



اولین همایش ملی معدن و علوم وابسته

اسفند ۱۳۸۸



مدیریت بهینه ریسک و برآورد مالی سیستم های اقتصادی صنعتی و معدنی
با استفاده از شبیه سازی مونت کارلو

حسین بدیعی^۱، فریدون رهنمای رودپشتی^۲

۱- عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرمسار Badiehossein@yahoo.com

۲- دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز و معاون پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی Rahnama@iau.ir

چکیده

در فرایند تحلیل و برآورد مالی سیستم های اقتصادی صنعتی و معدنی عوامل متعددی از نوع غیر قطعی یعنی پارامترهایی که قطعیت آنها در آینده مشخص نبوده و تغییر خواهند کرد (از جمله میزان تقاضا و قیمت فروش و ...) دخالت دارند. بنابراین فرایند مالی این طرح ها دارای پارامترهایی با وضعیت عدم قطعیت بوده و برآورد مالی این پروژه ها همیشه دارای ریسک مخصوص به خود می باشد. بنابراین باید پیش بینی دقیقتری در مورد آنها صورت گیرد تا نتیجه به واقعیت نزدیکتر باشد. در چنین حالاتی برای دسترسی به نتایج قابل قبول و واقعینانه تر، بررسی و برآورد مالی باید در شرایط ریسک صورت گیرد. یکی از روش های بررسی در شرایط ریسک و عدم قطعیت، استفاده از مدل های شبیه سازی است. روش مونت کارلو یکی از روش های شبیه سازی در حالت عدم قطعیت می باشد که در آن تعدادی از متغیرهای مربوط به آینده به صورت پارامترهای دارای توزیع تصادفی در نظر گرفته می شوند. روش مونت کارلو با در نظر گرفتن پویایی سیستم به پیش بینی تغییرات آینده آن پرداخته و این تغییرات را شبیه سازی می کند. در این روش، پیش بینی آینده هر متغیر تصادفی از طریق در نظر گرفتن یک تابع توزیع احتمالی ارزیابی می شود. هدف از مقاله حاضر تشریح روش شبیه سازی مونت کارلو و کاربرد آن در مدیریت و ارزیابی پروژه های صنعتی و معدنی و پیش بینی شرایط اقتصادی احتمالی در آینده با استفاده از تولید اعداد تصادفی با توجه به تابع توزیع متغیرهای غیر قطعی می باشد.

Optimum management of risk and financial analysis in industrial and mine economic systems using Mont Carlo simulation

H.Badiei¹, F. Rahnamye roodposhti²

1- Faculty member of Azad University, Garmsar branch, E.Mail: Badiehossein@yahoo.com

2- Faculty member of Azad University, Tehran branch, E.Mail: Rahnama@iau.ir

Abstract

In economic studies of industrial and mine projects, there are many factors as uncertain variables related to the future (sales, demand, net present value and etc). Therefore, such studies should be carried out based on forecasting. To obtain reliable results in these situations, we should use risk analysis methods. One of these uncertainty methods is to employ models to be simulated. One of the methods that can be used in these models is Mont Carlo simulation, in which, some factors as random variables will be studied for the future. Future prediction of each random variable is assessed considering a probability distribution function. The aim of this research work are to describe Mont Carlo simulation and its application in risk and decision management of evaluation industrial and mine investment project and forecast probability economic conditions.

مقدمه

در بررسی فنی و اقتصادی و مدیریت پروژه های صنعتی و معدنی در مواجه با محدودیت های زمان و منابع و با توجه به تغییر شرایط محیط در زمان های مختلف، باید بهینه ترین تصمیم اتخاذ شود. این تصمیم ممکن است تحت شرایط معین و معلوم و یا تحت شرایط احتمالی و غیر قطعی گرفته شود که در هر مورد روش هایی برای تجزیه و تحلیل و اخذ تصمیم وجود دارد [۱]. در بررسی فنی و اقتصادی پروژه های صنعتی و معدنی با استفاده از تکنیک های اقتصاد مهندسی تمام هزینه های لازم جهت سرمایه گذاری و درآمد ناشی از آن و همچنین میزان سود حاصله پیش بینی و برآورد می شود. یکی از تصمیم هایی که یک مدیر باید اتخاذ کند، تصمیم گیری در مورد سرمایه گذاری بر روی پروژه ها و یا توسعه یک سیستم است. اینکه سرمایه گذاری در کدام پروژه ریسک کمتری را در بر خواهد داشت، یکی از چالش های مدیریت است [۱]، [۲]. اینکه کدام پروژه، در آینده برگشت سرمایه را با بهره بیشتر و در زمان کوتاهتر خواهد داشت از مواردی است که نیاز به تخصص و محاسبه و همچنین تجربه دارد. از آنجا که در بررسی فنی و اقتصادی، پارامترهای مربوط به آینده نیز دخالت دارند، بنابراین باید این متغیرها مورد پیش بینی قرار گیرند تا تغییرات آینده پارامترهای غیر قطعی نیز مورد توجه قرار گرفته و در محاسبات منظور گردد [۳]. یکی از روش های مدل سازی تغییرات آینده یک سیستم اقتصادی، استفاده از روش شبیه سازی و تولید اعداد تصادفی برای

استان یزد، شهرستان طبس، میدان دانشگاه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد طبس، دبیرخانه همایش

تلفن: ۰۳۲-۴۲۳۶۱۲۹ (۰۳۵۳) دورنگار: ۴۲۳۶۱۳۳ (۰۳۵۳)

وب سایت همایش: www.hamayesh-tabas.ir



پارامترهای دارای عدم قطعیت می باشد (۲، ۱۵). اغلب سیستم های اقتصادی به حدی پیچیده هستند که نمی توان آنها را در غالب مجموعه ای از روابط ریاضی بیان نمود. در چنین حالت هایی از شبیه سازی استفاده می شود. شبیه سازی بررسی واکنش های پیچیده یک سیستم اقتصادی را در برابر تغییرات محیط امکان پذیر می سازد. طراحی یک مدل شبیه سازی شده از یک سیستم اقتصادی، عموماً پیشنهاداتی را جهت تغییر و بهبود سیستم فراهم می آورد. تاثیر این تغییرات می تواند از طریق بکارگیری شبیه سازی، قبل از اجرای آنها روی سیستم واقعی مورد آزمایش قرار گیرد. شبیه سازی می تواند به عنوان یک آزمون اولیه، قبل از اینکه ریسک اجرای سیستم واقعی انجام شود، مورد استفاده قرار گرفته تا سیاست ها و نقش تصمیم گیری ها در آینده یک سیستم عملیاتی بررسی شود. در واقع شبیه سازی این امکان را فراهم می آورد که یک سیستم دینامیک را در زمان واقعی مطالعه نمود. هدف از مقاله حاضر تشریح شبیه سازی مونت کارلو، نحوه تولید اعداد تصادفی و کاربرد آن در مدیریت ریسک و پیش بینی آینده سیستم های اقتصادی به منظور تحلیل ریسک می باشد. بنابراین در مقاله حاضر ابتدا به شرح ریسک و عدم قطعیت پرداخته شده و سپس شبیه سازی مونت کارلو تشریح شده است تا با بررسی پارامترهای فرایند مالی یک سیستم اقتصادی و شناسایی متغیرهای غیر قطعی بتوان در مرحله بعد به منظور پیش بینی رفتار آینده این پارامترهای دارای عدم قطعیت از طریق به دست آوردن توابع توزیع احتمالی عمل نمود. پس از این مرحله توابع توزیع به دست آمده در سلول مربوطه به خود در جدول فرایند مالی جاگذاری شده و در نهایت با استفاده از تولید اعداد تصادفی و نمونه گیری از توابع مربوطه با تعداد تکرار مشخص، تغییرپذیری خروجی سیستم شبیه سازی (به عنوان مثال ارزش خالص فعلی سرمایه گذاری)، بر اساس تغییرات پارامترهای غیر قطعی ورودی، بررسی و مورد تجزیه و تحلیل قرار می گیرد. بنابراین در مدیریت سیستم های اقتصادی، ریسک در واقع احتمال برخورد یا وقوع یک رخداد غیر قطعی تعریف می گردد و باید تاثیر تمام رویدادها بر خروجی بررسی شود. تصمیم گیری در شرایط ریسک این اجازه را به افراد می دهد تا غیر قطعیت را در دو وضعیت کمی و کیفی بسنجند. بنابراین مدیریت ریسک روی درک و کنترل ۴ پارامتر غیر قطعی به صورت شکل ۱ متمرکز خواهد بود.

اعداد تصادفی و نمونه گیری از توابع توزیع

در مدل های محاسباتی بسیاری از سیستم های اقتصادی صنعتی و معدنی، تعداد زیادی پارامتر حضور دارند که ممکن است مقادیر بعضی از آنها معلوم و مقدار بعضی دیگر که عموماً مربوط به آینده هستند نامعلوم و ناشناخته باشد. در اکثر مواقع این پارامترهای نامعلوم، به منظور توجیه اقتصادی سیستم مورد نظر در آینده، نیاز به پیش بینی دارند. پارامترهای موجود در مدلها، متغیر نام داشته و عناصری هستند که ممکن است به صورت ترکیبات مختلف در ساخت و تحلیل مدل ها وارد شوند. به عنوان مثال، اگر هدف مدل سازی یک وضعیت مالی باشد، متغیرها ممکن است چیزی مثل میزان فروش، هزینه، درآمد یا سود باشند. ممکن است مقادیر متغیرهای مدل شناخته شده باشند. این متغیرها را متغیرهای معلوم یا به اصطلاح آماری، مشخص شده گویند. همچنین امکان دارد مقادیر متغیرها شناخته نشده باشد یعنی دارای تغییر بوده و مقدار آنها قطعی نیست، این متغیرها، نامعلوم یا احتمالی هستند. اگر متغیرها نامعلوم باشند، باید طبیعت مقادیر نامعلوم مدل تشریح شود. این کار را می توان با توابع توزیع انجام داد. این توابع، مجموعه ای از مقادیر را که متغیرها می توانند در آن محدوده قرار گیرند، در اختیار قرار می دهند. توابع توزیع می توانند به عنوان فرمول هایی تلقی شوند که مقدار متغیر را می توان به کمک آنها پیش بینی نمود. بسیاری از اشکال و انواع توابع توزیع وجود دارند که هر کدام محدوده ای از مقادیر ممکن و رخدادهای احتمالی را تشریح می کنند. همه انواع توابع از مجموعه ای از پارامترها برای مشخص کردن محدوده مقادیر مشاهده شده داده ها و توزیع آنها استفاده می کنند. بنابراین تشریح ریسک با استفاده از توابع توزیع، ممکن بوده و تشریح رفتار مقادیر نامعلوم قابل پیش بینی است. از آنجایی که اطلاعات گذشته معمولاً تصویر خوبی از چیزی که در آینده انتظار می رود را به وجود می آورند، در به دست آوردن تابع توزیع یک متغیر نامعلوم عموماً از تغییرات آن در گذشته و حال برای پیش بینی آینده استفاده می شود. در این حالت بعد از مشخص شدن تابع توزیع یک متغیر، اگر از طریق نمونه گیری تصادفی از این تابع توزیع، یک مقدار انتخاب گردد در واقع یک مقدار تصادفی تولید شده است. روش جستجوی تصادفی، یکی از روشهایی است که به وسیله انتخاب نمونه های تصادفی از فضای جستجو، تغییرات احتمالی پارامترهای نامعلوم را پیش بینی می کند. با جاگذاری مقادیر تصادفی در مدل و ارزیابی آن، تغییرات خروجی سیستم قابل پیش بینی است. بنابراین تابع توزیع، مجموعه ای از احتمالات ممکن از یک



اولین همایش ملی معدن و علوم وابسته

اسفند ۱۳۸۸

رخداد غیر قطعی است که برای بررسی تغییرات پارامترهای غیر قطعی و پیش بینی رفتار این پارامترها در مدل سازی و شبیه سازی سیستم های دارای عدم قطعیت به کار گرفته می شود و در واقع برای افزودن مقادیر غیرقطعی به صورت انواع توزیع های احتمالی به مدل ها استفاده می گردد. هر تابع توزیع، خصوصیات آماری و احتمالی را که مستقیماً وابسته به پارامترهای تابع است، اندازه گیری می کند. مسائلی شبیه فوق ممکن است در موارد مختلفی در سیستم های اقتصادی پیش آید. به عنوان مثال، ممکن است داده هایی از گذشته مربوط به قیمت یک ماده تجاری در دسترس باشد و هدف تخمین مقدار قیمت در آینده با توجه به این داده های گذشته باشد. در چنین مواردی می توان از توابع توزیع استفاده کرد. پس در واقع نحوه تغییرات یک متغیر (مجموعه ای از داده ها) به کمک تابع توزیع قابل تشریح است [۲].

در پردازش داده های مشاهده ای و تجربی، بررسی پارامترهای آماری متغیرها جهت شناخت ماهیت توزیع آنها ضروری است. از آنجا که با رسم نمودار هیستوگرام توزیع فراوانی، می توان به برخی از این پارامترهای آماری مانند میانگین، انحراف معیار، چولگی، کشیدگی، واریانس و ... دست یافت، برای متغیر مورد بررسی در ابتدا نمودار هیستوگرام رسم می شود. هیستوگرام در واقع فراوانی (تعداد) هر یک از مقادیر مشاهده شده را نسبت به خود مقادیر نشان می دهد در شکل ۲، دو نمونه هیستوگرام فراوانی و منحنی برازش شده به آنها نشان داده شده است. هر تابع توزیع ممکن است و می تواند به صورت یک تابع تجمعی بیان گردد. منحنی تجمعی، مقیاسی بین ۰ و ۱ بر روی محور Y دارد و هر مقدار روی محور Y ، احتمال (تجمعی) وقوع رویدادی (مقداری) را نشان می دهد که نظیر آن روی محور X است. در شکل ۳ یک نمونه از تابع توزیع تجمعی نشان داده شده است. در منحنی تجمعی شکل ۳ در محور Y مقدار تجمعی ۰.۵، در واقع همان احتمال تجمعی ۰.۵ درصد است. مقدار نظیر ۰.۵ در روی محور X معادل X_1 است و این یعنی پنجاه درصد از مقادیر در توزیع، پایین تر از مقدار X_1 هستند و ۵۰ درصد دیگر بالاتر از X_1 قرار دارند. مقدار صفر، کمترین مقدار منحنی تجمعی است و ۱ بالاترین مقدار در این منحنی می باشد (۱۰۰ درصد مقادیر پایین تر از این مقدار هستند). انتخاب یک مقدار با استفاده از توابع توزیع، نمونه برداری نام دارد. این مقدار انتخاب شده در واقع یک مقدار پیش بینی شده برای متغیر دارای عدم قطعیت است که می تواند در آینده اتفاق بیفتد. برای اینکه در مقدار پیش بینی شده هیچ گونه جهت گیری وجود نداشته باشد، انتخاب نمونه باید به طور تصادفی صورت گیرد. روش نمونه گیری تصادفی این است که ابتدا باید هیستوگرام فراوانی مقادیر داده ها رسم شود سپس با توجه به آن، منحنی فراوانی تجمعی داده ها تهیه گردد. همان طور که در شکل ۳ نشان داده شده بر روی محور عمودی توزیع تجمعی تغییراتی بین ۰ و ۱ وجود دارد که از آن برای نمونه گیری تصادفی استفاده می شود. در این حالت یک عدد به طور تصادفی بین ۰ و ۱ تولید شده که بر روی محور عمودی قرار می گیرد. در مرحله بعد با حرکت افقی و وصل این مقدار به منحنی و سپس با حرکت عمودی و برخورد با محور افقی مقدار نظیر عدد تولید شده در محور عمودی بر روی محور افقی، به دست می آید که آن را به عنوان نمونه تصادفی می توان در نظر گرفت. اگر این عمل چندین بار تکرار شود در واقع مقدار تغییرات احتمالی متغیر نامعلوم در آینده چندین بار مورد پیش بینی قرار گرفته است.*

شبیه سازی

شبیه سازی یک تکنیک عددی برای ارزیابی آینده است که شامل نوع خاصی از مدل های ریاضی و منطقی می باشد که رفتارهای یک سیستم اقتصادی یا تجاری را در طول مدت زمان مشخصی تشریح می کند. دلیل اصلی استفاده از شبیه سازی، نیاز تصمیم گیرندگان به داشتن علم در مورد آینده نامعلوم است. شبیه سازی ایجاد مدلی با استفاده از رابطه های ریاضی و منطقی از یک سیستم واقعی است که گذشت زمان و تغییرات پارامترهای سیستم مربوطه را در نظر گرفته و به بررسی آن به منظور دستیابی به نتیجه گیری هایی در مورد اجزای سیستم واقعی می پردازد [۱]، [۳]، [۶]. در این حالت با گذشت زمان و تغییر پارامترها، رفتار سیستم به کمک مدل شبیه سازی شده از آن بررسی می شود. چنین فرآیندهایی به عنوان مثال شامل، تاثیر میزان مالیات در نظر گرفته شده بر روی اقتصاد و یا تاثیر تبلیغات بر روی میزان فروش است. شبیه سازی در واقع عبارت است از تجزیه و تحلیل کمی بر اساس یک مدل ریاضی، که در نهایت منجر به تصمیم گیری می شود. در شبیه سازی می توان چند متغیر را هم زمان تغییر داد و نیز می توان برای هر متغیر یک تابع توزیع یا دامنه ای از تغییرات تعریف کرد و ارتباط بین متغیرها را مشخص نمود. در واقع شبیه سازی روشی پویا محسوب می شود [۳]. هدف از شبیه سازی مدل، ارزیابی یک تابع



هدف به ازای مقادیر مختلف متغیرهای ورودی است. در شبیه سازی، هدف، ارزیابی خروجی مدل است، نه به صورت یک عدد بلکه به صورت یک دامنه از اعداد که خود می توانند به صورت یک تابع توزیع باشد. دلایل استفاده از شبیه سازی را می توان به صورت زیر عنوان کرد. (۱) مدل‌های ریاضی پیچیده هستند و حل آنها در بسیاری از مواقع غیر ممکن است مگر اینکه با فرضیات حل شوند. این مدل به راحتی نمی توانند حالت های احتمالی را حل کنند. (۲) وقتی که مدل دارای پارامتر تصادفی باشد حل آن پیچیده است. (۳) وجود نرم افزارهای قوی و کامپیوترها باعث عمومیت و راحتی شبیه سازی شده است. (۴) مدل های ریاضی معمولاً سیستم را به حالت پایدار در نظر می گیرند یعنی به روش ریاضی نمی توان حالت گذرا را حل کرد در صورتی که شبیه سازی هر دو حالت را حل می کند [۲]. به طور کلی شبیه سازی را می توان برای تعریف و تفسیر سیستم، آنالیز آن به منظور تعیین پارامترهای بحرانی، برای ارزیابی حالت های مختلف سیستم و نیز به عنوان تخمین گر جهت تخمین مسائلی که در طرح ریزی و توسعه آینده سیستم دخالت دارند با حداقل خطای ممکن استفاده نمود.

فرض تابع هدف K خود تابعی از متغیرهای x, y, z باشد $k=f(x, y, z)$ که در آن هر یک از متغیرهای x, y, z ماهیت تصادفی دارند یعنی نمی توان به آنها یک عدد ثابت نسبت داد تا با جاگذاری در تابع f مقدار k به دست آید. به عنوان مثال فرض، برآورد زمان سفر از شهری به شهر دیگر به عنوان هدف مطرح است. برای این منظور نیاز به تعیین مسافت بوده که می توان این اطلاعات را از روی نقشه های موجود و سایر مراجع نظیر آن پیدا نمود. در صورت داشتن متوسط سرعت حرکت، می توان از رابطه بسیار ساده (۱) استفاده نمود.

$$T = \frac{x}{v} \quad \text{رابطه (۱)}$$

که در آن T زمان، x فاصله و v سرعت می باشد. این مدل مفید می باشد اما توجه شود که این مدل یک واقعیت ساده شده است چرا که خیلی از پارامترهایی که می توانند در زمان سفر تاثیر بگذارند در نظر گرفته نشده اند. در این مدل تاخیرهایی نظیر خرابی راه، وضعیت هوا، توقف برای سوخت گیری و یا استراحت که ممکن است سفر را طولانی تر کنند در نظر گرفته نشده اند. اگر زمان برای رسیدن به مقصد کافی باشد، همین مدل کفایت می کند ولی اگر زمان مهم است، نیاز به ساخت مدلی با جزئیات و پیچیدگی بیشتر می باشد. به عنوان مثال می توان عواملی که باعث توقف در بین راه می شوند را نیز در مدل دخالت داد. بنابراین مدل می تواند به صورت رابطه (۲) اصلاح شود.

$$T = \frac{x}{v} + (R \times N) \quad \text{رابطه (۲)}$$

که در آن R همان زمان در هر توقف و N تعداد دفعات توقف است. کاملاً ملموس است که هر چه پارامترهای موثر بیشتر شود، مدل تکمیل تر خواهد بود اما این پارامترها باید تخمین زده شوند و همواره باید در نظر گرفت که مدل ها واقعیت را ساده نموده و هر چقدر جزئیات به مقدار کافی در نظر گرفته شود و اطلاعات جمع آوری شده نیز کاملتر باشد نتایج دقیق تر و قابل اعتمادتری از آنالیز مدل به دست خواهد آمد. در مثال ذکر شده در بالا مسافت میان دو شهر قابل تغییر نیست ولی عواملی نظیر سرعت، تعداد دفعات توقف و همینطور زمان توقف در کنترل هستند. بنابراین این پارامترها متغیرهای تصمیم گیری می باشند. باید توجه داشت که این متغیرها نیز دارای محدودیت هستند. به عنوان مثال نمی توان با سرعت بیش از حد مجاز حرکت نمود و یا اصلاً برای سوخت گیری توقف نکرد و یا زمان پر کردن باک بنزین را تغییر داد. توجه به این محدودیت ها و دخالت دادن آنها در مدل از ملزومات ساخت یک مدل واقع بینانه است. به این چنین مدل های نمادین که در آنها متغیرهای تصمیم گیری دخالت دارند، مدل‌های تصمیم گیری می گویند [۲]. در مسئله مربوط به سفر بین دو شهر در رابطه (۲) زمان تابعی از مسافت، سرعت، تعداد دفعات توقف و زمان های توقف می باشد و از این پارامترها فقط مسافت ثابت است. سرعت ممکن است به عواملی نظیر زمان های توقف برای بنزین، خرابی ماشین، خرابی راه، آب و هوا و... بستگی داشته باشد. بنابراین نمی توان همیشه یک سرعت ثابت در نظر گرفت. مسئله ای که وجود دارد این است که زمان های توقف همیشه ثابت نیستند، مثلاً برای سوخت گیری بطور معمول ممکن است بتوان در دفعات مختلف اعداد ۵، ۱۰، ۷، ۶، ۵، ۸، ۱۱ و ... دقیقه را در نظر گرفت. این مسئله برای توقف های دیگر نیز به همین صورت می باشد و همیشه یک عدد ثابت نیست. این چنین سیستم



اولین همایش ملی معدن و علوم وابسته

اسفند ۱۳۸۸

هایی را که دارای عدم قطعیت هستند می توان به کمک شبیه سازی تحلیل کرد. اگر زمان توقف برابر مجموع زمانهای توقف برای سوخت گیری، صرف غذا، خرابی راه، آب و هوا و ... به صورت رابطه (۳) در نظر گرفته شود.

$$T = t_1 + t_2 + t_3 + \dots \quad \text{رابطه (۳)}$$

در این صورت t_1, t_2, t_3, \dots اعداد ثابت نیستند بلکه ممکن است اعداد حقیقی به خود اختصاص دهند. در چنین مواردی می توان برای هر یک از این زمان ها یک تابع توزیع تعریف و زمان مربوطه را با تابع توزیع نشان داد. سپس به منظور محاسبه T ، از هر یک از این توابع توزیع به صورت تصادفی نمونه گیری کرده و پس از به دست آوردن مقادیر t_1, t_2, t_3, \dots با جایگذاری این اعداد در رابطه (۳) مقدار T را به دست آورد. با تکرار این محاسبات در دفعات مختلف ممکن است برای T مقادیر مختلفی به دست آید که می توان این مقادیر را نیز به صورت یک تابع توزیع نشان داد و با توجه به آن تغییرات T را بررسی کرد. چنین عملیاتی را شبیه سازی می گویند. فرآیند شبیه سازی با توجه به پیچیدگی و تکراری بودن به کمک کامپیوتر انجام می شود. شبیه سازی کامپیوتری به فرآیند مدل سازی با استفاده از روابط ریاضی و منطقی و همچنین اجرای مدل بوسیله کامپیوتر گفته می شود. از جمله سیستم هایی که قابل شبیه سازی توسط کامپیوتر هستند می توان به یک کارخانه تولیدی به همراه ماشینها، پرسنل، وسایل حمل و نقل، یک شبکه توزیع کالا از کارخانجات، انبارها و شبکه های حمل و نقل، سیستم های حمل و نقل، کارخانه های فرآوری مواد معدنی، ارزیابی و برآورد مالی سیستم های اقتصادی و ... اشاره کرد [۲].

شبیه سازی مونت کارلو

از آنجاکه نمونه برداری از یک توزیع خاص شامل استفاده از اعداد تصادفی است، شبیه سازی تصادفی گاهی شبیه سازی مونت کارلو نیز نامیده می شود. روش مونت کارلو به عنوان تکنیکی در نظر گرفته می شود که از اعداد تصادفی برای یافتن راه حل های یک مدل استفاده می نماید. اعداد تصادفی، متغیرهای تصادفی مستقل هستند که به صورت یکنواخت در فاصله بین ۰ و ۱ توزیع می شوند. روش مونت کارلو نه تنها می تواند برای حل مسائل تصادفی استفاده شود، بلکه همچنین برای حل مسائل قطعی نیز استفاده می شود. یک مسئله قطعی اگر به صورت فرآیند های تصادفی قابل بیان شود، می تواند بوسیله روش مونت کارلو حل گردد. به صورت ساده، شبیه سازی مونت کارلو، با تلفیق شبیه سازی و نمونه گیری تصادفی، پیش بینی آینده را به طور مصنوعی به وسیله تولید هزارها نمونه تصادفی از تابع توزیع متغیرهای ورودی میسر می سازد و تاثیر تغییرات احتمالی متغیرهای ورودی را بر خروجی مدل آنالیز می کند. عملاً روش شبیه سازی مونت کارلو برای آنالیز ریسک، کمی نمودن آن، آنالیز حساسیت و پیش بینی به کار گرفته می شود. امروزه، کامپیوترهای سریع، بسیاری از محاسبات پیچیده را انجام می دهند و این امکان را فراهم می آورند تا مدلی ساخته شود که بتواند واقعیت را شبیه سازی کرده و در پیش بینی آینده کمک کند. این روش قادر است تا سیستم های واقعی را با استفاده از محاسبات تصادفی و عدم قطعیت های موجود در آینده شبیه سازی کرده و حالت های مختلف را ارزیابی کند تا در نهایت با استفاده از تحلیل نتایج در خروجی مدل ریسک تصمیم گیری حداقل گردد. این روش شبیه سازی، مونت کارلو نامیده می شود. اگر چندین متغیر غیر قطعی که هر یک تعداد زیادی از مقادیر ممکن را می توانند اختیار کنند به عنوان متغیر های ورودی در ارزیابی اقتصادی یک پروژه در نظر گرفته شوند، در عمل امکان به کارگیری روش های تحلیلی برای ارزیابی ریسک وجود ندارد. در چنین حالتی می توان با برداشت n نمونه از جامعه مورد نظر، تخمینی از پارمتر های آماری جامعه نمونه به دست آورد و پارمتر های جامعه کل را شبیه سازی نمود. تکنیک شبیه سازی مونت کارلو بر چنین اساسی بنا شده است. نمونه ای که از جامعه برداشته می شود پایستی معرف کل جامعه باشد تا تخمین درستی از توزیع جامعه در اختیار بگذارد. برای مثال فرض می شود که توزیع احتمال پرتاب دوتاس نامعلوم است. می توان با انداختن این دوتاس به تعداد زیاد و یادداشت نتایج بدست آمده، توزیع موجود را شبیه سازی کرد. توزیع فراوانی شبیه سازی شده، شبیه توزیع فراوانی است که به صورت واقعی محاسبه شده است. هر چه تعداد نمونه ها بیشتر باشد این تشابه بیشتر خواهد بود. تکنیک شبیه سازی مونت کارلو، عدم قطعیت های احتمالی موجود در خروجی مدل را شبیه سازی می کند. این عدم قطعیت ها ناشی از تغییر پذیری مقدار متغیر های ورودی است که در اثر عوامل مختلفی به وجود می آیند. چنین الگویی از تغییرات، تغییر پذیری تصادفی نامیده می شود. در تکنیک مونت کارلو، الگوی تغییرات احتمالی به وسیله اعداد تصادفی شبیه سازی می گردد. اعداد تصادفی به گونه ای تولید می شوند که احتمال رخداد هر کدام یکسان باشد. چرخاندن



چرخ رولت و یا انداختن تاس می تواند اعداد تصادفی تولید کند. امروزه با در دسترس بودن کامپیوتر های شخصی به سرعت می توان هرگونه اعداد تصادفی را تولید نمود. بنابراین تنها کاری که باقی می ماند، نمونه گیری تصادفی از یک توزیع احتمالی است. ساده ترین حالت مورد تصور، حالتی است که توزیع یکنواخت باشد. در چنین توزیعی، احتمال رخداد همه خروجی ها یکسان است. بنابر این اگر k خروجی ممکن باشد. هر خروجی دارای احتمال وقوع $1/k$ است. اگر هدف شبیه سازی k مقدار ممکن باشد، به سادگی می توان دامنه اعداد تصادفی را به k تقسیم نمود و هر بخش را به یکی از مقادیر ممکن نسبت داد.

تحلیل ریسک و برآورد مالی سیستم های اقتصادی با استفاده از شبیه سازی مونت کارلو

از آنجایی که در برآورد مالی سیستم های اقتصادی بسیاری از پارامترها مربوط به آینده بوده و باید پیش بینی شوند، در تصمیم گیری در مورد اینگونه پروژه ها تخمین اجتناب ناپذیر بوده و با ریسک همراه است [۳]. بنابراین باید از بهترین روش برای تخمین استفاده نمود تا خطا به حداقل رسیده و ریسک کاهش یابد. در این مورد، اطلاعات گذشته و حال می تواند به عنوان مبنایی برای تخمین و پیش بینی آینده مورد استفاده قرار گیرد. در این حالت مدل های شبیه سازی اغلب برای تجزیه و تحلیل تصمیم گیری تحت ریسک به کار گرفته می شوند [۶]، [۹]. در این مدل ها رفتار آینده یک یا چند فاکتور به طور قطعی شناخته شده نیست. در این خصوص مثال های زیادی از قبیل میزان تقاضا برای تولید در آینده یا نرخ بازگشت سرمایه گذاری یا میزان ارزش خالص فعلی سرمایه گذاری و ... وجود دارد. در اینگونه موارد پارامترهایی که به طور قطعی شناخته شده نیستند به عنوان یک متغیر تصادفی در نظر گرفته می شوند و رفتار این متغیر یا متغیرهای تصادفی از طریق برآورد یک تابع توزیع احتمالی تشریح می شود [۴]. بنابراین عدم قطعیت در هر یک از متغیرهای پروژه، به صورت یک تابع توزیع احتمالی، در هر یک از سلولهای جدول برآورد مالی قرار می گیرد. به این ترتیب ارزیابی ریسک همراه با مقادیر مورد انتظار قابل محاسبه خواهد بود.

نتیجه گیری

مدیریت تصمیم گیری در شرایط مختلف زمانی و در برخورد با موقعیت های مختلف، خصوصا در مواردی که چندین گزینه دارای متغیرهای غیر قطعی در تصمیم گیری وجود داشته باشد باید با دقت کافی همراه باشد تا با اخذ تصمیم بهینه، ریسک نتایج حاصل از تصمیم گیری به حداقل برسد. با توجه به مطالعات صورت گرفته در مقاله حاضر، در چنین شرایطی استفاده از روش های مدل سازی و شبیه سازی در حالت پویا، مدیریت ریسک و تصمیم گیری تحت شرایط غیر قطعی را ممکن می سازد. از آنجایی که این مدل ها رفتار سیستم را در حالت دینامیک (پویا) بررسی می کنند نتایج به دست آمده از تحلیل با این روش ها در اخذ تصمیم بهینه بسیار مفید و قابل اطمینان تر خواهد بود. با توجه به اینکه در بررسی فنی و اقتصادی، بسیاری از پارامترها از قبیل میزان تولید، قیمت فروش، درآمدها، هزینه ها و ... مربوط به آینده هستند، بررسی اقتصادی پروژه ها بر مبنای پیش بینی استوار است. بنابراین لازم است که با یک پیش بینی واقعیتانه ریسک تصمیم گیری به حداقل برسد. مشکل عدم قطعیت در پارامترهای مربوط به آینده، با محاسبه روند تغییرات این پارامترها با استفاده از اطلاعات گذشته و به دست آوردن توابع توزیع متغیرهای مورد پیش بینی و اجرای شبیه سازی مونت کارلو تحت شرایط ریسک تا حدود زیادی مرتفع خواهد شد. در این راستا باید پس از شناسایی متغیرهای غیر قطعی، به منظور پیش بینی این پارامترها از اطلاعات گذشته و حال برای به دست آوردن توابع توزیع مربوطه استفاده نمود. پس از این مرحله با جاگذاری توابع توزیع هر متغیر در جدول برآورد مالی به جای یک عدد ثابت و با استفاده از تولید اعداد تصادفی و نمونه گیری از توابع مربوطه با تعداد تکرار مشخص، تغییرپذیری خروجی سیستم براساس تغییرات پارامترهای غیر قطعی ورودی بررسی می گردد. بنابراین با اطمینان بسیار زیادی می توان وضعیت پروژه را در سال های آتی پیش بینی نمود و برنامه ریزی های لازم را انجام داد.

تشکر و قدردانی

با توجه به اینکه مقاله حاضر حاصل طرح پژوهشی تحت حمایت معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرمسار اجرا شده به این وسیله کمال تشکر و قدردانی را از ایشان و همچنین ریاست محترم دانشگاه اعلام می نمایم.

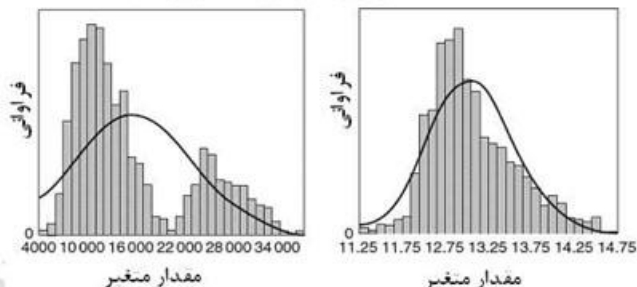


مراجع

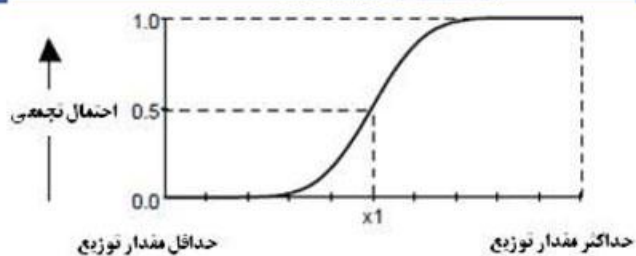
- [۱] اسکو نژاد، محمد مهدی (۱۳۷۷). اقتصاد مهندسی. مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیر کبیر.
- [۲] یوسفی، مهیار، خالوکاکی، رضا (۱۳۸۵). کاربرد کامپیوتر در معدن (اکتشاف، استخراج، زمین شناسی و نقشه برداری). انتشارات جهاد دانشگاهی صنعتی امیرکبیر.
- [3] Aven, T. (2003). Foundations of RISK Analysis. John Wiley & Sons, Ltd
- [4] Carlson, T. R., J. D. Erickson, D. T. O'Brian & M. T. Pana. (1966). Computer techniques in mine planning. Mining Engineering, Vol. 18, No. 5.
- [5] Liefly, Frank, (1997). approaches to risk and uncertainty in the appraisal of new technology capital project. Elsevier Science Inc, 53:21-33
- [6] Palisade corporation. (1994). Risk Analysis and Simulation Add-In for Microsoft Excel or Lotus 1- 2- 3. Windows Version- Release 3. User s Guide.
- [7] Ramasesh, Ranga., V. Jayakumar & D. Malayalam.(1996). Inclusion of flexibility benefits in discounted cash flow analysis for investment evaluation: a simulation / optimization model. Elsevier Science Inc, 44:124-141
- [8] Samis, Michael., Graham A. Davis, David. Laughton & Richard. Poulin. (2006). valuing uncertain asset cash flows when there are no options: A real options approach. Elsevier Science Inc, 30:285-298
- [9] Slater, Stanley F., Venkateswar K. Reddy & Thomas J. Zwirlein.(1998). Evaluating Strategic Investments. Elsevier Science Inc, 27:447-458



شکل ۱. متغیرهای دارای عدم قطعیت در شرایط ریسک



شکل ۲. یک نمونه از هیستوگرام فراوانی



شکل ۳. نمونه ای از تابع توزیع تجمعی

همایش ملی معدن و علوم وابسته
دانشگاه آزاد اسلامی واحد طبس
اسفند ۱۳۸۸