نشریـه علمـی
دانش مالی تحلیل اوراق بهادار
سال دوازدهم، شماره چهل‌و چهارم
زمستان ۱۳۹۸

بررسی ساختار همبستگی اطلاعاتی در معیارهای مختلف اندازه‌گیری ریسک

محمدعلی رستگار[۱]
محمدعلی امزاجردی[۲]

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۸/۲۲ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۲/۲۰

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-فرنچ 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 سیستم ها، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران. (نویسنده مسئول)
ma_rastegar@modares.ac.ir
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مالی گرایش مهندسی مالی ومدیریت ریسک دانشگاه خاتم، تهران، ایران. mohammadaliamza@ymail.com

۱- مقدمه

ایجاد توازن بین دو عامل ریسک و بازده از ارکان تأثیرگذار بر روی تصمیمات سرمایه‌گذاران است که این مسئله از اهمیت خاصی برخوردار است. غریزه‌ی 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 (۱۹۹۷و۲۰۰۲) 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[1] 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 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 جزییات 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 لیتزنبرگ (۱۹۷۶) مدل CAPM را به مدل گشتاور مرتبه سوم CAPM بسط دادند که در آن چولگی سیستماتیک[2] قیمت‌گذاری می‌شود. فانگ و لای (۱۹۹۷) به صورت تجربی توان قیمت‌گذاری چولگی و کشیدگی سیستماتیک[3] 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 قیمت گذاری دارایی‌ها مرسوم کرد.

گویال و سانتاکلارا (۲۰۰۳) بررسی کردند که آیا نوسانات غیر سیستماتیک[4] قیمت‌گذاری می‌شوند یا خیر. آن‌ها دریافتند که نوسانات غیر سیستماتیک در واقع کمک می‌کنند که بازده مورد انتظار بهتر توضیح

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.

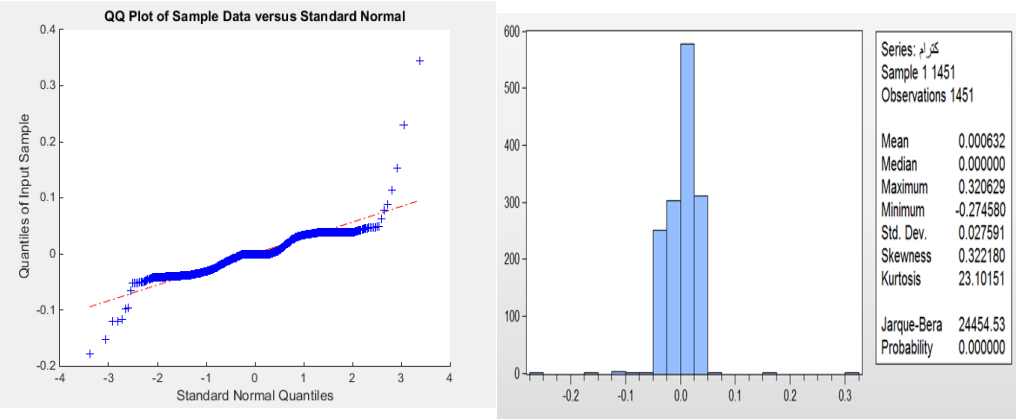
باید توجه کرد که توزیع بازده‌های سهام که دارای میزان قابل‌توجهی از بازده‌های حدی و مثبت هستند دارای دم پهن و توزیع کشیده و چوله به راست می‌باشند. در توزیع نرمال و هر توزیع متقارن دیگری تمایز بین ریسک روبه پایین و روبه بالا بی‌معنی است زیرا ریسک در هر دو حالت برابر است ولی در توزیع‌های مجانبی بین ریسک روبه بالا و روبه پایین تفاوت وجود دارد. در واقعیت توزیع بازده سهام و بسیاری از دارایی‌های دیگر متقارن نیست و دارای دمی 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 بررسی بازده روزانه سهام بورس نیویورک به این نتیجه رسید که بازده روزانه این بازار از توزیع فریشه 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 کاربردند که در مرحله‌ی اول با برازش کردن مدل گارچ نوسان پذیری 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 کیتیاکاراساکن (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[۷] 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 گنچی و

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 زننده‌ی 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 دُم، 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 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 پرتفوی ها به آن صنایعی که حداقل چهار سهم را شامل می شوند 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 جارک 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.



نمودار۱- هیستوگرام بازده نماد کترام و نمودار چندک-چندک بازده لگاریتمی روزانه نماد کترام

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

جدول۱- آزمون ریشه واحد (مانایی) فاکتورهای معادله فاما-فرنچ

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

مطابق گفته‌ی مک نیل(۱۹۹۹) دو مدل اصلی مرتبط با نظریه ارزش فرین موجود است. اولین گروه و قدیمی‌ترین آن‌ها شامل مدل های بلوک‌بندی حداکثرها می‌باشد. این گروه، مدل‌هایی را ارائه می-کنند که برای بزرگترین مشاهدات نمونه از توزیع مشخص طراحی شده‌اند. رفتار تصادفی ماکسیم $M_n = Max(X_1, \dots, X_n)$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)

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

$$=\prod_{t=1}^{n} p(X_t \le x)=F^n(x)$$

$F(x)$ برای $x < \infty$ کوچکتر از یک است. واضح است زمانی که $n \to \infty$ ، تابع توزیع تجمعی ماکسیمم‌ها برای تمامی مقادیر x به سمت صفر میل می‌کند ($F^n(x) \to 0$) 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 مدل های فراتر از آستانه دو روش قابل گزینش 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 زننده 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 زننده تحت فرض مستقل و هم توزیع بودن مشاهدات از طریق حداکثر درستنمایی به دست آورد. تنها محدودیت تخمین زننده‌ی هیل این بود که فقط برای توزیع فریشه[۱۱] قابل استفاده بود به عبارت دیگر تنها برای توزیع های دارای دم پهن (لانگین۲۰۰۰). برای به دست آوردن شاخص دم توزیع از طریق تخمین زننده‌ی 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 زننده‌ی هیل به شکل زیر تخمین می‌خورد:

رابطه۲)

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

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 ماکسیمم ها و مینیمم ها 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

داده‌هایی که از یک مقدار آستانه از پیش تعیین‌شده 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 $x_1, \dots, x_N \quad (n \in N)$ 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 σ و μ به ترتیب میانگین و واریانس متغیر تصادفی باشد خواهیم داشت:

رابطه ۳)

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

از طرف دیگر نظریه ارزش فرین برای ماکسیمم‌ها $M_n = max\{x_1, \dots, x_n\}$ نتیجه‌ای مشابه با قضیه حد مرکزی ارائه می‌دهد، اما اگر مینیمم ها 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 از 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)

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

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

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 فریشه 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 دورهٔ انتخابی یعنی n بازگو نمود.

رابطه۵) $$H_{max,n}(x) = [F(x)]^n$$

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

رابطه۶) $$H_{min,n}(x) = ۱ - [1 - F(x)]^n$$

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

رابطه۷)

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

رابطه۸)

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

بدیهی است که حد رابطهٔ اول زمانی که ξ به سمت صفر میل می‌کند برابر است با رابطهٔ دوم. بر این اساس، جنکینسون پیشنهاد کرد که توزیع تعمیم‌یافتهٔ ارزش فرین تنها با رابطهٔ زیر نمایش داده شود.

رابطه۹)

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

ابتدا با استفاده از بازده‌های روزانه مرتب شده، عامل‌های ریسک SMB وHML 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

رابطه۱۰)

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

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 ببینم رابطه معناداری بین بازده مورد انتظار و ریسک حدی روبه پایین وجود دارد یا خیر. ضریب همبستگی بین روش EDR با سایر 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:

رابطه۱۱)

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

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:

رابطه۱۲)

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

فرمول محاسبه کشیدگی غیر سیستماتیک به شرح زیر است:

رابطه۱۳)

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

فرمول محاسبه ارزش در معرض خطر کرنش_فیشر به شرح زیر است

رابطه۱۴)

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

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

۴- یافته‌های پژوهش

همان طور که پیش تر به آن اشاره شد اگر $\xi_{max} > 0$ باشد توزیع تعمیم‌یافتهٔ ارزش فرین به توزیع فریشه مبدل می‌شود به عبارت بهتر توزیع ما دم پهن است. نتایج تخمین پارامترهای توزیع تعمیم‌یافته 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 انتخاب‌شده از بازار بورس اوراق بهادار تهران را نشان می‌دهد.

جدول۲- ریسک حدی روبه پایین (EDR) برای هر نماد

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

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

برای محاسبه میانگین ریسک حدی رو به پایین هر پرتفوی از میانگین موزون تک‌تک 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 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.

جدول۳- 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 گذاریها	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 ونقل، انبارداری و ارتباطات	0.695051	0.073571
سایر محصولات کانی غیرفلزی	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

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 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

صنعت حمل‌ونقل، انبارداری و ارتباطات و صنعت خودرو و ساخت قطعات در سایر پرتفوی‌ها رابطه معنی‌داری 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 ونقل، انبارداری و ارتباطات	14.597%
سایر محصولات کانی غیرفلزی	0.001%
خودرو و ساخت قطعات	9.939%
استخراج کانه های فلزی	0.007%
ماشین آلات و دستگاه‌های برقی	0.014%
سایر واسطه گریهای مالی	0.689%
شرکتهای چند رشته ای صنعتی	0.000%
بانکها و موسسات اعتباری	0.004%
فلزات اساسی	0.047%

در هر صنعت همبستگی ریسک حدی نامطلوب هر نماد را با سایر روش‌های اندازه‌گیری 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 روش‌های 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، روش نوسانات غیر سیستماتیک با ۳ درصد (۵ نماد) قرار دارد.

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

روش‌های 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
CFVaRارزش در معرض خطر کرنیش فیشر	۴۳	%۲۵
نوسانات Volatility	۲۵	%۱۴

همچنین مقایسه ماتریس همبستگی هر هفت روش ذکرشده 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. ماتریس بالا مثلثی میانگین و ماتریس پایین مثلثی انحراف معیار ضرایب همبستگی ۱۷۵ نماد را نشان می‌دهد.

جدول۶- 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	

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 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 زیان‌های 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

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) می-باشند 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 وAMEX 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 ذکرشده 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 گفته‌شده 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 انجام‌شده 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 می-دهد 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.

* 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