

نشریه علمی
دانش مالی تحلیل اوراق بهادار
سال دوازدهم، شماره چهل و چهارم
زمستان ۱۳۹۸

بررسی ساختار همبستگی اطلاعاتی در معیارهای مختلف اندازه‌گیری ریسک

محمدعلی رستگار^۱
محمدعلی امزاجردی^۲

تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۲/۲۰

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۸/۲۲

چکیده

هدف از این پژوهش مطالعه ساختار همبستگی معیارهای مختلف اندازه‌گیری ریسک است. معیارهای این پژوهش شامل چولگی غیر سیستماتیک (IS)، کشیدگی غیر سیستماتیک (IK)، نوسانات، نوسانات غیر سیستماتیک (IV)، ارزش در معرض خطر کرنیش- فیشر (CFVaR)، شاخص دم چپ (EDR) و شاخص دم راست توزیع است. ابتدا رگرسیون فاما-فرنج را تخمین زده و با استفاده از پسماندهای رگرسیون، مدل $AR(p)$ - $GARCH(p,q)$ را تخمین می‌زنیم و سپس با پسماندهای مدل برای ۱۷۵ نماد بورسی معیار EDR و سایر معیارهای ریسک را برآورد می‌کنیم. نتایج نشان می‌دهد بیشترین همبستگی را روش IS و CFVaR با روش EDR دارد اما با توجه به پایین بودن مقادیر همبستگی نمی‌توان گفت به طور کل اثرات EDR را شرح می‌دهند. تنها معیارهای EDR و CFVaR بر دم چپ تمرکز دارند و با یکدیگر قابل قیاس هستند. نتایج پس آزمایی برای دو رویکرد CFVaR و EDR نشان می‌دهد که با توجه به تعداد تخطی‌های صورت گرفته در ۵۳ درصد موارد روش EDR پیش‌بینی بهتری نسبت به روش CFVaR داشته است.

واژه‌های کلیدی: ارزش در معرض خطر، توزیع تعمیم‌یافته مقادیر حدی، ریسک حدی نامطلوب، فراتر از آستانه، ماکسیمم بلوک‌ها، نظریه ارزش فرین.

۱- استادیار گروه مهندسی مالی، دانشکده مهندسی صنایع و سیستم‌ها، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران. (نویسنده مسئول)
ma_rastegar@modares.ac.ir

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مالی گرایش مهندسی مالی و مدیریت ریسک دانشگاه خاتم، تهران، ایران. mohammadaliamza@gmail.com

۱- مقدمه

فوق، نوآوری دیگر این پژوهش نشان دادن رابطه همبستگی بین ریسک نامطلوب و سایر روش‌های سنتی اندازه‌گیری ریسک از جمله ارزش در معرض خطر کرنیش_فیشر، نوسانات بازده، چولگی غیر سیستماتیک، کشیدگی غیر سیستماتیک، نوسانات غیر سیستماتیک و شاخص دم راست توزیع هستیم.

چهارچوب مقاله به شکل زیر است: در بخش ۲ ادبیات موضوع و مقالات مرتبط با موضوع بیان شده است. در بخش ۳ جزئیات نمونه و داده‌های پژوهش اعم از آزمون‌های آماری (مانایی، تخمین وقفه‌های بهینه و...) ذکر شده است و همچنین روش‌های مدلسازی مقادیر حدی GEV و GPD و تخمین پارامترهای مربوطه بیان شده است. در این بخش سایر روش‌های سنتی محاسبه ریسک نیز آورده شده است. در بخش ۴ نتایج برآوردهای هر روش و مقایسه این روش‌ها بیان شده است و در بخش ۵ به نتیجه‌گیری پرداخته شده است.

۲- پیشینه پژوهش

رفتار دم توزیع‌های مالی در مقالات افرادی چون لانگین (۱۹۹۶)، مک نیل (۱۹۹۹)، نفتکی (۲۰۰۰)، مکنیل و فری (۲۰۰۰) و جنسی و همکاران (۲۰۰۳) آورده شده است. کراس و لیتزبرگ (۱۹۷۶) مدل CAPM را به مدل گشتاور مرتبه سوم CAPM بسط دادند که در آن چولگی سیستماتیک^۲ قیمت‌گذاری می‌شود. فانگ و لای (۱۹۹۷) به صورت تجربی توان قیمت‌گذاری چولگی و کشیدگی سیستماتیک^۳ را آزمودند و با استفاده از مدل گشتاور مرتبه چهارم CAPM دریافتند که بازده مورد انتظار در ارتباط با کوواریانس، هم چولگی و هم کشیدگی است. دیتمار (۲۰۰۲) گشتاور مرتبه چهارم یعنی کشیدگی را در مدل قیمت‌گذاری دارایی‌ها مرسوم کرد.

گویال و سانتاکلارا (۲۰۰۳) بررسی کردند که آیا نوسانات غیر سیستماتیک^۴ قیمت‌گذاری می‌شوند یا خیر. آن‌ها دریافتند که نوسانات غیر سیستماتیک در واقع کمک می‌کنند که بازده مورد انتظار بهتر توضیح

ایجاد توازن بین دو عامل ریسک و بازده از ارکان تأثیرگذار بر روی تصمیمات سرمایه‌گذاران است که این مسئله از اهمیت خاصی برخوردار است. گزینه‌ی سرمایه‌گذاران برای دوری از زیان‌های شدید با احتمال کم نشان می‌دهد که آن‌ها نسبت به کاهش شدید قیمت و سناریوهای منفی حدی، ریسک گریز می‌باشند. در نتیجه مطالعه وقایع با احتمال کم و اثرات شدید که در دم توزیع قرار خواهند گرفت برای سرمایه‌گذاران به منظور تشخیص و تعیین مناسب پرتفوی با ریسک و بازده متناسب از اهمیت زیادی برخوردار است. می‌توان ریسک را به دو دسته ریسک سیستماتیک و غیر سیستماتیک تجزیه کرد که در مدل قیمت‌گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای بتا نشان‌دهنده‌ی ریسک سیستماتیک یا ریسک بازار است که حساسیت صرف مورد انتظار بازده دارایی به صرف مورد انتظار بازده بازار را نشان می‌دهد. جزء دیگر ریسک شامل ریسک غیر سیستماتیک می‌شود که توسط بتا نشان داده نمی‌شود و در جملات خطای معادله وجود دارد. به طور کل گشتاورهای غیر سیستماتیک همان گشتاورهای پسماندهای مدل است. داگلاس (۱۹۶۷) و لیتنر (۱۹۶۵) اولین کسانی بودند که اهمیت نوسانات غیر سیستماتیک را در قیمت‌گذاری سهام بیان کردند. مالکیل و ژو (۱۹۹۷ و ۲۰۰۲) نیز بیان کردند که انحراف استاندارد جملات خطا یا همان ریسک غیر سیستماتیک در مدل بازار به توضیح دهندگی بازده مورد انتظار کمک می‌کند. در این پژوهش به دنبال پاسخگویی به این سؤال هستیم که معیارهای متعدد ریسک موجود به لحاظ ساختار همبستگی اطلاعاتی چه میزان به هم وابسته هستند و همچنین اطلاعاتی که توسط روش EDR^۱ منعکس می‌شود آیا توسط سایر معیارهای ریسک منعکس می‌شود یا خیر. همچنین سهامداران با توجه به تحمل ریسک حدی رو به پایین، به وسیله بازده مورد انتظار بیشتر پاداش داده می‌شوند و صرف ریسک مورد انتظار را دریافت می‌کنند یا خیر. علاوه بر نوآوری

بررسی بازده روزانه سهام بورس نیویورک به این نتیجه رسید که بازده روزانه این بازار از توزیع فریسه که از خانواده توزیع‌های تعمیم‌یافته‌ی ارزش فرین با دمی پهن هست، پیروی می‌کند. گیتن بای و همکاران (۲۰۰۴) نیز با بررسی بازده روزانه سهام انگلستان در بازه‌ی زمانی سال‌های ۱۹۷۵ تا ۲۰۰۰ به این نتیجه رسیدند که این بازده دارای دم پهن است. مکنیل و فری (۲۰۰۰) روشی را ارائه دادند که با استفاده از آن می‌توان ارزش در معرض خطر و روش‌های مرتبط با اندازه‌گیری دم سری‌های زمانی مالی شرطی ناهمسان واریانس را تخمین زد. آن‌ها یک رویکرد دو مرحله را به کار بردند که در مرحله‌ی اول با برازش کردن مدل گارچ نوسان‌پذیری خوشه‌ای را توضیح دادند و سپس توزیع تعمیم‌یافته پرتو را بر دم پسماندها برازش کردند. مکنیل و فری از ترکیب روش‌های حداکثر درست‌نمایی کاذب سازگار با مدل گارچ برای تخمین نوسانات جاری و از نظریه‌ی ارزش فرین برای تخمین دم توزیع نوآوری مدل گارچ استفاده کردند. هانس بیسترام (۲۰۰۴) دو رویکرد نظریه‌ی ارزش فرین را که شامل فراتر از آستانه و مقادیر حدی می‌باشد را با دو دیدگاه شرطی و غیرشرطی با یکدیگر مقایسه کردند. نتیجه آن بود که هر دو رویکرد عملکرد مشابه دارند. دیوید آلن و رابرت پاول (۲۰۱۱) اذعان داشتند که زمانی که با رخدادهای حدی مثل بحران مالی ۲۰۰۷ و ۲۰۰۸ مواجه هستیم نظریه‌ی ارزش فرین در تخمین ریسک نامطلوب یک روش مناسب می‌باشد. یومن و کیتیاکاراسکن (۲۰۱۱) به بررسی شاخص دم توزیع بر روی شاخص‌های بازار سهام کشورهای نوظهور آسیایی مثل ژاپن، هنگ‌کنگ، تایلند، تایوان، کره جنوبی، اندونزی و سنگاپور و... در سال‌های ۱۹۸۹-۲۰۰۹ هم برای دم چپ توزیع هم برای دم راست توزیع پرداختند که با شاخص S&P آمریکا و شاخص بین‌المللی MSCI^Y مقایسه شده‌اند. در این پژوهش ارزش در معرض ریسک با دو روش نظریه ارزش فرین و مدل آرچ محاسبه شده است. برای مقایسه این دو روش از روشی مانند مقاله گنجی و

داده شود. بویر، میتون و ورکینک (۲۰۱۰) دریافتند که چولگی غیر سیستماتیک^۵ همچنین به توضیح دهندگی بازده مورد انتظار کمک می‌کند و دریافتند که در طول زمان چولگی غیر سیستماتیک ثابت نیست. میتون، ورکینک، باربریس و هانگ (۲۰۰۷-۲۰۰۸) در نوشته‌های خود اذعان داشتند که تحت فرض غیر نرمال بودن توزیع بازده سهام، چولگی غیر سیستماتیک مهم می‌شود. دارایی‌های با چولگی مثبت می‌توانند بیش از حد واقعی قیمت‌گذاری شوند و بنابراین بازده‌های منفی حدی بیشتری در آن‌ها رخ دهد. همچنین بیان کردند که گشتاور مرتبه چهارم یعنی کشیدگی معیاری برای نشان دادن پراکندگی توزیع بازده است. جان کاتر و کوین دا (۲۰۰۶) به مقایسه دو روش ارزش در معرض خطر و افت مورد انتظار^۶ بر روی قراردادهای آتی پرداختند و نتایج پژوهش این بود که هر دو روش عملکرد مشابهی دارند. باید توجه کرد که توزیع بازده‌های سهام که دارای میزان قابل‌توجهی از بازده‌های حدی و مثبت هستند دارای دم پهن و توزیع کشیده و چوله به راست می‌باشند. در توزیع نرمال و هر توزیع متقارن دیگری تمایز بین ریسک روبه پایین و روبه بالا بی‌معنی است زیرا ریسک در هر دو حالت برابر است ولی در توزیع‌های مجانبی بین ریسک روبه بالا و روبه پایین تفاوت وجود دارد. در واقعیت توزیع بازده سهام و بسیاری از دارایی‌های دیگر متقارن نیست و دارای دم پهن هستند.

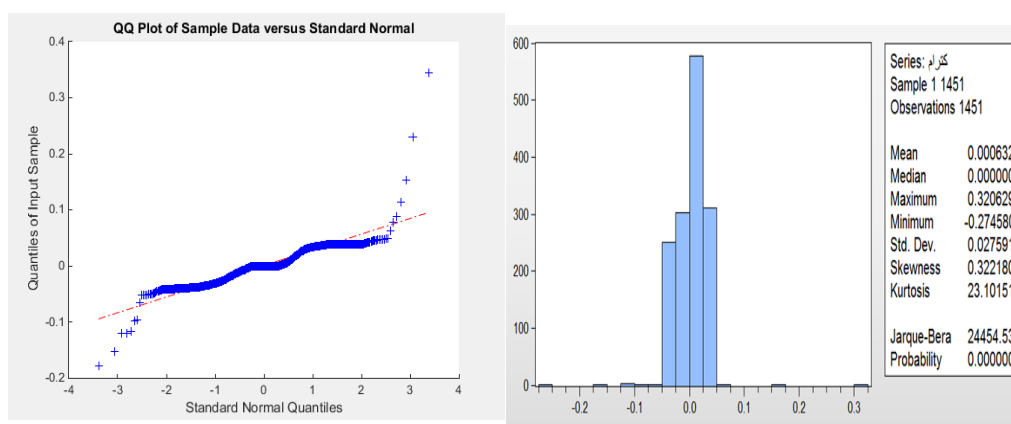
نظریه ارزش فرین (EVT)، مجموعه‌ای از ابزارها را ارائه می‌کند که برای مدلسازی احتمال زیان‌های بزرگ پرتفوی، مناسب هستند. این نظریه نخستین بار توسط فیشر و تیپت (۱۹۲۸) ارائه شد و توسط لانگین (۱۹۹۶) و پون (۲۰۰۴) در مطالعات مالی بکار رفت. مندلبروت (۱۹۶۳) و فاما (۱۹۶۵) اولین کسانی بودند که اذعان داشتند توزیع بازده سهام نسبت به توزیع نرمال دم پهن تر است. پارکینسون (۱۹۸۰) نشان داد که دم توزیع تجربی شامل اطلاعات مهمی برای محاسبات انحرافات بازده است. لانگین (۲۰۰۰) با

هیچ رابطه‌ای بین صرف ریسک و بتای دم وجود نداشت.

۳- روش‌شناسی پژوهش

جامعه مورد بررسی تمامی صنایع موجود در بورس اوراق بهادار تهران می‌باشد اما از آنجا که پرتفوی‌های ما به تفکیک صنایع مختلف بورسی تشکیل می‌شوند و برای تشکیل پرتفوی‌ها به آن صنایعی که حداقل چهار سهم را شامل می‌شوند بسنده شده است لذا غربالگری به صورتی است که نمونه ما شامل صنایعی است که نمادهای آن حداقل ۱۰۰۰ روز معاملاتی را در بازه زمانی سال ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۴ داشته باشند. در نتیجه با روش انتخاب نمونه قضاوتی صنایعی انتخاب می‌شوند که حداقل چهار نماد با این ویژگی را داشته باشند. قلمرو زمانی مورد بررسی از فروردین ۱۳۸۹ تا اسفند ۱۳۹۴ می‌باشد که داده‌های ارزش دفتری به صورت سه ماهه و داده‌های ارزش بازار به صورت روزانه استخراج شده است. هیستوگرام بازدهها در نرم‌افزار EViews نشان می‌دهد توزیع بازده کشیده بوده و با توجه به اینکه P-value آزمون جاکر برا در ناحیه رد واقع شده است پس توزیع بازدهها نرمال نبوده است. همچنین نمودار چندک چندک حاکی از پهن بودن توزیع دم نسبت به توزیع نرمال است. هیستوگرام بازده نماد کترام به عنوان نمونه به صورت زیر است.

همکاران (۲۰۰۴) استفاده‌شده و نشان داده شده است که روش آرچ از روش نظریه ارزش فرین برای محاسبه ارزش در معرض خطر بهتر عمل می‌کند. برای برآورد ارزش در معرض ریسک با استفاده از نظریه ارزش فرین هم از روش پارامتریک تابع حداکثر درست‌نمایی و هم از روش ناپارامتری برآوردگر هیل استفاده شده است. آن‌ها شاخص دم توزیع را با تخمین زنده‌ی نا پارامتریک هیل پلات و تابع حداکثر درست‌نمایی به صورت شرطی و غیرشرطی در سطوح اطمینان مختلف تخمین زدند. یافته‌ها حاکی از آن بود که توزیع بازده بازارهای نوظهور علاوه بر دم پهن بودن دارای نوسانات زیاد می‌باشد. ریچارد هریس و همکاران (۲۰۱۵) در مقاله خود ارتباط پویای بین بازده و ریسک حدی روبه پایین را در شرایط مختلف بازار به وسیله‌ی ترکیب روش‌های بالی، دمیرتاز و لوی (۲۰۰۹) با روش مارکوف سوئیچینگ بررسی کردند و دریافتند که رابطه معنی داری بین ریسک و بازده در شرایطی که نوسانات بازار کم است، وجود دارد. ماترین ون و چن ژو (۲۰۱۶) با در نظر گرفتن سنجش حساسیت دارایی‌ها به رکود بازار از طریق بتای دم، وجود صرف ریسک سیستماتیک دم توزیع را مورد بررسی قرار دادند. نتیجه آن بود که سهام‌های با بتای دم تاریخی بالا در زمان سقوط بازار دو تا سه برابر افت شدیدتری نسبت به موارد مشابه با بتای دم کم دارند همچنین



نمودار ۱- هیستوگرام بازده نماد کترام و نمودار چندک-چندک بازده لگاریتمی روزانه نماد کترام

ماکسیمم‌ها برای تمامی مقادیر x به سمت صفر میل می‌کند ($F^n(x) \rightarrow 0$) و بنابراین $M_n \xrightarrow{p} \infty$

گروه دوم مدل‌ها که مدرن تر و جدید تر به نظر می‌رسد شامل روش فراتر از آستانه^۸ است. این مدل‌ها با تمامی مشاهدات بزرگ که از یک آستانه مشخص فراتر می‌روند در ارتباط است. در مدل‌های فراتر از آستانه دو روش قابل‌گزینه است. یک روش که کاملاً پارامتریک است و بر مبنای توزیع تعمیم‌یافته پرتو است (GPD^۹) و روش دوم که ناپارامتریک است و در ارتباط با تخمین زنده هیل^{۱۰} می‌باشد. روش ناپارامتریکی که برای تخمین دم توزیع یا به عبارت دیگر برای تخمین شاخص دم توزیع استفاده می‌شود فرضی درباره‌ی توزیع دم در نظر نمی‌گیرد. رایج‌ترین روش ناپارامتریک توسط هیل (۱۹۷۵) ارائه شد. او یک تخمین زنده تحت فرض مستقل و هم توزیع بودن مشاهدات از طریق حداکثر درست‌نمایی به دست آورد. تنها محدودیت تخمین زنده‌ی هیل این بود که فقط برای توزیع فریسه^{۱۱} قابل استفاده بود به عبارت دیگر تنها برای توزیع‌های دارای دم پهن (لانگ‌تیل) (۲۰۰۰). برای به دست آوردن شاخص دم توزیع از طریق تخمین زنده‌ی هیل نمونه $X_i, i = 1, \dots, N$ را به صورت نزولی مرتب می‌کنیم $X_{(1)}, \dots, X_{(N)}$. شاخص دم توزیع از طریق تخمین زنده‌ی هیل به شکل زیر تخمین می‌خورد:

رابطه ۲)

$$\xi = \frac{1}{\alpha} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \ln\left(\frac{x_i}{x_{m+1}}\right)$$

به عبارت بهتر دو روش در مدلسازی مقادیر حدی وجود دارد، روش فراتر از آستانه و روش حداکثرهای بلوک‌بندی شده (BMM)^{۱۲}. در روش بلوک‌بندی ماکسیمم‌ها و مینیمم‌ها اصول کار به این صورت است که بازه‌های زمانی به تکه یا بلوک‌های مساوی تقسیم می‌شوند و مقادیر ماکسیمم زیان در هر زیر بازه‌ی زمانی با استفاده از توزیع تعمیم‌یافته مقادیر حدی مدل می‌شود. در روش فراتر از آستانه تمامی

همچنین آزمون مانایی تعمیم‌یافته دیکی فولر بر روی عامل‌های ریسک معادله رگرسیون فاما-فرنج نشان می‌دهد که سری زمانی این متغیرها مانا هستند. آزمون مانایی فاکتور SMB، HML و MKT برای نماد کترام به صورت زیر است.

جدول ۱- آزمون ریشه واحد (مانایی) فاکتورهای معادله فاما-فرنج

SMB	سطح	-۳,۹۶۴۳۸۱	آماره t:
	سطح	-۳,۴۱۲۹۱۰	-۳۳,۵۷۹۰
	سطح	-۳,۱۲۸۴۴۶	Prob=0.00
HML	سطح	-۳,۹۶۴۶۶۱	آماره t:
	سطح	-۳,۴۱۳۰۴۷	-۳۰,۷۷۲۹
	سطح	-۳,۱۲۸۵۲۷	Prob=0.00
MKT	سطح	-۳,۴۳۴۸۵۲	آماره t:
	سطح	-۲,۸۶۳۴۱۵	-۱۶,۵۱۹۹۸
	سطح	-۲,۵۶۷۸۱۷	Prob=0.00

مطابق گفته‌ی مک نیل (۱۹۹۹) دو مدل اصلی مرتبط با نظریه ارزش فرین موجود است. اولین گروه و قدیمی‌ترین آن‌ها شامل مدل‌های بلوک‌بندی حداکثرها می‌باشد. این گروه، مدل‌هایی را ارائه می‌کنند که برای بزرگترین مشاهدات نمونه از توزیع مشخص طراحی شده‌اند. رفتار تصادفی ماکسیمم $M_n = \text{Max}(X_1, \dots, X_n)$ از متغیر تصادفی X_1, \dots, X_n که هم توزیع هستند و تابع توزیع تجمعی CDF آن $F(x)$ است را در نظر بگیرید. از نقطه نظر مدیریت ریسک $X_t = -Z_t$ بازده منفی در روز t است. تابع توزیع تجمعی M_n به صورت زیر است:

رابطه ۱)

$$p(M_n \leq x) = p(X_1 \leq x, \dots, X_n \leq x)$$

$$= \prod_{i=1}^n p(X_i \leq x) = F^n(x)$$

$F(x)$ برای $x < \infty$ کوچکتر از یک است. واضح است زمانی که $n \rightarrow \infty$ ، تابع توزیع تجمعی

پارامتر β ، پارامتر مقیاس و پارامتر ξ ، پارامتر شکل و پارامتر μ ، پارامتر موقعیت است. بر اساس مقادیری که پارامتر شکل به خود می‌گیرد توزیع تعمیم‌یافته مقادیر حدی سه حالت متفاوت به خود می‌گیرد. اگر پارامتر کسی کوچکتر از صفر باشد توزیع تعمیم‌یافته مقادیر حدی به توزیع وایبل، اگر پارامتر کسی برابر صفر باشد به توزیع گامبل و اگر بزرگتر از صفر باشد به توزیع فریسه تبدیل می‌شود. گامبل در سال ۱۹۵۸ نشان داد اگر متغیرهای x_1, \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.

$$H_{max,n}(x) = [F(x)]^n \quad \text{رابطه ۵}$$

به همین ترتیب توزیع دقیق حداقل‌ها از رابطه زیر به دست می‌آید.

$$H_{min,n}(x) = 1 - [1 - F(x)]^n \quad \text{رابطه ۶}$$

بر اساس قضیه فیشر و تیپت، با بزرگ شدن n ، توزیع ارزش‌های فرین یعنی X_{max} و X_{min} به توزیع تعمیم‌یافته ارزش فرین نزدیک می‌شود.

$$\text{PDF: } \begin{cases} \frac{1}{\sigma} t(x)^{\xi+1} e^{-t(x)} & , \text{ where } t(x) \\ = \begin{cases} \left[1 + \xi \left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)\right]^{-\frac{1}{\xi}} & \text{if } \xi \neq 0 \\ e^{-\frac{x-\mu}{\sigma}} & \text{if } \xi = 0 \end{cases} \end{cases}$$

رابطه ۸

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

داده‌هایی که از یک مقدار آستانه از پیش تعیین شده فراتر بروند به عنوان مقادیر حدی برگزیده می‌شوند. این مقادیر با توزیع تعمیم‌یافته پرتو برازش می‌شوند. هر دو نظریه ارزش فرین و قضیه حد مرکزی راجع به توزیع‌های حدی صحبت می‌کنند.

اگر x_1, \dots, x_N ($n \in N$) متغیرهای تصادفی مستقل و هم توزیع باشند و جمع این متغیرها را به صورت زیر نشان دهیم $S_n = \sum_{i=1}^n x_i$ آنگاه اگر S_n به خوبی نرمال شده باشد به سمت نرمال استاندارد همگرا می‌شود. اگر μ و σ به ترتیب میانگین و واریانس متغیر تصادفی باشد خواهیم داشت:

رابطه ۳

$$\lim_{n \rightarrow \infty} P\left(\frac{S_n - n\mu}{\sigma\sqrt{n}} \leq x\right) = N(x) := \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x \exp(-z^2/2) dz$$

از طرف دیگر نظریه ارزش فرین برای ماکسیم‌ها مرکزی ارائه می‌دهد، اما اگر مینیمم‌ها را به صورت روبه رو تعریف کنیم $m_n = \min\{x_1, \dots, x_n\}$ می‌توان آن را به صورت دیگری نیز تعریف کرد $m_n = -\max\{-x_1, \dots, -x_n\}$ از این رو می‌توان این نظریه برای مینیمم‌ها نیز استفاده کرد. با توجه به مقدمه‌ی گفته‌شده می‌توان به تشریح توزیع مقادیر حدی تعمیم‌یافته پرداخت. تابع چگالی توزیع تعمیم‌یافته مقادیر حدی^{۱۳} به صورت زیر تعریف می‌شود.

رابطه ۴

$$h_{\xi,\beta,\mu}(x) = \begin{cases} \left(\frac{1}{\beta}\right) \left(1 + \xi \frac{x-\mu}{\beta}\right)^{\left(-1-\frac{1}{\xi}\right)} \exp\left(-\left[1 + \xi \frac{x-\mu}{\beta}\right]^{-\frac{1}{\xi}}\right), & \xi \neq 0 \\ \left(\frac{1}{\beta}\right) \exp\left(-\exp\left[-\frac{(x-\mu)}{\beta}\right] - \frac{(x-\mu)}{\beta}\right), & \xi = 0 \end{cases}$$

$$\text{where } 1 + \xi \frac{x-\mu}{\beta} > 0$$

روش‌های سنتی اندازه‌گیری ریسک با داده‌های ماهانه محاسبه شده است به این صورت که با استفاده از پنجره غلتان^{۱۷} یک ساله هر معیار ریسک در کل دوره‌ی زمانی شش ساله از ابتدای سال ۱۳۸۹ تا انتهای ۱۳۹۴ به صورت ماهانه محاسبه می‌شود و سپس با استفاده از داده‌های ماهانه به دست آمده از هر روش ضریب همبستگی بین روش‌های اندازه‌گیری ریسک محاسبه می‌شود. معیار نوسانات غیر سیستماتیک (IV)^{۱۸} به صورت انحراف معیار، چولگی غیر سیستماتیک (IS)^{۱۹} به صورت گشتاور مرتبه سوم و کشیدگی غیر سیستماتیک (IK)^{۲۰} به صورت گشتاور مرتبه‌ی چهارم با استفاده از پسماندهای مدل حساب می‌شوند. ارزش در معرض خطر^{۲۱} به صورت VaR 1% پارامتریک با استفاده از روش بسط کرنیش-فیشر^{۲۲} محاسبه می‌شود. شاخص دم راست توزیع با روشی مشابه روش محاسبه EDR اما بر خلاف روش دم چپ که از مینیمم داده‌های ماهانه استفاده شده است، این روش با استفاده از ماکزیمم داده‌های روزانه پسماندهای مدل در هر ماه محاسبه می‌شود. نوسانات^{۲۳} از روش انحراف معیار با استفاده از بازده‌های روزانه محاسبه شده است. فرمول محاسبه نوسانات غیر سیستماتیک به شرح زیر است:

رابطه (۱)

$$iv_{p,t} = \left(\frac{1}{N(t)} \sum_{d \in S(t)} \varepsilon^2_{p,d} \right)^{\frac{1}{2}}$$

portfolio p at day d in month t

$S(t)$ مجموعه‌ی تعداد روزهای معاملاتی از اولین روز ماه t تا پایان ماه t و $N(t)$ روزهای معاملاتی در مجموعه‌ی فوق است. فرمول محاسبه چولگی غیر سیستماتیک به شرح زیر است:

رابطه (۱۲)

$$is_{p,t} = \frac{1}{N(t)} \frac{\sum_{d \in S(t)} \varepsilon^3_{p,d}}{iv_{p,t}^3}$$

بدیهی است که حد رابطه‌ی اول زمانی که ξ به سمت صفر میل می‌کند برابر است با رابطه‌ی دوم. بر این اساس، جنکینسون پیشنهاد کرد که توزیع تعمیم‌یافته‌ی ارزش فرین تنها با رابطه‌ی زیر نمایش داده شود. (رابطه ۹)

$$H_{\xi,\mu,\sigma}(x) = 1 - \exp \left[- \left(1 - \xi \frac{x - \mu}{\sigma} \right)^{\frac{1}{\xi}} \right], \\ 1 - \xi \frac{x - \mu}{\sigma} > 0, \xi \neq 0$$

ابتدا با استفاده از بازده‌های روزانه مرتب شده، عامل‌های ریسک SMB و HML و MRK موجود در رگرسیون فاما-فرنچ محاسبه می‌شوند. بازده‌های غیرعادی را به صورت روزانه از مدل رگرسیون فاما-فرنچ برای هر سهم استخراج می‌کنیم و پسماندهای مدل را با استفاده از AR(p)-GARCH(p,q) به دست می‌آوریم. وقفه^{۱۴} بهینه با استفاده از تابع لوگ لایکلی هود^{۱۵} و از طریق معیارهای اطلاعاتی آکائیک و بیزین شوارتز در نرم افزار متلب تخمین زده می‌شوند (رابطه ۱۰)

$$r_{it} - r_{ft} = \alpha_i + \beta_{im}(r_{mt} - r_{ft}) + \beta_{is}SMB_t + \beta_{ih}HML + \varepsilon_{it}$$

با فرض مستقل و هم توزیع (iid)^{۱۶} بودن، داده‌ها را به بازه‌های زمانی مساوی ماهانه تقسیم می‌کنیم و در هر بازه زمانی مقدار مینیمم را جدا می‌کنیم. براساس پسماندهای مینیمم در هر ماه از روش حداکثر درست نمایی (MLE) به منظور تخمین شاخص دم توزیع برای هر سهم استفاده می‌شود. برای اینکه ببینیم EDR صرف ریسک مورد انتظار را می‌گیرد یا خیر به متغیرهای توضیحی رگرسیون فاما-فرنچ که شامل متغیر اندازه و متغیر ارزش و متغیر صرف ریسک بازار می‌باشد، متغیر ریسک حدی روبه پایین را اضافه می‌کنیم تا ببینیم رابطه معناداری بین بازده مورد انتظار و ریسک حدی روبه پایین وجود دارد یا خیر. ضریب همبستگی بین روش EDR با سایر

۴- یافته‌های پژوهش

همان طور که پیش تر به آن اشاره شد اگر $\xi_{max} > 0$ باشد توزیع تعمیم یافته ارزش فرین به توزیع فریشه مبدل می‌شود به عبارت بهتر توزیع ما دم پهن است. نتایج تخمین پارامترهای توزیع تعمیم یافته ارزش فرین نشان می‌دهد که ۱۱۸ نماد (۶۷ درصد) از ۱۷۵ نماد موجود دارای شاخص دم توزیع مثبت می‌باشند که این به معنی دم پهن بودن آن‌ها می‌باشد. جدول زیر ریسک حدی روبه پایین هر یک از ۱۷۵ نماد انتخاب شده از بازار بورس اوراق بهادار تهران را نشان می‌دهد.

فرمول محاسبه کشیدگی غیر سیستماتیک به شرح زیر است:
رابطه (۱۳)

$$ik_{p,t} = \frac{1}{N(t)} \frac{\sum_{d \in S(t)} \varepsilon^4_{p,d}}{iv_{p,t}^4}$$

فرمول محاسبه ارزش در معرض خطر کرنش-فیشر به شرح زیر است
رابطه (۱۴)

$$VaR = \mu(x) + \sigma(x)z_{cf}$$

$$z_{cf} = z_{\alpha} + \frac{(z_{\alpha}^3 - 1)S(X)}{6} + \frac{(z_{\alpha}^3 - 3z_{\alpha})K(X)}{\frac{24}{(2z_{\alpha}^3 - 5z_{\alpha})S^2(X) - 36}}$$

جدول ۲- ریسک حدی روبه پایین (EDR) برای هر نماد

نماد	EDR	نماد	EDR	نماد	EDR	نماد	EDR	نماد	EDR
کهرام	1.315942	سپهگمت	1.121982	ثاخذ	0.544317	لاپسا	0.8497	کاما	0.093418
کچینی	1.224884	سفانو	-1.35782	وساخذ	0.686269	حپترو	-0.06244	کمنگنز	-0.82326
کترام	-0.27767	سغرب	0.01053	ثفارس	0.342144	حتوکا	-2.09659	ومعادن	0.083439
کساوه	-0.41692	سکرد	-0.96049	ثنوسا	1.321915	حتاید	0.093764	بنیرو	0.054826
دسینا	-1.72432	سشمال	0.498015	ثمسکن	-0.40823	حکشتی	0.747157	بموتو	-0.10596
داسوه	0.366762	شپاکسا	0.214492	ثاباد	-0.33874	کخاک	0.060653	یکام	0.577099
دکیمی	-0.39005	شپترو	-0.63921	ثشاهد	-0.73994	کفرا	0.099543	بترانس	0.300387
درازک	0.075633	شاملا	-1.90673	ثامان	0.32957	کاذر	0.752623	بسویچ	0.021361
دکوثر	-1.30226	شکربن	0.145339	وتوس	0.157584	کمرجان	0.772806	بکاب	0.358641
دلقما	0.053217	شیران	-0.89521	وبشهر	-1.6217	کپشیر	-0.13223	ولیز	-0.0723
دجابر	1.723176	شیراز	0.063577	غبهنوش	-1.28957	کگاز	0.93614	ولغدر	0.675404
دتماد	0.215802	شلعاب	0.130698	غپینو	0.793789	کهدما	1.012445	ولساپا	0.292851
دسیحا	0.193317	شفارس	0.017537	غشهد	0.30301	خمهر	2.003911	ولصنم	1.303271
دلر	1.762641	شگل	1.729195	غگرچی	1.368163	ختراک	1.094553	وغدیر	0.274641
دعبید	1.52886	وپترو	0.400558	غشان	-0.85904	خزامیا	0.258652	وصندوق	-0.0502
دامین	-1.32365	شکلر	1.446047	غپاک	-1.06295	خبهمن	-0.68425	وبانک	0.473111
دفارا	-0.13471	شغن	0.085497	غازر	-0.33363	خوساز	0.240457	وامید	0.003563
والبر	-0.79736	شفارا	0.46257	غبشهر	0.466086	خمحرکه	1.689684	وبصادر	-0.69612
دالبر	-0.84981	شخارک	0.706905	غمارگ	-1.20886	خاذین	0.093859	وبارس	0.38465
دارو	-1.0129	شاراک	0.006678	غشصفا	1.279457	خپارس	0.407625	وسینا	0.464805
دیران	-0.1018	وبیمه	-0.77239	قهکمت	0.56204	خساپا	1.437586	ونوین	-0.36416
دپارس	0.318909	پردیس	-0.6291	قشرین	0.682457	خزینگ	0.890995	وکار	0.03557
ویخش	-2.1634	وتوسم	-1.20562	قنقش	-0.10406	خگستر	0.058234	وتجارت	-0.13284
دزهرای	-1.09048	وبهمن	-1.93736	قشکر	0.156372	خکاو	-0.73911	وبملت	1.009304
سرود	-1.35685	وسپه	-1.64397	قصفا	0.615203	خمتور	-0.59432	فخوز	-1.22384
سصوفی	-0.76266	ونیکی	0.275461	قتابت	0.687744	خکار	1.341972	فملی	-0.20654

EDR	نماد	EDR	نماد	EDR	نماد	EDR	نماد	EDR	نماد
0.426855	فرآور	1.422822	خشرق	0.365849	قنیشا	0.695982	وبوعلی	0.664577	سکرما
1.195194	فجر	1.548621	خودرو	0.132553	قپیرا	-0.19632	وتوصا	0.271907	سفارس
0.827879	فولاد	0.016888	خاور	-0.31687	تمحرکه	2.393758	واتی	0.5133	ساروم
0.345062	وتوکا	0.928681	ختوقا	0.075696	تایرا	0.677147	وساپا	0.336943	سکارون
0.276874	فخاس	0.701016	ورنا	0.75355	تکمبا	0.315387	وصنا	1.676801	سشرق
0.034523	فلوله	-0.37649	کچاد	-1.14529	تکنو	0.712692	وصنعت	2.126738	سدور
0.428393	فسرب	0.866494	کروی	1.030757	وتوشه	2.125373	ونبرو	1.786621	ستران
-0.48241	فاسمین	0.003473	کگل	1.104471	لسرما	0.78149	وملت	-1.1261	سبهان
0.142624	فباهر	0.327835	کبافق	0.294193	تکشا	-0.56123	وآدر	0.457281	سپاها

دم توزیع مثبت می‌باشند (محاسبات با وزن برابر نتایج یکسانی را نشان می‌دهد). ستون آخر جدول گشتاور مرکزی مرتبه دوم EDR نمادهای موجود در یک پرتفوی را نشان می‌دهد که به عبارت دیگر میزان انحراف از میانگین و پراکندگی EDR نمادهای هر پرتفوی را نشان می‌دهد.

برای محاسبه میانگین ریسک حدی رو به پایین هر پرتفوی از میانگین موزون تک تک EDR دارایی‌های موجود در هر پرتفوی استفاده شده است. وزن هر دارایی برابر با نسبت ارزش بازار هر دارایی به ارزش بازار آن پرتفوی در نظر گرفته شده است. از ۱۸ پرتفوی موجود ۱۵ پرتفوی (۸۳ درصد) دارای شاخص

جدول ۳- متوسط و پراکندگی EDR به تفکیک هر پرتفوی

نام پرتفوی (صنعت)	متوسط EDR هر پرتفوی	گشتاور مرتبه دوم EDR
کاشی و سرامیک	0.114422	0.571172
مواد و محصولات دارویی	-0.45198	1.211932
سیمان، آهک و گچ	0.432373	0.874604
محصولات شیمیایی	0.027327	0.510209
سرمایه گذارها	0.0637	1.322325
انبوه سازی، املاک و مستغلات	0.119002	0.388493
محصولات غذایی به جز قند و شکر	-0.69104	1.140875
قند و شکر	0.384327	0.088861
ماشین آلات و تجهیزات	0.555845	0.253536
حمل و نقل، انبارداری و ارتباطات	0.695051	0.073571
سایر محصولات کانی غیر فلزی	0.505827	0.214585
خودرو و ساخت قطعات	1.006608	0.567344
استخراج کانه های فلزی	-0.09352	0.061332
ماشین آلات و دستگاه‌های برقی	0.231205	0.02784
سایر واسطه گریهای مالی	0.505082	0.200519
شرکتهای چند رشته ای صنعتی	0.189856	0.033808
بانکها و موسسات اعتباری	0.182448	0.412323
فلزات اساسی	0.151621	0.517865

P-value به دست آمده در ناحیه رد واقع شده است پس در نتیجه فرض صفر ما که مساوی صفر بودن تمامی ضرایب معادله است رد می‌شود. به جز دو

همچنین برای بررسی وجود رابطه معنی‌دار بین ریسک حدی نامطلوب و بازده از آماره F استفاده شده است. جدول زیر نشان می‌دهد با توجه به اینکه

صنعت حمل و نقل، انبارداری و ارتباطات و صنعت خودرو و ساخت قطعات در سایر پرتفوی‌ها رابطه معنی داری میان بازده و ریسک برقرار است.

جدول ۴- نتایج آماره F به منظور بررسی رابطه معناداری ریسک و بازده

نام صنعت	آماره F
کاشی و سرامیک	0.007%
مواد و محصولات دارویی	0.049%
سیمان، آهک و گچ	0.011%
محصولات شیمیایی	0.000%
سرمایه گذاریها	0.166%
انبوه سازی، املاک و مستغلات	0.604%
محصولات غذایی به جز قند و شکر	0.003%
قند و شکر	1.674%
ماشین آلات و تجهیزات	1.208%
حمل و نقل، انبارداری و ارتباطات	14.597%
سایر محصولات کانی غیر فلزی	0.001%
خودرو و ساخت قطعات	9.939%
استخراج کانه های فلزی	0.007%
ماشین آلات و دستگاه های برقی	0.014%
سایر واسطه گریهای مالی	0.689%
شرکت های چند رشته ای صنعتی	0.000%
بانکها و موسسات اعتباری	0.004%
فلزات اساسی	0.047%

روش نوسانات غیر سیستماتیک با ۳ درصد (۵ نماد) قرار دارد.

جدول ۵. فراوانی همبستگی هر روش محاسبه ریسک با روش EDR

روش های محاسبه ریسک	تعداد همبستگی هر روش با روش EDR	درصد فراوانی
شاخص دم راست توزیع (Right tail index)	۳۰	۱۷%
نوسانات غیر سیستماتیک (Idiosyncratic volatility)	۵	۳%
چولگی غیر سیستماتیک (Idiosyncratic skewness)	۵۳	۳۰%
کشیدگی غیر سیستماتیک (Idiosyncratic kurtosis)	۱۹	۱۱%
CFVaR ارزش در معرض خطر کرنیش فیشر	۴۳	۲۵%
نوسانات Volatility	۲۵	۱۴%

در هر صنعت همبستگی ریسک حدی نامطلوب هر نماد را با سایر روش های اندازه گیری ریسک محاسبه کرده و معیار ریسکی که بیشترین همبستگی با روش EDR دارد، در جدول زیر گزارش شده است. از بین ۱۷۵ شرکت موجود در کلیه صنایع، در روش های فوق ذکر معیار ارزش در معرض خطر کرنیش- فیشر بیشترین همبستگی را با روش ریسک حدی رو به پایین از نظر تعداد، بعد از روش چولگی غیر سیستماتیک، دارد. به عبارت بهتر در ۳۰ درصد موارد (۵۳ نماد از ۱۷۵ نماد موجود) روش چولگی غیر سیستماتیک بیشترین ضریب همبستگی را با روش ریسک حدی رو به پایین دارد و در رتبه دوم معیار ارزش در معرض خطر کرنیش- فیشر با ۲۵ درصد موارد (۴۳ نماد از ۱۷۵ نماد موجود) قرار دارد. معیار دم راست توزیع در رتبه سوم با ۱۷ درصد موارد (۳۰ نماد) قرار گرفته است. در رتبه چهارم روش نوسانات با ۱۴ درصد (۲۵ نماد)، معیار کشیدگی غیر سیستماتیک با ۱۱ درصد (۱۹ نماد) در رتبه پنجم،

می‌باشند. روش EDR با سایر روش‌ها همبستگی کمی دارد که این نشان‌دهنده‌ی آن است که سایر روش‌ها اطلاعات این روش را نمی‌توانند منعکس کنند. ماتریس بالا مثلثی میانگین و ماتریس پایین مثلثی انحراف معیار ضرایب همبستگی ۱۷۵ نماد را نشان می‌دهد.

همچنین مقایسه ماتریس همبستگی هر هفت روش ذکر شده برای هر نماد نشان می‌دهد که در ۱۳۸ نماد معیار نوسانات با نوسانات غیر سیستماتیک بیشترین همبستگی را داشته و معیار ارزش در معرض خطر کرنیش فیشر در ۱۷ نماد با معیار کشیدگی غیر سیستماتیک بیشترین همبستگی را در رتبه دوم دارا

جدول ۶- ماتریس میانگین و انحراف معیار ضرایب همبستگی معیارهای ریسک

	EDR	Right tail	IV	IS	IK	CFVaR	Volatility
EDR		-0.056	-0.039	0.056	-0.089	-0.061	-0.028
Right tail	0.2519		0.086	0.093	0.049	0.020	0.073
IV	0.2489	0.2703		0.145	0.416	0.273	0.942
IS	0.2704	0.2747	0.5916		0.129	-0.375	0.141
IK	0.2757	0.2518	0.4594	0.7651		0.284	0.360
CFVaR	0.3002	0.2761	0.5713	0.5440	0.6207		0.217
Volatility	0.2559	0.2769	0.1113	0.5987	0.5007	0.5690	

است و همچنین در ۱۰ درصد از موارد روش دم چپ و ارزش در معرض خطر نتایج یکسانی داشته‌اند. به طور متوسط شاخص دم چپ میانگین تعداد خطای ماهانه کمتری (۴,۲۲) نسبت به ارزش در معرض خطر کرنیش فیشر (۵,۲۳) دارد.

۵- نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این پژوهش معیاری برای ریسک با زبان‌های حدی ارائه شد و این موضوع که آیا ریسک حدی نامطلوب با بازده مورد انتظار رابطه دارد یا خیر مورد بررسی قرار گرفت. از روش حداکثر درست‌نمایی برای تخمین پارامترهای توزیع تعمیم‌یافته مقادیر حدی ارزش فرین استفاده شد. همان طور که در بخش‌های پیشین ذکر شد، پس از قرار دادن ریسک حدی نامطلوب در معادله رگرسیون فاما فرنچ و تخمین ضرایب مدل به منظور بررسی رابطه معناداری بین ریسک حدی نامطلوب و بازده این نتیجه حاصل شد که با توجه به احتمال به دست آمده از آماره F، صرف ریسک معنی‌داری برای ریسک حدی نامطلوب وجود دارد. علاوه بر این، نتایج نشان می‌دهد که زمانی که

پس آزمایی^{۲۴} برای دو روش دم چپ توزیع و ارزش در معرض خطر کرنیش- فیشر به این صورت است که برای هر دوره به طول پنجره غلتان معیار ریسک مورد نظر حساب می‌شود و چندک^{۲۵} مورد نظر به دست می‌آید (ارزش در معرض خطر کرنیش- فیشر با آلفای یک درصد محاسبه شده است. همچنین چندک مورد نظر برای معیار دم چپ توزیع با معکوس تابع مقادیر تعمیم‌یافته ارزش فرین در سطح احتمال یک درصد به دست آمده است). سپس با توجه به تعریف ارزش در معرض خطر که بیان می‌کند حداکثر زیان مورد انتظار پرتفوی ما در سطح اطمینان مشخص در افق زمانی معین چقدر خواهد بود، تعداد تخطی‌های وقوع یافته دوره آتی نسبت به معیار ریسک دوره قبل شمارش می‌شود (برای دو معیار دم چپ توزیع مقدار آلفا چندک یک درصد با مقادیر اکسترمم دوره آتی سنجیده شده و تعداد تخطی‌ها مورد شمارش قرار می‌گیرند). نتایج پس آزمایی نشان می‌دهد که در ۵۳ درصد موارد روش دم چپ توزیع پیش‌بینی بهتری نسبت به روش ارزش در معرض خطر داشته است و در ۳۷ درصد موارد روش ارزش در معرض خطر بهتر بوده

گفته شده تنها روش EDR و CFVaR از این جهت که بر دم چپ تمرکز دارند، با یکدیگر قابل قیاس هستند. با توجه به نتایج پس آزمایی انجام شده و مقایسه دو رویکرد ارزش در معرض خطر و دم چپ توزیع در ۵۳ درصد موارد روش دم چپ توزیع پیش‌بینی بهتری نسبت به روش ارزش در معرض خطر داشته است و در ۳۷ درصد موارد روش ارزش در معرض خطر بهتر بوده است و همچنین در ۱۰ درصد از موارد روش دم چپ و ارزش در معرض خطر نتایج یکسانی داشته‌اند. در هر یک از روش‌های ارزش در معرض خطر و دم چپ مقدار چندک مورد نظر در سطح اطمینان یک درصد به دست آمده و این مقادیر بیان می‌کند که ما انتظار داریم در دوره‌ی آتی در ۹۹ درصد مواردی که رخ می‌دهد مقادیر ما از این مقدار فراتر نرود. اگر بر خلاف این رخ دهد، مقادیر وقوع یافته به عنوان خطای پیش‌بینی در نظر گرفته می‌شوند. این مقادیر خطا در هر دوره شمارش می‌شوند و به عنوان تخطی گزارش می‌شوند. با در نظر گرفتن نتایج پیشنهاد می‌شود که فعالان بازار برای اندازه‌گیری ریسک نامطلوب بازار از روش EDR استفاده کنند به این دلیل که اطلاعات دقیق‌تری را منعکس می‌کند. پیشنهاد دیگر این است که به رابطه همبستگی معیارهای مختلف اندازه‌گیری ریسک توجه شود زیرا دو روش که همبستگی کمی دارند ممکن است ریسک پرتفوی را به صورت متفاوت نشان دهند.

فهرست منابع

- * Abhay, K.S., David, E.A., & Robert, J. Powell. (2011). "Value at Risk Estimation Using Extreme Value Theory". International Journal of Forecasting on Modeling and Simulation, Perth, Western Australia, 12-16
- * Barberis, N., & Huang, M. (2008). Stocks as Lotteries: The Implications of Probability Weighting for Security Prices. The American Economic Review, 98(5), 2066-2100.
- * Boyer, B., Mitton, T., & Vorkink, K. (2010). Expected idiosyncratic skewness. Review of Financial Studies, 23(1), 169-202.

انتظار می‌رود بازده بازار افزایشی باشد نمادهای با ریسک حدی نامطلوب زیاد، بازده مورد انتظار بیشتری را از خود نشان می‌دهند. نمادهای دارای ریسک حدی نامطلوب بالا به طور کل دارای چولگی غیر سیستماتیک، کشیدگی غیر سیستماتیک، نوسانات و نوسانات غیر سیستماتیک و شاخص دم راست توزیع بالایی هستند. نتایج این پژوهش نیز نشان می‌دهد که حدود ۱۱۸ نماد (۶۷ درصد) از ۱۷۵ نماد بورس اوراق بهادار تهران که در این تحقیق استفاده شده است دارای دمی پهن (شاخص دم چپ توزیع مثبت) می‌باشند که منطبق با مطالعات مندلبروت (۱۹۶۳) و فاما (۱۹۶۵) و لانگین (۲۰۰۰) است. در مقاله ویوهانگ و همکاران (۲۰۱۲) که دم پهنی بازارهای NYSE، NASDAQ و AMEX بررسی شده است، ۹۵ درصد نمادها دم پهن بوده‌اند و یکی از دلایل این اختلاف با بازار ایران می‌تواند ناشی از دامنه نوسان روزانه نمادها در بازار بورس اوراق بهادار تهران باشد. از ۱۸ پرتفوی موجود، ۱۵ پرتفوی دارای شاخص دم توزیع مثبت می‌باشند که این نشان‌دهنده‌ی EDR مثبت برای این پرتفوی‌ها است. محاسبه همبستگی سایر روش‌های ریسک با روش ریسک حدی روبه پایین نشان می‌دهد ارزش در معرض خطر کرنیش_فیشر با فراوانی ۲۵ درصد بعد از روش چولگی غیر سیستماتیک با ۳۰ درصد فراوانی در رتبه دوم قرار دارد. روش شاخص دم راست توزیع با ۱۷ درصد در رتبه سوم قرار دارد. یکی از مهم‌ترین نتایج این پژوهش بررسی ساختار همبستگی معیارهای مختلف ریسک است. مقایسه ماتریس همبستگی هر هفت روش ذکر شده برای هر نماد نشان می‌دهد که در ۱۳۸ نماد معیار نوسانات با نوسانات غیر سیستماتیک بیشترین همبستگی را داشته و معیار ارزش در معرض خطر کرنیش_فیشر در ۱۷ نماد با معیار کشیدگی غیر سیستماتیک بیشترین همبستگی را در رتبه دوم دارا می‌باشند. روش EDR با سایر روش‌ها همبستگی کمی دارد که این نشان‌دهنده‌ی آن است که سایر روش‌ها اطلاعات این روش را نمی‌توانند منعکس کنند. از بین معیارهای

- * Lintner, J. (1965b). The valuation of risk assets and the selection of risky investments in stock portfolios and capital budgets. *The Review of Economics and Statistics*, 13-37.
- * Longin, F.M., 1996. The asymptotic distribution of extreme stock market returns. *Journal of Business* 69, 33-408.
- * Longin, F.M., 2000. From value at risk to stress testing: the extreme value approach. *Journal of Banking and Finance* 24, 1097-1130.
- * Malkiel, B. G., & Xu, Y. (1997). Risk and return revisited. *The Journal of Portfolio Management*, 23(3), 9-14.
- * Malkiel, B. G., & Xu, Y. (2002). Idiosyncratic risk and security returns. University of Texas at Dallas (November 2002).
- * Maarten R.C. van Oordt, Chen Zhou, 2016. *Journal of Financial and Quantitative Analysis* 51, pp. 685-705.
- * McNeil, A. J. (1999). Extreme value theory for risk managers. In *Internal Modeling and CAD II*, pages 93-113. RISK Books.
- * McNeil, A. J. and Frey, R. (2000). Estimation of tail-related risk measures for heteroscedastic financial time series: an extreme value approach. *Journal of Empirical Finance*, 7(3-4):271-300.
- * Mitton, T., & Vorkink, K. (2007). Equilibrium under diversification and the preference for skewness. *Review of Financial Studies*, 20(4), 1255-1288.
- * Neftci, S. N. (2000). Value at risk calculations, extreme events, and tail estimation. *Journal of Derivatives*, pages 23-37.
- * Parkinson, M., 1980. The extreme value method for estimating the variance of the rate of return. *J. Bus.* 53 (1), 61-65.
- * Poon, S.H., Rockinger, M., Tawn, J., 2004. Extreme value dependence in financial markets: diagnostics, models, and financial implications. *Review of Financial Studies* 17, 581-610.
- * Richard D. F. Harris, Linh Nguyen, Evarist Stoja, 2015. *Extreme Downside Risk and Financial Crises*. Bank of England Working Paper No. 547
- * Dittmar, R.F., 2002. Nonlinear pricing kernels, kurtosis preference, and evidence from the cross section of equity returns. *Journal of Finance* 57, 369-403.
- * Douglas, G. W. (1967). Risk in the equity markets: An empirical appraisal of market efficiency (Doctoral dissertation, Yale University.).
- * Fang, H., & Lai, T. Y. (1997). Co-kurtosis and Capital Asset Pricing. *Financial Review*, 32(2), 293-307.
- * Fisher, R.A., Tippett, L.H.C., 1928. On the estimation of the frequency distributions of the largest or smallest member of a sample. *Proceedings of the Cambridge Philosophical Society* 24, 180-190.
- * Gencay, R., Selcuk, F., and Ulugulyagci, A. (2003a). EVIM: a software package for extreme value analysis in Matlab. *Studies in Nonlinear Dynamics and Econometrics*, 5:213-239.
- * Gencay, R., Selcuk, F., and Ulugulyagci, A. (2003b). High volatility, thick tails and extreme value theory in value-at-risk estimation. *Insurance: Mathematics and Economics*, 33:337-356.
- * Gettinby, G., Sinclair, C., Power, D.M., Brown, R., 2004. An analysis of the distribution of extreme share returns in the UK from 1975 to 2000. *J. Bus. Financ. Account.* 31 (5-6), 607-646.
- * Goyal, A., & Santa-Clara, P. (2003). Idiosyncratic risk matters! *The Journal of Finance*, 58(3), 975-1008.
- * Hans, Bystrom, N.E. (2004) "Managing extreme risks in tranquil and Volatile Markets using Conditional extreme value theory". *International Review of Finance Analysis*, No.13, PP.133-152.
- * Huang, Wei., Lio, Qianqiu., Rhee, S.Ghon. & Wu, Feng. (2012). "Extreme downside risk and expected stock returns." *Journal of Banking & Finance*, No.36, PP.1492-1502.
- * Kittiakarasakun, J. & Tse, Y. (2011). "Modeling the fat tails in Asian stock markets". *International review of economics and finance*, 430-440.
- * Kraus, A., & Litzenberger, R. H. (1976). Skewness preference and the valuation of risk assets. *The Journal of Finance*, 31(4), 1085-1100.
- * Lintner, J. (1965a). Security Prices, Risk, and Maximal Gains from Diversification. *The Journal of Finance*, 20(4), 587-615.

یادداشت‌ها

- ¹ Extreme downside risk
- ² Systematic skewness
- ³ Systematic kurtosis
- ⁴ Idiosyncratic volatility
- ⁵ Idiosyncratic skewness
- ⁶ Expected Shortfall
- ⁷ Morgan Stanley Capital International
- ⁸ Peak over threshold(POT)
- ⁹ Generalized pareto distribution
- ¹⁰ Hill estimator
- ¹¹ Frechet
- ¹² Block Minima and Maxima
- ¹³ Probability density function of standard GEV distribution
- ¹⁴ Lag
- ¹⁵ Log likelihood
- ¹⁶ independent and identically distributed
- ¹⁷ Rolling window
- ¹⁸ Idiosyncratic volatility
- ¹⁹ Idiosyncratic skewness
- ²⁰ Idiosyncratic kurtosis
- ²¹ value at risk
- ²² Cornish-fisher expansion
- ²³ volatility
- ²⁴ Back test
- ²⁵ Quantile