

محاسبات فرآیندهای مالی

پرداخت اولیه و نهایی

$$F = P \left(\frac{F}{P}, i\%, n \right) = P(1+i)^n \quad (\text{فاکتور یکبار پرداخت})$$

$$P = F \left(\frac{P}{F}, i\%, n \right) = F \left(\frac{1}{(1+i)^n} \right) \quad (\text{فاکتور ارزش فعلی یکبار پرداخت})$$

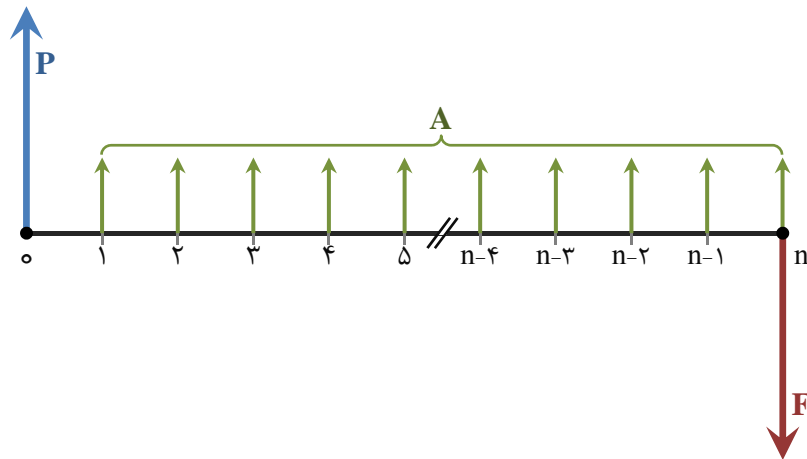
سری یکنواخت

$$P = A \left(\frac{P}{A}, i\%, n \right) = A \left(\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right) \quad (\text{فاکتور ارزش فعلی سری یکنواخت})$$

$$A = P \left(\frac{A}{P}, i\%, n \right) = P \left(\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right) \quad (\text{فاکتور بازیافت سرمایه})$$

$$F = A \left(\frac{F}{A}, i\%, n \right) = A \left(\frac{(1+i)^n - 1}{i} \right) \quad (\text{فاکتور پرداخت مساوی برای مقدار مرکب})$$

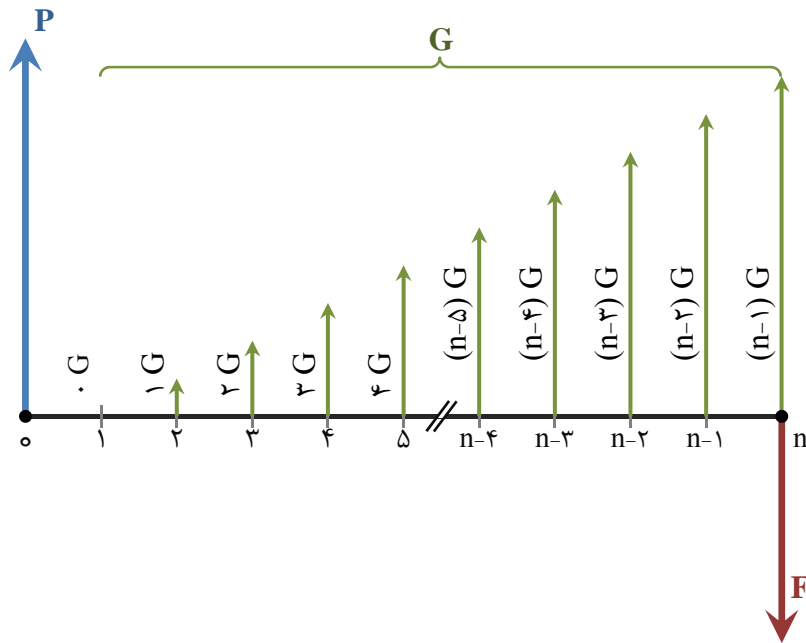
$$A = F \left(\frac{A}{F}, i\%, n \right) = F \left(\frac{i}{(1+i)^n - 1} \right) \quad (\text{فاکتور وجوه استهلاکی})$$



شیب یکنواخت

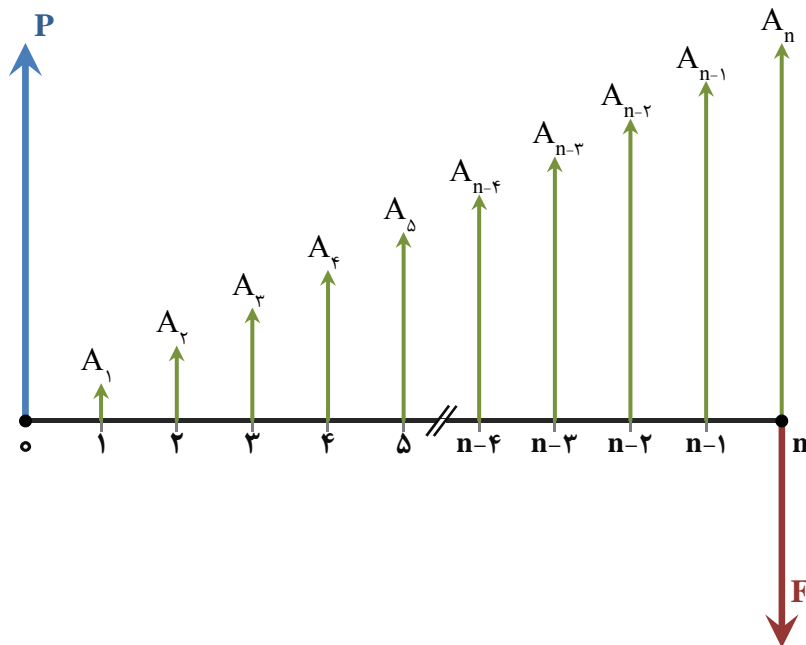
$$P = G \left(\frac{P}{G}, i\%, n \right) = G \left[\frac{1}{i} \left(\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} - \frac{n}{(1+i)^n} \right) \right]$$

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



سری هندسی (نرخ بهره برابر i و نرخ تصاعد برابر j)

$$\begin{cases} i \neq j \Rightarrow \mathbf{P} = A_1 \left(\frac{P}{A}, i, j, n \right) = A_1 \left(\frac{1 - (1+j)^n (1+i)^{-n}}{i - j} \right) \xrightarrow{j, i \geq 0} A_1 \left(\frac{1 - (F/P, j, n)(P/F, i, n)}{i - j} \right) \\ i = j \Rightarrow \mathbf{P} = A_1 \left(\frac{P}{A}, i, j, n \right) = \frac{nA_1}{1+i} \end{cases}$$



نرخ مؤثر

$$i_e = \left(1 + \frac{r}{t}\right)^t - 1 \quad (t \text{ تعداد دوره‌ها، } r \text{ نرخ بهره})$$

مرکب شدن پیوسته نرخ بهره

$$P = F \left(\frac{P}{F}, r, n \right)^\infty = F (e^{-r})$$

$$F = P \left(\frac{F}{P}, r, n \right)^\infty = P (e^r)$$

$$F = A \left(\frac{F}{A}, r, n \right)^\infty = A \left(\frac{e^{rn} - 1}{e^r - 1} \right)$$

$$A = F \left(\frac{A}{F}, r, n \right)^\infty = F \left(\frac{e^r - 1}{e^{rn} - 1} \right)$$

$$P = A \left(\frac{P}{A}, r, n \right)^\infty = A \left(\frac{e^{rn} - 1}{e^m (e^r - 1)} \right)$$

$$A = P \left(\frac{A}{P}, r, n \right)^\infty = P \left(\frac{e^m (e^r - 1)}{e^{rn} - 1} \right)$$

$$P = G \left(\frac{P}{G}, r, n \right)^\infty = G \left(\frac{e^{rn} - 1 - n(e^r - 1)}{e^m (e^r - 1)^2} \right)$$

$$A = G \left(\frac{A}{G}, r, n \right)^\infty = G \left(\frac{1}{e^r - 1} - \frac{n}{e^{rn} - 1} \right)$$

مقایسه اقتصادی پروژه‌ها

روش ارزش فعلی

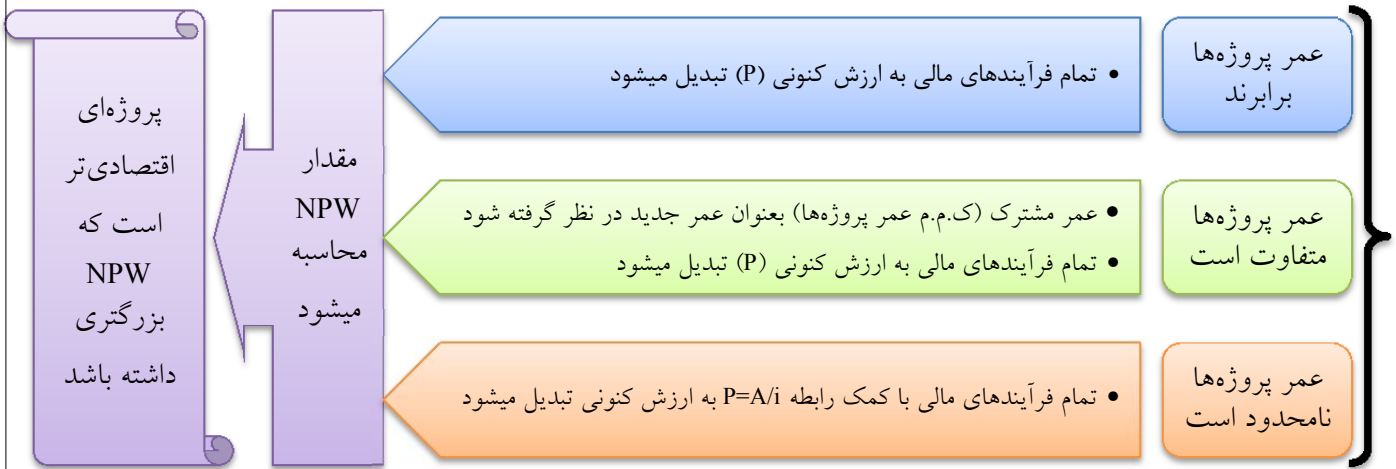
(ارزش فعلی هزینه‌ها) Present Worth of Cost = PWC

(ارزش فعلی درآمدها) Present Worth of Benefit = PWB

(ارزش فعلی خالص) Net Present Worth = NPW = PWB - PWC

- ابتدا تمامی فرآیندهای مالی به ارزش کنونی تبدیل میشود. پروژه‌ای اقتصادی‌تر است که NPW بزرگتری داشته باشد (در شرایطی که بازدهی [یا هزینه‌ها] برابر فرض شود، پروژه‌ای که PWC کمتری [یا PWB بیشتری] داشته باشد، اقتصادی‌تر است).

چگونگی انجام محاسبات در روش ارزش فعلی برای مقایسه پروژهها



روش یکنواخت سالیانه

Equivalent Uniform Annual Cost = EUAC (هزینه یکنواخت سالیانه)

Equivalent Uniform Annual Benefit = EUAB (درآمد یکنواخت سالیانه)

Net Equivalent Uniform Annual = NEUA = EUAB - EUAC (خالص یکنواخت سالیانه)

- مزیت: مقایسه پروژهها بدون در نظر گرفتن عمر آنها قابل انجام است.
- برای محاسبه NEUA ابتدا تمام هزینهها و درآمدها بصورت سری یکنواخت تبدیل شده و مقادیر EUAC و EUAB تعیین میگردد.
- پروژهای اقتصادیتر است که NEUA بزرگتری داشته باشد.

روش نرخ بازگشت سرمایه

Minimum Attractive Rate of Return = MARR (حداقل نرخ جذب کننده)

Rate Of Return = ROR (نرخ بازگشت سرمایه)

Internal Rate of Return = IRR (نرخ بازگشت سرمایه داخلی)

External Rate of Return = ERR (نرخ بازگشت سرمایه خارجی)

$$ROR = \frac{\text{سود}}{\text{سرمایه اولیه}} = \frac{\text{سرمایه اولیه} - \text{اصل و فرع دریافتی}}{\text{سرمایه اولیه}} = \frac{\text{هزینهها} - \text{درآمدها}}{\text{سرمایه اولیه}}$$

- اگر درآمدها برابر هزینهها شود، نرخ بازگشت سرمایه صفر خواهد شد.
- محاسبه ROR با کمک این اصل که تعادل درآمدها و هزینهها تحت نرخ بازگشت سرمایه رخ خواهد داد، انجام میشود.
- محاسبه نرخ بازگشت سرمایه با استفاده از روش ارزش فعلی: تمام درآمدها (با علامت مثبت) و هزینهها (با علامت منفی)، تبدیل به ارزش فعلی شده و با هم جمع زده میشوند، در صورت انتخاب مناسب ROR میتوان گفت:

$$PWB - PWC = 0$$

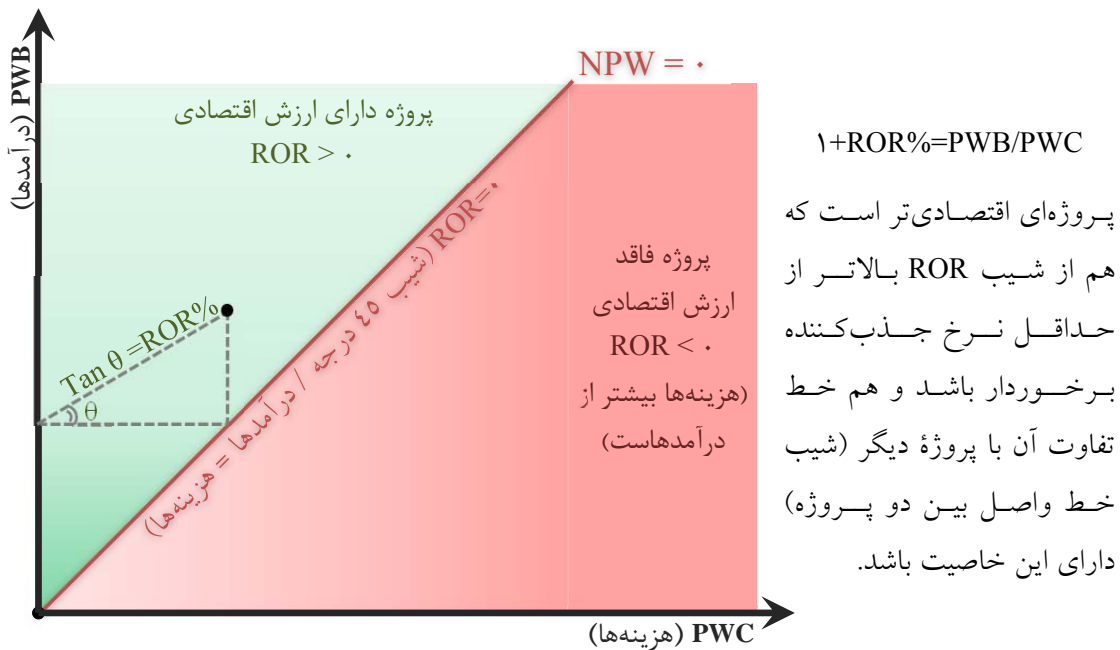
○ محاسبه نرخ بازگشت سرمایه با استفاده از روش یکنواخت سالیانه: تمام درآمدها (با علامت مثبت) و هزینه‌ها (با علامت منفی)، تبدیل به سری یکنواخت شده و با هم جمع میشوند، در صورت انتخاب مناسب ROR میتوان گفت:

$$EUAB - EUAC = 0$$

• نحوه تقریب نرخ بازگشت سرمایه در محاسبات: با جمع‌بندی ساده و بدون تعیین بهره تمام پرداختها در زمان فعلی (همه پرداختها معادل P) و تمام درآمدها در زمان پایانی پروژه (همه دریافتها معادل F) فرض میشود سپس با استفاده از رابطه زیر و یا درونیابی بکمک جدول، میزان ROR که همان i است تقریب زده میشود:

$$F = P \left(\frac{F}{P}, i\%, n \right) \Rightarrow \left(\frac{F}{P}, i\%, n \right) = \frac{F}{P} \quad (\text{برای تقریب از جدول } F/P \text{ استفاده میشود})$$

$$F = P(1+i)^n \Rightarrow i = ROR = e^{\frac{\ln F/P}{n}} - 1$$



• برای مقایسه اقتصادی پروژه‌ها با استفاده از روش نرخ بازگشت سرمایه، ابتدا پروژه‌ها را بر حسب هزینه اولیه به ترتیب صعودی مرتب میکنیم، و نرخ بازگشت سرمایه را برای هر کدام از پروژه‌ها محاسبه میکنیم. سپس هر کدام از پروژه‌ها را که در آن نرخ بازگشت سرمایه از حداقل نرخ جذب‌کننده کمتر است را از مقایسه حذف میکنیم. بعد از آن با استفاده از روش تجزیه و تحلیل سرمایه‌گذاری اضافی، اختلاف پروژه‌ها را تعیین آنها را دوباره با هم مقایسه میکنیم.

○ اگر اختلاف دو پروژه را Δ بنامیم و مقدار نرخ بازگشت سرمایه برای آن ROR_{Δ} باشد، زمانی که $ROR_{\Delta} > MARR$ آنگاه طرح با سرمایه اولیه بیشتر انتخاب میشود، وگرنه $ROR_{\Delta} < MARR$ خواهد بود و طرح با سرمایه اولیه کمتر اقتصادی‌تر است.

○ هدف از اقتصاد مهندسی حداکثر سود کردن است و نه حداکثر کردن نرخ بازگشت سرمایه، لذا در هنگام استفاده از این روش حتما باید از روش تجزیه و تحلیل سرمایه‌گذاری اضافی استفاده نمود تا نتیجه مطلوب حاصل شود.

- پروژه‌های با چند نرخ بازگشت سرمایه: یک پروژه میتواند بیش از یک نرخ بازگشت سرمایه داشته باشد.

دوره	فرآیند مالی
۰	-P
۱	A_1
۲	A_2
⋮	⋮
⋮	⋮
n-1	A_{n-1}
n	A_n

$$\Rightarrow A_1(1+i)^{-1} + A_2(1+i)^{-2} + \dots + A_{n-1}(1+i)^{-(n-1)} + A_n(1+i)^{-n} - P = 0$$

و اگر فرض کنیم $X = (1+i)^{-1}$ باشد، آنگاه:

$$\Rightarrow A_n X^n + A_{n-1} X^{n-1} + \dots + A_2 X^2 + A_1 X - P = 0$$

یک چند جمله‌ای درجه n که در تمام سالهای فرآیند مالی صدق میکند و حداکثر n ریشه متمایز دارد.

- قانون دکارت: در یک چند جمله‌ای که جملات آن برحسب درجه متغیر مرتب شده‌اند، هنگامیکه ضرائب آن چند جمله‌ای به تعداد m بار تغییر علامت دهد، تعداد ریشه‌های مثبت آن حداکثر برابر $m-2k$ است (k یک عدد صحیح مثبت است). در اینجا از مثبت بودن i میتوان نتیجه گرفت که X باید بزرگتر از صفر و کوچکتر مساوی یک باشد.
- اگر یک فرآیند دارای تغییر علامت در سالهای مختلف باشد (صفر تغییر علامت محسوب نمیشود)، آنگاه تعداد نرخ‌های بازگشت سرمایه حداکثر برابر تعداد تغییر علامتها در یک فرآیند مالی است. برای فرار از اینکه یک پروژه دارای چند ROR باشد، میتوان با کمک نرخ بازگشت سرمایه خارجی فرآیند مالی را اصلاح کرد و یک فرآیند با یک تغییر علامت بدست آورد.
- روش جرالد اسمیت برای مقایسه چند پروژه تحت شرایط نامشخص بودن MARR: طرحهای برحسب هزینه اولیه بصورت صعودی مرتب میشوند، در یک ماتریس مربعی (جدول) مرتب میشوند (ستونها مبدأ/ردیفها مقصد). سپس ROR هر کدام از طرحها محاسبه میگردد. سپس ستونی برای اختلاف طرحها دودو شکل داده و در یک نیمه ماتریسی (مثلث پائینی) تمام نرخهای بازگشت سرمایه را حساب میکنیم. سپس یک گراف جهت‌دار برای تعیین میزان ROR برای هر اختلاف ترسیم میکنیم. اگر O یعنی عدم اجرای هیچکدام از پروژه‌ها را هم در نظر بگیریم نرخ اجرای خود پروژه‌ها میزان وزن از O به آن پروژه است.
- اگر MARR از بیشترین مقدار ROR در ارزانتترین پروژه، بیشتر باشد آنگاه ارزانتترین پروژه انتخاب میشود.
- اگر MARR از کوچکترین مقدار ROR در مسیر ارزانتترین به گرانترین پروژه، کمتر باشد آنگاه گرانترین پروژه انتخاب میشود.

روش نسبت منافع به مخارج

$$\text{Benefit-Cost Ratio} = B/C \quad (\text{نسبت سود به هزینه})$$

- کاربرد: برای پروژه‌هایی بکار میرود که ضررها از سود کم میشود نه اینکه به هزینه‌ها اضافه شود (بیشتر پروژه‌ها عام‌المنفعه).
- طرحی اقتصادی است که B/C آن از یک بزرگتر باشد، اما برای مقایسه چند طرح مانند روش نرخ بازگشت سرمایه باید از روش تجزیه و تحلیل سرمایه‌گذاری اضافی، برای اختلاف پروژه‌ها استفاده کرد.
- اگر اختلاف دو پروژه را Δ بنامیم و مقدار نسبت سود به هزینه برای آن B/C_Δ باشد، زمانیکه $B/C_\Delta > 1$ آنگاه طرح با سرمایه اولیه بیشتر انتخاب میشود، وگرنه $B/C_\Delta < 1$ خواهد بود و طرح با سرمایه اولیه کمتر اقتصادی‌تر است.

روش دوره بازگشت سرمایه

(دروه بازگشت سرمایه)

Payback Period

(حداکثر دروه بازگشت سرمایه جذب کننده)

Maximum Attractive Payback Period = MAPP

- روش کاملاً تقریبی برای تعیین مدت زمانی است که سرمایه اولیه توسط درآمدها جبران میشود. در این روش کلیه هزینه‌ها و درآمدها بدون در نظر گرفتن ارزش زمانی پول مورد استفاده قرار میگیرد و از ورود پارامترهایی مانند استهلاک، عمر مفید، مالیات و غیره در محاسبات خودداری میشود. عبارت دیگر، دروه بازگشت سرمایه با تقسیم هزینه اولیه بر درآمد سالانه بدست می‌آید.
- پروژه‌ای که کمترین دروه بازگشت سرمایه را دارد اقتصادی‌تر است (البته چون روش تقریبی است در بیشتر مواقع این جواب قابل اتکا نیست).

روش تجزیه و تحلیل عمر خدمت

(تجزیه و تحلیل عمر خدمت)

Service-Life Analysis

- در این روش عمر مفید (عمر خدمت/اقتصادی) پروژه، با در نظر گرفتن ارزش زمانی پول و پارامترهای جنبی نظیر مالیات، استهلاک و غیره تعیین میشود. عمر خدمت باید با MAPP مقایسه شود، پروژه‌ای که عمر خدمت کمتری دارد، اقتصادی‌تر است.

روش ارزش آینده

(ارزش آینده هزینه‌ها) Future Worth of Cost = FWC

(ارزش آینده درآمدها) Future Worth of Benefit = FWB

(ارزش آینده خالص) Net Future Worth = NFW = FWB - FWC

- ابتدا تمامی فرآیندهای مالی به ارزش آینده تبدیل میشود. پروژه‌ای اقتصادی‌تر است که NFW بزرگتری داشته باشد. همانند روش ارزش کنونی عمر پروژه‌ها باید برابر باشد.

تأثیر پارامترهای محیطی در پروژه‌ها

استهلاک

(استهلاک) Depreciation = D

(ارزش دفتری) Book Value = BV

(ارزش اسقاط) S Value = SV

- تفاوت ارزش یک دارایی موجود با یک دارایی فرضی بعنوان استاندارد در زمانهای متفاوت، یعنی: $(\text{استهلاک} - \text{ارزش اولیه} = \text{ارزش دفتری}) \Rightarrow$ ارزش کنونی (ارزش دفتری) - ارزش اولیه = استهلاک
- این تفاوت در ارزش دارایی به دلایل مختلف از جمله پیشرفت تکنولوژی، فرسودگی (ماشین‌آلات یا ساختمان)، تغییر در مقدار و نوع سرویس مورد لزوم، تغییر در مقررات عمومی، ایجاد خسارت جانی و مالی، افزایش هزینه نگهداری و تعمیرات؛ بوجود می‌آید. در نهایت ارزش دارایی بعد از عمر مفید، با ارزش اسقاط (SV) برابر خواهد شد. میزان استهلاک کل (P-SV)

در طول عمر استهلاک دارایی (n دوره) رخ میدهد.

- محاسبه استهلاک به روش خط مستقیم

(روش خط مستقیم) Straight Line Method = SLM

در این روش میزان استهلاک کل را بصورت خطی، در هر دوره توزیع میکنیم:

$$D = \frac{P-SV}{n} \Rightarrow BV_m = P - m.D$$

$$m = 0 \Rightarrow BV = P \quad \& \quad m = n \Rightarrow BV = SV$$

- محاسبه استهلاک به روش جمع ارقام سنوات

(روش جمع ارقام سنوات) Sum of the Years Digits Method = SOYD

(جمع ارقام سنوات) Sum of the Years Digits = SYD

در این روش میزان استهلاک کل را بصورت، نسبت جمع سالهای رفته به کل سالهای عمر دارایی، در هر دوره توزیع میکنیم:

m	D _m		BV _m		
m=1	D ₁	10/SYD	P-(D ₁)	P- {[10/SYD] x [P-SV]}	P- {[1-(1+2+...+9)/SYD] x [P-SV]}
m=2	D ₂	9/SYD	P-(D ₁ +D ₂)	P- {[10/SYD+9/SYD] x [P-SV]}	P- {[1-(1+2+...+8)/SYD] x [P-SV]}
m=3	D ₃	8/SYD	P-(D ₁ +...+D ₃)	P- {[10/SYD+...+8/SYD] x [P-SV]}	P- {[1-(1+2+...+7)/SYD] x [P-SV]}
m=4	D ₄	7/SYD	P-(D ₁ +...+D ₄)	P- {[10/SYD+...+7/SYD] x [P-SV]}	P- {[1-(1+2+...+6)/SYD] x [P-SV]}
m=5	D ₅	6/SYD	P-(D ₁ +...+D ₅)	P- {[10/SYD+...+6/SYD] x [P-SV]}	P- {[1-(1+2+...+5)/SYD] x [P-SV]}
m=6	D ₆	5/SYD	P-(D ₁ +...+D ₆)	P- {[10/SYD+...+5/SYD] x [P-SV]}	P- {[1-(1+2+...+4)/SYD] x [P-SV]}
m=7	D ₇	4/SYD	P-(D ₁ +...+D ₇)	P- {[10/SYD+...+4/SYD] x [P-SV]}	P- {[1-(1+2+3)/SYD] x [P-SV]}
m=8	D ₈	3/SYD	P-(D ₁ +...+D ₈)	P- {[10/SYD+...+3/SYD] x [P-SV]}	P- {[1-(1+2)/SYD] x [P-SV]}
m=9	D ₉	2/SYD	P-(D ₁ +...+D ₉)	P- {[10/SYD+...+2/SYD] x [P-SV]}	P- {[1-(1)/SYD] x [P-SV]}
m=10	D ₁₀	1/SYD	P-(D ₁ +...+D ₁₀)	P- {[10/SYD+...+1/SYD] x [P-SV]}	P- {[1-(0)/SYD] x [P-SV]}

اطلاعات نمونه برای وقتی که n برابر ۱۰ فرض شود.

میزان استهلاک در سال m را میتوان از رابطه زیر بدست آورد، که برای سال صفر (آغاز خرید) بی معنا و برای سال n برابر ارزش اسقاط است.

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

برای محاسبه ارزش دفتر هر سال نیز میتوان از رابطه زیر استفاده کرد:

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

در این روابط مقدار SYD همان جمع ارقام سالهای عمر دستگاه است و داریم:

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

• محاسبه استهلاک به روش موجودی نزولی

(روش موجودی نزولی) Declining Balance Method = DB

(روش موجودی نزولی دوپل) Double Declining Balance Method = DDB

در این روش میزان استهلاک سالانه را بصورت حاصلضرب یک نرخ یکنواخت در ارزش دفتری سال قبل بدست می‌آید.

m	D _m		BV _m		
m=1	D ₁	d.P	D _m =d.BV _{m-1}	BV _m =P(1-d) ^m	
m=2	D ₂	d.BV ₁			P-d.P = P(1-d)
⋮	⋮	⋮			P-P(1-d)d = P(1-d) ²
⋮	⋮	⋮			⋮
m=n-1	D _{n-1}	d.BV _{n-2}			P(1-d) ⁿ⁻¹
m=n	D _n	d.BV _{n-1}	P(1-d) ⁿ		
$D_m = BV_{m-1}(d) \Rightarrow BV_m = P(1-d)^m \Rightarrow D_m = d.P(1-d)^{m-1}$					

• در این روش الزامی برای برابر شدن ارزش دفتری سال آخر با ارزش اسقاطی نیست، اما اگر بخواهیم $SV = BV_n$ باشد، آنگاه مقدار d برابر است با:

$$SV = BV_n = P(1-d)^n \Rightarrow d = 1 - \left(\frac{SV}{P}\right)^{\frac{1}{n}}$$

از آنجا که BV_m باید مثبت باشد، و چون P و m هر دو مثبت هستند پس باید $d < 1$ باشد. همچنین از آنجا که برای محاسبه میزان استهلاک باید $BV_m < BV_{m-1}$ بنابراین باید $(1-d)^n < 1$ و از آنجا باید $0 < d < 1$ باشد. اگر d برابر یک باشد ارزش دفتری تمام دوره‌ها برابر ارزش اولیه و استهلاکی وجود ندارد، و اگر d برابر صفر باشد ارزش کالا از سال ابتدا برابر صفر است. معمولاً d بصورت یک کسر با مخرج عمر استهلاک بیان میشود، اصطلاح روش موجودی نزولی خطی برای وقتی که $d=1/n$ باشد و روش موجودی نزولی خطی دوپل برای وقتی که $d=2/n$ باشد، رایج است. نباید مقدار $d > 2/n$ فرض شود.

• از آنجا که در این روش مقدار ارزش اسقاطی در محاسبات وارد نمیشود، ممکن است ارزش دفتری محاسبه شده در سال آخر برابر SV نباشد، در واقع:

$$\text{if } d > 1 - \left(\frac{SV}{P}\right)^{\frac{1}{n}} \Rightarrow BV_n < SV \quad \& \quad \text{if } d < 1 - \left(\frac{SV}{P}\right)^{\frac{1}{n}} \Rightarrow BV_n > SV$$

برای تصحیح ارزش دفتری و برقرار شدن تساوی میان ارزش دفتری و ارزش اسقاط در دوره پایانی، از یک دوره تا انتها روش محاسبه استهلاک را به روش خط مستقیم تغییر میدهیم.

○ اگر ارزش دفتری کمتر از مقدار ارزش اسقاط بود: از دوره‌ای که ارزش دفتری کمتر از مقدار ارزش اسقاط شده است،

مقدار ارزش دفتری برابر ارزش اسقاط ثبت میشود و از آن دوره تا انتها مقدار استهلاک برابر صفر خواهد بود.

○ ارزش دفتری بیش از ارزش اسقاط است: ابتدا یک جدول با فرض اینکه از دوره یکم تا آن دوره پرداخت به شیوه

DDB بوده و از آنجا به بعد پرداخت بصورت خطی تغییر کند، تشکیل میدهیم. در هر کدام از دوره‌ها که مقدار

استهلاک کمتر از مقدار استهلاک در روش خط مستقیم (SL_m) شد ادامه محاسبات استهلاک به شیوه خط مستقیم

انجام خواهد شد. برای سادگی در محاسبات یک جدول با سه ستون مانند زیر تشکیل می‌دهیم، در هر جا که در آن $SL_m > D_m$ شد روش بصورت خطی تغییر پیدا میکند.

m	D_m		SL_m
m=1	D_1	d.P	P-SV/n
m=2	D_2	$d.P(1-d)^{2-1}$	$(P(1-d)^{2-1}-SV)/n-1$
.	.	.	.
m	.	$d.P(1-d)^{m-1}$	$(P(1-d)^{m-1}-SV)/n-m+1$
.	.	.	.
m=n	D_n	$d.P(1-d)^{n-1}$	$(P(1-d)^{n-1}-SV)/1$

بدون اینکه بتوان دستور صریحی ارائه داد، میتوان گفت:

$$SL_m > D_m \Rightarrow d P(1-d)^{m-1} > \frac{P(1-d)^{m-1} - SV}{n-m+1} \Rightarrow (1-n.d + m.d - d)(1-d)^{m-1} < \frac{SV}{P}$$

این نمودار تنها یک ریشه در ازای m دارد.

• محاسبه استهلاك به روش وجوه استهلاكی

Sinking Fund Method = SF (روش وجوه استهلاكی)

در این روش میزان استهلاك کل (P-SV)، بصورت یک سری یکنواخت (\bar{A}) در دوره‌ها تقسیم میشود، بنابراین ارزش دفتری دارایی در هر سال برابر است با:

$$BV_m = P - \bar{A} \left(\frac{F}{A}, i\%, m \right) \Rightarrow BV_m = P - \left\{ [P - SV] \left(\frac{A}{F}, i\%, n \right) \left(\frac{F}{A}, i\%, m \right) \right\}$$

$$D_m = BV_m - BV_{m-1} \Rightarrow D_m = [P - SV] \left(\frac{A}{F}, i\%, n \right) \left(\frac{F}{P}, i\%, m-1 \right)$$

در این روش مقدار استهلاك سالهای ابتدایی کمتر است و این مقدار بتدریج افزایش می‌یابد. هرچند منطقی است که استهلاك ماشین‌آلات در سالهای آغازین کمتر از سالهای بعدی باشد اما برای ایجاد سود بیشینه در پروژه‌ها این روش چندان کارآمد نیست. در این روش نرخ دفتر دوره پایانی برابر با ارزش اسقاطی خواهد شد.

• محاسبه استهلاك به روش تعداد تولید

Units of Production Method (روش تعداد تولید)

در این روش میزان استهلاك کل را بصورت، نسبت تولید انجام شده به کل تولید، در هر دوره توزیع میکنیم. اگر U را کل تولید مورد انتظار و U_m را تولید در دوره m فرض کنیم، داریم:

$$D_m = [P - SV] \left(\frac{U_m}{U} \right)$$

این روش استهلاك روشی مناسب برای ماشین‌آلات و تجهیزات معدن، نفت، گاز و چوب است.

- محاسبه استهلاك به روش مدت عملیات

Operating Time Method (روش مدت عملیات)

در این روش میزان استهلاك کل را بصورت، نسبت مدت کار انجام شده به کل طول عمر دارایی، در هر دوره توزیع میکنیم. اگر Q را کل مدت عملیات در طول عمر مفید و Q_m را مدت عملیات در دوره m فرض کنیم، داریم:

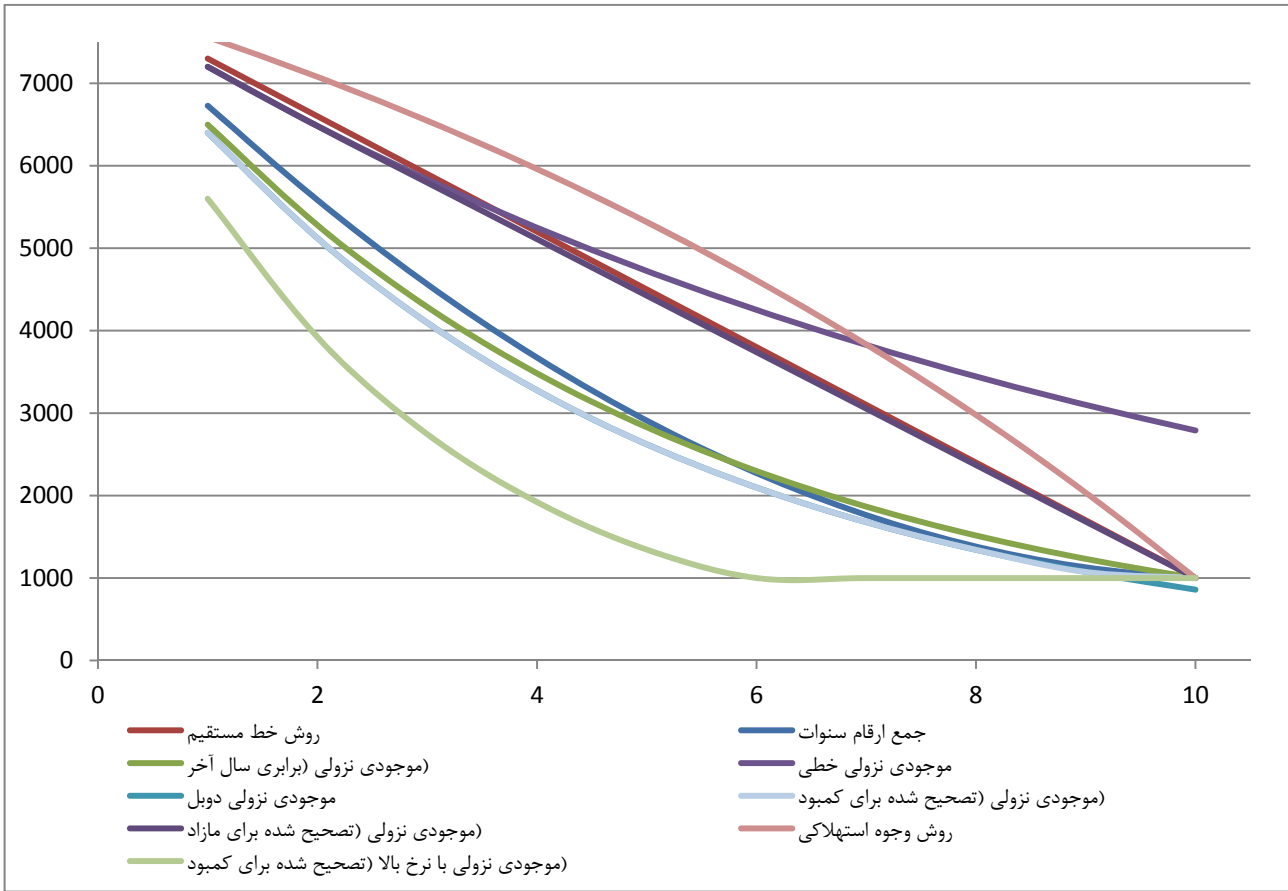
$$D_m = [P - SV] \left(\frac{Q_m}{Q} \right)$$

انتخاب روش استهلاك

- در تمامی روشهای مختلف محاسبه استهلاك مقدار $P-SV$ در طول عمر مفید دارایی توزیع میشود و از نظر محاسبه استهلاك عملکرد یکسانی دارند. اما چون اغلب پارامترها مانند هزینه اولیه، درآمد سالیانه، ارزش اسقاطی، عمر مفید و غیره، در پروژهها ثابت است، انتخاب یک روش مناسب محاسبه استهلاك با ایجاد صرفه جویی مالیاتی نقشی اساسی در مقایسه پروژهها دارد.
- از آنجا که مبلغ استهلاك جزء درآمد مشمول مالیات نیست و از آن کسر میشود، لذا اگر قرار باشد یک مبلغ ثابت نظیر $P-SV$ در دوره انتهایی و یا دوره اول پرداخت نشود، با توجه به ارزش زمانی پول، بهتر است در دوره اول پرداخت نشود و نه در انتها! پس روشی که بیشترین مقادیر استهلاك را در سالهای ابتدایی (نیمه اول عمر مفید) ایجاد میکند روشی بهتر بنظر می آید.
- بصورت محاسباتی بهترین روش محاسبه استهلاك روشی است که حداکثر میزان ارزش فعلی (یا ارزش یکنواخت سالیانه) را ایجاد کند:

$$PW = \sum_{m=1}^n D_m \left(\frac{P}{F}, i\%, m \right) \quad \text{or} \quad EUA = PW \left(\frac{A}{P}, i\%, m \right)$$

در یک نمونه عددی اگر $P=8000$ و $SV=1000$ و $n=10$ و $i=10\%$ و مقادیر $d=0.1$ و $d=0.18775$ و $d=0.2$ و $d=0.3$ فرض شود روشهای مختلف جوابهایی مانند نمودار زیر خواهند داشت:



بصورت شهودی و محاسباتی تأیید میشود که روش موجودی نزولی بخصوص وقتی مقدار ثابت $d > 2/n$ فرض شود، عملکردی بهتر از سایر روشها خواهد داشت. همچنین روش وجوه استهلاکی و روش موجودی نزولی اگر d بد انتخاب شود (بخصوص وقتی $d < 1/n$ فرض شود) بدترین عملکرد را دارند، برای محاسبه روش استهلاک باید مقررات و قوانین مالیاتی را نیز در نظر داشت.

مالیات

(فرآیند مالی قبل از مالیات)	Cash Flow Before Tax = CFBT
(فرآیند مالی بعد از مالیات / درآمد خالص)	Cash Flow After Tax = CFAT
(درآمد ناخالص)	Gross Income = GI
(هزینه‌های عملیاتی)	Operating Cost = OC
(استهلاک)	Depreciation = D
(مالیات)	Tax = TX
(درآمد مشمول مالیات)	Taxable Income \Rightarrow IT
(نرخ مالیات)	Tax Rate = TR
(صرفه‌جویی مالیاتی)	Tax Saving = TS

- روابط لازم برای محاسبه مالیات بصورت سالیانه در نظر گرفته میشود و در پایان هر دوره باید تکرار شود. این روابط به شرح زیر است:

$$CFBT = GI - OC$$

$$IT = CFBT - D \quad \Rightarrow IT = GI - OC - D$$

$$TX = IT \times TR$$

$$CFAT = CFBT - TX$$

$$\Rightarrow CFAT = CFBT - (CFBT-D) TR \quad \Rightarrow CFAT = CFBT (1-TR) + D.TR$$

مقدار $D.TR$ یک درآمد مجازی است که ناشی از صرفه‌جویی مالیاتی است.

$$TS = D \times TR$$

برای تعیین بهترین روش استهلاك باید روشی را برگزید که بیشترین مقدار صرفه‌جویی مالیاتی را انجام میکند، اگر از روش ارزش فعلی برای محاسبه میزان صرفه‌جویی مالیاتی استفاده کنیم:

$$PW_{TS} = \sum_{i=1}^n D_m \left(\frac{P}{F}, i\%, m \right) \times TR$$

- میزان صرفه‌جویی مالیاتی وقتی استهلاك به روش خط مستقیم باشد:

$$PW_{TS} = TR \times \left(\frac{P-SV}{n} \right) \times \left(\frac{P}{A}, i\%, n \right)$$

- میزان صرفه‌جویی مالیاتی وقتی استهلاك به روش جمع ارقام سنوات باشد:

$$PW_{TS} = TR \times \left(\frac{P-SV}{n+1} \right) \times \frac{1}{i} \left(1 + \frac{1}{ni} [(1+i)^{-n} - 1] \right)$$

- میزان صرفه‌جویی مالیاتی وقتی استهلاك به روش موجودی نزولی باشد:

$$PW_{TS} = TR \times \left(\frac{P}{n} \right) \times \frac{1 - \left[\frac{1-d}{1+i} \right]^n}{i+d}$$

تأمین قسمتی از سرمایه هزینه اولیه از مؤسسات مالی

- هرگاه قسمتی از سرمایه اولیه توسط مؤسسات مالی تأمین شود، سازمان باید اقساطی را پردازد. این اقساط از دو بخش تشکیل شده‌اند:

$$\text{(اصل)} \quad \text{Principle} = PR$$

$$\text{(بهره)} \quad \text{Interest} = I$$

داریم:

$$IT = CFBT - D - I \quad \Rightarrow IT = GI - OC - D - I$$

$$TX = IT \times TR$$

$$CFAT = CFBT - TX - I - PR$$

از آنجا که بهره پرداختی مانند استهلاك، نقش صرفه‌جویی مالیاتی را دارد، لذا اغلب ترجیح داده میشود تا قسمتی از سرمایه

اولیه از مؤسسات مالی تأمین شود اما الزاماً دریافت وام سود سرمایه‌گذاری را افزایش نمیدهد. برای تعیین میزان تغییر در سوددهی پروژه، پس از دریافت وام باید ارزش فعلی خالص بعد از رعایت شرایط وام محاسبه و سپس مقایسه انجام شود:

$$(با\ وام) \quad CFAT = GI - OC - (GI - OC - D - I) \times TR - I - PR$$

$$\Rightarrow CFAT = GI - OC - GI \times TR + OC \times TR + D \times TR + I \times TR - I - PR$$

$$(بدون\ وام) \quad CFAT = GI - OC - (GI - OC - D) \times TR$$

$$\Rightarrow CFAT = GI - OC - GI \times TR + OC \times TR + D \times TR$$

بصورت خلاصه باید میزان بهره‌بنحوی باشد که دریافت ابتدایی از مؤسسه مالی (P) بتواند تغییر حاصله ($I \times TR - I - PR$) را پوشش دهد.

تورم

(تورم)	Inflation
(شاخص قیمت مصرف‌کننده)	Consumer Price Index = CPI
(شاخص قیمت عمده فروشی)	Wholesale Price Index = WPI
(شاخص قیمت مطلق)	Implicit Price Index = IPI

• افزایش قیمت‌ها و کاهش قدرت خرید با گذشت زمان را تورم گویند.

○ تعیین تورم به روش شاخص قیمت مصرف‌کننده (CPI): ابتدا سبد مصرفی خانوار متوسط تعیین و ضریب وزنی به آنها نسبت داده میشود. سپس با جمع‌آوری قیمت‌ها و تعیین میانگین تورم تعیین میشود.

○ تعیین تورم به روش شاخص قیمت عمده فروشی (WPI): تورم در سطح عمده‌فروشیها ارزیابی میشود. در این روش خدمات را در نظر نمیگیرند.

○ تعیین تورم به روش شاخص قیمت مطلق (IPI): اثر ارزش قیمت روی تولید ناخالص ملی (مجموع ارزش بازای همه کالاها و خدمات جامعه) نشان میدهد. معمولاً روشهای CPI و IPI نتایج یکسانی ارائه میدهند.

اگر قیمت یک سبد در طی n دوره از P به F رسیده باشد، تورم (f) از رابطه زیر محاسبه میشود:

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

• اثر تورم در بررسیهای اقتصادی: اگر میزان تورم بیش از چهار درصد باشد، باید تأثیر آن در ارزیابی پروژهها در نظر گرفته شود، این اثر را به دو صورت میتوان وارد محاسبات کرد.

○ حذف اثر تورم با تبدیل فرآیندهای مالی متورم به فرآیندهای واقعی: در این روش اثر تورم بر فرآیندهای مالی اعمال نمیشود ولی از نرخ بهره در محاسبات به اندازه تورم (f) افزایش می‌یابد، بعبارتی دیگر تمام فرآیندها همانگونه که هستند تحت نرخ $MARR + f$ بررسی میشوند. این روش برای ارزیابیهای قبل از مالیات وقتی تمام فرآیندها تحت یک میزان تورم هستند، مناسب است.

○ تجزیه و تحلیل پروژه با فرآیندهای مالی متورم شده: در این روش فرآیندهای مالی تحت تورم متورم میشوند و سپس ارزیابی پروژه با نرخ ظاهری (i_f) انجام میشود.

(هر گاه میزان بهره i و میزان تورم f باشد، آنگاه نرخ ظاهری $i_f = i + f + if$ خواهد بود.)

هر دو روش دارای یک نتیجه هستند چون:

$$(P/F, i_f\%, n) = (P/F, i\%, n) \times (P/F, f\%, n)$$

- مقایسه فرآیند مالی متورم شده بعد از کسر مالیات: برای محاسبات مالیاتی باید از روش فرآیندهای مالی متورم شده استفاده کرد. در هنگام متورم کردن فرآیندهای مالی باید مدنظر داشت که استهلاک، اجاره، قرض و موارد مانند این متورم نخواهند شد.

آنالیز حساسیت

- تکرار محاسبات یک فرآیند مالی با تغییر دادن پارامترهای اصلی و مقایسه نتایج بدست آمده با نتایج از اطلاعات اولیه، که معمولاً بصورت یک نمودار ارائه میشود.
- منحنی بی تفاوت: معمولاً ارزش کنونی (NPW) طرحها را بر مبنای دو پارامتر اغلب حساس عمر مفید و درآمد سالیانه محاسبه نموده و شرایطی که در آن $NPW = 0$ باشد را تعیین میکنند و آنرا منحنی بی تفاوتی مینامند، چون انتخاب هر کدام از نقاط روی منحنی NPW را برابر صفر کرده و تفاوتی از نظر ارزش کنونی ندارد. مقادیری که در یک سمت منحنی هستند، باعث مثبت شدن ارزش کنونی پروژه و قبول طرح خواهد شد، ولی مقادیر سمت دیگر که NPW آنها منفی است، ناحیه رد طرح خواهد بود.