



برآورد ارزش در معرض ریسک با استفاده از تئوری مقدار حدی در بورس اوراق بهادار تهران

سعید فلاح پور^۱

مهدی باراحمدی^۲

تاریخ پذیرش: ۹۱/۸/۳۰

تاریخ دریافت: ۹۱/۵/۱۵

چکیده

عموماً بزرگترین ریسک در بازار سرمایه یا در یک پرتفوی سرمایه‌گذاری زمانی اتفاق می‌افتد که تغییرات بزرگ ناگهانی درجهت نامطلوب آن سبب رخ دهد. بنابراین دانستن احتمال رخ دادن چنین مواردی که بسیار نادر هستند و تخمین ضررهای ناشی از آن در مدیریت ریسک مالی ضروری است. این زبان‌ها در دنباله تابع توزیع قرار دارند و به همین منظور به آنها "مقادیر حدی" گفته می‌شود.

در این تحقیق به بررسی دنباله تابع توزیع بازده بورس اوراق بهادار تهران (شاخص قیمت و بازده نقدی و شاخص صنایع) در دو بازه زمانی مختلف پرداخته شده و وجود دنباله پهن مورد آزمون قرار گرفته است. نتایج تئوری تعمیم داده شده مقدار حدی نشان‌دهنده وجود دنباله پهن در تابع توزیع بازده سهام برای دو شاخص، برای هر دو بازه زمانی می‌باشد. نتایج پس آزمون برای مقدار VaR محاسبه شده با این رویکرد نشان دهنده این است که این مدل برای افق زمانی ۱۰۰ روزه عملکرد بهتری نسبت به افق زمانی ۵۰ روزه دارد. از آماره لویز برای مقایسه عملکرد این تئوری در مدل‌سازی VaR با عملکرد مدل ریسک‌متریک با فرض توزیع نرمال در سطوح اطمینان مختلف استفاده شده است و نتایج نشان‌دهنده است که مدل‌های رویکرد تئوری مقدار حدی با توجه به اینکه به دنباله تابع توزیع نسبت به دیگر رویکردها توجه بیشتری دارند، عملکرد بهتری دارند.

واژه‌های کلیدی: بورس اوراق بهادار تهران، دنباله پهن، مدیریت ریسک، ارزش در معرض ریسک، رویکرد مدل‌های پارامتریک، رویکرد مدل‌های ناپارامتریک.

۱- استادیار دانشگاه تهران

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مالی دانشکده علوم اقتصادی (مسئول مکاتبات)
mehdiyarahmadi2022@gmail.com

۱- مقدمه

با گسترش بازار سهام^۱ در دنیا و همچنین گسترش اخیر این بازار در ایران، به تعداد علاقه-مندان برای ورود به این بازار روز به روز افزوده می‌شود. این سرمایه‌گذاران که برای کسب بازدهی بیشتر وارد این بازار می‌شوند باید آگاهی‌کاملی در مورد ریسک‌های^۲ این بازار داشته باشند و بتوانند یک مقایسه و موازنه^۳ بین این بازار و دیگر بازارهای موجود داشته باشند. بازیگران^۴ بازار سرمایه در برابر ریسک‌های متحمل شده در این بازار انتظار سطح بازدهی متناسب با این سطح ریسک را دارند پس باید سطح ریسک و بازدهی مورد انتظارشان را در بدو ورود به این بازار بدانند.

مدیریت ریسک عموماً به وقایع با احتمال کم^۵ در دنباله تابع توزیع قیمت دارایی‌ها می‌پردازد. این وقایع با احتمال کم، که به مقادیر حدی^۶ نیز معروف هستند، اگر چه احتمال وقوعشان کم است ولی به محض وقوع، تبعات (زیان‌های) بزرگی بهمراه دارند که در بازارهای مالی مشهود هستند. یکی از معایب ارزش در معرض ریسک با فرض توزیع نرمال یا توزیع t در نظر نگرفتن چنین وقایعی است که باعث بوجود آمدن دنباله پهن^۷ در تابع توزیع می‌شوند. تحقیق حاضر سعی کرده‌است تا مدل‌هایی برای تشخیص وجود دنباله پهن ارائه نماید و مقادیر ارزش در معرض ریسک محاسبه شده با روش تئوری مقدار حدی را با دیگر روش‌های سنتی مقایسه نماید.

مدل‌های مدیریت ریسک قادر نیستند که وقایع دنباله‌ای را مدل کنند، علت این امر این است که این مدل‌ها بر روی کل توزیع تمرکز دارند در حالی که برای مدل‌سازی وقایع دنباله‌ای باید به دنبال مدل‌هایی باشیم که فقط، یا بیشتر، بر روی دنباله تابع توزیع تمرکز کنند. چون بخش کمی از داده‌ها در دنباله‌ها قرار دارد مدل‌های سنتی ریسک قادر نخواهند بود که وقایع دنباله‌ای را مدل کنند. مدیریت ریسک مبتنی بر تئوری مقدار حدی بطور مستقیم بر روی دنباله تابع توزیع تمرکز می‌کند، این مدل‌ها این پتانسیل را دارند که بتوانند تخمین و پیش‌بینی بهتری از ریسک ارائه دهند. برآوردهای مربوط به ریسک‌های حدی از عدم اطمینان بالایی برخوردار خواهند بود و این عدم اطمینان خصوصاً زمانی محرز می‌گردد که در جستجوی ریسک‌های حدی نه فقط در محدوده داده‌های مشاهده شده، بلکه بسیار فراتر از آن باشیم.

۲- مبانی نظری پژوهش و مروری بر پیشینه

مدیریت ریسک مشکلات زیادی در مواجهه شدن با وقایع حدی دارد. وقایع حدی وقایعی هستند که با احتمال کمی حادث می‌شوند ولی به محض وقوع بسیار زیان آور هستند. در واقع این وقایع با احتمال کم^۸ و تاثیر فراوان^۹ رخ می‌دهند. چنین وقایعی در دنباله تابع توزیع قرار دارند به

همین دلیل بررسی آماری چنین وقایعی به علت کمی مشاهدات موجود در دنباله تابع توزیع، سخت‌تر از بررسی دیگر ویژگی‌های آماری است.

یک راه حل برای مواجهه با وقایع حدی این است که یک تابع توزیع دلخواه (مانند توزیع نرمال، توزیع t و...) انتخاب شود و سپس کل داده‌ها بر آن تابع توزیع فرضی برازش شوند. ولی وجود چنین فرضیاتی (انتخاب یک تابع توزیع دلخواه) از اعتبار مدل می‌کاهد. ثابت شده‌است که تئوری مقدار حدی (EVT)، به عنوان یک شاخه از آمار کاربردی، می‌تواند این مشکل را برطرف کند. تئوری مقدار حدی بر روی وقایع حدی تمرکز می‌کند و بدیهی است که با قضایای حد مرکزی که بر روی داده‌های مرکزی تمرکز دارد و توجهی به وقایع حدی ندارد، متفاوت است. در نهایت این تئوری نشان می‌دهد که چه تابع توزیعی، بهترین تابع توزیع برای برازش بر داده‌هاست و همچنین مقدار پارامترهای این تابع توزیع را تخمین می‌زند. تئوری مقدار حدی و پارامترهای آن کاملاً متفاوت با توزیع‌های آشنای آماری هستند.

مطالعات انجام گرفته نشان می‌دهد که دنباله‌های تابع توزیع بازده‌های مالی متراکم و غیر نرمال است، تحت چنین شرایطی استفاده از رویکردهای ناپارامتریک برای تخمین دنباله‌ها معقول‌تر بنظر می‌رسد. بدیهی است که در این شرایط تحمیل یک توزیع شناخته‌شده آماری بر مشاهدات چندان قابلیت توجیه ندارد و این باعث لزوم استفاده از روشی است که بتواند چنین توابع توزیعی با دنباله متراکم و غیر نرمال را مدل کند.

تئوری مقدار حدی به دو زیر مجموعه تئوری مقدار حدی غیرشرطی و تئوری مقدار حدی شرطی تقسیم‌بندی می‌شود و هر کدام از این زیر مجموعه‌ها به دو روش حداقل‌ها و حداکثرهای نمونه‌ها^{۱۱} و روش بیشتر از یک مقدار آستانه نمونه‌ها^{۱۲} قابل مدل‌سازی می‌باشد. (Hans N.E. Bystrom, 2004)

الف- تئوری مقدار حدی غیرشرطی به روش حداقل‌ها و حداکثرهای نمونه‌ها (تئوری تعمیم‌یافته مقدار حدی^{۱۲})

اگر R_i بازده روزانه در سری داده‌ها باشد و این بازده‌ها مستقل و هم‌توزیع باشند، F_R توزیع ناشناخته این داده‌ها است. اگر این داده‌ها به m گروه n داده‌ای تقسیم شوند و متغیر به عنوان بزرگترین داده (حداکثرها) در هر گروه تعریف گردد آنگاه:

$$X_i = \max (R_1, R_2, R_3, \dots, R_n)$$

$$H_i(x) = [F(x)]^n$$

این حداکثرها را با استفاده از پارامترهای α و β به صورت زیر به صورت استاندارد تبدیل می‌کنیم:

$$Y_i = \frac{X_i - \alpha}{\beta}$$

در این رابطه α پارامتر موقعیت^{۱۳} و β پارامتر مقیاس^{۱۴} می‌باشد. فیشر و تیپت در سال ۱۹۲۸ میلادی و گندکو^{۱۵} ۱۹۴۳ میلادی نشان دادند که توزیع حدی این استانداردسازی حداکثرها وقتی تعداد داده‌های هر گروه n به سمت بی‌نهایت میل کند به یکی از توزیع‌های گامبل، فرچت یا وایبال میل می‌کند. در سال ۱۹۵۵ میلادی جنکیسون^{۱۵} نشان داد از توزیع تعمیم‌یافته مقدار حدی می‌تواند این سه توزیع را استنباط نمود.

$$H_y(y) = \begin{cases} e^{-(1+\xi)y} & \text{if } \xi \neq 0 \\ e^{-e^{-y}} & \text{if } \xi = 0 \end{cases}$$

$$Y_i = \frac{X_i - \alpha}{\beta}$$

پارامتر ξ که به پارامتر شکل^{۱۶} دنباله نیز نامیده می‌شود، مرتبط با شکل تابع توزیع پایه F_X است. در توزیع‌های با دنباله باریک مثل توزیع نرمال این پارامتر صفر است و به توزیع گامبل میل می‌کند. در توزیع‌های دنباله پهن مثل توزیع t و توزیع پارتو که منجر می‌شوند به توزیع فرچت، این پارامتر مثبت است. در سری بازده مالی که معمولاً دنباله پهن هستند، مقدار این پارامتر زمانی که یک تابع توزیع تعمیم‌یافته مقدار حدی برآزش شود، مثبت است. می‌توان بصورت خلاصه این حالت را به شرح زیر بیان کرد:

پارامتر شکل تابع توزیع می‌تواند چند حالت داشته باشد:

(۱) اگر این پارامتر مثبت باشد: تابع توزیع به تابع توزیع فرچت^{۱۷} تمایل دارد. یکی از ویژگی‌های این تابع توزیع این است که دنباله آن متراکم است. بیشتر بازده‌های مالی عموماً دارای چنین تابع توزیعی هستند.

(۲) اگر این پارامتر صفر باشد: در این حالت تابع توزیع به توزیع گامبل^{۱۸} تمایل دارد و آن زمانی است که تابع توزیع دارای دنباله نمایی باشد. دنباله‌های نمایی، دنباله‌ای نسبتاً کم تراکم^{۱۹} هستند. از جمله توزیع‌هایی که در دامنه جذب^{۲۰} توزیع گامبل قرار دارند می‌توان به توزیع نرمال، نمایی، گاما و لاگ نرمال اشاره کرد که از بین آنها توزیع لاگ نرمال دارای دنباله متراکم‌تری می‌باشد.

(۳) اگر این پارامتر منفی باشد: در این حالت به توزیع ویبول^{۲۱} میل می‌کند و آن حالتی است که دنباله تابع توزیع کم‌تراکم‌تر از تابع توزیع نرمال است. بدیهی است که چنین توابع توزیعی برای مدل‌سازی‌های مالی مناسب نیستند، زیرا توزیع‌های مالی متراکم‌تر از این توابع

توزیعی هستند که توزیع ویبول می‌تواند مدل کند. از جمله این توزیع‌ها، توزیع یکنواخت^{۲۲} و بتا^{۲۳} می‌باشد.

ب- تئوری مقدار حدی غیرشرطی به روش بیشتر از مقدار آستانه^{۲۴} (تئوری تعمیم یافته پارتو^{۲۵}) (POT)

این روش به دنبال پیدا کردن توزیع برازش‌کننده مقادیر بیشتر از یک مقدار آستانه u می‌باشد و مقادیر بزرگتر از یک آستانه را استخراج و توزیع حدی را بر آنها برازش می‌کند. اگر بازده روزانه در سری بازده‌ها با x و توزیع آن‌ها با F_x نشان داده شود. توزیع مقادیر بیشتر از یک مقدار آستانه از رابطه زیر پیروی می‌کند.

$$F_u(y) = p(X - u \leq y | X > u) = \frac{F_u(u + y) - F_x(u)}{1 - F_x(u)} \quad 0 \leq y \leq X_F - u$$

در این رابطه توزیع تجمعی به ازای مقادیر بیشتر از یک مقدار آستانه (u) را نشان می‌دهد. بلاکما و هان در سال ۱۹۷۴ میلادی و پیکند در سال ۱۹۹۵ میلادی ثابت کردند که اگر مقدار آستانه u به اندازه کافی بزرگ باشد، توزیع F_x به سمت توزیع تعمیم یافته پارتو^(GPD^{۲۶}) میل می‌کند. که بصورت زیر قابل نمایش است:

$$G(x; \xi, \beta) = \begin{cases} 1 - \left(1 + \frac{\xi x}{\beta}\right)^{-\frac{1}{\xi}} & \text{if } \xi \neq 0 \\ 1 - \exp\left(-\frac{x}{\beta}\right) & \text{if } \xi = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} x \geq u & \text{if } \xi \geq 0 \\ u \leq x \leq u - \frac{\beta}{\xi} & \text{if } \xi < 0 \end{cases}$$

در این رابطه β پارامتر مقیاس تابع توزیع می‌باشد. ξ (مقدار شاخص دنباله) برای بیشتر بازارهای مالی در سطوح اطمینان بالا مثبت است.

مقادیر پارامترهای این تابع توزیع با استفاده از برازش کردن توزیع تعمیم یافته پارتو بر داده‌ها برآورد می‌شود. روش تخمین این پارامترها همانند روش حداقل‌ها و حداکثرهای نمونه‌ها، روش حداکثر راست نمایی است.

قدمت تئوری مقدار حدی به تحقیقات فیشر و تیپت^{۲۷}، گندکو^{۲۸}، گامبل^{۲۹} برمی‌گردد که با استفاده از رویکرد مقادیر حدی بر اساس حداقل‌ها و حداکثرهای نمونه‌ها، به بررسی تئوری مقادیر حدی پرداختند، به طوری که تحقیقاتشان منجر به اثبات قضایایی شد. به طور مثال، بر اساس قضیه فیشر و تیپت با بزرگ شدن اندازه نمونه، توزیع مقادیر حدی به توزیع تعمیم‌یافته مقدار حدی میل می‌کند. همچنین بالکما و هان^{۳۰} و پیکند^{۳۱} با استفاده از رویکرد مقادیر حدی بر اساس مقادیر فراتر از مقدار آستانه^{۳۲} به مدل‌سازی ریسک پرداختند. نتایج تحقیقات آنها منجر به قضیه توزیع تعمیم‌یافته پارتو شد. کاربرد این تئوری در حوزه‌های مختلف در سال‌های اخیر برای مثال در مهندسی سیالات و مهندسی هیدرولوژی و کاربردهای اخیر در حوزه مالی و بیمه رواج پیدا کرده- است. این کاربردها در تحقیقات امبرچ و همکارانش^{۳۳} که از روش حداقل‌ها و حداکثرهای نمونه- ها استفاده نمودند و همچنین رایس و توماس^{۳۴} که با استفاده از روش فراتر از مقدار آستانه به مدل- سازی این معیار ریسک پرداختند، قابل ملاحظه است.

الکساندر مک‌نیلدر مقاله خود با بررسی بر روی داده‌های بیمه کشور دانمارک در بین سال‌های ۱۹۹۰-۱۹۸۰ میلادی به بررسی و مقایسه عملکرد روش‌های GPD^{۳۵} و توزیع لاگ‌نرمال^{۳۶} برای محاسبه مقدار شاخص دنباله در سطوح اطمینان مختلف پرداخت. نتیجه یافته‌های تحقیق وی عملکرد بهتر رویکرد (روش) GPD نسبت به فرض توزیع لاگ‌نرمال برای تابع توزیع، در مدل‌کردن مقادیر حدی و دنباله تابع توزیع است (McNeil, A. J., 1998).

الکساندر مک‌نیل در سال ۱۹۹۸ میلادی روش حداقل‌ها و حداکثرهای نمونه‌ها را برای بررسی ارزش در معرض ریسک ارائه نمود و بعداً روش مدرن‌تر بیشتر از مقدار آستانه^{۳۷} POT را ارائه کرد (McNeil, A. J., 1998).

الکساندر مک‌نیل در سال ۱۹۹۹ میلادی با تمرکز بر تئوری مقدار حدی در مدیریت ریسکبه مدل‌سازی و اندازه‌گیری ریسک‌های حدی پرداخت. وی در تحقیق خود بیشتر از رویکرد POT استفاده کرد و نشان داد که این روش بهتر می‌تواند نوسانات تصادفی را لحاظ کند. و سپس با محور قراردادن روش POT به بررسی ارزش در معرض ریسک و ارزش در معرض ریسک شرطی بر روی شاخص S&P و DAX پرداخت (McNeil, A. J., 1999).

الکساندر مک‌نیل و فری در تحقیق خود تحت عنوان "تخمین دنباله مرتبط با معیار ریسک برای سری‌زمانی مالی ناهمگن"^{۳۸} در سال ۲۰۰۰ میلادی بیشتر بر رویکرد غیر شرطی در محاسبه ارزش در معرض ریسک تمرکز کردند. آنها عملکرد روش‌های EVT شرطی^{۳۹}، EVT غیر شرطی، نرمال شرطی و توزیع t را بر روی شاخص‌های S&P، DAX، قیمت سهام BMW، نسبت نرخ ارز آمریکا به انگلیس (\$/£) و قیمت طلا بررسی و مقایسه کردند و به نتایج زیر رسیدند:

(۱) رویکرد شرطی عملکرد بهتری در تخمین مقدار ارزش در معرض ریسک نسبت به رویکرد غیر شرطی دارد.

(۲) توزیع باقی مانده‌ها در رویکرد غیر شرطی معمولاً کشیده‌تر^{۴۰} است. در رویکرد غیر شرطی زمانی که سری بازده‌ها متقارن باشد عملکرد بهتری نسبت به زمانی که توزیع نامتقارن است دارد. در حالی که رویکرد GPD بخاطر اینکه می‌تواند رفتار توزیع‌های نامتقارن را نیز مدل کند، عملکرد بهتری دارد.

(۳) ارزش در معرض ریسک شرطی و ریزش مورد انتظار (ES^A) بخاطر اینکه می‌تواند دنباله پهن بودن توزیع را نیز در نظر بگیرد نسبت به VaR معیار بهتری برای ریسک است.

(۴) برای محاسبه مقدار VaR برای افق زمانی بلند مدت، جذر زمان ضربدر VaR یک روزه ممکن است محاسبات این معیار ریسک را خدشه دار کند (McNeil, A. J., & Frey, R, 2000).

جنسی و سلکاک با بررسی عملکرد نسبی مدل‌های محاسبه ارزش در معرض ریسک بر روی نه بازار نوظهور (برزیل، هند، ترکیه، مکزیک، تایوان، آرژانتین، کره، سنگاپور و فلیپین) به این نتیجه رسیدند که مدل‌های غیر خطی عملکرد بهتری برای مدل‌سازی این معیار ریسک دارند. علاوه بر این معیار شاخص دنباله را برای کشورهای مختلف مقایسه کردند (Gencay, R, Selcuk, F, 2004).

بروکس و همکارانش در مقاله خود تحت عنوان "مقایسه رویکرد تئوری مقدار حدی برای تعیین ارزش در معرض ریسک" بر روی سه قرارداد آتی FTSE-100, Long Gilt و Short Sterling (مقدار دنباله تابع توزیع را مورد بررسی قرار دادند. با توجه به امکان داشتن موقعیت خرید^{۴۲} و موقعیت فروش^{۴۳} بر روی قراردادهای آتی، آنها هر دو موقعیت را بر روی قراردادهای مورد مطالعه بررسی نمودند. هدف اصلی آنها از انجام این تحقیق بدست آوردن سطح بهینه مقدار ودیعه اولیه^{۴۴} برای قراردادهای آتی بوده است (C. Brooks et al, 2005).

کوتر و دود به بررسی ریسک دنباله توزیع بازده نرخ ارز FX بر روی سفارش باز و سفارش محدود پرداختند و ریسک‌های دنباله راست و چپ تابع توزیع بازده را با هم مقایسه کردند (Cotter, J., Dowd, K, 2007).

کیتاکراسکون و یومنبه بررسی شاخص دنباله بر روی شاخص تابع توزیع بازار سهام کشورهای نوظهور آسیایی در بین سال‌های ۲۰۰۹-۱۹۸۹ میلادی، هم برای دنباله چپ و هم راست پرداختند و این شاخص دنباله را با استفاده از برآورد کننده هیل و حداکثر راست نمایی برای رویکرد شرطی و غیر شرطی در سطوح اطمینان مختلف محاسبه نمودند. یافته‌های آنها به این شرح بود که توزیع

بازده بازارهای نوظهور علاوه بر دنباله پهن بودن، دارای نوسانات زیاد می‌باشد (J. Kittiakarasakun, Tse, Y, 2011).

از تحقیقات داخلی می‌توان به پایان‌نامه محمد اقبال‌نیا که به مدل سازی ارزش در معرض-ریسکبر روی شاخص بورس تهران پرداخته، اشاره کرد (محمد اقبال‌نیا، ۱۳۸۴). باقرصمدی تلاطمبازده‌های بازار سهام تهران را برآورد کرده و آن را با ارزش در معرض ریسک که با خانواده FIGARCH مدل سازی شده باشد، مقایسه کرده است (باقرصمدی، ۱۳۸۸). پیام‌نوروززاده به بررسی و مقایسه کارایی روش‌های مورد استفاده در تخمین ارزش در معرض ریسک (واریانس - کواریانس، شبیه‌سازی تاریخی، $GARCH(1,1)$ ، نظریه مقدار بی‌کرن و ...) بر روی شاخص بورس تهران پرداخته است (پیام‌نوروززاده، ۱۳۸۵). نگاره ۱، پیشینه تحقیق را بصورت خلاصه نشان می‌دهد.

نگاره ۱: خلاصه‌ای از پیشینه تحقیق

سال تحقیق	محقق / محققین	روشها و نتایج
۱۹۲۸م	فیشر و تیپت	مبانی نظری تئوری مقدار حدی با استفاده از حداکثرها و پیدایش و اثبات قضیه توزیع تعمیم یافته مقدار حدی
۱۹۴۳م	گندکو	مبانی آماری و ریاضی مقدار حدی با استفاده از حداکثرها
۱۹۵۸م	گامبل	مبانی نظری تئوری مقدار حدی با استفاده از حداکثرها و تعمیم به توزیع گامبل
۱۹۷۴م	بالکما و هان	مبانی نظری رویکرد مقادیر حدی بر اساس فراتر از مقدار آستانه
۱۹۷۵م	پیکند	مبانی نظری رویکرد مقادیر حدی بر اساس فراتر از مقدار آستانه و قضیه تعمیم یافته پارتو
۱۹۹۷م	رایس و توماس	کاربرد روش فراتر از مقدار آستانه
۱۹۹۷م	الکساندر مک‌نیل	مقایسه عملکرد روش GDP با توزیع لاگ نرمال برای محاسبه شاخص دنباله بر روی داده های بیمه کشور دانمارک
۱۹۹۸م	الکساندر مک‌نیل	تمرکز بر تئوری مقدار حدی در مدیریت ریسک (RM) استفاده از رویکرد POT برای بررسی ارزش در معرض ریسک و ارزش در معرض ریسک شرطی بر روی شاخص DAX و P&S
۲۰۰۰م	الکساندر مک‌نیل و فری	بررسی و مقایسه روش های شرطی و غیر شرطی در مدلسازی ریسک
۲۰۰۴م	جنسی و سلکاک	با بررسی عملکرد نسبی مدل های محاسبه ارزش در معرض ریسک بر روی نه بازار نوظهور
۲۰۰۵م	بروکس و همکارانش	محاسبه و برآورد شاخص دنباله برای سه شاخص قرارداد آتی LIFFE
۲۰۰۷م	کوتر و دود	بررسی ریسک دنباله توزیع بازده نرخ ارز FX بر روی سفارش باز و سفارش محدود
۲۰۱۱م	کیتاکراسکون و یومن	بررسی شاخص دنباله با استفاده از برآورد کننده هیل
۱۳۸۴ش	محمد اقبال نیا	مدل سازی ارزش در معرض ریسک روی شاخص بورس تهران
۱۳۸۵ش	پیام نوروز زاده	بررسی و مقایسه کارایی روش های مورد استفاده در تخمین ارزش در معرض ریسک

سال تحقیق	محقق/محققین	روشها و نتایج
۱۳۸۸ش	باقر صمدی	تلاطم بازدهی در بازار سهام تهران را برآورد کرده و آن را با ارزش در معرض ریسک که با خانواده FIGARCH مدل سازی شده باشد، مقایسه کرده است.

۲- روش شناسی پژوهش

در این تحقیق از روش بیشتر از مقدار آستانه (POT) برای مدل سازی دنباله تابع توزیع استفاده شده است. به همین ترتیب از بین برآورد کننده ها (هیل، پیکند، روش شبیه سازی و ...) برآورد کننده هیل، برای تخمین پارامترها انتخاب شده است. با استفاده از این روش هابه بررسی دنباله پهن بودن تابع توزیع پرداخته شده و در نهایت مدل سازی ارزش در معرض ریسک با این روش با ارزش در معرض ریسک با فرض توزیع نرمال مورد مقایسه قرار گرفته شده است.

جامعه آماری این تحقیق بازده شاخص بازده نقدی و قیمت تهران و بازده شاخص های صنایع بورس اوراق بهادار تهران در بین سال های ۱۳۷۸ تا ۱۳۹۰ است. در این تحقیق این فاصله زمانی به دو بازه زمانی بین مرداد ۱۳۷۸ تا مرداد ۱۳۸۴ و بازه زمانی مرداد ۱۳۸۴ تا آذر ماه ۱۳۹۰ تفکیک شده و کلیه شاخص های دنباله بر روی آنها محاسبه و مقایسه شده اند. برای سهولت در بیان مطالب بازه زمانی از مردادماه ۱۳۷۸ تا مردادماه ۱۳۸۴ به عنوان "بازه زمانی اول" و بازه زمانی از مردادماه ۱۳۸۴ تا آذر ماه ۱۳۹۰ به عنوان "بازه زمانی دوم" بیان می شوند.

۴- فرضیه های پژوهش

- فرضیه ۱-** توزیع بازدهی در بورس اوراق بهادار تهران دارای دنباله پهن است.
- فرضیه ۲-** عملکرد روش های مبتنی بر تئوری مقدار حدی، در برآورد مقدار ارزش در معرض ریسک، نسبت به عملکرد مدل های با فرض توزیع نرمال بهتر است.

برآورد کننده هیل از اعمال روش حداکثر راست نمایی (MLE) بر روی رویکرد بیشتر از مقدار آستانه استخراج می شود که فرمول نهایی برآورد کننده به صورت زیر است:

$$\xi = \frac{1}{N_u} \sum_{i=1}^{N_u} \ln \left(\frac{y_i}{u} \right)$$

که در آن N_u تعداد مشاهدات فراتر از مقدار آستانه، y_i از تقسیم هر کدام از مقادیر واقع شده در دنباله تابع توزیع بر مقدار مشاهده آستانه، و u مقدار آستانه می‌باشد. مقدار سرانگشتی که برای مقدار آستانه در منابع مختلف بیان شده مقدار ۵٪ انتهای داده‌هاست مثلاً از ۱۰۰۰ داده مقدار داده آستانه داده ۵۰ ام می‌باشد. در تحقیق حاضر هرچند در ابتدا برای مقادیر ۵٪، ۴٪ و ۲٫۵٪ پارامترها برآورد شده‌اند ولی در مقایسه نتایج EVT با دیگر روش‌ها بر مبنای ۵٪ عمل شده‌است. برای محاسبه صدک از برآورد کننده هیل به صورت زیر می‌باشد:

$$F_{1-\alpha}^{-1} = u[\alpha/(N_u/n)]^{-\xi}$$

ارزش در معرض ریسک (VaR) حداکثر زیان مورد انتظار روی پرتفو در طول افق زمانی معین، در شرایط عادی بازار و در سطح اطمینان معین است. برای مثال وقتی $T=5$ و $\alpha=97$ و VaR_{t+1} درصد سوم از توزیع تغییرات در ارزش پرتفو در طول ۵ روز است. روش‌های مختلفی برای محاسبه ارزش در معرض ریسک وجود دارد که متداول‌ترین روش، روشی است که ریسک متریک برای محاسبه ارزش در معرض ریسک استفاده می‌کند. عیب این روش این است که از فرض توزیع نرمال برای محاسبه و مدل‌سازی ارزش در معرض ریسک استفاده می‌کند به همین دلیل این روش دنباله پهن بودن تابع توزیع را لحاظ نمی‌کند. این تحقیق بین ارزش در معرض ریسک با استفاده از تئوری مقدار حدی و ارزش در معرض ریسک با فرض توزیع نرمال، مقایسه انجام می‌دهد. برای محاسبه VaR، مقدار صدک محاسبه شده را در مقدار واریانس شرطی ضرب می‌کنیم. برای روش تئوری مقدار حدی فرمول محاسبه ارزش در معرض ریسک برای سطح اطمینان α به صورت زیر است:

$$\text{VaR}_{t+1}^\alpha = \sigma_{t+1} F_{1-\alpha}^{-1} = \sigma_{t+1} u[\alpha/(N_u/n)]^{-\xi}$$

که در آن σ_{t+1} مقدار انحراف معیار شرطی می‌باشد. برای محاسبه ارزش در معرض ریسک با فرض توزیع نرمال کافی است مقدار انحراف معیار را در صدک آن سطح اطمینان ضرب کنیم.

$$\text{VaR}_{t+1} = Z_\alpha \times \sigma_{t+1}$$

Z_α : مقدار صدک توزیع نرمال در سطح اطمینان $1 - \alpha$

۵- یافته‌های پژوهش

مقدار پارامترهای توزیع مقدار حدی بر اساس برآورد کننده هیل انجام گرفته است. در این برآورد با توجه به درصدی از داده‌ها که بر اساس آن مقدار آستانه تعیین شده، پارامترها تخمین زده شده‌اند. خلاصه این نتایج در جدول ۱ آمده‌است.

جدول ۱- برآورد نقطه‌ای مقدار پارامتر دنباله برای دو شاخص در دو بازه زمانی مختلف

شاخص صنایع		شاخص قیمت و بازده نقدی		برآوردها	صدک مقدار آستانه
بازه زمانی ۲	بازه زمانی ۱	بازه زمانی ۲	بازه زمانی ۱		
-۱/۵۸۶۸۳	-۱/۷۲۳۶۸	-۱/۶۰۹۷۲	-۱/۷۹۴۴۰	مقدار آستانه	٪۵
۷۴	۷۲	۷۴	۷۲	تعداد مشاهدات در آستانه	
۰/۳۶۲۳۶	۰/۲۳۵۸۵	۰/۳۱۷۷۴	۰/۲۴۲۳۶	تخمین پارامتر دنباله	
-۱/۹۳۲۸۰	-۱/۸۶۴۱۰	-۱/۸۴۶۲۷	-۱/۸۹۱۸۷	مقدار آستانه	٪۴
۵۹	۵۸	۵۹	۵۸	تعداد مشاهدات در آستانه	
۰/۲۴۰۸۲	۰/۲۰۴۷۲	۰/۲۴۳۷۶	۰/۲۴۳۲۳	تخمین پارامتر دنباله	
-۲/۱۵۳۹۴	-۲/۰۸۲۹۹	-۲/۰۵۸۶۳	-۲/۱۳۳۳۴	مقدار آستانه	٪۲/۵
۳۷	۳۶	۳۷	۳۶	تعداد مشاهدات در آستانه	
۰/۲۰۱۰۹	۰/۱۹۴۱۵	۰/۲۴۸۵۲	۰/۲۳۶۱۹	تخمین پارامتر دنباله	

همانطور که ملاحظه می‌شود مقدار تخمین نقطه‌ای پارامتر شکل دنباله برای دو شاخص و برای دو بازه زمانی در تمام مقادیر صدک آستانه، مثبت می‌باشد. علاوه بر این مقدار پارامتر شکل دنباله در بازه زمانی دوم بیشتر از بازه زمانی اول است. همانطور که پیشتر توضیح داده شد در توزیع‌های با دنباله پهن، شاخص دنباله مثبت است. تابع توزیع در چنین مواردی به تابع توزیع فرچتمایل دارد. نتایج این جدول نشان‌دهنده دنباله پهن بودن تابع توزیع در بورس اوراق بهادار تهران می‌باشد. در واقع نتایج خلاصه شده این جدول به فرضیه این تحقیق که تابع توزیع شاخص بورس اوراق بهادار تهران دارای دنباله پهن است جواب مثبت می‌دهد.

نتایج محاسبه VaR با استفاده از EVT برای بازه شاخص قیمت و بازه نقدی با افق زمانی ۱۰۰ روزه و ۵۰ روزه در جدول ۲ و جدول ۳ خلاصه شده است.

جدول ۲- نتایج اعتبار سنجی محاسبه VaR با استفاده از EVT برای بازه شاخص قیمت و بازه نقدی با افق زمانی ۱۰۰ روزه

شاخص قیمت و بازه نقدی ۱۰۰ روزه						
بازه زمانی ۲			بازه زمانی ۱			
٪۹۹	٪۹۷/۵	٪۹۵	٪۹۹	٪۹۷/۵	٪۹۵	سطح اطمینان مورد بررسی
۱۹	۴۵	۸۳	۱۴	۲۷	۵۷	تعداد استثناعات
۱۴۷۲	۱۴۷۲	۱۴۷۲	۱۴۴۵	۱۴۴۵	۱۴۴۵	تعداد کل مشاهدات
۰/۰۱۲۹	۰/۰۳۰۶	۰/۰۵۶۴	۰/۰۰۹۷	۰/۰۱۸۷	۰/۰۳۹۴	نسبت تعداد استثناعات به کل مشاهدات
٪۱	٪۲/۵	٪۵	٪۱	٪۲/۵	٪۵	نسبت تعداد استثناعات مورد انتظار

شاخص قیمت و بازده نقدی ۱۰۰ روزه						
بازه زمانی ۲			بازه زمانی ۱			
۰/۰۱۶۷	۰/۰۳۴۲	۰/۰۶۱۲	۰/۰۱۶۷	۰/۰۳۴۲	۰/۰۶۱۲	حد بالای کوپیک
۰/۰۰۳۳	۰/۰۱۵۸	۰/۰۳۸۸	۰/۰۰۳۳	۰/۰۱۵۸	۰/۰۳۸۸	حد پایین کوپیک
۰/۰۹۸۸۳	۱/۲۴۱۵	۱/۰۶۲۲	-۰/۱۲۰۹	-۱/۷۷۲۷	-۲/۰۶۱۰	آماره آزمون
۲/۳۲۶۳	۱/۹۶۰۰	۱/۶۴۴۹	۲/۳۲۶۳	۱/۹۶۰۰	۱/۶۴۴۹	مقدار بحرانی آماره
مناسب	مناسب	مناسب	مناسب	مناسب	مناسب	خلاصه نتایج (عملکرد)

جدول ۳- نتایج اعتبار سنجی محاسبه VaR با استفاده از EVT برای بازده شاخص قیمت و بازده نقدی با افق

زمانی ۵۰ روزه

شاخص قیمت و بازده نقدی ۵۰ روزه						
بازه زمانی ۲			بازه زمانی ۱			
٪۹۹	٪۹۷/۵	٪۹۵	٪۹۹	٪۹۷/۵	٪۹۵	سطح اطمینان مورد بررسی
۴۹	۱۳۶	۱۴۸	۳۵	۳۷	۴۰	تعداد استثناعات
۱۴۷۲	۱۴۷۲	۱۴۷۲	۱۴۴۵	۱۴۴۵	۱۴۴۵	تعداد کل مشاهدات
۰/۰۳۳۳	۰/۰۹۲۴	۰/۱۰۰۵	۰/۰۲۴۲	۰/۰۲۵۶	۰/۰۲۷۷	نسبت تعداد استثناعات به کل مشاهدات
٪۱	٪۲/۵	٪۵	٪۱	٪۲/۵	٪۵	نسبت تعداد استثناعات مورد انتظار
۰/۰۱۶۷	۰/۰۳۴۲	۰/۰۶۱۲	۰/۰۱۶۷	۰/۰۳۴۲	۰/۰۶۱۲	حد بالای کوپیک
۰/۰۰۳۳	۰/۰۱۵۸	۰/۰۳۸۸	۰/۰۰۳۳	۰/۰۱۵۸	۰/۰۳۸۸	حد پایین کوپیک
۴/۹۸۰۷	۸/۹۲۸۸	۶/۴۴۸۴	۳/۵۱۶۴	۰/۱۴۵۷	-۵/۱۷۱۲	آماره آزمون
۲/۳۲۶۳	۱/۹۶۰۰	۱/۶۴۴۹	۲/۳۲۶۳	۱/۹۶۰۰	۱/۶۴۴۹	مقدار بحرانی آماره
دست پایین	دست پایین	دست پایین	دست پایین	مناسب	دست بالا	خلاصه نتایج (عملکرد)

نتایج خلاصه شده در جدول‌های فوق نشان می‌دهد که درصد (نسبت) استثناعات در افق زمانی ۱۰۰ روزه برای دو بازه زمانی مختلف و برای تمامی سطوح اطمینان در فاصله حد پایین و بالای کوپیک قرار می‌گیرد و به همین لحاظ عملکرد مدل با استفاده از آماره کوپیک مناسب بنظر می‌رسد. همانگونه که مشاهده می‌شود درصد استثناعات در بازه زمانی دوم با وجود اینکه از مقادیر مورد انتظار بیشتر است ولی این اختلاف بر اساس آماره کوپیک و آماره آزمون نرمال معنادار نمی‌باشد. در حالی که برای افق زمانی ۵۰ روزه درصد (نسبت) استثناعات برای دو بازه زمانی مختلف و برای تمامی سطوح اطمینان در فاصله حد پایین و بالای کوپیک قرار نمی‌گیرد و به همین لحاظ عملکرد مدل با استفاده از آماره کوپیک برای این افق زمانی مناسب بنظر نمی‌رسد. به منظور بررسی درصد استثناعات نتیجه می‌گیریم که در سطح اطمینان ٪۹۵ در بازه زمانی اول درصد

استثناعات از درصد استثناعات مورد انتظار اندکی کمتر است. پس می توان نتیجه گرفت مدل مقدار VaR را در بازه زمانی اول و در سطح اطمینان ۹۵٪ دست بالا برآورد کرده است. همچنین این مدل در کلیه سطوح اطمینان برای شاخص قیمت و بازه نقدی در بازه زمانی دوم مقدار VaR را دست پایین (کمتر از حد) برآورد کرده است. از یافته های جدول فوق می توان استنباط نمود که مدل برای افق زمانی ۵۰ روزه عملکرد مناسبی ندارد. نتایج محاسبه VaR با استفاده از EVT برای بازه شاخص صنایع با افق زمانی ۱۰۰ روزه ۵۰ روزه در جدول ۴ و جدول ۵ خلاصه شده است.

جدول ۴- نتایج اعتبار سنجی محاسبه VaR با استفاده از EVT برای بازه شاخص صنایع با افق زمانی ۱۰۰ روزه

شاخص صنایع ۱۰۰ روزه						
بازه زمانی ۲			بازه زمانی ۱			
٪۹۹	٪۹۷/۵	٪۹۵	٪۹۹	٪۹۷/۵	٪۹۵	سطح اطمینان مورد بررسی
۲۱	۴۲	۸۲	۱۸	۴۸	۵۹	تعداد استثناعات
۱۴۷۲	۱۴۷۲	۱۴۷۲	۱۴۴۵	۱۴۴۵	۱۴۴۵	تعداد کل مشاهدات
۰/۰۱۴۳	۰/۰۲۸۵	۰/۰۵۵۷	۰/۰۱۲۵	۰/۰۳۳۲	۰/۰۴۰۸	نسبت تعداد استثناعات به کل مشاهدات
٪۱	٪۲/۵	٪۵	٪۱	٪۲/۵	٪۵	نسبت تعداد استثناعات مورد انتظار
۰/۰۱۶۷	۰/۰۳۴۲	۰/۰۶۱۲	۰/۰۱۶۷	۰/۰۳۴۲	۰/۰۶۱۲	حد بالای کوپیک
۰/۰۰۳۳	۰/۰۱۵۸	۰/۰۳۸۸	۰/۰۰۳۳	۰/۰۱۵۸	۰/۰۳۸۸	حد پایین کوپیک
۱/۳۸۰۳	۰/۸۱۴۱	۰/۹۵۴۶	۰/۸۴۲۰	۱/۷۴۳۲	-۱/۷۶۱۳	آماره آزمون
۲/۳۲۶۳	۱/۹۶۰۰	۱/۶۴۴۹	۲/۳۲۶۳	۱/۹۶۰۰	۱/۶۴۴۹	مقدار بحرانی آماره
مناسب	مناسب	مناسب	مناسب	مناسب	مناسب	خلاصه نتایج (عملکرد)

جدول ۵- نتایج اعتبار سنجی محاسبه VaR با استفاده از EVT برای بازه شاخص صنایع با افق زمانی ۵۰ روزه

شاخص صنایع ۵۰ روزه						
بازه زمانی ۲			بازه زمانی ۱			
٪۹۹	٪۹۷/۵	٪۹۵	٪۹۹	٪۹۷/۵	٪۹۵	سطح اطمینان مورد بررسی
۴۳	۱۱۵	۱۷۳	۵۰	۵۵	۶۳	تعداد استثناعات
۱۴۷۲	۱۴۷۲	۱۴۷۲	۱۴۴۵	۱۴۴۵	۱۴۴۵	تعداد کل مشاهدات
۰/۰۲۹۲	۰/۰۷۸۱	۰/۱۱۷۵	۰/۰۳۴۶	۰/۰۳۸۱	۰/۰۴۳۶۰	نسبت تعداد استثناعات به کل مشاهدات
٪۱	٪۲/۵	٪۵	٪۱	٪۲/۵	٪۵	نسبت تعداد استثناعات مورد انتظار
۰۱۶۷	۰/۰۳۴۲	۰/۰۶۱۲	۰/۰۱۶۷	۰/۰۳۴۲	۰/۰۶۱۲	حد بالای کوپیک
۰/۰۰۳۳	۰/۰۱۵۸	۰/۰۳۸۸	۰/۰۰۳۳	۰/۰۱۵۸	۰/۰۳۸۸	حد پایین کوپیک

شاخص صنایع ۵۰روزه						
بازه زمانی ۲			بازه زمانی ۱			
۴/۳۷۷۱	۷/۵۹۴۹	۸/۰۴۴۸	۵/۱۱۶۸	۲/۵۹۵۰	-۱/۱۹۱۷	آماره آزمون
۲/۳۲۶۳	۱/۹۶۰۰	۱/۶۴۴۹	۲/۳۲۶۳	۱/۹۶۰۰	۱/۶۴۴۹	مقدار بحرانی آماره
دست پایین		دست پایین	دست پایین	دست پایین	مناسب	خلاصه نتایج (عملکرد)

نتایج خلاصه شده در جدول فوق نشان می‌دهد که در افق زمانی ۱۰۰ روزه درصد (نسبت) استثناعات برای دو بازه زمانی مختلف و برای تمامی سطوح اطمینان در فاصله حد پایین و بالای کوپیک قرار می‌گیرد و به همین لحاظ عملکرد مدل با استفاده از آماره کوپیک مناسب بنظر می‌رسد. همانگونه که مشاهده می‌شود درصد استثناعات در بازه زمانی دوم با وجود اینکه از مقادیر مورد انتظار بیشتر است ولی این اختلاف بر اساس آماره کوپیک و آماره آزمون نرمال معنادار نمی‌باشد. در حالی که برای افق زمانی ۵۰ روزه درصد (نسبت) استثناعات برای دو بازه زمانی مختلف و برای بیشتر سطوح اطمینان در فاصله حد پایین و بالای کوپیک قرار نمی‌گیرد و به همین لحاظ عملکرد مدل با استفاده از آماره کوپیک برای این افق زمانی مناسب بنظر نمی‌رسد. به منظور بررسی درصد استثناعات نتیجه می‌گیریم که درصد استثناعات در سطح اطمینان ۹۵٪ در بازه زمانی اول در فاصله حد پایین و بالای کوپیک قرار می‌گیرد و به همین لحاظ است که مدل مقدار VaR را مناسب محاسبه کرده است ولی برای سطوح اطمینان دیگر این مدل مقدار VaR را کمتر از حد (دست پایین) برآورد کرده است. از یافته‌های جدول فوق می‌توان استنباط نمود که مدل برای افق زمانی ۵۰ روزه عملکرد مناسبی ندارد.

برای مقایسه مدل‌های محاسبه ارزش در معرض ریسک با یکدیگر از آماره لوپز استفاده شده است که خلاصه نتایج برای افق زمانی ۱۰۰ روزه در سطوح اطمینان مختلف به شرح زیر می‌باشد. با استفاده از این معیار عملکرد، روشی که مقدار آماره آن کمتر باشد، از لحاظ برتری، در اولویت است.

جدول ۶- رتبه بندی مدل‌ها در مدل‌سازی VaR برای شاخص قیمت و بازه نقدی در سطح اطمینان ۹۵٪

شاخص قیمت و بازه نقدی در سطح اطمینان ۹۵٪				
بازه زمانی ۲		بازه زمانی ۱		
توزیع نرمال	EVT	توزیع نرمال	EVT	نوع روش
۸۹	۷۰	۷۵	۵۷	تعداد استثناعات
۱۴۷۲	۱۴۷۲	۱۴۴۵	۱۴۴۵	تعداد کل مشاهدات
۰/۱۱۳۸۳	۰/۰۹۰۶۰	۰/۰۹۸۴۳	۰/۰۷۶۰۰	مقدار آماره لوپز
۲	۱	۲	۱	رتبه بندی

جدول ۷- رتبه بندی مدل‌ها در مدل‌سازی VaR برای شاخص قیمت و بازده نقدی در سطح اطمینان ۹۷/۵٪

شاخص قیمت و بازده نقدی در سطح اطمینان ۹۷/۵٪				
بازه زمانی ۲		بازه زمانی ۱		نوع روش
توزیع نرمال	EVT	توزیع نرمال	EVT	
۳۷	۲۶	۴۵	۲۷	تعداد استثناعات
۱۴۴۵	۱۴۴۵	۱۴۴۵	۱۴۴۵	تعداد کل مشاهدات
۰/۰۴۹۰۱	۰/۰۳۴۸۱	۰/۰۶۰۴۲	۰/۰۳۶۷۵	مقدار آماره لویز
۲	۱	۲	۱	رتبه بندی

جدول ۸- رتبه بندی مدل‌ها در مدل‌سازی VaR برای شاخص قیمت و بازده نقدی در سطح اطمینان ۹۹٪

شاخص قیمت و بازده نقدی در سطح اطمینان ۹۹٪				
بازه زمانی ۲		بازه زمانی ۱		نوع روش
توزیع نرمال	EVT	توزیع نرمال	EVT	
۲۶	۲۴	۲۰	۱۴	تعداد استثناعات
۱۴۷۲	۱۴۷۲	۱۴۴۵	۱۴۴۵	تعداد کل مشاهدات
۰/۰۳۴۶۲	۰/۰۳۱۹۶	۰/۰۲۷۱۳	۰/۰۱۸۹۹	مقدار آماره لویز
۲	۱	۲	۱	رتبه بندی

جدول ۹- رتبه بندی مدل‌ها در مدل‌سازی VaR برای شاخص صنایع در سطح اطمینان ۹۵٪

شاخص صنایع در سطح اطمینان ۹۵٪				
بازه زمانی ۲		بازه زمانی ۱		نوع روش
توزیع نرمال	EVT	توزیع نرمال	EVT	
۷۹	۷۱	۶۰	۵۹	تعداد استثناعات
۱۴۷۲	۱۴۷۲	۱۴۴۵	۱۴۴۵	تعداد کل مشاهدات
۰/۱۰۱۶	۰/۰۹۱۸۲	۰/۰۷۹۷۴	۰/۰۷۸۴۹	مقدار آماره لویز
۲	۱	۲	۱	رتبه بندی

جدول ۱۰- رتبه بندی مدل‌ها در مدل‌سازی VaR برای شاخص صنایع در سطح اطمینان ۹۷/۵٪

شاخص صنایع در سطح اطمینان ۹۷/۵٪				
بازه زمانی ۲		بازه زمانی ۱		نوع روش
توزیع نرمال	EVT	توزیع نرمال	EVT	
۴۲	۳۶	۵۲	۴۸	تعداد استثناعات
۱۴۷۲	۱۴۷۲	۱۴۴۵	۱۴۴۵	تعداد کل مشاهدات
۰/۰۵۵۴۶	۰/۰۴۷۷۲	۰/۰۶۹۶۲	۰/۰۶۴۳۶	مقدار آماره لویز
۲	۱	۲	۱	رتبه بندی

جدول ۱۰- رتبه بندی مدل‌ها در مدل‌سازی VaR برای شاخص صنایع در سطح اطمینان ۹۹٪

شاخص صنایع در سطح اطمینان ۹۹٪				نوع روش
بازه زمانی ۲		بازه زمانی ۱		
توزیع نرمال	EVT	توزیع نرمال	EVT	
۳۶	۳۶	۲۹	۱۸	تعداد استثناعات
۱۴۷۲	۱۴۷۲	۱۴۴۵	۱۴۴۵	تعداد کل مشاهدات
۰/۰۴۸۱۳	۰/۰۴۸۱۳	۰/۰۳۹۵۴	۰/۰۲۴۶۲	مقدار آماره لوپز
۱	۱	۲	۱	رتبه بندی

نتایج جدول‌های فوق نشان می‌دهد که عملکرد مدل EVT از عملکرد مدل با فرض توزیع نرمال برای هر دو شاخص قیمت و بازده نقدی و شاخص صنایع بهتر است (آماره لوپز برای EVT کوچکتر از توزیع نرمال است).

۶- نتیجه‌گیری و بحث

معیارهای اولیه بازده شاخص‌های بورس اوراق بهادار تهران (شاخص قیمت و بازده نقدی و شاخص صنایع) برای دو بازه زمانی عدم تقارن و وجود دنباله پهن را مورد تایید قرار می‌دهند، از جمله این معیارها چولگی و کشیدگی و آماره Jarque-Bera هستند که همگی فرض توزیع نرمال بودن را رد می‌کنند. به دنبال بررسی دقیق‌تر وجود دنباله پهن از تئوری مقدار حدی با رویکرد مقادیر فراتر از آستانه استفاده گردید. نتایج تخمین پارامتر شکل تابع توزیع در سطوح اطمینان مختلف به صورت برآورد وجود دنباله پهن را برای دو شاخص مذکور در دو بازه زمانی مورد مطالعه تایید می‌نماید و فرضیه تحقیق که دنباله پهن بودن بورس است، تایید می‌شود.

پس از بررسی دنباله پهن بودن بورس، به دنبال بررسی تاثیر آن بر ارزش در معرض ریسک، ارزش در معرض ریسک به این روش را با ارزش در معرض ریسک با استفاده از مدل با فرض توزیع نرمال در سطوح اطمینان (۹۵٪، ۹۷٪، ۹۹٪) و برای افق زمانی ۱۰۰ روزه و ۵۰ روزه مقایسه شده است. پس آزمون و آماره کوپیک نشان داد که روش EVT عملکرد مناسبی برای محاسبه VaR برای افق زمانی ۱۰۰ روزه نسبت به افق زمانی ۵۰ روزه دارد. نتایج عملکرد مدل EVT و استفاده از مدل با فرض توزیع نرمال برای محاسبه VaR با یکدیگر مقایسه شدند و برای این منظور از آماره لوپز به عنوان معیار مقایسه استفاده شد. آماره لوپز نشان می‌دهد در تمام سطوح اطمینان عملکرد مدل EVT از مدل دیگر بهتر است. علت این برتری این است که مدل EVT به دنباله تابع توزیع بیشتر توجه می‌کند، در حالی که توزیع نرمال کل تابع توزیع را در نظر می‌گیرند در حالی که در

تابع توزیع بازده بورس اوراق بهادار تهران دنباله پهن وجود دارد و به همین دلیل توزیع‌های مرسوم آماری از مدل‌سازی ریسک بازار ناتوان هستند. در انتها به سرمایه‌گذاران و تحلیل‌گران بازار سرمایه پیشنهاد می‌شود که با توجه به عملکرد بهتر مدل‌های مبتنی بر تئوری مقدار حدی نسبت به مدل‌های مبتنی بر توزیع نرمال در بورس اوراق بهادار تهران، از این مدل در تحلیل‌ها و سرمایه‌گذاری‌هایشان استفاده نمایند.

فهرست منابع

- ۱) اقبال‌نیا، محمد، (۱۳۸۴)، "طراحی مدلی برای مدیریت ریسک سرمایه‌گذاری در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از مفهوم ارزش در معرض ریسک"، پایان‌نامه، دانشکده مدیریت و حسابداری دانشگاه شهید بهشتی
- ۲) صمدی، باقر، (۱۳۸۸)، "برآورد و پیش‌بینی تلاطم بازدهی در بازار سهام تهران و مقایسه دقت روشها در تخمین ارزش در معرض ریسک: کاربرد مدل‌های خانواده FIGARCH"، مجله تحقیقات اقتصادی ۸۶، صفحات ۲۳۵-۱۹۳.
- ۳) نوروززاده، پیام، (۱۳۸۵)، "کارآیی روشهای اندازه‌گیری دارایی در ریسک در بورس تهران"، بنیاد توسعه فردا، تهران دانشگاه صنعتی امیرکبیر.
- 4) Balkema, A. de Haan, L. (1974). "Residual life time at great age. Annals of Probability", 2, 792-804.
- 5) Brooks, C. Clare, A.D. Dalle Molle, J.W. Persaud, G. (2005). "A comparison of extreme value theory approaches for determining value at risk". Journal of Empirical Finance 12, 339-352
- 6) Cotter, J. Dowd, K. (2007). "The tail risks of FX return distributions: A comparison of the returns associated with limit orders and market orders" Finance Research Letters 4, 146-154
- 7) Embrechts, P. Kluppelberg, C. Mikosh, T. (1997). "Modeling extremal events". Berlin-Heidelberg: Springer
- 8) Engle, R. F. (1982). "Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of United Kingdom". Econometrical, 50, 987-1007
- 9) Fisher, R. Tippett, L. (1928). "Limiting forms of the frequency distribution of the largest or smallest member of a sample". Proceedings of the Cambridge Philosophical Society, 24, 180-19
- 10) Gnedenko, B. (1943). Sur la distribution limite du terme maximum d'une series aleatoire. Annals of Mathematics, 44, 423-453
- 11) Gumbel, E. (1958). "Statistics of extremes". New York: Columbia University Press.
- 12) John C. Hull. (2008) "options futures and the other derivatives, seventh edition". New delhi-110001

- 13) Kittiakarasakun, J. Tse, Y. (2011). "Modeling the fat tails in Asian stock markets". *International Review of Economics and Finance* 20, 430–440
- 14) McNeil, A. (1997). "Estimating the tails of loss severity distributions using extreme value theory". *ASTIN Bulletin* 27, 117–137
- 15) McNeil, A. J. (1998). "Calculating quantile risk measures for financial return series using extreme value theory". Preprint, Department Mathematic, ETH Zentrum, Zurich
- 16) McNeil, A.J. (1999). "Extreme Value Theory for Risk Managers". Department Mathematic, CH-8092 Zürich
- 17) McNeil, A.J. Frey, R. (2000). "Estimation of tail-related risk measures for heteroscedastic financial time series: An extreme value approach". *Journal of Empirical Finance*, 7, 271–300
- 18) Pickands, J. (1975). "Statistical inference using extreme order statistics". *The Annals of Statistics*, 3, 119–131
- 19) Poon, S.H. Taylor, S. J. (1992). "Stock returns and volatility: An empirical study of the UK stock market". *Journal of Banking and Finance*, 16, 37–59
- 20) Gençay, R. Selçuk F. (2004). "Extreme value theory and Value-at-Risk: Relative performance in emerging markets". *International Journal of Forecasting* 20, 287–303
- 21) Reiss, R. Thomas, M. (1997). "Statistical analysis of extreme values". Basel: Birkhäuser.
- 22) Marimoutou, V. Raggad, B. Trabelsi, A. (2009). "Extreme Value Theory and Value at Risk: Application to oil market". *Energy Economics* 31, 519–530

یادداشت‌ها

1. Stock market
2. risk
3. Trade off
4. participate
5. Low-probability events
6. Extreme Value
7. Fat tail
8. Low-probability
9. High-impact
10. Block Maxima or Minima Methods
11. Peaks Over Threshold (POT) methods
12. Generalized Extreme Value Theory (GEV Theory)
13. Location Parameters
14. Scale Parameters
15. Jenkinson
16. Shape Parameters

17. Frechet
18. Gumbel
19. Light Tails
20. Domain of Attraction
21. Weibull Distribution
22. Uniform Distribution
23. Beta Distribution
24. Peaks Over Threshold (POT) Methods
25. Generalized Extreme Value Theory(GEV Theory)
26. Generalized Pareto Distribution(GPD)
27. Fischer and Tippett
28. Gnedenko
29. Gumbel
30. Balkema and de Haan
31. Pickands
32. Threshold-based Extreme Value Methods
33. Embrechts et al.
34. Reiss and Thomas
35. Generalized Pareto Distribution
36. Lognormal
37. peaks-over-threshold
38. Heteroscedastic
39. Conditional EVT
40. leptokurtic
41. Expected Shortfall
42. Long position
43. Short position
44. Margin

14. . Scale Parameters
15. . Jenkinson
16. . Shape Parameters
17. . Frechet
18. . Gumbel
19. . Light Tails
20. . Domain of Attraction
21. . Weibull Distribution
22. . Uniform Distribution
23. . Beta Distribution
24. . Peaks Over Threshold (POT) Methods
25. . Generalized Extreme Value Theory(GEV Theory)
26. . Generalized Pareto Distribution(GPD)
27. . Fischer and Tippett
28. . Gnedenko
29. . Gumbel
30. . Balkema and de Haan
31. . Pickands
32. . Threshold-based Extreme Value Methods
33. . Embrechts et al.
34. . Reiss and Thomas
35. . Generalized Pareto Distribution
36. . Lognormal
37. . peaks-over-threshold
38. . Heteroscedastic
39. . Conditional EVT
40. . leptokurtic
41. . Expected Shortfall
42. . Long position
43. . Short position
44. . Margin