

راهنمای کاربرد اقتصاد مهندسی در پروژه‌های توسعه و مدیریت منابع آب

معاونت امور فنی
دفتر امور فنی و تدوین معیارها



نشریه شماره ۱۷۶

جمهوری اسلامی ایران
سازمان برنامه و بودجه - وزارت نیرو

راهنمای کاربرد اقتصاد مهندسی در پروژه‌های توسعه و مدیریت منابع آب

نشریه شماره ۱۷۶

معاونت امور فنی
دفتر امور فنی و تدوین معیارها



۱۳۷۷

انتشارات سازمان برنامه و بودجه ۷۷/۰۰/۳۰

omoorepeyman.ir

فهرستبرگه

سازمان برنامه و بودجه . دفتر امور فنی و تدوین معیارها
راهنمای کاربرد اقتصاد مهندسی در پروژه‌های توسعه و مدیریت منابع آب/سازمان برنامه و
بودجه، معاونت امور فنی ، دفتر امور فنی و تدوین معیارها ؛ وزارت نیرو، [طرح تهیه استانداردهای
مهندسی آب کشور] -. تهران: سازمان برنامه و بودجه ، مرکز مدارک اقتصادی - اجتماعی و
انتشارات، ۱۳۷۷.

۳۷ ص: جدول نمودار. - (سازمان برنامه و بودجه، دفتر امور فنی و تدوین
معیارها؛ نشریه شماره ۱۷۶)

ISBN 964-425-078-8

فهرست نویسی بر اساس اطلاعات فیپا (فهرستنویسی پیش از انتشار).

۱. آب - مهندسی - استانداردها. ۲. آب، منابع - جنبه‌های اقتصادی. ۳. اقتصاد
مهندسی. الف. ایران. وزارت نیرو. طرح تهیه استانداردهای مهندسی آب کشور. ب.
سازمان برنامه و بودجه. مرکز مدارک اقتصادی - اجتماعی و انتشارات. ج. عنوان.

۶۲۷/۰۲۱۸

TC ۱۴۵ / س ۲

۷۷-۲۳۹۴ م

کتابخانه ملی ایران

ISBN 964-425-078-8

شابک ۹۶۴-۴۲۵-۰۷۸-۸

راهنمای کاربرد اقتصاد مهندسی در پروژه‌های توسعه و مدیریت منابع آب
تهیه کننده: معاونت امور فنی، دفتر امور فنی و تدوین معیارها

ناشر: سازمان برنامه و بودجه. مرکز مدارک اقتصادی - اجتماعی و انتشارات

چاپ اول: ۶۰۰ نسخه، ۱۳۷۷

قیمت: ۳۰۰۰ ریال

چاپ و صحافی: موسسه زحل چاپ

همه حقوق برای ناشر محفوظ است.



omoorepeyman.ir



جمهوری اسلامی ایران
سازمان برنامه و بودجه
دستورین

تاریخ:
شماره:
پیوست:

بسمه تعالی

شماره: ۱۰۲/۹۹۱-۵۴/۸۳۵	به: تمامی دستگاههای اجرایی و مهندسان مشاور
تاریخ: ۷۷/۳/۳	
موضوع: راهنمای کاربرد اقتصاد مهندسی در پروژه‌های توسعه و مدیریت منابع آب	
<p>به استناد ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه کشور و آئین‌نامه استانداردهای اجرایی طرحهای عمرانی این دستورالعمل از نوع دوم مذکور در ماده هفت آئین‌نامه در یک صفحه صادر می‌گردد.</p> <p>تاریخ مندرج در ماده ۸ آئین‌نامه در مورد این دستورالعمل ۱۳۷۷/۷/۱ می‌باشد.</p> <p>به پیوست نشریه شماره ۱۷۶ دفترامور فنی و تدوین معیارهای این سازمان با عنوان "راهنمای کاربرد اقتصاد مهندسی در پروژه‌های توسعه و مدیریت منابع آب" ابلاغ می‌گردد.</p> <p>دستگاههای اجرایی و مهندسان مشاور می‌توانند مفاد نشریه مذکور و دستورالعمل‌های مندرج در آن را ضمن تطبیق با شرایط کار خود در طرحهای عمرانی مورد استفاده قرار دهند.</p>	
<p>محمدعلی نجفی معاون رئیس جمهور و رئیس سازمان برنامه و بودجه</p>	



پیشگفتار

استفاده از ضوابط، معیارها و استانداردها در مراحل تهیه (مطالعات امکان سنجی) مطالعه و طراحی، اجرا، بهره‌برداری و نگهداری طرح‌های عمرانی بلحاظ توجیه فنی و اقتصادی طرح‌ها، کیفیت طراحی و اجرا (عمر مفید) و هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری از اهمیتی ویژه برخوردار می‌باشد.

نظام جدید فنی و اجرایی طرح‌های عمرانی کشور (مصوبه مورخ ۱۳۷۵/۳/۲۳ هیأت محترم وزیران) بکارگیری معیارها، استانداردها و ضوابط فنی در مراحل تهیه و اجرای طرح و نیز توجه لازم به هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری در قیمت تمام‌شده طرح‌ها را مورد تأکید جدی قرار داده است. با توجه به مراتب فوق و شرایط اقلیمی و محدودیت منابع آب در ایران، امور آب وزارت نیرو (طرح تهیه استانداردهای مهندسی آب کشور) با همکاری معاونت امور فنی سازمان برنامه و بودجه (دفتر امور فنی و تدوین معیارها) براساس ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه اقدام به تهیه استانداردهای مهندسی آب نموده است.

استانداردهای مهندسی آب با در نظر داشتن موارد زیر تهیه و تدوین شده است:

- استفاده از تخصصها و تجربه‌های کارشناسان و صاحب‌نظران شاغل در بخش عمومی و خصوصی
- استفاده از منابع و مآخذ معتبر و استانداردهای بین‌المللی
- بهره‌گیری از تجارب دستگاههای اجرایی، سازمانها، نهادها، واحدهای صنعتی، واحدهای مطالعه، طراحی و ساخت
- ایجاد هماهنگی در مراحل تهیه، اجرا، بهره‌برداری و ارزشیابی طرح‌ها.
- پرهیز از دوباره‌کاریها و اتلاف منابع مالی و غیرمالی کشور
- توجه به اصول و موازین مورد عمل مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و سایر مؤسسات تهیه‌کننده استاندارد

ضمن تشکر از اساتید محترم دانشگاه صنعتی اصفهان، آقایان دکتر امیر تائبی هرنندی معاون پژوهشی دانشکده عمران، دکتر عبدالرحیم ذوالانوار استادیار دانشکده مهندسی عمران و دکترسید فرهاد موسوی دانشیار دانشکده کشاورزی برای بررسی و اظهار نظر در مورد این استاندارد، امید است مجریان و دست‌اندرکاران بخش آب، با بکارگیری استانداردهای یاد شده، برای پیشرفت و خودکفایی این بخش از فعالیتهای کشور تلاش نموده و صاحب‌نظران و متخصصان نیز با اظهار نظرهای سازنده در تکامل این استانداردها مشارکت کنند.

دفتر امور فنی تدوین معیارها

بهار ۱۳۷۷



ترکیب اعضای کمیته

این استاندارد با مشارکت اعضای کمیته فنی شماره ۶ طرح تهیه استانداردهای مهندسی آب کشور تهیه شده که اسامی ایشان به شرح زیر است:

عضو هیئت علمی	از دانشگاه تهران	آقای حسین ارفع دانشکده فنی - دانشگاه تهران
کارشناس اقتصاد طرح	از مهندسين مشاور مهتاب قدس	خانم طیبه آریان
کارشناس امور اقتصادی	از سازمان برنامه و بودجه	آقای احمد بهداد
کارشناس ریاضی و علوم	از طرح تهیه استانداردهای مهندسی آب کشور	خانم لعیا پالیزبان کامپیوتر
کارشناس اقتصاد طرح	از مهندسين مشاور مهتاب قدس	آقای بیژن فرخ
کارشناس امور آب	از سازمان برنامه و بودجه	خانم فاطمه محبوب
کارشناس اقتصاد آب	از دفتر برنامه ریزی آب وزارت نیرو	آقای انوش نوری اسفندیاری



فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۱	۱- هدف و دامنه کار
۱	۲- اقتصاد مهندسی
۱	۱-۲ تاریخچه
۲	۲-۲ اقتصاد مهندسی و ارزیابی
۳	۳-۲ اصول پایه مقایسه گزینه‌ها
۴	۴-۲ اصول اقتصاد مهندسی
۱۰	۳- فنون اقتصاد مهندسی
۱۰	۱-۳ مقدمه
۱۱	۲-۳ دامنه بررسی
۱۲	۳-۳ جریان نقدی
۱۴	۴-۳ پارامترهای محاسباتی در ملحوظ داشتن عامل زمان
۱۷	۵-۳ روش محاسبه شاخصهای تنزیلی
۱۸	۶-۳ تعیین ضوابط ارزیابی
۱۹	۴- شاخصهای ارزیابی طرحها
۱۹	۱-۴ ارزش حال خالص
۲۰	۲-۴ نرخ بازده داخلی
۲۱	۳-۴ نسبت فایده به هزینه
۲۲	۴-۴ ارزیابی معیارهای تنزیلی
۲۴	۵- ملاحظات تکمیلی
۲۴	۱-۵ اصول اقتصاد مهندسی و محدودیتهای آن
۲۵	۲-۵ تهیه شاخصهای غیرتنزیلی
۲۷	پیوست شماره یک - مثالهای نمونه
۳۷	منابع و مأخذ



۱- هدف و دامنه کار

در برنامه‌ریزی طرح‌های توسعه منابع آب موارد متعددی وجود دارد که از اصول و فنون اقتصاد مهندسی استنباط یا استفاده نادرست شده است. به عنوان مثال، طی سالهای ۱۹۵۸ تا ۱۹۶۴ میلادی، مؤلفان متعددی نظیر: اکشتاین^۱، مک‌کین^۲، هریش لیفر^۳، دهیون^۴، میلی من^۵ و لی^۶، اقدامات دولتی در آمریکا را از این نظر مورد نقد و بررسی قرار دادند و خطاهای مهمی را در مطالعات امکان‌سنجی مشخص نمودند [۷]^۷. چنین نارسایی‌هایی در کشور ما ابعاد وسیعتری دارد و به همین لحاظ و براساس لغزشهای مشاهده شده در کار مهندسان مشاور مختلف در این زمینه، نیاز به تهیه یک نشریه مقدماتی احساس می‌شود. نشریه‌ای که کار را از اصول و مفاهیم اولیه شروع و مصداق هریک را در صحنه عمل مشخص کند و در خلال ارائه مثالها و توضیح نحوه کاربرد اصول و مبانی اقتصاد مهندسی در طرح‌های توسعه منابع آب، تذکرات لازم را که حاصل تجربیات عملی اعضای این کمیته در نزدیک به دو دهه است، ارائه کند.

بدیهی است که بررسی مسایل پیچیده و پیشرفته‌تر، به ویژه از دیدگاه فنون محاسباتی، در اقدامات آینده و یا نشریات مستقل مورد توجه قرار می‌گیرد.

۲- اقتصاد مهندسی

۱-۲ تاریخچه

سابقه علم جدید اقتصاد مهندسی (یعنی: استفاده از ضوابط و معیارهای علم اقتصاد در انتخاب بهترین گروه از شقوق مختلف طراحی مهندسی [۷]) به نیمه دوم قرن نوزدهم میلادی برمی‌گردد. اولین متن که مطالعات اقتصاد مهندسی را به شکل نوین مطرح کرد در سال ۱۸۷۷ در نیویورک به طبع رسید [۱۱]. مؤلف کتاب یک مهندس ساختمان به نام آرتور ولینگتون بود [۱۲]. انگیزه ولینگتون در تألیف این کتاب بی‌توجهی به عوامل اقتصادی در مکانیابی خطوط راه‌آهن در آمریکا بود. کتاب او در زمانی انتشار یافت که به‌طور نسبی مقادیر زیادی در این زمینه سرمایه‌گذاری می‌شد^۸. رویکرد پیشنهادی او در بررسی اقتصادی طرح‌های احداث راه‌آهن، محاسبه ارزش سرمایه‌ای هزینه^۹ بود.

1- Eckstein, Otto

2- Mc Kean Ronald

3- Hirshleifer, Jack

4- Dehaven, James

5- Milliman, Jerome

6- Lee, Robert

۷- اعداد داخل کروشه ([]) مربوط به منابع و مأخذ است.

8- James and Lee, Ibid.

9- Capitalized Cost

این رویکرد به تدریج تکامل و توسعه بیشتری پیدا کرد و با گذشت زمان در سایر تصمیم‌گیری‌ها و انتخابها نیز مطرح گردید. روش توسعه یافته مربوط به این رویکرد، در حال حاضر به نام «روش ارزش کنونی»^۱ شناخته می‌شود که در «چارچوب تحلیل فایده هزینه»^۲ طرحها از آن استفاده می‌شود. اولین متنی که تحت عنوان اقتصاد مهندسی به طبع رسید مربوط به سال ۱۹۲۳ میلادی است [۲] و ظاهراً از همین زمان استفاده از اصطلاح اقتصاد مهندسی رایج گردید. در سال ۱۹۳۰ کتابی تحت عنوان اصول اقتصاد مهندسی به وسیله پروفیسور یوجین ال. گرانت به چاپ رسید. در این کتاب برای اولین بار پارامترهای اقتصادی مورد شناسایی قرار گرفت و فنون کمی به صورت مدونی ارائه شد. گرانت در این کتاب از مقایسات اقتصادی بین چند گزینه و چند طرح سخن گفت و اصول اقتصاد مهندسی را معرفی کرد [۳]. این کتاب بارها بازنویسی و تجدید چاپ شد که دو مؤلف دیگر نیز در چاپهای اخیر آن، همکاری داشته‌اند [۴].

۲-۲ اقتصاد مهندسی و ارزیابی

در تعریف موضوع اقتصاد مهندسی گاه تفاوت‌هایی در میان مؤلفان مشاهده می‌گردد.^۳ به‌طور کلی می‌توان گفت که: اقتصاد مهندسی مجموعه‌ای از فنونی است که به ارزیابی اصولی ارزش خالص فایده‌های احتمالی حاصل از طرحهای پیشنهادی مهندسی و تجاری جدید در رابطه با هزینه‌های اجرایی آنها اختصاص یافته است و بدین ترتیب تحلیلهای اقتصادی که اساساً بررسی پروژه‌های مهندسی و فنی پیشنهادی برای آینده را هدف قرار می‌دهد، مطالعات اقتصاد مهندسی نامیده می‌شود.

در سالهای اخیر فنونی که نخست در حیطه اقتصاد مهندسی توسعه یافته بود، با گسترش برای استفاده در طیف وسیعتری از شرایط اقتصادی مهیا گردید و در نتیجه با عناوین گسترده‌تری به آن اشاره می‌شود که به‌طور نمونه می‌توان از «تحلیلهای اقتصادی برای تصمیم‌گیری» نام برد [۱].

اجرای طرحها به‌طور کلی دارای راه‌حلهای مهندسی متعدد است. به‌علاوه، تقریباً در تمام تصمیمات اقتصادی و هر فعالیت حداقل خودداری از آن فعالیت یا «حفظ شرایط موجود» نیز به عنوان یک گزینه باید مطرح باشد. با توجه به موارد فوق تصمیم‌گیری مستلزم تعریف روشن و درست و امکانیابی گزینه‌ها، قبل از ارزیابی امتیازها و برتری فرصتهای رقیب برای سرمایه‌گذاری است. زیرا تفاوت‌های میان نتایج اقتصادی گزینه‌ها دارای اهمیت اساسی است و اگر گزینه‌ای نباشد دیگر نیازی به این نوع مطالعه اقتصادی نخواهد بود.

1- The Present Worth Method

2- Benefit - Cost Analysis Framework

۳- برای نمونه به مأخذ شماره [۷]، [۴] و [۱] مراجعه شود.

در فرایند ارزیابی و تصمیم‌گیری طرح‌های جدید مهندسی لازم است که همه عوامل مؤثر و معنی‌دار در اقتصاد یک طرح نه فقط مورد توجه قرار داده شود، بلکه به‌نحوی دقیق بررسی گردد؛ به‌طوری‌که نتایج آن برای همه نظرگاه‌ها کامل و ارضاء‌کننده باشد.

۳-۲ اصول پایه مقایسه گزینه‌ها

فرآیند ارزیابی، نیازمند پیش‌بینی نتایج حاصل از انتخاب گزینه‌ها، برآورد کمیتهای مربوط به هر گزینه و تبدیل کمیتهای به واحدهای قابل سنجش بر مبنای معیار مشترک^۱ است [۷]. بنابراین لازم است:

الف - همه گزینه‌هایی که از لحاظ مادی و فیزیکی حصول به اهداف منتخب را به‌دست می‌دهد، به روشنی مشخص و بیان گردد. چنانچه هیچ یک از گزینه‌ها دارای توجیه اقتصادی نباشد، گزینه صفر یا «پذیرش وضع موجود» ارجح خواهد بود.

محدودیت منابع مالی و زمان موردنیاز برای بررسی، اغلب مانعی برای تحلیل کامل کلیه گزینه‌هاست. قبل از بسط و گسترش مطالعه بایستی هزینه‌های اضافی برای مطالعه بیشتر، با صرفه‌جویی حاصل از انتخاب طرح بهتر مقایسه گردد.

ب - نتایج فیزیکی هر گزینه بایستی برحسب واحد پولی مشخص ارزیابی شود. فایده‌ها و هزینه‌هایی که قابل بیان و ارزیابی برحسب پول نیستند، بایستی صریحاً مشخص شوند.

پ - تفاوت بین گزینه‌ها باید پایه‌ای برای مقایسه باشد. هزینه‌های ریخته شده در انتخاب گزینه به حساب نمی‌آید؛ مگر آنچه بر آینده اثر می‌گذارد^۲. در مطالعات اقتصادی از هزینه‌های تخصیص‌یافته و یا هزینه‌های متوسط نبایستی استفاده شود، بلکه لازم است هزینه‌های نهایی به کار گرفته شود. هر سرمایه‌گذاری اضافی مجزا باید حداقل فایده‌ای اضافی مساوی با آن هزینه را ایجاد کند تا توجیه‌پذیر باشد.

ت - به غیرملموسها نبایستی مقادیر پولی اختیاری منتسب کرد، زیرا موجب انحراف تحلیل اقتصادی می‌گردد. حتی اگر اتخاذ تصمیم تا حدود قابل ملاحظه‌ای بر مبنای عوامل غیرملموس باشد، تحلیل اقتصادی نباید نادیده گرفته شود. تصمیم‌گیران بایستی هنگامی که طرح بر مبنای عوامل غیراقتصادی توجیه شده باشد از هزینه‌های دستیابی به هدفهای طرح نیز مطلع و آگاه باشند.

ث - گزینه‌ها باید با در نظر گرفتن مبانی اطلاعاتی و روشهای مبانی هماهنگ مقایسه شوند. شاخصهایی همانند: نرخ تنزیل، دوره تحلیل، واحد هزینه بایستی برای تمام آنها یکسان باشد.

1- Commensurable Units

۲- با توجه به بعضی از ملاحظات سیاسی، ممکن است هزینه‌های ریخته شده در تصمیم‌گیریها تأثیر بگذارد.

اصول اقتصاد مهندسی راهنمایی برای تعیین و ساخت گزینه‌ها^۱ و مقایسه آنها با یکدیگر و تشخیص گزینه منتخب یا برتر از میان آنهاست. این اصول عبارتند از^۲:

۱-۴-۲ همسان‌سازی نوع^۳

نخستین مرحله در تحلیل اقتصادی باید تعیین واحدی برای بیان ارزش مشترک باشد. به عبارت دیگر باید فایده‌ها (گندم، سیب، یونجه و ...) و هزینه‌ها (کارگر، ماشین‌آلات، سیمان، سوخت، میل‌گرد و ...) بر حسب یک واحد پولی بیان شوند، تا قابلیت مقایسه داشته باشند.

۲-۴-۲ همسان‌سازی زمانی^۴

برای آنکه تصمیمات سرمایه‌گذاری واقع‌بینانه باشد، هر ارزش پولی بایستی با مبلغ و زمان (هر دو) مشخص شود. چون مبالغ پولی در زمانهای مختلف مستقیماً با هم قابل مقایسه و یا با یکدیگر قابل ترکیب نیستند؛ بنابراین لازم است قبل از بررسی، ارقام موردنظر را از لحاظ زمان همسان ساخت. برای همسان‌سازی زمانی از تکنیکهای تنزیلی استفاده می‌شود. نرخ تنزیل در انتخاب طرح اثر زیادی دارد. فایده‌ها و هزینه‌های آتی با نرخ تنزیل بالاتر، وزن کمتر و با نرخ تنزیل پایین‌تر، وزن بیشتری می‌یابند. نرخهای تنزیل بالا طرحهای با سرمایه اولیه کمتر و نرخهای تنزیل پایین طرحهای سرمایه‌بر را مطلوبتر می‌سازد. تشریح این اصل با ذکر مثال، هدف عمده این نشریه است.

۳-۴-۲ نظرگاهها

ارزش پولی به نگرشهای مورد توجه در ارزیابی طرحها بستگی خاص دارد. به‌طورکلی سه نظرگاه در یک مطالعه اقتصاد مهندسی می‌تواند مؤثر واقع شود:

الف - نظرگاه خصوصی^۵: گروهی که تأمین منابع مالی و یا سرپرستی اجرای طرح را بر عهده دارند، فقط به نتایج حاصل برای گروه خود توجه کنند و علاقمندی نشان می‌دهند.

۱- گزینه‌ها شامل: گزینه‌های اصلی (مثلاً انتخاب اندازه طرح) و یا گزینه فرعی (نظیر: روش برداشت آب، انتقال آب و ...) باشند.

۲- در این نشریه مجموعه اصولی که معمولاً در طرحهای توسعه منابع آب مدنظر قرار می‌گیرند، آمده است. هدف تهیه فهرست کلیه اصول و مبانی مطروحه در اقتصاد مهندسی نیست.

3- Equivalence of kind

4- Equivalence of time

5- Private



ب - نظرگاه منطقه‌ای^۱: مردمی که در یک منطقه خاص و یا در یکی از تقسیمات کشوری زندگی می‌کنند، فقط نتایج مؤثر به زندگی خود را مدنظر قرار می‌دهند.

پ - نظرگاه ملی^۲: تمام نتایج حاصل برای افراد ملت را در نظر می‌گیرد. می‌توان گفت نظرگاه نخست بر افزایش سطح رفاه برای گروه خاصی قرار گرفته که نظرگاهی منطبق با فعالیت بخش خصوصی است. در مقابل دولت وظیفه دارد تا از آثار زیانبخش حاصل از برتر قرارداد رفاه شخصی بر بهزیستی اجتماعی جلوگیری نماید و به‌همین جهت دولت ضمن تشویق بخش خصوصی در سطح گروه و یا منطقه در برنامه‌ریزی آن تعدیل ضروری برای حفظ و حمایت از منافع عموم را انجام می‌دهد.

به عنوان مثال، در گزینه توسعه منابع آب زیرزمینی، هزینه‌های استحصال از دیدگاه بهره‌برداران شامل: سوخت و انرژی تأمین شده به قیمت فروش همراه با یارانه است. (مثلاً گازوئیل لیتری ۳۰ ریال و برق مصرفی هر کیلووات ساعت ۵ ریال)، در حالی که از دیدگاه ملی هزینه انرژی باید بدون یارانه (مثلاً گازوئیل لیتری ۴۰ ریال و برق مصرفی هر کیلووات ساعت ۱۵ ریال) محاسبه شود. یا در گزینه توسعه منابع آب سطحی در بالادست یک حوضه آبریز (مثلاً در کرمانشاه در چارچوب حوضه آبریز کرخه) ممکن است در منطقه دیگر (مثلاً در خوزستان) موجب تغییرات کمی و کیفی در منابع آب و به تبع آن فواید (چون: تنظیم بهتر آب یا کاهش رسوبات) و هزینه‌هایی (چون: کاهش میزان یا آلودگی آب) شود.

۲-۴-۴ هزینه‌های ریخته شده^۳

منظور از هزینه‌های ریخته شده، هزینه‌های اولیه نابرگشتنی است. چون همان‌طور که قبلاً اشاره شد، بررسی اقتصاد مهندسی فقط به تحلیل اختلاف بین گزینه‌ها و تفاوت‌های بین نتایج حاصل از آنها نیازمند است. کلیه هزینه‌ها و فایده‌هایی که گزینه منتخب را تحت تأثیر قرار ندهد و به آن مربوط نشود، بایستی نادیده گرفته شود.

با وجود فقدان ارتباط اقتصادی هزینه‌های ریخته شده با سرمایه‌گذارهای جدید، اغلب این هزینه‌ها به دو علت بر تصمیم‌گیرها اثر دارند. نخست آنکه تصمیم‌گیرها ممکن است تعهدی: روانی، سیاسی و یا حتی حقوقی به ادامه سیاست گذشته باشد. به نحوی که نخواهند کوششها و کارهای گذشته به هدر برود. ثانیاً وجود صورتهای حسابداری که معرف ارزش دفتری مستهلک نشده‌ای برای داراییهایی که دیگر ارزش اقتصادی ندارند، می‌تواند آزادی در سرمایه‌گذارهای جدید را محدود سازد. به هر حال هیچ‌گاه اشتباهات گذشته نمی‌تواند با فایده‌های آتی توجیه شود و معذوریتی قانونی نخواهد شد.



1- Local / Regional

2- National

3- Sunk Casts

اصل هزینه ریخته شده در مثال زیر تشریح گردیده است: فرض می‌کنیم که برای ایجاد تأسیسات برقی که کل هزینه آن ۱۰۰ میلیون ریال برآورد شده است، مبلغ ۵۰ میلیون ریال خرج شده باشد. در بازنگری به ایجاد تأسیسات برقی، نیروگاه بخاری پیشنهاد شده که کل هزینه آن ۳۰ میلیون ریال و از توانایی عرضه همان اندازه انرژی برخوردار است. از میان این دو تأسیسات کدامیک بایستی انتخاب شوند؟ ۵۰ میلیون ریالی که در مورد تأسیسات برقی قبلاً هزینه شده است، هزینه ریخته شده است، زیرا ارتباطی با انتخاب جدید ندارد و چون هزینه نیروگاه بخاری کمتر از هزینه باقیمانده تأسیسات برقی است، لذا این نیروگاه بایستی انتخاب شود و ادامه کار پروژه نخست به مصلحت اقتصادی برای جامعه نیست.

۲-۴-۵ هزینه افزایشی^۱

بر اساس این اصل، مقایسه تغییرات حاصل در فایده‌ها و هزینه‌های ناشی از اتخاذ یک تصمیم، شایستگی آن را معین می‌سازد. به عبارت دیگر، هر قسمتی و یا افزایشی از یک پروژه بایستی بر مبنای مزایای حاصل از آن مورد سنجش و داوری قرار بگیرد و تصمیم برای گسترش هر پروژه بایستی با ازدیاد فایده بیش از افزایش هزینه مربوط، توجیه پذیر باشد. می‌توان اصل هزینه افزایشی را کاربرد «تحلیل نهایی»^۲ در اقتصاد طرح دانست.

برای نشان دادن مطلب فرض می‌کنیم برای تأمین آب شهری، مخزنی به گنجایش ۱۵۰۰۰۰۰ مترمکعب پیشنهاد شده و هزینه آن ۱۰۰ میلیون ریال برآورد گردیده است. قبل از آغاز ساختمان طرح جدیدی ارائه می‌شود که گنجایش مخزن را به دو برابر افزایش می‌دهد و هزینه افزایش آن معادل ۵۰ میلیون ریال خواهد بود. با این تغییر طراحی می‌توان از ۶۰ میلیون ریال فایده اضافی ناشی از کنترل سیلاب نیز بهره‌مند شد. روش نادرست در تصمیم‌گیری در مورد طرح جدید استفاده از هزینه میانگین برای برآورد افزایش حجم طرح است؛ زیرا در این صورت افزایش نیمی از گنجایش مخزن معادل نیمی از هزینه یعنی ۷۵ میلیون ریال است که بیشتر از ۶۰ میلیون ریال فایده اضافی است و بنابراین طرح توجیه پذیر نیست. در حالی که روش درست به کارگیری هزینه افزایشی در مقابل فایده افزایشی است. در این حالت با افزایش ۵۰ میلیون ریال هزینه، درآمدی معادل ۶۰ میلیون ریال به دست می‌آید که نشان‌دهنده توجیه‌پذیری طرح است.

به همین روال عاملی که با هزینه ۵۰۰ هزار ریال فقط ۲۰۰ هزار ریال فایده دارد، نبایستی با داخل کردن آن در پروژه بزرگی که هزینه‌اش ۲۰۰ میلیون ریال و فایده‌اش ۳۰۰ میلیون ریال است توجیه شود؛ بلکه محاسبه حداکثر فایده خالص بایستی با خارج کردن این عامل از پروژه به دست آید.



اگرچه مطالعه اقتصادی در جستجوی ارزیابی تمام نتایج برحسب واحد پولی است، ولی بسیاری از ارزشها قابل بیان به این کمیت نیستند. هر ارزشی که نتواند به عبارت پولی بیان شود، ارزش ناملموس نامیده می‌شود. ناتوانی در بیان یک ارزش برحسب واحد اقتصادی یا پول ضرورتاً مانع از ارزیابی و بیان آن برحسب واحدهای دیگر نمی‌گردد. تمام ارزشهای ناملموس بایستی به دقت و تا حد امکان به بیان کمی ارائه شوند. بیانات و اظهارنظرهای غیردقیق در مورد خطر یک حادثه برای حیات بشر به اندازه بیان دقیق تعداد افرادی که از دست رفتن آنها در همچو حادثه‌ای پیش‌بینی می‌شود مفید و کمک‌کننده نخواهد بود. و بالاخره تصمیم‌گیر در سنجش آثار اقتصادی برای رسیدن به یک هدف بایستی به همان اندازه که به بهترین و کاملترین اطلاعات اقتصادی مورد نیاز دسترسی دارد، از ماهیت نتایج ناملموس نیز آگاه و مطلع باشد. تلفات جانی، باز توزیع درآمد و لذت از مناظر طبیعی از مصادیق ارزشهای ناملموس هستند.

۷-۴-۲ نامطمئن‌های قابل پیش‌بینی

چون تحلیل اقتصادی نتایج آتی گزینه‌های مهندسی را مقایسه می‌کند، اعتبار هر نتیجه به امکان پیش‌بینی رویدادهای آینده بستگی دارد. یک پروژه ممکن است به علت پیش‌بینی‌های نادرست از لحاظ اقتصادی توجیه‌پذیر به نظر برسد و به همین جهت آزمون فرضها و روشهای محاسبه لازم است همیشه با دقت و تعمق صورت پذیرد، ولی به هر حال ماهیت پیش‌بینی وضع آینده همراه با احتمال و تغییرپذیری است.

نامطمئن‌ی در ارزیابی طرحهای مربوط به منابع آب به وسیله مک‌کین^۲ در طبقه‌بندی پنجگانه زیر ارائه شده است [۷]:

۱-۷-۴-۲ نامطمئن‌ی در مورد هدفها: هدفهای برنامه‌ریزی بایستی به روشنی بیان گردد و ممکن است توسعه آتی به نحوی قابل توجه، اهداف اجتماعی را تغییر دهد.

۲-۷-۴-۲ نامطمئن‌ی در مورد «محدودیت‌هایی» که سیستم با آنها روبه‌روست: چون در برنامه‌ریزی همزمان تمام تصمیمات اقتصادی از لحاظ محاسبه غیرعملی است، لذا تحلیل بایستی در چهارچوب فشارهای تحمیلی حاصل از رویدادهای خارجی انجام پذیرد.

۳-۷-۴-۲ نامطمئن‌ی در واکنش عمومی: اگرچه هر تحلیلی ممکن است نیاز به خدمات حاصل از اجرای طرح را به خوبی نشان دهد، ولی ممکن است به علت نبودن خدمت و احتیاج به آموزش و تعهدات و علائق مردم به روشهای متداول واکنشهایی را به وجود آورد که در کاربرد نتایج طرح مؤثر واقع شود.

۴-۷-۴-۲ نامطمئن‌ی در تغییرات تکنولوژیکی: حتی اگر تولید جاری طرحی مورد نیاز باشد و به قیمت مناسبی

1- Intangible Values

2- Roland.N.Mackean

عرضه شود، اختراعات و تغییرات تکنولوژیکی ممکن است با جایگزین کردن کالایی برتر و یا فرآیندی با هزینه کمتر استفاده از آن تولید را منسوخ سازد.

۵-۷-۴-۲ نامطمئنی درباره عامل احتمال در رویدادهای تکراری^۱: حتی هنگامی که احتمال رویدادهای تصادفی به کمک روشهای آماری و نظریه احتمال محاسبه و تعیین گردد، زمان دقیق پیشامد هرگز از پیش مشخص نمی‌گردد و فقط چه زمان و چه مقدار با تقریب و احتمال خطایی مشخص می‌گردد (برای نمونه زمان حداکثر طغیان رودخانه‌ها). علاوه بر این بسیاری از عوامل تصادفی در هر سیستم، نامطمئنی‌ها را به نحوی انباشته در کل سیستم افزایش می‌دهند.

۸-۴-۲ افق برنامه‌ریزی

دوردست‌ترین زمان آینده موردنظر در هر تحلیل یا بررسی اقتصاد مهندسی که به منظور برنامه‌ریزی صورت گرفته افق برنامه‌ریزی است.

وجود نامطمئنی‌های ذاتی در پیش‌بینیها تمایل به کوتاه کردن دوره پیش‌بینی را بیشتر می‌سازد؛ در حالی که نیاز به تحلیل آثار درازمدت برنامه‌های تأمین احتیاجات جاری و آتی توسط به پیش‌بینیهای بلندمدت را ضروری ساخته است.

در هر تحلیل یا بررسی اقتصادی چهار دوره زمانی مختلف در نظر گرفته می‌شود:

۱-۸-۴-۲ عمر اقتصادی

به دوره زمانی گفته می‌شود که طی آن فایده‌های افزایشی حاصل از کاربرد پیوسته آن بر هزینه‌های افزایشی بهره‌برداری مداوم از آن تجاوز نماید. در یک طرح، عمر اقتصادی کلیه اجزا و عوامل آن یکسان نیست. برای نمونه، عمر یک پمپ کوتاهتر از عمر کل تأسیسات در یک طرح بهره‌برداری از منابع آب است.

۲-۸-۴-۲ عمر فیزیکی

وقتی عاملی نتواند از لحاظ فیزیکی به کار خود ادامه و وظیفه خود را انجام دهد، عمر فیزیکی آن تمام شده است. عمر اقتصادی به هر صورت هرگز از عمر فیزیکی تجاوز نمی‌نماید؛ ولی ممکن است به علت فرسودگی، تغییر تکنولوژیکی و یا تغییر تقاضا کوتاهتر گردد.

1- Recurring events

مدت زمانی است که طی آن نتایج حاصل از اجرای طرح در مطالعه‌ای ویژه داخل می‌شود. دوره زمانی تحلیل در مقایسه گزینه‌های هر طرح حداکثر برابر است با عمر اقتصادی طرح که ممکن است با خارج کردن رویدادهای نامطمئن در آینده دور، دوره تحلیل را به اختیار کوتاهتر کرد.

زمانی است که دیگر انتظار نمی‌رود تأسیسات ساخته شده پاسخگوی تقاضاهای آتی باشد. دوره تحلیل طولانیتر به یکپارچه کردن اقدامات جاری در راه حل درازمدت کمک قابل توجهی می‌نماید و از طرف دیگر هرچه افق ساخت کوتاهتر باشد، بر انعطاف‌پذیری در مقابله با تغییرات پیش‌بینی نشده می‌افزاید. نگهداری و جایگزینی دوره‌ای قسمتهای فرسوده ممکن است عمر یک پروژه منابع آب را تقریباً به‌طور نامحدود تمدید نماید؛ ولی معمولاً از دوره‌های تحلیل ۵۰ تا ۱۰۰ ساله استفاده می‌شود. افق بهینه ساخت برای اجزای انفرادی پروژه اغلب دوره زمانی کوتاهتری است و می‌تواند از طریق بررسیها و تحلیلهای اقتصادی فنی تعیین شود. برای مثال، افزایش گنجایش تونلها امکانپذیر نیست، در حالی که ابعاد کانالها می‌تواند از لحاظ اقتصادی در مراحل ۱۰ یا ۲۰ سال بزرگتر شود.

هنگام مقایسه گزینه‌ها بایستی توجه داشت که دوره بررسی یا تحلیل یکسان باشد. اگر عمر اقتصادی بعضی گزینه‌ها کوتاه و در نتیجه به جایگزینی دوره‌ای آنها نیاز باشد، عمومیت‌ترین روش کار این است که هر هزینه در سیکل ثابتی در یک سری عمر اقتصادی تکرار شود تا عمر کل طرح به سر برسد. مع‌هذا این روش نبایستی به‌طور اتوماتیک و بدون در نظر گرفتن آن در ارتباط با هزینه، مطلوبیت سیکل جایگزینی، آثار تورم تفاضلی، توسعه تکنیکهای جدید تولید حاصل از پیشرفتهای تکنولوژیکی و بالاخره ماهیت متغیر تقاضای طی زمان به کار گرفته شود. نامطمئنی در هر یک از عوامل، تمایل به پذیرش گزینه‌های با عمر کوتاهتر را بیشتر می‌سازد.

اگر دوره تحلیل حتی مضرری از عمر اجزا نباشد بایستی با استفاده از جریان نقدینه منفی یا ارزش اسقاطی مساوی ارزش آن جزء در پایان با دوره تحلیل تعدیل لازم به عمل آید.



- پایه کردن اصولی که در بند ۲ به آن اشاره شد، نیازمند فئونی است که در زیر اختصاراً مورد بحث قرار می‌گیرد:
- همان‌طوری‌که اشاره شد، همسان‌سازی نوع، مبتنی بر تعیین واحدی برای ارزش مشترک است که برای سهولت کار عموماً فایده‌ها و هزینه‌ها را بر حسب واحد پولی ارزشگذاری می‌کنند. مطالب مربوط به سیاست قیمتگذاری شامل مسائل پیچیده‌ای است که خارج از حیطه اقتصاد مهندسی است [۶]. از آن‌جمله مسائل مربوط به انتخاب شبه قیمتها (در تحلیل اقتصادی) و نرمال‌سازی قیمتها (در تحلیل اقتصادی و مالی). به علاوه مقایسه تأثیرات غیرقابل بیان به مقادیر پولی نیز نیازمند روشهای خاصی است که در چهارچوب مطالعات اقتصاد مهندسی نیست.^۱
 - اصل نظرگاهها نیز به سیستم ارزشگذاری وابستگی دارد.^۲
 - همسان‌سازی زمانی و افق برنامه‌ریزی: برای اجرای این اصول از فئونی استفاده می‌شود که در کتب مختلف در قالب تکنیکهای تنزیلی مورد بحث و بررسی قرار گرفته‌اند.
 - هزینه‌های ریخته شده و هزینه‌های افزایشی اصولی هستند که نیازمند فن خاصی نبوده و با استفاده از چهار عمل اصلی قابل تأمین هستند.
 - آنچه در اقتصاد مهندسی راجع به ارزشهای ناملموس آمده، تأکید بر بررسی و فهرست کردن این ارزشها است. اما سابقه علمی این رشته به چگونگی وزن‌دادن به هریک از ارزشها یا اندازه‌گیری آنها اشاره‌ای نشده است. بررسی هریک از آثار ناملموس از جمله: توزیع مجدد درآمد، ثبات و امنیت اقتصادی، کیفیت محیط زیست و ... با روشهایی خاص (استفاده از شاخصها و با توزیعهای فراوانی یا احتمالاتی و ...) انجام می‌پذیرد که در قالب مطالعات ارزیابی اقتصادی قابل بحث و بررسی است.

۱- این روشها در چهارچوب ارزیابی اقتصادی (Economic Evaluation) در نشریات بعدی مورد بحث و بررسی قرار خواهد گرفت.

۲- اجرای نظرگاه ملی نیازمند به‌کارگیری قیمتهای اقتصادی (قیمتهای سایه) در قالب فنون مربوط به مطالعات تحلیل اقتصادی است و اجرای نظرگاه خصوصی نیازمند به‌کارگیری قیمتهای مالی (قیمتهای بازار) و فنون مربوط به تحلیل مالی است. در حال حاضر عمدتاً تحلیلهای اقتصادی با به‌کارگیری قیمتهای بازار انجام می‌شود که لازم است به‌کارگیری قیمتهای اقتصادی در قالب تحلیل حساسیت به آن اضافه گردد.

موضوع تحلیلهای اقتصادی و تحلیلهای مالی دامنه گسترده‌تری از مباحث معمول در اقتصاد مهندسی دارد (رجوع شود به مباحث بند ۵).

- نامطمئن‌های قابل پیش‌بینی: روشهایی که در بررسی نامطمئن‌ها کاربرد فراوان دارد، عبارتند از:
 - به‌کارگیری درصدهای منتخب قبلی برای افزایش یا کاهش هزینه‌ها و فایده‌ها
 - محدودکردن دوره تحلیل و زمان پیش‌بینیها
 - افزودن یک عامل «مبین» خطرپذیری به نرخ تنزیل
- علاوه بر روشهای فوق این اصل به مطالعات گسترده و تکنیکهای مختلفی وابسته است که از آن میان می‌توان به تکنیکهای زیر اشاره کرد:
 - تکنیکهای پیش‌بینیهای اقتصادی
 - تکنیکهای تحلیل ریسک و تحلیل حساسیت
 - تعیین نوع تابع احتمال و توزیعهای آماری احتمالی
 - و ...

۲-۳ دامنه بررسی

آنچه در این بخش مورد تأکید قرار گرفته مربوط به فنی است که در ارتباط با اجرای اصل دوم (همسان‌سازی زمانی) و اصل هشتم (افق برنامه‌ریزی) به‌کار گرفته می‌شود. سایر موارد اشاره شده در مقدمه (بند ۳-۱) خارج از چارچوب و حوصله این نشریه است. البته اصل همسان‌سازی زمانی یکی از مهمترین اصول اقتصاد مهندسی است که بر مبنای آن امکان مقایسه گزینه‌ها (پروژه‌ها) از نظر هدف رشد اقتصادی (در قالب ارائه شاخصها یا معیارهای تنزیلی) فراهم می‌گردد. برای استفاده از این فنون تحلیلگر اقتصادی، نیازمند ورودیهایی به شرح ذیل است:

- پارامترهای ملی محاسباتی (نظیر: نرخ بهره - تنزیل) از طرف دستگاه برنامه‌ریزی کشور
- نتایج محاسبات سایر فعالیتهای تخصصی در جریان برنامه‌ریزی طرح

پس از دریافت اطلاعات پایه (هزینه‌ها، فایده‌ها، مشخصات فنی گزینه‌های مختلف، شرایط حدی شامل: محدودیتهای آب و خاک، توپوگرافی و ...) از بخشهای ذی‌ربط، لازم است که تحلیلگر اقتصادی براساس ملاکها و تعاریف و روش کار خود، داده‌های مورد نیاز را بررسی، تنظیم و تکمیل نماید^۱. بخشی از این ملاکها و تعاریف قبلاً در نشریه «فرمهای اطلاعات پایه بررسیهای اقتصادی تأمین آب کشاورزی» ارائه شده و بخشی نیز در حد لزوم در نشریات آتی ارائه خواهد شد. پس از نهایی‌شدن داده‌های پایه می‌توان محاسبات مربوط به محاسبه شاخصها را به شکل زیر دنبال کرد.

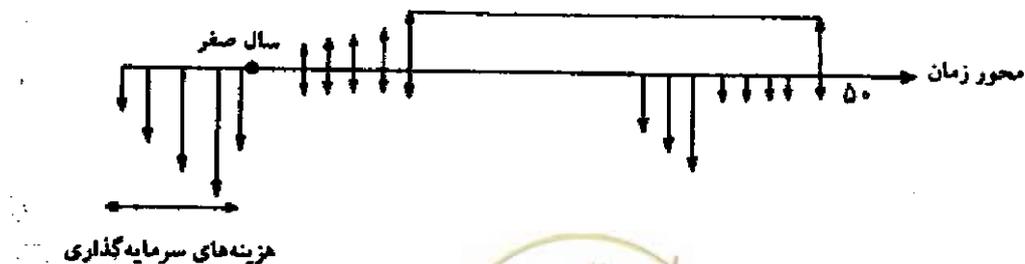


۱- بدیهی است که در این راستا محاسبات مستقلی (نظیر: ملحوظ کردن ارقام از قلم‌افتاده هزینه و تأمین، محاسبه سوبسیدها، محاسبه نرخهای مختلف ارز و ...) قبل از ورود به محاسبات تنزیلی مورد نیاز است.

برای کمک در تشخیص و ثبت آثار اقتصادی گزینه‌های سرمایه‌گذاری، یک تشریح نموداری مبادلات نقدی در هر گزینه ممکن است به کار گرفته شود. این بیان تصویری که آن را نمودار جریان نقدی می‌نامند، اطلاعات ضروری برای تحلیل طرح سرمایه‌گذاری را به دست می‌دهد. یک نمودار جریان نقدی، دریافت‌های رسیده در یک دوره زمانی (مثلاً یک سال) را با یک پیکان دارای جهت به سوی بالا (یک افزایش نقدی) که در انتهای دوره قرار داده شده نشان می‌دهد. ارتفاع پیکان می‌تواند متناسب با کمیت دریافتیها طی دوره باشد. به طور مشابه پرداخت‌های طی هر دوره به وسیله یک پیکان با جهت به سوی پایین ارائه می‌شود (کاهش نقدی) این پیکانها بر معیار زمان یا محور زمان که تمام اندازه‌های دوره طرح را می‌پوشاند، قرار داده می‌شود [۵].

خط افقی معیار زمان یا محور زمان است و جهت آن از چپ به راست و مشخص کردن دوره روی محور زمان با فاصله است نه با نقطه. برای مثال آخر دوره دوم با اول دوره سوم منطبق است. فقط برای تاریخهای معین نقطه به کار برده می‌شود [۷]. نمودار جریان نقدی به نظرگاهی که بر مسأله حاکم است وابسته است. برای مثال برای وام‌دهنده و وام‌گیرنده نمودارها (نسبت به محور زمان) عکس یکدیگر خواهند بود.

شکل زیر یک نمودار جریان نقدی را نشان می‌دهد. همان‌طوری که ملاحظه می‌شود، فایده‌ها و هزینه‌های سالانه در واقع در هر سال ثابت نیستند. ولی در حول مقادیر میانگین به صورت احتمالی^۳ تغییر می‌کنند. این تغییرات تابع میزان تولید محصول و هزینه‌های نگهداری - بهره‌برداری و جایگزینی است [۹].
سال مبنا (سال صفر) در این نمودار پایان دوره اجرا فرض شده است^۴.



1- Cash Flow

2- Cash Flow diagram

3- Probabilistic

۴- سال مبنا قراردادی است و می‌تواند در ابتدای دوره ساخت تأسیسات یا در انتهای آن در نظر گرفته می‌شود.

الف - جریان هزینه‌ها

- برآورد هزینه‌های سرمایه‌ای
- توزیع هزینه‌های سرمایه‌ای در دوره اجرا
- برآورد هزینه‌های جایگزینی اساسی در دوره بهره‌برداری
- برآورد هزینه‌های نگهداری - بهره‌برداری و نحوه تغییرات آن در طی سالهای بهره‌برداری
- برآورد ارزش اسقاط (از آنجایی که این ارزش برای طرح یک نوع فایده است، در ستون هزینه‌ها به صورت منفی نشان داده می‌شود).

برآورد دقیق ارزش اسقاط به علت کوچکی کمیت و مشکل پیش‌بینی جریانها در آینده چندان اهمیتی ندارد. استهلاك به‌روش خط مستقیم برای برآورد سریع ارزش «عمر بلااستفاده» مفید می‌باشد که در دستور زیر ارائه شده و در آن X عمر بلااستفاده به سال، L کل عمر به سال و K ارزش اولیه جزء یا عامل موردنظر و S مساوی ارزش اسقاط است.

$$S = \left(1 - \frac{X}{L}\right) K$$

نمونه: برای نوعی خاص از پمپها احتیاج به تعویض در هر ۲۰ سال پیش‌بینی شده است. این پمپ در طراحی که مطالعه اقتصادی آن بر مبنای دوره تحلیل پنجاه ساله صورت گرفته، مورد استفاده است. اگر هزینه اولیه ۱۵۰۰۰۰۰۰ ریال باشد. ارزش اسقاطی آن چه اندازه است؟ پمپ سوم که چهل سال بعد جایگزین می‌شود. در پایان دوره تحلیل دارای ده سال عمر مفید باقیمانده خواهد بود؛ بنابراین با $X = ۱۰$ و $L = ۲۰$ و $K = ۱۵۰۰۰۰۰۰$ از دستور بالا، نتیجه می‌شود که $S = \left(1 - \frac{۱۰}{۲۰}\right) ۱۵۰۰۰۰۰۰ = ۷۵۰۰۰۰۰۰$ ریال.

ب - جریان فایده‌ها

- برآورد فایده‌های طرح

- تعیین نحوه تغییرات فایده در طول دوره احداث و بهره‌برداری



جدول گردش نقدی با توجه به بند ۳-۳-۲ به شکل زیر تشکیل می‌شود:

فایده خالص B-C	ستون هزینه‌ها C	ستون فایده‌ها B	سال
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
o	o	o	o
o	o	o	o
o	o	o	o

یک ابزار مفید در بسیاری از مطالعات اقتصادی جدولبندی سالانه دریافتها و پرداختهای هر گزینه همراه با جدول سالانه اختلافهای مقادیر فوق است^۱. جمع مقادیر در این جدولها نکته خاصی را به دست نمی‌دهد، چون مشابه محاسبه با استفاده از نرخ بهره صفر درصد است [۳]. البته برای تشکیل جدول گردش نقدی، قبلاً بایستی کلیه محاسبات مستقل اعم از: تخصیص هزینه‌ها، تفکیک هزینه‌های ریخته‌شده، یکسان‌سازی سال برآورد فایده‌ها و هزینه‌ها و ... انجام شود و نتایج نهایی در این جدول منعکس گردد.

۴-۳ پارامترهای محاسباتی در ملحوظ داشتن عامل زمان

۱-۴-۳ نرخ بهره و تنزیل^۲

همان‌طوری که در اصل دوم از اصول اقتصاد مهندسی توضیح داده شد، مبالغ پول در زمانهای مختلف مستقیماً با هم قابل مقایسه و یا با یکدیگر قابل ترکیب نیستند. نرخهای بهره و تنزیل، اساس محاسبات ضرایبی هستند که ارزشهای سالهای مختلف را به یک یا چند سال موردنظر منتقل می‌کنند. این نرخها در طرحهای توسعه منابع آب معمولاً برای یک سال داده می‌شود؛ اما به‌طورکلی می‌تواند شش ماهه، فصلی، ماهانه، روزانه و پیوسته باشد که در این نشریه موردنظر نیستند.

۱- استفاده از جریان نقدی اختلافات دریافتها و پرداختها در تصمیم‌گیری دلالت بر این نکته دارد که خالص پول دریافتی و پرداختی در تصمیم‌گیری دارای همان اثری است که کل دریافتها و پرداختها به‌طور مجزا در نظر گرفته شوند.

2- Interest and Discount rate

۳-۴-۱-۱ نرخ بهره^۱

منظور از نرخ بهره در این مباحث، نرخى است که براساس آن ضرایبى برای انتقال ارزشها از گذشته به حال و از حال به زمان آینده حاصل می شود.

از این نرخ برای محاسبه ضریب تبدیل ارزش واحد و مشخص در مورد هر پرداختى از رابطه زیر استفاده می شود:

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

که در این رابطه :

n = تعداد سالی که باید مقادیر پولی منتقل شوند.

i = نرخ بهره

P = ارزش مقادیر پولی در سال وقوع

F = ارزش مقادیر پولی در سال هدف (مبنا)

به طور متعارف منظور از نرخ بهره، پولی است که در ازای استفاده از وام پرداخت می شود و به طور اصولیتر از نظر اقتصادی بازگشت قابل دسترس از سرمایه گذاری مولد سرمایه است.

۳-۴-۱-۲ نرخ تنزیل^۲

منظور از نرخ تنزیل در این مباحث، نرخى است که براساس آن ضرایبى برای انتقال ارزشها از زمان آینده به حال یا گذشته حاصل می شود.

از این نرخ برای محاسبه ضریب تبدیل ارزش واحد و مشخص در مورد هر پرداختى از رابطه زیر استفاده می شود:

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

که در این رابطه :

P = ارزش مقادیر پولی در سال هدف (مبنا)

F = ارزش مقادیر پولی در سال وقوع

n = تعداد سالی که باید مقادیر پولی منتقل شوند.

i = نرخ تنزیل



1- Interest rate

2- Discount rate

به طور متعارف منظور از نرخ تنزیل، نرخى است که برای تصمیم‌گیری در مورد سرمایه‌گذاری به کار گرفته می‌شود. (در تحلیل اقتصادی) معمولاً این نرخ با نرخهای اعطای وام متفاوت است.^۱

۳-۱-۴-۳ رابطه نرخ بهره و نرخ تنزیل

نرخ بهره برای انتقال ارقام از حال به آینده و نرخ تنزیل برای انتقال ارقام از آینده به حال می‌باشند برای محاسبه ضرایب بهره از فرمول $(1+i)^n$ و برای محاسبه ضرایب تنزیل از فرمول $\frac{1}{(1+i)^n}$ استفاده می‌شود در فرمولهای فوق n سال مورد نظر و i نرخ بهره یا تنزیل می‌باشد.

نرخ بهره و نرخ تنزیل هریک برای اقداماتی بکار گرفته می‌شود. برای سرمایه‌گذاری مشخص مقدار نرخ بهره و تنزیل برای محاسبات برابر است.

در محاسبات اقتصاد مهندسی از نرخ بهره یا تنزیل مرکب استفاده می‌شود. تفاوت این نرخ با نرخ ساده با ارائه مثالی در پیوست شماره یک نشان داده شده است.^۲

۳-۴-۲ دوره تحلیل^۳

در تحلیل اقتصادی، دوره تحلیل مدت زمانی است که طی آن نتایج حاصل از اجرای طرح در مطالعه‌ای ویژه داخل می‌شود. این دوره با توجه به عمر مفید تأسیسات و قابلیت پیش‌بینی پیامدهای طرح انتخاب می‌گردد و شامل دوره احداث و بهره‌برداری است.^۴ در تنظیم هزینه‌ها در طول دوره تحلیل، لازم است ملاحظات زیر در نظر گرفته شود:

- هزینه نگهداری و بهره‌برداری تأسیسات ارتباط مستقیمی با عمر مفید تأسیسات دارد. عمر مفید بیشتر، به هزینه‌های نگهداری - بهره‌برداری بیشتر نیاز دارد.

۱- در تحلیل مالی، نرخ تنزیل یا کمترین نرخ قابل قبول، معمولاً برابر هزینه نهایی سرمایه‌بنگامی است که تحلیل طرح برای آن انجام می‌شود. این نرخ برابر است با نرخى که بنگاه می‌تواند وام بگیرد.

در تحلیل اقتصادی که در آن از قیمت‌های سایه‌ای استفاده می‌شود، شاید بهترین نرخ تنزیل و یا کوچکترین نرخ قابل قبول «هزینه فرصتهای از دست‌رفته سرمایه از دیدگاه اقتصادی ملی» باشد. به طوری که اگر تمام سرمایه‌گذاریهای ممکن که دارای بازدهی برابر آن و یا بزرگتر هستند، انجام شوند از تمام سرمایه اقتصاد ملی استفاده خواهد شد. این نرخ یک پارامتر ملی است و ضرورت دارد که با توجه به فنون مربوط محاسبه و به وسیله دستگاه برنامه‌ریزی به مشاوران ابلاغ گردد.

۲- نرخ بهره یا تنزیل ساده: در این حالت در محاسبات ضرایب بهره یا تنزیل برای نوع (بهره اصل پول) که در زمان خود پرداخت نشده، بهره‌ای منظور نمی‌گردد.

نرخ بهره یا تنزیل مرکب: در این حالت در محاسبات ضرایب بهره یا تنزیل برای نوع (بهره اصل پول) که در زمان خود پرداخت نشده، بهره منظور می‌گردد.

3- Period of Analysis

۴- دوره بهره‌برداری در طرحهای بزرگ توسعه منابع آب معمولاً ۵۰ سال در نظر گرفته می‌شود.



- هزینه جایگزینی تأسیساتی که عمر مفید آنها کمتر از دوره تحلیل است، می‌بایست در محاسبات منظور شود.
- ارزش اسقاط تأسیساتی که عمر مفید آنها بیشتر از دوره تحلیل است، باید در محاسبات به صورت هزینه منفی منظور شود^۱.

در تنظیم فایده‌ها در طول دوره تحلیل لازم است به موارد زیر توجه شود:

- افزایش فایده‌ها پس از اجرای طرح معمولاً ناگهانی نیست و به تدریج به حدنهایی خود می‌رسد.
 - در طول مدت اجرا نیز ممکن است فایده‌ها کاهش و یا افزایش یابد.
 - هزینه‌ها و خساراتی که در هزینه‌های طرح^۲ به حساب نیامده‌اند، باید از درآمدها کسر گردد.
- برای جمع‌کردن کلیه فایده‌ها و هزینه‌ها و مقایسه آنها با یکدیگر باید کلیه فایده‌ها و هزینه‌ها به سال مبنای مشترک منتقل شوند.

سال مبنا قراردادی است و برای مقایسه طرح‌های (گزینه‌های) مختلف و اولویت‌بندی آنها، لازم است روش یکسانی از طرف مشاوران مختلف (یا کارشناسان مختلف یک مشاور) به کار گرفته شود، یا در یک تحلیل مجموعه‌ای طرح‌ها، روشها با استفاده از فنون مربوط یکسان شوند.

۵-۳ روش محاسبه شاخصهای تنزیلی

به‌طورکلی دوروش برای محاسبه شاخصهای تنزیلی وجود دارد:

۱-۵-۳ روش ارزش کنونی^۳

در این روش با در نظر گرفتن سال مبنای مشترک و انتقال کلیه ارزشها (اقلام هزینه‌ها و فایده‌ها در زمانهای مختلف در جدول گردش نقدی) به سال مبنا، آنها را مقایسه یا ترکیب می‌کنند.

روش انتقال اقلام در سالهای قبل و بعد از سال مبنا قبلاً (در بند ۳-۳-۱) توضیح داده شده است و از تکرار آن خودداری می‌شود. فقط ذکر این نکته ضروری است که برای انتقال دوره یکنواخت ارزشها از آینده به سال مبنا یا از گذشته به سال مبنا، فرمولهای دیگری مورد استفاده قرار می‌گیرد^۴.

۱- طرز محاسبه ارزش اسقاط قبلاً در بند ۳-۳-۲ ارائه شده است.

۲- مثل هزینه‌های تولید کشاورزی

3- Present Worth method

۴- برای محاسبه ارزش حال (P) یک مجموعه پرداختهای برابر (A) در آخر هر یک از n دوره با نرخ بهره i درصد از فرمول زیر استفاده می‌شود:

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

- در محاسبه ارزش انباشته شده آتی (F) در آخر دوره n با نرخ بهره i درصد، در نتیجه بازپرداختهای ثابت (که مبلغ هرکدام برابر A باشد) در آخر هر یک از n دوره از فرمول زیر استفاده می‌شود:

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



در این روش با عملیات ساده‌تری (بدون تشکیل جدول گردش نقدی) می‌توان اقدام به همسان‌سازی زمانی ارقام ارزشها نمود. بدین ترتیب که ارقام هزینه سرمایه‌ای را با استفاده از ضریب بازیاقت سرمایه^۱ به اقساط مساوی و سالانه تبدیل و با هزینه‌های نگهداری - بهره‌برداری جمع و سپس با فایده‌های سالانه مقایسه کرد. این اقدام در صورتی مفید است که هزینه‌های نگهداری - بهره‌برداری و فایده‌های طرح در طول دوره بهره‌برداری تقریباً ثابت باشد.^۲

برای محاسبه ضریب بازیاقت سرمایه از رابطه زیر استفاده می‌نماییم:

$$C.R.F = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

که در آن:

i = نرخ بهره یا تنزیل

n = دوره بهره‌برداری

$C.R.F$ = ضریب بازیاقت سرمایه

۳-۶ تعیین ضوابط ارزیابی

ارزیابی طرح در جریان برنامه‌ریزی آن، سنجش آثار و پیامدهای گزینه‌های مختلف با ضوابط ارزشیابی است. ضوابط ارزشیابی براساس اهداف، سیاستها و استراتژیهای برنامه تعیین می‌شود. معمولاً در طرحهای تولیدی این ضوابط متکی بر قدرت تولید ارزش افزوده، ایجاد اشتغال، آثار ارزی، سرمایه‌گذاری اولیه و ... است. نتایج این ضوابط در قالب اهداف توسعه (رشد اقتصادی، ثبات و امنیت اقتصادی، توازن اقتصادی و ...) قابل بررسی است و نتایج ارزیابی را به صورت شاخصهایی برای قضاوت نهایی ارائه می‌نماید. شاخصهای رشد اقتصادی در بند ۴ مورد بحث قرار می‌گیرد.^۳

1- Capital recovery factor

۲- این روش در مقایسه گزینه‌ها (طرحها) دارای محدودیت است؛ یعنی ممکن است قید مساوی بودن دوره تحلیل رعایت نشود؛ اما در صورتی که بخواهیم قید مساوی بودن دوره تحلیل گزینه‌ها یا طرحها را رعایت کنیم، لازم است ابتدا به روش ارزش فعلی عمل نماییم؛ یعنی پس از انتقال ارقام ارزشگذاری شده به سال مبنا (سال صفر) آنها را با استفاده از ضریب بازیاقت سرمایه، معادل سالیانه کنیم.

۳- شاخصهای مربوط به سایر اهداف توسعه (ثبات و امنیت اقتصادی، توازن اقتصادی و ...) در قالب مطالعات ارزیابی اقتصادی در نشریات بعدی مورد بحث و بررسی قرار خواهد گرفت.

۴- شاخصهای ارزیابی طرحها

همان طوری که در بند ۳-۶ اشاره شد، شاخصهای ارزیابی طرحها در قالب هدفهای توسعه اقتصادی قابل محاسبه و ارائه‌اند. مهمترین اهداف توسعه که آثار اجرای یک طرح را با توجه به اهداف اصلی و کمی آن مورد سنجش قرار می‌دهد، شامل: رشد اقتصادی، ثبات و امنیت اقتصادی، توازن اقتصادی و خوداتکایی اقتصادی است. با استفاده از سیستم قیمتگذاری، امکان سنجش و ارزیابی طرح در قالب هدف رشد اقتصادی^۱ از طریق ارائه شاخصهای تنزیلی^۲ که مهمترین آنها در این بخش معرفی می‌شوند، فراهم می‌شود:

۴-۱ ارزش حال خالص

از جمع جبری تنزیل فایده‌ها منهای هزینه‌های دوره تحلیل طرح به دست می‌آید:

$$PW = \sum \left(\frac{P}{F}, i\%, t \right) (B_t - C_t)$$

که در این دستور C_t هزینه و B_t فایده در سال t و n دوره تحلیل بر حسب سال و i نرخ تنزیل است.

هنگامی که فایده‌های ویژه بر طبق گرادیان منظمی تغییر نماید، ضریب گرادیان مناسبی بایستی به کار گرفته شود.

۱- رشد اقتصادی در اثر افزایش تولید ناخالص ملی و منطقه‌ای حاصل می‌شود. با توجه به منظورهای طرح می‌توان جنبه‌های زیر را مدنظر قرار داد:

- رشد اقتصادی ناشی از هدف تأمین آب کشاورزی بر اثر افزایش ارزش تولیدات کشاورزی ناشی از تأمین بهتر و بیشتر آب، حفاظت و اصلاح خاک و استفاده کارآ از نهاده‌ها و عوامل تولید (در صورت اجرای طرح توسعه کشاورزی) اندازه‌گیری می‌شود. در نهایت رشد اقتصادی هنگامی جامه عمل می‌پوشد که از رشد جمعیت بیشتر باشد و منجر به افزایش درآمد سرانه گردد.

- رشد اقتصادی ناشی از هدف تولید انرژی و آثار افزایش درآمد در بخشهای: صنعت، کشاورزی و خدمات و کاهش خسارتهای ناشی از کمبود برق (بخصوص در مواقع اوج مصرف)

- رشد اقتصادی ناشی از هدف کنترل طغیان و آثار افزایش درآمد فعالیت‌های اقتصادی و کاهش خسارات

۲- علاوه بر ضوابط تنزیلی، ضوابط غیر تنزیلی شامل: بررسی گذرای هزینه‌های سرمایه‌ای، طول دوره برگشت سرمایه، درآمد به ازای هر تومان سرمایه، میانگین درآمد سالانه به ازای هر واحد سرمایه، میانگین درآمد نسبت به ارزش دفتری سرمایه و ... وجود دارد. این معیارها در مقایسه گزینه‌ها (طرحها) چندان معتبر نیست و ممکن است در انتخاب گمراه‌کننده باشد [۱۳].

- محاسبه ارزش حال بر مبنای جریان نقدینه فرآیندی کاملاً مکانیکی است؛ ولی برای آنکه انتخاب صحیح صورت بگیرد، رعایت موارد زیر برای مقایسه ارزشهای حال خالص حساب شده ضروری است:
- الف - باید تمام ارزشهای حال مربوط به پایه زمانی واحدی فهرست شود. گزینه‌ها بایستی دارای زمان شروع بهره‌برداری یکسان باشند. ارزشهای حال بایستی نسبت به قیمت‌های یک سال پایه (برای مثال ۱۳۷۶) محاسبه شده باشد؛ زیرا مبلغ پول در زمانهای مختلف، کالاهای اقتصادی متفاوتی است.
- ب - تمام ارزشهای حال با استفاده از نرخ تنزیل یکسان باید فهرست شود، چه گزینه‌ها از یک منبع مالی سرمایه‌گذاری شود و چه این کار نشود؛ همه بایستی با نرخ یکسان تنزیل شوند.
- ج - تمام ارزشهای حال بایستی برای دوره تحلیل یکسان محاسبه شوند. مقایسه باید بر فراهم ساختن خدمات طی یک دوره مشترک بررسی بنیاد نهاده شود. این ممکن است یا با ارزیابی هزینه ادامه خدمت بعد از پایان عمر یک گزینه با عمر کوتاه‌تر و یا با محاسبه ارزش عمر استفاده نشده یک گزینه که دارای عمر طولانی‌تری است، انجام پذیرد.
- د - لازم است ارزش حال هر گزینه محاسبه شود. همه گزینه‌های دارای ارزش حال مثبت انتخاب شده و بقیه کنار گذاشته شود. اگر مجموعه‌ای از گزینه‌های ناسازگار با هم در کار نباشد، انتخاب پایان یافته است؛ ولی اگر مجموعه‌ای از گزینه‌های ناسازگار در میان باشد، انتخاب از طریق بند ه انجام می‌گیرد.
- ه - گزینه‌ای از یک مجموعه گزینه‌های ناسازگار با هم که دارای بزرگترین ارزش حال باشد، گزینه منتخب است.
- و - اگر گزینه‌ها در یک مجموعه از گزینه‌های ناسازگار دارای منافع تقریباً مساوی باشند، ولی نتوان آنها را ارزشگذاری کرد، گزینه‌ای که دارای حداقل هزینه است گزینه منتخب است.

۲-۴ نرخ بازده داخلی

نرخ بازده، نرخ تنزیلی است که ارزش حال به دست آمده از معادله زیر:

$$PW = \sum \left(\frac{P}{F}, i\%, t \right) (B_t - C_t)$$

با روش آزمون و خطا مساوی صفر شود. موارد تصمیم‌گیری زیر هنگامی که گزینه‌ها با روش نرخ بازده مقایسه می‌شوند، به کار گرفته می‌شود:

الف - در روش ارزش کنونی همه گزینه‌ها باید برای مدت تحلیل یکسان با هم مقایسه شوند [۷]. نرخ بازده در مورد دوره‌های تحلیل مختلف نمی‌تواند به نحوی معنی دار مقایسه گردد، زیرا فرصت سرمایه‌گذاری برای بازده گزینه‌هایی که دوره تحلیل (عمر) کوتاه‌تری دارند، بایستی در تعیین اینکه: آیا سرمایه‌ای برای سرمایه‌گذاری

در گزینه با عمر طولانی تر باقی می ماند نیز در نظر گرفته شود.

ب - لازم است نرخ بازده برای هر گزینه حساب شود و تمام گزینه های دارای یک نرخ بازده که از حداقل مقدار قابل قبول^۱ تجاوز نموده است انتخاب گردیده و بقیه رد شوند. اگر مجموعه ای از گزینه های ناسازگار مطرح باشد، لازم است به بند ج مراجعه شود.

ج - بایستی در مجموعه گزینه های ناسازگار، گزینه ها بر حسب هزینه صعودی رتبه بندی شود. نرخ بازده هزینه افزایشی و فایده های افزایشی گزینه بعدی بالاتر از گزینه دارای کمترین هزینه باید محاسبه گردد. اگر نرخ بازده افزایشی از حداقل نرخ تنزیل قابل قبول تجاوز نماید پرهزینه ترین گزینه انتخاب شود. در غیر این صورت گزینه با هزینه کمتر انتخاب می شود. تحلیل را باید با در نظر گرفتن گزینه ها به ترتیب صعودی ادامه داد.

معیار نرخ بازده به همان تصمیم هایی که از معیار ارزش حال به دست آمد، منجر نخواهد شد؛ مگر آنکه بند ج تحلیل افزایشی به جای انتخاب گزینه با بالاترین نرخ بازده به کار برده شود. روش نرخ بازده بایستی با احتیاط به کار گرفته شود؛ زیرا هنگامی که هزینه های سالانه از فایده های سالانه بعد از یک دوره که طی آن فایده های سالانه از هزینه های سالانه بیشتر بوده است تجاوز می نماید، بیش از یک نرخ بازده وجود خواهد داشت^۲؛ ولی هی بینک^۳ نشان داده است که روش نرخ بازده با به کارگیری بند ج باز هم پاسخهای همسازی به دست می دهد؛ حتی اگر پاسخ دوگانه ای وجود داشته باشد.

۳-۴ نسبت فایده به هزینه

نسبت فایده - هزینه از تقسیم ارزش حال فایده ها PW_b بر ارزش حال هزینه ها به دست می آید. مقادیر سالانه می تواند بدون آنکه بر نسبت اثر داشته باشد، به صورت جایگزین استفاده شود. ارزش حال فایده های سالانه B_t و هزینه های سالانه C_t به ترتیب از رابطه های زیر به دست می آید:

$$PW_b = \sum \left(\frac{P}{F}, i\%, t \right) B_t$$

و:

$$PW_c = \sum \left(\frac{P}{F}, i\%, t \right) C_t$$

۱- حداقل مقدار قابل قبول نرخ، بازده داخلی لازم است توسط دستگاه برنامه ریزی و مدیریت آب، اعلام گردد.
۲- این به معنای منفی شدن مابه التفاوت هزینه ها و فایده ها در جریان گردش نقدی بیشتر از یک بار است. در این شرایط (یعنی وجود دو نرخ بازده داخلی) بهتر است از این شاخص استفاده نشود.

سری ضریبهای تنزیلی ممکن است به نحوی مناسب به صورت جمع به کار برده شود. تصمیم در مورد اینکه جریانهای نقدی خالص (ویژه) بایستی چگونه هزینه‌ها و یا فایده‌های منفی را در نظر بگیرد گاهی اختیاری است و بر نسبت فایده بر هزینه اثر می‌گذارد؛ در حالی که این امر بر انتخاب طرح با استفاده از روشی که در زیر تشریح خواهد شد، اثری نخواهد داشت. مع‌هذا مهم است تشخیص دهیم که بهترین طرح دارای بالاترین فایده ویژه است؛ در حالی که دارای بالاترین نسبت فایده به هزینه نیست. تعدادی از مؤلفان پیشنهاد کرده‌اند که استفاده از شاخص نسبت فایده به هزینه ممکن است به تصمیم‌گیری متفاوتی درباره استفاده از سایر شاخصها بیانجامد؛ ولی بهر حال باید گفت این اختلاف فقط هنگامی بروز می‌کند که اصل هزینه افزایشی (بند د) نادیده گرفته شود.

برای کاربرد صحیح این معیار موارد زیر بایستی مراعات گردد:

- الف - لازم است کلیه نسبتهای فایده به هزینه با استفاده از نرخ تنزیل یکسان فهرست شود.
- ب - کلیه گزینه‌ها با دوره تحلیل یکسان مقایسه شوند [۷].
- ج - نسبت فایده به هزینه برای هر گزینه محاسبه شود. تمام گزینه‌های دارای نسبت فایده به هزینه بیشتر از یک انتخاب و بقیه کنار گذاشته شوند. اگر مجموعه‌هایی از گزینه‌های ناسازگار را نیز شامل است از بند د استفاده نمایید.
- د - گزینه‌ها را در مجموعه گزینه‌های ناسازگار به ترتیب صعودی حجم هزینه مرتب نمایید. نسبت فایده به هزینه را با استفاده از هزینه افزایشی و فایده افزایشی گزینه همسایه بالاتر از گزینه‌های با کمترین هزینه محاسبه کنید. اگر نسبت فایده به هزینه افزایشی از ۱ تجاوز کند، پرهزینه‌ترین گزینه انتخاب می‌شود و الا گزینه با هزینه کمتر گزینه منتخب خواهد بود. تحلیل با در نظر گرفتن گزینه‌ها بر حسب افزایش هزینه‌برداری گزینه‌ها لازم است ادامه یابد.

۴-۴ ارزیابی معیارهای تنزیلی

هریک از سه معیار تنزیلی هنگامی که با داده‌های یکسان به شیوه‌ای صحیح به کار برده شوند، پروژه‌های واحدی انتخاب خواهد شد. به هر حال هر معیار برتریها و کاستی‌هایی دارد که به سهولت محاسبه و ارائه و به آسانی درک نتایج حاصل وابسته است و باید در انتخاب معیار مورد استفاده هر تحلیل مفروض مورد توجه قرار داده شود.

از آنجا که ارزش حال به مجموعه‌ای از محاسبات اضافی برای به‌کارگیری اصل هزینه افزایشی نیازی ندارد، به‌عنوان روش «ساده‌تر و مستقیم‌تر» تعریف شده است. گروهی معتقدند که این معیار «به‌طور منطقی به روشهای دیگر ارجحیت دارد و استفاده از آن را توصیه می‌کنیم» بیان ساده و مستقیم ارزش ویژه حال از لحاظ مفهوم مستقیم به

آسانی قابل ارائه است، اما روش ارزش حال نمی تواند در رتبه بندی پروژه ها از لحاظ مطلوبیت اقتصادی به کار گرفته شود، مگر آنکه همه آنها به سرمایه گذاری مساوی احتیاج داشته باشند. چون نرخ بازده داخلی و نسبت فایده به هزینه از جحیت نسبی را به صورت درصد یا نسبت بیان می کنند میزان اختلاف را به نحو قابل سنجشی ارائه می کنند.

معیار نرخ بازده به خاطر آنکه به نرخ تنزیل انتخاب شده قبلی نیازی ندارد، توصیه شده است. نرخهای بازده برای بسیاری از سرمایه گذاران به طور شهودی معنی دار است و نرخهای نتیجه می تواند با نرخهای مربوط به انواع دیگر سرمایه گذاریها مقایسه شود. از طرف دیگر این روش به علل زیر مورد انتقاد قرار گرفته است:

- وجود جوابهای دوگانه
- به علت ضرورت محاسبه نرخ بازده افزایشی برای طرحهای به هم وابسته
- خطر گمراه کردن کاربران، از آن جهت که نرخ بازده کلی را مغایر با نرخ بازده افزایشی^۱ به عنوان شاخصی برای رتبه بندی تصور می کنند.
- با توجه به بغرنجی راه حل های آزمون و خطای مورد نیاز، بعضی خیلی فراتر رفته اند تا آنجا که توصیه کرده اند که این معیار هرگز نباید به کار گرفته شود.

به هر حال برتریهای استفاده از روش و اهمیت کاربردها به اندازه ای است که معیار نرخ بازده را یک ابزار تحلیلی ارزشمند ساخته است.

معیار نسبت فایده به هزینه تقریباً به طور جهانی به ویژه در مطالعات منابع آب در کشورهای صنعتی پیشرفته به کار گرفته می شود و انتظار می رود تا آینده ای دوردست در این موقعیت باقی بماند. علاوه بر این، کروتیلا^۲ و اکستین^۳ تحلیل های خود را بر معیار فایده - هزینه پایه گذاری کرده اند و پژوهشهای مارجلین^۴ مبین آن است که این روش با تئوریهای اقتصاد همساز است. از طرف دیگر کاربرد نسبت فایده به هزینه بدون به کارگیری تحلیل فایده - هزینه افزایشی مورد نیاز، می تواند به خطاهای قابل توجهی منجر شود. پروژه های متداخل نمی توانند بر حسب نسبت های فایده - هزینه رتبه بندی شوند؛ زیرا هر گسترش مستلزم انجام دادن آزمون نسبت فایده به هزینه افزایشی است. با وجود این، واقعیت این است که معیار فایده - هزینه می تواند همان نتایجی را که دیگر معیارهای تنزیلی درست به دست داده اند ارائه نماید.



1- Incremental Rate of Return

2- Krutila

3- Eckstain

4- Marjelin

۱-۵ اصول اقتصاد مهندسی و محدودیتهای آن

اقتصاد مهندسی به معنای اخص، به روش مقایسه گزینه‌های مختلف یک طرح فنی - اقتصادی در قالب آنچه امروز اقتصاد خرد می‌نامیم و یا بهتر بگوییم در چارچوب اقتصاد بازار و در حد کارگزاران اقتصادی شومپتری خلاصه می‌گردد^۱. به عبارت دیگر اصول اقتصاد مهندسی به ایجاد شرایط مناسب برای مقایسه متغیرهای ارزش و زمان در سطح طرح می‌پردازد و سعی می‌کند تا ارزشها در حد امکان به پول رایج بیان شده و متغیر زمان با استفاده از تکنیکهای تنزیلی در محاسبات مربوط داخل گردد. به‌طور کلی در این اصول به کاربرد تکنیکهای حسابداری و مالی اکتفا می‌شود [۸]. ناگفته نماند که این اصول برای ارزیابی طرحهای مهندسی - اقتصادی در کشورهای با توسعه اقتصادی خودجوش در قرن نوزدهم و شاید هم تا پایان جنگ جهانی اول کافی بود و امروز هم در بعضی از کشورهای توسعه‌یافته صنعتی در ساختارهای اقتصادی پایدار در حد طرحهای کوچک و متوسط می‌تواند به کار گرفته شود.

بعد از جنگ اول جهانی سه جریان در فلسفه اقتصادی شکل گرفت که تأثیر قابل توجهی به کاربرد این اصول داشته و مجموعه‌ای از روشها و تکنیکها را تحت عنوان «تحلیل اقتصادی طرحها» به وجود آورده است [۱۰]. این سه جریان در فلسفه اقتصادی عبارتند از: نخست پیدایش نگرش اقتصاد کلان که مفاهیمی چون درآمد ملی، کارایی سرمایه در سطح ملی، اشتغال در سطح ملی و غیره را مطرح نمود و لزوم توجه به آثار فعالیت‌های اقتصادی بر این مفاهیم را آشکار ساخت [۱۴]. دوم اقتصاد بهزیستی که ثمره کوشش فلاسفه و اقتصاددانان بود که تقریباً همزمان با فلسفه اقتصاد کلان ریشه گرفت و بحث مفاهیمی چون: عدالت اجتماعی، توزیع درآمد، سطح زندگی را به میان آورد و ارزیابی سیاست اقتصادی را ملزم به برآورد آثار اجرایی بر این مفاهیم و شاخصهای مربوطه نمود و در نتیجه در ارزیابی طرح به عنوان عاملی از سیاست اقتصادی به ناچار باید آثار مبتنی بر این مفاهیم و شاخصها تشریح و ارائه گردد. سوم توسعه اقتصادی برانگیخته برای توسعه کشورهای کم توسعه یافته بود که اگر چه بعد از جنگ جهانی اول آغاز گردید، ولی عملاً بعد از جنگ جهانی دوم همراه با استقلال کشورهای مستعمره سابق وسعت مطلوب یافت. در این تفکر دولت نقش رهبری توسعه را به خود اختصاص داد، تا به مدد برنامه‌ریزی اقتصادی - اجتماعی به آنچه خود به خود انجام نشده بود، جامه عمل بپوشاند. در این چارچوب دیگر کارگزاران بخش خصوصی نقش موتور توسعه را ایفا نکردند و معیارهایی همانند: سرعت رشد، اشتغالزایی، توزیع درآمد، ازدیاد درآمد ملی، توان کسب ارز خارجی، توان صادراتی، رقابت یا واردات مطرح گردید که در ارزیابی طرحها باید مورد توجه قرار داده شوند. در پی این تحول دیگر اصول موضوعه اقتصاد مهندسی نمی‌توانست پاسخگوی نیازهای جدید باشد، لذا جای خود را هم‌چنانکه گفته

۱- توسعه اقتصادی از دیدگاه شومپتر نتیجه کوشش کارگرانی است که با کاربرد تکنولوژی نوین، محصولات جدید را به بازار عرضه می‌کنند و با ایجاد تقاضا اقتصاد را توسعه می‌دهند [۱۳].

شد به «تحلیل اقتصادی طرحها» و یا به «ارزیابی اقتصادی طرحها» داد که با استفاده از تحلیل فایده - هزینه همراه با روشهای پژوهشهای عملیاتی و اقتصاد بهزیستی و اقتصادسنجی، چارچوب پرقدرتی را برای این منظور به دست داده است.

ناگفته نماند که امروزه تحت عنوان «اقتصاد مهندسی» کتبی وجود دارد که به اصول موضوعه اولیه اقتصاد مهندسی خود را محدود نمی‌سازند و اغلب مسئله را به صورت آموزش اقتصاد برای مهندسان مطرح می‌سازند که خود مسئله دیگری است و اغلب به مفاهیمی که در «ارزیابی اقتصادی طرحها» به آنها اشاره می‌شود، به طور خلاصه و یا به طور غیرمستقیم می‌پردازد.

۲-۵ تهیه شاخصهای غیرتنزیلی

در صورتی که مطالعات طبق روال معمول اقتصاد مهندسی به معنای متعارف آن انجام شود، یا به عبارت دیگر مطالعات مربوط به تحلیل اقتصادی طرح یا ارزیابی اقتصادی طرح صورت نگرفته باشد، لازم است اطلاعات اضافی یا تکمیلی برای طرح فراهم شود. این اطلاعات می‌تواند از طریق آزمون حساسیت یا تحلیل و تبیین جنبه‌هایی از هزینه‌ها و درآمدهای اجتماعی که به نظر می‌رسد که قیمتها و نظام ارزشگذاری توانسته است به درستی آنها را مورد توجه یا سنجش قرار دهد، تأمین شود. این موارد عبارتند از:

° نرخ ارز خارجی

° باز توزیع درآمد

° اشتغالزایی

° توسعه منطقه‌ای

° تغییرات نسبی قیمتها

نرخ رسمی ارز خارجی در بسیاری از کشورها به طور واقع‌بینانه تعیین نمی‌شود و ممکن است برای تصمیم‌گیری در مورد انتخاب تکنولوژی و سازمان اجرا و نوع تجهیزات مورد نیاز در مرحله انتخاب گزینه گمراه‌کننده باشد. در صورت نبودن بررسیهای مستقل در این زمینه، لازم است جوانب احتیاط مدنظر باشد. انتخاب گزینه‌ای که به باز توزیع بهتر درآمد در منطقه و یا اشتغالزایی مناسب^۱ می‌انجامد، برای طرح یک «امتیاز» است و جزو فایده‌های ناملموس آن گزینه محسوب می‌شود. توسعه منطقه‌ای از دیدگاه رفع محرومیت‌های محلی و ایجاد توازن و تأمین اهداف برنامه‌ریزی فضایی یا آمایش سرزمین نیز در مقایسه و انتخاب گزینه‌های مختلف مهندسی، یک ملاک مهم سنجش به حساب می‌آید.

۱- منظور از اشتغالزایی مناسب، ایجاد اشتغال مولد و متناسب با امکانات نیروی انسانی منطقه یا کشور است. برای کشوری که دارای محدودیتهای اصلی در تأمین نیروی انسانی ماهر و یا با تخصصهای ویژه است، افزایش تقاضا در این موارد حداقل در میان مدت پیامدی منفی به شمار می‌رود.

در بسیاری از موارد ممکن است نوسانات مقطعی تعادل نسبی قیمت‌های مؤثر در برآورد هزینه‌ها و فایده‌های طرح را دچار اختلال کند. در صورت نبودن بررسی‌های مستقل در این زمینه، لازم است با بررسی روابط قیمت‌های مربوط به عوامل اصلی تشکیل دهنده هزینه‌ها و فایده‌ها (حداقل در ده سال گذشته) نسبت به تعدیلات موردی و رعایت جوانب احتیاط اقدام شود.

علاوه بر موارد فوق، لازم است در بررسی‌های اولیه میان گزینه‌ها نسبت به حجم اعتبارات موردنیاز، فراهم بودن و سهولت دسترسی به لوازم و مصالح، امکانات ساخت یا اجرای طرح و زمان شروع بهره‌برداری، اطلاعات و قضاوت‌های مستقلی فراهم شود^۱.

نتایج این تحلیل‌ها و ملاحظات تکمیلی بهتر است که یا از طریق آزمون حساسیت در محاسبات ریالی ملحوظ شود (به‌طور تفکیک شده از حالت اصلی) و یا ذیل پیامدهای مثبت و منفی و یا ناملموس هر یک از گزینه‌ها ارائه گردد.



۱- توضیحات در این موارد قبلاً در نشریه شماره ۳۰- الف طرح استاندارد مهندسی آب آمده است.

پیوست شماره یک - مثالهای نمونه

مثال ۱: تفاوت نرخ بهره یا تنزیل ساده و مرکب

در مثال زیر بهره دوره اجرا ۵ میلیارد ریال که به طور مساوی در طول ۵ سال سرمایه‌گذاری شده است، با دوروش (ساده و مرکب) محاسبه گردیده است:

نرخ بهره مرکب					نرخ بهره ساده			
سال	اصل	فرع	بهره فرع ^۱	جمع	سال	اصل	فرع (بهره)	جمع
۱	۱۰ ^۹	-	-	۱۰۰×۱۰ ^۷	۱	۱۰ ^۹	-	۱۰۰×۱۰ ^۷
۲	۱۰ ^۹	۶×۱۰ ^۷	-	۱۰۶×۱۰ ^۷	۲	۱۰ ^۹	۶×۱۰ ^۷	۱۰۶×۱۰ ^۷
۳	۱۰ ^۹	۶×۱۰ ^۷	۶×۱۰ ^۷	۱۱۲/۳۶×۱۰ ^۷	۳	۱۰ ^۹	۶×۱۰ ^۷	۱۰۶×۱۰ ^۷
۴	۱۰ ^۹	۶×۱۰ ^۷	۱۳/۱×۱۰ ^۷	۱۱۹/۱۰×۱۰ ^۷	۴	۱۰ ^۹	۶×۱۰ ^۷	۱۰۶×۱۰ ^۷
۵	۱۰ ^۹	۶×۱۰ ^۷	۲۰/۲۵×۱۰ ^۷	۱۲۶/۲۵×۱۰ ^۷	۵	۱۰ ^۹	۶×۱۰ ^۷	۱۰۶×۱۰ ^۷
جمع	۵×۱۰ ^۹	۲۴×۱۰ ^۷	۳۹/۳۵×۱۰ ^۷	۵۶۳/۷	جمع	۵×۱۰ ^۹	۲۴×۱۰ ^۷	۵۲۴×۱۰ ^۷
$100 \times 1 = 100$ $100 \times 1/06 = 106$ $106 \times 1/06 = 112/36 - 106/0 = 6/0$ $112/36 \times 1/06 = 119/10 - 106 = 13/1$ $119/10 \times 1/06 = 126/25 - 106 = 20/25$ $\frac{563/7 \times 10^7}{100 \times 10^7} = 5/637$ ضریب کلی					ضریب کلی تبدیل برای نرخ بهره ساده $\frac{524 \times 10^9}{100 \times 10^9} = 5/24$			
$F = A + A(1+i) + A(1+i)^2 + \dots + A(1+i)^{n-1}$ طرفین معادل را در $(1+i)$ ضرب می‌کنیم. $F(1+i) = A(1+i) + A(1+i)^2 + A(1+i)^3 + \dots + A(1+i)^n$ کسر معادله اول از طرفین معادله بالا $F_i = A(1+i)^n - A$					$F = A + A(1+i) + A(1+i)^2 + \dots$ $= A[1+(n-1)(1+i)]$ $= 10^9(1+4/24)$ $= 10^9 \times 5/24$			
$F = \frac{A[1+i]^n - A}{i}$ $= \frac{10^9[(1/06)^5 - 1]}{0.06}$ $= 5/63 \times 10^9$								

۱- محاسبه بهره «فرع» در هر سال

مثال ۲:

طرح «بهره‌برداری از آب و خاک رودخانه تالوار» با هدف اصلی تأمین آب کشاورزی حدود ۹۰۰۰ الی ۲۸۰۰۰ هکتار از اراضی کشاورزی در داخل یکی از زیر حوضه‌های سفیدرود از منابع آب سطحی به میزان ۸۱ الی ۲۵۲ میلیون متر مکعب طراحی شده است. در چارچوب این مطالعات گزینه‌های مختلف آبگیری، ساختگاههای مختلف سد مخزنی، الگوهای کشت و نهایتاً ارتفاعات مختلف سد مورد مقایسه و بررسی قرار گرفته‌اند. مطالعات به‌گزینی و غربال‌کردن اقتصادی گزینه‌ها با هدف تأمین آب کشاورزی در ۴ مرحله انجام گرفته است و در هر مرحله تعدادی از گزینه‌ها انتخاب گردیده‌اند و نهایتاً در مرحله چهارم ۵ گزینه مورد بررسی تفصیلی قرار گرفته است.

مراحل غربال‌کردن گزینه‌ها موضوع بحث یکی از نشریات آتی کمیته است که در اینجا به آن پرداخته نمی‌شود؛ اما گامهای انجام‌دادن مرحله چهارم که منعکس‌کننده مباحث بندهای ۳ و ۴ است، در این مثال تشریح می‌شود:

گام اول: تشخیص و تبیین گزینه‌ها

اولین گام در تعیین شاخصها تشخیص و تبیین گزینه‌هاست. این کار با هماهنگی با سایر بخشهای تخصصی و توجه به شرایط حدی^۱ (توپوگرافی، محدودیت آب، خاک و ...) امکانپذیر است. نتایج این هماهنگی می‌تواند در یک جدول مشابه جدول شماره ۱ خلاصه گردد:

جدول شماره ۱

شرح گزینه	سطح زیرکشت (هکتار)	رقوم نرمال آب متر از سطح دریا	رقوم تاج سد متر از سطح دریا	حجم آب ^۲ تأمین شده م.م.م ^۳
۱	۹۰۰۰	۱۶۱۸	۱۶۲۶	۸۱
۲	۱۵۰۰۰	۱۶۲۳	۱۶۳۱	۱۳۵/۱
۳	۲۱۰۰۰	۱۶۳۵	۱۶۴۳	۱۸۸/۹۵
۴	۲۶۰۰۰	۱۶۴۷	۱۶۵۵	۲۳۳/۲
۵	۲۸۰۰۰	۱۶۵۳	۱۶۶۱	۲۵۲/۲

1- Boundary Condition

۲- شامل آب تنظیمی سد و حوزه میانی

۳- میلیون متر مکعب

گام دوم: بررسی، تنظیم و تکمیل اطلاعات پایه

همان طوری که در بند ۳-۲ اشاره شد، تحلیلگر اقتصادی موظف است قبل از ورود به محاسبات، اطلاعات پایه دریافتی را براساس ملاکها و تعاریف و روش کار خود مورد سنجش قرار دهد، موارد ابهام را با هماهنگی با سایر بخشهای تخصصی حل کند و محاسبات تکمیلی را انجام دهد. اهم این موارد به شرح زیر است:

- یکسان سازی سال برآورد اقلام مختلف هزینه - فایده
 - یکسان سازی مبانی برآورد اقلام مختلف هزینه - فایده (از نظر نرخ برابری ارز، از نظر قیمت های مالی و اقتصادی و ...)
 - مقایسه درآمد در هکتار وضع موجود، شرایط طرح و بدون طرح
 - مقایسه درآمد در هکتار با مناطق مشابه
 - برآورد هزینه یک مترمکعب خاکریز و مقایسه با سایر طرحها
 - برآورد هزینه یک هکتار شبکه و مقایسه با سایر طرحها
 - تعیین دوره تطبیق درآمدها و توزیع زمانی هزینه ها
 - برآورد هزینه های نگهداری - بهره برداری و جایگزینی و ارزش اسقاط تأسیسات مختلف
 - ملحوظ کردن ارقام از قلم افتاده هزینه و فایده (هزینه های خدمات مهندسی، فایده های دامپروری و ...)
- و ...

پس از نهایی شدن اطلاعات می توان جداول هزینه ها و فایده ها را تشکیل داد. جداول شماره ۲، ۳ و ۴ هزینه ها و فایده های گزینه های مختلف طرح تالوار را نشان می دهد.

جدول شماره ۲- هزینه های سرمایه گذاری اولیه و دوره احداث تأسیسات در گزینه های مورد بررسی تأمین آب کشاورزی

ارقام: میلیون ریال

سال: ۱۳۷۱

شرح	سد مخزنی	شبکه	بند انحرافی	پمپاژ	خسارت مخزن	جمع کل
۱	(۴) ۲۸۵۰۰	(۲) ۲۳۹۲۵	(۲) ۲۷۰۰	(۲) ۳۲۰۰	۳۴۰۰	۶۱۷۲۵
۲	(۴) ۲۹۵۰۰	(۳) ۳۹۸۷۵	(۳) ۵۲۰۰	(۲) ۹۰۱۶	۴۳۰۰	۸۷۸۹۱
۳	(۵) ۳۳۳۰۰	(۵) ۵۵۸۲۵	(۳) ۷۵۰۰	(۲) ۱۸۶۲۴	۶۸۰۰	۱۲۲۰۴۹
۴	(۶) ۳۹۲۰۰	(۶) ۶۹۱۲۰	(۳) ۷۵۰۰	(۲) ۳۰۸۰۴	۹۹۰۰	۱۵۶۵۲۴
۵	(۶) ۴۲۸۰۰	(۶) ۷۴۴۳۴	(۳) ۷۵۰۰	(۲) ۳۸۶۴۴	۱۱۸۰۰	۱۷۵۱۷۸

ارقام داخل پرانتز دوره احداث تأسیسات را نشان می دهند.

جدول شماره ۳- هزینه‌های نگهداری - بهره‌برداری تأسیسات مختلف در گزینه‌های مورد بررسی

ارقام : میلیون ریال

سال : ۱۳۷۱

گزینه	شرح	سد مخزنی	شبکه آبیاری	بند انحرافی	ایستگاه پمپاژ	جمع کل
۱		۲۸۵	۴۷۸	۲۷	۷۹	۸۶۹
۲		۲۹۵	۷۹۷	۵۲	۲۶۴	۱۴۰۸
۳		۳۳۳	۱۱۱۶	۷۵	۴۳۵	۱۹۵۹
۴		۳۹۲	۱۳۸۲	۷۵	۷۷۳	۲۶۲۲
۵		۴۲۸	۱۴۸۹	۷۵	۹۱۰	۲۹۰۲

توضیحات :

عمر مفید سد مخزنی : ۱۰۰ سال

عمر مفید شبکه آبیاری : ۳۰ سال

عمر مفید بند انحرافی : ۵۰ سال

عمر مفید ایستگاه پمپاژ : ۲۵ سال

جدول شماره ۴- فایده‌های گزینه‌های مختلف تأمین آب کشاورزی

ارقام : میلیون ریال

سال : ۱۳۷۱

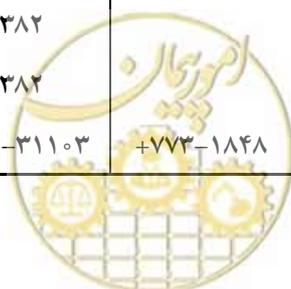
گزینه	شرح	فایده آینده با طرح	فایده آینده بدون طرح	فایده طرح
۱		۸۵۴۴	۴۷۶	۸۰۶۸
۲		۱۴۲۴۰	۷۹۴	۱۳۴۴۶
۳		۱۹۹۳۵	۹۶۴	۱۸۹۷۱
۴		۲۴۶۸۲	۱۱۰۵	۲۳۵۷۷
۵		۲۶۵۸۰	۱۱۶۱	۲۵۴۱۹

پس از تعیین هزینه‌ها و فایده‌ها با توجه به آنچه که در بند ۳-۳-۲ آمد، می‌توان جداول گردش نقدی گزینه‌ها را تشکیل داد. در زیر نمونه‌ای از جدول گردش نقدی برای گزینه شماره ۴ ارائه می‌شود :



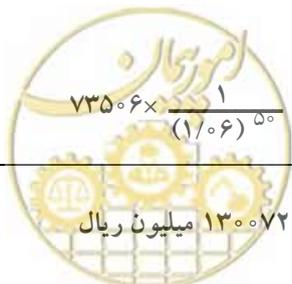
جدول شماره ۵- جریان گردش نقدی طرح در گزینه شماره (۴)

فایده خالص (B-C)	جریان فایده‌ها	جریان هزینه‌ها					سال
		جمع کل	شبکه آبیاری	ایستگاه پمپاژ	بند انحرافی	سد	
-۱۸۰۵۲		۱۸۰۵۲	۱۱۵۱۹		-	۶۵۳۳	-۵
-۱۸۰۵۲		۱۸۰۵۲	۱۱۵۱۹		-	۶۵۳۳	-۴
-۱۸۰۵۲		۱۸۰۵۲	۱۱۵۱۹		-	۶۵۳۳	-۳
-۲۰۵۵۳		۲۰۵۵۳	۱۱۵۲۰		۲۵۰۰	۶۵۳۳	-۲
-۳۵۹۵۶		۳۵۹۵۶	۱۱۵۲۰	۱۵۴۰۲	۲۵۰۰	۶۵۳۴	-۱
-۳۵۹۵۶		۳۵۹۵۶	۱۱۵۲۰	۱۵۴۰۲	۲۵۰۰	۶۵۳۴	۰
۱۱۵۲۴	۱۴۱۴۶	۲۶۲۲	۱۳۸۲	۷۷۳	۷۵	۳۹۲	۱
۱۳۸۸۲	۱۶۵۰۴						۲
۱۶۲۴۰	۱۸۸۶۲						۳
۱۸۵۹۷	۲۱۲۱۹						۴
۲۰۹۵۵	۲۳۵۷۷						۵
۲۰۹۵۵		۲۶۲۲		۷۷۳			۲۵
۵۵۵۳		۱۸۰۲۴		۱۵۴۰۲+۷۷۳			۲۶
۵۵۵۳		۱۸۰۲۴		۱۵۴۰۲+۷۷۳			۲۷
۲۰۹۵۵		۲۶۲۲		۷۷۳			۲۸
۲۰۹۵۵		۲۶۲۲	۱۳۸۲				۳۰
۹۴۳۶		۱۴۱۴۱	۱۱۵۱۹+۱۳۸۲				۳۱
۹۴۳۶		۱۴۱۴۱	۱۱۵۱۹+۱۳۸۲				۳۲
۹۴۳۶		۱۴۱۴۱	۱۱۵۱۹+۱۳۸۲				۳۳
۹۴۳۶		۱۴۱۴۱	۱۱۵۲۰+۱۳۸۲				۳۴
۹۴۳۶		۱۴۱۴۱	۱۱۵۲۰+۱۳۸۲				۳۵
۹۴۳۶		۱۴۱۴۱	۱۱۵۲۰+۱۳۸۲				۳۶
۲۰۹۵۵		۲۶۲۲	۱۳۸۲				۳۷
۲۰۹۵۵		۲۶۲۲	۱۳۸۲			۳۹۲	۴۹
۷۳۵۰۶	۲۳۵۵۷	-۴۹۹۲۹	+۱۳۸۲-۳۱۱۰۳	+۷۷۳-۱۸۴۸	۷۵	+۳۹۲-۱۹۶۰۰	۵۰



با آماده شدن جدول گردش نقدی می توان محاسبات تنزیلی را شروع کرد. در زیر به عنوان نمونه ارزش حال فایده خالص ستون (B-C) را با نرخ بهره - تنزیل ۶ درصد محاسبه می کنیم. با همین روش می توان ارزش حال را به تفکیک برای کل هزینه ها (یا اقلام جداگانه هزینه) و همچنین فایده ها محاسبه کرد:

سال	ارزش حال فایده خالص	فرمول مورد استفاده	توضیحات
-۵	$-18052 \times (1/0.6)^5$	$(1+i)^n$	
-۴	$-18052 \times (1/0.6)^4$		سالهای ۵-الی
-۳	$-18052 \times (1/0.6)^3$		سالهای احداث
-۲	$-20553 \times (1/0.6)^2$		
-۱	$-35956 \times (1/0.6)^1$		
۰	$-35956 \times (1/0.6)^0$	$(1+i)^n$	سال صفر = سال مبنا
۱	$11524 \times \frac{1}{(1/0.6)^1}$	$\frac{1}{(1+i)^n}$	
۲	$13882 \times \frac{1}{(1/0.6)^2}$		سال ۱ الی ۵ سالهای بهره برداری
۳	$16224 \times \frac{1}{(1/0.6)^3}$		
۴	$18597 \times \frac{1}{(1/0.6)^4}$		
۵-۲۵	$20955 \times \left\{ \left[\frac{(1/0.6)^{25} - 1}{0.06(1/0.6)^{25}} \right] - \left[\frac{(1/0.6)^4 - 1}{0.06(1/0.6)^4} \right] \right\}$	$P = A \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}$	محاسبه ارزش حال دوره یکنواخت از سال ۵ تا سال ۲۵
۲۶	$5553 \times \frac{1}{(1/0.6)^{26}}$	$\frac{1}{(1+i)^n}$	
۲۷	$5553 \times \frac{1}{(1/0.6)^{27}}$		
۲۸-۳۰	$20955 \times \left\{ \left[\frac{(1/0.6)^{30} - 1}{0.06(1/0.6)^{30}} \right] - \left[\frac{(1/0.6)^{27} - 1}{0.06(1/0.6)^{27}} \right] \right\}$	$P = \frac{A(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}$	محاسبه ارزش حال دوره یکنواخت از سال ۲۸ تا ۳۰
۳۱-۳۶	$9436 \times \left\{ \left[\frac{(1/0.6)^{36} - 1}{0.06(1/0.6)^{36}} \right] - \left[\frac{(1/0.6)^{30} - 1}{0.06(1/0.6)^{30}} \right] \right\}$		محاسبه ارزش حال دوره یکنواخت از سال ۳۱ تا ۳۶
۳۷-۴۹	$20955 \times \left\{ \left[\frac{(1/0.6)^{49} - 1}{0.06(1/0.6)^{49}} \right] - \left[\frac{(1/0.6)^{36} - 1}{0.06(1/0.6)^{36}} \right] \right\}$	$P = \frac{A(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}$	محاسبه ارزش حال دوره یکنواخت از سال ۳۷ تا ۴۹
۵۰	$73506 \times \frac{1}{(1/0.6)^{50}}$	$\frac{1}{(1+i)^n}$	



رقم ۱۳۰۰۷۲ میلیون ریال ارزش حال خالص طرح را در دوره ۵۰ ساله نشان می‌دهد که با استفاده از فرمول بازگشت سرمایه (C.R.F) معادل سالانه آن برابر است با ۸۲۴۶ میلیون ریال، برای محاسبه نسبت فایده به هزینه باید جداگانه ارزش حال فایده‌ها و هزینه‌ها را محاسبه کرد. برای محاسبه نرخ بازده سرمایه می‌توان با در روش آزمون و خطا و ترسیمی نرخ را محاسبه کرد. در روش آزمون و خطا باید نرخهای مختلف بهره - تنزیل را به کار گرفت تا B-C برابر صفر گردد. در روش ترسیم می‌توان B-C را با نرخهای مختلف محاسبه سپس با ترسیم یک نمودار محل تقاطع خط صفر B-C را با نمودار تعیین کرد آن نقطه، نرخ بازده داخلی طرح مورد نظر است.

جدول شماره ۶ نتایج محاسبات را در حالت کلی با نرخ بهره - تنزیل ۶ درصد نشان می‌دهد:

جدول شماره ۶- شاخصهای اقتصادی گزینه‌های مورد بررسی سال برآورد: ۱۳۷۱

گزینه	ارزش حال فایده‌ها ۱۰ ^۶ ریال	ارزش حال هزینه‌ها ۱۰ ^۶ ریال	نسبت فایده به هزینه (B/C)	ارزش حال خالص (B-C)	نرخ بازده داخلی (درصد) (IRR)
۱	۱۱۹۹۷۴	۷۴۳۷۲	۱/۶	۴۵۶۰۲	۱۰/۴
۲	۱۹۹۹۴۷	۱۱۳۰۹۴	۱/۸	۸۶۸۵۳	۱۱/۲
۳	۲۸۲۱۰۷	۱۶۳۹۵۶	۱/۷	۱۱۸۱۵۱	۱۱/۲
۴	۳۵۰۵۹۹	۲۲۰۵۲۷	۱/۶	۱۳۰۰۷۲	۱۰/۲
۵	۳۷۷۹۹۱	۲۴۶۰۳۴	۱/۵	۱۳۱۹۵۷	۹/۶

چنانچه بخواهیم براساس شاخصهای مختلف تنزیلی (B/C , B-C و ...) گزینه را انتخاب کنیم خواهیم داشت:

- براساس شاخص B/C: گزینه ۱ و ۴ دارای راندمان اقتصادی برابر هستند و گزینه ۳ و ۵ اختلاف قابل ملاحظه‌ای ندارند^۱. گزینه (۲) دارای بالاترین راندمان اقتصادی است.
- براساس شاخص IRR: گزینه ۲ و ۳ دارای بالاترین نرخ بازده داخلی هستند. گزینه ۱، ۳ و ۵ نیز اختلاف معنی داری از نظر نرخ بازده داخلی^۱ ندارند و می‌توان از بین آنها یکی را انتخاب کرد.
- براساس شاخص B-C: براساس این شاخص گزینه ۵ از اولویت نسبی بیشتری نسبت به سایر گزینه‌ها برخوردار است؛ زیرا بیشترین مقدار B-C را داراست، کمترین مقدار B-C متعلق به گزینه ۱ است.



۱- با در نظر گرفتن امکان اشتباه در برآورد مقادیر تولید، قیمت‌ها و نرخهای قابل قبول به وسیله کشاورزان اختلاف در حد ۱/۰ در نسبت فایده به هزینه و در حد ۱٪ در نرخ بازده داخلی بی‌اهمیت خواهد بود [۱۶].

همان طوری که ملاحظه می شود انتخاب گزینه براساس شاخصهای مختلف به نتایج واحدی نمی رسد. از آنجا که این گزینه ها مانع الجمع^۱ هستند، براساس موارد اشاره شده در بند ۴-۱ الی ۴-۴ فقط براساس شاخص B-C می توان گزینه بهینه را انتخاب کرد و براساس سایر شاخصها انتخاب براساس شاخصهای کلی صحیح نیست و لازم است که محاسبات مربوط به تجزیه و تحلیل افزایشی نیز انجام شود. جدول شماره ۷ نتایج محاسبات را در این بررسی نشان می دهد. با توجه به دقت این مرحله از مطالعات افزایش هزینه ها یا کاهش فایده ها (حذف درآمدهای دامی) نیز مورد بررسی قرار گرفته است.

جدول شماره ۷- شاخصهای اقتصادی گزینه های مورد بررسی در تجزیه و تحلیل افزایشی

٪۲۰ کاهش فایده ها		٪۲۰ افزایش هزینه ها ^۲		٪۸		٪۶		گامهای توسعه
B-C	B/C	B-C	B/C	B-C	B/C	B-C	B/C	
۲۵۲۵۶	۱/۶	۳۳۵۰۷	۱/۷	۲۴۸۹۸	۱/۷	۴۱۲۵۱	۲/۱	۱۶۱۸-۱۶۲۳
۱۴۸۶۶	۱/۳	۲۱۱۲۶	۱/۳	۱۲۹۲۸	۱/۳	۳۱۲۹۸	۱/۶	۱۶۲۳-۱۶۳۵
۱۷۷۷	۱/۰	۶۰۷	۱/۰	-۳۰۰۱	۰/۹	۱۱۹۲۱	۱/۲	۱۶۳۵-۱۶۴۷
-۵۳۷۱	۰/۹	-۳۲۱۶	۰/۹	-۶۳۳۴	۰/۹	۱۸۸۵	۱/۱	۱۶۴۷-۱۶۵۳

همان طوری که ملاحظه می شود در اولین گام (افزایش ارتفاع سد به میزان ۵ متر)، افزایش ارزش خالص طرح حدود ۴۱ میلیارد ریال و نسبت فایده به هزینه حدود ۲ است. این افزایش ارتفاع به وضوح توجیه اقتصادی دارد. در گام دوم به ازای ۱۲ متر افزایش بعدی (۱۶۲۳-۱۶۳۵) افزایش ارزش خالص همچنین مثبت است و نسبت فایده به هزینه در این مرحله ۱/۶ محاسبه شده است. در گامهای بعدی نیز ارزش خالص مثبت و نسبت فایده به هزینه بالاتر از یک است. در نتیجه گزینه پنجم یعنی: رقوم نرمال ۱۶۵۳ متر از سطح دریا گزینه بهینه با نرخ بهره - تنزیل ۶ درصد است.

با افزایش نرخ بهره - تنزیل به میزان ۲ درصد افزایش ارتفاع سد تا گام دوم (رقوم ۱۶۳۵ متر از سطح دریا) با راندمان اقتصادی قابل قبول توجیه و گام سوم در آستانه توجیه پذیری اقتصادی قرار دارد.

همان طوری که جدول شماره ۷ نشان می دهد. در صورت افزایش هزینه ها افزایش ارتفاع تا گام سوم (رقوم ۱۶۴۷ متر از سطح دریا) توجیه دارد و گام چهارم در آستانه توجیه پذیری قرار دارد. شاخصهای اقتصادی نسبت به کاهش

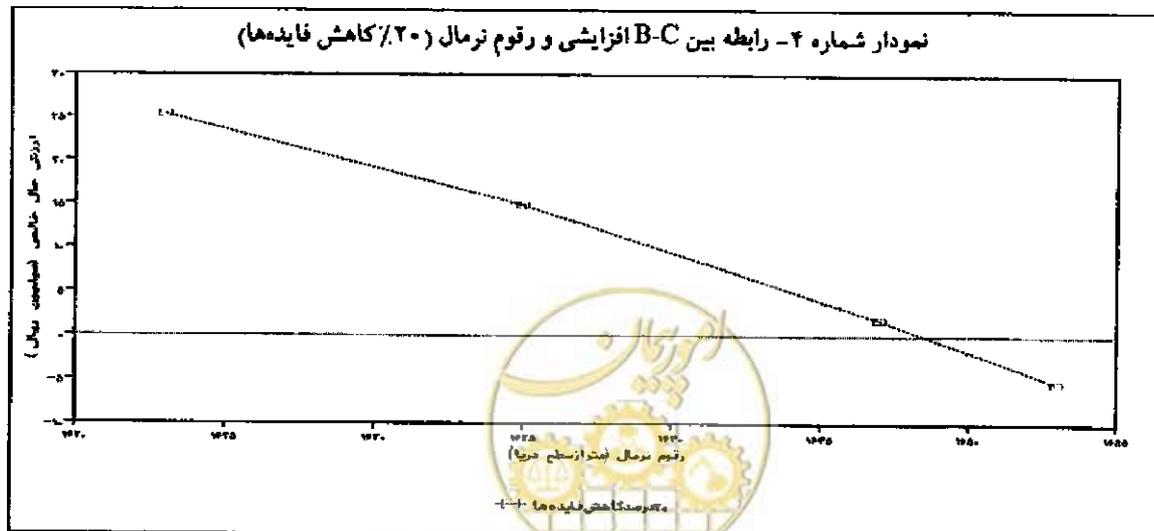
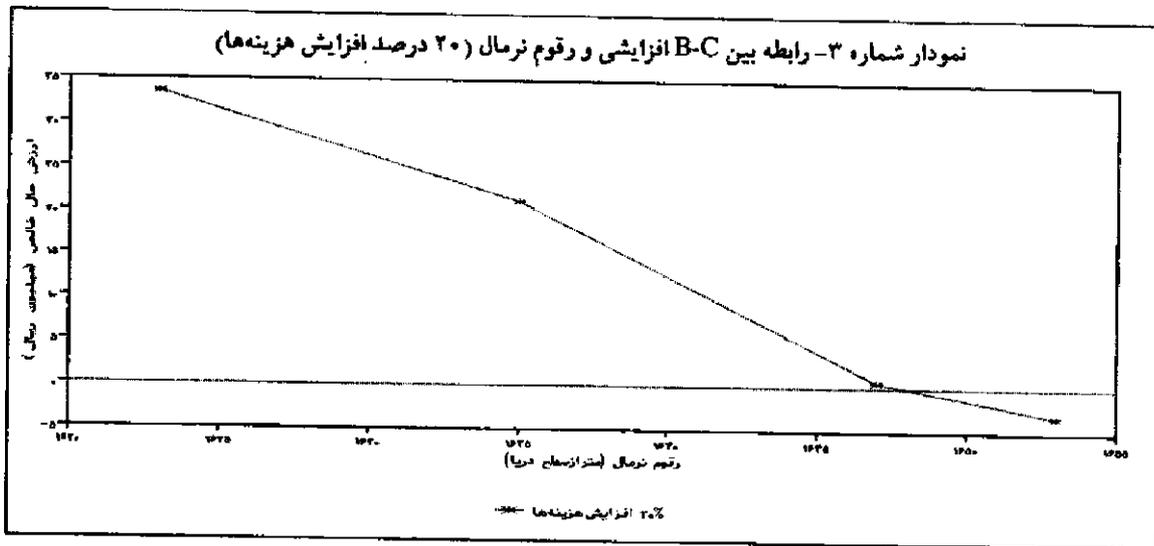
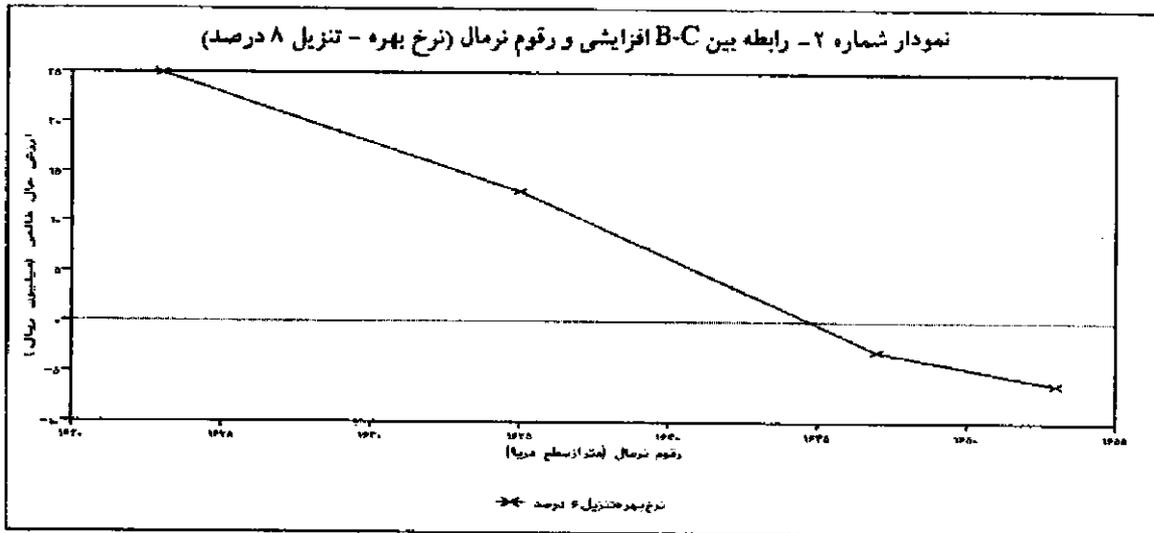
۱- گزینه های مانع الجمع گزینه هایی هستند که اجرای یکی اجرای بقیه گزینه ها را منتفی می سازد.

۲- با نرخ بهره - تنزیل ۶ درصد

فایده‌ها حساستر است. در این حالت افزایش ارتفاع تا گام دوم (رقوم ۱۶۳۵ متر از سطح دریا) توجیه دارد و گام سوم در آستانه توجیه‌پذیری اقتصادی قرار می‌گیرد.

برای تعیین دقیق رقوم بهینه می‌توان رابطه بین رقوم و B/C یا $(B-C)$ افزایشی را در حالات مختلف رسم کرد. نقطه تلاقی خط $B/C=1$ یا $(B-C=0)$ و منحنی B/C یا $(B-C)$ افزایشی رقوم بهینه را نشان می‌دهد (نمودارهای شماره ۲ الی ۴).





- [1]- E.Degarmo, W.G.Sullivan, J.R.Canada, 1984, "Engineering economy", Seventh edition, Macmillan publishing company, New york.
- [2]- Fish, J.C.L., 1923: "Engineering Economics", Mc Graw - Hill Book Co. New york.
- [3]- Grant - Ireson, "Principles of engineering economy" Thuesen, Fabry eky, "Engineering economy".
- [4]- Grant, Eugen L.,W. Grant Ireson and Richard S.Leavenworth 1982 : "Principles of Engineering Economy", 7 th edition, John Wiley & Son, Inc., New york.
- [5]- G.J.Thuesen, W.J.Fabrychy, 1988, "Engineering economy", seventh edition Prentice - Hall international Editions.
- [6]- Grant, E.L., and Ireson W.G., 1960: "Priciples of Engineering Economy", Fourth edition, The Ronald Press Co., Newyork.
- [7]- James, L.Doglas and Robert R.Lee, 1971: "Economics of water Resources Planning", Mc Graw - Hill, Inc, USA.
- [8]- Jde V.Graff, 1967: "Theoretical welfale economics, Cambridge university press.
- [9]- L.James and R.R.Lee, 1971, "Economics of Water Resources Planning", Tata, Mc Graw - Hill, publishing Co. LTD, Bombay - New Delhi.
- [10]- Raymond Barre, 1956 : "Economic politique", Presses universitaires de france.
- [11]- Wellington, Arthur M.,1887: "The Economic Theory of the Location of Railways", 1st ed., John Willey & son, Inc., New york.
- [۱۲]- اسکونژاد، محمد مهدی، ۱۳۶۸. " اقتصاد مهندسی یا ارزیابی اقتصادی پروژه‌های صنعتی"، چاپ اول.
- [۱۳]- بیژن فرخ، «بحثی پیرامون نظریه شومپتر درباره توسعه اقتصادی» - مجله بورس - تهران - شماره بهمن ماه ۱۳۴۲.
- [۱۴]- بیژن فرخ، «شرحی بر توسعه اقتصادی» - مجله بازار خاورمیانه در شماره‌های ۱ تا ۱۰.
- [۱۵]- پرایزگی تینگر، ۱۳۶۶ «تحلیل اقتصادی طرح‌های کشاورزی»، ترجمه مجید کویاهی، انتشارات دانشگاه تهران.
- [۱۶]- پرایزگی، تینگر ۱۳۶۹. «تحلیل اقتصادی طرح‌های کشاورزی»، ترجمه مجید کویاهی، انتشارات دانشگاه تهران.



In the Name of God
Islamic Republic of Iran
Ministry of Energy
Iran Water Resources Management CO.
Deputy of Research
Office of Standard and Technical Criteria

Guideline of Engineer Economy Application in Water Resources Projects



omoorepeyman.ir

Publication No. 176

مرکز مدارک اقتصادی - اجتماعی و انتشارات

ISBN 964-425-078-8



9 789644 250781



 omoorepeyman.ir