



فصلنامه علمی پژوهشی دانش سرمایه‌گذاری
سال هشتم / شماره سی و دوم / زمستان ۱۳۹۸

ارزیابی ریسک مالی مبتنی بر رویکرد ارزش فرین و داده‌های پرسامد لحظه‌ای شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران

مهردادخت مظفری

دانشجوی دکتری مدیریت مالی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، دانشکده مدیریت و اقتصاد، تهران، ایران (نویسنده مسئول)
Mehrdokhtmozaffari@yahoo.com

هاشم نیکومرام

استاد و عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، دانشکده مدیریت و اقتصاد، تهران، ایران.
nikoomaram@srbiau.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۹/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۱/۲۱

چکیده

ارزش در معرض خطر یکی از مهمترین معیارهای شناخته شده بازارهای مالی در سنجش ریسک به حساب می‌آید. تاکنون روشهای مختلفی برای اندازه‌گیری این شاخص معرفی گردیده است. روش ارزش فرین یکی از روشهای نوین محاسبه ارزش در معرض خطر است که بر دنباله‌های توزیع تمرکز دارد و بجای در نظر گرفتن کل داده‌ها و بدون نیاز به در نظر گرفتن مفروضات محدود کننده‌ای مانند فرض نرمال بودن به محاسبه این شاخص می‌پردازد. در این پژوهش بازده لگاریتمی شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران براساس اطلاعات دریافتی در مقاطع زمانی میان روز (بدلیل استفاده از داده‌های پرسامد) طی سالهای ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۵ جمع‌آوری و از رویکرد ماکزیمم بلوکها در اندازه‌گیری VaR استفاده گردید. با توجه به وجود خودهمبستگی و ناهمسانی واریانس سری زمانی داده‌ها، ابتدا با استفاده از مدل E-GARCH این مشکل مرتفع گردید. سپس شاخص VaR در سه وضعیت بلوک‌بندی براساس اطلاعات ساعتی، روزانه و ماهیانه محاسبه گردید. نتایج تحلیل داده‌ها در نرم افزار R نشان داد که استفاده از اطلاعات ماهیانه در محاسبه شاخص مزبور از دقت پیش بینی بالاتری برخوردار است.

واژه‌های کلیدی: مدیریت ریسک، ارزش در معرض خطر، نظریه ارزش فرین، مدل E-GARCH، روش ماکزیمم بلوکها.

۱- مقدمه

از معیارهای بسیار مهم در مدیریت ریسک، محاسبه ارزش در معرض خطر سبدهای مالی است. امروزه از ارزش در معرض خطر به عنوان دانش جدید مدیریت ریسک یاد می‌شود، تا آنجا که در سال‌های اخیر معیار سنجش ریسک بازار با عبارت ارزش در معرض خطر مترادف گشته است (عبده تبریزی، ۱۳۸۸). طبق تعریف جان هال (۱۹۴۹) ارزش در معرض ریسک، حداکثر زیانی است که کاهش ارزش سبد دارایی برای دوره معینی در آینده، با ضریب اطمینان مشخصی، از آن بیشتر نمی‌شود. ارزش در معرض ریسک بدترین زیان مورد انتظار را تحت شرایط عادی بازار و طی یک دوره زمانی مشخص و در سطح اطمینان معین اندازه می‌گیرد. به عبارت دیگر، p درصد اطمینان وجود دارد که طی N روز آتی، قطعاً بیشتر از مبلغ VaR ^۱ متحمل زیان نخواهیم شد. در این تعریف، ارزش در معرض خطر در بردارنده دو پارامتر N یعنی افق زمانی و p یعنی سطح اطمینان است.

مطالعات تجربی انجام گرفته موید این موضوع است که دنباله‌های تابع توزیع بازده‌های مالی، متراکم و غیرنرمال بوده و تحت چنین شرایطی، استفاده از مدل‌های سنتی برای تخمین دنباله‌ها معقول نبوده و نیازمند روشی مانند نظریه ارزش فرین (EVT)^۲ است که بتواند چنین تابع توزیعی با دنباله متراکم و غیرنرمال را مدل سازی کند. یکی از ابزارهای جدید محاسبه ارزش در معرض ریسک استفاده از نظریه ارزش فرین برای مدل‌سازی ریاضی و آماری داده‌های فرین (داده‌های بسیار بزرگ یا بسیار کوچک) است. این نظریه صرف نظر از اینکه بازده داراییهای مالی از چه توزیع احتمالی پیروی می‌کند، ارزش در معرض ریسک یک سبد مالی را محاسبه می‌کند (Fernandez, Viviana, 2003). مدل‌های سنتی مدیریت ریسک قادر نیستند وقایع دنباله ای را مدل کنند به دلیل اینکه بخش کمی از داده‌ها در دنباله قرار دارند. مدیریت ریسک مبتنی بر تئوری ارزش فرین بطور مستقیم بر روی دنباله تابع توزیع تمرکز دارند و این پتانسیل را دارند که بتوانند تخمین و پیش‌بینی بهتری از ریسک ارائه دهند. نظریه ارزش فرین از ضعف روش‌های تحلیلی مبتنی بر ضریب همبستگی می‌کاهد و همزمان دقت در خصوصیات غیرخطی و وابستگی‌های مجانبی را لحاظ می‌کند (Liu, Yifang, 2007). برای تعیین و مدل‌سازی داده (رخداد) های فرین از دو مدل ماکسیمم بلوکها (BM)^۳ و روش مقادیر فراتر از آستانه (POT)^۴ استفاده می‌شود. در مدل ماکسیمم بلوکها از رویکرد ارزش فرین تعمیم یافته (GEV)^۵ و در روش مقادیر فراتر از آستانه از رویکرد توزیع تعمیم یافته پرتو (GPD) استفاده می‌شود (Gilli, Manfred and Evis Kellezi, 2006).

هدف این مقاله به کارگیری داده‌های مالی با بسامد بالا (شاخص کل با اطلاعات درون روز) جهت داشتن داده‌هایی مستقل با توزیع مشابه است. این داده‌ها، داده‌هایی هستند که با تواتر بالا به جای اینکه فقط داده‌های روزانه قیمت پایانی در دسترس باشند، جمع‌آوری می‌شوند. تحقیقات نشان می‌دهد که داده‌های با بسامد بالا تخمین بسیار دقیقی از تلاطم را می‌توانند نشان دهند. در این مقاله مدل VaR با روش EVT-BM محاسبه می‌شود. شایان ذکر است که پژوهش حاضر اولین پژوهش داخلی است که ریسک مالی را با استفاده از روش ارزش فرین و مدل ماکزیمم بلوکها با استفاده از اطلاعات درون روز شاخص کل بورس (داده‌های پرسامد مالی) مورد بررسی قرار می‌دهد.

۲- مبانی نظری پژوهش و مروری بر پیشینه

تاکنون روشهای مختلفی برای محاسبه ارزش در معرض خطر ابلاغ شده است که در زیر به آنها اشاره می شود:

- ارزش در معرض خطر نرمال (NVaR): با توجه به قضیه حد مرکزی^۷، در نظر گرفتن فرض نرمال برای توزیع بازده دارایی ها بسیار رایج و معقول است. این توزیع همچنین به دلیل داشتن دو پارامتر مورد توجه قرار می گیرد. محاسبه ارزش در معرض خطر با استفاده از فرض نرمال برای بازده دارایی ها رابطه ساده ای به صورت زیر دارد:

$$VaR_p(x) = z_\alpha \sigma_t + \mu$$

به طوری که z_α معرف صدک α ام دنباله سمت چپ توزیع نرمال استاندارد می باشد (محمدی، ۱۳۸۷).

- روش شبیه سازی تاریخی (HS): روش شبیه سازی تاریخی روشی ناپارامتریک است که براساس اطلاعات گذشته استوار است. مبنای این روش آن است که آینده نزدیک تا اندازه زیادی شبیه گذشته نزدیک است. بنابراین می توان از اطلاعات مربوط به گذشته برای پیش بینی آینده استفاده کرد. بدیهی است که این فرض با توجه به شرایط، ممکن است معتبر و یا نامعتبر باشد. در این روش مستقیماً از داده های شبیه سازی تاریخی برای برآورد ریسک استفاده می شود و هیچ تعدیلی روی این داده ها انجام نمی شود. برای برآورد ارزش در معرض خطر کافی است که صدک آلفای بازده توزیع را استخراج کنیم. برای این کار ابتدا سری بازده را از کوچک به بزرگ مرتب می کنیم و جایگاه صدک مورد نظر را مشخص می کنیم (Marimoutou V, Raggad, B, Trabelsi, A, 2009).

- روش شبیه سازی تاریخی فیلتر شده (FHS): شبیه سازی تاریخی فیلتر شده مزایای شبیه سازی تاریخی با قدرت و انعطاف پذیری مدل های تلاطم شرطی مانند GARCH می باشد. این روش شامل برازش یک مدل GARCH به بازده ها و استفاده از شبیه سازی تاریخی برای استنباط توزیع باقیمانده ها می باشد. با استفاده از کوانتایل توزیع استاندارد شده باقیمانده ها، انحراف استاندارد و میانگین شرطی پیش بینی شده ارزش در معرض خطر محاسبه می شود (Marimoutou V, Raggad, B, Trabelsi, A, 2009).

$$VaR_{t+1,p} = \mu_{t+1} + \sigma_{t+1} \text{ Quintile} \{ X_t \}^n_{t=1}$$

مدل GARCH فرض را بر این می گیرد که بازده دارایی مالی از فرآیند زیر تبعیت می کند:

$$X_t = \varepsilon_t \quad \sigma^2_t = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon^2_{t-1} + \beta_1 \sigma^2_{t-1}$$

- ارزش فرین (EVT): تلاش برای حل مسائل ارزش فرین در نهایت به ارائه نظریه ارزش فرین منجر گردید. نظریه ارزش فرین شاخه ای از آمار کاربردی است که برای حل چنین مسائلی توسعه یافته است. این نظریه بر تمایز ارزش های فرین و نیز نظریه هایی تمرکز دارد که باید در راستای آن ارائه گردد. مفاهیم آماری

اغلب بر مبنای قضیه حد مرکزی است، تا جایی که به این قسمت از آمار، آمار گرایش مرکزی گویند، در حالی که ارزش‌های فرین بر اساس قضیه‌های ارزش فرین شکل می‌گیرد. نظریه ارزش فرین از این قضایا برای تشریح توزیع‌هایی استفاده می‌کنند که برانزنده داده‌های فرین است. این نظریه همچنین به ما در جهت چگونگی برآورد پارامترهای مربوطه یاری می‌رساند (عبده تبریزی، ۱۳۸۸).

نظریه ارزش فرین مزایایی دارد که از میان آنها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: اول اینکه توزیع داده‌ها را تنها می‌توان در جایی نزدیک به مرکز توزیع به خوبی برآورد کرد، چرا که مشاهدات زیادی در این ناحیه قرار می‌گیرد. از سوی دیگر ارزش‌های فرین نادر است و مشاهدات کمی در دنباله‌ها وجود دارد که این امر استفاده از توزیع‌های آماری شناخته شده را جهت تعیین رفتار دنباله‌ها دچار مشکل می‌نماید. بر اساس مطالعات انجام گرفته وجود دنباله‌های متراکم و مخصوصاً غیرنرمال در سری بازده‌های مالی مشهود است. تحت چنین شرایطی استفاده از رویکرد ناپارامتریک برای تخمین دنباله‌های آماری معقول تر به نظر می‌رسد. بدیهی است که در این شرایط تخمیل یک توزیع شناخته شده آماری به مشاهدات مان چندان قابلیت توجه ندارد. سوم اینکه همیشه این احتمال وجود دارد که تحركات فرین در قیمت‌داری‌ها توسط ساز و کارهایی ایجاد شوند که به لحاظ ساختاری از عملکرد معمول بازار متفاوت باشد؛ مثلاً یک مشاهده فرین ممکن است در اثر یک نکول بزرگ یا حباب سفته بازی ایجاد گردد. طی این دوره‌ها ممکن است مشخصات توزیعی مربوط به داده‌ها تغییر کند. این تغییرات ساختاری مستلزم جداسازی برآورد دنباله از باقی مانده توزیع است. این امر خصوصاً زمانی که مابقی توزیع چگالی نیازی نیست، مثلاً در محاسبات ارزش در معرض ریسک بسیار مفید است (Chan, N. H., S. Deng, L. Peng, and Z. Xia, 2007).

نظریه ارزش فرین با استفاده از رویکرد ماکزیمم بلوکها

اگر $X_{\min,n} = \min(X_1, X_2, \dots, X_n)$ تابع چگالی احتمال و $F(x)$ تابع توزیع تجمعی X باشد، وتوالی متغیر X را در دوره‌های $1, 2, \dots, n$ با X_1, X_2, \dots, X_n نشان دهیم: ارزش‌های فرین به عنوان حداکثرها و حداقل‌های n متغیر تصادفی تعریف می‌شود که مستقل از هم بوده و دارای توزیع‌های یکسان است.

$$X_{\max,n} = \max(X_1, X_2, \dots, X_n)$$

منظور از $X_{\max,n}$ متغیر حداکثری است که از نمونه تصادفی به اندازه n حاصل شده است و منظور از $X_{\min,n}$ متغیر حداقلی است که از نمونه تصادفی به اندازه n بدست آمده است. گامبل (Gambel, 1958) در سال ۱۹۵۸ نشان داد اگر متغیرهای x_1, x_2, \dots, x_n به لحاظ آماری مستقل از یکدیگر بوده و دارای توزیع‌های یکسانی باشند، توزیع دقیق حداکثرها را می‌توان به عنوان تابعی از توزیع مادر یعنی $F(x)$ و طول دوره انتخابی یعنی n بازگو نمود:

$$H_{\max,n}(x) = [F(x)]^n$$

که $H_{\max,n}(x)$ توزیع دقیق X_{\max} است. به همین ترتیب توزیع دقیق $X_{\min,n}$ از رابطه زیر به دست می آید:
 $H_{\min,n}(x) = 1 - [1 - F(x)]^n$

در عمل توزیع دقیق متغیر مادر ناشناخته است و اگر این توزیع ناشناخته باشد، توزیع دقیق مقادیر فرین نیز مشخص نخواهد بود. به همین دلیل رفتار تقریبی متغیر حداکثر $H_{\max,n}(x)$ و متغیر حداقل $X_{\min,n}$ مورد مطالعه قرار می گیرد. براساس قضیه فیشر و تیپت (Fisher, R., Tippett, L., 1928)، با بزرگ شدن n ، توزیع مقادیر فرین یعنی $H_{\max,n}$ نزدیک به توزیع ارزش فرین تعمیم یافته (GEV) می شود:

$$H_{\xi, \mu, \sigma}(x_{\max}) = \begin{cases} \text{if } \xi_{\max} \neq 0 \\ \exp \left\{ - \left[1 + \xi_{\max} \left(\frac{x_{\max} - \mu_{\max}}{\sigma_{\max}} \right)^{-1/\xi_{\max}} \right] \right\} \\ \text{if } \xi_{\max} = 0 \\ \exp \left\{ - \exp \left[- \left(\frac{x_{\max} - \mu_{\max}}{\sigma_{\max}} \right) \right] \right\} \end{cases}$$

بدیهی است، که حد رابطه اول زمانی که ξ به سمت صفر میل می کند برابر است با رابطه دوم. بر این اساس، جنکینسون پیشنهاد کرد که توزیع تعمیم یافته ارزش فرین تنها با رابطه زیر نمایش داده شود:

$$H_{\xi, \mu, \sigma}(x_{\max}) = \exp \left\{ - \left[1 + \xi_{\max} \left(\frac{x_{\max} - \mu_{\max}}{\sigma_{\max}} \right)^{-1/\xi_{\max}} \right] \right\}$$

که $H_{\xi, \mu, \sigma}(x_{\max})$ تابع توزیع تجمعی متغیر حداکثر است. برای به دست آوردن احتمال تجمعی متغیر حداکثر، باید محدودیت زیر نیز برآورد گردد:

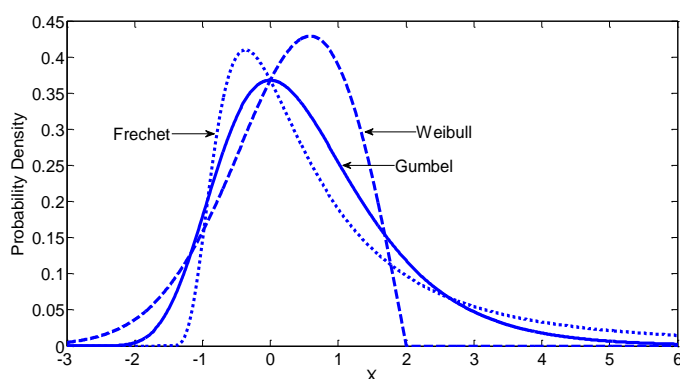
$$-1/C_{\max} \geq 0 \quad 1 + C_{\max} \left(\frac{x_{\max} - \mu_{\max}}{\sigma_{\max}} \right)$$

این توزیع سه پارامتر دارد: دو پارامتر اول μ_{\max} و σ_{\max} است. پارامتر موقعیت توزیع است و سنجه گرایش مرکزی X_{\max} می باشد. پارامتر معیار توزیع بوده و پراکندگی X_{\max} است. این پارامترها با پارامترهای آشنای میانگین و انحراف معیار در ارتباط هستند اما در عین حال با آن ها متفاوتند. پارامتر سوم C_{\max} است که شاخص دنباله بوده و بر شکل یا تراکم دنباله توزیع دلالت دارد. توزیع مقادیر فرین دارای سه حالت خاص است:

اگر $C_{max} > 0$ توزیع تعمیم‌یافته ارزش فرین به توزیع فرچت مبدل می‌شود. این توزیع زمانی استفاده می‌شود که دنباله $F(x)$ متراکم است. توزیع‌هایی که در این طبقه جای می‌گیرند شامل توزیع لوی، توزیع t ، توزیع پرتو، کوشی و توزیع‌های مرکب است. این حالت خصوصاً برای بازده‌های مالی مفید است، چراکه عموماً دنباله‌های متراکم دارد. شاخص دنباله در اغلب بازده‌های مالی، مثبت و در عین حال کوچک‌تر از 0.35 می‌باشد.

اگر $C_{max} = 0$ توزیع تعمیم‌یافته ارزش فرین به توزیع گامبل تبدیل می‌شود و آن زمانی است که $F(x)$ دارای دنباله‌های توزیع نمایی باشد. دنباله‌های توزیع نمایی نسبتاً دنباله‌هایی سبک (کم‌تراکم) است. از جمله توزیع‌هایی که در دامنه جذب توزیع گامبل قرار می‌گیرند توزیع نرمال، نمایی، گاما و لاگ‌نرمال است که از میان آن‌ها تنها توزیع لاگ‌نرمال دارای دنباله نسبتاً متراکمی است.

اگر $C_{max} < 0$ توزیع تعمیم‌یافته ارزش فرین به توزیع ویبول بدل می‌گردد و آن حالتی است که $F(x)$ دارای دنباله‌هایی کم‌تراکم‌تر از دنباله‌های توزیع نرمال است. بدیهی است که توزیع ویبول خصوصاً برای مدل‌سازی بازده‌های مالی مناسب نیست، چراکه سری بازده مالی اغلب دنباله‌هایی به این کم‌تراکمی ندارد. از جمله توزیع‌هایی که در دامنه جذب توزیع ویبول قرار می‌گیرند، توزیع یکنواخت و بتا است. در نمودار ۱ توابع چگالی احتمال فرچت، گامبل و ویبول استاندارد شده ارائه شده است.



نمودار ۱- تابع چگالی احتمال فرچت، گامبل و ویبول استاندارد

همانطور که ملاحظه می‌گردد توابع چگالی احتمال استاندارد شده فرچت و گامبل (یعنی $\mu_{max} = 0$ و $\sigma_{max} = 1$) چوله به راست می‌باشند اما فرچت نسبت به گامبل دارای چولگی بیشتری است و به طرز قابل ملاحظه‌ای دنباله سمت راست آن طولانی‌تر است (عبده تبریزی و رادپور، ۱۳۸۸). برای تخمین سنج‌های ریسک، به برآورد پارامترهای مقادیر فرین نیاز است. این پارامترها μ_{max} ، σ_{max} و C_{max} هستند. با برآورد این پارامترها و قراردادن آنها در توزیع تعمیم‌یافته ارزش فرین می‌توان چندکهای مورد نظر را محاسبه نمود.

۲-۱- پیشینه پژوهش

مقیسه و الزویی (۲۰۰۶) (Maghyereh, A & Al-Zoubi) ارزش در معرض ریسک را با استفاده از نظریه ارزش فرین برای برخی از کشورهای خاورمیانه مانند بحرین، مصر، اردن، مراکش، عمان، عربستان سعودی و ترکیه محاسبه کرده اند. در این پژوهش آنها با مقایسه روش نظریه ارزش فرین با روش های شبیه سازی تاریخی و واریانس-کوواریانس و آرچ به این نتیجه رسیدند که توزیع بازده این کشورها دارای دم پهن است و محاسبه ارزش در معرض ریسک با استفاده از نظریه ارزش فرین در اکثر این کشورها به نتایج بهتری منجر می شود. هایی هانگ و تای هولی (۲۰۱۳) (Huiyu Huang 1 and Tae-Hwy Lee) به ارزیابی ارزش در معرض ریسک با استفاده از داده های با بسامد بالا پرداختند. در این پژوهش از داده های بازده روزانه ۵ دقیقه ای شاخص S&P 500 استفاده شد. در این روش از اطلاعات داده های پربسامد با استفاده از تلفیق داده های پیش بینی شده و داده های واقعی در مدل استفاده می شود. در این روش با استفاده از میانگین گیری داده های جمع آوری شده، نسبت به پیش بینی مقادیر لحظه ای شاخص اقدام شد. نتایج تحقیقات آنها نشان داد استفاده از داده های با بسامد بالا در شاخص S&P 500 دقت مدل را در اندازه گیری شاخص VaR و ES افزایش می دهد. سمیت پاول و کارماکر (۲۰۱۵) (Madhusudan Karmakar, Samit Paul) ارزیابی ارزش در معرض ریسک حداکثر زیان با استفاده از داده های پربسامد بازار سهام با استفاده از روش ارزش فرین تعدیل یافته، را انجام دادند. هدف از مطالعه آنان یک بررسی تطبیقی از قدرت پیش بینی مدل های مختلف در برآورد ارزش در معرض خطر و زیان مورد انتظاری با استفاده از تئوری ارزش فرین تعدیل یافته بود. بدین منظور از اطلاعات ۵ دقیقه ای سری زمانی بازده در ۶ بازار آسیا، اروپا، ایالات متحده و آمریکای لاتین و آفریقا و استرالیا استفاده شد. نتایج نشان داد که وابستگی خطی در بازده وجود دارد و سری زمانی نوسانات زیادی را نشان می دهد و همچنین الگوی پیش بینی قوی در نوسانات روزانه وجود دارد که پیشنهاد می کند از روش ARMA-GARCH-EVT برای پیش بینی VaR و ES استفاده شود.

بی و همکاران (۲۰۱۶) (Marco Bee, Debbie J. Dupuis, Luca Trapin) پژوهشی با عنوان ارزیابی مقادیر فرین با استفاده از داده های با بسامد بر روی شاخص بورس آمستردام و شاخص داو جونز انجام دادند که در آن از روش ارزش فرین شرطی استفاده کردند. در ابتدا داده های بازده در یک رویکرد دو مرحله ای به داده های با بسامد بالا طبقه بندی شده و سپس مدل EVT برای حد آستانه باقیمانده های استاندارد شده محاسبه گردید. این روش با مدل ارزش فرین شرطی مقایسه شد. قدرت و قابلیت هر دو روش برای فیلتر کردن وابستگی داده های در آستانه در دو روش VAR و ES بریا داده های روزانه و دو روزه مورد تایید قرار گرفت. مهمترین یافته این پژوهش قدرت مناسب مدل های گارچ در اندازه گیری عملکرد داده های فراتر از آستانه در مقایسه با عملکرد داده های ارزش فرین خصوصا در بازه های زمانی طولانی تر بود.

زمانی (۱۳۹۲) به محاسبه ارزش در معرض ریسک شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از رویکرد ارزش فرین و مقایسه با روشهای سنتی آن پرداخت. نتایج نشان داد که برای دم راست توزیع بازده شاخص که نسبت به دم چپ پهن تر است روش نظریه ارزش فرین در تمامی سطوح اطمینان کاراترین روش

محاسبه VaR می باشد در حالی که برای دم سمت چپ نه در تمام سطوح اطمینان بلکه در بالاترین آنها روش نظریه ارزش فرین بیشترین کارایی را دارد.

کیانی و همکاران (۱۳۹۳) به اندازه گیری ارزش در معرض ریسک سهام شرکت‌های پذیرفته شده در صنعت سیمان با استفاده از مدل GARCH پرداختند. نتایج حاصل از پژوهش آنها نشان داد که مدل GARCH عملکرد مطلوبی در تخمین ارزش در معرض ریسک سهام شرکت‌های فعال در صنعت سیمان کشور دارد و می توان بیان نمود که GARCH (1,1) با توزیع t-Student برای بیشتر شرکت‌های فوق مدل بهینه است.

سارنج و نوراحمدی (۱۳۹۶) به رتبه بندی آماری مدل‌های مختلف VaR و ES با استفاده از رویکرد مجموعه اطمینان مدل (MCS) طی دوره ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۵ برای صنعت بانکداری پرداختند. در مرحله اول برای بررسی اعتبار پیش بینی مدل‌های مختلف از روش های پس آزمایی پیشش برنولی و آزمون استقلال خطی برای VaR و آزمون مک نیل و فری برای ES استفاده گردید. در مرحله دوم توابع زیان مدل‌های معتبر باتقی مانده از مرحله اول وارد تابع MCS شده و رتبه بندی آماری صورت گرفت. تابع زیان مورد استفاده در مدل های VaR تابع زیان دو و در مدل‌های ES اولسن می باشد. نتایج تحقیق نشان داد که هر دو مدل‌های VaR و ES در سطح اطمینان ۹۹٪ رویکردهای ارزش فرین شرطی با فرض پسماندهای استاندارد شده نرمال، ارزش فرین شرطی با فرض پسماندهای استاندارد شده تی استیودنت و گارچ با پسماندهای تی استیودنت به ترتیب رتبه های اول تا سوم را دارند.

۳- روش شناسی پژوهش

روش شناسی پژوهش مبنای نتایج پژوهش از نوع کاربردی است و می‌تواند به اشخاص در مدیریت و کنترل ریسک کمک کند. این تحقیق همچنین از نظر فرآیند اجرای پژوهش از نوع کمی است. متغیر کمی این پژوهش شامل بازده روزانه لحظه ای شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران طی سالهای ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۵ است که عموماً در بازده زمانی هر ۱۰-۱۵ دقیقه یک بار استخراج و ثبت گردیده اند. با توجه به اینکه در تحقیق حاضر برای آزمون سنجی ریسک از بازده روزانه لگاریتمی شاخص کل استفاده شده است، بنابراین نمونه‌گیری انجام نشده و نمونه بر جامعه منطبق می باشد. آزمون های آماری و سپس تحلیل نتایج با استفاده از نرم افزار R صورت پذیرفته است. بمنظور تعیین داده های فرین با توجه به استفاده از رویکرد ماکزیمم بلوکها، پس از محاسبه بازده لگاریتمی داده های درون روز در فواصل زمانی استخراج شده، ماکزیمم داده ها در دوره های متوالی (روزانه، هفتگی، ماهیانه) تعیین شده و این ماکسیمم ها داده های فرین را تشکیل می‌دهند. سپس استفاده از توزیع ارزش فرین تعمیم یافته بر روی داده های فرین برازش و به این ترتیب سطح بازده تعیین می‌گردد.

۴- فرضیه های پژوهش

اهداف اصلی تحقیق را می توان ارزیابی ریسک مالی با اطلاعات پربسامد در کاربست روش EVT و محاسبه ارزش در معرض ریسک و ارزیابی بهترین بسامد در تلفیق اطلاعات درون روز با روش EVT بر روی ارتقای مدل

ارزش در معرض ریسک برشمرد. فرضیه اصلی در این پژوهش این است که غنی تر ساختن مجموعه اطلاعاتی موجود برای محاسبه ارزش در معرض ریسک از طریق افزودن اطلاعات درون روز، دقت مدل را در محاسبه ارزش در معرض ریسک افزایش می دهد.

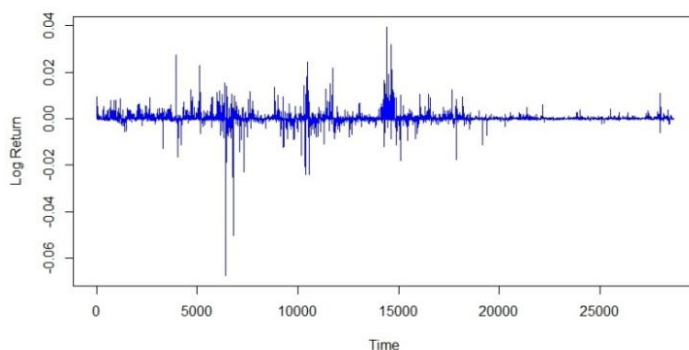
۵- یافته های پژوهش

در تحقیق حاضر پس از جمع آوری سری زمانی شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران در طی دوره مورد بررسی (TEDPIX) و محاسبه بازده لگاریتمی اطلاعات درون روز طی یک دوره ۴ ساله (از ابتدای سال ۱۳۹۲ تا انتهای سال ۱۳۹۵)، از طریق نرم افزار Eviews برخی آماره های توصیفی محاسبه شده است. در جدول ۱ آماره های توصیفی بازده لگاریتمی درون روز شاخص بازار سهام ارائه گردیده است.

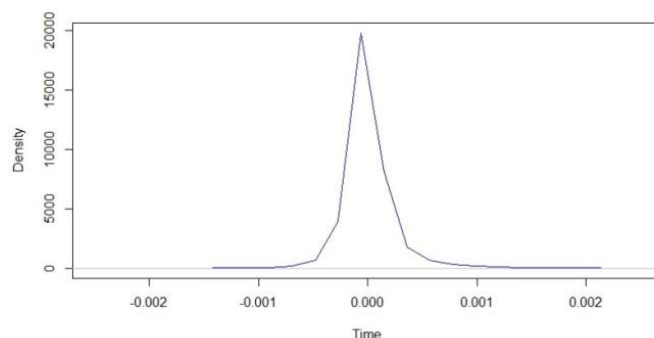
جدول ۱- آماره های توصیفی برای داده های بازده لگاریتمی (Log Return)

مقدار آماره جانک- باکس	مقدار آماره جارك-برا	ضریب کشیدگی	ضریب چولگی	حداکثر	حداقل	انحراف معیار	میانگین	تعداد مشاهدات	نام متغیر
۹۹,۳۲	۷۸۶۰۱	۸۱۱,۰۰۲۶	-۷,۱۶۲۰۴	۰,۰۳۹۴۸	-۰,۰۶۷۴۵	۰,۰۰۱۱۱	۰,۰۰۰۰۳	۲۸۶۶۸	log Return

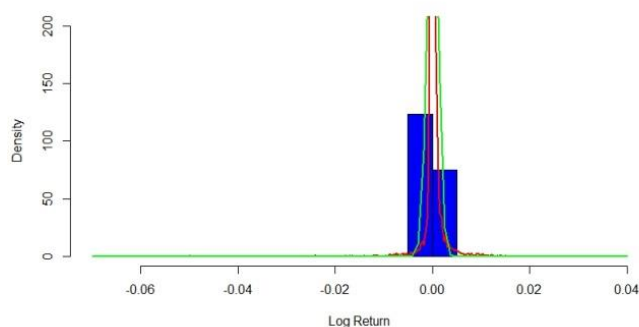
چولگی بازده لگاریتمی داده های درون روز شاخص منفی است و نشان از چولگی به سمت چپ دارد و همچنین حکایت از عدم تقارن آن نسبت به میانگین دارد.



نمودار ۲- سری زمانی بازده لگاریتمی (Log Return)



نمودار ۳- چگالی بازده لگاریتمی (Log Return)



نمودار ۳- هیستوگرام بازده لگاریتمی (Log Return) به همراه منحنی های توزیع داده ها و نرمال استاندارد

کشیدگی سری بازدهی شاخص کل بطور قابل ملاحظه ای بزرگتر از ۳ بوده و نشان می دهد این سری از توزیع بلند و کشیده با دنباله های پهن برخوردار است. آزمون جانک-باکس (LB) برای بررسی استقلال (ناهمبسته بودن) سری ها بکار می رود. آماره آزمون جانک-باکس در وقفه زمانی اول، فرض عدم وجود خودهمبستگی سری های زمانی بازده را رد می کند. با توجه به اینکه خودهمبستگی سری های بازده ممکن است بر درجه وابستگی بین آنها تاثیر بگذارد. بنابراین، ضرورت دارد برای رفع خودهمبستگی سریالی، مدل خودرگرسیون (AR) بر سری های بازده برازش شود. یکی از مهم ترین آماره هایی که نرمال بودن متغیر را می سنجد آماره جارک-برا (JB) می باشد که کشیدگی و چولگی را نسبت به توزیع نرمال می سنجد. مقدار بالای این آماره نشان از نرمال نبودن داده ها است.

برای تعیین مانایی سری زمانی بازده لگاریتمی شاخص کل از آزمون ریشه واحد استفاده می شود. مانایی در سری زمانی بدین معناست که میانگین، واریانس و خودهمبستگی داده ها در طول زمان ثابت باقی بماند و مهم

نباشد که در چه مقطعی از زمان این شاخص را محاسبه می کنیم. این شرایط تضمین می کند که رفتار یک سری زمانی مانا در هر مقطع متفاوت زمان که در نظر گرفته شود همانند باشد. یکی از مناسبترین آزمون ها برای تعیین مانایی سری زمانی استفاده از آزمون های Dickey-Fuller و KPSS می باشد. نتایج حاصل از آزمون در سطح معناداری ۹۵٪ حاکی از رد فرض صفر آزمون می باشد. یعنی می توان اینگونه بیان نمود که سری زمانی داده های بازده از مانایی مناسبی برخوردار است.

جدول ۲- آزمون مانایی سری های زمانی بازده

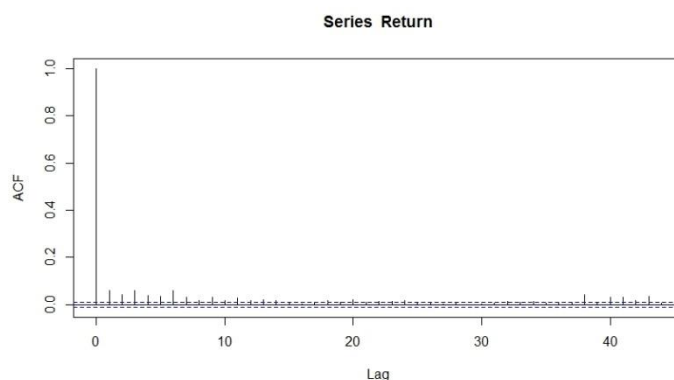
سطح معناداری	آماره آزمون KPSS t-Student	سطح معناداری	ADF- آماره دیکی فولر تعدیل یافته	
۰,۰۱	۳۹۵,۹۷	۰,۰۱	-۱۵۹,۰	نوع اول- بدون انباشتگی و بدون روند
۰,۰۱	۳۹۰,۷۴	۰,۰۱	-۱۵۹,۶	نوع دوم- بدون انباشتگی و با روند
۰,۰۱	۳۹۰,۳۶۶	۰,۰۱	-۱۵۹,۷	نوع سوم- با انباشتگی و با روند

از مهمترین فرضیه ها در نظریه ارزش فرین، مستقل و هم توزیع بودن سری های مورد بررسی است. از آنجا که توزیع سود و زیان دارایی های مالی از هم مستقل نیستند باید این خاصیت را در مدلسازی لحاظ نمود. برای تعیین ناهمسانی واریانس سری بازده لگاریتمی شاخص از ضریب لاگرانژ (LM) استفاده می شود. نتایج در جدول زیر ارائه گردیده است:

جدول ۳- آزمون تعیین ناهمسانی واریانس - ضریب لاگرانژ

آزمون ARCH-LM	
درجه آزادی: ۱۲	داده: بازده
۰,۰۳۱۷۲p-value:	ضریب کا اسکویر: ۲۲,۵۵۸

پایین تر بودن سطح معناداری آزمون از ۵٪ بیانگر رد فرض صفر است، بعبارت دیگر می توان گفت که فرض عدم وجود ناهمسانی واریانس بین داده های سری زمانی رد می شود.



نمودار ۴- خودهمبستگی و ناهمسانی واریانس (ACF)

یکی از اهداف اساسی مطالعات مالی، پیش بینی تغییر پذیری سری های زمانی است. ناهمسانی واریانس به این معناست که تغییر پذیری در طول زمان پایدار نیست و همسانی واریانس به این معناست که تغییر پذیری در طول زمان پایدار است. اگر فرض همسانی واریانس نقض شود، تعبیر و تفسیر نتایج، دقت لازم را نخواهد داشت. بنابراین کنترل ناهمسانی واریانس در انجام تحقیقات حائز اهمیت است. در این پژوهش برای تعیین ناهمسانی واریانس از مدل گارچ نمایی (EGARCH) استفاده می شود. دلایل استفاده از این روش نامتقارن بودن نوسانات در بازده سهام می باشد. با توجه به اینکه اولاً اخبار عامل اصلی ایجاد نوسان در بازده سهام می باشد و ثانیاً اثر خوب و بد در نوسانات به صورت متقارن نمی باشد، اخبار بد نسبت به اخبار خوب، بیشتر موجب نوسانات بازده سهام می شود. با استفاده از این مدل می توان اثرات اهرمی را مدلسازی کرد. مفهوم اثرات اهرمی که توسط بلک (Black) (۱۹۷۶) و فرنچ و همکاران (French, et.al) (۱۹۸۷) مطرح گردید بیان می کند که تغییرات قیمت یک دارایی با تغییرات نوسان آن دارایی همبستگی منفی نشان می دهد. ساختار مدل EGARCH(1,1) ارائه شده توسط نلسون (Nelson) (۱۹۹۱) به صورت زیر می باشد:

$$\text{Log}(\sigma_t^2) = \omega + \alpha_1 \left| \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}} \right| + \gamma \left[\frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}} \right] + \beta_1 \text{log}(\sigma_{t-1}^2)$$

وجود اثرات اهرمی را می توان با فرض $\gamma < 0$ آزمون کرد. اگر $\gamma \neq 0$ باشد آنگاه اثر شوکها بر واریانس شرطی به صورت نامتقارن خواهد بود. نتایج حاصل از آزمون مدل EGARCH و آزمون مجدد جانک باکس و ضریب لاگرانژ در جدول ۴ ارائه گردیده است:

جدول ۴- آزمون رفع ناهمسانی واریانس-EGARCH

نام متغیر	مدل بکار رفته	معادله واریانس	آماره Z	P-Value	آزمون LM	P-Value	آماره جانک-باکس بعد از رفع ناهمسانی	P-Value
Log Return	EGARCH (1.1.1)	$\alpha = -0.016410$ $\beta = 0.999640$ $\gamma = 0.047819$	-4160.5 87699.6 4112.5	0.00000 0.00000 0.00000	پس از رفع ناهمسانی	0.3573	18.35	0.0000

نتایج حاصل از آزمون EGARCH نشان می دهد با توجه به معناداری ضرایب α ، β و γ بیانگر آن است که مقادیر واریانس شرطی با مقادیر شوکها و واریانس یک دوره گذشته همبستگی وجود دارد. با توجه به اجرای آزمون EGARCH در جهت رفع ناهمسانی واریانس سری زمانی داده ها و آزمون مجدد ضریب لاگرانژ سطح معناداری این آماره ۰.۵۵ و بالاتر از ۰.۰۵ بوده و فرض عدم ناهمسانی واریانس داده ها پذیرفته می شود. همانگونه که ملاحظه می شود میزان آماره جانک-باکس هم تعدیل یافته است. به عبارت دیگر پسماندهای فیلتر شده به متغیرهای تصادفی مستقل با توزیع یکسان (iid) نزدیک می باشد.

۵-۱- تخمین سنج ارزش در معرض ریسک با استفاده از نظریه ارزش فرین

در تحقیق حاضر برای تخمین سنج ریسک VaR از نظریه ارزش فرین شرطی با رویکرد BM استفاده شده است. تفاوت نظریه ارزش فرین غیر شرطی با شرطی تنها در داده های مورد استفاده است. در نظریه ارزش فرین شرطی از داده های فیلتر شده با مدل های خانواده AR-GARCH استفاده می شود. برای محاسبه ارزش در معرض ریسک به روش ماکزیمم بلوکها، ماکزیمم داده های سری زمانی بر اساس روش ارزش فرین تعدیل شده در دوره های زمانی مشخص ساعتی، روزانه و ماهیانه بصورت درون روز محاسبه و مورد مقایسه قرار می گیرد. نتایج حاصل در جدول ۵ و ۶ ارائه گردیده است.

جدول ۵- آماره توصیفی داده های بلوک بندی شده بازده

نام متغیر - داده های سری بازده بر اساس ارزش فرین تعدیل شده	تعداد مشاهدات	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر	ضریب چولگی	ضریب کشیدگی
ساعتی	۲۳۸۹	۰,۰۰۱۰۵	۰,۰۰۲۴۸	-۰,۰۰۰۳۳	۰,۰۳۹۴۸	۶,۰۶۲۱۵	۵۵,۶۲۵۸۸
روزانه	۱۷۱۷	۰,۰۰۲۵۳	۰,۰۰۳۸۹	۰,۰۰۰۰۰	۰,۰۳۹۴۸	۳,۸۸۶۶۹	۲۲,۰۹۵۸۱
ماهانه	۱۵۸	۰,۰۰۸۳۷	۰,۰۰۷۹۹	۰,۰۰۰۶۶	۰,۰۳۹۴۸	۱,۸۴۴۴۹	۳,۵۵۸۹۱

جدول ۶- ارزش در معرض ریسک بازده لگاریتمی شاخص در سطح اطمینان ۹۵٪

متغیر	دنباله	شاخص دنباله	n	Actual	Expected Exceed	Actual Var Exceed	VaR
							$\alpha=5\%$
بازده لگاریتمی	دنباله چپ دنباله راست	۱۱۸۱۵,۴۹۳ ۲۱۱۴۱,۹۷	۲۸۵۶۸	٪۲۴	۱۴۲۸	۶۸۵۵	۰,۳۹۸۹۴
داده ساعتی	دنباله چپ دنباله راست	۱۰۰۳,۷ ۱۷۹۱,۲	۲۲۸۹	٪۲۴,۷	۱۱۴,۵	۵۶۵	-۰,۰۰۰۲۳ ۰,۰۰۰۱۱
داده روزانه	دنباله چپ دنباله راست	۴۸۲,۸ ۵۳۸,۸	۶۶۷	٪۳۱,۸	۳۳,۴	۲۱۲	-۰,۰۰۰۱۴ ۰,۰۰۰۰۸
داده ماهیانه	دنباله چپ دنباله راست	۰,۰۷۴ ۰,۰۹۵	۴۸	٪۴,۲	۲,۴	۲	-۰,۰۰۰۱۱ ۰,۰۰۰۰۴

نتایج جدول فوق بیانگر آن است که مقدار مطلق و نسبی ارزش در معرض ریسک در سطح معناداری ۵ درصد (سطح اطمینان ۹۵ درصد) در ماکزیمم بلوک سری زمانی داده های تعدیل یافته فرین در هر دو دنباله راست و چپ ساعتی بیشتر از داده های روزانه و در داده های روزانه بیشتر از داده های ماهیانه می باشد. بنابراین برای مثال درصد کاهش ارزش پیش بینی شده شاخص از صد ساعت معاملاتی، صرفاً در ۵ ساعت بیش از ۰,۰۰۲۳ درصد بوده و در ۹۵ ساعت باقیمانده میزان کاهش ارزش بازده شاخص کمتر از ۰,۰۰۲۳ درصد بوده است. شاخص دنباله (پارامتر شکل C) در هر سه وضعیت محاسبه VaR مورد بررسی، مثبت است و در دنباله های چپ نیز مثبت می باشد و نشان می دهد هم دنباله چپ و هم دنباله راست توزیع بازدهی شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران پهن و متراکم است. همچنین مقایسه نسبت مقادیر واقعی با مقادیر مورد انتظاری ارزش در معرض ریسک نشان می دهد که داده های لحظه ای درون روز پربسامد بازده شاخص در وضعیت ماهیانه بهترین پیش بینی از VaR را ارائه می دهد.

۶- نتیجه گیری و بحث

در این پژوهش از رویکرد ارزش فرین تعدیل یافته بمنظور سنجش شاخص ارزش در معرض ریسک بازده سری زمانی شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران در طی سالهای ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۵ استفاده گردید. هدف این پژوهش بررسی مقایسه شاخص VaR با استفاده از اطلاعات درون روز (مقطعی با فواصل زمانی چند دقیقه ای) موجود در بازار که داده های با بسامد بالا را تشکیل می دهند بوده است. بمنظور رفع خودهمبستگی و ناهمسانی واریانس از مدل های خانواده GARCH (EGARCH) استفاده گردید و پس از رفع ناهمسانی و خودهمبستگی مقادیر VaR با استفاده از روش بلوک بندی داده های سری زمانی تعدیل شده محاسبه گردید. بلوکهای انتخابی از داده های درون روز مشتمل بر داده های ساعتی، روزانه و ماهیانه شده و مقادیر ارزش در معرض ریسک برای هر دسته محاسبه گردید. نتایج نشان داد که استفاده از داده های پربسامد و بلوکهای کوچکتر دقت مدل را

افزایش می دهد. نتایج حاصل از این پژوهش با مطالعات انجام شده توسط سمیت پاول و کارماکر (۲۰۱۵) مطابقت دارد. هدف از مطالعه آنان یک بررسی تطبیقی از قدرت پیش بینی مدل‌های مختلف در برآورد ارزش در معرض خطر و زیان مورد انتظاری با استفاده از تئوری ارزش فرین تعدیل یافته بود. بدین منظور از اطلاعات ۵ دقیقه ای سری زمانی بازده در ۶ بازار آسیا، اروپا، ایالات متحده و آمریکای لاتین و آفریقا و استرالیا استفاده شد. تجزیه و تحلیل اولیه داده ها ۵ دقیقه را نشان می دهد که وابستگی خطی در بازده وجود دارد و سری زمانی نوسانات زیادی را نشان می دهد و همچنین الگوی پیش بینی قوی در نوسانات روزانه وجود دارد که پیشنهاد می کند از روش ARMA-GARCH-EVT برای پیش بینی VaR و ES استفاده شود. همچنین در تحقیقات هایی هانگ و تای هولی (۲۰۱۳) به ارزیابی ارزش در معرض ریسک با استفاده از داده های با بسامد بالا پرداختند. در این پژوهش از داده های بازده روزانه ۵ دقیقه ای شاخص S&P 500 استفاده شد. در این روش از اطلاعات داده های پربسامد با استفاده از تلفیق داده های پیش بینی شده و داده های واقعی در مدل استفاده می شود. در این روش از با استفاده از میانگین گیری داده های جمع آوری شده، نسبت به پیش بینی مقادیر لحظه ای شاخص اقدام شد. نتایج تحقیقات آنها نشان داد استفاده از داده های با بسامد بالا در شاخص S&P 500 دقت مدل را در اندازه گیری شاخص VaR و ES افزایش می دهد.

فهرست منابع

- * زمانی، شیوا، اسلامی بیدگلی، سعید و معین کاظمی، ۱۳۹۲، محاسبه ارزش در معرض ریسک شاخص بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از نظریه ارزش فرین، فصلنامه بورس اوراق بهادار، سال ششم، شماره ۲۱، ۱۳۶-۱۵۲.
- * سارنج، علیرضا و مرضیه نوراحمدی، ۱۳۹۶، رتبه بندی آماری مدل‌های مختلف ارزش در معرض ریسک و ریزش مورد انتظار با استفاده از رویکرد مجموعه اطمینان مدل (MCS) برای صنعت بانکداری با تاکید بر رویکرد ارزش فرین شرطی، مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، دوره ۸، شماره ۳۰، ۱۳۱-۱۴۶.
- * عبده تبریزی، حسین و میثم رادپور، ۱۳۸۸. اندازه گیری و مدیریت ریسک بازار: رویکرد ارزش در معرض ریسک. تهران: پیشبرد.
- * کیانی، طاهره، فرید، داریوش و صادقی، حجت الله، (۱۳۹۳)، اندازه گیری ریسک با معیار ارزش در معرض ریسک از طریق مدل GARCH در صنعت سیمان، مدیریت مالی، انتشارات دانشگاه الزهراء، سال سوم، شماره دهم، صص ۱۴۹-۱۶۸.
- * هال، جان، ۱۳۸۴، مبانی مهندسی مالی و مدیریت ریسک، ترجمه سجاد سیاح و علی صالح، تهران، گروه رایانه تدبیرپرداز.
- * Black, F., Litterman, R.B., 1992. Global portfolio optimization. Financial Analysts Journal 48, 28-43.
- * Chan, N. H., S. Deng, L. Peng, and Z. Xia (2007). Interval estimation of Value-at-Risk based on GARCH models with heavy-tailed innovations. Journal of Econometrics 137,556-576.

- * Fernandez, Viviana, 2003, Extreme Value Theory: Value at Risk and Returns Dependence Around the World. <http://www.dii.unhile.cl/-ceges/publicaciones/>
- * French K. R., Schwert G. W., and Staumbaugh R. F., (1987). "Expected Stock Returns and Volatility", Journal of Financial Economics, Vol. 19, pp. 3-29.
- * Fisher, R., Tippet, L. (1928) 'Limiting forms of the frequency distribution of the largest or smallest member of a sample', Proceedings of the Cambridge Philosophical Society, pp. 180-190.
- * Gilli, Manfred and Evis Kellezi, 2006. An Application of Extreme Value Theory for Measuring Financial Risk. Computational Economics, vol 27, issue 2, 207-228.
- * Huiyu Huang and Tae-Hwy Lee, (2013), Forecasting Value-at-Risk Using High-Frequency Information, Econometrics 2013, 01, 127-140; doi:10.3390/econometrics1010127.
- * Karmakar, M. & Shukla G. K. (2015). Managing extreme risk in some major stock markets: An extreme value approach. International Review of Economics and Finance, 35, 1-25.
- * Liu, Yifang, 2007. Measuring Financial Risk and External Dependence between Financial Markets in Taiwan. Economic theses. College of Social Science, National Chengchi University, Taipei, Taiwan.
- * Marimoutou, V. & Raggad, B. & Trabelsi, A. (2009). "Extreme Value Theory and Value at Risk: Application to Oil Market". Energy Economics, 519-530.
- * Madhusudan Karmakar, Samit Paul. (2015), Intraday Value-at-Risk and Expected Shortfall using high frequency data in International stock markets: A conditional EVT approach, International Review of Financial Analysis, FINANA 917.
- * Marco Bee, Debbie J. Dupuis, Luca Trapin, (2016), Realizing the extremes: Estimation of tail-risk measures from a high frequency perspective, Journal of Empirical Finance, EMPFIN 863.
- * Nelson, D.B. (1991). Conditional heteroscedasticity in asset returns: a new approach, Econometrica, 59(2), 347-70.

یادداشت‌ها

- ¹ Value at Risk
- ² Extreme Value Theory (EVT)
- ³ Block Maxima
- ⁴ Peak Over Threshold
- ⁵ Generalized Extreme Value Theory
- ⁶ Normal VaR
- ⁷ Central limit theorem (CLT)
- ⁸ Historical Simulation (HS)
- ⁹ Filtered Historical Simulation (FHS)