

اقتصاد مهندسی چیست؟

دکتر علی جورسرایي

سال ۱۴۰۴

تصمیم گیری ها در مهندسی

- اقتصاد، دانش تخصیص منابع کمیاب با در نظر داشتن خواسته ها و هدف های نامحدود است. بنابراین، منابع کمیاب باید به صورت عاقلانه و در سطح بهینه به صورت موثر استفاده شوند تا هزینه ها به حداقل و سود به حداکثر برسد. تمام تصمیم گیری ها در مهندسی نیز، شامل گزینه ها و انتخاب هایی محتمل هستند. این گزینه های محتمل باید قبل از اجرایی شدن به خوبی ارزیابی شوند.

اقتصاد مهندسی

- «اقتصاد مهندسی» (Engineering Economics) در واقع، ارزیابی سیستماتیک از لحاظ ارزشمندی اقتصادی راه‌حل‌های ارائه‌شده به مسائل مهندسی است. این که این راه‌حل‌ها از لحاظ اقتصادی، قابل قبول و نشان‌دهنده بیشتر بودن سود از ضرر در بلندمدت باشند. به زبان ساده، اقتصاد مهندسی بکارگیری مجموعه‌ای از روش‌های ریاضی برای تحلیل کردن اقتصادی پروژه‌های صنعتی در جهت انتخاب اقتصادی‌ترین پروژه است.

تاریخچه اقتصاد مهندسی

اقتصاد مهندسی به عنوان شاخه‌ای از علم، عمر چندانی ندارد. البته این به معنی نادیده نگاشتن هزینه‌ها در اخذ تصمیمات مهندسی در گذشته نیست. کتاب «نظریه اقتصادی موقعیتیابی ریل راه‌آهن» (The Economic Theory of Railway Location) نوشته «آرتور ولینگتون» (Arthur M. Wellington) - یک مهندس عمران - پیشرو علاقه مهندسی به ارزیابی اقتصادی بود.

ریسک حساسیت

- کتابی تحت عنوان «مبانی اقتصاد مهندسی» (Principles of Engineering Economy) در سال ۱۹۳۰ میلادی بوسیله «یوجین گرانت» (Eugene Grant) منتشر شد. گرانت را پدر اقتصاد مهندسی بر می‌شمارند. پیشرفت‌های نوین در حوزه این علم موجب شده که روش‌های جدیدی در حوزه بررسی ریسک، حساسیت، حفظ منابع و بهره‌گیری موثر از وجوه عمومی بوجود بیایند

چه مباحثی در اقتصاد مهندسی مطرح می‌شوند؟

- از مباحث مطرح شده در اقتصاد مهندسی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد.
- اقتصاد مدیریت، عملکرد و رشد و سوددهی شرکت‌ها (بنگاه‌های) مهندسی
- بررسی روندها و مسائل اقتصاد مهندسی از بعد کلان
- بازار محصولات مهندسی و تاثیرات تقاضا
- توسعه، بازاریابی و تامین مالی فناوری‌ها و محصولات جدید مهندسی
- نسبت منافع به مخارج

انواع تصمیم‌گیری

در اقتصاد مهندسی، انواع مختلفی از تصمیم‌گیری تعریف می‌شود که در ادامه، آن‌ها را عنوان کرده‌ایم.

- تصمیم‌گیری در شرایط اطمینان
- تصمیم‌گیری در شرایط عدم اطمینان
- تصمیم‌گیری در شرایط تعارض

تصمیم‌گیری در شرایط اطمینان

- در «تصمیم‌گیری در شرایط اطمینان» (Decision Making Under Certainty) در مدل تصمیم‌گیری مورد نظر، متغیرهای غیرقابل کنترل وجود ندارند. مدل‌سازی برای این تصمیم‌گیری‌ها بر اساس مدل‌های ریاضی معین است. همچنین، از روش‌هایی مانند نرخ بازگشت سرمایه، مدت بازگشت سرمایه، نسبت منافع به مخارج و ارزش فعلی در این نوع تصمیم‌گیری استفاده می‌شود. از شناخته‌شده‌ترین تحلیل‌ها در تصمیم‌گیری در شرایط اطمینان می‌توان به آنالیز نقطه سر به سر اشاره کرد.

تصمیم‌گیری در شرایط عدم اطمینان

- «تصمیم‌گیری در شرایط عدم اطمینان» (Decision Making Under Uncertainty) در واقع تصمیم‌گیری در حالت «عدم اطمینان کامل» یا «تصمیم‌گیری در حالت ریسک» (Decision Making Under Risk) است.

ماتریس تصمیم گیری

- در این نوع تصمیم گیری، با مسئله‌ای مواجه هستیم که شامل تعدادی متغیر غیرقابل کنترل و محاسبه احتمال وقوع برای این متغیرها دشوار یا غیرممکن است. در این نوع تصمیم گیری، اغلب از «ماتریس تصمیم‌گیری» استفاده می‌شود.

درخت تصمیم گیری

- همچنین، می‌توان روش‌های استفاده شده در تصمیم‌گیری در شرایط اطمینان را نیز با در نظر داشتن احتمال به کار برد. از دیگر تکنیک‌های استفاده شده در این نوع تصمیم‌گیری می‌توان به روش امید ریاضی، مدل‌های شبیه‌سازی و درخت تصمیم‌گیری اشاره کرد.

تصمیم‌گیری در شرایط تعارض

- در «تصمیم‌گیری در شرایط تعارض» (Decision Making Under Conflict) استراتژی‌های رقیب یا رقیبان، جایگزین متغیرهای غیرقابل کنترل می‌شوند. «نظریه بازی‌ها» (Game Theory) از روش‌های مهم بکارگرفته‌شده در تصمیم‌گیری در شرایط تعارض است.

اقتصاد مهندسی به چه سئوالاتی پاسخ می‌دهد؟

- وظیفه یک محقق اقتصاد مهندسی، انتخاب برترین پروژه، با توجه به علوم مهندسی و اقتصاد و کمیابی منابع است. برای مثال، اینکه آیا دستگاه‌های تولیدی باید تعویض شوند یا خیر. با در نظر گرفتن محدودیت سرمایه، سرمایه‌گذاری باید در کدام پروژه‌ها انجام شود؟

تورم و اقتصاد مهندسی

- بین چندین گزینه سرمایه‌گذاری با ریسک بالا، باید کدام پروژه را انتخاب کنیم. بین چندین پروژه با درآمد ظاهری سالیانه برابر اما فرایندهای مالی مختلف، کدام اقتصادی‌تر به شمار می‌رود. با تغییر هر یک از متغیرهای اقتصادی در پروژه، پروژه چگونه واکنش نشان می‌دهد یا به عبارتی کدام متغیرها اثرگذارتر هستند. امکان دارد این سؤال مطرح شود که در مقایسه اقتصادی پروژه‌های مهندسی، باید چه نقشی برای تورم قائل شویم.

مهم‌ترین مباحث مطرح شده در اقتصاد مهندسی چه هستند؟

- در اینجا به مباحث مهم و نه چندان پیچیده در اقتصاد مهندسی اشاره کرده‌ایم. از جمله این موارد می‌توان به ارزش زمانی پول، نرخ‌های بهره ساده و مرکب، لجیستیک، تصمیم‌گیری در شرایط عدم اطمینان، نرخ بازگشت سرمایه و تجزیه و تحلیل اقتصادی بعد از کسر مالیات، آنالیز حساسیت اشاره کرد.

ارزش زمانی پول چیست؟

- ارزش زمانی پول به این مسئله توجه می‌کند که چگونه قرار دادن پول در سپرده‌های دارای سود، به افزایش آن، منجر می‌شود. همچنین، در اقتصادهایی با نرخ تورم مثبت با گذر زمان، از ارزش زمانی پول کاسته می‌شود.

نرخ‌های بهره ساده و مرکب چه هستند؟

- با تعلق گرفتن نرخ بهره ۱۰ درصدی ساده به حساب سپرده ۲۰ میلیون تومانی شما، پس از به اتمام رسیدن دوره سررسید، ۲۲ میلیون تومان در حساب خود خواهید داشت اما نرخ بهره مرکب منجر به داشتن سرمایه‌ای به مراتب بیشتر می‌شود زیرا در این صورت به بهره تعلق گرفته به حساب شما مجدداً بهره تعلق می‌گیرد.

لجیستیک در اقتصاد چیست؟

- «لجیستیک» (Logistics) در واقع، فرایند کلی مدیریت، بکارگیری، ذخیره‌سازی و انتقال منابع به مقصد نهایی آنها است. لجیستیک همچنین از مباحث مهم در «زنجیره تامین» (Supply Chain) به شمار می‌رود. لجیستیک، در واقع، جابه‌جایی کالاها از نقطه الف به نقطه ب است.

آنالیز حساسیت چیست؟

- «آنالیز حساسیت» یا تحلیل حساسیت (Sensitivity Analysis) بررسی می کند برای تحلیل تاثیرگذاری مقادیر متفاوت مجموعه ای از متغیرهای مستقل بر متغیری وابسته مشخصی در مدت زمان معین است. به صورت کلی، از تحلیل حساسیت در زمینه های متفاوت و متنوعی مانند زیست شناسی و جغرافیا تا اقتصاد و مهندسی، استفاده می شود

۵ اصل اساسی در تحلیل و تصمیم‌گیری در اقتصاد مهندسی چه هستند؟

در ادامه، ۵ اصل اساسی برای تصمیم‌گیری از دیدگاه اقتصاد مهندسی را بیان کرده‌ایم. کمی جلوتر، مثالی با توجه به این اصول مورد بررسی قرار گرفته است.

- شرح اهداف
- فرمول‌بندی معیارها
- ارائه راه‌حل
- ارزیابی راه‌حل
- انتخاب راه‌حل

مثال ساده بررسی مسائل از دیدگاه اقتصاد مهندسی

- در این بخش، به مثالی اشاره می‌کنیم. فرض کنید دستگاه اتومبیل شما تصادف کرده و بخش قابل توجهی از ارزش مادی خود را از دست داده است. درواقع، شما برای حمل‌ونقل به دستگاه اتومبیل جدید نیاز خواهید داشت. یک عمده فروش دستگاه‌های اتومبیل برای ماشین تصادفی شما ۶۰ میلیون تومان را پیشنهاد می‌کند یا ۱۳۵ میلیون تومان در صورت تعمیر آن. فرض کنید مطابق کیلومترشمار، دستگاه اتومبیل شما ۹۳۳۴۲ کیلومتر را طی کرده باشد.

مثال

- شرکت بیمه طرف قرارداد ۳۰ میلیون تومان برای پوشش هزینه‌های ناشی از تصادف به شما پیشنهاد می‌کند.
- مبلغ لازم برای تعمیر دستگاه اتومبیل، ۶۰ میلیون تومان است.
- خرید دستگاه اتومبیل دست دوم جدید که معادل ۴۵۰۶۲ کیومتر کار کرده است، ۳۰۰ میلیون تومان هزینه خواهد داشت.
- تعمیرکاری می‌تواند با کار پاره‌وقت در عرض یک ماه و با هزینه ۳۳ میلیون، دستگاه اتومبیل شما را تعمیر کند. در زمان تعمیر دستگاه اتومبیل، شما باید ماشین اجاره کنید که برای مثال، هزینه ماهیانه معادل ۱۲ میلیون تومان خواهد داشت.

گام ها

گام اول: باید مسئله را تعریف کنید. در این مسئله، شناسایی این مورد آسان است. نیاز به دستگاه اتومبیل.

گام دوم: باید گزینه‌ها را بررسی کنید. در این مسئله، گزینه‌های متعددی پیش روی شما قرار دارد.

- فروش دستگاه تصادفی و خریداری دستگاه اتومبیل جدید
- تعمیر دستگاه و نگهداری آن
- تعمیر دستگاه، فروش آن و در نهایت، خریداری دستگاه اتومبیل دسته دوم جدید
- تعمیر دستگاه تصادفی نزد تعمیرکار پارموقت و اجاره دستگاه اتومبیل دیگر در این حین و در نهایت استفاده از دستگاه اتومبیل تعمیر شده
- تعمیر دستگاه تصادفی نزد تعمیرکار پارموقت و اجاره دستگاه اتومبیل دیگر در این حین و در نهایت فروش دستگاه تعمیر شده و خریداری دستگاه اتومبیل دسته دوم

گام سوم: بررسی نتایج احتمالی از دید جریان نقدینگی

- فروش دستگاه تصادفی و خریداری دستگاه اتومبیل جدید

- $21000000 = 30000000 - 6000000 + 3000000$

- تعمیر دستگاه و نگهداری آن

- $30000000 - 6000000 = 30000000$

- تعمیر دستگاه، فروش آن و در نهایت، خریداری دستگاه اتومبیل دسته دوم جدید

- $19500000 = 30000000 - 13500000 + 6000000 - 3000000$

• تعمیر دستگاه تصادفی نزد تعمیرکار پاره وقت و اجاره دستگاه اتومبیل دیگر در این حین و در نهایت، استفاده از دستگاه اتومبیل تعمیر شده

• ۳۰۰۰۰۰۰-۳۳۰۰۰۰۰-۱۲۰۰۰۰۰=۱۵۰۰۰۰۰

• تعمیر دستگاه تصادفی نزد تعمیرکار پاره وقت و اجاره دستگاه اتومبیل دیگر در این حین و در نهایت فروش دستگاه تعمیر شده و خریداری دستگاه اتومبیل دسته دوم

$$\bullet \quad 18000 - = 30000000 - 13500000 + 1200000 - 3300000 - 3000000 \\ \dots$$

گام چهارم : بکارگیری معیار

- در اینجا، برای داشتن معیار یکسان، ارزش دارایی را پس از اخذ تصمیم، محاسبه می‌کنیم و سایر موارد مانند هزینه آتی بالاتر بیمه و ارزش بازفروشی دستگاه اتومبیل دسته‌دوم را نادیده می‌گیریم.

گام پنجم: مقایسه گزینه‌ها با یکدیگر

- فروش دستگاه تصادفی و خرید دستگاه دسته‌دوم جدید

- $9000000 = 21000000 - 30000000$

- تعمیر دستگاه و نگهداری آن

- $10500000 = 30000000 - 13500000$

- تعمیر دستگاه، فروش آن و در نهایت، خریداری دستگاه اتومبیل دسته دوم جدید

- $10500000 = 19500000 - 30000000$

- تعمیر دستگاه تصادفی نزد تعمیرکار پاره وقت و اجاره دستگاه اتومبیل دیگر در این حین و در نهایت، استفاده از دستگاه اتومبیل تعمیر شده
- $۱۲۰۰۰۰۰۰ = ۱۵۰۰۰۰۰ - ۱۳۵۰۰۰۰۰$

- تعمیر دستگاه تصادفی نزد تعمیرکار پاره وقت و اجاره دستگاه اتومبیل دیگر در این حین و در نهایت فروش دستگاه تعمیر شده و خریداری دستگاه اتومبیل دسته دوم
- $۱۲۰۰۰۰۰۰ = ۱۸۰۰۰۰۰۰ - ۳۰۰۰۰۰۰۰$

گام ششم: انتخاب گزینه ترجیح داده شده بعد از در نظر گرفتن ریسک و نااطمینانی‌ها

- از دیدگاه بررسی ارزش دارایی، گزینه‌های چهارم و پنجم، مشابه یکدیگر هستند. برای ایجاد تمایز میان آن‌ها، باید گزینه‌ها را از دیدگاه معیار دیگری نیز بررسی کنیم. برای مثال، اگر احتمال از کار افتادن ماشین‌های تعمیر شده بالاتر باشد، در نهایت، گزینه پنجم را انتخاب می‌کنیم.

گام هفتم: بازبینی تصمیم

- دستگاه اتومبیل جدیدتر را در جاده، امتحان و از تصمیم‌گیری خود، اطمینان کسب کنید.

سخن پایانی

- در اقتصاد مهندسی تلاش می‌شود که با توجه به اهداف، منابع در دسترس، زمان و عدم قطعیت، مناسب‌ترین تصمیمات اتخاذ شوند. در واقع، در اقتصاد مهندسی این هدف مدنظر قرار می‌گیرد که از میان راه‌حل‌های ارائه‌شده برای مسائل بوجود آمده در مهندسی بر اساس شرایط مالی، بهترین گزینه انتخاب شود. بسیار مهم است که در انتخاب این مجموعه روش‌ها، دقت کافی داشته باشیم تا بهترین روش‌ها با یکدیگر بکارگرفته شوند زیرا نتیجه نهایی به روش‌های انتخاب شده بستگی خواهد داشت.