

پروفسور لیلند بلنک
پروفسور آنتونی تارکوئین

مبانی اقتصاد مهندسی

(ارزیابی اقتصادی پروژه های صنعتی)

جلد اول:

اصول و تکنیک های تحلیلی در اقتصاد مهندسی

(همراه با آموزش مدل سازی مالی در Excel)



ترجمه:

سید علی زیتون نژاد موسویان

تلفن: ۶ و ۶۶۹۶۷۳۵۵

فهرست مطالب

۳.۲	فرمول های جریان نقدی شیب دار ۶۹	تقدیم به ... ۵
۴.۲	محاسبات مربوط به جریان های نقدی ای که انتقال می یابند ۷۴	تحمیدیه ۱۰
۵.۲	کاربرد نرم افزار اکسل در محاسبات معادل بودن ۸۱	یادداشت مترجم ۱۱
		مقدمه مؤلفان ۱۵

فصل ۱

مفاهیم اساسی اقتصاد مهندسی ۱۹

۱.۱	اقتصاد مهندسی چیست؟ ۲۱
۲.۱	نحوه اجرای یک مطالعه اقتصاد مهندسی ۲۱
۳.۱	نرخ بهره، نرخ بازگشت و MARR ۲۴
۴.۱	معادل بودن ۲۸
۵.۱	بهره ساده و مرکب ۳۰
۶.۱	اصطلاحات و نمادها ۳۷
۷.۱	جریان های نقدی: برآورد و ترسیم نمودار ۴۰
۸.۱	قانون ۷۲ ۴۵
۹.۱	مقدمه ای بر کاربرد توابع صفحه گسترده ۴۷

فصل ۳

نرخ بهره اسمی و نرخ بهره مؤثر ۱۰۳

۱.۳	حالت های بیان نرخ بهره اسمی و مؤثر ۱۰۵
۲.۳	فرمول نرخ بهره مؤثر ۱۰۷
۳.۳	تعیین رابطه بین دوره های ترکیب و دوره های پرداخت ۱۱۱
۴.۳	محاسبات معادل بودن برای وضعیت فاکتورهای تک مبلغ ۱۱۲
۵.۳	محاسبات معادل بودن برای سری هایی با $PP \geq CP$ ۱۱۳
۶.۳	محاسبات معادل بودن برای سری هایی با $PP < CP$ ۱۱۷
۷.۳	کاربرد نرم افزار اکسل در محاسبات نرخ بهره مؤثر ۱۱۹

خلاصه فصل ۱۲۲

مسائل ۱۲۳
مسائلی برای مرور تستی فصل و تمرین امتحان اصول مقدماتی مهندسی ۱۲۹

فصل ۲

فاکتورها: زمان و بهره چگونه پول را

تحت تأثیر خود قرار می دهند؟ ۵۵

۱.۲	فرمول های تک پرداخت (P/F و F/P) ۵۷
۲.۲	فرمول های سری یکنواخت ۶۴
	(F/A, A/F, A/P, P/A)

فصل ۴

تحلیل ارزش حال ۱۳۱

- ۱.۴ تشخیص نوع گزینه ها ۱۳۳
- ۲.۴ تحلیل ارزش حال برای گزینه هایی با طول عمر برابر ۱۳۶
- ۳.۴ تحلیل ارزش حال برای گزینه هایی با طول عمر نابرابر ۱۳۹
- ۴.۴ تحلیل هزینه سرمایه شده ۱۴۴
- ۵.۴ ارزیابی پروژه های مستقل ۱۵۰
- ۶.۴ کاربرد نرم افزار اکسل در تحلیل PW ۱۵۳
- خلاصه فصل ۱۵۶
- مسائل ۱۵۸
- مسائلی برای مرور تستی فصل و تمرین امتحان اصول مقدماتی مهندسی ۱۶۹

فصل ۵

تحلیل ارزش سالیانه ۱۷۳

- ۱.۵ محاسبات مقدار عددی AW ۱۷۵
- ۲.۵ ارزیابی گزینه ها بر اساس معیار ارزش سالیانه ۱۷۹
- ۳.۵ AW برای یک سرمایه گذاری مستمر ۱۸۳
- ۴.۵ کاربرد نرم افزار اکسل در تحلیل AW ۱۸۶
- خلاصه فصل ۱۸۹
- مسائل ۱۹۰
- مسائلی برای مرور تستی فصل و تمرین امتحان اصول مقدماتی مهندسی ۱۹۵

فصل ۶

تحلیل نرخ بازگشت ۱۹۹

- ۱.۶ تفسیر مقدار عددی ROR ۲۰۱
- ۲.۶ نحوه محاسبه ROR ۲۰۳
- ۳.۶ ملاحظات کلی که باید هنگام استفاده از روش ROR مدنظر قرار گیرند ۲۰۸
- ۴.۶ درک روش تحلیل ROR اضافی ۲۰۹
- ۵.۶ نحوه ارزیابی ROR در تحلیل دو یا چند گزینه ناسازگار ۲۱۵
- ۶.۶ وجود مقادیر عددی متعدد برای ROR ۲۲۱
- ۷.۶ رفع مشکل مقادیر متعدد ROR با استفاده از نرخ سرمایه گذاری مجدد ۲۲۷
- ۸.۶ کاربرد نرم افزار اکسل در تحلیل ROR ۲۳۴
- خلاصه فصل ۲۳۹
- مسائل ۲۴۰
- مسائلی برای مرور تستی فصل و تمرین امتحان اصول مقدماتی مهندسی ۲۵۱

فصل ۷

تحلیل نسبت فایده به هزینه و پروژه های بخش عمومی ۲۵۳

- ۱.۷ مقایسه پروژه های بخش عمومی با پروژه های بخش خصوصی ۲۵۵
- ۲.۷ تحلیل نسبت فایده به هزینه در مورد یک پروژه منفرد ۲۶۲
- ۳.۷ ارزیابی B/C اضافی در بررسی دو یا چند گزینه ۲۶۵
- ۴.۷ کاربرد نرم افزار اکسل در تحلیل B/C ۲۷۴
- خلاصه فصل ۲۷۷
- مسائل ۲۷۸
- مسائلی برای مرور تستی فصل و تمرین امتحان اصول مقدماتی مهندسی ۲۸۴

- A جمع بندی فرم کلی توابعی که معمولاً در صفحه گسترده اکسل، به کار گرفته می شوند
۳۳۸
- B جدول جمع بندی روابط جریان های نقدی ناپیوسته برای حالت مرکب شدن در پایان دوره ۳۳۹
- C فهرست اصطلاحات و نمادها ۳۴۰
- D پاسخ نامه سؤالات تستی ۳۴۳

منابع و مآخذ ۳۴۴
جداول فاکتورهای بهره ۳۴۶

- تحلیل نقطه سر به سری، تحلیل حساسیت و تحلیل دوره بازگشت ۲۸۷
- ۱.۸ تحلیل نقطه سر به سری در یک پروژه منفرد ۲۹۰
- ۲.۸ تحلیل سر به سری بین دو گزینه ۲۹۷
- ۳.۸ تحلیل حساسیت برای تغییر در برآوردها ۳۰۲
- ۴.۸ تحلیل حساسیت چندین گزینه نسبت به چندین پارامتر در حالت های برآوردی مختلف ۳۰۹
- ۵.۸ تحلیل دوره بازگشت ۳۱۲
- ۶.۸ نحوه کاربرد نرم افزار اکسل در تحلیل نقطه سر به سری و تحلیل حساسیت ۳۱۶

خلاصه فصل ۳۲۲

مسائل ۳۲۳

مسائلی برای مرور تستی فصل و تمرین امتحان اصول مقدماتی مهندسی ۳۳۵

یادداشت مترجم

امروز، انسان در بزرگترین دوران صنعتی خود به سر می‌برد. انقلابی در جریان است که در آن افسانه‌های علمی به واقعیت می‌پیوندند. درست همان‌طور که اکنون تاریخ دانان از انقلاب صنعتی دوم در پایان قرن نوزدهم سخن می‌گویند، صد سال بعد نیز بی‌تردید، از سومین انقلاب صنعتی در پایان قرن بیستم سخن خواهند گفت. سومین انقلاب صنعتی، هم‌اینک در جریان است. میکروالکترونیک، کامپیوتر، ارتباطات دوربرد، مواد مصنوعی، ربات و بیوتکنولوژی همه شئون زندگی را دگرگون ساخته‌اند. در انقلاب صنعتی سوم، تکنولوژی‌ها با سرعتی مثال‌زدنی در حال تغییر و تحول‌اند. این تصویری است واضح، از دنیای صنعتی امروز که پروفیسور لیستر تارو متفکر و اقتصاددان برجسته جهان از دنیای پیش‌روی ما، ترسیم می‌نماید. با رشد و توسعه روز افزون تکنولوژی‌های صنعتی، ابداع روش‌های جدید تولید و پیدایش خیل عظیم نوآوری‌ها و اختراعات بشر، مهندسين و ارزیابان طرح روز به روز با گزینه‌های بیشتری مواجه می‌شوند. در چنین شرایطی اهمیت مقوله اقتصاد مهندسی دوچندان و صد البته شرایط تحلیلی در آن بسیار پیچیده‌تر خواهد بود. چرا که رسالت اصلی آن، انتخاب بهترین گزینه از میان تمام گزینه‌هاست، حال آن‌که ما در دنیای امروز با گزینه‌های متعدد و متنوعی مواجه‌ایم.

اقتصاد مهندسی در واقع ابزاری است برای انتخاب بهترین یا به عبارتی مقرون به صرفه‌ترین گزینه از میان گزینه‌های پیش‌روی مهندسين. به عبارت دیگر، اقتصاد مهندسی، ابزار اصلی تصمیم‌گیری مهندسين در پروژه‌هاست. مباحث علمی و فنی مطرح شده در دوره‌های تحصیلی رشته‌های مهندسی، گزینه‌های مختلفی را برای انجام امور محول شده به مهندسين، پیش‌روی آنها گذارده که همگی به لحاظ فنی و مهندسی، قابل اجرا هستند. اما، این اقتصاد مهندسی است که مشخص می‌کند از میان گزینه‌های مختلف قابل اجرا از لحاظ فنی، کدامیک به لحاظ اقتصادی توجیه پذیر بوده و کدامیک فاقد توجیه اقتصادی است. به بیان دیگر، اگر قابلیت فنی اجرای گزینه‌ها و پروژه‌های مهندسی شرط لازم انجام آنهاست، قابلیت مالی یا همان «توجیه اقتصادی» آنها نیز شرط کافی در اجرای آنهاست. اقتصاد مهندسی به‌طور مشخص، به مقوله دوم که همان «بررسی توجیه‌پذیری اقتصادی گزینه‌های پیش‌روی مهندسين» است، می‌پردازد.

تاکنون تلاش‌های معدود و البته شایان‌ذکری در زمینه تألیف و ترجمه کتاب‌های اقتصاد مهندسی در کشور، صورت گرفته است. همه این آثار که تماماً توسط انسان‌هایی فرهیخته خلق شده‌اند، حائز نکات و ویژگی‌های مثبتی بوده‌اند. همچنین، باید اذعان داشت که اگر آن آثار خلق نمی‌شد، به حق، امروز، جرأت علمی ترجمه چنین کتابی نیز وجود نداشت. با این حال، اگر نارسایی‌ها و کاستی‌هایی در زمینه جامع نبودن سرفصل مطالب، عدم انطباق کامل با مباحث روز جوامع علمی و عرصه‌های اجرایی، عمق محدود مطالب و مباحث

ارائه شده، فاصله زیاد بین مطالب نظری ارائه شده و مصادیق کاربردی آنها در عالم واقع و فقدان رویکردهای کاربردی وجود داشته است، طبیعی می نماید و در مجموع، این آثار، قابل تقدیر و البته ناکافی بوده اند. وجود چنین مواردی، مرا بر آن داشت تا با توجه به آسیب شناسی صورت گرفته، در پی رفع این خلأ علمی در کشور برآمده تا بدین طریق گامی هر چند کوچک در جهت هموار نمودن بخشی از مسیر توسعه اقتصادی کشور، برداشته شود.

کتاب حاضر ترجمه چاپ اول کتاب *مبانی اقتصاد مهندسی* است که توسط اساتید برجسته اقتصاد مهندسی، پروفیسور لیلند بلنک از دانشگاه *A&M* تگزاس و پروفیسور آنتونی تارکوئین از دانشگاه تگزاس نگاشته شده و توسط انتشارات مک گرو هیل امریکا در سال ۲۰۰۸ منتشر شده است. اشتها این اساتید گرانقدر به واسطه انتشار اولین کتاب معروف شان به نام اقتصاد مهندسی بوده است، که در مدت زمان سی سال، شش مرتبه تحت ویرایش و بیش از بیست بار مورد تجدید چاپ قرار گرفته و در بسیاری از دانشگاه های معتبر دنیا به عنوان یک منبع درسی پذیرفته شده است. شاید بتوان گفت تنها ایراد آن کتاب، مفصل بودن و حجم زیاد آن و احتمالاً عدم امکان پوشش تمام مباحث مطرح شده در یک نیم سال تحصیلی بوده است. این مشکل آنان را بر آن داشت تا با تقلیل حجم آن به کمتر از نصف و نهایتاً انتشار کتاب حاضر، امکان بیشتری را برای انطباق مطالب کتاب با برنامه درسی کشورهای مختلف فراهم نموده و طیف گسترده تری را به عنوان مخاطب در مقابل خود قرار دهند. این کتاب برای ارائه به کلیه دانشجویان رشته های مهندسی، اقتصاد و مدیریت در مقاطع کارشناسی و کارشناسی ارشد طراحی شده است. همچنین، این کتاب می تواند برای مدیران، تحلیلگران مالی و سایر دانشجویان علاقمند به مباحث مالی و اقتصادی نیز به عنوان یک منبع آموزشی و تحقیقاتی مناسب، قابل استفاده باشد.

کتاب حاضر، در مقایسه با سایر کتاب های با عنوان مشابه، از چند نقطه نظر برتری دارد. انتخاب کتاب فوق برای ترجمه به ویژگی های منحصر به فرد آن برمی گردد که در پشت جلد کتاب، به تعدادی از موارد اصلی آن اشاره گردیده است و در این جا از دوباره گویی آن ها اجتناب می گردد. جدا از موارد مطروحه در پشت جلد، ویژگی های ممتاز دیگری نیز در انتخاب کتاب برای ترجمه، مؤثر بوده اند که از آن جمله می توان به عمق مناسب مطالب ارائه شده، شیوه ساده و رسای بیان مطالب، تنوع و جامعیت مطالب و سرفصل های ارائه شده، انسجام و فصل بندی دقیق مطالب، ارتباط منطقی بخش های هر فصل با یکدیگر، انطباق مطالب نظری ارائه شده با مصادیق کاربردی آنها در عالم واقع، وجود مثال های حل شده متعدد و متنوع در طول هر فصل، معرفی نرم افزار کاربردی، ارائه خلاصه فصل، ارائه مسائل حل نشده متعدد، متنوع و کاربردی در انتهای فصل (به طوری که تعداد مثال های حل شده و مسائل حل نشده پایان فصل مجموعاً به حدود هزار مسئله اقتصاد مهندسی بالغ می شود)، تنظیم مسائل انتهای فصل مطابق با بخش های مختلف هر فصل، ارائه پیوست های بسیار مفید، و... اشاره نمود. جلد اول این کتاب مشتمل بر هشت فصل است که به تشریح مفاهیم اولیه، اصول مقدماتی، معیارها و روش های ارزیابی می پردازد. جلد دوم کتاب مشتمل بر پنج فصل و سه پیوست بسیار مفید و کاربردی است

که به توضیح موضوعات تکمیلی و انتخابی در اقتصاد مهندسی می پردازد. آماده سازی جلد دوم در میانه کار قرار داشته و تا ماه های آتی به علاقمندان عزیز، عرضه خواهد شد.

ترجمه ای که از نظر محترمان خواهد گذشت، حاصل لطف حضرت حق، تلاش یک ساله بنده و مرحمت جمعی از دوستان است که در آن نهایت سعی و کوشش به عمل آمده است تا حق مطلب در مورد چنین اثر ارزشمندی ادا شود. مترجم که خود در مقطع کارشناسی در زمینه مهندسی و در مقطع تحصیلات تکمیلی در زمینه علوم اقتصادی تحصیل نموده است، علاقه ویژه ای به مباحث اقتصاد مهندسی و ارزیابی طرح داشته و از طریق این ترجمه کوشیده است تا بخشی از دین خود به جامعه اقتصاد مهندسی کشور و اصحاب ارزیابی طرح را ادا نماید. امید است که این اثر با تمام کاستی هایش، مورد قبول درگاه احدیت و مورد تأیید جامعه علمی اقتصاد مهندسی کشور، قرار بگیرد.

اساساً ترجمه، ابزاری است برای انتقال مفاهیم و اندیشه ها از یک زبان به زبانی دیگر و مطلوب ترین شکل این انتقال آن است که هیچ بخشی از «معنا و صورت» از میان نرود. اما به اعتقاد غالب متخصصان فن ترجمه، تحقق کامل این امر، هیچ گاه امکان پذیر نیست. با این حال در طول ترجمه کتاب، به منظور رعایت امانت در دو زمینه «حفظ مفهوم متن» و «حفظ سبک نویسندگان» از هیچ کوششی دریغ نشده است. علیرغم این موضوع، در موارد خاص پیش آمده نیز هیچ گاه «معنا» فدای «سبک یا لفظ» نگردیده است. در انتخاب واژگان معادل برای کلمات بیگانه سعی شده است حتی المقدور از واژگان معادل مرسوم و رایج استفاده شده و از معادل سازی های غیرضروری اجتناب گردد. با این وجود، در معدود مواردی که اصلاً واژه معادلی وجود نداشته و یا واژه معادل موجود دارای مشکلات عدیده و عمیقی بوده است (که بیش از آن که به درک مفاهیم کمک نماید، موجب انحراف ذهن از معنا و مفهوم مورد نظر می شده است)، به ناچار به امر معادل سازی تن داده و با لحاظ تمام اصول حاکم بر این تکنیک، سعی شده است مناسب ترین واژه معادل، ایجاد گردد.

شکی نیست که کتاب حاضر دارای اشکالاتی نیز خواهد بود که از وسعت کار و تنوع مطالب ناشی شده و تماماً متوجه مترجم اثر است. لذا مسئولیت کاستی ها و لغزش های احتمالی را شخصاً بر عهده می گیرم، چرا که مؤلفان از این اشتباهات کاملاً مبرا هستند. این کار نتیجه بیش از چهار دهه فعالیت های علمی آن ها در زمینه اقتصاد مهندسی بوده و احتمالاً خالی از هرگونه ایراد و ضعفی است. با این همه، امیدوارم خوانندگان و به ویژه صاحب نظران، اندیشمندان، اساتید گرانقدر و دانشجویان عزیز از ارائه تذکرات لازم و نظرات اصلاحی خود از طریق آدرس اینترنتی salizey@yahoo.com دریغ نوزندند. از همه کسانی که پس از انتشار این کتاب بر اینجانب منت نهاده و کار بنده را برای نقد، قابل دانسته و پیشنهادات و انتقادات سازنده خود را جهت رفع نقایص و ارتقاء سطح کیفی چاپ های بعدی ارائه می دهند نیز پیشاپیش متشکر و سپاسگزارم و به گرمی پذیرای راهنمایی های ارزشمند و انتقادات سازنده آن ها خواهم بود. به قول میلتون فریدمن، متفکر و اقتصاددان فقید معاصر «آنان که مرا نقد می کنند، مرا مدیون خود می سازند».

در اینجا فرصت را غنیمت شمرده و سپاس خالصانه خود را به دو عزیز نازنین، دو معلم نخستین، پدرم و مادرم که همواره راهنمایی‌ها، تشویق‌ها و حمایت‌هایشان در تمام ابعاد زندگی شامل حال بنده بوده است، تقدیم داشته و سلامتی، طول عمر و توفیق روز افزون آنها در تمام عرصه‌های زندگی را از خداوند مَن خواستارم. همچنین مراتب سپاسگزاری خود را ابراز می‌دارم به محضر مبارک تمام اساتیدی که در طول دوران تحصیل، هر کدام به نوعی بنده را مورد لطف و عنایت خود قرار دادند و برای من از دوران تحصیل، جز افتخار شاگردی ایشان، چیزی به یادگار باقی نمانده است. در ادامه از آقای مهرداد خادمیان که با دقت و حوصله فراوان نسبت به صفحه‌آرایی شکیل و زیبایی کتاب اقدام نمودند، سپاسگزاری می‌نمایم. وی در این مسیر از هیچ کوششی دریغ ننمود و انصافاً، مهارت ایشان در فن ویرایش قابل ستایش است. شناخت کامل ایشان نسبت به مطالب مطرح شده و تحصیلات مرتبط وی موجب شد تا از نقطه نظر صفحه‌آرایی، بی‌شک یکی از برجسته‌ترین آثار دانشگاهی کشور، خلق شده باشد. در انتها از همسر ارجمندم خانم مهرناز خادمیان که با دقت و وسواسی قابل تقدیر، کتاب را ویرایش نموده و به شیواتر شدن متن آن کمک نمودند، قدردانی می‌نمایم. در طول ترجمه کتاب، به حق، کمک ایشان به بنده فراتر از یک ویراستار بوده و همواره از تذکرات و مشاوره‌های مفید خود مرا بهره‌مند نمودند که از این بابت نیز کمال تشکر را دارم. ضمناً در طول ترجمه این کتاب بخش زیادی از زمان متعلق به وی نیز از ایشان دریغ شد که امیدوارم از این بابت نیز مرا عفو نمایند. بی‌شک صبر، شکیبایی و درک عمیق ایشان از شرایط، ستودنی است.

در انتها اذعان می‌دارم که اگر این کتاب به عمیق‌تر و دقیق‌تر شدن نگاه دانشجویان، محققان، مدیران و اساتید اقتصاد مهندسی نسبت به مسائل و مباحث مرتبط با حوزه ارزیابی طرح، کمک نماید، اجر معنوی مترجم که انگیزه اصلی وی در برگرداندن کتاب به زبان فارسی بوده است را فراهم نموده است. *إن شاء الله.*

سید علی زیتون نژاد موسویان

آنهايي که از جای خود می‌جنبند، گاهی می‌بازند. آنهايي که نمی‌جنبند، همیشه می‌بازند.

«لستر تارو»

مقدمه مؤلفان

این کتاب، تمامی تکنیک‌های اصلی ارزیابی و کاربردهای اقتصاد مهندسی در تمام شاخه‌های حرفه مهندسی را معرفی می‌کند. طراحی، سازماندهی و انسجام مطالب این کتاب، به گونه‌ای است که امکان تطبیق با برنامه‌های آموزشی دوره کارشناسی، تحصیلات تکمیلی و دوره‌های تحقیق‌محور را دارا می‌باشد. شیوه بیان مطالب تا حدود زیادی موجب برانگیختن انگیزه خوانندگان و دانشجویان می‌گردد. به علاوه، این کتاب طوری طراحی شده است که هم جهت آموزش در کلاس و هم آموزش از راه دور نیز یک منبع درسی مفید خواهد بود.

سبک نگارش این کتاب، بر فشرده‌گی مطالب تأکید دارد. در طول کتاب، دامنه دقیقی از اصول کلی و تکنیک‌های اصلی، شرح داده می‌شود تا از این طریق، مدت زمان مورد نیاز، کاهش یافته و تمام نکات اصلی و ضروری نیز درک شوند. همچنین، در هر فصل، تنوع وسیعی از مثال‌ها، راه‌حل‌های کامپیوتری، مسائل انتهای فصل، مرور تستی و نمونه سؤالات امتحان اصول مقدماتی مهندسی، ارائه می‌گردد.

اهداف و کاربردهای کتاب

هدف این کتاب، توضیح دادن و اثبات نمودن اصول کلی و تکنیک‌های تحلیلی در اقتصاد مهندسی است، به شکلی که در زمینه‌های مختلف حرفه مهندسی کاربرد داشته باشد. در طول کتاب، جهت انجام محاسبات بر روی جریان نقدی برآوردی، از فاکتورهای بهره و توابع صفحه‌گسترده‌ای، استفاده می‌شود تا از این طریق، ارزش زمانی پول و تورم را بتوان توضیح داد. در ادامه، طی فصل‌های مختلف، تمام تکنیک‌های مورد استفاده در ارزیابی یک پروژه منفرد یا در انتخاب یک گزینه از میان چندین طرح پیشنهادی، به بحث گذاشته شده و هر یک به تفکیک و با مثال، توضیح داده خواهد شد. در سرتاسر این کتاب، از پروژه‌های مستقل و ناسازگار صحبت خواهد شد.

ضروری است که دانشجویان مخاطب این کتاب، به سال دوم دوره تحصیلی یا سطوح بالاتر، رسیده باشند تا مفهوم مهندسی تکنیک‌ها و مسائل مطرح شده را کاملاً درک نمایند. هر چند که داشتن زمینه قبلی در آنالیز ریاضی، ضرورتی ندارد، اما آشنایی ابتدایی با ترمینولوژی و اصلاحات مهندسی برای یک دانشجو در رشته مهندسی خودش، درک مطالب را ساده‌تر نموده و به سرعت یادگیری و به کارگیری مطالب، کمک می‌کند.

کتاب حاضر، این امکان را دارد که به شیوه‌های متنوعی در برنامه‌دستی دوره‌ی کارشناسی، گنجانده شود. طول دوره‌ها می‌تواند از چند هفته که در آن، مبانی اقتصاد مهندسی مطرح می‌شود تا دو یا سه واحد درسی که در آن، اکثر مطالب طرح خواهند شد، متفاوت باشد. برای دانشجویان سال آخری که پیش از این در تحلیل اقتصادی مهندسی، پیش‌زمینه کمی داشته و یا اصلاً پیش‌زمینه‌ای نداشته‌اند، این کتاب، یک مرجع عالی در معرفی مطالب سطح بالا است تا این دانشجویان بتوانند پروژه‌ی دانشجویی سال آخر خود را تدوین نموده و به سرانجام برسانند.

اقتصاد مهندسی، یکی از معدود موضوعات مهندسی است که به همان اندازه که برای کارمندان دولتی و شرکتی کاربرد دارد، برای اشخاص (در زندگی روزمره‌شان) نیز قابل به‌کارگیری است. اقتصاد مهندسی قادر است وضعیت مالی و سرمایه‌گذاری اشخاص را در شیوه‌ای مشابه با وضعیت مالی پروژه‌های دولتی و شرکتی، مورد تجزیه و تحلیل قرار دهد. دانشجویانی که از این کتاب استفاده می‌کنند در خواهند یافت که این کتاب، نه تنها یک مرجع درسی در طول دوره‌های تحصیلی‌شان و طراحی پروژه‌های سال آخر دانشجویی‌شان می‌باشد، بلکه بعد از دوران فارغ‌التحصیلی نیز به‌طور خاص به‌عنوان یک منبع مرجع در انجام پروژه‌های مهندسی، کاربرد خواهد داشت.

ویژگی‌های کتاب

هر فصل از این کتاب، دارای یک هدف کلی بوده که تحقق آن از طریق دستیابی به اهداف آموزشی هر بخش که ذیل آن بیان خواهد شد، دنبال می‌شود. هر بخش نیز شامل یک یا چند مثال بوده و مسائل مطرح شده در پایان فصل نیز مطابق با بخش‌بندی هر فصل، هماهنگ شده است. آخرین بخش هر فصل، با ارائه مثال به تشریح نحوه کاربرد صفحه گسترده برای تکنیک‌های عنوان شده در آن فصل می‌پردازد. تصاویر صفحه گسترده اکسل، دربردارنده کادرهای مستطیلی شکل نکات می‌باشند که توابع اکسل را با جزئیات کامل توضیح می‌دهند. با توجه به وجود مثال‌های حل شده از طریق محاسبه دستی و نیز کامپیوتری، دانشجویانی که از این کتاب استفاده می‌کنند، قادر خواهند بود که بر اساس نظر استاد مربوطه، مسائل را به صورت دستی و یا کامپیوتری حل نمایند.

هر فصل، شامل چندین سؤال چندگزینه‌ای است که با هدف مرور مجدد اصول و محاسبات مطالب مطرح شده در آن فصل، طرح شده‌اند. این سؤالات، مطابق با سؤالات ارائه شده در امتحان اصول مقدماتی مهندسی، طرح ریزی شده است. بنابراین، جهت آمادگی برای امتحان اصول مقدماتی مهندسی (یا هر آزمون حرفه‌ای مشابه با آن)، مرور این سؤالات، زمینه مناسبی برای آماده‌سازی فراهم می‌نماید. در پیوست D، پاسخ کلیه سؤالات تستی ارائه خواهد شد.

دامنه موضوعات و ارائه مطالب اختیاری با هدف تأمین انعطاف پذیری در شیوه تدریس

نظر به این که برنامه های آموزشی دوره های مهندسی، بر جنبه های مختلفی از اقتصاد مهندسی، متمرکز می شوند، لذا این کتاب، طوری طراحی شده است که بتوان در راستای متناسب سازی مطالب کتاب و ضرورت های برنامه آموزشی دوره مهندسی مربوطه، بعضی از بخش ها و یا فصل ها را مشمول برنامه آموزشی قرار داده و یا از آن حذف نمود. به عنوان مثال، موضوع برآورد هزینه که اغلب در رشته مهندسی شیمی از اهمیت بیشتری برخوردار است، در یک بخش مجزا مطرح شده است. همچنین، موضوع اقتصاد بخش عمومی که در رشته مهندسی عمران از اهمیت خاصی برخوردار است نیز به طور مجزا و در یک فصل خاص ارائه شده است. به علاوه، موضوعات تحلیل بعد از کسر مالیات، هزینه سرمایه و تصمیم گیری تحت شرایط ریسک که در برنامه آموزشی رشته های مهندسی صنایع و سیستم ها و رشته مدیریت مهندسی از اهمیت بیشتری برخوردارند را می توان در قالب یک دوره کوتاه مدت اقتصاد مهندسی ارائه نمود. مثال هایی که در طول این کتاب، ارائه خواهند شد به حوزه هایی از قبیل مباحث الکتریکی، نفت، مکانیک و دیگر شاخه های مهندسی می پردازند.

در انتهای جلد دوم این کتاب، چندین پیوست کاربردی وجود دارد. اولین پیوست جلد دوم، نحوه طراحی صفحه گسترده را به منظور استفاده کارآمد و تدوین توابع نرم افزار اکسل، تشریح نموده و با مثال و تصویر، توضیح می دهد. دومین پیوست جلد دوم، به معرفی صورت های مالی و نسبت های تجاری می پردازد که برای دانشجویان ناآشنا با صورت های حسابداری، مطالب مفیدی را ارائه خواهد نمود. پیوست دیگر جلد دوم، به بحث پیرامون ارزیابی چندبُعدی می پردازد که برای مدرسانی که خواهان مدنظر قرار دادن ابعاد غیراقتصادی طرح در فرآیند ارزیابی آن می باشند، قابل استفاده است. به علاوه، بحثی پیرامون ملاحظات ریسک، مطرح خواهد شد که عناصر اساسی ارزش انتظاری، انحراف معیار و توزیع های احتمال را معرفی خواهد نمود.

تقدیر و تشکر

در انتها، ما مؤلفان این کتاب، مراتب سپاسگزاری و قدردانی خود را از اشخاص ذیل که هر یک به نحوی در بازبینی و بررسی مطالب مطرح شده در این کتاب، ما را یاری دادند، اعلام می داریم:

Larry Bland, *John Brown University*

Fredrick Bloetscher, *Florida Atlantic University*

Jim Burati, *Clemson University*
 Ronald A. Chadderton, *Villanova University*
 Charles H. Gooding, *Clemson University*
 David W. Gore, *Middle Tennessee State University*
 Johnny R. Graham, *University of North Carolina at Charlotte*
 Dr. Michael Hamid, *University of South Alabama*
 Bruce Hartsough, *University of California–Davis*
 Richard V. Helgason, *Southern Methodist University*
 Krishna K. Krishnan, *Wichita State University*
 Donald D. Liou, *University of North Carolina at Charlotte*
 Daniel P. Loucks, *Cornell University*
 Robert Lundquist, *Ohio State University*
 Abu Masud, *Wichita State University*
 Thomas J. Mclean, *University of Texas at El Paso*
 James S. Nobel, *University of Missouri at Columbia*
 Surendra Singh, *University of Tulsa*
 Gene Stuffle, *Idaho State University*
 Meenakshi R. Sundaram, *Tennessee Tech University*
 Janusz Supernak, *San Diego State University*
 Dr. Mathias J. Sutton, *Purdue University*
 Heng-Ming Tai, *University of Tulsa*
 Lawrence E. Whiteman, *Whichita State University*

در نهایت، از Jack Beltran به خاطر تلاش‌ها و جدیت مثال‌زدنی‌اش در بررسی صحت و درستی
 مثال‌ها و مسائل و از Sallie Sheppard و Elaine Myers به خاطر کمک‌های شایان‌ذکرشان در
 آماده‌سازی نسخه خطی مؤلفان و شکیبایی بی‌حد و حصر آن‌ها کمال تشکر و قدردانی را داریم.

Lee Blank, Tony Tarquin

مفاهیم اساسی اقتصاد مهندسی



اقتصاد مهندسی، مجموعه تکنیک‌هایی است که فرآیند مقایسه بین گزینه‌های قابل انتخاب را بر پایه اصولی اقتصادی، ساده‌سازی می‌کند. نیاز به اقتصاد مهندسی از زمانی احساس شد که مهندسين به تجزيه و تحليل اقتصادي تصميمات مربوط به پروژه‌های مهندسی روی آوردند. اقتصاد مهندسی در حقیقت، قلب تپنده فرآیند تصمیم‌گیری است. تصمیمات مورد بحث در اقتصاد مهندسی، دربردارنده عناصری اساسی از قبیل جریان‌های نقدی پول، زمان و نرخ‌های بهره می‌باشند. این فصل به معرفی مفاهیم مقدماتی و اصطلاحات مورد نیاز مهندسين، جهت ترکیب این سه عنصر اصلی و ضروری، می‌پردازد. در ادامه فصل، روش‌های منطقی و ریاضیاتی به منظور حل مسائلی که منتج به تصمیم‌گیری‌های بهتر می‌شوند، ارائه خواهد شد.

اهداف آموزشی

هدف کلی: شناخت و درک مفاهیم بنیادی اقتصاد مهندسی

شما در پایان این فصل قادر خواهید بود که:

- | | |
|--------------------------|---|
| تعریف و نقش | ۱. نقش اقتصاد مهندسی را در فرآیند تصمیم‌گیری تعیین کنید. |
| رویکرد مطالعه و اصطلاحات | ۲. تشخیص دهید چه ملاحظاتی جهت اجرای موفقیت‌آمیز یک مطالعه اقتصاد مهندسی ضرورت دارد. |
| نرخ بهره | ۳. محاسبات مربوط به نرخ بهره و نرخ بازگشت را انجام دهید. |
| معادل بودن | ۴. مفهوم «معادل بودن» را در مباحث اقتصادی درک کنید. |
| نرخ بهره ساده و مرکب | ۵. نرخ بهره ساده و نرخ بهره مرکب را برای یک یا چند دوره بهره محاسبه کنید. |
| نمادها | ۶. نمادها و اصطلاحات اقتصاد مهندسی را تشخیص داده و به کار برید. |
| جریان‌های نقدی | ۷. جریان‌های نقدی، برآورد این جریان‌ها و چگونگی نمایش گرافیکی آنها را درک کنید. |
| مدت زمان دو برابر شدن | ۸. به منظور برآورد نرخ بهره مرکب یا تعداد سال‌های لازم جهت دو برابر شدن مبلغی پول، قانون ۷۲ را به کار برید. |
| توابع صفحه گسترده | ۹. توابعی از نرم افزار اکسل را که در اقتصاد مهندسی کاربرد دارند، در صفحه گسترده به صورت فرمول وارد کنید. |

۱.۱ اقتصاد مهندسی چیست؟

قبل از شروع به تشریح مفاهیم مقدماتی ای که اقتصاد مهندسی بر پایه آنها بنا نهاده شده است، بهتر است که در ابتدا بدانیم اقتصاد مهندسی چیست؟ به بیانی ساده، اقتصاد مهندسی عبارت است از مجموعه تکنیک‌هایی که مقایسه بین «گزینه‌های قابل انتخاب»^۱ را بر پایه اصولی اقتصادی، ساده‌سازی می‌کند. در تعریف اینکه اقتصاد مهندسی چه چیزی است، مفید خواهد بود که بدانیم اقتصاد مهندسی چه چیزی نیست. اقتصاد مهندسی فرآیند یا روشی برای تعیین اینکه چه گزینه‌هایی برای انتخاب وجود دارند، نمی‌باشد. بلکه برعکس، رسالت اقتصاد مهندسی دقیقاً بعد از مرحله شناسایی گزینه‌های قابل انتخاب شروع می‌شود. اگر بهترین گزینه واقعاً گزینه‌ای باشد که مهندس آن را به عنوان یک گزینه قابل انتخاب شناسایی نکرده باشد، در این صورت بدیهی است که استفاده از تمام ابزارهای تحلیلی اقتصاد مهندسی موجود در این کتاب، به انتخاب آن گزینه منجر نخواهد شد.

هر چند که در این کتاب، علم اقتصاد تنها معیار جهت انتخاب بهترین گزینه‌ها خواهد بود، اما تصمیمات دنیای واقعی معمولاً دربردارنده بسیاری عوامل و معیارهای دیگر در «فرآیند تصمیم‌گیری» می‌باشد. به عنوان مثال، در تعیین اینکه آیا یک نیروگاه هسته‌ای احداث شود یا یک نیروگاه حرارتی با سوخت زغال سنگ یا یک نیروگاه گازی، عواملی از قبیل ایمنی، آلودگی هوا، پذیرش عمومی، تقاضای آب، انهدام ضایعات، گرم شدن جهانی و بسیاری از عوامل دیگر وجود دارند که می‌بایست در تشخیص بهترین گزینه، مورد توجه قرار بگیرند. وارد نمودن عوامل دیگر (علاوه بر علم اقتصاد) در فرآیند تصمیم‌گیری «تحلیل چند معیاری»^۲ نامیده می‌شود. این موضوع در پیوست C جلد دوم به تفصیل مورد بحث و بررسی قرار خواهد گرفت.

۲.۱ نحوه اجرای یک مطالعه اقتصاد مهندسی

جهت بکار بردن تکنیک‌های اقتصاد مهندسی، آشنایی با مفاهیم مقدماتی و اصطلاحات اولیه‌ای که مفاهیم اساسی مطالعات اقتصاد مهندسی را شکل می‌دهند، ضروری می‌باشد. برخی از این مفاهیم و اصطلاحات در زیر توضیح داده می‌شود.

۱.۲.۱ گزینه‌های قابل انتخاب

یک گزینه قابل انتخاب، یک جواب مستقل برای یک وضعیت در نظر گرفته شده می‌باشد. همواره در

1. Alternatives
2. Multiple Attribute Analysis

تمام اموری که انجام می دهیم، عملاً با گزینه های مختلفی مواجه هستیم. از انتخاب روش حمل و نقلی که هر روزه جهت رفتن به محل کار استفاده می کنیم، تا تصمیم گیری بین خرید یک خانه یا اجاره کردن خانه ای دیگر، این موضوع مصداق دارد. به همین ترتیب، در امور مهندسی نیز همواره چندین روش جهت انجام یک وظیفه محول شده وجود دارد. وجود توانایی در مقایسه کردن این روش ها با یک شیوه منطقی بسیار ضروری می باشد، تا از این طریق امکان انتخاب اقتصادی ترین گزینه فراهم گردد. گزینه های قابل انتخاب در امور مهندسی، معمولاً دربردارنده مواردی از قبیل هزینه خرید (هزینه اولیه)، عمر مفید پیش بینی شده، هزینه های سالانه نگهداری دارایی ها (هزینه های عملیاتی و نگهداری سالانه)، ارزش فروش مجدد پیش بینی شده (ارزش اسقاطی)^۱ و نرخ بهره می باشد. بعد از گردآوری آمار و ارقام و برآوردهای مربوطه، تحلیل اقتصاد مهندسی می تواند راهنمای تعیین بهترین گزینه از دیدگاه علم اقتصاد باشد.

۲.۲.۱ جریان های نقدی^۲

جریان های برآورد شده ورودی پول (درآمدها و دریافتی ها) و جریان های برآورد شده خروجی پول (هزینه ها و پرداختی ها) را جریان های نقدی می نامند. این برآوردها حقیقتاً قلب تپنده تحلیل اقتصاد مهندسی هستند. علیرغم این موضوع، جریان های نقدی، معرف ضعیف ترین و نامطمئن ترین بخش تحلیل نیز می باشند، چرا که بیشتر این اعداد قضاوت هایی هستند در مورد رویدادهای مالی ای که در آینده رخ خواهند داد. به راستی چه کسی می تواند قیمت هفته آینده نفت را دقیقاً پیش گویی کند، چه رسد به ماه آینده، سال آینده و یا دهه آینده؟ بنابراین، شیوه تحلیل موضوع پیچیده ای نیست و صحت و اعتبار نتیجه نهایی صرفاً به اندازه صحت و اعتبار اطلاعاتی است که تحلیل بر پایه آن ها شکل می گیرد.

۳.۲.۱ انتخاب گزینه مناسب

در هر وضعیتی حداقل دو گزینه برای انتخاب وجود دارد. بجز یک یا چند گزینه ای که طرح ریزی می شوند، همیشه گزینه «عدم فعالیت» نیز وجود دارد، که اصطلاحاً گزینه هیچ کاری نکردن^۳ نامیده می شود. در هر وضعیتی، وقتی شخصی آگاهانه یا بطور ناخودآگاه اقدام به هیچ فعالیتی نمی کند، در واقع وی در حال انتخاب گزینه DN می باشد. البته، چنانچه گزینه DN انتخاب شود، قطعاً فرآیند تصمیم گیری نشان می دهد که انتخاب گزینه DN (عدم انجام هرگونه فعالیت) دربردارنده

1. Salvage Value

2. Cash Flows. البته این مفهوم به عبارات دیگری چون جریان وجوه نقد، گردش وجوه نقد و ... نیز ترجمه شده است.

3. Do Nothing. گزینه DN همان حالت «وضعیت موجود» یا «همین وضعیتی که هست» می باشد.

مطلوب ترین بازده اقتصادی در زمان انجام ارزیابی می باشد. تکنیک های موجود در این کتاب شما را قادر خواهند ساخت تا گزینه ای که از لحاظ اقتصادی بهترین است را آگاهانه شناسایی کنید.

۴.۲.۱ معیار ارزیابی^۱

آیا تا به حال دقت کرده اید که ما همه روزه، برای انتخاب از میان چندین گزینه، از معیارهای مختلفی استفاده می کنیم. به عنوان مثال، هنگامی که به سمت دانشگاه رانندگی می کنید، بهترین مسیر را انتخاب می نمایید. اما شما چگونه «بهترین» را تعیین کردید؟ آیا بهترین مسیر ایمن ترین، کوتاه ترین، سریع ترین، ارزان ترین، دیدنی ترین و یا هر چیز دیگری بود؟ مسلماً، بسته به اینکه کدام معیار یا چه ترکیبی از معیارها جهت تعیین بهترین گزینه استفاده می شود، هر بار ممکن است یک مسیر خاص انتخاب گردد. در تحلیل اقتصادی، عموماً واحدهای مالی (دلارها و سایر واحدهای پولی) هستند که به عنوان معیاری برای ارزیابی به کار گرفته می شوند. بنابراین، در شرایطی که چندین شیوه جهت دستیابی به هدفی معین وجود دارد، گزینه توأم با کمترین هزینه کل یا بیشترین درآمد خالص کل انتخاب می شود.

۵.۲.۱ عوامل نامشهود^۲

در بسیاری از موارد، گزینه های قابل انتخاب دارای عوامل غیراقتصادی یا به عبارتی عوامل نامشهود می باشند. در غالب موارد، کمی کردن این عوامل امری دشوار می باشد. گاهی تشخیص گزینه های تحت بررسی از نظر اقتصادی مشکل است. در این شرایط، عوامل غیراقتصادی (نامشهود) ممکن است فرآیند تصمیم گیری را به سمت یکی از گزینه های قابل انتخاب هدایت کند. برخی از نمونه های عوامل غیراقتصادی عبارتند از: حُسن شهرت، رابطه دوستانه، روحیه و انگیزه، تسلط و اشراف داشتن به فعالیتی خاص.

۶.۲.۱ ارزش زمانی پول^۳

اغلب گفته می شود که پول، پول خلق می کند. مسلماً این جمله صحیح است. چرا که اگر ما امروز تصمیم به سرمایه گذاری کردن بگیریم، طبیعتاً انتظار داریم که در آینده پول بیشتری در اختیار داشته باشیم و یا در حالت دیگر، اگر شخص یا شرکتی امروز وامی بگیرد، در آینده بیشتر از مبلغ اصل وام اولیه، مقروض خواهد بود. این حقیقت نیز به وسیله مفهوم ارزش زمانی پول توضیح داده می شود.

تغییر در مقدار پول در طول یک دوره زمانی معین، ارزش زمانی پول نامیده می شود. ارزش زمانی پول مهمترین مفهوم در اقتصاد مهندسی می باشد.

1. Evaluation Criteria
2. Intangible Factors
3. Time Value of Money

در ادامه می آموزیم که در بررسی های اقتصادی می توان ارزش زمانی پول را به چندین روش مختلف محاسبه نمود. خروجی نهایی هر روش، معیاری از ارزش^۱ یا اصطلاحاً یک معیار ارزیابی می باشد. برای نمونه می توان به معیار نرخ بازگشت اشاره نمود. این معیار جهت رد کردن یا تأیید نمودن یک گزینه قابل انتخاب به کار می رود.

۳.۱ نرخ بهره، نرخ بازگشت^۲ و MARR^۳

بهره، مظهر ارزش زمانی پول بوده و در اصل بیانگر اجاره بهای پرداخت شده بابت امکان استفاده از پول می باشد. به لحاظ محاسباتی، بهره عبارت است از اختلاف بین مقدار انتهایی پول و مقدار ابتدایی آن. اگر این مقدار اختلاف، صفر و یا منفی باشد، در واقع، هیچ بهره ای وجود ندارد. بهره ای که پرداخت می شود و بهره ای که دریافت می گردد، دو روی یک سکه اند. هنگامی که شخص یا سازمانی مبلغی وام می گیرد و مبلغ بیشتری را بازپرداخت می کند، بهره پرداخت می شود. هنگامی که شخص یا سازمانی اقدام به پس انداز، سرمایه گذاری و یا وام دهی می کند و در آینده به ازای آن، مبلغ بیشتری را دریافت می نماید، بهره دریافت می گردد. محاسبات و مقادیر عددی برای هر دو روی بهره اساساً یکسان بوده ولیکن به طور متفاوتی تفسیر می شوند.

مقدار بهره پرداخت شده یا دریافت شده با استفاده از رابطه زیر تعیین می شود:

$$[۱.۱] \quad \text{مبلغ ابتدایی} - \text{مبلغ انتهایی} = \text{بهره}$$

هنگامی که مقدار بهره برحسب یک واحد زمانی مشخص و به صورت درصدی از مبلغ اولیه (اصل وام) بیان شود، حاصل امر نرخ بهره یا نرخ بازگشت (ROR) نامیده می شود.

بهره حاصل شده (پرداختی یا دریافتی)

$$[۲.۱] \quad \text{نرخ بهره یا نرخ بازگشت} = \frac{\text{بهره حاصل شده (پرداختی یا دریافتی)}}{\text{مبلغ اولیه}} \times ۱۰۰\%$$

واحد زمانی نرخ بهره «دوره بهره» نامیده می شود. متداول ترین دوره بهره برای بیان نرخ بهره، یکسال می باشد. دوره های زمانی کوتاه تر مثل ۱٪ به ازای هر ماه را نیز می توان به کار برد. بنابراین دوره بهره مربوط به نرخ بهره، همواره باید منظور شود. در صورتی که تنها نرخ بهره بیان شود، و به دوره بهره اشاره ای نگردد (به عنوان مثال ۸/۵٪)، دوره زمانی یکساله فرض می شود.

1. Measure of Worth
2. Rate of Return
3. Minimum Attractive Rate of Return

گاهی در صنایع و موقعیت‌های مختلف، اصطلاح **بازدهی سرمایه‌گذاری** (ROI) مترادف با اصطلاح **ROR** به کار می‌رود، به ویژه مواقعی که وجوه سرمایه‌ای هنگامی بابت طرح‌های مهندسی اختصاص داده می‌شود. اصطلاح **نرخ بهره‌پرداختی** از منظر **قرض‌گیرنده** اصطلاح مناسب‌تری است، در حالی که اصطلاح **نرخ بازگشت دریافتی** از منظر **سرمایه‌گذار** اصطلاح بهتری می‌باشد.

مثال ۱.۱

کارمندی در شرکت LaserKinetics.com مبلغ $\$10,000$ را در یکم ماه مه وام گرفته و می‌بایست مبلغ $\$10,700$ را دقیقاً یک سال بعد بازپرداخت نماید. مقدار بهره و نرخ بهره‌پرداختی را تعیین کنید.

حل مثال

در اینجا، نگاه ما به مسأله، نگاه وام‌گیرنده‌ای است که مبلغ $\$10,700$ را بابت بازپرداخت وامی می‌پردازد. معادله [۱.۱] را جهت تعیین مقدار بهره به کار برید.

$$\$700 = \$10,700 - 10,000 = \text{مقدار بهره‌پرداختی}$$

معادله [۲.۱] نرخ بهره‌پرداختی بابت یک سال را تعیین می‌کند.

$$\text{نرخ بهره درصدی} = \frac{\$700}{\$10,000} \times 100\% = 7\% \quad \text{به ازای هر سال}$$

مثال ۲.۱

الف. چه مقدار سپرده‌گذاری باید در یک سال قبل صورت می‌گرفت تا امروز $\$1000$ در اختیار داشته باشیم. این مقدار را با فرض نرخ بهره ۵٪ به ازای هر سال محاسبه نمایید.
ب. مقدار بهره‌دریافتی طی این دوره زمانی را محاسبه کنید.

حل مثال

الف. جمع کل مبلغ دریافتی عبارت است از مجموع سپرده اولیه و بهره دریافتی. در صورتی که X سپرده اولیه باشد داریم:

$$(\text{نرخ بهره}) \times \text{مبلغ اولیه} + \text{مبلغ اولیه} = \text{جمع کل دریافتی}$$

$$\$1000 = X + X(0/05) = X(1 + 0/05) = 1/05X$$

سپرده اولیه برابر است با :

$$X = \frac{1000}{1/0.5} = \$952/38$$

ب. از معادله [۱.۱] جهت تعیین مقدار بهره دریافتی استفاده کنید.

$$\text{بهره} = \$1000 - 952/38 = \$47/62$$

در مثال های ۱.۱ و ۲.۱ دوره بهره یک سال بوده و مقدار بهره در پایان یک دوره بهره محاسبه شد. در صورتی که از دوره زمانی بیشتر از دوره بهره بحث به میان آید (مثلاً اگر در مثال ۲.۱ ما مقدار بهره را بعد از ۳ سال می خواستیم)، ضروری است که بیان شود، آیا بهره بر مبنای نرخ ساده و یا مرکب محاسبه می شود. بهره ساده و مرکب در بخش ۵.۱ مورد بحث و بررسی قرار خواهند گرفت.

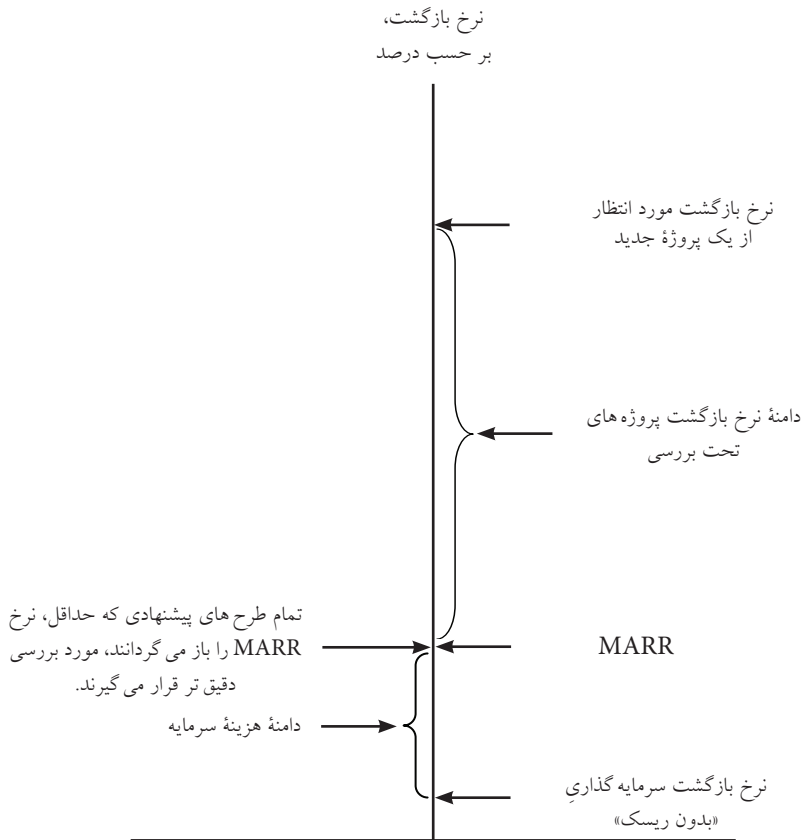
گزینه ها و پروژه های مهندسی بنابر پیش بینی تحقق یک نرخ بازگشت (ROR) قابل قبول، ارزیابی می شوند. همواره می بایست یک نرخ معقول ایجاد شده و در نظر گرفته شود تا بتوان در مورد رد یا پذیرش پروژه ها تصمیم گیری نمود. این نرخ معقول، که حداقل نرخ جذب کننده (MARR) نامیده می شود، باید هم بالاتر از هزینه پول مورد استفاده بابت تأمین مالی پروژه مورد نظر و هم بالاتر از نرخ بازگشت مورد انتظار از یک بانک یا سرمایه گذاری بدون ریسک (یا با کمترین ریسک) باشد. شکل ۱.۱ ارتباط بین نرخ بازگشت های مختلف را نشان می دهد. در ایالات متحده نرخ بازگشت برات خزانه داری روز، گاهی به عنوان مبنای نرخ بدون ریسک به کار برده می شود.

در مورد شرکت ها، تعیین نرخ MARR همواره در مواجهه با نرخ هزینه سرمایه قرار دارد. نرخ هزینه سرمایه عبارت است از نرخ بهره ای که شرکت باید بابت وجوه سرمایه ای مورد نیاز، جهت تأمین مالی پروژه بپردازد. به عنوان مثال، اگر شرکتی این امکان را دارد که وجوه سرمایه ای مورد نیازش را با یک نرخ بهره متوسط ۵ درصدی به ازای هر سال وام بگیرد و انتظار داشته باشد از پروژه ای حداقل ۶ درصد به ازای هر سال سود کسب کند، حداقل MARR، ۱۱ درصد به ازای هر سال خواهد بود.

از MARR همچنین به عنوان نرخ حد نصاب^۱ نیز یاد می شود. به عبارت دقیق تر، نرخ بازگشت انتظاری یک پروژه قابل قبول از نظر مالی، می بایست بزرگ تر و یا حداقل مساوی نرخ حد نصاب باشد. توجه داشته باشید که MARR مشابه با ROR محاسبه نمی شود؛ نرخ MARR توسط مدیران مالی شرکت ها تعیین شده و به عنوان یک معیار جهت رد یا پذیرش تصمیمات مربوط به گزینه ها و پروژه ها به کار گرفته می شود. نامعادله زیر می باید در مورد هر پروژه پذیرفته شده صدق کند.

$$\text{نرخ هزینه سرمایه} > \text{MARR} \geq \text{ROR}$$

1. Hurdle Rate



شکل ۱.۱ ارتباط MARR با هزینه سرمایه و سایر مقادیر نرخ بازگشت داخلی.

تعاریف و مسائل مطرح شده در فصل های بعد، مقادیر عددی MARR های ارائه شده را با این فرض مورد استفاده قرار می دهد که این مقادیر به درستی، متناسب با هزینه سرمایه و نرخ بازگشت انتظاری، تنظیم شده اند. در صورتی که علاقمند به آشنایی بیشتری با مفهوم وجوه سرمایه ای و نحوه تعیین MARR می باشید، برای توضیحات تکمیلی می توانید به بخش ۵.۱۳ در جلد دوم مراجعه نمایید.

واقعیت اقتصادی دیگری که برای هر مطالعه اقتصاد مهندسی مطرح می باشد، تورم^۱ است. به بیانی ساده، نرخ بهره های بانکی منعکس کننده دو موضوع می باشند؛ نرخ بازگشت حقیقی^۲ بعلاوه نرخ تورم انتظاری^۳. بی خطرترین سرمایه گذاری ها (مثل اوراق قرضه دولتی ایالات متحده) نوعاً دارای یک نرخ بازگشت حقیقی^۳ الی ۴ درصدی می باشند که در نرخ بهره های کلی آنها لحاظ می شوند. بر این اساس، یک نرخ بهره کلی فرضاً ۹ درصدی به ازای هر سال برای اوراق قرضه دولتی ایالات متحده به این معناست

1. Inflation
2. Real Rate Of Return
3. Expected Inflation Rate

که سرمایه‌گذاران انتظار دارند نرخ تورم در حدود ۵ الی ۶ درصد به ازای هر سال باشد. بنابراین، تورم باعث افزایش نرخ‌های بهره می‌شود. موضوع تورم در فصل ۱۰ (جلد دوم) به تفصیل بررسی می‌گردد.

۴.۱ معادل بودن (هم‌ارزی)

واژه معادل، اغلب در تبدیل بین واحدها و مقیاس‌ها به کار برده می‌شود. به عنوان مثال، ۱۰۰۰ متر معادل است با ۱ کیلومتر، ۱۲ اینچ معادل با فوت بوده و اکوارت^۱ معادل با پابنت^۲ یا ۰/۹۴۶ لیتر می‌باشد. در مباحث اقتصاد مهندسی، هنگامی که ارزش زمانی پول و نرخ بهره هر دو با هم در نظر گرفته شوند، به شکل‌گیری مفهوم اقتصادی «معادل بودن» کمک می‌کنند. این مفهوم به این معناست که مبالغ مختلف پول در زمان‌های متفاوت، حائز چه مقدار ارزش اقتصادی خواهند بود. برای مثال، در صورتی که نرخ بهره ۶٪ به ازای هر سال باشد، \$۱۰۰ امروز (در حال حاضر) معادل یا هم‌ارز با \$۱۰۶ در یک سال بعد از امروز خواهد بود.

$$\$106 = \$100 (1 + 0/06) = 100 + 100 (0/06) = 100 + 6 = 106 \text{ ارزش } \$100 \text{ در یک سال بعد}$$

همین‌طور، اگر شخصی یک هدیه ۱۰۰ دلاری را امروز و یا یک هدیه ۱۰۶ دلاری را یک سال بعد از امروز (دقیقاً یک سال بعد) به شما تقدیم کند، از نظر اقتصادی تفاوتی نمی‌کند که شما کدام گزینه را بپذیرید. هر یک از دو وضعیت فوق دقیقاً در یک سال بعد، شما ۱۰۶ دلار در اختیار خواهید داشت. باید توجه داشت که این دو مبلغ، تنها تا وقتی معادل یکدیگرند که نرخ بهره ۶ درصد به ازای هر سال باشد. در نرخ‌های بهره بالاتر و پایین‌تر از ۶٪، \$۱۰۰ امروز معادل یا به عبارتی دیگر هم‌ارز با \$۱۰۶ درست یکسال بعد نخواهد بود.

علاوه بر بحث محاسبه معادل مبالغ آتی، می‌توان همین منطق را جهت تعیین معادل یک مبلغ در سال‌های گذشته نیز به کار برد. در نرخ بهره ۶ درصد به ازای هر سال، \$۱۰۰ امروز معادل \$۹۴/۳۴ = $\frac{100}{1/06}$ یک سال قبل می‌باشد. با توجه به این توضیحات، در ادامه می‌توان این‌طور بیان کرد که در یک نرخ بهره ۶ درصدی، \$۹۴/۳۴ سال گذشته، \$۱۰۰ اکنون و \$۱۰۶ سال بعد معادل یکدیگرند. جهت اثبات معادل بودن این مبالغ، می‌توان نرخ بهره را برای دو دوره بهره یک ساله (از سال قبل تا هم‌اکنون و از هم‌اکنون تا سال بعد) محاسبه نمود.

$$\frac{\$6}{\$100} \times 100\% = 6\% \text{ به ازای هر سال}$$

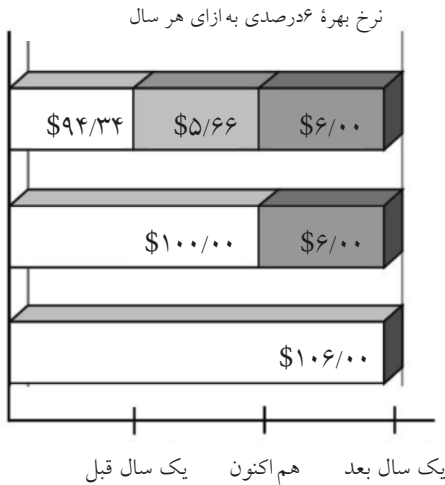
$$\frac{\$5/66}{\$94/34} \times 100\% = 6\% \text{ به ازای هر سال}$$

1. Equivalence

2. Quart, واحد اندازه‌گیری مایعات، معادل ۱/۱۴ لیتر در بریتانیا و ۰/۹۴۶ لیتر در آمریکا.

3. Pint, واحد اندازه‌گیری مایعات، معادل ۰/۵۶۸ لیتر در بریتانیا و ۰/۴۷۳ لیتر در آمریکا.

شکل ۲.۱ نشان دهنده مقدار بهره لازم در هر سال برای معادل ساختن این سه مبلغ مختلف در نرخ بهره ۶ درصد به ازای هر سال می باشد.



شکل ۲.۱

معادل بودن یا هم‌ارزی
سه مبلغ در نرخ بهره
۶ درصد به ازای هر سال.

مثال ۳.۱

شرکت AC-Delco که تولیدکننده باتری های اتومبیل مورد نیاز شرکت جنرال موتورز (GM) می باشد، این باتری ها را از طریق عوامل فروش خصوصی توزیع می کند. در غالب موارد، باتری ها در تمام مدت سال انبار می شوند و یک اضافه هزینه ۵ درصدی در هر سال بابت تأمین صورت حساب شارژ به حساب عوامل توزیع، افزوده می شود. با انجام محاسبات لازم، نشان دهید کدام جملات زیر در مورد هزینه های باتری درست و کدام جملات نادرست می باشد.

- الف. \$98 اکنون معادل است با \$105/60 یک سال بعد.
- ب. قیمت یک باتری ۲۰۰ دلاری مخصوص کامیون در یک سال قبل، معادل است با \$205 اکنون.
- ج. \$38 اکنون معادل است با \$39/90 یک سال بعد.
- د. \$3000 اکنون معادل است با \$2887/14 یک سال قبل.
- ه. در صورتی که تعدادی باتری به ارزش \$2000 در طول سال انبار نشده و نیاز به شارژ مجدد پیدا نکنند، در هزینه ها \$100 صرفه جویی می گردد.

حل مثال

الف. $98 \times (1/0.05) = 10290 \neq 10560$ = مبلغ حاصل شده در یک سال بعد.

بنابراین، این جمله نادرست است. راه حل دیگر این مسئله به ترتیب زیر است.

$$\text{هزینه اولیه مورد نیاز} = \frac{105/60}{1/0.5} = \$100/57 \neq \$98$$

$$\text{ب.} \quad \text{مبلغ قبلی مورد نیاز} = \frac{205/00}{1/0.5} = \$195/24 \neq \$200$$

بنابراین، این جمله نادرست است.

$$\text{ج.} \quad \text{ارزش یکسال بعد} = \$38 \times (1/0.5) = \$39/90$$

بنابراین، این جمله صحیح است.

$$\text{د.} \quad \text{ارزش فعلی} = 2887/14 \times (1/0.5) = \$3031/50 \neq \$3000$$

بنابراین، این جمله نادرست است.

ه. هزینه پرداختی بابت شارژ، ۵ درصد برای هر سال می باشد یا به عبارتی:

$$\$20000 \times (0/0.5) = \$1000$$

بنابراین این جمله صحیح می باشد.

۵.۱ بهره ساده و مرکب

در بخش ۳.۱ اصطلاحات بهره، دوره بهره و نرخ بهره به منظور محاسبه مقادیر معادل پول برای یک دوره بهره در گذشته و یک دوره در آینده معرفی شدند. ولیکن، در موارد بیش از یک دوره بهره، اصطلاحات بهره ساده و مرکب اهمیت پیدا می کنند. بهره ساده تنها با در نظر گرفتن اصل وام و بدون در نظر گرفتن هرگونه بهره حاصل شده در دوره های گذشته محاسبه می شود:

$$[3.1] \quad (\text{نرخ بهره}) (\text{تعداد دوره ها}) (\text{اصل وام}) = \text{بهره ساده کل}$$

که در این فرمول نرخ بهره به صورت اعشاری بیان می شود.

مثال ۴.۱

شرکت HP مبلغی را بابت ساخت سریع نمونه اصلی پیشرفته ترین کامپیوتر بادوام وام گرفته است

که این کامپیوتر متناسب با شرایط میداین نفتی صحرایی طراحی شده است. مبلغ این وام ۱ میلیون دلار برای مدت سه سال با نرخ بهره ساده ۵٪ به ازای هر سال می باشد. شرکت HP در پایان سه سال چه مقدار پول بازپرداخت خواهد نمود؟ نتایج را بر مبنای \$۱۰۰۰ جدول بندی کنید.

حل مثال

مقدار بهره را برای هر یک از سه سال مورد نظر بر حسب \$۱۰۰۰ برابر است با:

$$\text{مقدار بهره در هر سال} = 1000 \times (0/05) = \$50$$

جمع کل بهره برای سه سال با استفاده از معادله [۳.۱] برابر است با:

$$\text{جمع کل بهره} = 1000 \times (3) \times (0/05) = \$150$$

مبلغی که باید بعد از سه سال پرداخت شود، بر حسب \$۱۰۰۰ برابر است با:

$$\text{جمع کل مبلغ قابل پرداخت} = \$1000 + 150 = \$1150$$

در اینجا به \$۵۰,۰۰۰ بهره ای که در سال اول حاصل شد و \$۵۰,۰۰۰ بهره ای که در دومین سال حاصل شد، بهره ای تعلق نگرفت. بهره قابل پرداخت در هر سال تنها بر حسب \$۱,۰۰۰,۰۰۰ اصل وام محاسبه می شود.

در جدول ۱.۱ جزئیات بازپرداخت این وام از نگاه وام گیرنده آمده است. سال صفر بیانگر زمان حال می باشد، به عبارت دقیق تر زمانی که مبلغ مورد نظر وام گرفته می شود. تا پایان سال سوم هیچ گونه پرداختی صورت نمی گیرد. مبلغ قابل پرداخت به طور یکنواخت هر سال به اندازه \$۵۰,۰۰۰ افزایش می یابد، چرا که بهره ساده صرفاً بر حسب اصل وام محاسبه می شود.

جدول ۱.۱ محاسبات بهره ساده (بر حسب \$۱۰۰۰)

(۱) پایان سال	(۲) مبلغ وام گرفته شده	(۳) بهره	(۴) مبلغ قابل پرداخت	(۵) مبلغ بازپرداخت شده
۰	\$۱۰۰۰			\$ ۰
۱	-	\$۵۰	\$۱۰۵۰	۰
۲	-	۵۰	۱۱۰۰	۰
۳	-	۵۰	۱۱۵۰	۱۱۵۰

در مورد بهره مرکب، بهره قابل پرداخت در هر دوره بهره بر اساس اصل وام بعلاوه جمع کل بهره انباشته شده در کل دوره های قبلی محاسبه می شود. در نتیجه، بهره مرکب به معنای بهره گرفتن

از بهره (بهره روی بهره) می باشد. بهره مرکب اثر ارزش زمانی پول را بر بهره ها نیز منعکس می کند. این نرخ بهره برای یک دوره به صورت زیر محاسبه می شود:

$$[۴.۱] \quad (\text{نرخ بهره}) \quad (\text{کل بهره حاصل شده} + \text{اصل وام}) = \text{بهره مرکب}$$

مثال ۵.۱

در صورتی که شرکت HP مبلغ \$1,000,000 را از محل دیگری با نرخ بهره مرکب ۵ درصد به ازای هر سال وام بگیرد، کل مبلغ را که باید بعد از سه سال بازپرداخت شود محاسبه کنید. نتایج را با هم مقایسه کنید.

جدول ۲.۱ محاسبات بهره مرکب (برحسب \$1000)

(۱) پایان سال	(۲) مبلغ وام گرفته شده	(۳) بهره	(۴) مبلغ قابل پرداخت	(۵) مبلغ بازپرداخت شده
۰	\$1000			\$ ۰
۱	-	\$50/00	\$1050/00	۰
۲	-	52/50	1102/50	۰
۳	-	55/13	1157/63	1157/63

حل مثال

با استفاده از معادله [۴.۱]، بهره و مبلغ قابل پرداخت برای هر سال به طور جداگانه محاسبه می شود. برحسب واحدهای ۱۰۰۰ دلاری داریم:

$$\begin{aligned} \$1000 \times (0/05) &= \$50/00 && \text{بهره سال ۱:} \\ \$1000 + 50/00 &= \$1050/00 && \text{جمع کل مبلغی که باید بعد از سال ۱ پرداخت شود:} \\ \$1050 \times (0/05) &= \$52/50 && \text{بهره سال ۲:} \\ \$1050 + 52/50 &= \$1102/50 && \text{جمع کل مبلغی که باید بعد از سال ۲ پرداخت شود:} \\ \$1102/50 \times (0/05) &= \$55/13 && \text{بهره سال ۳:} \\ \$1102/50 + 55/13 &= \$1157/63 && \text{جمع کل مبلغی که باید بعد از سال ۳ پرداخت شود:} \end{aligned}$$

این جزئیات در جدول ۲.۱ نشان داده شده است. نحوه بازپرداخت مشابه مثال بهره ساده می باشد (از این نظر که تا پایان سال سوم هیچ پرداختی صورت نمی گیرد و در پایان سال سوم اصل وام و بهره

حاصل شده به صورت یک جا بازپرداخت می شود). در مقایسه با نرخ بهره ساده، یک مبلغ اضافی $\$7,630 = 1,150,000 - \$1,157,630$ بابت دوره سه ساله بازپرداخت می گردد.

نکته: اختلاف بین بهره ساده و مرکب، هر سال به طور چشم گیری افزایش می یابد. در صورتی که محاسبات مورد نظر برای تعداد سال های بیشتری، و به عنوان مثال، ۱۰ سال ادامه یابد، این اختلاف $\$128,894$ خواهد شد؛ بعد از ۲۰ سال مقدار بهره مرکب $\$653,298$ بیش تر از مقدار بهره ساده خواهد بود.

روش کوتاه تر دیگر برای محاسبه جمع کل مبلغ قابل پرداخت بعد از سه سال در مثال ۵.۱ عبارت است از ترکیب کردن محاسبات به جای انجام محاسبات به صورت سال به سال. بر این اساس جمع کل مبلغ قابل پرداخت در هر سال به قرار زیر می باشد:

$$\text{سال ۱: } \$1000 \times (1/0.05)^1 = \$1050/00$$

$$\text{سال ۲: } \$1000 \times (1/0.05)^2 = \$1102/50$$

$$\text{سال ۳: } \$1000 \times (1/0.05)^3 = \$1157/63$$

در این روش، جمع کل مبلغ سال سوم مستقیماً محاسبه می شود، به طوری که نیازی به محاسبه جمع کل مبلغ سال دوم نمی باشد. در یک فرمول کلی داریم:

$$\text{تعداد سال ها} (\text{نرخ بهره} + 1) \times \text{اصل وام} = \text{جمع کل مبلغ قابل پرداخت بعد از چندین سال}$$

این رابطه اساسی به کرات در فصل های آینده مورد استفاده قرار خواهد گرفت. تا اینجای بحث، با تلفیق مفاهیم «نرخ بهره»، «بهره ساده»، «بهره مرکب» و «معادل بودن» اثبات کردیم که ممکن است برنامه های نحوه بازپرداخت وام، معادل باشند، حتی اگر در مبالغ پولی از سالی به سال دیگر به نحو چشم گیری متفاوت باشند. همچنین، این امر نشان می دهد که شیوه های بسیاری جهت محاسبه ارزش زمانی پول وجود دارد. مثال زیر مفهوم معادل بودن را برای پنج برنامه مختلف بازپرداخت وام تشریح می کند.

مثال ۶.۱

الف. با استفاده از برنامه های مختلف بازپرداخت ارائه شده ذیل، مفهوم معادل بودن را توضیح دهید. در هر برنامه، وامی به مبلغ $\$5000$ طی مدت ۵ سال با نرخ بهره ۸٪ به ازای هر سال بازپرداخت می شود.

- نحوهٔ پرداخت ۱: نرخ بهره ساده بوده و کل مبلغ در انتهای دوره بازپرداخت می شود. بهرهٔ اصل وام تا پایان سال ۵ بازپرداخت نمی شود. میزان بهرهٔ هر سال تنها بر اساس اصل وام محاسبه می شود.
 - نحوهٔ پرداخت ۲: نرخ بهره مرکب بوده و کل مبلغ در پایان دوره بازپرداخت می شود. بهره و اصل وام تا پایان سال ۵ بازپرداخت نمی شود. میزان بهرهٔ هر سال بر مبنای جمع کل اصل وام و کل بهره های حاصل شده محاسبه می شود.
 - نحوهٔ پرداخت ۳: نرخ بهره ساده بوده و بهره به صورت سالانه پرداخت می شود. اصل وام در انتهای دوره بازپرداخت می گردد. بهرهٔ حاصله در هر سال پرداخت می شود و کل مبلغ اصل وام در پایان سال پنجم بازپرداخت می شود.
 - نحوهٔ پرداخت ۴: نرخ بهره مرکب بوده و بهره و بخشی از اصل وام به صورت سالانه بازپرداخت می گردد. بهرهٔ حاصله و یک پنجم اصل وام (یا \$1000) در هر سال بازپرداخت می شود. ماندهٔ بازپرداخت نشدهٔ وام در هر سال کاهش می یابد؛ در نتیجه، بهرهٔ هر سال هم کاهش می یابد.
 - نحوهٔ پرداخت ۵: بازپرداخت های یکسان سالانه که شامل بهرهٔ مرکب و اصل وام می باشند. بازپرداخت های یکسان هر سال بابت بخشی از اصل وام و مابقی آن بابت بهرهٔ حاصله می باشد. به دلیل بازپرداخت های یکسان پایان سال، ماندهٔ وام با نرخ آهسته تر از نرخ نحوهٔ بازپرداخت ۴ کاهش می یابد. بنابراین، مقدار بهره کاهش می یابد اما با آهنگی آهسته تر.
- ب. در مورد معادل بودن هر برنامه بازپرداخت با نرخ بهرهٔ ساده یا مرکب ۸٪، توضیح مناسبی ارائه دهید.

حل مثال

الف. جدول ۳.۱، مقدار بهره، مبلغ بازپرداخت، جمع کل مبلغ بدهکاری در پایان هر سال و جمع کل مبلغ بازپرداخت شده طی دورهٔ ۵ ساله (جمع کل ستون ۴) را نشان می دهد. مقادیر بهره (ستون ۲) به ترتیب زیر تعیین می شوند:

نحوهٔ بازپرداخت ۱:	(۰/۰۸) (اصل وام اولیه) = بهرهٔ ساده
نحوهٔ بازپرداخت ۲:	(۰/۰۸) (جمع کل مبلغ بدهکاری سال قبل) = بهرهٔ مرکب
نحوهٔ بازپرداخت ۳:	(۰/۰۸) (اصل وام اولیه) = بهرهٔ ساده
نحوهٔ بازپرداخت ۴:	(۰/۰۸) (جمع کل مبلغ بدهکاری سال قبل) = بهرهٔ مرکب
نحوهٔ بازپرداخت ۵:	(۰/۰۸) (جمع کل مبلغ بدهکاری سال قبل) = بهرهٔ مرکب

توجه داشته باشید که «مبالغ پرداخت سالانه» هر «نحوه بازپرداخت» متفاوت است و به این دلیل شاهد تفاوت در «جمع کل مقادیر پرداختی» بیشتر برنامه های بازپرداخت هستیم، هر چند که هر برنامه دقیقاً ۵ساله تعریف شده است. اختلاف در «جمع کل مبالغ قابل پرداخت» می تواند به واسطه (۱) ارزش زمانی پول، (۲) شرایط بهره ساده یا مرکب و (۳) پرداخت بخشی از اصل وام قبل از اتمام ۵سال، توضیح داده شود.

جدول ۳.۱ نحوه های مختلف بازپرداخت \$۵۰۰۰ طی ۵سال با نرخ بهره ۸٪ به ازای هر سال

(۱)	(۲)	(۳)	(۴)	(۵)
پایان سال	بهره بدهکاری برای سال	جمع کل بدهکاری در پایان سال	بازپرداخت پایان سال	جمع کل بدهکاری بعد از بازپرداخت

نحوه بازپرداخت ۱: بهره ساده؛ بازپرداخت کل مبلغ در پایان سال.

۰				\$۵۰۰۰/۰۰
۱	\$۴۰۰/۰۰	\$۵۴۰۰/۰۰	-	۵۴۰۰/۰۰
۲	۴۰۰/۰۰	۵۸۰۰/۰۰	-	۵۸۰۰/۰۰
۳	۴۰۰/۰۰	۶۲۰۰/۰۰	-	۶۲۰۰/۰۰
۴	۴۰۰/۰۰	۶۶۰۰/۰۰	-	۶۶۰۰/۰۰
۵	۴۰۰/۰۰	۷۰۰۰/۰۰	\$۷۰۰۰/۰۰	
جمع کل			\$۷۰۰۰/۰۰	

نحوه بازپرداخت ۲: بهره مرکب؛ بازپرداخت کل مبلغ در پایان سال.

۰				\$۵۰۰۰/۰۰
۱	\$۴۰۰/۰۰	\$۵۴۰۰/۰۰	-	۵۴۰۰/۰۰
۲	۴۳۲/۰۰	۵۸۳۲/۰۰	-	۵۸۳۲/۰۰
۳	۴۶۶/۵۶	۶۲۹۸/۵۶	-	۶۲۹۸/۵۶
۴	۵۰۳/۸۸	۶۸۰۲/۴۴	-	۶۸۰۲/۴۴
۵	۵۴۴/۲۰	۷۳۴۶/۶۴	\$۷۳۴۶/۶۴	
جمع کل			\$۷۳۴۶/۶۴	

نحوه بازپرداخت ۳: بهره ساده بازپرداخت شده به طور سالانه؛ بازپرداخت اصل وام در پایان سال آخر.

۰				\$۵۰۰۰/۰۰
۱	\$۴۰۰/۰۰	\$۵۴۰۰/۰۰	\$ ۴۰۰/۰۰	۵۰۰۰/۰۰
۲	۴۰۰/۰۰	۵۴۰۰/۰۰	۴۰۰/۰۰	۵۰۰۰/۰۰
۳	۴۰۰/۰۰	۵۴۰۰/۰۰	۴۰۰/۰۰	۵۰۰۰/۰۰
۴	۴۰۰/۰۰	۵۴۰۰/۰۰	۴۰۰/۰۰	۵۰۰۰/۰۰
۵	۴۰۰/۰۰	۵۴۰۰/۰۰	۵۴۰۰/۰۰	
جمع کل			\$۷۰۰۰/۰۰	

جدول ۳.۱ (ادامه)

(۱)	(۲)	(۳)	(۴)	(۵)
پایان سال	بهره بدهکاری برای سال	جمع کل بدهکاری در پایان سال	بازپرداخت پایان سال	جمع کل بدهکاری بعد از بازپرداخت
۰				\$۵۰۰۰/۰۰
۱	\$۴۰۰/۰۰	\$۵۴۰۰/۰۰	\$۱۴۰۰/۰۰	۴۰۰۰/۰۰
۲	۳۲۰/۰۰	۴۳۲۰/۰۰	۱۳۲۰/۰۰	۳۰۰۰/۰۰
۳	۲۴۰/۰۰	۳۲۴۰/۰۰	۱۲۴۰/۰۰	۲۰۰۰/۰۰
۴	۱۶۰/۰۰	۲۱۶۰/۰۰	۱۱۶۰/۰۰	۱۰۰۰/۰۰
۵	۸۰/۰۰	۱۰۸۰/۰۰	۱۰۸۰/۰۰	
جمع کل			\$۶۲۰۰/۰۰	

نحوه بازپرداخت ۴: بهره مرکب؛ بازپرداخت بهره و بخشی از اصل وام به طور سالانه.

۰				\$۵۰۰۰/۰۰
۱	\$۴۰۰/۰۰	\$۵۴۰۰/۰۰	\$۱۲۵۲/۲۸	۴۱۴۷/۷۲
۲	۳۳۱/۸۲	۴۴۷۹/۵۴	۱۲۵۲/۲۸	۳۲۲۷/۲۵
۳	۲۵۸/۱۸	۳۴۸۵/۴۳	۱۲۵۲/۲۸	۲۲۳۳/۱۵
۴	۱۷۸/۶۵	۲۴۱۱/۸۰	۱۲۵۲/۲۸	۱۱۵۹/۵۲
۵	۹۲/۷۶	۱۲۵۲/۲۸	۱۲۵۲/۲۸	
جمع کل			\$۶۲۶۱/۴۱	

نحوه بازپرداخت ۵: بازپرداخت های یکسان سالانه شامل بهره مرکب و اصل وام.

ب. جدول ۳.۱ نشان می دهد که \$۵۰۰۰ در سال صفر معادل است با هر یک از عبارات زیر:

نحوه بازپرداخت ۱: \$۷۰۰۰ در پایان سال ۵ در نرخ بهره ساده ۸٪.

نحوه بازپرداخت ۲: \$۷۳۴۶/۶۴ در پایان سال ۵ در نرخ بهره مرکب ۸٪.

نحوه بازپرداخت ۳: مجموع \$۴۰۰ به ازای هر سال برای مدت ۴ سال و \$۵۴۰۰ در پایان سال ۵ در نرخ بهره ساده ۸٪.

نحوه بازپرداخت ۴: پرداخت های متفاوت کاهشی از سال ۱ (\$۱۴۰۰) تا آخر سال ۵ (\$۱۰۸۰)، شامل مجموع بهره و بخشی از اصل وام در نرخ بهره مرکب ۸٪.

نحوه بازپرداخت ۵: \$۱۲۵۲/۲۸ به ازای هر سال برای مدت ۵ سال در نرخ بهره مرکب ۸٪.

در ابتدای فصل ۲، محاسبات بسیاری مشابه نحوه بازپرداخت ۵ انجام خواهیم داد که در آن بهره

به صورت مرکب محاسبه شده و مبلغ یکنواختی در هر دوره بازپرداخت می گردد. این مبلغ دربردارنده بهره حاصل شده و بخشی از اصل وام می باشد.

۶.۱ اصطلاحات و نمادها

در روش ها و معادلات اقتصاد مهندسی، اصطلاحات و نمادهای زیر به کار می روند. در ادامه توضیحات هر نماد، نمونه هایی از واحدهای هر نماد آورده شده است.

$P =$ ارزش یا مقدار پول مشخصی در زمان حال یا زمان صفر. از P به عناوین زیر نیز یاد می شود. ارزش فعلی (PW) ، ارزش حال (PV) ، خالص ارزش حال (NPV) ، جریان های نقدی تنزیل شده (DCF) و هزینه سرمایه شده (CC) ؛ واحد این نماد، واحدهای پولی مثل دلار، یورو و ... می باشد.

$F =$ ارزش یا مقدار پول در زمان آینده. F همچنین ارزش آتی (FW) و یا ارزش آینده (FV) نیز نامیده می شود؛ واحد این نماد، واحدهای پولی مثل دلار، یورو و ... می باشد.

$A =$ سری مبالغ متوالی یکسان در پایان دوره ها. A همچنین ارزش سالیانه (AW) و ارزش سالیانه یکنواخت معادل $(EUAW)$ نیز نامیده می شود. برخی واحدهای این نماد عبارتند از: دلار به ازای هر سال، دلار به ازای هر ماه.

$n =$ تعداد دوره های بهره. برخی از واحدهای این نماد عبارتند از: سال، ماه، روز.

$i =$ نرخ بهره یا نرخ بازگشت به ازای هر دوره زمانی. برخی از واحدهای این نماد عبارتند از:

درصد به ازای هر سال، درصد به ازای هر ماه، درصد به ازای هر روز.

$t =$ زمان. بیان شده برحسب دوره.

نمادهای F و P معرف رویدادهای مالی گوناگون در زمان های مختلف هستند. A با یک مقدار عددی یکسان در هر دوره بهره ظاهر می شود. بدیهی است که یک ارزش حال (P) بیانگر مبلغی پول در زمانی قبل از یک ارزش آتی (F) و یا قبل از اولین وقوع مبالغ سری یکنواخت (A) می باشد.

شایان ذکر است که نماد A همواره بیانگر یک مبلغ یکنواخت (به عبارت دیگر مبلغ یکسان در هر دوره) می باشد که در طول دوره های متوالی بهره ادامه می یابند. همواره لازم است این دو

1. Present Worth
2. Present Value
3. Net Present Value
4. Discounted Cash Flow
5. Capital Cost

6. Future Worth
7. Future Value
8. Annual Worth
9. Equivalence Uniform Annual Worth

ویژگی (یکنواختی مبالغ و توالی آن‌ها) در مورد یک سری جریان نقدی وجود داشته باشد تا بتوان نماد A را به آن سری اطلاق نمود.

همواره فرض بر این است که نرخ بهره (i) یک نرخ مرکب می باشد، مگر آنکه به طور خاص تحت عنوان بهره ساده معرفی شود. عموماً نرخ i برحسب درصد به ازای هر دوره بهره بیان می شود، مثلاً ۱۲% به ازای هر سال. در محاسبات اقتصاد مهندسی همواره از معادل اعشاری i استفاده می شود. تمام مسائل اقتصاد مهندسی، شامل عناصر زمان (n) و نرخ بهره (i) می باشند. به طور کلی، هر مسئله حداقل چهار نماد از نمادهای P, F, A, i و n ، همراه با مقدار معلوم یا برآورد شده حداقل سه نماد از این چهار نماد را دربردارد.

مثال ۷.۱

شخصی جدیداً در شرکت هواپیمایی بوئینگ استخدام شده است. او در صدد است که مبلغ $\$10,000$ بابت کمک هزینه خرید اتومبیل وام بگیرد. وی توافق نموده است که مجموع اصل وام و ۸% بهره به ازای هر سال را بعد از ۵ سال بازپرداخت کند. نمادهای اقتصاد مهندسی موجود در این مثال و مقادیر عددی شان را به منظور به دست آوردن جمع کل بدهکاری بعد از ۵ سال مشخص کنید.

حل مثال

در این مسئله P, i, n معلوم هستند و کل مبلغ به صورت یکجا بازپرداخت می گردد. زمان برحسب سال بیان شده است.

$$P = \$10,000$$

$$i = ۸\% \text{ به ازای هر سال}$$

$$n = ۵ \text{ سال}$$

$$F = ?$$

مقدار عددی ارزش آتی (F) مجهول است.

مثال ۸.۱

فرض کنید شما در حال حاضر، مبلغ $\$2000$ با نرخ بهره ۷% به ازای هر سال و برای مدت ۱۰ سال وام گرفته اید و می باید این وام را به صورت مبالغ سالانه برابر، بازپرداخت کنید. نمادهای معلوم و مقادیر عددی شان را معین کنید.

حل مثال

زمان برحسب سال می باشد.

$$P = \$2000$$

$$A = ? \text{ به ازای هر سال برای مدت ۱۰ سال}$$

$$i = ۷\% \text{ به ازای هر سال}$$

$$n = ۱۰ \text{ سال}$$

در مثال های ۷.۱ و ۸.۱، مقدار P یک مبلغ دریافتی برای وام گیرنده می باشد و F یا A مبلغ پرداختی توسط وام گیرنده است. این نمادها همچنین می توانند در مورد پرداخت و دریافت توسط وام دهنده نیز به کار روند.

مثال ۹.۱

کارفرمای جدید شما در شرکت فورده، در تاریخ یکم ژوئیه ۲۰۰۸ مبلغ $\$5000$ را بابت بخشی از پاداش کار در حساب بانکی تان سپرده گذاری می کند. این حساب 5% بهره به ازای هر سال می پردازد. فرض کنید شما می خواهید یک مبلغ سالانه برابر به ازای هر سال برای مدت 10 سال پیش رو برداشت نمایید. نمادها و مقادیر عددی مربوطه را مشخص کنید.

حل مثال

زمان برحسب سال می باشد. $P = \$5000$

$A = ?$ به ازای هر سال

$i = 5\%$ به ازای هر سال

$n = 10$ سال

مثال ۱۰.۱

فرض کنید شما اکنون در صدد تدارک مبلغ $\$5000$ بابت سپرده گذاری یک حساب سرمایه گذاری می باشید که به ازای هر سال 6% بهره می پردازد. شما می خواهید از سال آینده مبلغ $\$1000$ را به صورت سالانه در پایان هر سال و برای مدت 5 سال برداشت کنید. در صورتی که در نظر داشته باشید که در پایان سال ششم با برداشت باقیمانده پول، حساب تان را ببندید، نمادهای معلوم و مجهول را تعیین کنید.

حل مثال

زمان برحسب سال بیان می شود. $P = \$5000$

$A = \$1000$ به ازای هر سال به مدت 5 سال

$F = ?$ در پایان سال 6

$i = 6\%$ به ازای هر سال

$n_A = 5$ سال

$n_F = 6$ سال

۷.۱ جریان های نقدی: برآورد و ترسیم نمودار

جریان های نقدی عبارتند از جریان های ورودی^۱ و جریان های خروجی^۲ پول. این جریان ها ممکن است مقادیر عددی برآورد شده و یا مقادیر عددی مشاهده شده باشند. هر شخص یا شرکتی دارای یک سری دریافتی های نقدی (درآمدها و عایدی ها یعنی جریانات ورودی) و یک سری پرداختی های نقدی (مخارج و هزینه ها یعنی جریانات خروجی) می باشد. این دریافتی ها و پرداختی ها، جریانات نقدی می باشند. جریان نقدی با علامت مثبت نمایانگر جریان ورودی و جریان نقدی با علامت منفی بیانگر جریان خروجی می باشد. جریانات نقدی در مقاطع معین زمانی، از قبیل اماه یا اسال روی می دهند.

از میان تمام عناصر یک مطالعه اقتصاد مهندسی، برآورد جریان نقدی احتمالاً دشوارترین و کم دقت ترین مورد آنهاست. برآوردهای جریان نقدی صرفاً برآوردهایی در مورد آینده ای نامطمئن هستند. پس از برآورد جریان های نقدی، تکنیک های موجود در این کتاب فرآیند تصمیم گیری را هدایت می کنند. اما، مسلماً صحت و دقت به واقعیت پیوستن برآوردهای جریانات نقدی ورودی و خروجی یک گزینه در زمان های مربوطه، کیفیت تحلیل اقتصادی و نتیجه گیری را تعیین می کند.

جریانات نقدی ورودی (دریافتی ها)، بسته به ماهیت فعالیت در نظر گرفته شده و نوع کسب و کار مورد بحث، ممکن است ترکیبی از موارد زیر باشند.

نمونه هایی از برآوردهای جریانات نقدی ورودی

- درآمدها (حاصل از فروش و قراردادهای)
- کاهش هزینه عملیاتی (ناشی از یک گزینه)
- ارزش اسقاطی
- امکان صرفه جویی در هزینه ها
- دریافت اصل وام
- صرفه جویی های مالیاتی
- دریافتی های حاصل از فروش اوراق قرضه و سهام

جریانات نقدی خروجی (پرداختی ها)، بسته به ماهیت فعالیت در نظر گرفته شده و نوع کسب و کار مورد بحث، ممکن است ترکیبی از موارد زیر باشند.

-
1. Inflows
 2. Outflows

نمونه‌هایی از برآوردهای جریان‌های نقدی خروجی

- هزینه اولیه خرید دارایی‌ها
- هزینه‌های طراحی مهندسی
- هزینه‌های عملیاتی (سالانه و بالاسری)
- هزینه‌های تعمیر و نگهداری دوره‌ای
- بازپرداخت‌های بهره و اصل وام
- هزینه‌های پیش‌بینی شده و پیش‌بینی نشده بهسازی
- مالیات بر درآمد

اطلاعات مورد نیاز جهت برآورد جریان‌های نقدی، ممکن است در بخش‌هایی از قبیل حسابداری، تأمین مالی، بازاریابی، فروش، مهندسی، طراحی، تولید، خدمات میدانی و خدمات کامپیوتری قابل دستیابی باشند. صحت و درستی برآوردها، بیش از هر چیز، متکی به تجربیات شخص برآوردکننده در شرایط و مشاغل مشابه می‌باشد. عموماً برآوردها به صورت برآورد نقطه‌ای^۱ صورت می‌گیرند. به عبارت دقیق‌تر، برای هر عنصر اقتصادی مربوط به یک گزینه قابل انتخاب، یک برآورد تک‌مقداری^۲ شکل می‌گیرد. در صورتی که رویکردی آماری به مطالعه اقتصاد مهندسی داشته باشیم، می‌توان از برآورد فاصله‌ای^۳ یا برآورد توزیعی^۴ نیز استفاده نمود. در شرایطی که پیش‌بینی شود برآوردهای اصلی و کلیدی در محدوده وسیعی نوسان داشته باشند، یک مطالعه آماری به لحاظ محاسباتی نتایج کامل‌تری ارائه می‌دهد. ما در طول این کتاب، غالباً از برآوردهای نقطه‌ای استفاده خواهیم کرد.

پس از شکل‌گیری برآوردهای جریان نقدی ورودی و خروجی، امکان تعیین خالص جریان نقدی^۵ فراهم می‌شود.

$$\text{پرداختی‌ها} - \text{دریافتی‌ها} = \text{خالص جریان نقدی} \quad [۵.۱]$$

$$\text{جریان‌های نقدی خروجی} - \text{جریان‌های نقدی ورودی} =$$

نظر به اینکه جریان‌های نقدی (پرداختی‌ها و دریافتی‌ها) در دنیای واقعی در زمان‌های مختلفی از محدوده یک دوره بهره‌روی می‌دهد، جهت ساده‌سازی محاسبات، «فرض انتهای دوره» شکل می‌گیرد.

-
1. Point Estimate
 2. Single Value Estimate
 3. Range Estimate
 4. Distribution Estimate
 5. Net Cash Flow

فرض انتهای دوره (که در طول این کتاب آن را به عنوان یک قرارداد می پذیریم) به این معناست که فرض می شود تمام جریان های نقدی در پایان یک دوره بهره اتفاق می افتند. به عبارت دیگر، هنگامی که چندین دریافتی و پرداختی در محدوده یک دوره بهره معین روی می دهد، فرض می گردد خالص جریان نقدی در پایان دوره مورد نظر اتفاق می افتد.

شکل ۳.۱ یک جریان نقدی با مقیاس زمانی ۵ سال.



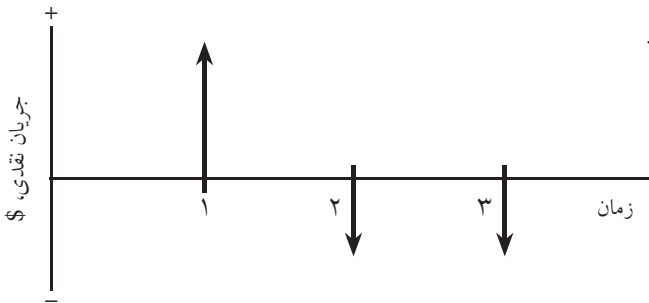
هر چند که به واسطه یک فرض، منحنی های مبالغ F یا A در پایان دوره های بهره قرار می گیرند، درک این مطلب ضروری است که پایان دوره لزوماً ۳۱ دسامبر (آخرین روز سال میلادی) نمی باشد. در مثال ۹.۱ سپرده گذاری در تاریخ اژوئیه صورت گرفت و برداشت ها در تاریخ اژوئیه هر سال به مدت ۱۰ سال انجام خواهد شد. در نتیجه، پایان دوره به معنای پایان دوره بهره می باشد نه پایان سال تقویمی.

نمودار جریان نقدی یک ابزار بسیار مهم در تحلیل اقتصادی می باشد، خصوصاً زمانی که سری جریان نقدی پیچیده و غیرمعمول باشد. این نمودار عبارت است از نمایش گرافیکی جریان نقدی که بر اساس یک مقیاس زمانی ترسیم می شود. این نمودار شامل مقادیر عددی نمادهای معلوم، نمادهای برآوردی و نمادهای مجهول می باشد. به عبارت دقیق تر، هنگامی که نمودار جریان نقدی به طور کامل ترسیم می شود، فرد قادر است تا با نگاه کردن به نمودار، مسئله مورد نظر را حل نماید.

در نمودار جریان نقدی، زمان $t=0$ ، زمان حال (هم اکنون) و $t=1$ پایان دوره ۱ می باشد. فعلاً فرض می کنیم دوره ها برحسب سال هستند. مقیاس زمانی شکل ۳.۱ برای مدت ۵ سال تنظیم شده است. از آنجا که «فرض ضمنی انتهای سال»، جریان های نقدی را در پایان سال ها قرار می دهد، «۱» موجود در مقیاس زمانی نمودار نشانه پایان سال ۱ می باشد.

به رغم اینکه استفاده از مقیاس دقیق (برای ابعاد دوره زمانی و اندازه نسبی فلش های جریان نقدی) برای نمودار جریان نقدی ضروری نمی باشد، لیکن در صورت ترسیم یک نمودار مرتب و منظم همراه با مقیاس تقریبی نزدیک به واقعیت برای زمان و جریان های نقدی، از بروز خطاها و اشتباهات جلوگیری خواهد شد.

جهت فلش ها در نمودارهای جریان نقدی مسئله مهمی است. یک فلش عمودی رو به بالا، یک جریان نقدی مثبت و یک فلش رو به پایین، یک جریان نقدی منفی را نشان می دهد. شکل ۴.۱ یک دریافتی (جریان نقدی ورودی) در پایان سال ۱ و دو پرداختی هم مبلغ (جریان نقدی خروجی) در پایان



سال های ۲ و ۳ را نشان می دهد.

شکل ۴.۱

نمونه ای از

جریان های نقدی مثبت و منفی.

اینکه از چه منظر و یا چه جایگاهی به یک مبلغ نگریسته می شود، باید قبل از قرار دادن علامت جریان نقدی و ترسیم نمودار آن، مشخص شود. جهت تشریح این موضوع، به عنوان مثال فرض کنید که شما ۲۵۰۰\$ جهت خرید نقدی یک دستگاه موتورسیکلت هارلی دیویدسون^۱ کار کرده ۲۰۰۰\$ دلاری، وام می گیرید و ۵۰۰\$ باقیمانده را جهت انجام امور نقاشی و بهسازی رنگ موتور استفاده می کنید. در این شرایط ممکن است از جوانب و ابعاد مختلف به این مبالغ نگریسته شود. شکل نگاه های ممکن، علامت های جریان نقدی و مبالغ آنها به قرار زیر است.

شکل نگاه	جریان نقدی (\$)
واحد اعتباری	-۲۵۰۰
شما به عنوان وام گیرنده	+۲۵۰۰
شما به عنوان خریدار	-۲۰۰۰
شما به عنوان مراجعه کننده به مغازه نقاشی	-۵۰۰
فروشنده موتور سیکلت	+۲۰۰۰
مالک مغازه نقاشی	+۵۰۰

مثال ۱۱.۱

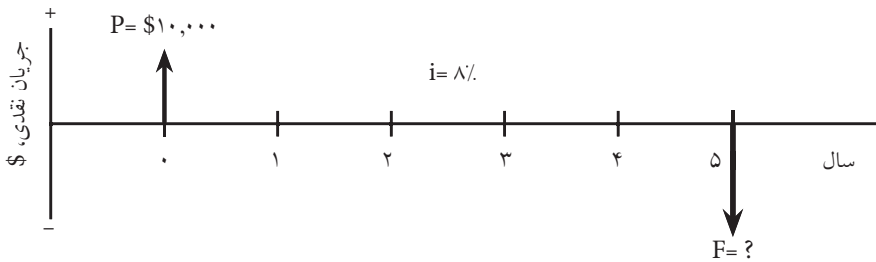
مثال ۷.۱ را مجدداً مرور کنید. در این مثال، مبلغ $P = \$10,000$ با نرخ بهره ۸٪ به ازای هر سال وام گرفته شده و مبلغ F بعد از ۵ سال باید بازپرداخت شود. نمودار جریان نقدی مورد نظر را ترسیم نمایید.

حل مثال

شکل ۵.۱ نمودار جریان نقدی را از دید وام گیرنده نمایش می دهد. مبلغ فعلی P جریان نقدی ورودی مربوط به اصل وام بوده و مبلغ آتی F جریان نقدی خروجی مربوط به مبلغ بازپرداخت در انتهای سال ۵ می باشد. نرخ بهره همیشه باید در بالای نمودار نشان داده شود.

1. Harley-Davidson

شکل ۵.۱ نمودار جریان نقدی، مثال ۱۱.۱.

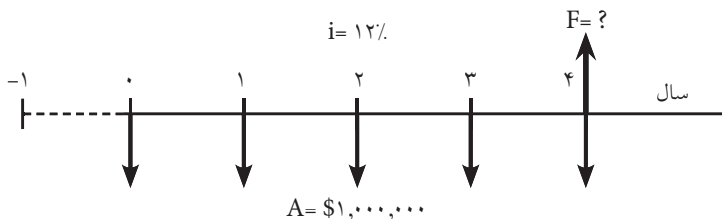


مثال ۱۲.۱

شرکت اکسون موبایل^۱ هر ساله مبالغ هنگفتی بابت بهبود جنبه های مختلف ایمنی در سراسر عملیات های جهانی اش هزینه می کند. Carla Ramos که سرپرست گروه مهندسی در عملیات های امریکای مرکزی و مکزیک می باشد، در نظر دارد هر ساله مخارجی به مبلغ ۱ میلیون دلار را از هم اکنون تا ۴ سال آینده بابت بهبود و بهسازی شیرهای فشارشکن هزینه کند. نمودار جریان نقدی مورد نظر را جهت به دست آوردن ارزش معادل این مخارج در پایان سال ۴ ترسیم نمایید. در نظر داشته باشید که هزینه سرمایه برای مخارج ایمنی ۱۲٪ به ازای هر سال، برآورد شده است.

حل مثال

شکل ۶.۱ سری یکنواخت جریان نقدی منفی (مربوط به مخارج) را برای ۵ دوره نشان می دهد. مقدار مجهول F (مبلغ معادل جریان نقدی مثبت) دقیقاً در همان سال پنجمین مبلغ هزینه قرار می گیرد. از آنجائی که مخارج بلافاصله از همین حالا شروع می شود، ۱ میلیون دلار اول در زمان ۰ نمایش داده می شود نه در زمان ۱. در نتیجه، آخرین جریان نقدی منفی در چهارمین سال قرار می گیرد. یعنی همان زمانی که F نیز قرار دارد. در صورت قرار دادن سال ۱- قبل از سال ۰، این نمودار برای مدت ۵ سال کامل، ترسیم خواهد شد. با قرار گرفتن ۵ سال کامل بر روی محور زمان این نمودار مشابه شکل ۵.۱ به نظر می رسد. این عنصر اضافه شده (سال -۱) نشان می دهد که سال ۰ نقطه پایان دوره سال -۱ می باشد.



شکل ۶.۱

نمودار جریان نقدی،

مثال ۱۲.۱.

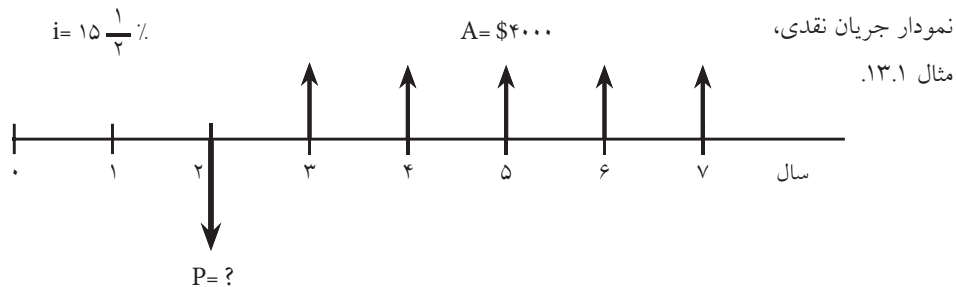
مثال ۱۳.۱

پدري می خواهد مبلغی را از ۲ سال بعد، جهت تأمین شهریه دانشگاه دولتی فرزندش، سرمایه گذاری نماید. این مبلغ باید به اندازه ای باشد که وی بتواند ۳ سال بعد از هم اکنون، برای مدت ۵ سال به ازای هر سال مبلغ \$۴۰۰۰ را بابت شهریه دانشگاه برداشت کند. در صورتی که نرخ بازگشت سرمایه گذاری مورد نظر ۱۵/۵٪ به ازای هر سال برآورد شود، نمودار جریان نقدی مربوطه را ترسیم نمایید.

حل مثال

شکل ۷.۱ جریان نقدی را از منظر پدر نمایش می دهد. از این رو، ارزش حال P یک جریان نقدی خروجی در سال ۲ می باشد و باید آن را به دست آورد ($P=?$). توجه داشته باشید که این ارزش حال در زمان $t=0$ اتفاق نمی افتد، بلکه یک دوره قبل از اولین مقدار A (۴۰۰۰ دلاری) روی می دهد. مقادیر عددی A جریان های نقدی ورودی برای پدر می باشند.

شکل ۷.۱



۸.۱ قانون ۷۲

با استفاده از قانون ۷۲ می توان تعداد سال های لازم (n) و یا نرخ بهره مرکب یا نرخ بازگشت (i) مورد نیاز جهت دو برابر شدن مبلغ مشخصی پول را برآورد نمود. این قانون بسیار ساده است؛ مدت زمان لازم جهت دو برابر شدن یک مبلغ، با در نظر گرفتن نرخ مرکب تقریباً برابر است با ۷۲ تقسیم بر نرخ مورد نظر بر حسب درصد.

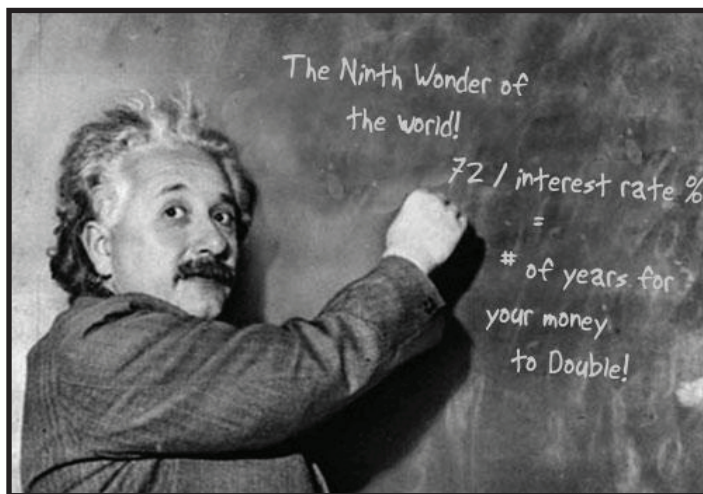
$$n = \frac{72}{i} \text{ تقریبی}$$

[۶.۱]

جدول ۴.۱ تعداد سال های لازم جهت دو برابر شدن مبلغی پول

نرخ مرکب، بر حسب درصد به ازای هر سال	زمان لازم برای دو برابر شدن مبلغی پول	
	جواب واقعی، بر حسب سال	جواب قانون ۷۲، بر حسب سال
۵	۱۴/۲	۱۴/۴
۸	۹/۰	۹/۰
۱۰	۷/۳	۷/۲
۱۲	۶/۱	۶/۰
۲۴	۳/۲	۳/۰

برای مثال، در نرخ ۵٪ به ازای هر سال، مدت زمان لازم جهت دو برابر شدن مبلغی مشخص تقریباً $\frac{72}{5} = 14.4$ سال می باشد (مدت زمان واقعی ۱۴/۲ می باشد). جدول ۴.۱ نتایج قانون ۷۲ را با زمان های واقعی مورد نیاز مقایسه می کند. این زمان های واقعی با استفاده از فرمول های ارزش زمانی پول که در فصل ۲ توضیح داده می شود، محاسبه شده اند.



آلبرت انیشتین: بهره مرکب، قوی ترین نیروی موجود در عالم است.

معادله [۶.۱] را می توان جهت تقریب زدن نرخ مرکب لازم به ازای هر سال (i) برای دو برابر کردن مبلغی در مدت n سال به کار برد.

$$i \approx \frac{72}{n}$$

[۷.۱]

برای مثال، در صورتی که بهای بنزین طی ۶ سال دو برابر شود، نرخ مرکب افزایش قیمت تقریباً برابر $\frac{۷۲}{۶} = ۱۲\%$ به ازای هر سال می باشد (نرخ دقیق $۱۲/۲۵\%$ به ازای هر سال می باشد). تعداد سال ها و نرخ مرکب تقریبی لازم جهت ۴ برابر شدن مبلغی مشخص، دو برابر جواب به دست آمده از قانون ۷۲ می باشد.

در مورد بهره ساده، قانون ۱۰۰ با فرم کلی معادله ای که در بالا بیان شد، به کار می رود. در قانون ۱۰۰، مقدار عددی n یا i دقیق می باشد و دیگر تقریبی نیست. به عنوان مثال، مبلغ مشخصی پول دقیقاً در ۱۲ سال با نرخ بهره ساده $\frac{۱۰۰}{۱۲} = ۸/۳۳\%$ به ازای هر سال، دو برابر می گردد و همین طور با نرخ ۱۰% بهره ساده جهت دو برابر شدن دقیقاً $\frac{۱۰۰}{۱۰} = ۱۰$ سال زمان لازم دارد.

۹.۱ مقدمه ای بر کاربرد توابع صفحه گسترده

با استفاده از توابع موجود در صفحه گسترده های کامپیوتری، می توان تا حد زیادی محاسبات دستی و ماشین حسابی مربوط به مباحث معادل بودن را کاهش داد. این محاسبات غالباً در مورد بهره مرکب و نمادهای P, F, A, i و n می باشد. در بیشتر موارد می توان یک تابع از قبل تعریف شده در یک سلول وارد نمود و بلافاصله جواب نهایی را به دست آورد. برای این منظور می توان از هر نرم افزار صفحه گسترده ای استفاده نمود. در طول این کتاب، نرم افزار اکسل^۱ مورد استفاده قرار می گیرد. چرا که این نرم افزار به سهولت قابل دسترس بوده و کاربرد ساده ای دارد.

پیوست A در جلد دوم دستورالعمل نحوه کاربرد صفحه گسترده ها و اکسل می باشد. در این پیوست، توابع مورد استفاده در اقتصاد مهندسی به همراه توضیحات تمام پارامترهای (آرگومان های) قرار گرفته درون پرانتزهای بعد از شناسه تابع، به تفصیل توضیح داده می شوند. منوی Help موجود در نرم افزار اکسل، اطلاعات مشابهی را در اختیاران قرار می دهد. پیوست A در جلد دوم، همچنین شامل بخشی در مورد صفحه آرای صفحه گسترده ها نیز می باشد که هنگام ارائه تحلیل اقتصادی برای اشخاص دیگر (یک همکار، کارفرما یا استاد) مفید خواهد بود.

این هفت تابع اکسل با کمک هم، قادرند اکثر محاسبات اصلی اقتصاد مهندسی را انجام دهند. با این وجود، این توابع هیچ گاه نمی تواند جایگزین شناخت و اطلاع از نحوه عملکرد بهره مرکب و ارزش زمانی پول باشند. این توابع ابزارهای تکمیلی مفیدی هستند، ولیکن، هرگز جای شناخت و درک توابع اقتصاد مهندسی، فروض و تکنیک ها را نمی گیرند.

استفاده از نمادهای P, F, A, i و n دقیقاً به همان ترتیبی است که در بخش ۶.۱ توضیح داده شد. توابعی از اکسل که بیشترین کاربرد را در تحلیل اقتصاد مهندسی دارند، به شرح زیر نوشته می شوند.

$PV(i\%, n, A, F)$ = جهت به دست آوردن ارزش حال (P) یک سری (A)

$FV(i\%, n, A, P)$ = جهت به دست آوردن ارزش آتی (F) یک سری (A)

$PMT(i\%, n, P, F)$ = جهت به دست آوردن ارزش دوره‌ای یکسان (A)

$NPV(i\%, A, P, F)$ = جهت به دست آوردن تعداد دوره‌ها (n)

$RATE(n, A, P, F)$ = جهت به دست آوردن نرخ بهره مرکب (i)

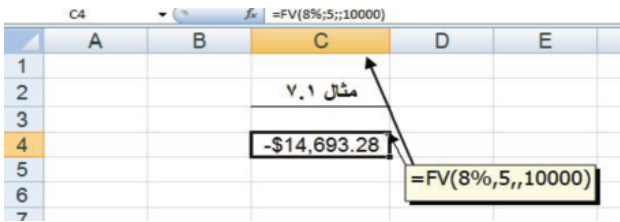
IRR (سلول آخر: سلول اول) = جهت به دست آوردن نرخ بهره مرکب (i)

سلول اول + (سلول آخر: سلول دوم) $NPV(i\%, P)$ = جهت به دست آوردن ارزش حال (P) هر نوع سری

در صورتی که بعضی از این پارامترها، در یک مسئله خاص کاربردی نداشته باشند، این پارامتر را می‌توان وارد نکرده و آن پارامتر، صفر در نظر گرفته می‌شود. در شرایطی که پارامتر حذف شده یکی از پارامترهای واقع در بین دو کاما باشد، علامت کاما باید حتماً وارد شود. در مورد دو تابع آخر (IRR و NPV) لازم است که یک سری از اعداد در سلول‌های متوالی وارد شوند، اما در مورد پنج تابع اول به جز پارامترهای موجود در پرانتز به اطلاعات جنبی اضافه تری نیاز نمی‌باشد. در تمام توابع بالا، تابع مورد نظر بعد از علامت مساوی (=) در یک سلول دلخواه وارد می‌شود؛ با فشار دادن کلید Enter، جواب مورد نظر در همان سلول نمایش داده می‌شود.

هر یک از این توابع در ادامه کتاب و در جای مناسب توضیح داده و با مثال تشریح خواهد شد. علیرغم این موضوع، جهت به دست آوردن یک تصویر ذهنی در مورد نحوه عملکرد این توابع به مثال‌های ۷.۱ و ۸.۱ مجدداً مراجعه کنید. در مثال ۷.۱ مبلغ آتی (F) مجهول است، همچنان که در حل مثال با $F = ?$ نشان داده شده است. در فصل ۲ خواهیم آموخت که چگونه با استفاده از ارزش زمانی پول مقدار مجهول F را به دست آوریم، در شرایطی که مقادیر معلوم i, P و n مشخص باشند. در مثال ۷.۱ برای به دست آوردن F با استفاده از صفحه گسترده، تنها کافی است تابع FV را بعد از یک علامت مساوی در هر سلول دلخواه وارد نمایید. فرم کلی آن به صورت $FV(i\%, n, P)$ یا $FV(8\%, 5, 10000)$ می‌باشد. به این دلیل که هیچ‌گونه A ای در مثال ۷.۱ مطرح نشده است، لذا دو علامت کاما به صورت متوالی وارد می‌شود (,,). شکل ۸.۱ الف تصویری کامپیوتری از نرم افزار اکسل می‌باشد که در آن تابع FV در سلول C4 وارد شده است. پاسخ $14,693/28 - \$$ در همان سلول نمایش داده شده است. جواب، یک مبلغ منفی از دید وام‌گیرنده بابت بازپرداخت وام بعد از ۵ سال می‌باشد. فرم کلی تابع FV در نوار فرمولی بالای صفحه کاری به نمایش در می‌آید. کادر مستطیلی شکل نیز فرم کلی تابع FV را نشان می‌دهد.

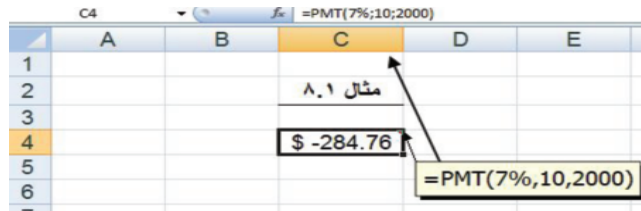
در مثال ۸.۱ مقدار مبالغ سالیانه معادل (A) مجهول و مقادیر i, P و n معلوم می‌باشند. با استفاده از تابع $PMT(7\%, 10, 2000)$ = مقدار عددی A را به دست آورید. شکل ۸.۱ ب نتیجه مورد نظر را نشان می‌دهد.



(الف)

شکل ۸.۱

نحوه استفاده از توابع صفحه گسترده برای مثال ۷.۱ (شکل الف) و مثال ۸.۱ (شکل ب)!



(ب)

خلاصه فصل

وام و بهره روی بهره) در قالب فرمول‌ها، جداول و نمودارها توضیح داده شد.

MARR، یک نرخ بازگشت معقول و منطقی بوده که به عنوان نرخ حد نصاب جهت تشخیص گزینه‌های قابل قبول از نظر اقتصادی تعیین می‌شود. MARR همواره بالاتر از نرخ بازگشت سرمایه گذاری بی خطر و هزینه تأمین سرمایه شرکت می‌باشد.

همچنین، در این فصل شیوه برآورد، قراردادهای فروض ضمنی و نحوه ترسیم نمودار جریان‌های نقدی نیز ارائه شد.

اقتصاد مهندسی عبارت است از تکنیک‌هایی جهت به کارگیری عوامل اقتصادی در راستای ارزیابی گزینه‌ها با در نظر گرفتن ارزش زمانی پول. مطالعات اقتصاد مهندسی شامل محاسبه مقدار ارزش اقتصادی مشخص برای جریان‌های نقدی برآورد شده در طول دوره‌های زمانی معین می‌باشد.

مفهوم معادل بودن به درک بهتر چگونگی برابر بودن مبالغ متفاوت پول (F, P و A) در زمان‌های مختلف (n)، برحسب شرایط اقتصادی (i) کمک می‌کند. در این فصل تفاوت‌های بین بهره ساده (صرفاً بر اساس اصل وام) و بهره مرکب (بر اساس اصل

1. در اینجا ذکر دو نکته خالی از لطف نیست. نکته اول اینکه شما می‌توانید از طریق منوی Sheet Option < Page Layout انتخاب گزینه Sheet Right-to-Left، چیدمان صفحه گسترده خود را از حالت چپ به راست (مناسب برای زبان انگلیسی) به حالت راست به چپ (مناسب برای زبان فارسی) تغییر داده و صفحه گسترده‌های خود را به صورت مناسب تر و مبتنی بر زبان شیوای فارسی، تدوین نمایید. از این فصل به بعد تمامی صفحه گسترده‌ها به این صورت، تدوین شده‌اند. نکته دوم اینکه در برخی از نسخه‌های نرم افزار اکسل لازم است که در فرآیند فرمول نویسی به جای علامت کاما(,) از علامت نقطه کاما(;) استفاده نموده تا جواب مورد نظر را به دست آورید. بنابراین، در صورتی که فرمول نویسی را با علامت کاما انجام داده و با هشدار خطا مواجه شدید، حتماً فرمول تدوین شده خود را با علامت نقطه کاما نیز امتحان کنید.

مسائل

تعاریف و مفاهیم مقدماتی

- ۱.۱ اقتصاد مهندسی در زمینه انتخاب گزینه ها، در انجام چه امری به شما کمک خواهد نمود و در انجام چه امری کمکی نخواهد کرد؟
- ۲.۱ در تحلیل اقتصادی، درآمدها و هزینه ها نمونه هایی از چه چیزهایی هستند؟
- ۳.۱ تکنیک های تحلیلی مورد استفاده در اقتصاد مهندسی عملاً چه کاربردی دارند؟
- ۴.۱ اصطلاح «معیار ارزیابی» چه معنایی دارد؟
- ۵.۱ در تحلیل اقتصادی، اساساً از چه معیاری جهت ارزیابی استفاده می شود؟
- ۶.۱ اصطلاح «عوامل نامشهود» به چه معناست؟
- ۷.۱ سه نمونه از عوامل نامشهود را بیان کنید.
- ۸.۱ بهره، نمادی از کدام مفهوم کلی در اقتصاد مهندسی است؟
- ۹.۱ از میان دیمانسیون های اصلی طول، جرم، زمان و شارژ الکتریکی کدام یک مهم ترین دیمانسیون در تحلیل اقتصادی می باشد؟
- نرخ بهره و معادل بودن**
- ۱۰.۱ عبارتی که توصیف کننده پاداش اجاره دادن پول می باشد، کدام است؟
- ۱۱.۱ هنگامی که نرخ بهره ای بدون اشاره به دوره زمانی خاصی بیان شود (مثلاً ۳٪)، فرض می گردد دوره زمانی مورد نظر، چه دوره زمانی باشد؟
- ۱۲.۱ در یک فرآیند اخذ وام، مبلغ اولیه تحت چه عنوانی شناخته می شود؟
- ۱۳.۱ زمانی که بازدهی اوراق قرضه دولتی ایالات متحده ۳٪ به ازای هر سال است، نشان دهنده آن است که سرمایه گذاران در حال حاضر انتظار دارند نرخ تورم تقریباً چقدر باشد؟
- ۱۴.۱ توزیع کننده محلی شیرهای چندحالتی شرکت Valco، به منظور احداث یک انبار کالای جدید، مبلغ ۱/۶ میلیون دلار را با نرخ ۱۰٪ بهره به ازای هر سال وام گرفته است. در صورتی که این شرکت، وام مذکور را به صورت یکجا (الف) و بعد از ۲ سال بازپرداخت نماید، (الف) کل مبلغ بازپرداخت و (ب) مقدار بهره تعلق گرفته چقدر خواهد بود؟
- ۱۵.۱ مبلغ ۲ میلیون دلار اکنون، پس از یکسال در چه نرخ بهره ای معادل با ۲/۴۲ میلیون دلار خواهد شد؟
- ۱۶.۱ شرکت جنرال موتورز (GM) تصمیم به تسویه نمودن وام های کوتاه مدت خود دارد تا در شرایط برخی از بدهی هایش تغییر ایجاد کند. در صورتی که این شرکت یک سال پیش با نرخ بهره ۸٪ وام اخذ نموده باشد و کل هزینه بازپرداخت این وام ۸۲ میلیون دلار باشد، محاسبه نمایید مبلغ اصل وام (مبلغ اولیه وام) چه میزان بوده است؟
- ۱۷.۱ یک شرکت تولید کننده محصولات نانو تکنولوژیک، با هدف به دست آوردن نرخ بازگشت حداقل ۳۰٪ به ازای هر سال روی سرمایه گذاری اش، برای مدت پنج سال اول، تأسیس شده است. در صورتی که این شرکت در کل ۲۰۰ میلیون دلار بابت سرمایه گذاری مخاطره آمیزش کسب کند، چه مقدار پول می بایست در سال اول به دست آورد؟
- ۱۸.۱ چند سال طول خواهد کشید تا یک سرمایه گذاری ۲۸۰/۰۰۰ دلاری، در نرخ بهره ۱۵٪ به ازای هر سال، حداقل مبلغی معادل ۴۲۵/۰۰۰ دلار را روی هم انباشت کند؟
- ۱۹.۱ شرکت اندودکاری Valley در نظر دارد یک سیستم فلو تاسیون (شناور ساز) جدید را به منظور افزایش بازیافت گریس خریداری کند. این شرکت توانایی دارد سیستمی ۱۵۰/۰۰۰ دلاری با نرخ ۵٪ بهره مرکب به ازای هر سال یا نرخ ۵/۵٪ بهره ساده به ازای هر سال را تأمین مالی نماید. در صورتی که کل مبلغ بدهکاری در پایان سال ۳ به صورت یکجا پرداخت شود، (الف) این شرکت کدام نرخ بهره را باید

سیس کل اصل وام را در یک مرحله پرداخت نمایند. در صورتی که شرکت بین المللی Cisco مبلغ $\$500,000$ (وام A) را با نرخ بهره ساده ۱۰٪ به ازای هر سال و مبلغ $\$500,000$ دیگر (وام B) را با نرخ بهره مرکب ۱۰٪ به ازای هر سال، وام گرفته باشد، و برای مدت ۳ سال، در پایان هر سال صرفاً بهره مربوط به هر دو وام را پرداخت نماید، (الف) این شرکت بر روی کدام وام بهره بیشتری می پردازد؟ (ب) مقدار اختلاف در میزان بهره پرداختی بین این دو وام چقدر است؟

نمادها و اصطلاحات

۲۶.۱ تمام مسائل اقتصاد مهندسی حتماً شامل کدام دو نماد از نمادهای ذیل خواهند بود: i, A, F, P و n ؟

۲۷.۱ در صورتی که یک شرکت دارویی بخواهد درست ۵ سال بعد از الآن وجوهی به ارزش ۲۰۰ میلیون دلار در اختیار داشته باشد، نمادهای مربوطه را مشخص کنید. فرض کنید این شرکت هر سال مبلغی مساوی سرمایه گذاری خواهد نمود و اولین مبلغ را دقیقاً در یک سال بعد از هم اکنون سرمایه گذاری می نماید. ضمناً در نظر بگیرید این سرمایه گذاری به ازای هر سال ۲۰٪ عواید به همراه خواهد داشت.

۲۸.۱ جریان های نقدی زیر را از منظر گروه مهندسی طراحی و ساخت Anderson and Dyess به صورت جریان های نقدی ورودی و جریان-های نقدی خروجی مشخص کنید: ملزومات اداری، تجهیزات نقشه برداری و GPS، حراج (مزایده) تجهیزات مستعمل خاک برداری، حقوق کارمندان، دریافت حق الزحمه بابت خدمات مهندسی ارائه شده، بهره حاصل از سپرده های بانکی.

۲۹.۱ شرکت Vision Technologies، شرکت کوچکی است که از طریق فناوری هایی با پهنای باند بالا، دستگاه هایی تولید می نماید که توانایی نمایان سازی اشیاء و اشخاص داخل ساختمانها، پشت دیوارها یا زیر زمین را دارند.

انتخاب نماید، و (ب) اختلاف مقدار بهره در این دو برنامه پرداخت چقدر است؟

۲۰.۱ شرکت سیستم های الکتریکی Valtro، ۴ سال پیش مقداری پول به صورت یکجا به منظور تأمین مالی طرح توسعه کارخانه ای که هم اکنون محقق شده، تخصیص داده است. در صورتی که این مقدار پول به صورت یک گواهی سپرده با نرخ بهره ساده ۱۰٪ به ازای هر سال سرمایه گذاری می شد، اکنون، این گواهی سپرده شده $\$850,000$ دلار ارزش می داشت. مقدار پول تخصیص داده شده در ۴ سال پیش چقدر بوده است؟

نرخ بهره ساده و مرکب

۲۱.۱ شرکت ASARCO دو سال پیش، مبلغ $\$80,000$ دلار را در گواهی سپرده ای که به ازای هر سال ۹٪ بهره ساده پرداخت می کند، سرمایه گذاری نمود. اکنون این شرکت قصد دارد کل مبلغ حاصله را در گواهی سپرده دیگری که به ازای هر سال ۹٪ بهره مرکب می پردازد، سرمایه گذاری کند. ارزش این گواهی دقیقاً در ۲ سال بعد از هم اکنون چه مقدار خواهد بود؟

۲۲.۱ شرکتی که مبدل های چند منظوره تولید می کند، ۴ سال پیش مبلغ ۲ میلیون دلار در اوراق قرضه مخاطره آمیز پر بازده سرمایه گذاری نمود. در صورتی که این اوراق اکنون $\frac{2}{8}$ میلیون دلار ارزش داشته باشند، این شرکت به ازای هر سال چه نرخ بازگشتی بر اساس (الف) نرخ بهره ساده و (ب) بهره مرکب به دست آورده است؟

۲۳.۱ چند سال لازم است تا ارزش مبلغ مشخصی پول با احتساب نرخ ۲۰٪ بهره ساده به ازای هر سال، ۳ برابر شود؟

۲۴.۱ در صورتی که شرکت تولیدی Farah بخواهد طی ۴ سال مبلغ سرمایه گذاری اش را بر حسب ارزش ۲ برابر کند، این شرکت می بایست چه نرخ بازگشتی بر اساس (الف) بهره ساده و (ب) بهره مرکب به دست آورد؟

۲۵.۱ شرکت ها غالباً تحت توافقی وام می گیرند که بهره وام را به صورت پرداخت های دوره ای و

تا طی ۶ سال در یک نرخ بهره ۱۲٪ به ازای هر سال سرمایه گذاری مورد نظر را بازیافت کند. نمادهای مربوطه و مقادیر عددی نمادهای معلوم را تعیین کنید.

۳۳.۱ شرکت Phelps-Dodge برنامه ریزی نموده است که با انجام یک طرح توسعه و از طریق خرید تجهیزاتی جدید، ظرفیت کارخانه ذوب را افزایش دهد. پیش بینی می شود هزینه سرمایه گذاری اولیه ۱۶ میلیون دلار باشد. این شرکت انتظار دارد بعد از انجام طرح توسعه، درآمدش به میزان ۳/۸ میلیون دلار در هر سال افزایش یابد. در صورتی که MARR شرکت ۱۸٪ به ازای هر سال باشد، نمادهای مربوطه و مقادیر عددی آن ها را مشخص نمایید.

جریان های نقدی

۳۴.۱ در عبارت «قرارداد پایان دوره» واژه «دوره» به چه چیزی اشاره دارد؟

۳۵.۱ مابه التفاوت جریان های ورودی و خروجی به چه عنوانی نامیده می شود؟

۳۶.۱ برای اطلاعات ذیل یک نمودار جریان نقدی ترسیم نمایید: \$۱۰,۰۰۰ جریان خروجی در سال صفر و \$۳,۰۰۰ جریان ورودی به ازای هر سال طی سال های ۱ تا ۵ با نرخ بهره ۱۰٪ به ازای هر سال و یک مبلغ آتی نامعلوم در سال ۵.

۳۷.۱ پارک تفریحی Kennywood هر سال مبلغ \$۷۵,۰۰۰ را بابت خدمات مشاوره ای بازرسی و نگهداری هزینه می کند. فناوری نوین عنصر محرک، مهندسین را قادر ساخته است تا تمام حرکات پیچیده کنترل شده کامپیوتری را به هر سمت و سویی که باشد، شبیه سازی نمایند. یک نمودار جریان نقدی ترسیم نمایید تا تعیین کنید این پارک هم اکنون چه مقدار می تواند بابت این فناوری جدید اختصاص دهد، اگر به موجب آن هزینه سالیانه خدمات مشاوره ای پارک به \$۳۰,۰۰۰ در سال کاهش پیدا کند؟ فرض کنید پارک مذکور از یک نرخ بهره ۱۵٪ به ازای هر سال استفاده می کند و می خواهد این سرمایه گذاری را طی ۵ سال بازیافت نماید.

این شرکت در نظر دارد در هر سال مبلغ \$۱۰۰,۰۰۰ دلار بابت نیروی کار و \$۲۵,۰۰۰ دلار بابت تدارکات پیش از بازاریابی محصولاتش اختصاص دهد. اگر این شرکت بخواهد کل مبلغ آتی معادل هزینه های شرکت را در پایان سه سال با نرخ بهره ۱۵٪ به ازای هر سال محاسبه نماید، نمادهای اقتصاد مهندسی مربوطه و مقادیر عددی آن نمادهایی که مقداری معلوم دارند را مشخص کنید.

۳۰.۱ شرکت کاشی و سرامیک Corning در نظر دارد به منظور ارتقای فنی تجهیزات خاصی، مبلغ \$۴۰۰,۰۰۰ را درست در ۲ سال بعد از اکنون، اختصاص دهد. در صورتی که این شرکت بخواهد بداند که مقدار عددی معادل این مخارج برنامه ریزی شده چقدر است، با فرض این که حداقل نرخ جذب کننده شرکت ۲۰٪ به ازای هر سال باشد، نمادها و مقادیر عددی آن ها را تعیین نمایید.

۳۱.۱ شرکت Sensotech، یکی از سازندگان سیستم های میکروالکترومکانیکی، معتقد است که اگر نرم افزار جدیدی برای تشخیص قطعات معیوب خریداری نماید، می تواند میزان کالاهای مرجوعی را به میزان ۱۰٪ کاهش دهد. هزینه این نرم افزار جدید \$۲۲۵,۰۰۰ است. نمادهای مربوطه و مقادیر عددی نمادهایی که مقادیر معلومی دارند را تعیین نمایید تا مشخص شود این شرکت در هر سال چه مقدار می بایست صرفه جویی نماید تا سرمایه گذاری اش در طول ۴ سال و با حداقل نرخ جذب کننده ۱۵٪ به ازای هر سال بازیافت شود.

۳۲.۱ شرکت Atlantic Metals and plastic با استفاده از آلیاژهای نیکل-کروم استنیک (سخت شده)، اقدام به تولید سیم های حرارتی مقاوم می نماید. این شرکت در راستای کاهش هزینه ها، در حال بررسی یک فرآیند جدید پروفیل سازی می باشد که این فرآیند هم اکنون ۱/۸ میلیون دلار هزینه در بر دارد. شرکت مورد نظر می خواهد بداند چقدر می باید هر سال از محل اجرای فرآیند جدید صرفه جویی نماید

توابع صفحه گسترده

برای نمادی که باید تعیین شود از یک علامت سؤال (؟) استفاده نمایید.

الف. $FV(i\%, 10, 2000, 10000)$

ب. $PMT(12\%, 30, 16000)$

ج. $PV(9\%, 15, 1000, 700)$

۴۰.۱ منظور از توابع اکسل زیر را بیان کنید.

الف. $FV(i\%, n, A, P)$

ب. (آخرین سلول: اولین سلول) IRR

ج. $PMT(i\%, n, P, F)$

د. $PV(i\%, n, A, F)$

۳۸.۱ نماد اقتصاد مهندسی متناظر با هر یک از توابع

اکسل ذیل را بنویسید.

الف. FV

ب. PMT

ج. NPER

د. IRR

ه. PV

۳۹.۱ مقدار عددی مربوط به نمادهای اقتصاد مهندسی

i, A, F, P و n در توابع اکسل زیر کدامند؟

مسائلی برای مرور تستی فصل و تمرین امتحان اصول مقدماتی مهندسی

نرخ بهره مرکبی به ازای هر سال، معادل می باشد؟

الف. ۱۲/۵٪ به ازای هر سال.

ب. ۱۴/۸٪ به ازای هر سال.

ج. ۱۷/۲٪ به ازای هر سال.

د. هیچ کدام.

۴۵.۱ چه نرخ بهره ساده ای به ازای هر سال لازم

است تا همان مبلغی انباشت شود که طی

۲ سال با ۲۰٪ بهره مرکب به ازای هر سال

انباشت می شود؟

الف. ۲۰/۵٪.

ب. ۲۱٪.

ج. ۲۲٪.

د. ۲۳٪.

۴۶.۱ در تابع اکسل $PV(i\%, n, A, F) =$ تنها پارامتری

که می توان از وارد نمودن آن چشم پوشی نمود

عبارتست از:

الف. $i\%$

ب. n

ج. A

د. F

۴۱.۱ از میان نمادهای پنج گانه اقتصاد مهندسی

(P, F, A, i, n) هر مسأله شامل حداقل

چه تعدادی از این نمادها خواهد بود؟

الف. دو.

ب. سه.

ج. چهار.

د. تمام نمادها.

۴۲.۱ از میان نمادهای پنج گانه اقتصاد مهندسی

(P, F, A, i, n) در هر مسأله اقتصاد

مهندسی، حداقل چند نماد با مقدار معلوم

باید وجود داشته باشد؟

الف. یک.

ب. دو.

ج. سه.

د. چهار.

۴۳.۱ یک نمونه از عوامل نامشهود عبارتست از:

الف. مالیات ها.

ب. حسن شهرت.

ج. هزینه های نیروی انسانی.

د. اجاره بها.

۴۴.۱ مبلغ $\$1000$ یک سال پیش از الآن و

$\$1345/60$ یک سال بعد از الآن، در چه

این کتاب از هر یک از طرق زیر قابل تهیه می باشد:

خرید عمده:

- ۱- انتشارات آوای نور: تهران- خیابان انقلاب- خیابان ۱۲ فروردین- خیابان شهید وحید نظری- پلاک ۹۹
تلفن: ۶- ۶۶۹۶۷۳۵۵ / نمابر: ۶۶۴۸۰۸۸۲ / همراه: ۰۹۱۲۱۰۸۳۷۳۱
- ۲- گروه اقتصادی ارزیاب: www.Arzyabgroup.com و ۰۹۱۲۵۵۰۲۴۸۸
- ۳- کلیه شرکت های معتبر پخش کتب دانشگاهی از جمله نشر کتاب دانشگاهی (۶۶۴۱۸۵۸۶)، پخش سینا (انتشارات ترمه) (۶۶۴۰۱۷۸۳)، انتشارات فدک ایساتیس (۶۶۴۸۱۰۹۶)، انتشارات کوهسار (۶۶۴۱۷۴۲۵)، سُها دانش (۶۶۴۱۷۲۳۵)، مهربان (۶۶۹۵۲۰۹۰)، خوارزمی شیراز و ...

خرید جزئی:

- ۱- انتشارات آوای نور: تهران- خیابان انقلاب- خیابان ۱۲ فروردین- خیابان شهید وحید نظری- پلاک ۹۹
تلفن: ۶- ۶۶۹۶۷۳۵۵ / نمابر: ۶۶۴۸۰۸۸۲ / همراه: ۰۹۱۲۱۰۸۳۷۳۱
- ۲- اکثر کتاب فروشی های دانشگاهی واقع در میدان انقلاب روبروی دانشگاه، از جمله انتشارات علم و صنعت ۱۱۰ (۶۶۴۶۴۴۸۱)، کتاب فروشی گوهر (۶۶۴۶۶۲۰۳)، کتاب فروشی فردا (۶۶۴۱۴۸۲۰)، کتاب فروشی الیاس (۶۶۴۰۵۰۸۴) و بسیاری از کتاب فروشی های معتبر دیگر.

خرید اینترنتی و تلفنی:

- ۱- سایت آدینه بوک: www.Adinebook.com (خرید با تخفیف)
- ۲- سایت گروه اقتصادی ارزیاب: www.Arzyabgroup.com (تلفن: ۰۹۱۲۵۵۰۲۴۸۸)
- ۳- سایر سایت های معتبر اینترنتی فروش کتاب از جمله آی کتاب (پرشین بوک) (www.Iketab.com) (۷۷۵۱۴۴۶۲)، نمایشگاه مجازی کتاب (www.Book24.ir)، کتاب فروشی اینترنتی فردا (انتشارات نص) (www.Fardab.com)، فروشگاه اینترنتی دانشیران (انتشارات دانش نگار) (www.Daneshiran.com)

و ...

جلد دوم کتاب مبانی اقتصاد مهندسی

نوشته:

پروفسور لیلند بلنک

پروفسور آنتونی تارکوئین



بدین وسیله به استحضار می‌رساند که اکنون پس از استقبال کم‌نظیر جامعه علمی کشور در یک فرصت کوتاه یک ساله از انتشار جلد اول کتاب مبانی اقتصاد مهندسی، جلد دوم کتاب مبانی اقتصاد مهندسی نیز در طول نیمسال دوم سال تحصیلی ۱۳۹۰-۹۱ به بازار عرضه خواهد شد. این جلد از کتاب، بر موضوعات پیشرفته و تحلیل‌های تکمیلی در اقتصاد مهندسی تأکید خواهد داشت. بسیاری از موضوعات مطرح شده در جلد دوم کتاب، بسیار جدید و مطابق با آخرین یافته‌های علمی روز بوده و به جرأت می‌توان گفت که برای اولین بار است که چنین مفاهیمی به زبان فارسی، ترجمه، مطرح و ارائه می‌گردند.

در این جلد از کتاب موضوعاتی از قبیل «شیوه‌های تصمیم‌گیری در مورد حفظ یا جایگزینی تجهیزات»، «اعمال اثرات تورم در فرآیند ارزیابی اقتصادی پروژه‌ها»، «روش‌های برآورد هزینه‌ها»، «روش‌های محاسبه استهلاک»، «تحلیل اقتصادی بعد از کسر مالیات»، «شیوه محاسبه هزینه سرمایه»، «تحلیل ارزش افزوده اقتصادی»، «ملاحظات مالیاتی در پروژه‌های بین‌المللی»، «نحوه بکارگیری نرم‌افزار اکسل در ارزیابی اقتصادی پروژه‌ها- شیوه‌های صفحه‌آرایی و معرفی ابزارهای تحلیلی اکسل»، «گزارشات حسابداری و نسبت‌های مالی و تجاری»، «تحلیل و ارزیابی اقتصادی پروژه‌ها در شرایط عدم اطمینان»، «روش ارزیابی چند معیاره» و بسیاری از موضوعات مهم و کاربردی دیگر، مطرح خواهند شد.

اطلاع‌رسانی تکمیلی در مورد زمان دقیق و نحوه عرضه جلد دوم کتاب مبانی اقتصاد مهندسی، از طریق وبسایت گروه اقتصادی ارزیاب با آدرس اینترنتی www.Arzyabgroup.com، صورت خواهد گرفت.