فصلنامــه علمی پژوهشی دانش سرمایه‌گــذاری
سال چهارم/ شماره شانزدهم/ زمستان ۱۳۹٤

تخمین ارزش خالص فعلی پروژه‌های صنعتی– معدنی با استفاده از شبکه عصبی رگرسیون عمومی

حسین بدیعی
مربی عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرمسار،گروه حسابداری، سمنان، ایران و دانشجوی دکتری حسابداری دانشگاه علامه طباطبایی، تهران، ایران.

مهیار یوسفی
استادیار گروه معدن، دانشکده فنی و مهندسی- دانشگاه ملایر، همدان، ایران

طالب پرگر
دانش آموخته مدیریت بازرگانی گرایش مالی در مقطع کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد بین الملل قشم، هرمزگان، ایران.
(نویسنده مسئول مکاتبات)
t.pargar@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۰/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۲/۴

چکیده

در بررسی اقتصادی پروژه های صنعتی و معدنی و تخمین ارزش خااص فعلی سرمایه‌گذاری، بسیاری از پارامترها مربوط به آینده و غیر قطعی می‌باشند بنابراین بررسی این پروژه‌ها و تخمین رفتار پارامترهای غیر قطعی بر مبنای پیش بینی استوار هستند. در این حالت به منظور حصول نتایج واقعبینانه تر، عموماً از تکنیک های بررسی تحت شرایط ریسک در پیش بینی دقیق تر پارامترهای آینده استفاده می‌شود. در این خصوص روش‌های مختلفی وجود دارد که یکی از آن‌ها استفاده از مدل های شبیه سازی می باشد. در این مدل ها رفتار فاکتورهای متغیر به طور قطعی شناخته شده نیست و این عدم قطعیت نه به صورت یک عدد ثابت، بلکه به صورت یک متغیر تصادفی در نظر گرفته شده و رفتار این متغیر یا متغیرهای تصادفی از طریق برآورد یک تابع توزیع احتمالی و شبیه‌سازی آن تحلیل می شود. مقاله حاضر با هدف بررسی فنی و اقتصادی واحد صنعتی- معدنی طلای کوه زر تربت حیدریه در حالت ریسک برای یک دوره ۷ساله، به تشریح کاربرد روش شبیه سازی در تحلیل سیستم های اقتصادی معدنی پرداخته و همچنین از روش هوش مصنوعی رگرسیون عمومی برای تخمین ارزش خاص فعلی سرمایه‌گذاری واحد فوق استفاده نموده است. بنابراین پس از انجام محاسبات و تشکیل جدول جریان نقدینگی، از اطلاعات به دست آمده از سال‌های گذشته و حال، به عنوان مبنایی برای تخمین رفتار آینده پارامترهای تاثیر گذار و دارای عدم قطعیت استفاده شده و میزان تغییرات سال‌های آتی برای

هر یک از این متغیرها به صورت یک تابع توزیع احتمالی پیش بینی گردیده است. سپس با جاگذاری توابع توزیع متغیرهای غیرقطعی در سلول‌های جدول جریان نقدینگی، نمونه برداری تصادفی صورت گرفت و در نهایت با استفاده از تکنیک شبیه سازی، رفتار آینده سیستم و دامنه تغییرات ارزش خالص فعلی تحت شرایط ریسک مورد پیش‌بینی و تحلیل قرار گرفت. سپس با استفاده نتایج حاصل از شبیه سازی، یک شبکه عصبی رگرسیون عمومی برای پیش بینی و تخمین ارزش خالص فعلی در شرایط وجود متغیرهای غیر قطعی، مانند تولید سالیانه و هزینه تولید، طراحی و اجرا گردید و نتایج نشان داد که شبکه طراحی شده با قابلییت اطمینان خوبی می تواند ارزش خالص فعلی را پیش بینی نماید.

واژه‌های کلیدی: ارزش خالص فعلی، واحدهای صنعتی و معدنی، شبکه عصبی رگرسیون عمومی.

۱- مقدمه

از آنجا که در بررسی های اقتصادی پروژه‌های صنعتی-معدنی پارامترهای مربوط به آینده نیز دخالت دارند، این متغیرها باید مورد پیش بینی و تخمین قرار گیرند تا رفتار آینده پارامترهای غیر قطعی نیز در محاسبات اقتصادی منظور گردد. یکی از راه های کاهش خطا و ریسک پیش بینی، استفاده از مدل های شبیه سازی می باشد. در این مدل ها تغییرات آینده فاکتورهای متغییر به طور قطعی شناخته شده نیست. مثال هایی از این قبیل شامل میزان تقاضا برای تولید در آینده یا نرخ بازگشت سرمایه گذاری یا میزان ارزش خالص فعلی سرمایه گذاری و ... می باشد. در این مدل ها پارامترهای غیر قطعی به عنوان یک متغیر تصادفی در نظر گرفته شده و تغییرات این پارامترها از طریق برآورد یک تابع توزیع احتمالی تشریح می شوند (Slater et al., 1998; Aven, 2003). بنابراین عدم قطعیت در هر یک از متغیرهای پروژه، به صورت یک تابع توزیع احتمالی، در هریک از سلول های جدول جریان نقدینگی (فرآیند مالی) قرار گرفته و سپس شبیه‌سازی سیستم صورت می‌گیرد. علاوه بر مدل های شبیه‌سازی، در سال های اخیر شبکه های عصبی مصنوعی به عنوان یک روش قوی در تخمین روابط خطی و غیر خطی بین پارامترها در زمینه های مختلف مهندسی کارایی بالای خود را نشان داده اند. در خصوص پروژه های اقتصادی نیز از شبکه عصبی پس انتشار خطا برای فائق آمدن به مشکلات روشهای معمول استفاده شده است (Sayadi et al., 2014). روش شبکه عصبی رگرسیون عمومی یکی از روش‌هایی است که با موفقیت در مطالعات بسیاری مورد استفاده قرار گرفته است. این روش با استفاده از ساختارهای موازی خود و تابع فعال سازی گوسی، پیش‌بینی دقیقی را در خروجی مدل ارائه می‌دهد. هدف از مقاله حاضر بررسی فرآیند مالی واحد صنعتی- معدنی طلای کوه زر تربت حیدریه، پیش بینی و شبیه سازی متغیرهای غیر قطعی و در نهایت تخمین ارزش خالص فعلی با استفاده از شبکه رگرسیون عمومی به منظور تحلیل ریسک در یک دوره ۷ ساله می‌باشد. بنابراین با بررسی پارامترهای فرآیند مالی واحد صنعتی- معدنی فوق، متغیرهای غیر قطعی شناسایی شده و در مرحله بعد به منظور پیش بینی رفتار آینده این پارامترها و به دست آوردن توابع توزیع

مربوطه از اطلاعات گذشته استفاده گردید. پس از این مرحله توابع توزیع به دست آمده در سلول مربوط به خود در جدول فرآیند مالی جاگذاری شد و با تولید اعداد تصادفی و نمونه گیری از توابع توزیع مربوطه با تعداد تکرار مشخص، تغییرپذیری خروجی سیستم شبیه سازی شده، یعنی ارزش خالص فعلی سرمایه گذاری بر اساس تغییرات پارامترهای ورودی بررسی و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. سپس با استفاده از شبکه عصبی رگرسیون عمومی که در واقع نوعی شبکه شعاعی با ساختار موازی است، مقدار ارزش خالص فعلی برای واحد فوق با انجام یکسری کد نویسی در محیط نرم افزاری مطلب (MTLAB) تخمین زده شد. با توجه به اینکه این شبکه با توجه به سرعت بالای تخمین و همچنین پارامترهای کمتر قابل تنظیم نسبت به شبکه پس انتشار خطا، در بسیاری از موارد ارجعیت دارد، نتایج خوبی به دست آمد.

۲- مبانی نظری و مروری بر پیشینه پژوهش

شبکه های عصبی به دلیل قابلیت های بالایی که دارا می‌باشند به خوبی می توانند در مسائل مختلف مورد استفاده و ارزیابی قرار گیرند. این شبکه ها با موفقیت در بسیاری از مسائل پیش بینی و طبقه بندی مورد استفاده قرار گرفته اند. شبکه عصبی مصنوعی از نظر عملکرد دارای روش های مختلفی است که از جمله می توان به شبکه عصبی رگرسیون عمومی اشاره نمود. از آنجایی که شبکه های عصبی به خوبی قادرند تا روابط غیرخطی مجهول بین داده‌ها را تخمین بزنند، امروزه به صورت گسترده در بسیاری از شاخه های علم مورد استفاده قرار می‌گیرند. شبکه عصبی رگرسیون عمومی یکی از انواع شبکه‌های عصبی مصنوعی است که در واقع نوعی شبکه شعاعی با ساختار موازی است. این شبکه با توجه با سرعت بالای تخمین و همچنین پارامترهای کمتر قابل تنظیم نسبت بر شبکه پس انتشار خطا، در بسیاری از موارد ارجعیت دارد. بر اساس مطالعات انجام شده از این شبکه در پیش بینی شاخص سودآوری واحدهای صنعتی و معدنی استفاده نشده است. از آنجا که خطا در پیش بینی پارامترهای غیرقطعی در نهایت منجر به بروز خطای بیشتر در شاخص ارزیابی پروژه‌های سرمایه‌گذاری از قبیل ارزش خالص فعلی و نرخ بازگشت می‌شود، چه بسا ممکن است یک پروژه اقتصادی، غیراقتصادی و یک پروژه غیراقتصادی، اقتصادی تلقی شده و باعث هدر رفتن سرمایه و زمان گردد. بنابراین، لزوم پیش بینی و ارزیابی دقیق شاخص‌های اقتصادی احساس می‌گردد در همین راستا هدف از مطالعه حاضر استفاده از این روش قدرتمند در پیش بینی شاخص سودآوری واحدهای صنعتی در شرایط عدم قطعیت و با استفاده از شبیه سازی خواهد بود. با در نظر گرفتن چالش‌های مدیریتی موجود در تصمیم‌گیری بر سر توجیه اقتصادی پروژه‌های مختلف و با توجه به محدودیت های زمان و منابع، استفاده از این روش کمک موثری به پیش بینی آینده اقتصادی یک پروژه خواهد داشت.

۲-۱- مدل سازی و شبیه سازی

مدل یعنی خلاصه یک واقعیت که جزئیات مهم و عوامل تاثیر گذار در آن در نظر گرفته شده است. واقعیت در یک محیط مصنوعی مدل شده و نتایج پس از اجرا و تحلیل در جهت تصمیم گیری تفسیر می‌شوند. دلایل

استفاده از مدل شفاف تر شدن اهداف، شناسایی انواع تصمیمات تاثیر گذار بر اهداف، شناسایی ارتباط و تاثیر متقابل بین انواع تصمیم گیری ها و متغیرها، مطالعه پارامترها و متغیرهای عددی موثر در مدل، شناسایی محدودیت متغیرها و انتقال راحت تر ایده ها و طرح ها می باشد. مدل‌ها به سه گروه مدل‌های فیزیکی مثل ماکت، مدل‌های مقایسه ای مثل نقشه و مدل‌های نمادین تقسیم می شوند. مدل های نمادین که موضوع مقاله حاضر نیز می باشند تمام مفاهیم و وابستگی ها را به طور خلاصه به صورت کمی ارائه می دهند. در این مدل ها همانند سازی، تکرار، اصلاح و بازسازی بسیار ساده بوده و وسیعترین کاربرد را دارند. با توجه به هدف از ساخت و کاربرد مدل های نمادین، انواع مختلفی از این مدل ها با عنوان مدل های پیش بینی، مدل های تصمیم گیری، مدل های رگرسیون، مدل های ریاضی، مدل های شبیه سازی و ... نامگذاری می شوند (Anderson et al., 1998). 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. در این حالت با گذشت زمان و تغییر پارامترها، رفتار سیستم به کمک مدل شبیه سازی شده از آن در حالت پویا بررسی می شود (یوسفی و غلامی، ۱۳۸۹). 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، برای هر متغیر یک تابع توزیع یا دامنه ای از تغییرات تعریف کرد و ارتباط بین متغیرها را مشخص نمود. هدف از شبیه سازی مدل، ارزیابی یک تابع هدف به ازای مقادیر مختلف متغیرهای ورودی است (Anderson et al., 1998). در شبیه سازی خروجی تابع هدف است نه به صورت یک عدد بلکه به صورت یک دامنه از اعداد که خود می توانند به صورت یک تابع توزیع باشد. به طور کلی شبیه سازی را می توان برای تعریف و تفسیر سیستم، تحلیل آن به منظور تعیین پارامترهای بحرانی، ارزیابی حالت های مختلف سیستم و به عنوان تخمین گر جهت تخمین مسائلی که در طرح ریزی و توسعه آینده سیستم دخالت دارند با حداقل خطای ممکن استفاده نمود.

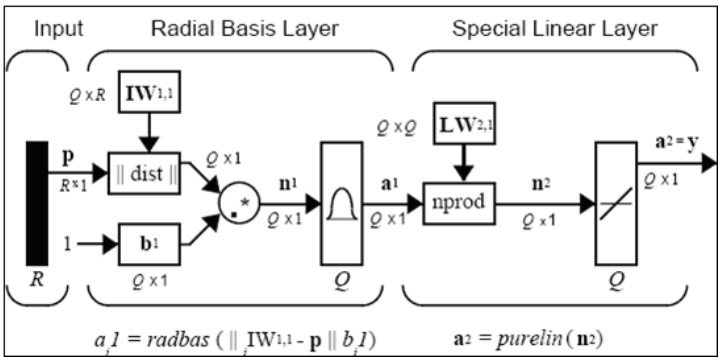
۲-۲- برآورد مالی با استفاده از محاسبات جریان نقدینگی و ارزش خالص فعلی

به منظور ارزیابی پروژه‌های اقتصادی صنعتی و معدنی تکنیک های مختلفی وجـود دارنـد کـه شـامل ارزش خالص فعلی، نرخ بازگشت سرمایه، درخت تصمیم گیری و ... می باشند. در برآورد مالی پروژه‌های اقتصادی، پس از تفکیک و مشخص نمودن کلیه هزینه ها و درآمدها، جدولی تهیه می شود که کلیه پارامترهـای تـاثیرگـذار در آن دیده شده و فرآیند مالی را در طی سنوات بهره برداری و اجرای پروژه نشان مـی‌دهـد. ایـن جـدول، جـدول جریان نقدینگی[1] یا برآورد مالی بوده و در شروع بررسی هر سیستم اقتصادی می بایست تکمیل گردد و در واقع خلاصه ای از وضعیت درآمدها و هزینه ها در طول دوره اجرای طرح است که در آن پارامترهایی از قبیل درآمـد سالیانه، هزینه های جاری سالیانه، هزینه استهلاک و جریان نقدینگی و ... در طول سال های عمر پروژه ذکر می شود. در این جدول، جریان نقدینگی مهمترین پارامتر بوده و برای محاسبات و تحلیل های بعـدی بـا قـرار دادن ارقام این ردیف در روابط اقتصاد مهندسی می توان مقادیرارزش فعلـی سـرمایه گـذاری[2] را بـا در نظـر گـرفتن

حداقل نرخ جذب کننده، تعیین نمود. روش ارزش خالص فعلی یکی از ملاک ها و تکنیک هایی است کـه در آن ارزش زمانی پول در نظر گرفته می شود. در این روش کوچک‌تر یا بزرگ‌تـر بـودن ارزش خـالص فعلـی سـرمایه گذاری به ازای حداقل نرخ جذب کننده مشخص، مبنای اقتصادی بودن یـا نبـودن پـروژه تحـت بررسـی اسـت (Liefly, 1997; Ramasesh et al., 1996; Samis et al. 2006).

۲-۳- شبکه عصبی رگرسیون عمومی

شبکه عصبی رگرسیون عمومی[۳] را می‌توان به عنوان یک شبکه شعاعی نرمال شده در نظر گرفت که برای هر واحد آموزشی یک نرون پنهان دارد. این شبکه الگوریتم یادگیری تک گذر با ساختار موازی است که در سال ۱۹۹۱ توسط اسپچت[۴] اختراع شد (Spetch, 1991) و قادر به تولید خروجی‌های پیوسته می‌باشد. این شبکه‌ها بر اساس تابع چگالی احتمال پایه گذاری شده و از ویژگی های بارز آن زمان آموزش سریع و مدل سازی توابع غیرخطی است. این شبکه حتی با داده‌های پراکنده در یک فضای اندازه‌گیری چند بعدی، تغییرات همواری از داده مشاهده‌ای را برای دیگر داده‌ها فراهم می‌کند. فرم الگوریتم این شبکه برای هر مسئله رگرسیونی در جایی که هیچ گونه فرضیاتی برای قضاوت خطی بودن وجود نداشته باشد می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. این شبکه پارامترهای شبکه پس انتشار خطا را ندارد ولی در عوض فاکتور هموارساز[۵] دارد که مقدار بهینه آن در طی چندین اجرا با توجه به میانگین مربعات خطا بدست می‌آید. در شکل (۱) ساختار این شبکه نشان داده شده است (Demuth and Beale 2002).



شکل۱). ساختار شبکه عصبی رگرسیون عمومی(Demuth and Beale 2002)

۳- روش‌شناسی پژوهش

در مطالعه حاضر ابتدا فرآیند مالی مربوط به واحد صنعتی و معدنی مورد مطالعه، مدل‌سازی شده و ارزش خالص فعلی آن محاسبه گردیده است. پس از این مرحله با استفاده از روش‌های شبیه‌سازی در شرایط عدم قطعیت و در نظر گرفتن پارامترهای موثر غیر قطعی بر ارزش خالص فعلی، فرآیند مالی واحد فوق شبیه‌سازی

شده تا ورودی‌ها و جمعیت نمونه‌های لازم برای آموزش و آزمون شبکه عصبی رگرسیون عمومی فراهم گردد. در نهایت قابلیت شبکه عصبی رگرسیون عمومی جهت پیش بینی ارزش خالص فعلی مورد ارزیابی قرار گرفته است. بنابراین با در اختیار داشتن جدول فرآیند مالی و جریان نقدینگی واحد صنعتی مورد نظر عملیات شبیه سازی بر روی ارزش خالص فعلی آن انجام شده و در نتیجه شـیوه تجـزیه و تحلیل داده‌ها استفـاده از روش‌های شبیه-سازی و شبکه عصبی رگرسیون عمومی بوده است.

۴- فرضیه پژوهش

با توجه به هدف مطالعه حاضر که بررسی امکان پیـش بینی نرخ بازگشت سرمایه پروژه‌های صنعتی و معدنی با استفاده از شبکه عصبی رگرسیون عمومی می‌باشد، فرض بر این است که روش هوش مصنوعی شبکه عصبی رگرسیون عمومی قادر به پیش بینی مناسب نرخ بازگشت سرمایه به عنوان شاخص سوددهی در پروژه-های صنعتی و معدنی می‌باشد. علاوه بر این همچنین فرض بر این است که استفاده توام روش های شبیه‌سازی و هوش مصنوعی نتایج بهتر و قابل اعتمادتری را در مدل‌سازی و پیش‌بینی شاخص‌های اقتصادی پروژه های سرمایه‌گذاری، که دارای پارامترهای غیرقطعی هستند، به دست می‌دهد.

۵- نتایج پژوهش

۵-۱- ارزش خالص فعلی سرمایه گذاری واحد صنعتی - معدنی طلا در حالت قطعی

در بررسی اقتصادی معدن طلای کوه زر تربت حیدریه در حالت قطعی، ابتدا با توجه به میزان تولید سالیانه، هزینه های سالیانه، قیمت فروش و سایر پارامترها، ارزش خالص فعلی محاسبه شد تا در نهایـت بـا نتـایج شـبیه سازی مقایسه گردد. در محاسبات مربوط بـه جریـان نقـدینگی در حالـت قطعـی بـرای ۷ سـال بهـره بـرداری، پارامترهایی از قبیل میزان تولید سالیانه، ارزش فروش (قیمت فروش پس از تبدیل انس به گرم) و هزینـه هـای جاری سالیانه برای تمام سال ها برابر فرض شده و با توجه به ردیف جریان نقدینگی و در نظر گرفتن حداقل نرخ جذب کننده ۱۵٪ میزان ارزش خالص فعلی برابر ۸۶۱۱۶۰۴۶۹۶۰ ریال محاسبه گردید.

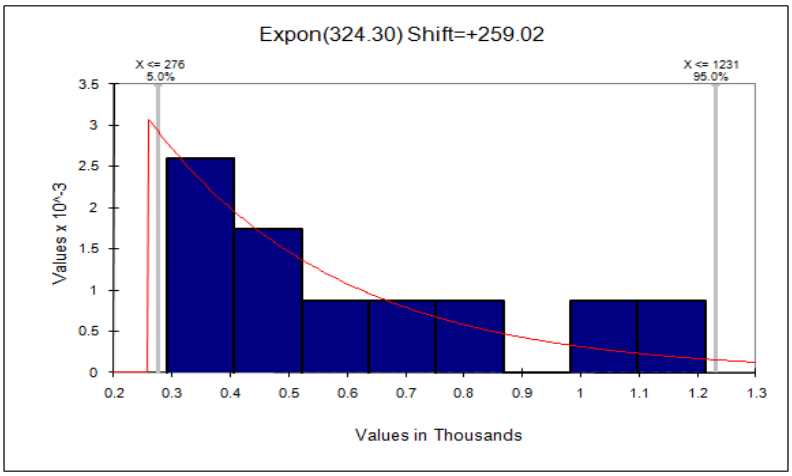
۵-۲- پیش بینی توابع توزیع پارامترهای غیر قطعی در معدن طلای کوه زر تربت حیدریه

از آنجا که در شبیه سازی نیاز به محاسبه توابع توزیع متغیرهای غیرقطعی می باشد. در بررسی معدن طلای کوه زر تربت حیدریه نیز پس از بررسی پارامترهای فرآیند مالی، متغیرهـای غیـر قطعـی، میـزان تولیـد، قیمـت فروش شمش طلا (معدن دارای بخش فراوری بوده و خروجی آن شمش است) و هزینه هـای سـالیانه تشـخیص داده شدند. به منظور پیش بینی توابع توزیع مربوطه از اطلاعات یک بـازه زمـانی ۱۰ سـاله در گذشـته اسـتفاده گردید. جدول ۱ اطلاعات ۱۰ سال گذشته (از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۹ میلادی) مربوط به قیمت هر انـس طـلا بـه دلار را نشان می‌دهد.

جدول ۱- اطلاعات ۱۰ سال گذشته مربوط به قیمت هر انس طلا به دلار

سال	قیمت هر انس به دلار	سال	قیمت هر انس به دلار
۲۰۰۰	۳۲۵,۵	۲۰۰۵	۵۳۶,۵
۲۰۰۱	۲۹۱,۴۵	۲۰۰۶	۷۲۵
۲۰۰۲	۳۴۲,۷۵	۲۰۰۷	۸۴۱,۱
۲۰۰۳	۴۱۷,۲۵	۲۰۰۸	۱۰۱۱,۲۵
۲۰۰۴	۴۵۴,۲۰	۲۰۰۹	۱۲۱۲,۵

با توجه به اطلاعات سال های مندرج در جدول ۱ و رسم هیستوگرام فراوانی و همچنین برازش منحنی توزیع برای قیمت طلا، تابع توزیع مربوطه به صورت Expon(324.30) به دست آمد. این تابع به همراه توزیع مربوطه در شکل ۲ نشان داده شده است.



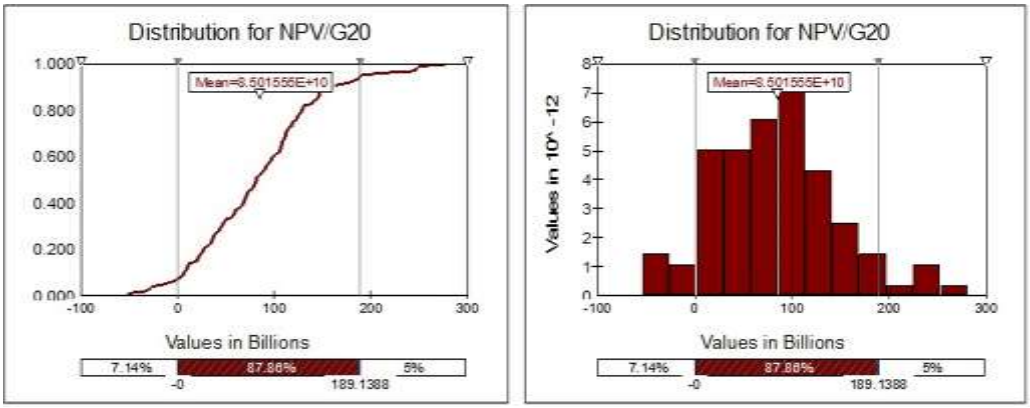
شکل ۲- تابع توزیع تغییرات سالیانه قیمت طلا

پس از این مرحله در جدول جریان نقدینگی به جای قرار دادن اعداد ثابت در سلول های مربوطه، برای قیمت سالیانه طلا، تابع توزیع به دست آمده جاگذاری شد. برای میزان تولید از تابع توزیع نرمال با میانگین پیش‌بینی شده برای تولید و با انحراف معیار ۱۰ درصد استفاده شد تا در صورت بروز تغییر در تولید، این تغییرات در حد ۱۰ درصد در محاسبات منظور گردد. مسئله دیگر پیش بینی هزینه های جاری سالیانه در سال های آینده می باشد. به منظور تخمین این پارامتر با توجه به نرخ تورم در اقلام مختلف هزینه و معدل گیری، مقدار تقریبی ۱۰ درصد به دست آمد و در هر سال ۱۰٪ به هزینه های جاری سالیانه افزوده گردید. بنابراین

برای هزینه های جاری سالیانه در هر سلول جدول جریان نقدینگی ۱۰٪ افزایش نسبت به سلول سال قبل در نظر گرفته شد.

۵-۳- شبیه سازی فرآیند مالی معدن طلای کوه زر تربت حیدریه در حالت غیر قطعی

به منظور اجرای شبیه سازی و بررسی تغییرات آینده، باید بر اساس توابع توزیع به دست آمده، برای هر یک از پارامترهای غیر قطعی اعداد تصادفی تولید نمود. با تولید اعداد تصادفی مـی‌تـوان تغییرپـذیری ارزش خـالص فعلی را براساس تغییرات متغیرهای ورودی بررسی کرد. در این حالت در هر بار نمونه‌گیری از توابع توزیع، تولید اعداد تصادفی برای کلیه پارامترهای غیر قطعی مدل تکرار شده و براساس اعداد جدید ارزش خالص فعلی دوباره محاسبه خواهد شد (Palisade corporation, 1994). در مطالعه حاضر میزان تولید و قیمت متغیرهـای تصـادفی هستند بنابراین ارزش خالص فعلی یک متغیرتصادفی خواهد بود. در مورد فرآیند مالی معدن طلای کوه زر تربت حیدریه پس از وارد کردن توابع توزیع ابتدا سلول های دارای عدم قطعیت به عنوان ورودی هـای شـبیه سـازی انتخاب شدند سپس سلول مشخصه مقدار ارزش خالص فعلی به عنوان خروجی شبیه سازی انتخـاب گردیـد. در مرحله بعد به منظور اجرای شبیه سازی ۱۰۰ تکرار برای ۱ بار شبیه سازی در نظـر گرفتـه شـد. بـا انجـام ایـن محاسبات ۱۰۰ مقدار برای ارزش خالص فعلی (با توجه به ۱۰۰ بار نمونه گیری تصادفی از سلول های دارای عدم قطعیت با استفاده از توابع توزیع مربوطه) به دست آمد. در نهایت برای این مقـادیر هیسـتوگرام مربوطـه رسـم گردید. در شکل ۳ هیستوگرام توزیع مقادیر ارزش خالص فعلی مربوط به خروجی سیستم شـبیه سـازی شـده و توزیع تجمعی آن نشان داده شده است. در جدول شماره ۲ نیز پارامترهای آماری مقادیر ارزش خالص فعلـی بـه ازای ۱۰۰ بار نمونه گیری تصادفی از توابع توزیع متغیرهای ورودی شامل میزان تولید و قیمت سـالیانه طـلا بـه طور خلاصه آمده است.



شکل ۳)- توزیع مقادیر ارزش خالص فعلی (راست) و توزیع تجمعی مقادیر ارزش خالص فعلی(چپ)

جدول ۲- پارامترهای آماری مقادیر ارزش خالص فعلی

آمار	مقادیر (ریال)	درصد تجمعی	مقادیر (ریال)
حداقل	-۵۳۲۰۸۳۸۳۴۸۸	۵	-۱۴۸۱۱۴۰۸۳۸۴
حداکثر	۲۸۱۲۹۷۲۲۳۶۸۰	۱۰	۵،۹۲۷،۸۴۳،۸۴۰
میانگین	۸۵۰۱۵۵۵۲۱۹۲,۳۲	۲۰	۲۶،۱۸۹،۷۲۱،۶۰۰
انحراف معیار	۶۴۶۷۸۰۸۸۲۰۹,۵۷	۳۰	۴۵،۹۷۷،۰۶۷،۵۲۰
میانه	۸۱۳۶۵۲۰۴۹۹۲	۴۰	۶۸،۶۹۳،۶۴۳،۲۶۴
مد	۶۸۸۷۹۵۰۸۸۲۱,۳۳	۵۰	۸۱،۳۶۵،۲۰۴،۹۹۲
		۶۰	۹۸،۵۰۴،۶۲۲،۰۸۰
		۷۰	۱۱۱،۶۳۰،۶۰۶،۳۳۶
		۸۰	۱۲۸،۱۲۲،۹۶۱،۹۲۰
		۹۰	۱۵۲،۳۱۷،۱۰۰،۰۳۲

در نمودارهای شکل ۳ روند تغییرات ارزش خالص فعلی برای ۱۰۰ بار نمونه گیری قابل بررسی است. بنابراین می توان درصد مواقعی را که ارزش خالص فعلی مقادیر احتمالی مختلف مثبت یا منفی را به خود می گیرد، بررسی نمود و در تصمیم گیری برای اجرای پروژه یا عدم اجرای آن دقت لازم را به عمل آورد. در معدن طلای کوه زر تربت حیدریه طبق نمودارها و جداول به دست آمده مشاهده می شود که تنها در ۷ درصد مواقع احتمال وقوع مقادیر منفی برای ارزش خالص فعلی وجود دارد. با انجام اعمال فوق در واقع این سیستم برای ۱۰۰ بار تکرار (۱۰۰ حالت ممکن پیش بینی شده برای آینده) شبیه سازی شده است. نتایج شبیه سازی نسبت به پارامترهای ورودی حساس هستند. مثلاً اگر در مدل فوق توزیع تولید یا هزینه تغییر کند ممکن است ارزش خالص فعلی به نحو بارزی تغییر نشان دهد. بنابراین باید در مورد نحوه تغییرات ورودی ها در یک سیستم دقت لازم به عمل آید تا بهترین توزیع برای ورودی در نظر گرفته شود.

۵-۴- پیش بینی NPV با استفاده از شبکه عصبی رگرسیون عمومی

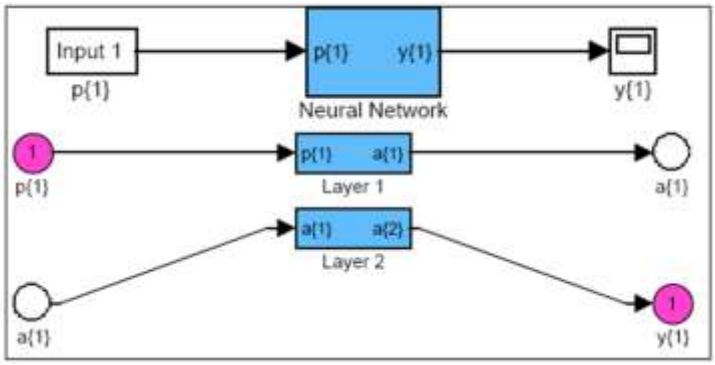
در فرآیند پیش بینی ارزش خالص فعلی که در مطالعه حاضر بر اساس دو پارامتر قیمت فروش و تولید سالیانه می باشد از ۱۰۰ داده حاصل از شبیه سازی برای پارامترهای فوق استفاده شد. در واقع، ارزش خالص فعلی به عنوان مقدار خروجی و قیمت فروش و تولید سالیانه مربوط به ۷ سال به عنوان پارامترهای ورودی در نظر گرفته شدند. در این مطالعه برای نوشتن شبکه، از جعبه ابزار شبکه عصبی در نرم‌افزار Matlab استفاده گردید. چون دستورات شبکه به صورت پیش برنامه در این نرم‌افزار وجود دارند. از ۱۰۰ داده موجود، ۷۰ داده به صورت تصادفی به فرآیند آموزش و ۳۰ داده به فرآیند آزمون اختصاص داده شدند.

با توجه به میانگین خطای نسبی (E) و ضریب رگرسیون (R) مربوط به روابط (۱) و (۲)، شبکه بهینه بـرای تخمین ارزش خالص فعلی، شبکه‌ای با چهارده ورودی (قیمت فروش ۷ سال و تولید سالیانه ۷ سـال) و فـاکتور تعدیل ۰/۵ و یک خروجی (ارزش خالص فعلی) انتخاب گردید.

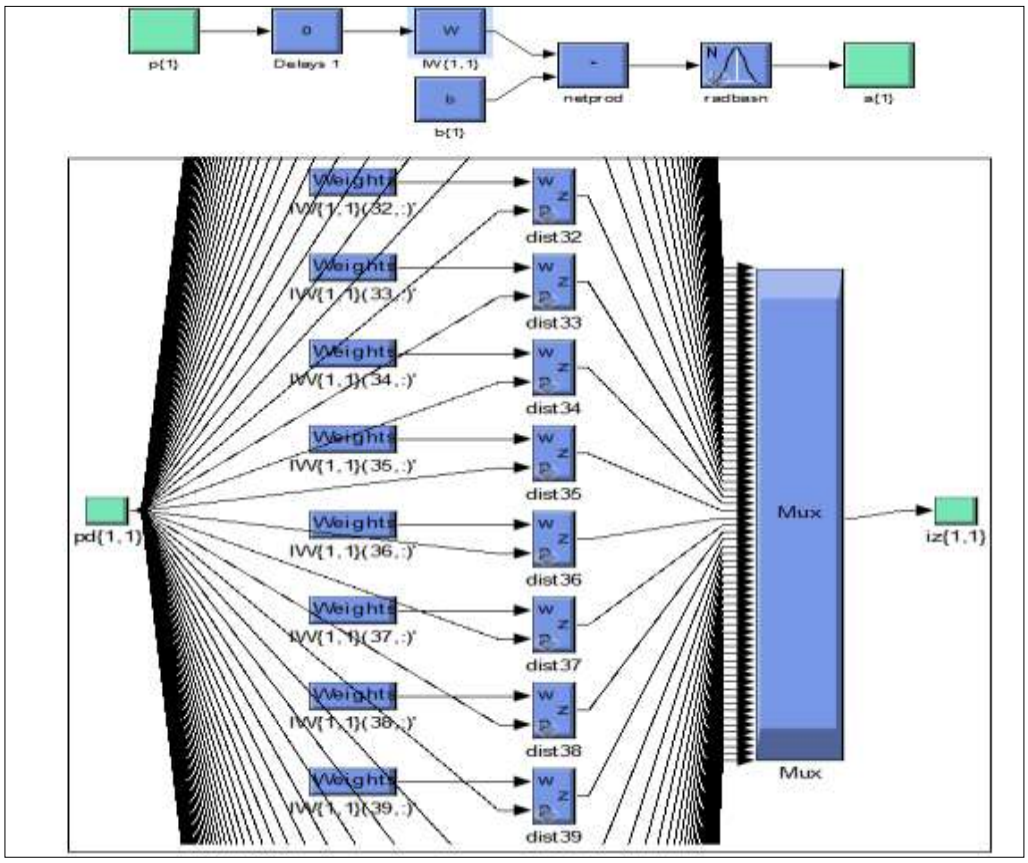
$$E = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\left|\frac{(y_i - \hat{y}_i)}{y_i}\right| \qquad (۱)$$

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{N}(y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^{N} y_i^2 - \frac{\sum_{i=1}^{N}\hat{y}_i^2}{N}} \qquad (۲)$$

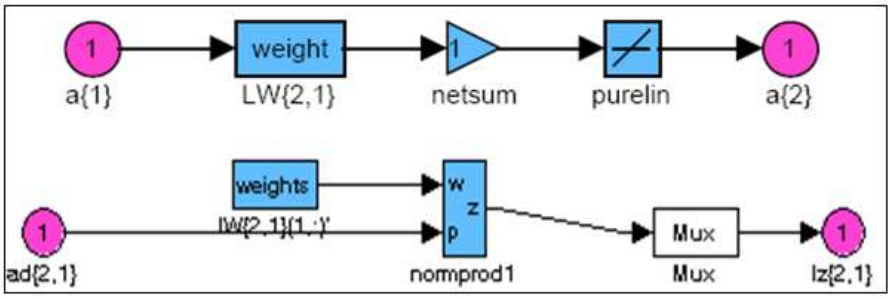
در روابط فوق y_i مقدار واقعی، $\hat{y}_i$ مقدار پیش بینی شده و N تعداد داده ها می باشند. مشخصات شـبکه بهینه به طور شماتیک در شکل‌های(۴) تا (۵) آورده شده است. همان طور که در شکل‌های (۴) و (۵) دیده می-شود، این شبکه دارای یک لایه ورودی، یک لایه خروجی با یک نرون و تابع محرک خطی و یک لایـه پنهـان بـا تعداد ۷۰ نرون و تابع محرک شعاعی در آن می‌باشد. به علت حجیم بودن شکل، فقط قسمتی از آن آورده شـده است.



شکل۴- نمای کلی از شبکه عصبی رگرسیون عمومی و تعداد لایه‌های آن

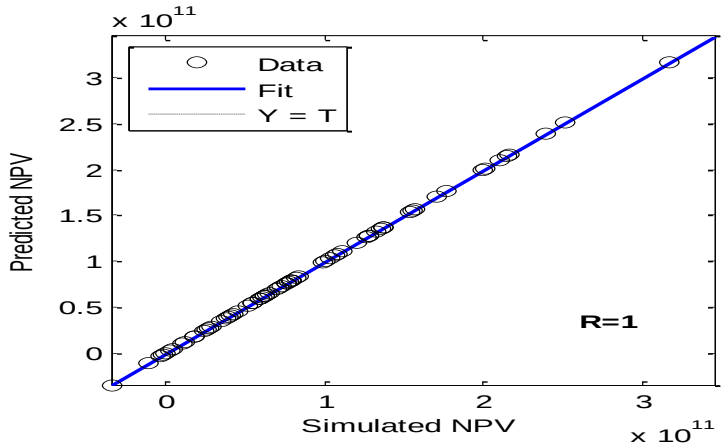


شکل۵- مشخصات لایه پنهان شبکه عصبی رگرسیون عمومی با تعداد ۱۷۴ نرون در آن

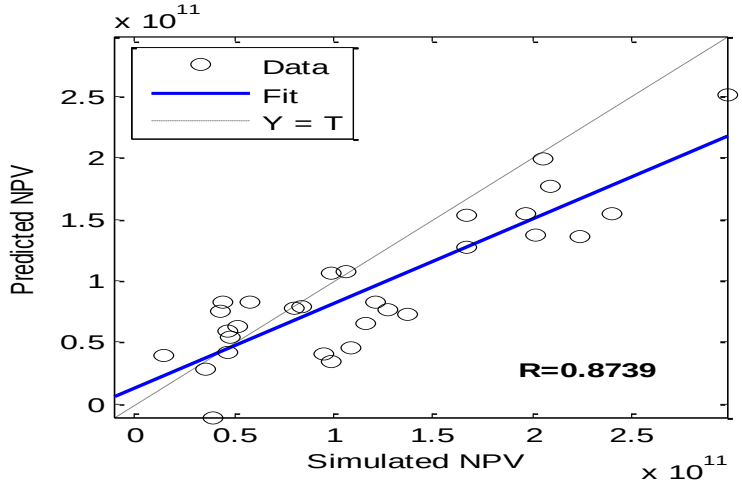


شکل۶- مشخصات لایه خروجی شبکه عصبی رگرسیون عمومی

در خصوص واحد صنعتی مورد مطالعه، مقدار ارزش خالص فعلی سرمایه‌گذاری برای دو سری داده آموزش و تست با استفاده از شبکه عصبی رگرسیون عمومی تخمین زده شده است. ضریب همبستگی بین ارزش خالص فعلی پیش‌بینی شده و ارزش خالص فعلی واقعی برای دو مجموعه داده آموزشی و تست محاسبه و به ترتیب در شکل‌های (۷) و (۸) نشان داده شده است.



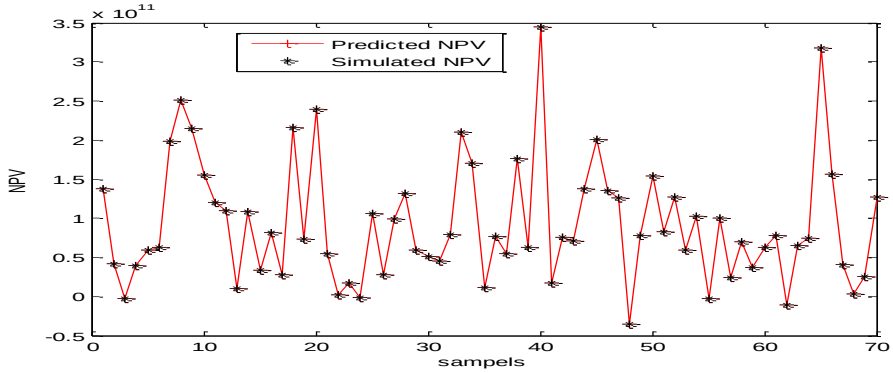
شکل ۷- ضریب همبستگی میان مقادیر ارزش خالص فعلی و مقدار پیش بینی شده توسط شبکه رگرسیون عمومی در داده های تست



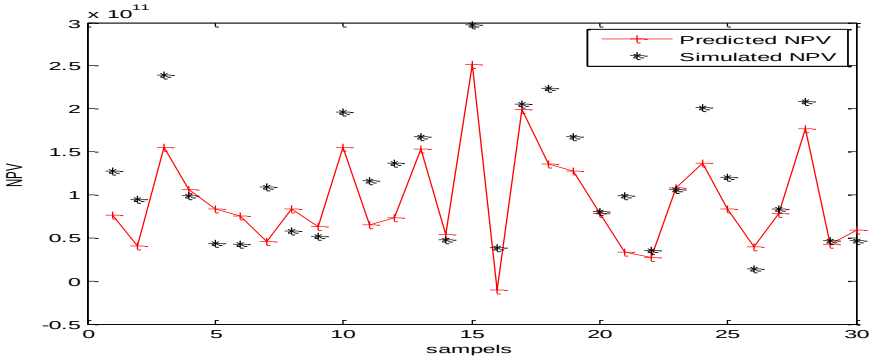
شکل ۸- ضریب همبستگی میان مقادیر ارزش خالص فعلی و مقدار پیش بینی شده توسط شبکه رگرسیون عمومی در داده های آموزش

همان طور که در شکل های فوق دیده می شود، ضریب همبستگی بین داده‌های پیش‌بینی و داده‌های واقعی برای دو سری داده آموزش و تست به ترتیب برابر با ۱ و ۰/۸۷ است. مقادیر خطای میانگین متوسط برای دو سری داده آموزش و تست به ترتیب برابر با تقریبا ۰ و ۳۸٪ است. با توجه به نتایج بدست آمده و همچنین پارامترهای قابل تنظیم کمتر و سرعت همگرایی بسیار بالای شبکه رگرسیون عمومی نسبت به روش های آماری و شبکه پس انتشار خطا، این شبکه در پیش بینی ارزش خالص فعلی توصیه می گردد.

شکل‌های (۹) و (۱۰) هم نشانگر مقایسه بین ارزش خالص فعلی پیش بینی شده با ارزش خالص فعلی واقعی در دو سری داده آموزش و تست در مقابل تعداد داده‌های هر سری می‌باشد که داده‌های واقعی با علامت ستاره و داده‌های پیش‌بینی به صورت منحنی نشان داده شده است. شکل ۹ نشان می دهد که شبکه به خوبی آموزش دیده است. علاوه بر این مقایسه فوق بین داده ها در شکل ۱۰ نشان می دهد که شبکه آموزش دیده توانسته در مرحله تست با داده هایی که آنها را ندیده است مقادیر ارزش خالص فعلی سرمایه‌گذاری را آنچنان تخمین بزند که در تطابق خوبی با مقادیر واقعی باشند.



شکل ۹. عملکرد شبکه عصبی مصنوعی رگرسیون عمومی در پیش بینی ارزش خالص فعلی در داده های آموزش



شکل ۱۰- عملکرد شبکه عصبی مصنوعی رگرسیون عمومی در پیش بینی ارزش خالص فعلی در دادهای تست

۶- بحث و نتیجه گیری

در اجرای محاسبات بررسی فنی و اقتصادی واحدهای صنعتی و معدنی در حالت استفاده از اعـداد ثابـت در جدول جریان نقدینگی، برای شاخص‌های اقتصادی و در مطالعه حاضر ارزش خالص فعلـی، فقـط یـک عـدد بـه دست می‌آید که با توجه به این که در آینده بسیاری از پارامترها و شرایط تغییر می‌کنند، عـدد بـه دسـت آمـده واقعی و قابل اطمینان نبوده و تغییر خواهد کرد. بنابراین استفاده از مدل‌های شبیه‌سازی در حالت پویا و در نظر گرفتن متغیرهای غیر قطعی، پیش‌بینی رفتار و تغییرات آینده شاخص‌های اقتصادی سیستم مورد نظر را ممکـن می‌سازد. در مورد معدن طلای کوه زر تربت حیدریه با توجه به خروجی مدل شبیه‌سـازی و هیسـتوگرام توزیـع ارزش خالص فعلی، ملاحظه می‌شود که با توجه به محاسبات انجام شده و در نظـر گـرفتن حـداقل نـرخ جـذب کننده ۱۵٪ احتمال مقدار منفی برای ارزش خالص فعلی بسیار کم است. میانگین آن ۸۵۰۱۵۵۵۲۱۹۲,۳۲ ریال بوده و تقریباً در ۸۸٪ مواقع مقدار آن بین دو عدد ۰ تا $۱۰^{۹}\times$ ۱۸۹ ریال قـرار دارد. حتـی در ۵ درصـد مـواقع احتمال وقوق مقادیر بیش از $۱۰^{۹}\times$ ۲۰۰ ریال نیز برای ارزش خالص فعلی سرمایه گذاری پیش‌بینی مـی‌شـود. بنابراین با اطمینان بسیار زیادی پروژه از سود آوری خوبی برخوردار خواهد بود. بنابراین در مقایسه با مدل‌هـایی که به طور سنتی از اعداد ثایت در فرآیند مالی پروژه‌های اقتصادی استفاده می‌کنند، مدل‌های شبیه‌سازی پویایی سیستم و تغییرات پارامترهای اقتصادی آن را در آینده، با در نظر گرفتن شرایط احتمالی و توابع توزیع متغیرها، به طور واقع‌گرایانه‌تر و با قابلیت اطمینان بیشتری پیش‌بینی می‌کنند.

مدیریت تصمیم گیری در شرایط مختلف زمانی و در برخورد با موقعیت های مختلف، خصوصاً در مواردی که چندین گزینه دارای متغیرهای غیر قطعی در تصمیم گیری وجود داشته باشد باید با دقت کافی همراه باشـد تـا با اخذ تصمیم بهینه، ریسک نتایج حاصل از تصمیم گیری به حداقل برسد. در چنین شـرایطی اسـتفاده از روش های مدل سازی و شبیه سازی در حالت پویا، مدیریت ریسک و تصمیم گیری تحت شرایط غیر قطعی را ممکـن می سازد. از آنجایی که این مدل ها رفتار سیستم را در حالت دینامیـک (پویـا) بررسـی مـی کننـد بنـابراین بـا اطمینان بسیار زیادی می توان وضعیت پروژه را در سال های آتی پیش بینی نمود و برنامـه ریـزی هـای لازم را انجام داد. با توجه به بررسی های انجام شده در مطالعه حاضر پیشنهاد می شود که در بررسی فنی و اقتصادی و برآورد مالی سیستم های سرمایه گذاری و اقتصادی، به خصوص در مواردی که پارامترها مربوط به آینده هستند، از تکنیک شبیه سازی و تولید اعداد تصادفی در پیش بینی استفاده شود و عدم قطعیت در هر یک از متغیرهـای پروژه به صورت یک تابع توزیع احتمالی، در هر یک از سلول های جدول جریان نقدینگی و یا جدول برآورد مالی قرار داده شده تا پویایی سیستم مدل سازی شده، حفظ و نتایج واقعبینانه تری به دست آید. نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهد که با استفـاده از مدل‌های شبیه سازی و تحلیل شاخص‌های اقتصادی سیستم‌های سرمایه گذاری در حالت ریسک، تخمین دقیق‌تر و پیش‌بینی تغییرات احتمـالی ایـن شـاخص‌هـا در آینـده ممکـن مـی‌گـردد. همچنین نتایج مطالعه حاضر نشان می دهد که با استفاده از داده های شبیه سازی و طراحی یک شبکه عصـبی رگرسیون عمومی، می توان از روش های هوش مصنوعی در جهت پیش بینی شاخص‌های سودآوری پروژه هـای اقتصادی صنعتی و معدنی، در مطالعه حاضر ارزش خالص فعلی سرمایه‌گذاری استفاده نمود. بنابراین با توجه بـه

نتایج بدست آمده از طراحی و اجرای شبکه عصبی رگرسیون عمومی، همچنین پارامترهای قابل تنظیم کمتر و سرعت همگرایی بسیار بالای آن نسبت به روش های آماری و شبکه پس انتشار خطا، استفاده از این شبکه در پیش بینی و تخمین ارزش خالص فعلی پروژه‌های صنعتی توصیه می‌گردد. بنابراین نتایج مطالعه حاضر فرض-های در نظر گرفته شده را در خصوص قابلیت استفاده از روش های شبیه‌سازی و هوش مصنوعی در پیش‌بینی شاخص‌های ارزیابی پروژه‌های اقتصادی و سرمایه‌گذاری صنعتی و معدنی به اثبات می‌رساند.

فهرست منابع

* یوسفی، م. و غلامی، ر. (۱۳۸۹). مدیریت ریسک و تصمیم گیری در سیستم‌های اقتصادی، انتشارات جهاد دانشگاهی صنعتی امیرکبیر.
* Adam PM, Nelis PM., 2005, Forecasting inflation with thick models and neural networks. Economic Modeling 22, 848–867.
* Anderson, D. R., Sweeney, D. J. and Williams, T. A. (1998). An Introduction to Management Science: Quantitative Approaches to Decision Making. Thomson; South-Western Publication.
* Aven, T. (2003). Foundations of RISK Analysis, John Wiley & Sons, 190 pp.
* Liefly, F. (1997). Approaches to risk and uncertainty in the appraisal of new technology capital project, International Journal of Production Economics 53, 21-33.
* Palisade corporation. (1994). Risk Analysis and Simulation Add-In for Microsoft Excel or Lotus 1- 2- 3", Windows Version- Release 3, User's Guide.
* Ramasesh, R., Jayakumar, V. and Maliyakal, D. (1996). Inclusion of flexibility benefits in discounted cash flow analysis for investment evaluation: a simulation / optimization mode, European Journal of Operation Research 102, 124-14.
* Samis, M., Graha, A. D., Laughton, D. and Poulin, R. (2006). Valuing uncertain asset cash flows when there are no options: A real options approach, Resources Policy 30, 285–298.
* Sayadi A. R. , Tavassoli S. M. M., Monjezi M., M., Rezaei M., 2014, Application of neural networks to predict net present value in mining projects, Arabian Journal of Geosciences 7 (3), 1067-1072.
* Slater, S F., Venkateshwar K. and Wirlein, J. Z. (1998). Evaluating Strategic Investments, Industrial Marketing Management 27, 447-458.
* Specht, D. F. (1991)."A general regression neural network." IEEE Transactions on Neural Networks., 2(6), 568–576.
* Demuth, H., and Beale, M. (2002). Neural network toolbox for use with MATLAB, user's guide version 4, MathWorks, Natick, MA

یادداشت‌ها

[1] Discounted Cash Flow
[2] Net Present Value
[3] General Regression Neural Network (GRNN)
[4] Specht
[5] Smooth factor