

محاسبه ارزش در معرض ریسک بر اساس تقریب کورنیش - فیشر از توزیع نرمال (مطالعه‌ای در نهادهای مالی بازار بورس اوراق بهادار تهران)

مرضیه شمس^{۱*}، حجت اله صادقی^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت بازرگانی دانشگاه یزد

marziyeh_sh@yahoo.com

۲- استادیار دانشکده مدیریت بازرگانی دانشگاه یزد

hojsad@gmail.com

چکیده

یکی از روش‌های اندازه‌گیری ریسک نامطلوب (ریسک‌هایی که با قبول آنها صرف ریسک منفی شده و مخرب هستند)، ارزش در معرض ریسک (VaR) است که بیشترین کاهش ارزش یک سبد سرمایه‌گذاری از دارایی‌ها را در افق زمانی مشخص و در سطح اطمینان خاص نشان می‌دهد. در این پژوهش، به معرفی روش‌های پارامتریک و ناپارامتریک رایج محاسبه ارزش در معرض ریسک پرداخته و سپس روش پارامتریک بسیار متفاوتی به نام تقریب کورنیش - فیشر (CF) از توزیع نرمال، در مورد صنعت مالی بورس اوراق بهادار تهران، شامل: شرکت‌های سرمایه‌گذاری، بیمه، لیزینگ و بانک‌ها در سال‌های ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۱ بررسی می‌شود. در این پژوهش مشاهده شد تنها ۱۵ شرکت از شرکت‌های مذکور، اختلاف اندکی با توزیع نرمال دارند و توزیع غالب در نهادهای مالی بازار بورس ایران، توزیع نرمال نیست. یافته‌های این پژوهش، حاکی از آن است که این تقریب در مورد مشاهداتی که توزیع آنها اختلاف اندکی با توزیع نرمال دارد، به خوبی عمل کرده، اختلاف ناچیزی بین محاسبه VaR از دو روش نرمال و تقریب CF مشاهده می‌شود.

واژه‌های کلیدی: ارزش در معرض ریسک، تقریب کورنیش - فیشر، توزیع نرمال، روش‌های پارامتریک و ناپارامتریک، مدیریت ریسک.

مقدمه

با گذشت زمان، به علت گسترش خطرها و حوادث نامطلوب گوناگون در جهان که بخشی از آن از افزایش فعالیت‌های اقتصادی، اجتماعی و... بشر سرچشمه می‌گیرد، بی‌اطمینانی نسبت به آینده بیشتر شده است. خطر یا ریسک، یکی از مفاهیم پایه‌ای در بازارهای مالی است که از پیچیدگی خاصی برخوردار است و از آنجا ناشی می‌شود که با توجه به عدم تصویر دقیق از تحقق خطر، بازارهای مالی نیازمند رویکردهای کنترل و مدیریت ریسک هستند.

سرمایه‌گذاران به هنگام اتخاذ تصمیمات سرمایه‌گذاری به‌طور همزمان ریسک و بازده حاصل از گزینه‌های مختلف را مد نظر قرار می‌دهند. ریسک و بازده مهم‌ترین مؤلفه‌های تاثیرگذار بر تصمیمات سرمایه‌گذاران هستند و بر اساس رفتار عقلایی توجه به هر دو بعد در تحلیل فرصت‌های سرمایه‌گذاری لازم است. بنابراین، ریسک و بازده جدایی‌ناپذیرند و سرمایه‌گذاران به دنبال کسب سطح معینی از بازده با تحمل حداقل ریسک ممکن هستند. ریسک انواع زیادی دارد که یکی از آنها ریسک بازار است که از افت و خیزهای روزانه قیمت سهام نشأت می‌گیرد و عمدتاً در سهام و اختیار معامله مشاهده می‌شود. ریسک بازار عبارت است از ضرر سرمایه‌ای (کاهش ارزش اصل سرمایه) به علت تغییراتی که در قیمت سهام عادی شرکت رخ می‌دهد [۱۶]. بازده متغیری کمی و ریسک متغیری کیفی است. از آنجا که شناسایی، تجزیه و تحلیل و اندازه‌گیری متغیرهای کمی به مراتب ساده‌تر از متغیرهای کیفی است، کوشش‌های زیادی در جهت کمی‌سازی ریسک و ارائه مدل‌های ریاضی انجام شده است که هدف آن، تجزیه و تحلیل و سپس مدیریت ریسک است [۲۵]. از این رو، اغلب مالکان مؤسسات

مالی مایل به تعیین سرمایه اقتصادی لازم برای پوشش فعالیت‌های مالی خود؛ یعنی سرمایه ریسک اقتصادی یا سرمایه بر مبنای ریسک هستند. یکی از روش‌های شناخته شده برای اندازه‌گیری، پیش‌بینی و مدیریت ریسک، ارزش در معرض ریسک (VaR) است که در سال‌های اخیر مورد توجه و استقبال گسترده نهادهای مالی قرار گرفته است. منشأ ارزش در معرض ریسک، در بحران‌های مالی شدیدی ریشه دارد که در اوایل دهه ۱۹۹۰ گریبانگیر اورنج کانتی، بارینگر، متال گسلف، دایوا و بسیاری از شرکت‌های دیگر شد [۱۱]. ارزش در معرض ریسک، معیاری آماری برای اندازه‌گیری زیان‌هاست و ریسک را به صورت کمی و مفهومی اندازه‌گیری می‌کند؛ از این رو در زمره سنج‌های ریسک نامطلوب قرار می‌گیرد. بنا به تعریف، ریسک نامطلوب، احتمال نوسان‌های منفی بازدهی در آینده است. مارکوویتز نیز مزایای استفاده از روش ریسک نامطلوب را بیان نموده، معتقد است اگر توزیع متغیر تصادفی (نرخ بازدهی) نرمال نباشد، استفاده از مدل ریسک نامطلوب مناسب خواهد بود [۱۲].

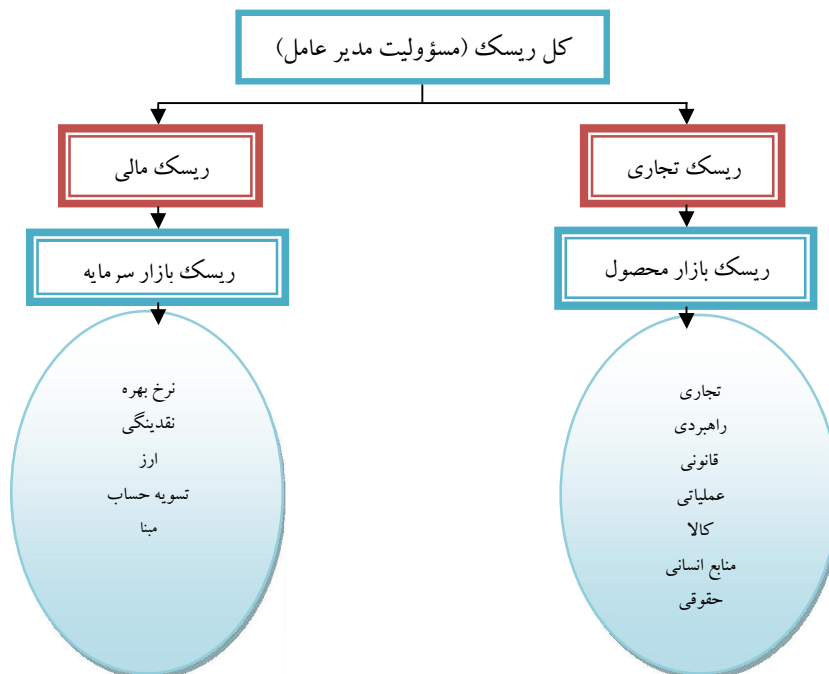
پژوهش پیش رو، همچنین می‌تواند مورد استفاده فعالان بازار سرمایه و مدیران ریسک و سیاستگذاران و سایر کسانی که به نحوی قیمت‌های بورس را پایش می‌کنند، قرار گیرد.

انواع ریسک

در کتب گوناگون انواع تقسیم‌بندی ریسک مطرح شده است. به عقیده پارکر^۱، ریسک به دو دسته کلی تقسیم می‌شود: دسته اول ریسک، مربوط به بازار سرمایه است که در این حالت با توجه به ماهیت مالی متغیرها، روش‌های مدیریت ریسک برای کنترل آنها اعمال می‌گردد. در کنار ریسک بازار سرمایه، ریسک

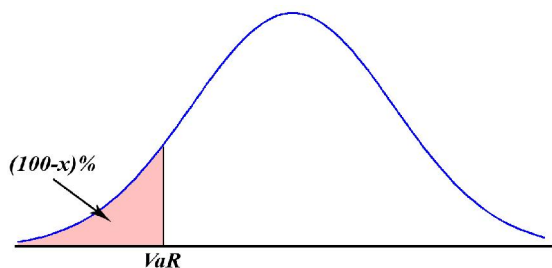
هستند و برای مطالعه ریسک در یک سازمان، باید تمامی این ریسک‌ها را به صورت یک مجموعه بررسی کرد. شکل (۱) نشان‌دهنده کل ریسک سازمان‌های مالی است.

بازار محصول در دسته دوم قرار می‌گیرد، که انواع ریسک در سطوح عملیاتی را شامل می‌شود. البته، این تقسیم‌بندی به مفهوم جدایی ریسک‌ها از یکدیگر نیست، بلکه کلیه این ریسک‌ها با یکدیگر در ارتباط



شکل (۱) انواع ریسک و تقسیم بندی آن (۲۳)

آن تجاوز کند [۲۶]. شکل (۲)، VaR را برای موقعیتی که تغییرات در ارزش سبد سرمایه‌گذاری تقریباً به صورت نرمال توزیع شده‌اند، نشان می‌دهد.



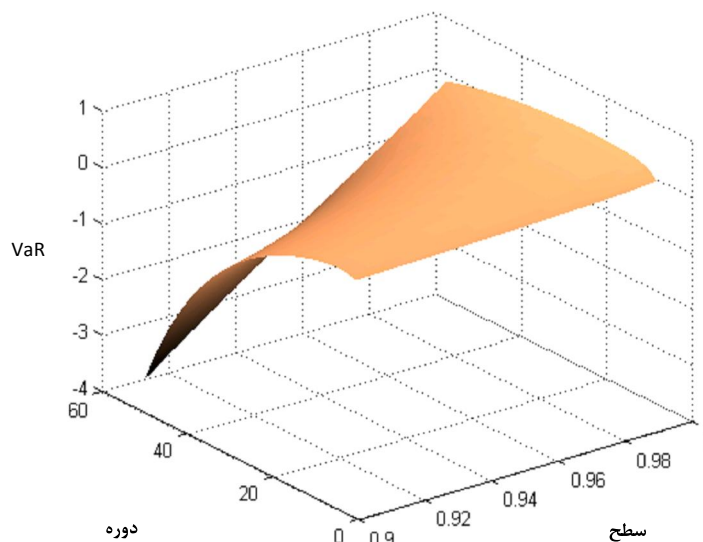
شکل (۲) ارزش در معرض ریسک با فرض نرمال بودن توزیع (۱۸)

ارزش در معرض ریسک

طبق تعریف جورین، ارزش در معرض ریسک، روشی برای ارزیابی ریسک دارایی‌هاست و بیانگر حداکثر زیانی است که کاهش در سبد دارایی در یک افق زمانی مشخص و در سطح اطمینانی معین $(1-\alpha)$ ، از آن بیشتر نمی‌شود [۱۰]. به تعبیر ما x درصد اطمینان داریم که قطعاً طی N روز آتی، بیشتر از مبلغ V متحمل زیان نخواهیم شد [۸]. این معیار برآوردی از سطح زیان یک سبد سرمایه‌گذاری است که به احتمال معین کوچکی پیش‌بینی می‌شود که با آن مساوی شود و یا از

مورد از ۱۰۰ معامله روزانه ممکن است ضرر و زیانی بیش از ۲۰ میلیون دلار رخ بدهد. رابطه بین ارزش در معرض ریسک و سطح اطمینان و بازه زمانی به صورت شکل (۳) است.

برای مثال، بانکی ممکن است اعلام کند ارزش در معرض ریسک روزانه خرید و فروش سبد سرمایه گذاری بانک، در سطح اطمینان ۹۵٪، ۲۰ میلیون دلار است. مفهوم این جمله این است که تنها در پنج



شکل (۳) رابطه بین ارزش در معرض ریسک، سطح اطمینان و بازه زمانی (۵)

$$VaR(X) = \inf \{x | F_X(x) \geq \alpha\} = F_X^{-1}(\alpha) \quad (۳)$$

مدل ارزش در معرض ریسک، یکی از کلیدی ترین شاخص های اندازه گیری ریسک در حال حاضر است که تحلیلگران مالی از آن به شکل های متعددی استفاده می کنند. این سنجه ریسک در مدیریت ریسک، برای مقاصد قانون گذاری، سنجش میزان ریسک و همچنین معیاری برای سنجش مقدار سرمایه مورد نیاز یک سازمان برای انجام عملیات خود است. محاسبه ریسک در سبد سرمایه گذاری های سرمایه گذاری امروزی که شامل انواع ابزارهای مالی، از جمله: سهام، اوراق قرضه و انواع ابزارهای مشتقه است، تنها از طریق این شاخص

همان گونه که بیان شد، VaR دارای دو پارامتر است: یکی N که تعداد روزهای افق زمانی را نشان می دهد و دیگری X که بیانگر فاصله اطمینان است. بیان ریاضی ارزش در معرض ریسک بدین صورت است [۱۱]:

$$P_t \left[(v_{t+1} - v_t) + VaR_{t,\alpha} < 0 \right] = \alpha \quad (۱)$$

$$P_t \left[\Delta p(\Delta t, \Delta x) > -VaR \right] = 1 - \alpha \quad (۲)$$

که در آن Δp تغییر ارزش بازار سبد سرمایه گذاری، Δt افق زمانی مورد نظر، Δx بردار تغییر در متغیرهای مورد استفاده و $1 - \alpha$ سطح اطمینان است.

به عبارت دیگر، اگر F_X را تابع توزیع تجمعی متغیر تصادفی X در نظر بگیریم، خواهیم داشت (۱۷):

حالی که انحراف معیار به استفاده از توزیع‌های متقارن و نرمال محدود می‌شود (۱۱).

روش‌های محاسبه ارزش در معرض ریسک

رویکردهای بسیاری برای محاسبه ارزش در معرض ریسک وجود دارد، اما در مجموع می‌توان روش‌های محاسبه ارزش در معرض ریسک را به دو نوع پارامتریک و ناپارامتریک تقسیم نمود.

اگر فرض شود توزیع بازده به خانواده خاصی از توزیع‌ها مانند نرمال تعلق دارد، محاسبه VaR بسیار ساده خواهد شد و مستقیماً از انحراف معیار سبب سرمایه‌گذاری با استفاده از یک ضریب عامل که به سطح اطمینان بستگی دارد، قابل استخراج خواهد بود. این روش را روش پارامتریک می‌نامند، زیرا در بردارنده تخمین پارامترهایی نظیر انحراف معیار است [۲۴]. روش پارامتریک در روش واریانس-کوواریانس و برخی روش‌های تحلیلی خلاصه می‌شود.

رویکرد دیگر، رویکرد ناپارامتریک است که بر مبنای آمار ناپارامتریک است و هیچ فرض خاصی را بر توزیع بازده دارایی‌ها تحمیل نمی‌کند. رویکردهای ناپارامتریک از آخرین توزیع تجربی بازده و نه یک توزیع نظری، برای برآورد سنج‌های ریسک بهره می‌گیرند و بر این فرض استوارند که آینده نزدیک تا اندازه زیادی به گذشته نزدیک شبیه است. بنابراین، می‌توان از اطلاعات مربوط به گذشته برای پیش‌بینی ریسک آینده استفاده کرد. بدیهی است که این فرض ممکن است با توجه به شرایط، معتبر یا نامعتبر باشد. بنابراین، می‌توان گفت همه رویکردهای ناپارامتریک بر اساس شبیه‌سازی داده‌های تاریخی است. روش ناپارامتریک نیز شامل شبیه‌سازی تاریخی و شبیه‌سازی مونت کارلو است [۲۴].

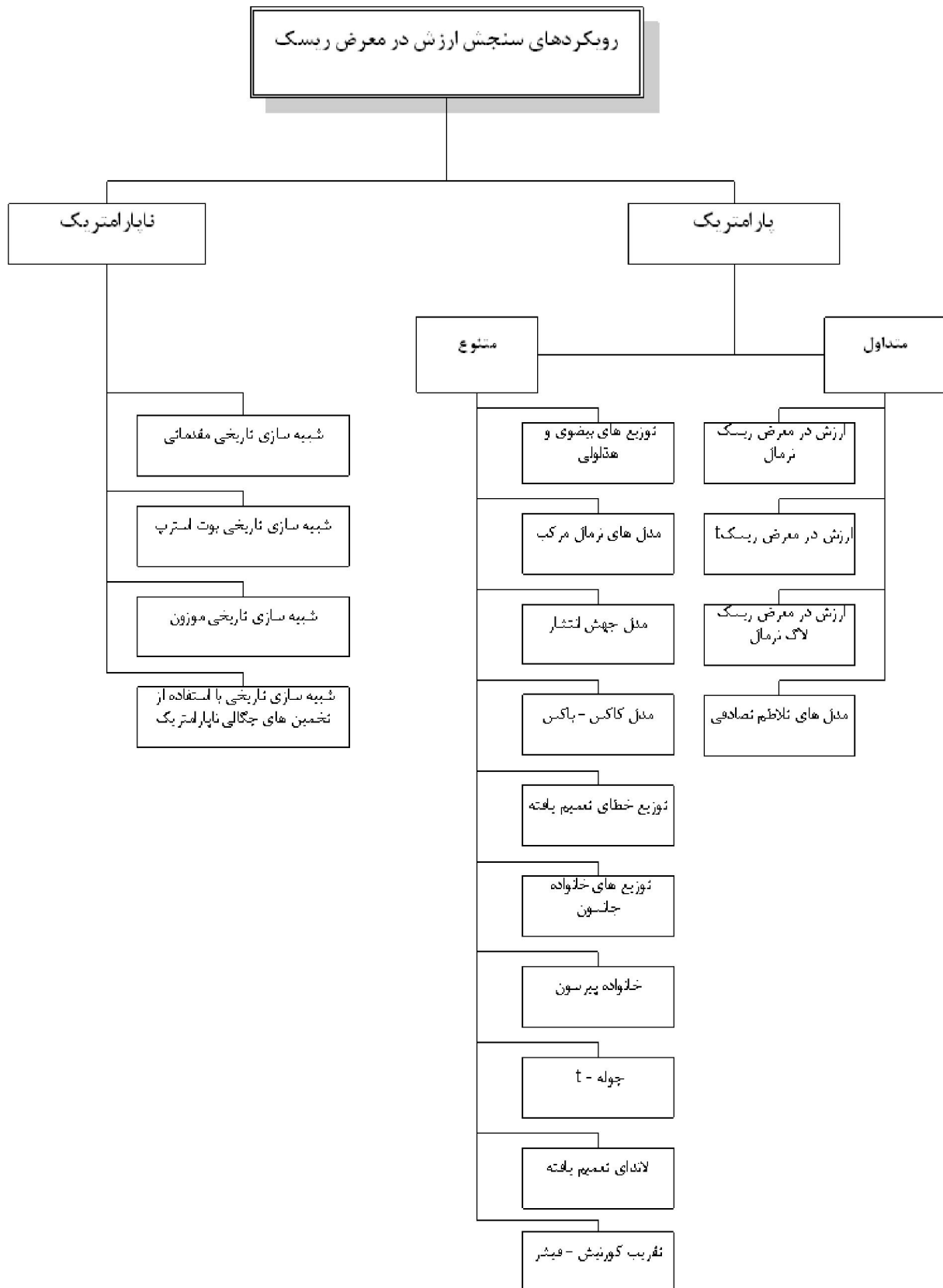
قابل اندازه‌گیری است، زیرا به علت عدم رابطه خطی بین بازدهی ابزارها و دارایی اصلی تعهد شده در ابزارهای مشتقه، از سایر روش‌ها برای محاسبه ریسک نمی‌توان استفاده کرد. سازمان‌های نظارتی بازارهای مالی در آمریکا، از جمله کمیته نظارت بر بانکداری بال^۲ و کمیسیون اوراق بهادار (SEC) از این معیار برای اطلاع از عملکرد و وضعیت مالی واحدهای مالی و نیز برای مقاصد قانون‌گذاری استفاده می‌کنند. کمیته نظارت بر بانکداری بال در سال ۱۹۶۶ نهادهای مالی، از جمله: بانک‌ها و بنگاه‌های سرمایه‌گذاری را به استفاده از این معیار برای محاسبه حد کفایت سرمایه ملزم کرد [۱۱].

همچنین، از مفهوم ارزش در معرض ریسک، به ویژه در بورس‌های اوراق بهادار و کالا، برای سنجش میزان ریسک و گزینش سبب سرمایه‌گذاری‌های بهینه استفاده شده است [۷].

مزایای استفاده از ارزش در معرض ریسک عبارتند از (۲۲):

- ✓ ارزش بازار دارایی‌ها را در نظر گرفته، آنها را لحاظ می‌کند.
- ✓ ارزش در معرض ریسک را می‌توان برای اجزای یک سبب سرمایه‌گذاری هم محاسبه کرد و تأثیر اضافه شدن یک دارایی بر آن را بررسی کرد.
- ✓ ساده و قابل فهم است.
- ✓ ارزش در معرض ریسک را می‌توان در مورد سبب سرمایه‌گذاری‌های متشکل از سهام، اوراق قرضه، کالا و ابزارهای مشتقه به کار برد، اما نمی‌توان از انحراف معیار استفاده نمود.
- ✓ ارزش در معرض ریسک، معیار ریسک رو به پایین (ریسک نامطلوب) است و می‌توان از آن برای توزیع‌های نامتقارن و دارای چولگی استفاده کرد، در

در شکل زیر تقسیم بندی رویکردهای محاسبه ارزش در معرض ریسک و انواع آنها آمده است [۵]:



شکل (۴) تقسیم بندی رویکردهای محاسبه ارزش در معرض ریسک

در این پژوهش یک روش پارامتریک بسیار متفاوت به نام تقریب کورنیش-فیشر (CF)^۳ از توزیع نرمال برای محاسبه ارزش در معرض ریسک معرفی می‌گردد. این تقریب بر مبنای بسط کورنیش-فیشر است که برای تعیین صدک‌های توزیع‌هایی که نزدیک به نرمال است، استفاده می‌شود. این بسط در نتیجه توجه به گشتاورها و انباشتک‌ها^۴ در تعیین توزیع‌ها توسط کورنیش و فیشر به دست آمده است [۲]. بسط CF به عنوان روشی ساده و قابل فهم در بررسی گشتاورهای بالاتر در توزیع قیمت و بازده دارایی‌ها برای مدیریت ریسک دارایی‌های دارای توزیع غیر نرمال و بهینه سازی سبد سرمایه گذاری رایج شده است.

پیشینه پژوهش

VaR موضوع مقالات و پژوهش‌های بسیاری در بین دانشگاهیان و پژوهشگران بوده است؛ از جمله می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

پس از آنکه شرکت جی. پی. مورگان مدل ریسک سنجی را در سال ۱۹۹۴ به منظور اندازه‌گیری ارزش در معرض ریسک معرفی کرد، این مدل به عنوان روش شاخصی برای اندازه‌گیری ریسک بازار مطرح شد. در سال‌های بعد مدل‌های دیگری، نظیر: نظریه داده‌های پرنوسان^۵، ارزش نهایی^۶، مدل‌های شرطی واریانس ناهمسان^۷ مانند مدل GARCH در پژوهش‌های افرادی، نظیر: دانیلسون و وریز^۸، به عنوان روش‌های سنجش ارزش در معرض ریسک مطرح شد [۳]. بانک تسویه بین‌الملل در سال ۱۹۹۶ مدل ارزش در معرض ریسک را توسط کمیته بال در قالب رهنمودهای نظارت بانکی برای مدیریت ریسک بازار مطرح کرد. پاسکال، رومو و روییز^۹ در پژوهش خود با پیش‌بینی پارامتریک خطاها و مدل‌سازی واریانس سبد سرمایه گذاری، ارزش در

معرض ریسک سبد سرمایه گذاری را پیش‌بینی کردند [۱۵].

مینا^{۱۰} و آلمر^{۱۱} تبدیل جانسون، و اروننگی فوریه، تقریب CF و شبیه‌سازی مونت کارلو را با یکدیگر مقایسه نموده و به این نتیجه رسیدند که روش‌های فوریه و مونت کارلو نسبت به تبدیل جانسون و تقریب CF قوی‌تر هستند، اما تقریب CF روشی سریع‌تر است [۱۴].

جاسچ^{۱۲} و جیانگ^{۱۳} در سال ۲۰۰۲، بر مشخصه‌های بسط CF متمرکز شدند و مفروضات محاسبه ارزش در معرض ریسک و یکنواختی تابع توزیع را بررسی نمودند. آنها همچنین، راهکارهایی برای رفع مشکل محدودیت دامنه اعتبار فرمول‌ها و روابط پیشنهاد کردند و در مقاله خود توضیح دادند که چگونه این مفروضات باعث ایجاد مشکلات استفاده از بسط CF می‌شود و چگونه و چه زمانی مجموعه داده‌ها و مفروضات با یکدیگر همخوانی پیدا می‌کنند [۹].

در سال ۲۰۰۳، انگلبرچت^{۱۴} در پایان‌نامه خود با عنوان مقایسه روش‌های ارزش در معرض ریسک برای پرتفولیوهای سوپ نرخ بهره^{۱۵} و قراردادهای نرخ سلف به اجرای شیوه‌های محاسبه ارزش در معرض ریسک، شامل مدل دلتا-نرمال، شبیه‌سازی تاریخی کلاسیک، شبیه‌سازی تاریخی با بهنگام سازی نوسان و شبیه‌سازی مونت کارلو و مقایسه آنها بر روی سبد در برگیرنده مشتقات نرخ بهره، پیمان‌های نرخ سلف و سوپ نرخ بهره، پرداخته است. روش‌ها با برآورد ارزش در معرض ریسک برای سبد مفروض در طول دوره زمانی دو ساله و مقایسه تخمین‌ها با زیان‌های واقعی آزمون شده‌اند. نتایج حاصل، شبیه‌سازی تاریخی را نسبت به سایر مدل‌های مورد آزمون، دارای بدترین کارکرد معرفی و شبیه‌سازی تاریخی با بهنگام سازی نوسان را بهبود

شبییه‌سازی تاریخی کلاسیک عنوان نموده است. همچنین، در برخورد با سبدهای بزرگ، استفاده از شبیه سازی مونت کارلو را به علت صرفه جویی در زمان، بهتر از سایر شیوه‌ها تشخیص داده است [۶].

سونی^{۱۵} در مطالعه‌ای با عنوان «مقایسه شیوه‌های ارزش در معرض ریسک برای پرتفولیوهای شامل سوپ نرخ بهره در بازار هند تحت چهارچوب GARCH» در سال ۲۰۰۵، روش‌های متفاوت محاسبه ارزش در معرض ریسک با به کارگیری نوسان‌های حاصل از مدل‌های EVMA^{۱۶} و GARCH را برای یافتن مناسب‌ترین ترکیب از مدل‌های نوسان و ارزش در معرض ریسک برای به کار بردن در سبدهای شامل سوپ نرخ بهره در بازار هند بررسی کرده است. تخمین‌های ارزش در معرض ریسک حاصل از این شیوه‌ها بر روی سبدهای مفروض اجرا و در سطح اطمینان ۹۹٪ با در نظر گرفتن زیان‌های واقعی رخ داده، آزمون شده است. تحلیل‌ها بیانگر این است که روش هال و وایت^{۱۷} با بهنگام سازی نوسان GARCH(1,1)، دقیق‌ترین نتایج را ارائه نموده است [۱۹].

دو کری وافتاکیس^{۱۸} در سال ۲۰۰۸ در مقاله خود با نام «مقایسه تجربی مدل‌های مختلف برای تخمین ارزش در معرض ریسک» به ارزیابی تعدادی از روش‌های ارزش در معرض ریسک برگزیده با کمک داده‌های روزانه شاخص سهام لندن برای یک دوره ده ساله، پرداخته‌اند. مدل‌ها با استفاده از دو دیدگاه تابع زیان لویز و آزمون نرخ درست‌نمایی کریستوفرسن، در سطح اطمینان ۹۹٪ استفاده شده‌اند. آزمون‌های نامبرده با سنجش نتایج حاصل از تخمین نسبت به زیان‌های واقعی مشاهده شده در روز بعد، صورت پذیرفته‌اند. یافته‌های

تجربی به دست آمده از این مقایسه، بیان نموده که مدل EWMA^{۱۹} برآورد ارزش در معرض ریسک را با تغییر افق تخمین، در دوره‌های بی‌ثباتی بازار، دقیق‌تر از مدل‌های GARCH، انجام داده است [۴].

زو^{۲۰} و آندرسون^{۲۱} در سال ۲۰۱۰، نظریه ارزش فرین^{۲۲} و رفتار شرکت‌های سرمایه‌گذار در دارایی‌های مالی (REIT)^{۲۳} را در شرایط غیر عادی بازار بررسی نموده و به این نتیجه رسیدند که هیچ روش جامعی را نمی‌توان برای محاسبه VaR معرفی نمود و هر یک از روش‌های موجود دارای نقاط ضعف و قوت و کاربرد خاص خود است [۲۱].

در سال ۲۰۱۱ دو پژوهشگر به مقایسه روش‌های قدیم محاسبه VaR با روش‌های نوین، از جمله روش کورنیش-فیشر پرداخته و سبد سرمایه‌گذاری کاملاً متنوعی، شامل ده سهم از سهام بازار نزدیک^{۲۴} را مطالعه کردند. به منظور بررسی اثر همبستگی بین سهام در سبد سرمایه‌گذاری، دو سهم با بیشترین همبستگی حذف و یک سبد سرمایه‌گذاری با هشت سهم نیز بررسی شد. نتایج نشان داد در مورد یک سبد سرمایه‌گذاری کاملاً متنوع، هیچ کدام از سبدهای ریسک نقض نمی‌شود، اما برای سبد سرمایه‌گذاری که فقط شامل یک سهم با نوسان بالا باشد، روش‌های قدیم از اعتبار چندانی برخوردار نخواهد بود [۱].

مانسم^{۲۵} و برسلمی^{۲۶} در سال ۲۰۱۲ به بررسی امکان استفاده از بسط CF برای تعیین ارزش در معرض ریسک دارایی‌ها پرداختند و نشان دادند چگونه تقریب کورنیش-فیشر سنجش دقیق‌تر و سریع‌تر نسبت به روش‌های پیشین انجام می‌دهد. آنها همچنین بیان نمودند که روش‌های محاسبه ارزش در معرض ریسک که

انتخاب بهینه ترکیب پرتفولیوی دارایی‌ها موجب کاهش ریسک پرتفولیو می‌شود [۲۴].

در سال ۱۳۸۹، فرید و همکارانش با استفاده از سبد سرمایه‌گذاری فرضی از سهام شرکت‌های خودرویی به محاسبه مفهوم ارزش در معرض ریسک به منظور مدیریت بهتر سرمایه‌گذاری در بورس اوراق بهادار پرداختند و در نهایت با انجام شبیه‌سازی با استفاده از نرم‌افزار کریستال بال و لحاظ نمودن سطح اطمینان ۹۵٪ میزان ارزش در معرض ریسک سهام مختلف و همچنین کل سبد سرمایه‌گذاری را تعیین نمودند. بر این اساس، پس از تعیین میزان ارزش در معرض ریسک هر یک از سهام ایران خودرو، ایران خودرو دیزل، پارس خودرو، زامیاد، سایپا، سایپا دیزل، گروه بهمن، و کاربرد هر یک از این مقادیر در مدل پیشنهادی پژوهش، به این نتیجه دست یافتند که برای داشتن سبد سرمایه‌گذاری بهینه در بورس اوراق بهادار در چهارچوب شرکت‌های خودرویی باید به ترتیب ۱۵٪، ۱۵٪، ۹٪، ۱۳٪، ۱۶٪، ۱۶٪ و ۱۶٪ از حجم سرمایه‌گذاری اولیه را بین سهام یاد شده اختصاص دهند تا علاوه بر کسب حداقل ریسک ممکن، حداکثر بازدهی نیز حاصل شود [۲۷].

سؤال‌های پژوهش

- آیا تقریب کورنیش- فیشر، تقریب مناسبی برای توزیع نرمال در محاسبه VaR است؟
- تفاوت VaR محاسبه شده از طریق تقریب کورنیش- فیشر با توزیع نرمال چقدر است؟

قلمرو موضوعی و قلمرو زمانی

قلمرو موضوعی این پژوهش، صنعت مالی بورس اوراق بهادار تهران شامل بانک‌ها، شرکت‌های بیمه و

چولگی و کشیدگی را در نظر نمی‌گیرند، تخمین خوبی از VaR ارائه نمی‌دهند و در رابطه با توزیع‌های چوله با دم‌پهن^{۲۷}، معمولاً مقادیر ارزش در معرض ریسک ارائه شده از مقادیر واقعی آنها کمتر است. علاوه بر این، آنها به بررسی اثر مقدار α بر عملکرد سنج‌های ریسک پرداخته، دریافتند که هر چقدر مقدار α کمتر باشد، بسط کورنیش- فیشر از دقت بیشتری برخوردار خواهد بود [۱۱].

پیکارجو و همکارانش، در سال ۱۳۸۸، به مطالعه‌ای درباره یک شرکت با فرض اینکه شرکت سرمایه-گذاری مورد بررسی در سهام ۳۳ شرکت موجود در بورس اوراق بهادار تهران سرمایه‌گذاری کرده است، پرداخته، آزمون‌های مختلف ریشه واحد ARIMA، ناهمسانی واریانس شرطی اتورگرسیو و ... را انجام دادند. سپس با استفاده از تخمین مدل‌های واریانس کوواریانس ساده و GARCH به اندازه‌گیری ارزش در معرض ریسک سهام در دست شرکت مذکور پرداختند. براساس اطلاعات استخراج شده از مدل VaR مشخص شد که میزان ارزش در معرض ریسک پرتفولیوی دارایی مورد بررسی از دوروش به ترتیب ۱۷/۶ و ۱۳/۲ درصد بوده است. از آنجا که شرکت مذکور سرمایه‌گذاری خود را بر روی شرکت‌های با سرمایه بالا و در سه طبقه خودروسازی، نفت و انرژی و برخی شرکت‌هایی که در خلال سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۳ دارای نوسان‌های قیمت منفی کمتری بوده‌اند، متمرکز کرده است، این امر موجب شده که با توجه به وضعیت نابسامان بازار در سال ۱۳۸۳، حداکثر خسارت ممکن (VaR) در حدود ۱۳٪ در سال باشد. ذکر این نکته نیز حایز اهمیت است که

مدل بسط کورنیش - فیشر

وجود چولگی و کشیدگی بر اندازه گیری و ادراک ریسک اثر می گذارد و چهارچوب بهینه سازی ریسک و بازده را تحت تأثیر قرار می دهد. اگر تعداد مشاهدات (n) به سمت بی نهایت میل کند، توزیع آنها نیز به سمت نرمال خواهد رفت، اما برای نمونه های کوچک، توزیع نرمال چندان مناسب نیست. در مورد دارایی ها به علت تعداد کم معاملات در بازار، معمولاً نمونه کوچک می شود؛ از این رو، فرض نرمال بودن، فرض منطقی به نظر نمی رسد. بسط کورنیش - فیشر برای تعیین صدک های توزیع هایی که نزدیک به نرمال است، استفاده می شود و یک عامل تعدیل برای تعدیل صدک های تخمینی توزیع های غیر نرمال فراهم می آورد [۱۱]. این تعدیلات زمانی قابل اتکاست که میزان انحرافات از توزیع نرمال کوچک باشد. بسط CF محصول توجه به گشتاورها و انباشتک ها^{۲۸} در تعیین توزیع هاست که کورنیش و فیشر آن را مطرح کردند [۵]. این بسط به منظور فراهم نمودن روشی ساده برای بررسی گشتاورهای بالاتر در توزیع قیمت و بازده دارایی های غیر نرمال و یا بهینه سازی سبد سرمایه گذاری با اندازه - گیری ریسک از طریق روش هایی مانند VaR و CVaR^{۲۹} رایج شد [۱۳].

بسط کورنیش - فیشر بیانگر رابطه تقریبی صدک های توزیع و گشتاورهای آن است و بر اساس بسط تیلور بنا شده است و برای تقریب یک متغیر تصادفی بر اساس اولین انباشتک آن است. انباشتک های متغیر تصادفی X شبیه به گشتاورهای آن هستند و بر اساس مقدار k_T مشخص می شوند [۱۳]:

واسطه گیری های مالی است. اهمیت واسطه گیری های مالی از آن جهت است که سیاستگذاران برای تعیین ضابطه هایی چون کفایت سرمایه و تحلیل ورشکستگی آنها، به شدت به محاسبه نوسان ها و ریسک آنها، نیازمند هستند؛ مسأله ای که در این پژوهش به آن پرداخته می شود.

قلمرو زمانی این پژوهش، قیمت سهام شرکت های مزبور از ابتدای سال ۱۳۸۹ تا پایان سال ۱۳۹۱ است.

اطلاعات این پژوهش که شامل قیمت روزانه سهام ۴۲ شرکت شامل شرکت های بیمه، واسطه گیری های مالی و بانک ها در سال های ۱۳۸۹، ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ است، بر اساس گزارش های قیمتی بورس اوراق بهادار گردآوری شده است. همان گونه که می دانیم، در مقاطع زمانی مختلف و به دلایل متعدد، نماد شرکت های پذیرفته شده در بورس متوقف شده و سهام این شرکت ها قابل معامله نخواهد بود. از آنجا که در این زمان ها، داده های قیمت در مورد این سهام موجود نیست، برای رفع این مشکل از روش درون یابی با استفاده از نرم افزار متلب استفاده و داده ها را بازیابی نمودیم.

برای محاسبه بازده قیمتی سهام شرکت های مورد نظر از فرمول زیر استفاده شده است (۱۶):

$$r_{it} = \frac{(p_t - p_{t-1})}{p_{t-1}} \quad (۴)$$

p_t : قیمت سهم در پایان دوره t

t-1 قیمت سهم در پایان دوره p_{t-1} :

در این پژوهش، بازده به صورت روزانه و با استفاده

از قیمت پایانی سهام محاسبه شده است.

سهام و x_α معکوس تابع توزیع تجمعی نرمال استاندارد در سطح اطمینان $1-\alpha$ است. در صورتی که توزیع مشاهدات اختلاف کمی با نرمال داشته باشد، از طریق رابطه (۷) صدک توزیع نرمال استاندارد را تعدیل نموده، به جای x_α قرار می‌دهیم [۵].

پس از محاسبه بازده روزانه سهام هر شرکت، توزیع بازده سهام این شرکت‌ها با استفاده از سه آزمون نیکویی برازش کولوموگراف - اسمیرنف^{۳۰}، آزمون اندرسون دارلینگ^{۳۱} و آزمون کای دو^{۳۲} برآورد شده است. آزمون‌های نیکویی برازش، سازگاری یک نمونه تصادفی با یک تابع توزیع احتمال نظری را اندازه‌گیری می‌نمایند؛ به عبارت دیگر، این آزمون‌ها نشان می‌دهند که چگونه توزیع‌های انتخاب شده به خوبی بر داده‌ها برازش می‌شوند.

یافته‌های پژوهش

پس از کامل نمودن داده‌ها از طریق درونیابی و محاسبه بازده روزانه سهام شرکت‌ها، با استفاده از سه آزمون برازش کولوموگراف - اسمیرنف، آندرسون دارلینگ و کای دو متناسب‌ترین توزیع را برای بازده سهام به دست آورده، سایر توزیع‌ها را بر اساس میزان تناسب آنها با داده‌ها اولویت بندی نمودیم. جدول زیر برای نمونه در مورد یکی از شرکت‌های مورد مطالعه آورده شده است:

$$\exp\left(\sum_{r=1}^{\infty} \frac{k_r t^r}{r!}\right) = \sum_{r=0}^{\infty} \frac{E(X^r) t^r}{r!} \quad (5)$$

همان‌گونه که بیان شد، بسط کورنیش- فیشر برای تعیین صدک‌های توزیع‌هایی که نزدیک به نرمال است استفاده می‌شود. این بسط یک عامل تعدیل برای تعدیل صدک‌های تخمینی توزیع‌های غیرنرمال فراهم می‌آورد. اگر Z_α را به عنوان صدک توزیع نرمال استاندارد در سطح اطمینان $1-\alpha$ در نظر بگیریم، صدک تعدیل شده برای توزیع‌های نزدیک به نرمال از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$x_\alpha = z_\alpha + \frac{1}{6}(z_\alpha^2 - 1)s + \frac{1}{24}(z_\alpha^3 - 3z_\alpha)k - \frac{1}{36}(2z_\alpha^3 - 5z_\alpha)s^2 \quad (6)$$

+higher - order terms

در رابطه فوق، S پارامتر چولگی و k پارامتر کشیدگی است. اگر جملات مراتب بالاتر ناچیز قلمداد شود، بسط به صورت زیر خواهد شد:

$$x_\alpha = z_\alpha + \frac{1}{6}(z_\alpha^2 - 1)s + \frac{1}{24}(z_\alpha^3 - 3z_\alpha)k - \frac{1}{36}(2z_\alpha^3 - 5z_\alpha)s^2 \quad (7)$$

ارزش در معرض ریسک را می‌توان بر اساس درصدی از ارزش سبد دارایی تعریف کرد که در معرض کاهش ارزش قرار دارد. به این VaR، ارزش در معرض ریسک درصدی گویند و آن را با VaR% نمایش می‌دهند. با فرض اینکه بازده سبد دارایی به صورت نرمال توزیع شده باشد، می‌توان نوشت:

$$\%VaR = -(\mu_r - \sigma_r x_\alpha) \quad (8)$$

که μ_r و σ_r به ترتیب میانگین و انحراف معیار بازده

جدول (۱) اولویت‌بندی توزیع‌ها در مورد بازده روزانه یک شرکت

Ki-Squared	Anderson Darling	Kolmogorov Smirnov	توزیع
اولویت بندی			
5	2	6	Beta
14	12	15	Burr
1	23	28	Cauchy
2	14	3	Dagum
3	9	13	Erlang
21	16	21	Error
19	18	24	Error Function
30	35	34	Exponential
13	6	10	Fatigue Life
6	4	8	Gamma
7	5	9	Gen.Gamma
8	19	22	Gen.Logistic
	23	4	Gen.Pareto
16	22	17	Gumbel Max
26	29	30	Gumbel Min
23	21	26	Hypersecant
9	13	20	Inv.Gaussian
4	3	7	Johnson SB
18	10	16	Kumaraswamy
25	24	27	Laplace
31	36	36	Levy
10	17	14	Log.Logistic
12	7	11	Lognormal
22	15	19	Normal
15	1	5	Pearson
28	27	29	Pert
32	37	37	Phased Bi-Exponential
29	34	35	Power Function
27	32	32	Rayleigh
24	28	33	Triangular

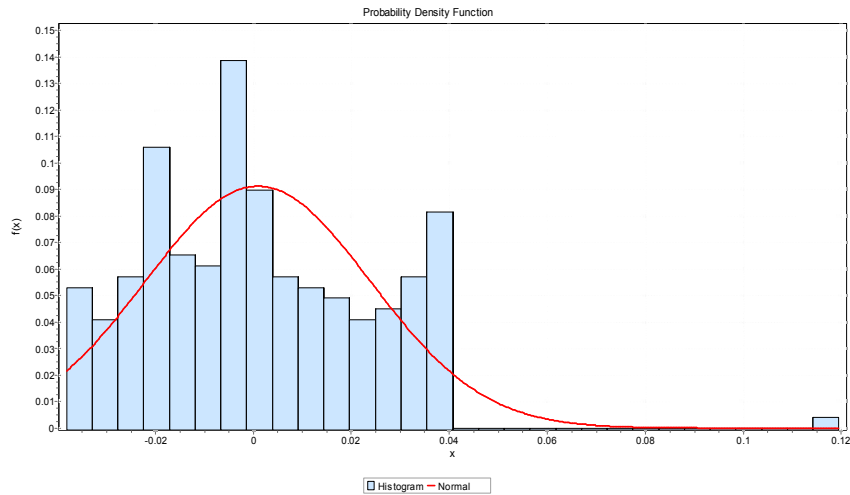
شده‌اند. در زیر جداول مربوط به یک شرکت به عنوان نمونه و محاسبه ارزش در معرض ریسک در سطح اطمینان ۹۵٪ با استفاده از تقریب کورنیش-فیش و همچنین، بر اساس صدک توزیع نرمال برای مقایسه آورده شده است.

همان‌گونه که گفته شد، استفاده از تقریب کورنیش-فیش از نرمال، برای محاسبه ارزش در معرض ریسک در صورتی امکان‌پذیر است که توزیع داده‌ها اختلاف اندکی با توزیع نرمال داشته باشد. پس از انجام آزمون برازش بر اساس سه آزمون مذکور، مشخص شد ۱۵ شرکت از لحاظ نرمال بودن توزیع بازده سهام پذیرفته

شرکت سرمایه‌گذاری بوعلی در سال ۱۳۹۰:

جدول (۲) آزمون نرمال بودن با استفاده از سه آزمون برازش

Normal					
Kolmogorov Smirnov					
Sample size	۲۴۵				
Statistic	۰/۰۸۳۷۲				
P-Value	۰/۰۶۰۸۵				
Rank	۲۵				
A	۰/۲	۰/۱	۰/۰۵	۰/۰۲	۰/۰۱
Critical value	۰/۰۶۸۵۵	۰/۰۷۸۱۳	۰/۰۸۶۷۶	۰/۰۹۶۹۸	۰/۱۰۴۰۷
Reject?	Yes	Yes	No	No	No
Anderson Darling					
Sample size	۲۴۵				
Statistic	۲/۰۳۷۹				
Rank	۲۰				
A	۰/۲	۰/۱	۰/۰۵	۰/۰۲	۰/۰۱
Critical value	۱/۳۷۴۹	۱/۹۲۸۶	۲/۵۰۱۸	۳/۲۸۹۲	۳/۹۰۷۴
Reject?	Yes	Yes	No	No	No
Ki-Squared					
Deg.of freedom	۷				
Statistic	۱۶/۲۵				
P-Value	۰/۰۲۲۹۳				
Rank	۲۰				
α	۰/۲	۰/۱	۰/۰۵	۰/۰۲	۰/۰۱
Critical value	۹/۸۰۳۲	۱۲/۰۱۷	۱۴/۰۶۷	۱۶/۶۲۲	۱۸/۴۷۵
Reject?	Yes	Yes	Yes	No	No



شکل (۵) تابع چگالی احتمال

جدول (۳) آمار توصیفی

صدک		آماره	
-۰/۰۳۸۰۸	Min	۲۴۵	حجم نمونه
-۰/۰۲۶۹۹	٪۱۰	۰/۱۵۷۵۷	دامنه تغییرات
-۰/۰۱۷۵۳	٪۲۵ (چارک اول)	۰/۰۰۰۹۴۲۷	میانگین
-۰/۰۰۲۴	٪۵۰ (میانه)	۰/۰۰۰۵۲۷۴	واریانس
۰/۰۱۷۶۲	٪۷۵ (چارک سوم)	۰/۰۲۲۹۶	انحراف معیار
۰/۰۳۸۳۱	٪۹۰	۰/۶۹۴۴۴	چولگی
۰/۱۱۹۴۹	Max	۱/۶۰۲۸	کشیدگی

$$X_{\alpha} = 1/645 + 0/167(1/645^2 - 1)(0/69444) + 0/042(1/645^3 - 3 \times 1/645)(1/6028) - 0/028(2 \times 1/645^3 - 5 \times 1/645)(0/69444)^2$$

$$X_{\alpha} = 1/80107994$$

$$\%VaR = -(\mu_r - \sigma_r X_{\alpha})$$

$$\%VaR = -9/4268 \times 10^{-4} + 0/02296 \times 1/80107994 \quad \%VaR = \%4/04$$

محاسبه VaR بر اساس صدک توزیع نرمال:

$$\%VaR_{normal} = -(\mu - z_{\alpha} \sigma)$$

$$\%VaR_{normal} = -9.4268 \times 10^{-4} + 0.02296 \times 1.645 = 3.682652\%$$

محاسبه VaR بر اساس تقریب کورنیش- فیشر از

نرمال:

$$X_{\alpha} = Z_{\alpha} + 1/6(Z_{\alpha}^2 - 1)S + 1/24(Z_{\alpha}^3 - 3Z_{\alpha})K - 1/36(2Z_{\alpha}^3 - 5Z_{\alpha})S^2$$

در مورد سایر شرکت‌ها به علت حجم زیاد جداول و

شکل‌ها، فقط به بیان نتایج محاسبات در جدول زیر بسنده می‌کنیم.

جدول (۴) عملکرد تقریب کورنیش- فیشر از توزیع نرمال

تفاوت این دو	VaR Normal%	VaR CF%	σ	μ	Z_{CF}	K	S	نام شرکت
0/09769	3/04528	3/14297	0/01873	0/000358	1/6503	-0/31221	0/16308	البرز ۸۹
0/15273	3/50689	3/35416	0/02282	0/00247	1/6514	1/398	-0/1351	پردیس ۸۹
0/35836	3/682652	4/04101	0/02296	0/000943	1/6515	1/6028	0/69444	وبوعلی ۹۰
0/15286	6/515694	6/36283	0/03983	0/000363	1/6563	5/2184	0/2386	واتی ۹۰
0/14089	4/487285	4/34639	0/02833	0/00173	1/653	4/9394	0/17721	وپترو ۸۹
0/65533	4/382124	3/72679	0/02692	0/000462	1/6526	6/199	-0/4059	وتوکا ۸۹
1/25723	3/44022	2/18299	0/02236	0/00238	1/6513	7/0344	-1/357	وغدیر ۸۹
0/16569	4/305625	4/13993	0/02725	0/00177	1/6527	0/05089	-0/2074	وتوکا ۹۰
1/70008	4/48761	2/78753	0/02818	0/00148	1/6529	8/2741	-1/4047	وسپه ۹۱
0/08202	4/189937	4/27196	0/02592	0/000739	1/6523	16/099	1/3779	وبوعلی ۸۹
0/02042	3/563175	3/5836	0/02217	0/000838	1/6513	-0/65809	-0/0142	وصنعت ۸۹
0/27742	3/21222	2/9348	0/01965	0/000202	1/6506	2/0679	-0/3422	والغدر ۸۹
0/0348۴	4/031817	3/99698	0/02438	-0/00021	1/6519	2/8028	0/14987	وصنعت ۹۰
0/4288	4/71239	5/14119	0/02782	-0/00136	1/6529	2/6142	0/76622	وتوکا ۹۱
0/05803	4/625558	4/68359	0/02805	-0/00011	1/6529	2/588	0/26067	وساخت ۹۱

موجود است و سهم آن در ورشکستگی یک بنگاه اقتصادی بسیار زیاد و چشمگیر است. اهمیت ریسک بازار، به علت تنوع بیش از حد عوامل بروز ریسک بازار است. به طور کلی، ریسک بازار ناشی از تغییرات در نرخ دارایی‌های مالی، نرخ کالا، نرخ ارز، نرخ بهره و ... در بازارهای سرمایه، کالا، ارز و بازار پول است.

ابداعات و نوآوری‌های صورت گرفته در بازارها به همراه گسترش فناوری اطلاعات و جهانی شدن اقتصاد، بازارهای مالی جهان را با تغییرات و نوسان‌های عمده همراه ساخته و ضرورت مدل‌های کارا و پیشرفته

همان‌گونه که مشاهده می‌شود، به علت نزدیک بودن توزیع بازده سهام شرکت‌ها با توزیع نرمال، تقریب کورنیش- فیشر، تقریب بسیار خوبی از توزیع نرمال است و اختلاف اندکی بین VaR محاسبه شده از هر دو روش وجود دارد.

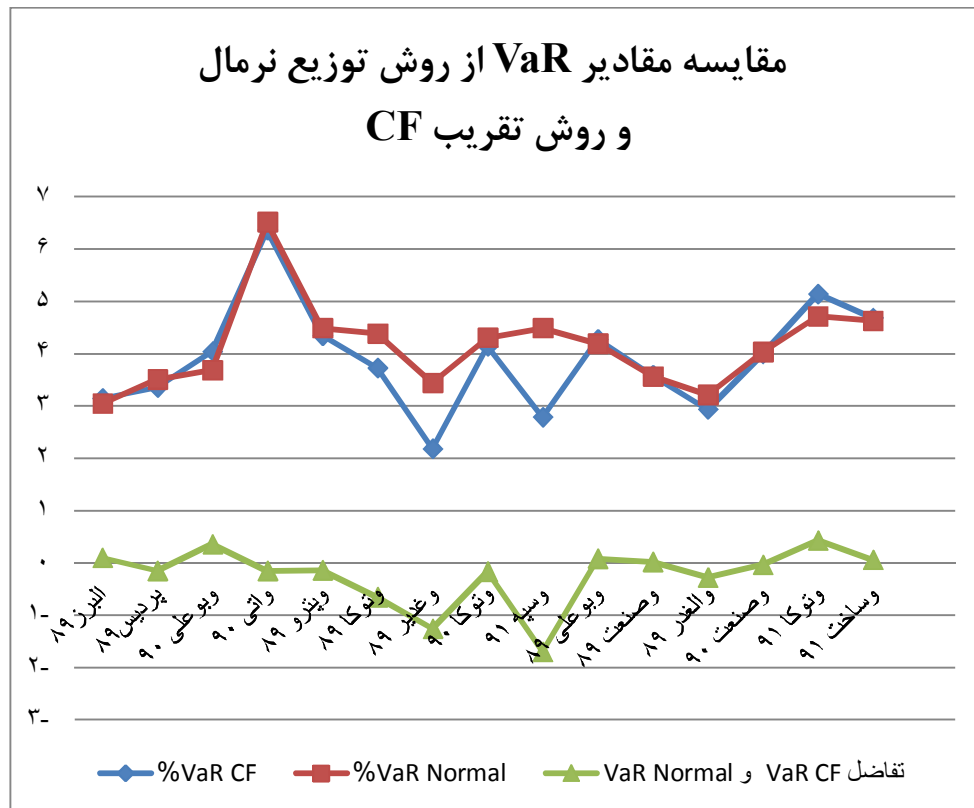
نتیجه‌گیری

ریسک جزء لاینفک فعالیت‌های اقتصادی است و تمامی مؤسسات و بنگاه‌های اقتصادی با طیف متنوعی از ریسک مواجهند. در بین ریسک‌های پیش روی مؤسسات مالی، ریسک بازار از مهمترین ریسک‌های

مشخص شد که از بین ۴۲ شرکت موجود در بازه زمانی مذکور، تنها ۱۵ شرکت دارای توزیع نزدیک به توزیع نرمال هستند و همان گونه که بیان شد، در مواردی که توزیع بازده سهام شرکت، اختلاف اندکی با توزیع نرمال داشته باشد، این تقریب به خوبی عمل می کند. ارزش در معرض ریسک محاسبه شده از طریق توزیع نرمال و از طریق تقریب کورنیش - فیشر در جدول فوق آورده شده است و همان گونه که مشاهده می شود، به علت نزدیک بودن توزیع بازده سهام شرکت ها با توزیع نرمال، تقریب کورنیش فیشر، تقریب بسیار خوبی از توزیع نرمال است. در شکل زیر نیز این مسأله به وضوح مشاهده می شود.

اندازه گیری ریسک اعتباری بیشتر احساس شده است. تا قبل از ابداع روش های ارزش در معرض ریسک در اندازه گیری ریسک، روش های سنتی، از قبیل: محاسبه واریانس، کوواریانس و ضریب همبستگی ریسک، خصوصاً ریسک بازار اندازه گیری می شد.

در این پژوهش، به مطالعه عملکرد تقریب کورنیش - فیشر از توزیع نرمال پرداخته، این مسأله را در مورد صنعت مالی بورس اوراق بهادار تهران شامل شرکت های سرمایه گذاری، لیزینگ، بیمه و بانک ها طی سال های ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۱ بررسی نمودیم. پس از انجام سه آزمون برازش کولموگروف، اندرسون دارلینگ و مربع کای



شکل (۶) مقایسه مقادیر VaR از روش توزیع نرمال و روش تقریب CF

تقریب های توزیع نرمال استفاده نمود که از جمله آنها تقریب کورنیش - فیشر است و همان گونه که بیان شد

در مورد شرکت هایی که توزیعی نزدیک به نرمال دارند، برای محاسبه مقادیر کمی ریسک، می توان از

پیشنادهایی برای پژوهش‌های آینده

- با توجه به نتایج پژوهش پیش رو، همان‌گونه که بیان شد، توزیع غالب در بازده سهام شرکت‌های بورس تهران، توزیع نرمال نبوده و به همین جهت، باید در استفاده از روش‌های پارامتریک محاسبه VaR با دقت و احتیاط، فرض نرمال بودن مشاهدات اعمال شود و توزیع غالب بر مشاهدات، مبنای محاسبات قرار گیرد.
- پیشنهاد می‌شود ارزش در معرض ریسک با استفاده از تقریب کورنیش- فیشر، در مورد سایر صنایع بورس تهران محاسبه و نتایج حاصل از آن با نتایج این پژوهش مقایسه شود.
- پیشنهاد می‌شود ارزش در معرض ریسک با استفاده از تقریب کورنیش- فیشر، در بازه‌های زمانی مختلف بررسی و با نتایج این پژوهش مقایسه شود.

منابع:

- [1] Actas, O., & Sjostrand, M. (2011). Cornish-Fisher Expansion and Value-at-Risk method in application to risk management of large portfolios. *Master's Thesis in Financial Mathematics*.
- [2] Cornish, E., & Fisher, R. (1937). Moments and cumulants in the specification of the distribution. *Revue de l'Institut international de statistique*, 5, 307-320.
- [3] Danielsson, J., & Vries, C. G. (2000). Value-at-Risk and Extreme Returns. *Tinbergen Institute and Erasmus University Rotterdam*.
- [4] Dockery, E., & Efentakis, M. (2008). An Empirical Comparison of Alternative Models in Estimating Value-at-Risk: Evidence and Application from the LSE. *Int. J. Monetary Economics and Finance*, 1 (2), 201-218.
- [5] Dowd, K. (2003). value at risk. *Nottingham university business*.
- [6] Engelbrecht, R. (2003). A Comparison

برای تعیین صدک‌های توزیع‌هایی که به نرمال نزدیک است، استفاده می‌شود. این بسط یک عامل تعدیل برای تعدیل صدک‌های تخمینی توزیع‌های غیرنرمال را فراهم می‌آورد و تا زمانی قابل اتکاست که میزان انحرافات از توزیع نرمال کوچک باشد؛ برای مثال، چنانکه در مورد توزیع بازده شرکت سرمایه‌گذاری صنعت و معدن در سال ۱۳۸۹ مشاهده شد، به علت اختلاف بسیار ناچیز با توزیع نرمال، تفاوت بسیار اندکی بین VaR محاسبه شده بر اساس توزیع نرمال و VaR محاسبه شده با تقریب CF وجود دارد و این حاکی از آن است که تقریب کورنیش- فیشر، تقریب خوبی از توزیع نرمال است، اما در مورد توزیع بازده شرکتی نظیر شرکت سرمایه‌گذاری سپه در سال ۱۳۹۱، به علت اختلاف بیشتر با توزیع نرمال نتایج حاصل از محاسبه VaR بر اساس توزیع نرمال و بر اساس تقریب CF تفاوت محسوس‌تری دارد.

در نهایت، می‌توان نتیجه گرفت در صورتی که اختلاف توزیع مورد نظر با توزیع نرمال اندک باشد، تقریب کورنیش فیشر از نرمال دقت بالایی داشته، می‌تواند به نتایج مطلوبی در محاسبه ریسک بینجامد. اما چنانکه گفته شد، بیشتر مدل‌های تخمین ریسک بر این فرض استوارند که لگاریتم توزیع بازده دارایی‌ها نرمال است و محاسبه مقادیر کمی نوسان در گرو محاسبه مقادیر توزیع نرمال است. در این پژوهش مشاهده شد تنها ۱۵ شرکت از صنعت مالی در بازه زمانی سال‌های ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۱ اختلاف اندکی با توزیع نرمال دارند و توزیع غالب در نهادهای مالی بازار بورس ایران، توزیع نرمال نیست و این امر به کاهش اعتبار نتایج حاصل از استفاده این مدل‌ها و روش‌ها در صنعت بررسی شده در بازار بورس تهران منجر خواهد شد.

- Risk. *knowRisk consulting*.
- [21] Zhou, J., & Anderson, R. (2010). Extreme risk measures for international REIT markets. *Journal of real estate finance and economics*, DOI 10.1007/s.11146-010-9252-5.
- [۲۲] اقبال‌نیا، محمد. (۱۳۸۴). طراحی مدلی برای مدیریت ریسک سرمایه‌گذاری در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از مفهوم ارزش در معرض ریسک، پایان نامه کارشناسی ارشد، با راهنمایی فدایی‌نژاد، دانشگاه شهید بهشتی.
- [۲۳] پارکر، جورج و پارسائیان، علی. (۱۳۷۸). «مدیریت ریسک، ابعاد مدیریت ریسک، تعریف و کاربرد آن در سازمان‌های مالی»، تحقیقات مالی، ش ۴ و ۳.
- [۲۴] پیکارجو، کامبیز و شهریار، بهنام و نوراللهی، نیما. (۱۳۸۸). «اندازه‌گیری ریسک دارایی شرکت‌ها و مؤسسات مالی با استفاده از روش ارزش در معرض ریسک»، پژوهشنامه اقتصادی.
- [۲۵] رادپور، میثم و عبده تبریزی، حسین. (۱۳۸۸). *اندازه‌گیری و مدیریت ریسک بازار، تهران: انتشارات آگاه و پیشبرد*.
- [۲۶] عبده تبریزی، حسین و حنیفی، فرهاد. (۱۳۸۰). ارزش در مخاطره - Value at Risk، سمینار مباحث جدید در بانکداری نوین، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، موجود در پایگاه اینترنتی <http://www.abdo.net>
- [۲۷] فرید، داریوش و میرفخرالدینی، حیدر و رجبی پور، علیرضا. (۱۳۸۹). «کاربست VaR و انتخاب سبد سرمایه‌گذاری بهینه با استفاده از تکنیک شبیه‌سازی مونت کارلو در بورس اوراق بهادار تهران»، مجله دانش و توسعه (علمی - پژوهشی)، سال هجدهم، ش ۳۱.
- of Value-at-Risk Methods for Portfolios. *Master Thesis, University of the Witwatersrand*.
- [7] Fusai, G., & Luciano, E. (2000). Dynamic value at risk under optimal and suboptimal portfolio policies. *www.Gloriamundi.org*.
- [8] Hull, J. (2000). options, futures and other derivations. *New York*.
- [9] Jaschke, S., & Jiang, Y. (2002). Approximate value at risk in conditional Gaussian model.
- [10] Jorion, P. (2006). value at risk: *the new benchmark for managing financial risk (3 ed.)*.
- [11] Manesme, C., & Barthelemy, F. (2012). Cornish-Fisher Expansion for Real Estate Value at Risk. <http://www.eres2012.com>.
- [12] Markowitz, H. (1952). Portfolio Selection. *Journal of Finance*, 7, 77-91.
- [13] Millard, D. (2012). a User's Guide to the Cornish-Fisher Expansion. *Working paper*. <http://papers.ssrn.com>.
- [14] Mina, J., & Ulmer, A. (1999). Delta-Gamma four ways. <http://www.Riskmetrics.com>.
- [15] Pascual, L., Romo, J., & Ruiz, E. (2005). Bootstrap prediction for returns and volatilities in GARCH models.
- [16] Ross, S., Westerfield, R., & Jordan, B. (2002). *Fundamentals of Corporate Finance (Vol. 1)*. McGraw-Hill/Irwin.
- [17] Sampera, J., Guillen, M., & Santolino, M. (2013, 02). Beyond Value-at-Risk: GlueVaR Distortion Risk Measures. *Research Institute of Applied Economics*.
- [18] Santoso, W. (2000). Value at Risk: An Approach to Calculating Market Risk. *Jakarta: Banking research and regulation directorate bank indonesia*.
- [19] Soni, V. (2005). A Comparison of Value-at-Risk Methods for Portfolios Consisting of Interest Rate Swaps in the Indian Market under the GARCH Framework. *Credence Analytics (I) Pvt. Ltd*.
- [20] Urbani, P. (2005). All about Value at

- ¹- Parker
- ²-Basle Committee on Banking Supervision
- ³-Cornish-Fisher
- ⁴-Cumulant
- ⁵-High Frequency Data
- ⁶-Extreme Value theory
- ⁷-general Auto regressive conditional Hetrochedasticity
- ⁸-Danielsson & Veries
- ⁹-Pascual, Romo, Ruiz
- ¹⁰-Mina
- ¹¹-Ulmer
- ¹²-Jaschke
- ¹³-Engelbrecht
- ¹⁴-nterest Rate Swaps
- ¹⁵-Soni
- ¹⁶-Exponentially Weighted Moving Average
- ¹⁷-Hull and White
- ¹⁸-Dockery and Efentakis
- ¹⁹-Equally Weighted Moving Average
- ²⁰-Zhou
- ²¹-Anderson
- ²²-extreme value theory
- ²³-Real Estate Investment Trust
- ²⁴-NASDAQ
- ²⁵- Amedee-manesme
- ²⁶- Barthélémy
- ²⁷-fat tails
- ²⁸-Cumulant
- ²⁹-onditional value at risk
- ³⁰-Kolmogorov Smirnov
- ³¹-Anderson Darling
- ³²-Chi Squared

