



## مقایسه توان تبیین مدل های ناپارامتریک و مدل های شبکه عصبی در سنجش میزان ارزش در معرض خطر پرتفوی شرکت های سرمایه گذاری جهت تعیین پرتفوی بهینه در بازار سرمایه ایران

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۲/۵

تاریخ پذیرش: ۹۴/۲/۲۷

غلامرضا زمردیان<sup>۱</sup>

### چکیده

ریسک جز جدا نشدنی زندگی انسان ها در همه ادوار تاریخی می باشد، بنابراین توجه به آن نیز در همه زمان ها و مکان ها با شدت و ضعف وجود داشته است. ارزیابی ریسک در زمان های مختلف به اشکال گوناگونی توجه انسان ها را به خود جلب نموده است. اما در دنیای امروز که دارای پیچیدگی های زیادی است شناخت، اندازه گیری و محاسبه آن بسیار سخت شده است. این پیچیدگی در شناخت، اندازه گیری و محاسبه بویژه در بازارهای مالی دو چندان گشته است. بنابراین روش های متفاوتی برای این ارزیابی ایجاد شده اند که از راه حل های ساده شروع شده و به مدل های سخت ختم می شود. از آن جایی که محور توسعه در هر کشوری سرمایه گذاری می باشد و تا این عمل تحقق پیدا نکند، توسعه اتفاق نمی افتد بنابراین سرمایه گذار برای انجام سرمایه گذاری نیاز به دو آیتم دارد و به آنها توجه ویژه ای خواهد داشت یکی بازده و دیگری ریسک آن سرمایه گذاری می باشد. در محاسبه بازده دچار مشکل زیاد نمی شویم ولی آنچه ما را دچار مشکل می نماید، بحث چگونگی محاسبه ریسک است که یک متغیر کیفی است. بنابراین برای پاسخ گویی به سرمایه گذار روش های متفاوتی با توجه به نوع داده های تخمین زنده پارامترهای مدل های تبیین کننده ریسک طراحی و پا به عرصه وجود گذاشته اند. در میان این مدل ها دو گروه از مدل های ناپارامتریک و شبکه عصبی در این تحقیق مورد بررسی قرار می گیرند تا توان این دو گروه را در پیش بینی ارزش در معرض خطر پرتفوی ۲۱ شرکت سرمایه گذاری در بازار سرمایه ایران مورد سنجش قرار گیرد و مدل برتر معرفی شود.

**واژه های کلیدی:** ریسک، بازده، پرتفوی، ارزش در معرض خطر، شرکتهای سرمایه گذاری، روش ناپارامتریک، شبکه عصبی.

<sup>۱</sup> - استادیار و عضو هیات علمی گروه مدیریت بازرگانی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز gh.zomorodian@gmail.com

**۱- مقدمه**

در بازارهای مالی جهان واژه گانی چون بازده و ریسک با شدت زیادی در ارزیابی های پروژه های سرمایه گذاری به دلیل افزایش عدم اطمینان این بازارها مورد استفاده قرار می گیرد. برای این که سرمایه گذاری در بخش های مولد اقتصاد صورت بگیرد این بازارها ناگزیر می باشند، تا شرایطی را ایجاد نمایند که وجوه سرمایه گذاری شده در آنها تا حدی از اطمینان با توجه به ریسک پذیرفته شده برخوردار باشند، در غیر این صورت وجوه از این بازارها به سوی بازارهای هم عرض دیگر و یا حتی به سایر کشورها حرکت خواهند نمود که در این حالت برگرداندن اطمینان و بازگشت وجوه به این بازارها شاید اگر نگوئیم غیر ممکن ولی تا حد زیادی مشکل خواهد بود، که این موضوع را ما می توانیم در بازار سرمایه خود در دوره های زمانی نه چندان دور مورد مشاهده قرار دهیم.

شرکت های سرمایه گذاری که در بازارهای مالی به فعالیت می پردازند برای اینکه بتوانند با توجه به ریسک، بازده مورد نیاز سهام داران خود را برآورده نمایند، می بایست از مدل های استفاده کنند که این مدل ها قادر باشند هدف فوق را تحقق بخشند. با توجه به ویژگی های داده های بازار سرمایه همه مدل ها قادر به انجام پیش بینی های درست نخواهند بود و در میان انبوهی از مدل ها تنها مدل های قادر به انجام چنین کاری خواهند بود که بتوانند تبیین درستی از این بازار داشته باشند.

از روش هایی که در حال حاضر در موسسات مالی و همچنین در بازارهای سرمایه مورد استفاده قرار می گیرد می توان به روش ارزش در معرض خطر اشاره کرد. از روش ارزش در معرض خطر برای برآورد و پیش بینی میزان ریسک و مدیریت آن بهره برداری می شود.

از آنجایی که مطالعات انجام شده در بسیاری از بازارهای مالی برای مقایسه عملکرد مدل های موجود در تعیین ارزش در معرض خطر نتایج متفاوتی را نشان داده اند، لذا در این پژوهش هدف بر آن است تا مدل های آماری ناپارامتریک (مونت کارلو) و شبکه عصبی برای برآورد میزان ریسک در بازار مالی ایران از طریق روش ارزش در معرض خطر مورد بررسی قرار گیرد، تا کارآترین مدل در تعیین سبد بهینه سهام در این بازار مشخص شده و مدل مطلوبی تعیین گردد که بتواند ریسک موجود در بازار مالی کشور را با توجه به ویژگی های آن برای یک سبد پرتفوی کارآ پیش بینی نماید.

**۲- مبانی نظری و مروری بر پیشینه پژوهش**

تغییرات سریع در محیط فعالیت بنگاه های اقتصادی، ریسک و بازده این بنگاه ها و به تبع آن ریسک شرکت های سرمایه گذار در سهام این بنگاه ها و سایر بنگاه های مرتبط در این حوزه را به مراتب نسبت به گذشته افزایش داده است.

تعاریف متفاوتی از ریسک بیان شده است ولی همه آنها از یک منظر با یک دیگر مشترک می باشند و آن خطری است که همه سرمایه گذاری ها را تهدید می نماید. فرهنگ وبستر ریسک را در معرض خطر قرار

گرفتن می‌داند و یا فرهنگ لغات سرمایه‌گذاری، ریسک را زیان بلقوه‌ی سرمایه‌ی قابل محاسبه است می‌داند. (Hildreth -1988)

اگر ریسک و بازده را به عنوان متغیرهای اصلی دارایی‌ها برای تصمیم‌گیری‌های سرمایه‌گذاری در نظر بگیریم، بازده یک متغیر کمی و ریسک یک متغیر کیفی می‌باشد و هدف مدیریت ریسک نیز کمی‌سازی این کیفیت‌ها جهت کنترل آن برای رسیدن به اهداف سازمان و مدیریت بهینه ریسک است. (موسسه عالی بانکداری ایران، 1385)

ریسک سبب دارایی کمتر از میانگین ساده ریسک‌های اوراق بهادار تشکیل‌دهنده آن خواهد بود. بنابراین اندازه‌گیری ریسک و مدیریت آن جزء جدا نداشتنی مجموعه تشکیل‌دهنده اوراق بهادار می‌باشد. در نتیجه برای اندازه‌گیری ریسک (که یک مفهوم کیفی است) یک قلم دارایی و یا یک مجموعه دارایی‌ها از فنون خاص (مدل‌های خاص) استفاده می‌کنیم. هرچند همه مدل‌های مورد استفاده دارای مفروضاتی هستند که گاهی "این مفروضات غیر واقعی بنظر می‌آیند، ولی باید توجه داشت که یک نظریه را تنها نباید بر اساس مفروضاتش مورد قضاوت قرار داد، بلکه به چگونگی و کیفیت آن در توضیح و پیشگویی رفتار در جهان واقعی باید دقت نمود. (REILLY,2003)

مدیران ریسک بیشتر به دنبال ایجاد توازن بین ریسک و بازده می‌باشند. از مهم‌ترین عواملی که باعث ایجاد تلاطم<sup>۱</sup> در میزان عایدی موسسات مالی می‌گردد، می‌توان به ریسک بازار، نقدینگی، اعتباری و عملیاتی اشاره نمود.

بیشتر مدل‌های مدیریت ریسک برای ارزیابی ریسک از روابط تاریخی آماری استفاده می‌کنند. آنها این گونه فرض می‌نمایند که ریسک از یک فرایند شناخته شده و دائمی نشأت گرفته و از این روابط تاریخی می‌توان برای پیش‌بینی تحولات ریسک در آینده استفاده نمود. ولی باید توجه داشت که بر اساس مطالعات انجام شده تا کنون هیچ روش قطعی برای پیش‌بینی تغییرات و تلاطم‌های بازده سبد سهام که دارای قابلیت اطمینان زیاد برای همه بازارها باشد، پا به عرصه وجود نگذاشته است.

با توجه به میزان و انواع خطراتی که بازارهای مالی با آن برخورد می‌نمایند، ارزش در معرض خطر جای خود را برای اندازه‌گیری انواع خطرهای باز نموده است، و از این سنجه می‌توان برای اندازه‌گیری انواع خطر استفاده نمود. مدل‌های متفاوتی در جهت تعیین ریسک پرتفوی طراحی شده است ولی روش ارزش در معرض خطر تقریباً "طریقی جدید در محاسبه ریسک بوده که خود این روش دارای شیوه‌های گوناگونی برای محاسبه ریسک پرتفوی می‌باشد. (Stephen Lawrence,2000)

عموماً یکی از مفروضاتی که در مورد سری بازده‌های مالی در بازارهای سرمایه در نظر گرفته می‌شود فرض نرمال بودن این سری بازده‌ها می‌باشد، در حالی که توزیع بسیاری از سری‌های بازده مالی نرمال نیست و به طور فراگیری دارای چولگی و کشیدگی است، اما به محض اینکه فرض نرمال صدق نکند اندازه محاسبه شده ریسک، دارای خطای زیادی خواهد بود و انحراف معیار کارآی خود را از دست می‌دهد. تمرکز بر انحراف معیار به عنوان سنجه ریسک نشان‌گر آن است که سرمایه‌گذاران به احتمال بازده‌های منفی در

برابر بازده های مثبت وزن یکسانی می دهند و این در حالی است که سرمایه گذاران اغلب در برابر سود و زیان رفتارهای نامتقارن دارند. (Bennigas,2001)

### بیان آماری VaR

طبق تعریف، ارزش در معرض خطر حداکثر زمانی است که کاهش ارزش سبد دارایی برای دوره معینی در آینده با ضریب اطمینان معینی از آن بیشتر نمی گردد. به بیان دیگر  $VaR^{\alpha}$  مشخص می نماید که با  $x$  درصد احتمال و طی افق زمانی مشخص شده حداکثر به چه میزان ارزش دارایی در معرض خطر قرار دارد. تعیین مبلغ در معرض خطر این اطمینان را به سرمایه گذار می دهد تا بتواند با نگهداری مبلغ محاسبه شده توسط شاخص ارزش در معرض ریسک حتی در صورت تحقق حداکثر زیان، تعهدات خود را ایفا نماید و به همین علت است که به عنوان معیاری برای تعیین حد کفایت سرمایه برای بازارهای پول و همچنین برای نهادهای مالی مطرح گردیده است. (GRCGN,GREGORIOU, 2000)

بنابراین ارزش در معرض خطر یکی از کلیدی ترین ابزارهای سنجش ریسک بازار می باشد که در زمره سنجه های ریسک طیفی قرار دارد. این سنجه بیان کننده یک معیار آماری جهت اندازه گیری زیان های احتمالی است که به یک سرمایه گذاری در مدت زمان مشخص و با یک درجه احتمال معین ممکن است وارد شود، و یا به عبارتی یافتن مقدار بحرانی برای سطح احتمال مورد نظر  $\alpha$  می باشد، که می توان آن را از طریق فرمول ذیل محاسبه نمود.

فرض کنید  $X$  نشان دهنده متغیر تصادفی بازده در فضای احتمال  $(\Omega, F, P)$  با تابع توزیع  $F_X(X)$  باشد، بنابراین برای هر  $\alpha \in (0,1)$ ، ارزش در معرض خطر با اطمینان  $1-\alpha$  به صورت ذیل تعریف گردیده است:

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

که  $q^{\alpha}(x)$  بزرگترین صدک  $\alpha$  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  $(1-\alpha)$ . تحلیل گران مالی برای محاسبه VaR برای دوره های زمانی مد نظر، تقریباً" و به طور ثابت در وهله اول  $N$  را مساوی یک ( $N=1$ ) قرار می دهند و فرض معمول به صورت ذیل است:

$$\sqrt{N} \times \text{ارزش در معرض خطر یک روزه} = \text{ارزش در معرض خطر دوره مورد نظر}$$

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 دقیقاً" درست و در سایر موارد تقریباً" صحیح خواهد بود. (ALEXANDER,2008)

در سنجه های ریسک بیان می شود که عموماً "چهار گروه متدولوژی برای محاسبه ارزش در معرض خطر وجود دارد که عبارتند از متدولوژی پارامتریک، متدولوژی ناپارامتریک، متدولوژی شبه پارامتریک و سایر روش ها. باید توجه داشت که هر یک از مدل های فوق بر اساس یک سری از مفروضات بنا و خلق شده اند که از بین مدل های موجود، در این تحقیق از گروه روش های ناپارامتریک (مونت کارلو) و شبکه عصبی جهت تعیین ارزش در معرض خطر پرتفوی شرکت های سرمایه گذاری استفاده می گردد و قدرت تبیین این مدل ها با یکدیگر مقایسه می گردد.

روش محاسبه ریسک از طریق ارزش در معرض خطر برای موقعیت ها و ریسک های مختلف یک متد مشترک ریسک ارائه می نماید و می توان آن را برای محاسبه ریسک هر نوع سبدي بکار گرفت در حالی که متدهای دیگر تنها به یک مولفه ریسک می پردازند. بنابراین، این روش ما را در تجمیع همه موقعیت ها توانمند می سازد، در نتیجه واکنش های متقابل و همبستگی های میان همه عوامل و همچنین ریسک های مختلف را به ما نشان می دهد. باید توجه داشت که روش ارزش در معرض خطر دارای مزایا و معایب خاص خود می باشد، ولی با این وجود روشی است که در جهان امروزی از آن استفاده فراوانی می شود.

## روش مونت کارلو<sup>۲</sup>

از جمله روش های ناپارامتریک می توان به روش مونت کارلو اشاره نمود که توسط اس یولام و نیکلاس مترو پلیس و همچنین ادوارد تلو پا به عرصه وجود گذاشت، اما برای اولین بار توسط پی بویل در مسائل مالی بویژه قیمت گذاری اوراق مشتقه در سال 1977 بکار گرفته شد، ولی امروزه موسسات مالی زیادی این روش را برای محاسبه ارزش در معرض خطر، تعیین استراتژی های بهینه سرمایه گذاری و به عبارت دیگر حل مسائلی با هر درجه از تنوع و پیچیدگی مورد استفاده قرار می دهند. بیان می شود که رویکرد شبیه سازی در عمل برای حل مسائل چند بعدی که نتایج به بیش از یک عامل ریسک بستگی دارد، می تواند مورد استفاده قرار گیرد.

در رویکرد ناپارامتریک برای مدل سازی جهت تخمین سنجه های ریسک، از آمار ناپارامتریک استفاده می شود، این رویکرد هیچ فرض خاصی را برای توزیع بازده دارایی ها تحمیل نمی کند، یعنی اینکه هیچ فرض خاصی را در مورد توزیع تغییرات عوامل بازار در نظر نمی گیرد و بر پایه تقریب خطی قرار ندارد. به عبارت دیگر پایه اساسی همه روش های ناپارامتریک بر این فرض اساسی قرار دارد که روند حرکت بازده های سهام های تشکیل دهنده سبد سهام و ریسک این سبد در آینده نزدیک تا حدود زیادی از گذشته نزدیک آن پیروی می نماید، بنابراین اگر ما اطلاعات گذشته را داشته باشیم، می توانیم در مورد روند آینده آن سبد دارایی اظهار نظر نمائیم. باید بیان کرد که همه روش های ناپارامتریک بر اساس شبیه سازی داده های تاریخی، ارزش در معرض خطر را محاسبه می نمایند.

از آن جایی که این روش در بعضی از مواقع به روش شبیه سازی تاریخی شباهت زیاد دارد، گاهی در این گروه از روش ها مورد بررسی قرار می گیرد، هر چند که خود یک روش مستقلی نیز می باشد. در روش فوق فرض نرمال بودن توزیع بازدهی الزامی نیست. این روش بر خلاف روش شبیه سازی تاریخی که از داده های تاریخی برای پیش بینی آینده استفاده می کند، از فرآیندهای تصادفی و نمونه های شبیه سازی شده که به تعداد دفعات زیاد توسط کامپیوترها ساخته می شود، برای پیش بینی آینده بهره برداری می نماید. (pearson2004) به عبارتی هر چه پیچیدگی یا ابعاد تاثیر گذار افزایش یابد، جذابیت این روش نیز افزایش می یابد. ریسک محاسبه شده در این روش در تعداد کم آزمایشات ابتدا "بی ثبات بوده ولی برای دست یابی به نتایج دقیق برای تخمین دقیق تر سنجه های ریسک به تعداد آزمایشات بیشتری نیازمند هستیم. در این روش با شبیه سازی به تعداد زیاد فرآیندهای تصادفی می توان تغییرات آینده را پیش بینی نمود. با استفاده از شبیه سازی مونت کارلو می توان توزیع، اریب، خطای معیار و ... T را به صورت تقریبی و به شرح زیر بدست آورد.

$$f_T(t) \cong \frac{1}{B} \sum_{i=1}^B I(T_i \leq t)$$

$$\text{bias}(T) \cong \frac{1}{B} \sum_{i=1}^B T_i - \theta$$

$$\text{Se} = (T) \cong \left[ \frac{1}{B} \sum_{i=1}^B (T_i - \sum_{i=1}^B T_j)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

در هنگام استفاده از این روش ابتدا "باید همه عوامل ایجاد کننده ریسک و فرآیندهای تصادفی آن برای متغیر مورد نظر را شناسایی نمود و سپس مسیرهای بازدهی پرتفوی شرکت ها با توجه به داده های بازدهی پرتفوی شرکت ها توسط این روش به طور تصادفی تولید گردد. البته در این روش، تولید تصادفی بازده ها بستگی به این موضوع دارد که توزیع این بازده ها تنها به یک عامل ریسک مرتبط بوده یا چند عامل ریسک در ایجاد آن دخیل می باشند. بنابراین اگر چند عامل در ایجاد بازدهی تاثیر گذار باشند، می بایست از توزیع های چند متغیره شبیه سازی شده استفاده نمود و در صورت استقلال توزیع ها امکان تصادفی سازی مستقل برای هر متغیر وجود دارد. آنگاه روش مونت کارلو با توجه به عوامل ریسک هر پرتفوی و هم چنین نوع اوراق بهادار موجود در آن به تعداد دفعات زیاد بازده های پرتفوی شبیه سازی شده را خلق می نماید.

### شبکه های عصبی

هر چند که بنیانگذاران شبکه های عصبی افراد دیگری بودند، اما روزنبلات ۴ در اواخر دهه 50 با معرفی شبکه عصبی پرسپترون ۵ برای نخستین بار امکان به کارگیری شبکه های عصبی را در حل مسائل کاربردی میسر ساخت. 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 به صورت هم زمان انجام می دهد. هر شبکه از لایه ورودی، میانی و خروجی تشکیل می گردد.

عناصر پردازشی هر شبکه عصبی وظیفه دریافت و پردازش داده‌ها را بر عهده دارد که این داده‌ها می‌توانند داده‌های خام و یا اطلاعات سایر نرون‌ها باشد. لایه‌های 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 داده‌ها را انجام می‌دهد به صورت یک یا چند متغیر از لایه خروجی خارج می‌گردند. تابع جمع‌کننده، سطح فعال شدن داخلی یک نرون را محاسبه می‌نماید. این توابع تبدیل در لایه خروجی و لایه‌های پنهان شبکه قرار دارند و دارای انواع متفاوتی می‌باشند، که با توجه به سطح فعال شدن داخلی و برون داد می‌تواند خطی و یا غیر خطی بوده و بر اساس نیاز مورد نظر برگزیده گردد. معروفترین تابع غیر خطی تابع سیگموئیدی  $\sigma$  نام دارد که به صورت ذیل می‌باشد.

$$Y_t = \frac{1}{1+e^{-cy}}, \quad c > 0$$

در فرمول فوق  $c$  وسعت ناحیه خطی بودن تابع را تعیین و  $Y_t$  ارزش نرمال شده  $Y$  می‌باشد، که هدف آن تعدیل سطح برون داده‌ها قبل از رسیدن به سطح بعدی می‌باشد و آن را به یک ارزش نرمال تبدیل می‌نماید. گاهی اوقات بجای استفاده از یک تابع تبدیل پیوسته، از یک تابع محرک آستانه‌ای  $\gamma$  استفاده می‌نمایند. (کميجانی، سعادت فر، 1385)

می‌توان بیان کرد که هر آنچه وارد لایه ورودی می‌گردد نقش متغیر مستقل و هر آنچه از آن خارج می‌گردد، نقش متغیر وابسته را دارد. متغیرهای که وارد شبکه عصبی می‌گردند با توجه به اهمیت آنها دارای وزن‌های متفاوتی می‌باشند، این وزن‌ها از طریق روش اعداد تصادفی تولید و از طریق تعدیلات مکرر در این وزن‌ها شبکه اقدام به تصحیح داده‌ها نموده و یادگیری را انجام می‌دهد. قانون یادگیری توسط روابط بازگشتی و به صورت معادلات تفاضلی بیان می‌گردد که به آن الگوریتم یادگیری گویند. در هر بار تکرار الگوریتم یادگیری، اطلاعات شبکه از محیط، شرایط و هدف افزایش می‌یابد. از آنجائیکه یک نرون از نقاط متفاوت داده دریافت می‌نماید، بنابر این از یک طرف هر نرون بردار وزن‌های متناظر خود را مطابق قانون یادگیری خاص خودش تغییر می‌دهد و از طرف دیگر وابسته به رفتار نرون‌های دیگر در شبکه می‌باشد.

فرآیند یادگیری در سه مرحله محاسبه کردن برون داده‌ها، مقایسه برون داده‌ها با پاسخ‌های مطلوب و تعدیل وزن‌ها و تکرار این فرآیند می‌باشد. در این مرحله سعی می‌گردد با تغییرات مداوم وزن‌ها، باقی مانده یعنی تفاوت بین برون داد واقعی و برون داد مورد نظر به صفر برسد. شبکه‌های عصبی مصنوعی باقی مانده‌ها (خطاها) را به طرق متفاوت با توجه به الگوریتم یادگیری که از آن استفاده می‌نمایند، مورد محاسبه قرار می‌دهند و بیان می‌گردد که بیش از یکصد الگوریتم یادگیری با توجه به شرایط و موقعیت‌های گوناگون وجود دارد. (Medsker et al, 1992)

معادلات زیر در ارتباط با نحوه یادگیری نرون‌های یک شبکه عصبی نگاشته می‌شود:

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

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

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

ساختار شبکه های عصبی مصنوعی به شبکه های پیش خور<sup>۸</sup> و پس خور یا برگشتی<sup>۹</sup> 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<sup>۱۰</sup> و تابع تبدیل می باشد. در شبکه های پس خور حداقل یک سیگنال برگشتی از یک نرون به همان نرون یا نرون های 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<sup>۱۱</sup>
- (۲) کوچکتر شدن مقدار تابع عملکرد شبکه از مقدار هدف مشخص<sup>۱۲</sup>
- (۳) گذشتن زمان آموزش از زمان معین<sup>۱۳</sup>
- (۴) کوچک تر شدن گرادیان تابع خطا از میزان مشخص شده<sup>۱۴</sup>

### پیشینه پژوهش

محاسبه ریسک در همه بازارها و بویژه در بازارهای مالی از اهمیت زیادی برخوردار می باشد، در نتیجه این موضوع باعث می شود که افراد متخصص در امر تعیین میزان ریسک، میزان خطر دارایی های مالی را به طرق مختلف محاسبه نمایند. از طرفی شرکت های سرمایه گذاری که تعداد زیادی از این دارایی ها را در پرتفوی خود دارند، می بایست ریسک تک تک این دارایی ها را به تنهایی و از طرف دیگر به طور جمعی محاسبه نمایند و پرتفوی های را تشکیل دهند تا با بیشترین بازده کمترین ریسک را به همراه داشته باشد. در بازار سرمایه کشورهای مختلف از جمله 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. در متن زیر به تعدادی از آنها اشاره می گردد. خالوزاده و امیری در سال 1385 در تحقیقی بیان نمودند که با استفاده از روش ارزش در معرض خطر می توان پرتفوی بهینه را در بورس اوراق بهادار تعیین نمود. (مجله تحقیقات اقتصادی، شماره 73). تحقیقی که در سال 1386 شاهرادی و زنگنه با استفاده از مدل های گروه ریسک متریسک برای پنج شاخص عمده انجام دادند، مشخص گردید که اولاً "واریانس ناهمسانی شرطی در بین داده های مالی مشاهده می گردد، و ثانياً" این تحقیق 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). سید رضا میر غفاری در سال 1389 در ارزیابی پرتفوی شرکت های سرمایه گذاری از دو گروه روش های 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. 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

روش ارزش در معرض خطر ابتدا<sup>۱۱</sup> برای محاسبه ریسک در اواخر دهه هشتاد توسط بانک جی پی مورگان مورد استفاده قرار گرفت. در سال ۱۹۹۵ کمیته بال بانک ها را موظف نمود که که از مدل فوق برای تعیین کفایت سرمایه خود استفاده کنند. در سال ۲۰۰۰ پیتر جی. ولار از روش های پارامتریک، شبیه سازی تاریخی و شبیه سازی مونت کارلو، VaR را برای تعیین میزان ریسک برده اوراق قرضه دولت آلمان استفاده نمود. جکسون و همکاران در سال (۱۹۹۸) پس از تحقیقات نتیجه گرفتند که استفاده از روش شبیه سازی، VaR از طریق روش های ناپارامتریک نتیجه بهتری بدست می دهد. ولار در سال (۲۰۰۰) استفاده از روش تاریخی و مونت کارلو را بهتر از روش واریانس- کوواریانس پارامتری بیان می کند. جنسای و سلسوک در سال (۲۰۰۴) عملکرد نسبی مدل VaR را با بازده های سهام روزانه از طریق روش های ناپارامتریک مورد بررسی قرار دادند و ملاحظه نمودند که این روش ها نتیجه بهتری نسبت به سایر روش ها دارند. 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 هانور در تحقیق خود که در سال ۲۰۱۰ ارائه نمودند، عملکرد دو متد شبکه های عصبی و سایر روش های 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 مدل ها به صورت کارآتر از دیگری عمل نمی کند. اما در کل به خاطر این که شبکه های عصبی برآورد بهتری از انحراف معیار ها دارند نتایج پایدار تری را به همراه خواهند داشت.

### ۳- متدولوژی و چگونگی اجرای پژوهش

پژوهش حاضر از نظر ویژگی داده ها پس رویدادی ۱۵ یا علی- 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 آن جاییکه هدف اساسی این تحقیق بررسی و ارزیابی قدرت تبیین و پیش بینی مدل های ناپارامتریک و مدل های خانواده شبکه عصبی در تعیین ارزش در معرض خطر پرتفوی شرکت های 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 شرکت های 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، به عنوان جامعه آماری مورد بررسی قرار گرفتند. به منظور اجرای این پژوهش وزن و ارقام 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 مدل ناپارامتریک و ساختارهای مدل شبکه عصبی پرسپترون با یکدیگر مقایسه گردیده و بهترین مدل برای ارزیابی پرتفوی در بازار سرمایه ایران معرفی شده است.

ما در روش مونت کارلو برای تولید بازده های تصادفی شبیه سازی شده پرتفوی شرکت های جامعه آماری ابتدا "از دو تابع برآونی هندسی (GBM) و تابع لم ایتو که در خلق داده های تصادفی مالی بکار گرفته می شوند استفاده نمودیم، اما از آنجائیکه نتایج بدست آمده از داده های تصادفی تابع برآونی هندسی از نظر پیش بینی ارزش در معرض خطر بهتر بوده، بنابراین از این تابع برای خلق بازده های تصادفی استفاده خواهیم نمود. پس می توان مدل فوق را برای تولید بازده های تصادفی شبیه سازی شده به صورت زیر نوشت:

$$\frac{ds_t}{s_t} = \mu dt + \sigma dw_t$$

که در تابع فوق  $\frac{ds_t}{s_t}$  نشان دهنده تغییرات نسبی بازده پرتفوی و  $s_t$  بیان گر بازده پرتفوی در زمان  $t$  و  $\mu$  میانگین بازده مورد انتظار پرتفوی و  $dw_t$  نشان دهنده فرآیند حرکت برآونی به هنگامی که تابع این فرآیند به صورت  $\varepsilon\sqrt{dt}$  است، می باشد در این تابع فرآیندی  $\varepsilon$  عدد تصادفی تولید شده با توجه به توزیع نرمال امکان پذیر است. (Evans, 2006) برای اینکه تابعی که اعداد تصادفی تولید می کند یک تابع استاندارد وینر (براونی) باشد، می بایست از ویژگی های هم چون: (پرهام، 1389)

الف)  $W(0)=0$

ب)  $W(t)-W(s)$  برای  $S < t$  دارای توزیع نرمال با میانگین صفر و واریانس  $t-s$  می باشد.

ج) متغیرهای تصادفی برای همه  $t_i$  مستقل بوده و به صورت:

$$W(t_n) - W(t_{n-1}) - \dots - W(t_3) - W(t_2) - W(t_1)$$

بعد از جایگزینی می توان تابع فوق را به صورت زیر نوشت:

$$\frac{\Delta s}{s} = \mu \Delta t + \sigma \varepsilon \sqrt{\Delta t}$$

از آنجا که  $\frac{\Delta s}{s}$  همان تغییرات در بازدهی پرتفوی می باشد، بنابراین قسمت اول طرف دوم تساوی ( $\mu\Delta t$ ) بازدهی مورد انتظاری پرتفوی بوده و قسمت دیگر یعنی ( $\sigma\epsilon\sqrt{\Delta t}$ ) میزان تغییرات تصادفی است که بر اثر حاصل ضرب انحراف معیار در عدد تصادفی تولید شده بدست می آید. باید توجه نمود که میزان کارایی روش مونت کارلو زمانی که متغیر تصادفی دارای واریانس کوچک باشد افزایش می یابد. بنابراین می بایست به دنبال روش هایی باشیم که متغیر تصادفی با حداقل واریانس تولید نماید.

با استفاده از کامپیوتر 1000 سری بازده تصادفی (به عبارتی 1000 مسیر) که در هر سری 10/000 بازده تصادفی شبیه به داده های سری بازده پرتفوی با استفاده از تابع فوق ایجاد می نمائیم و آنگاه از بین پرتفوهایی تصادفی بازده ایجاد شده آن پرتفو بازده ای که دارای کمترین انحراف معیار باشد را به عنوان پرتفوی منتخب بر می گزینیم و سپس از این پرتفوی منتخب 951 بازده خلق شده مطابق با تعداد داده های تست جامعه آماری را انتخاب و با توجه به تابع VaR و سطح آلفای مورد نظر میزان ارزش در معرض خطر را برای بازده این پرتفوی محاسبه می کنیم و با ارزش در معرض خطر بازده واقعی مقایسه و میزان دقت روش مونت کارلو را از طریق تعداد شکست ها و پیروزی ها با توجه به سطح آلفا از طریق دو آزمون کوپیک و کریستوفرسن مورد بررسی قرار می دهیم.

به منظور استفاده از شبکه عصبی، ابتدا نرخ بازده پرتفوی (Rpt) با وقفه های 1-10 به عنوان متغیرهای ورودی (s) و Rpt نیز به عنوان متغیر خروجی (p) وارد مدل شبکه عصبی گردیده و در ادامه با توجه به مراحل انجام کار در مدل های شبکه عصبی مصنوعی، متغیرهای ورودی (sها) به سه زیر مجموعه مجزا تحت عنوان داده های آموزش (S1)، داده های اعتبارسنجی ۱۶ (S2) و داده های آزمون (S3) تقسیم، و بر این اساس 60 درصد از داده ها به عنوان داده های آموزش و به ترتیب 20 و 20 درصد داده ها به امر اعتبارسنجی و آزمون اختصاص داده شده و سپس با توجه به قابلیت های 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 آنجایی که تابع زیگموئیدی در ساختارهای مختلف طراحی شده دارای عملکرد بهتری بوده، لذا از این تابع به عنوان تابع فعالیت در لایه مخفی و خروجی استفاده می گردد. همچنین با توجه به مزیت بالای الگوریتم آموزش مومنتم نسبت به سایر الگوریتم های آموزش، جهت فرار از دام مینیمم محلی ۱۷، 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 (MAE)، میانگین مربع خطا ۱۹ (MSE) و مجموع مربع خطا ۲۰ (SSE) استفاده می شود.

#### ۴- فرضیه های پژوهش

- ۱) مدل های ناپارامتریک (مونت کارلو) توان تبیین ارزش در معرض خطر پرتفوی شرکت های سرمایه گذاری را دارند.
- ۲) مدل های شبکه عصبی توان تبیین ارزش در معرض خطر پرتفوی شرکت های سرمایه گذاری را دارند.
- ۳) تفاوت معنی داری بین مدل های ناپارامتریک (مونت کارلو) و شبکه عصبی در ارزیابی میزان ارزش در معرض خطر پرتفوی وجود دارد.

#### ۵- اعتبارسنجی مدل

امکان استفاده از هر مدل برای پیش بینی بستگی به تعداد دفعاتی دارد که آن مدل بتواند تصویری مطلوب از آینده ارائه نماید. بنابراین برای دستیابی به این موضوع از دو آزمون کوپیک و کریستوفرسن استفاده می نمائیم. به عبارتی اساس و نقش واقعی محاسبات VaR توانائی آن در پیش بینی بوده که سرمایه گذار را در باره حداکثر زیانی که ممکن است رخ دهد، آگاه می نماید. بنابراین اگر مقدار VaR واقعی در سطح اطمینان مورد نظر از میزان VaR پیش بینی شده بیشتر باشد، می توان بیان نمود که یک تخطی اتفاق افتاده است. بنابراین اگر آماره آزمون محاسبه شده کوپیک (نسبت احتمال شکست) کوچک تر از توزیع کای دو با درجه آزادی یک باشد، می توان نتیجه گرفت که مدل از نظر آماری قدرت پیش بینی ارزش در معرض خطر را دارد، یعنی آنکه تعداد تخطی های مدل به لحاظ آماری تفاوت معنی داری با تعداد تخطی های مورد انتظار ندارد.

آزمون کریستوفرسن استقلال شکست ها و پیروزی ها را از یکدیگر نشان می دهد، به عبارتی نشان می دهد که شکست ها و پیروزی ها ارتباطی با یکدیگر دارند و یا ندارند. بنابراین اگر آماره محاسبه شده توسط این آزمون از آماره مقدار بحرانی کای دو در سطح اطمینان مورد نظر کمتر باشد، نشان دهنده این موضوع است که شکست ها و پیروزها از یکدیگر مستقل می باشند.

به منظور اعتبار سنجی و تعیین میزان قدرت مدل های پیش بینی و همچنین محاسبه کننده ارزش در معرض خطر جهت بررسی فرضیه از آزمون های کوپیک و کریستوفرسن و برای مقایسه مدل ها از آماره آزمون لوپز استفاده می نمائیم.

پس از انتخاب سری بازده های شرکت های سرمایه گذاری منتخب، ارزش در معرض خطر این شرکت ها را محاسبه می نمائیم. با محاسبه شاخص نوسانات و یا به عبارت دیگر  $\sigma_p$  برای مدل های ناپارامتریک (مونت کارلو) و شبکه عصبی مدل مناسب برای پرتفوی هر شرکت جهت محاسبه VaR انتخاب می گردد تا با آن بتوان ارزش در معرض ریسک درصدی روزانه (VAR) در سطوح اطمینان مختلف شامل 99٪، 95٪ و 90٪ را محاسبه نمود. برای محاسبه ارزش در معرض خطر از فرمول زیر استفاده گردید.

$$VAR = (h\mu - \sqrt{h}\sigma_p z_\alpha)$$

در رابطه فوق  $Z_{\alpha}$  نشان دهنده مقدار بحرانی توزیع نرمال،  $\sigma_p$  شاخص نوسانات محاسبه شده از مدل‌ها،  $h$  دوره زمانی (یک روزه) و  $\mu$  بیان گر میانگین بازدهی روزانه پرتفوی می باشد. ابتدا برای هر دو مدل آزمون‌های کوپیک و کریستوفرسن را محاسبه می‌نمائیم تا توان تبیین هر دو گروه مدل را در تبیین ارزش در معرض خطر مورد بررسی قرار دهیم و آنگاه از طریق آزمون لویز این دو مدل را اولویت بندی نموده و مدل برتر را معرفی می‌کنیم.

#### ۶- آزمون فرضیه

##### ۶-۱- آزمون فرضیه و نتایج آن

۶-۱-۱- مدل‌های ناپارامتریک (مونت کارلو) توان تبیین ارزش در معرض خطر پرتفوی شرکت‌های سرمایه‌گذاری را دارند.

میزان دقت مدل از طریق آزمون‌های کوپیک و کریستوفرسن از طریق پس‌آزمایی مورد بررسی قرار می‌گیرد. با بررسی نتایج آزمون کوپیک روش مونت کارلو و با توجه به سری بهینه بازده تصادفی شبیه‌سازی می‌توان بیان نمود، که این مدل قادر بود که ارزش در معرض خطر 4 شرکت را در سطح اطمینان 0/99 به درستی پیش‌بینی نماید، ولی قادر به پیش‌بینی 17 شرکت در این سطح از اطمینان نبود. هم‌چنین مدل توانسته برای سه شرکت در سطح اطمینان 0/95 و برای یک شرکت در سطح اطمینان 0/90 پیش‌بینی درست را انجام دهد. برای 16 شرکت نیز روش مونت کارلو در هیچ سطحی قادر به پیش‌بینی نبوده است. جدول شماره (1) نشان دهنده میزان موفقیت شرکت‌های جامعه آماری در سطوح اطمینان متفاوت است.

جدول شماره (1): تعداد موفقیت و شکست مدل مونت کارلو در سطوح اطمینان متفاوت

سطح اطمینان	تعداد پیروزی	تعداد شکست	تعداد کل	درصد پیروزی	درصد شکست
99%	4	17	21	19%	81%
95%	3	18	21	14/2%	85/8%
90%	1	20	21	4/7%	95/3%

ماخذ: نتایج تحقیق

با توجه به نتایج بدست آمده از آزمون کریستوفرسن می‌توان بیان نمود، که این آزمون برای همه شرکت‌های جامعه آماری مورد بررسی در همه سطوح اطمینان رد شده است و این موضوع بدان معنی است که فرضیه  $H_0$  که نشان دهنده استقلال پیروزی‌ها و شکست‌ها از یک دیگر می‌باشد، مورد تأیید قرار نگرفته است، یعنی اینکه پیروزی‌ها و شکست‌ها با یک دیگر دارای ارتباط می‌باشند. جدول شماره (2) نمایانگر مقادیر این آزمون می‌باشد.

جدول شماره (۲): تعداد پیروزی ها و شکست ها

سطح اطمینان	تعداد پیروزی	تعداد شکست	تعداد کل	درصد پیروزی	درصد شکست
99%	0	21	21	0	100
95%	0	21	21	0	100
90%	0	21	21	0	100

ماخذ: نتایج تحقیق

۶-۱-۲- مدل های شبکه عصبی توان تبیین ارزش در معرض خطر پرتفوی شرکت های سرمایه گذاری را دارند.

نتایج آزمون کوپیک مدل های بهینه انتخاب شده شبکه عصبی بیان کننده آن است که این مدل ها 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. هم چنین شبکه عصبی 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 (3) نشان دهنده میزان موفقیت و عدم موفقیت شرکت های جامعه آماری در سطوح اطمینان متفاوت است.

جدول شماره (۳): میزان موفقیت و عدم موفقیت شرکت های جامعه آماری

سطح اطمینان	تعداد پیروزی	تعداد شکست	تعداد کل	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

نتایج آزمون کریستوفرسن شبکه عصبی نشان دهنده 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 به ترتیب 12 و 17 شرکت نیز این آزمون را در سطوح اطمینان فوق با موفقیت پشت سر گذاشتند، یعنی اینکه هیچ ارتباطی بین پیروزی ها 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 (4) نشان دهنده تعداد و درصد موفقیت و شکست این آزمون می باشد.

جدول شماره (۴): تعداد و درصد موفقیت و شکست شبکه عصبی در آزمون کریستوفرسن

سطح اطمینان	تعداد پیروزی	تعداد شکست	تعداد کل	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 تحقیق

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 پیروزی ها با یکدیگر در ارتباط می باشند. هم چنین در سطوح دیگر اطمینان آماره های آزمون در اکثریت مواقع بیان گر ارتباط شکست ها و پیروزی ها از یکدیگر می باشد.

از آنجایی که ما از 1911 داده 1000 داده را برای برآزش مدل و تعداد 911 داده از بازده واقعی پرتفوی را جهت تست مدل ها در نظر گرفتیم، بنابراین بر اساس آزمون لویز 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 (5) نشان داده شده است و مقدار QSP مورد انتظاری نیز در این سطوح از تخطی محاسبه شده است.

جدول شماره (۵): مقدار QSP در سطح تعداد تخطی های مورد انتظار

مقدار QSP	تعداد تخطی و سطح اطمینان	0/99	0/95	0/90
تعداد تخطی های مورد انتظار		10	48	95
مقدار QSP بهینه		0/0208	0/0959	0/1798

ماخذ نتایج تحقیق

۶-۱-۳- تفاوت معنی داری بین مدل های ناپارامتریک (مونت کارلو) و شبکه عصبی در ارزیابی میزان ارزش در معرض خطر پورتفوی وجود دارد.

برای مقایسه بهتر چگونگی عملکرد مدل ها برای برآورد ارزش در معرض خطر جدول شماره (6) ایجاد گردیده است. با توجه به نتایج بدست آمده کارایی گروه مدل های شبکه عصبی هم از نظر تعداد و هم از نظر عملکرد ( بر اساس آماره لویز ) نسبت به مدل های ناپارامتریک (مونت کارلو) دارای تفاوت معنی داری می باشد.

جدول شماره (۶): وضعیت میزان کارآیی مدل‌ها بر اساس آماره لوپز

شبکه عصبی			مونت کارلو			مدل و احتمال عملکرد
%90	%95	%99	%90	%95	%99	
1	0	0	0	1	0	تعداد عملکرد بهینه مدل
2	6	4	0	2	2	تعداد عملکرد بالای مدل
2	3	12	1	0	1	تعداد عملکرد پائین مدل

ماخذ: نتایج تحقیق

با توجه به داده‌های آماره لوپز در سطوح اطمینان 99% و 95% می‌توان نتیجه گرفت که به دلیل آنکه مقادیر محاسبه شده این آماره در گروه مدل‌های شبکه عصبی به مقدار بهینه آماره لوپز نزدیک است، پس قدرت تبیین ارزش در معرض خطر مدل‌های شبکه عصبی از مدل‌های ناپارامتریک بیشتر است. بنابراین می‌توان فرضیه را که مبتنی بر وجود تفاوت معنی‌دار در ارزیابی میزان ریسک پرتفوی از طریق ارزش در معرض خطر توسط مدل‌های فوق را تأیید نمود.

#### ۶- نتیجه‌گیری و بحث

پژوهش حاضر سعی بر آن داشت تا توان تبیین ارزش در معرض خطر پرتفوی بیست و یک شرکت سرمایه‌گذاری فعال در بازار سرمایه ایران را از طریق گروه مدل‌های ناپارامتریک (مونت کارلو) و شبکه عصبی با یکدیگر مقایسه نماید. پس از تعیین پرتفوی و بازده لگاریتمی پرتفوی شرکت‌های سرمایه‌گذار فعال در بازار سرمایه که تقریباً "حدود هفتاد درصد سرمایه شرکت‌های سرمایه‌گذاری در اختیار این گروه قرار دارد، توان تبیین ارزش در معرض خطر مدل مونت کارلو و شبکه عصبی را محاسبه و از طریق آزمون‌های کوپیک و کریستوفرسن این قدرت تبیین را سنجش کردیم و آنگاه از طریق آزمون لوپز این دو مدل را با یکدیگر مقایسه نمودیم. و به این نتیجه رسیدیم که مدل‌های گروه شبکه عصبی در بازار سرمایه کشور ایران دارای قدرت تبیین بیشتری نسبت به روش مونت کارلو می‌باشد.

#### فهرست منابع

- \* ترابی، حمزه، "آشنایی با روش مونت کارلو در آزمون فرض‌ها" گروه آمار دانشگاه یزد.
- \* التون، ادوین و همکاران، (۱۳۹۱)، "نظریه جدید سبد دارایی و تحلیل سرمایه‌گذاری"، جلد اول، چاپ اول، ترجمه علی سوری، تهران، پژوهشکده پولی و بانکی، ص ۱۲۵۷-۱۲۸۳
- \* رادپور، میثم و عبده تبریزی، حسین، (۱۳۸۸)، "اندازه‌گیری و مدیریت ریسک بازار"، چاپ اول، تهران، موسسه انتشارات آگاه، پیشبرد، ص



- \* راعی، رضا، فلاح طلب، حسین، (۱۳۹۲)، " کاربرد شبیه سازی مونت کارلو و فرآیند قدم زدن تصادفی در پیش بینی ارزش در معرض ریسک " فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، شماره شانزده، ص ۷۵-۹۰.
- \* شاهمرادی، اصغر، زنگنه، محمد، (۱۳۸۵)، " محاسبه ارزش در معرض خطر برای شاخص های عمده بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از روش پارامتریک "، ص ۱۱۵-۱۳۴.
- \* شیخی، زینب، (۱۳۸۹)، بررسی عملکرد شبیه سازی مونت کارلو و مدل ریسک متریک در پیش بینی ریسک بازار در بورس اوراق بهادار تهران، رساله فوق لیسانس، دانشگاه آزاد، واحد مرکز.
- \* غلامی، غلامحسین، میرترابی، آرش، (۱۳۹۱)، " روش های کاهش واریانس در روش مونت کارلو " سومین کنفرانس ریاضیات مالی و کاربردها، دانشگاه سمنان.
- \* فتاحی علی، (۱۳۸۶)، مقایسه و کارایی و قدرت پیش بینی شبکه های عصبی و تحلیل ممیز چند گانه در پیش بینی درماندگی مالی شرکت های تولیدی، رساله فوق لیسانس، دانشگاه آزاد اراک.
- \* فرید، داریوش، میر فخرالدینی، سید حیدر، رجبی پور میبدی، علیرضا، طراحی مدلی برای مدیریت ریسک سرمایه گذاری در بورس اوراق بهادار با استفاده از تکنیک شبیه سازی مونت کارلو، دانشگاه یزد.
- \* منهاج، محمد باقر، (۱۳۹۱)، " 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. pp.53-200.
- \* 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.
- \* Christoffersen, P. F. (1998). " Evaluating interval forecasts" International Economic Review.
- \* Creal, D. (2009). " A survey of sequential Monte Carlo methods for economics and finance" University of Chicago, Booth School of Business.
- \* Diamandis, p. Anastassios, D. Kouretas, G. and Zarangas, L. (2011). " value- at -Risk for long and short trading positions: Evidence from developed and emerging equity markets" International Review of Financial Analysis".
- \* 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
- \* Gregoriou, Greg. N, (2009) The VaR Implementation Handbook, Volue I, McGraw-Hill, Inc. pp.3-106.
- \* Hull, J., White, A., (1998). " Value at Risk When Dally Changes in Market Variables Are Not Normally Distributed". Journal of Derivatives, Vol. 5. NO.3.
- \* Kraus, A. and Litzenbeger, R. (1976). "Skewness Preferences and Valuation of RISK Assets". Journal of Finance, 30, 1080-1100.

- \* Kupice, P.(1995)."Techniques for verifying the accuracy of risk measurement models" . Journal of Derivatives, Volue,3.
- \* Longin, L.(1999). " From Value at Risk to Stress testing: The extreme Value approach" Journal of Banking & Finance,pp.1097-1130.
- \* Mackay,D.J.C."Introodution To MONT Carlo Methods" Department of Physics, Cambridge University .United Kingdom,pp.2-28.
- \* Nelson, D. (1991)."Conditional Hetroscedasticity in asset returns: A new approach". Econometric  $\circ^9$ ,,pp.342-370

## یادداشت ها

1. Volatility
2. Value at risk
3. Monte Carlo Simulation Method
4. Frank Rosenblat
5. Perceptron
6. Sigmeid Function
7. Threshold Detector
8. Feed Forward
9. Feed Back
10. Bias
11. Max Epochs
12. Goal
13. Max Time
14. Min Grad
15. ex post factor
16. Cross Validation
17. Local Minima
18. Mean Absolute Error
19. Mean Squared Error
20. Sum Squared Error