



شبه سازی ارزش خالص فعلی معدن زغال سنگ پروده 2 طبس در شرایط ریسک

محمد نجفی¹ - مهیار یوسفی² - رئوف غلامی³

1- عضو هیات علمی تمام وقت دانشگاه آزاد اسلامی واحد طبس

2- مدرس دانشگاه آزاد اسلامی سواد کوه

3- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی شاهرود

چکیده

در بررسی فنی و اقتصادی طرح ها در حالت قطعی بسیاری از پارامترها از قبیل میزان تولید، قیمت فروش و هزینه های سالیانه برای سال های آینده به صورت ثابت در نظر گرفته می شوند که در بسیاری مواقع خلاف واقعیت است. بنابراین با توجه به اینکه نمی توان میزان درآمدها و هزینه ها را در آینده به طور قطعی بیان نمود، بررسی اقتصادی پروژه ها بر مبنای پیش بینی استوار است، پس هر چقدر این پیش بینی دقیق تر باشد اخذ تصمیم با اطمینان بیشتری صورت خواهد گرفت. در این حالت استفاده از تکنیک های بررسی فنی و اقتصادی تحت شرایط عدم اطمینان و ریسک می تواند کمک موثری در تصمیم گیری و تحلیل پروژه بنماید. هدف از مقاله حاضر بررسی فرایند مالی معدن زغال سنگ پروده 2 طبس در شرایط قطعی و سپس پیش بینی و شبیه سازی آینده اقتصادی آن در شرایط غیر قطعی با استفاده از پارامترهای متغیر می باشد. در این راستا پس از مطالعه و بررسی پارامترهای فرایند مالی زغال سنگ پروده 2 طبس و شناسایی متغیرهای غیر قطعی، به منظور پیش بینی این پارامترها و به دست آوردن توابع توزیع مربوطه سعی شد تا از اطلاعات 20 سال گذشته استفاده شود. پس از این مرحله و جاگذاری توابع توزیع، با استفاده از توابع اعداد تصادفی و نمونه گیری از توابع مربوطه، تغییرپذیری ارزش خالص فعلی بر اساس تغییرات پارامترهای غیر قطعی بررسی گردید و با توجه به خروجی سیستم ملاحظه گردید که در 31 درصد مواقع ارزش خالص فعلی منفی خواهد شد، بنابراین سرمایه گذاری در این طرح در سال های آینده بستگی به ریسک پذیری سرمایه گذار خواهد داشت.

Simulation the net present value of the 2 Prodeh Tabas coal mine under the risk and uncertainty

In the economic study of the project in the certain situation, many parameters such as production, sales price and annual cost are considered as a constant value which results in the wrong interpretation. Therefore, respect to the revenue and cost which can not be expressed as certain value, the economic investigation is under the forecasting then making the decision will be safety if the forecasting be more exactly. In this state, using economical investigation techniques under the uncertainty can be mostly helpful in the decision making and analytical evaluation. Consequently, the aim of this paper is to investigate the financial process of the 3 Prodeh Tabas coal mine under certain situation firstly and then simulation the future economical process of it in the uncertainty by the variable parameters. In this way, after the study on the parameters of financial process in the 3 Prodeh Tabas coal mine and identification of the major uncertainty variable, in order to forecasting these parameters and introducing the probability function of them, past 20 years information is applied. After this stage and keeping the probability function, by using of randomly generating samples, the variation of the net present value of project was evaluated. Finally, with attention to the output of the system which is negative in the 31 percent of the time it was concluded that investment in this project in the future years will be depends on the risk acceptance of people.

مقدمه

هدف اصلی از بررسی فنی و اقتصادی طرح ها کاهش هزینه و افزایش سود است. بنابراین در مواجهه 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. در فرآیند تصمیم گیری عوامل متعددی دخالت دارند که اهم آنها برتری اقتصادی یا مقرون به صرفه بودن است. [1]، [2]. توجه به این نکته، اساس بحث اقتصاد مهندسی یا تجزیه و تحلیل اقتصادی پروژه ها است. اقتصاد مهندسی استفاده از مجموعه ای از تکنیک های ریاضی به منظور مقایسه صحیح اقتصادی پروژه های صنعتی و معدنی می باشد و به کمک آن می توان بهینه ترین تصمیم اقتصادی را اتخاذ نمود. بررسی فنی و اقتصادی پروژه های معدنی با استفاده از تکنیک های اقتصاد مهندسی به برآورد و پیش بینی تمام هزینه های لازم جهت سرمایه گذاری و درآمد ناشی از فروش آن و همچنین میزان سود حاصله می پردازد [3]. هدف از مقاله حاضر بررسی فرآیند مالی معدن زغال سنگ پروژه 2 طبس در شرایط قطعی و سپس پیش بینی آینده اقتصادی آن در شرایط غیر قطعی با استفاده از پارامترهای متغیر می باشد. بنابراین ابتدا تصمیم و تصمیم گیری تشریح شده و سپس در مورد روش های بررسی فنی و اقتصادی و تشکیل جدول جریان نقدینگی بحث شده و در نهایت به تکنیک های استفاده از کامپیوتر و نرم افزارهای مربوطه در شبیه سازی بررسی فنی و اقتصادی پروژه های معدنی تحت شرایط ریسک و پیش بینی آینده اقتصادی معدن زغال سنگ پروژه 2 طبس پرداخته شده است.

تصمیم و تصمیم گیری

تصمیم عبارت است از نتیجه و حاصل یک فرآیند، فرآیندی که اطلاعات لازم در مورد موضوعی را مورد تجزیه و تحلیل قرار داده و از ترکیب مناسب آنها به بهترین راه حل می رسد. هر اندازه اطلاعات مسال روشن تر باشد و تجزیه تحلیل دقیقتری روی داده ها صورت گیرد، احتمال صحت تصمیم قوی تر خواهد بود. در مورد طرح های معدنی نیز بررسی فنی و اقتصادی در نهایت منجر به تصمیم گیری در مورد اجرای پروژه یا عدم اجرای آن خواهد شد. بر اساس اینکه متغیرهای غیر قابل کنترل در تصمیم گیری وجود دارند یا نه، تصمیم گیری به دو نوع در شرایط اطمینان و در شرایط عدم اطمینان تقسیم می شود. تصمیم گیری در شرایط اطمینان مربوط به زمانی است که متغیرهای غیر قابل کنترل، در مدل تصمیم گیری وجود ندارند. تصمیم گیری در شرایط عدم اطمینان خود به دو نوع در حالت عدم اطمینان کامل (زمانی که تعدادی از متغیرهای غیر قابل کنترل وجود دارد ولی اطلاعات گذشته به منظور پیش بینی متغیرها در دسترس نیست) و در حالت ریسک (زمانی که تعدادی از متغیرهای غیر قابل کنترل وجود دارد، ولی اطلاعاتی از گذشته در دسترس بوده و احتمال وقوع آنها قابل پیش بینی است) تقسیم می شود. موارد استفاده این نوع تصمیم گیری در اقتصاد مهندسی بسیار است و شامل روش های از جمله روش امید ریاضی، درخت تصمیم، و استفاده از روش های شبیه سازی در شرایط ریسک می باشد. در تصمیم گیری در شرایط ریسک با توجه به اینکه پارامترهای دارای عدم قطعیت دخالت دارند، تخمین اجتناب ناپذیر است. بنابراین باید از بهترین روش برای تخمین استفاده نمود تا خطا به حداقل رسیده و ریسک کاهش یابد. در این مورد استفاده از اطلاعات گذشته و حال می توان به عنوان مبنایی برای تخمین و پیش بینی آینده قرار گیرد. در ارزیابی اقتصادی پروژه های معدنی پارامترهایی مانند عیار و تناژ، روش های استخراج، هزینه های سرمایه ای و جاری، میزان تقاضا و ... از جمله مواردی اند که مورد تخمین قرار می گیرند. سپس با استفاده از تکنیک های معمول در ارزیابی اقتصادی، حاصل این تخمین ها به تعداد بسیار کمتری شاخص جذابیت اقتصادی تبدیل می شوند [1]، [4].



ارزیابی اقتصادی پروژه های معدنی با استفاده از جدول جریان نقدینگی

ارزیابی یک طرح به منظور اقتصادی بودن آن و همچنین ممکن است به منظور مشخص نمودن نرخ بهره سود آوری انجام شود .
ارزیابی طرح ها به دو صورت انجام می گیرد، در نوع اول ممکن است موضوع سود آور بودن یا نبودن یک طرح پیشنهادی منفرد مطرح باشد. در این صورت باید مشخص شود که با توجه به شرایطی که وجود دارد، انجام طرح سود آور و اقتصادی است یا نه، در مورد دوم، مقایسه چند طرح از نظر سود آوری مطرح می باشد. در این صورت باید با استفاده از روشهای موجود سود آورترین طرح مشخص شود. برای ارزیابی فنی و اقتصادی پروژه های معدنی، آشنایی با روش های ارزیابی و امکان سنجی پروژه ها و جای گذاری ارقام هزینه و درآمد در جدول جریان نقدینگی (D.C.F) و لحاظ ارزش زمانی پول در مراحل مختلف حل مسأله ضروری است .
تکنیک های مختلفی برای ارزیابی اقتصادی یک پروژه در شرایط مختلف وجود دارد که شامل ارزش خالص فعلی، نرخ بازگشت سرمایه، روش یکنواخت سالیانه، درخت تصمیم گیری و... می باشند . در بررسی فنی و اقتصادی فعالیت های معدنی ، پس از مشخص نمودن کلیه هزینه ها و درآمدها، جدولی تهیه می شود که کلیه پارامترهای تاثیر گذار در آن دیده شده و روند فرآیند مالی را در طی سنوات بهره برداری و اجرای پروژه نشان می دهد. این جدول تحت عنوان جدول جریان نقدینگی (D.C.F) در پایان هر طرح معدنی تکمیل می گردد و خلاصه ای از وضعیت درآمدها و هزینه ها در طول دوره اجرای طرح است که در ستون های آن عموماً سال های عمر پروژه و در ردیف های آن پارامترهایی از قبیل درآمد سالیانه، هزینه های جاری سالیانه ، هزینه استهلاک ، درآمد مشمول مالیات، نقد رسیده و جریان نقدینگی و ... ذکر می شود. جریان نقدینگی اگر برای یک دوره منفی باشد، نشان دهنده بیشتر بودن هزینه ها از درآمدها و اگر مثبت باشد، بیانگر بیش تر بودن درآمد از هزینه است. این ردیف در واقع حاصل عملیات جدول D.C.F می باشد که تحت عنوان جریان نقدینگی طرح نام گذاری شده و برای تحلیل های بعدی با قرار دادن ارقام این ردیف در فرمول های تکنیک های اقتصاد مهندسی می توان مقادیر ارزش فعلی سرمایه گذاری (NPV) را با در نظر گرفتن حداقل نرخ جذب کننده، تعیین نمود. تشکیل جدول D.C.F به عنوان اطلاعات پایه جهت تحلیل مسائل مربوط به بررسی فنی و اقتصادی یک طرح مورد استفاده قرار می گیرد [1]، [4].

کاربرد روش ارزش خالص فعلی در بررسی اقتصادی طرح های مهندسی

تکنیک های مختلفی برای ارزیابی اقتصادی یک پروژه در شرایط مختلف وجود دارد ولی ملاک هایی که صرفاً بر اساس میزان جریان نقدینگی تصمیماتی را پیشنهاد می کنند، ارزش زمانی پول و هزینه سرمایه را در نظر نمی گیرند. بنابراین این ملاک ها فقط در مراحل ابتدایی پروژه و تنها برای تخمین پتانسیل اولیه آن مورد استفاده قرار می گیرند. یکی از ملاک ها و تکنیک هایی که در آن ارزش زمانی پول در نظر گرفته می شود، روش ارزش خالص فعلی می باشد. محاسبه ارزش فعلی یک فرآیند مالی، تبدیل ارزش کلیه دریافت ها و پرداخت های آینده به ارزش فعلی یا در واقع ارزش زمان حال آنها می باشد. در این روش در صورتی که ارزش خالص فعلی به ازای حداقل نرخ جذب کننده یک طرح، کوچکتر از صفر باشد، ارزش فعلی هزینه ها بیشتر از ارزش فعلی درآمدها بوده و پروژه غیر اقتصادی خواهد بود. در مواردی که ارزش خالص فعلی بزرگتر از صفر باشد ارزش فعلی هزینه ها کمتر از ارزش فعلی درآمد بوده و طرح اقتصادی است. اگر ارزش خالص فعلی برابر صفر باشد، طرح را می توان اقتصادی در نظر گرفت زیرا حداقل نرخ جذب کننده برای سرمایه گذاری تامین شده است [1]، [4].



محاسبه ارزش خالص فعلی و تحلیل ریسک در معدن زغال سنگ پروده 2 طبس

در بررسی فنی و اقتصادی معدن زغال سنگ پروده 2 طبس در حالت قطعی از اطلاعات 20 سال گذشته استفاده شد تا در ابتدا با توجه به میزان تولید سالیانه و همچنین برآورد هزینه های سالیانه، قیمت فروش و سایر پارامترهای جدول جریان نقدینگی، ارزش خالص فعلی در حالت قطعی محاسبه شده و در نهایت با نتایج شبیه سازی و تحلیل ریسک مقایسه گردد. در این حالت پارامترهای میزان تولید، درآمد، قیمت فروش زغال سنگ و هزینه ها برای تمام سال ها برابر در نظر گرفته شده است و با توجه به ردیف جریان نقدینگی و در نظر گرفتن حداقل نرخ جذب کننده 25٪ میزان ارزش خالص فعلی برابر 308,580.49 ریال محاسبه گردید. جدول مربوط به فرآیند مالی تشکیل شده برای این معدن در جدول 1 مشاهده می شود. همان طور که بیان گردید در حالت قطعی، بسیاری از پارامترها از قبیل میزان تولید و هزینه های سالیانه برای سال های آینده به صورت ثابت در نظر گرفته می شوند که در بسیاری مواقع خلاف واقعیت است. بنابراین با توجه به اینکه نمی توان میزان درآمدها و هزینه ها را در آینده به طور قطعی بیان نمود، بررسی اقتصادی پروژه ها بر مبنای پیش بینی استوار است. در این حالت استفاده از تکنیک های بررسی فنی و اقتصادی تحت شرایط عدم اطمینان می تواند کمک موثری در تصمیم گیری بنماید. یکی از این روش ها شبیه سازی می باشد. در حالت ریسک، عدم قطعیت در هر یک از متغیرهای پروژه، به صورت یک تابع توزیع احتمالی در هر یک از سلولهای جدول قرار می گیرد. [5]، [6]. به این ترتیب ارزیابی ریسک همراه با مقادیر مورد انتظار قابل محاسبه خواهد بود. مدل های شبیه سازی اغلب برای تجزیه و تحلیل تصمیم گیری تحت ریسک به کار گرفته می شوند. در این مدل ها رفتار یک یا چند فاکتور بطور قطعی شناخته شده نیست. در این گونه 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.

پیش بینی توابع توزیع بلوامترهای غیر قطعی موثر در معدن زغال سنگ پروده 2 طبس

از آنجا که برای شبیه سازی نیاز به تولید اعداد تصادفی و به دست آوردن توابع توزیع متغیرهای غیرقطعی می باشد، پس از مطالعه پارامترهای فرآیند مالی و جدول D.C.F معدن زغال سنگ پروده 2 طبس، متغیرهای غیر قطعی، قیمت فروش و هزینه های سالیانه تشخیص داده شدند. به منظور پیش بینی این پارامترها و به دست آوردن توابع توزیع مربوطه سعی شد تا از اطلاعات 20 سال گذشته استفاده شود. برای به دست آوردن تابع توزیع قیمت فروش زغال سنگ از اطلاعات و نمودار سال های 1998 تا 2008 میلادی استفاده گردید که این نمودار در شکل 1 مشاهده می شود. با در نظر گرفتن این نمودار، تابع توزیع RiskExpon(20636) برای قیمت زغال سنگ معرفی شد. این تابع توزیع در شکل 2 مشاهده می شود. برای تولید سالیانه نیز با در نظر گرفتن بازه اطمینان، تابع توزیع RiskNormal(50000,1000) مشخص گردید. در شکل 3 تابع توزیع نرمال در نظر گرفته شده برای تولید سالیانه مشاهده می شود. پس از این مرحله، در جدول شماره 1 به جای قرار دادن اعداد ثابت، برای میزان تولید و قیمت سالیانه، توابع توزیع به دست آمده جاگذاری شدند. به منظور تخمین هزینه در سال های آینده نیز، با توجه به نرخ تورم و نیز اطلاعات سال های گذشته، در هر سلول 10٪ افزایش نسبت به سلول سال قبل در نظر گرفته شد.



شبیه سازی فرآیند مالی یا استفاده از پارامترهای غیر قطعی

به منظور اینکه مدل به واقعیت نزدیکتر باشد می توان اعداد تصادفی را برای پارامترهای غیر قطعی تولید نمود. بنابراین با تولید اعداد تصادفی می توان تغییرپذیری ارزش خالص فعلی را براساس تغییرات میزان تولید، هزینه و قیمت فروش سالیانه بررسی کرد. در این محاسبات میزان تولید سالیانه و قیمت زغالسنگ متغیرهای تصادفی هستند، بنابراین NPV یک متغیر تصادفی خواهد بود. در مورد فرآیند مالی معدن زغال سنگ پروده 2 طبس پس از وارد کردن توابع توزیع ابتدا سلول های دارای عدم قطعیت به عنوان ورودی های شبیه سازی انتخاب شدند، سپس سلول مشخصه مقدار NPV به عنوان نشان دهنده خروجی شبیه سازی انتخاب گردید. پس از مشخص نمودن سلول های ورودی و خروجی به منظور اجرای شبیه سازی 100 تکرار برای 1 بار شبیه سازی در نظر گرفته شد. با انجام این محاسبات، 100 مقدار NPV به دست آمد. در نهایت برای این مقادیر هیستوگرام مربوطه که در شکل 4 نشان داده شده است رسم گردید. هیستوگرام های به دست آمده برای قیمت فروش و تولید سالیانه در سال های پنجم، دهم، پانزدهم و بیستم نیز در شکل 5 مشاهده می شود. با رسم هیستوگرام فراوانی و جدول مربوط به پارامترهای آماری، می توان درصد موافقی را که NPV منفی است را مشاهده نمود (در مورد معدن فوق در 31 درصد مواقع ارزش خالص فعلی مرفی خواهد شد) و با توجه به نتایج آن برای اجرای پروژه یا عدم اجرای آن دقت لازم را به عمل آورد. در این مطالعه، نتایج شبیه سازی نسبت به پارامترهای ورودی حساس هستند. بنابراین باید در مورد نحوه تغییرات ورودی ها در یک سیستم دقت لازم بعمل آید تا بهترین توزیع برای ورودی در نظر گرفته شود.

نتیجه گیری

با توجه به بررسی های انجام شده در مطالعه حاضر واضح است که اگر در بررسی فنی و اقتصادی سیستم های اقتصادی و به خصوص در مواردی که پارامترها مربوط به آینده هستند از تکنیک شبیه سازی و تولید اعداد تصادفی در پیش بینی استفاده شود، نتایج واقعیتناهن تر خواهد بود. این وضعیت در مورد معدن زغال سنگ پروده 2 طبس نیز صادق است زیرا با توجه به خروجی سیستم و هیستوگرام توزیع NPV ملاحظه می شود که با توجه به محاسبات انجام شده و در نظر گرفتن حداقل نرخ جذب کننده 25٪، در 31 درصد مواقع NPV طرح مرفی خواهد شد و در 63٪ مواقع مقدار آن بین مقادیر 7.649034×10^9 قرار دارد. بنابراین پذیرش این طرح با توجه به منفی شدن ارزش خالص فعلی آن در 31 درصد مواقع، بسته به ریسک پذیری سرمایه گذار خواهد داشت.

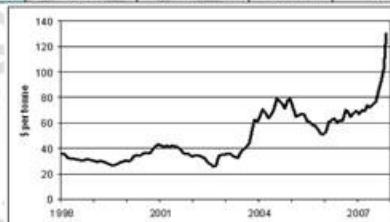
منابع

- 1- اسکو نژاد، محمد مهدی، 1377، "اقتصاد مهندسی - مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیر کبیر".
 - 2- اورعی، کاظم و اسدی، احمد، 1382، "اقتصاد مهندسی - مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر".
 - 3- اورعی، کاظم و خداوردی، احمد، 1381، "اقتصاد منابع معدنی - انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد".
 - 4- یوسفی، مهیار و خالوکاکی، رضا، 1385، "کاربرد کامپیوتر در معدن (اکتشاف، استخراج، زمین شناسی و نقشه برداری)"، انتشارات جهاد دانشگاهی صنعتی امیرکبیر.
- 5- Carlson, T. R., Erickson, J. D., O'Brain D. T. and Pana, M. T., 1966, "Computer techniques in mine planning". Mining Engineering, Vol. 18, No. 5, p.p. 53-56.
- 6- Palisade corporation, 1994, "Risk Analysis and Simulation Add-In for Microsoft Excel or Lotus 1- 2- 3", Windows Version-Release 3.0 Users' Guide.

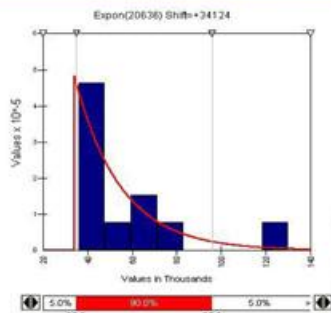


جدول 1: جدول مربوط به فرآیند مالی معدن زغال سنگ پرود 3 طبس

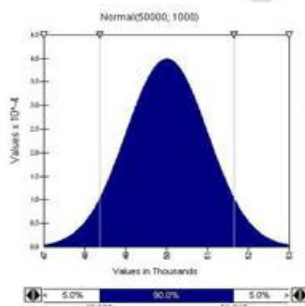
سال پروژه	تولید سالانه	قیمت زغال	درآمد سالانه	هزینه سالیانه	جریان نقدینگی
1	2500	180855	452137500	6841256360	6389118860-
2	34000	180855	6149070000	6841256360	692186360-
3	50000	180855	9042750000	6841256360	2201493640
4	50000	180855	9042750000	6841256360	2201493640
5	50000	180855	9042750000	6841256360	2201493640
6	50000	180855	9042750000	6841256360	2201493640
7	50000	180855	9042750000	6841256360	2201493640
8	50000	180855	9042750000	6841256360	2201493640
9	50000	180855	9042750000	6841256360	2201493640
10	50000	180855	9042750000	6841256360	2201493640
11	50000	180855	9042750000	6841256360	2201493640
12	50000	180855	9042750000	6841256360	2201493640
13	50000	180855	9042750000	6841256360	2201493640
14	50000	180855	9042750000	6841256360	2201493640
15	50000	180855	9042750000	6841256360	2201493640
16	50000	180855	9042750000	6841256360	2201493640
17	50000	180855	9042750000	6841256360	2201493640
18	50000	180855	9042750000	6841256360	2201493640
19	50000	180855	9042750000	6841256360	2201493640
20	50000	180855	9042750000	6841256360	2201493640
21	50000	180855	9042750000	6841256360	2201493640



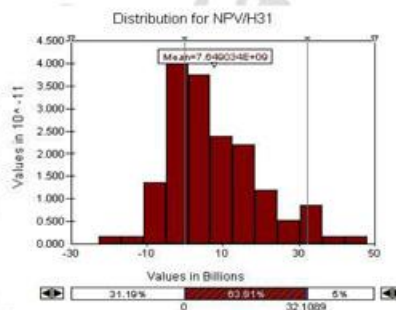
شکل 1: تغییرات قیمت جهانی زغال سنگ بین سال های 1998 تا 2008 میلادی



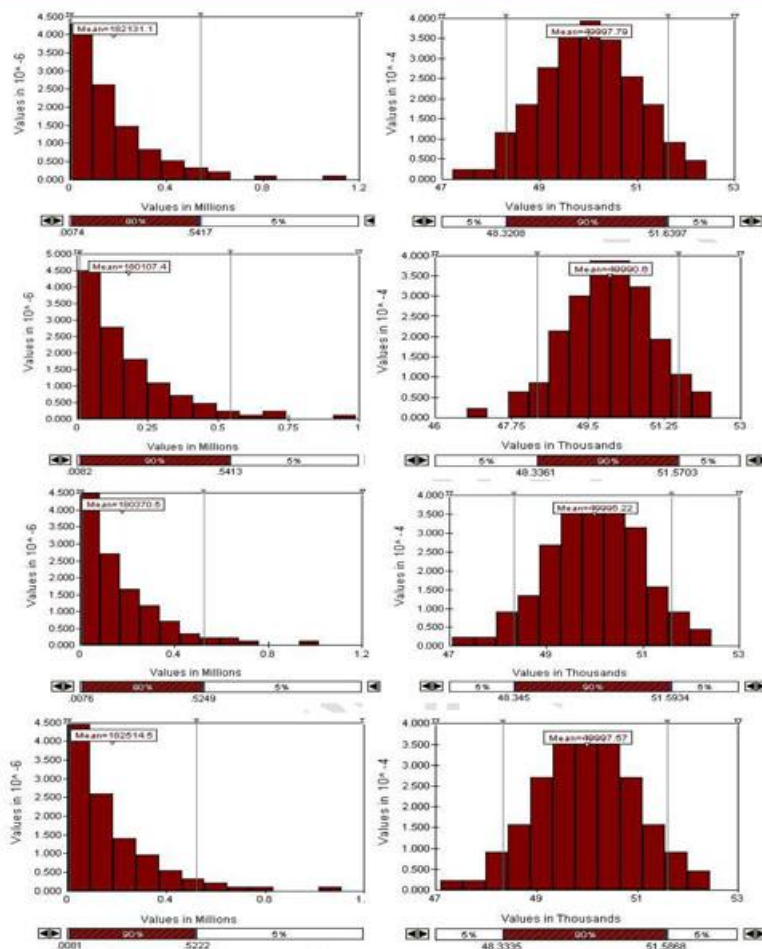
شکل 2. تابع توزیع RiskExpon(20636) مربوط به تغییرات قیمت زغال



شکل 3. تابع توزیع RiskNormal(50000, 1000) مربوط به تولید سالیانه معدن زغال سنگ پروژه 2 طبس



شکل 4. توزیع مقادیر NPV در سلول خروجی پس از اجرای شبیه سازی



شکل 5: هیستوگرام های برآزش شده برای تولید سالیانه در سمت راست و قیمت زغال در چپ در سال های پنجم، دهم، پانزدهم و بیستم