



مقایسه ارزش در معرض ریسک سهام تهران با بازارهای سهام بین المللی با استفاده از نظریه ارزش فرین شرطی

شهرام بابالویان^۱

هاشم نیکومرام^۲

حمیدرضا وکیلی فرد^۳

فریدون رهنمای رودپشتی^۴

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۶/۱۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۴/۰۷

چکیده

در پژوهش حاضر با استفاده از نظریه ارزش فرین شرطی^۱، ارزش در معرض ریسک سهام تهران با بازارهای بین المللی سهام مقایسه و میزان ریزش مورد انتظار آنان ارزیابی شده است. نتایج پژوهش با استفاده از بازده روزانه لگاریتمی هر یک از شاخص ها در یک دوره ۱۰ ساله، نشان می دهد که سنجه های ارزش در معرض ریسک و ریزش مورد انتظار شاخص بازار مالی دبی و شاخص بورس اوراق بهادار تهران، به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار را در دنباله چپ و در دنباله راست به خود اختصاص داده اند. نتایج تحقیق نشان می دهد دنباله چپ و دنباله راست توزیع بازدهی شاخص ها، پهن و متراکم است.

واژه های کلیدی: ارزش در معرض ریسک، رویکرد فراتر از آستانه، ریزش مورد انتظار، نظریه ارزش فرین شرطی.

طبقه بندی JEL: G12, G32

۱- دانشجوی دکتری مدیریت مالی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران، Sh.babalooyan@gmail.com

۲- استاد، مدیریت بازرگانی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران، نویسنده مسئول، h-nikoumaram@srbiau.ac.ir

۳- دانشیار، مدیریت بازرگانی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران، h-vakilifard@srbiau.ac.ir

۴- دانشیار، استاد، مدیریت مالی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران، rahnama@iau.ir

۱- مقدمه

امروزه سیستم‌های معاملاتی مالی در درک و آگاهی از زیان‌های خیلی بزرگ، بسیار پیچیده‌تر از قبل شده است و کمی‌سازی زیان‌های بزرگ و ایجاد سیستمی برای کنترل این رخدادهای با هدف مدیریت ریسک ضروری است (ترودل^۲، ۲۰۰۸). در اوایل دهه ۱۹۹۰، جی پی مورگان سیستم ریسک متریکی^۳ خود (که امروزه تحت عنوان ارزش در معرض ریسک (VaR)^۴ نامیده می‌شود) را معرفی کرد که یک ابزار بسیار کاربردی و مفید جهت سنجش ریسک شد (راعی و سعیدی، ۱۳۹۱). هر چند آرتزنگر^۵ و همکاران (۱۹۹۷) دو نقیصه را در VaR به عنوان یک معیار ریسک یافتند: اول اینکه VaR ضرورتاً جمع‌پذیر نیست؛ بنابراین به عنوان یک معیار ریسک منسجم به حساب نمی‌آید. ثانیاً، VaR درباره اندازه بالقوه زیان‌هایی که بیش از آن است، چیزی نمی‌گوید. بنابراین، آنها استفاده از ریزش مورد انتظار (ES)^۶ را پیشنهاد کردند که عبارت است از اندازه مورد انتظار زیان‌های بیش از VaR (سایتا^۷، ۲۰۰۷).

هر چند روش‌های پارامتریک و ناپارامتریک سنتی در زمینه توزیع‌های تجربی با مشاهدات زیاد، خوب عمل می‌کنند ولی برای دنباله‌های فرین توزیع^۸ نامناسب بوده و دارای معایبی است؛ زیرا مدیریت ریسک فرین مستلزم تخمین چندک‌ها و احتمالات دنباله است که معمولاً به طور مستقیم از طریق داده‌ها قابل مشاهده نیست. مدل‌های سنتی مدیریت ریسک به دلیل اینکه ۱- بر روی کل توزیع تمرکز دارند و از توزیع‌های مشخص استفاده می‌کنند، ۲- ویژگی دنباله پهن توزیع احتمال‌ها را در نظر نمی‌گیرند و ۳- بخش کمی از داده‌ها در دنباله‌ها قرار دارند، بنابراین قادر نیستند وقایع دنباله‌ای را مدل کنند (فراندز^۹، ۲۰۰۳).

مندلبرت^{۱۰} (۱۹۶۳) و فاما (۱۹۶۵) اولین افرادی بودند که به این نتیجه رسیدند که توزیع بازده سهام نسبت به توزیع نرمال دارای دم پهن‌تری است. هاروی^{۱۱} (۱۹۹۵)، داسگوپتا و همکاران^{۱۲} نشان دادند که بازده‌های فرین باعث ایجاد دم‌های پهن برای توزیع تجربی بازده سهام در این بازارها شده است. لانگین با بررسی بازده روزانه سهام بورس نیویورک به این نتیجه رسیدند که بازده روزانه این بازار از توزیع فرجت^{۱۳} که از توزیع خانواده‌های ارزش فرین تعمیم یافته (GEV)^{۱۴} و با دمی پهن است، پیروی می‌کند (نیتو و رویز^{۱۵}، ۲۰۱۶).

یکی از ابزارهای جدید محاسبه ارزش در معرض ریسک و ریزش مورد انتظار، استفاده از نظریه ارزش فرین برای مدل‌سازی ریاضی و آماری داده‌های فرین است. برای محاسبه این معیارها بایستی بر دم توزیع تغییرات ارزش سبد تمرکز کرد. محاسبات مربوط به VaR و ES با استفاده از نظریه ارزش فرین بر دنباله‌های توزیع تمرکز داشته و بر مدل‌سازی رفتار دنباله‌های توزیع فقط با استفاده از مقادیر فرین متمرکز است (زمانی، اسلامی بیدگلی و کاظمی، ۱۳۹۲).

رویه‌هایی که در مورد نظریه ارزش فرین تشریح شد، تماماً غیر شرطی است؛ بدین معنی که بدون هیچ‌گونه تعدیلی نسبت به متغیر تصادفی مورد نظر (مثلاً X) مستقیماً به کار گرفته می‌شود. هر چند دنباله پهن ممکن است به طور مستقیم توسط EVT مدل‌سازی شود، فقدان بازده (زیان)‌های مستقل با توزیع یکسان همچنان مشکل ساز است. در این خصوص اگر بتوان متغیر تصادفی را با یک فرآیند گارچ مدل‌سازی کرد، فرصت خوبی برای نظریه ارزش فرین شرطی ایجاد می‌شود. در تحقیق حاضر با استفاده از فرآیند AR-GARCH، همبستگی سریالی و ناهمسانی واریانس هر کدام از شاخص‌ها رفع و سپس نظریه ارزش فرین برای مدل‌سازی خطاهای حاصل از فرآیند گارچ استفاده شده است (کارماکار و شوکلا^{۱۶}، ۲۰۱۵).

در تحقیق حاضر سنجه‌های ریسک VaR و ES شاخص بورس اوراق بهادار تهران و شاخصهای سهام بین‌المللی S&P 500، CAC All Shares، DAX، NiKKei 225 و DFMG طی دوره ۲۰۱۵-۲۰۰۶ با استفاده از نظریه ارزش فرین شرطی با رویکرد فراتر از آستانه (POT) محاسبه و مورد مقایسه قرار گرفته است.

۲- مروری بر چارچوب مبانی نظری و پیشینه پژوهش

۲-۱- نظریه ارزش فرین (EVT)

مدیریت ریسک، مشکلات بسیاری در مواجهه با رخداد های فرین^{۱۷} دارد. این نوع از رخدادها با احتمال کمی اتفاق می‌افتد ولی به محض وقوع بسیار زیان‌آور هستند. احتمال رخداد این حوادث پایین ولی اثرات بزرگی به همراه دارند. اینگونه حوادث شامل افت‌های شدید در بازار^{۱۸}، قصور موسسات بزرگ در ایفای تعهدات، بحران‌های بزرگ مالی و بلایای طبیعی است (عبده تبریزی و رادپور، ۱۳۸۸). چنین وقایعی در دنباله تابع توزیعی قرار دارند. به همین دلیل بررسی آماری چنین رخدادهایی به علت کم بودن مشاهدات موجود در دنباله تابع توزیع، سخت‌تر از بررسی دیگر ویژگی‌های آماری است (فلاح‌پور و فیض‌اله، ۱۳۹۵).

تلاش برای حل مسائل مربوط به مقادیر و رخدادهای فرین در نهایت به ارائه نظریه ارزش فرین منجر گردید. نظریه ارزش فرین شاخه‌ای از آمار کاربردی است که برای حل مسائل مربوط به مقادیر فرین، توسعه یافته است. مفاهیم آماری اغلب بر مبنای قضیه حد مرکزی هستند تا جایی که به این قسمت از آمار، آمار گرایش مرکزی گویند. در حالی که نظریه ارزش فرین بر اساس قضیه‌های مقدار فرین^{۱۹} شکل می‌گیرند. 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 و رادپور، ۱۳۸۸).

نظریه ارزش فرین نظریه‌ای است که بر دنباله‌های توزیع تمرکز دارد و توزیع مقادیر بسیار بزرگ (یا بسیار کوچک) را توصیف می‌کند. نظریه ارزش فرین بر مدلسازی رفتار دنباله‌های توزیع فقط با استفاده از مقادیر فرین (بجای کل داده‌ها) متمرکز است (بیکن، ۲۰۱۲).

در حالت کلی، در نظریه ارزش فرین دو روش و رویکرد برای تعیین داده‌های فرین وجود دارد. در اولین روش که روش ماکسیم بلوک‌ها^{۲۰} نامیده می‌شود، ماکسیم داده‌ها در دوره‌های متوالی تعیین شده و این ماکسیم‌ها، داده‌های فرین را تشکیل می‌دهند. روش دوم، روش مقادیر فراتر از آستانه^{۲۱} نامیده می‌شود. در این روش داده‌هایی که از یک مقدار آستانه بیشتر باشد، داده‌های فرین را تشکیل می‌دهد.

در روش ماکسیم بلوک‌ها از رویکرد ارزش فرین تعمیم یافته (GEV) و در روش مقادیر فراتر از آستانه از رویکرد توزیع تعمیم یافته پرتو (GPD)^{۲۲} استفاده می‌شود. از آنجا که رویکرد GEV ممکن است باعث از دست رفتن بخشی از اطلاعات مفید گردد؛ زیرا احتمال دارد برخی از نمونه‌ها بیش از یک مقدار فرین داشته باشد و از طرفی، رویکرد POT از داده‌ها به صورت کاراتری استفاده می‌کند؛ به این دلیل عمدتاً از رویکرد POT در مطالعات تجربی انتخاب می‌شود و نسبت به رویکرد GEV پرکاربردتر است (گیلی و کلزی، ۲۰۰۶).

در روش POT صرف نظر از اینکه توزیع تغییرات سبد مالی از چه توزیعی پیروی می‌کند، ابتدا دم (دنباله) آن با استفاده از داده‌هایی که از یک مقدار آستانه بیشتر شده‌اند، مدلسازی شده و سنجه‌های ریسک VaR و ES با توجه به آن محاسبه می‌شود (زمانی، اسلامی بیدگلی و کاظمی، ۱۳۹۲).

اگر نمونه مشاهدات را با x_1, x_2, \dots, x_n و تابع توزیع آن را با $F(x)$ و مقدار آستانه را با u نشان دهیم. $F(u)$ را به صورت زیر تعریف می‌کنیم:

$$F(u) = \Pr(X_i \leq u) \quad (1)$$

براین اساس، مقدار اضافی فراتر از آستانه را به صورت زیر تعریف می‌کنیم:

$$y_i = X_i - u \quad (2)$$

به این ترتیب توزیع احتمال مقادیر اضافی فراتر از آستانه u برابر خواهد بود با:

$$F_u(y) = \Pr\{X_i - u \leq y_i | X_i > u\} \quad (3)$$

که در آن $F_u(y)$ نمایانگر احتمال تخطی x حداکثر به اندازه y از آستانه u است. البته مشروط بر اینکه x از u فراتر رفته باشد. این احتمال مشروط را می توان به صورت زیر نوشت:

$$F_u(y) = \frac{\Pr\{X_i - u \leq y_i, X_i > u\}}{\Pr(X > u)} \quad (4)$$

که در نتیجه خواهیم داشت:

$$F_u(y) = \frac{F(y_i + u) - F(u)}{1 - F(u)} \Rightarrow F(x) = [1 - F(u)]F_u(y) + F(u) \quad (5)$$

بالکما، دی هان (۱۹۷۴) و پیکاندس (۱۹۷۵) طی قضیه‌ای نشان دادند که برای « u »هایی که به اندازه کافی بزرگ هستند، تابع توزیع مقادیر فراتر از آستانه را می توان با توزیع تعمیم یافته پرتو تقریب زد. توزیع تعمیم یافته پرتو به صورت زیر تعریف می شود:

$$G_{\xi, \mu, \sigma}(x_{\max}) = 1 - \left[1 + \xi_{\max} \left(\frac{x_{\max} - \mu_{\max}}{\sigma_{\max}} \right) \right]^{-1/\xi_{\max}} \quad (6)$$

که ξ_{\max} پارامتر شکل یا شاخص دنباله^{۲۳}، μ_{\max} پارامتر موقعیت^{۲۴} و σ_{\max} پارامتر مقیاس^{۲۵} می باشد.

رابطه ساده‌ای بین GEV و GPD وجود دارد:

$$G_{\xi, \mu, \sigma}(x_{\max}) = 1 + \log H_{\xi, \mu, \sigma}(x_{\max}) \quad (7)$$

if $\log H_{\xi, \mu, \sigma}(x_{\max}) > -1$

اهمیت قضیه بالکما، دی هان و پیکاندس در این است که می توان توزیع مقادیر فراتر از آستانه را با انتخاب یک شاخص دنباله و یک آستانه بزرگ از طریق توزیع تعمیم یافته پرتو تخمین زد. در رابط (۶)، x_{\max} مقادیر فراتر از آستانه یا x های بزرگتر از u می باشد و μ_{\max} معادل آستانه یا همان u است. بنابراین توزیع تعمیم یافته پرتو را می توان به صورت زیر بازنویسی کرد (عبده تبریزی و رادپور، ۱۳۸۸):

۶۰ / مقایسه ارزش در معرض ریسک سهام تهران با بازارهای سهام بین المللی با استفاده از نظریه ارزش فرین شرطی

$$F(x) = \begin{cases} 1 - \left[1 + \xi \left(\frac{x-u}{\sigma_{\max}} \right) \right]^{-1/\xi_{\max}} & \text{if } \xi \neq 0 \\ -\exp \left[- \left(\frac{x-u}{\sigma_{\max}} \right) \right] & \text{if } \xi = 0 \end{cases} \quad (۸)$$

$$x \in \begin{cases} [u, \infty] & \text{if } \xi \geq 0 \\ \left[u, \frac{x - \sigma_{\max}}{\xi_{\max}} \right] & \text{if } \xi = 0 \end{cases}$$

توزیع تعمیم یافته پرتو دارای سه حالت خاص است:

اگر $\xi_{\max} > 0$ باشد، توزیع تعمیم یافته پرتو دارای دنباله‌ای نسبتاً متراکمی خواهد بود. اگر $\xi_{\max} = 0$ باشد، توزیع تعمیم یافته پرتو دارای دنباله‌ای با تراکم متوسط است. و اگر $\xi_{\max} < 0$ باشد، توزیع تعمیم یافته پرتو دنباله‌ای نسبتاً کم تراکم دارد (دوود^{۲۶}، ۲۰۰۲).

۲-۲- محاسبه VaR و ES با استفاده از نظریه ارزش فرین

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. به عبارت دیگر، 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 (سیاح و صالح آبادی ۱۳۸۴).

ارزش در معرض ریسک (VaR) در طبقه معیارهای منسجم ریسک که توسط آرتزور و همکاران (۱۹۹۹) تعریف شده‌اند، جای نگرفته و فاقد خواص تکنیکی همچون یکنواختی^{۲۷}، همگنی، زیرجمعی بودن^{۲۸} و همسانی در تفسیر است.

علاوه بر آن، ارزش در معرض ریسک، هیچ‌گونه اطلاعاتی را در مورد شکل دنباله تابع توزیع یا مقدار مورد انتظار زیان خارج از سطح اطمینان ارائه نداده و از این لحاظ، معیار رضایت بخشی برای اندازه‌گیری ریسک محسوب نمی‌شود. جایگزین مناسب‌تر ارزش در معرض ریسک که با اقبال بیشتری روبرو گردید، ریزش مورد انتظار است که با نام‌های ارزش در معرض خطر شرطی (CVaR)^{۲۹}، ارزش در معرض ریسک دنباله، زیان دنباله نیز شناخته می‌شود. این معیار بازده‌های موجود در یاقیمانده دنباله تابع توزیع را مد نظر قرار داده و برابر با میانگین همه زیان‌هایی است که

بزرگتر یا مساوی ارزش در معرض ریسک هستند (یا میانگین همه بازده‌هایی است که منفی‌تر از ارزش در معرض ریسک است).

$$ES_{1-\alpha} = CVaR_{1-\alpha} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (r_i | r_i < VaR_{1-\alpha})}{n_{VaR}} \quad (9)$$

که در آن n_{VaR} تعداد بازده‌هایی است که منفی‌تر از ارزش در معرض ریسک است. برخلاف ارزش در معرض ریسک که تنها بر احتمال وقوع رویدادهای فرین تمرکز می‌کند، ریزش مورد انتظار هم احتمال و هم زیان‌های فرین را مورد ملاحظه قرار می‌دهد (بیکن، ۲۰۱۲). برای در نظر گرفتن دم پهنی در محاسبه ارزش در معرض ریسک، پژوهشگران نظریه ارزش فرین را معرفی نموده‌اند. بالکما^{۳۰}، دی هان^{۳۱} (۱۹۷۴) و پیکاندس^{۳۲} (۱۹۷۵) و مک‌نیل و فری^{۳۳} (۲۰۰۰) نشان دادند که استفاده از رویکرد ارزش فرین منجر به تخمین بهتری از ارزش در معرض ریسک برای بازده‌های مالی می‌شود (پویان‌فر و موسوی، ۱۳۹۵). اگر داده‌های مورد بررسی بازده دارایی باشد، ارزش در معرض ریسک درصدی را می‌توان به صورت زیر تعریف کرد:

$$\% VaR = u + \frac{\hat{\sigma}_{\max}}{\hat{\xi}_{\max}} \left(\left(\frac{n}{n_u} \alpha \right)^{-\hat{\xi}_{\max}} - 1 \right) \quad (10)$$

و VaR برابر است با حاصل ضرب ارزش در معرض ریسک درصدی در قیمت جاری دارایی. ریزش موردانتظار درصدی نیز برابر است با:

$$\% ES = \frac{\% VaR}{1 - \hat{\xi}_{\max}} + \frac{\hat{\sigma}_{\max} - \hat{\xi}_{\max} u}{1 - \hat{\xi}_{\max}} \quad (11)$$

البته این رابطه مشروط بر $\hat{\xi} < 1$ می‌باشد (نورتی، آساره و میتله^{۳۴}، ۲۰۱۵).

۲-۳- نظریه ارزش فرین شرطی

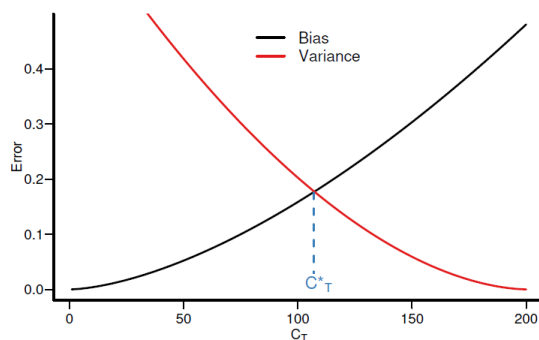
رویه‌هایی که در مورد نظریه ارزش فرین تشریح شد، تماماً غیر شرطی است؛ بدین معنی که بدون هیچ‌گونه تعدیلی نسبت به متغیر تصادفی مورد نظر (مثلاً X) مستقیماً به کار گرفته می‌شود. هر چند دنباله پهن ممکن است به طور مستقیم توسط EVT مدل‌سازی شود، فقدان بازده (زیان)‌های مستقل با توزیع یکسان (iid) همچنان مشکل ساز است. (کارماکار و شوکلا^{۳۵}، ۲۰۱۵).

در این خصوص اگر بتوان متغیر تصادفی را با یک فرآیند گارچ مدل سازی کرد، فرصت خوبی برای نظریه ارزش فرین شرطی ایجاد می شود. در این حالت ما به دنبال این هستیم که با استفاده از فرآیند گارچ، تلاطم های متغیر تصادفی را تشریح کرده و سپس نظریه ارزش فرین را برای مدل سازی خطاهای حاصل از فرآیند گارچ استفاده کنیم. برای این کار، مک نیل و فری فرآیند دو مرحله ای زیر را پیشنهاد کردند:

- از یک مدل مناسبی از خانواده های گارچ جهت پیش بینی تلاطم های بازده استفاده می کنیم و پس از تخمین پارامترهای مدل، خطاها را استخراج می کنیم. بدیهی است که این خطاها با کم کردن بازده مورد انتظار از بازده واقعی حاصل می شود و بازده مورد انتظار نیز از طریق شکل گیری بازده قیمت حاصل می شود. انتظار بر این است که این خطاها دارای توزیع مستقل و یکسان از هم باشند. مدل گارچ، ناهمسانی واریانس را از طریق مدل سازی واریانس رفع می کند. به دلیل اهمیت و کاربرد فراوان این مدل، نسخه های جدیدتر آن نیز مطرح شده است.
- نظریه ارزش فرین را برای خطاهای استاندارد شده به کار می گیریم و بدین ترتیب با احتساب ساختاری پویا (یعنی خانواده های گارچ) و نیز با کاربرد EVT برای باقیمانده ها، تخمین هایی از VAR و ES به دست می آوریم (عبده تبریزی و رادپور، ۱۳۸۸).

۲-۴- انتخاب آستانه u

یکی از مشکلات اساسی در بکارگیری EVT، انتخاب آستانه مناسب در جایی است که دنباله شروع می شود. در رویکرد POT دو ابزار گرافیکی برای انتخاب آستانه وجود دارد. نمودار میانگین فزونی^{۳۶} و نمودار هیل^{۳۷} (چیانگ لی^{۳۸}، ۲۰۰۹). مبنای نظری ضعیفی برای انتخاب آستانه وجود دارد و این یکی از نقاط ضعف نظریه فراتر از آستانه است. انتخاب آستانه مستلزم یک مصالحه (توازن) بین بزرگی آستانه و تعداد مشاهدات فراتر از آستانه است. انتخاب یک آستانه کوچک باعث معرفی برخی از مشاهدات مرکزی تر به مجموعه مشاهدات گردیده و موجب اریب دار شدن برآوردمان خواهد شد. از طرفی آستانه بسیار بزرگ باعث می شود تعداد کافی از مشاهدات را در اختیار نداشته و از قابلیت اتکای تخمین ها کاسته شود (عبده تبریزی و رادپور ۱۳۸۸). نمودار (۱) نحوه انتخاب آستانه بهینه C_T^* بر مبنای توازن بین تورش و واریانس را نشان می دهد (دانلیسون^{۳۹}، ۲۰۱۷).

نمودار (۱). انتخاب آستانه بهینه C_T^*

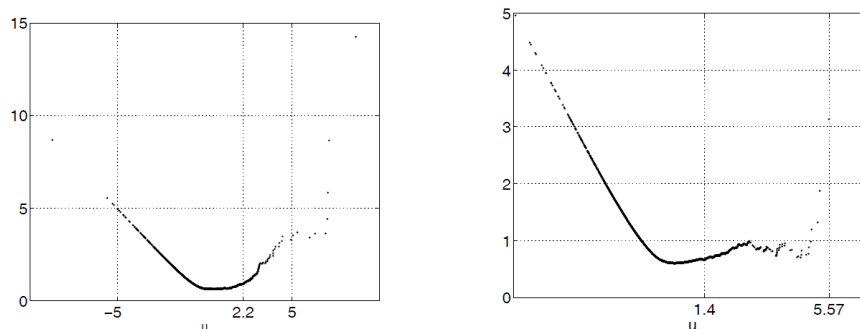
منبع: یافته های پژوهشگر

نمودار میانگین فزونی: یک ابزار گرافیکی که برای انتخاب آستانه u بسیار مفید است، نمودار تابع میانگین فزونی است این تابع به صورت زیر تعریف می شود:

$$e_{n_u}(u) = \frac{\sum_{i=1}^{n_u} (X_i - u)}{\sum_{i=1}^{n_u} I_{(X_i > u)}} \quad (12)$$

که I تابع شاخص است و زمانی که داده‌ها بزرگتر از آستانه باشد، یک می‌گیرد و در غیر این صورت صفر می‌شود.

اگر تابع میانگین فزونی در بالای یک آستانه خاص، خطی راست با شیب مثبت باشد، نشانگر این است که داده‌ها از توزیع تعمیم‌یافته پرتو با شاخص دنباله مثبت پیروی می‌کنند. و این تابع برای داده‌هایی با دنباله‌های کم‌تراکم، خطی با شیب منفی است. به عنوان مثال در نمودار (۲) مقدار $u = 2,2$ برای آستانه دنباله چپ و مقدار $u = 1,4$ برای آستانه دنباله راست داده‌های S&P500 طی دوره ۲۰۰۴-۱۹۶۰ انتخاب شده است. این مقادیر در شروع آن بخش از نمودار میانگین فزونی که تقریباً خطی هستند، قرار گرفته است (گیلی و کلزی ۲۰۰۶، ۴).



نمودار (۲): آستانه دنباله‌های چپ و راست شاخص S&P500 طی دوره ۱۹۶۰-۲۰۰۴

منبع: یافته‌های پژوهشگر

نمودار هیل: نمودار هیل که تخمینی از شاخص دنباله (ξ_k) را در سطوح مختلف فرین^{۴۱} نشان می‌دهد، یک تخمین زن حداکثر درست‌نمایی برای توزیع تعمیم یافته پرتو است. هیل در سال ۱۹۷۵ تخمین زن زیر را برای شاخص دنباله (ξ_k) پیشنهاد کرد. فرض کنید $X_{1,n}, X_{2,n}, \dots, X_{k,n}$ متغیرهای تصادفی مستقل با توزیع یکسان (iid) باشد.

$$\hat{\xi}_k = \frac{1}{k-1} \sum_{i=1}^{k-1} \ln X_{i,n} - \ln X_{k,n} \quad \text{for } k \geq 2 \quad (13)$$

که k شماره بالاترین آماره ترتیبی (تعداد تخطی‌ها) و n اندازه نمونه است. نمودار هیل در انتخاب آستانه و مقدار پارامتر به ما کمک می‌کند. آستانه در جایی انتخاب می‌شود که شاخص دنباله نسبتاً ثابت باشد. به بیان دیگر، نمودار هیل برای مقادیر k نسبتاً پایدار و افقی باشد (چیانگلی، ۲۰۰۹).

۲-۵- پژوهش‌های تجربی انجام شده

هرچند کاربردهای اولیه نظریه ارزش فرین در ادبیات مهندسی بسیار گسترده است ولی کاربرد این نظریه طی دو دهه اخیر به علوم مالی راه پیدا کرده است (سینق و همکاران، ۲۰۱۱). در ادامه جهت رعایت اختصار، مهم‌ترین مطالعات و پژوهش‌های انجام شده در خصوص کاربرد EVT در جدول (۱) ارائه شده است.

جدول (۱) نتایج پژوهش‌های تجربی خارجی و داخلی در خصوص کاربرد EVT

سال تحقیق	محقق/محققین	روش‌ها و نتایج
۱۹۲۸م	فیشر و تیپت	پایه‌ریزی مبانی نظریه ارزش فرین برای مدل‌سازی رخدادهای فرین. قضیه فیشر و تیپت نشان داد که با بزرگ شدن اندازه نمونه، توزیع مقادیر فرین یعنی حداکثرها به GEV میل می‌کند.
۱۹۴۳م	گندکو	فرموله کردن ایده‌های فیشر و تیپت در مفروضات اصلی EVT و مطرح نمودن مبانی آماری و ریاضی مقادیر فرین با استفاده از حداکثرها.
۱۹۷۴-۱۹۷۵	بالکما، دی هان و پیکاندس	مدل‌سازی ریسک بر اساس مقادیر فراتر از آستانه. ایشان طی قضیه‌ای نشان دادند که برای «u»هایی که به اندازه کافی بزرگ هستند، تابع توزیع مقادیر فراتر از آستانه را می‌توان با توزیع تعمیم یافته پرتو تقریب زد
۱۹۸۰م	پارکینسون	یکی از اولین افرادی بود که EVT را در علوم مالی به کار برد و به این نتیجه رسید که توزیع دنباله دارای اطلاعاتی است که می‌تواند یک سقوط را پیش‌بینی کند
۱۹۹۶م	لانگین	با بررسی بازده روزانه سهام نیویورک نشان داد دنباله‌های بازده این بازار به طبقه فرجت تعلق دارد.
۲۰۰۰م	مک نیل و فری	از EVT جهت تخمین معیارهای ریسک مرتبط با دنباله برای سری‌های زمانی مالی ناهمسان بهره جستند. رویکرد EVT شرطی عملکرد بهتری را نسبت به رویکرد غیرشرطی در تخمین مقدار ارزش در معرض ریسک ارائه می‌دهد.
۲۰۰۴م	گنچای و سلجوک	مقایسه محاسبه VAR با EVT مبتنی بر POT و روش‌های سنتی در نه کشور. نتایج این پژوهش نشان داد که محاسبه VaR با استفاده از EVT در چندک‌های بالاتر، از دقت بیشتری برخوردار است
۲۰۰۹م	عاصف	مقایسه نتایج VAR با روش EVT و روش‌های سنتی در چهار کشور ترکیه، اردن، مراکش و مصر. نتایج تحقیق نشان داد که روش‌های واریانس-کوواریانس و شبیه‌سازی تاریخی، ارزش در معرض ریسک را کمتر از مقدار واقعی آن محاسبه کرده‌اند. همچنین نتایج تحقیق نشان داد که بازده شاخص هر چهار کشور مورد بررسی توزیعی با دم پهن دارد.
۲۰۱۱م	کیتیکاراساکن و تسه	با استفاده از EVT وجود توزیع‌هایی با دم پهن را در بورس کشورهای آسیایی بررسی کردند. نتایج تحقیق نشان داد که رویکرد شرطی برای محاسبه VaR نسبت به رویکرد غیرشرطی بهتر عمل می‌کند.
۲۰۱۵م	کارماکار و شوکلا	بررسی عملکرد نسبی مدل‌های محاسبه VaR با استفاده از شاخص قیمت روزانه شش کشور. ایشان برای محاسبه VaR شرطی از رویکرد دو مرحله‌ای مک نیل و فری استفاده کردند. نتایج تحقیق نشان داد EVT شرطی بهترین عملکرد را در مقایسه با سایر مدل‌ها دارد.

سال تحقیق	محقق/محققین	روش ها و نتایج
۲۰۱۶م	نیتو و رویز	روش های مختلفی برای پس آزمایی VaR معرفی کردند. کمیته بازل روش ES را جدیداً به عنوان روشی برای تخمین ریسک به جای VaR در نظر می گیرد
۱۳۹۲	زمانی و همکاران	مقایسه نتایج محاسبه VaR با استفاده از EVT و روش های سنتی. نتایج تحقیق نشان دهنده این موضوع است که برای دم سمت راست توزیع بازده شاخص بورس اوراق بهادار تهران که نسبت به دم سمت چپ پهن تر است، روش نظریه ارزش فرین در تمام سطوح اطمینان، کاراترین روش محاسبه ارزش در معرض ریسک است.
۱۳۹۵	پویانفر و موسوی	۱. تخمین ارزش در معرض ریسک داده های درون روزی با رویکرد EVT-COPULA. نتایج پژوهش حاکی از برتری مدل ترکیبی نسبت به مدل های شبیه سازی تاریخی، پارامتریک و مدل ترکیبی واریانس ناهمسان شرطی تعمیم یافته و نظریه ارزش فرین غیرشرطی بود.
۱۳۹۵	راغفر و آجورلو	برآورد ارزش در معرض خطر پرتفوی ارزی یک بانک نمونه با روش-GARCH-EVT-Copula. براساس نتایج حاصل از تحقیق، VaR محاسبه شده توسط مدل GEC نسبت به دو مدل سنتی از اعتبار و دقت بالایی برخوردار بود.
۱۳۹۶	سارنج و نوراحمدی	رتبه بندی آماری مدل های مختلف VaR و ES با استفاده از رویکرد مجموعه اطمینان مدل (MCS) در صنعت بانکداری. نتایج تحقیق نشان داد در هر دو مدل های VaR و ES، رویکردهای ارزش فرین شرطی با فرض پسماندهای استاندارد شده نرمال و تی استیودنت و نیز گارچ با پسماندهای تی استیودنت به ترتیب رتبه های اول تا سوم را دارند.

منبع: یافته های پژوهشگر

۳- روش شناسی پژوهش

برای ارزیابی و تخمین ریسک مالی شاخص بورس اوراق بهادار تهران و شاخص های پنج بازار سهام بین المللی (S&P 500، DAX، CAC All Shares، DFMG، Nikkei225)، از سنجه های ارزش در معرض ریسک (VaR) و ریزش مورد انتظار (ES) استفاده شده است برای انجام این کار، از طریق نرم افزار Eviews و نرم افزار پیشرفته R و با استفاده از داده های فرین مربوط به سری بازده روزانه لگاریتمی هر کدام از شاخص ها، سنجه های ریسک VaR و ES با استفاده از نظریه ارزش فرین شرطی و با رویکرد POT طی دوره ۲۰۱۵-۲۰۰۶ محاسبه شده است. بطور کلی، به منظور محاسبه VaR و ES شاخص بورس اوراق تهران و بازارهای سهام بین المللی با استفاده از نظریه ارزش فرین شرطی به صورت زیر عمل شده است:

- ۱) محاسبه بازده‌های روزانه شاخص بورس اوراق بهادار تهران و بازارهای سهام بین‌المللی و رفع خودهمبستگی سریالی با مدل خودرگرسیون (AR) و رفع ناهمسانی واریانس با مدل‌های مناسب خانواده گارچ
- ۲) انتخاب آستانه (u) با رویکرد POT از طریق نمودارهای میانگین فزونی و نمودار هیل
- ۳) تخمین پارامترهای توزیع تعمیم یافته پرتو
- ۴) محاسبه ارزش در معرض ریسک و ریزش مورد انتظار هر یک از شاخص‌های مورد بررسی

تحقیق حاضر بر اساس دسته‌بندی بر مبنای نتایج پژوهش، از نوع کاربردی، بر مبنای فرآیند اجرای پژوهش، از نوع کمی و به لحاظ هدف پژوهش، از نوع توصیفی-همبستگی است.

در پژوهش حاضر برای گردآوری داده‌های مورد نیاز بازار سهام تهران از قیمت‌های روزانه شاخص بورس اوراق بهادار تهران استفاده شد و این قیمت‌ها از سایت شرکت بورس اوراق بهادار تهران^{۴۲} استخراج گردیده است. همچنین قیمت‌های روزانه شاخص‌های سهام Nikkei225، DFMG، CAC All Shares، DAX و S&P 500 از سایت www.investing.com استخراج شده است. قلمرو زمانی تحقیق شامل یک دوره ۱۰ ساله (از ابتدای سال ۲۰۰۶ تا انتهای سال ۲۰۱۵) می‌باشد که در تحقیق حاضر از بازده روزانه دوره زمانی لگاریتمی شاخص‌های مذکور استفاده شده است.

$$r_t = \ln\left(\frac{p_t}{p_{t-1}}\right) = \ln(p_t) - \ln(p_{t-1}) \quad (14)$$

در رویکرد POT دو ابزار گرافیکی برای انتخاب آستانه وجود دارد: ۱- نمودار میانگین فزونی و ۲- نمودار هیل. در تحقیق حاضر نیز از هر دو روش مذکور برای انتخاب آستانه u استفاده شده است. ولیکن قبل از تخمین پارامترهای توزیع تعمیم یافته پرتو (GDP) با روش حداکثر درست‌نمایی و توصیف رفتار دنباله سری‌های بازده، باید مطمئن شویم که آستانه (u) انتخاب شده، می‌تواند شرایط GDP را به خوبی برازش کند (یعنی، متناسب با شرایط GDP است). در تحقیق حاضر از چهار نوع نمودار تشخیصی^{۴۳} رایج جهت آزمون نیکوئی برازش GDP استفاده شده است:

نمودار احتمال^{۴۴}

نمودار چندک^{۴۵}

نمودار چگالی^{۴۶}

نمودار سطح بازده^{۴۷} (سوداگور و نارسو^{۴۸}، ۲۰۱۷).

۴- یافته‌های پژوهش

۴-۱- آماره توصیفی داده‌های خام و پسماندهای فیلتر شده با مدل‌های خانواده AR-GARCH

در جدول (۲) برخی آماره‌های توصیفی بازده روزانه لگاریتمی شاخص شش بازار سهام ارائه شده است. چولگی سری‌های بازدهی بازارهای ژاپن (Nikkei 225)، دبی (DFMG)، فرانسه (CAC) و آمریکا (S&P500) منفی می‌باشند که نشان می‌دهد انحرافات از میانگین در جهت منفی، بزرگتر است. در مقابل، چولگی بازارهای سهام ایران (TEDPIX) و آلمان (DAX) مثبت است. بنابراین هیچکدام از شاخص‌ها نسبت به میانگین، متقارن نیستند.

جدول (۲). آماره توصیفی بازده روزانه شاخص‌های سهام طی دوره ۲۰۱۵-۲۰۰۶

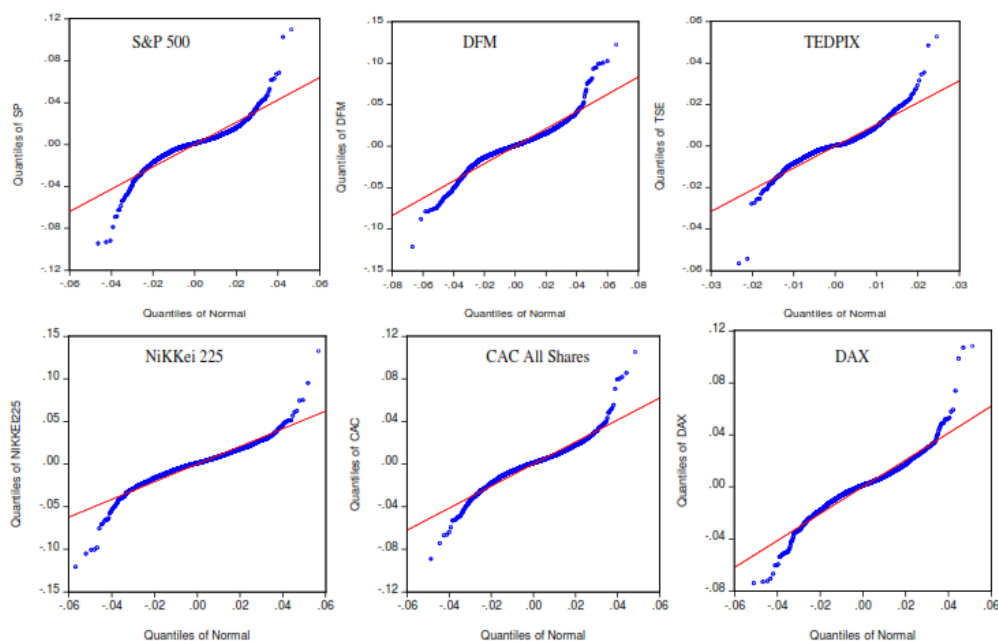
Nikkei 225	CAC	DAX	S&P 500	DFMG	TEDPIX	
۰,۰۰۰۰۶۲	۰,۰۰۰۰۴۴	۰,۰۰۰۰۲۶۷	۰,۰۰۰۰۱۹	-۰,۰۰۰۰۳۶	۰,۰۰۰۰۷۴	میانگین
۰,۰۰۰۰۵۹۴	۰,۰۰۰۰۵۶	۰,۰۰۰۰۹۳	۰,۰۰۰۰۷۳	۰,۰۰۰۰۲۸	۰,۰۰۰۰۲۸	میانه
۰,۰۱۶۰۸	۰,۰۱۳۶۷	۰,۰۱۴۴۴	۰,۰۱۳۰۹	۰,۰۱۸۶۸	۰,۰۰۶۷۸	انحراف معیار
-۰,۴۹۷۵	-۰,۰۳۵۸۷	۰,۰۲۱۱۳۹	-۰,۳۲۵۳	-۰,۰۵۰۱۲	۰,۱۳۳۹۵	چولگی
۱۰,۵۴۶	۹,۱۱۵۴	۸,۸۱۵۳	۱۳,۲۸۷	۸,۷۰۱۳۴	۱۱,۲۹۵۸	کشیدگی
۵۹۰۹	۳۹۸۹	۳۵۸۶	۱۱۱۲۳	۳۴۴۳	۶۹۳۵	JB
۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	p-value
۸,۹۳۹۱	۲۲,۱۴۰	۱۳,۸۰۲	۴۷,۱۵۶	۱۱,۹۹	۵۳۷	LB- Q(5)
۰,۱۱۲	۰,۰۰۰	۰,۰۱۷	۰,۰۰	۰,۰۳۵	۰,۰۰	p-value
-۵۱,۷۶۶	-۵۱,۱۵۸	-۵۰,۳۸۶	-۳۹,۹۸۷	-۴۸,۵۳۱	-۲۰,۶۷	ADF (t-student)
۰,۰۰۰۰۱	۰,۰۰۰۰۱	۰,۰۰۰۰۱	۰,۰۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰۱	۰,۰۰۰۰۰	p-value
۲۴۴۸	۲۵۶۰	۲۵۴۵	۲۵۱۳	۲۵۴۲	۲۴۱۶	تعداد مشاهدات

منبع: یافته‌های پژوهشگر

آزمون جانگ- باکس برای خودهمبستگی بازده میان پنج وقفه اول، Q(5)، نشان می‌دهد که فرض عدم وجود خودهمبستگی برای همه شاخص‌ها، بجز شاخص Nikkei 225 تایید نمی‌شود. در تحلیل‌های آماری برای بررسی این که آیا یک نمونه از توزیع خاصی ناشی می‌شود از نمودار چندک چندک (Q-Q) استفاده می‌کنند.

در نمودار (۳)، شکل چندک- چندک توزیع‌های تجربی سری‌های بازده در مقابل توزیع نرمال ترسیم شده است. اگر توزیع تجربی دارای دنباله سنگین‌تری باشد، منحنی در سمت چپ به پایین

و در سمت راست به بالا خمیدگی پیدا می‌کند و این امر در نمودار (۳) مشهود است. بنابراین هر شش شاخص مورد بررسی، نشانگر عدم نرمال توزیع بازدهی شاخص‌ها و پهن بودن دنباله آنها است.



نمودار (۴-۵): شکل چندک - چندک توزیع‌های تجربی سری‌های بازدهی شاخص‌ها

منبع: یافته‌های پژوهشگر

از مهم‌ترین فرضیه‌ها در نظریه ارزش فرین، مستقل و هم توزیع بودن سری‌های مورد بررسی است. از آنجا که توزیع سود و زیان دارایی‌های مالی از هم مستقل نیستند باید این خاصیت را در مدلسازی لحاظ نمود. بدین منظور پس از برازش مدل AR-GARCH، نظریه ارزش فرین (توزیع تعمیم یافته پرتو) روی باقیمانده‌های این فرآیند برازش می‌شود (پویانفر و موسوی، ۱۳۹۵) برای رفع خودهمبستگی هر یک از سری‌های بازده، از مدل خودرگرسیون (AR) با وقفه‌های مختلف استفاده شده است. همچنین برای رفع ناهمسانی واریانس هر کدام از سری‌ها، از انواع مدل‌های گارچ و از طریق نرم افزار Eviews مورد بررسی قرار گرفت که در نهایت بهترین مدل رفع ناهمسانی برای همه شاخص‌ها، بجز شاخص S&P 500، مدل EGARCH(1,1,1) تشخیص داده

۷۰ / مقایسه ارزش در معرض ریسک سهام تهران با بازارهای سهام بین المللی با استفاده از نظریه ارزش فرین شرطی

شد و بهترین مدل برای رفع ناهمسانی مدل S&P500 نیز مدل GARCH (1, 2) تشخیص و انتخاب شد.

در جدول (۳) آماره توصیفی پسماندهای فیلتر شده با مدل های خانواده AR-GARCH ارائه شده است. پس از فیلتر کردن سری بازدهها با مدل های خانواده AR-GARCH، هر شش سری مورد بررسی، فاقد خودهمبستگی سریالی و ناهمسانی واریانس هستند. به عبارت دیگر، پسماندهای فیلتر شده به متغیرهای تصادفی مستقل با توزیع یکسان^{۴۹} نزدیک می باشد.

جدول (۴-۵). آماره توصیفی پسماندهای فیلتر شده با مدل های خانواده AR-GARCH

Nikkei 225	CAC	DAX	S&P 500	DFMG	TEDPIX	
-۰,۰۰۰۰۴	-۰,۰۰۰۰۱	-۰,۰۰۰۰۲	-۰,۰۰۰۰۵	-۰,۰۰۰۰۱	۰,۰۰۰۰۴۶	میانگین
۰,۰۰۰۰۵	۰,۰۰۰۰۵۲	۰,۰۰۰۰۶۷	۰,۰۰۰۰۲	۰,۰۰۰۰۱۹	۰,۰۰۰۰۳۸	میانه
۰,۰۱۶	۰,۰۱۳۶	۰,۰۱۴۴	۰,۰۱۳۰	۰,۰۱۸۶۱	۰,۰۰۰۶۲	انحراف معیار
-۰,۰۵۴	-۰,۰۳۷	-۰,۰۰۱۶	-۰,۰۴۸۱	۰,۰۴۶۷	-۰,۱۵۶۸	چولگی
۱۰,۵۴	۹,۱۱	۸,۶۴۴	۱۲,۶۷	۸,۹۹	۱۲,۳۳	کشیدگی
۴,۳۶	۷,۱۲	۲,۰۱۹	۱,۱۹۴	۶,۰۷۲	۵,۵۹	LB- Q(5)
۰,۴۹۹	۰,۲۱	۰,۱۳۳	۰,۹۴۵	۰,۲۹۹	۰,۳۴۸	p-value
۰,۱۸۹	۳,۴۶	۷,۶۰۴	۰,۸۹۲	۰,۳۶۲	۰,۲۷۲۹	LM-ARCH
۰,۶۶	۰,۰۶۳	۰,۱۷۹	۰,۳۴۵	۰,۵۴۷	۰,۶۰۱	p-value
۲۴۴۷	۲۵۵۵	۲۵۴۰	۲۴۹۲	۲۵۲۸	۲۴۰۶	تعداد مشاهدات

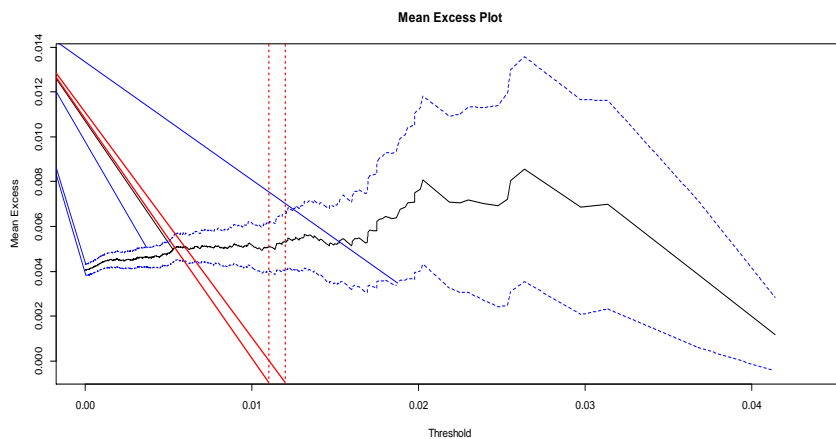
منبع: یافته های پژوهشگر

۴-۲- انتخاب آستانه u و پارامترهای توزیع تعمیم یافته پرتو (GPD)

برای انتخاب آستانه u با رویکرد POT، هر دو ابزار گرافیکی نمودار میانگین فزونی و نمودار هیل برای انتخاب آستانه استفاده شده است. در محاسبات، هر دو قسمت چپ و راست توزیع بازده در نظر گرفته شده است به این علت که قسمت چپ نشان دهنده زیان برای سرمایه گذاری است که بر روی شاخص موقعیت خرید^{۵۰} گرفته، در حالی که قسمت سمت راست توزیع نشان دهنده زیان برای سرمایه گذاری است که موقعیت فروش^{۵۱} بر روی شاخص گرفته است. روند انتخاب آستانه u و پارامترهای GDP برای بازده های منفی (دنباله چپ) همانند بازده های مثبت (دنباله راست) است و کافی است که داده ها را در منفی یک ضرب کنیم که در این حالت بازده مثبت نشان دهنده زیان است.

شهرام بابالویان، هاشم نیکومرام، حمیدرضا وکیلی فرد و فریدون رهنمای رودپشتی / ۷۱

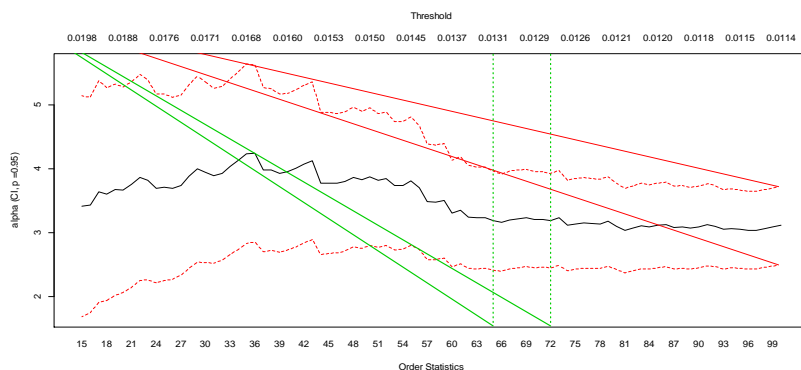
نمودار (۴)، انتخاب آستانه u با استفاده از تابع میانگین فزونی را برای دنباله راست شاخص بورس تهران نشان می‌دهد. به نظر می‌رسد u در محدوده‌های بین $0,011$ و $0,014$ دارد.



نمودار (۴). نمودار میانگین فزونی دنباله راست شاخص TEDPIX

منبع: یافته‌های پژوهشگر

نمودار (۵)، انتخاب آستانه u با استفاده از شکل هیل را برای دنباله راست شاخص بورس تهران نشان می‌دهد. در نمودار هیل، آستانه در جایی انتخاب می‌شود که شاخص دنباله نسبتاً ثابت باشد. به بیان دیگر، نمودار هیل برای مقادیر k (تعداد تخطی‌ها)، نسبتاً پایدار و افقی باشد. به نظر می‌رسد u در محدوده‌های بین $0,0127$ و $0,0132$ نسبتاً پایدار و افقی است.

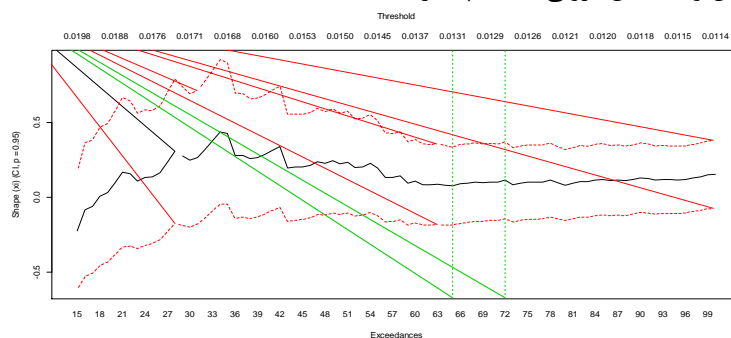


نمودار (۵). شکل هیل دنباله راست شاخص TEDPIX

منبع: یافته‌های پژوهشگر

۷۲ / مقایسه ارزش در معرض ریسک سهام تهران با بازارهای سهام بین المللی با استفاده از نظریه ارزش فرین شرطی

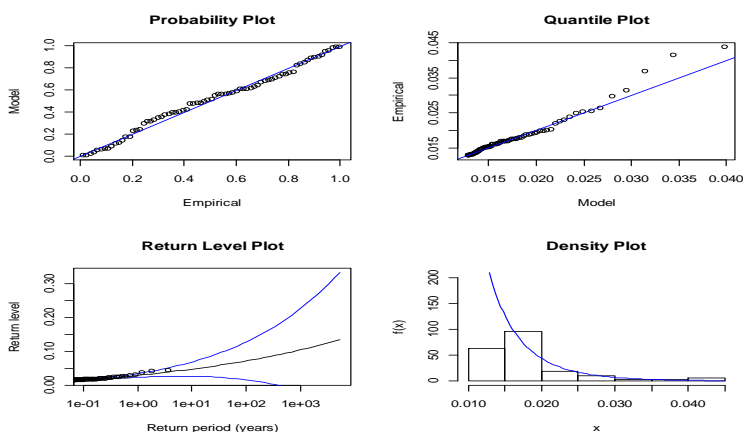
پارامتر شکل (ξ) در محدوده‌ای که آستانه انتخاب می‌شود، باید نسبتاً پایدار باشد که برای مشاهده آن می‌توان از نمودار پارامتر شکل^{۵۲} استفاده کرد. نمودار (6) نشان دهنده پارامتر شکل دنباله راست شاخص بورس تهران است که به نظر می‌رسد پارامتر شکل در محدوده u انتخابی با نمودارهای هیل و میانگین فزونی، نسبتاً پایدار است.



نمودار (۶). پارامتر شکل دنباله راست شاخص TEDPIX

منبع: یافته‌های پژوهشگر

با استفاده از نمودارهای فوق به این نتیجه می‌رسیم که در دنباله راست شاخص بورس تهران، آستانه u در محدوده بین ۰,۱۲۷ و ۰,۱۳۲ قرار دارد. حال باید مطمئن شویم که آستانه (u) انتخاب شده، می‌تواند شرایط GDP را به خوبی برازش کند برای انجام این کار، از چهار نوع نمودار تشخیصی زیر جهت آزمون نیکویی برازش GDP استفاده شده است تا آستانه بهینه حاصل شود.



نمودار (۷) آزمون نیکویی برازش GDP سری بازدهی دنباله راست شاخص TEDPIX

منبع: یافته‌های پژوهشگر

آستانه (u) های مختلف بین ۰,۰۱۲۷ و ۰,۰۱۳۲ با استفاده از نمودارهای تشخیصی مورد بررسی قرار گرفت و بهترین برازش در نقطه ۰,۰۱۳ تشخیص داده شده که نمودارهای تشخیصی آن، نشان دهنده برازش خوب شرایط GDP در این نقطه است. بنابراین $u=0,013$ به عنوان آستانه بهینه برای دنباله راست شاخص بورس تهران انتخاب می شود.

پس از مشخص شدن آستانه (u) می توان پارامترهای توزیع تعمیم یافته پرتو (ξ و $\hat{\sigma}$) را با استفاده از روش حداکثر درستنمایی تخمین زد. به منظور رعایت اختصار، از ارائه نمودارهای مربوط به انتخاب آستانه دنباله چپ شاخص بورس تهران و نیز دنباله های چپ و راست سایر شاخص های مورد بررسی خودداری شده است و نتایج اطلاعات مربوط به آستانه و پارامترهای توزیع تعمیم یافته پرتو در جدول (۴) ارائه شده است.

جدول (۴) انتخاب آستانه و تخمین پارامترهای توزیع تعمیم یافته پرتوی شاخص های مورد بررسی

شاخص	دنباله	آستانه (u)	شاخص دنباله (ξ)	پارامتر مقیاس ($\hat{\sigma}$)	تعداد مشاهدات (n)	تعداد مشاهدات فراتر از آستانه (n_u)
TEDPIX	دنباله چپ	-۰,۰۱۱۶	۰,۲۴۲۶	۰,۰۰۳۹۲	۱۰۶۰	۷۳
	دنباله راست	۰,۰۱۳	۰,۱۰۶۷	۰,۰۰۴۹۳	۱۳۴۶	۶۹
DFMG	دنباله چپ	-۰,۰۲۶	-۰,۱۲۹۲	۰,۰۱۹۷۹	۱۲۴۴	۱۵۵
	دنباله راست	۰,۰۲۶	۰,۳۴۶۹۷	۰,۰۱۰۹۴۱	۱۲۸۳	۱۲۷
S&P 500	دنباله چپ	-۰,۰۲۱۴	۰,۱۵۰۸۷	۰,۰۱۱۵۹	۱۲۱۷	۱۱۴
	دنباله راست	۰,۰۲۰	۰,۱۳۹۴	۰,۰۱۰۶۶	۱۲۷۴	۸۹
DAX	دنباله چپ	-۰,۰۲۰۵	۰,۰۹۹۵	۰,۰۱۰۰۹	۱۱۹۹	۱۶۵
	دنباله راست	۰,۰۲۱	۰,۳۲۸۶	۰,۰۰۶۵	۱۳۴۰	۱۴۲
CAC All Share	دنباله چپ	-۰,۰۲۰۷	۰,۰۶۸۳	۰,۰۱۰۲	۱۲۰۵	۱۴۷
	دنباله راست	۰,۰۲۰۷	۰,۲۹۳۰۶	۰,۰۰۷۹۵	۱۳۴۹	۱۰۷
NiKKei 225	دنباله چپ	-۰,۰۲۲۵	۰,۳۳۹۶	۰,۰۰۸۹۶	۱۱۷۰	۱۵۵
	دنباله راست	۰,۰۲۰۹	۰,۲۳۱۱	۰,۰۰۷۸۱	۱۲۷۶	۱۵۱

منبع: یافته های پژوهشگر

۴-۳- تخمین سنجه های ریسک VaR و ES با استفاده از نظریه ارزش فرین شرطی

در تحقیق حاضر برای تخمین سنجه های ریسک VaR و ES از نظریه ارزش فرین شرطی با رویکرد فراتر از آستانه استفاده شده است. تفاوت نظریه ارزش فرین غیرشرطی با شرطی تنها در

۷۴ / مقایسه ارزش در معرض ریسک سهام تهران با بازارهای سهام بین المللی با استفاده از نظریه ارزش فرین شرطی

داده‌های مورد استفاده است. در نظریه ارزش فرین غیرشرطی از داده‌های خام (فیلتر نشده) استفاده می‌شود؛ ولی در نظریه ارزش فرین شرطی از داده‌های فیلتر شده با مدل‌های خانواده AR-GARCH استفاده می‌شود در جدول (۴-۱۲) نتایج تخمین VaR و ES شاخص‌های مورد بررسی، با استفاده از نظریه ارزش فرین شرطی برای بازده‌های منفی (دنباله چپ) و بازده‌های مثبت (دنباله راست) و با سطوح اطمینان ۹۵ درصد و ۹۹ درصد ارائه شده است.

جدول (۴). VaR و ES شاخص‌های مورد بررسی در سطوح اطمینان ۹۰٪ و ۹۵٪

شاخص	دنباله	VaR		ES	
		$\alpha=0.5$	$\alpha=0.1$	$\alpha=0.5$	$\alpha=0.1$
TEDPIX	دنباله چپ	-۰,۰۱۲۹	-۰,۰۲۱۲	-۰,۰۱۸۵	-۰,۰۲۹۵
	دنباله راست	۰,۰۱۳۱	۰,۰۲۱۸	۰,۰۱۸۷	۰,۰۲۸۴
DFMG	دنباله چپ	-۰,۰۴۳۱	-۰,۰۶۸۶	-۰,۰۵۸۶	-۰,۰۸۱۳
	دنباله راست	۰,۰۳۴۴	۰,۰۶۴۳	۰,۰۵۵۷	۰,۱۰۱
S&P 500	دنباله چپ	-۰,۰۲۹	-۰,۰۵۲۳	-۰,۰۴۴۱	-۰,۰۷۱۴
	دنباله راست	۰,۰۲۳۷	۰,۰۴۳۸	۰,۰۳۶۶	۰,۰۶۰۱
DAX	دنباله چپ	-۰,۰۳۱۳	-۰,۰۵۰۷	-۰,۰۴۳۶	-۰,۰۶۵۳
	دنباله راست	۰,۰۲۶۶	۰,۰۴۴۳	۰,۰۳۹۰	۰,۰۶۵۴
CAC All Share	دنباله چپ	-۰,۰۳۰۱	-۰,۰۴۸۶	-۰,۰۴۱۷	-۰,۰۶۱۶
	دنباله راست	۰,۰۲۴۶	۰,۰۴۳۳	۰,۰۳۷۵	۰,۰۶۳۹
NiKKei 225	دنباله چپ	-۰,۰۳۲۸	-۰,۰۵۹۵	-۰,۰۵۱۷	-۰,۰۹۲۱
	دنباله راست	۰,۰۲۸۳	۰,۰۴۶۹	۰,۰۴۷۴	۰,۰۶۴۹

منبع: یافته‌های پژوهشگر

برمبنای تخمین VaR و ES در جدول (۴-۱۱) نتایج مختلفی حاصل شده است که در ادامه به تشریح هر کدام از این نتایج می‌پردازیم:

✓ سنجه‌های ریسک VaR و ES شاخص بازار مالی دبی (DFMG) در سطوح اطمینان ۹۵٪ و ۹۹٪ از سایر شاخص‌های مورد بررسی بیشتر است. در مقابل، VaR و ES شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران در سطوح اطمینان مذکور، از سایر شاخص‌های مورد بررسی کمتر است.

✓ در تحقیقات قبلی انجام شده از قبیل مطالعه چن و همکاران (۲۰۱۰) معمولاً سنجه‌های ریسک VaR و ES بازارهای نوظهور بیشتر از بازارهای توسعه یافته بوده است ولیکن در این

تحقیق، سنجه‌های ریسک VaR و ES شاخص بورس اوراق بهادار تهران کمتر از بازارهای توسعه یافته از قبیل S&P 500 و DAX است. دلیل پایین بودن سنجه‌های ریسک شاخص بورس اوراق بهادار تهران شاید (ممکن است) به دلیل عواملی محدود کننده در بورس اوراق بهادار تهران از قبیل وجود دامنه مجاز نوسان قیمت و حجم مبنا در بورس اوراق بهادار تهران باشد که مانع از نوسان‌پذیری بالای قیمت روزانه سهام شرکت‌ها و شاخص بورس اوراق تهران می‌شود. جدول (۴-۱۳) تاریخچه دامنه مجاز نوسان قیمت در بورس اوراق بهادار تهران را نشان می‌دهد.

جدول (۴-۱۳): تاریخچه دامنه مجاز نوسان قیمت در بورس اوراق بهادار تهران

شرح	بازه زمانی
کنترل شده به صورت قضاوتی	از ابتدای ۱۳۷۸ تا ابتدای ۱۳۸۰
دامنه متقارن ۱ تا ۵ درصد با توجه به نسبت P/E	از ابتدای ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۲/۰۳/۰۷
دامنه نوسان متقارن ۵ درصدی	از ۱۳۸۲/۰۳/۰۷ تا ۱۳۸۴/۱۱/۲۴
دامنه نوسان متقارن ۲ درصدی	از ۱۳۸۴/۱۱/۲۴ تا ۱۳۸۷/۰۲/۲۱
دامنه نوسان متقارن ۳ درصدی	از ۱۳۸۷/۰۲/۲۱ تا ۱۳۸۸/۰۸/۱۶
دامنه نوسان متقارن ۳٫۵ درصدی	از ۱۳۸۸/۰۸/۱۶ تا ۱۳۸۹/۰۴/۰۷
دامنه نوسان متقارن ۴ درصدی	از ۱۳۸۹/۰۴/۰۷ تا ۱۳۸۹/۰۳/۰۱
دامنه نوسان متقارن ۵ درصدی	از ۱۳۹۴/۰۳/۰۱ تا کنون

منبع: یافته‌های پژوهشگر

این در حالی است که در بسیاری از بورس‌های سهام معتبر جهان همچون بورس کشورهای آمریکا و آلمان دامنه نوسان قیمتی وجود ندارد و دامنه نوسان بورس فرانسه ۱۰ تا ۲۰ درصد و ژاپن ۱۰ تا ۶۰ درصد می‌باشد (منجذب و علی محمدی، ۱۳۹۳).

- ✓ در سطوح اطمینان ۹۵٪ و ۹۹٪ سنجه ریسک VaR برای دنباله چپ و راست شاخص بورس اوراق بهادار تقریباً برابر هستند. ولی در سایر بازارها، VaR دنباله چپ بیش از VaR دنباله راست است و تقریباً هم‌راستا با اکثر تحقیقات قبلی انجام شده در این خصوص است.
- ✓ در سطح اطمینان ۹۵٪، سنجه ریسک ES برای دنباله چپ و راست شاخص بورس اوراق بهادار تقریباً برابر هستند. ولی در سایر بازارها، ES دنباله چپ بیش از ES دنباله راست است. ولی در سطح اطمینان ۹۹٪، فقط ES دنباله چپ شاخص‌های S&P 500، TEDPIX

و NiKKei 225 بیش از ES دنباله راست بوده و در سه شاخص دیگر، ES دنباله چپ کوچکتر از ES دنباله راست است.

✓ پارامتر شکل (ξ) در دنباله راست هر شش شاخص مورد بررسی، مثبت است و در دنباله چپ نیز به جزء شاخص DFMG، پارامتر شکل مثبت می باشد و نشان می دهد هم دنباله چپ و هم دنباله راست توزیع بازدهی شاخص ها (بجز DFMG)، پهن و متراکم است. همچنین پارامتر شکل (ξ) دنباله چپ شاخص های TEDPIX، S&P 500 و NiKKei 225 بیش از دنباله راست می باشد.

۵- نتیجه گیری و پیشنهادها

مدل های سنتی مدیریت ریسک به دلیل اینکه اولاً بر روی کل توزیع تمرکز دارند و دوماً از توزیع های مشخص استفاده می کنند و ویژگی دنباله پهن توزیع احتمال ها را در نظر نمی گیرند و سوماً بخش کمی از داده ها در دنباله ها قرار دارند، قادر نیستند وقایع دنباله ای را مدل کنند. مدیریت ریسک مبتنی بر نظریه ارزش فرین، بطور مستقیم بر روی دنباله تابع توزیع تمرکز می کند. این مدل ها این پتانسیل را دارند که بتوانند تخمین بهتری از ریسک ارائه دهند.

برای تخمین سنجه های VaR و ES شاخص بورس اوراق بهادار تهران (TEDPIX) و سایر شاخص های سهام بین المللی مذکور، از نظریه ارزش فرین شرطی با رویکرد POT طی دوره ۲۰۱۵-۲۰۰۶ استفاده شد. برای رفع خودهمبستگی و رفع ناهمسانی واریانس سری بازدهی هر کدام از شاخص ها نیز از مدل های خانواده AR-GARCH استفاده شد. نتایج تحقیق نشان می دهد:

✓ ارزش در معرض ریسک (VaR) و ریزش مورد انتظار (ES) شاخص بازار مالی دبی (DFMG) و شاخص بورس اوراق بهادار تهران، به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار را هم در دنباله چپ و هم در دنباله راست به خود اختصاص داده اند.

✓ سنجه ریسک VaR برای دنباله چپ و راست شاخص بورس اوراق بهادار تقریباً برابر هستند. ولی در سایر بازارها، VaR دنباله چپ بیش از VaR دنباله راست است و تقریباً هم راستا با اکثر تحقیقات قبلی انجام شده از قبیل چن و همکاران (۲۰۱۰) و گیلی و کلزی (۲۰۰۶) می باشد و مغایر با نتایج تحقیقات لیو (۲۰۰۷) و زمانی و همکاران (۱۳۹۲) است.

✓ در سطح اطمینان ۹۵٪، سنجه ریسک ES برای دنباله چپ و راست شاخص بورس اوراق بهادار تقریباً برابر هستند. ولی در سایر بازارها، ES دنباله چپ بیش از ES دنباله راست است و تقریباً هم راستا با اکثر تحقیقات قبلی انجام شده از قبیل چن و همکاران (۲۰۱۰) و گیلی و کلزی (۲۰۰۶) بوده و مغایر با نتایج تحقیق لیو (۲۰۰۷) است. ولی در سطح

اطمینان ۹۹٪، فقط ES دنباله چپ شاخص‌های TEDPIX، S&P 500 و NiKKei 225 بیش از ES دنباله راست بوده و در سه شاخص دیگر، ES دنباله چپ کوچکتر از ES دنباله راست است.

✓ پارامتر شکل (ξ) شاخص سهام مورد بررسی (بجز شاخص DFMG)، مثبت بوده و نشانگر پهن و متراکم بودن توزیع بازدهی شاخص‌ها است. این نتایج هم‌راستا با اکثر تحقیقات قبلی انجام شده از قبیل مقیره و الزوبی (۲۰۰۶)، عاصف (۲۰۰۹)، چن و همکاران (۲۰۱۰)، فلاح‌پور و یاراحمدی (۱۳۹۱) و زمانی و همکاران (۱۳۹۲) می‌باشد.

✓ پارامتر شکل (ξ) دنباله چپ شاخص‌های TEDPIX، S&P 500 و NiKKei 225 بیش از دنباله راست می‌باشد که هم‌راستا با نتایج تحقیق گیلی و کلزی (۲۰۰۶) و آلن و همکاران (۲۰۱۳) است. در مقابل، پارامتر شکل (ξ) شاخص‌های DFMG، DAX و CAC All Shares در دنباله چپ کمتر از دنباله راست می‌باشد که هم‌راستا با نتایج تحقیق لیو (۲۰۰۷)، نورتی و همکاران (۲۰۱۵) و زمانی و همکاران (۱۳۹۲) است.

پایین بودن سنجه‌های VaR و ES یک روزه بورس اوراق بهادار تهران نسبت به سایر سهام بین‌المللی، نشانگر پایین بودن ریسک یک روزه سرمایه‌گذاری در بورس اوراق بهادار تهران نسبت به سایر بازارهای مذکور است. بنابراین به سرمایه‌گذاران کوتاه مدتی که ریسک‌گریز هستند، از بین بازارهای سهام مزبور، سرمایه‌گذاری در بورس اوراق بهادار تهران پیشنهاد می‌گردد. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که سنجه‌های ریسک VaR و ES در بورس اوراق بهادار تهران کمتر از سایر بازارهای سهام بین‌المللی است که شاید به خاطر بعضی عوامل محدود کننده از قبیل دامنه نوسانات قیمت و حجم مینا در بورس اوراق بهادار تهران باشد. به پژوهش‌گران پیشنهاد می‌گردد، عوامل تعیین کننده اثر گذار بر سنجه‌های ریسک VaR و ES در بورس اوراق بهادار تهران را بررسی و شناسایی کنند.

در پژوهش حاضر از رویکرد فراتر از آستانه (POT) برای محاسبه سنجه‌های ریسک استفاده شده است، پیشنهاد می‌گردد هر دو رویکرد POT و MB در بازار سهام ایران مورد بررسی قرار گرفته و کارایی نتایج هر دو رویکرد، مورد مقایسه قرار گیرد.

فهرست منابع

- (۱) پویانفر، احمد و سید حمید موسوی (۱۳۹۵). تخمین ارزش در معرض ریسک داده‌های درون‌روزی با رویکرد EVT-COPULA. مدل‌سازی ریسک و مهندسی مالی، دوره ۱، شماره ۲، ۱۴۴-۱۲۹.
- (۲) راعی، رضا و علی سعیدی (۱۳۸۳). "مبانی مهندسی مالی و مدیریت ریسک". تهران، سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت).
- (۳) 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، دوره ۶، شماره ۲۱، ۱۳۶-۱۱۵.
- (۴) سارنج، علیرضا و مرضیه نوراحمدی (۱۳۹۶). رتبه‌بندی 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، ۱۴۶-۱۳۱.
- (۵) عبده‌تبریزی، حسین و میثم رادپور (۱۳۸۸). "اندازه‌گیری و مدیریت ریسک بازار: رویکرد ارزش در معرض ریسک". تهران: پیشبرد.
- (۶) فلاح‌پور، سعید و مهدی یاراحمدی (۱۳۹۱). برآورد ارزش در معرض ریسک با استفاده از تئوری مقدار حدی در بورس اوراق بهادار تهران. مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، دوره ۴ شماره ۱۳، ۱۲۲-۱۰۳.
- (۷) فلاح‌پور، سعید و ثمینه فیض‌آله. (۱۳۹۵). انتخاب پرتفوی سهام با استفاده از وابستگی دنباله پایینی و تئوری مقدار حدی. دانش مالی تحلیل اوراق بهادار، سال نهم، شماره ۳۰، ۵۴-۳۳.
- (۸) کریمی، مجتبی، صراف، فاطمه و قدرت اله امام وردی، (۱۳۹۸). کهمبستگی شرطی پویای نوسانات قیمت نفت و بازار سهام کشورهای حوزه خلیج فارس با تاکید بر سرایت بحران مالی. فصلنامه اقتصاد مالی. دوره ۱۳. شماره ۴۹، ۱۳۰-۱۰۱.
- (۹) منجذب، محمدرضا و میثم علی‌محمدی (۱۳۹۳). دامنه مجاز نوسان در بورس اوراق بهادار تهران: اثرات، ابعاد و تحلیل آن. فصلنامه سیاست‌های مالی و اقتصادی. سال دوم. شماره ۷، ۷۲-۵۷.
- (۱۰) نریمانی، رضا، حکیمی پور، نادر و اسعداله رضایی، (۱۳۹۲). کاربرد روش شبکه عصبی مصنوعی و مدل‌های واریانس ناهمسانی شرطی در محاسبه ارزش در معرض ریسک. فصلنامه اقتصاد مالی. دوره ۷. شماره ۲۴، ۱۳۷-۱۰۱.

- (۱) هال، جان (۱۳۸۴). " مبانی مهندسی مالی و مدیریت ریسک". ترجمه سجاد سیاح و علی صالح آبادی، تهران: گروه رایانه تدبیر پرداز.
- 12) Allen, D. E., Singh, A. K., and Powell, R. (2011). Extreme market risk: An extreme value theory approach. *Mathematics and computers in simulation*, 94, 310-328.
- 13) Assaf, A. (2009). Extreme Observations and Risk Assessment in the Equity Markets of MENA Region: Tail Measures and Value-at-Risk. *International review of financial analysis*, 18(3), 109-116.
- 14) Bacon Carl R. (2012). *Practical Risk-Adjusted Performance Measurement*. New York: John Wiley & Sons Inc.
- 15) Chiang Lee, W. (2009). Applying Generalized Pareto Distribution to the Risk Management of Commerce Fire Insurance. Department of Banking and Finance, Tamkang University of Taiwan, 1-16.
- 16) Dowd, K., Blake, D., & Andrew C. (2004). Long-Term Value at Risk. *Journal of Risk Finance*, 5 (2), 52-57.
- 17) Fernandez, V. (2003). Extreme Value Theory: Value at Risk and Returns Dependence around the World. <http://www.dii.uchile.cl/~ceges/publicaciones/ceges51.pdf>.
- 18) Gencay, R., & Selcuk, F. (2004). Extreme value theory and Value - at - Risk: Relative performance in emerging markets. *International Journal of Forecasting*, 20(2), 287-03.
- 19) Gilli, Manfred and Evis Këllezî. 2006. An Application of Extreme Value Theory for Measuring Financial Risk. *Computational Economics*, 27(2), 207-228.
- 20) Karmakar, M., & Shukla, G.K. (2015). Managing extreme risk in some major stock markets: An extreme value approach. *International Review of Economics & Finance*, 35, 1-25.
- 21) Kittiakarakasun, J. & Tse, Y. (2011). Modeling the Fat Tails in Asian Stock Markets. *International review of economics and finance*, 20(3), 430-440.
- 22) Maghyereh, A. & Al-Zoubi, H. (2006). Value-at-Risk under Extreme Values: The Relative Performance in MENA Emerging Stock Markets. *International journal of managerial finance*, 2(2), 154-172.
- 23) Nieto, M. R., & Ruiz, E. (2016). Frontiers in VaR forecasting and backtesting. *International Journal of Forecasting*, 32(2), 475-501.
- 24) Nortey, E. N., Asare K., & Mettle, O. (2015). *Extreme Value Modelling of Ghana Stock Exchange Index*. Springer plus, Department of statistics, University of Ghana. 4:696.
- 25) Saita, Francesco. (2007). *Value at Risk and Bank Capital Management*. Amsterdam: Elsevier Academic Press.
- 26) Sowdagur V., & Narsoo, J. (2017). Forecasting Value-at-Risk using GARCH and Extreme-Value-Theory Approaches for Daily Returns. *International Statistics and Applications*, 7(2), 137-151.
- 27) Trudel, D. (2008). Tail Dependence of Hedge Funds. Swiss Federal Institute of Technology Zurich, 1-153.

- 1 . Extreme Tails of the Distribution
- 2 . Trudel
- 3 . Risk Metrics
- 4 . Value at Risk (VaR)
- 5 . Artzner
- 6 . Expected Shortfall (ES)
- 7 . Saita
- 8 . Extreme Tails of the Distribution : در متون فارسی برای واژه Extreme Value معادل "ارزش فرین" یا "مقدار حدی" بکار می رود که در مقاله حاضر از واژه ارزش فرین استفاده شده است.
- 9 . Fernandez
- 10 . Mandelbrot
- 11 . Mandelbrot
- 12 . Dasgupta, et al
- 13 . Fréchet Distribution
- 14 . Generalized Extreme Value (GEV)
- 15 . Nieto & Ruiz
- 16 . Karmakar & Shukla
- 17 . Extreme Event (Value)
- 18 . Large Market Falls
- 19 . Extreme Value Theorems
- 20 . Block Maxima (BM)
- 21 . Peak Over Threshold (POT)
- 22 . Generalized Pareto Distribution (GPD)
- 23 . Shape Parametr or Tail Index
- 24 . Location Parametr
- 25 . Scale Parametr
- 26 . Dowd
- 27 . Monotonicity
- 28 . Sub-Additivity
- 29 . Conditional VaR (CVaR)
- 30 . Balkema
- 31 . de Haan
- 32 . Pickands
- 33 . McNeil & Fray
- 34 . Nortey, Asare & Mettle
- 35 . Karmakar & Shukla
- 36 . Mean Excess Plot
- 37 . Hill Plot
- 38 . Chiang Lee
- 39 . Danielsson
- 40 . Gilli & Küllezi
- 41 . Different Exceedance Levels
- 42 . www.irbourse.com
- 43 . Diagnostic Plot
- 44 . Probability Plot
- 45 . Quantile Plot
- 46 . Density Plot
- 47 . Return Level Plot
- 48 . Sowdagur & Narsoo
- 49 . Independent and Identically Distributed (iid)
- 50 . Long Position
- 51 . Short Position
- 52 . Shape Parameter Plot