذب کننده MARR =٪۱۵

الف) نرخ بازگشت سرمایه را محاسبه نمایید.

ب) اگر ٪۵۰ هزینه اولیه توسط بانک تحت شرایط نرخ بهره سالیانه ٪۱۰ (بطور ساده)، PR=۱۵۰۰ و I=۷۵۰ باشد. در این حالت نرخ بازگشت سرمایه را محاسبه نمایید.

ج) آیا دریافت وام برای انجام این پروژه اقتصادی است؟ چرا؟

الف-

$$D = \frac{15000 - 0}{5} = 3000$$

Any year = GI-OC = ۷۰۰۰-۱۰۰۰=۶۰۰۰

سال	CFBT	D	TI	TX	CFAT
۰	-۱۵۰۰۰	-	-	-	-۱۵۰۰۰
۱-۵	۶۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۱۵۰۰	۴۵۰۰

۷۰۰۰-۱۰۰۰=۶۰۰۰

-۱۵۰۰ + ۴۵۰۰(P/A, i%, ۵)=۰ ➔ ROR= ٪۱۵/۲۵

NPW= ۸۴/۹

MARR= ٪۱۵

ب)

میزان وام = ۷۵۰۰ = ٪۵۰ × ۱۵۰۰۰

I= ۷۵۰۰ (٪۱۰)=۷۵۰

PR= (۷۵۰۰) / ۵ = ۱۵۰۰ بطور ساده

سال	CFBT	D	I	PR	TI	TX	CFAT
۰	-۷۵۰۰	-	-	-	-	-	-۷۵۰۰
۱-۵	۶۰۰۰	۳۰۰۰	۷۵۰	۱/۵۰۰	۲/۲۵۰	۱/۱۲۵	۲/۶۲۵

CFAT = ۶۰۰۰-(۱۱۲۵+۷۵۰+۱۵۰۰)=۲۶۲۵

$NPW= ۰ \rightarrow -۷۵۰۰ + ۲/۶۲۵ (P/A, i\%, ۵)= ۰$

$i= ROR=٪۲۲/۲۲$

ج)

همانطوریکه مشاهده می شود. ارزش فعلی خالص و نرخ بازگشت سرمایه نسبت به حالت الف بیشتر شده است. پس دریافت وام با شرایط مذکور در این پروژه اقتصادی است.

آنالیز جایگزینی[۶۱]

در تجزیه و تحلیل جایگزینی هدف بررسی اقتصادی بکارگیری یک دارایی جدید بجای دارایی موجود (که هنوز عمر مفید آن به پایان نرسیده و اسقاط شده است) می باشد.

بازنشستگی[۶۲]

کنار گذاشتن و از رده خارج کردن یک دارایی را بازنشستگی آن دارایی می گویند. به این دارایی که قرار است کنار گذاشته شود طرح مدافع[۶۳] اطلاق می شود.

جایگزینی[۶۴]

استفاده و بکارگیری یک دارایی جدید که همان کار دارایی قبلی را انجام دهد را جایگزینی می گویند. به این دارایی جدید طرح رقیب[۶۵] می گویند.

تعیین عمر اقتصادی باتوجه به حداقل هزینه

در این مبحث هدف محاسبه تعداد سالهای باقیمانده از عمرمفید یک دارایی، تا جائیکه هزینه ها رو به کاهش است، می باشد. به این ترتیب که مقدار n (عمر باقیمانده دارایی) را از صفر تا حداکثر عمر مورد انتظار افزایش می دهیم و برای هریک از مقادیر n (عمر باقیمانده و دارایی) EUAC را محاسبه می نماییم. سال مربوط به حداقل EUAC عمر اقتصادی طرح با حداقل هزینه خواهد بود.

---

[۶۱] ***Replacement Analysis***
[۶۲] ***Retirement***
[۶۳] ***Defender***
[۶۴] ***Replacement***
[۶۵] ***Challenger***

مثال: یک ماشین قدیمی که ۵ سال عمر کرده است، برای جایگزینی مورد نظر می باشد. این ماشین را در حال حاضر می توان به قیمت بازاری ۵۰۰۰۰ واحد پولی فروخت. باتوجه به مقادیر تخمینی ارزش اسقاطی و هزینه های تعمیرات و نگهداری سالیانه که در جدول زیر داده شده است و با توجه به اینکه حداقل درصد سود قابل قبول ۱۰٪ می باشد، محاسبه کنید که چند سال دیگر باید از ماشین فوق استفاده شود. بعبارت دیگر عمر اقتصادی باقیمانده مدافع چقدر است؟

ارزش اسقاطی و هزینه های تعمیرات و نگهداری ماشین قدیمی

هزینه تعمیرات و نگهداری سالیانه	ارزش اسقاطی (SV)	کارکرد (به سال)	عمر ماشین
–	۵۰۰۰۰	۰	۵
–	٤۰۰۰۰	۱	٦
۱۰۰۰	۳۵۰۰۰	۲	۷
۲۰۰۰	۳۰۰۰۰	۳	۸
۳۰۰۰	۲۵۰۰۰	٤	۹
٤۰۰۰	۲۰۰۰۰	۵	۱۰
۵۰۰۰	۲۰۰۰۰	٦	۱۱
٦۰۰۰	۲۰۰۰۰	۷	۱۲
۷۰۰۰	۲۰۰۰۰	۸	۱۳
۸۰۰۰	۲۰۰۰۰	۹	۱٤
۹۰۰۰	۲۰۰۰۰	۱۰	۱۵
۱۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۱۱	۱٦

۵۰.۰۰۰ (A/A ,٪۱۰ ,۱) – ٤۰.۰۰۰ (F/A ,٪۱۰ ,۱)

۵۵.۰۰۰–٤۰.۰۰۰=۱۵.۰۰۰

۱۰۰۰(A/G ,٪۱۰ ,۲)=٤۸۰

حل: محاسبات سال به سال EUAC بشرح زیر است.

	معادل سالیانه هزینه نگهداری	معادله سالیانه قیمت بازاری (فروش)	
کل EUAC	(A/G, ۱۰٪,n)۱۰۰۰	(A/P,۱۰٪,n) ۵۰۰۰ $-SV_t$(A/F,۱۰٪,n)	سال (n)
–	–	–	۰
۱۵۰۰۰	–	۱۵۰۰۰	۱
۱۲۶۲۰	٤٨٠	۱۲۱٤۰	۲
۱۱۹۸۰	۹٤۰	۱۱۰٤۰	۳
۱۱۷۷۰	۱۳۸۰	۱۰۳۹۰	٤
۱۱۷۲۰	۱۸۱۰	۹۹۱۰	٥
۱۱۱۱۰	۲۲۲۰	۸۸۹۰	٦
۱۰۷۸۰	۲٦۲۰	۸۱٦۰	۷
۱۰٦۲۰	۳۰۰۰	۷٦۲۰	۸
۱۰٥۸۰	۳۳۷۰	۷۲۱۰	۹
۱۰٦۰۰	۳۷۲۰	٦۸۸۰	۱۰
۱۰٦۸۰	٤۰٦۰	٦٦۲۰	۱۱

این اطلاعات نشان می دهد که هزینه سالیانه ادامه استفاده از این ماشین قدیمی تا سال نهم کاهش و سپس افزایش می یابد. یعنی عمر اقتصادی باقیمانده این ماشین ۹ سال است و با توجه به اینکه ماشین ۵ سال عمر کرده است، عمر خدمت آن به ١٤ سال می رسد.

ارزش جایگزینی مدافع

EDRV= ارزش تعویض مدافع = $EUAC_D - EUAC_C$

$EUAC_D > EUAC_C$ یا EDRV>۰ ➔ تعویض اقتصادی است

مثال: ماشینی که ۳ سال کار کرده است دارای هزینه عملیاتی ۹۵۰۰ واحد پولی و ارزش اسقاطی ۳۵۰۰ واحد پولی در پایان عمر مفید خود که بیش از ۷ سال است می باشد. رقیب انتخاب شده دارای هزینه اولیه ۲۸۰۰۰ واحد پولی و عمر ۱٤ سال و ارزش اسقاطی ۳۰۰۰ واحد پولی بوده و هزینه عملیاتی سالیانه آن ۵۵۰۰ واحد پولی است. اگر حداقل نرخ جذب کننده ۱۵٪ باشد، حداقل ارزش مبادله ای که می توان برای ماشین ۳ سال کارکرده پذیرفت و دستگاه جدید را خرید چقدر است؟

$EUAC_D = P(A/P, ٪۱۵, ۷) - ۳۵۰۰ (A/F, ٪۱۵, ۷) + ۹۵۰۰ = ۰/۲٤۰۳٦ P + ۹/۱۸٤$

$=۹.۱۸٤$

$EUAC_C = ۲۸۰۰۰(A/P,٪۱۵,۱٤)- ۳۰۰۰(A/F,٪۱۵,۱٤)+۵۵۰۰ = ۱۰/۳٤۲ =۱۰.۳٤۲$

$۰/۲٤۰۳٦ P + ۹.۱۸٤ - ۱۰.۳٤۲ =۰$

$P= ٤/۱۸٤$

آنالیز حساسیت[٦٦]

- آنالیز حساسیت یک طرح عبارتست از بازنگری به ارزیابی اقتصادی انجام شده با تغییر پارامترهای اولیه طرح.
- در آنالیز حساسیت، تحلیل گر به بررسی میزان تأثیر تغییرات پارامترهای اولیه طرح در نتایج طرح، می پردازد.
- هرچقدر این اثرات کمتر باشد امید و اطمینان بیشتری به سرمایه گذار جهت انجام طرح خواهد داد.
- آنالیز حساسیت را می توان برای تک تک پارامترهای طرح انجام داد و نتایج را روی نمودارهای هندسی که می تواند شامل ترکیبی از پارامترها باشند نشان داد.
- بطور خلاصه آنالیز حساسیت عبارتست از " تکرار محاسبات در یک فرآیند مالی با تغییر پارامترهای اصلی و مقایسه نتایج بدست آمده از اطلاعات اولیه".
- اگر تغییر کوچکی در یک پارامتر تغییر چشمگیری در نتایج ایجاد نماید گفته می شود که طرح نسبت به آن پارامتر حساسیت دارد و آن پارامتر یک پارامتر حساس می باشد.

مثال: ارزش فعلی ارائه یک سرویس ۳۰۰۰۰۰ واحد پولی می باشد. اگر سطح تقاضا ۱۰٪ کاهش یا ۱۰٪ افزایش داشته باشد، همچنین اگر هزینه پرسنلی ۵٪ یا ۱۰٪ افزایش بیابد ارزش فعلی طرح مطابق جدول زیر تغییر می نماید.

---

[٦٦] ***Sensivity Analysis***

ارزش فعلی برای حالتهای مختلف محاسبه و در جدول زیر ثبت شده است.

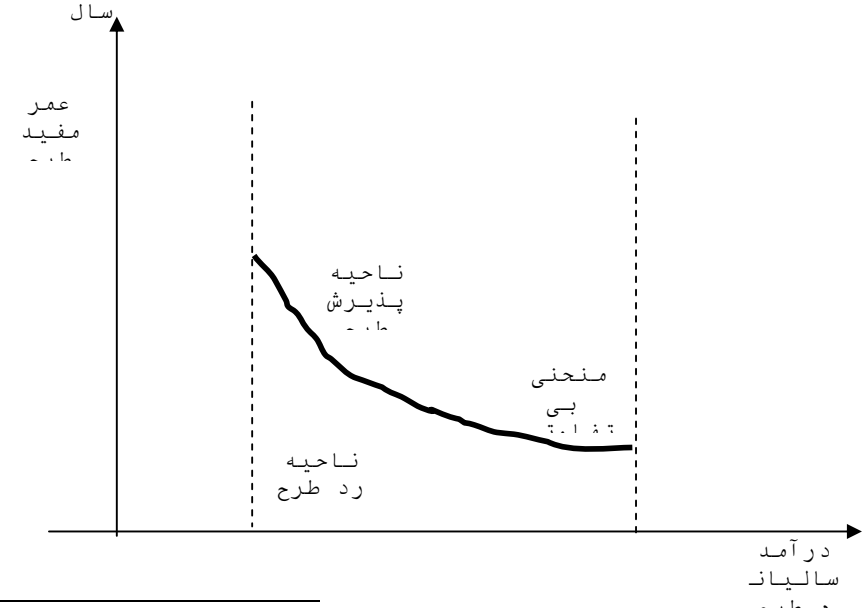
هزینه پرسنلی	سطح تقاضا		
	کاهش ۱۰٪	اطلاعات اصلی	افزایش ۱۰٪
اطلاعات اصلی	PW= ۲۵۰۰۰۰	PW= ۳۰۰۰۰۰	PW= ٤۲۰۰۰۰
افزایش ۵٪	PW= ۲۵۵۰۰۰	PW= ۳۱۰۰۰۰	PW= ٤٤۰۰۰۰
افزایش ۱۰٪	PW= ۲٦۵۰۰۰۰	PW= ۳۲۵۰۰۰	PW= ٤٦۵۰۰۰

PW نسبت به هزینه پرسنلی حساسیت زیادی ندارد.

PW نسبت به تغییر تقاضا بسیار حساس است.

منحنی بی تفاوتی[۲۷]

منحنی بی تفاوتی مجموعه ای از نقاط، که در صفحه مختصات عمر مفید طرح / اندازه درآمد سالیانه، که دارای ارزش خالص فعلی صفر می باشند، را نشان می دهد.



[۲۷] ***Isoquant Curve***

مجموعه نقاط بالای منحنی بی تفاوتی ناحیه پذیرش طرح و مجموعه نقاط پایین این منحنی مردود بودن طرح را نشان می دهند.

مثال:

طراحی با مشخصات زیر در دست است.

$P=$ ۱۷۰.۰۰۰ هزینه اولیه	$MARR=$ ٪۱۳
= ۳۰۰۰ هزینه سالیانه	$N=$ ۱۰ سال
$S_V=$ ۲۰.۰۰۰ ارزش اسقاط	
= ۳۵.۰۰۰ درآمد سالیانه	

الف- ارزش فعلی خالص طرح را محاسبه نمایید.

ب- با رسم منحنی بی تفاوتی با پارامترهای هزینه و درآمد سالیانه نواحی رد و قبول طرح را مشخص نمایید.

ج- حساسیت طرح را نسبت به هزینه ها و درآمدها بررسی نمایید.

الف)

$$NEUA=۱۷۰.۰۰۰(A/P,٪۱۳,۱۰)-۳.۰۰۰+۲۰.۰۰۰(A/F,٪۱۳,۱۰)+۳۵۰۰۰=۹۵۳۰$$

ب)

$$NEUA=۱۷۰.۰۰۰(A/P,٪۱۳,۱۰)-۳.۰۰۰(۱+Y)+۲۰.۰۰۰(A/F,٪۱۳,۱۰)+۳۵۰۰۰(۱+X)$$

$$=۹۵۳۰$$

$$NEUA=۱۷۵۷+۳۵۰۰X-۳۰۰Y$$

$NEUA>۰$ پروژه اقتصادی

$NEUA=۰$ خط بی تفاوتی

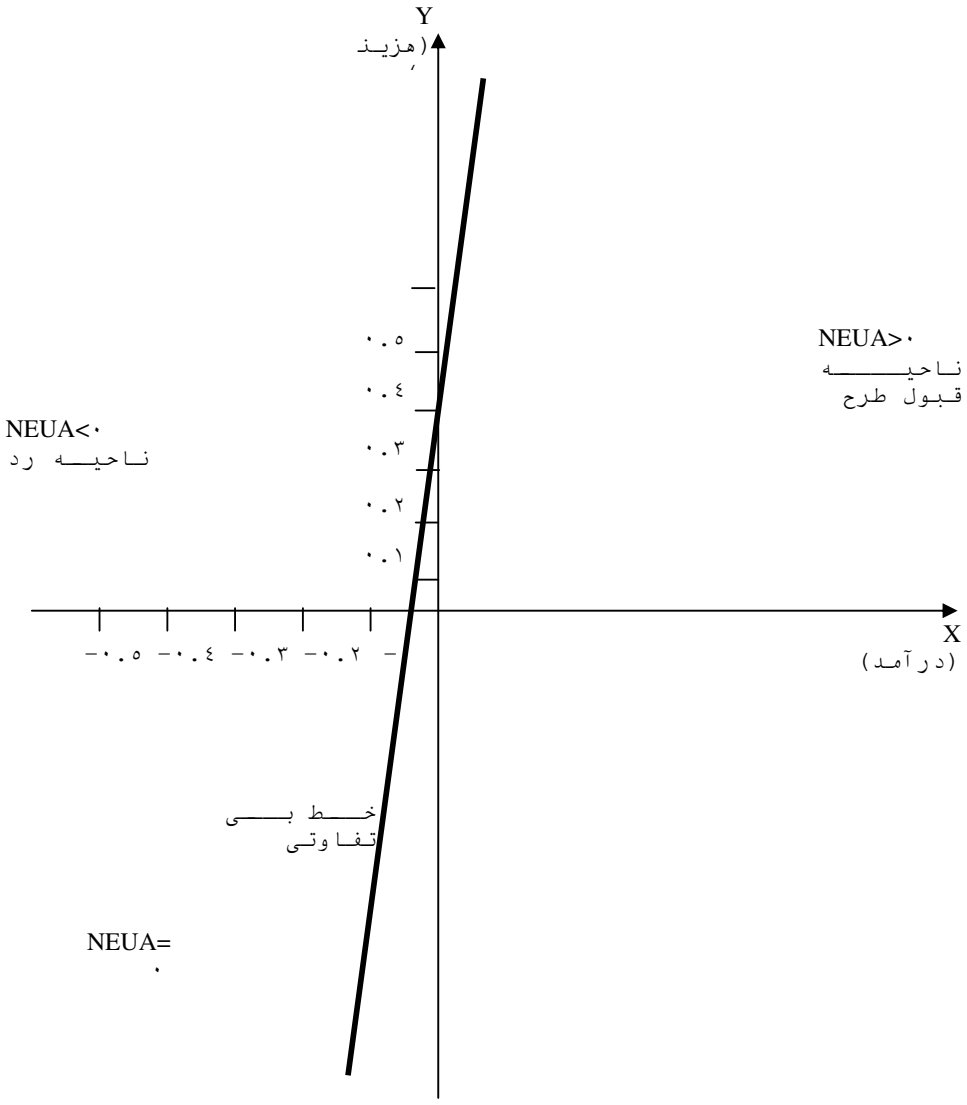
$NEUA<۰$ پروژه غیر اقتصادی

ابتدا خط $NEUA=۰$ (یعنی خط بی تفاوتی) را رسم می نماییم.

$$۳۵۰۰۰X-۳۰۰۰Y+۱۷۵۷=۰$$

$X=۰ \rightarrow Y=۱۷۵۷/۳۰۰۰=۰/۵۸$

$Y=۰ \rightarrow X=۱۷۵۷/۳۵۰۰۰=۰/۰۵$



طرح نسبت به تغییرات X (درآمد) بسیار حساس است.

طرح نسبت به تغییرات Y دارای حساسیت پایین می باشد.

تخمین[۶۸]

در تحلیل های اقتصادی اغلب با پارامترهایی مواجه می باشیم که مقدار و اندازه آنها در زمان آینده وارد محاسبات ما می شوند. چون هیچگاه نمی توان بطور قطع در ارتباط با آینده، خصوصاً زمانیکه دوره پروژه طولانی است نظر دارد. لذا مقادیر پارامترها را بطور تقریبی در نظر می گیریم و یا بعبارتی همواره ما در ارتباط با برخی از این پارامترها در آینده مجبور به تخمین می باشیم. برای تخمین سه حالت می توان درنظر گرفت.

۱- تخمین محتمل یا متوسط[۶۹] (M) : احتماتی ترین فرآیند مالی می باشد و اگر تنها از یک تخمین استفاده شود همین مورد خواهد بود.

۲- تخمین خوشبینانه[۷۰] (O) : ارزیابی خوشبینانه براساس تغییر سودمندانه شرایط آینده است.

۳- تخمین بدبینانه[۷۱] (P) : عبارت از ارزیابی بدبینانه از آینده که بر فرآینده مالی اثر سوء دارد.

میانگین[۷۲] و واریانس[۷۳] تخمین

براساس "توزیع آماری بتا"[۷۴] میانگین و واریانس تخمین بشرح زیر تعریف می شود.

$$\text{میانگین تخمین} \quad \frac{O+4M+P}{6}$$

$$\text{واریانس} \quad \left(\frac{O-P}{6}\right)^2$$

رویکرد سه تخمینی معمولاً مفیدتر از ارزیابی یک تخمینی می باشد. طبق رابطه فوق مقدار تخمین متوسط بیشترین وزن را دارد.

مثال:

باتوجه به سه تخمین P, O, M و حداقل نرخ جذب کننده ۱۵ درصد، اقتصادی بودن پروژه را بررسی نمایید.

---

[۶۸] ***Estimate***
[۶۹] ***Most likely***
[۷۰] ***Optimistic***
[۷۱] ***Pessimistic***
[۷۲] ***Mean***
[۷۳] ***Variance***
[۷۴] ***Beta Distribution***

	O	M	P
هزینه اولیه	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۵۲۰
درآمد سالیانه	۲۰۰۰	۱۹۸۰	۱۹۰۰
عمر مفید	۱۲	۱۲	۹
ارزش اسقاطی	۱۰۰۰	–	–

O) ۱۰۰۰۰= ۲۰۰۰ (P/A, i%, ۱۲) + ۱۰۰۰(P/F, i%, ۱۲) ➔ ROR_O = ۱۷٪

M) ۱۰۰۰۰= ۱۹۸۰ (P/A, i%, ۱۲) ➔ ROR_M= ۱۶.۷٪

P) ۱۰۵۲۰= ۱۹۰۰ (P/A, i%, ۹) ➔ ROR_P= ۱۱٪

چون نرخ بازگشت سرمایه بدبینانه از MARR کمتر است لذا نیاز به محاسبه نرخ بازگشت سرمایه براساس میانگین تخمین ها می باشد.

حد متوسط هزینه اولیه = (۱۰۰۰۰+ ٤(۱۰۰۰۰)+ ۱۰۵۲۰) / ٦ = ۱۰۰۸٦

حد متوسط درآمد سالیانه = (۲۰۰۰+ ٤(۱۹۸۰)+ ۱۹۰۰) / ٦ = ۱۹۷۰

حد متوسط ارزش اسقاطی = (۱۰۰۰+ ٤(۰)+ ۰) / ٦ = ۱٦٦.۷

حد متوسط عمر مفید = (۱۲+ ٤(۱۲)+ ۹) / ٦ = ۱۱.۵

۱۰۰۸٦= ۱۹۷۰(P/A, i۵, ۱۱.۵) + ۱٦٦.۷(P/F, i%, ۱۱.۵) ➔ROR= ۱٦٪ ➔

طرح اقتصادی می باشد.

آنالیز سر به سر[۷۵]

هرگاه دو یا چند طرح در دست بررسی باشند و این طرح ها دارای پارامتر مشترکی که مقدار آنها قطعی نبوده و احتمال تغییر در یک محدوده نسبتاً زیادی وجود داشته باشد. این پارامتر غیرقطعی را

[۷۵] ***Point to point***

بصورت تابع متغیر بیان نموده و به بررسی طرح ها و گستره تغییر این پارامترها می پردازیم. این بررسی را آنالیز سر به سر می گوییم. با توجه به مقداری که به این پارامتر نسبت داده می شود، در محدوده های مختلف طرح اول، دوم و یا .... اقتصادی تر می باشند. مقداری از متغیر که موجب می شود تا طرح های مورد بررسی دارای یک ارزش اقتصادی مساوی بشوند را نقطه سر به سر می گویند.

مثال:

خرید دو ماشین زیر مد نظر می باشد:

ماشین اتوماتیک طرح۱:

هزینه اولیه = ۲۳۰.۰۰۰

ارزش اسقاطی= ٤٠.٠٠٠

عمر ماشین= ۱۰ سال

هزینه اپراتور= ۱۲۰ واحد پولی در ساعت

تعداد اپراتور= ۱ نفر

هزینه عملیاتی سالیانه= ۳۵.۰۰۰ واحد پولی

میزان تولید = ۸ تن در ساعت

ماشین دستی طرح ۲:

هزینه اولیه = ۸۰.۰۰۰

ارزش اسقاطی=

عمر ماشین= ۵ سال

هزینه اپراتور= ۸۰ واحد پولی در ساعت

تعداد اپراتور= ۳ نفر

هزینه عملیاتی سالیانه= ۱۵.۰۰۰ واحد پولی

میزان تولید = ٦ تن در ساعت

این دو طرح را با روش آنالیز سربه سر تحلیل اقتصادی نمایید، میزان تولید در سال چه مقدار باشد تا خرید ماشین اتوماتیک مقرون به صرفه باشد، اگر برنامه تولید ۲۰۰۰ تن در سال باشد خرید کدام ماشین اقتصادی تر است.

حل:

هزینه دستمزد سالیانه هر تن برای طرح ۱ = ۱۲۰ (واحد پولی / ساعت) * (ساعت / تن) * X (تن / سال) = ۱۲۰ / ۸ X = ۱۵X

X = مقدار تولید برحسب تن در یکسال در نقطه سر به سر

$$EUAC_O = ۲۳۰.۰۰۰ (A/P, ٪۱۰, ۱۰) - ٤۰.۰۰۰ (F/A, ٪۱۰, ۱۰) + ۳۵۰۰۰ + ۱۵X$$

$$= ٦۹/۹۲۰ + ۱۵X$$

هزینه دستمزد سالیانه هر تن برای طرح ۲ = ۸۰ × ۳ × ۱/٦ × X = ٤۰X

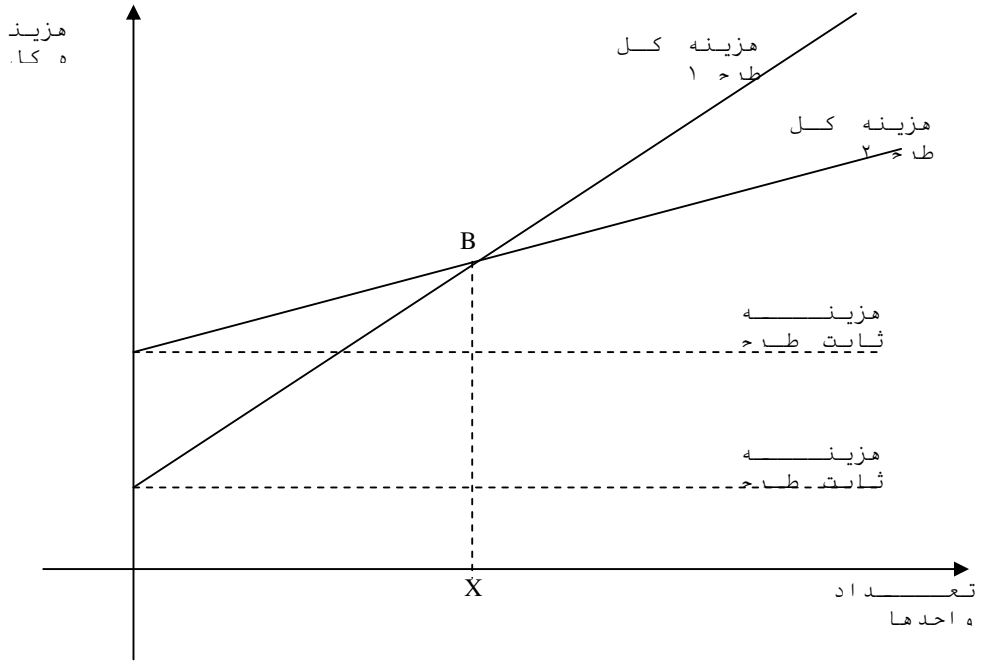
$$EUAC_D = ۸۰.۰۰۰ (A/P, ٪۱۰, ۵) + ۱۵۰۰ + ٤X$$

$$= ۳٦/۱۰۰ + ٤۰X$$

$$EUAC_O = EUAC_D \Rightarrow ٦۹/۹۲۰ + ۱۵X = ۳٦/۱۰۰ + ٤۰X \Rightarrow X = ۱۳۵۲/۸$$

تن/سال

اگر میزان تولید بیش از مقدار ۱۳۵۲/۸ تن در سال باشد خرید ماشین اتوماتیک اقتصادی تر است لذا اگر قرار باشد ۲۰۰۰ تن در سال تولید داشته باشیم توصیه می شود ماشین اتوماتیک خریداری شود.



تورم[۷۶]

- تغییر بهای کالا و خدمات (تغییر قدرت خرید) با گذشت زمان را تورم می گویند.
- نرخ تغییر قیمت یک کالا یا خدمات در یک سال بخصوص را نرخ تورم آن سال می گویند.
- مفهوم پول
- تخصیص ارزش به یک سکه یا قطعه اسکناس توسط قانون
- تاکنون آنچه نسبت بین دو مبلغ را در دو مقطع زمانی مشخص می نمود نرخ بهره بود.

علل بوجود آمدن تورم

- تورم ناشی از افزایش هزینه ها[۷۷]
  - تقلیل ذخایر طبیعی
  - سوانح و بلایای طبیعی
- تورم ناشی از افزایش قیمت ها[۷۸]
  - ارزش زمانی پول

---

[۷۶] ***Inflation***
[۷۷] ***Price Inflation***
[۷۸] ***Cost Inflation***

محاسبه نرخ تورم[۷۹]

اگر قیمت متوسط کالای A در یک سال $P_۱$ و در سال بعد $P_۲$ باشد، نرخ تورم با رابطه زیر تعریف می شود.

$i_f = ((p_۲ - P_۱) / P_۱)\ ۱۰۰$

i_f = نرخ تورم سالانه (درصد)

اگر :

$P(t) = t$ متوسط قیمت کالا در زمان

$P(t+\Delta t)= \Delta t$ متوسط قیمت کالا پس از گذشت زمان

نرخ متوسط تورم در مدت Δt برابر می شود با:

$P(t+\Delta t)= P(t)(۱+i_f)$

اگر تورم ثابت باشد رابطه فوق را می توان تعمیم داد.

$P(t+n\Delta t)= P(t)(۱+i_f)^n$

n = تعداد دوره ها با طول زمانی Δt

نرخ تورم در سال K

اگر i_{fk} نرخ تورم در سال K باشد داریم.

قیمت در انتهای سال K = K . قیمت در ابتدای سال $\times (۱+i_{fk})$

$۱+ i_{fk}$ = (K . قیمت در انتهای سال) / (K . قیمت در ابتدای سال) ➔

➔ i_{fk} = (K . قیمت در انتهای سال) / (K . قیمت در ابتدای سال) -۱

قیمت در سال n ام

---

[۷۹] ***Inflation Rate***

اگر نرخ تورم در سال مبنی $i_{f۱}$ باشد و در سالهای بعد به ترتیب $i_{f۲}$ و $i_{f۳}$ و ... و قیمت در سال مبنی $P_۱$ باشد قیمت در سال n ام برابر است با:

$$P_n= P_۱(۱+i_{f۱}) (۱+i_{f۲}) (۱+i_{f۳}) \ldots. (۱+i_{fn})$$

اگر $Y(t)$ هزینه خرید V واحد از یک کالا به قیمت $P(t)$ باشد، داریم.

$$V= (Y(t)) / (P(t))$$

و در مقاطع زمانی مختلف می توان این رابطه را تعمیم داد.

$$V= (Y(t_۱)) / (P(t_۱)) = (Y(t_۲)) / (P(t_۲)) = (Y(t_۳)) / (P(t_۳))$$

دلار واقعی[۸۰]

عبارت از واحد مبلغ دریافت یا پرداخت در هر مقطع زمانی می باشد. (دلار جاری)

دلار با ارزش ثابت[۸۱]

عبارت از قدرت خرید واحد پول در آینده برحسب قدرت خرید واحد پول در سال مبنی می باشد. (دلار زمان صفر- دلار امروز- دلار بدون تورم)

اگر $t_.$ سال مبنی یا مبدأ زمان مقایسه باشد. و $Y'(t)$ جریان نقدی دلار ثابت باشد، داریم.

$$Y'(t)= (Y(t)) . (P(t_.)) / P(t)$$

$$P(t_.) / P(t) = ۱ / (۱+i_f)^n = (\text{ثابت}) Dc / (\text{جاری}) Da , \quad n= t - t_. / t$$

$$D(t) = P(t_.) / P(t) = Dc / Da$$ ضریب تعدیل کننده

این ضریب برای تبدیل دلار با یک ارزش به دلار با ارزش دیگر مورد استفاده قرار می گیرد.

$$D(t)= ۱ / (۱+i_f)^n = P(t_.) / P(t) = R_c /R_a$$

---

[۸۰] ***Actual Dollar***

[۸۱] ***Constant Dollar***

اگر نرخ تورم ثابت باشد داریم.

$$Y'(t)= D(t)\ Y(t)$$

شاخص قیمت ها[۸۲]

شاخص قیمت معمولاً توسط یک عدد بیان می شود که از حاصلضرب نسبت قیمت یک کالا یا سرویس یا گروهی از کالاها و خدمات در دو مقطع زمانی مختلف در عدد ۱۰۰ حاصل می شود. مقطع زمانی زودتر را سال پایه می گویند.

مثال: اگر قیمت یک کیلو گرم برنج در سال ۱۳۷۵ ، ۳۰۰۰ ریال و در سال ۱۳۸۲ مقدارش ۱۲۰۰۰ ریال باشد. شاخص قیمت برمبنای سال ۱۳۷۵ برابر است با:

$$(۱۲۰۰۰ / ۳۰۰۰)\ ۱۰۰ = ٤۰۰$$

بنابراین شاخص برای سال مبنی برابر ۱۰۰ خواهد بود.

شاخص I_n برای M گروه از کالا و خدمات به شرح زیر تعریف می شود.

$$I_n = ((P_{n۱} / PK_۱) + (P_{n۲} / PK_۲) + \ldots. + (P_{nm} / PK_m)) / M$$

K = سال مبنی

n = سال مورد بررسی

M = تعداد عناصر مورد بررسی

P_{nm} = قیمت یک واحد کالا از نوع m در سال n

PK_m = قیمت یک واحد کالا از نوع m در سال مبنی (K)

در رابطه فوق وزن کلیه عوامل مساوی در نظر گرفته شده است. اگر اهمیت یک کالا یا چند کالا بیشتر از بقیه باشد رابطه فوق بصورت زیر اصلاح می شود.

$$I_n = ((P_{n۱}W_۱ / PK_۱) + (P_{n۲}W_۲ / PK_۲) + \ldots. + (P_{nm}W_m / PK_m)) / (W_۱+ W_۲ + \ldots + W_m)$$

W_i = ضریب وزنی هر یک از اقلام

---

[۸۲] ***Price Index***

انواع شاخص ها

۱- شاخص قیمت عمده فروشی WPI [۸۳]

شاخص قیمت عمده فروشی براساس آنالیز قیمت پانزده گروه بزرگ کالاها و خدمات منجمله، محصولات مزرعه ای- مواد غذایی پروسس شده- محصولات نساجی- محصولات چرمی و نظایر آن- مواد سوختنی- مواد شیمیایی- مواد لاستیکی- چوب- کاغذ و محصولات وابسته- فلزات و محصولات فلزی- ماشین الات- مبلمان و لوازم منزل- محصولات غیر فلزی- وسایل حمل و نقل می باشد.

شاخص قیمت مصرف کننده CPI [۸٤]

در این روش معیار، هزینه های خانواده های دارای درآمد متوسط می باشد. بدین ترتیب که میانگین قیمت کالاهای مصرفی توسط این خانوارها در هر دوره اندازه گیری و محاسبه می شود و سپس مقدار آن با دوره های قبلی مقایسه و نرخ تورم استخراج می گردد. گروههای مطرح در این شاخص کلی تر از شاخص قیمت عمده فروشی WPI می باشد.

شاخص قیمت مطلق IPI [۸۵]

در این روش معیار تولید ناخالص ملی یا بعبارتی مجموع ارزش بازاری همه کالاها و خدمات در سطح جامعه می باشد. در این روش تغییرات قیمت و تورم برای تولید ناخالص ملی محاسبه می شود.

محاسبه نرخ تورم از طریق شاخص ها

$$I_{f(t+1)} = ((CPI_{(t+1)} - CPI_{(t)}) / CPI_{(t)})\ ۱۰۰$$

قدرت خرید پول:

قدرت خرید پول عکس شاخص قیمت در محدوده کاربری همان شاخص است.

مثال: اگر در سال ۱۳٦۵ مقدار CPI برابر ۲۷۲.۲ باشد. قدرت خرید نسبت به سال مبنی چقدر است.

قدرت خرید = (۱/۲۷۲.٤) ۱۰۰ = ۰.۳۷٦

---

[۸۳] ***Wholesale Price Index***

[۸٤] ***Consumer Price Index***

[۸۵] ***Implicit Price Index***

جدول زیر قدرت خرید دلار در بین سالهای ۱۹۴۰ و ۱۹۸۸ (براساس شاخص قیمت مصرف کننده CPI)

سال	CPI	سال	CPI	سال	CPI
۱۹۴۰	۲.۳۸۱$	۱۹۶۰	۱.۱۲۷$	۱۹۷٤	۰.٦۷۸$
۱۹٤٥	۱.۸٥٥$	۱۹٦۱	۱.۱۱٦$	۱۹۷٥	۰.٦۲۱$
۱۹٤۸	۱.۳۸۷$	۱۹٦۲	۱.۱۰٤$	۱۹۷٦	۰.٥۸۷$
۱۹٤۹	۱.٤۰۱$	۱۹٦۳	۱.۰۹۱$	۱۹۷۷	۰.٥٥۱$
۱۹٥۰	۱.۳۸۷$	۱۹٦٤	۱.۰۷٦$	۱۹۷۸	۰.٥۱۲$
۱۹٥۱	۱.۲۸٥$	۱۹٦٥	۱.۰۸٥$	۱۹۷۹	۰.٤٦۱$
۱۹٥۲	۱.۲۸٥$	۱۹٦٦	۱.۰۲۹$	۱۹۸۰	۰.٤۰٥$
۱۹٥۳	۱.۲٤۸$	۱۹٦۷	۱.۰۰۰$	۱۹۸۱	۰.٤٦۷$
۱۹٥٤	۱.۲٤۲$	۱۹٦۸	۰.۹٦۰$	۱۹۸۲	۰.۳٤٦$
۱۹٥٥	۱.۲٤۷$	۱۹٦۹	۰.۹۱۱$	۱۹۸۳	۰.۳۳٥$
۱۹٥٦	۱.۲۲۹$	۱۹۷۰	۰.۸٦۰$	۱۹۸٤	۰.۳۲۱$
۱۹٥۷	۱.۱۸٦$	۱۹۷۱	۰.۸۲٤$	۱۹۸٥	۰.۳۱۰$
۱۹٥۸	۱.۱٥٥$	۱۹۷۲	۰.۷۹۹$	۱۹۸٦	۰.۳۰٥$
۱۹٥۹	۱.۱٤٥$	۱۹۷۳	۰.۷٥۲$	۱۹۸۷	۰.۲۹۱$
				۱۹۸۸	۰.۲۷۸$

مثال عددی: فرض کنید شخصی می خواهد مبلغ ۲۰۰.۰۰۰ ریال را با بازدهی ۱٤٪ سرمایه گذاری نماید و قصد دارد در انتهای سال پنجم با جمع سرمایه و عواید حاصل مقدار ۱٥۰ متر مربع زمین جهت ایجاد واحد مسکونی خریداری کند. در حال حاضر قیمت زمین در محل مورد نظر از قرار هر متر مربعی ۱٦.۰۰۰ ریال است. اگر نرخ افزایش قیمت زمین بطور متوسط در ٥ سال آینده ۱۸٪ باشد، این شخص در پایان سال پنجم چه مشکلی خواهد داشت؟ در حال حاضر چقدر برای خرید زمین کم دارد. در پایان سال پنجم چقدر کم خواهد داشت.

۱٦.۰۰۰(۱٥۰)= ۲.٤۰۰.۰۰۰

کسری در حال حاضر ٤۰۰.۰۰۰ =۲.۰۰۰.۰۰۰ -۲.٤۰۰.۰۰۰

سرمایه در ٥ سال بعد F= P(F/P, ۱٤%, ٥)

$F= ۲.۰۰۰.۰۰۰(f/p, ۱٤\%, ۵)= ۲.۰۰۰.۰۰۰(۱+./۱٤)^{۵} =$ ۳.۸۵۰.۸۲۹ ریال

در حال حاضر برای خرید ۱۵۰ متر زمین می باید ۲.٤۰۰۰= (۱٦.۰۰۰)۱۵۰ ریال پرداخت نمود که با درنظر گرفتن نرخ تورم۱۸٪ ، مبلغ آینده معادل آن چنین می شود:

$F= ۲.٤۰۰.۰۰۰ (F/P, ٪۱۸, ۵) =$ ۵.٤۹۱.۲۰۰ قیمت زمین در ۵ سال بعد

$۲.٤۰۰.۰۰۰(۱+i_f=۰/۱۸)^{۵} =$ ۵.٤۹۱.۲۰۰ ریال

۵.٤۹۱.۲۰۰- ۳.۸۵۰.۸۲۹= ۱.٦٤۰.۳۷۱ کسری بعد از ۵ سال

یعنی این شخص مبلغ ۱.٦٤۰.۳۷۱ ریال کسری دارد، در صورتیکه در ابتدای ۵ سال با کسری مبلغ ٤۰۰.۰۰۰ ریال مواجه است.

هرچند افزایش قیمت و کاهش قدرت خرید پول از نظر مفهوم مشابه هستند، اما محاسبه آنها مختلف است. مثلاً ۱۵٪ افزایش قیمت با ۱۵٪ کاهش در قدرت خرید پول یکسان نیست، چون اگر قیمت به میزان ۱۵٪ افزایش یابد، (i_f= ۱۵٪) ، درصد کاهش قدرت خرید پول برابر:

کاهش قدرت خرید درازای ۱۵٪ افزایش قیمت خواهد بود. ➔ ۰.۱۳ =(۱.۱۵ /۱) -۱

در جدول صفحه قبل قدرت دلار برحسب درصد و براساس ارقام CPI محاسبه و ارائه گردیده است. برای نمونه می بینیم که در سال ۱۹۸۳ قدرت خرید دلار بر مبنای سال ۱۹٦۷ مساوی ۰.۳۳۵ می باشد که مفهوم آن اینست که برای خرید همان نوع کالا یا خدمات در این سال می باید ۲.۹۹ =۱/۰.۳۳۵ یعنی سه برابر پول پرداخت نمود.

مثال عددی:

رابطه بین دلار جاری سال ۱۹۸۰ را با دلار سال مبنا ۱۹٦۷ تعیین نمایید.

حل:

دلار ثابت سال ۱۹۸۰ = (۱۰۰/۲٤٦.۸) (۱٤) = (۱/۲.٤٦۸) (۱$) = ۰.٤۰۵$

در این مثال $(۱+i_f)^{۱۳}$ =۲.٤٦۸ که در آن i_f متوسط هندسی نرخهای تورم در مدت ۱۳ سال می باشد (۱۹٦۷ -۱۹۸۰) . در واقعیت برای هر سال نرخ تورمی وجود دارد، یعنی:

$(۱+i_{f۶۸})(۱+i_{f۶۹})$ ... $(۱+i_{f۷۹})(۱+i_{f۸۰})= (۱+i_f)^{۱۳}$

مثال عددی:

فرض کنیم یک نفر زارع از مؤسسه اعتباری وامی به مبلغ ۱۵۰۰۰۰۰ ریال دریافت نموده که در مدت ۱۰ سال بازپرداخت نماید. بهره وام ٪۸ درنظر گرفته شده است. اگر نرخ تورم ثابت و در تمام سالها ٪۵ باشد، می خواهیم جریان وجوه وام و بازپرداخت آن را برحسب ریال ثابت بدست آوریم.

حل:

$A= ۱۵۰۰۰۰۰(A/P, ۸٪, ۱۰) = ۱۲۰۰۰۰$

قسط پرداخت سالانه وام براساس نرخ ٪۸ مساوی ۱۲۰۰۰۰ ریال است که معادل ریال ثابت آن در هر سال K از رابطه زیر بدست می آید.

ریال ثابت ➔ $۱۲۰۰۰۰/(۱+۰.۰۵)^{k} = ۱۲۰۰۰۰(۱.۰۵)^{-k}$

مثلاً برای سال پنجم، داریم:

ریال ثابت ➔ ریال ۹۹۰۲۰ $=(۰.۷۸۳۵)۱۲۰۰۰۰ = ^{-۵}(۱+۰.۰۵)۱۲۰۰۰۰$

برای سایر اقساط محاسبه مشابهی انجام می دهیم که نتایج در جدول صفحه بعد منعکس گردیده است. اکنون پس از محاسبه ریال ثابت معادل جریان وجوه، مؤسسه اعتباری حس می کند که حقیقتاً چه دریافتهایی را برحسب ریال امروز عملاً دریافت می کند. مثلاً در ۱۰ سال آینده مبلغ ۱۶۲۰۰۰۰ ریال که در انتهای سال آخر بابت تسویه حساب وام دریافت می کند تنها قدرت خرید ۹۹٤٥۱۸ ریال زمان فعلی را دارد. بعبارت دیگر در ۱۰ سال آینده هر ریال ارزش ۰.٦۱۳۹ ریال کنونی را داراست. بدین جهت مسئله تورم به ضرر مؤسسات اعتباری و بانکها و به نفع وام گیرندگان است.

در این مثال جریان وجوه برحسب ریال جاری با اطمینان معلوم است. برای مواردی که سطح فعالیت در طول زمان ثابت بماند، ساده تر است که هزینه را برحسب ریال ثابت سنجید. مثلاً یک موتور تولید برق قرار است برای تعداد ساعات مساوی در سالهای مختلف بکار گرفته شود، می توان فرض نمود که مقدار معینی سوخت و روغن در سال مصرف می شود، لذا هزینه های سالانه برحسب ریال ثابت تغییر نمی کند.

جدول زیر تبدیل جریان وجوه با ریال جاری به جریان وجوه با ریال ثابت

سالها	جریان وجوه (ریال جاری)	ضریب تبدیل	جریان وجوه (ریال ثابت)
۱	۱۲۰۰۰۰	$(۱.۰۵)^{-۱}= ۰.۹۵۲٤$	۱۱٤۲۸۸
۲	۱۲۰۰۰۰	$(۱.۰۵)^{-۲}= ۰.۹۰۷۰$	۱۰۸۸٤۰
۳	۱۲۰۰۰۰	$(۱.۰۵)^{-۳}= ۰.۸٦۳۸$	۱۰۳٦٥٦

٤	١٢٠٠٠٠	$(١.٠٥)^{-٤}$= ٠.٨٢٢٧	٩٨٧٢٤
٥	١٢٠٠٠٠	$(١.٠٥)^{-٥}$= ٠.٧٨٣٥	٩٤٠٢٠
٦	١٢٠٠٠٠	$(١.٠٥)^{-٦}$= ٠.٧٤٦٢	٨٩٥٤٤
٧	١٢٠٠٠٠	$(١.٠٥)^{-٧}$= ٠.٧١٠٧	٨٥٢٨٤
٨	١٢٠٠٠٠	$(١.٠٥)^{-٨}$= ٠.٦٧٦٨	٨١٢١٦
٩	١٢٠٠٠٠	$(١.٠٥)^{-٩}$= ٠.٦٤٤٦	٧٧٣٥٢
١٠	١٦٢٠٠٠٠	$(١.٠٥)^{-١٠}$= ٠.٦١٣٩	٩٩٤٥١٨

تأثیر تورم در جریانهای وجوه پروژه ها

با آنچه تاکنون گذشت، روشن است که بردارهای درآمد یا هزینه مرتبط با هر سرمایه گذاری که در برآورد مهندسی تخمین زده می شود، بر مقیاس ریال جاری می باشد، ولی پول مؤثر و کارساز مبلغی است که در هر مقطع زمان برحسب ریال ثابت سنجیده می شود. جهت منظور نمودن تأثیر تورم ضروری است تا تمایز بین نرخهای مختلفی که در مسئله دخالت می نمایند روشن گردد. در این ارتباط سه نوع نرخ به شرح زیر توضیح داده می شود.

همان نرخ بهره است که در فصول گذشته مورد استفاده قرار گرفت که بعضی مواقع به آن نرخ بهره بازار[٨٦] نیز می گویند. سرمایه گذاران زیرک که در بازار اقتصادی کار می کنند، از قدرت پول برای کسب منافع و همچنین از مضرات تورم آگاهی دارند، لذا بهره ای که عملاً مد نظر دارند شامل قدرت سوددهی پول و قدرت خرید پول می باشد. موقعی که نرخ تورم افزایش می یابد، نرخ بهره i نیز افزایش می یابد.

نرخ بهره[٨٧]، i' :

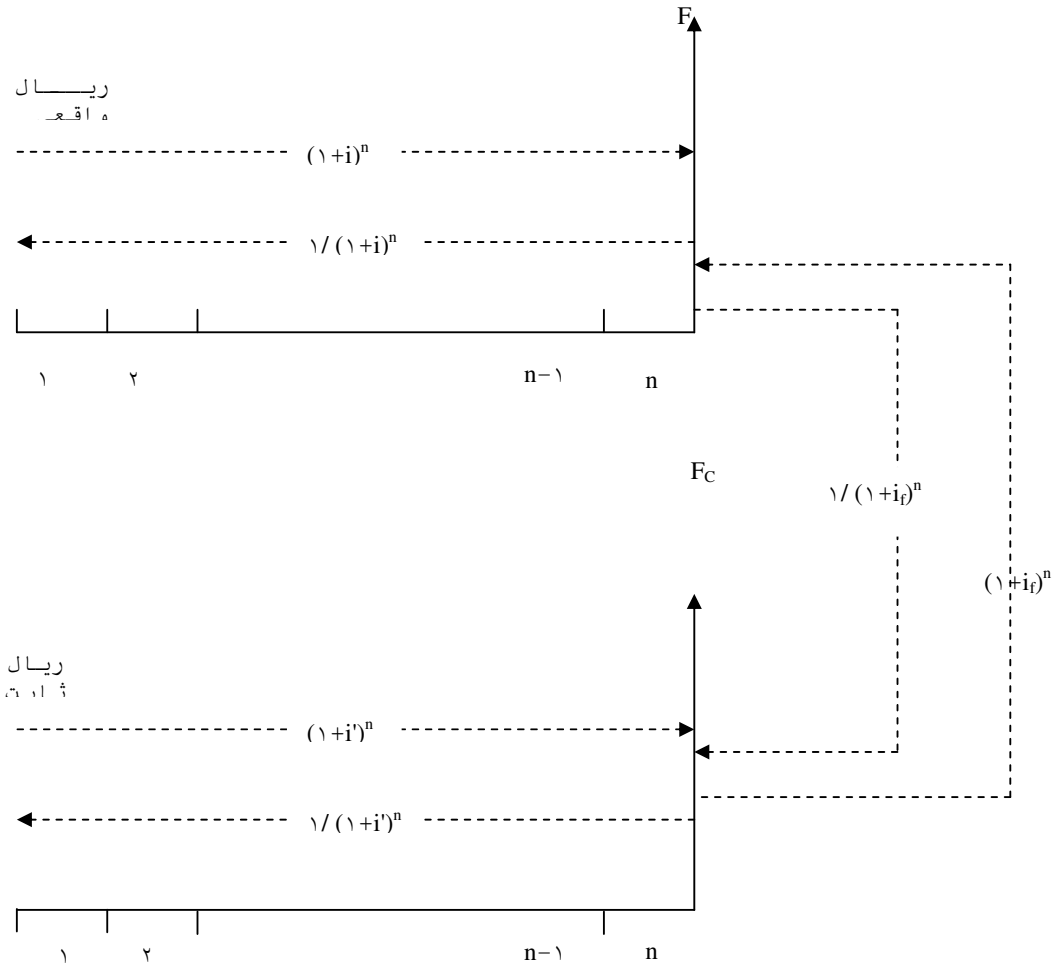
در این نرخ تأثیر تورم حذف شده است. نرخ i' نرخی نیست که در معاملات بانکی و نظایر آن رایج باشد و درنتیجه می باید محاسبه شود. اگر در یک شرایط اقتصادی تورم وجود نداشته باشد i=i' است. این نرخ را بهره واقعی ، یا نرخ بهره ریال ثابت نیز می گویند.

نرخ تورم (i_f) : این نرخ در صفحات قبل تعریف گردید، با در دست داشتن نرخ تورم و با استفاده از رابطه ... می توان هر بردار پولی را از میدان ریال ثابت، به ریال جاری تبدیل نمود و برعکس.

برای جریان وجوه که درآمد و هزینه ها برحسب ریال جاری باشد، همانطوریکه در فصول گذشته تشریح گردید تغییر مبلغ روی محور زمان با نرخ بهره i انجام می شود (شکل الف زیر). در صورتیکه بخواهیم در دامنه ثابت کار کنیم، از نرخ بهره i' استفاده می نماییم (شکل ب زیر).

---

[٨٦] ***Market Interest Rate***
[٨٧] ***Inflation- Free Rate***



رابطه بین i_f ، i' ، i

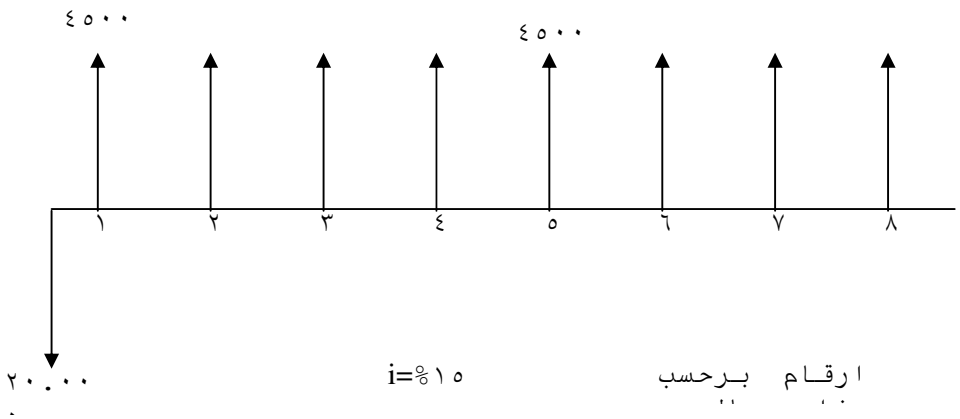
در مقطع زمان صفر (حال حاضر) ریال جاری و ریال ثابت هر دو دارای قدرت خرید یکسان هستند، اما در هیچ مقطع زمانی دیگر بابری وجود ندارد. باتوجه به مساوی بودن ریال جاری و ریال ثابت در مقطع کنونی (ریال صفر)، معادل زمان قسمت الف و ب و در شکل ... را محاسبه نموده و مساوی صفر قرار می دهیم.

تبدیل f و f_C که هر دو در انتهای سال n ام هستند از رابطه ... بدست می آید.

مثال:

درآمد خالص یک پروژه که به سرمایه گذاری ۲۰۰۰۰۰۰۰ ریال در حال حاضر نیاز دارد مطابق نمودار زیر است. اگر نرخ بهره $i=$ ۱۵٪ و برای مدت ۸ سال پروژه ثابت باشد،

الف- معادل زمان حال این پروژه را برحسب ریال جاری محاسبه نمایید.
ب- اگر نرخ متوسط تورم در سه سال اول ٦٪ و در ٥ سال بعد ٧٪ باشد نمودار جریان وجوه این پروژه را برحسب ریال ثابت بدست آورید.



$$P = A(P/A, ١٥٪, ٨)$$

$$P = ٤٥٠٠(P/A, ١٥٪, ٨)$$

حل: برای سه سال نخست تورم ٦٪ است و درنتیجه ارقام معادل برحسب ریال ثابت در انتهای سالهای اول تا سوم به شرح زیر بدست می آید.

$a_{C١}$= ٤٥٠٠ / (١+ ٠.٠٦)^{١} = ٤٢٤٥.٢٨٣ هزار ریال
$a_{C٢}$= ٤٥٠٠ / (١+ ٠.٠٦)^{٢} = ٤٠٠٤.٩٨٤ هزار ریال
$a_{C٣}$= ٤٥٠٠ / (١+ ٠.٠٦)^{٣} = ٣٧٧٨.٢٨٧ هزار ریال

اما بردارهای درآمد خالص از انتهای سالهای چهارم تا هشتم تحت تاثیر نرخ تورم ٦٪ برای سه سال اول پروژه و نرخ تورم ٧٪ برای بقیه مدت قرار دارند. لذا داریم:

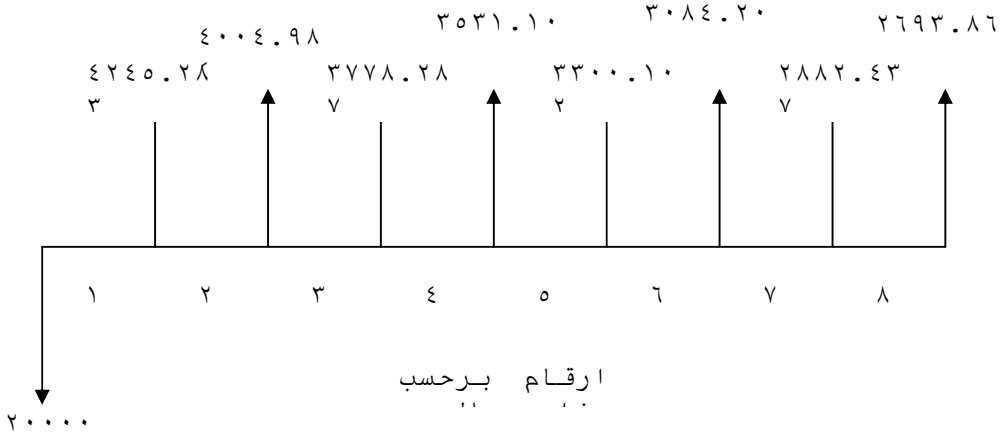
$a_{C٤}$= ٤٥٠٠ / (١+ ٠.٠٦)^{٣} (١+٠.٠٧)^{١} = ٣٥٣١.١٠٩ هزار ریال
$a_{C٥}$= ٤٥٠٠ / (١+ ٠.٠٦)^{٣} (١+٠.٠٧)^{٢} = ٣٣٠٠.١٠٢ هزار ریال

$a_{C۶}$= ٤٥٠٠ / (١+ ٠.٠٦)^{٣} (١+٠.٠٧)^{٣} = ٣٠٨٤.٢٠٧ هزار ریال

$a_{C۷}$= ٤٥٠٠ / (١+ ٠.٠٦)^{٣} (١+٠.٠٧)^{٤} = ٢٨٨٢.٤٣٧ هزار ریال

$a_{C۸}$= ٤٥٠٠ / (١+ ٠.٠٦)^{٣} (١+٠.٠٧)^{٥} = ٢٦٩٣.٨٦٦ هزار ریال

بدیهی است مبلغ ٢٠٠٠٠ ریال سرمایه گذاری برای مقیاس ریال ثابت است و ریال جاری یکسان خواهد بود. جریان وجوه پروژه پس از تبدیل به ریال ثابت مطابق شکل زیر خواهد شد.



نرخ تورم (f)

نرخ تورم عبارتست از نرخ افزایش قیمت و آنرا با f نشان می دهد.

مثال: شاخص کالایی در سال مبنی ٢٠٠ و در سال بعد ٢١٦ می باشد. نرخ تورم را محاسبه نمایید.

$$f = \frac{(b-a)}{a}$$

a شاخص در سال مبنی

b شاخص در سال بعد

$$f = \frac{(216-200)}{200} = 0.08$$

مثال: شاخصی ظرف ۳ سال از ۱۷۶ به ۲۱۶ رسیده است. نرخ تورم را محاسبه نمایید.

$$176(1+f)^3 = 216 \rightarrow 1+f = \sqrt[3]{\frac{216}{176}}$$
$$f = 71\% \rightarrow f = 7.1\%$$

آنالیز تورم (بررسی اثر تورم در پروژه های اقتصادی)

اگر نرخ تورم کم باشد (مثلاً کمتر از ٤ درصد) معمولاً آنرا در محاسبات اقتصادی وارد نمی نمایند. در غیر اینصورت از مدلهایی برای تحلیل اقتصادی استفاده می گردد.

دو مدل اصلی برای این منظور عبارتند از:

۱- حذف اثرات تورم با تبدیل فرآیند مالی متورم به فرآیند مالی واقعی

۲- تجزیه و تحلیل پروژه با فرآیند های مالی متورم شده

محاسبه نرخ ظاهری i_f

نرخ ظاهری i_f عبارتست از حداقل نرخ جذب کننده بعد از ملحوظ نمودن تورم.

اگر P ارزش دارایی در حال حاضر و F_t ارزش دارایی بعد از تورم به مدت t سال باشد.

$$P= F_t / (۱+f)^t (۱+i)^t$$
$$P= F_t / (۱+i_f)^t \quad \rightarrow \quad (۱+i)^t (۱+f)^t = (۱+i_f)^t$$
$$i_f = i + f + i_f$$

مثال: اگر حداقل نرخ جذب کننده ۱۰٪ و نرخ تورم ۵٪ باشد نرخ ظاهری را محاسبه نمایید.

I_f = ٪۱۰ + ٪۵ + ۰/۰۵۰ = ٪۱۵/۰۵

ضریب ثابت تبدیل

هرگاه مقدار شاخصهای قیمت مصرف کننده را برای دو سال متفاوت داشته باشیم و بخواهیم قیمت در یکسال را با توجه به تورم به قیمت در سال دیگر تبدیل نماییم از ضریب ثابت تبدیل بشرح زیر استفاده می شود.

$$CPI = \frac{1+(214.1-195.4)}{195.4} = 1.098$$

قیمت متورم (سال ۱۳۷۶) = ۳۷۷۰۰۰ × ۱/۰۹۸ = ۳۸۹۰۰۰

اندازه گیری تورم

میزان تورم را می توان به کمک شاخص قیمت ها اندازه گیری کرد. شاخص قیمت ها، هزینه سالانه جاری یک سبد کالا را نسبت به هزینه همان سبد کالا در سال پایه نشان می دهد. یعنی:

$$\text{شاخص} = \frac{\text{هزینه یک سبد کالای معین}}{\text{هزینه همان سبد کالا}} \times ۱۰$$

انواع تورم (Types of Inflation)

۱. تورم ناشی از کشش تقاضا (Demand-Pull Inflation)

۲. تورم ناشی از فشار هزینه (Cost Push Inflation)

تورم ناشی از کشش تقاضا

افزایش در تقاضا سطح عمومی قیمت ها را بالا می برد. هر حادثه ای که منجر به خرید بیشتر مصرف کنندگان، دولتها و موسسات از کالاها و خدمات بیش از خریدهای قبلی شود، باعث تورم ناشی از کشش تقاضا می شود.

تورم ناشی از فشار هزینه

بالا رفتن سطح قیمت ها را که در نتیجه افزایش قیمت تمام شده کالاهاست، "تورم ناشی از فشار هزینه" می نامند.

در بهار سال ۱۹۸۵ نرخ تورم سالانه در اسرائیل ۸۰۰ درصد، در بولیوی ۲۵۰۰ درصد بوده است. در نوامبر ۱۹۲۳ پول آلمان آنچنان که ارزش شد که بهای هر ٤۲ تریلیون مارک برابر یک سنت آمریکا شد.

اثرات تورم (Effects of Inflation)

افزایش قیمت ها، سطح زندگی مردم را کاهش می دهد. اگر درآمد (نرخ دستمزد) سریعتر از قیمت ها افزوده شود، سطح زندگی نیز بالا می رود و اگر افزایش درآمد کندتر از افزایش قیمت ها باشد، سطح زندگی پایین می آید.

۱. تورم می تواند منجر به توزیع مجدد درآمد در میان اعضای یک جامعه شود.

۲. تورم می تواند منجر به کاهش کارائی اقتصادی شود.

۳. تورم می تواند موجب تغییر تولدید و تغییر در اشتغال شود.

عدم کارائی (Inefficiency)

عدم درک این موضوع موجب می شود که بعضی از منابع باارزش و کمیاب در اقتصاد به فعالیت هائی معطوف شوند که از نظر اجتماعی، کارآئی ندارند. تورم منجر به فعالیت های سوداگرانه می شود که در نهایت برای جامعه بی فایده است. آنهائی که تورم را بیشتر از نسبت بازار پیش بینی می کنند تلاش خود را متوجه سفته بازی روی دارائی حقیقی، پول خارجی، طلا و خرید آثار هنری یا عتیقه می کنند. بطور کلی تورم موجب انحراف منابع مالی از بخش های تولیدی به غیر تولیدی می شود و ظرفیت اقتصادی را کاهش می دهد.

تورم رکودی (Stagflation)

این نوع تورم در زمانی روی می دهد که نرخ بیکاری بالا، همراه با تورم باشد. از جمله شرایط رکود در جامعه، بیکاری و کاهش قیمت است. در قرن حاضر با پدیده ای تازه روبرو هستیم که افزایش سطح قیمت ها، بیکاری را نیز به دنبال دارد. این پدیده نیمه دوم قرن بیستم را "تورم رکودی" می نامند، که بعداً آن را توضیح خواهیم داد.

رشد اقتصادی (Economic growth)

رشد اقتصادی، وابسته به تولید یک کشور است. اگر کالا و خدمات تولید شده در کشوری بیش از سال قبل باشد، می گویند اقتصادش رشدکرده است. احتمالاً این کالا و خدمات تولید شده سطح زندگی را بالا خواهد برد.

ادوار تجاری (Business Cycles)

یک دور (سیکل) تجاری، الگوی حرکت های افزایشی- کاهشی، در سطح فعالیت حقیقی تجاری است.

۱. کسادی[۸۸] ۲- بحران[۸۹] ۳- بهبود[۹۰] ٤- رونق[۹۱]

کسادی

- کاهش نرخ تولید
- افزایش بیکاری

بحران

- حداقل تولید
- حداکثر بیکاری

---

[۸۸] ***Recession***
[۸۹] ***Slump***
[۹۰] ***Expansion***
[۹۱] ***Boom***

بهبود

- افزایش نرخ تولید
- کاهش بیکاری

رونق

- حداکثر تولید
- حداقل بیکاری

یک دور تجاری تقریباً ۵ سال است.

تولید ناخالص ملی Gross National product (GNP)

تولید ناخالی ملی، مجموع ارزش کالاها و خدمات نهائی تولیدی به وسیله عوامل تولید ملی در داخل و یا خارج از کشور در یک دوره معین است. با توجه به این تعریف، تولید ناخالی ملی، شامل کالاهایی نظیر لوازم آشپزخانه، مواد غذائی، مشروبات غیرالکلی ...، و اموالی نظیر خانه .... و خدماتی نظیر قضاوت، تعلیم، آرایشگری، .... می شود. مقدار تولید هر یک از موارد بالا، به ارزش محاسبه می شود و از مجموعشان تولید ناخالص ملی بدست می آید. اگر تولید ناخالص ملی را بر جمعیت کشور تقسیم کنیم، تولید ناخالص ملی سرانه حاصل می شود.

تولید ناخالص داخلی Gross Domestic Product (GDP)

تولید ناخالص داخلی، ارزش کالاها و خدمات تولید شده در داخل یک کشور (صرفنظر از ملیت) و برای مدتی معین (یک سال) است. قسمتی از تولید ناخالص ملی از خارج دریافت می شود.

برای مثال: یک کارگر ایرانی که در کویت کار می کند بخشی از تولید ناخالص ملی ایران را تشکیل می دهد. اما جزو تولید ناخالص داخلی نیست. زیرا این درآمد در داخل ایران بدست نیامده است.

همین طور که درآمد کویتی های مقیم ایران، جزو تولید ناخالص داخلی (GDP) ایران محسوب می شود. اما جزو تولید ناخالص ملی ایران به حساب نمی آید.

خالص دریافت های عوامل تولید از خارج + تولید ناخالص داخلی = تولدید ناخالص ملی

GNP=GDP+NA

مراجع انگلیسی

١. G. J. Thuesen, W. J. Fabrychy, ***Engineering Economy,*** (Prentice-Hall international Series in Industrial and Systems Engineering), Prentice-Hall College Div; ISBN: ٠١٣٠٢٨١٢X; ٩ edition, ٢٠٠٠.

٢. James L. Riggs, David D. Bedworch, Sabah U. Randhawa, ***Engineering Economic,*** McGraw-Hill, Higher Education, ISBN; ٠٠٧٩١٢٢٤٨٥, ٤th edition, ١٩٩٦.

٣. Gerald W. Smit, ***Engineering Economy: Analysis of Capital Expenditures,*** Iowa state university press, ISBN: ٠٨١٣٨٠٥٥٣٨; ٤th edition, ١٩٨٧.

٤. Eugene Lodewick Grant, William B. Areson, William G. Ireson, ***Principle of Engineering Economy,*** ٨th edition, John Wiley & Sons; ISBN: ٠٤٧١٦٣٥٢٦X; ١٩٩٠.

٥. Leland T. Blank, Anothony J. Tarquin, ***Engineering Economy,*** McGraw-Hill, Series in Industrial Engineering and Management science, McGraw-Hill Collage Div; ISBN; ٠٠٧٢٤٣٢٣٤٩, ٥th edition, ٢٠٠١.

٦. J. C. Sprague, J. D. Whittaker, ***Economic Analysis for Engineers and Managers,*** Prentice-Hall, ISBN; ٠١٣٢٢٤٠٦٤٥, ١٩٨٥.