فصل هشتم

روش نرخ بازگشت سرمایه

یکی از روشهائی که امروزه در تعیین و انتخاب اقتصادی‌ترین پروژه‌ها متداول می‌باشد روش نرخ بازگشت سرمایه است. در این روش ضابطهٔ قبول یا رد یک پروژه، بر اساس معیاری (نرخی) بنام نرخ بازگشت سرمایه می‌باشد. در حقیقت تعادل درآمدها (درآمدهای سالیانه، ارزش اسقاطی و...) و هزینه‌ها (سرمایه اولیه، هزینه‌های سالیانه و...)، تحت یک نرخ امکان‌پذیر است (البته نه همیشه با یک نرخ) و آن نرخ (یا نرخها) نرخ بازگشت سرمایه می‌باشد.

بدیهی است نرخ بازگشت سرمایه باید شرایط لازم را جهت انتخاب یک پروژه به عنوان اقتصادی‌ترین پروژه داشته باشد. اگر شرکتی دارای حداقل جذب کننده ۲۰٪ باشد ولی پروژه‌ای ۱۵٪ نرخ بازگشت سرمایه را حاصل کند، طبیعی است که انتخاب پروژه، معقول بنظر نمی‌رسد. برعکس، چنانچه پروژه دارای نرخ برگشت سرمایه ۲۵٪ باشد انتخاب پروژه امری منطقی است و بطورکلی اگر:

ROR ≥ MARR طرح پذیرفته می‌شود

ROR < MARR طرح پذیرفته نمی‌شود

در روابط فوق ROR «نرخ بازگشت سرمایه»[1] می‌باشد.

محاسبه نرخ بازگشت سرمایه

محاسبه نرخ بازگشت سرمایه معمولاً با استفاده از یکی از دو روش ارزش فعلی خالص یا درآمد (هزینه) یکنواخت خالص انجام می‌پذیرد:

---

1 - Rate of Return

محاسبه نرخ بازگشت سرمایه با استفاده از روش ارزش فعلی

همانطور که اشاره شد نرخ بازگشت سرمایه از تساوی قرار دادن ارزش فعلی درآمدها و هزینه‌ها حاصل می‌شود. این تساوی تنها تحت یک نرخ امکان‌پذیر است و آن، نرخ بازگشت سرمایه است. به عبارت دیگر روابط زیر برقرار است:

$$NPW = ۰$$

$$PW_B = PW_C \qquad (۸-۱)$$

$$PW_B - PW_C = ۰$$

اگر فرآیند مالی پروژه‌ای از سرمایه اولیه (P)، ارزش اسقاطی (SV)، درآمد سالیانه (A) و عمر مفید (n) تشکیل شده باشد، حل رابطه زیر، (i) که همان نرخ بازگشت سرمایه است را مشخص می‌نماید:

$$-P + A\,(P/A\,،i\%\,،n) + SV\,(P/F\,،i\%\,،n) = ۰ \qquad (۸-۲)$$

● مثال ۱-۸- اگر شخصی ۱,۰۰۰ واحد پولی را اکنون سرمایه‌گذاری نماید و سه سال دیگر در چنین روزی ۵۰۰ واحد پولی و پنج سال دیگر در چنین روزی ۱,۵۰۰ واحد پولی دریافت کند، نرخ بازگشت سرمایه او چقدر است؟

حل: طبق روابط (۸-۱) و (۸-۲) رابطه زیر را برقرار می‌کنیم:

$$-۱,۰۰۰ + ۵۰۰\,(P/F\,،i\%\,،۳) + ۱,۵۰۰\,(P/F\,،i\%\,،۵) = ۰$$

در رابطه فوق مقدار (i) یا نرخ بازگشت سرمایه باید برابر با مقداری باشد که طبق رابطه (۸-۱) مجموع جبری ارزش فعلی درآمدها و هزینه‌ها را برابر با صفر نماید. اگر ادعا شود که نرخ بازگشت سرمایه ۱۶/۹۵٪ است، صحت این ادعا را با قرار دادن نرخ مربوطه در رابطه فوق می‌توان بسادگی دریافت:

$$-۱,۰۰۰ + ۵۰۰\,(P/F\,،٪۱۶/۹۵\,،۳) + ۱,۵۰۰\,(P/F\,،٪۱۶/۹۵\,،۵) = ۰$$

پس از محاسبه مشاهده خواهد شد که مقدار رابطه، برابر با صفر می‌گردد و ادعای مربوطه صحیح است. چنانچه ادعائی صورت نگرفته بود و هدف از سرمایه‌گذار

محاسبه نرخ بازگشت سرمایه بود، باید مقادیر مختلف (i) در رابطه فوق قرار داده می‌شد و مقادیر حاصل از رابطه فوق مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گرفت. بدیهی است که مقدار رابطه با نرخهای کوچکتر از ۱۶/۹۵٪ مثبت و با نرخهای بزرگتر از ۱۶/۹۵٪ منفی می‌شود و تنها در ۱۶/۹۵٪ = ROR = i حاصل عبارت صفر می‌گردد.
در مثال بعد نحوه محاسبه نرخ بازگشت سرمایه تشریح می‌شود.

● مثال ۲ـ۸ـ شرکت امید به متقاضیان خرید سهام آن شرکت پیشنهاد می‌کند که اگر ۵,۰۰۰ واحد پولی در شرکت او سرمایه‌گذاری نمایند بمدت ۱۰ سال در پایان هر سال مبلغ ۱۰۰ واحد پولی و در پایان ده سال مبلغ ۷,۰۰۰ واحد پولی دریافت خواهند داشت. نرخ بازگشت سرمایه برای متقاضیان چقدر خواهد بود؟

حل: طبق رابطه ۲ـ۸ رابطه زیر برقرار است:

$$-۵,۰۰۰ + ۱۰۰\ (P/A\ ،i\%\ ،۱۰) + ۷,۰۰۰\ (P/F\ ،i\%\ ،۱۰) = ۰$$

محاسبه (i) از طریق روش سعی و خطا انجام می‌شود، بدین‌ترتیب که مقادیر مختلف (i) باید در رابطه فوق قرار داده شود، ولی برای شروع محاسبات بهتر است مقدار (i) تخمین زده شود. فرض می‌شود که درآمدهای سالیانه به انتهای سال دهم انتقال داده شوند. اگرچه این عمل بدون درنظرگرفتن ارزش زمانی پول صورت می‌گیرد ولی روش خوبی برای تخمین مقدار اولیه (i) به صورت زیر خواهد بود:

$$P = ۵,۰۰۰ \qquad n = ۱۰$$

$$F = ۱۰\ (۱۰۰) + ۷,۰۰۰ = ۸,۰۰۰$$

$$۵,۰۰۰ = ۸,۰۰۰\ (P/F\ ،i\%\ ،۱۰)$$

$$(P/F\ ،i\%\ ،۱۰) = ۰/۶۲۵$$

و با مراجعه به جدول انتهای کتاب، تخمین مقدار اولیه i بین ۴٪ و ۵٪ خواهد بود. با قرار دادن ۵٪ = i در رابطه فوق:

$$-۵,۰۰۰ + ۱۰۰\ (P/A\ ،٪۵\ ،۱۰) + ۷,۰۰۰\ (P/F\ ،٪۵\ ،۱۰) = ۶۹/۴۶$$

از آنجا که مقدار رابطه مثبت است باید نرخی بیش از ٪۵ در رابطه قرار داده شود. حاصل رابطه فوق با ٪۶ = i عبارت است از:

$$-۵,۰۰۰ + ۱۰۰\ (P/A\ ،٪۶\ ،۱۰) + ۷,۰۰۰\ (P/F\ ،٪۶\ ،۱۰) = -۳۵۵/۱۹$$

و از آنجا که حاصل رابطه فوق منفی است با عمل درون‌یابی می‌توان به رابطه واقعی (i) دست یافت:

i	NPW
٪۵	۶۹/۴۶
i	۰
٪۶	-۳۵۵/۱۹

$$c = \frac{a}{b} \cdot d = \frac{۶۹/۴۶}{۶۹/۴۶ - (-۳۵۵/۱۹)}\ (۱) = ۰/۱۶$$

$$ROR = i = ۵ + ۰/۱۶ = ٪۵/۱۶$$

اگر شما یکی از متقاضیان باشید، آیا حاضرید پیشنهاد شرکت را قبول کنید؟ بدیهی است قبول یا ردّ پیشنهاد بستگی به حداقل نرخ جذب کننده شما دارد. اگر حداقل نرخ جذب‌کننده شما بیش از ٪۵/۱۶ باشد پیشنهاد را رد و اگر کمتر یا مساوی ٪۵/۱۶ باشد پیشنهاد را قبول خواهید کرد.

محاسبه نرخ بازگشت سرمایه با استفاده از روش یکنواخت سالیانه

با مساوی قرار دادن درآمدهای سالیانه[1] و هزینه‌های سالیانه، طبق روابط زیر، می‌توان به نرخ بازگشت سرمایه دست یافت:

$$NEUA = ۰$$

$$EUAB = EUAC \qquad (۸-۳)$$

$$EUAB - EUAC = ۰$$

1 - Equivalent Uniform Annual Benefit

در رابطه فوق NEUA[1] مقدار خالص یکنواخت سالیانه را نشان می‌دهد. در پروژه‌ای با پارامترهای سرمایه اولیه (P)، ارزش اسقاطی (SV)، درآمد سالیانه (A) و عمر مفید (n) برای محاسبه نرخ بازگشت سرمایه رابطه کلی زیر برقرار است:

$$-P\,(A/P\,,i\%\,,n) + A + SV\,(A/F\,,i\%\,,n) = 0 \qquad (۸\text{-}۴)$$

● **مثال ۸-۳- با استفاده از روش فوق، در مثال ۸-۲ نرخ بازگشت سرمایه را تعیین کنید؟**

حل: طبق رابطه ۸-۴ رابطه زیر تشکیل می‌شود:

$$-۵,۰۰۰\,(A/P\,,i\%\,,۱۰) + ۱۰۰ + ۷,۰۰۰\,(A/F\,,i\%\,,۱۰) = ۰$$

حاصل عبارت فوق در ۵٪ = i برابر ۹/۰۲ و در ۶٪ = i برابر ۲۸/۲۶ ـ است. با عمل درون‌یابی نرخ بازگشت سرمایه ۵/۱۶٪ = i = ROR، دقیقاً مانند مثال ۸-۲، حاصل می‌شود.

مقایسه اقتصادی چند پروژه با استفاده از روش نرخ بازگشت سرمایه

نحوه مقایسه چند پروژه با استفاده از روش نرخ بازگشت سرمایه با تکنیکهائی که در فصلهای ششم و هفتم (روشهای ارزش فعلی و یکنواخت سالیانه) تشریح شد تفاوت دارد. بدین‌ترتیب که اگر دو پروژه ناسازگار، اولی دارای نرخ بازگشت سرمایه ۲۰٪ و پروژه دیگر ۲۲٪ باشد، قضاوت در مورد انتخاب اقتصادی‌ترین پروژه به سهولت امکان‌پذیر نیست. مبنای انتخاب اقتصادی‌ترین پروژه، تشریح بحث جدیدی تحت عنوان تجزیه و تحلیل سرمایه‌گذاری اضافی است و در حقیقت با استفاده از این روش است که می‌توان مقایسه اقتصادی بین چند پروژه را از روش نرخ بازگشت سرمایه انجام داد.

1 - Net Equivalnt Uniform Annual, NEUA

می‌توان مقایسه اقتصادی بین چندپروژه را ازروش نرخ بازگشت سرمایه انجام داد.

تجزیه و تحلیل سرمایه گذاری اضافی[1]

دو پروژه ناسازگار که دارای هزینه‌های اولیه متفاوت هستند را در نظر بگیرید. همواره عبارت زیر بین دو پروژه برقرار است:

(۸ـ۵) تفاوت‌هزینه‌اولیه‌بین‌دوپروژه + پروژه‌باهزینه‌اولیه‌کمتر = پروژه‌باهزینه‌اولیه‌بیشتر

عامل جدیدی که در رابطه فوق نمایان است و تاکنون مورد بحث قرار نگرفته، تفاوت بین دو پروژه است. بطورکلی هر پروژه به تنهائی دارای نرخ بازگشت سرمایه است. اگر از بین دو پروژه پروژه‌ای با هزینه اولیه بیشتر بعنوان اقتصادی‌ترین پروژه انتخاب شد، مفهوم آن چنین است که نه‌تنها پروژه خود به تنهائی دارای نرخی برابر یا بیشتر از حداقل نرخ جذب کننده (MARR) است، بلکه تفاوت بین دو پروژه نیز نرخی برابر با MARR و یا بیشتر از آن خواهد داشت. تشریح روش تجزیه و تحلیل سرمایه‌گذاری اضافی به دو صورت ترسیمی یا محاسباتی قابل انجام است. متذکر می‌شود اگر چه روش تجزیه و تحلیل سرمایه‌گذاری اضافی به عنوان یک عامل توجیه کننده در روش نرخ بازگشت سرمایه بکار می‌رود، خود نیز می‌تواند یکی از تکنیکهای اقتصاد مهندسی محسوب شود و به تنهائی قابل کاربرد در مقایسه اقتصادی چند پروژه است. به عبارت دیگر با محاسبه ΔNPW و ΔNEUA بین دو پروژه به راحتی اقتصادی‌ترین پروژه قابل شناسایی است. اگر:

$\Delta NPW \geq 0$ طرح با سرمایه اولیه بیشتر انتخاب می‌شود

$\Delta NPW < 0$ طرح با سرمایه اولیه کمتر انتخاب می‌شود

و اگر

$\Delta NEUA \geq 0$ طرح با سرمایه اولیه بیشتر انتخاب می‌شود

$\Delta NEUA < 0$ طرح با سرمایه اولیه کمتر انتخاب می‌شود

1 - Extra Investment Analysis

دو یا چند پروژه می‌پردازیم.

روش ترسیمی

معرفی روش ترسیمی با تشریح مثالی ساده آغاز می‌شود. دو پروژه ناسازگار با عمر مفید یکسال و مشخصات زیر در دست است:

سال	پروژه I	پروژه II
۰	−۱۰	−۲۰
۱	+۱۵	+۲۸

اگر حداقل نرخ جذب کننده ٪۶ فرض شده باشد، کدام پروژه اقتصادی‌تر است؟

برای استفاده از روش ترسیمی، لازم است ارزش فعلی درآمدها و ارزش فعلی هزینه‌ها محاسبه شده، روی محورهای مربوط به خود رسم گردند.

پروژه I

$PW_C = ۱۰$

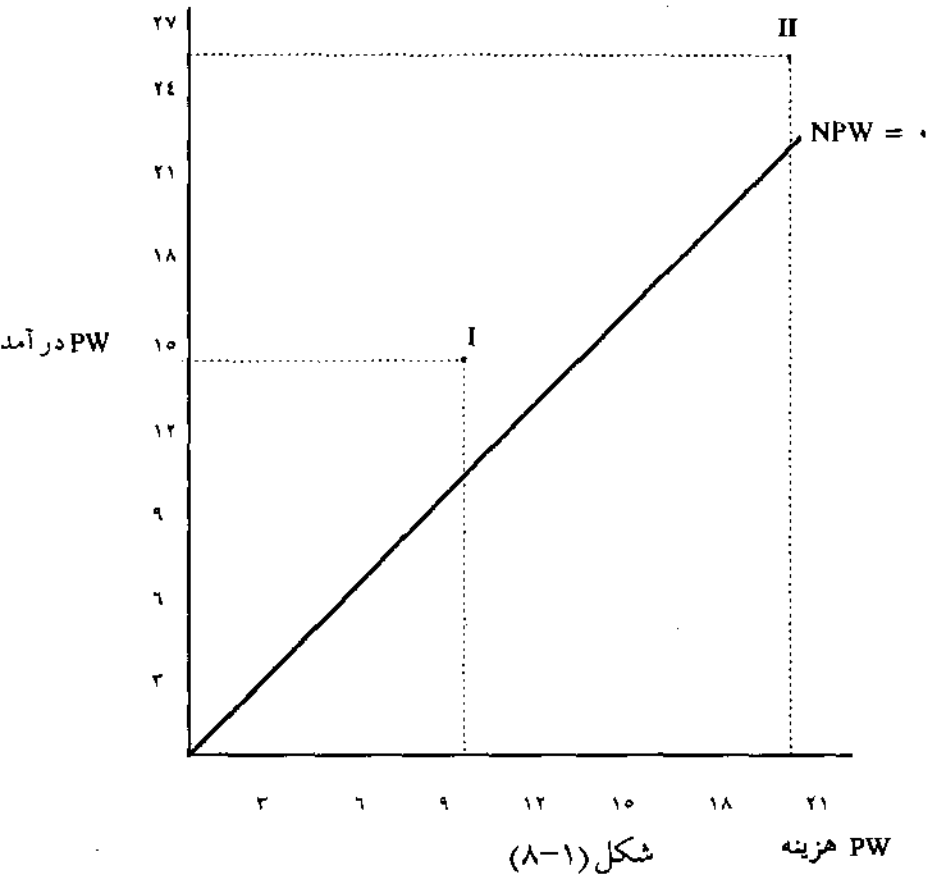
$PW_B = ۱۵\ (P/F\ ،\ ٪۶\ ،\ ۱) = ۱۴/۵$

پروژه II

$PW_C = ۲۰$

$PW_B = ۲۸\ (P/F\ ،\ ٪۶\ ،\ ۱) = ۲۶/۴۰$

مختصات هر پروژه را روی محورهای ارزش فعلی هزینه‌ها و ارزش فعلی درآمدها مشخص می‌کنیم و حاصل محورهای مذکور، منحنی هزینه درآمد خواهد بود.



شکل (۱–۸)

خط ارزش فعلی خالص[1] با زاویه ۴۵ درجه محورها را به دو بخش تقسیم نموده است. در MARR = ٪۶، خط NPW = ۰ نشان دهنده ارزش فعلی پروژه یا پروژه‌هائی است که ارزش فعلی درآمد آنها با ارزش فعلی هزینه آنها مساوی باشد. بدیهی است مختصات پروژه‌ای که دارای مشخصات فوق باشد دقیقاً روی خط NPW = ۰ قرار می‌گیرد. بخش پائینی خط NPW = ۰ مربوط به محل پروژه‌های غیراقتصادی و بخش بالائی آن محل قرار گرفتن پروژه‌های اقتصادی می‌باشد. دو پروژه I و II در MARR = ٪۶ اقتصادی‌اند، چون ارزش فعلی درآمد آنها از ارزش فعلی هزینه آنها بیشتر است ($PW_B > PW_C$). اما از طرفی هر پروژه دارای نرخ بازگشت سرمایه مربوط

1 - Net Present Worth (NPW)

کتابخانه مرکز آموزش عالی
دحیا

به خود می‌باشد. نرخهای هر پروژه را می‌توان به وسیله خطوط مشخص دیگری که از مبداء محورها رسم می‌گردند معین کرد. محاسبه نرخ بازگشت سرمایه هر پروژه طبق محاسبات زیر نشان داده شده است:

پروژه I

$NPW = ۰$

$-۱۰ + ۱۵ (P/F ، i\% ، ۱) = ۰$

$(P/F ، i\% ، ۱) = ۰/۶۶۶۷ \quad ROR = i = ٪۵۰$

پروژه II

$NPW = ۰$

$-۲۰ + ۲۸ (P/F ، i\% ، ۱) = ۰$

$(P/F ، i\% ، ۱) = ۰/۷۱۴۳ \quad ROR = i = ٪۴۰$

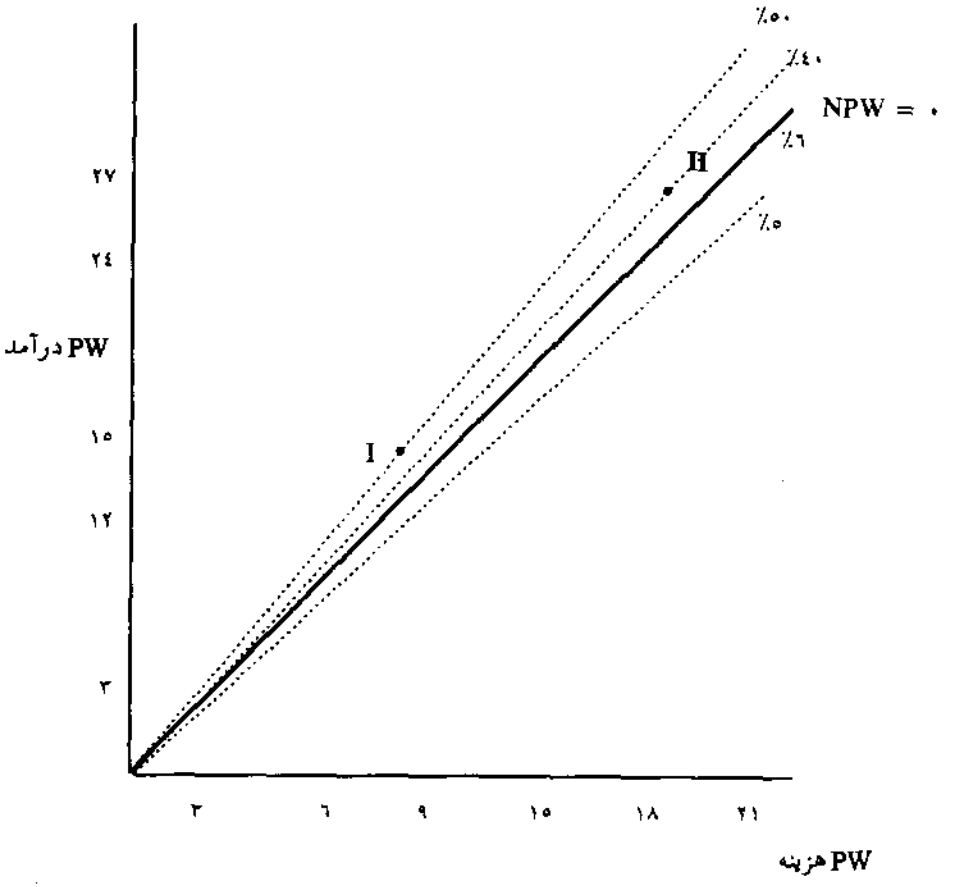
شکل ۲-۸ موقعیت هر پروژه را نسبت به خط نرخ بازگشت سرمایه مربوط به خود مشخص می‌کند. خط ۵۰٪ از محل مختصات پروژه I و خط ۴۰٪ از محل مختصات پروژه II می‌گذرد.

در حقیقت خطوط ۵۰٪ و ۴۰٪ به ترتیب ضریب زاویه‌های پروژه I و II هستند. اما با وجود رسم دو پروژه و محاسبه نرخهای بازگشت سرمایه، هنوز به سوال اصلی مسئله که کدام پروژه اقتصادی‌تر است پاسخ داده نشده است.

ارزش فعلی خالص (NPW) و نرخهای بازگشت سرمایه (ROR) دو پروژه بطور خلاصه در زیر آمده است:

$ROR_I = ٪۵۰ \quad NPW_I = ۴/۱۵$

$ROR_{II} = ٪۴۰ \quad NPW_{II} = ۶/۴$



شکل (۲-۸)

طبق روش ارزش فعلی، پروژه II اقتصادی‌تر از پروژه I است. اما از طرفی نرخ بازگشت سرمایه پروژه I بیش از پروژه II می‌باشد. شاید عده‌ای معتقد باشند که پروژه I با داشتن نرخ بازگشت سرمایه بیشتر، اقتصادی‌تر است ولی باید توجه داشت که هدف اصلی تکنیکهای اقتصاد مهندسی، انتخاب اقتصادی‌ترین پروژه برمبنای حداکثر نمودنِ سود است نه حداکثر بودن نرخ بازگشت سرمایه پروژه. در این صورت تئوری قبول پروژه I به صرف داشتن نرخ بازگشت سرمایه بیشتر منطقی به نظر نمی‌رسد.

اما روش نرخ بازگشت سرمایه به عنوان یکی از تکنیکهای اقتصاد مهندسی نیز باید دقیقاً نتیجه‌ای مطابق نتیجه روش ارزش فعلی ارائه دهد و تنها با کاربرد روش تجزیه و تحلیل سرمایه‌گذاری اضافی است که می‌توان به نتیجه موردنظر رسید. طبق روش تجزیه و تحلیل سرمایه‌گذاری اضافی باید نرخ بازگشت سرمایه تفاوت دو پروژه را محاسبه کرد. تفاوت دو پروژه طبق رابطه (۸ـ۵) بیان شد که پروژه با هزینه اولیه بیشتر از دو نوع پروژه تشکیل یافته است، به عبارت دیگر:

(۸ـ۶) پروژه با هزینه اولیه کمتر ـ پروژه با هزینه اولیه بیشتر = تفاوت دو پروژه

برای تعیین نرخ بازگشت سرمایه تفاوت دو پروژه طبق رابطه (۸ـ۶) تفاوت دو پروژه در هزینه‌ها و درآمدها بدست می‌آید و تفاوت که در حقیقت سرمایه‌گذاری اضافی (II) نسبت به (I) است دارای نرخ بازگشت سرمایه‌ای است که محاسبه آن بشرح زیر است:

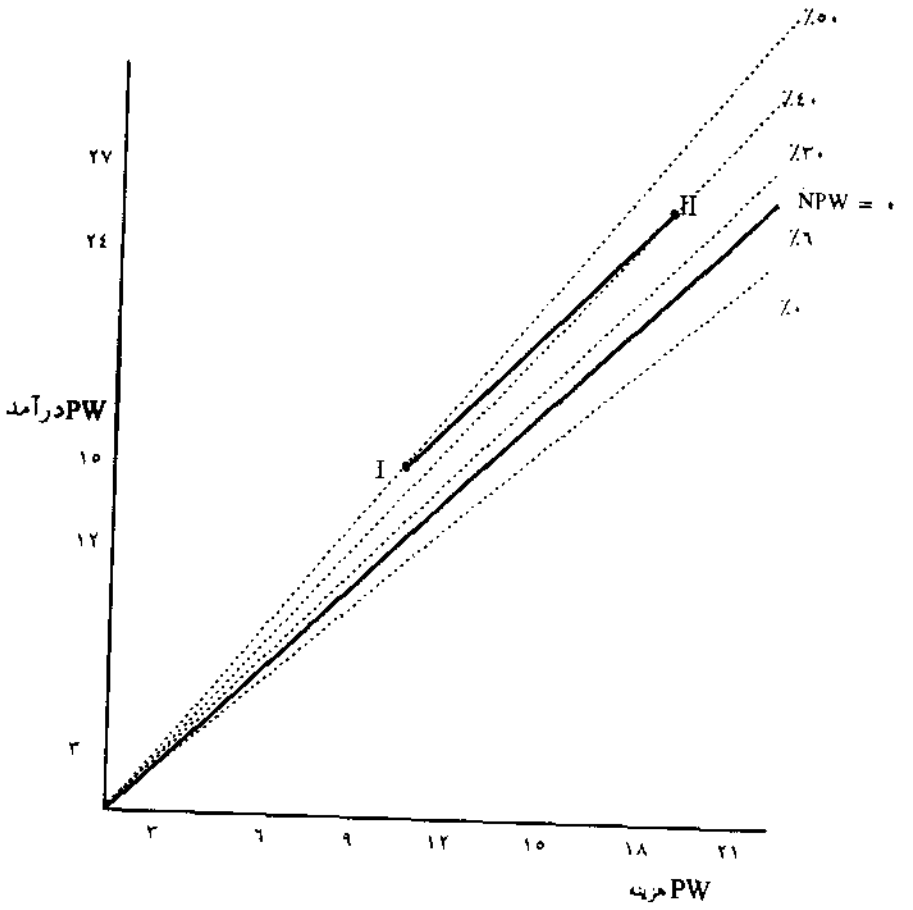
سال	پروژه II	پروژه I	تفاوت (II – I)
۰	ـ۲۰	ـ۱۰	ـ۱۰
۱	۲۸	۱۵	۱۳

$\Delta NPW = ۰$

$-۱۰ + ۱۳ (P/F ، i\% ، ۱) = ۰$

$(P/F ، i\% ، ۱) = ۰/۷۶۹۲ \quad \Delta ROR = i = ٪۳۰$

شکل ۸ـ۳ موقعیت دو پروژه همراه با نرخ بازگشت سرمایه تفاوت دو پروژه که در حقیقت ضریب زاویه خط I II است را نشان می‌دهد و این خط دقیقاً روی خط ۳۰٪ قرار دارد:



شکل (۳-۸)

بطورکلی اگر ضریب زاویه خط تفاوت، که در حقیقت نرخ بازگشت سرمایه تفاوت دو سرمایه‌گذاری است، مساوی یا بیش از حداقل نرخ جذب کننده باشد پروژهٔ با هزینه اولیه بیشتر انتخاب می‌شود در غیر این صورت پروژهٔ با هزینه اولیه کمتر برگزیده می‌شود. روابط زیر نتیجه عملکرد تجزیه و تحلیل سرمایه‌گذاری اضافی را نشان می‌دهد:

Δ ROR $\geq$ MARR انتخاب پروژه با هزینه اولیه بیشتر

Δ ROR $<$ MARR انتخاب پروژه با هزینه اولیه کمتر (۸-۷)

طبق روابط فوق، چون نرخ تفاوت دو پروژه یعنی ۳۰٪ بیش از ۶٪ است، پروژهٔ II اقتصادی‌تر از پروژه I می‌باشد. بطورخلاصه می‌توان گفت که افزایش نرخ بازگشت سرمایه حاصل از انتخاب پروژه II بجای پروژه I برابر ۳۰٪ است و چنانچه نرخ تفاوت، کمتر از ۶٪ بود، طرح I انتخاب می‌شد.

● مثال ۴-۸- خرید یکی از دو ماشین X و Y موردنظر است. با استفاده از روش ترسیمی تجزیه و تحلیل سرمایه‌گذاری اضافی، اقتصادی‌ترین ماشین را انتخاب کنید. حداقل نرخ جذب کننده ۱۰٪ فرض شده است.

	ماشین X	ماشین Y
هزینه اولیه	۲۰۰	۷۰۰
درآمد سالیانه	۹۵	۱۲۰
ارزش اسقاطی	۵۰	۱۵۰
عمر مفید سال	۶	۱۲

حل: از آنجاکه باید ارزش فعلی هزینه‌ها و درآمدها را محاسبه کرد تا مختصات دو طرح بدست آید، باید یک دوره ۱۲ ساله را مورد بررسی قرار داد و در حقیقت ماشین X باید با عمر ۱۲ سال در مقایسه اقتصادی شرکت نماید. محاسبات ارزش فعلی درآمدها و هزینه‌ها بشرح زیر است:

ماشین X

$PW_C = ۲۰۰ + (۲۰۰ - ۵۰)\,(P/F\,،\,٪۱۰\,،\,۶) - ۵۰\,(P/F\,،\,٪۱۰\,،\,۱۲)$

$PW_C = ۲۶۹$

$PW_B = ۹۵\,(P/A\,،\,٪۱۰\,،\,۱۲) = ۶۴۷$

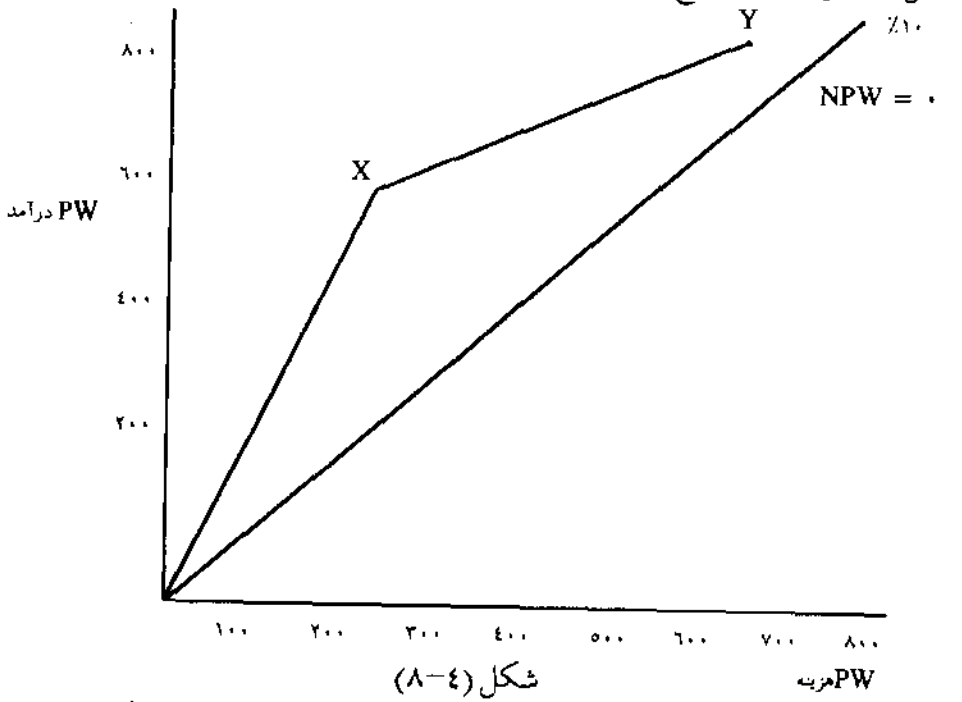
ماشین Y

$PW_C = ۷۰۰ - ۱۵۰ \ (P/F \ ، ٪۱۰ \ ، ۱۲) = ۶۵۲$

$PW_B = ۱۲۰ \ (P/A \ ، ٪۱۰ \ ، ۱۲) = ۸۱۸$

متذکر می‌شود که چون ارزش اسقاطی، پس از عمر مفید ماشین‌ها از هزینه اولیه منتج می‌شود، به عنوان کاهش دهنده هزینه اولیه، به صورت درآمد ظاهر گشته است.

شکل ۴ـ۸ موقعیت دو طرح را نشان می‌دهد:

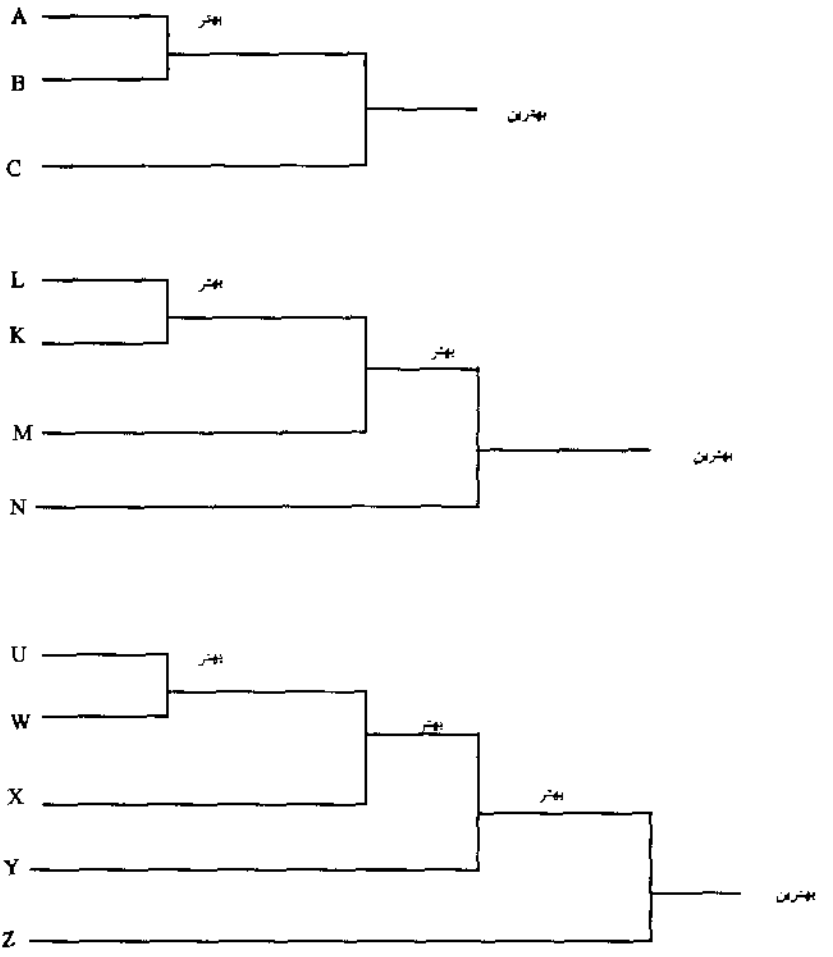


شکل (۴–۸)

همانطور که مشاهده می‌شود شیب خط XY کمتر از ٪۱۰ = MARR می‌باشد. به عبارت دیگر نرخ بازگشت سرمایه تفاوت کمتر از ٪۱۰ است و توصیه می‌شود ماشین X با هزینه اولیه کمتر خریداری شود. اگر ارزش فعلی خالص دو طرح محاسبه شود، ($NPW_X = ۳۷۸$ و $NPW_Y = ۱۶۶$) ماشین X دارای ارزش فعلی خالص بیشتری است و در نتیجه دو تکنیک ارزش فعلی و تجزیه و تحلیل سرمایه‌گذاری اضافی به نتیجه‌ای یکسان، یعنی انتخاب X رسیده‌اند.

بعد از تشریح روش تجزیه و تحلیل سرمایه‌گذاری اضافی در مقایسه اقتصادی دو

پروژه، به بررسی اقتصادی سه پروژه با استفاده از روش ترسیمی می‌پردازیم. اگر سه پروژه A و B و C در اختیار باشد، برای انتخاب اقتصادی‌ترین پروژه از طریق نرخ بازگشت سرمایه، باید بین دو پروژه A و B مقایسه بعمل آید و با استفاده از روش تجزیه و تحلیل سرمایه‌گذاری اضافی اقتصادی‌ترین آنها انتخاب شود سپس اقتصادی‌ترین پروژه بین A و B، با پروژه C مقایسه شود تا اقتصادی‌ترین پروژه بین A و B و C بدست آید. اشکال زیر مقایسه چند پروژه را از طریق نرخ بازگشت سرمایه نشان می‌دهد:



شکل (۵-۸)

● مثال ۸ـ۵ـ سه طرح A و B و C با مشخصات زیر در اختیار است. عمر مفید هر طرح ۲۰ سال و ارزش اسقاطی آنها صفر فرض می‌شود. اگر حداقل نرخ جذب کننده ۶٪ فرض شود کدام یک از این سه طرح ناسازگار، اقتصادی‌ترین است؟

	A	B	C
هزینه اولیه	۲,۰۰۰	۴,۰۰۰	۵,۰۰۰
درآمد سالیانه	۴۱۰	۶۳۹	۷۰۰

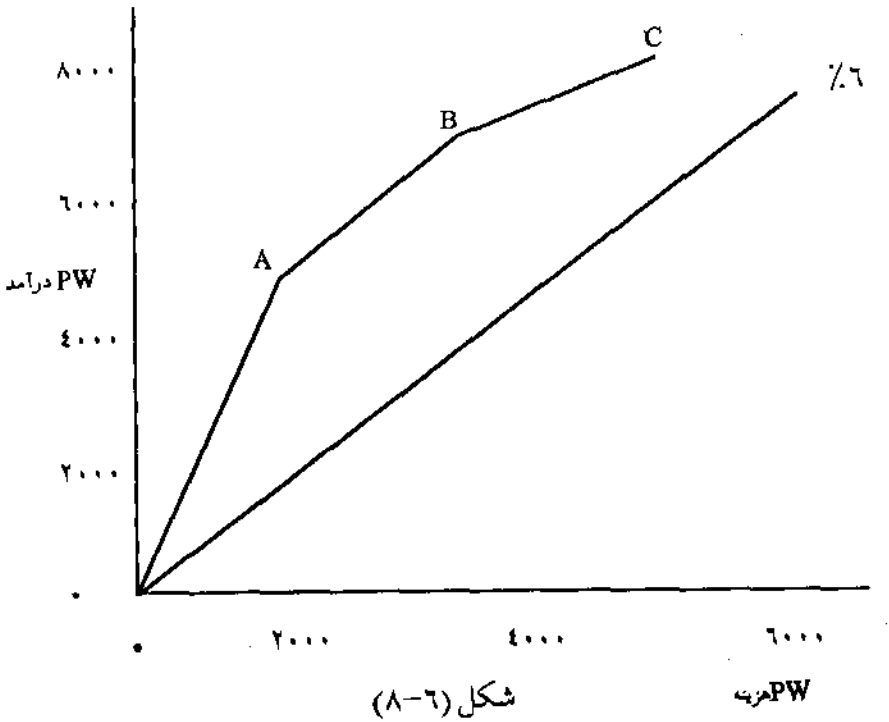
حل: ارزش فعلی هزینه برای هر طرح برابر با هزینه اولیه آنهاست. ارزش فعلی درآمد هر طرح به سادگی قابل محاسبه می‌باشد:

$(PW_B)_A = ۴۱۰\ (P/A\ ،\ ٪۶\ ،\ ۲۰) = ۴,۷۰۳$

$(PW_B)_B = ۶۳۹\ (P/A\ ،\ ٪۶\ ،\ ۲۰) = ۷,۳۲۹$

$(PW_B)_C = ۷۰۰\ (P/A\ ،\ ٪۶\ ،\ ۲۰) = ۸,۰۲۹$

شکل ۸ـ۶ موقعیت سه طرح را نشان می‌دهد:



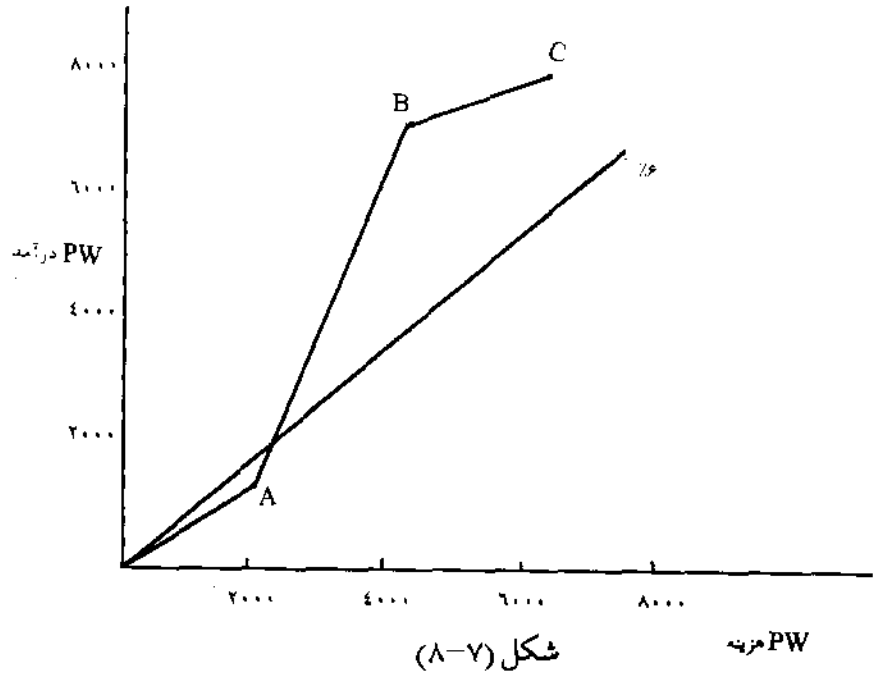
شکل (۶ـ۸)

طبق شکل فوق نرخهای بازگشت سرمایه هر سه طرح از ۶٪ بیشتر و هر سه طرح کاندید جهت اقتصادی‌ترین طرح هستند. از آنجا که شیب خط AB بیش از ۶٪ است، نتیجه می‌شود که طرح B از طرح A اقتصادی‌تر است. اکنون باید A را از مقایسه خارج نمود و مقایسه را بین B و C انجام داد. شیب خط BC کمتر از ۶٪ بوده و طرحی که دارای هزینه کمتر است، یعنی B انتخاب می‌شود و در نتیجه طرح B اقتصادی‌ترین طرح محسوب می‌شود.

● مثال ۸ـ۶ـ فرض کنید که درآمد سالیانه طرح A در مثال قبل، از ۴۱۰ به ۱۲۲ کاهش یابد. برای این تغییر موقعیت سه طرح را روی محورهای ارزش فعلی نشان دهید و اقتصادی‌ترین طرح را تعیین کنید.

حل: ارزش فعلی درآمد طرح A به طریق زیر محاسبه می‌شود:

$$(PW_B)_A = ۱۲۲\ (P/A\ ،\ ٪۶\ ،\ ۲۰) = ۱,۳۹۹$$



شکل (۸–۷)

شکل ۷ـ۸ موقعت سه طرح را نشان می‌دهد. طرح A با داشتن PW = ۱,۳۹۹ واحد پولی درآمد و PW = ۲,۰۰۰ واحد پولی هزینه، در بخش پائینی خط ۶٪ یعنی با شیبی کمتر از ۶٪ قرار دارد. پس می‌توان نتیجه گرفت که طرح A غیراقتصادی است و باید از مقایسه خارج شود و مقایسه نهایی باید بین طرحهای B و C انجام پذیرد. خط BC دارای شیبی کمتر از ۶٪ است لذا طرحی که دارای هزینه اولیه کمتر است یعنی طرح B انتخاب و بعنوان اقتصادی‌ترین طرح شناخته خواهد شد.

روش محاسباتی

در مقایسه اقتصادی پروژه‌ها با استفاده از روش نرخ بازگشت سرمایه باید مراحل زیر به ترتیب اجرا شود:

۱ـ پروژه‌ها برحسب هزینه اولیه به ترتیب صعودی مرتب شوند.

۲ـ نرخ بازگشت سرمایه هر پروژه محاسبه شود.

۳ـ اگر نرخ بازگشت سرمایه پروژه‌ای از حداقل نرخ جذب کننده کمتر بود، آن پروژه از مقایسه حذف گردد.

۴ـ پروژه‌ها با استفاده از روش تجزیه و تحلیل سرمایه‌گذاری اضافی، دوبدو با هم مقایسه شوند تا اقتصادی‌ترین پروژه شناخته شود.

● مثال ۷ـ۸ـ دو پروژه زیر را با استفاده از روش نرخ بازگشت سرمایه (روش محاسباتی) مقایسه و اقتصادی‌ترین را تعیین کنید MARR = ۶٪.

سال	پروژه I	پروژه II
۰	−۱۰	−۲۰
۱	۱۵	۲۸

حل: اگرچه در روش ترسیمی، جهت تفهیم بهتر نرخ بازگشت سرمایه تفاوت محاسبه

شد. ولی بار دیگر این مسئله طبق مراحل فوق حل می‌شود. پروژه‌ها به ترتیب هزینه اولیه مرتب هستند. نرخ بازگشت سرمایه هر پروژه قبلاً محاسبه شده (ROR_I = ٪۵۰، ROR_{II} = ٪۴۰) و هر دو پروژه دارای نرخهای بیش از ٪۶ هستند. سپس تفاوت دو پروژه و نرخ بازگشت سرمایه تفاوت آنها محاسبه می‌شوند:

سال	II − I
۰	− ۲۰ − (−۱۰) = − ۱۰
۱	+ ۲۸ − (۱۵) = ۱۳

$\Delta NPW = ۰$

$-۱۰ + ۱۳ (P/F, i\%, ۱) = ۰$

$(P/F, i\%, ۱) = ۰/۷۶۹$ $\quad \Delta ROR = ٪۳۰$

و از آنجاکه:

$\Delta ROR > MARR$

پروژه‌ای که دارای هزینه اولیه بیشتر است، یعنی پروژه II انتخاب می‌شود.

● مثال ۸ـ۸ـ سه پروژه A و B و C را با استفاده از روش نرخ بازگشت سرمایه با هم مقایسه نمائید. عمر مفید پروژه‌ها ۲۰ سال و حداقل نرخ جذب کننده ٪۶ فرض می‌شود. اقتصادی‌ترین پروژه را تعیین کنید.

	A	B	C
هزینه اولیه	۲,۰۰۰	۴,۰۰۰	۵,۰۰۰
درآمد سالیانه	۴۱۰	۶۳۹	۷۰۰

حل: پروژه‌های فوق از A تا C به ترتیب هزینه اولیه مرتب هستند. نرخ بازگشت سرمایه

هر پروژه محاسبه می‌شود:

$A: ۲,۰۰۰ = ۴۱۰ (P/A, i\%, ۲۰)$

$(P/A, i\%, ۲۰) = ۴/۸۷ \qquad ROR_A = ٪۲۰$

$B: ۴,۰۰۰ = ۶۳۹ (P/A, i\%, ۲۰) \qquad ROR_B = ٪۱۵$

$C: ۵,۰۰۰ = ۷۰۰ (P/A, i\%, ۲۰) \qquad ROR_C = ٪۱۲/۸$

نرخ بازگشت سرمایه سه پروژه از حداقل نرخ جذب کننده بیشتر است، بنابراین کلیه پروژه‌ها در مقایسه شرکت می‌نمایند. با توجه به ترتیب هزینه اولیه پروژه‌ها، ابتدا مقایسه بین A و B صورت می‌گیرد.

	B − A
تفاوت هزینه اولیه	۴,۰۰۰ − ۲,۰۰۰ = ۲,۰۰۰
تفاوت درآمد سالیانه	۶۳۹ − ۴۱۰ = ۲۲۹

$۲,۰۰۰ = ۲۲۹ (P/A, i\%, ۲۰)$

$\Delta ROR = ٪۹/۶$

پروژه B از پروژه A اقتصادی‌تر است چون $\Delta ROR > MARR$ است. اکنون مقایسه بین B و C صورت می‌گیرد.

	C − B
تفاوت هزینه اولیه	۵,۰۰۰ − ۴,۰۰۰ = ۱,۰۰۰
تفاوت درآمد سالیانه	۷۰۰ − ۶۳۹ = ۶۱

$۱,۰۰۰ = ۶۱ (P/A, i\%, ۲۰)$

$\Delta ROR = ٪۲$

از آنجا که $\Delta ROR < MARR$ است پروژهٔ B که دارای هزینه کمتر است انتخاب و نهایتاً بعنوان اقتصادی‌ترین پروژه شناخته می‌شود.

مثال فوق قبلاً درمثال (۸ـ۵) به‌روش ترسیمی حل‌شده و به‌همین جواب‌رسیده است.

● مثال ۸ـ۹ـ اگر درآمد سالیانه پروژه A در مثال قبل به جای ۴۱۰ به ۱۲۲ کاهش یابد اکنون کدام طرح اقتصادی‌ترین است.

حل: نرخ بازگشت سرمایه پروژه A عبارت است از:

$۲,۰۰۰ = ۱۲۲ (P/A, i\%, ۲۰)$ $\quad ROR_A = ٪۲$

از آنجاکه $ROR_A < MARR$ است، پروژه A حذف می‌گردد. در این مسئله تنها یک مقایسه بین B و C صورت می‌گیرد که در مثال قبل این مقایسه انجام، و پروژه B بعنوان اقتصادی‌ترین پروژه شناخته شد.

● مثال ۸ـ۱۰ـ اطلاعات زیردر مورد پنج پروژه ناسازگار در اختیار است. نرخ بازگشت سرمایه هر پروژه قبلاً محاسبه شده است. با استفاده از روش نرخ بازگشت سرمایه اقتصادی‌ترین پروژه را انتخاب کنید. عمر هر پروژه ۲۰ سال و $MARR = ٪۶$ است.

	A	B	C	D	E
هزینه اولیه	۴,۰۰۰	۲,۰۰۰	۶,۰۰۰	۱,۰۰۰	۹,۰۰۰
درآمد سالیانه	۶۳۹	۴۱۰	۷۶۱	۱۱۷	۷۸۵
نرخ بازگشت سرمایه	٪۱۵	٪۲۰	٪۱۱	٪۱۰	٪۶

حل: از آنجاکه نرخ بازگشت سرمایه کلیه پروژه‌ها مساوی و یا بیشتر از ٪۶ است، تمام پروژه‌ها در مقایسه شرکت می‌کنند. ابتدا پروژه‌ها را برمبنای هزینه اولیه مرتب می‌کنیم:

	D	B	A	C	E
هزینه اولیه	۱,۰۰۰	۲,۰۰۰	۴,۰۰۰	۶,۰۰۰	۹,۰۰۰
درآمد سالیانه	۱۱۷	۴۱۰	۶۳۹	۷۶۱	۷۸۵

اولین مقایسه بین B و D انجام خواهد شد:

۱,۰۰۰ تفاوت هزینه اولیه

۲۹۳ تفاوت درآمد سالیانه

۱,۰۰۰ = ۲۹۳ (P/A ، i% ، ٪۲۰)

Δ ROR = ٪۲۹

پروژه D حذف و پروژه B با هزینه اولیه بیشتر انتخاب می‌گردد. مقایسه بعدی بین B و A انجام خواهد شد:

۲,۰۰۰ تفاوت هزینه اولیه

۲۲۹ تفاوت درآمد سالیانه Δ ROR = ٪۱۰

پروژه B حذف و پروژه A انتخاب می‌گردد. مقایسه بعدی بین C و A انجام می‌شود:

۲,۰۰۰ تفاوت هزینه اولیه

۱۲۲ تفاوت درآمد سالیانه Δ ROR = ٪۲

پروژه C حذف و پروژه A با هزینه اولیه کمتر انتخاب می‌گردد. آخرین مقایسه بین A و E انجام می‌شود:

۵,۰۰۰ تفاوت هزینه اولیه

۱۴۶ تفاوت درآمد سالیانه Δ ROR < ٪۰

نرخ بازگشت سرمایه تفاوت A و E کوچکتر از صفر می‌باشد زیرا حتی بدون درنظر گرفتن ارزش زمانی پول در مدت عمر مفید ۲۰ سال، ۳،۹۲۰ = ۱۴۶ × ۲۰ واحد پولی از مقدار تفاوت هزینه اولیه (یعنی ۵,۰۰۰ واحد پولی) کمتر است. بنابراین پروژه A با هزینه اولیه کمتر انتخاب و در نتیجه بعنوان اقتصادی‌ترین پروژه شناخته می‌شود.

● مثال ۱۱ـ۸ـ شرکتی خرید یک ماشین تراش را بررسی می‌کند. شرکت قادر است ماشین تراش جدیدی را به قیمت ۲۱۰,۰۰۰ واحد پولی و یا یک ماشین تراش پنج سال کار کرده را به قیمت ۱۵۰,۰۰۰ واحد پولی خریداری نماید. هزینه سالیانه ماشین جدید

۷۰,۰۰۰ در سال در حالیکه برای ماشین کارکرده ۸۲,۰۰۰ واحد پولی در سال می‌باشد. عمر مفید ۲۵ سال برای هر دو ماشین با ارزش اسقاطی معادل ۵٪ هزینه اولیه فرض می‌شود. اگر MARR = ٪۱۵ باشد، خرید کدام ماشین تراش اقتصادی‌تر است؟

حل: با اطلاعات مثال فوق امکان محاسبه نرخ بازگشت سرمایه برای هر طرح وجود ندارد چون تنها درآمد هر ماشین، ارزش اسقاطی است که قادر به رقابت با هزینه اولیه و هزینه‌های سالیانه نیست. با استفاده از روش تجزیه و تحلیل سرمایه‌گذاری اضافی می‌توان دو طرح را از طریق نرخ بازگشت سرمایه با هم مقایسه کرد. جدول زیر تفاوت در طرح را نشان می‌دهد:

سال	ماشین کارکرده	ماشین جدید	تفاوت دو طرح
۰	−۱۵۰,۰۰۰	−۲۱۰,۰۰۰	−۶۰,۰۰۰
۱-۲۵	−۸۲,۰۰۰	−۷۰,۰۰۰	۱۲,۰۰۰
۲۵	۷,۵۰۰	۱۰,۵۰۰	۳,۰۰۰

$\Delta NPW = 0$

$-60{,}000 + 12{,}000\,(P/A, i\%, 25) + 3{,}000\,(P/F, i\%, 25) = 0$

$\Delta ROR = ٪۱۹/۷۹$

ازآنجاکه نرخ بازگشت سرمایه تفاوت دو طرح بیش از حداقل نرخ جذب‌کننده ۱۵٪ است، ماشین تراش جدید انتخاب می‌شود. برای رسیدن به ΔROR در این بخش کوتاهترین راه انتخاب شد که همان محاسبه تفاوت دو سرمایه‌گذاری است ولی با محاسبه ارزش فعلی هر ماشین و تفاوت ارزش‌های فعلی می‌توان دقیقاً به جواب فوق دست یافت:

$NPW_{\text{جدید}} = -210{,}000 - 70{,}000\,(P/A, i\%, 25) + 10{,}500\,(P/F, i\%, 25)$

$NPW_{\text{کارکرده}} = -150{,}000 - 82{,}000\,(P/A, i\%, 25) + 7{,}500\,(P/F, i\%, 25)$

$PW_{\text{جدید}} - PW_{\text{کارکرده}} = 0$

$$-۲۱۰,۰۰۰ - (-۱۵۰,۰۰۰) + (-۷۰,۰۰۰ + ۸۲,۰۰۰)\,(P/A\,,i\%\,,۲۵)$$
$$+ (۱۰,۵۰۰ - ۷,۵۰۰)\,(P/F\,,i\%\,,۲۵) = ۰$$
$$-۶۰,۰۰۰ + ۱۲,۰۰۰\,(P/A\,,i\%\,,۲۵) + ۳,۰۰۰\,(P/F\,,i\%\,,۲۵) = ۰$$

عبارت فوق دقیقاً نتیجه حاصل شده از جدول فوق برمبنای تفاوت دو طرح است. همچنین با استفاده از روش یکنواخت سالیانه نیز قادریم به Δ ROR دست یابیم:

$$-۶۰,۰۰۰\,(A/P\,,i\%\,,۲۵) + ۳,۰۰۰\,(A/F\,,i\%\,,۲۵) + ۱۲,۰۰۰ = ۰$$
$$\Delta ROR = ٪۱۹/۷۹$$

البته استفاده از روش یکنواخت سالیانه زمانی پیشنهاد می‌شود که عمر پروژه‌ها با هم متفاوت باشند. در آن صورت استفاده از روش ارزش فعلی پیچیده‌تر و روش یکنواخت سالیانه ساده‌تر می‌باشد.

● مثال ۱۲ـ۸ـ یک شرکت تولیدی لباس بچه‌گانه، خریدیک ماشین خیاطی‌را با در اختیار داشتن اطلاعات زیر در مورد ماشین خیاطی اتوماتیک و نیمه‌اتوماتیک بررسی می‌کند. اگر حداقل نرخ جذب کننده ۱۵٪ باشد کدام ماشین خیاطی را باید خریداری نماید؟

	اتوماتیک	نیمه‌اتوماتیک
هزینه اولیه	۱۳,۰۰۰	۸,۰۰۰
هزینه سالیانه	۱,۶۰۰	۳,۵۰۰
ارزش اسقاطی	۲,۰۰۰	۰
عمر مفید	۵	۱۰

حل: رسم شکل فرآیند مالی این دو طرح به خواننده واگذار می‌شود ولی واضح است که طرح ماشین خیاطی اتوماتیک با عمر مفید ۵ سال باید دو بار تکرار شود و در حقیقت

عمر مشترک دو طرح ۱۰ سال خواهد بود.

همانطور که در جدول زیر مشاهده می‌شود با توجه به شکل فرآیند مالی دو طرح برای سالهای مختلف، مقدار تفاوت دو طرح محاسبه و سپس نرخ بازگشت سرمایه تفاوت دو طرح از طریق ارزش فعلی محاسبه شده است:

سال	اتوماتیک (O)	نیمه‌اتوماتیک (N)	تفاوت
۰	−۱۳,۰۰۰	−۸,۰۰۰	−۵,۰۰۰
۱-۱۰	−۱,۶۰۰	−۳,۵۰۰	۱,۹۰۰
۵	−۱۳,۰۰۰ + ۲,۰۰۰	−	−۱۱,۰۰۰
۱۰	۲,۰۰۰	−	۲,۰۰۰

$\Delta NPW = ۰$

$-۵,۰۰۰+۱,۹۰۰\,(P/A\,،i\%\,،۱۰)-۱۱,۰۰۰\,(P/F\,،i\%\,،۵)+۲,۰۰۰\,(P/F\,،i\%\,،۱۰)=۰$

$\Delta\ ROR = ٪۱۲/۷$

از آنجاکه تفاوت نرخ بازگشت سرمایه از حداقل نرخ جذب کننده ۱۵٪ کمتر است، طرح چرخ خیاطی نیمه‌اتوماتیک انتخاب می‌شود.

با استفاده از روش یکنواخت سالیانه نتیجه فوق سریعتر حاصل خواهد شد. محاسبه هزینه یکنواخت سالیانه EUAC هر طرح و محاسبه تفاوت آنها، مراحل مختلف تعیین Δ ROR است:

$EUAC_O = -۱۳,۰۰۰\,(A/P\,،i\%\,،۵) + ۲,۰۰۰\,(A/F\,،i\%\,،۵) - ۱,۶۰۰$

$EUAC_N = -۸,۰۰۰\,(A/P\,،i\%\,،۱۰) - ۳,۵۰۰$

$EUAC_O - EUAC_N = ۰$

$-۱۳,۰۰۰\,(A/P\,،i\%\,،۵) + ۲,۰۰۰\,(A/F\,،i\%\,،۵) + ۸,۰۰۰\,(A/P\,،i\%\,،۱۰) + ۱,۹۰۰ = ۰$

$\Delta\ ROR = ٪۱۲/۷$

و بطورکلی نتیجه می‌شود که چنانچه عمر دو یا چند پروژه متفاوت بود محاسبه نرخ بازگشت تفاوت طرحها ازطریق روش یکنواخت سالیانه سریعتراز روش ارزش فعلی است.

مشکلات محاسبه نرخ بازگشت سرمایه

از مشکلات قابل ذکر محاسبه نرخ بازگشت سرمایه مشکل چندنرخی است و این مربوط به زمانی است که پروژه‌ای دارای بیش از یک نرخ بازگشت سرمایه باشد.

● مثال ۱۳ـ۸ـ نرخ بازگشت سرمایه را در پروژه زیر با عمر مفید ۱۰ سال محاسبه کنید. متذکر می‌شود که در سال چهارم شرکت مربوطه مجبور به سرمایه‌گذاری در خط تولید خود می‌باشد.

سال	فرآیند مالی	سال	فرآیند مالی
۱	۲۰۰	۶	۵۰۰
۲	۱۰۰	۷	۴۰۰
۳	۵۰	۸	۳۰۰
۴	−۱،۸۰۰	۹	۲۰۰
۵	۶۰۰	۱۰	۱۰۰

حل: با استفاده از روش ارزش فعلی، معادله زیر حاصل خواهد شد:

$$NPW = 0$$

$$۲۰۰\,(P/F, i\%, ۱) + ۱۰۰\,(P/F, i\%, ۲) + \ldots + ۱۰۰\,(P/F, i\%, ۱۰) = ۰$$

برای محاسبه نرخ بازگشت سرمایه با قرار دادن نرخهای ۱۰٪، ۲۰٪ و ۳۰٪ در معادله فوق نتایج زیر بدست آمد:

i	NPW
٪۱۰	۱۹۸
٪۲۰	۴۲
٪۳۰	−۲

بدیهی است نرخ بازگشت سرمایه بین ۲۰٪ و ۳۰٪ می‌باشد و قاعدتاً چنانچه در معادله فوق نرخ‌های بیش از ۳۰٪ مثلاً ۴۰٪ یا ۵۰٪ قرار گیرد نتایج منفی قابل انتظار خواهد بود. اما ملاحظه می‌شود که نتیجه‌ای خلاف انتظار بدست می‌آید:

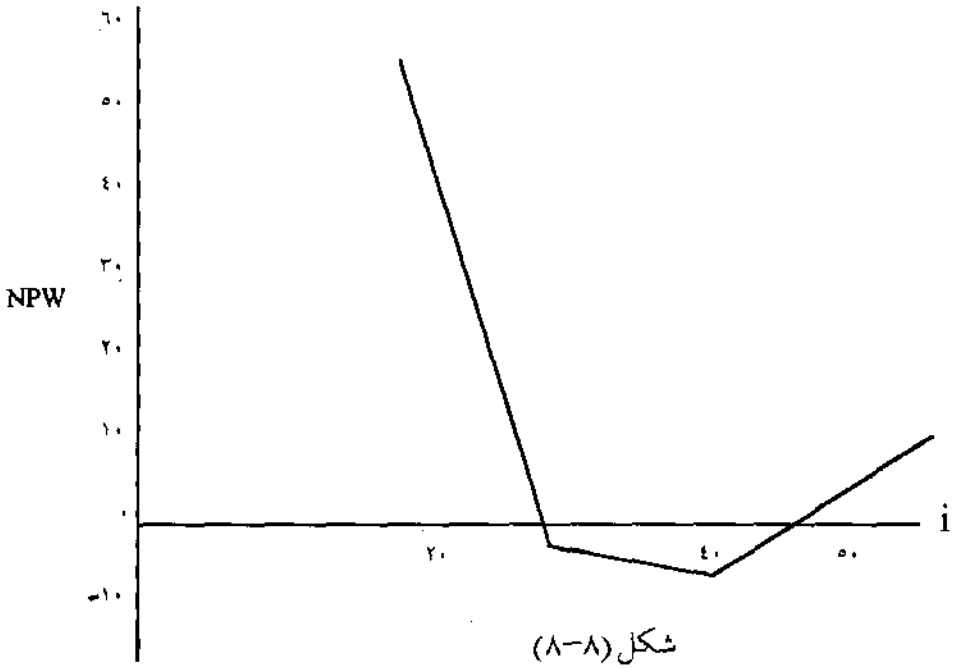
i	NPW
٪۴۰	−۸
٪۵۰	+۱

و این تغییر علامت نشان‌دهنده وجود یک نرخ بازگشت سرمایه بین ۴۰٪ و ۵۰٪ است. با عمل درون‌یابی، دو نرخ بازگشت سرمایه معین می‌گردد:

$ROR_1 = ٪۲۹$

$ROR_2 = ٪۴۹$

مشاهده می‌گردد که فرآیند مالی فوق دارای دو نرخ بازگشت می‌باشد و انتخاب پروژه بستگی به مقدار حداقل نرخ جذب کننده دارد. شکل زیر رسم NPW و ROR را نشان می‌دهد:



شکل (۸−۸)

سوال قابل طرح این است که چه تضمینی وجود دارد که پروژه دارای بیش از دو نرخ بازگشت سرمایه نباشد؟ و بالاخره تصمیم مدیریت چگونه قابل توجیه است؟ در مثال بعد به این سوالات جواب داده خواهد شد.

● مثال ۱۴ـ۸ـ نرخ بازگشت سرمایه را در پنج سال آینده برای شرکت تولیدکننده پرسهای هیدرولیک، طبق فرآیند مالی شرکت محاسبه نمائید. متذکر می‌شود شرکت در پایان سال دوم و سوم مجبور به سرمایه‌گذاری جدید برای توسعه خطوط تولید خود می‌باشد:

سال	۰	۱	۲	۳	۴	۵
فرآیند مالی	۱۹	۱۰	ـ۵۰	ـ۵۰	۲۰	۶۰

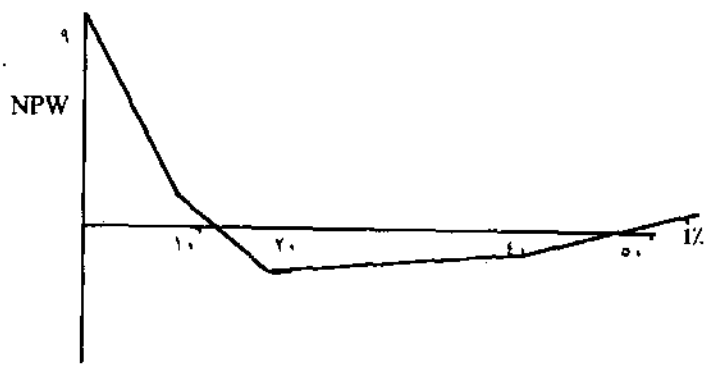
حل: محاسبه نرخ بازگشت سرمایه از طریق روش ارزش فعلی انجام می‌شود:

$NPW = 0$

$19 + 10\,(P/F, i\%, 1) - 50\,(P/F, i\%, 2) + \ldots + 60\,(P/F, i\%, 5) = 0$

نرخهای مختلف ۰٪ تا ۵۰٪ در رابطه فوق قرار گرفته و نتایج به صورت زیر خلاصه شده، روابط PW و i در شکل ۹ـ۸ نشان داده می‌شود:

i	NPW
٪۰	۹
٪۱۰	۰/۲
٪۲۰	ـ۲/۶
٪۳۰	ـ۱/۸
٪۴۰	ـ۱/۲
٪۵۰	۰/۶



شکل (۹ـ۸)

مشاهده می‌گردد که دو نرخ را یکی بین ۱۰٪ و ۲۰٪ و دیگری بین ۴۰٪ و ۵۰٪ می‌توان محاسبه کرد:

$ROR_1 = ٪۱۰/۱$

$ROR_2 = ٪۴۷$

این مثال مانند مثال قبل دارای دو نرخ بازگشت سرمایه می‌باشد. برای محاسبه تعداد نرخهای بازگشت سرمایه، لازم است فرآیند مالی را به صورت یک معادله ریاضی در نظر گرفت.

تبدیل فرآیند مالی به یک معادله ریاضی

فرض کنید فرآیند مالی زیر در اختیار باشد:

سال	فرآیند مالی
0	$-P$
۱	A_1
۲	A_2
.	.
.	.
.	.
n	A_n

با استفاده از روش NPW خواهیم داشت:

$$A_1 (1+i)^{-1} + A_2 (1+i)^{-2} + ... + A_n (1+i)^{-n} - P = 0 \qquad (۸-۷)$$

اگر $X = (1+i)^{-1}$ فرض شود:

$$A_1 + A_2 X^2 + ... + A_n X^n - P = 0 \qquad (۸-۸)$$

$$A_n X^n + ... + A_2 X^2 + A_1 X - P = 0 \qquad (۸-۹)$$

معادله فوق یک معادله درجه n ام است که قانون دیـکارت می‌تواند در آن کاربرد داشته باشد. طبق قانون دیکارت[1]:

«اگر یک معادله درجه n ام با ضرایب صحیح دارای m تغییر علامت باشد، تعداد ریشه‌های مثبت این معادله m - ۲k خواهد بود. k یک عدد صحیح مثبت یا صفر است. (k = ۰,۱,۲,۳,...)».

طبق این قانون حداکثر ریشه‌های مثبت یک معادله m خواهد بود. طبق قانون دیـکارت ریشه‌های مثبت معادله m یا کمتر از m (تعداد ریشه‌ها بطور جفتی کاهش می‌یابند) است. جدول زیر قانون دیـکارت را برای تعداد ریشه‌های مثبت در معادلات تا درجه چهارم نشان می‌دهد:

تعداد جوابهای مثبت برای X	تعداد تغییر علامتها m
۰	۰
۱	۱
۰ یا ۲	۲
۱ یا ۳	۳
۰ یا ۲ یا ۴	۴

اما طبق معادله (۸-۷) فرض کردیم $X = (1+i)^{-1}$ و از یک جواب مثبت برای X نمی‌توان جوابی مثبت برای (i) را انتظار داشت و در حقیقت اگر X جوابی بزرگتر از یک داشته باشد جواب (i) منفی خواهد بود. بنابراین اگر تعداد تغییر علامتها (m) برابر ۲ باشد، ۲ یا صفر مقدار مثبت برای X و گاهی ۱ ، ۲ یا صفر مقدار مثبت برای (i) می‌توان انتظار داشت و بدین‌ترتیب می‌توان قانون تغییر علامات در یک فرآیند مالی را بیان کرد:

1 - Discartes Rule

کتابخانه مرکز آموزش عالی
وحید

تعداد جوابهای مثبت برای i	تعداد تغییر علامت
۰	۰
۰ یا ۱	۱
۰ یا ۱ و ۲	۲
۰ یا ۱ و ۲ و ۳	۳

برای مثال پنج فرآیند مالی A، B، C، D، E را در نظر بگیرید:

سال	A	B	C	D	E
۰	۱۰۰	-۱۰۰	-۱۰۰	۵۰	۵۰
۱	۱۰	۱۰	۰	۴۰	-۵۰
۲	۵۰	۵۰	-۵۰	-۱۰۰	۵۰
۳	۲۰	۲۰	۰	۱۰	-۱۰
۴	۴۰	۴۰	۸۰	۱۰	-۳۰

بطور خلاصه هر فرآیند مالی از نظر تعداد نرخهای بازگشت سرمایه بررسی می‌شود:

فرآیند مالی A: هیچگونه تغییر علامتی را نشان نمی‌دهد. بنابراین در این فرآیند مالی نرخ بازگشت سرمایه وجود ندارد.

فرآیند مالی B: یک تغییر علامت از منفی به مثبت دارد و طبق جدول تعداد تغییر علامتها حداکثر یک جواب مثبت برای (i) می‌توان انتظار داشت.

فرآیند مالی C: یک تغییر علامت از منفی به مثبت؛ بدون در نظر گرفتن صفر، دارد و بنابرای حداکثر یک جواب مثبت برای (i) می‌توان انتظار داشت.

فرآیند مالی D: دو تغییر علامت از مثبت به منفی و از منفی به مثبت دارد و طبق جدول فوق حداکثر دو جواب مثبت برای (i) می‌توان انتظار داشت.

فرآیند مالی E: سه تغییر علامت از مثبت به منفی، از منفی به مثبت و از مثبت به منفی دارد و حداکثر سه جواب مثبت را می‌توان برای (i) انتظار داشت.
مثالهای ۸ـ۱۳ و ۸ـ۱۴ نیز مانند فرآیند مالی D دارای دو تغییر علامت بودند و بنابراین هرکدام حداکثر دو نرخ بازگشت سرمایه مثبت داشتند.

مشکلات وجود چند نرخ بازگشت سرمایه

اگر پروژه‌ای دارای یک نرخ بازگشت سرمایه باشد هیچگونه مشکلی در تحلیل نرخ بازگشت و مقایسه آن با حداقل نرخ جذب کننده وجود ندارد. ولی چنانچه پروژه‌ای بدون نرخ بازگشت سرمایه و یا دارای چند نرخ بازگشت سرمایه باشد، ابهام در تحلیل جواب یا جوابها امری مسلم است. این تحلیل باید با دقت زیادی صورت گیرد تا نتیجه واقعی را بیان کند. اگر پروژه‌ای مثلاً دارای دو نرخ بازگشت سرمایه بود، واقعاً به هیچکدام از آن دو نرخ نمی‌توان اتکا کرد و هیچکدام نمی‌تواند معیار صحیحی برای قبول یا رد پروژه باشد. اصولاً نرخ بازگشت سرمایه جذابیت اقتصادی پروژه را بیان می‌کند و وجود چند نرخ، حالتی ابهام‌آمیز به جذابیت اقتصادی پروژه می‌دهد. به مثال (۸ـ۱۴) بازمی‌گردیم:

سال	فرآیند مالی
۰	۱۹
۱	۱۰
۲	−۵۰
۳	−۵۰
۴	۲۰
۵	۶۰

فرآیند مالی فوق دارای دو نرخ بازگشت سرمایه ۱۰/۱٪ و ۴۷٪ بود. پیش‌بینی می‌شود این فرآیند مالی در سال صفر و در پایان سال اول دارای درآمدهای ۱۹ و ۱۰، در سالهای دوم و سوم مجبور به سرمایه‌گذاری به میزان ۵۰ در هر سال و سال **چهارم و** پنجم به درآمد برسد. مفهوم واقعی نرخ ۱۰/۱٪ چیست؟ می‌دانیم که مقدار **NPW با**

ROR = ٪۱۰/۱ برابر با صفر خواهد شد. این مطلب را می‌توان به صورت دیگر نشان داد. فرض کنید می‌توانستیم مقدار درآمد فعلی یعنی ۱۹ را برای دو سال و مقدار درآمد سال آینده یعنی ۱۰ را برای یکسال با نرخ بازگشت سرمایه ٪۱۰/۱ بصورت سرمایه گذاری خارجی سرمایه‌گذاری نمائیم و مقدار ارزش آینده (F) را برای این دو سرمایه‌گذاری با (۵۰–) یعنی سرمایه‌گذاری در سال دوم جمع نمائیم و در حقیقت یک فرآیند مالی با یک تغییر علامت تشکیل دهیم. منظور از سرمایه‌گذاری خارجی این است که شرکتی (کارخانه‌ای) در پروژه یا پروژه‌هائی خارج از شرکت (کارخانه) خود سرمایه‌گذاری کند و نرخ مشخص به عنوان نرخ بازگشت سرمایه خارجی[1] به او پرداخت گردد. با i = ٪۱۰/۱ داریم:

$$F = ۱۹\ (F/P\ ،\ ۱۰/۱\ ،\ ۲) = ۲۳$$

$$F = ۱۰\ (F/P\ ،\ ۱۰/۱\ ،\ ۱) = ۱۱$$

و مقدار فرآیند مالی در سال دوم عبارت است از:

$$-۵۰ + ۲۳ + ۱۱ = -۱۶$$

در حقیقت با این سرمایه‌گذاری خارجی توانستیم از سرمایه راکد شرکت در سالهای صفر و یک استفاده و سرمایه را همراه با سود حاصله به فرآیند مالی بازگردانیم و قدری از میزان سرمایه‌گذاری در سال دوم (۵۰ –) بکاهیم. شکل جدید فرآیند مالی مثال (۸ـ۱۴) عبارت است از:

سال	فرآیند مالی
۰	۰
۱	۰
۲	– ۱۶
۳	– ۵۰
۴	۲۰
۵	۶۰

1 - External Rate of Return

نرخ بازگشت سرمایه فرآیند مالی فوق چقدر خواهد بود؟ بدیهی است نرخ بازگشت سرمایه همان ٪۱۰/۱ است. چنانچه ارزش فعلی با ٪۱۰/۱ محاسبه گردد:

$$NPW = -۱۶\,(P/F, ٪۱۰/۱, ۲) - ۵۰\,(P/F, ۱۰/۱, ۳) + ۲۰\,(P/F, ٪۱۰/۱, ۴) + ۶۰\,(P/F, ٪۱۰/۱, ۵)$$

مقدار ارزش فعلی خالص فوق برابر صفر خواهد گردید (NPW = ۰).

و با i = ٪۴۷ نیز عیناً محاسبات فوق تکرار شده و خواهیم داشت:

$$F = ۱۹\,(F/P, ٪۴۷, ۲) = ۴۱/۱$$

$$F = ۱۰\,(F/P, ٪۴۷, ۱) = ۱۴/۷$$

مقدار فرآیند مالی در سال دوم عبارت خواهد شد از:

$$-۵۰ + ۴۱/۱ + ۱۴/۷ = ۵/۸$$

و شکل فرآیند مالی عبارت است از:

سال	فرآیند مالی
۰	۰
۱	۰
۲	۵/۸
۳	-۵۰
۴	۲۰
۵	۶۰

چنانچه ۵/۸ نیز با نرخ ٪۴۷ برای مدت یکسال سرمایه‌گذاری خارجی گردد:

$$F = ۵/۸\,(F/P, ٪۴۷, ۱) = ۸/۵$$

و شکل نهایی فرآیند مالی عبارت است از:

سال	فرآیند مالی
۰	۰
۱	۰
۲	۰
۳	−۴۱/۵
۴	۲۰
۵	۶۰

نرخ بازگشت سرمایه در فرآیند مالی فوق همان ۴۷٪ خواهد بود و مقدار NPW با این نرخ برابر با صفر خواهد گشت:

$$NPW = -41/5\ (P/F, ٪۴۷, ۳) + ۲۰\ (P/F, ٪۴۷, ۴) + ۶۰\ (P/F, ٪۴۷, ۵)$$

$$NPW = ۰$$

در حقیقت با فرض اینکه نرخ بازگشت سرمایه خارجی برابر با ۱۰/۱٪ یا ۴۷٪ باشد می‌توان انتظار داشت که نرخ بازگشت داخلی[1] نیز ۱۰/۱٪ و ۴۷٪ باشد. اگر نرخ بازگشت سرمایه خارجی مثلاً ۶٪ باشد نرخ بازگشت داخلی چقدر است؟ قبل از پاسخ به این سوال نرخ بازگشت سرمایه خارجی تعریف می‌شود.

نرخ بازگشت سرمایه خارجی

باتوجه‌به‌بحث‌فرآیندهای‌مالی چندنرخی (بحث فوق) عبارت‌زیر را می‌توان‌بیان کرد:

هر شرکتی می‌تواند بخشی از درآمدهای مازاد خود را در یک مؤسسه مالی دیگر نظیر بانک، خرید سهام واحدهای صنعتی و یا در یک شرکت دیگر برای کوتاه‌مدت و یا بلندمدت سرمایه‌گذاری نماید و نرخ بازگشت سرمایه مشخصی را کسب کند. این نرخ بازگشت سرمایه که خارج از شرکت کسب می‌شود، نرخ بازگشت سرمایه خارجی نامیده می‌شود.

1 - Internal Rate of Return

نرخ بازگشت سرمایه خارجی (ERR)، در مقابل نرخ بازگشت سرمایه (ROR) که تحت عنوان نرخ بازگشت سرمایه داخلی نیز مطرح می‌شود ظاهر می‌گردد. ERR می‌تواند بزرگتر، مساوی و یا کوچکتر از ROR باشد.

بطورخلاصه امروزه موسسات تولیدی و اقتصادی با دو نرخ بازگشت سرمایه داخلی (ROR) و خارجی (ERR) سروکار دارند. ERR می‌تواند عاملی موثر برای توجیه فرآیندهای مالی چندنرخی باشد. در حقیقت به وسیله یک ERR مناسب یک فرآیند مالی با چند تغییر علامت، به یک فرآیند مالی با یک تغییر علامت تبدیل و نرخ واقعی برگشت سرمایه به‌سادگی قابل‌محاسبه می‌گردد. به‌مثال قبل‌بازمی‌گردیم، اگر نرخ بازگشت سرمایه خارجی برابر ۶٪ فرض شود، نرخ بازگشت سرمایه داخلی چقدر است؟

سال	فرآیند مالی
۰	۱۹
۱	۱۰
۲	−۵۰
۳	−۵۰
۴	۲۰
۵	۶۰

سرمایه‌گذاری در سال صفر (۱۹ واحد)، برای مدت دو سال و در سال اول (۱۰ واحد) برای مدت یکسال با نرخ ۶٪ انجام می‌گیرد. اصل و فرع در سال دوم عبارتست از:

$$19\,(F/P\,,\,\%6\,,\,2) + 10\,(F/P\,,\,\%6\,,\,1) = 32$$

و مقدار فرآیند مالی خالص در پایان سال دوم عبارت است از:

$$-50 + 32 = -18$$

و فرآیند مالی مسئله به صورت زیر خواهد بود:

سال	فرآیند مالی
۰	۰
۱	۰
۲	−۱۸
۳	−۵۰
۴	۲۰
۵	۶۰

با کمک ERR فرآیند مالی فوق فقط دارای یک تغییر علامت شد و می‌توان انتظار حداکثر یک نرخ بازگشت سرمایه را داشت:

$$-۱۸\ (P/F\ ،i\%\ ،۲)-۵۰\ (P/F\ ،i\%\ ،۳)+\ ۲۰\ (P/F\ ،i\%\ ،۴)$$

$$+۶۰\ (P/F\ ،i\%\ ،۵)=۰$$

ROR = ٪۸/۴

و ROR بدست آمده، نشان‌دهنده نرخ بازگشت سرمایه داخلی است. نکته اینکه نرخ حاصله کمتر از ٪۱۰/۱ است. علت اصلی آن این است که نرخ بازگشت سرمایه خارجی یعنی ٪۶ کمتر از ٪۱۰/۱ انتخاب و باعث کاهش نرخ بازگشت سرمایه داخلی از ٪۱۰/۱ به ٪۸/۴ شده است. نرخ حاصل یعنی ٪۸/۴ به راحتی می‌تواند مسئله را توجیه نماید و سرمایه‌گذار با توجه به MARR می‌تواند پروژه را قبول یا رد کند.

مقایسه چند پروژه تحت شرایط نامشخص بودن MARR

جرالد اسمیت در کتاب خود روشی جهت مقایسه چند پروژه ناسازگار با توجه به نامعلوم بودن حداقل نرخ جذب کننده ارائه نموده است. روش ارائه شده براساس رسم یک شبکه، اقتصادی‌ترین پروژه‌ها را تحت شرایط مختلف برای MARR تعیین می‌کند. او چند پروژه ناسازگار را با و بدون در نظر گرفتن طرح O (عدم اجرای هیچ پروژه‌ای) بررسی نموده است. طرحها ابتدا براساس هزینه اولیه بطور صعودی مرتب می‌شوند.

نرخ هر یک از طرحها به تنهائی محاسبه می‌شود و ستون O را تشکیل می‌دهد و سپس طرحها دوبدو با هم مقایسه می‌شوند و نرخهای بازگشت سرمایه تفاوت دو طرح محاسبه می‌گردد و شرایط لازم جهت رسم شبکه فراهم می‌شود. هدف از شبکه حرکت از پروژه با کمترین هزینه اولیه به پروژه با بیشترین هزینه اولیه می‌باشد. بدیهی است جهت این حرکت احتمالاً مسیرهای مختلفی طی خواهند گشت. در هر مسیر نحوه نوشتن شرایط به صورت زیر است. مثلاً اگر در مسیر AB حرکت صورت گیرد و $\Delta ROR = 25\%$ باشد نحوه نوشتن شرایط عبارت‌اند از:

طرح انتخابی	شرایط
A	MARR > ٪۲۵
B	٪۲۵ ≥ MARR

اگر حداقل نرخ جذب کننده بزرگتر از نرخ تفاوت دو پروژه باشد مبداء یعنی A انتخاب می‌شود و اگر حداقل نرخ جذب کننده کوچکتر یا مساوی نرخ تفاوت دو پروژه باشد مقصد یعنی B انتخاب می‌شود.

دو مثال ۱۵ـ۸ و ۱۶ـ۸ روش شبکه را تشریح می‌کند.

● مثال ۱۵ـ۸ـ سه طرح ناسازگار C ، B ، A با عمر بینهایت با فرآیند مالی زیر موجودند. اقتصادی‌ترین طرح را تحت شرایط زیر تعیین کنید. مقدار حداقل نرخ جذب کننده نامعلوم است.

الف: انتخاب یکی از سه طرح (C یا B , A) ضروری است. شرایط لازم را برای انتخاب طرحها بنویسید.

ب: طرحهای C , B , A عمراه با طرح O (یعنی عدم اجراء طرح‌ها) بررسی شوند. شرایط لازم را برای انتخاب طرحها بنویسید.

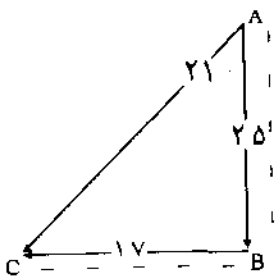
طرحها	سرمایه اولیه	درآمد خالص سالیانه
A	۲,۰۰۰	−۱۰۰
B	۳,۰۰۰	۱۵۰
C	۴,۰۰۰	۳۲۰

حل: با توجه به عمر بینهایت در هر طرح، محاسبه نرخ بازگشت سرمایه طرحها و نرخ‌های بازگشت سرمایه تفاوت طرحها به سادگی قابل محاسبه است. جدول زیر نتایج محاسبات را نشان می‌دهد.

طرحها	سرمایه اولیه	درآمد خالص سالیانه	O	A	B
A	۲,۰۰۰	−۱۰۰	−٪۵	—	—
B	۳,۰۰۰	۱۵۰	٪۵	٪۲۵	—
C	۴,۰۰۰	۳۲۰	٪۸	٪۲۱	٪۱۷

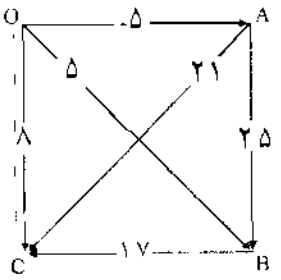
ستون O نرخ‌بازگشت سرمایه هر طرح را برای C و B و A نشان می‌دهد. این نرخها در حقیقت نرخ بازگشت سرمایه مقایسه هر طرح با طرح O یعنی انجام ندادن هر طرح می‌باشند.

برای بخش اول مثال شبکه زیر برای سه طرح C و B و A با توجه به نظم صعودی سرمایه اولیه رسم گردیده است. هدف رسیدن از A (دارای کمترین سرمایه اولیه) به C (دارای بیشترین سرمایه اولیه) می‌باشد. مسیر حرکت نیز نشان داده شده است.



طرح انتخابی	شرایط
A	MARR > ٪۲۵
B	٪۲۵ ≥ MARR > ٪۱۷
C	٪۱۷ ≥ MARR

برای بخش دوم مثال شبکه زیر سه طرح C و B و A همراه با طرح O رسم و مسیر حرکت از O (دارای کمترین سرمایه اولیه یعنی صفر) به C (دارای بیشترین سرمایه اولیه) نشان داده شده است:



طرح انتخابی	شرایط
O	MARR > ٪۸
C	٪۸ ≥ MARR

● مثال ۱۶ـ۸ـ پنج طرح E، D، C، B و A با سرمایه‌های اولیه و درآمد خالص سالیانه به صورت زیر در اختیار است. عمر طرحها نامحدودند و حداقل نرخ جذب کننده نامشخص می‌باشد.

الف: انتخاب یکی از طرحهای E، D، C، B و A ضروری است. شرایط لازم را برای انتخاب طرحها بنویسید.

ب: طرحهای فوق همراه با طرح O بررسی و شرایط لازم را برای انتخاب آنها بنویسید.

طرحها	سرمایه اولیه	درآمد سالیانه خالص
A	۸,۰۰۰	۹۲۰
B	۵,۰۰۰	۵۱۰
C	۷,۰۰۰	۸۲۰
D	۶,۰۰۰	۶۴۰
E	۴,۰۰۰	۴۰۰

حل: ابتدا طرحها براساس هزینه اولیه و به ترتیب صعودی مرتب می‌شوند و جدول زیر نرخهای بازگشت سرمایه هر طرح (ستون O) و مقایسه طرحها به صورت دوبه‌دو با هم را نشان می‌دهد:

طرحها	سرمایه اولیه	درآمد خالص سالیانه	O	E	B	D	C
E	۴,۰۰۰	۴۰۰	۱۰	—	—	—	—
B	۵,۰۰۰	۵۱۰	۱۰/۲	۱۱	—	—	—
D	۶,۰۰۰	۶۴۰	۱۰/۷	۱۲	۱۳	—	—
C	۷,۰۰۰	۸۲۰	۱۱/۷	۱۴	۱۵/۵	۱۸	—
A	۸,۰۰۰	۹۲۰	۱۱/۵	۱۳	۱۳/۷	۱۴	۱۰

بخش اول مثال شامل یک شبکه بین پنج طرح E، D، C، B و A است. رسم شبکه به عهده دانشجویان است. اگرچه شبکه رسم نمی‌شود ولی از روی جدول فوق (۴ ستون آخر جدول) می‌توان مسیر حرکت از E به A را تعقیب کرد. بیشترین نرخ از E به C به میزان ۱۴ و سپس از C به A به میزان ۱۰ می‌باشد. شرایط زیر اقتصادی‌ترین طرحها را

تعیین کرده است:

طرح انتخابی	شرایط
E	MARR > ٪۱۴
C	٪۱۴ ≥ MARR > ٪۱۰
A	٪۱۰ ≥ MARR

بخش دوم مثال شامل یک شبکه بین شش طرح O، E، D، C، B و A است که شامل بررسی ۵ ستون جدول فوق است. مسیر حرکت از O به C و از C به A می‌باشد. شرایط زیر اقتصادی‌ترین طرح را تعیین کرده است:

طرح انتخابی	شرایط
O	MARR > ٪۱۱/۷
C	٪۱۱/۷ ≥ MARR > ٪۱۰
A	٪۱۰ ≥ MARR

کتابخانه مرکز آموزش عالی
۲۶۱
دهاک

مسائل فصل هشتم

● ۸ـ۱ـ شخصی ساختمانی را به قیمت ۶۰۰,۰۰۰ واحد پولی خرید. پس از ۱۷ سال آن را به قیمت ۲,۱۰۰,۰۰۰ واحد پولی فروخت. مالیات بر این ساختمان در سال اول برابر ۸,۰۰۰ واحد پولی، در سال دوم ۹,۰۰۰ واحد پولی و هر ساله ۱,۰۰۰ واحد پولی افزایش داشت، تا ساختمان به فروش رفت. نرخ بازگشت سرمایه (ROR) را برای این مسئله تعیین نمائید.

● ۸ـ۲ـ شرکت تولیدی پلاستیک طرحی برای بازنشستگی کارمندان خود دارد. هر کارمند از بدو استخدام (پایان‌سال‌اول) به‌مدت ۲۵ سال‌همه‌ساله ۱,۲۰۰ واحد پولی حق بازنشستگی می‌پردازد. شرکت تضمین می‌کند که در پایان دورهٔ ۲۵ سال، مبلغ ۷۰,۰۰۰ واحد پولی به هر کارمند بپردازد. نرخ بازگشت سرمایه برای هر کارمند چقدر است؟

● ۸ـ۳ـ در مسئله ۴ـ۶ خرید یکی از پوسهای T5 و M4 را از طریق نرخ بازگشت سرمایه تعیین نمائید.

● ۸ـ۴ـ در مسئله ۸ـ۶ خرید یکی از ماشینهای تراش F25 و H83 را از طریق نرخ بازگشت سرمایه تعیین نمائید.

● ۸ـ۵ـ اگر حداقل نرخ جذب کننده ۱۰٪ باشد، با استفاده از روش نرخ بازگشت سرمایه اقتصادی‌ترین طرح را انتخاب نمائید.

	A	B
هزینه اولیه	۱۵,۰۰۰	۱۱,۰۰۰
هزینه‌های عملیاتی سالیانه	۲,۳۰۰	۲,۶۰۰
درآمد سالیانه	۴,۰۰۰	۳,۱۰۰
ارزش اسقاطی	۲,۰۰۰	۱,۵۰۰
عمر مفید	۳	۲

● ۸ـ۶ـ یک کارخانه پرس‌سازی علاقمند است محل کارخانه را از یزد به یکی از شهرهای تهران، قم، اصفهان، مشهد، تبریز و یا ساوه انتقال دهد. پس از بررسیهای مربوطه در مواردی نظیر قیمت زمین، نیروی انسانی، فروش و غیره، هزینه اولیه و درآمد سالیانه برای شش شهر مذکور را محاسبه نموده و مقایسه بین آن شش شهر و شهر یزد (فعالیت در محل فعلی) را انجام می‌دهد. عمر مفید را ۸ سال و حداقل نرخ جذب کننده را ۱۰٪ فرض می‌کند. پس از مقایسه اقتصادی بین محلهای مربوطه شهر قم را انتخاب می‌نماید. آیا با تصمیم او موافقید؟

شهر	هزینه اولیه برحسب هزار	درآمد سالیانه برحسب هزار
تهران	۳۰۰	۵۲
قم	۵۵۰	۱۳۷
اصفهان	۴۵۰	۱۱۷
مشهد	۷۵۰	۱۶۷
تبریز	۱۵۰	۱۸
ساوه	۲۰۰	۴۹
یزد	۵۰۰	۱۴۰

● ۸ـ۷ـ مالک یک پارکینگ در شهر تهران با کمک یک مهندس ساختمان در حال تصمیم‌گیری نسبت به فروش یا نگهداری و یا ایجاد ساختمان اداری در پارکینگ مربوطه می‌باشد. ساختمان اداری می‌تواند یک تا پنج طبقه باشد. عمر مفید برای ۷ طرح زیر ۱۵ سال و ارزش اسقاطی بعد از ۱۵ سال برابر با مجموع سرمایه‌گذاری می‌گردد. اگر حداقل نرخ جذب کننده ۱۵٪ فرض شود، کدام طرح اقتصادی‌ترین است. مجموع سرمایه‌گذاری شامل هزینه زمین، ساختمان و دیگر هزینه‌های مربوطه خواهد بود:

نام طرح	مجموع سرمایه‌گذاری	درآمد سالیانه
فروش پارکینگ	۰	۰
نگهداری پارکینگ	۲۰۰,۰۰۰	۲۲,۰۰۰
ساختن ساختمان یک طبقه	۴۰۰,۰۰۰	۶۰,۰۰۰
ساختن ساختمان دوطبقه	۵۵۵,۰۰۰	۷۲,۰۰۰
ساختن ساختمان سه‌طبقه	۷۵۰,۰۰۰	۱۰۰,۰۰۰
ساختن ساختمان چهارطبقه	۸۷۵,۰۰۰	۱۰۵,۰۰۰
ساختن ساختمان پنج‌طبقه	۱,۰۰۰,۰۰۰	۱۲۰,۰۰۰

● ۸ـ۸ـ شرکت گلمهر برای بهبود وضع تولید خود به تغییر خط تولید نیاز دارد. سه پروژه A و B و C با خصوصیات زیر مطرح است. ارزش اسقاطی در پایان عمر مفید برابر با صفر است و حداقل نرخ جذب کننده ۱۰٪ فرض می‌شود. با استفاده از روش نرخ بازگشت سرمایه اقتصادی‌ترین پروژه را تعیین کنید.

	A	B	C
هزینه اولیه	۱۰,۰۰۰	۱۵,۰۰۰	۲۰,۰۰۰
درآمد سالیانه	۱,۶۲۵	۱,۶۲۵	۱,۸۹۰
عمر مفید	۱۰	۲۰	۲۰

● ۸ـ۹ـ طرحهای ناسازگار A و B و C و D با مشخصات زیر در دست است. عمر مفید کلیه طرحها با ارزش اسقاطی صفر ده سال در نظر گرفته شده است. هزینه‌های اولیه و درآمدهای سالیانه برحسب هزار داده شده است.

نرخ بازگشت سرمایه هر طرح محاسبه شده است. اگر حداقل جذب کننده ۸٪ باشد کدام طرح را انتخاب می‌کنید؟

	A	B	C	D
هزینه اولیه	۷۵	۵۰	۵۰	۸۵
درآمد سالیانه	۱۶	۱۲	۱۰	۱۷
نرخ بازگشت سرمایه	٪۱۶/۸	٪۲۰/۲	٪۱۵/۱	٪۱۵/۱

● ۸ـ۱۰ـ در مسئله ۷ـ۶ مقایسه سه پمپ X و Y و Z را از طریق نرخ بازگشت سرمایه انجام دهید.

● ۸ـ۱۱ـ سه ماشین تراش T1 ، T2 و T3 با اطلاعات زیر در اختیار است. اطلاعات برحسب هزینه بیان شده است. اگر حداقل نرخ جذب کننده ۸٪ فرض شود کدام ماشین را انتخاب می‌نمائید.

	T_1	T_2	T_3
هزینه اولیه	۱۰،۰۰۰	۹,۰۰۰	۱۲,۰۰۰
هزینه سالیانه کارگر	۵,۰۰۰	۵,۰۰۰	۵,۵۰۰
هزینه سالیانه تعمیرات و نگهداری	۵۰۰	۳۰۰	۴۰۰
ارزش اسقاطی	۱,۰۰۰	۸۵۰	۱,۱۵۰
عمر مفید	۶	۴	۱۲

● ۸ـ۱۲ـ در فرآیند مالی زیر چند نرخ بازگشت سرمایه می‌توان انتظار داشت؟ چند نرخ بازگشت سرمایه واقعی می‌توان انتظار داشت؟ اگر نرخ بازگشت سرمایه خارجی ۱۵٪ فرض شود نرخ بازگشت داخلی را محاسبه نمائید.

سال	فرآیند مالی
۰	-۵۰۰
۱	۲,۰۰۰
۲	-۱,۲۰۰
۳	-۳۰۰

● ۸ـ۱۳ـ در فرآیند مالی زیر چند نرخ بازگشت سرمایه واقعی می‌توان انتظار داشت؟ اگر نرخ بازگشت سرمایه خارجی ۱۸٪ فرض شود، نرخ بازگشت سرمایه داخلی را محاسبه نمائید:

سال	فرآیند مالی
۰	-۵۰۰
۱	۲۰۰
۲	-۵۰۰
۳	۱,۲۰۰

● ۸ـ۱۴ـ در فرآیند مالی زیر چند نرخ بازگشت سرمایه واقعی می‌توان انتظار داشت؟ اگر نرخ بازگشت سرمایه خارجی ۲۰٪ فرض شود، نرخ بازگشت سرمایه داخلی چقدر است؟

سال	فرآیند مالی
۰	-۱۰۰
۱	۳۶۰
۲	-۵۷۰
۳	۳۶۰

● ۱۵ـ۸ـ جدول زیر نرخهای بازگشت سرمایه طرحهای D و C و B و A و نرخهای بازگشت سرمایه تفاوت طرحها را برحسب درصد نشان می‌دهد.

	O	A	B	C
A	۱۳	–	–	–
B	۱۵	۱۴	–	–
C	۱۱	۱۲	۱۵	–
D	۹	۸	۵	۱۰

الف: اگر فقط مجاز به انتخاب یکی از چهار طرح D و C و B و A باشید شرایط لازم را برای انتخاب طرحها بنویسید.

ب: اگر چهار طرح فوق همراه با طرح O بررسی شوند شرایط لازم را برای انتخاب طرحها بنویسید.

فصل نهم

روش نسبت منافع به مخارج

یکی دیگر از تکنیکهای اقتصاد مهندسی برای مقایسه اقتصادی طرحها، روش نسبت منافع به مخارج یا سود به هزینه (B/C)[1] می‌باشد. این روش علاوه بر بررسی اقتصادی طرح‌های سرمایه‌گذاری خصوصی، یک روش کاربردی و معروف در ارزیابی طرحهای دولتی محسوب می‌شود. اشاره می‌گردد که طرحهای دولتی از آنجا که عام‌المنفعه هستند و نتایج آن عاید مردم می‌گردد پیش‌بینی نتایج و بیان آن برحسب پول، از پیچیدگی خاصی برخوردار است. مثلاً ایجاد یک بزرگراه از هزینه‌ها و درآمدهای زیر تشکیل یافته است:

هزینه اولیه ۱,۰۰۰,۰۰۰ واحد پولی به عنوان هزینه ایجاد (هزینه یا مخارج)[2]

درآمد سالیانه ۱۵۰,۰۰۰ واحد پولی تحت عنوان عبور (منافع)[3]

هزینه سالیانه ۵۰,۰۰۰ واحد پولی تحت عنوان لایروبی‌کانالها دربزرگراه (هزینه یا مخارج)

ضررسالیانه ۳۰,۰۰۰ واحد پولی برای‌کشاورزان‌به‌دلیل‌تبدیل زمین‌کشاورزی‌به‌بزرگراه (ضرر)[4]

درآمد سالیانه ۱۰۰,۰۰۰ واحد پولی برای کشاورزان به دلیل ارتباط نزدیکتر به شهر و فروش محصولات کشاورزی (منافع)

معمولاً علاوه بر موارد ذکر شده می‌توان منافع، ضررها و یا مخارج مختلف را نام برد. فرمول کلی نسبت منافع به مخارج بصورت زیر است:

$$B/C = \frac{\text{ضررها - منافع}}{\text{هزینه‌ها (مخارج)}} \qquad (۹-۱)$$

---

1 - Benefit - Cost Ratio
2 - Cost
3 - Benefit
4 - Disbenefit

همانطور که در رابطه فوق نمایان است ضررها به هزینه‌ها اضافه نمی‌شود بلکه از منافع کاسته می‌گردد. با در نظرگرفتن ارزش زمانی پول و انتخاب یکی از دو روش ارزش فعلی یا یکنواخت سالیانه می‌توان روابط زیر را نوشت:

$$B/C = \frac{\text{منافع PW}}{\text{مخارج PW}} = \frac{PW_B}{PW_C} \qquad (۹\text{-}۲)$$

$$B/C = \frac{\text{منافع EUA}}{\text{مخارج EUA}} = \frac{EUAB}{EUAC} \qquad (۹\text{-}۳)$$

و چنانچه

$$B/C \geq ۱ \qquad (۹\text{-}۴)$$

باشد طرح اقتصادی و اگر:

$$B/C < ۱ \qquad (۹\text{-}۵)$$

بود طرح غیراقتصادی است. رابطه ۴ـ۹ بصورت زیر نیز نوشته می‌شود:

$$B - C \geq ۰ \qquad (۹\text{-}۶)$$

و رابطه (۵ـ۹) بصورت زیر نیز صادق است:

$$B - C < ۰ \qquad (۹\text{-}۷)$$

چنانچه دو یا چند طرح با هم مقایسه شوند باید از اصول روش سرمایه‌گذاری اضافی استفاده نمود و نسبت تفاوت B / C را تشکیل داد:

$$\frac{\Delta B}{\Delta C} = \frac{\Delta PW_B}{\Delta PW_C} \qquad (۹\text{-}۸)$$

$$\frac{\Delta B}{\Delta C} = \frac{\Delta EUAB}{\Delta EUAC} \qquad (۹\text{-}۹)$$

طرحی که دارای هزینه اولیه بیشتر است انتخاب می‌شود اگر:

$$\frac{\Delta B}{\Delta C} \geq ۱ \qquad (۹\text{-}۱۰)$$

و طرحی که دارای هزینه اولیه کمتر است انتخاب می‌شود اگر:

$$\frac{\Delta B}{\Delta C} < ۱ \qquad (۹-۱۱)$$

● مثال ۹-۱- با توجه به ارقام داده شده برای ایجاد یک بزرگراه، آیا ایجاد این بزرگراه اقتصادی است؟ عمر بزرگراه را ۲۰ سال و حداقل نرخ جذب کننده را ۱۰٪ فرض نمائید.

حل: با استفاده از رابطه (۹-۳) نسبت زیر را می‌توان تشکیل داد:

$$B/C = \frac{EUAB}{EUAC}$$

$$B/C = \frac{۱۰۰,۰۰۰ + ۱۵۰,۰۰۰ + ۳۰,۰۰۰}{۱,۰۰۰,۰۰۰ (A/P ، ٪۱۰ ، ۲۰) + ۵۰,۰۰۰}$$

$$B/C = ۱/۳۱۳۵$$

و از آنجا که نسبت $\frac{B}{C}$ بزرگتر از یک می‌باشد طبق رابطه (۹-۴) طرح ایجاد بزرگراه اقتصادی است.

● ۹-۲- یک مزرعه کشاورزی نیاز به یک تراکتور دارد. دو نوع تراکتور A و B پیشنهاد شده است. هزینه اولیه هر تراکتور ۱۰۰,۰۰۰ واحد پولی است. تراکتور نوع A دارای صرفه‌جوئی سالیانه برابر ۳۰,۰۰۰ واحد پولی و تراکتور نوع B در سال اول ۴۰,۰۰۰ واحد پولی صرفه‌جوئی و هر سال ۵,۰۰۰ واحد پولی کاهش دارد (سال دوم ۳۵,۰۰۰، سال سوم ۳۰,۰۰۰ واحد پولی و بهمین ترتیب...) اگر حداقل نرخ جذب‌کننده ۷٪ فرض شود کدام نوع تراکتور را باید خریداری نمود؟ عمر مفید تراکتورها ۵ سال فرض می‌شود.

حل:

تراکتور نوع A

$PW_C = ۱۰۰,۰۰۰$

$PW_B = ۳,۰۰۰ (P/A ، ٪۷ ، ۵) = ۱۲۳,۰۰۰$

تراکتور نوع B

$PW_C = ۱۰۰,۰۰۰$

$PW_B = ۴۰,۰۰۰ (P/A ، ٪۷ ، ۵) - ۵,۰۰۰ (P/G ، ٪۷ ، ۵) = ۱۲۵,۸۰۰$

نسبت منابع به مخارج برای هر تراکتور عبارت است از:

A تراکتور $B/C = ۱/۲۳$

B تراکتور $B/C = ۱/۲۶$

بدیهی است که هرکدام از تراکتورها به تنهایی اقتصادی هستند چون هر دو تراکتور دارای نسبت منافع به مخارج بیش از یک می‌باشند. آیا برای مقایسه بین نوع A و نوع B نیازی به تشکیل $\frac{\Delta B}{\Delta C}$ می‌باشد؟

قاعدتاً تشکیل $\frac{\Delta B}{\Delta C}$ برای مقایسه دو طرح ضروری است ولی در این مثال خاص از آنجا که ارزش فعلی هزینه‌های دو تراکتور برابر است، ارزش فعلی منافع تنها پارامتر تعیین کننده می‌باشد و نوع B با داشتن نسبت منافع به مخارج بزرگتر، اقتصادی‌تر است.

● مثال ۳-۹-اگر در مثال قبل، هزینه اولیه تراکتور نوع B به ۱۰۵,۰۰۰ واحد پولی تغییر نماید کدام تراکتور اقتصادی‌تر می‌باشد.

حل: نسبت منافع به مخارج دو نوع تراکتور عبارتند از:

A تراکتور $B/C = ۱/۲۳$

B تراکتور $B/C = ۱/۱۹$

و نسبت $\frac{\Delta B}{\Delta C}$ بشرح زیر باید محاسبه شود:

$$\frac{\Delta B}{\Delta C} = \frac{\Delta PW_B}{\Delta PW_C}$$

$$\frac{\Delta B}{\Delta C} = \frac{۱۲۵٬۸۰۰ - ۱۲۳٬۰۰۰}{۱۰۵,۰۰۰ - ۱۰۰,۰۰۰} = ۰/۵۶$$

از آنجاکه نسبت تفاوت منابع به تفاوت مخارج کوچکتر از یک می‌باشد تراکتور نوع A یعنی تراکتور با هزینه اولیه کمتر انتخاب می‌گردد.

● مثال ۴-۹- شرکتی خرید یکی از دو ماشین X و Y را بررسی می‌کند. اطلاعات دو ماشین بشرح زیر است:

	X	Y
سرمایه اولیه	۲۰۰,۰۰۰	۷۰۰,۰۰۰
درآمد سالیانه	۹۵,۰۰۰	۱۲۰,۰۰۰
ارزش اسقاطی	۵۰,۰۰۰	۱۵۰,۰۰۰
عمر مفید	۶	۱۲

اگر حداقل نرخ جذب کننده ۱۰٪ فرض شود، شرکت کدام ماشین را باید خریداری نماید؟

حل: از آنجاکه عمر مفید این دو ماشین متفاوت است چنانچه نسبت منافع به مخارج بر اساس روش ارزش فعلی محاسبه شود، عمر مشترک دوازده سال را باید مبنا قرار داد. به همین جهت نسبت منافع به مخارج را می‌توان براساس روش یکنواخت سالیانه تشکیل داد و با سهولت به جواب نهایی رسید.

ماشین X

$$EUAB = ۹۵,۰۰۰$$

$$EUAC = ۲۰۰,۰۰۰\,(A/P\,،\,٪۱۰\,،\,۶) - ۵۰,۰۰۰\,(A/F\,،\,٪۱۰\,،\,۶)$$

$$= ۴۰,۰۰۰$$

$$B/C = \frac{۹۵,۰۰۰}{۴۰,۰۰۰} = ۲/۳۸$$

ماشین Y

$$EUAB = ۱۲۰,۰۰۰$$

$$EUAC = ۷۰۰,۰۰۰\,(A/P\,،\,٪۱۰\,،\,۱۲) - ۱۵۰,۰۰۰\,(A/F\,،\,٪۱۰\,،\,۱۲)$$

$$= ۹۶,۰۰۰$$

$$B/C = \frac{۱۲۰,۰۰۰}{۹۶,۰۰۰} = ۱/۲۵$$

هر دو طرح با توجه به اینکه دارای نسبت منافع به مخارج بیش از یک هستند، اقتصادی‌اند. برای انتخاب اقتصادی‌ترین طرح نسبت تفاوت را باید تشکیل داد:

$$\frac{\Delta B}{\Delta C} = \frac{۱۲۰,۰۰۰ - ۹۵,۰۰۰}{۹۶,۰۰۰ - ۴۰,۰۰۰} = ۰/۴۵$$

از آنجاکه نسبت منافع به مخارج سرمایه‌گذاری اضافی کمتر از یک می‌باشد، ماشین X با هزینه اولیه کمتر اقتصادی‌تر است.

● مثال ۵-۹- پنج پروژه ناسازگار در مثال (۱۰-۸) به همراه پروژه F در اختیار است. ارزش فعلی درآمدهای سالیانه (منافع) و سپس نسبت منافع به مخارج هر پروژه قبلاً محاسبه شده است. اقتصادی‌ترین طرح را تعیین نمائید.

	A	B	C	D	E	F
(PW_C) هزینه اولیه	۴,۰۰۰	۲,۰۰۰	۶,۰۰۰	۱,۰۰۰	۹,۰۰۰	۱۰,۰۰۰
(PW_B) ارزش فعلی منافع	۷,۳۳۰	۴,۷۰۰	۸,۷۳۰	۱,۳۴۰	۹,۰۰۰	۹,۵۰۰
(B/C) نسبت منافع به مخارج	۱/۸۳	۲/۳۵	۱/۴۶	۱/۳۴	۱/۰	۰/۹۵

حل: از آنجا که پروژه F دارای نسبت منافع به مخارج کمتر از یک می‌باشد از مقایسه خارج شده، مقایسه اقتصادی بین پنج پروژه باقیمانده صورت خواهد پذیرفت. مرحله بعد، همانطور که در فصلهای گذشته توضیح داده شد، مرتب کردن پروژه‌ها براساس هزینه اولیه است:

	D	B	A	C	E
(PW_C)	۱,۰۰۰	۲,۰۰۰	۴,۰۰۰	۶,۰۰۰	۹,۰۰۰
(PW_B)	۱,۳۴۰	۴,۷۰۰	۷,۳۳۰	۸,۷۳۰	۹,۰۰۰
(B/C)	۱/۳۴	۲/۳۵	۱/۸۳	۱/۴۶	۱/۰۰

ابتدا مقایسه بین B و D انجام می‌شود:

$\Delta PW_C = ۱,۰۰۰$

$\Delta PW_B = ۳,۳۶۰$

$\frac{\Delta B}{\Delta C} = ۳/۳۶$

پروژه B با هزینه اولیه بیشتر، اقتصادی‌تر از پروژه D می‌باشد. پروژه D از مقایسه خارج می‌گردد و مقایسه بعدی بین پروژه‌های B و A می‌باشد:

$\Delta PW_C = ۲,۰۰۰$

$\Delta PW_B = ۲,۶۳۰$

$\frac{\Delta B}{\Delta C} = ۱/۳۲$

پروژه A اقتصادی‌تر از پروژه B است. پروژه B از مقایسه خارج و مقایسه بعدی بین پروژه‌های A و C انجام می‌شود:

$\Delta PW_C = ۲,۰۰۰$

$\Delta PW_B = ۱,۴۰۰$

$\frac{\Delta B}{\Delta C} = ۰/۷۰$

پروژه A اقتصادی‌تر از پروژه C است. پروژه C از مقایسه خارج و مقایسه نهایی بین پروژه‌های A و E انجام می‌شود:

$\Delta PW_C = ۵,۰۰۰$

$\Delta PW_B = ۱,۶۷۰$

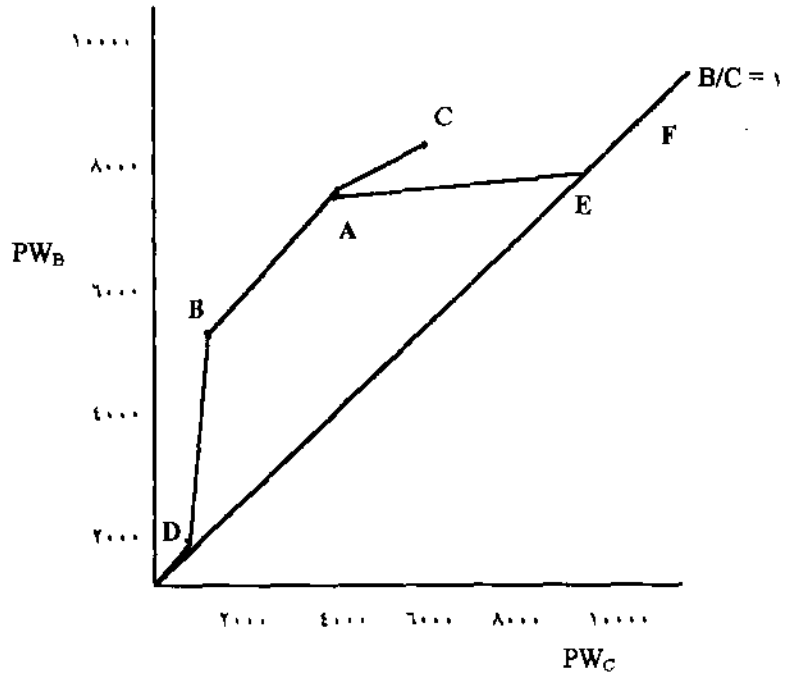
$\frac{\Delta B}{\Delta C} = ۰/۳۳$

پروژه A بعنوان اقتصادی‌ترین پروژه بین شش پروژه مذکور انتخاب می‌شود. اگرچه پروژه A به عنوان اقتصادی‌ترین پروژه انتخاب شد، ولی این پروژه دارای نسبت منافع به مخارج ۱/۸۳ بود که از نسبت منافع به مخارج پروژه B کمتر است. اقتصادی‌ترین پروژه همیشه دارای بیشترین نسبت منافع به مخارج نمی‌باشد و در حقیقت تجزیه و تحلیل سرمایه‌گذاری اضافی در مقایسه دو طرح ضروری است.

روش نسبت منافع به مخارج مانند روش نرخ بازگشت سرمایه با استفاده از روش ترسیمی نیز قابل انجام است. شکل (۱ـ۹) نقاط A، B، C، D، E و F را که مشخص کننده نسبت منافع به مخارج پروژه‌های نامبرده هستند نشان می‌دهد. B/C پروژه F در پایین خط $\frac{B}{C} = ۱$ قرار دارد و F از مقایسه حذف شده است. نقطه E (نشان‌دهنده $\frac{B}{C}$ پروژه E) که دارای $\frac{B}{C} = ۱$ می‌باشد در روی خط $\frac{B}{C} = ۱$ قرار دارد. نقاط A، B، C و D نیز در بالای خط $\frac{B}{C} = ۱$ نمایان هستند. شیب خط BD نسبت به $\frac{B}{C} = ۱$ بیانگر اقتصادی‌تر بودن پروژه B نسبت به پروژه D است.

به همین ترتیب شیب خط AB نشان می‌دهد که پروژه A اقتصادی‌تر از پروژه B

می‌باشد. شیب خط AC پروژه A را برتر از پروژه C می‌سازد و بالاخره مقایسه نهایی بین A و E انجام می‌گیرد و شیب AE نمایانگر این است که پروژه A اقتصادی‌ترین پروژه می‌باشد.



شکل (۱-۹)

مسائل فصل نهم

● ۱-۹- وزارت راه بررسی یک بزرگراه را در کاشان مورد بررسی قرار داده است. هزینه اولیه این بزرگراه ۶ میلیون واحد پولی با هزینه سالیانه ۲۰,۰۰۰ واحد پولی است. درآمد حاصل از افزایش توریستها در سال ۳۵۰,۰۰۰ واحد پولی تخمین زده شده است. اگر عمر مفید این بزرگراه را ۲۵ سال و حداقل نرخ جذب کننده را ۱۰٪ فرض کنیم با استفاده از روش B/C آیا ساختن این بزرگراه اقتصادی است؟

● ۲-۹- وزارت نیرو بررسی ساختن سد کوچکی را در لاهیجان مورد بررسی قرار می‌دهد. هزینه اولیه این سد ۲/۲ میلیون واحد پولی با هزینه سالیانه ۱۰۰,۰۰۰ واحد پولی است. هزینه تعمیرات جزئی هر پانزده سال یکبار اتفاق می‌افتد و مبلغ آن ۶۵,۰۰۰ واحد پولی است. با ایجاد این سد خسارت ناشی از باران از ۹۰,۰۰۰ واحد پولی در سال به ۱۰,۰۰۰ واحد پولی در سال کاهش می‌یابد. با استفاده از روش نسبت منافع به مخارج و با فرض اینکه عمر مفید سد دائمی و حداقل نرخ جذب کننده ۱۵٪ در سال است، آیا پروژه سد یک پروژه اقتصادی است؟

● ۳-۹- وزارت کشاورزی یک پروژه جدید آبیاری را در جنوب تهران بررسی می‌کند. هزینه اولیه این پروژه ۱/۵ میلیون واحد پولی با هزینه نگهداری ۲۵,۰۰۰ واحد پولی در سال است. اگر درآمد کشاورزان ۱۷۵,۰۰۰ واحد پولی در سال افزایش داشته باشد با استفاده از روش نسبت منافع به مخارج و با فرض اینکه عمر پروژه ۲۰ سال و حداقل نرخ جذب کننده ۸٪ است آیا این پروژه اقتصادی است؟

● ۴-۹- در مسأله (۳-۹) چنانچه هر سه سال یکبار وزارت کشاورزی مجبور به لایروبی سد با هزینه ۶۰,۰۰۰ واحد پولی باشد و خسارت وارد شده به کشاورزان ۱۵,۰۰۰ واحد پولی در سال پیش‌بینی شود آیا در شرایط فعلی این طرح اقتصادی است؟

● ۵-۹- برای رسیدن به شهرستان کلاردشت در استان مازندران می‌توان از شهرستان مرزن‌آباد در جاده‌ای بطول ۲۵ کیلومتر و یا از شهرستان عباس‌آباد در جاده‌ای بطول ۲۵

کیلومتر عبور کرد، جاده‌ها نیاز به آسفالت دارند و آسفالت نامناسب از مرزن‌آباد به کلاردشت و جاده خاکی از عباس‌آباد به کلاردشت همه‌ساله زیانهای بسیاری به اتومبیلها وارد می‌نماید. آسفالت یکی از راهها امری ضروری است. اطلاعات زیر دراختیار است:

	از مرزن‌آباد (M)	از عباس‌آباد (A)
هزینه اولیه	۱۵,۰۰۰,۰۰۰	۱۰,۰۰۰,۰۰۰
هزینه تعمیرات سالیانه	۵۵,۰۰۰	۳۵,۰۰۰
منافع به مردم از طریق توریست و اتومبیل‌های آنها در سال	۲۰۰,۰۰۰	۴۵۰,۰۰۰

عمر مفید آسفالت را ۱۰ سال در نظر بگیرید و با استفاده از روش نسبت منافع به مخارج با فرض MARR = ٪۵ اقتصادی‌ترین طرح را تعیین نمائید.

● ۹-۶- یک شرکت ساختمانی بررسی خرید قطعه زمینی را به مبلغ ۱۰۰,۰۰۰ واحد پولی و ساختن ساختمانی جهت اجاره به پزشکان را بررسی می‌کند. سه نوع مختلف ساختمان از نظر تعداد طبقه در بررسیهای این شرکت دخالت داده شده‌اند. اطلاعات زیر در مورد ساختمان دو، پنج و ده طبقه موجود است.

	دوطبقه	پنج‌طبقه	ده‌طبقه
هزینه ساختمان مجزا از زمین	۴۰۰,۰۰۰	۸۰۰,۰۰۰	۲,۱۰۰,۰۰۰
قیمت فروش ساختمان و زمین پس از ۲۰ سال	۲۰۰,۰۰۰	۳۰۰,۰۰۰	۴۰۰,۰۰۰
درآمد از اجازه بطور سالیانه پس از کسر هزینه‌ها	۷۰,۰۰۰	۱۰۵,۰۰۰	۲۵۶,۰۰۰

با استفاده از روش نسبت منافع به مخارج اقتصادی‌ترین نوع ساختمان را تعیین

نمائید. MARR = ٪۸ فرض می‌شود.

● ۷ـ۹ـسه پروژه زیر با اطلاعات داده شده در اختیار است. اقتصادی‌ترین پروژه را با در نظر گرفتن MARR = ٪۱۲ تعیین نمائید.

	A	B	C
هزینه اولیه	۵۰	۱۵۰	۱۱۰
درآمد سالیانه	۲۸/۸	۳۹/۶	۳۹/۶
عمر مفید	۲	۶	۴

● ۸ـ۹ـدر مسئله (۶ـ۷)، مقایسه سه پمپ X و Y و Z را از طریق نسبت منافع به مخارج انجام دهید. درآمد سالیانه در هر پمپ ۳۲,۰۰۰ واحد پولی است.

● ۹ـ۹ـ در مسئله (۶ـ۴) خرید یکی از پرسهای T5 و M4 را از طریق نسبت منافع به مخارج تعیین نمائید. درآمد سالیانه هر ماشین ۳۵,۰۰۰ واحد پولی است.

● ۱۰ـ۹ـدرمسئله (۶ـ۸) خریدیکی ازماشینهای‌تراش F25 و H83 را ازطریق‌نسبت منافع به مخارج تعیین نمائید. درآمد سالیانه هر ماشین ۲۲,۰۰۰ واحد پولی پیش‌بینی می‌شود.

● ۱۱ـ۹ـ در مسئله (۵ـ۸) مقایسه دو پروژه A و B را از طریق نسبت منافع به مخارج انجام دهید.

● ۱۲ـ۹ـدر مسئله (۸ـ۸) مقایسه سه پروژه A و B و C را از طریق نسبت منافع به مخارج انجام دهید.

● ۱۳ـ۹ـدر مسئله (۹ـ۸) مقایسه چهار پروژه A و B و C و D را از طریق نسبت منافع به مخارج انجام دهید.

فصل دهم

تکنیکهای دیگر اقتصاد مهندسی

علاوه بر تکنیکهای ذکر شده که شامل ارزش فعلی، هزینه سالیانه، نرخ بازگشت سرمایه و نسبت منافع به مخارج بودند تکنیکهای دیگری که بی‌شباهت به تکنیکهای فوق نیستند نیز مطرح هستند که به تشریح آنها می‌پردازیم:

روش دورهٔ بازگشت سرمایه

«دوره بازگشت سرمایه»[1] یک روش تقریبی برای مقایسه اقتصادی پروژه‌هاست، تحلیل‌گر با استفاده از این روش، در جستجوی دوره یا مدت زمانی است که سرمایه اولیه بتواند توسط درآمدهای سالیانه جبران شود. به عبارت ساده‌تر مجموع درآمدهای سالیانه در آن دوره برابر با هزینه‌های سرمایه‌گذاری گردد. رابطه کلی محاسبه دورهٔ بازگشت سرمایه P.P. در زیر آمده است:

$$-P + \sum_{j=1}^{n'} (CF)_j = 0 \qquad (10-1)$$

در رابطه فوق CF برابر فرآیند مالی در پایان سال jام می‌باشد. اگر درآمدهای سالیانه در پایان هر سال مساوی فرض شوند، n' دوره بازگشت سرمایه از طریق رابطه زیر قابل محاسبه است:

---

1 - Payback Period

$$n' = \frac{P}{CF}$$

● مثال ۱ـ۱۰ـ دو نوع ماشین ATL و TOM را می‌توان برای حمل و نقل مواد در کارخانه مورد استفاده قرار داد. اطلاعات زیر در مورد هزینه اولیه و درآمد سالیانه این دو ماشین در اختیار است:

	ATL	TOM
هزینه اولیه	۲,۰۰۰	۳,۰۰۰
درآمد سالیانه	۴۵۰	۶۰۰
ارزش اسقاطی در پایان عمر مفید	۱۰۰	۷۰۰

اگر انتظار رود این دو ماشین دارای عمر مفید ۸ سال باشند و MARR = ٪۸ فرض شود کدام ماشین را برای خرید توصیه می‌کنید؟

حل: طبق رابطه ۲ـ۱۰ دوره بازگشت سرمایه به ترتیب زیر محاسبه می‌گردد:

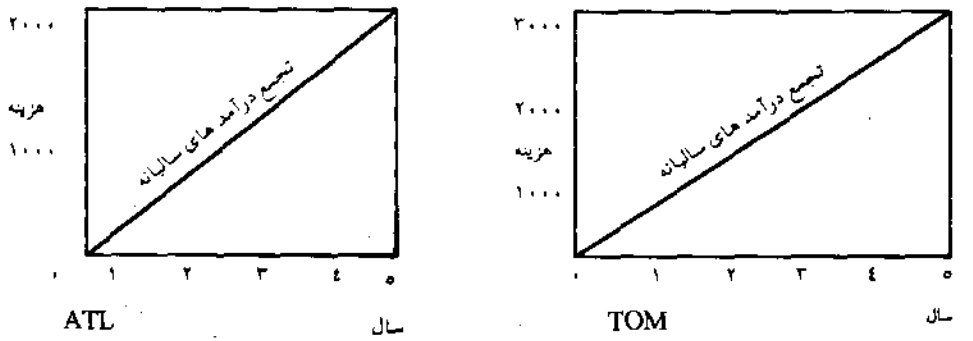
$$\text{ATL:}\quad P.P. = \frac{۲,۰۰۰}{۴۵۰} = ۴/۴ \text{ سال}$$

$$\text{TOM:}\quad P.P. = \frac{۳,۰۰۰}{۶۰۰} \approx ۵ \text{ سال}$$

با توجه به جوابهای فوق و شکل (۱ـ۱۰) درآمدهای سالیانه ماشین ATL پس از مدت ۴/۴ سال هزینه اولیه را تامین و در ماشین TOM نیز پس از مدت ۵ سال هزینه اولیه توسط درآمدهای سالیانه تامین می‌شود.

کتابخانه مرکز آموزش مالی
دهاء

جهت تعیین اقتصادی‌ترین طرح باید از «حداکثر دوره بازگشت سرمایه جذب کننده[1]» سرمایه‌گذار اطلاع داشت. اگر MAPP < ۴/۴ باشد هیچ‌کدام از ماشینها انتخاب نمی‌شوند ولی اگر MAPP > ۵ باشد ماشین ALT انتخاب خواهد گردید.



شکل (۱-۱۰)

همانطور که مشاهده می‌گردد روش محاسبهٔ دورهٔ بازگشت سرمایه تفاوت زیادی با روشهای بحث شده در فصلهای قبل دارد. نکات زیر قبل از استفاده از این روش باید در نظر گرفته شود:

۱ـ این روش یک روش تقریبی است نه یک روش صحیح و کامل برای تجزیه و تحلیل اقتصادی پروژه‌ها.

۲ـ کلیه هزینه‌ها و درآمدها بدون در نظر گرفتن ارزش زمانی پول مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

۳ـ پارامترهای مهم در هر سرمایه‌گذاری از قبیل ارزش اسقاطی عمر مفید، استهلاک، مالیات و غیره معمولاً مورد استفاده قرار نمی‌گیرند.

۴ـ با توجه به موارد فوق نتیجه حاصل از این روش غالباً صحیح نیست و

1 - Maximum Attractive Payback Period (MAPP)

معمولاً نتیجه حاصله با نتیجه روشهای تشریح شده در فصلهای گذشته متفاوت است.

البته سرمایه‌گذاران بسیار مشتاقند که از مدت زمان بازگشت سرمایه آگاه باشند و این عامل نوعی ایجاد انگیزه برای سرمایه‌گذاری است. معمولاً سرمایه‌گذاران با توجه به شرایط اقتصادی و اجتماعی تمایل به سرمایه‌گذاری در پروژه‌های کوتاه‌مدت دارند. بهمین جهت در روش دورهٔ بازگشت سرمایه پروژه‌ای اقتصادی‌تر است که دارای دوره بازگشت سرمایه کوچکتر باشد.

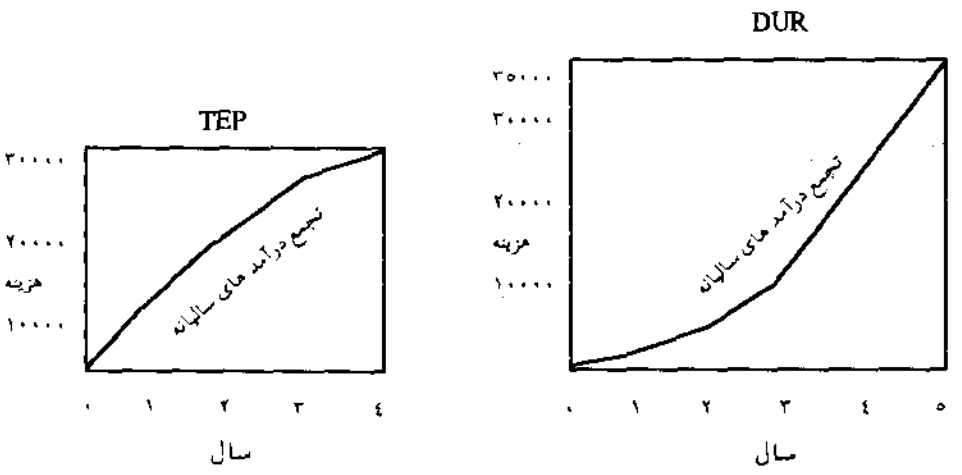
● ۲ـ۱۰ـ دو ماشین TEP و DUR با مشخصات زیر در اختیار است. با استفاده از روش دورهٔ بازگشت سرمایه انتخاب اقتصادی‌ترین ماشین را تعیین نمائید. حداکثر دوره بازگشت سرمایه برابر ۶ سال می‌باشد. نتیجه بررسی را با روش نرخ بازگشت سرمایه مقایسه نمائید.

	DUR	TEP
هزینه خرید و نصب	۳۵,۰۰۰	۳۰,۰۰۰
درآمد سالیانه خالص	۱,۰۰۰ در سال اول و هر سال ۳,۰۰۰ افزایش می‌یابد	۱۲,۰۰۰ در سال اول و هر سال ۳,۰۰۰ کاهش می‌یابد
عمر مفید	۸	۴

حداقل نرخ جذب کننده ۱۰٪ فرض می‌شود. جدول زیر فرآیند مالی دو ماشین را تا سال هشتم نشان می‌دهد.

سال	TEP	DUR
۰	-۳۰,۰۰۰	-۳۵,۰۰۰
۱	۱۲,۰۰۰	۱,۰۰۰
۲	۹,۰۰۰	۴,۰۰۰
۳	۶,۰۰۰	۷,۰۰۰
۴	۳,۰۰۰	۱۰,۰۰۰
۵	۰	۱۳,۰۰۰
۶	۰	۱۶,۰۰۰
۷	۰	۱۹,۰۰۰
۸	۰	۲۲,۰۰۰

حل: دورهٔ بازگشت سرمایه به سادگی قابل محاسبه است. ماشین TEP پس از ۴ سال و ماشین DUR پس از ۵ سال قادرند با درآمدهای سالیانه مربوطه هزینه اولیه خرید را تامین نمایند. شکل (۲-۱۰) موقعیت دو ماشین را در محاسبه دورهٔ بازگشت سرمایه نشان می‌دهد.



شکل (۲-۱۰)

طبق روش دورهٔ بازگشت سرمایه، طرح خرید ماشین TEP بر DUR برتری دارد. برای آزمون نتیجه این روش، می‌توان از روش نرخ بازگشت سرمایه بهره برد. طبق جدول قبل، از آنجا که مجموع هزینه‌ها و درآمدهای ماشین TEP برابر صفر است، نرخ بازگشت سرمایه این ماشین نیز برابر صفر می‌باشد. نرخ بازگشت سرمایه DUR به ترتیب زیر محاسبه می‌شود:

$NPW = ۰$

$-۳۵,۰۰۰ + ۱,۰۰۰ (P/A, i\%, ۸) + ۳,۰۰۰ (P/G, i\%, ۸) = ۰$

$i = ٪۲۰ \qquad NPW = -۱,۵۲۰$

$i = ٪۱۵ \qquad NPW = ۶,۹۳۰$

$ROR_{DUR} = ٪۱۹$

$ROR_{TEP} = ٪۰$

با در نظر گرفتن MARR = ٪۱۰ بدیهی است ماشین DUR اقتصادی‌تر از TEP می‌باشد و این نتیجه با نتیجه حاصل از روش دورهٔ بازگشت سرمایه متفاوت است و در این مسئله روش دورهٔ بازگشت سرمایه نتیجه‌ای غلط ارائه داده است.

روش تجزیه و تحلیل عمر خدمت[1]

اگر در روش دورهٔ بازگشت سرمایه ارزش زمانی پول رعایت گردد، یک روش منطقی خواهد بود و نتیجه حاصله دقیقاً مطابق با نتایج روشهای تشریح شده در فصلهای گذشته است. در این روش عمر مفید واقعی طرح محاسبه می‌شود. این عمر مفید که آنرا عمر خدمت می‌نامیم، در حقیقت عمر اقتصادی طرح می‌باشد.

رابطه کلی محاسبه به ترتیب زیر است:

$$-P + \sum_{j=۱}^{n} (CF)_j \ (P/F, i\%, j) = ۰ \qquad (۱۰-۳)$$

1 - Service - Life Analysis

در این رابطه برخلاف رابطه (۱ـ۱۰) حداقل نرخ جذب کننده و پارامترهای دیگری نظیر ارزش اسقاطی در نظر گرفته می‌شود. بدیهی است عمر خدمت باید با حداکثر دورهٔ بازگشت سرمایه جذب کننده مقایسه گردد تا اقتصادی بودن طرح مشخص شود.

● مثال ۳ـ۱۰ـ یک ماشین نیمه‌اتوماتیک جهت بسته‌بندی چای دارای قیمت ۱۸،۰۰۰ واحد پولی، با ارزش اسقاطی ۳،۰۰۰ و درآمد سالیانه ۳،۰۰۰ واحد پولی می‌باشد و MARR = ٪۱۵ فرض می‌شود. شرکت خریدار ماشین انتظار ندارد این ماشین بیش از ۱۰ سال کار کند (حداکثر دورهٔ بازگشت سرمایه جذب کننده ۱۰ سال است). با استفاده از روش تجزیه و تحلیل عمر خدمت آیا شرکت را تشویق به خرید این ماشین می‌نمائید.

حل: طبق رابطه ۳ـ۱۰ عمر خدمت تعیین می‌شود:

$$-۱۸,۰۰۰ + \sum_{j=۱}^{n'} (CF)_j \, (P/F \text{ ، } ٪۱۵ \text{ ، } j) = ۰$$

$$-۱۸,۰۰۰ + EUAB \, (P/A \text{ ، } ٪۱۵ \text{ ، } n') + SV \, (P/F \text{ ، } ٪۱۵ \text{ ، } n') = ۰$$

$$-۱۸,۰۰۰ + ۳,۰۰۰ \, (P/A \text{ ، } ٪۱۵ \text{ ، } n') + ۳,۰۰۰ \, (P/F \text{ ، } ٪۱۵ \text{ ، } n') = ۰$$

اگر

$n' = ۱۵ \qquad NPW = -۸۹/۱۰$

$n' = ۱۶ \qquad NPW = ۱۸۳/۳۰$

$n' = ۱۵/۳$ سال

نتیجه حاصله نشان می‌دهد که پس از ۱۵/۳ سال، درآمدهای ماشین که شامل درآمد سالیانه و ارزش اسقاطی هستند قادرند سرمایه اولیه آنرا تامین نمایند. در حالیکه شرکت انتظار ندارد این ماشین بیش از ده سال فعالیت بسته‌بندی داشته باشد، خرید این ماشین **توصیه نمی‌شود.**

● مثال ۴ـ۱۰ـ یک شرکت تولیدی برای ۱۰ سال آینده نیاز به یک ماشین شستشو و تمیز کننده دارد و امکان خرید و یا اجاره این ماشین را نیز دارد. قیمت نقدی این ماشین ۲۵,۰۰۰ واحد پولی و پس از استفاده فاقد ارزش اسقاطی است. هزینه عملیاتی آن ۵,۰۰۰ واحد پولی در سال می‌باشد. اگر این ماشین اجاره شود باید ۱۰,۰۰۰ واحد پولی در سال به اجاره دهنده پرداخت شود. اگر حداقل نرخ جذب کننده ۱۲٪ باشد شرکت باید این ماشین را اجاره یا خریداری نماید؟ جواب را تحلیل نمائید.

حل: از روش هزینه سالیانه استفاده نموده EUAC خرید یا اجاره به صورت زیر محاسبه می‌شود:

اجاره $EUAC_۱ = ۱۰,۰۰۰$

خرید $EUAC_۲ = ۲۵,۰۰۰ (A/P ، ٪۱۲ ، n) + ۵,۰۰۰$

یکی از راههای مقایسه دو طرح با توجه به روش تجزیه و تحلیل عمر خدمت، مساوی قرار دادن EUAC خرید و اجاره و پیداکردن عمری است که در آن، هزینه سالیانه دو طرح اجاره و خرید مساوی باشند.

$$EUAC_۲ = EUAC_۱$$

$$۲۵,۰۰۰ (A/P ، ٪۱۲ ، n') + ۵,۰۰۰ = ۱۰,۰۰۰$$

$$(A/P ، ٪۱۲ ، n') = \frac{۵,۰۰۰}{۲۵,۰۰۰} = ۰/۲۰$$

در سال $n = ۸$ مقدار فاکتور طبق جدول $(A/P ، ٪۱۲ ، ۸) \approx ۰/۲۰۱۳$ و در $n = ۹$ ، $(A/P ، ٪۱۲ ، ۹) = ۰/۱۸۷۶۸$ می‌شود و در سال $n' = ۸/۱$ دو طرح خرید یا اجاره دارای هزینه سالیانه مساویند.

بطورکلی نتایج زیر حاصل می‌شود:

نتیجه	عمر خدمت
دو طرح خرید و اجاره یکسان است	$n' = ۸/۱$
طرح خرید اقتصادی‌تر است	$n' > ۸/۱$
طرح اجاره اقتصادی‌تر است	$n' < ۸/۱$

روش ارزش آینده[1]

روش ارزش آینده، ارزش کلیه هزینه‌ها و درآمدها با توجه به نرخ بهره یا حداقل نرخ جذب کننده معین، در آینده محاسبه شده و مبنائی برای انتخاب یک طرح اقتصادی و مقایسه اقتصادی چند طرح خواهد بود.

اگر طرح از پارامترهای (P) هزینه اولیه، (A) هزینه سالیانه یا درآمد سالیانه و SV ارزش اسقاطی، و (n) عمر مفید تشکیل شود، رابطه کلی «ارزش آینده خالص[2]» NFW به ترتیب زیر است:

$$NFW = -P\,(F/P\,,i\%\,,n) \pm A\,(F/A\,,i\%\,,n) + SV \qquad (۱۰\text{-}۴)$$

● مثال ۵-۱۰- یک دانشجوی ۲۰ ساله که به سیگار اعتیاد دارد و در هر هفته ۲۰۰۰ واحد پولی سیگار خریداری می‌نماید، می‌خواهد بداند که اگر هزینه سیگار را در بانک با نرخ بهره سالیانه ۲۰٪ (بهره شش ماهه پرداخت می‌شود) پس‌انداز نماید، در پایان ۶۵ سال چقدر پس‌انداز (اصل و فرع) خواهد داشت.

حل: از آنجاکه بهره شش ماهه پرداخت می‌شود او هر شش ماه یکبار باید مبلغ:

$۲۰۰۰ \times ۲۶ = ۵۲,۰۰۰$

واحد پولی را در مدت ۴۵ سال یا ۹۰ دورهٔ شش ماهه با نرخ ۱۰٪ پس‌انداز نماید. ارزش

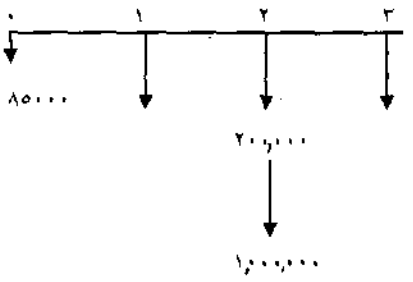
1 - Future Worth Analysis
2 - Net Future Worth Analysis

آینده عبارت است از:

$FW = ۵۲,۰۰۰ (F/A ، ٪۱۰ ، ۹۰) = ۲,۷۶۲,۱۲۴,۰۰۰$ واحد پولی

● ۶ـ۱۰ـ شرکت تولیدکننده لوازم الکتریکی امید که در تهران دارای واحد تولیدی است، علاقمند به ایجاد شعبه‌ای از کارخانه در همدان می‌باشد. شرکت با دو طرح خرید زمین و ساختن کارخانه و یا خرید یک کارخانه قدیمی که قبلاً لوازم خانگی تولید می‌کرده و تولیدش متوقف شده است روبروست. قیمت خرید زمین ۸۵,۰۰۰ واحد پولی است. در سال اول هزینه‌های مقدماتی ساختمان ۲۰۰,۰۰۰ واحد پولی، در سال دوم ۱,۲۰۰,۰۰۰ واحد پولی و در سال سوم هزینه نصب ماشین‌آلات ۲۰۰,۰۰۰ واحد پولی خواهد بود. در طرح خرید کارخانه قدیمی، قیمت خرید کارخانه ۸۵۰,۰۰۰ واحد پولی است. این کارخانه در سال اول ۲۵۰,۰۰۰ واحد پولی و در سال دوم نیز ۲۵۰,۰۰۰ واحد پولی مخارج طراحی خط تولید و تغییرات ساختمانی دارد و در سال سوم نیز ۲۵۰,۰۰۰ واحد پولی مخارج نصب ماشین‌آلات را باید پرداخت نماید. اگر حداقل نرخ جذب کننده ۸٪ فرض شود، کدام طرح در پایان سال سوم حداقل هزینه را خواهد داشت؟

حل: فرایند مالی طرح ساختن کارخانه جدید عبارتند از:



ساختمان جدید FWC = ۸۵,۰۰۰ (F/P ، ٪۸ ، ۳) + ۲۰۰,۰۰۰ (F/A ، ٪۸ ، ۳) +

۱,۰۰۰,۰۰۰ (F/P ، ٪۸ ، ۱۰) =

= ۱,۸۳۶,۰۰۰

و ارزش آینده طرح خرید کارخانه قدیمی:

خرید کارخانه FWC = ۸۵۰,۰۰۰ (F/P ، ٪۸ ، ۳) + ۲۵۰,۰۰۰ (F/A ، ٪۸ ، ۳)

= ۱,۸۲۲,۰۰۰

طرح ساختمان جدید به علت داشتن ارزش آینده هزینه‌ای کمتر اقتصادی‌تر می‌باشد.

مسائل فصل دهم

● ۱ـ۱۰ـ مسئله (۵ـ۸) را با استفاده از روش دورهٔ بازگشت سرمایه حل نموده، نتایج دو مسئله را با هم مقایسه نمائید.

● ۲ـ۱۰ـ مسئله (۶ـ۸) را با استفاده از روش دورهٔ بازگشت سرمایه حل نموده، نتایج دو مسئله را با هم مقایسه نمائید.

● ۳ـ۱۰ـ مسئله (۸ـ۸) را با استفاده از روش دورهٔ بازگشت سرمایه حل و نتایج دو مسئله را با هم مقایسه نمائید.

● ۴ـ۱۰ـ مسئله (۱ـ۹) را با استفاده از روش تجزیه و تحلیل عمر خدمت حل و نتایج دو مسئله را مقایسه نمائید.

● ۵ـ۱۰ـ در مسئله (۵ـ۹) عمر خدمت را برای دو جاده محاسبه و اقتصادی‌ترین را انتخاب نمائید.

● ۶ـ۱۰ـ مسئله (۷ـ۹) را از دو روش دورهٔ بازگشت سرمایه وروش تجزیه و تحلیل عمر خدمت بررسی اقتصادی نمائید.

● ۷ـ۱۰ـ مسئله (۷ـ۶) را با استفاده از روش ارزش آینده حل نمائید.

● ۸ـ۱۰ـ مسئله (۸ـ۶) را با استفاده از روش ارزش آینده حل نمائید.

● ۹ـ۱۰ـ مسئله (۲ـ۷) را با استفاده از روش ارزش آینده حل نمائید.

● ۱۰-۱۰ـ مسئله (۸ـ۸) را با استفاده از روش ارزش آینده حل نمائید.

● ۱۱-۱۰ـ مسئله (۵ـ۹) را با استفاده از روش ارزش آینده حل نمائید.

بخش سوم

تجزیه و تحلیل اقتصادی بعد از کسر مالیات

فصل یازدهم : استهلاک

فصل دوازدهم : تجزیه و تحلیل اقتصادی بعد از کسر مالیات

فصل سیزدهم : آنالیز جایگزینی (تعویض)

فصل چهاردهم: آنالیز حساسیت

فصل پانزدهم : تورم

فصل یازدهم

استهلاک

استهلاک[1] نقشی اساسی در مقایسه اقتصادی بعد از مالیات دارد. هدف از این فصل، شناخت استهلاک و روشهای تعیین مقدار استهلاک و بررسی نقش این پارامتر مهم در مطالعات اقتصادی است. مطالعات اقتصادی رابطه نزدیکی با مدیریت مالی دارد. به این ترتیب که پارامترهایی نظیر درآمد سالیانه، هزینه‌های عملیاتی شامل مواد، نیروی انسانی، انرژی و... و پارامتر استهلاک پس از محاسبه و یا استخراج از دفاتر مالی یک موسسه، در مطالعات اقتصادی شرکت داده می‌شوند. استهلاک نقش موثری در محاسبه مقدار مالیات و میزان فرآیند مالی بعد از مالیات دارد. انتخاب یک روش استهلاک مناسب باعث افزایش ارزش فعلی خالص و یا نرخ بازگشت سرمایه می‌گردد.

تعریف استهلاک

استهلاک دارای معانی بسیاری است که چند تعریف آن در زیر آمده است:

۱ـ کاهش ارزش یک دارائی. این کاهش عبارت است از اختلاف ارزش یک دارائی در دو زمان مختلف به هر دلیلی که کاهش صورت گرفته باشد.

۲ـ توزیع هزینه یا ارزش اولیه یک دارائی منهای ارزش اسقاطی (اگر قابل پیش‌بینی و تخمین باشد) در طول عمر مفید دارائی.

۳ـ تفاوت ارزش یک دارائی موجود که قبلاً خریداری شده، با یک دارائی فرضی که به عنوان استاندارد مقایسه بکار رفته است. اگر با پیشرفت تکنولوژی، پدیده‌های جدید بوجود آیند ارزش دارائی (وسائل و ماشین‌آلات) موجود در موسسه با آنها سنجیده

---

1 - Depreciation

می‌شود و تفاوت، عبارت از مقدار استهلاک دارائی موجود است.

دلایل وجود استهلاک

استهلاک دارائی‌ها به دلایل زیر صورت می‌پذیرد:

۱ـ پیشرفت تکنولوژی: تحقیقات علمی که نتیجه آن پیشرفت سریع تکنولوژی است، روشهایی اقتصادی‌تر را برای انجام کارها عرضه می‌نماید که جانشین راههای موجود می‌گردد و در حقیقت قبل از اینکه ماشین‌آلات و تجهیزات یک شرکت غیرقابل استفاده شوند ماشین‌آلات پیشرفته‌تر به بازار می‌آید. بدیهی است که ارزش ماشین‌آلات قدیمی کاهش می‌یابد و یا گاهی ماشین‌آلات بی‌ارزش می‌شوند.

۲ـ فرسودگی ماشین‌آلات یا ساختمانها: فرسودگی به علت افزایش طول عمر و تولید زیاد پدید می‌آید، هزینه تعمیرات و نگهداری افزایش و کیفیت محصول کاهش می‌یابد و ناچاراً تعویض صورت می‌گیرد.

۳ـ تغییرات مقررات عمومی مربوط به ماشین‌آلات یا ساختمانها: موجود نبودن شرایط ایمنی و حفاظت در ماشین‌آلات، شرایط مواد به کار رفته در ساختمان، ایجاد آلودگی هوا و غیره باعث کاهش قیمت دارائی یا تعویض آن می‌گردد.

۴ـ تغییر در مقدار و نوع سرویس مورد لزوم: تغییر (کاهش) مقدار تقاضا برای کالا یا خدمات عرضه شده توسط یک ماشین و یا تغییر در نوع محصول، باعث کاهش قیمت یا تعویض ماشین و خرید ماشین مطابق تقاضا می‌شود.

۵ـ ایجاد خسارات جانی و مالی توسط یک دارائی باعث تعویض آن می‌شود.

یکی و یا ترکیبی از دلایل فوق باعث مستهلک شدن دارائی می‌شود. ممکن است یک ماشین قدیمی با ماشین جدید به دلایل: کاهش هزینه عملیاتی دستگاه جدید، تولید بیشتر در دستگاه جدید، هزینه‌های تعمیرات و نگهداری کمتر در دستگاه جدید و فرسودگی ماشین قدیمی حتی قبل از گذراندن نیمه عمر مفید خود باعث تعویض دو ماشین گردد.

ارزش دفتری

ارزش دفتری[1] یک دارائی در هر زمان عبارت است از تفاوت ارزش یا هزینه اولیه آن دارائی با مجموع مبالغ استهلاک تا آن زمان.

روشهای محاسبه استهلاک

روشهای مختلفی برای محاسبه مقدار استهلاک موجود است. انتخاب هر روش استهلاک بستگی به قوانین و سیاستهای مالی هر کشور دارد و اگر قوانین یک کشور اجازه انتخاب روش معینی را برای محاسبه استهلاک داد، آن روش می‌تواند قابل استفاده باشد. تشریح روشهای محاسبه استهلاک در زیر آمده است:

۱ـ روش خط مستقیم

روش خط مستقیم[2] ساده‌ترین و شاید متداولترین روش محاسبه استهلاک است. در این روش مقدار استهلاک سالیانه ثابت است و طبق رابطه زیر حاصل می‌شود:

$$D = \frac{P - SV}{n} \qquad (۱۱-۱)$$

D = مقدار استهلاک سالیانه

P = هزینه اولیه دارائی

SV = ارزش اسقاطی دارائی

n = عمر استهلاک دارائی

P، هزینه اولیه دارائی شامل خرید، هزینه‌های حمل و هزینه‌های نصب و کلیه هزینه‌های متعلقه دیگر است. از آنجا که دارائی هر سال تحت مقدار معینی مستهلک می‌شود، مقدار ارزش دفتری پس از m سال به صورت زیر تعیین می‌شود:

---

1 - Book Value

2 - Straight Line Method (SL)

$$BV_m = P - m.D \qquad m = ۱ , ۲ , \dots , n \qquad (۱۱-۲)$$

● ۱-۱۱-هزینه اولیه یک ماشین ۸۰,۰۰۰ واحد پولی با عمر مفید (استهلاکی) ۱۰ سال و ارزش اسقاطی ۱۰,۰۰۰ واحد پولی است. مقدار استهلاک سالیانه و ارزش دفتری سالیانه در جدول ۱-۱۱ آمده است:

$$D = \frac{۸۰,۰۰۰ - ۱,۰۰۰}{۱۰} = ۷,۰۰۰$$

سال (m)	استهلاک (D)	ارزش دفتری (BV_m)
۰	—	۸۰,۰۰۰
۱	۷,۰۰۰	۷۳,۰۰۰
۲	۷,۰۰۰	۶۶,۰۰۰
۳	۷,۰۰۰	۵۹,۰۰۰
۴	۷,۰۰۰	۵۲,۰۰۰
۵	۷,۰۰۰	۴۵,۰۰۰
۶	۷,۰۰۰	۳۸,۰۰۰
۷	۷,۰۰۰	۳۱,۰۰۰
۸	۷,۰۰۰	۲۴,۰۰۰
۹	۷,۰۰۰	۱۷,۰۰۰
۱۰	۷,۰۰۰	۱۰,۰۰۰

جدول ۱-۱۱

حل: مقدار ارزش دفتری در زمان خرید ($m = ۰$) برابر هزینه اولیه دارایی ($BV_۰ = P$) و ارزش دفتری در سال آخر ($m = n$) برابر با ارزش اسقاطی: $BV_n = SV$ است. مقدار

ارزش دفتری از رابطه (۲-۱۱) به صورت زیر می‌تواند محاسبه شود:

$BV_۱ = ۸۰,۰۰۰ - ۷,۰۰۰ = ۷۳,۰۰۰$

$BV_۲ = ۸۰,۰۰۰ - ۲\ (۷,۰۰۰) = ۶۶,۰۰۰$

$BV_{۱۰} = ۸۰,۰۰۰۰ - ۱۰\ (۷,۰۰۰) = ۱۰,۰۰۰$

طریقه دیگر محاسبه ارزش دفتری پس از محاسبه ستون D در جدول (۱-۱۱) به‌سادگی امکان‌پذیر است:

$BV_۱ = ۸۰,۰۰۰ - ۷,۰۰۰ = ۷۳,۰۰۰$

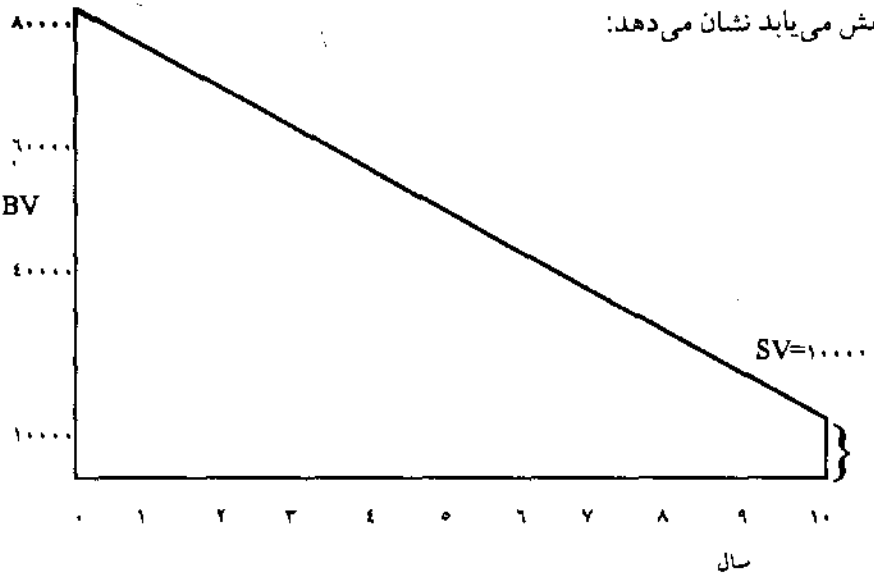
$BV_۲ = ۷۳,۰۰۰ - ۷,۰۰۰ = ۶۶,۰۰۰$

$BV_{۱۰} = ۱۷,۰۰۰۰ - ۷,۰۰۰ = ۱۰,۰۰۰$

و بطورکلی از رابطه زیر نیز می‌تواند استفاده شود:

$$BV_m = BV_{m-۱} - D \qquad (۳-۱۱)$$

شکل زیر مقدار ارزش دفتری راکه در هر سال مطابق مقدار ثابت استهلاک سالیانه کاهش می‌یابد نشان می‌دهد:



شکل (۱-۱۱)

۲ـ روش جمع ارقام سنوات

طبق «روش جمع ارقام سنوات»[1] مقدار استهلاک در سال اول بیشترین مقدار را دارد و برحسب یک نسبت مشخص کاهش می‌یابد تا جائی که در سال آخر کمترین مقدار استهلاک را داراست. در این روش ابتدا باید جمع ارقام سنوات ۱ تا n را محاسبه نمود و نسبت سالهای باقیمانده بر جمع ارقام سنوات را تعیین و در تفاوت هزینه اولیه منهای ارزش اسقاطی ضرب کرد:

$$D_m = \frac{\text{سالهای باقیمانده از عمر}}{\text{جمع ارقام سنوات}} \text{(ارزش اسقاطی – هزینه اولیه)}$$

$$D_m = \frac{n-m+1}{SYD}(P-SV) \qquad (11\text{-}4)$$

D_m = مقدار استهلاک در هر سال $\qquad m = 1,2,...,n$

SYD = جمع ارقام سنوات

مقدار جمع ارقام سنوات با استفاده از رابطه زیر قابل محاسبه است:

$$SYD = \sum_{m=1}^{n} m = \frac{n(n+1)}{2} \qquad (11\text{-}5)$$

اگر عمر مفید یک ماشین را ده سال فرض کنیم مقدار SYD عبارت است از:

$$SYD = \sum_{m=1}^{10} m = 1 + 2 + ... + 10 = 55$$

و یا

$$SYD = \frac{10(11)}{2} = 55$$

1 - Sum of the Years Digits Method (SOYD)

مقدار ارزش دفتری برای هر سال از رابطه زیر قابل محاسبه است:

$$BV_m = P - \left[\frac{m(n-(m/۲)+۰/۵)}{SYD}\right] \quad (P-SV) \qquad (۱۱-۶)$$

● مثال ۲-۱۱- مقدار استهلاک را از روش SOYD با اطلاعات مثال (۱-۱۱) محاسبه نمائید.

حل: ابتدا مقدار SYD را محاسبه و سپس با استفاده از روابط (۴-۱۱) و (۵-۱۱)، مقادیر استهلاک را برای هر سال تعیین و مقدار ارزش دفتری را نیز محاسبه می‌کنیم. جدول (۲-۱۱) مقادیر مربوطه را نشان می‌دهد:

$$SYD = \frac{۱۰(۱۱)}{۲} = ۵۵$$

$$D_۱ = \frac{۱۰-۱+۱}{۵۵} = (۸۰,۰۰۰ - ۱۰,۰۰۰) = ۱۲,۷۲۷$$

$$D_۲ = \frac{۹}{۵۵}(۷۰,۰۰۰) = ۱۱,۴۵۵$$

$$D_{۱۰} = \frac{۱}{۵۵}(۷۰,۰۰۰) = ۱,۲۷۳$$

محاسبه ارزش دفتری با استفاده از رابطه (۶-۱۱) و یا پس از تعیین مقادیر استهلاک (D_m) قابل انجام است. به‌عنوان مثال مقدار ارزش دفتری برای سال دوم عبارت است از:

$$BV_۲ = P - D_۱ - D_۲$$

$$BV_۲ = ۸۰,۰۰۰ - ۱۲,۷۲۷ - ۱۱,۴۵۵ = ۵۵,۸۱۸$$

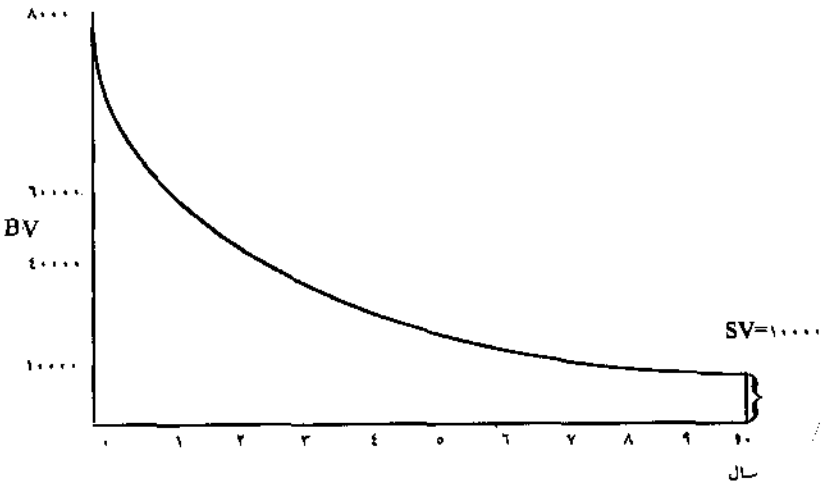
و یا با استفاده از (۶-۱۱):

$$BV_۲ = ۸۰,۰۰۰ - \left[\frac{۲(۱۰-(\frac{۲}{۲})+۰/۵)}{۵۵}\right](۸۰,۰۰۰ - ۱۰,۰۰۰)$$

$$= ۵۵,۸۱۸$$

سال (m)	استهلاک (D)	ارزش دفتری (BV_m)
۰	—	۸۰,۰۰۰
۱	۱۲,۷۲۷	۶۷,۲۷۳
۲	۱۱,۴۵۵	۵۵,۸۱۸
۳	۱۰,۱۸۲	۴۵,۶۳۶
۴	۸,۹۰۹	۳۶,۷۲۷
۵	۷,۶۳۶	۲۹,۰۹۱
۶	۶,۳۶۴	۲۲,۷۲۷
۷	۵,۰۹۱	۱۷,۶۳۶
۸	۳,۸۱۸	۱۳,۸۱۸
۹	۲,۵۴۵	۱۱,۲۷۳
۱۰	۱,۲۷۳	۱۰,۰۰۰

در این روش مقدار ارزش دفتری در سال آخر برابر با ارزش اسقاطی است. شکل **(۲-۱۱)** مقادیر ارزش دفتری در هر سال را نشان می‌دهد:



شکل (۲-۱۱)

۳ـ روش موجودی نزولی

در «روش موجودی نزولی»[1] مقدار استهلاک سالیانه برحسب یک نرخ یکنواخت و ثابت کاهش می‌یابد. مقدار استهلاک سالیانه از حاصلضرب آن نرخ ثابت در ارزش دفتری سال قبل حاصل خواهد شد. حداکثر نرخ برابر $\frac{۲}{n}$ و یا در حقیقت دوبرابر نرخ خط مستقیم است. چنانچه نرخ برابر $\frac{۲}{n}$ فرض شود روش استهلاک را «روش موجودی نزولی دوبل»[2] می‌نامند. بدیهی است با نرخ $\frac{۲}{n}$ بیشترین مقادیر استهلاک در سالهای اول قرار خواهد گرفت. مقدار استهلاک و ارزش دفتری طبق روابط زیر قابل محاسبه هستند:

$$D_m = BV_{m-۱}(d) \qquad (۱۱\text{ـ}۷)$$

و

$$BV_m = P(۱-d)^m \qquad (۱۱\text{ـ}۸)$$

و یا

$$D_m = d.P(۱-d)^{m-۱} \qquad (۱۱\text{ـ}۹)$$

در روابط فوق d نرخ ثابت است. مقایسه روابط فوق با روشهای دیگر استهلاک، بازگوکننده این نکته است که ارزش اسقاطی نقشی در محاسبه مقادیر استهلاک ندارد و لذا هیچ دلیلی برای برابر شدن ارزش دفتری در سال آخر با ارزش اسقاطی وجود ندارد. تنها با انتخاب یک نرخ ثابت مناسب می‌توان به تساوی ارزش دفتری در سال آخر با ارزش اسقاطی رسید. با استفاده از رابطه (۱۱ـ۸) و تساوی قرار دادن ارزش اسقاطی با ارزش دفتری در سال آخر می‌توان به نرخ ثابت مربوطه دست یافت:

$$SV = BV_n = P(۱-d)^n \qquad (۱۱\text{ـ}۱۰)$$

$$d = ۱ - (\frac{SV}{P})^{۱/n} \qquad (۱۱\text{ـ}۱۱)$$

رابطه فوق زمانی صادق است که $SV > ۰$ باشد. نرخ ثابت فوق کمتر از $d = \frac{۲}{n}$ می‌باشد. چنانچه نرخ ثابت (d) برابر مقدار در رابطه (۱۱ـ۱۱) نباشد بنابراین $SV \neq BV_n$ می‌باشد و برای دستیابی به تساوی به تغییر روش استهلاک نیاز است.

---

1 - Declining Balance Method (DB)

2 - Double Declining Balance Method (DDB)

● مثال ۳ـ۱۱ـ با استفاده از اطلاعات مثال (۱ـ۱۱) و کاربرد رابطه (۱۱ـ۱۱) مقدار استهلاک سالیانه را محاسبه نمائید.

$$d = ۱ - (\frac{SV}{P})^{۱/n}$$

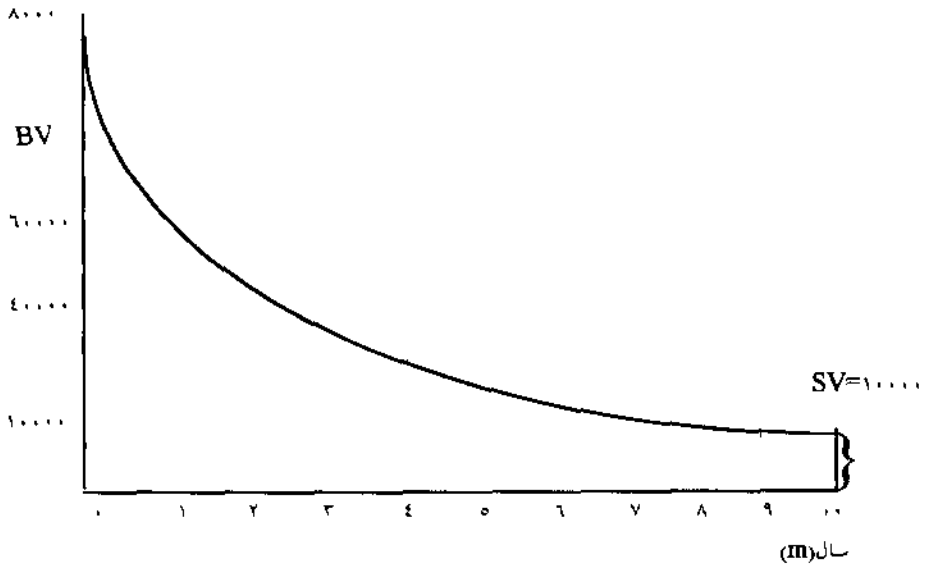
$$d = ۱ - (\frac{۱۰,۰۰۰}{۸۰,۰۰۰})^{۱/۱۰} = ۰/۱۸۸$$

حل: جدول زیر مقادیر استهلاک و ارزش دفتری سالیانه را نشان می‌دهد.

سال m	D_m	$BV_m = BV_{m-۱} - D_m$
۰	—	۸۰,۰۰۰
۱	۱۵,۰۴۰	۶۴,۹۶۰
۲	۱۲,۲۱۲	۵۲,۷۴۸
۳	۹,۹۱۷	۴۲,۸۳۱
۴	۸,۰۵۲	۳۴,۷۷۹
۵	۶,۵۳۸	۲۸,۲۴۱
۶	۵,۳۰۹	۲۲,۹۳۲
۷	۴,۳۱۱	۱۸,۶۲۱
۸	۳,۵۰۱	۱۵,۱۲۰
۹	۲,۸۴۳	۱۲,۲۷۷
۱۰	۲,۳۰۸	۹,۹۶۹

مقدار ارزش دفتری در سال دهم برابر ۹,۹۶۹ شده است. اگرچه این مقدار با SV = ۱۰,۰۰۰ به میزان ۳۱ اختلاف دارد و این اختلاف به دلیل اعشاری بودن d و گردشدن اعداد است، باید توجه داشت که اگر روش DDB یعنی $d = \frac{۲}{n} = \frac{۲}{۱۰} = ۰/۲$ انتخاب می‌شد نتایج با جدول فوق تفاوت داشت و از آنجا که $SV \neq BV_n$ می‌شد نیاز به تغییر روش استهلاک مشهود به نظر می‌رسید. شکل زیر (۳ـ۱۱) رابطه ارزش دفتری و

زمان (سال) را نشان می‌دهد و شکل کلی برای روش موجودی نزولی است وقتی d از رابطه (۱۱-۱۱) محاسبه شده باشد:



شکل (۳-۱۱)

تغییر روش موجودی نزولی به روش خطی

همانطور که اشاره شد چنانچه $BV_n \neq SV$ باشد برای رسیدن به تساوی بین SV و BV_n تغییر روش استهلاک از موجودی نزولی به روش خطی پیشنهاد می‌گردد. دو حالت

الف: $BV_n > SV$ و

ب: $BV_n < SV$

مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

الف: ارزش دفتری در سال آخر کوچکتر از ارزش اسقاطی است

در این حالت ارزش دفتری در سال آخر یا سالهای ماقبل آخر به مقداری کمتر از مقدار ارزش اسقاطی می‌رسد. شکل ۴-۱۱ حالت کلی را نشان می‌دهد. قاعده کلی برای

حل این‌گونه مسائل این است که از آن سالی که مقدار ارزش دفتری کمتر از مقدار ارزش اسقاطی شده است، پس از تصحیح، مقدار استهلاک را تعیین و مقادیر ارزش دفتری و ارزش‌اسقاطی را برابرکرد. بدیهی‌است مقداراستهلاک درسال‌های بعدصفر خواهد شد.

● مثال ۴-۱۱-هزینه اولیه یک ماشین تراش ۱۳۸,۰۰۰ واحد پولی است. پیش‌بینی شده است که پس از عمر مفید ۱۱ سال این ماشین دارای ارزش اسقاطی ۲۸,۰۰۰ واحد پولی باشد. سقادیر استهلاک و ارزش دفتری را در سالهای مختلف تعیین نمائید. روش استهلاک DDB فرض می‌شود.

$$d = \frac{۲}{n} = \frac{۲}{۱۱} = ۰/۱۸۲$$

حل: در جدول زیر (۴-۱۱) مقادیر استهلاک برای هر سال تعیین و سپس ارزش دفتری از رابطه $BV_m = BV_{m-۱} - D_m$ محاسبه شده است. این محاسبات تا سال هشتم ادامه داشته و در سال هشتم مشاهده می‌گردد که $BV_۸ < SV$ شده است:

سال m	D_m	BV_m
۰	—	۱۳۸,۰۰۰
۱	۲۵,۱۱۶	۱۱۲,۸۸۴
۲	۲۰,۵۴۵	۹۲,۳۳۹
۳	۱۶,۸۰۶	۷۵,۵۳۳
۴	۱۳,۷۴۷	۶۱,۷۸۶
۵	۱۱,۲۴۵	۵۰,۵۴۱
۶	۹,۱۹۹	۴۱,۳۴۲
۷	۷,۵۲۴	۳۳,۸۱۸
۸	۶,۱۵۵	۲۷,۶۶۳

جدول ۴-۱۱

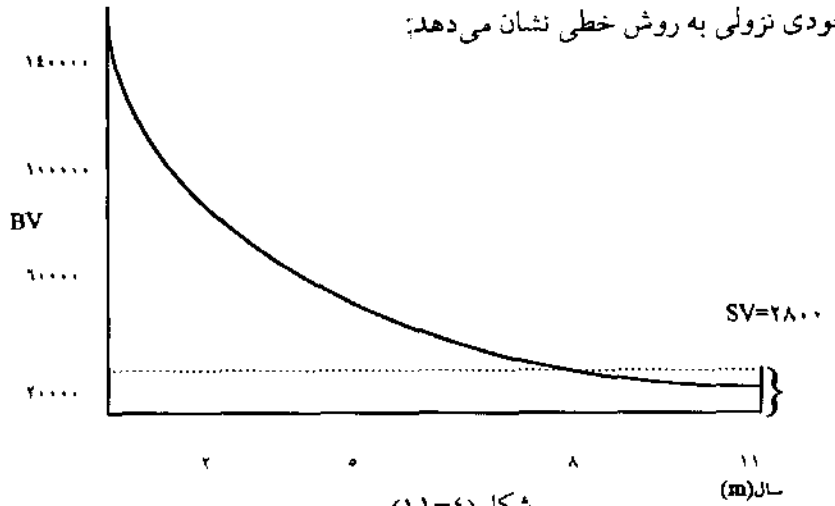
از آنجاکه $BV_8 < SV$ است باید عمل تصحیح صورت گیرد. مقدار ارزش دفتری در سال هشتم نباید از ارزش دفتری یعنی ۲۸,۰۰۰ واحد پولی کمتر شود. به عبارت دیگر مقدار استهلاک سال هشتم باید کمتر از ۶,۱۵۵ باشد. مقدار استهلاک در سال هشتم از تفاوت زیر حاصل می‌شود:

$$D_8 = ۳۳,۸۱۸ - ۲۸,۰۰۰ = ۵,۸۱۸$$

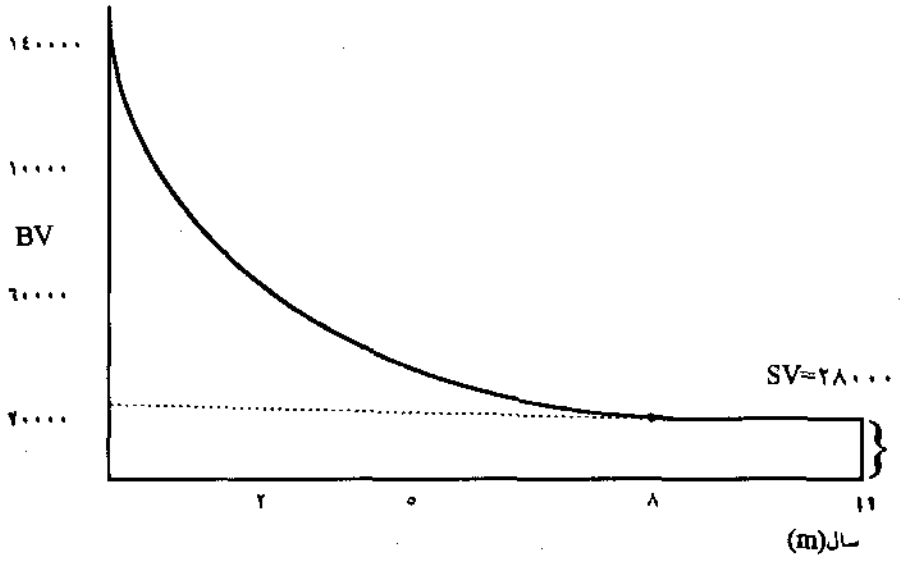
درزیر مقادیراستهلاک و ارزش‌دفتری‌ازسال هشتم‌تاسال‌یازدهم‌نشان‌داده‌شده است:

سال m	D_m	BV_m
۸	۵,۸۱۸	۲۸,۰۰۰
۹	۰	۲۸,۰۰۰
۱۰	۰	۲۸,۰۰۰
۱۱	۰	۲۸,۰۰۰

شکل (۴-۱۱) حالت کلی این‌گونه مسائل را قبل از تغییر روش استهلاک نشان می‌دهد. شکل (۵-۱۱) مقادیر ارزش دفتری را در هر سال پس از تغییر روش از موجودی نزولی به روش خطی نشان می‌دهد:



شکل (۴-۱۱)



شکل (۵-۱۱)

● مثال ۵ـ۱۱ـ با استفاده از اطلاعات مثال (۱ـ۱۱) و با استفاده از روش استهلاک موجودی نزولی دوبل مقادیر استهلاک و ارزش دفتری سالیانه را محاسبه نمائید.

حل:

$$d = \frac{۲}{n} = \frac{۲}{۱۰} = ۰/۲$$

جدول زیر، ۵ـ۱۱ ، مقادیر مربوطه را نشان می‌دهد:

کتابخانه مرکز آموزش عالی
رجاء
۲۰۹

سال m	D_m	BV_m
۰	—	۸۰,۰۰۰
۱	۱۶,۰۰۰	۶۴,۰۰۰
۲	۱۲,۸۰۰	۵۱,۲۰۰
۳	۱۰,۲۴۰	۴۰,۹۶۰
۴	۸,۱۹۲	۳۲,۷۶۸
۵	۶,۵۵۳	۲۶,۲۱۴
۶	۵,۲۴۳	۲۰,۹۷۱
۷	۴,۱۹۴	۱۶,۷۷۷
۸	۳,۳۵۵	۱۳,۴۲۲
۹	۲,۶۸۴	۱۰,۷۳۸
۱۰	۷۳۸	۱۰,۰۰۰

جدول ۵ـ۱۱

در حقیقت مقدار استهلاک در سال دهم برابر ۲,۱۴۷ = D_{10} می‌باشد (طبق رابطه ۷ـ۱۱). ولی اگر مقدار استهلاک برابر مقدار مذکور فرض شود ارزش دفتری در سال دهم به:

۱۰۷۳۸ – ۲,۱۴۷ = ۸,۵۹۱

می‌رسد و متفاوت با ارزش اسقاطی موردنظر یعنی ۱۰,۰۰۰ = SV می‌گردد، به همین دلیل تصحیح در سال دهم بعمل آمد و تفاوت:

۱۰,۷۳۸ – ۱۰,۰۰۰ = ۷۳۸

به عنوان استهلاک در سال دهم تعیین شد.

ب: ارزش دفتری در سال آخر بزرگتر از ارزش اسقاطی است

در بسیاری از مسائل مقدار ارزش دفتری در سال آخر بیش از مقدار ارزش اسقاطی تخمینی می‌شود و در حقیقت در طول عمر مفید مربوطه مقادیر ارزش دفتری و ارزش اسقاطی برابر نمی‌شوند. ابتدا با مثالی این حالت را بررسی و سپس تکنیک تغییر روش استهلاک از موجودی نزولی به خطی تشریح می‌گردد.

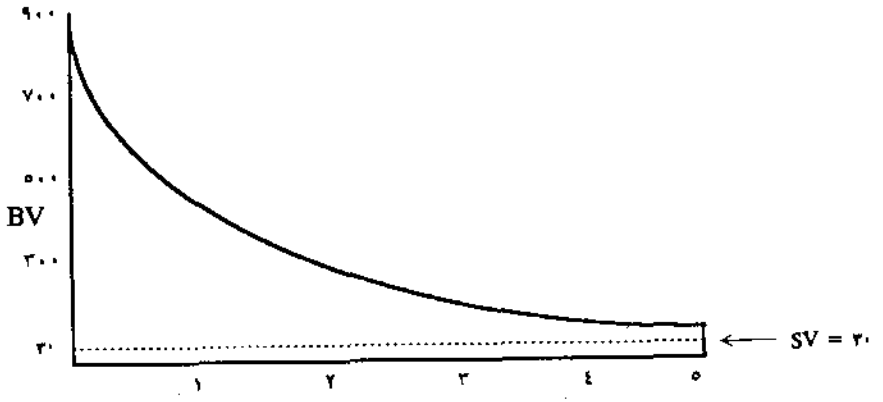
● مثال ۶ـ۱۱ـهزینه اولیه ماشینی ۹۰۰ واحد پولی با عمر مفید ۵ سال و ارزش اسقاطی ۳۰ واحد پولی پس از عمر ۵ سال است. با استفاده از موجودی نزولی دوبل مقادیر استهلاک و ارزش دفتری سالیانه را محاسبه نمائید.

حل: $d = \frac{۲}{n} = \frac{۲}{۵} = ۰/۴$

جدول زیر مقادیر مربوط را نشان می‌دهد:

m	D_m	BV_m
۰	—	۹۰۰
۱	۳۶۰	۵۴۰
۲	۲۱۶	۳۲۴
۳	۱۳۰	۱۹۴
۴	۷۸	۱۱۶
۵	۴۶	۷۰

مقدار واقعی ارزش اسقاطی برابر ۳۰ می‌باشد که متفاوت با ارزش دفتری در سال آخر است. شکل (۶ـ۱۱) نمایانگر مقادیر فوق است:



شکل (٦-١١)

برای برقراری رابطه $BV_5 = SV$ باید از یکی از سالها روش استهلاک را به روش خطی تغییر داد. انتخاب سال تغییر از حساسیت خاصی برخوردار است. اگرچه انتخاب اقتصادی‌ترین روش استهلاک در این فصل مورد بررسی قرار خواهد گرفت ولی بطور خلاصه باید گفت اقتصادی‌ترین روش استهلاک روشی است که بیشترین ارزش فعلی (PW) را دارا باشد. با این توضیح خلاصه، می‌توان به اقتصادی‌ترین سال تغییر پی برد. از آنجا که معین نیست تغییر از کدام سال باید صورت پذیرد، کلیه سالها مورد بررسی قرار می‌گیرند. طبق رابطه زیر مقدار استهلاک خطی در هر سال برای رسیدن به ارزش اسقاطی مذکور بدست می‌آید:

$$SL_J = \frac{BV_{J-1} - SV}{n - (J - 1)} \qquad (11\text{-}2)$$

در جدول زیر (۶-۱۱) به ازاء مقادیر مختلف J مقدار SL محاسبه شده است J سال تغییر از روش موجودی نزولی به روش خط مستقیم فرض شده است:

سال (m)	J = ۱	J = ۲	J = ۳	J = ۴	J = ۵
۱	۱۷۴	۳۶۰	۳۶۰	۳۶۰	۳۶۰
۲	۱۷۴	۱۲۷/۵۰	۲۱۶	۲۱۶	۲۱۶
۳	۱۷۴	۱۲۷/۵۰	۹۸	۱۳۰	۱۳۰
۴	۱۷۴	۱۲۷/۵۰	۹۸	۸۲	۷۸
۵	۱۷۴	۱۲۷/۵۰	۹۸	۸۲	۸۶
	—	—	—	—	—
جمع	۸۷۰	۸۷۰	۸۷۰	۸۷۰	۸۷۰

جدول ۶ـ۱۱

محاسبات SL_J در زیر آمده است:

$$SL_۱ = \frac{۹۰۰ - ۳۰}{۵} = ۱۷۴$$

مفهوم $SL_۱$ چنین است که اگر تغییر از سال اول انجام شود مقدار استهلاک خطی ۱۷۴ می‌شود. بدیهی است که اصولاً سال اول نمی‌بایست مورد مطالعه قرار می‌گرفت زیرا مقدار ۱۷۴ مقدار استهلاک روش خط مستقیم است و از روش موجودی نزولی هیچ بهره‌ای گرفته نشده است.

$$SL_۲ = \frac{۵۴۰ - ۳۰}{۴} = ۱۲۷/۵$$

مفهوم ۱۲۷/۵ چنین است که اگر تغییر از سال دوم انجام شود با فرض اینکه مقدار استهلاک سال اول از روش DDB انتخاب شده، مقدار خطی ۱۲۷/۵ است و مقادیر استهلاک سالیانه در ستون سوم (J = ۲) جدول (۶ـ۱۱) نمایان است.

$$SL_۳ = \frac{۳۲۴ - ۳۰}{۳} = ۹۸$$

اگر تغییر از سال سوم صورت پذیرد مقادیر استهلاک سالهای اول و دوم از روش

DDB انتخاب شده و از سال سوم به بعد مقدار استهلاک خطی ۹۸ خواهد بود. ستون چهارم (J = ۴) نمایانگر مقادیر فوق است.

$$SL_۴ = \frac{۱۹۴ - ۳۰}{۳} = ۸۲$$

اگر تغییر از سال چهارم صورت پذیرد مقادیر استهلاک سال‌های اول تا سوم از روش DDB انتخاب شده و از سال چهارم به بعد مقدار استهلاک خطی ۸۲ خواهد بود. ستون پنجم (J = ۴) نشان‌دهنده مقادیر فوق است.

$$SL_۵ = \frac{۱۱۶ - ۳۰}{۱} = ۸۶$$

اگر تغییر در سال پنجم صورت پذیرد مقادیر استهلاک سالهای اول تا چهارم از روش DDB انتخاب شده و مقدار استهلاک خطی سال پنجم ۸۶ خواهد بود. ستون آخر (J = ۵) نشان‌دهنده مقادیر مربوطه است.

اما کدام سال را بعنوان سال تغییر روش انتخاب نمائیم؟ ابتدا اطلاعات را به صورت زیر خلاصه می‌کنیم:

سال (m)	D_m	SL_m
۱	۳۶۰	۱۷۴
۲	۲۱۶	۱۲۷/۵
۳	۱۳۰	۹۸
۴	۷۸	۸۲
۵	۴۶	۸۶

رابطه زیر زمان تغییر روش موجودی نزولی به خطی را تعیین می‌کند. اگر:

$$SL_m > D_m \qquad m = j \qquad (۱۱-۱۳)$$

باشد، m نشان‌دهنده سال تغییر خواهد بود. طبق جدول فوق سال تغییر سال چهارم می‌باشد. جدول نهائی زیر مقادیر واقعی استهلاک و ارزش دفتری را نشان می‌دهد:

سال (m)	D_m	BV_m
۰	—	۹۰۰
۱	۳۶۰	۵۴۰
۲	۲۱۶	۳۲۴
۳	۱۳۰	۱۹۴
۴	۸۲	۱۱۲
۵	۸۲	۳۰

همانطور که مشاهده می‌شود مقدار ارزش اسقاطی در پایان سال پنجم با ارزش دفتری برابر شده است. باید توجه داشت، اگرچه $SL_5 > SL_4$ (۸۲ < ۸۶) می‌باشد ولی اگر تغییر از سال چهارم انجام پذیرد، ارزش فعلی مقادیر استهلاک بیشتر است از آنکه تغییر در سال پنجم صورت گیرد.

● مثال ۷ـ۱۱ـ قیمت خرید و نصب یک سیستم آبیاری ۸۲,۰۰۰ واحد پولی با عمر مفید ۷ سال و ارزش اسقاطی ۵,۰۰۰ واحد پولی است. مقادیر استهلاک سالیانه را با استفاده از روش DDB محاسبه نمائید و در صورت نیاز به روش خط مستقیم تغییر دهید.

حل: مقادیر استهلاک و ارزش دفتری سالیانه در جدول زیر آمده است:

سال (m)	D_m	BV_m
۰	—	۸۲,۰۰۰
۱	۲۳,۴۲۸/۵۷	۵۸,۵۷۱/۴۳
۲	۱۶,۷۳۴/۶۹	۴۱,۸۳۶/۷۴
۳	۱۱,۹۵۳/۳۵	۲۹,۸۸۳/۳۹
۴	۸,۵۳۸/۱۱	۲۱,۳۴۵/۲۸
۵	۶,۰۹۸/۶۵	۱۵,۲۴۶/۶۴
۶	۴,۳۵۶/۱۸	۱۰,۸۹۰/۴۵
۷	۳,۱۱۱/۵۶	۷,۷۷۸/۸۹

مشاهده می‌گردد که ارزش دفتری در سال آخر از ارزش اسقاطی بیشتر است و تغییر روش ضروری به نظر می‌رسد. جدول زیر شامل SL_m ، D_m تصحیح شده و BV_m تصحیح شده است. تغییر از سال ششم انجام می‌شود:

سال m	D_m	SL_m	D_m تصحیح‌شده	BV_m تصحیح شده
۰	—	—	—	۸۲,۰۰۰
۱	۲۳,۴۲۸/۵۷	۱۱,۰۰۰	۲۳,۴۸۸/۵۷	۵۸,۵۷۱/۴۳
۲	۱۶,۷۳۴/۶۹	۸,۹۲۸/۵۷	۱۶,۷۳۴/۶۹	۴۱,۸۳۶/۷۴
۳	۱۱,۹۵۳/۳۵	۷,۳۶۷/۳۵	۱۱,۹۵۳/۳۵	۲۹,۸۸۳/۳۹
۴	۸,۵۳۸/۱۱	۶,۲۲۰/۸۵	۸,۵۳۸/۱۱	۲۱,۳۴۵/۲۸
۵	۶,۰۹۸/۶۵	۵,۴۴۸/۴۲	۶,۰۹۸/۶۵	۱۵,۲۴۶/۶۳
۶	۴,۳۵۶/۱۸	۵,۱۲۳/۳۱	۵,۱۲۳/۳۱	۱۰,۱۲۳/۳۱
۷	۳,۱۱۱/۵۶	۵,۱۲۳/۳۱	۵,۱۲۳/۳۱	۵,۰۰۰

۴ـ روش وجوه استهلاکی

روش «استهلاک وجوه استهلاکی»[1] برخلاف دو روش تشریح شده قبل بدین‌ترتیب بنا شده است که مقدار استهلاک در سال اول کمترین مقدار و بتدریج افزایش یافته تا جائی که در سال آخر بیشترین مقدار استهلاک را خواهد داشت. شاید این روش بنظر منطقی بیاید که مثلاً وقتی ماشینی خریداری می‌گردد در سال اول کمتر مستهلک شده و هرچه عمر کارکرد ماشین بیشتر شود ماشین بیشتر مستهلک شود ولی از آنجاکه هدف موسسات، ماکزیمم کردن سود است باید اقتصادی‌ترین روش استهلاک را انتخاب نمایند و روش وجوه استهلاکی یک روش اقتصادی نیست. روابط زیر مقادیر استهلاک و ارزش دفتری سالیانه را در این روش معین می‌نماید:

$$D_m = (P - SV)\ (A/F,i\%,n)\ (F/P,i\%,m-1) \qquad (۱۱\text{ـ}۱۴)$$

$$BV_m = P - (P - SV)\ (A/F,i\%,n)\ (F/A,i\%,m) \qquad (۱۱\text{ـ}۱۵)$$

و فلسفه روابط فوق این است که موسسه هر سال یک مقدار یکنواخت (A) سپرده را کنار می‌گذارد تا پس از عمر مفید دارائی با حداقل نرخ جذب کننده (i%) برابر (P – SV) گردد. مقدار سپرده یکنواخت عبارت است از:

$$A = (P - SV)\ (A/F,i\%,n) \qquad (۱۱\text{ـ}۱۶)$$

از این مقدار سپرده یکنواخت در روابط (۱۱ـ۱۴)، (۱۱ـ۱۵) استفاده شده است.

● مثال ۱۱ـ۸ـ با استفاده از اطلاعات مثال (۱۱ـ۱) و روش وجوه استهلاکی، مقادیر استهلاک و ارزش دفتری را تعیین نمائید. حداقل نرخ جذب کننده ۱۰٪ در سال فرض می‌شود.

حل: با استفاده از رابطه (۱۱ـ۱۴) مقادیر استهلاک سالیانه محاسبه و سپس مقادیر ارزش

1 - Sinking Fund Method (SF)

دفتری تعیین می‌شود:

سال (m)	D_m	BV_m
۰	—	۸۰,۰۰۰
۱	۴,۳۹۲/۵	۷۵,۶۰۷/۵
۲	۴,۸۳۱/۷۵	۷۰,۷۷۵/۷۵
۳	۵,۳۱۴/۹۳	۶۵,۴۶۳/۸۲
۴	۵,۸۴۶/۴۲	۵۹,۶۱۴/۴
۵	۶,۴۳۱/۰۶	۵۳,۱۸۳/۳۴
۶	۷,۰۷۴/۱۲	۴۶,۱۰۹/۲۲
۷	۷,۷۸۱/۷۵	۳۸,۳۲۷/۴۷
۸	۸,۵۵۹/۶۷	۲۹,۷۶۷/۸
۹	۹,۴۱۵/۷۶	۲۰,۳۵۲/۰۴
۱۰	۱۰,۳۵۷/۰۸	۹,۹۹۴/۹۶

در این روش، ارزش دفتری در سال آخر برابر با ارزش اسقاطی می‌گردد. در مثال فوق به علت وجود نرخ ۱۰٪ و اعشار اعداد، ارزش دفتری سال آخر دقیقاً برابر SV = ۱۰,۰۰۰ نشده است ولی تقریباً برابرند.

۵ـ روش تعداد تولید

در روش «استهلاک براساس تعداد تولید»[1] مقدار ثابتی استهلاک برای هر واحد تولید شده در نظر گرفته می‌شود. مقدار استهلاک هر سال عبارت است از نسبت تولید آن سال به کل تولید مورد انتظار ضرب در تفاوت "P – SV":

$$D_m = (P - SV)\frac{U_m}{U}$$

1 - Units of Production Method

در رابطهٔ فوق:

U_m = تولید در سال m

U = کل تولید موردانتظار

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

● مثال ۹-۱۱- قیمت یک ماشین حفاری جهت استخراج ذغال سنگ برابر ۲,۰۰۰,۰۰۰ واحد پولی است، ارزش اسقاطی این ماشین پس از ۵ سال ۴۰۰,۰۰۰ خواهد بود. برنامه تولیدی جهت استخراج ذغال سنگ در پنج سال آینده بشرح زیر است:

سال m	U_m برحسب تن
۱	۲,۰۰۰
۲	۴,۰۰۰
۳	۸,۰۰۰
۴	۱۶,۰۰۰
۵	۱۰,۰۰۰
	U = ۴۰,۰۰۰

حل: جدول زیر مقدار استهلاک سالیانه همراه با ارزش دفتری را نشان می‌دهد.

m	D_m	BV_m
۰	—	۲,۰۰۰,۰۰۰
۱	۸۰,۰۰۰	۱,۹۲۰,۰۰۰
۲	۱۶۰,۰۰۰	۱,۷۶۰,۰۰۰
۳	۳۲۰,۰۰۰	۱,۴۴۰,۰۰۰
۴	۶۴۰,۰۰۰	۸۰۰,۰۰۰
۵	۴۰۰,۰۰۰	۴۰۰,۰۰۰

۶ـ روش مدت عملیات

در روش «استهلاک براساس مدت عملیات»[1] مقدار ثابتی استهلاک برای هر روز یا ساعت عملیاتی در نظر گرفته می‌شود. رابطه زیر شبیه رابطه (۱۷ـ۱۱) می‌باشد:

$$D_m = (P - SV)\frac{Q_m}{Q} \qquad (۱۱\text{-}۱۸)$$

Q_m = مدت عملیات (روز یا ساعت) در سال m

Q = کل مدت عملیات (روز یا ساعت) در طول عمر مفید

انتخاب روش استهلاک

پس از تشریح روشهای مختلف استهلاک از آنجاکه در کلیه روشها تفاوت "P – SV" در طول عمر مفید دارائی توزیع گردیده است شاید بنظر آید که عملکرد آنها یکسان است. در حالیکه با توجه به عملکرد متفاوت هر روش، انتخاب روش استهلاک مناسب از حساسیت زیادی برخوردار است. عملکرد روشهای مختلف استهلاک در فصل آینده تشریح و نقش اصلی استهلاک در تجزیه و تحلیل اقتصادی بعد از مالیات روشن خواهد شد. نکته مهم این است که استهلاک نقشی اساسی در صرفه‌جوئی مالیاتی[2] دارد. صرفه‌جوئی مالیاتی که در فصل آینده مورد بررسی قرار خواهد گرفت حاصلضرب مقدار استهلاک سالیانه در نرخ مالیاتی است. زمانی می‌توان از این صرفه‌جوئی مالیاتی که نوعی درآمد محسوب می‌شود بیشترین استفاده را برد که با توجه به ارزش زمانی پول، بیشترین مقادیر استهلاک در سالهای اول (نیمه اول عمر مفید) متمرکز باشند. به عبارت دیگر ارزش فعلی مقادیر استهلاک باید محاسبه گردد.

بطور خلاصه اگر موسسه‌ای در حال انتخاب روش استهلاک مناسب برای یک یا چند دارائی باشد و چنانچه طبق قوانین و مقررات مالیاتی حق انتخاب هر روشی را داشته باشد، بهترین طریق مقایسه روشهای مختلف استهلاک استفاده از رابطه زیر است:

---

1 - Operating Time Method 2 - Tax Saving

$$PW = \sum_{m=1}^{n} D_m \, (P/F , i\% , m) \qquad (۱۱\text{-}۱۹)$$

و یا

$$EUA = PW \, (A/P , i\% , n) \qquad (۱۱\text{-}۲۰)$$

با استفاده از روابط فوق می‌توان ارزش فعلی و یا ارزش یکنواخت سالیانه مقادیر استهلاک را مقایسه نمود و روشی که بالاترین PW یا EUA را حاصل کرد اقتصادی‌ترین روش شناخته می‌شود. بدیهی است اقتصادی‌ترین روش، بالاترین میزان صرفه‌جوئی مالیاتی را نصیب موسسه می‌نماید. در فصل آینده فرمولهای فوق بصورت ساده‌ای همراه با نرخ مالیاتی ارائه خواهد شد. با توجه به ثابت بودن کلیه پارامترها نظیر هزینه اولیه، درآمد سالیانه، هزینه سالیانه، ارزش اسقاطی و عمر مفید و غیره، عامل صرفه‌جوئی مالیاتی نقشی اساسی در مقایسه اقتصادی پروژه‌ها خواهد داشت.

مسائل فصل یازدهم

● ۱-۱۱-یک کامیون حمل مواد به قیمت ۳۷۰,۰۰۰ واحد پولی خریداری شده است. در پایان عمر مفید این کامیون که چهار سال است می‌توان آن را ۴۰,۰۰۰ واحد پولی فروخت. مقدار استهلاک سالیانه را با استفاده از روشهای زیر تعیین کنید:

۱-روش خط مستقیم

۲-روش جمع ارقام سنوات

۳-روش موجودی نزولی دوبل. اگر نیازی به تغییر روش است تغییر را انجام دهید.

● ۲-۱۱-یک کارخانه پرسکاری در حال بررسی یک روش استهلاک مناسب برای یک پرس ضربه‌ای جدید است. این پرس به قیمت ۵۰,۰۰۰ واحد پولی خریداری گشته است. ارزش اسقاطی این پرس پس از ده سال برابر با ۸,۰۰۰ واحد پولی است. اگر حداقل نرخ جذب کننده این کارخانه ۸٪ فرض شود، مقدار استهلاک سالیانه را با استفاده از روشهای زیر تعیین کنید.

۱-روش خط مستقیم

۲-روش جمع ارقام سنوات

۳-روش وجوه استهلاکی

۴-روش موجودی نزولی دوبل. اگر نیازی به تغییر روش است تغییر را انجام دهید.

● ۳-۱۱-کارخانه‌ای یک ماشین تراش را به قیمت ۷۶,۰۰۰ واحد پولی خریداری می‌نماید. ارزش اسقاطی این ماشین پس از هشت سال برابر ۴,۰۰۰ واحد پولی خواهد بود. با استفاده از روشهای استهلاکی زیر مقادیر استهلاک و ارزش دفتری را برای هر سال محاسبه نمائید و روی دو محور X و Y دو عامل سال و ارزش دفتری را نمایش دهید.

۱-روش خط مستقیم

۲-روش جمع ارقام سنوات

۳ـروش موجودی نزولی دوبل با تغییر روش به خط مستقیم.

● ۴ـ۱۱ـ یک دستگاه تبدیل زباله به کود به مبلغ ۸۴۰,۰۰۰ واحد پولی خریداری شده است. اگر ارزش اسقاطی این دستگاه پس از شش سال ۵۰,۰۰۰ واحد پولی باشد، اقتصادی‌ترین روش استهلاک را تعیین نمائید. حداقل نرخ جذب کننده را ۶٪ فرض نمائید.

● ۵ـ۱۱ـ شرکت تولیدی کفش «گل فرم» ساختمانی را به قیمت ۱,۵۵۰,۰۰۰ واحد پولی خریداری می‌نماید. ارزش اسقاطی این ساختمان پس از ۲۵ سال ۶۵۰,۰۰۰ واحد پولی خواهد بود. روش استهلاک موجودی نزولی دوبل فرض می‌شود. در چه سالی تغییر به روش خطی صورت می‌گیرد، محاسبات را انجام دهید.

● ۶ـ۱۱ـ یک شرکت ساختمانی برای آسفالت یک جاده به ماشین‌آلات و تجهیزات آسفالت به قیمت ۶۰۰,۰۰۰ واحد پولی نیاز دارد. ساعات کار در سال برای ماشین‌آلات در ۸ سال آینده بصورت زیر خواهد بود:

سال	ساعت در سال
۱	۳,۰۰۰
۲	۴,۰۰۰
۳	۴,۰۰۰
۴	۱,۶۰۰
۵	۱,۸۰۰
۶	۱,۸۰۰
۷	۲,۲۰۰
۸	۲,۲۰۰

اگر در پایان کار آسفالت این جاده که هشت سال تخمین زده شده است ماشین‌آلات دارای ارزش اسقاطی ۶۰,۰۰۰ واحد پولی باشد محاسبات زیر را انجام دهید:

۱ـ مقادیر استهلاک و ارزش دفتری را با استفاده از روش SOYD

۲ـ مقادیر استهلاک و ارزش دفتری را با استفاده از روش استهلاک براساس مدت عملیات.

۳ـ کدامیک از روشهای استهلاک فوق اقتصادی‌ترند؟ MARR = ٪۱۰

● ۷ـ۱۱ـ یک شرکت استخراج سنگهای ساختمانی، ماشین‌آلات جدیدی جهت حفاری را به قیمت ۱,۲۰۰,۰۰۰ واحد پولی خریداری نموده است. ارزش اسقاطی این ماشین‌آلات بعد از ۸ سال، مبلغ ۲۰۰,۰۰۰ واحد پولی خواهد بود. ظرفیت تولیدی این ماشین‌آلات در هشت سال آینده به شرح زیر است:

سال	تولید برحسب تن
۱	۵,۰۰۰
۲	۶,۰۰۰
۳	۸,۰۰۰
۴	۱۰,۰۰۰
۵	۱۲,۰۰۰
۶	۱۰,۰۰۰
۷	۸,۰۰۰
۸	۶,۰۰۰

مقادیر استهلاک و ارزش دفتری را با استفاده از روشهای SOYD و روش استهلاک براساس تولید محاسبه و اقتصادی‌ترین روش را انتخاب نمائید. MARR = ٪۸

● ۸ـ۱۱ـاقتصادی‌ترین روش استهلاک در مسئله (۱ـ۱۱) کدام روش است؟ حداقل نرخ جذب کننده را ۱۵٪ فرض کنید.

● ۹ـ۱۱ـاقتصادی‌ترین روش استهلاک در مسئله (۲ـ۱۱) کدام روش است؟ حداقل نرخ جذب کننده را برابر ۱۸٪ فرض کنید.

● ۱۰ـ۱۱ـاقتصادی‌ترین روش استهلاک را در مسئله شماره (۳ـ۱۱) تعیین کنید. حداقل نرخ جذب کننده را ۲۰٪ فرض کنید.

فصل دوازدهم

تجزیه و تحلیل اقتصادی بعد از کسر مالیات

مقدمه

در فصلهای ششم تا دهم تکنیکهای مختلف اقتصاد مهندسی برای مقایسه اقتصادی پروژه‌های صنعتی تشریح شدند. در فصلهای مذکور عواملی نظیر استهلاک و نرخ مالیات در نظر گرفته نشدند و مقایسه پروژه‌ها بدون درنظر گرفتن دو پارامتر نامبرده صورت پذیرفت. اما از آنجاکه موسسات تولیدی و صنعتی ملزم به پرداخت مالیات بر درآمد هستند تحلیل اقتصادی پروژه‌ها شکل جدیدی به خود می‌گیرند. اگرچه تکنیکهای بحث شده در فصول گذشته همچنان بعنوان تکنیکهای مقایسه اقتصادی کاربرد دارند ولی نقش دو پارامتر استهلاک و نرخ مالیات را نباید از نظر دور داشت و در حقیقت تکنیکهای یادشده با دو پارامتر مذکور ترکیب شده و فصل جدیدی بنام تجزیه و تحلیل اقتصادی بعد از کسر مالیات پایه‌گذاری می‌گردد. این تجزیه و تحلیل براساس محاسبه درآمد خالص صورت می‌گیرد.

محاسبه درآمد خالص یا فرآیند مالی بعد از کسر مالیات

محاسبه درآمد خالص از مراحل زیر تشکیل شده است:

۱ـ محاسبه فرآیند مالی قبل از کسر مالیات

۲ـ محاسبه استهلاک

۳ـ محاسبه درآمد مشمول مالیات

۴ـ محاسبه مالیات

۵ـ محاسبه درآمد خالص یا فرآیند مالی بعد از کسر مالیات

روابط لازم جهت محاسبه درآمد خالص بعد از کسر مالیات به ترتیب زیر است. کلیه عوامل در روابط زیر برحسب سال می‌باشند.

هزینه‌های عملیاتی[1] ـ درآمد ناخالص[2] = فرآیند مالی قبل از مالیات[3]

$$CFBT = GI - OC \qquad (۱۲-۱)$$

درآمد ناخالص (GI)، درآمد حاصل از فروش سالیانه و هزینه‌های عملیاتی (OC) شامل هزینه‌های مربوط به مواد، نیروی انسانی و انرژی و سایر هزینه‌های سالیانه می‌باشد.

درآمد مشمول مالیات عبارت است از:

استهلاک ـ فرآیند مالی قبل از مالیات = درآمد مشمول مالیات[4]

$$IT = CFBT - D \qquad (۱۲-۲)$$

رابطهٔ (۱۲ـ۲) بصورت زیر نیز نوشته می‌شود:

$$IT = GI - OC - D \qquad (۱۲-۳)$$

مقدار مالیات از رابطه زیر بدست می‌آید:

نرخ مالیات[5] × درآمد مشمول مالیات = مالیات[6]

$$TX = IT \cdot TR \qquad (۱۲-۴)$$

درآمد خالص یا فرآیند مالی بعد از کسر مالیات از رابطهٔ زیر حاصل می‌شود:

مالیات ـ فرآیند مالی قبل از کسر مالیات = درآمد خالص[7]

$$CFAT = CFBT - TX \qquad (۱۲-۵)$$

بطورکلی روابط زیر برای محاسبه درآمد خالص استفاده می‌شوند:

$$CFAT = CFBT - (CFBT - D)\ TR \qquad (۱۲-۶)$$

$$CFAT = CFBT\ (۱ - TR) + D.TR \qquad (۱۲-۷)$$

---

1 - Operating Costs
2 - Gross Income
3 - Cash Flow Before Tax
4 - Taxable Income
5 - Tax Rate
6 - Tax
7 - Cash Flow After Tax

اگر برای تحلیل اقتصادی پروژه از روش ارزش فعلی استفاده شود رابطه زیر باید محاسبه شود:

$$NPW = -P + \sum_{j=1}^{n} CFAT_j \ (P/F \ ، i\% \ ، j) \qquad (۱۲-۸)$$

اگر $NPW \geq 0$ باشد پروژه اقتصادی و در غیراینصورت پروژه غیراقتصادی است.

اگر برای تحلیل پروژه از روش یکنواخت خالص سالیانه استفاده شود:

$$NEUA = NPW \ (A/P \ ، i\% \ ، n) \qquad (۱۲-۹)$$

و اگر $NEUA \geq 0$ باشد پروژه اقتصادی و در غیر اینصورت پروژه غیراقتصادی است.

● مثال ۱-۱۲- خصوصیات پروژه‌ای بشرح زیر است:

$P = ۵۰,۰۰۰$

$SV = ۰$

$N = ۵$

$K = ۱, ۲, ۳, ۴, ۵$

درآمد سالیانه (GI) $= ۲۸,۰۰۰ - ۱,۰۰۰ K_t$

هزینه سالیانه (OC) $= ۹,۵۰۰ + ۵۰۰ K$

روش استهلاک خط مستقیم و نرخ مالیات ۴۰٪ فرض می‌شود. اولاً درآمد خالص سالیانه را تعیین نمائید. ثانیاً اگر حداقل نرخ جذب کننده ۷٪ در نظر گرفته شود آیا این پروژه اقتصادی است؟

حل: جدول (۱-۱۲) مراحل محاسبه درآمد خالص CFAT را نشان می‌دهد. محاسبه استهلاک نیز در جدول نشان داده شده است.

سال	(۱) GI درآمد سالیانه	(۲) OC هزینه سالیانه	(۳) CFBT (۲) - (۱) = (۳)	(۴) D استهلاک	(۵) IT (۴) - (۳) = (۵)	(۶) TX (۶) = ۰/۴ (۵)	(۷) CFAT (۷) = (۳) - (۶)
۰	—	۵۰۰۰۰	-۵۰۰۰۰	—	—	—	-۵۰۰۰۰
۱	۲۷۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۷۰۰۰	۱۰۰۰۰	۷۰۰۰	۲۸۰۰	۱۴۲۰۰
۲	۲۶۰۰۰	۱۰۵۰۰	۱۵۵۰۰	۱۰۰۰۰	۵۵۰۰	۲۲۰۰	۱۳۳۰۰
۳	۲۵۰۰۰	۱۱۰۰۰	۱۴۰۰۰	۱۰۰۰۰	۴۰۰۰	۱۶۰۰	۱۲۴۰۰
۴	۲۴۰۰۰	۱۱۵۰۰	۱۲۵۰۰	۱۰۰۰۰	۲۵۰۰	۱۰۰۰	۱۱۵۰۰
۵	۲۳۰۰۰	۱۲۰۰۰	۱۱۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰	۴۰۰	۱۰۶۰۰

$$D = \frac{P\text{-}SV}{N} = \frac{۵۰۰۰۰}{۵} = ۱۰۰۰۰$$

جدول ۱-۱۲

چنانچه از رابطه (۸-۱۲) استفاده شود خواهیم داشت:

$$NPW = -۵۰,۰۰۰ + ۱۴,۲۰۰ (P/F ، ٪۷ ، ۱) + ۱۳,۳۰۰ (P/F ، ٪۷ ، ۲) +$$
$$+ ۱۲,۴۰۰ (P/F ، ٪۷ ، ۳) + ۱۱,۵۰۰ (P/F ، ٪۷ ، ۴) + ۱۰,۶۰۰ (P/F ، ٪۷ ، ۵)$$

و رابطه ۹-۱۲

$$NPW = ۱,۳۴۰/۸۱$$

$$NEUA = ۱,۳۴۰/۸۱ (A/P ، ٪۷ ، ۵)$$

$$NEUA = ۳۲۷$$

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

مقایسه اقتصادی پروژه‌ها بعد از کسر مالیات

علاوه بر روابط (۸-۱۲) و (۹-۱۲) که به ترتیب از روشهای ارزش فعلی خالص و یکنواخت خالص سالیانه استفاده شده است، از روش نرخ بازگشت سرمایه نیز می‌توان برای مقایسه اقتصادی پروژه‌ها کمک گرفت. اگر محاسبه نرخ بازگشت سرمایه براساس روش ارزش فعلی خالص صورت گیرد رابطه زیر باید تشکیل شود:

$$- P + \sum_{j=۱}^{n} CFAT_j (P/F , i\% , j) = ۰ \qquad (۱۲-۱۰)$$

رابطه زیر محاسبه نرخ بازگشت سرمایه را با استفاده از روش یکنواخت خالص سالیانه ارائه می‌کند:

$$[- P + \sum_{j=۱}^{n} CFAT_j (P/F , i\% , j)] (A/P , i\% , n) = ۰ \qquad (۱۲-۱۱)$$

چنانچه مقایسه بین چند پروژه صورت گیرد با توجه به توضیحات کافی در فصل هشتم (نرخ بازگشت سرمایه) از تجزیه و تحلیل سرمایه‌گذاری اضافی باید کمک گرفت. طبیعی است عمر پروژه‌ها در تعیین روش مناسب برای مقایسه اقتصادی نقش اساسی را دارند. پروژه‌ها با عمرهای متفاوت می‌توانند با استفاده از رابطه (۹-۱۲)، یکنواخت خالص سالیانه بعد از مالیات، بررسی اقتصادی شوند.

● مثال ۲ـ۱۲ـ اطلاعات زیر در مورد پروژه‌ای در دست است. هزینه اولیه ۱۰۰,۰۰۰ واحد پولی، ارزش اسقاطی ۱۰,۰۰۰ واحد پولی، عمر مفید ۹ سال، فرآیند مالی قبل از مالیات برابر ۲۰,۰۰۰ واحد پولی در سال، نرخ مالیات ۵۰٪ و روش استهلاک خط مستقیم‌است. اگرحداقل نرخ جذب‌کننده ۱۰٪ فرض شود آیا این پروژه اقتصادی است؟

حل: ابتدا جدول بعد از مالیات را تشکیل می‌دهیم و سپس از روش نرخ بازگشت سرمایه برای محاسبه ROR استفاده می‌شود:

سال	CFBT	D	IT	TX	CFAT
۰	−۱۰۰,۰۰۰	–	–	–	−۱۰۰,۰۰۰
۱ـ۹	۲۰,۰۰۰	۱۰,۰۰۰	۱۰,۰۰۰	۵,۰۰۰	۱۵,۰۰۰
۹	۱۰,۰۰۰				۱۰,۰۰۰

همانطور که در جدول فوق ملاحظه می‌شود ارزش اسقاطی بصورت یک عامل مستقل در سال نهم در ستونهای CFBT و CFAT نمایان است. با استفاده از رابطه (۱۰ـ۱۲) ارزش فعلی خالص تشکیل می‌شود:

$$-۱۰۰,۰۰۰ + ۱۵,۰۰۰\,(P/A, i\%, ۹) + ۱۰,۰۰۰\,(P/F, i\%, ۹) = ۰$$

$$ROR = ٪۷/۷$$

و از آنجاکه ROR < MARR است پروژه اقتصادی نیست.

نقش مالیات در بررسیهای اقتصادی

مالیات، سوددهی طرحها راکاهش می‌دهد. در حقیقت با پرداخت مالیات، جذابیت اقتصادی طرح کاهش می‌یابد. ارزش فعلی خالص، یکنواخت خالص سالیانه و نرخ بازگشت سرمایه طرحها بعد از پرداخت مالیات کاهش می‌یابند.

● ۳ـ۱۲ـ اطلاعات زیر در مورد پروژه‌ای در دست است:

$$P = ۳۰,۰۰۰ \quad ، \quad CFBT = ۸,۰۰۰$$

روش استهلاک خط مستقیم است $SV = ۷,۵۰۰$ ، $N = ۵$ ، $TR = ٪۴۶$
نرخ بازگشت سرمایه قبل و بعد از کسر مالیات را حساب کنید.

حل: نرخ بازگشت سرمایه قبل از کسر مالیات از رابطه زیر حاصل خواهد شد:

$$-۳۰,۰۰۰ + ۸,۰۰۰ (P/A ، i\% ، ۵) + ۷,۵۰۰ (P/F ، i\% ، ۵) = ۰$$

$ROR = ٪۱۵/۷۵$

مقدار استهلاک سالیانه عبارت است از:

$$D = \frac{۳۰,۰۰۰ - ۷,۵۰۰}{۵} = ۴,۵۰۰$$

جدول زیر مقادیر درآمد خالص سالیانه را محاسبه می‌نماید:

سال	CFBT	D	IT	TX	CFAT
۰	-۳۰,۰۰۰	—	—	—	-۳۰,۰۰۰
۱-۵	۸,۰۰۰	۴,۵۰۰	۳,۵۰۰	۱,۶۱۰	۶,۳۹۰
۵	۷,۵۰۰				۷,۵۰۰

و نرخ بازگشت سرمایه بعد از مالیات از رابطه زیر حاصل خواهد شد:

$$-۳۰,۰۰۰ + ۶,۳۹۰ (P/A ، i\% ، ۵) + ۷,۵۰۰ (P/F ، i\% ، ۵) = ۰$$

$ROR = ٪۸/۷$

اگر روابط مربوط به محاسبه نرخ بازگشت سرمایه، قبل و بعد از مالیات مقایسه شود، مشاهده می‌شود که مقدار درآمد سالیانه ۸,۰۰۰ واحد پولی و درآمد خالص سالیانه ۶,۳۹۰ واحد پولی با هم متفاوت‌اند و این تفاوت باعث کاهش نرخ بازگشت سرمایه و اصولاً سوددهی طرح شده است. بطورکلی هرچه نرخ مالیات کمتر باشد سوددهی طرح بیشتر و نهایتاً طرح اقتصادی‌تر است.

● مثال ۴-۱۲- دو مدل ماشین بسته‌بندی برای خرید پیشنهاد شده‌اند. روش استهلاک خط مستقیم و نرخ مالیات ٪۵۲ فرض می‌شود و درآمد ناخالص (GI) در هر دو ماشین

یکسان است. این دو ماشین را از نظر پرداخت مالیات مقایسه و برتری یک طرح را از نظر مالیات بر دیگری تعیین نمائید.

	FIX	WON
هزینه اولیه	۲۷۰,۰۰۰	۳۲۵,۰۰۰
هزینه سالیانه	۱۰,۰۰۰	۳۰,۰۰۰
ارزش اسقاطی	۰	۱۵۰,۰۰۰
عمر مفید	۶	۶

حل: ابتدا استهلاک هر ماشین را محاسبه می‌نمائیم و سپس در رابطه (۳-۱۲) و (۲-۱۲) قرار می‌دهیم:

$$D_{WON} = \frac{۳۲۵,۰۰۰ - ۱۵۰,۰۰۰}{۶} = ۲۹,۱۶۷$$

$$D_{FIX} = \frac{۲۷۰,۰۰۰}{۶} = ۴۵,۰۰۰$$

$$TX_{WON} = (GI - OC - D)\ TR = (GI - ۳۰,۰۰۰ - ۲۹,۱۶۷)(۰/۵۲)$$

$$TX_{FIX} = (GI - ۱۰,۰۰۰ - ۴۵,۰۰۰)\ (۰/۵۲)$$

$$T_{WON} - TX_{FIX} = (GI - ۳۰,۰۰۰ - ۲۹,۱۶۷ - GI + ۱۰,۰۰۰ + ۴۵,۰۰۰)\ (۰/۵۲)$$

$$= (-۴,۱۶۷)\ (۰/۵۲) = -۲,۱۶۷$$

علامت منفی نشان‌دهنده این است که ماشین FIX مبلغ ۲,۱۶۷ واحد پولی در سال بیش از ماشین WON مالیات می‌پردازد و در حقیقت با خرید ماشین WON به مقدار ۲,۱۶۷ واحد پولی در سال در پرداخت مالیات صرفه‌جوئی می‌شود.

اثر روشهای استهلاک در بررسیهای اقتصادی

همانطور که در فصل قبل توضیح داده شد روشهای مختلف استهلاک و نقش آنها در صرفه‌جوئی مالیاتی باعث دقت درانتخاب روش استهلاک می‌گرددوروش استهلاکی باید

کتابخانه مرکز آموزش عالی وحید

در محاسبه درآمد خالص (CFAT) بکار گرفته شود که بیشترین صرفه‌جوئی مالیاتی را ایجاد نماید و نهایتاً سوددهی طرح را افزایش دهد. مثال زیر نقش دو روش خط مستقیم و جمع ارقام سنوات را در محاسبه درآمد خالص سالیانه و سوددهی طرح نشان می‌دهد:

● مثال ۵-۱۲- سرمایه اولیه طرحی ۱۲۰۰۰ واحد پولی با ارزش اسقاطی ۱۲۰۰ واحد پولی پس از ۸ سال می‌باشد. فرآیند مالی سالیانه قبل از مالیات در جدول زیر آمده است و نرخ مالیات ۳۰٪ در سال می‌باشد. مطلوبست:

الف - نرخ بازگشت سرمایه قبل از مالیات.

ب - نرخ بازگشت سرمایه با استفاده از روش استهلاک خط مستقیم.

ج - نرخ بازگشت سرمایه با استفاده از روش جمع ارقام سنوات.

حل: جدول زیر، مراحل کامل محاسبه درآمد خالص سالیانه (CFAT) را نشان می‌دهد، که روش استهلاک خطی مورد استفاده قرار گرفته است.

سال	CFBT	D_{SL}	IT	TX	CFAT
۰	-۱۲,۰۰۰	—	—	—	-۱۲,۰۰۰
۱	۳,۷۰۰	۱,۳۵۰	۲,۳۵۰	۷۰۵	۲,۹۹۵
۲	۳,۰۰۰	۱,۳۵۰	۱,۶۵۰	۴۹۵	۲,۵۰۵
۳	۲,۴۰۰	۱,۳۵۰	۱,۰۵۰	۳۱۵	۲,۰۸۵
۴	۲,۱۰۰	۱,۳۵۰	۷۵۰	۲۲۵	۱,۸۷۵
۵	۱,۷۰۰	۱,۳۵۰	۳۵۰	۱۰۵	۱,۵۹۵
۶	۱,۵۰۰	۱,۳۵۰	۱۵۰	۴۵	۱,۴۵۵
۷	۱,۳۰۰	۱,۳۵۰	-۵۰	۰	۱,۳۰۰
۸	۱,۱۵۰	۱,۳۵۰	-۲۰۰	۰	۱,۱۵۰
۹	۱,۲۰۰	—	—	—	۱,۲۰۰

برای محاسبه نرخ بازگشت سرمایه قبل از مالیات از ستون دوم جدول یعنی CFBT استفاده می‌شود:

$$-۱۲,۰۰۰ + ۳,۷۰۰\ (P/F, i\%, ۱) + ۳,۰۰۰\ (P/F, i\%, ۲) + \ldots$$
$$+ ۱,۱۵۰\ (P/F, i\%, ۸) + ۱,۲۰۰\ (P/F, i\%, ۸) = ۰$$
$$ROR = ٪۱۲$$

محاسبه نرخ بازگشت سرمایه با استفاده از روش استهلاک خط مستقیم در زیر آمده است:

$$-۱۲,۰۰۰ + ۲,۹۹۵\ (P/F, i\%, ۱) + ۲,۵۰۵\ (P/F, i\%, ۲) + ۲,۰۸۵\ (P/F, i\%, ۳)$$
$$+ \ldots\ldots + ۱,۱۵۰\ (P/F, i\%, ۸) + ۱,۲۰۰\ (P/F, i\%, ۸) = ۰$$
$$ROR = ٪۸/۰۷$$

جدول زیر محاسبه درآمد سالیانه خالص را با استفاده از روش جمع ارقام سنوات نشان می‌دهد:

سال	CFBT	D_{SOYD}	IT	TX	CFAT
۰	-۱۲,۰۰۰	—	—	—	-۱۲,۰۰۰
۱	۳,۷۰۰	۲,۴۰۰	۱,۳۰۰	۳۹۰	۳,۳۱۰
۲	۳,۰۰۰	۲,۱۰۰	۹۰۰	۲۷۰	۲,۷۳۰
۳	۲,۴۰۰	۱,۸۰۰	۶۰۰	۱۸۰	۲,۲۲۰
۴	۲,۱۰۰	۱,۵۰۰	۶۰۰	۱۸۰	۱,۹۲۰
۵	۱,۷۰۰	۱,۲۰۰	۵۰۰	۱۵۰	۱,۵۵۰
۶	۱,۵۰۰	۹۰۰	۶۰۰	۱۸۰	۱,۳۲۰
۷	۱,۳۰۰	۶۰۰	۷۰۰	۲۱۰	۱,۰۹۰
۸	۱,۱۵۰	۳۰۰	۸۵۰	۲۵۵	۸۹۵
۹	۱,۲۰۰	—	—	—	۱,۲۰۰

محاسبه نرخ بازگشت سرمایه با روش استهلاک جمع ارقام سنوات عبارت است از:

$$-۱۲,۰۰۰ + ۳,۳۱۰ (P/F, i\%, ۱) + ۲,۷۳۰ (P/F, i\%, ۲) + \ldots$$
$$+ ۸۹۵ (P/F, i\%, ۸) + ۱,۲۰۰ (P/F, i\%, ۸) = ۰$$
$$ROR = ٪۸/۶$$

این مثال نه‌تنها اثر مالیات را بر نرخ بازگشت سرمایه (قبل و بعد از مالیات) نشان داد بلکه اثر انتخاب روش استهلاک مناسب را نمایان می‌سازد. نرخ بازگشت سرمایه با روش استهلاک SOYD بیش از SL می‌باشد. بطورکلی برای انتخاب روش استهلاک مناسب باید اثر روشهای مختلف استهلاک را روی طرح آزمایش کرد و اقتصادی‌ترین روش را برگزید.

باید توجه داشت که بررسی اقتصادی یک طرح با روشهای مختلف استهلاک، مستلزم زمان است. بهمین جهت باید راه ساده‌تری برای انتخاب روش استهلاک مناسب یافت. با توجه به نقش اساسی استهلاک که فصل قبل به آن اشاره شد و آن صرفه‌جوئی مالیاتی بود، می‌توان به سادگی روش مناسب را برگزید. در زیر نقش استهلاک به عنوان یک عامل مهم در صرفه‌جوئی مالیاتی تشریح و برای هر روش استهلاک فرمولهای محاسبه صرفه‌جوئی مالیاتی ارائه می‌گردد.

صرفه‌جوئی مالیاتی

«صرفه‌جوئی مالیاتی»[1] در هر سال عبارت از حاصلضرب مقدار استهلاک در نرخ مالیاتی است.

تبدیل رابطه (۷-۱۲) به رابطه (۱۲-۱۲) مقدار صرفه‌جوئی مالیاتی را نشان می‌دهد.

$$CFAT = (GI - OC) - (GI - OC - D)(TR)$$
$$CFAT = (GI - OC) - (GI - OC)\,TR + D(TR)$$
$$CFAT = (CFBT)(۱ - TR) + D(TR) \qquad (۱۲\text{-}۱۲)$$
$$TS = D(TR) \qquad (۱۲\text{-}۱۳)$$

1 - Tax Saving (TS)

رابطهٔ (۱۲-۱۲) نشان می‌دهد که اگر D بیشترین مقدار را دارا باشد، مقدار CFAT افزایش یافته و D کمترین مقدار را دارا باشد، مقدار CFAT کاهش می‌یابد و در حقیقت D(TR) مقداری است که در پرداخت مالیات صرفه‌جوئی شده و به درآمد خالص اضافه شده است. برای محاسبه مقدار صرفه‌جوئی مالیاتی در طول عمر یک پروژه، می‌توان از روش ارزش فعلی کمک گرفت و روش استهلاکی را بعنوان اقتصادی‌ترین روش برگزید تا بیشترین مقدار ارزش فعلی صرفه‌جوئی مالیاتی را دارا باشد.

رابطه کلی محاسبه ارزش فعلی صرفه‌جوئی مالیاتی عبارت است از:

$$PW_{TS} = \sum_{m=1}^{n} D_m \,(P/F\,،i\%\,،m)\,(TR) \qquad (۱۲\text{-}۱۴)$$

با توجه به روشهای مختلف استهلاک می‌توان رابطه (۱۲-۱۴) را برای هر روش بطور خالص تنظیم کرد. در زیر روابط محاسبه صرفه‌جوئی مالیات برای سه روش استهلاک آمده است.

۱- روش استهلاک خط مستقیم

مقدار استهلاک سالیانه برابر $D = \frac{P-SV}{n}$ و در هر سال مقدار صرفه‌جوئی سالیانه برابر D(TR) یا ($\frac{P-SV}{n}$) TR می‌باشد. ارزش فعلی صرفه‌جوئی مالیاتی از رابطه زیر حاصل خواهد شد:

$$PW_{TS} = \frac{TR(P-SV)}{n}\,(P/A\,،i\%\,،n) \qquad (۱۲\text{-}۱۵)$$

۲- روش جمع ارقام سنوات

با توجه به رابطه محاسبه استهلاک در این روش و پس از انجام عملیات ریاضی و استفاده از سری‌های هندسی، رابطه ارزش فعلی صرفه‌جوئی مالیاتی در این روش عبارت خواهد شد از:

$$PW_{TS} = \frac{۲(TR)\ (P - SV)}{(n+۱)\ (i)} \left\{ ۱ + \frac{1}{ni} \left[(1+i)^{-n} - ۱\right] \right\} \qquad (۱۲\text{-}۱۶)$$

۳ـ روش موجودی نزولی

رابطه زیر محاسبه ارزش فعلی صرفه‌جوئی مالیاتی را در روش موجودی نزولی با نرخ معین d نشان می‌دهد:

$$PW_{TS} = \frac{۲P(TR)}{n} \quad \frac{۱ - \left[\frac{۱-d}{۱+i}\right]^{n}}{i + d} \qquad (۱۲\text{-}۱۷)$$

برای دیگر روشهای استهلاک می‌توان مستقیماً از رابطه (۱۲ـ۱۴) استفاده کرد.

اثر تامین قسمتی از هزینه اولیه از موسسات مالی در بررسیهای اقتصادی

اگر قسمتی از هزینه اولیه طرحی از یک موسسه مالی، مثلاً بانک با نرخ بهره (i) قرض شود، موسسه سرمایه‌گذار باید هر سال مبلغی را بعنوان قسط به بانک جهت بخشی از وام دریافتی بپردازد. قسط سالیانه از دو بخش تشکیل یافته است:

PR = اصل[۱]

I = بهره[۲]

روابط محاسبه CFAT در حالت فوق عبارت خواهد شد از:

$$CFBT = GI - OC$$

$$IT = CFBT - D - I \qquad (۱۲\text{-}۱۸)$$

$$TX = IT\ (TR)$$

$$CFAT = CFBT - TX - I - PR \qquad (۱۲\text{-}۱۹)$$

● مثال ۶ـ۱۲ـ هزینه اولیه طرحی ۱۵،۰۰۰ واحد پولی با ارزش اسقاطی صفر و عمر

1 - Principle 2 - Interest

مفید ۵ سال است. درآمد ناخالص سالیانه برابر ۷,۰۰۰ و هزینه‌های عملیاتی سالیانه ۱,۰۰۰ پیش‌بینی شده است. روش استهلاک خط مستقیم و نرخ مالیات ٪۵۰ است. «MARR = ٪۱۵»

اولاً نرخ بازگشت سرمایه این طرح را وقتی کل هزینه اولیه توسط سرمایه‌گذار تامین شود محاسبه نمائید.

ثانیاً نرخ بازگشت سرمایه را وقتی ٪۵۰ هزینه اولیه توسط بانک، تحت شرایط نرخ بهره سالیانه ٪۱۰ (بطور ساده) PR = ۱,۵۰۰ و I = ۷۵۰ محاسبه نمائید.

حل: محاسبه CFAT در حالت اول طبق جدول زیر انجام شده است. مقدار استهلاک سالیانه برابر است با:

$$D = \frac{۱۵,۰۰۰}{۵} = ۳,۰۰۰$$

سال	CFBT	D	IT	TX	CFAT
۰	−۱۵,۰۰۰	—	—	—	−۱۵,۰۰۰
۱-۵	۶,۰۰۰	۳,۰۰۰	۳,۰۰۰	۱,۵۰۰	۴,۵۰۰

نرخ بازگشت سرمایه عبارت است از:

$$-۱۵,۰۰۰ + ۴,۵۰۰\ (P/A\ ،i\%\ ،۵) = ۰$$

ROR = ٪۱۵/۲۵

و ارزش فعلی خالص با حداقل نرخ جذب کننده ٪۱۵ برابر است با:

NPW = ۸۴/۹

در حالت بعد محاسبهٔ نرخ بهره سالیانه ٪۱۰ برای ٪۵۰ از هزینه اولیه یعنی ۷,۵۰۰ طبق شرایط زیر انجام شده است:

I = ۷,۵۰۰ (۰/۱۰) = ۷۵۰

$$PR = \frac{۷,۵۰۰}{۵} = ۱,۵۰۰$$

شرایط بانک براساس روشهای اقتصاد مهندسی بنا نشده است و نرخ بهره بطور ساده تعین است. در جدول زیر از روابط (۱۸-۱۲) و (۱۹-۱۲) استفاده شده است:

سال	CFBT	D	I	PR	IT	TX	CFAT
۰	-۷,۵۰۰	—	—	—	—	—	-۷,۵۰۰
۱-۵	۶,۰۰۰	۳,۰۰۰	۷۵۰	۱,۵۰۰	۲,۲۵۰	۱,۱۲۵	۲,۶۲۵

و نرخ بازگشت سرمایه عبارت است از:

$$-۷,۵۰۰ + ۲,۶۲۵\ (P/A\ ،i\%\ ،۵) = ۰$$

$$ROR = ٪۲۲/۲۲$$

و ارزش فعلی خالص عبارتند از:

$$NPW = ۱۲۹۹/۵$$

همانطور که مشاهده می‌شود چنانچه قسمتی از هزینه اولیه طرح از موسسات مالی مثلاً بانک با نرخ بهره مشخص وام گرفته شود، نرخ بازگشت سرمایه و ارزش فعلی بیشتر از زمانی خواهد بود که کل هزینه اولیه توسط صاحب طرح تامین شود. دلیل این افزایش در ارزش فعلی نقشی است که مقدار بهره پرداختی (i) در محاسبه درآمد مشمول مالیات (IT) دارد. در حقیقت بهره پرداختی مانند استهلاک نقش صرفه‌جوئی در مالیات را دارد. بهمین دلیل اغلب موسسات مالی تحت شرایط بخصوص، خواهان تأمین قسمتی از هزینه اولیه طرح از بانک هستند.

نکته مهم در این مثال این است که ارزش فعلی خالص به علت دریافت وام افزایش یافته است و نهایتاً سرمایه‌گذار ترجیح می‌دهد که بخشی از سرمایه اولیه را از بانک قرض کند ولی افزایش نرخ بازگشت سرمایه از ٪۱۵/۲۵ به ٪۲۲/۲۲ نباید عامل تشویق‌کننده تلقی گردد.

چنانچه در مثال فوق نرخ بهره سالیانه به ۲۰٪ (بطور ساده) افزایش یابد، نرخ بازگشت سرمایه پس از دریافت وام دقیقاً ۱۵/۲۵٪ خواهد گردید ولی ارزش فعلی خالص به نصف یعنی ۴۲/۴۵ کاهش خواهد یافت.

بطور خلاصه در هر طرح باید ارزش فعلی خالص را بعد از رعایت شرایط بانک محاسبه کرد، چنانچه ارزش فعلی خالص طرح با احتساب وام افزایش یافت، دریافت وام از بانک مقرون به صرفه تلقی می‌شود.

مسائل فصل دوازدهم

● ۱-۱۲- هزینه اولیه اجرای طرح تولید صنایع دستی ۳۵۰,۰۰۰ واحد پولی با فرآیند مالی سالیانه قبل از مالیات ۱۲۰,۰۰۰ واحد پولی، عمر مفید ۸ سال و ارزش اسقاطی ۳۰,۰۰۰ واحد پولی است. روش استهلاک خط مستقیم و نرخ مالیات ۳۰٪ در سال فرض می‌شود. اگر حداقل نرخ جذب کننده ۲۰٪ در سال باشد آیا اجرای طرح اقتصادی است؟

● ۲-۱۲- شرکت داروئی «گل‌پسند» خرید یک ماشین پرس قرص را بررسی می‌کند. هزینه اولیه این پرس ۲۴۰,۰۰۰ واحد پولی با عمر مفید ۱۰ سال و ارزش اسقاطی ۶۰,۰۰۰ واحد پولی است. روش استهلاک، خط مستقیم و نرخ مالیات ۳۰٪ فرض می‌شود. اگر فرآیند مالی قبل از مالیات (CFBT) سالیانه ۸۰,۰۰۰ واحد پولی پیش‌بینی شود آیا خرید این ماشین اقتصادی است؟ حداقل نرخ جذب کننده ۲۰٪ است.

● ۳-۱۲- به شرکت داروئی «گل‌پسند»، خرید ماشین پرس قرص دیگری با شرایط زیر پیشنهاد شده است:

$P = ۱۵۰,۰۰۰$ ، $SV = ۳۰,۰۰۰$ ، $CFBT = ۵۰,۰۰۰$

عمر مفید ۱۰ سال و روش استهلاک خط مستقیم و نرخ مالیات ۳۰٪ با حداقل نرخ جذب کننده ۲۰٪ دو طرح فوق (مسئله ۳-۱۲ و ۲-۱۲) را با هم مقایسه نمائید. روش مقایسه دو طرح:

الف - روش ارزش فعلی خالص

ب - روش یکنواخت خالص سالیانه

● ۴-۱۲- مسئله (۱-۱۲) را با روش استهلاک جمع ارقام سنوات انجام دهید و نتایج را با نتایج مسئله (۱-۱۲) مقایسه نمائید.

● ۱۲-۵- مسئله (۱-۱۲) را با روش استهلاک موجودی نزولی DDB انجام دهید و نتایج را با نتایج مسئله (۴-۱۲) مقایسه نمائید.

● ۱۲-۶- مسئله (۲-۱۲) را با روش استهلاک جمع ارقام سنوات انجام دهید. آیا خرید ماشین اقتصادی است؟

● ۱۲-۷- سرمایه اولیه برای خرید ماشین‌آلات تولید رب گوجه‌فرنگی ۱,۵۰۰,۰۰۰ واحد پولی با عمر مفید ۱۵ سال و ارزش اسقاطی ۱۵۰,۰۰۰ واحد پولی است. مقدار فرآیند مالی قبل از مالیات (CFBT) در سال اول ۶۰۰,۰۰۰ واحد پولی است و هر سال ۹,۰۰۰ کاهش می‌یابد. نرخ مالیات ۲۰٪ و روش استهلاک، SOYD است. نرخ بازگشت سرمایه قبل و بعد از مالیات را محاسبه نمائید.

● ۱۲-۸- یک کارخانه تولیدی، ماشین ابزاری را به قیمت ۱۲۰,۰۰۰ واحد پولی خریداری می‌نماید. هزینه‌های عملیاتی سالیانه برابر با ۴,۰۰۰ واحد پولی است. درآمد ناخالص در سال اول ۳۳,۰۰۰ واحد پولی و هر سال ۳,۰۰۰ واحد پولی کاهش می‌یابد. عمر مفید طرح ۱۰ سال، روش استهلاک SOYD و نرخ مالیات ۳۰٪ است. ارزش اسقاطی ماشین نیز ۱۲,۰۰۰ واحد پولی در پایان عمر مفید پیش‌بینی می‌شود.

الف: نرخ بازگشت سرمایه قبل از مالیات چه مقدار است؟

ب: نرخ بازگشت سرمایه بعد از مالیات چه مقدار است؟

ج: اگر MARR = ۱۵٪ فرض شود آیا خرید این ماشین در بررسی بعد از مالیات اقتصادی است؟

● ۹-۱۲- شرکتی طرح تولید ظروف پلاستیکی را بررسی می‌کند. سرمایه اولیه موردنیاز ۵۰۰,۰۰۰ واحد پولی خواهد بود. ارزش اسقاطی طرح ۵۰,۰۰۰ واحد پولی، با عمر مفید ۱۰ سال است. فرآیند مالی قبل از مالیات (CFBT) در سال اول ۲۰۰,۰۰۰ واحد پولی می‌باشد و هر سال ۱۰,۰۰۰ واحد پولی کاهش می‌یابد. اگر نرخ مالیات ۳۰٪ فرض شود و MARR = ٪۱۰ باشد:

الف: با روش جمع ارقام سنوات نرخ بازگشت سرمایه را محاسبه نمائید.

ب: مقدار صرفه‌جوئی مالیاتی در روش جمع ارقام سنوات چقدر است؟

ج: اگر روش استهلاک روش موجودی نزولی با نرخ استهلاک مناسب (بنحوی که مقدار ارزش دفتری در سال آخر برابر ارزش اسقاطی شود) فرض شود، مقدار صرفه‌جوئی مالیاتی چقدر خواهد بود.

د: کدام روش استهلاک، روش جمع ارقام سنوات یا روش موجودی نزولی اقتصادی‌ترند.

● ۱۰-۱۲- مسئله (۸-۱۲) را بجای روش جمع ارقام سنوات با استفاده از روش موجودی نزولی (DDB) حل نمائید.

● ۱۱-۱۲- شرکتی دو طرح A و B را بررسی می‌نماید و علاقمند به انتخاب اقتصادی‌ترین طرح است. طرح A از دو ماشین I و II تشکیل یافته است. اطلاعات زیر موجود است:

	طرح B	طرح A	
		ماشین II	ماشین I
هزینه اولیه	۴۰۰,۰۰۰	۲۵۰,۰۰۰	۵۰,۰۰۰
ارزش اسقاطی	۵۰,۰۰۰	۱۰,۰۰۰	۰
فرآیندمالی سالیانه (CFBT) (۱ـ۴)	۱۵۰,۰۰۰	۱۰۰,۰۰۰	۵,۰۰۰
فرآیندمالی سالیانه (۵ـ۸)	۲۰۰,۰۰۰	۱۰۰,۰۰۰	۵,۰۰۰
فرآیندمالی سالیانه (۹ـ۱۲)	۲۵۰,۰۰۰	۵۰,۰۰۰	۵,۰۰۰
عمر مفید	۱۲	۱۲	۶

روش استهلاک، جمع ارقام سنوات با نرخ مالیاتی ۵۰٪ است. اگر حداقل نرخ جذب کننده ۲۰٪ فرض شود اقتصادی‌ترین طرح را تعیین کنید.

● ۱۲ـ۱۲ـاگر ۵۰٪ از هزینه اولیه ماشین ابزار در مسئله شماره (۸ـ۱۲) به وسیله بانک با نرخ بهره ۱۰٪ مرکب تامین شود، اولاً مقدار اصل (PR) و بهره سالیانه (I) را محاسبه و ثانیاً ارزش فعلی خالص طرح را بعد از مالیات را تعیین و با قسمت «ج» در مسئله (۸ـ۱۲) مقایسه نمائید. حداقل نرخ جذب کننده ۱۵٪ می‌باشد.

● ۱۳ـ۱۲ـ مثال (۶ـ۱۲) کتاب را تحت شرایط زیر حل نمائید.

الف: نرخ بازگشت سرمایه را وقتی ۲۰ درصد، ۴۰ درصد، ۶۰ درصد و ۸۰ درصد از سرمایه اولیه توسط بانک تامین شود محاسبه و مسئله را تحلیل نمائید.

ب: ارزش فعلی خالص را وقتی ۲۰ درصد، ۴۰ درصد، ۶۰ درصد و ۸۰ درصد از

سرمایه اولیه توسط بانک تامین شود محاسبه و مسئله را تحلیل نمائید.

ج: اگر نرخ بانک به ۵ درصد، ۱۵ درصد، ۲۰ درصد، ۲۵ درصد تغییر کند و ۵۰ درصد از سرمایه اولیه از بانک قرض شود، نرخ بازگشت سرمایه طرح و ارزش فعلی خالص را در هر حالت محاسبه و مسئله را تحلیل نمائید.

● ۱۴-۱۲- مثال (۶-۱۲) کتاب را وقتی نرخ بهره بانک ۱۰٪ مرکب باشد تحت شرایط زیر حل کنید:

الف: نرخ بازگشت سرمایه طرح را هنگامی که ۲۰٪، ۴۰٪، ۵۰٪ و ۸۰٪ از سرمایه اولیه توسط بانک تامین شود محاسبه و مسئله را تحلیل نمائید.

ب: ارزش فعلی خالص طرح را وقتی ۲۰٪ ، ۴۰٪ ، ۵۰٪ و ۸۰٪ از سرمایه اولیه از بانک تامین شود محاسبه و مسئله را تحلیل نمائید.

ج: اگر نرخ بهره بانک به ۵٪ ،۲۰٪ و ۲۵٪ تغییر کند و ۵۰٪ سرمایه اولیه از بانک قرض شود، نرخ بازگشت سرمایه و ارزش فعلی خالص طرح را در هر حالت محاسبه و مسئله را تحلیل نمائید.

فصل سیزدهم

تجزیه و تحلیل جایگزینی (تعویض)[1]

هدف از این فصل عبارت است از مقایسهٔ اقتصادی دو دارائی که یکی از آنها در حال حاضر موجود است و دیگری کاندیدای تعویض با آن می‌باشد. از رده خارج کردن یک دارائی را بازنشستگی[2] و بکارگرفتن یک دارائی دیگر که همان کار را انجام دهد، تعویض[3] می‌نامند. تعویض دارائی معمولاً در زمانی صورت عمل بخود می‌گیرد که آن دارائی از لحاظ فیزیکی قابلیت ادامه بکار را داشته باشد. این کار بخاطر فرسودگی فیزیکی، اسقاط برنامه‌ریزی شده، اسقاط برنامه‌ریزی نشده، عدم بهره‌وری وسایل موجود و پیشرفت تکنولوژی می‌باشد.

تشریح تحلیل تعویض، تفکیک هزینه‌ها، انتخاب طرح اقتصادی و تعیین عمر اقتصادی، از جمله مباحثی هستند که این فصل به آنها می‌پردازد.

مفهوم دو کلمهٔ مدافع و رقیب

در مقایسه دو طرح، طرحی که در حال حاضر موجود است بنام مدافع[4] و طرحی که کاندیدای تعویض با آن می‌باشد، بنام رقیب[5] تعریف می‌شود. معمولاً طرح مدافع، زمانی مورد سئوال واقع می‌شود که عمرش روبه پایان بوده و تصمیم ادامه بکار آن فقط برای مدت کوتاهی (مثلاً یک سال) مطرح باشد، در حالیکه طرح رقیب، طرحی جدید و دارای عمری طولانی است. این مطلب باعث تفاوت در نوع محاسبهٔ هزینه‌ها خواهد شد.

---

1 - Replacement Analysis
2 - Retirement
3 - Replacement
4 - Defender
5 - Challenger

تفکیک هزینه‌ها

هزینه‌های مختلفی که می‌توان به طرح مدافع نسبت داد عبارتند از:

۱ـ قیمت اصلی (قیمت اولیه مدافع)

۲ـ قیمت فعلی (قیمتی که در حال حاضر می‌توان مدافع را فروخت)

۳ـ قیمت دفتری (تفاضل هزینه اولیه و مقادیر استهلاک مدافع با توجه به عمر استهلاکی مدافع)

۴ـ قیمت بازاری

۵ـ قیمت مبادله‌ای

باید توجه داشت که هزینه مناسب و معقول برای مدافع، قیمت بازاری[1] آن است که بیانگر شرایط فعلی بوده و همیشه باید این هزینه در مقایسه اقتصادی به عنوان هزینه اولیه مورد بررسی قرار بگیرد.

تعیین عمر اقتصادی

موقعیتهای بسیاری پیش می‌آید که باید مدت استفاده از دارایی را، قبل از اینکه آنرا از رده خارج سازیم بررسی نمائیم. چنانچه دارائی موردنظر طرح مدافع باشد، این مدت (مقدار n) تحت عنوان عمر باقیماندهٔ مدافع[2] و چنانچه دارائی طرح رقیب باشد، تحت عنوان عمر اقتصادی موردانتظار رقیب[3] نامیده‌می‌شود. رویکرد تعیین عمر اقتصادی (مقدار n) که اغلب تحت عنوان تجزیه و تحلیل «تعیین عمر اقتصادی با توجه به حداقل هزینه» نامیده می‌شود، به این ترتیب است که مقدار n را از صفر تا حداکثر عمر مورد انتظار افزایش داده و برای هر یک از مقادیر n، EUAC را محاسبه می‌کنیم. سال مربوط به حداقل EUAC عمر اقتصادی با حداقل هزینه خواهد بود. مثالهای زیر مفهوم عمر اقتصادی را روشن می‌سازد.

---

1 - Marke Value

2 - Remaining Life of the Defender

3 - Expected Life

● مثال ۱-۱۳- یک ماشین قدیمی که ۵ سال عمر کرده است، برای جایگزینی موردنظر می‌باشد. این ماشین را در حال حاضر می‌توان به قیمت بازاری ۵۰,۰۰۰ واحد پولی فروخت. با توجه به مقادیر تخمینی ارزش اسقاطی و هزینه‌های تعمیرات و نگهداری سالیانه که در جدول (۱-۱۳) داده شده است و با توجه به اینکه حداقل درصد سود قابل قبول ۱۰ درصد می‌باشد، محاسبه کنید که چند سال دیگر باید از ماشین فوق استفاده شود. بعبارت دیگر عمر اقتصادی باقیماندهٔ مدافع چقدر است؟

عمر ماشین	کارکرد (به سال)	ارزش اسقاطی (SV)	هزینه تعمیرات و نگهداری سالیانه
۵	۰	۵۰,۰۰۰	—
۶	۱	۴۰,۰۰۰	—
۷	۲	۳۵,۰۰۰	۱,۰۰۰
۸	۳	۳۰,۰۰۰	۲,۰۰۰
۹	۴	۲۵,۰۰۰	۳,۰۰۰
۱۰	۵	۲۰,۰۰۰	۴,۰۰۰
۱۱	۶	۲۰,۰۰۰	۵,۰۰۰
۱۲	۷	۲۰,۰۰۰	۶,۰۰۰
۱۳	۸	۲۰,۰۰۰	۷,۰۰۰
۱۴	۹	۲۰,۰۰۰	۸,۰۰۰
۱۵	۱۰	۲۰,۰۰۰	۹,۰۰۰
۱۶	۱۱	۲۰,۰۰۰	۱۰,۰۰۰

جدول (۱-۱۳) ارزش اسقاطی و هزینه‌های تعمیرات و نگهداری ماشین قدیمی مثال (۱-۱۳)

حل: محاسبات سال به سال EUAC بشرح زیر است:

سال (n)	۵۰,۰۰۰ (A/P ، ٪۱۰ ، n) $-SV_t$ (A/F ، ٪۱۰ ، n)	۱,۰۰۰ (A/G ، ٪۱۰ ، n)	کل EUAC
۰	—	—	—
۱	۱۵,۰۰۰	—	۱۵,۰۰۰
۲	۱۲,۱۴۰	۴۸۰	۱۲,۶۲۰
۳	۱۱,۰۴۰	۹۴۰	۱۱,۹۸۰
۴	۱۰,۳۹۰	۱,۳۸۰	۱۱,۷۷۰
۵	۹,۹۱۰	۱,۸۱۰	۱۱,۷۲۰
۶	۸,۸۹۰	۲,۲۲۰	۱۱,۱۱۰
۷	۸,۱۶۰	۲,۶۲۰	۱۰,۷۸۰
۸	۷,۶۲۰	۳,۰۰۰	۱۰,۶۲۰
۹	۷,۲۱۰	۳,۳۷۰	۱۰,۵۸۰*
۱۰	۶,۸۸۰	۳,۷۲۰	۱۰,۶۰۰
۱۱	۶,۶۲۰	۴,۰۶۰	۱۰,۶۸۰

این اطلاعات نشان می‌دهد که هزینه سالیانه ادامهٔ استفاده از این ماشین قدیمی تا سال نهم کاهش و سپس افزایش می‌یابد. یعنی عمر اقتصادی باقیمانده این ماشین ۹ سال است و با توجه به اینکه ماشین ۵ سال عمر کرده است، عمر خدمت آن به ۱۴ سال می‌رسد.

● مثال ۲ـ۱۳ـ دستگاهی که سه سال پیش خریداری شده، اینک دارای ارزش بازاری ۱۳,۰۰۰ واحد پولی است. مقادیر تخمینی ارزش اسقاطی و هزینه‌های عملیاتی سالیانه برای ۵ سال آتی در جدول (۲ـ۱۳) داده شده است. اگر حداقل نرخ جذب کننده ۱۰ درصد باشد، عمر اقتصادی با حداقل هزینه چند سال است؟

سال (n)	ارزش اسقاطی پس از n سال	هزینه‌های عملیاتی سالیانه
۱	۹,۰۰۰	۲,۵۰۰
۲	۸,۰۰۰	۲,۷۰۰
۳	۶,۰۰۰	۳,۰۰۰
۴	۲,۰۰۰	۳,۵۰۰
۵	—	۴,۵۰۰

جدول (۲ـ۱۳) ارزش اسقاطی و هزینه‌های عملیاتی مثال ۲ـ۱۳

حل: محاسبات تعیین عمر اقتصادی با توجه به حداقل هزینه به شرح زیر است:

سال (n)	۱۳,۰۰۰ (A/P ، ٪۱۰ ، n) −SV (A/F ، ٪۱۰ ، n)	هزینه یکنواخت عملیاتی	کل EUAC
۱	۵,۳۰۰	۲,۵۰۰	۷,۸۰۰
۲	۳,۶۸۱	۲,۵۹۵	۶,۲۷۶
۳	۳,۴۱۵	۲,۷۱۷	۶,۱۳۲*
۴	۳,۶۷۰	۲,۸۸۶	۶,۵۵۶
۵	۳,۴۲۹	۳,۱۵۰	۶,۵۷۹

حداقل EUAC ، ۶،۱۳۲ واحد پولی است که مربوط به n = ۳ می‌باشد، یعنی عمر باقیمانده دستگاه ۳ سال خواهد بود.

● مثال ۳ـ۱۳ـماشینی دارای هزینهٔ اولیه ۱۰۰,۰۰۰ واحد پولی است. این ماشین پس از نصب دارای ارزش اسقاطی نمی‌باشد. تولیدکننده ماشین تعهد کرده است که در سال اول تمامی هزینه‌های تعمیرات و نگهداری آن را به عهده بگیرد. هزینه تعمیرات و

نگهداری در سال دوم ۶,۰۰۰ واحد پولی تخمین زده می‌شود و پیش‌بینی شده است که هر سال ۶,۰۰۰ واحد پولی نسبت به سال قبل افزایش نشان می‌دهد. اگر چنانچه حداقل نرخ جذب کننده ۸٪ باشد، عمر اقتصادی مورد انتظار این طرح رقیب چقدر است؟

حل: فرض کنید این ماشین در پایان سال n بازنشسته شود:

سال (n)	۱۰۰,۰۰۰ (A/P ، ٪۸ ، n)	۶,۰۰۰ (A/G ، ٪۸ ، n)	کل EUAC
۱	۱۰۸,۰۰۰	—	۱۰۸,۰۰۰
۲	۵۶,۰۸۰	۲,۸۹۰	۵۸,۹۷۰
۳	۳۸,۸۰۰	۵,۶۹۰	۴۴,۴۹۰
۴	۳۰,۱۹۰	۸,۴۲۰	۳۸,۶۱۰
۵	۲۵,۰۵۰	۱۱,۰۸۰	۳۶,۱۳۰
۶	۲۱,۶۳۰	۱۳,۶۶۰	۳۵,۲۹۰*
۷	۱۹,۲۱۰	۱۶,۱۶۰	۳۵,۳۷۰
۸	۱۷,۴۰۰	۱۸,۵۹۰	۳۵,۹۹۰

ملاحظه می‌شود که به ازای n = ۶ سال EUAC حداقل می‌باشد. پس عمر اقتصادی مفید این طرح، ۶ سال است.

چگونگی تحلیل تعویض با توجه به افق برنامه‌ریزی (دورهٔ مطالعه)

منظور از افق برنامه‌ریزی (دورهٔ مطالعه) عبارت است از تعداد سالهائی (در آینده) که باید از مدافع یا رقیب استفاده شود. در مقایسهٔ مدافع و رقیب نوعاً یکی از دو حالت زیر وجود خواهد داشت: (۱) عمر باقیمانده پیش‌بینی شدهٔ مدافع با عمر مفید رقیب برابر است (۲) عمر مفید رقیب متفاوت و معمولاً بیشتر از عمر باقیمانده مدافع است.

هر یک از دو مورد فوق در ذیل تشریح می‌گردد:

کتابخانه مرکز آموزش عالی
۲۵۳۱

عمر باقیمانده مدافع با عمر مفید رقیب برابر است

اگر مدافع و رقیب دارای عمرهای مفید یکسان باشند، با استفاده از هر یک از روشهای ارزیابی مانند روش ارزش فعلی، روش یکنواخت سالیانه یا روش نرخ بازگشت سرمایه و غیره می‌توان اقتصادی‌ترین طرح را شناسائی نمود.

● مثال ۴-۱۳-یک شرکت حمل و نقل دارای دو واگن باری است. این شرکت در صورت نیاز به واگنهای بیشتر می‌تواند آنها را از شرکتهای دیگر اجاره نماید. دو واگن فعلی شرکت ۲ سال پیش هر یک به مبلغ ۶۰,۰۰۰ واحد پولی خریداری شده‌اند و شرکت در نظر دارد که واگنها را ۱۰ سال دیگر نگهدارد. ارزش بازاری برای واگنی که دو سال کار کرده باشد، ۴۲,۰۰۰ واحد پولی و برای واگنی که ۱۲ سال عمر کند ۸,۰۰۰ واحد پولی است. هزینه‌های سالیانه سوخت، تعمیرات و نگهداری، مالیات و غیره ۱۲,۰۰۰ واحد پولی در سال می‌باشد. اگر هزینه اجارهٔ هر واگن ۹,۰۰۰ واحد پولی در سال و هزینه‌های پرسنلی و انرژی سالیانه ۱۴,۰۰۰ واحد پولی باشد، آیا شرکت باید واگنهای موردنیاز خود را اجاره نماید؟ در صورتیکه بدانیم حداقل نرخ جذب کننده ۱۲٪ است.

حل: واگن فعلی با ۱۰ سال عمر باقیمانده بعنوان مدافع و واگنهای اجاره‌ای بعنوان طرح رقیب در نظر گرفته می‌شوند:

مدافع	رقیب
P = ۴۲,۰۰۰	۹,۰۰۰ = هزینه اجاره در سال
A = ۱۲,۰۰۰	۱۴,۰۰۰ = هزینه عملیاتی سالیانه
SV = ۸,۰۰۰	
n = ۱۰	n = ۱۰

مدافع

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

$= ۴۲,۰۰۰ (A/P،٪۱۲،۱۰) - ۸,۰۰۰ (A/F،٪۱۲،۱۰) + ۱۲,۰۰۰ = ۱۸,۹۷۷$ واحدپولی

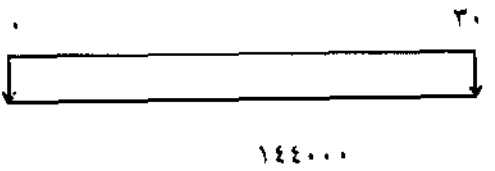
رقیب

$EUAC = ۹,۰۰۰ + ۱۴,۰۰۰ = ۲۳,۰۰۰$ واحد پولی

مشاهده می‌شود که طرح نگهداری دو واگن اقتصادی‌تر است.

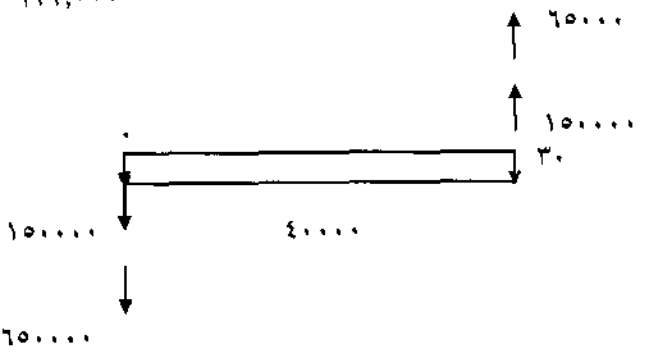
● ۵-۱۳- ادارات مرکزی شرکتی، با توجه به رشد سریع آن، کفایت نیازهای شرکت را نمی‌کند. نتیجهٔ تحقیقات جهت توسعهٔ آنها از لحاظ اطاقهای کافی، پارکینگ مناسب، ظاهر و موقعیت مطلوب، به سه طرح زیر رسیده است: طرح اول را می‌توان با هزینه ۱۴۴,۰۰۰ واحد پولی در سال اجاره نمود. طرح دوم ساختمانی است که می‌توان با قیمت ۸۰۰,۰۰۰ واحد پولی که مبلغ ۱۵۰,۰۰۰ واحد پولی هزینه زمین آن است خریداری نمود. دوره مطالعه ۳۰ سال و حداقل نرخ جذب کننده قبل از مالیات ۱۲٪ است. تصور می‌شود که ارزش زمین در دوره مورد مطالعه کاهش نیابد ولی ارزش ساختمان پس از ۳۰ سال به ۱۰ درصد ارزش فعلی آن تنزل خواهد کرد. هزینه‌های تعمیرات و نگهداری سالیانه برابر با ۴۰,۰۰۰ در سال پیش‌بینی می‌شود. طرح سوم از این قرار است که ارزش بازاری ساختمان فعلی برابر با ۳۰۰,۰۰۰ واحد پولی است و ارزش بازاری زمین آن ۶۰,۰۰۰ واحد پولی برآورد شده است. پیشنهاد یک شرکت مهندسی اینست که ساختمان فعلی، تغییر مدل یابد. هزینه تخمینی برای توسعه آن ۳۰۰,۰۰۰ واحد پولی است. این طرح قسمتی از محل پارکینگ را اشغال خواهد کرد و در نتیجه باید پارکینگی در مجاورت این شرکت برای ۳۰ سال آینده اجاره شود که از قرار معلوم اجاره سال اول ۹,۰۰۰ واحد پولی است و هر سال ۵۰۰ واحد پولی افزایش می‌یابد. هزینه تعمیرات و نگهداری ساختمان (فعلی و توسعهٔ آن) برابر با ۳۳,۰۰۰ واحد پولی در سال می‌باشد و ارزش اسقاطی ساختمان (فعلی و توسعه آن) ۱۰٪ قیمت اولیه است. کدام روش توسعه (اجاره، خرید یا تغییر مدل) اقتصادی‌تر است؟

حل: هزینهٔ یکنواخت سالیانهٔ سه طرح بصورت زیر محاسبه شده است:



اجاره

EUAC = ۱۴۴,۰۰۰

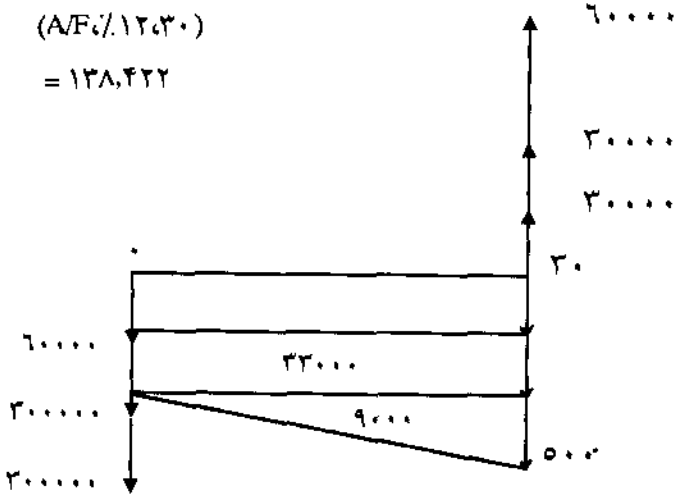


خرید

EUAC =(۱۵۰,۰۰۰ +۶۵۰,۰۰۰)(A/P،٪۱۲،۳۰) +۴۰,۰۰۰–(۱۵۰,۰۰۰+۶۵,۰۰۰)

(A/F،٪۱۲،۳۰)

= ۱۳۸,۴۲۲



تغییرمدل

$$EUAC = ۶۶۰,۰۰۰\ (A/P,٪۱۲,۳۰) + ۳۳,۰۰۰ + ۹,۰۰۰ + ۵۰۰\ (A/G,٪۱۲,۳۰)$$
$$- ۱۲۰,۰۰۰\ (A/F,٪۱۲,۳۰)$$
$$= ۱۲۷,۰۸۵$$

طرح تغییر مدل ساختمانهای موجود، اقتصادی‌تر است.

● مثال ۶ـ۱۳ـ یک کامپیوتر مدل "۳۰ – SK" دو سال پیش به مبلغ ۱۶,۰۰۰ واحد پولی خریداری شده است. این کامپیوتر به روش استهلاک خط مستقیم، و عمر استهلاک ۴ سال مستهلک می‌شود. ارزش اسقاطی پس از چهار سال صفر است. به علت تغییر مدل و پیشرفت تکنولوژی قیمت کامپیوتر مدل (۳۰ – SK) از ۱۶,۰۰۰ واحد پولی به ۹,۹۵۰ واحد پولی کاهش یافته است. یک شرکت فروشندهٔ وسایل اداری پیشنهاد کرده است که کامپیوتر مدل قدیمی (۳۰ – SK) با کامپیوتر مدل جدید (۴۰ – EL) که قیمت آن ۱۲,۰۰۰ واحد پولی است تعویض شود و کامپیوتر قدیمی به عنوان قسمتی از هزینه خرید کامپیوتر جدید، یعنی به مبلغ ۳,۵۰۰ واحد پولی محسوب شود.

اطلاعات بدست آمده مبین آن است که قیمت نقدی (۴۰ – EL) برابر ۱۰,۵۰۰ واحد پولی و قیمت بازاری (۳۰ – SK) که دو سال کار کرده است ۲,۰۰۰ واحد پولی می‌باشد هزینه تعمیر و نگهداری کامپیوتر (۳۰ – SK) برابر ۸۰۰ واحد پولی در سال بوده و کامپیوتر جدید (۴۰ – EL) هزینه‌تعمیرات ونگهداری ندارد. انتظارمی‌رودکه هر دو کامپیوتر برای ۵ سال آتی‌کارکنند. (۳۰ – SK) درپایان سال پنجم دارای ارزشی نیست ولی (۴۰ – EL) را می‌توان به قیمت ۲,۵۰۰ واحد پولی فروخت و نیز (۴۰ – EL) بخاطر سادگی و سرعت عمل دارای صرفه‌جوئی ۱,۲۰۰ واحد پولی در سال است. اگر MARR = ٪۱۰ قبل از مالیات باشد، آیا کامپیوتر مدل (۳۰ – SK) با مدل جدید (۴۰ – EL) تعویض گردد یا خیر؟

حل: هزینه اولیه‌ای که به کامپیوتر مدل (۳۰ – SK) نسبت می‌دهیم، قیمت بازاری آن

است. خلاصه اطلاعات دو طرح بشرح زیر است:

	مدافع کامپیوتر مدل قدیمی (SK – ۳۰)	رقیب کامپیوترمدل‌جدید (EL – ۴۰)
هزینه اولیه	۲,۰۰۰	۱۰,۵۰۰
ارزش اسقاطی	—	۲,۵۰۰
هزینه سالیانه	۸۰۰	—
درآمد سالیانه	—	۱,۲۰۰
عمرمورداستفاده	۵	۵

EUAC، برای هر دو طرح قبل از مالیات محاسبه می‌گردد:

$$EUAC_{(SK-30)} = ۲,۰۰۰\,(A/P, ٪۱۰, ۵) + ۸۰۰ = ۱۳۲۷/۶$$

$$EUAC_{(EL-40)} = ۱۰,۵۰۰\,(A/P, ٪۱۰, ۵) - ۱,۲۰۰ - ۲,۵۰۰\,(A/F, ٪۱۰, ۵) = ۱۱۶۰/۴$$

چون کامپیوتر مدل (EL – ۴۰) دارای هزینه یکنواخت سالیانه کمتری است، اقتصادی‌تر است و می‌توان کامپیوتر قدیمی را با آن تعویض کرد. توجه داشته باشید که مقایسه بین دو کامپیوتر، یک مقایسهٔ قبل از مالیات بوده است.

● مثال ۷ـ۱۳ـ در مثال (۶ـ۱۳) اگر نرخ مالیات بر درآمد ٪۵۰، حداقل نرخ جذب کننده قابل قبول ٪۸ پس از مالیات و دوره مقایسه ۵ سال باشد، تعیین کنید چنانچه کامپیوتر "EL – ۴۰" با توجه به روش استهلاک خط مستقیم و عمر استهلاک ۴ سال مستهلک شود و ارزش اسقاط آن در پایان سال چهارم و پنجم ۲,۵۰۰ واحد پولی باشد و کامپیوتر "SK – ۳۰" قبلاً دو سال کار کرده باشد، آیا تعویض صورت‌پذیر یا خیر؟

حل: برای طرح نگه‌داشتن کامپیوتر مدل قدیمی (SK – ۳۰) جدول زیر تشکیل می‌شود:

n	CFBT	D	IT	TX	CFAT
۰	−۲,۰۰۰	—	—	—	−۲,۰۰۰
۱	−۸۰۰	۴,۰۰۰	−۴,۸۰۰	−۲,۴۰۰	۱,۶۰۰
۲	−۸۰۰	۴,۰۰۰	−۴,۸۰۰	−۲,۴۰۰	۱,۶۰۰
۳	−۸۰۰	—	−۸۰۰	−۴۰۰	−۴۰۰
۴	−۸۰۰	—	−۸۰۰	−۴۰۰	−۴۰۰
۵	−۸۰۰	—	−۸۰۰	−۴۰۰	−۴۰۰

در جدول فوق مقدار درآمد ناخالص سالیانه مجهول برابر GI فرض شده است که این مقدار همچنین برابر است با درآمد ناخالص سالیانه کامپیوتر "۴۰ − EL" که در جدول فوق و جدول بعدی باید بطور فرضی در ستون CFBT قرار گیرند و بدیهی است در ستون CFAT در هر دو جدول به صورت GI/۲ مشاهده خواهند شد و نتیجه تصمیم‌گیری را تغییر نخواهند داد.

برای طرح خرید کامپیوتر مدل جدید "۴۰ − EL":

n	CFBT	D	IT	TX	CFAT
۰	−۱۰,۵۰۰	—	—	—	−۱۰,۵۰۰
۱	۱,۲۰۰	۲,۰۰۰	−۸۰۰	−۴۰۰	۱,۶۰۰
۲	۱,۲۰۰	۲,۰۰۰	−۸۰۰	−۴۰۰	۱,۶۰۰
۳	۱,۲۰۰	۲,۰۰۰	−۸۰۰	−۴۰۰	۱,۶۰۰
۴	۱,۲۰۰	۲,۰۰۰	−۸۰۰	−۴۰۰	۱,۶۰۰
۵	۱,۲۰۰	—	۱,۲۰۰	۶۰۰	۶۰۰
	۲,۵۰۰				۲,۵۰۰

EUAC را برای هر یک از دو طرح محاسبه می‌کنیم:

$$EUAC_{(SK-۳۰)} = [۲,۰۰۰ - ۱,۶۰۰\ (P/A, ٪۸, ۲) - ۴۰۰\ (P/A, ٪۸, ۳)(P/F, ٪۸, ۲)]\ (A/P, ٪۸, ۵) = ۰/۲۵۰۴۶$$

$$EUAC_{(EL-۴۰)} = ۱۰,۵۰۰\ (A/P, ٪۸, ۵) - ۱,۶۰۰ - ۱,۵۰۰\ (A/F, ٪۸, ۵) = ۷۷۴/۱۴$$

چون EUAC کامپیوتر "۳۰ - SK" پس از مالیات کمتر است، بعنوان طرح اقتصادی‌تر انتخاب و نگهداری آن توصیه می‌شود.

عمر مفید رقیب بیشتر از عمر باقیمانده مدافع است

در فصول ششم و هفتم برای مقایسه طرحها با عمر متفاوت به وسیلهٔ روش ارزش فعلی و یکنواخت سالیانه، فرضیات زیر بکار برده شد:

۱ـ وقتی طرحی به پایان عمر مفیدش می‌رسد، فرض می‌شود که بتوان آن را با طرح مشابهی با همان هزینه‌ها و کارآئی تعویض کرد.

۲ـ عمر مفید، مضرب مشترکی از عمر طرحها بود و یا طرح انتخابی برای برآوردن احتیاجات دائمی ادامه می‌یافت.

در تحلیل تعویض، این فرضیات در مورد رقیب قابل قبول می‌باشد اما برای مدافع، وقتی که عمر اقتصادی آن به پایان می‌رسد، این فرضیات واقعی نیستند چراکه مدافع، وسیله‌ای قدیمی است که کارآئی آن کاهش یافته و قیمت آن نسبتاً کم است.

بنابراین در این حالت مساله عبارت است از اینکه آیا مدافع را تعویض کنیم یا هنوز به استفاده از آن ادامه دهیم؟ به عبارت دیگر مساله این است که تعویض چه موقع صورت پذیرد و هنگامی که مدافع تعویض می‌شود، باید آن را با بهترین گزینه در دسترس، یعنی رقیب جایگزین نمود.

● مثال ۸ـ۱۳ـ شرکتی ماشین خاصی را سه سال قبل خریداری کرده است. با توجه به ارزش بازاری فعلی، هزینه یکنواخت سالیانه آن ۵,۲۱۰ واحد پولی و با توجه به سرعت رشد تکنولوژی، عمر باقیماندهٔ آن ۵ سال تخمین زده می‌شود. تعویض این ماشین

(خرید ماشین جدید) مستلزم هزینه اولیه ۲۵,۰۰۰ واحد پولی و ارزش اسقاط ۳,۸۰۰ واحد پولی برای ماشینی با عمر مفید ۱۲ سال است که هزینه عملیاتی سالیانه آن ۷۲۰ واحد پولی در سال می‌باشد. اگر این شرکت از حداقل نرخ جذب کننده ۱۰ درصد استفاده نماید و هدف، نگهداری ماشین جدید در تمام عمر مفید پیش‌بینی شدهٔ آن باشد، آیا تعویض صورت پذیرد؟

حل: برای رقیب، دورهٔ مطالعه ۱۲ سال را در نظر می‌گیریم:

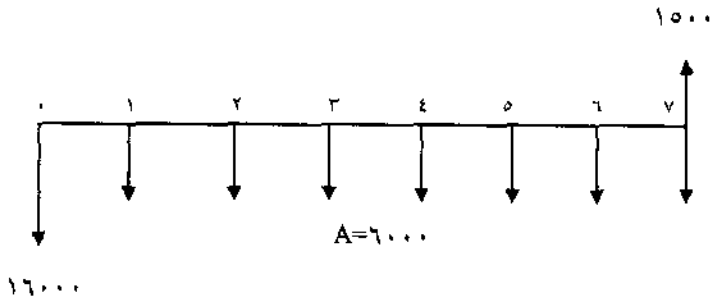
$EUAC_D = ۵,۲۱۰$

$EUAC_C = ۲۵,۰۰۰\ (A/P\ ،\ ٪۱۰\ ،\ ۱۲) - ۳,۸۰۰\ (A/F\ ،\ ٪۱۰\ ،\ ۱۲) + ۷۲۰ = ۴,۲۱۱$

ملاحظه می‌شود که خرید ماشین جدید نسبت به نگهداری ماشین فعلی هزینه کمتری دارد.

● مثال ۹-۱۳- قیمت فعلی ماشینی ۲,۵۰۰ واحد پولی ولی در سال آینده قیمت آن ۱,۵۰۰ واحد پولی است و پس از آن هر ساله ۵۰۰ واحد پولی کاهش خواهد یافت. هزینه عملیاتی آن در سال جاری ۸,۰۰۰ واحد پولی است که پیش‌بینی می‌شود هر سال ۱,۰۰۰ واحد پولی در اثر استهلاک ماشین، افزایش یابد. این ماشین پس از ۴ سال بازنشسته می‌شود و ارزش اسقاطی آن صفر خواهد بود. ماشین جدیدی با ظرفیت تولیدی مشابه می‌تواند به قیمت ۱۶,۰۰۰ خریداری شود. انتظار می‌رود که هزینه‌های عملیاتی سالیانه آن ۶,۰۰۰ واحد پولی و تا پایان ۷ سال عمر مفید آن ثابت باشد. در این هنگام ارزش اسقاطی ماشین ۱,۵۰۰ واحد پولی خواهد بود. در ۷ سال آینده پیشرفت چشمگیری در طرح این نوع ماشین ایجاد نخواهد شد. اگر حداقل نرخ جذب کننده ۱۲ درصد باشد، آیا ماشین موجود تعویض گردد؟ اگر پاسخ مثبت است چه موقع؟

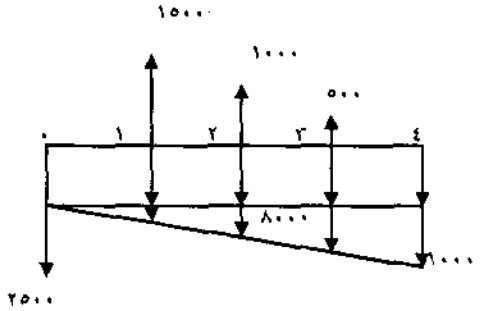
حل: هزینه سالیانه معادل رقیب بشرح زیر است:



رقیب

واحدپولی ۹,۳۵۶ = EUAC = ۱۶,۰۰۰ (A/P،٪۱۲،۷)+۶،۰۰۰–۱,۵۰۰ (A/F،٪۱۲،۷)

عمر اقتصادی مدافع عبارت است از:

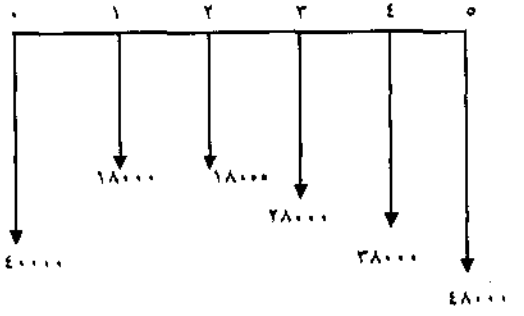


n	– SV (A/F ، ٪۱۲ ، n) + ۲,۵۰۰ (A/P ، ٪۱۲ ، n)	۸,۰۰۰+۱,۰۰۰ (A/G ، ٪۱۲ ، n)	کل EUAC
۱	۱,۳۰۰	۸,۰۰۰	۹,۳۰۰*
۲	۱,۱۰۸	۸,۴۷۲	۹,۶۸۰
۳	۸۹۱/۶	۸,۹۲۵/۴	۹,۸۱۷
۴	۸۲۳	۹,۳۵۹	۱۰,۱۸۲

مشاهده می‌شود که عمر اقتصادی مدافع از هم‌اکنون یکسان است. پس پیشنهاد می‌شود که ماشین مدافع یکسال نگهداری شود و سپس ماشین رقیب خریداری گردد.

● مثال ۱۰-۱۳- برای تعیین اینکه آیا وسایل موجود یک کارخانه (مدافع) تعویض شوند یا خیر باید بررسی اقتصادی انجام شود. اگر بخواهیم وسایل موجود بکار ادامه دهند، هزینه تعمیرات کلی در حال حاضر ۴۰,۰۰۰ واحد پولی است و برای دو سال آینده هر سال ۱۸,۰۰۰ واحد پولی تخمین زده شده است و پیش‌بینی می‌شود که پس از آن هر سال ۱۰,۰۰۰ واحد پولی افزایش یابد. قیمت فعلی و ارزش اسقاطی مدافع صفر می‌باشد. وسایل مثال ۳-۱۳ بعنوان رقیب در نظر گرفته شده است. اگر حداقل نرخ جذب کننده ۸٪ باشد، یک تحلیل تعویض انجام دهید تا مشخص شود که آیا جایگزینی انجام گیرد یا خیر؟

حل: با توجه به شکل فرآیند مالی مدافع، عمر اقتصادی آن عبارت خواهد بود از:



سال n	هزینه سالیانه تعمیرات اساسی ۴۰,۰۰۰ (A/P ، ٪۸ ، n)	هزینه تعمیرات سالیانه EUAC	کل EUAC
۱	۴۳,۲۰۰	۱۸,۰۰۰	۶۱,۲۰۰
۲	۲۲,۴۳۰	۱۸,۰۰۰	۴۰,۴۳۰
۳	۱۵,۵۲۰	۱۸,۰۰۰ + ۳,۰۸۰*	۳۶,۶۰۰*
۴	۱۲,۰۸۰	۱۸,۰۰۰ + ۶,۸۳۰**	۳۶,۹۱۰
۵	۱۰,۰۲۰	۱۸,۰۰۰ + ۱۰,۷۹۰***	۳۸,۸۱۰

* ۱۰,۰۰۰ (A/F ، ٪۸ ، ۳)

** ۱۰,۰۰۰ (P/G ، ٪۸ ، ۳) (P/F ، ٪۸ ، ۱) (A/P ، ٪۸ ، ۴)

*** ۱۰,۰۰۰ (P/G ، ٪۸ ، ۴) (P/F ، ٪۸ ، ۱) (A/P ، ٪۸ ، ۵)

عمر اقتصادی باقیماندهٔ مدافع با توجه به حداقل بودن EUAC برابر ۳ سال است. در حالیکه در مثال (۳ـ۱۳) بهترین عمر مفید رقیب n = ۶ سال بود، بنابراین:

رقیب

EUAC = ۳۵,۲۹۰

مدافع

EUAC = ۳۶,۶۰۰

بنابراین گزینه رقیب باید به جای مدافع نصب شود و جایگزینی انجام گیرد.

نگاهی دقیقتر به رقیب

تاکنون رقیب بعنوان بهترین گزینه در دسترس برای تعویض با مدافع تعریف شده است. اما با گذشت زمان، بهترین گزینه در دسترس هم ممکن است تغییر کند و با توجه به روند پیشرفت تکنولوژی بنظر می‌رسد که **در آینده** گزینه‌های بهتری نسبت به رقیب

فعلی بوجود آیند. اگر چنین حقیقتی را قبول کنیم دورنمای وجود رقیبهای بهتر در آینده ممکن است در تصمیم‌گیری بین مدافع و رقیب در حال حاضر تاثیر بگذارد.

شکل (۱-۱۳) دو تخمین احتمالی برای گزینه‌های رقیب را نشان می‌دهد:

شکل (۱-۱۳) دو طریقه ممکن که در آن EUAC برای طرحهای رقیب در آینده کاهش می‌یابد را نشان می‌دهد.

همانطور که ملاحظه می‌شود گاهی هزینه یکنواخت سالیانه در رابطه با طرحهای رقیب در آینده، هر سال به مقدار ثابتی نسبت به سال قبل کاهش می‌یابد و در پاره‌ای مواقع ممکن است تغییرات تکنولوژی یکباره انجام شده و باعث پیشرفت سریع رشد رقیب گردد.

یکی از فرضیات ممکن این است که با کاهش در هزینه‌ها و یا افزایش در منافع در شکل (۱-۱۳) در یک منحنی کاهش یکنواخت فرض شود که هر طرح رقیب در آینده دارای یک EUAC حداقل است که به مقدار ثابتی کمتر از مقدار مشابه گزینه رقیب سال

قبل است. اگر طرح رقیب در آینده بهتر از رقیب فعلی باشد، چه تاثیری می‌تواند بر روی گزینه‌ها در حال حاضر بنماید؟

انتظار رقیب بهتر در آینده باعث می‌شود که در مواردی به دلیل تعویض در آینده با رقیب بهتر، گزینه رقیب را در حال حاضر رد نمائیم و از طرح مدافع تا تعویض آن در آینده استفاده کنیم. به بیان دیگر می‌توان گفت که رقیب فعلی با در نظر گرفتن رقیبهای بهتر در آینده، دیگر مطلوب نخواهد بود. مثال زیر این حالت را تشریح می‌کند.

● مثال ۱۱-۱۳- مثال قبل را با اطلاعات زیر در نظر بگیرید:

پیش‌بینی شده است که طرحهای رقیب در آینده، پیشرفته‌تر بوده و پس از هر سال (از n = ۶ سال بهترین عمر مفید)، EUAC طرح رقیب جدید، نسبت به طرح قبلی ۱,۰۰۰ واحد پولی کاهش یابد. طرحهای رقیب را می‌توان به صورت زیر در نظر گرفت:

A: نگهداری مدافع

B: تعویض مدافع با رقیب فعلی

C: از مدافع یک سال استفاده کرده، آن را در سال آینده با رقیب بهتر تعویض نمائیم.

D: از مدافع دو سال استفاده کرده، آن را با رقیب بهتر تعویض نمائیم.

E: از مدافع سه سال دیگر استفاده کرده، آن را با رقیب بهتر تعویض نمائیم.

F: از مدافع چهار سال دیگر استفاده کرده، آن را با رقیب بهتر تعویض نمائیم.

و غیره.

در اینجا باید تاکید شود که طرحهائی که در بالا آمده است، به این سوال پاسخ می‌گویند که آیا باید مدافع را در حال حاضر تعویض کرد یا باید از آن یکسال یا بیشتر استفاده نمود؟ اگر طرح B از بین طرحهای فوق، اقتصادی‌ترین باشد، تصمیم این خواهد بود که مدافع را در حال حاضر تعویض کنیم و اگر هر یک از طرحهای دیگر اقتصادی باشند، تصمیم عبارت خواهد بود از اینکه مدافع را تا سال دیگر مورد استفاده قرار داده، بعد از یکسال مجدداً بررسی نمائیم.

قبلاً محاسبات لازم برای تعیین EUAC برای مدافع و رقیب فعلی را برای بهترین

عمر مفید آنها انجام داده و نتیجه گرفته شد:

$EUAC_A$ = ۳۶,۶۰۰ واحد پولی

$EUAC_B$ = ۳۵,۲۹۰ واحد پولی

در جدول (۳ـ۱۳) طرحهای B تا F به صورت جداگانه نشان داده شده‌اند. همانطوریکه در اطلاعات مربوطه ذکر شد، EUAC رقیب هر سال ۱,۰۰۰ واحد پولی از EUAC رقیب سال قبل کمتر است.

B	C	D	E	F
رقیب فعلی	مدافع برای ۱ سال	مدافع برای ۲ سال	مدافع برای ۳ سال	مدافع برای ۴ سال
EUAC=۳۵,۲۹۰	EUAC=۳۴,۲۹۰	EUAC=۳۳,۲۹۰	EUAC=۳۲,۲۹۰	EUAC=۳۱,۲۹۰
عمر ۶ سال	رقیب سال آینده عمر ۶ سال	رقیب دوسال دیگر از حالا عمر ۶ سال	رقیب سه‌سال دیگر از حالا عمر ۶ سال	رقیب چهارسال دیگر از حالا عمر ۶ سال

جدول (۳ـ۱۳)

در مثال ۱۰ـ۱۳ ، EUAC برای نگهداشتن مدافع محاسبه شده بود:

EUAC	سال بازنشسته شدن مدافع (n)
۶۱,۲۰۰	۱
۴۰,۴۳۰	۲
۳۶,۶۰۰	۳
۳۶,۹۱۰	۴

کتابخانه مرکز آموزش عالی
رجاء

با این ارقام می‌توان EUAC را برای طرحهای C تا F بدست آورد که عبارت است از ترکیب استفاده از مدافع برای مدت یکسال یا بیشتر به اضافهٔ ۶ سال جهت رقیب آینده. برای طرحهای C تا F داریم:

$$EUAC = [EUAC_{\text{مدافع}}(P/A, ٪۸, n) + EUAC_{\text{رقیب}}(P/A, ٪۸, ۶)(P/F, ٪۸, n)](A/P, ٪۸, n+۶)$$

$$EUAC_C = [۶۱,۲۰۰\ (P/A, ٪۸, ۱) + ۳۴,۲۹۰\ (P/A, ٪۸, ۶)(P/F, ٪۸, ۱)]\ (A/P, ٪۸, ۷) =$$

$$= [۶۱,۲۰۰\ (۰/۹۲۶) + ۳۴,۲۹۰\ (۴/۶۲۳)\ (۰/۹۶۲)]\ (۰/۱۹۲۱) = ۳۹,۰۹۰$$

$$EUAC_D = [۴۰,۴۳۰\ (P/A, ٪۸, ۲) + ۳۳,۲۹۰\ (P/A, ٪۸, ۶)(P/F, ٪۸, ۲)]\ (A/P, ٪۸, ۸)$$

$$= ۳۵,۵۰۰$$

$$EUAC_E = [۳۶,۶۰۰\ (P/A, ٪۸, ۳) + ۳۲,۲۹۰\ (P/A, ٪۸, ۶)\ (P/F, ٪۸, ۳)]\ (A/P, ٪۸, ۹)$$

$$= ۳۴,۰۷۰$$

$$EUAC_F = [۳۶,۹۲۰\ (P/A, ٪۸, ۴) + ۳۱,۲۹۰\ (P/A, ٪۸, ۶)\ (P/F, ٪۸, ۴)]\ (A/P, ٪۸, ۱۰)$$

$$= ۳۴,۰۶۰$$

نتایج طرحها را می‌توان به صورت زیر خلاصه کرد:

طرح		EUAC
A	استفاده از مدافع	۳۶,۶۰۰
B	تعویض با رقیب	۳۵,۲۱۰
C	مدافع ۱ سال ـ رقیب بهتر ۶ سال	۳۹,۰۹۰
D	مدافع ۲ سال ـ رقیب بهتر ۶ سال	۳۵,۵۰۰
E	مدافع ۳ سال ـ رقیب بهتر ۶ سال	۳۴,۰۷۰
F	مدافع ۴ سال ـ رقیب بهتر ۶ سال	۳۴,۰۶۰

تصمیم، عبارت است از اینکه مدافع را نگهداریم و در سال آینده مجدداً تجزیه و

تحلیل تعویض را انجام دهیم.

مطلوبیت کوتاهتر کردن عمر رقیب

همانطور که ملاحظه گردید، اگر انتظار داشته باشیم که در آینده طرحهای رقیب بهتری در دسترس باشند، این انتظار باعث کاهش مطلوبیت رقیب فعلی می‌گردد. وجود یک سری طرحهای رقیب پیشرفته‌تر و مساله دوگزینه‌ای «مدافع ـ رقیب» را به یک مساله چندگزینه‌ای با محاسبات خیلی زیاد تبدیل می‌کند. برای کاهش مقدار محاسبات، تکنیکی که اغلب مورد استفاده قرار می‌گیرد، این است که عمر رقیب، کمتر در نظر گرفته شود.

اگر عمر رقیب در مثال ۱۰ـ۱۳ به جای ۶ سال ۴ سال فرض می‌شد، EUAC رقیب به ۳۸،۶۱۰ واحد پولی افزایش می‌یافت (مثال ۳ـ۱۳) و باعث تغییر تصمیم‌گیری در مثال ۱۰ـ۱۳ و نگهداشتن مدافع در حال حاضر بود. بنابراین کوتاه کردن عمر رقیب به اندازهٔ $\frac{1}{3}$ عمر مفید آن منتج به همان می‌شود که در مثال ۱۱ـ۱۳ به آن رسیدیم. گرچه رویکرد عمومی در این کتاب این است که محاسبات دقیق را مورد بررسی قرار دهیم، لیکن به نظر می‌رسد که کوتاه کردن عمر رقیب جهت خنثی کردن طرحهای رقیب بهتر در آینده یک راه حل عملی برای اجتناب از طولانی شدن محاسبات باشد.

● مثال ۱۲ـ۱۳ـ ادارهٔ آتش‌نشانی ۳ سال پیش یک کامیون اطفای حریق خریداری کرده است. در اثر رشد تکنولوژی، در قسمت معینی از شهر به کامیونی با ظرفیت بیشتر نیاز است. می‌توان کامیون مشابهی خریداری نمود و یا کامیون فعلی را با ماشینی که ظرفیت آن دوبرابر ظرفیت ماشین فعلی است، تعویض نمود. داده‌های مربوطه در جدول ۴ـ۱۳ داده شده است. اگر MARR = ۱۲٪ باشد دو طرح را برای:

الف) یک دوره ۱۲ سال مقایسه کنید.

ب) اعتقاد مسئولین بر این است که با توجه به رشد جمعیت بهتر است دورهٔ بررسی را کوتاه کرد. برای n = ۹ سال طرحها را مقایسه کنید.

	کامیون فعلی	کامیون مشابه	کامیونی با ظرفیت دوبرابر
هزینه اولیه (P)	۵۱,۰۰۰	۵۸,۰۰۰	۷۲,۰۰۰
هزینه‌های عملیاتی	۱,۵۰۰	۱,۵۰۰	۲,۵۰۰
قیمت مبادله‌ای	۱۸,۰۰۰	—	—
ارزش اسقاطی	٪۱۰(P)	٪۱۲(P)	٪۱۰(P)
عمر مفید	۱۲	۱۲	۱۲

جدول ۴-۱۳ داده‌های آنالیز تعویض اداره آتش‌نشانی

حل: طرح A عبارت است از نگهداری و استفاده از کامیون فعلی و خرید یک کامیون مشابه و طرح B عبارت است از خرید کامیونی که ظرفیت آن دوبرابر ظرفیت کامیون فعلی است. جزئیات دو طرح بشرح زیر است:

طرح A		طرح B
کامیون فعلی	کامیون کمکی	کامیون با ظرفیت دوبرابر
P = ۵۱,۰۰۰	P = ۵۸,۰۰۰	P = ۷۲,۰۰۰
A = ۱,۵۰۰	A = ۱,۵۰۰	A = ۲,۵۰۰
SV = ۵,۱۰۰	SV = ۶,۹۶۰	SV = ۷,۲۰
n = ۹	n = ۱۲	n = ۱۲

الف) برای دورهٔ n = ۱۲ سال:

$$EUAC_A = \underset{\text{کامیون فعلی}}{EUAC} + \underset{\text{کامیون مشابه}}{EUAC}$$

$$= [۱۸,۰۰۰\,(A/P\,،\,٪۱۲\,،\,۹) - ۵,۱۰۰\,(A/F\,،\,٪۱۲\,،\,۹) + ۱,۵۰۰] +$$

$$[۵۸,۰۰۰\,(A/P\,،\,٪۱۲\,،\,۱۲) - ۶,۹۶۰\,(A/F\,،\,٪۱۲\,،\,۱۲) + ۱,۵۰۰]$$

$$EUAC_A = ۴,۵۳۳ + ۱۰,۵۷۵ = ۱۵,۱۰۸$$

$EUAC_B = ۷۲,۰۰۰ (A/P ،٪۱۲ ،۱۲) - ۷,۲۰۰ (A/F ،٪۱۲،۱۲) + ۲,۵۰۰ = ۱۳,۸۲۵$

خرید کامیونی با ظرفیت دوبرابر (طرح B) دارای منافع ۱,۲۸۳ واحد پولی در سال نسبت به طرح A است.

ب) آنالیز برای دوره n = ۹ سال بطور مشابه بوده و خواهیم داشت:

$EUAC_A = ۱۶,۴۴۷$

$EUAC_B = ۱۵,۵۲۶$

مجدداً طرح B انتخاب می‌شود ولی در اینجا مابه‌التفاوت دو طرح، ۹۲۱ واحد پولی است.

اگر افق برنامه‌ریزی از این حد کوتاهتر شود، تصمیم تغییر می‌نماید.

ارزش تعویض مدافع

تفاوت $EUAC_D$ مدافع و $EUAC_C$ رقیب را ارزش تعویض مدافع گویند:

$EUAC_D - EUAC_C = ۰$

اگر $EUAC_D$ بیشتر از $EUAC_C$ باشد، تعویض اقتصادی است.

● مثال ۱۳-۱۳- ماشینی که ۳ سال کار کرده است دارای هزینه عملیاتی سالیانه ۹,۵۰۰ واحد پولی و ارزش اسقاطی ۳,۵۰۰ واحد پولی در پایان عمر مفید خود که بیش از ۷ است می‌باشد. رقیب انتخاب شده دارای هزینه اولیه ۲۸,۰۰۰ واحد پولی و عمر ۱۴ سال و ارزش اسقاطی ۲,۰۰۰ واحد پولی بوده و هزینه عملیاتی سالیانه آن ۵,۵۰۰ واحد پولی است. اگر حداقل نرخ جذب کننده ۱۵٪ باشد حداقل ارزش مبادله‌ای که می‌توان برای ماشین ۳ سال کار کرده پذیرفت و دستگاه جدید را خرید، چقدر است؟

حل: برای محاسبهٔ ارزش تعویض مدافع باید EUAC را داشته باشیم:

$EUAC_D = P(A/P،٪۱۵،۷) - ۳,۵۰۰ (A/F،٪۱۵،۷) + ۹,۵۰۰ = ۰/۲۴۰۳۶P + ۹/۱۸۴$

$EUAC_C = ۲۸,۰۰۰(A/P،٪۱۵،۱۴) - ۲,۰۰۰ (A/F،٪۱۵،۱۴) + ۵,۵۰۰ = ۱۰,۳۴۲$

از رابطهٔ ارزش تعویض مدافع نتیجه می‌شود که:

$۰/۲۴۰۳۶P + ۹/۱۸۴ - ۱۰,۳۴۲ = ۰$

$P = ۴,۸۱۴$

اگر ارزش مبادله‌ای بیشتر از ۴,۸۱۴ واحد پولی باشد، باید رقیب خریداری گردد و لذا تعویض، اقتصادی است.

مسائل فصل سیزدهم

● ۱-۱۳- ماشینی ۵ سال پیش به قیمت ۴۰,۰۰۰ واحد پولی با عمر مفید ۱۰ سال خریداری شده است. مقادیر ارزش اسقاطی و هزینه‌های عملیاتی و تعمیر و نگهداری سنوات گذشته و مقادیر تخمینی سالهای آینده داده شده است. اگر MARR = ٪۱۰ باشد، چند سال دیگر می‌توان از این ماشین استفاده کرد؟

سال	هزینه عملیاتی	هزینه تعمیر و نگهداری	ارزش اسقاطی
۱	۱,۵۰۰	۲,۰۰۰	۲۵,۰۰۰
۲	۱,۶۰۰	۲,۰۰۰	۲۵,۰۰۰
۳	۱,۷۰۰	۲,۰۰۰	۲۲,۰۰۰
۴	۱,۸۰۰	۲,۰۰۰	۲۲,۰۰۰
۵	۱,۹۰۰	۲,۰۰۰	۱۵,۰۰۰
۶	۲,۰۰۰	۲,۱۰۰	۵,۰۰۰
۷	۲,۱۰۰	۲,۷۰۰	۵,۰۰۰
۸	۲,۲۰۰	۳,۳۰۰	—
۹	۲,۳۰۰	۳,۹۰۰	—
۱۰	۲,۴۰۰	۴,۵۰۰	—

● ۲-۱۳- یک دارائی با مشخصات زیر مفروض است:

سال (n)	۰	۱	۲	۳	۴	۵	۶
ارزش اسقاطی در پایان سال n	۱۵,۰۰۰	۱۱,۰۰۰	۸,۰۰۰	۶,۰۰۰	۵,۰۰۰	۴,۰۰۰	۳,۰۰۰
هزینه عملیاتی سالیانه	—	۳,۰۰۰	۳,۵۰۰	۴,۱۱۰	۴,۸۰۰	۵,۶۰۰	۶,۵۰۰

سال (n)	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲
ارزش اسقاطی در پایان سال n	۲,۵۰۰	۲,۰۰۰	۱,۵۰۰	۱,۰۰۰	۷۰۰	۵۰۰
هزینه عملیاتی سالیانه	۷,۵۰۰	۸,۶۰۰	۹,۸۰۰	۱۱,۱۰۰	۱۲,۵۰۰	۱۴,۰۰۰

قیمت خرید این دارائی ۱۵,۰۰۰ واحد پولی و عمر فیزیکی بالقوهٔ آن ۱۲ سال است. با ۱۰٪ = MARR عمر اقتصادی دارائی را تعیین نمائید.

● ۳-۱۳- اطلاعات زیر را برای تحلیل تعویض در نظر بگیرید.
هزینه اولیه: ۱۲,۰۰۰ واحد پولی است.
هزینه تعمیرات و نگهداری سالیانه در ۳ سال اول صفر، در پایان سال چهارم و سال پنجم ۲,۰۰۰ و پس از آن هر سال ۲,۵۰۰ واحد پولی افزایش می‌یابد. قیمت اسقاطی در هر سال صفر است و از مالیات بر درآمد صرف‌نظر می‌شود. با فرض اینکه حداقل نرخ جذب کننده ۱۰٪ باشد بهترین عمر مفید رقیب را محاسبه کنید.

● ۴-۱۳- ماشین جدیدی به قیمت ۵۵,۰۰۰ واحد پولی خریداری شده است. فرض می‌شود که بتوان این ماشین را در پایان هر سال به مبلغی معادل ارزش دفتری آن، براساس روش استهلاک جمع ارقام سنوات (SOYD) و عمر استهلاک ۱۰ سال و ارزش اسقاطی صفر در پایان ۱۰ سال، به فروش رسانید. در طول سال اول هزینه تعمیرات و نگهداری توسط سازنده پرداخت خواهد شد. هزینه‌های تعمیرات و نگهداری در پایان سال دوم ۱,۷۰۰ واحد پولی، در پایان سال سوم ۳,۴۰۰ واحد پولی و سال چهارم ۵,۱۰۰ واحد پولی است و به همین ترتیب با شیب یکنواخت افزایش می‌یابد. اگر حداقل نرخ جذب کننده ۱۵٪ باشد، اقتصادی‌ترین عمر ماشین چند سال است؟

● ۵-۱۳- قیمت بازاری یکی از ماشینهای کارخانه‌ای ۲۵۰,۰۰۰ واحد پولی است. این ماشین ۲ سال پیش خریداری شده است. قیمت اسقاطی و هزینه‌های تعمیرات و

نگهداری این ماشین به صورت زیر برقرار شده است. عمر اقتصادی ماشین موردنظر چند سال است؟

عمر	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
باقی‌مانده قیمت اسقاطی	۲۰۰,۰۰۰	۱۷۵,۰۰۰	۱۵۰,۰۰۰	۱۲۵,۰۰۰	۱۰۰,۰۰۰	۱۰۰,۰۰۰	۱۰۰,۰۰۰	۱۰۰,۰۰۰
هزینه تعمیرات و نگهداری	—	۵,۰۰۰	۱۰,۰۰۰	۱۵,۰۰۰	۲۰,۰۰۰	۲۵,۰۰۰	۳۰,۰۰۰	۳۵,۰۰۰

(حداقل نرخ جذب کننده قابل قبول برای این کارخانه ۱۰ درصد می‌باشد.)

● ۶ـ۱۳ـ شرکتی اطلاعات زیر را برای خرید یکی از لوازم اداری خود جمع‌آوری نموده است. هزینه اولیه این وسیله اداری ۳۰,۰۰۰ واحد پولی بوده و در سال اول نیازی به تعمیرات و نگهداری ندارد اما هزینه تعمیرات در سال دوم ۲,۰۰۰ واحد پولی برآورد شده است و چنین پیش‌بینی می‌شود که هر سال ۲,۰۰۰ واحد پولی نسبت به سال قبل افزایش یابد. در ضمن این وسیله در پایان عمر مفید خود دارای ارزش اسقاطی نمی‌باشد. اگر حداقل نرخ جذب کننده قابل قبول ۸٪ باشد، عمر اقتصادی مورد انتظار این دستگاه چند سال است؟

● ۷ـ۱۳ـ یک واحد صنعتی برای تهیه آب مورد نیاز خود از پمپ گریز از مرکز استفاده می‌کند. این پمپ ۳ سال پیش به قیمت ۱۳,۵۰۰ واحد پولی خریداری شد و دارای ارزش دفتری فعلی ۱۰,۰۵۰ واحد پولی با روش استهلاک خط مستقیم و عمر مفید ۱۰ سال می‌باشد. به علت توسعهٔ تکنولوژی، تقاضا برای این نوع پمپ کم شده است، بطوریکه قیمت فروش فعلی آنها تنها ۵,۰۰۰ واحد پولی است. برآورد می‌شود که ارزش اسقاطی

این پمپ پس از ۷ سال از هم‌اکنون ۲,۰۰۰ واحد پولی باشد.

پمپ بهتری از همان نوع را می‌توان به قیمت ۱۷,۰۰۰ واحد پولی خریداری نمود. عمر این پمپ ۱۰ سال و ارزش اسقاطی آن در پایان عمر مفیدش ۲,۰۰۰ واحد پولی است. تقاضا برای پمپاژ آب با دبی ۲۲۵ مترمکعب در دقیقه در متوسط عمق ۲۰۰ متر می‌باشد. کارآیی پمپ قدیمی، جهت برآوردن این تقاضا ۷۵٪ و کارآئی پمپ جدید برای برآوردن همان تقاضا ۸۱٪ است. هزینه برق مصرفی ۱ واحد پولی برای هر کیلووات ساعت بوده و پمپ باید ۲,۴۰۰ ساعت در سال کار کند. پمپ‌ها دارای توان مصرفی ۳۰ کیلووات است و ضمناً قیمت هر مترمکعب آب ۱ واحد پولی فرض می‌شود.

الف) اگرحداقل نرخ جذب‌کننده ۱۲٪ قبل‌ازمالیات‌باشد، آیاپمپ‌جدیدخریداری گردد؟

ب) با فرض استهلاک خط مستقیم و نرخ مالیاتی ۵۰٪ و حداقل نرخ جذب کننده ۸٪ پس از مالیات، آیا خرید پمپ جدید اقتصادی است؟

● ۸ـ۱۳ـ ماشینی دارای ارزش بازاری ۵۰,۰۰۰ واحد پولی و عمر باقیمانده ۳ سال است. این ماشین در پایان عمر مفید خود هیچگونه ارزش اسقاطی نخواهد داشت. هزینه عملیاتی این ماشین به شرح زیر است:

سال	هزینه عملیاتی
۰	۵۰,۰۰۰
۱	۱۷,۰۰۰
۲	۲۰,۰۰۰
۳	۲۵,۰۰۰

ماشین دیگری با ظرفیت مشابه در دسترس است که هزینه اولیه آن ۱۲۰,۰۰۰ واحد پولی و ارزش اسقاطی ۲۰,۰۰۰ واحد پولی در پایان ۵ سال عمر اقتصادی آن و هزینه‌های عملیاتی سالیانه ۷,۰۰۰ واحد پولی است. اگر ۱۲٪ = MARR باشد، آیا

تعویض انجام شود؟ اگر پاسخ مثبت است چه موقع؟

● ۹-۱۳- ماشین A شش سال پیش با هزینه کل ۸۴,۰۰۰ واحد پولی نصب گردید. در آن زمان تصور می‌شد که عمر ماشین ۱۲ سال و ارزش اسقاطی آن ۱۲,۰۰۰ واحد پولی باشد. هزینه‌های عملیاتی سالیانه شامل استهلاک و هزینه بهره، ثابت و ۲۱,۰۰۰ واحد پولی است.

بازاریابی موفقیت‌آمیز برای یک محصول جدید، تقاضا جهت قطعاتی که توسط ماشین A ساخته می‌شوند را دوبرابر کرده است. تقاضای جدید را می‌توان با خرید ماشین مشابهی که اکنون ۹۶,۰۰۰ واحد پولی است، برآورده ساخت. عمر اقتصادی و هزینه‌های عملیاتی دو ماشین یکسان است و ارزش اسقاطی برای ماشین دوم از نوع A، ۱۶,۰۰۰ واحد پولی است. ماشین B از نوع متفاوت به قیمت ۱۷۰,۰۰۰ واحد پولی و ظرفیت آن دوبرابر ظرفیت ماشین نوع A است. هزینه‌های عملیاتی سالیانه آن حدود ۳۱,۰۰۰ واحد پولی است که در ۱۰ سال عمر اقتصادی آن ثابت خواهد بود. ارزش اسقاطی آن ۴۰,۰۰۰ واحد پولی است. ماشین فعلی می‌تواند به عنوان مبادله با ماشین جدید B به ارزش ۳۰,۰۰۰ واحد پولی به حساب آید. مطلوبست مقایسهٔ دو طرح براساس هزینه یکنواخت سالیانه، اگر حداقل نرخ جذب کننده ۱۰٪ باشد.

● ۱۰-۱۳- با بکاربردن حداقل نرخ جذب کننده ۱۲٪ ارزش فعلی هزینه‌های دو طرح زیر را محاسبه کنید:

طرح I؛ وسایل موجود شرکتی را می‌توان هم‌اکنون به قیمت ۵۰,۰۰۰ واحد پولی فروخت، اما پس از ۳ سال به خاطر تغییرات اساسی که در این نوع وسایل ایجاد خواهد شد هیچگونه ارزش اسقاطی نخواهد داشت. مخارج کنار گذاشتن وسایل قدیمی، پس از سه سال ۱۰,۰۰۰ واحد پولی است. هزینه‌های سالیانه وسایل طرح I، ۳۹,۰۰۰ است.

نوع پیشرفته این وسایل که وارد سال سوم خود می‌شود، دارای هزینه عملیاتی سالیانه ۱۹,۰۰۰ واحد پولی، هزینه اولیه ۱۰۰,۰۰۰ واحد پولی و ارزش اسقاطی ۲۰,۰۰۰ واحد

پولی در پایان سه سال عمر مفید آن خواهد بود.
طرح II؛ هزینه اولیه ۱۳۵,۰۰۰ واحد پولی و ارزش اسقاطی ۵,۰۰۰ واحد پولی در پایان عمر اقتصادی ۶ سال است. هزینه‌های عملیاتی این طرح ۳۰,۰۰۰ واحد پولی در سال است.

● ۱۱-۱۳- یک شرکت زراعی چندین دستگاه تراکتور در اختیار دارد.
تراکتورها هر ۴ سال یکبار به تعمیرات اساسی نیاز خواهند داشت. درگذشته اغلب تراکتورها، پس از ۸ سال و درست قبل از دومین تعمیرات اساسی و بعضی از آنها پس از ۴ سال و درست قبل از اولین تعمیرات اساسی بازنشسته شده‌اند و برخی دیگر تمام ۱۲ سال کار کرده‌اند. برای تجدیدنظر در خط‌مشی گذشتهٔ تعویض، هزینه‌های سالیانه با توجه به سن تراکتور (شامل هزینه تعمیرات جزئی، سوخت و روغنکاری) به صورت زیر برآورد شده است:

سال	۱	۲	۳	۴	۵	۶
هزینه‌ها	۴۰,۰۰۰	۵۰,۰۰۰	۶۰,۰۰۰	۷۰,۰۰۰	۶۵,۰۰۰	۷۰,۰۰۰

	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲
	۷۵,۰۰۰	۸۰,۰۰۰	۸۰,۰۰۰	۸۰,۰۰۰	۸۰,۰۰۰	۸۰,۰۰۰

هزینه اولیه یک تراکتور ۱۶۰,۰۰۰ واحد پولی، ارزش اسقاطی قبل از تعمیرات اساسی در پایان سال چهارم ۵۶,۰۰۰ واحد پولی و در پایان ۸ سال ۱۶,۰۰۰ واحد پولی است. هزینه تعمیرات اساسی در پایان ۴ سال ۵۰,۰۰۰ و در پایان ۸ سال **۷۰,۰۰۰ واحد** پولی است. از ارزش اسقاطی در پایان ۱۲ سال صرفنظر می‌شود. روش **استهلاک جمع ارقام** سنوات با فرض عمر ۸ سال است. اگر حداقل نرخ جذب کننده ۱۲٪ قبل از **مالیات** باشد، مطلوبست:

الف ـ مقایسهٔ هزینه‌های یکنواخت سالیانه برای ۴، ۸ و ۱۲ سال قبل از مالیات.

ب ـ آیا یک تراکتور خاص که پس از ۴ سال تعمیر اساسی شده باید ۴ سال دیگر یا بیشتر بکار گرفته شود یا با تراکتور جدیدی تعویض گردد؟

ج ـ اگر نرخ مالیاتی ۵۰٪ و حداقل نرخ جذب کننده ۶٪ پس از مالیات بر درآمد باشد پاسخ قسمت (ب) چیست؟

● ۱۲-۱۳ـ ادارهٔ کشاورزی یکی از استانهای کشور، دو پمپ زیر را برای آبیاری در نظر دارد:

I ـ پمپ فعلی ۳ سال پیش خریداری شده است. می‌توان پمپ مشابه دیگری خریداری نمود تا پاسخگوی تقاضای جدید باشند.

II ـ پمپ جدیدی با ظرفیتی معادل ۲ برابر ظرفیت پمپ فعلی خریداری نمود.

حداقل نرخ جذب کننده قابل قبول ۱۲٪ است و سایر اطلاعات در جدول زیر داده شده است.

	پمپ موجود	پمپ مشابه	پمپ جدید با ظرفیت دوبرابر
هزینه اولیه	۲۵,۵۰۰	۲۹,۰۰۰	۳۶,۰۰۰
هزینه عملیاتی	۷۵۰	۷۵۰	۱,۲۵۰
قیمت مبادله‌ای	۹,۰۰۰	—	—
ارزش اسقاطی	۲,۵۵۰	۳,۴۸۰	۳,۶۰۰
عمر مفید	۱۲	۱۲	۱۲

الف ـ دو طرح را برای دوره ۱۲ ساله مقایسه کنید.

ب ـ مسئولین این اداره معتقدند که به علت توسعهٔ کشاورزی بهتر است دورهٔ مطالعه کوتاهتر شود. دو طرح را برای دوره ۹ ساله مقایسه کنید. کدام طرح اقتصادی‌تر است؟

● ۱۳-۱۳ـارزش تعویض مدافع موجود را با رقیب محاسبه کنید:

مدافع؛ ماشینی است که ۲ سال کار کرده است. هزینه عملیاتی آن ۴,۵۵۰ واحد پولی و ارزش اسقاطی آن ۱,۷۰۰ واحد پولی در پایان عمر ۴ ساله است.

رقیب؛ ماشین جدیدی است که هزینه اولیه آن ۱۴,۰۰۰ واحد پولی، عمر مفید آن ۷ سال، ارزش اسقاطی این ماشین در پایان عمر مفیدش ۱,۰۰۰ واحد پولی و هزینه عملیاتی سالیانه آن ۲,۷۵۰ واحد پولی است. حداقل نرخ جذب کننده قابل قبول ۱۵٪ است.