مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار
شماره نوزدهم / تابستان ۱۳۹۳

بررسی توان تبیین مدل های شبکه عصبی درسنجش میزان ارزش در معرض خطر پرتفوی شرکتهای سرمایه گذاری جهت تعیین پرتفوی بهینه در بازار سرمایه ایران

فرهاد غفاری[۱]
هاشم نیکومرام[۲]
غلامرضازمردیان[۳]

تاریخ دریافت: ۹۲/۹/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۲/۲۵

چکیده

از آنجائیکه خلق ثروت و ایجاد اشتغال در یک جامعه جز از طریق سرمایه گذاری امکان پذیر نیست و از طرف دیگر با توجه به پیچیده تر شدن روابط بین متغیرهای تاثیر گذار بر سرمایه گذاری همیشه سرمایه گذاری در خطر نابودی قرار دارد، بنابراین پیدا نمودن راهکارهای که بتواند حدی از خطر را پیش بینی نماید، می تواند رضایت بخش باشد. در نتیجه تصمیمات سرمایه گذاری افراد حقیقی و حقوقی بشدت تحت تاثیر این راهکارها قرار می گیرند و برای کاهش ریسک ناشی از این تغییرات می بایست یک پرتفوی مطلوب تعیین نموده تا از ره گذر این تغییرات کمترین آسیب را ببینند، معامله گران در بازارهای سرمایه از مدلهای متفاوتی جهت تعیین ارزش در معرض خطر پرتفوی خود استفاده می نمایند، که هر کدام از این مدلها جهت تعیین ارزش در معرض خطر پرتفوی از مفروضات خاصی استفاده می نمایند.

این پژوهش سعی دارد که از طریق شبکه عصبی ارزش در معرض خطر پرتفوی واقعی ۲۱ شرکت سرمایه گذاری که در بازار سرمایه کشور به فعالیت می پردازند، را مورد بررسی قرار داده و قدرت پیش بینی آنرا مشخص کند.

واژه‌های کلیدی: ریسک، بازده، پرتفوی، ارزش در معرض خطر، شرکت های سرمایه گذاری، شبکه عصبی، شبکه عصبی پرسپترون.

۱- استاد یار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، ghaffari@srbiau.ac.ir
۲- استاد تمام و عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران
3) دانشجوی دکتری مدیریت مالی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران (نویسنده مسئول و طرف مکاتبات)
gh.zomorodian@ gmail.com

۱- مقدمه

از جمله مسائلی که همیشه ذهن فعالان بازار سرمایه را به خود مشغول نموده، این موضوع است که در طی روزهای آینده به چه میزان امکان دارد، ثروت شان از بین برود و بعبارتی به چه میزان دارائیهای مالی آنها دچار ریسک گردد. در علوم مالی مدلهای متفاوتی برای ارزیابی ریسک ارائه شده که هر کدام از زاویه ای به این موضوع پرداخته اند و هیچ یک نیز قادر نبوده اند که تمامی زوایای ریسک را شناسائی نمایند. وجود بحران های مالی در اقتصاد جهان باعث گردید که مدلهای جدید تری برای محاسبه ریسک پا به عرصه وجود بگذارند که از جمله این مدلها می توان به مدل ارزش در معرض خطر اشاره نمود که قادر است ریسک را بصورت روشن تر محاسبه و توضیح دهد. بطور عموم برای محاسبه ارزش در معرض خطر از مدلهای همچون پارامتریک و ناپارامتریک و نیمه پارامتریک استفاده می نمایند و کمتر از روشهای همچون شبکه عصبی استفاده می گردد. در این پژوهش سعی بر آن است که بتوانیم از مدل شبکه عصبی پرسپترون برای محاسبه ارزش در معرض خطر استفاده نمائیم.

۲- مبانی نظری و مروری بر پیشینه پژوهش

۲-۱- مبانی نظری

در دنیای پر تلاطم امروزی در هر لحظه ثروت سرمایه گذارانی که در دارائیهای مختلف سرمایه گذاری نموده اند، با خطرات اساسی مواجه می شود و در نتیجه با پیچیده تر شدن محیط های سرمایه گذاری سرمایه گذاران می بایست به همه بازارها و همچنین به همه دارائیها توجه نمایند. بدست آوردن بهترین ترکیب سرمایه گذاری به وضعیت و ترجیحات سرمایه گذار نسبت به ناخشنودی سرمایه گذار از ریسک بستگی دارد. بهترین راه برای ایجاد توافق بین ریسک و بازده تنوع بخشیدن به سرمایه گذاری است و در نتیجه اندازه گیری ریسک و مدیریت آن جزء جدانشدنی از مدیریت پرتفوی می باشد. بیشتر مدلهای مدیریت ریسک برای ارزیابی ریسک از روابط تاریخی آماری استفاده می کنند. آنها اینگونه فرض می نمایند که ریسک از یک فرایند شناخته شده و دائمی نشأت گرفته و از این روابط تاریخی می توان برای پیش بینی تحولات ریسک در آینده استفاده نمود. ولی باید توجه داشت که بر اساس مطالعات انجام شده تا کنون هیچ روش قطعی برای پیش بینی تغییرات و تلاطم های بازده سبد سهام که دارای قابلیت اطمینان زیاد برای همه بازارها باشد، پا به عرصه وجود نگذاشته است.

ریسک یک مفهوم کیفی است که مستقل از شناخت و ذهنیت ما در جهان خارج وجود دارد و از عدم اطمینان نسبت به نتایج یک عمل ناشی می شود. بعبارتی در معرض قرار گرفتن در برابر

عدم قطعیت از مهمترین عوامل ایجاد کننده ریسک می باشد. هر چند برای مدیریت ریسک و کمی سازی آن ابزارهای گوناگونی همانند دیرش و تحدب اوراق قرضه تا مدیریت جامع ریسک بنگاههای اقتصادی خلق شده است. از ابزارهای فوق ابزار ارزش در معرض خطر که برای اولین بار توسط رّی[۱] و تلسر[۲] مطرح، ولی توسط بامول[۳] در سال 1963 بصورت دقیق تر بیان گردید، اما بخاطر پیچیدگی محاسبات مورد استقبال قرار نگرفت هر چند که دارای کارآیی زیادی بود. بهمراه توسعه کامپیوتر این ابزار جایگاه خود را در بین قانونگذاران و سازمانهای نظارتی (کمیته بازل[۴] و کمیسیون اوراق بهادار) باز نمود و در حال حاضر بعنوان ابزاری قدرتمند در سطح گسترده برای محاسبه ریسک بازار، ریسک اعتباری، ریسک عملیاتی و سایر ریسک ها مورد استفاده قرار می گیرد.

از مهمترین ویژگیهای ارزش در معرض خطر آن است که می توان این روش را برای همه سطوح پرتفوی از کوچک گرفته تا بزرگ مورد استفاده قرار داد و افراد گوناگونی می توانند از این اطلاعات استفاده نمایند (Duffie,1997). هر چند این روش دارای معایب خاص خود می باشد، ولی بعنوان ابزاری برای مدیریت ریسک دارای مزایای بمراتب بیشتری بوده و افراد زیادی از آن استفاده می نمایند.

۲-۱-۱- بیان آماری VaR[۵]

از لحاظ آماری VaR بیان کننده صدک توزیع سود و زیان برای سطوح معنی داری و افق زمانی مد نظر می باشد و بعبارتی صدک سمت چپ پائین دنباله را بعنوان بدترین زیان در سطح (α) مورد نظر نمایان می کند. فرض کنید X نشان دهنده متغیر تصادفی بازده در فضای احتمال (Ω, F, P) با تابع توزیع $F_X(X)$ باشد، بنابراین برای هر$\alpha\epsilon(0,1)$، ارزش در معرض خطر با اطمینان ٪۱۰۰(۱-α) به صورت ذیل تعریف گردیده است:

$$VaR_{(\alpha)}(X) = -q^{\alpha}(x)$$

که $q^{\alpha}(x)$ بزرگترین صدک α است :

$$q^{\alpha}(x) = \inf[X: P(X \leq x) > \alpha]$$
$$= \sup[x: p(X < x) \leq \alpha]$$

این تعریف نیز می تواند با عبارت $q_{1-\alpha(-x)}$ بیان شود، یعنی کوچک ترین صدک (1-α) به صورت زیر می باشد:

$$q_{1-\alpha(-x)} = \inf[x: p(-X \leq x) \geq 1 - \alpha]$$
$$= -\sup[y: p(X < y) \leq \alpha]$$
$$= -q^{\alpha}(x)$$

انتخاب q^{α}، بزرگترین صدک α ام بجای q_{α}، کوچکترین صدک α ام تا حدوی اختیاری است و تنها زمانی ارزش متفاوت را حاصل می کند که توزیع F_X در α ثابت باشد، بطوریکه $q_{\alpha} = \left[q_{\alpha} \text{ و } q^{\alpha}\right]$ بازده غیر معمول باشد. تحلیل گران مالی تقریبا" و به طور ثابت در وهله اول N را مساوی یک (N=1) قرار می دهند و فرض معمول به صورت ذیل است:

$$\text{دوره N در طول VaR یک روزه} = \sqrt{N}\ \text{VaR}$$

دلیل این امر آن است که داده ها یکی است و بدون واسطه، رفتار متغیرهای بازار در طول دوره های طولانی تر از یک روز وجود ندارد. بیان می گردد که اگر توزیع بازده ها نرمال باشد این فرمول دقیقا" درست و در سایر موارد تقریبا" صحیح می باشد. (ALEXANDER,2008)

برای محاسبه ارزش در معرض خطر با توجه به نوع توزیع داده ها از روشهای همچون پارآمتریک، ناپارامتریک، نیمه پارآمتریک و سایر روشها استفاده می نمایند. در این مقاله برای محاسبه ارزش در معرض خطر پرتفوی بیست و یک شرکت سرمایه گذاری از روش شبکه عصبی استفاده می گردد که به توضیح این روش می پردازیم.

۲-۱-۲- شبکه های عصبی

هر چند که بنیانگذاران شبکه های عصبی افراد دیگری بودند، اما روزنبلات[۶] در اواخر دهه 50 با معرفی شبکه عصبی پرسپترون[۷] برای نخستین بار امکان به کارگیری شبکه های عصبی را میسر ساخت و برنارد ویدرو[۸]شبکه عصبی تطبیقی خطی آدالاین[۹] را با قانون جدید یادگیری ارائه نمود، ولی مک کلوث[۱۰] و وآلتر پیتز[۱۱] در اواسط قرن بیستم از این روش برای حل توابع حسابی و منطقی بهره جستن. در سال 1982 جان هافپلید[۱۲] از مکانیسم تصادفی برای توضیح عملکرد شبکه های بازخورد استفاده نمود و مکلند[۱۳] و رامل هارت[۱۴] الگوریتم پس انتشار را مطرح نمودند. (منهاج، ۱۳۹۱) اما برای اولین بار وایت در سال 1988 از یک شبکه عصبی سه لایه برای بررسی های اقتصادی استفاده نمود. اجزا و عناصر ساختار تشکیل دهنده شبکه های عصبی به گونه ای است که همانند مغز دریافت و پردازش داده ها را بصورت همزمان انجام می دهد. هر شبکه از لایه ورودی، میانی و خروجی تشکیل می گردد.

عناصر پردازشی هر شبکه عصبی وظیفه دریافت و پردازش داده ها را بر عهده دارد که این داده ها می توانند داده های خام و یا اطلاعات سایر نرون ها باشد. لایه های ورودی با توجه به ویژگی متغیر به صورت عدد وارد شبکه شده و پس از تحلیل و پردازش در لایه میانی که عملیات جبری

(تابع تبدیل) بر روی داده ها را انجام می هد به صورت یک یا چند متغیر از لایه خروجی خارج می گردند. تابع جمع کننده، سطح فعال شدن داخلی یک نرون را محاسبه می نماید. این توابع تبدیل در لایه خروجی و لایه های پنهان شبکه قرار دارند و دارای انواع متفاوتی می باشند، که با توجه به سطح فعال شدن داخلی و برون داد می تواند خطی و یا غیر خطی بوده و بر اساس نیاز مورد نظر برگزیده گردد. معروفترین تابع غیر خطی تابع سیگموئیدی[15] نام دارد و این تابع به صورت ذیل می باشد.

$$Y_t = \frac{1}{1+e^{-cy}} \quad , \quad C> \circ$$

که در فرمول فوق c وسعت ناحیه خطی بودن تابع را تعیین و Y_t ارزش نرمال شده Y می باشد، که هدف آن تعدیل سطح برون دادها قبل از رسیدن به سطح بعدی می باشد و آنرا به یک ارزش نرمال تبدیل می نماید. گاهی اوقات بجای استفاده از یک تابع تبدیل پیوسته، از یک تابع محرک آستانه ای[16] استفاده می گردد. (کمیجانی ،سعادت فر ،1385)

می توان بیان کرد که هر آنچه وارد لایه ورودی می گردد نقش متغیر مستقل و هر آنچه از آن خارج می گردد، نقش متغیر وابسته را دارد. متغیرهای که وارد شبکه عصبی می گردند با توجه به اهمیت آنها دارای وزن های متفاوتی می باشند، این وزنها از طریق روش اعداد تصادفی تولید و از طریق تعدیلات مکرر در این وزنها شبکه اقدام به تصحیح داده ها نموده و یادگیری را انجام می دهد. قانون یادگیری توسط روابط بازگشتی و بصورت معادلات تفاضلی بیان می گردد که به آن الگوریتم یادگیری گویند. در هر بار تکرار الگوریتم یادگیری، اطلاعات شبکه از محیط، شرایط و هدف افزایش می یابد. از آنجائیکه یک نرون از نقاط متفاوت داده دریافت می نماید، بنابر این از یک طرف هر نرون بردار وزنهای متناظر خود را مطابق قانون یادگیری خاص خودش تغییر می دهد و از طرف دیگر وابسته به رفتار نرون های دیگر در شبکه می باشد.

فرآیند یادگیری در سه مرحله محاسبه کردن برون دادها، مقایسه برون دادها با پاسخ های مطلوب و تعدیل وزنها و تکرار این فرآیند می باشد. در این مرحله سعی می گردد با تغییرات مداوم وزنها، باقی مانده یعنی تفاوت بین برون داد واقعی و برون داد مورد نظر به صفر برسد. شبکه های عصبی مصنوعی باقی مانده ها(خطاها) را به طُرق متفاوت با توجه به الگوریتم یادگیری که از آن استفاده می نمایند، مورد محاسبه قرار می دهند و بیان می گردد که بیش از یکصد الگوریتم یادگیری با توجه به شرایط و موقعیت های گوناگون وجود دارد. (Medsker et al, 1992)

معادلات زیر را می توان در ارتباط با نحوه یادگیری نرونهای یک شبکه عصبی نوشت:

برای حالات پیوسته $W_{ij} = -aW_{ij}(t) + \Delta W_{ij}(t)$

$W_{ij}(k+1) = (1-a)W_{ij}(k) + \Delta W_{ij}(k)$ برای حالات گسسته

در معادلات فوق W_{ij} همان وزن سیناپسی است که j امین عنصر بردار ورودی را به i امین نرون متصل می نماید و ΔW_{ij} یک عبارت تصحیح کننده است.

ساختار شبکه های عصبی مصنوعی به شبکه های پیش خور[۱۷] و پس خور یا برگشتی[۱۸]تقسیم می گردند. شبکه عصبی پیش خور به شبکه تک لایه و چند لایه تقسیم می گردد. شبکه تک لایه و چند لایه، هر لایه شامل ماتریس وزن، جمع کننده ها، بردار تورش[۱۹] و تابع تبدیل می باشد. در شبکه های پس خور حداقل یک سیگنال برگشتی از یک نرون به همان نرون یا نرونهای همان لایه و یا لایه قبل وجود دارد. باید توجه نمود که این یادگیری تا زمانی ادامه می یابد که یکی از شرایط زیر حاصل گردد:

۱) رسیدن تعداد خطاها به سقف معین[۲۰]
۲) کوچکتر شدن مقدار تابع عملکرد شبکه از مقدار هدف مشخص[۲۱]
۳) گذشتن زمان آموزش از زمان معین[۲۲]
۴) کوچکتر شدن گرادیان تابع خطا از میزان مشخص شده[۲۳]

۲-۲- پیشینه پژوهش

پژوهش داخلی

در بازار سرمایه کشور ایران نیز در ارتباط با محاسبه ارزش در معرض خطر پژوهش های با استفاده از متدهای مختلف انجام شده است که هر کدام نسبت به دیگری به نتایج متفاوتی دست پیدا کرده اند، فدائی نژاد و اقبال نیا از دو روش میانگین موزون متحرک نمایی و میانگین متحرک ساده استفاده نمودند و به این نتیجه رسیدند که نتایج بدست آمده از هر دو روش در سطح اطمینان 95٪ قابل اتکاء بوده ولی در سطوح اطمینان بالاتر از قابلیت اتکا برخوردار نمی باشند. پژوهشی که در سال ۱۳۸۶ شاهمرادی و زنگنه با استفاده از مدلهای گروه ریسک متریسک برای پنج شاخص عمده انجام دادند، مشخص گردید که اولا" واریانس ناهمسانی شرطی در بین داده های مالی مشاهده می گردد، و ثانیا" این پژوهش بر این موضوع تاکید دارد که این گروه از مدل ها رفتار میانگین و واریانس داده ها را به نحوه مطلوبی توضیح می دهند و فرض توزیع t بهبود قابل توجهی را در نتایج بدست آمده ایجاد نخواهد نمود (تحقیقات اقتصادی،شماره 86). در سال 1388 کشاورزحداد با همکاری صمدی به این نتیجه رسیدند که بهترین مدل در تخمین و پیش بینی تلاطم از توزیع نرمال و توزیع t پیروی می نماید. آنها همچنین نتیجه گرفتند که مدل FIGARCH

در سطح معنی داری 2/5% بهترین عملکرد را در میان مدلهای GARCH دارد.(مجله تحقیقات اقتصادی،شماره 86). سید رضا میر غفاری در سال 1389 در ارزیابی پرتفوی شرکتهای سرمایه گذاری از دو گروه روشهای GARCH و Risk Metrisk استفاده نمود و به این نتیجه رسید که امکان محاسبه VaR با روش GARCH با توجه به عدم وجود ناهمسانی واریانس در سری زمانی داده ها امکان پذیر نیست. بنابراین او از روش Risk Metrisk برای محاسبه VaR استفاده نمود و همچنین نصرالهی ارزش در معرض خطر سبد ارزی کشور را با استفاده از دو روش مونت کارلو و GARCH مورد محاسبه قرار داد و به نتایج متفاوتی دست پیدا نمود.

پژوهش های خارجی

این روش محاسبه ریسک در اواخر دهه هشتاد توسط بانک جی پی مورگان مورد استفاده قرار گرفت. در سال 1995 کمیته بال بانکها را موظف نمود که که از مدل فوق برای تعیین کفایت سرمایه خود استفاده نمایند. در پژوهشی که در سال 1998 انجام شد، مشخص گردید که بانکها از روش فوق و در افق زمانی یک روزه و در سطح اطمینان 95% برای محاسبه ریسک خود استفاده می نماید و برای محاسبه ریسک فوق پنجاه درصد از مدلهای پارامتریک، بیست درصد از شیبه سازی تاریخی، بیست و پنج درصد از مونت کارلو و باقیمانده از سایر روشها بهره می برند. در سال 1999 محققانی همچون کریستوفر.ال. کالپ،رون منسینک و آندره ام.پی.نوس که در بورس لندن و توکیو به مدت 85 ماه به تحقیق پرداخته بودند به این نتیجه رسیدند که هر دو روش پارامتریک و تاریخی نتایج یکسانی را دارا می باشند. این سه محقق بیان کردند که یکسان بودن نتایج VaR تنها یک امر اتفاقی است. در پایان نامه دکتری جراردو جوزلموس در دانشگاه MIT روش های اندازه گیری ریسک و بازده پورتفوی به صورت تفکیکی و تواما" برای تعیین ارزش در معرض خطر با استفاده از روش برنامه ریزی خطی و برنامه ریزی با اعداد صحیح و سایر روشها مورد بررسی قرار گرفت. میشل اچ.بیریتنر، هانس جورج.میتین هایم، دانیال روچ، فیلیپ سایبرتنز و جری جوری. تایم چنکو همگی از دانشگاه مالی و بانکداری و دانشگاه آمار هانوور در تحقیق خود که در سال 2010 ارائه نمودند و عملکرد دو متد شبکه های عصبی و سایر روشهای آماری را برای محاسبه ارزش در معرض خطر در جهت بهینه سازی پرتفوی مورد بررسی قرار دادند، آنها از هیجده روش آماری و یک مدل شبکه عصبی برای محاسبه VaR استفاده نمودند و به این نتیجه رسیدند که هیچ کدام از این مدلها به صورت کارآتر از دیگری عمل نمی کند. اما در کل به خاطر اینکه شبکه های عصبی برآورد بهتری از انحراف معیار ها دارند نتایج پایدار تری را به همراه خواهند داشت.

۳- روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از نظر ویژگی داده ها پس رویدادی[۲۴] یا علّی- مقایسه ای می باشد. از نظر انتخاب بهترین روش ارزیابی کننده پرتفوی سرمایه گذاری از دیدگاه ارزش در معرض خطر از نوع پژوهش های کاربردی بوده و ریسک و بازده پرتفوی از جمله متغیرهای این پژوهش هستند.

از آنجائیکه هدف اساسی این تحقیق بررسی و ارزیابی قدرت تبیین و پیش بینی مدلهای خانواده شبکه عصبی در تعیین ارزش در معرض خطر پرتفوی شرکتهای سرمایه گذاری با مطالعه بیست و یک شرکت سرمایه گذاری می باشد، لذا برای جمع آوری منابع نظری از روش کتابخانه ای و برای جمع آوری داده های مورد نیاز جهت آزمون فرضیات از روش آرشیوی و با مراجعه به سایت بورس اوراق بهادار اقدام لازم صورت گرفته است.

در این پژوهش از بین شرکتهای سرمایه گذاری فعال در بازار سرمایه 21 شرکت سرمایه گذاری به دلیل اینکه دارای اطلاعات جامع تر و همچنین دارای میزان سرمایه قابل قبول در بازار سرمایه نسبت به سایر شرکت ها بودند، بعنوان جامعه آماری مورد بررسی قرار گرفتند. به منظور اجرای این پژوهش وزن و اقلام تشکیل دهنده پرتفوی شرکت های سرمایه گذاری جامعه آماری جمع آوری و همچنین تغییرات وزنی و قیمتی آنها طی مدت زمان مذکور مشخص و در نتیجه بازده روزانه پرتفوی مورد نظر پژوهش آماده گردید.

برای سازماندهی داده ها و محاسبات ابتدایی بر روی داده های خام، از نرم افزار EXCEL و همچنین برای تجزیه و تحلیل داده ها و مدل سازی از نرم افزار MATLAB استفاده و آنگاه نتایج همه ساختارهای مدل شبکه عصبی پرسپترون با یکدیگر مقایسه گردیده و بهترین ساختارهای این شبکه به ترتیب اولویت برای ارزیابی پرتفوی در بازار سرمایه ایران معرفی شده است.

بمنظور استفاده از شبکه عصبی، ابتدا نرخ بازده پرتفوی(RPt) با وقفه های 10-1 به عنوان متغیرهای ورودی (s) و RPt نیز بعنوان متغیر خروجی (p) وارد مدل شبکه عصبی گردیده و در ادامه با توجه به مراحل انجام کار در مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی، متغیرهای ورودی (sها) به سه زیر مجموعه مجزا تحت عنوان داده‌های آموزش (S1)، داده‌های اعتبارسنجی[۲۵] (S2) و داده‌های آزمون (S3) تقسیم، و بر این اساس 60 درصد از داده‌ها بعنوان داده‌های آموزش و به ترتیب 20 و20 درصد داده‌ها به امر اعتبارسنجی و آزمون اختصاص داده شده و سپس با توجه به قابلیت‌های بالای شبکه پرسپترون چند لایه با تعداد لایه های مخفی، این شبکه جهت طراحی ساختارهای مختلف مورد استفاده قرار گرفته است. تعداد لایه های مخفی و همچنین تعداد نرون ها در هر لایه و برای هر شبکه در ساختارهای مختلف متغیر می باشد. به منظور تعیین توابع فعالیت در لایه مخفی و خروجی از آنجائیکه تابع سیگموئیدی در ساختارهای مختلف طراحی شده دارای عملکرد بهتری

بوده، لذا از این تابع بعنوان تابع فعالیت در لایه مخفی و خروجی استفاده می گردد. همچنین با توجه به مزیت بالای الگوریتم آموزش مومنتم نسبت به سایر الگوریتم‌های آموزش، جهت فرار از دام مینیمم محلی[۲۶]، برای تصحیح وزن ها و به دست آوردن وزن های بهینه شبکه از الگوریتم آموزش مومنتم و جهت آموزش و یادگیری شبکه به ترتیب از نرخ های آموزش و یادگیری 0/1 و 0/5 استفاده شده و به منظور انتخاب شبکه عصبی مطلوب جهت محاسبه ارزش در معرض خطر و مقایسه دقت پیش بینی شبکه عصبی مصنوعی در هر یک از ساختارهای طراحی شده از معیارهای میانگین قدر مطلق خطا[۲۷] (MAE)، میانگین مربع خطا[۲۸] (MSE) و مجموع مربع خطا[۲۹] (SSE) استفاده می شود.

۴- فرضیه های پژوهش

۱) مدل شبکه عصبی پرسپترون توان تبیین ارزش در معرض خطر پرتفوی شرکت های سرمایه گذاری را دارد.

۲) تفاوت معنی داری بین ساختارهای گوناگون شبکه عصبی پرسپترون در ارزیابی میزان ارزش در معرض خطر پرتفوی وجود دارد.

۵- یافته های پژوهش

پس از طراحی ساختارهای مختلف و انتخاب آنها بر اساس معیارهای خوبی برازش، ساختارهای طراحی شده را برای همه جامعه آماری مورد استفاده قرار دادیم که نتایج حاصل از این ساختارها در ادامه آمده است، ولی نحوه و چگونگی استفاده از این ساختارها برای شرکت سرمایه گذاری بوعلی بعنوان نمونه بدین صورت است که نتایج حاصل از شش ساختار که نسبت به ساختارهای دیگر طراحی شده از عملکرد بهتری برخوردار بوده اند، در جدول شماره (1) گزارش گردیده است. همانگونه که از اطلاعات جدول فوق مشخص است از میان مدل‌های مورد استفاده، می توان مدل پنج را به علت پائین بودن معیارهای خوبی برازش بعنوان بهترین مدل انتخاب نمود. این مدل دارای معماری 1-2-5-10-20-30-70-10 می‌باشد. در این ساختار تعداد ورودیهای شبکه 10 بوده و شبکه دارای شش لایه می‌باشد. همچنین در ساختار فوق لایه اول دارای 70 نرون، لایه دوم 30 نرون، لایه سوم 20 نرون، لایه چهارم 10 نرون، لایه پنجم 5 نرون، لایه ششم 2 نرون و عدد یک نیز نشان‌دهنده خروجی شبکه است.

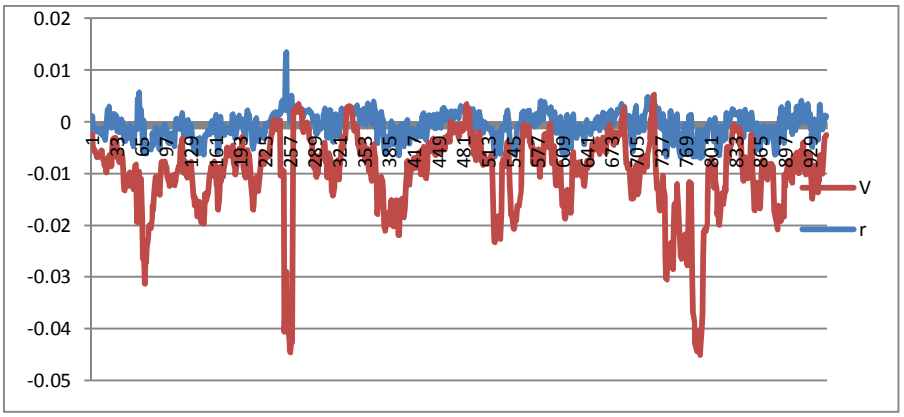
جدول (۱): مشخصات شبکه‌ها برای هر یک از ساختارهای طراحی شده

شبکه	معماری شبکه	MAE		MSE		SSE	
		تست	آموزش	تست	آموزش	تست	آموزش
1	10-30-20-1	0/00345	0/00291	0/00003	0/00002	0/03650	0/01675
2	10-70-30-20-1	0/00315	0/00278	0/00002	0/00001	0/02352	0/01550
3	10-70-30-20-10-1	0/00317	0/00279	0/00002	0/00001	0/02382	0/01553
4	10-70-30-20-10-5-1	0/00318	0/00275	0/00002	0/00001	0/02400	0/01534
5	10-70-30-20-10-5-2-1	0/00303	0/00264	0/00002	0/00001	0/02269	0/01469
6	10-70-30-20-10-7-5-2-1	0/00328	0/00279	0/00002	0/00001	0/02486	0/01561

ماخذ: نتایج پژوهش

با انتخاب بهترین مدل از میان ساختارهای مختلف طراحی شده، در مدل شبکه عصبی می توان ارزش در معرض خطر(VaR) را برای سطوح اطمینان مختلف شامل99%، 95% و 90% محاسبه نمود. برای درک بهتر از کارکرد VaR، در ساختارهای شبکه عصبی پرسپترون ارزش در معرض ریسک نرخ بازدهی پرتفوی برای دوره زمانی 1390/03/12-1383/01/09 با استفاده از رابطه VaR و همچنین شاخص نوسانات محاسبه شده از مدل بهینه (ساختار 5)، در سطح اطمینان 99% محاسبه و در شکل (1) ارائه شده است.

شکل(۱): محاسبه ارزش در معرض ریسک الگوی شبکه عصبی در سطح اطمینان ۹۹٪.



ماخذ: نتایج پژوهش

۵-۱- انتخاب الگوی مناسب از میان مدلهای شبکه عصبی و اعتبار سنجی مدل

همانگونه که بیان گردید پس از طراحی شش شبکه فوق می بایست یک شبکه بهینه را انتخاب نموده و از آن جهت برآورد VaR استفاده نمائیم. معیار انتخاب شبکه مطلوب آن است که آن شبکه می بایست از نظر خطاها و بویژه معیار میانگین قدر مطلق خطا MAE نسبت به سایر ساختارها در حداقل باشد. بنابراین در این شرکت بعنوان نمونه شبکه پنج دارای حداقل MAE می‌باشد. بنابراین از ساختار فوق بعنوان شاخص نوسانات جهت محاسبه ارزش در معرض خطر استفاده می گردد.

۵-۱-۱- اعتبارسنجی مدل

پس از انتخاب ساختار بهینه شبکه عصبی پرسپترون و محاسبه ارزش در معرض خطر می بایست میزان دقت ساختار از طریق آزمونهای کوپیک و کریستوفرسن از طریق پس آزمایی مورد بررسی قرار گیرد. جدول شماره (2) نمایانگر میزان برآوردهای مورد انتظار و واقعی شبکه عصبی در سطوح اطمینان مختلف می باشد.

آزمون کوپیک

با توجه به نتایج بدست آمده از آزمون کوپیک و مقادیر مورد انتظاری شرکت سرمایه گذاری بوعلی می توان بیان نمود که این مدل از شبکه عصبی در سطوح اطمینان 99% قادر به پیش بینی درست بوده، بعبارتی در این سطح انتظار داشتیم که ده مورد زیانی بیشتر از آنچه مدل شبکه عصبی پیش بینی نموده داشته باشیم که تنها شش مورد اتفاق افتاده است، بنابراین می توان نتیجه گرفت که شبکه در این سطح قادر به پیش بینی ارزش در معرض خطر بوده است و این آزمون را با موفقیت پشت سر گذاشته است. اما در دو سطح دیگر از اطمینان یعنی سطوح 95% و90% به ترتیب انتظار 48 و95 مورد زیان را داشتیم که در واقعیت 26 و67 مورد اتفاق افتاده است. هر چند این اتفاق از آنچه که مدل پیش بینی نموده کمتر است، ولی از لحاظ آماری معنادار می باشد، یعنی اینکه مدل برآورد درستی انجام نداده است و ارزش در معرض خطر را بیش از اندازه در نظر گرفته است.

جدول (۲): آزمون کوپیک برای ارزش در معرض خطر یک روزه سرمایه‌گذاری بوعلی

شبکه	معماری شبکه	سطوح اطمینان	مورد انتظار	واقعی	آماره LR	$\chi^2(x)$	نتایج آزمون
		%99	10	6	1/50	6/635	قبول
5	10-70-30-20-10-5-2-1	%95	48	26	12/17	3/841	رد
		%90	95	67	10/12	2/706	رد

ماخذ: یافته‌های پژوهش

آزمون کریستوفرسن

آزمون دیگری که ما می بایست پس از آزمون کوپیک انجام دهیم، آزمون کریستوفرسن می باشد که استقلال پیروزی ها و شکست ها را از یکدیگر نشان می‌دهد. این آزمون برای سرمایه‌گذاری بوعلی در سطوح اطمینان مختلف صورت پذیرفته و در جدول شماره ۳ نشان داده شده است.

جدول (۳): آزمون کریستوفرسن برای ارزش در معرض ریسک یک روزه

شبکه	معماری شبکه	سطوح اطمینان	آماره LR	$\chi^2(x)$	نتایج آزمون
		٪99	1/57	9/21	قبول
5	10-70-30-20-10-5-2-1	٪95	12/28	5/991	رد
		٪90	31/10	4/605	رد

ماخذ: یافته‌های پژوهش

با توجه به نتایج آزمون کریستوفرسن می توان بیان نمود که این مدل تنها در سطح 99% از پوشش شرطی برخوردار می باشد، یعنی اینکه وضعیت روند بازده روز قبل بر روند بازدهی امروز تاثیر گذار بوده است و در دو سطح دیگر این تاثیر پذیری رد می شود. همانند شرکت سرمایه گذاری بوعلی برای بیست شرکت دیگر نیز ابتدا" شش ساختار مورد نظر طراحی گردید و معیارهای همچون میانگین قدر مطلق خطا (MAE)، میانگین مربع خطا (MSE) و مجموع مربع خطا (SSE) این ساختارها محاسبه و آنگاه بهترین ساختار برای محاسبه VaR بر اساس سه معیار فوق انتخاب گردید. از بین ساختارهای مورد استفاده ساختار پنج با هفت بار استفاده و ساختار سه با چهار بار استفاده بهترین ساختارهای مورد استفاده بودند. جدول شماره ۴ نشان دهنده تعداد دفعات استفاده از شبکه می باشد.

جدول شماره (۴): تعداد دفعات استفاده از شبکه

نوع شبکه	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم
تعداد دفعات مورد استفاده	2	3	4	2	7	3

ماخذ: یافته های پژوهش

اعتبارسنجی مدلهای شبکه عصبی برای جامعه آماری مورد بررسی

پس از انتخاب ساختار مناسب شبکه عصبی پرسپترون برای هر شرکت از جامعه آماری همانند شرکت بوعلی و بر اساس معیارهای بیان شده، می بایست میزان دقت مدلها از حیث برآورد مقادیر ارزش در معرض خطر از طریق دو آزمون کوپیک و کریستوفرسن مورد پس آزمایی قرار گیرند.

با بررسی نتایج آزمون کوپیک و با توجه به ساختارهای بهینه انتخاب شده می توان بیان نمود، که این مدلها قادر بودند که ارزش در معرض خطر 15 شرکت را در سطح اطمینان 0/99 بدرستی پیش بینی نمایند، ولی قادر به پیش بینی 6 شرکت در این سطح از اطمینان نبودند. همچنین شبکه توانسته برای هشت شرکت در سطح اطمینان 0/95 و برای پنج شرکت در سطح اطمینان 0/90 پیش بینی درست را انجام دهد. برای سه شرکت نیز شبکه عصبی در هیچ سطحی قادر به پیش بینی نبوده است. جدول شماره (5) نشان دهنده میزان موفقیت و عدم موفقیت شرکتهای جامعه آماری در سطوح اطمینان متفاوت است.

جدول شماره (۵): میزان موفقیت و عدم موفقیت شرکتهای جامعه آماری

سطح اطمینان	تعداد پیروزی	تعداد شکست	تعدادکل	درصد پیروزی	درصد شکست
99%	15	6	21	%71/4	%28/6
95%	8	13	21	%38	%52
90%	5	16	21	%23/8	%76/2

ماخذ: نتایج تحقیق پژوهش

همچنین نتایج بدست آمده نشان دهنده آن است که شبکه در مواردی که ارزش در معرض خطر را از لحاظ آماری بدرستی مورد محاسبه قرار نداده، در سطح اطمینان 0/99 تنها یکبار VaR را کمتر از حد مورد انتظار و پنج بار VaR را بیش از حد مورد انتظار محاسبه نموده است و در سطوح 0/95 و 0/90 بترتیب 12 و 12 بار VaR را کمتر از حد مورد انتظار و بترتیب 1 و 3 بار VaRرا بیش از حد مورد انتظار برآورد نموده است. جدول شماره (6) نشان دهنده تعداد دفعاتی

است که مدل، ارزش در معرض خطر را در سطوح اطمینان مختلف بیش از تعداد دفعات مورد انتظار و یا کمتر از تعداد دفعات مورد انتظار برآورد نموده است.

جدول شماره (۶): تعداد دفعات مورد انتظار و یا کمتر از تعداد دفعات مورد انتظار

سطوح احتمال	بیش از تعداد دفعات مورد انتظار	کمتر از تعداد دفعات مورد انتظار
99%	5	1
95%	1	12
90%	3	12

ماخذ: نتایج پژوهش

باید توجه داشت که در بعضی مواقع ممکن است ارزش در معرض خطر در دو سطح اطمینان متفاوت مثلا" 0/90 و 0/99 قادر به پیش بینی در ارزش در معرض خطر از لحاظ آماری نباشد (برای یک شرکت) اما در سطح اطمینان 0/95 از لحاظ آماری پیش بینی درستی را ارائه نماید، این موضوع به دلیل آن است که با توجه به فرمول ارزش در معرض خطر، انحراف معیار و میانگین در سطوح اطمینان متفاوت ثابت است و بنابراین وقتی ما مقدار آلفا را تغییر می دهیم، ممکن است تعداد مشاهدات بیشتر و یا کمتری در بالا و یا زیر نمودار ارزش در معرض خطر قرار گیرند. همچنین اگر تعداد خطای برآوردی شبکه از حد مورد انتظاری بسیار بیشتر و یا بسیار کمتر باشد(مثلا" صفر) نرم افزار مطلب هیچ آماره ای را جهت بررسی ارائه نمی نماید و واژه NaN را نشان می دهد.

همانطور که بیان گردید آزمون کریستوفرسن نیز استقلال داده (پیروزی و شکست) از یکدیگر را نشان می دهد. جدول شماره (7) نمایانگر این آزمون می باشد. نتایج آزمون کریستوفرسن بیانگر آن است که از 21 شرکت تحت این آزمون 9 شرکت در سطح احتمال 0/99 و 4 شرکت در سطح احتمال 0/95 پیروز از این آزمون بیرون آمدند و این بدان معنی است که پیروزی و شکست های امروز به پیروزی و شکست های روزهای قبل مرتبط می باشد و بترتیب 12 و 17 شرکت نیز این آزمون را با موفقیت پشت سر نگذاشتند، یعنی اینکه هیچ ارتباطی بین پیروزیها و شکست های امروز و روزهای گذشته وجود ندارد. در سطح احتمال 0/90 نیز هیچ شرکتی این آزمون را با موفقیت طی نکرده است. جدول شماره (7) نشان دهنده تعداد و درصد موفقیت و شکست این آزمون می باشد.

جدول شماره (۷): تعداد و درصد موفقیت و شکست شبکه عصبی در آزمون کریستوفرسن

سطح اطمینان	تعداد پیروزی	تعداد شکست	تعدادکل	درصد پیروزی	درصد شکست
99%	9	12	21	42/8	57/2
95%	4	17	21	19	71
90%	0	21	21	0	100

ماخذ: نتایج پژوهش

با توجه به نتایج بدست آمده می توان بیان نمود که در سطح اطمینان 0/99 در 42/8% مواقع تخطی داده ها از یکدیگر مستقل و در 57/2% مواقع شکست ها و پیروزیها با یکدیگر در ارتباط می باشند. همچنین در سطوح دیگر اطمینان آماره های آزمون در اکثریت مواقع بیانگر ارتباط شکست ها و پیروزیها از یکدیگر می باشد.

رتبه بندی مدلها بر اساس آزمون لوپز

برای رتبه بندی بر اساس آزمون لوپز ابتدا می بایست نمره قبولی که هر مدل می بایست بر اساس آزمون لوپز کسب نماید را مشخص کنیم. ابتدا میزان عددی QSP را بر اساس تعداد تخطی های مورد انتظار و در سطوح اطمینان مد نظر بر اساس آماره ذیل بدست می آوریم.

$$QSP = \frac{2}{n}\sum_{i=1}^{n}(C_t - \mathcal{P})^2$$

هر چه قدر میزان عدد محاسبه شده مدل فوق به صفر نزدیک باشد نشان دهنده آن است که مدل دارای ریسک کمتری است. از آنجائیکه ما تعداد 951 بازده واقعی پرتفوی را جهت تست مدلها در نظر گرفتیم، بنابراین تعداد تخطی های مورد انتظار در سطوح اطمینان 99%، 95% و 90% با تقریب، برابر است با 10، 48 و 95 که در جدول شماره (8) نشان داده شده است و مقدار QSP مورد انتظاری نیز در این سطوح از تخطی محاسبه شده است.

جدول شماره (۸): مقدار SPQ در سطح تعداد تخطی های مورد انتظار

سطوح اطمینان / تعداد تخطی و مقدار SPQ	%99	%95	%90
تعداد تخطی های مورد انتظار	10	48	95
مقدار SPQ بهینه	0.0208	0.0959	0.1798

ماخذ: نتایج پژوهش

رتبه بندی ساختارهای شبکه عصبی بر اساس آزمون لوپز

برای رتبه بندی ساختارهای شبکه عصبی پرسپترون بر اساس آزمون لوپز ابتدا مقدار بهینه آماره این آزمون را محاسبه می کنیم که این آماره برای همه مدلها یکسان است و آنگاه برای ساختارهای از شبکه عصبی که آزمون کوپیک را با موفقیت پشت سر گذاشتند، مقدار آماره لوپز را محاسبه کرده و آنگاه بر اساس میزان نزدیکی یا دوری به مقدار بهینه لوپز آنها را دسته بندی می نمائیم.

با توجه به مقادیر بدست آمده از آماره لوپز و مقدار بهینه این آماره می توان بیان نمود که در سطح اطمینان 99% هیچکدام از ساختارهای شبکه عصبی امکان پیش بینی درست را نداشته اند. در این سطح از اطمینان دوازده مورد از شانزده مورد مقدار آماره لوپز محاسبه شده از مقدار بهینه این آماره بیشتر است و این دلالت بر آن دارد که مدل مورد استفاده دارای عملکرد پائین تری نسبت به مدل بهینه بوده و تنها در چهار مورد عملکردی بالاتر دارد. در سطح اطمینان 95% از نه مورد پیش بینی درست شبکه عصبی سه مورد عملکرد پائین تر و شش مورد عملکرد بالاتر از مدل بهینه را دارا هستند. در سطح اطمینان 90% شبکه عصبی در یک مورد تقریبا" دارای عملکردی برابر با عملکرد مدل بهینه و در دو مورد نیز از عملکر کمتر و همچنین در دو مورد نیز از عملکرد بالاتری برخوردار بوده است.

باید توجه نمود ساختاری از شبکه عصبی که در پیش بینی ارزش در معرض خطر (ساختار شماره پنج) دارای بالاترین کارآئی بود، بر اساس آزمون لوپز و برای شرکتهای مختلف از عملکرد متفاوت برخوردار می باشد. نتایج آماره لوپز در جدول شماره (9) آمده است.

جدول شماره (۹): تعداد عملکرد بهینه ساختارهای شبکه عصبی

سطح احتمال / عملکرد	%99	%95	%90
مقدار بهینه آماره لوپز	0.0208	0.0959	0.1798
تعداد عملکرد بهینه مدل	0	0	1
تعداد عملکرد با لای مدل	4	6	2
تعداد عملکرد پائین مدل	12	3	2

ماخذ: نتایج پژوهش

۶- نتایج پژوهش

آزمون فرضیه اول

مدل شبکه عصبی پرسپترون توان تبیین ارزش در معرض خطر پرتفوی شرکت های سرمایه گذاری را دارند.

پس از بررسی نتایج برآوردهای ارزش در معرض خطر شبکه عصبی پرسپترون و ساختارهای متفاوت آن جهت محاسبه VaR، می توان بیان نمود که در 71/4٪ شبکه فوق در سطح اطمینان 0/99 درصد قادر به پیش بینی درست بودند، یعنی از آزمون کوپیک سربلند بیرون آمده اند، بنابراین قدرت تعیین ارزش در معرض خطر این مدلها در این سطح از لحاظ آماری مورد تائید می باشد. اما در سطح اطمینان 0/95 تنها هشت شرکت از این آزمون سربلند بیرون آمدند، یعنی 38٪ و در سطح 90٪ نیز پنج شرکت یعنی 23/8٪ این آزمون را با موفقیت تمام نموده اند. بنابراین می توان بیان نمود که مدل شبکه عصبی پرسپترون تنها در سطح اطمینان 99٪ قادر به پیشبینی درست می باشد و در سایر سطوح اطمینان دارای این قدرت نیست.

بررسی نتایج آزمون کریستوفرسن نیز بیان کننده آن است که در سطح احتمال 99٪تنها نه شرکت یعنی42/8٪ موفق شدند این آزمون را پشت سر بگذارند و 57/2٪ مواقع شکست ها و پیروزی ها با یکدیگر در ارتباط می باشند. همچنین در سطوح دیگر از اطمینان آماره های آزمون در اکثریت مواقع بیانگر ارتباط شکستها و پیروزیها از یکدیگر می باشد.

آزمون فرضیه دوم

تفاوت معنی داری بین ساختارهای گوناگون شبکه عصبی پرسپترون در ارزیابی میزان ارزش در معرض خطر پورتفوی وجود دارد.

اگر به نتایج استفاده از ساختارهای شبکه عصبی پرسپترون مورد استفاده نگاهی بیندازیم، خواهیم دید که شبکه پنجم با هفت بار یعنی ۲۱٪ مواقع و شبکه سوم با چهار بار استفاده یعنی ۱۹٪ مواقع در بین ساختارهای موجود بهترین شبکه بودند. بنابراین می توان نتیجه گرفت که اولا" ساختارهای متفاوت دارای نتایج متفاوتی می باشند و ثانیا" در مباحث مالی برعکس بعضی از علوم برای رسیدن به نتایج مطلوب تر نیاز به تعداد لایه های بیشتری است.

۷- نتیجه گیری و بحث

این پژوهش بر آن بود تا میزان قدرت تبیین شبکه های عصبی در تعیین ارزش در معرض خطر را بسنجد که پس از بررسی شبکه های عصبی، ما شبکه عصبی پرسپترون را بعنوان شبکه ای که

بیشتر در حوزه مالی مورد استفاده قرار می گیرد را مورد آزمون قرار دادیم و ساختارهای متفاوت آنرا طراحی نمودیم. نتایج بدست آمده بر اساس آزمون کوپیک بیان کننده آن است که شبکه عصبی فوق در سطح اطمینان ۹۹٪ توانست از بین ۲۱ شرکت سرمایه گذاری مورد بررسی ارزش در معرض خطر ۱۵ شرکت را بدرستی محاسبه نماید و در این سطح خود را موفق نشان دهد، ولی در سطوح دیگر اطمینان قادر به پیش بینی درست نبود. همچنین بر اساس آزمون کریستوفرسن در سطح اطمینان۹۹٪ در ۴۲/۸٪ مواقع تخطی داده ها از یکدیگر مستقل و در ۵۷/۲٪ مواقع شکست ها و پیروزیها با یکدیگر در ارتباط می باشند. از طرف دیگر ساختارهای گوناگون شبکه فوق دارای نتایج متقاوتی می باشد و در حوزه مالی ما برای رسیدن به نتیجه مطلوب و پیش بینی بهینه تر به ساختار های با لایه های بیشتر نیازمند می باشیم، در حالیکه در سایر علوم ما نیاز به تعداد لایه های کمتری داریم.

فهرست منابع

* التون، ادوین و همکاران.،1391، نظریه جدید سبد دارایی و تحلیل سرمایه گذاری، جلد اول، چاپ اول، ترجمه علی سوری، تهران، پژوهشکده پولی و بانکی.
* پارکر، جونز.، (1378)،"مدیریت ریسک، ابعاد، تعریف و کاربرهای ان در سازمانهای مالی"، ترجمه علی پارسائیان، مجله تحقیقات مالی، شماره 13.
* دلاور، علی.،"مبانی نظری و عملی در علوم انسانی و اجتماعی"، (1384)، چاپ چهارم، تهران، انتشارات رشد.
* رادپور، میثم و عبده تبریزی، حسین،"اندازه گیری و مدیریت ریسک بازار"،(1388)، چاپ اول، تهران، موسسه انتشارات آگاه، پیشبرد.
* راعی، رضا، پویان فر، احمد، مدیریت سرمایه گذاری پیشرفته، (1389)، چاپ چهارم، تهران، انتشارات سمت.
* رایلی، فرانک کی، براون، کیت سی،(1384)،" تجزیه و تحلیل سرمایه گذاری و مدیریت سبد اوراق بهادار" ، ترجمه اسلامی بید گلی، غلامرضا و دیگران، چاپ اول، تهران، انتشارات دانشکده امور اقتصادی.
* هاگن، رابرت، ترجمه پارسائیان و بهروز خدا رحمی، جلد اول و دوم، چاپ اول، تهران، انتشارات ترمه،1384.

* علی فتاحی، (1386)، مقایسه و کارایی و قدرت پیش بینی شبکه های عصبی و تحلیل ممیز چند گانه در پیش بینی درماندگی مالی شرکتهای تولیدی،رساله فوق لیسانس، دانشگاه آزاد اراک.
* گودرزی، میلاد، امیری، بهزاد، (1392)،" ارائه مدلی برای شناسایی عوامل موثر بر قیمت آتی سکه به روش شبکه عصبی مصنوعی و مقایسه آن با مدلهای رگرسیونی" فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار ،شماره پانزدهم.
* منهاج، محمد باقر،(1391)، "مبانی شبکه های عصبی"، جلد اول، چاپ هشتم،انتشارات دانشگاه صنعتی امیر کبیر.
* Alexander, Carol,(2008) Market Risk Analysis: Value at Risk Models, Volue IV, John Wiley &Sons, ltd.
* Becker, F., Gurtler, M., Hibbeln, M., " Markowitz versus Michaud: Portfolio Optimization Strategies Reconsidered". JEL-Classification: G11, C15.
* Breitner, h. Luedtke, c. Mettenheim, H. Rosch, D. Sibbertsen. And Tymchenko, G " Modeling portfolio Value at Risk with Statistical and Neural Network Approaches" In statute for Information Systems Reserch, the Univercity of Hannover,Germany.
* Dunis, C., Laws, J., karathanasopoulos, A., " GP Algorithm Versus Hybrid and Mixed Neural Networks". Liverpppl John Moores University.
* Franke, J. Diagne, M.(2006)."Estimating market risk with neural network ". Statis
* Hull, J., White, A., (1998)." Value at Risk When Dally Changes in Market Variables Are Not Normally Distributed". Journal of Derivatives, Vol. ۵. NO.۳.
* Jorion, P., (2006)."VALUE AT RISK". McGraw- Hill,Inc.
* KUPICE, P.(1995)."Techniques for verifying the accuracy of risk measurement models" . Journal of Derivatives, Volue,3.
* Thompson, C. J.and McCarthy.M.A(2008)." Alternative measures to Value at risk",The Journal of Risk Finance,Vol.9,pp81-87

یادداشت‌ها

[1]) Roy(1952)
2) Telser
3) Bamoul
[4]) Basel Acord
[5]) Value at Risk
[6]) Frank Rosenblat
[7]) Perceptron
[8]) Bernurd Widrow
[9]) Adaptive Linear Element (ADALINE)
[10]) Warren Mccullos
[11]) Walter Pits

[12]) John Hopfield
[13]) James Mcland
[14]) David Rummelhurt
[15]) Sigmeid Function
[16]) Threshold Detector
[17]) Feed Forward
[18]) Feed Back
[19]) Bias
[20]) Max Epochs
[21]) Goal
[22]) Max Time
[23]) Min Grad
[24]) ex post factor
[25]) Cross Validation
[26]) Local Minima
[27]) Mean Absolute Error
[28]) Mean Squared Error
[29]) Sum Squared Error