بررسی توان تبیین مدل‌های ناپارآمتریک(مونت کارلو) در سنجش میزان ارزش در معرض خطر پرتفوی شرکت‌های سرمایه گذاری جهت تعیین پرتفوی بهینه در بازار سرمایه ایران

غلامرضا زمردیان[1]
میر فیض فلاح شمس[2]
یعقوب پناهی[3]
زهرا صفری کهره[4]

تاریخ دریافت: ۹۲/۹/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۲/۲۴

چکیده

از آنجایی که خلق ثروت برای رشد و توسعه همه جانبه هر جامعه ای مد نظر می باشد و برای خلق ثروت نیاز به سرمایه گذاری و منشا سرمایه گذاری پس انداز می باشد، و پس اندازه زمانی اتفاق می افتد که فرد مصرف خود را به تاخیر اندازد تا در آینده بتواند حداقل مصرفی به میزا ن حال بدست آورد، بنابراین در امان بودن این سرمایه گذاری از خطرات برای سرمایه گذار از اهمیت ویژه ای برخوردار می گردد، به همین دلیل روش های زیادی برای پیش بینی خطراتی که یک سرمایه گذار با آن برخورد می نماید، بوجود آمده است . در این مقاله پس از بررسی مبانی نظر ی مدل های پیش بینی کننده ناپارامتریک ارزش در معرض خطر، پرتفوهای بیست و یک شرکت سرمایه گذار فعال در بازار سرمایه کشور برای نه سال مورد بررسی قرار می گیرد، تا توان تبیین این مدل در سنجش ارزش در معرض خطر پرتفوی شرکت ها مورد بررسی قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: ریسک، بازده، پرتفوی، ارزش در معرض خطر، شرکت های سرمایه گذاری، مدل های ناپارامتریک، مدل مونت کارلو.

۱- عضو هیات علمی دانشکده مدیریت، دانشگاه، آزاد اسلامی واحد تهران مرکز (نویسنده مسئول و طرف مکاتبات)
gh.zomorodian@ gmail.com
۲- عضو هیات علمی واحد تهران مرکزی
۳- دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت مالی دانشگاه علوم اقتصادی
۴- دانش آموخته کارشناسی ارشد رشته مدیریت مالی دانشگاه سیستان و بلوچستان

۱- مقدمه

بدون شک در همه کشورها و در همه ادوار تاریخی اقتصاد نقش اساسی در بهبود شرایط زندگی نوع بشر داشته و دارد. اما در اقتصادهای کنونی بازارهای مالی نقش اساسی در جهت توسعه متقارن و پایدار اقتصادی و اجتماعی ایفا می نمایند، چرا که این بازارها منابع لازم را در اختیار بخش های مختلف اقتصادی جهت سرمایه گذاری قرار می دهند. به همراه توسعه اقتصاد جوامع، بر پیچیدگی بازارهای تامین کننده منابع، اعم از منابع کوتاه مدت و بلند مدت افزوده می گردد و فعالان این بازارها باید بتوانند که ابزارهای جدیدی برای افراد مختلف که توان این تامین مالی را دارند، ایجاد نمایند، چرا که افراد جامعه دارای سطوح خطر پذیری متفاوتی با توجه به سطوح انتظارات شان می باشند . سرمایه گذاران همیشه به دنبا ل ابزارهایی هستند که بتوانند میزان ریسک دارایی های خود را محاسبه نمایند. با توجه به مطالب مطرح شده و هم چنین با توجه به نوع داده های موجود در بازار های مختلف از مدل های گوناگونی برای محاسبه ریسک استفاده می نمایند. از جمله این مدل ها می توان به مدل ارزش در معرض خطر[1] اشاره نمود که توانایی آن را دارد که ریسک را به صورت روشن و اضح تر توضیح دهد.

۲- مبانی نظری و مروری بر پیشینه پژوهش

۲-۱- مبانی نظری

از آن جایی که ما در یک دنیای پر مخاطره زندگی می کنیم، در نتیجه امکان تعیین میزان عایدی ناشی از سرمایه گذاری برای م دقیقا" مشخص نیست و همیشه با یک عدم اطمینانی همراه می باشد، که این عدم اطمینان را ریسک گویند . (فرد گلیهی، 1370) اگر ریسک و بازده را به عنوان متغیرهای اصلی دارایی ها برای تصمیم گیری های سرمایه گذاری در نظر بگیریم بازده یک متغیر کمی و ریسک یک متغیر کیفی می باشد. بنابراین مدل های خلق شده سعی بر آن دارند تا ریسک که یک متغیر کیفی است به مقیاس کمی تبدیل شود. این تبدیل باعث می گردد تا سرمایه گذاران بتوانند ریسک را کنترل نمایند، یعنی این که آن را پیش بینی نموده و خود را تا آن جا که قادر باشند از آن مصون دارند.

بنگاه های اقتصادی در حال حاضر با خطرات متفاوتی همانند از بین رفتن نظام نرخ ثابت ارز، آزاد سازی و حذف مقررات زاید در اقتصاد کشورهای صنعتی، بحران های نفتی، جهانی شدن، تغییرات شدید نرخ بهره و تشکیل اتحادیه های پولی، جنگ های مذهبی، تخاصمات بین کشوری و در نتیجه انتقال بحران ها از یک کشور به کشور دیگر که زیان های زیادی را بر جا می گذارند، برخورد می نمایند، این خطرات گاهی به صورت منفرد و گاهی گروهی بر منافع بنگاه تاثیر می گذارد و سعی در نابودی آن دارد . خطرات مطرح شده عایدات بنگاه ها را دارای تلاطم نموده و در نتیجه می زان عایدات افراد سرمایه گذار نیز از این تلاطم متاثر می گردد.

بحران های مالی گذشته نشان دهنده اهمیت مدل های خوب طراحی شده برای پیش بینی بازده و ریسک دارایی ها بوده و تخصیص و تعیین نادرست عناصر مدل ها، ساختارهای وابسته و هم چنین وجود

مشکلات ساختاری در مدل ه ا و عدم دقت در تعیین پارامترهای توزیع عایدی باعث ایجاد مدل های غیر بهینه گشته و در نتیجه باعث عدم دقت در پیش ببینی ها خواهد شد. با توجه به خطراتی که بازارهای مالی با آن برخورد می نمایند، ارزش در معرض خطر جای خود را برای محاسبه انواع ریسک باز نموده و از این سنجه می توان برای اندازه گیری ریسک های گوناگون استفاده نمود. مدل های متفاوتی هم چون مدل های پارآمتریک، ناپارآمتریک و سایر روش ها برای تعیین میزان ارزش در معرض خطر بوجود آمده است

ارزش در معرض خطر اولین بار توسط رّی۲ (1952) و تلسر۳ (1955) مطرح اما در سال (1963) توسط بامول۴ بر روی مدلی با نام " معیار حد اطمینانی عایدی مورد انتظار " بکار گرفته شد. باید بیان نمود که به کارگیری وسیع این مدل توسط موسسه جی . پی. مورگان بود که مدیر این موسسه علاقه مند به دریافت یک عدد به عنوان معیاری برای اندازه گیری ریسک می بود . در حال حاضر تمامی بنگاه های اقتصادی در ایالات متحده امریکا حداقل از یک مدل ارزش در معرض خطر استفاده می کنند . بانک ها نیز از مدل های بسیار پیچیده تر ارزش در معرض خطر جهت تعیین کفایت سرمایه و هم چنین ریسک بازار استفاده می نموده و حتی بنگاه های بزرگ اقتصادی در گزارش های سالیانه خود از این سنجه به عنوان شاخصی از ریسک بازار برای سهامداران خود آن را ارائه می نمایند. (Brownt,2005)

بحران های مالی سال های 2007 الی 2009 مدل های تعیین کننده ریسک را به زیر سوال برد و پژوهش گرانی همانند دی گروی[۵] و ولفنز[۶] (2009) بیان می دارند که مدل های تعیین کننده ریسک و به ویژه مدل ارزش در معرض خطر نتوانستند با توجه به شرایط مطلوب موجود در سال های که بحران بوجود آمد، ریسک دارایی های در معرض خطر را پیش بینی نمایند، اما در همین زمان گود هارت [۷] و بی آی اس[۸] (2010) مطرح می نمایند که مدل ار زش در معرض خطر را بتوان با تغییراتی در پیش بینی میزان ریسک بحران های مالی از قبل استفاده نمود و میزان نوسانات کوتاه مدت و بلند مدت تجاری را قبل از وقوع به صورت تقریبی تعیین کرد.

از مهم ترین ویژگی های روش ارزش در معرض خطر آن است که این روش را می توان برای ک لیه سطوح پرتفوی اعم از کوچک و بزرگ بکار گرفت و قابلیت فهم برای کلیه افراد جامعه را دارد .(Duffie, 1997)

هر چند محاسبه ارزش در معرض خطر با مشکلاتی مواجه است ولی دارای مفهومی ساده می باشد، ارزش در معرض خطر مشخص می نماید که با x درصد احتمال و افق زمانی مشخ ص شده حداکثر به چه میزان ارزش دارایی در معرض ریسک قرار دارد و همین موضوع باعث می گردد که ارزش در معرض خطر به عنوان معیاری برای تعیین حد کفایت سرمایه برای بازارهای سرمایه، پول و هم چنین برای نهادهای مالی مطرح گردد.(GRCGN, GREGORIOU,2000)

۲-۱-۱- بیان آماری VAR

ارزش در معرض خطر صدک سمت چپ دنباله توزیع زیان را به عنوان بدترین زیان در سطح معناداری و هم چنین افق زمانی مورد انتظار در نظر می گیرد . 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 ٪$(۱-\alpha)$۱۰۰ 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 $(1-\alpha)$ 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:

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

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 روش های هم چون پارآمتریک، ناپارآمتریک، نیمه پارآمتریک و سایر روش ها استفاده می نمایند . در این مقاله برای محاسبه ارزش در معرض خطر پرتفوی بیست و یک شرکت سرمایه گذاری از روش مونت کارلو استفاده گردیده که به توضیح روش فوق می پردازیم.

۲-۱-۲- روش مونت کارلو[۹]:

روش مونت کارلو که توسط اس یولام و نیکلاس مترو پلیس و همچنین ادوارد تلر پا به عرصه وجود گذاشت، اما از آنجا که یولام در سال 1946 که در مورد احتمال برد بازی ورق در قمارخانه ها تفکر می کرد، به نام ایشان معروف گشت یکی از روش های ناپارامتریک است . این روش برای نخ‌ستین بار در سال 1977 توسط پی بویل در مسائل مالی بویژه قیمت گذاری اوراق مشتقه بکار گرفته شد، ولی امروزه موسسات مالی زیادی برای تعیین قیمت مشتقات مالی، پیش بینی درآمد شرکت، مدل سازی و پیش بینی حساسیت نرخ

ارز، محاسبه ارزش در معرض خطر، تعیین استراتژی های بهینه سرمایه گذاری و به عبارت دیگر حل مسائلی با هر درجه از پیچیدگی مورد استفاده قرار می گیرد . در دنیای حاضر از این روش به عنوان روشی یاد می گردد که در بر گیرنده هر تکنیک نمونه برداری آماری جهت ارائه تقریبی از پاسخ های مسائل کمی است. رویکرد شبیه سازی در عمل برای حل مسائل چند بعدی که نتایج به بیش از یک عامل ریسک بستگی دارد، مفید است.

در رویکرد ناپارآمتریک برای مدل سازی جهت تخمین سنجه های ریسک، از آمار ناپارآمتریک استفاده می گردد، این رویکرد هیچ فرض خاصی را برای توزیع بازده دارایی ها تحمیل نمی کند و تا آنجایی که امکان دارد به داده ها اجازه می دهد که به طور حداکثری در مورد خود اظهار نظر نمایند، 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 ناپارآمتریک 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 این اطلاعات گذشته را داشته باشیم، می توانیم در مورد روند آینده آن سبد دارایی اظهار نظر نمائیم. باید بیان کرد که همه روش های ناپارآمتریک بر اساس شبیه سازی داده های تاریخی، ارزش در معرض خطر را محاسبه می نمایند.

در رویکرد ناپارآمتریک از آخرین توزیع تجربی بازده ها و نه یک توزیع نظری، برای برآورد سنجه ریسک استفاده می کنند . باید توجه داشت که استفاده از فرض تبعیت آینده از گذشته ممکن است یک فرض نادرست یا درست باشد، اما برای تصمیم گیری در مورد استفاده از رویکرد ناپارآمتریک باید در باره این موضوع که احتمالا" تا چه اندازه داده های مربوط به گذشته نزدیک، راهنمای خوبی برای ریسک های پیش رو در افق زمانی آینده هستند، قضاوت نمائیم.

همان طور که بیان گردید، این روش در بعضی از موارد به روش شبیه سازی تاریخی شباهت زیاد دارد، و به همین دلیل در این گروه از روش ها مورد بررسی قرار می گیرد، هر چند که خود یک روش مستقلی نیز می باشد. در این روش 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 فرایندهای تصادفی و نمونه های شبیه سازی شده که به تعداد دفعات زیاد توسط کامپیوترها ساخته می شود، برای پیش بینی تغییرات آینده استفاده می نماید . (pearson2004) بعبارتی 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.

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

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

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

این روش ابزاری قدرتمند برای تحلیل ریسک ارائه می نماید، در هنگام استفاده از این روش ابتدا " باید همه عوامل ایجاد کننده ریسک و فرایندهای 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 می 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 دخی ل 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.

۲-۲-پیشینه پژوهش

۲-۲-۱- پژوهش داخلی

از آن جایی که تعیین میزان ریسک در همه سرمایه گذاری ها از جمله در بازارهای مالی از اهمیت ویژه ای برخوردار می باشد و سرمایه گذاران علاقه مند به تعیین میزان ریسک در سرمایه گذاری های موجود می باشند، در نتیجه این موضوع باعث می گردد که افراد متخصص در امر تعیین میزان ریسک میزان خطر این دارایی ها را از طرق مختلف محاسبه نمایند . در بازار سرمایه کشور ایران نیز در ارتباط با م حاسبه 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 که به تعدادی از آنها اشاره می گردد . فدائی نژاد و اقبال نیا از دو روش میانگین موزون متحرک نمایی و میانگین متحرک ساده برای تعیین میزان ارزش در معرض خطر 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 . در سال 1388 کشاورز حداد با همکاری صمدی از 1467 داده بازده روزانه شاخص قیمت بورس تهران ، در تخمین ارزش در معرض خطر استفاده نمودند، و به این نتیجه رسیدند که بهترین مدل در تخمین و پیش بینی تلاطم از توزیع نرمال و توزیع t حاصل می گردد. در سال 1386 شاهمرادی و زنگنه با استفاده از مدل های گروه ریسک متریسک برای پنج شاخص عمده ارزش در معرض خطر را محاسبه نمودند و 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 نتا یج بدست آمده ایجاد نخواهد 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.

۲-۲-۲-پژوهش های خارجی

روش ارزش در معرض خطر ابتدا " برای محاسبه ریسک در اواخر د هه هشتاد توسط بانک جی پی مورگان مورد استفاده قرار گرفت. در سال 1995 کمیته بال بانک ها را موظف نمود که که از مدل فوق برای تعیین کفایت سرمایه خود استفاده کنند . در سال 1999 محققانی هم چون 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 پارآمتریک و تاریخی نتایج یکسانی را دارا می باشند . این سه محقق بیان کردند که یکسان بودن نتایج VaR تنها یک امر اتفاقی است . در سال 2000 پیتر جی.ولار از روش های پارآمتریک، شبیه سازی تاریخی و شبیه سازی مونت کارلو ، VaR را برای تعیین میزان ریسک بدره اوراق قرضه دولت آلمان استفاده نمود. جکسون و همکاران در سال (1998) پس از تحقیقات نتیجه گرفتند که استفاده از روش شبیه سازی، VaR از طریق روش های نا پارآمتریک نتیجه بهتری بدست می دهد. ولار در سال (2000) استفاده از روش تاریخی و مونت کارلو را بهتر از روش واریانس- کوواریانس پارآمتری بیان می کند. جنسای و سلسوک در سال (2004) عملکرد نسبی مدل VaR را با بازده های سهام روزانه از طریق روش های ناپارآمتریک مورد بررسی قرار دادند و ملاحظه نمودند که این روش ها نتیجه بهتری نسبت به سایر روش ها دارند.

۳- متدولوژی و چگونگی اجرای پژوهش

پژوهش حاضر از نظر ویژگی داده ها پس رویدادی 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 آنجایی که هدف اساسی این تحقیق بررسی و ارزیابی قدرت تبیین و پیش بینی مدل مونت کارلو در تعیین ارزش در معرض خطر پرتفوی شرکت های سرمایه گذاری با مط العه 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 هم چنین 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

اقلام تشکیل دهنده پرتفوی شرکت های سرمایه گذاری جامعه آماری جمع آوری و هم چنین 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 هم چنین برای تجزیه و تحلیل داده ها و مدل سازی از نرم افزار MATLAB استفاده گردیده است.

ما 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 می نمائیم، اما 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 . بنابراین می توان مدل فوق را برای تولید بازده های تصادفی شبیه سازی شده به صورت زیر نوشت:

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

که در تابع فوق $\frac{\mathrm{ds_t}}{\mathrm{s_t}}$ نشان دهنده تغییرات نسبی بازده پرتفوی و s_t بیانگر بازده پرتفوی در زمان t و μ میانگین بازده مورد انتظار پرتفوی و dwt نشان دهنده فرآیند حرکت برآونی به هنگامی که تابع این فرآیند به صورت $\varepsilon\sqrt{dt}$ است، می باشد در این تابع فرآیندی ε عدد تصادفی تولید شده با توجه به توزیع نرمال امکان پذیر است. (Evans, 2006) برای اینکه یک تابع که اعداد تصادفی تولید می کند یک تابع استاندارد وینر (برآونی) 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:

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

بعد از جایگزینی می توان تابع فوق را بصورت 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 $(\sigma\varepsilon\sqrt{\Delta t})$ میزان تغییرات تصادفی است که بر اثر حاصل ضرب انحرا ف معیار در عدد تصادفی تولید شده بدست می آید . باید توجه نمود که میزان کارآیی 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 1000مسیر) که در هر سری 10/000 بازده تصادفی شبیه به داده های سری بازده پرتفوی با استفاده از تابع فوق ایجاد نمودیم و آنگاه از بین پرتفوهای تصادفی بازده ایجاد شده آن پرتفو بازده ای که دارای کمترین انحراف معیار باشد را به عنوان پرتفوی

منتخب برگزیدیم 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 نموده 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 . باید توجه داشت که اگر تعداد خطاهای مدل از تعداد خطاهای مورد انتظاری بسیار بیشتر یا شد چون آماره کوپیک عدد بسیار بزرگی می شود، بنابراین نرم افزار Matlab واژه INF را نمایش می دهد و این واژه بدان معناست که مدل در پیش بینی موفق نبوده است و هم چنین اگر تعداد خطاهای برآوردی مدل دقیقا " برابر حد مورد انتظار باشد آماره کوپیک صفر و یا نزدیک به صفر است و مدل پذیرفته می شود، اما اگر تعداد خطاهای مدل بسیار کمتر از سطح مورد انتظاری بوده و یا به سطح صفر نزدیک باشد، در این حالت نیز آماره گزارش شده کوپیک به صورت NaN می باشد، چرا که در این حالت صورت کسر آماره کوپیک برابر صفر بوده و این بدان معنی است که در این سطح نیز مدل از تخمین درستی برخوردار نمی باشد.

بنابراین مراحل استفاده از روش مونت کارلو برای محاسبه ارزش در معرض خطر به صورت زیر است:

- تعیین فرآیند های احتمالی و پارآمترهای فرآیند برای متغیرهای مالی.
- شبیه سازی فرضی بازده برای کلیه متغیرهای مورد استفاده.
- محاسبه و تعیین قیمت دارایی یا دارایی های مالی در زمان t و بازده دارایی از روی قیمت های شبیه سازی شده و محاسبه ی ارزش پرتفوی سرمایه گذاری در زمان t.
- تکرار مراحل ب و ج به دفعات زیاد (۱/۰۰۰ تا ۱۰/۰۰۰ بار برای تشکیل توزیع احتمال ارزش پرتفوی).
- اندازه گیری VaR در سطح اطمینان α-۱ از روی توزیع شبیه سازی شده بازدهی (P_i) و زمان t.(فرید و همکاران، ۱۳۸۹)

۴- فرضیه پژوهش

فرضیه پژوهش فوق را می توان به صورت زیر بیان کرد:

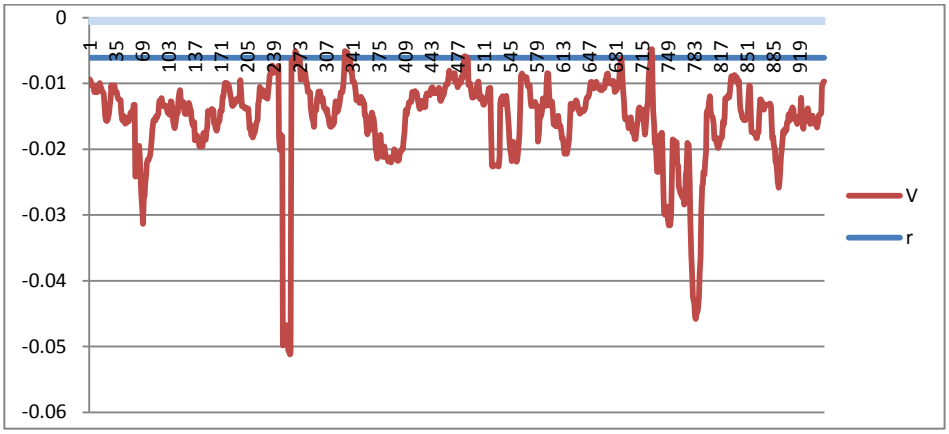
H_0: روش مونت کارلو توان تبیین ارزش در معرض خطر پرتفوی شرکت های سرمایه گذاری را دارد

H_1: روش مونت کارلو توان تبیین ارزش در معرض خطر پرتفوی شرکت های سرمایه گذاری را ندارد

۵- یافته های پژوهش

پس از انتخاب سری بازده های شرکت های سرمایه گذاری منتخب، ارزش در معرض خطر این شرکت ها را محاسبه می نمائیم، که برای درک بهتر از کارکرد VaR، در مدل مونت کارلو ارزش در معرض خطر نرخ بازدهی پرتفوی شرکت سرمایه گذاری بوعلی را برای دوره زمانی 1390/03/12-1383/01/09 با استفاده از

رابطه VaR و هم چنین شاخص نوسانات محاسبه شده از مدل بهینه، در سطوح اطمینان 99% محاسبه و در شکل شماره یک ارائه شده است.



شکل (1): محاسبه ارزش در معرض ریسک الگوی مونت کارلو در سطح اطمینان 99٪. ماخذ: نتایج پژوهش

میزان دقت مدل از طریق آزمون های کوپیک و کریستوفرسن از طریق پس آزمایی مورد بررسی قرار گیرد. جدول شماره (1) نمایانگر میزان برآوردهای مورد انتظار و واقعی روش مونت کارلو در سطوح اطمینان مختلف برای شرکت بوعلی می باشد.

جدول(۱): آزمون کوپیک برای ارزش در معرض خطر یک روزه

مدل	سطوح اطمینان	مورد انتظار	واقعی	آماره LR	$\chi^2(x)$	نتایج آزمون
مونت کارلو	%99	9	299	INF	6/635	رد
	%95	45	534	INF	3/841	رد
	%90	91	666	INF	2/706	رد

ماخذ: یافته‌های پژوهش

با توجه به نتایج بدست آمده از آزمون کوپیک و مقادیر مورد انتظاری شرکت سرمایه گذاری بوعلی می توان بیان نمود که این مدل در همه سطوح از اطمینان قادر به پیش بینی درست نبوده، به عبارتی انتظار داشتیم که در سطوح اطمینان 99% ، 95% ، 90% به ترتیب 9، 45، 91 مورد خطا داشته باشیم، در حالی که در این سطوح به ترتیب 299، 534 و 666 مورد خطا اتفاق افتاده است. بنابراین مدل قادر به پیش بینی

صحیح نبوده است. باید توجه داشت که هر چه تعداد خطاها در هر یک از سطوح اطمینان از آنچه که ما در آن سطح از آلفا انتظار داریم فاصله بیشتری (چه بزرگتر و چه کوچک تر) داشته باشد، چون این آماره بسیار بزرگ تر و یا بسیار کوچک تر می گردد، بنابراین نرم افزار عددی را به ما اعلام نمی نماید. یعنی اینکه مدل برآورد درستی انجام نداده است و ارزش در معرض خطر را بسیار بیش از اند ازه و یا کمتر از اندازه مورد انتظار در نظر گرفته است.

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 می دهد . اگر در این آزمون فرضیه صفر پذیرفته شود، بدین معنی است که شکست ه ا و پیروزی ها از یکدیگر استقلال دارند . این آزمون برای شرکت بوعلی در سطوح اطمینان مختلف صورت پذیرفته و در جدول شماره (2) نشان داده شده است.

جدول (۲): آزمون کریستوفرسن برای ارزش در معرض ریسک یک روزه

مدل	سطوح اطمینان	آماره LR	$\chi^2(x)$	نتایج آزمون
مدل مونت کارلو	%99	INF	9/21	رد
	%95	INF	5/991	رد
	%90	INF	4/605	رد

ماخذ: یافته‌های پژوهش

با توجه به نتایج آزمون کریستوفرسن می توان بیان نمود که این مدل در هیچ سطح از سطوح اطمینان از پوشش شرطی برخوردار نمی باشد، یعنی اینکه وضعیت روند بازده روز قبل پرتفوی بر روند بازدهی امروز تاثیر گذار بوده است، به عبارت دیگر روند بازدهی پرتفوی روز کاری قبل بر روند بازدهی پرتفوی روز جاری بی تاثیر نبوده و بازدهی امروز مستقل از بازدهی روز قبل نمی باشد.

پس از بررسی شرکت بوعلی به عنوان نمونه ای از جامعه آماری مورد نظر این دو آزمون برای همه شرکت های تحت بررسی انجام شده است . با بررسی نتایج آزمون کوپیک و با توجه به سری بهینه بازده تصادفی شبیه سازی می توان بیان نمود، که این مدل قادر بود که ارزش در معرض خطر 4 شرکت را در سطح اطمینان 0/99 به درستی پیش بینی نماید، ولی قادر به پیش بینی 17 شرکت در این سطح از اطمینان نبود. هم چنین مدل توانست برای سه شرکت در سطح اطمینان 0/95 و برای یک شرکت در سطح اطمینان 0/90 پیش بینی درست را انجام دهد. برای 16 شرکت نیز روش مونت کارلو در هیچ سطحی قادر به پیش بینی نبوده است . جدول شماره (3) نشان دهنده میزان موفق یت شرکت های جامعه آماری در سطوح اطمینان متفاوت است.

جدول شماره (۳): تعداد موفقیت و شکست مدل مونت کارلو در سطوح اطمینان متفاوت

سطح اطمینان	تعداد پیروزی	تعداد شکست	تعدادکل	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

باید توجه داشت که در این روش در بعضی مواقع ممکن است مدل قادر به پیش بینی درست ارزش در معرض خطر در دو سطح اطمینان متفاوت مثلا " 0/90 و 0/99 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.

با توجه به نتایج بدست آمده از آزمون کریستوفرسن می توان بیان نمود، که این آزمون برای همه شرکت های جامعه آماری مورد بررسی در همه سطوح اطمینان رد شده است و این موضوع بدان معنی است که فرضیه H_0 که نشان از استقلال پیروزی ها و شکست ها از یکدیگر می باشد، مورد تائید قرار نگرفته است، یعنی اینکه پیروزی ها و شکست ها با یکدیگر دارای ارتباط می باشند. جدول شماره (4) نمایانگر مقادیر این آزمون می باشد.

جدول شماره (۴): تعداد پیروزی ها و شکست ها

سطح اطمینان	تعداد پیروزی	تعداد شکست	تعدادکل	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- نتایج پژوهش

آزمون فرضیه:

فرضیه این پژوهش بدین صورت بیان شده بود که روش مونت کارلو توان تبیین ارزش در معرض خطر پرتفوی شرکت های سرمایه گذاری را دارد . پس از بررسی نتایج برآوردهای ارزش در معرض خطر روش مونت کارلو جهت محاسبه VaR، می توان بیان نمود که بر اساس آزمون کوپیک و در سطح اطمینان 99%، 95% و 90% این مدل به ترتیب تنها در 19%،14/2% و 4/7% مواقع قادر به پیش بینی درست بوده، بنابراین، مدل از نظر این آزمون موفق نبوده است . بررسی نتایج آزمون کریستوفرسن نیز بیان کننده آن است که در همه سطوح اطمینان بین شکست ها و پیروزی ها رابطه وجود دارد . با توجه به مباحث

مطروحه فوق می توان بیان کرد که فرض این پژو هش مبنی بر توان تبیین روش مونت کارلو در تعیین میزان ارزش در معرض خطر پرتفوی سرمایه گذاری رد می گردد و فرض مقابل پذیرفته می شود

۷- نتیجه گیری و بحث

این پژوهش سعی داشت تا توان مدل های ناپارآمتریک و بطور مشخص مدل مونت کارلو را در تعیین میزان ارزش در معرض خ طر پرتفوی شرکت های سرمایه گذاری در بازار سرمایه کشور را مورد بررسی قرار دهد.

نتایج بدست آمده بر اساس آزمون کوپیک بیان کننده آن است که مدل مونت کارلو در سطح اطمینان 99٪ توانست از بین 21 شرکت سرمایه گذاری مورد بررسی تنها ارزش در معرض خطر 4 شرکت را به درستی محاسبه نماید و قادر به پیش بینی ارزش در معرض خطر 17 شرکت نمی باشد. در سطوح اطمینان 95% و 90% به ترتیب قادر به پیش بینی 3 و 1 مورد بوده است. هم چنین از نظر آزمون کریستوفرسن و در کلیه سطوح اطمینان شکست ها و پیروزیها با یکدیگر در ارتباط می باشند . بنابراین می توان بیان نمود که برای دوره مورد نظر مدل مونت کارلو قادر نبوده که ارزیابی درستی از ارزش در معرض خطر داشته باشد و در نتیجه می بایست از مدل های دیگر استفاده نمود.

فهرست منابع

* التون، ادوین و همکاران ، (۱۳۹۱)، نظریه جدید سبد دارایی و تحلیل سرمایه گذاری، جلد اول، چاپ اول، ترجمه علی سوری، تهران، پژوهشکده پولی و بانکی.
* پارکر، جونز.، (۱۳۷۸)،"مدیریت ریسک، ابعاد، تعریف و کاربرهای ان در سازمانهای مالی "، ترجمه علی پارسائیان، مجله تحقیقات مالی، شماره ۱۳.
* ترابی، حمزه.،" آشنایی با روش مونت کارلو در آزمون فرض ها" گروه آمار دانشگاه یزد.
* دلاور، علی.،"مبانی نظری و عملی در علوم انسانی و اجتماعی"، (۱۳۸۴)، چاپ چهارم، تهران، انتشارات رشد.
* رادپور، میثم و عبده تبریزی، حسین، "اندازه گیری و مدیریت ریسک بازار "،(۱۳۸۸)، چاپ اول، تهران، موسسه انتشارات آگاه، پیشبرد.
* راعی، رضا، پویان فر، احمد، مدیریت سرمایه گذاری پیشرفته، (۱۳۸۹)، چاپ چهارم، تهران، انتشارات سمت.
* 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 شانزدهم.
* رایلی، فرانک کی، براون، کیت سی، (۱۳۸۴)،" تجزیه و تحلیل سرمایه گذاری و مدیریت سبد اوراق بهادار "، ترجمه اسلامی بید گلی، غلامرضا و دیگران، چاپ اول، تهران، انتشارات دانشکده امور اقتصادی

* رهنمای رودپشتی، فریدون، (۱۳۹۰)،" ارزش در معرض خطر ناپارآمتریک (شبیه سازی تا ریخی)" درس مدیریت سرمایه گذاری. واحد مرکز، دانشگاه آزاد اسلامی.
* هاگن، رابرت، ترجمه پارسائیان و بهروز خدا رحمی، (۱۳۸۴)، جلد اول و دوم ، چاپ اول، تهران، انتشارات ترمه.
* 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)،" روشهای کاهش واریانس در روش مونت کارلو" سومین کنفرانس ریاضیات مالی و کاربردها، دانشگاه سمنان
* نیسی، عبدالساده، چمنی انباجی، رویا ، شجاعی منش، لیلی، (۱۳۹۱) " سه مدل اساسی در ریاضیات مالی" مجله مدل سازی پیشرفته ریاضی، دوره ۲، شماره ۱
* 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: G 11, C15.
* Creal.D.(2009)." A survey of sequential Monte Carlo methods for economics and finance"University of Chicago, Booth School of Business.
* 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.
* 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.
* Mackay,D.J.C."Introodution To MONT Carlo Methods" Department of Physics, Cambridge University .United Kingdom,pp.2-28.
* 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]) Value at Risk
[2]) ROY
[3]) Telser
[4]) Bamoul
[5]) De Grauwe
[6]) Welfens
[7]) Goodhart
[8]) Greek Economic Review
[9]) Monte Carlo Simulation Method