



آزمون قیمت‌گذاری صرف ریسک نامطلوب حدی (EDR) مبتنی بر نظریه ارزش حدی (EVT)

مریم دولو^۱مهديه دشتی^۲

تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۵/۱۵

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۲/۱۰

چکیده

با وقوع بحران‌های مالی در سال‌های اخیر، توجه به زیان‌های حدی اهمیت یافته است. زیان‌های حدی می‌تواند برای سرمایه‌گذاران بسیار نامطلوب باشد و از آنجا که احتمال وقوع این زیان‌های غیرمعمول ناچیز نیست، سرمایه‌گذاران نگران دنباله‌های حدی توزیع بازدهی هستند. هدف پژوهش حاضر آن است که با بهره‌گیری از نظریه ارزش حدی (EVT) که برای توضیح حوادث غیرمعمول طراحی شده، مقدار ریسک نامطلوب حدی (EDR) محاسبه شده و اثرات آن در قیمت‌گذاری دارایی‌ها بررسی گردد. برای این منظور، نمونه‌ای متشکل از ۲۴۳ شرکت پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران بین سال‌های ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۴ بررسی می‌گردد. جهت آزمون قیمت‌گذاری EDR از دو روش تحلیل پرتفوی و رگرسیون فاما و مک‌بث (۱۹۷۳) استفاده می‌شود. یافته‌های حاصله دال بر قیمت‌گذاری EDR و معناداری آماری صرف ریسک نامطلوب حدی در بورس اوراق بهادار تهران است. این پژوهش نشان می‌دهد زیان‌های بالقوه ناشی از بازدهی‌های بسیار نامطلوب، یعنی ریسک نامطلوب حدی، به عنوان یک عامل ریسک در قیمت‌گذاری دارایی‌ها ملحوظ می‌گردد. همچنین، اثر سایر معیارهای ریسک شامل نوسان‌پذیری، ارزش در معرض خطر و شاخص دنباله راست قوی‌تر از EDR بوده و در صورت احتساب معیارهای فوق، معناداری آماری صرف ریسک EDR از دست می‌رود.

واژه‌های کلیدی: ریسک نامطلوب حدی، نظریه ارزش حدی، توزیع کلاسیک مقدار حدی
تعمیم یافته.

۱- استادیار دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران (نویسنده مسئول) ma_davallou@yahoo.com

۲- دانشجوی کارشناس ارشد مدیریت مالی، دانشگاه شهید بهشتی

۱- مقدمه

معمولاً بزرگ‌ترین ریسک‌های بازار سرمایه یا پرتفوی‌های سرمایه‌گذاری زمانی اتفاق می‌افتد که تغییرات ناگهانی بزرگ و نامطلوب رخ دهد. دانستن احتمال رخداد و تخمین زیان ناشی از این گونه موارد نادر جهت مدیریت کارآمد ریسک ضروری می‌نماید. این زیان‌ها در دنباله تابع توزیع قرار داشته و به همین دلیل به آن «مقادیر حدی» گفته می‌شود. سرمایه‌گذاران معمولاً از موقعیت‌هایی که می‌تواند آن‌ها را در معرض زیان‌های فاجعه‌بار (هرچند با احتمال پایین) قرار دهد، اجتناب می‌کنند. سرمایه‌گذاران بر اساس این "انگیزه اجتناب از فاجعه" نگران سناریوهای بسیار نامطلوب بوده و از ریسک سقوط شدید و سریع قیمت‌ها گریزانند (منزس^۱ و همکاران، ۱۹۸۰). ریتز^۲ (۱۹۸۸) و بارو^۳ (۲۰۰۶) نشان می‌دهند فجایع نادر یا رویدادهای دنباله‌ای (یعنی رویدادهای با احتمال وقوع بسیار پایین اما ناگوار)، در توضیح معمای صرف ریسک سهام و قیمت‌گذاری دارایی‌ها حائز اهمیت بسیاری است. این تحقیقات نشان می‌دهد زیان‌های بالقوه ناشی از وقوع بازدهی‌های بسیار نامطلوب (حدی)، تحت عنوان ریسک نامطلوب حدی (از این پس EDR^۴)، عامل مهمی در قیمت‌گذاری دارایی‌ها محسوب می‌شود. از آنجا که زیان‌های حدی بیش از آنچه توسط توزیع‌های سنتی بازدهی (مانند نرمال یا لاگ نرمال) پیش‌بینی می‌شود، اتفاق افتاده و سقوط شدید قیمت‌ها می‌تواند متضمن اثرات قابل توجهی باشد لذا EDR مستلزم مذاقه بیشتری است. با وجود اهمیت بحث، بررسی قیمت‌گذاری EDR و چگونگی تاثیر آن بر بازدهی دارایی با چالش‌های جدی مواجه است. یکی از چالش‌های موجود، یافتن شاخص مناسب اندازه‌گیری EDR است. با وجود آنکه تعریف EDR به لحاظ مفهومی ساده است، اما محاسبه آن مستلزم تخمین احتمال حوادث نادر است که گاهی خارج از محدوده داده‌های موجود است. تمرکز این پژوهش بر ریسک افت قیمت سهام انفرادی در حالت حدی است. معیار EDR مستقیماً از نظریه ارزش فرین^۵ (EVT) استخراج می‌شود که ریسک پیامدهای حدی را به نحو صحیحی ارزیابی می‌نماید. به علاوه، برای استخراج EDR از مدل چهارعاملی استفاده می‌شود به همین دلیل، این معیار حاوی اطلاعاتی است که در عوامل رایج ریسک لحاظ نمی‌گردد. اساساً EDR معیار غیر سیستماتیک ریسک افت قیمت حدی است. استفاده از معیار غیر سیستماتیک به پشتوانه استدلال میتون^۶ (۱۹۸۷) می‌باشد که معتقد است در صورت کامل نبودن بازارها، تنوع‌بخشی کامل امری بسیار دشوار است. همچنین، شواهد نظری ارائه شده توسط ایبراجیمو^۷ (۲۰۰۹) و ایبراجیمو و والدن^۸ (۲۰۰۷) و ایبراجیمو و همکاران (۲۰۰۸) نشان می‌دهد تنوع‌بخشی همیشه اولویت مرجح نیست خصوصاً برای توزیع‌های با دنباله‌های بسیار پهن. سنجه EDR ریسک‌های افت قیمت و دنباله پهن را ملحوظ می‌دارد. هدف پژوهش حاضر آزمون قیمت‌گذاری EDR در بورس اوراق بهادار تهران است. این پژوهش با تمرکز بر

ریسک افت قیمت در حالت حدی، توانایی EDR جهت توضیح تفاوت مقطعی بازدهی سهام را بررسی می‌کند.

۲- مبانی نظری و مروری بر پیشینه پژوهش

نظریه ارزش حدی (EVT) نقش مهمی در توضیح ویژگی‌های احتمالی رویدادهای غیرعادی ایفا می‌کند. نظریه ارزش حدی برای ارزیابی شکل انتهای توزیع فرآیندهای تصادفی طراحی شده و در میان ابزارهای آماری تخمین دنباله پهن موجود، بهترین توصیف رفتار دنباله‌ها را ارائه می‌نماید. ویژگی متمایز EVT، کمی‌سازی رفتار تصادفی فرآیند در سطوح بسیار بالا یا بسیار پایین است. نظریه ارزش حدی به موازات نقش قضیه حد مرکزی در میانگین نمونه، بر اکستریم نمونه (مقادیر حدی) متمرکز است. نظریه ارزش حدی کلاسیک، توزیع مجانبی^۹ اکستریم‌ها (یا متغیرهای دنباله) را در توزیع GEV^{۱۰} با پارامتری به نام شاخص دنباله^{۱۱} تعیین می‌کند که بیانگر ضخامت دنباله توزیع است. معیار دنباله چپ^{۱۲} شاخص مناسبی برای EDR است زیرا با تاکید بر انتهای دنباله توزیع بازدهی، ارزیابی صحیح‌تری از ریسک رخدادهای حدی ارائه می‌کند. شاخص دنباله چپ بالاتر به منزله EDR بالاتر است. در مقایسه با معیارهای سنتی ریسک که مبتنی بر میانگین است، EDR از بروز خطا در تعیین احتمال جلوگیری کرده و برای استخراج اطلاعات دنباله پهن توزیع از گشتاورهای مراتب بالاتر استفاده نمی‌کند. به علاوه، این معیار عدم تقارن توزیع بازدهی سهام را نیز در نظر می‌گیرد.

رابطه بازدهی و ریسک در پژوهش‌های مختلف تأیید شده است. یکی از اصول اساسی مدیریت مالی نوین، رابطه تعادلی ریسک و بازدهی است. کمی‌سازی ریسک برای نخستین بار توسط مارکوویتز (۱۹۵۲) صورت گرفت. نظریه پرتفوی مارکوویتز (۱۹۵۲) سعی دارد رفتار سرمایه‌گذاران را بر اساس دو پارامتر میانگین و واریانس (بازدهی و ریسک) توزیع بازدهی تبیین کند. در این چارچوب، رفتار سرمایه‌گذاران تابع مطلوبیتی را پیشینه می‌کند که به میانگین و واریانس بازدهی پرتفوی بستگی دارد. در این مدل، واریانس به‌عنوان معیار ریسک در نظر گرفته می‌شود. استفاده از چارچوب میانگین-واریانس، مستلزم دو شرط توزیع نرمال (تقارن توزیع بازدهی) و درجه دوم یا سهمی بودن تابع مطلوبیت افراد (توزیع بیضوی بازدهی‌ها) است. بنابراین در شرایطی که نرمال بودن و تقارن توزیع بازدهی مورد تردید باشد، استفاده از واریانس و به تبع آن چارچوب میانگین-واریانس منطقی و موجه به نظر نمی‌رسد. در مدل میانگین-واریانس نوسانات مثبت و ریسک نامطلوب به یک اندازه جریمه شده و اهمیت یکسانی دارد. در مطالعه ریسک‌های فراتر از پارادایم گوسی (فرض توزیع نرمال) سابقه پژوهشی طولانی وجود دارد.

در مقابل مدل میانگین-واریانس مارکوویتز (۱۹۵۲)، معیارهای مختلف ریسک ارائه شده است. به طور کلی، برای اندازه‌گیری ریسک سه رویکرد شامل معیارهای مبتنی بر نوسان‌پذیری، ریسک نامطلوب و ریسک مطلوب وجود دارد. ریسک نامطلوب احتمال کاهش قیمت دارایی یا سرمایه‌گذاری یا مبلغ زیان بالقوه سرمایه‌گذاری است. ریسک نامطلوب، معیاری است که انحرافات نامساعد را در نظر می‌گیرد. ورشکستگی‌های تاریخی، سقوط بازارهای مالی و بحران‌های مالی به دنبال رویدادهایی واقع شده که آن قدر تکرار نمی‌شود که در توزیع تجربی تغییرات قیمت‌ها، بازدهی‌ها یا ارزش سبدهای مالی ایفای نقش کرده و در میانگین آن تأثیر داشته باشد و یا انحراف معیار آن را تغییر دهد. دقیقاً به همین دلیل، مطالعه توزیع این متغیرها کمکی به کاهش زیان ناشی از رویدادهای غیرمعمول نمی‌کند. رخداد این رویدادها، که آن چنان هم نادر نیست، نشان می‌دهد برای مطالعه آماری دنیای مالی تمرکز بر توزیع‌های متقارن با گشتاورهای متنهای مانند توزیع‌های نرمال و تی استیودنت کافی نیست. بحران‌های مالی نشان می‌دهد آنچه قابل چشم‌پوشی نیست، دنباله‌های توزیع است. از زمانی که قاعده اولویت امنیت توسط روی (۱۹۵۲) معرفی گردید و توسط آرزاک و باوا (۱۹۷۷) توسعه یافت، روش‌های مختلفی برای محاسبه ریسک نامطلوب ارائه شد. از آن جمله می‌توان به نیم واریانس (مارکوویتز، ۱۹۵۹)، حد سود-اعتماد (بامول، ۱۹۶۳)، گشتاور جزئی نیمه پایین (باوا، ۱۹۷۵ و فیشبرن، ۱۹۷۷)، ارزش در معرض خطر، انتظارات شرطی دنباله و انحراف معیار جزئی نیمه پایین اشاره کرد. بعضی پژوهش‌ها برای استخراج اطلاعات دنباله پهن از توزیع‌هایی با کشیدگی بیش از نرمال مانند تی استودینت و برخی از گشتاورهای مرتبه‌های بالاتر استفاده می‌کند. تلاش‌های انجام‌گرفته جهت تعدیل محاسبات سنتی موجب توسعه درک مفهوم ریسک شده و در بیشتر تحقیقات بر ریسک نامطلوب و ریسک دنباله پهن به طور مجزا توجه شده است (راچر و همکاران، ۲۰۱۰). ریسک نامطلوب با احتمال نوسانات منفی بازدهی در آینده تعریف می‌شود. ریسک دنباله، مربوط به حوادث نادری است که در دنباله‌های توزیع بازدهی رخ می‌دهد که در صورت رخداد در دنباله سمت چپ، ریسک نامطلوب حدی را نشان می‌دهد.

در مطالعات جدیدتر حوزه قیمت‌گذاری دارایی، معیارهای متفاوت ریسک از دیدگاه‌های مختلف بررسی شده است. به بیان آنگ و همکاران (۲۰۰۶) بتای نزولی به توضیح تغییرات مقطعی بازدهی سهام کمک می‌کند. هاروی و سیدیکیو (۲۰۰۰) صرف ریسک معنادار چولگی شرطی را تایید می‌کنند. مورنو و رودریگز (۲۰۰۹) نشان می‌دهند عامل چولگی مشترک در ارزیابی عملکرد صندوق‌های مشترک سرمایه‌گذاری به لحاظ آماری و اقتصادی معنادار است. دیتمار (۲۰۰۲) گشتاور مرتبه چهارم (کشیدگی) را به عنوان عامل ریسک معرفی می‌کند. تمامی معیارهای فوق،

سیستماتیک است زیرا مبتنی بر رابطه بین بازدهی سهام و بازدهی بازار است. در خصوص ریسک غیرسیستماتیک، آنگ و همکاران (۲۰۰۶) نشان می‌دهند پرتفوی دارای نوسان‌پذیری غیرسیستماتیک (IV) بالاتر از بازدهی آتی پایین‌تری برخوردار است در حالی که گیو و ساویکاس (۲۰۱۰) عقیده دارند IV شاخص ریسک سیستماتیک است. میتون و ورکینک (۲۰۰۷) و بویر و همکاران (۲۰۱۰) همبستگی معکوس بازدهی و چولگی غیرسیستماتیک مورد انتظار را تایید می‌کنند. بالی و همکاران (۲۰۰۹) ریسک افت قیمت را به کمک VAR توزیع تجربی بازدهی سنجیده و نشان می‌دهند رابطه ریسک-بازدهی مثبت برقرار است. همینطور، به بیان بالی و همکاران (۲۰۰۷) رابطه VAR و بازده مورد انتظار صندوق‌های پوشش ریسک، مثبت است. به زعم هوآنگ و همکاران (۲۰۱۲) بین EDR و بسیاری از معیارهای ریسک اشاره شده خصوصاً VAR (به دلیل ویژگی انعکاس ریسک‌های افت قیمت و حدی) رابطه نزدیکی برقرار است. سهام با EDR بالاتر معمولاً از انحراف معیار غیرسیستماتیک، چولگی، کشیدگی، بتای نزولی، VAR غیرسیستماتیک بالاتر و چولگی و کشیدگی مشترک منفی‌تری برخوردار است.

لانجین (۱۹۹۶) یکی از نخستین محققانی است که برای کمی‌سازی رفتار حدی بازدهی اقدام کرد. تا پیش از این، بازدهی حدی تحت عنوان مشاهده دور افتاده حذف می‌شد. لانجین (۱۹۹۶) با استفاده از نظریه ارزش حدی، توزیع آماری کمینه‌ها و بیشینه‌های بازدهی را تخمین زد. وی نشان داد توزیع بازدهی حدی از توزیع فرشت تبعیت می‌کند و دنباله‌ای با دم پهن دارد. به‌علاوه توزیع حدی در طول زمان شکل نسبتاً ثابتی دارد. لانجین (۲۰۰۰) به ارائه کاربردهای مختلف نظریه ارزش حدی و به‌طور خاص در محاسبه ارزش در معرض خطر پرداخت و روش جدیدی برای محاسبه ارزش در معرض خطر کل بازار معرفی نمود. او نشان داد فرم عمومی توزیع برآوردی بازدهی‌های حدی با بسیاری از فرآیندهای تصادفی که از آن‌ها به‌طور متداول به‌عنوان مدل بازدهی استفاده می‌شود (نظیر توزیع نرمال، ترکیب چند توزیع نرمال، توزیع تی استیودنت، خانواده توزیع‌های پارتین، فرآیندهای ARCH) همخوانی دارد. وی نشان داد روش مقدار حدی سه مزیت نسبت به روش‌های کلاسیک دارد. نخست، روش ارزش حدی، یک روش پارامتریک است لذا محاسبه ارزش در معرض خطر خارج نمونه برای مقادیر بالای احتمال امکان‌پذیر است. در حالی که با روش شبیه‌سازی تاریخی به دلیل کمبود مشاهدات امکان تعیین ارزش در معرض خطر برای احتمال‌های بالا وجود ندارد. دوم، از آنجاکه روش ارزش حدی مدل خاصی برای بازدهی فرض نمی‌کند و اجازه می‌دهد داده‌ها توزیع دنباله را تعیین کند، ریسک مدل به میزان قابل توجهی کاهش می‌یابد. در حالی که به‌عنوان مثال در توزیع نرمال، دنباله‌های توزیع هرگز به‌خوبی مدل نمی‌شود. سوم، با توجه به آنکه روش ارزش حدی بر رخدادهای کمیاب تمرکز می‌کند، ریسک این

وقایع در نظر گرفته می‌شود در حالی که در توزیع‌های شرطی که بازدهی تابع فرآیندهایی مانند EWMA یا GARCH است، شوک‌های شدید و پیش‌بینی نشده در نظر گرفته نمی‌شود. ولرسلو و تودورو (۲۰۱۱) نشان دادند جبران ریسک حوادث نادر بخش بزرگی از صرف ریسک سهام را شامل می‌شود. یافته‌ها نشان می‌دهد بسیاری از صرف ریسک‌های بزرگ سهام می‌تواند به جبران ریسک جهش دنباله منسوب شود. این نوع ریسک‌ها در چارچوب سنتی میانگین-واریانس ضعیف بیان شده‌اند. تجزیه تحلیل صرف ریسک واریانس نشان می‌دهد ترس سرمایه‌گذاران یا هراس از سقوط، نقش بسیار مهمی در توضیح صرف ریسک دنباله‌ای دارد. پون (۲۰۰۴) بر اساس نظریه چندمتغیره ارزش حدی، چارچوب کلی برای مدل‌سازی و تعیین توزیع مشترک دنباله ارائه می‌نماید. وی استدلال می‌کند رویکرد چندمتغیره کارآمدترین و مؤثرترین روش مطالعه حوادث حدی مانند بحران‌ها است. او نشان می‌دهد استفاده از معیارهای ریسک سنتی گذشته می‌تواند منجر به ارزیابی نادرست ریسک پرتفوی شود.

بالی (۲۰۰۹) به بررسی رابطه ریسک نامطلوب و بازدهی مورد انتظار سهام می‌پردازد. در این پژوهش ریسک در معرض خطر، ریزش مورد انتظار، ریسک دنباله به‌عنوان معیارهای ریسک نامطلوب استفاده می‌شود. نتایج حاصله موید رابطه مثبت و معنادار بین ریسک نامطلوب و بازده پرتفوی است. همچنین، ارزش در معرض خطر به‌عنوان بهترین معیار ریسک از توان پیش‌بینی قابل توجهی برخوردار گردید.

۳- فرضیه‌های پژوهش

فرضیه مورد آزمون پژوهش حاضر بدین شرح است:
"تاثیر EDR بر بازده سهام به لحاظ آماری معنادار است."

۴- متغیرهای پژوهش و نحوه اندازه‌گیری آن

متغیرهای مورد استفاده در این پژوهش به شرح ذیل اندازه‌گیری می‌شود:

- **بازدهی بازار:** بر اساس لگاریتم طبیعی نسبت شاخص کل در زمان t نسبت به زمان $t-1$ محاسبه می‌شود.
- **بازدهی سهام:** بر اساس لگاریتم طبیعی نسبت قیمت تعدیل شده بابت افزایش سرمایه و سود نقدی در زمان t نسبت به زمان $t-1$ محاسبه می‌شود.
- **ارزش دفتری به ارزش بازار (B/M):** عبارت از نسبت ارزش دفتری به ارزش بازار حقوق صاحبان سهام است.

- اندازه (Size): بر اساس لگاریتم طبیعی ارزش بازار شرکت (حاصل ضرب قیمت هر سهم در کل تعداد سها جاری) محاسبه می‌شود.
- نوسانات غیرسیستماتیک: با استفاده از انحراف معیار پسماند حاصل از مدل چهار عاملی کارهارت (۱۹۹۷) محاسبه می‌شود.
- چولگی و کشیدگی: به ترتیب از طریق محاسبه گشتاور سوم و چهارم به دست می‌آید.
- ارزش در معرض خطر (VAR): یکی از شناخته‌ترین معیارهای ریسک در سطوح حدی VAR است. در سطح خطای ۱ درصد با استفاده از بازدهی غیرعادی حاصل از مدل چهارعاملی در طول ۱۰۰ مشاهده قبل از ماه مورد نظر محاسبه می‌شود.
- شاخص دم راست: مشابه EDR است با این تفاوت که بر اساس حداکثر باقی‌مانده‌های حاصل از مدل چهارعاملی برآورد می‌شود.
- عامل اندازه (SMB): عبارت از تفاوت میانگین بازدهی سهام شرکت‌های کوچک و سهام شرکت‌های بزرگ است.
- عامل بازار (MKT): عبارت از مابه‌التفاوت بازدهی شاخص کل بازار منهای نرخ بدون ریسک است.
- عامل ارزش (HML): عبارت از مابه‌التفاوت بازدهی سهام شرکت‌های با نسبت ارزش دفتری به ارزش بازار بالا و سهام شرکت‌های با نسبت ارزش دفتری به ارزش بازار پایین است.
- مومنتوم (MOM): بر اساس بازدهی تجمعی ۱۲ ماه گذشته شرکت به استثنای یک ماه اخیر محاسبه می‌شود.
- EDR: برآورد EDR در دو مرحله انجام می‌شود. محاسبه شاخص دنباله پیش‌رتبه‌بندی و محاسبه شاخص دنباله پس‌رتبه‌بندی.
 - شاخص دنباله پیش‌رتبه‌بندی: ابتدا حداقل بازدهی غیرعادی حاصل از مدل چهارعاملی در هر ماه برای هر شرکت محاسبه می‌شود. سپس با استفاده از روش حداکثر درست‌نمایی (MLE) پارامتر مدل GEV تخمین زده می‌شود. پیش‌رتبه‌بندی با هدف کاهش سوگیری‌های ناشی از نقدشوندگی پایین و خطای متغیرها صورت می‌گیرد.
 - شاخص دنباله پس‌رتبه‌بندی: سهام شرکت‌ها در پایان هر ماه بر اساس شاخص پیش‌رتبه‌بندی به ۵ پرتفوی مساوی تقسیم می‌شود. لازم به ذکر است در هر ماه باید حداقل ۵ شرکت واجد شرایط وجود داشته باشد. سپس، میانگین موزون بازدهی اضافی پرتفوی‌ها در هر یک از روزهای ماه محاسبه می‌شود. سپس حداقل بازدهی هر پرتفوی محاسبه شده

و با استفاده از روش MLE، شاخص دنباله نهایی یا شاخص پسارتبه‌بندی هر پرتفوی در هر ماه محاسبه می‌شود. نهایتاً این شاخص پسارتبه‌بندی به‌عنوان EDR هر سهم به هر یک از سهام موجود در هر پرتفوی تخصیص داده می‌شود. به‌این ترتیب، سری زمانی EDR ماهانه هر سهم به دست می‌آید.

۵- روش‌شناسی پژوهش

جامعه آماری پژوهش حاضر مشتمل بر کلیه شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران و قلمرو زمانی آن سال‌های بین ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۴ است. نمونه پژوهش شامل کلیه شرکت‌های جامعه است به‌استثنای شرکت‌هایی که دارای شرایط زیر باشد:

- جزء بانک‌ها، واسطه‌گری مالی، لیزینگ و شرکت‌های بیمه باشد.
- پایان سال مالی شرکت منطبق بر ۲۹ اسفندماه باشد.
- از ابتدا تا انتهای پژوهش در عضویت بورس اوراق بهادار نباشد.
- اطلاعات صورت‌های مالی و یادداشت‌های توضیحی آن‌ها در دسترس نباشد.
- طی سال‌های ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۴ تغییر فعالیت یا تغییر سال مالی نداده باشد.

با لحاظ کردن محدودیت‌های فوق، نمونه این پژوهش شامل ۲۴۳ شرکت می‌شود. همچنین، داده‌های صورت‌های مالی شرکت‌ها از مرکز پردازش اطلاعات مالی ایران به نشانی www.fipiran.com و داده‌های بازار از سایت رهاورد نوین استخراج گردیده است.

جهت آزمون قیمت‌گذاری EDR و یا به سخن دیگر، بررسی معناداری صرف ریسک نامطلوب حدی از دو روش تحلیل پرتفوی و مدل فاما و مک‌بث (۱۹۷۳) استفاده می‌شود. جهت بررسی رابطه صرف ریسک EDR و بازدهی مقطعی سهام در چارچوب رویکرد تحلیل پرتفوی، سهام نمونه در پایان هرماه بر اساس EDR ماه گذشته به ۵ پرتفوی مساوی تقسیم می‌شود. انجام این مهم مستلزم وجود حداقل ۵ شرکت با EDR غیرصفر در ماه مورد نظر است^{۱۳}. پرتفوی اول شامل شرکت‌هایی است که دارای پایین‌ترین EDR و پرتفوی پنجم متشکل از شرکت‌های دارای بالاترین EDR است. سپس، بازدهی پرتفوی‌ها محاسبه‌شده و بازدهی بدون ریسک از آن کسر می‌شود. نهایتاً بازدهی پرتفوی با سرمایه‌گذاری صفر^{۱۴} متشکل از خرید پرتفوی حائز بالاترین EDR و فروش پرتفوی دارای پایین‌ترین EDR به دست آمده و مادامی‌که به کمک آزمون t تفاوت معناداری با صفر داشته باشد، وجود صرف ریسک EDR تایید می‌گردد. ایراد روش اخیر آن است که احصاء صرف ریسک EDR می‌تواند ناشی از نادیده انگاشتن اثر عوامل دیگری نظیر بازار، اندازه، ارزش و مومنتوم باشد. به همین دلیل، به‌جای بررسی بازدهی اضافی پرتفوی با سرمایه‌گذاری صفر، آلفای

آزمون قیمت‌گذاری صرف ریسک نامطلوب حدی (EDR) مبتنی بر نظریه ارزش حدی (EVT) / مریم دولو و مهدیه دشتی

پرتفوی‌ها مبتنی بر مدل چهارعاملی کارهارت (۱۹۹۷) مورد بررسی قرار می‌گیرد. بدین نحو، می‌توان اثر متغیرهای بازار، اندازه، ارزش و مومنتوم را کنترل نمود. برای محاسبه آلفای پرتفوی‌ها، معادله (۱) در چارچوب رگرسیون سری زمانی برازش می‌شود.

$$R_m^p = \alpha^p + \beta_{MKT}^p MKT_m + \beta_{SMB}^p SMB_m + \beta_{HML}^p HML_m + \beta_{MOM}^p MOM_m \quad (1)$$

که MKT_m بازدهی اضافی ماهانه بازار، SMB_m عامل اندازه، HML_m عامل ارزش، MOM_m عامل مومنتوم و α^p آلفای پرتفوی است. آلفای پرتفوی با سرمایه‌گذاری صفر محاسبه می‌شود. اگر این آلفا به لحاظ آماری معنادار باشد، می‌توان ادعا کرد سرمایه‌گذار با خرید پرتفوی پنجم (تحمل EDR بالا) و فروش پرتفوی اول بر بازار فائق آید. به بیان دیگر، معناداری آلفای اختلاف پرتفوی‌های اول و پنجم نشان می‌دهد اثر EDR حتی با کنترل عوامل بازار، اندازه، ارزش و مومنتوم قیمت‌گذاری شده و تحمل EDR بالاتر مستلزم انتظار کسب بازدهی بالاتر است.

جهت آزمون قیمت‌گذاری EDR علاوه بر روش تحلیل پرتفوی از مدل رگرسیون فاما و مک‌بث (۱۹۷۳) نیز استفاده می‌شود.^{۱۵} برای این منظور، معادلات (۲) تا (۴) با استفاده از داده‌های ماهانه برازش می‌شود.

$$r_m^i = \alpha^i + \beta_{EDR}^i EDR_m + \varepsilon_m^i \quad (2)$$

که r_m^i بازدهی سهام i در ماه m و EDR_m معیار ریسک افت قیمت حدی شرکت i در ماه m است. در معادله (۳) عوامل بازار، اندازه و ارزش (منطبق با مدل سه عاملی) به‌عنوان عوامل ریسک کنترل می‌شود.

$$r_m^i = \alpha^i + \beta_{EDR}^i EDR_m + \beta_{MKT}^i MKT_m + \beta_{SMB}^i SMD_m + \beta_{HML}^i HML_m + \varepsilon_m^i \quad (3)$$

با عنایت به اهمیت اثر مومنتوم، عامل مذکور نیز در معادله (۴) ملحوظ می‌شود (منطبق با مدل چهارعاملی).

$$r_m^i = \alpha^i + \beta_{EDR}^i EDR_m + \beta_{MKT}^i MKT_m + \beta_{SMB}^i SMD_m + \beta_{HML}^i HML_m + \beta_{MOM}^i MOM_m + \varepsilon_m^i \quad (4)$$

EDR دارای رابطه تنگاتنگی با برخی معیارهای ریسک نظیر ارزش در معرض خطر، چولگی و کشیدگی است. در این صورت می‌توان استدلال کرد رابطه EDR و بازدهی سهام ناشی از اثرگذاری سایر معیارهای ریسکی است که از همبستگی بالایی با EDR برخوردار است. به همین دلیل، صرف ریسک EDR پس از کنترل سایر معیارهای ریسک بررسی می‌گردد. بدین نحو که شرکت‌ها در پایان هر ماه بر اساس معیار ریسک مورد نظر به ۵ پرتفوی مساوی تخصیص می‌یابد. سپس سهام موجود در هر پرتفوی بر اساس EDR ماه گذشته به ۵ پرتفوی مساوی دیگر تقسیم می‌شود. سپس بازدهی اضافی پرتفوی‌های مذکور محاسبه شده و با استفاده از آزمون t معناداری تفاوت آن با صفر ارزیابی می‌شود.

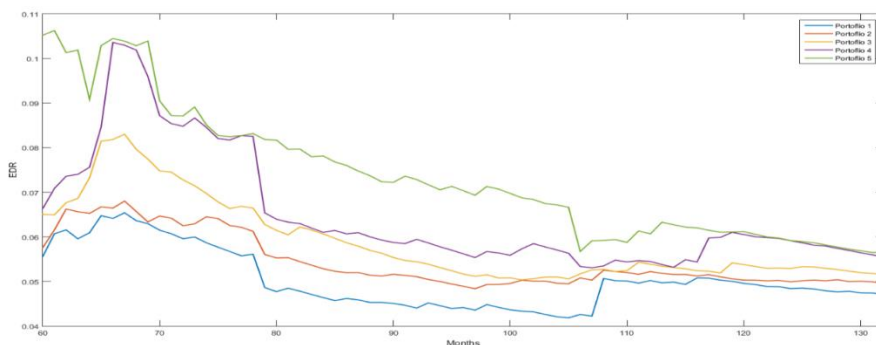
۶- یافته‌های پژوهش

آمار توصیفی متغیرهای تحقیق در جدول (۱) ارائه شده است. این جدول میانگین، میانه، انحراف معیار متغیرهایی همچون عوامل مدل چهارعاملی، شاخص دنباله پیش رتبه‌بندی، ریسک نامطلوب حدی، نوسان‌پذیری، چولگی، کشیدگی، ارزش در معرض خطر و شاخص دنباله راست را نشان می‌دهد.

جدول ۱- آمار توصیفی

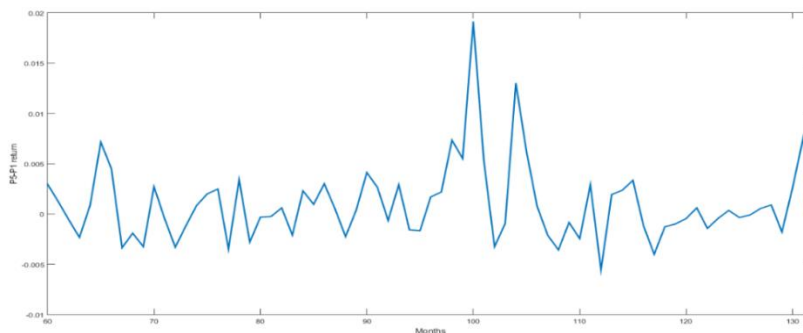
متغیرها	میانگین	میان	انحراف معیار
عامل بازار (MKT)	۰/۰۷۳	۰/۰۲۴	۰/۰۶۷
عامل اندازه (SMB)	۰/۰۵۸	۰/۰۲۷	۰/۱۲۵
عامل ارزش (HML)	۰/۱۰۱	۰/۰۱۶	۰/۱۷۱
عامل مومنتوم (MOM)	۰/۰۳۶	۰/۰۳۳	۰/۱۲۰
بازدهی غیرعادی روزانه	-۰/۰۱۲	-۰/۰۲۲	۰/۰۶۰
شاخص دنباله پیش رتبه‌بندی	۰/۰۶۶	۰/۰۶۸	۰/۰۴
EDR	۰/۰۶۰	۰/۰۵۸	۰/۰۰۹
نوسان‌پذیری	۰/۱۴۱	۰/۱۳۳	۰/۰۸۰
چولگی	۱/۶۴۷	۱/۴۵۶	۱/۰۱۲
کشیدگی	۱۰/۰۷۹	۸/۲۳۲	۶/۸۶۸
ارزش در معرض خطر	-۰/۳۰۳	-۰/۲۸۹	۰/۲۰۰
شاخص دنباله راست	۰/۱۱۹	۰/۱۰۱	۰/۰۸۵

بررسی صرف ریسک نامطلوب حدی بر مبنای رویکرد تحلیل پرتفوی: جهت آزمون قیمت‌گذاری EDR در چارچوب رویکرد تحلیل پرتفوی، سهام نمونه در پایان هرماه بر اساس EDR ماه گذشته به ۵ پرتفوی مساوی تقسیم می‌شود. پرتفوی اول دارای کمترین EDR و پرتفوی پنجم دارای بیشترین EDR است. شکل (۲) روند بازدهی اضافی پنج پرتفوی مبتنی بر EDR را نشان می‌دهد.



شکل ۱- روند بازدهی اضافی ماهانه پرتفوی‌های مبتنی بر EDR

همان‌گونه که در شکل (۱) نمایان است، پرتفوی اول در طول زمان دارای کمترین بازدهی و پرتفوی پنجم بالاترین بازدهی را دارد. اختلاف بازدهی این دو پرتفوی در طول زمان متفاوت است. برای مقایسه بازدهی پرتفوی اول و پنجم، اختلاف بازدهی اضافی آن‌ها نیز محاسبه شده که همان بازدهی اضافی حاصل از استراتژی خرید پرتفوی پنجم و فروش پرتفوی اول است. روند بازدهی پرتفوی اخیر در شکل (۲) نشان داده شده است.



شکل ۲- روند بازدهی اضافی پرتفوی متشکل از خرید پرتفوی پنجم و فروش پرتفوی اول

بازدهی اضافی و آلفای حاصل از مدل چهارعاملی پرتفوی‌های مبتنی بر EDR در جدول (۲) ملاحظه می‌گردد.

جدول ۲- بازدهی اضافی و آلفای پرتفوی‌های مبتنی بر EDR

پرتفوی	۱ (پایین)	۲	۳	۴	۵ (بالا)	بالا منهای پایین
EDR	۰/۰۵۰	۰/۰۵۴	۰/۰۵۹	۰/۰۶۵	۰/۰۷۴	۰/۰۲۴
بازدهی اضافی (درصد)	۱/۹۹۶	۲/۰۵۴	۲/۴۵۷	۲/۷۲۱	۲/۹۵۹	۰/۹۶۳**
آلفا (درصد)	۰/۷۳۸	۰/۷۰۲	۰/۷۵۰	۱/۱۰۳	۱/۳۵۹	۰/۰۵۸*

(*)، (** و ***) به ترتیب معناداری در سطح ۱۰، ۵ و ۱ درصد

همان‌گونه که در جدول (۲) مشاهده می‌گردد بازدهی اضافی پرتفوی متضمن کمترین EDR برابر ۱/۹۹۶ درصد و بازدهی اضافی پرتفوی دارای بالاترین EDR معادل ۲/۹۵۹ درصد است. روند صعودی بازدهی اضافی توأم با افزایش EDR پرتفوی مشهود است. ستون «بالا منهای پایین» جدول (۲) حاصل تفاضل بازدهی پرتفوی اول از پرتفوی پنجم (بازدهی پرتفوی با سرمایه‌گذاری صفر) است. بازدهی اضافی پرتفوی مذکور برابر ۰/۹۶۳ و در سطح اطمینان ۹۵ درصد به لحاظ آماری معنادار است. بدین مفهوم که بازدهی استراتژی سرمایه‌گذاری مبتنی بر EDR، مثبت و معنادار بوده و تحمل EDR بالاتر به منزله بازدهی (تحقق‌یافته) بالاتر است. آلفای پرتفوی مذکور برابر ۰/۰۵۸ درصد نشان می‌دهد بازدهی اضافی پرتفوی مذکور حتی پس از کنترل عوامل ریسک احصاء شده در مدل چهارعاملی کماکان در سطح اطمینان ۹۰ درصد از حیث آماری معنادار است.

بررسی صرف ریسک نامطلوب حدی با استفاده از رویکرد رگرسیون فاما-مک‌بث (۱۹۷۳): نتایج حاصل از آزمون تاثیر EDR بر بازدهی سهام در چارچوب مدل فاما و مک‌بث (۱۹۷۳) در جدول (۳) ارائه شده است.

جدول ۳- نتایج حاصل از آزمون قیمت‌گذاری EDR با استفاده از رگرسیون فاما و مک‌بث (۱۹۷۳)

مدل	EDR	بتا	اندازه	نسبت ارزش دفتری به بازار	مومنوم
۱	۰/۰۰۶**	-	-	-	-
۲	۰/۰۰۵*	۰/۰۰۹***	-۰/۰۰۵***	۰/۰۰۳	-
۳	۰/۰۰۳**	۰/۰۱۵***	-۰/۰۰۶***	۰/۰۰۳*	۰/۰۰۷**

(*)، (** و ***) به ترتیب معناداری در سطح ۱۰، ۵ و ۱ درصد

در صورت احتساب EDR به عنوان تنها عامل ریسک فراگیر موثر بر بازدهی سهام (مدل ۱)، ملاحظه می‌گردد که صرف ریسک EDR برابر ۰/۰۰۶ و اثر مذکور از نظر آماری معنادار است. با کنترل تاثیر عوامل ریسک احصاء شده در مدل سه عاملی شامل بازار، اندازه و ارزش در مدل ۲، اگرچه ضریب عامل ارزش (۰/۰۰۳) معنادار نیست، اما معناداری آماری ضریب EDR (۰/۰۰۵) به سطح اطمینان ۹۰ درصد تقلیل می‌یابد. چنان‌که علاوه بر عوامل سه‌گانه فوق، اثر مومنتوم نیز در مدل ۳ تصریح گردد، ضریب EDR برابر ۰/۰۰۳ و در سطح خطای ۵ درصد معنادار است. بدین مفهوم که صرف ریسک EDR حتی پس از کنترل اثر عوامل ریسک فراگیر شناخته شده، مثبت و از نظر آماری معنادار است.

رابطه EDR و سایر معیارهای ریسک: برخی شواهد تجربی نظیر هوآنگ و همکاران (۲۰۱۲) نشان می‌دهد رابطه نزدیکی بین EDR و برخی شاخص‌های دیگر ریسک برقرار است. در این صورت، ممکن است محتوای اطلاعاتی EDR با سایر معیارهای ریسک همپوشانی داشته باشد. در نتیجه، ظهور رابطه EDR و بازدهی سهام ناشی از نادیده انگاشتن معیارهای اصلی ریسک باشد. ضریب همبستگی مقطعی EDR و برخی معیارهای ریسک در جدول (۴) قابل مشاهده است.

جدول ۴- همبستگی بین EDR و برخی معیارهای ریسک

آماره t	ضریب همبستگی	معیار ریسک
۶/۰۵۰	۰/۰۳۴	نوسان‌پذیری
۲/۵۹۳	۰/۰۱۵	چولگی
۰/۴۷۹	۰/۰۰۳	کشیدگی
۰/۸۰۲	۰/۵۶۲	ارزش در معرض خطر
۲/۶۲۲	۰/۱۰۷	شاخص دنباله راست

همان‌گونه که در جدول (۴) ملاحظه می‌گردد ضریب همبستگی مثبت EDR با نوسان‌پذیری، چولگی و شاخص دنباله راست از نظر آماری معنادار است. جهت حصول اطمینان از توان توضیحی EDR باید اثر سایر معیارهای ریسک مرتبط کنترل گردد. برای این منظور، شرکت‌ها در انتهای هرماه بر اساس معیار ریسک مورد نظر به ۵ پرتفوی تخصیص می‌یابد. سپس سهام هر پرتفوی بر اساس EDR ماه گذشته به ۵ پرتفوی دیگر تقسیم می‌شود. میانگین بازدهی اضافی پرتفوی‌های تشکیل شده بر اساس EDR در هریک از ۵ پرتفوی تعیین شده بر اساس معیار ریسک مورد نظر محاسبه و معناداری تفاوت آن با صفر آزمون می‌شود. نتایج حاصل از کنترل اثر سایر معیارهای ریسک بر رابطه EDR-بازدهی در جدول (۵) ارائه می‌شود.

جدول ۵- میانگین بازدهی اضافی پرتفوی‌ها پس از کنترل اثر سایر عوامل ریسک

آماره t	بالا-پایین	پایین EDR	پایین EDR	معیار ریسک
۱/۷۵۹	۰/۰۱۰	۰/۰۳۵	۰/۰۲۵	نوسان‌پذیری
۲/۱۷۷	۰/۰۱۱	۰/۰۳۵	۰/۰۲۳	چولگی
۲/۰۹۹	۰/۰۱۱	۰/۰۳۷	۰/۰۲۵	کشیدگی
۱/۶۶۳	۰/۰۱۰	۰/۰۳۵	۰/۰۲۵	ارزش در معرض خطر
۱/۶۸۲	۰/۰۱۶	۰/۰۴۲	۰/۰۲۶	شاخص دنباله راست

نتایج منعکس در جدول (۵) نشان می‌دهد اثر EDR پس از کنترل نوسان‌پذیری، ارزش در معرض خطر و شاخص دنباله راست به لحاظ آماری معنادار نیست. بدین مفهوم که ریسک ملحوظ شده در EDR چیزی فراتر از معیارهای فوق نبوده و از محتوای اطلاعاتی منحصر به فردی برخوردار نیست. اما شاخص‌های ریسک مبتنی بر گشتاورهای بالاتر قادر به حذف اثر EDR نیست. آماره t بازدهی پرتفوی با سرمایه‌گذاری صفر در صورت کنترل چولگی برابر ۲/۱۷۷ و در صورت کنترل کشیدگی برابر ۲/۰۹۹ شاهد این ادعا است. ارزش در معرض خطر و نوسان‌پذیری باعث بیشترین کاهش صرف EDR است. در نتیجه توان توضیحی EDR مغلوب معیارهای نوسان‌پذیری، ارزش در معرض خطر و شاخص دنباله راست است.

۷- نتیجه‌گیری و بحث

این پژوهش با هدف آزمون قیمت‌گذاری EDR در بورس اوراق بهادار تهران، وجود صرف ریسک EDR را تایید کرده و نشان می‌دهد بازدهی اضافی حاصل از استراتژی خرید پرتفوی با EDR بالاتر و فروش پرتفوی با EDR پایین‌تر در سطح اطمینان ۹۵ درصد به لحاظ آماری معنادار است. لذا سرمایه‌گذاران در بورس اوراق بهادار تهران بابت تحمل EDR انتظار کسب بازدهی بالاتر دارند. آلفای مثبت و معنادار پرتفوی با سرمایه‌گذاری صفر مبتنی بر EDR حاکی از آن است که هیچ‌یک از عوامل ریسک احصاء شده در مدل چهارعاملی قادر به توضیح کامل بازدهی اضافی ناشی از EDR نیست. صرف ریسک مثبت EDR در بورس اوراق بهادار تهران موید یافته بالای (۲۰۰۹) است که بر رابطه مثبت بین ریسک نامطلوب و بازده مورد انتظار سهام ایالات متحده صحه می‌نهد. همچنین، در بررسی اثر همپوشانی EDR با برخی معیارهای ریسک مشخص گردید محتوای اطلاعاتی EDR فقط بخشی از اطلاعات مستتر در معیارهای نوسان‌پذیری، ارزش در معرض خطر و شاخص دنباله راست است زیرا کنترل اثر متغیرهای مذکور منجر به حذف اثر EDR می‌گردد. بر

این اساس، پیشنهاد می‌شود تعامل اثرات EDR و معیارهای ریسک مرتبط در پژوهش‌های آتی بررسی گردد.

فهرست منابع

- * Gilli, M. (2006). An application of extreme value theory for measuring financial risk. *Computational Economics*, 27(2-3), 207-228.
- * Brodin, E., & Klüppelberg, C. (2008). Extreme value theory in finance. *Encyclopedia of Quantitative Risk Analysis and Assessment*.
- * 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(2), 339-352.
- * Diebold, F. X., Schuermann, T., & Stroughair, J. D. (2000). Pitfalls and opportunities in the use of extreme value theory in risk management. *The Journal of Risk Finance*, 1(2), 30-35.
- * McNeil, A. J., Frey, R., & Embrechts, P. (2005). *Quantitative risk management: concepts, techniques, and tools*.
- * Kittiakarasakun, J., & Tse, Y. (2011). Modeling the fat tails in Asian stock markets. *International Review of Economics & Finance*, 20(3), 430-440.
- * Maghyereh, A. I., & Al-Zoubi, H. A. (2008). The tail behavior of extreme stock returns in the Gulf emerging markets: An implication for financial risk management. *Studies in Economics and Finance*, 25(1), 21-37.
- * Focardi, S. M., & Fabozzi, F. J. (2004). *The mathematics of financial modeling and investment management (Vol. 138)*. John Wiley & Sons.
- * Longin, F. M. (1996). The asymptotic distribution of extreme stock market returns. *Journal of business*, 383-408.
- * Longin, F. M. (2000). From value at risk to stress testing: The extreme value approach. *Journal of Banking & Finance*, 24(7), 1097-1130.
- * Longin, F., & Solnik, B. (2001). Extreme correlation of international equity markets. *The journal of finance*, 56(2), 649-676.
- * Jondeau, E., & Rockinger, M. (2003). Testing for differences in the tails of stock-market returns. *Journal of Empirical Finance*, 10(5), 559-581.
- * Poon, S. H., Rockinger, M., & Tawn, J. (2003). Modelling extreme-value dependence in international stock markets. *Statistica Sinica*, 929-953.
- * 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(3), 271-300.
- * Bali, T. G. (2003). An extreme value approach to estimating volatility and value at risk. *The Journal of Business*, 76(1), 83-108.
- * Bollerslev, T., & Todorov, V. (2011). Tails, fears, and risk premia. *The Journal of Finance*, 66(6), 2165-2211.

- * Poon, S. H., Rockinger, M., & Tawn, J. (2004). Extreme value dependence in financial markets: Diagnostics, models, and financial implications. *Review of financial studies*, 17(2), 581-610.
- * Campbell, J. Y., Hilscher, J., & Szilagyi, J. (2008). In search of distress risk. *The Journal of Finance*, 63(6), 2899-2939.
- * Bali, T. G., Demirtas, K. O., & Levy, H. (2009). Is there an intertemporal relation between downside risk and expected returns?. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 44(04), 883-909.
- * Rachev, Z., Rocheva-Iotovo, B., & Stoyanov, S. (2010). Capturing fat tails. *Risk*, 23(5), 72.
- * Ibragimov, R. (2004). Portfolio diversification and value at risk under thick-tailedness. Harvard Institute of Economic Research Discussion Paper, (2086).
- * Ibragimov, R., & Walden, J. (2007). The limits of diversification when losses may be large. *Journal of Banking & Finance*, 31(8), 2551-2569.
- * Ibragimov, R., Jaffee, D., & Walden, J. (2009). Nondiversification traps in catastrophe insurance markets. *Review of Financial Studies*, 22(3), 959-993.

یادداشت‌ها

¹ Menezes

² Rietz

³ Barro

⁴ Extreme Downside Risk

⁵ Extreme Value Theory

⁶ Mitton

⁷ Ibragimov

⁸ Walden

⁹ Asymptotic distribution

¹⁰ Generalized Extreme Value

¹¹ Tail index

¹² Left tail index

^{۱۳}. اگر تعداد شرکت‌هایی که EDR در ماه جاری برای آن‌ها قابل تخمین بوده کمتر از ۵ باشد، امکان تقسیم‌بندی آن‌ها به ۵ پرتفوی وجود ندارد. اگر هم شرط برقرار نبود، در آن ماه پرتفویی تشکیل نمی‌شود.

¹⁴ Zero Investment Portfolio

^{۱۵}. در رویکرد تحلیل پرتفوی، فقط امکان کنترل طیف محدودی از متغیرها فراهم است در حالی‌که رگرسیون با چنین محدودیتی مواجه نیست.