

ارزیابی اقتصادی پروژه های سرمایه گذاری

حسین اسلامی

مدیریت پروژه و ساخت

دانشکده مهندسی عمران شریف

۱- مقدمه

یکی از محورهای مهم مطالعات امکان سنجی پروژه، ارزیابی اقتصادی آن است. هر پروژه صرفنظر از نوع و اندازه بایستی صرفه اقتصادی داشته باشد. وجاهت اقتصادی یک پروژه حصول اطمینان از سودمندی سرمایه گذاری آن بوده و موجبات پایداری و ماندگاری آنرا فراهم می سازد.

نحوه مواجهه در ارزیابی اقتصادی پروژه های بخش خصوصی و دولتی قدری با یکدیگر متفاوت است. در پروژه های بخش خصوصی بیشینه سازی منافع از موضع سرمایه گذار ارزیابی می گردد و ممکن است منافع یا مضار اجتماعی یک سرمایه گذاری کمتر مورد توجه قرار گیرد در صورتیکه در پروژه های دولتی از آن جهت که منظور از سرمایه گذاری رفاه حال عامه مردم است منافع و مضار عمومی یک سرمایه گذاری مورد توجه قرار می گیرد و لذا از طریق مقایسه مجموعه منافع و مضار تحلیل و ارزیابی اقتصادی آن صورت می پذیرد. در این بخش چهار جنبه ارزیابی اقتصادی یک سرمایه گذاری مورد توجه قرار می گیرد که عبارتند از:

۱- آشنایی با مفاهیم اساسی ارزیابی اقتصادی یک سرمایه گذاری شامل ترجیح زمانی مصرف، هزینه فرصت، حداقل نرخ بازده جذاب، جریان نقدینگی در طول افق برنامه ریزی و معیارهای سنجش سود سرمایه گذاری.

۲- روشهای ارزیابی اقتصادی شامل روش ارزش خالص فعلی، ارزش خالص آتی، ارزش خالص سری سالانه یکنواخت، روش نسبت سود به هزینه، روش نرخ بازگشت سرمایه و دوره بازگشت سرمایه.

۳- شناسایی عوامل موثر بر جریان نقدینگی و نحوه تأثیر آنها شامل مالیات، تغییر سطح قیمتها و روش مواجهه با مخاطرات وعدم اطمینانها.

۴- شناسایی روشهای متفاوت تأمین مالی و ارزیابی اقتصادی هریک از روشها و نهایتاً شناسایی تأثیر آنها در تصمیم گیری ها.

۲- مفاهیم اساسی ارزیابی اقتصادی

مراحل ارزیابی اقتصادی یک سرمایه گذاری جهت تصمیم گیری بشرح زیر است:

۱- شناسایی تعدادی پروژه در راستای اهداف مالک جهت سرمایه گذاری (و یا ایجاد آلترناتیو).

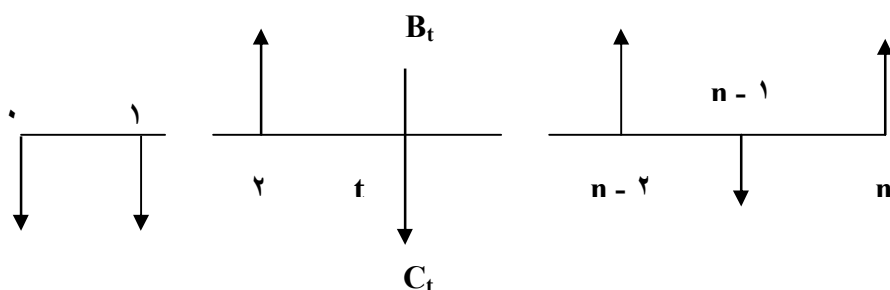
۲- تعیین افق برنامه ریزی برای تحلیل اقتصادی.

- ۳- مشخص نمودن نیمرخ جریان نقدینگی برای هر پروژه.
- ۴- تعیین حداقل نرخ بازده جذاب سرمایه گذار.
- ۵- تعیین ملاک و معیار سنجش سرمایه گذاری جهت قبول یا رد آلترناتیوها.
- ۶- تحلیل حساسیت نتایج نسبت به تغییرات احتمالی در پیش فرضهای غیر مطمئن.
- ۷- قبول یا رد آلترناتیوها و اولویت بندی آنها.

ایجاد تنوع آلترناتیوهایی که در راستای اهداف تصمیم گیرنده یا سرمایه گذار باشد از مراحل بسیار مهم است. اگر هدف اصلی سرمایه گذار بیشتر سازی سود باشد منظور از تنوع آلترناتیوها تعریف انواع پروژه های مستقلی است که هر یک جریان مالی مخصوص به خود را دارد. لیکن اگر انجام یک کار مشخص و یا رفع یک نیاز اجتماعی مانند تأمین بهداشت در یک منطقه هدف باشد منظور از تنوع آلترناتیوها، انواع روشهایی است که هر کدام با جریان مالی مخصوص به خود موجب تأمین نیاز مربوطه می شود و لذا تحلیل اقتصادی، انتخاب کم هزینه این روش را مورد توجه قرار می دهد.

منظور از افق برنامه ریزی مدت زمانی است که مدیریت سرمایه گذاری با توجه به کلیه نامعلومات و عدم اطمینانها نسبت به آینده، برای دوره های سرمایه گذاری تعیین می نماید. این هدف همچنین متأثر از عمر مفید تسهیلات سرمایه گذاری نیز می باشد. افق برنامه ریزی ممکن است کمتر، مساوی و یا بیشتر از عمر پدیده تسهیلاتی لازم بر سرمایه گذاری باشد. مثلاً ممکن است ایجاد یک پل ارتباطی در یک چهار راه شهری دراز مدت و همیشگی تلقی شود، لیکن پیش بینی تغییرات ترافیک شهری افق برنامه ریزی بیش از ۱۵ سال را برای چنین تسهیلاتی موجه نماید و یا به عکس آن پدیده تسهیلاتی نیازمند به تکرار در طول افق برنامه ریزی بلند تر از عمر فیزیکی تسهیلات باشد.

نیمرخ جریان نقدینگی تصویری از کلیه هزینه ها و در آمد ها یا منافع با ملاحظه زمان و وقوع هر یک در طول افق برنامه ریزی است تقسیم های دوره ای در طول افق برنامه ریزی برای جریان نقدینگی بر حسب سالهای $t=0,1,2,3,\dots,n$ فرض می شود که $t=0$ معرف زمان حاضر است. در هر دوره هزینه ها و منافع سرمایه گذاری محاسبه و جریان نقدینگی خالص سالانه از تفاضل در آمد و هزینه سال مربوطه به دست می آید. نمایش نمودار جریان نقدینگی بشرح شکل الف است در این نمودار جریان نقدینگی مثبت (منافع) با پیکان رو به بالا و جریان نقدینگی منفی (هزینه) با پیکان رو به پایین باتوجه به دوره (سال) وقوع رویدادهای مالی نمایش داده می شود. جریان های مالی بین دوره ای معمولاً در ابتدا یا انتهای دوره مربوطه متمرکز می شوند.



شکل الف - جریان نقدینگی

زمانی که مدیریت سرمایه گذاری متعهد سرمایه گذاری در یک پروژه خاص می شود باید فرصتهای سرمایه گذاری در پروژه های دیگر را که ممکن بود با همین مقدار وجه به عهده گیرد فراموش کند. هزینه فرصت مبین بازدهی است که می توانست از بهترین فرصت سرمایه گذاری جایگزین که از دست رفته است بدست آید. فرصتهای از دست رفته ممکن است شامل هر گونه سرمایه گذاری مالی یا برنامه مقبول اجتماعی باشد و محدود به پروژه های سرمایه گذاری نمی شود. مدیریت با انگیزه بیشینه سازی سود سرمایه گذاری تنها موقعی در پروژه های پیشنهادی سرمایه گذاری می کند که بازده حاصل از آن پروژه حداقل برابر با " حداقل نرخ بازده جذاب" (MARR) حاصل از فرصتهای از دست رفته خود باشد.

تعیین " حداقل نرخ بازده جذاب" که معمولاً توسط مدیریت بالای موسسات تعیین می شود برای موسسات مختلف متفاوت بوده و تابعی از شرایط سرمایه گذاری نیز می باشد. این نرخ معرف هزینه فرصت سرمایه موسسه با ملاحظه مخاطرات همراه با فرصتهای سرمایه گذاری است. اگر جریان نقدینگی در طول افق برنامه ریزی بر مبنای ریال جاری باشد " حداقل نرخ بازده جذاب" نیز بایستی متناسب با نرخ سود جاری (سود واقعی به اضافه تورم یا کاهش ارزش پول) باشد و اگر جریان نقدینگی بر مبنای ریال ثابت (عدم تغییر قدرت خرید پول) " نرخ بازده جذاب" نیز بایستی متناسب با نرخ بهره واقعی (یعنی نرخ سود بازاری منهای نرخ تورم) در مدت سرمایه گذاری باشد.

از آنجا که حداقل نرخ بازده جذاب برای یک موسسه در دراز مدت ثابت نیست و تابعی از شرایط زمانی است سرمایه گذارهای بلند مدت هزینه فرصت سرمایه بیشتری را موجب می شوند و لذا محاسبه یک نرخ ثابت در طول افق برنامه ریزی دراز مدت مغایر واقعیت است لیکن عملاً در تحلیل های اقتصادی نرخ متوسط بیشتری را برای سرمایه گذاری های دراز مدت پیش بینی نموده و تحلیل اقتصادی صورت می گیرد. البته آنالیز حساسیت نتایج ارزیابی برای تغییرات در حداقل نرخ بازده جذاب می تواند در تصمیم گیری موثر باشد.

۳- معیارهای سنجش سود سرمایه گذاری و ارزیابی اقتصادی

معیارسنجش سود، شاخصی برای مطلوبیت یک سرمایه گذاری بویژه در بخش خصوصی از نظر گاه ارزیابی اقتصادی پروژه ها به شمار می رود. چندین معیار برای سنجش سود وجود دارد. بعضی از این معیارها اندازه سود را در یک مقطع زمانی نشان می دهد و بعضی دیگر نرخ بازده سرمایه گذاری را در هر دوره زمانی که سرمایه در جریان کاربری است نشان می دهد. یکی از روشها نیز که بعنوان روش کمکی مورد استفاده قرار می گیرد سرعت بازگشت سرمایه یا دوره استرداد را محاسبه می نماید. بهر حال اگر همه این روشها به درستی شناسایی شوند

می توانند با توجه به پاره ای محدودیتهای موجود در برخی از آنها مورد استفاده قرار گرفته و نتایج مشابهی را منجر شوند.

این روشها عبارتند از :

- ۱- ارزش خالص فعلی
- ۲- ارزش خالص آتی
- ۳- ارزش خالص سری سالانه یکنواخت
- ۴- نسبت سود - هزینه
- ۵- نرخ بازده
- ۶- دوره استرداد

۳-۱- روش ارزش خالص فعلی و آتی

وقتی تشکیلاتی سرمایه گذاری می کند تصمیم گیرنده بدنبال کسب منفعت (مآزاد درآمد نسبت به هزینه) در یک افق برنامه ریزی معین، در مقابل فرصت از دست رفته در نتیجه عدم سرمایه گذاری در جایی دیگر است. بدین منظور حداقل نرخ بازده جذاب (MARR) را که منعکس کننده این هزینه فرصت سرمایه است می پذیرند. لذا در این تفاضل ارزش خالص فعلی یا آتی منافع و هزینه ها را در ازای $MARR=I$ در طول افق برنامه ریزی n ساله بدست می آوریم. این تفاضل ارزش خالص فعلی (NPV) و یا ارزش خالص آتی (NFV) سرمایه گذاری است.

$$NPV = \sum_{t=0}^n (B_t - C_t) / (1 + i)^t = \sum_{t=0}^n (B_t - C_t) / (P / f, i, t)$$

$$NFV = \sum_{t=0}^n (B_t - C_t) (1 + i)^{n-t} = \sum_{t=0}^n (B_t - C_t) (P / F, i, n - t)$$

اگر محدودیت بودجه وجود نداشته باشد تمام پروژه های مستقل که ارزش خالص فعلی (NPV) و یا آتی آنها بزرگتر یا مساوی صفر باشد قابل قبولند یعنی سودمندی حاصل از این پروژه ها بیشتر یا مساوی MARR سرمایه گذار می باشد. در پروژه های متقابلا محدود کننده پیشنهادی قابل قبول است که حداکثر ارزش فعلی یا آتی غیر منفی را در بین تمام پیشنهادها داشته باشد.

البته در مواردی ممکن است از منافع چند آلترناتیو از آن جهت که مشابه هستند صرف نظر شود و فقط هزینه های آلترناتیوها در جریان نقدینگی منعکس گردند. و بدیهی است در اینگونه موارد در مقایسه آلترناتیوها، آلترناتیو برتر آن است که ارزش کنونی (PV) و یا ارزش آتی (FV) آن حداقل یا کمترین باشد.

۳-۲- روش ارزش خالص سری سالانه یکنواخت

در این روش جریان ثابتی از منافع پس از کسر هزینه ها در دوره زمانی مساوی طی افق برنامه ریزی منظور شده مورد توجه قرار می گیرد. این مقدار ممکن است از ضرب کردن ارزش خالص فعلی در یک "ضریب اعاده سرمایه" متناسب که معمولاً همان MARR است بدست آید. این ضریب همواره مثبت است و لذا اگر (NPV) بزرگتر یا مساوی صفر باشد (NAV) نیز بزرگتر یا مساوی صفر خواهد بود و به عکس معیار رد و یا قبول پروژه های سرمایه گذاری نیز مشابه همان است که در روش ارزش خالص فعلی و یا ارزش خالص آتی بیان شد.

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

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

۳-۳- روابط تبدیل پرداختها در جریان نقدینگی

فرمولهایی که در تبدیل پرداختها به یکدیگر در یک جریان نقدینگی مورد توجه قرار می گیرند عبارتند از

P	ارزش کنونی
F	ارزش آتی
A	ارزش سری دوره ای (سالانه) یکنواخت
i	نرخ سود سرمایه گذاری
n	افق برنامه ریزی

برای محاسبه ارزش فعلی یک تک پرداخت زمان n

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

برای محاسبه ارزش آتی در سال n یک تک پرداخت در زمان حال

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

برای محاسبه ارزش آتی در سال n سری سالانه یکنواخت

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

برای محاسبه ارزش سری سالانه یکنواخت یک تک پرداخت در زمان n

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

برای محاسبه ارزش فعلی یک سری سالانه یکنواخت

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

برای محاسبه ارزش سری سالانه یکنواخت یک تک پرداخت در زمان حال

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

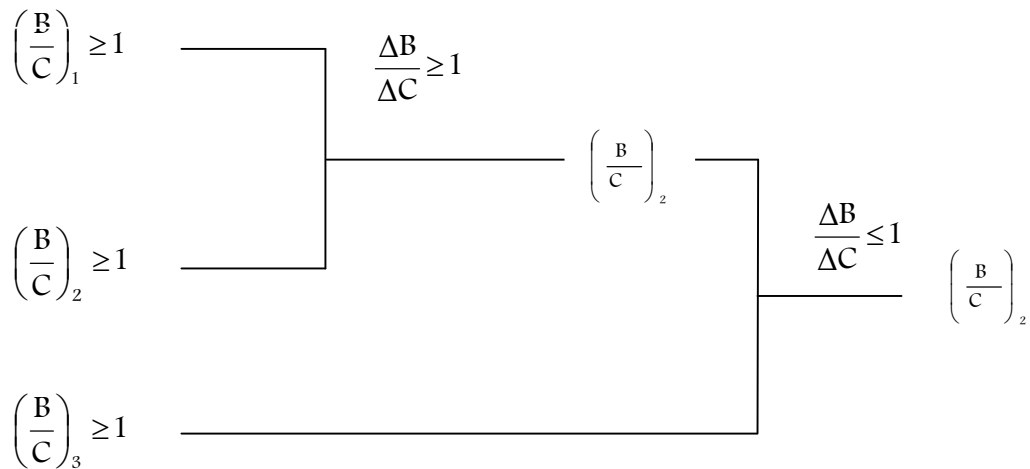
این ظرائب ممکن است از طریق فرمول محاسبه شده و یا از طریق جداول استخراج گردند.

۳-۴- روش نسبت منافع - هزینه

نسبت منافع به هزینه B/C که آنرا به صورت نسبت منافع تنزیل شده به هزینه های تنزیل شده در یک مقطع زمانی معین تعریف می کنند شاخص نسبت سود دهی در یک پروژه است. از آنجا که بعضی از صرفه جویی ها را می توان به هزینه منفی تعبیر نمود ممکن است از مخرج نسبت کم شود و یا بعنوان منافع به صورت کسر اضافه شود. همچنین است در مضار حاصل از یک سرمایه گذاری که معمولاً از منافع سرمایه گذاری (صورت کسر) کم می شود. در هر صورت ملاک قبول یک پروژه مستقل بر اساس نسبت سود - هزینه وقتی است که این نسبت بزرگتر یا مساوی یک باشد.

$$\frac{B}{C} \geq 1$$

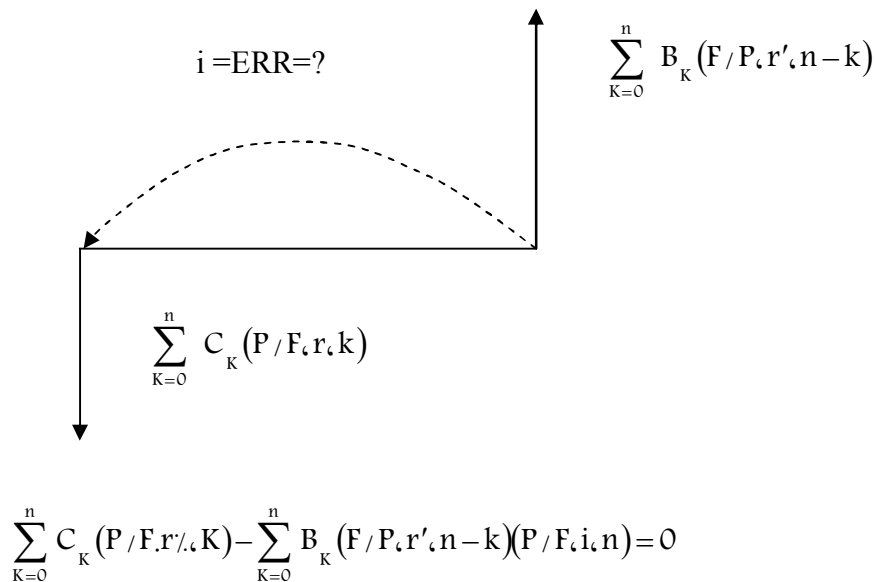
اما به طور کلی، پروژه ای با حداکثر نسبت سود - هزینه در میان گروهی از پیشنهادات (آلترناتیوهای) متقابلاً محدود کننده لزوماً به حداکثر سود منجر نشده و پروژه منتخب نمی باشد. در نتیجه در چنین مواردی از طریق قیاسهای زوجی تحلیل نمودی انجام می گیرد تا بتوان پیشنهاد برتر را از بین مجموعه پیشنهادات انتخاب کرد در این قیاسهای زوجی نمود سود پروژه ها در نتیجه نمود هزینه های آن مقایسه شده تا پروژه برتر انتخاب گردد. در اینگونه موارد ابتدا پروژه های موجه به ترتیب سرمایه بری قرار گرفته و سپس دو به دو نسبت به سودمندی اضافه سرمایه گذاری هر آلترناتیو مورد ارزیابی قرار گرفته و پروژه برتر انتخاب می گردد. مثال زیر قیاس زوجی و تحلیل نمودی در مورد سه پروژه موجه را که نهایتاً منجر به انتخاب پروژه شماره ۲ شده است نشان می دهد.



۳-۴- روش نرخ بازده

روش نرخ بازده که خود به دو نوع نرخ بازده داخلی IRR و نرخ بازده خارجی ERR تقسیم می شود. نرخ بازده داخلی IRR، را نرخ کاهشی تعریف می کنند که ارزش خالص فعلی یک جریان نقدینگی را در افق برنامه ریزی برابر با صفر می کند. اگر پروژه ای از تنها یک پرداخت نقدی در آغاز تشکیل شده و پس از این پرداخت جریانی از سودهای خالص را بوجود آورد ارزش IRR حاصل از این جریان نقدینگی معرف بازده بر هزینه در هر دوره نسبت به وجوه سرمایه گذاری باقیمانده، در پروژه است. این مقدار معمولاً با MARR مقایسه شده در صورتی که بزرگتر یا مساوی آن باشد سرمایه گذاری موجه، در غیر اینصورت ناموجه می شود. وقتی چند پروژه متقابلاً محدود داشته باشیم الزاماً آن پروژه که حداکثر IRR بیشتر از MARR داشته باشد پروژه موجه تر نخواهد بود در اینگونه موارد لازم است که پروژه های موجه به ترتیب سرمایه بری قرار گرفته و دو به دو نسبت به سودمندی اضافه سرمایه گذاری هر آلترناتیو مورد ارزیابی قرار گیرد. مشکل عمده در اعمال روش نرخ بازده داخلی در ارزیابی اقتصادی، امکان وجود مقادیر متعددی از IRR در حالتی است که دو یا چند تغییر علامت در نیمرخ جریان نقدینگی وجود داشته باشد. در اینگونه موارد معمولاً نمی توان از این روش چه برای تعیین قبولی پروژه های مستقل و چه برای انتخاب بهترین پروژه در میان گروهی از پروژه های متقابلاً محدود کنند استفاده کرد و لذا در چنین مواردی این روش توصیه نمی شود. اشکل دیگر مرتبت بر روش نرخ بازده داخلی این است در روشهای NPV و NFV و NAV فرض بر این است که خالص دریافتی (هزینه - دریافتی) با نرخ MARR مجدداً سرمایه گذاری می شود که فرض نسبتاً معقول است. حال آنکه در روش نرخ بازده داخلی فرض بر این است که خالص دریافتی در هر دوره ای در جریان نقدینگی با نرخ IRR یا نرخ بازگشت سرمایه مجدداً سرمایه گذاری می شود که بعضاً فرضی غیر واقعی است. بدلیل دو اشکال فوق الذکر مترتب بر روش نرخ بازگشت داخلی روش دیگری بنام نرخ بازگشت خارجی یا ERR معمول است.

در این روش فرض بر این است که کل سرمایه گذاری ها با یک نرخ معین بیرونی i تامین می شوند و همچنین کل دریافتی های خالص نیز با یک نرخ معینی بیرونی i' سرمایه گذاری مجدد می شوند ممکن است این دو نرخ در شرایطی با یکدیگر مساوی باشند. با ملاحظه چنین نرخ دو مشکل مترتب بر روش نرخ بازده داخلی مرتفع می گردند



۳-۶- روش دوره استرداد PBP

روشهای قبلی سودآوری پروژه را بیان می کنند در صورتی که در این روش سرعت برگشت سرمایه بیان می شود.

لذا این روش بعنوان یک روش کمکی و نه یک روش مستقل در ارزیابی اقتصادی پروژه ها بکار می رود. در شرایط خاص اقتصادی ممکن است سرعت بازگشت سرمایه در کنار سودآوری آن نیز مورد توجه سرمایه گذاری قرار گیرد در این روش معمولاً ارزش کنونی سرمایه گذاری و درآمدها برای دوره مجهولی از افق برنامه ریزی پروژه برابر صفر قرار می گیرد تا دوره بازگشت سرمایه محاسبه شود.

۴- تأثیر استهلاک و مالیات

در شرکتهای بخش خصوصی نیمرخ جریان نقدینگی متأثر از پرداخت مالیات بعنوان یک هزینه است. در محاسبه دیون مالیاتی، استهلاک، هزینه مجازی است که به خاطر هزینه های سرمایه ای در محاسبه درآمد مشمول مالیات و بنابر این در محاسبه مالیات بر درآمد در هر سال محاسبه میگردد. بنابر این استهلاک منجر به کاهش دیون مالیاتی می شود.

از طرفی تفاوت است بین عمر مفید برآورد شده یک پدیده تسهیلاتی که در محاسبات استهلاک مورد استفاده قرار میگیرد و عمر مفید واقعی آن، عمر مفید برآورد شده مدتی است

که معمولاً مقررات اجتماعی جهت مستهلک کردن سرمایه اولیه پدیده در نظر می گیرند و در دفتر قانونی بنای ملاحظه استهلاک قرار می گیرد. روشهای متعددی جهت محاسبه استهلاک وجود دارد که لازم است با توجه به مقررات اجتماعی مورد استفاده قرار گیرند.

اهم این روشها عبارتند از :

- استهلاک بروش خطی مستقیم
- استهلاک به روش نزولی
- استهلاک به روش نزولی جمع ارقام سنوات
- استهلاک به روش مدت کارکرد

در کشور ما استهلاک به روش خطی مستقیم و نزولی توسط وزارت دارایی رسمیت دارد. در استهلاک به روش خطی مستقیم مقدار استهلاک سالانه در طول افق برنامه ریزی از رابطه

$$D_m = \frac{P-S}{n}$$

بدست می آید که در این رابطه D_m استهلاک در سال P, m ارزش اولیه دارایی، S ارزش اسقاط دارایی پس از n سال عمر مفید آن است. در روش استهلاک نزولی وزارت دارایی فهرستی از تجهیزات گوناگون را با درصدی قابل قبول از ارزش دفتری جهت استهلاک سالانه ملاحظه می نماید.

ملاحظه تأثیر مالیاتی در ارزیابی اقتصادی پروژه نبایستی دور از نظر واقع شود چرا که ممکن است ارزیابی پروژه ای برای یک جریان نقدینگی قبل از مالیات به لحاظ اقتصادی موجه و برای جریان نقدینگی بعد از اعمال هزینه های مالیاتی غیر موجه باشد.

مثال

داده های زیر در مورد سرمایه گذاری برای یک قطعه ماشین در اختیار مدیریت شرکت XYZ قرار گرفته است. مطلوب است ارزیابی اقتصادی در صورتیکه منابع مالی از عواید داخلی شرکت تأمین شود.

۶۰.۰۰۰.۰۰۰ ریال

صفر

هزینه اولیه

ارزش اسقاط

درآمد سالانه	۵۰.۰۰۰.۰۰۰ ریال
هزینه عملیاتی سالانه	۲۴.۰۰۰.۰۰۰ ریال
استهلاک	روش خطی مستقیم
عمر مفید	۴ سال
نرخ مالیات موثر	۴۰ درصد
حداقل نرخ بازده جذاب	۱۰ درصد

پایان سال A	جریان نقدینگی قبل از مالیات B	استهلاک C	درآمد مشمول مالیات D=B+C	مالیات D E = %۴۰	جریان نقدینگی پس از مالیات F=B+E
۰	- ۶۰.۰۰۰.۰۰۰	-	-	-	- ۶۰.۰۰۰.۰۰۰
سال ۱ الی ۴	۲۶.۰۰۰.۰۰۰	- ۱۵.۰۰۰.۰۰۰	۱۱.۰۰۰.۰۰۰	- ۴.۴۰۰.۰۰۰	۲۱.۶۰۰.۰۰۰

$$NPV = - ۶۰.۰۰۰.۰۰۰ + ۲۶.۰۰۰.۰۰۰ (P/A, ۱۰\%, ۴) = ۲۲.۴۲.۰۰۰$$

$$NPV = - ۶۰.۰۰۰.۰۰۰ + ۲۱.۶۰۰.۰۰۰ (P/A, ۱۰\%, ۴) = ۸.۴۷۲.۰۰۰$$

اگر قرار بود جریان نقدینگی در مثال فوق فقط شامل هزینه ها باشد می داشتیم.

پایان سال A	جریان نقدینگی قبل از مالیات B	استهلاک C	درآمد مشمول مالیات D=B+C	صرفه جویی مالیات E = %۴۰ D	جریان نقدینگی پس از مالیات F=B+E
۰	- ۶۰.۰۰۰.۰۰۰	-	-	-	- ۶۰.۰۰۰.۰۰۰
سال ۱ الی ۴	- ۲۴.۰۰۰.۰۰۰	- ۱۵.۰۰۰.۰۰۰	- ۳۹.۰۰۰.۰۰۰	۱۵.۶۰۰.۰۰۰	- ۸.۴۰۰.۰۰۰

$$PV = - ۶۰.۰۰۰.۰۰۰ - ۲۴.۰۰۰.۰۰۰ (P/A, ۱۰\%, ۴) = - ۱۳۶.۰۸۰.۰۰۰$$

$$PV = - ۶۰.۰۰۰.۰۰۰ - ۸.۴۰۰.۰۰۰ (P/A, ۱۰\%, ۴) = - ۸۶.۶۲۸.۰۰۰$$

۵- تغییرات سطح قیمت

در ارزیابی اقتصادی آلترناتیو سرمایه گذاری دو روش را می توان به کار برد تا آثار تغییرات قیمت در جهت تورم و یا انقباض محاسبه شود. این روش ها عبارتند از:

۱- **روش ارزش ریال ثابت:** سرمایه گذاری MARR مشخص را پس از کسر تورم خواستار

است، در نتیجه جریان نقدینگی را باید برحسب ریال در سال پایه یا یک نرخ ریال ثابت بیان کرد. در این صورت نرخ تنزیل واقعی (نرخ تنزیل بازاری منهای نرخ تورم) در محاسبه ارزش خالص فعلی و یا آتی جریان نقدینگی مورد استفاده قرار می گیرد.

۲- **روش ریال جاری:** سرمایه گذار یک جزء تورمی را در MARR در نظر می گیرد. در این

صورت جریان نقدینگی بر حسب ریال تورمی یا جاری بیان می شود. در این صورت در محاسبه ارزش خالص باید از نرخ تنزیل تورمی (نرخ تنزیل بازاری) استفاده کرد. اگر این روشها به درستی به کار روند به نتایج یکسانی منجر می شوند.

رابطه زیر بین نرخ سود ثابت i نرخ سود جاری i_f و نرخ تورم f برقرار است.

$$i_f = i + f + i \times f$$

$$i = \frac{i_f - f}{i + f}$$

مثال:

در برنامه یک شرکت است که ۵۵ میلیون ریال را جهت خرید یک قطعه ماشین که انتظار می رود طی ۵ سال آتی بازده خالص یکنواخت سالانه پیش از مالیاتی برابر ۱۵ میلیون ریال داشته باشد سرمایه گذاری کند. ارزش اسقاط این دستگاه ۵ میلیون ریال در پایان سال پنجم است. استهلاک به روش خطی مستقیم محاسبه می شود و نرخ مالیات بر درآمد نهایی شرکت ۳۴ درصد برآورد می شود. اگر حداقل نرخ بازده جذاب ثابت این شرکت ۸ درصد پس از مالیات و تورم مورد انتظار ۵ درصد باشد و سرمایه گذاری از وجوه داخلی شرکت تأمین شود تعیین کنید آیا این سرمایه گذاری ارزشمند است.

جدول ۴ جریان نقدینگی پس از مالیات را با در نظر گرفتن نرخ تورم نشان می دهد.

جدول ۴ جریان نقدینگی (CF) پس از مالیات، با در نظر گرفتن تورم

زمان A	CF بیش از مالیات ریال ثابت B	CF بیش از مالیاتریال جاری B'	استهلاک ریال جاری C	درآمد مشمول مالیات ریال جای D=B'+C	مالیات بر درآمد جاری E=34%D	CF پس از مالیات ریال جاری F=B'-E	CF پس از مالیات ریال ثابت F'
۰	-۵۵.۰۰۰	-۵۵.۰۰۰				-۵۵.۰۰۰	-۵۵.۰۰۰
۱	+۱۵.۰۰۰	+۱۵.۷۵۰	-۱۰.۰۰۰	۵.۷۵۰	۱.۹۵۵	+۱۳.۷۹۵	+۱۳.۱۳۸
۲	+۱۵.۰۰۰	+۱۶.۵۴۰	-۱۰.۰۰۰	۶.۵۴۰	۲.۲۲۴	+۱۴.۳۱۶	+۱۲۹۸۵
۳	+۱۵.۰۰۰	+۱۷.۳۶۵	-۱۰.۰۰۰	۷.۳۶۵	۲.۵۰۴	+۱۴.۸۶۱	+۱۲.۸۳۷
۴	+۱۵.۰۰۰	+۱۸.۲۳۳	-۱۰.۰۰۰	۸.۲۳۳	۲.۷۹۹	+۱۵.۴۳۴	+۱۲.۶۹۷
۵	+۱۵.۰۰۰	+۱۹.۱۴۵	-۱۰.۰۰۰	۹.۱۴۵	۳.۱۰۹	+۱۶.۰۳۶	۱۲.۵۶۴
۶	۵.۰۰۰	+۶.۳۸۱				+۶.۳۸۱	۵.۰۰۰

ملاحظه شود که جریان نقدینگی پیش از مالیات بر مبنای ریال جاری از اعمال ضریب تورم ۵ درصد به درآمدهای حاصل از ماشین بر حسب ریال ثابت بدست آمده است. توجه می شود که باتوجه به مقرات جاری وزارت دارایی هزینه های استهلاک متورم نمی شوند و این در میزان مالیات جاری پرداختی موثر می شود. لذا ابتدا جریان نقدینگی بر مبنای ریال جاری پس از مالیات محاسبه و سپس با تبدیل آن به جریان نقدینگی پس از مالیات بر مبنای ریال ثابت به محاسبه ارزش خالص کنونی سرمایه گذاری با نرخ ثابت ۸ درصد پردازیم.

$$NPV = - ۵۵۰۰۰۰۰۰ + ۱۳۱۳۸(P/F, ۸\%, ۱) \\ + ۱۲۹۸۵(F/P, ۸\%, ۲) + ۱۲۸۳۷(PF و ۸\%, ۳) + ۱۲۶۹۷(P/F, ۸\%, ۴) \\ + (۱۲۵۶۴ + ۵۰۰۰)(P/F و ۸\%, ۵) = -۲۲۷$$

باتوجه به ۵ درصد تورم، سرمایه گذاری ارزشمند نیست زیرا کاهش استهلاکی مالیات متناسب با نرخ تورم افزایش نمی یابد. در صورتیکه جریان نقدینگی قبل از مالیات، ارزش کنونی متفاوتی را نتیجه می داد.

$$i_f = i + f + i.f \\ = ۸\% + ۵\% + (۸\%)(۵\%) = ۱۳/۴$$

$$NPV = - ۵۵۰۰۰۰۰۰ + ۱۵۷۵۰۰۰۰(P/F, ۱۳/۴\%, ۱) \\ + ۱۶۵۴۰(P/F, ۱۳/۴\%, ۲) + ۱۷۳۶۵(P/F, ۱۳/۴\%, ۳) \\ + ۱۸۲۳۳(P/F, ۱۳/۴\%, ۴) + ۱۹۱۴۵(P/F, ۱۳/۴\%, ۵) \\ + ۶۳۸۱(P/F, ۱۳/۴\%, ۵) = ۸۲۹۵$$

محاسبه ارزش خالص کنونی جریان نقدینگی قبل از مالیات بر مبنای ریال ثابت و یا نرخ ۸٪ نتیجه مشابهی را در بر دارد.

$$NPV = - 55000000 + 15000000 (P/A, 8\%) + 5000000 = 8295$$

۶- عدم قطعیت و مخاطره

ارزیابی اقتصادی پروژه متکی به پیش فرضهایی است که غالباً با قطعیت روبرو نیستند و لذا تصمیم گیری در شرایط عدم اطمینان صورت می پذیرد. نکته بسیار مهم در تصمیم گیری در شرایط عدم اطمینان ملاحظه و شناسایی درجه حساسیت نتایج ارزیابی اقتصادی نسبت به تغییرات در یک یا چند پارامتر پیش فرض محاسباتی است. در مواردیکه در شرایط نامعلوم با یک سرمایه گذاری سروکار داریم، سه متغیر بررسی ویژه را اقتضاء می نمایند. این سه متغیر عبارتند از درآمد فروش، هزینه های تولید یا بهره برداری و هزینه های سرمایه گذاری. دلایل عمده نامعلوم بودن وضعیت درآینده عبارتند از: تورم، تغییرات تکنولوژی، برآورد کاذب ظرفیت عملیاتی و طولانی شدن دوره اجرای پروژه به موارد فوق بایستی حدود دقت در برآوردهای درآمد و هزینه را که به حدود اطلاعات مطالعه کننده و تجربه وی در کارهای مشابه بستگی دارد اضافه نمود. حوادث غیر مترقبه و تغییر و تحولات سیاسی و اجتماعی و در نتیجه اقتصادی نیز از جمله شرایط نامعلوم در سرمایه گذاری است. افق برنامه ریزی درازمدت شرایط عدم اطمینان در برآوردها را تقویت می نماید و به همین دلیل ریسک سرمایه گذاری را افزایش می دهد.

روشهای متداولی در تحلیل شرایط عدم اطمینان مورد توجه قرار می گیرند که هر یک در موارد خاص کاربرد بیشتری پیدا می کنند اهم این روشها عبارتند از:

الف) تحلیل نقطه سربسر

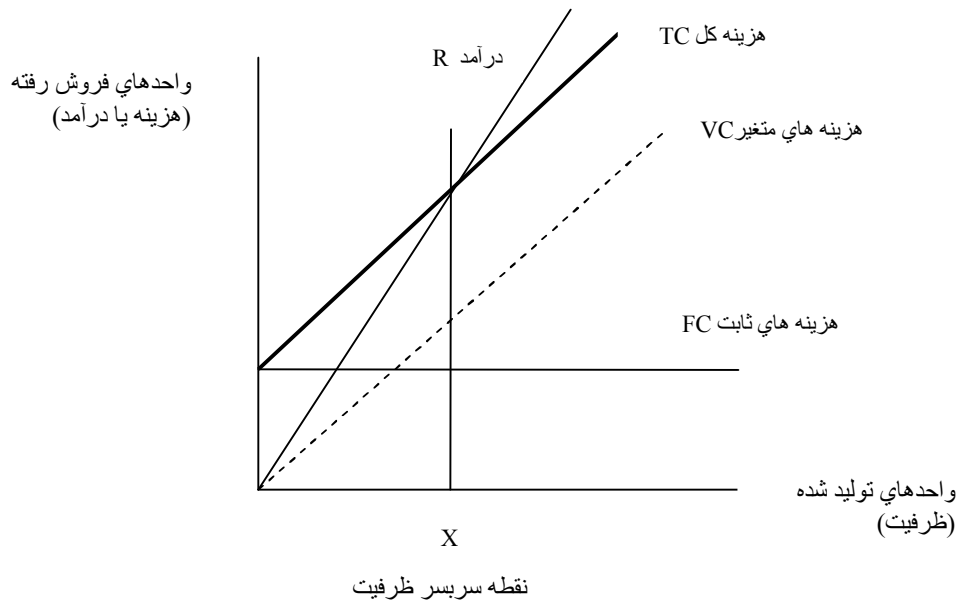
ب) تحلیل حساسیت

پ) تحلیل احتمالات

ث) نرخ بازده تعدیل شده

۶-۱- روش تحلیل نقطه سربسر

در روش نقطه سربسر ارزش کنونی درآمدها و هزینه ها برای سطحی از ظرفیت تولید برابر می شوند. افزون بر آن سطح سودآوری آغاز و کمتر از آن زیان آوری است. لذا می توان حساسیت سودآوری پروژه را برای سطوح مختلف ظرفیت تولید مورد سنجش قرار داد.



$$TC = R$$

$$v \cdot x + FC = p \cdot x$$

$$x = \frac{FC}{v - p}$$

در نتیجه معادلات بالا نقطه سربسر ظرفیت (X) از رابطه بین هزینه های ثابت (FC) و تفاوت قیمت فروش واحد (p) و هزینه های متغیر واحد (v) محاسبه می شود. بنابراین چند نتیجه عملی از تحلیل نقطه سربسر بدست می آید:

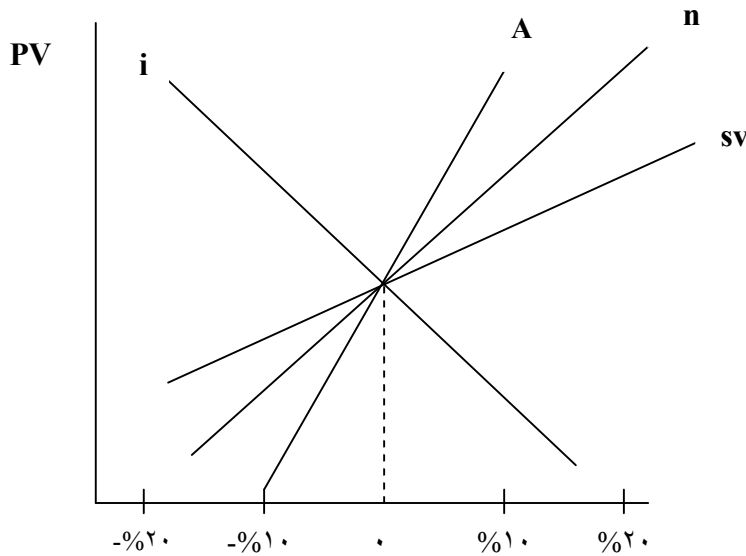
- یک نقطه سربسر بالا نامتناسب است زیرا شرکت را در مقابل تغییرات سطح تولید (فروش) آسیب پذیر می سازد.
- هر قدر هزینه های ثابت بالاتر باشد نقطه سربسر نیز بالاتر خواهد بود.
- هر قدر تفاوت بین قیمت فروش واحد و هزینه های عملیاتی متغیر بیشتر باشد نقطه سربسر پائین تر خواهد بود. در حقیقت این تفاوت بین قیمت فروش واحد و هزینه های عملیاتی واحد است که هزینه های ثابت را جذب می نماید. لذا استفاده از تحلیل نقطه سربسر می تواند برای تعیین اثر تغییرات در قیمت های واحد و هزینه های تولید اعم از متغیر و ثابت مفید باشد.

این روش این امکان را به طراحان پروژه می دهد تا با در نظر گرفتن پیشنهادات سرمایه گذاری جایگزین ناشی از ظرفیتهای متفاوت و یا تکنولوژی جایگزین، نقاط سربسر متعددی را محاسبه کنند.

تغییرات در ظرفیت تعیین شده موجب تغییراتی در هزینه ثابت می شود. تغییر در تکنولوژیکی همچنین بر هزینه های متغیر اثر می گذارد و در نتیجه هر کدام در محاسبه نقطه سربسر موثر می افتد.

۲-۶- روش تحلیل حساسیت

در روش تحلیل حساسیت نتایج ارزیابی اقتصادی سرمایه گذاری در مقابل تغییرات یکی از پارامترهای از پیش فرض شده سنجیده می شود. مطلوب محاسباتی تعیین محدوده تغییرات در یک پارامتر از پیش فرضها است که کماکان ارزیابی اقتصادی سرمایه گذاری را موجه نگه می دارد. در نتیجه این تحلیل اگر حساسیت و ارزیابی اقتصادی نسبت به یک پارامتر زیاد باشد و احتمال نوسان و تغییر آن پارامتر نیز زیاد پیش بینی شود سرمایه گذاری از حاشیه اطمینان کمی برخوردار بوده و ممکن است غیر موجه ارزیابی شود. شکل ۶ مدلی از درجه حساسیت ارزش خالص کنونی را نسبت به تغییرات پارامترهای مفروض در یک جریان نقدینگی نمایش می دهد. ملاحظه می شود بیشترین حساسیتها نسبت به تغییرات پیش بینی درآمد خالص سالانه و نرخ بازگشت سرمایه (سود سرمایه گذاری) است.



دامنه تغییرات هر يك از پارامترهاي مورد نظر

ممکن است نتایج ارزیابی اقتصادی در یک طرح احداث نیروگاه فسیلی با توجه به حساسیت آن نسبت به نرخ تورم قیمت انرژی، تغییر در نرخ فروش برق تولیدی و یا ظرفیتهای تولید تجزیه و تحلیل شوند.

تجزیه و تحلیل حساسیت ممکن است با مدل تحلیل نقطه سربسر تلفیق شده و حاشیه های اطمینان از سودآوری پروژه را نسبت به تغییرات در پارامترهای موثر در مدل مورد ارزیابی قرار دهد.

۳-۶- تحلیل احتمالات

تحلیل احتمالات در ارزیابی اقتصادی پروژه به منظور افزایش دقت در برآورد هزینه ها، قیمت‌ها و سایر پیش بینی های مربوط به قابلیت سوددهی انجام می گیرد. در این تحلیل ممکن است برآوردها برای حالات خوشبینانه، بدبینانه و محتمل و احتمالات متناظر با هر یک از آنها صورت پذیرد و در نتیجه ارزیابی اقتصادی برای حالت میانگین محاسبه شده و بازه اطمینان از اقتصادی ماندن پروژه باتوجه به تغییرات در پیش بینی ها محاسبه گردند. ممکن است محاسبه امید ریاضی نتایج ارزیابی اقتصادی یک پروژه باتوجه به احتمالات نهفته در پیش بینی هر یک از متغیرهای آن مورد استفاده قرار گیرد. در این روش سودها و هزینه های مربوط به هر یک از رویدادهای مختلف را می توان برآورد کرده و سودها و هزینه های مورد انتظار را از مجموع تمام رویدادهای ممکن که منجر به این سود و هزینه های برآورد شده می شوند، ضربدر احتمال وقوع رویدادهای خاص، محاسبه کرد:

$$E(B_t) = \sum_{q=1}^m (B_{t/q}) \times P(q)$$

$$E(C_t) = \sum_{q=1}^m (C_{t/q}) \times P(q)$$

که در آن $q=1, \dots, m$ معرف رویداد های ممکن، $(B_{t/q})$ و $(C_{t/q})$ ، به ترتیب سودها و هزینه ها در دوره t و در اثر وقوع رویداد q ، $p\{q\}$ احتمال وقوع رویداد q و سرانجام $E(B_t)$ و $E(C_t)$ به ترتیب امید ریاضی سودها و هزینه ها و یا مقدار مورد انتظار آنها در زمان t هستند. بنابر این سود خالص مورد انتظار در دوره t برابر است با.

$$E(A_t) = E(B_t) - E(C_t)$$

برای مثال، متوسط هزینه های احداث یک تسهیلات در یک کارگاه اجرایی زلزله خیز را می توان از مجموع هزینه عملیات در شرایط عادی ضربدر احتمال وقوع زلزله بعلاوه هزینه عملیات بعد از اتفاق زلزله ضربدر احتمال وقوع زلزله محاسبه کرد. سودها و هزینه های مورد انتظار سپس مستقیماً در محاسبات جریان نقدینگی به کار می روند.

۴-۶- نرخ بازده تعدیل شده

در فرمول بندی اهداف، برخی سازمانها برای پرهیز از احتمال وقوع ضرر از مخاطره اجتناب می کنند. در حقیقت، سازمان خطر گریز، باتوجه به مخاطره نهفته در آلترناتیوها، ممکن است

پروژه های با سود انتظاری کمتری را انتخاب کند، این ترجیح منجر به پاداش مخاطره یا سود مطلوب بالاتر برای پروژه های مخاطره آمیز می شود. روش کلی برای تعیین پاداش مخاطره این است که **MARR** مطلوب را برای پروژه ای مخاطره آمیز بالاتر در نظر بگیریم. فرض کنید که r_f نرخ سود بی مخاطره و میان نرخ بازده سرمایه گذاری های مطمئن موسسه مورد نظر باشد فرض کنید r_p پاداش مخاطره ای باشد که منعکس کننده تعدیل نرخ بازده برای پذیرش مخاطره باشد. پس، نرخ بازده تعدیل شده بر حسب مخاطره r ، برابر است با

$$r = r_f + r_p$$

در صورت استفاده از نرخ بازده تعدیل شده بر حسب مخاطره r ، برای محاسبه ارزش خالص فعلی، برآوردی از جریان نقدینگی خالص غیر قطعی A_t در طول n سال بکار می رود اگر بجای استفاده از r_f از r استفاده شود در عوض جریانهای نقدینگی خالص غیر قطعی در ضرایب احتمال وقوع مربوطه خود ضرب شوند تا ارزش قطعی خود را بیابند، ممکن است جواب های یکسان و یا قریب به یکدیگر بدست آیند.