نشریــه علمــی دانش مالی تحلیل اوراق بهادار
دوره ۱۷ / شماره ۶۱ / بهار ۱۴۰۳
صفحه ۱۵۲ تا ۱۶۴

برآورد معیارهای ریسک دنباله در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از رویکرد رتبه‌بندی اتورگرسیو تعمیم‌یافته چندمقیاسی (DMS-GAS)

سیدعلی موسوی سرحدی [۱]
حسین ایزدی [۲]
مژگان صفا* [۳]
محمدرضا پورفخاران [۴]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۹/۰۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۴/۲۶

چکیده

هدف اصلی تحقیق حاضر، بررسی معیارهای ریسک دنباله (VaR و ES) در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از از رویکرد پویای رتبه‌بندی اتورگرسیو تعمیم‌یافته چندمقیاسی (DMS-GAS) می‌باشد. در این راستا، ابتدا با استفاده از داده‌های روزانه شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران در دوره زمانی ۱۳۹۰/۰۱/۰۶ – ۱۴۰۰/۱۲/۲۸ و الگوریتم تبدیل موجک گسسته حداکثر همپوشانی (MODWT) مولفه‌های اطلاعاتی کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت سری زمانی بازده استخراج می‌شود. در ادامه با استفاده از رویکرد مدل‌های رتبه‌بندی اتورگرسیو تعمیم‌یافته (GAS) معیارهای ریسک دنباله در افق‌های زمانی مختلف به صورت پویا برآورد شده و در نهایت با استفاده از تبدیل موجک معکوس نتایج نهایی برآورد معیارهای ریسک بر اساس مدل پیشنهادی (DMS-GAS-1F) ارایه می‌گردد. نتایج آزمون‌های پس‌آزمایی نشان می‌دهد که مدل پیشنهادی در پیش‌بینی برون نمونه‌ای معیارهای ریسک دنباله نسبت به مدل‌های رقیب و سنتی در این حوزه از جمله مدل‌های گارچ و مدل‌های پنجره غلتان عملکرد بهتری داشته‌است. علاوه بر این، نتایج نشان می‌دهد که استفاده از الگوریتم تبدیل موجک گسسته حداکثر همپوشانی (MODWT) به منظور استخراج مولفه‌های اطلاعاتی در افق های زمانی مختلف، کارایی پیش‌بینی برون نمونه‌ای مدل را افزایش داده است.

کلید واژه‌ها: معیارهای ریسک دنباله، بورس اوراق بهادار تهران، رویکرد رتبه‌بندی اتورگرسیو تعمیم‌یافته(GAS)، الگوریتم تبدیل موجک گسسته حداکثر همپوشانی(MODWT).

[۱] دانشجوی دکتری مدیریت مالی، واحد قم، دانشگاه آزاداسلامی، قم، ایران. Aghali_1365@yahoo.com
[۲] استادیار گروه مدیریت و حسابداری، واحد اسلامشهر، دانشگاه آزاداسلامی، اسلامشهر، ایران.izadih@yahoo.com
[۳] استادیار گروه حسابداری، واحد قم، دانشگاه آزاداسلامی، قم، ایران. (نویسنده مسئول)mojgansafa@gmail.com
[۴] استادیار گروه حسابداری، واحد قم، دانشگاه آزاداسلامی، قم، ایران.Mohammadreza31151@gmail.com

مقدمه

بحران سال ۲۰۰۸ یک آزمون پر هزینه برای مدیریت ریسک در سطح جهانی بود و مدل‌های محبوب ارزش در معرض خطر (VaR) و ریزش مورد انتظار (ES) که برای اندازه‌گیری ریسک بازار مورد استفاده قرار می‌گرفت، به دلیل ارزیابی کمتر از حد ریسک در توزیع‌های با دنباله های پهن، اعتبار خود را از دست دادند. عملکرد ضعیف این معیارها باعث شد که محققان و فعالان حوزه‌های مالی به دنبال معیارهای جایگزین و یا تعدیل معیارهای موجود باشند. در این بین اضافه کردن پویایی‌های معیارهای موجود و همچنین استفاده از روش‌های جدید برای افزایش دقت و اعتبار این معیارها مورد توجه بیشتری قرار گرفته‌است.

به تعبیر آرتنر، دی هان، ابر هلت(۱۹۹۹) VaR علیرغم سادگی و سهولت اجرا، معیار ریسک منسجم نیست. زیرا ویژگی زیرجمع پذیری ندارد به این معنا که VaR پرتفوی کمتر از VaR مجموع دارایی‌های فردی داخل پرتفوی نیست(برخلاف اصل تنوع سازی). مورد دیگر و شاید خطرناکتر این است که VaR از زیانهای بالقوه ماورای نقطه چندک مدنظر چشم پوشی می‌کند در حالیکه معیار ریزش مورد انتظار، معیاری منسجم است(اکربی و تاسچه، ۲۰۰۲).

با توجه به اهمیت مقوله ریسک در بازارهای مالی در این تحقیق تلاش می شود ریزش مورد انتظار پویای چند مقیاسی در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از تجزیه طیفی ریسک دنباله در افق‌های زمانی مورد بررسی قرار گیرد. این مطالعه از چندین منظر به ادبیات مالی موجود کمک می‌کند.

اول، چارچوب مدلسازی ما در ارتباط با پیش‌بینی- ریزش مورد انتظار (ES) مربوط به یک ادبیات رو به رشد در زمینه پویایی مدلسازی ریسک نامطلوب مؤسسه مالی است. ریسک نامطلوب مشتمل بر دو مولفه می‌باشد: در معرض ریسک قرار گرفتن (مقدار بیشترین ضرر ممکن ، اندازه‌گیری شده توسط VaR) و عدم اطمینان (یک احتمال خاص، اندازه‌گیری شده توسط ES) ، که هر دوی این مولفه‌ها باید برای طراحی یک معیار ریسک معتبر و قدرتمند مورد بررسی قرار گیرند. (هولتون ، ۲۰۱۴). تیلور (۲۰۱۷) و پاتون و همکاران. (۲۰۱۸) مدل ES را به طور مشترک با VaR انجام دادند. در این پژوهش این مدل‌ها با استفاده از آنالیز موجک گسترش داده می‌شود. چارچوب جدید مورد اشاره، قادر به جدا کردن اجزای مقیاس زمانی بازده دارایی است و پویایی ریسک دنباله را در افق‌های زمانی مدلسازی می‌کند.

دومین کمک ما به ادبیات، بهبود پیش‌بینی خارج از نمونه ES است که با اهمیت فزاینده برای تنظیم الزامات سرمایه‌ای موسسات مالی استفاده می‌شود. اگرچه مدل‌های ریسک سنتی شامل یک بعد زمانی هستند، اما افق زمانی به ندرت مورد توجه اصلی قرار گرفته است به جز در مطالعه اخیر برگر و جنسی[1] (۲۰۱۸). این نویسندگان نشان می‌دهند که نوسانات شرطی ویژگی چند مقیاسی را نشان می‌دهد و با حذف اطلاعات بلندمدت می‌توان مقدار پیش‌بینی‌های کوتاه‌مدت VaR را بدون تأثیرگذاری بر کیفیت پیش‌بینی پایین آورد. در این مطالعه ما این موضوع را برای ارائه یک رویکرد چند مقیاسی برای مدلسازی و پیش‌بینی ES گسترش می‌دهیم. این رویکرد ارتباط اطلاعات بازده مبتنی بر مقیاس زمانی برای پیش‌بینی‌های ES در یک افق پیش بینی خاص را استخراج می‌کند.

سوم، این پژوهش از آنالیز طیفی در امور مالی استفاده می‌کند. آنالیز طیفی ، (به عنوان مثال، تبدیلات موجک) ، ابزاری قدرتمند است که می‌تواند برای جداسازی متغیر بازده دارایی‌های مالی ناشی از نوسانات در یک فرکانس خاص (یا افق زمانی) مورد استفاده قرار گیرد. معیارهای مبتنی بر فرکانس، به ما امکان می‌دهد بین اجزای

[1] Berger And Gençay

اطلاعات بازده کوتاه‌مدت و بلندمدت تمایز قایل شویم، و بینش جدیدی در مورد قیمت‌گذاری دارایی‌ها ، تخصیص پرتفوی و مدیریت ریسک ارائه دهیم. در پاسخ به پیشرفت‌ها در یادگیری ماشینی و پردازش سیگنال، علاقه مجدد به استفاده از آنالیز طیفی برای مدل‌های قیمت گذاری دارایی وجود دارد، اما تاکنون استفاده از آنالیز طیفی در مدیریت ریسک تا حد زیادی بدون بررسی باقی مانده است. در این تحقیق، آنالیز طیفی با مدلسازی و پیش‌بینی ES پیوند داده می‌شود و روشی جدید برای ترکیب آنالیز فرکانس- زمان در مدیریت ریسک مالی ارائه می‌دهد.

در ادامه ساختار کلی تحقیق به این صورت می‌باشد، در بخش دوم مبانی نظری و پیشینه پژوهش مورد بررسی قرار می‌گیرد، سپس و در بخش سوم روش‌شناسی تحقیق بیان می‌گردد. در بخش بعد به بیان یافته‌های حاصل از تحقیق پرداخته می‌شود و در نهایت در بخش پنجم نتیجه‌گیری و بحث ارائه شده‌است.

۲. مبانی نظری و پیشینه تحقیق

معیار ارزش در معرض ریسک (VaR) حداکثر زیان با سطح اطمینان مشخص در دوره زمانی معین است و یک معیار استاندارد نظارتی برای تخصیص سرمایه است. با این‌حال، معیار VaR از چندین لحاظ از جمله به دلیل عدم انسجام مورد انتقاد قرار گرفته‌است و ویژگی زیر جمع‌پذیری را ندارد (برخلاف اصل تنوع‌سازی). برخلاف VaR ، معیار ریزش مورد انتظار (ES) ، پیشنهاد شده توسط آرتزنر، دلبن، ابر و هیت [1] (۱۹۹۷ ، ۱۹۹۹)، زیان مورد انتظار را برای بازده‌های بالاتر از آستانه VaR نشان می‌دهد و یک معیار منسجم است. به همین دلیل، در سال‌های اخیر برای اندازه‌گیری ریسک دنباله بیشتر مورد استفاده قرار گرفته‌است و اخیراً توسط کمیته نظارت بانکی بازل نیز توصیه شده است (محمدی و همکاران، ۱۴۰۰).

اگرچه ES توسط مؤسسات مالی بسیار مورد استفاده قرار می‌گیرد، تخمین آن، به ویژه در چارچوب مدل‌های نیمه پارامتریک، یک چالش مهم است. به این دلیل که ESواجد شرایط رتبه‌بندی نیست (نیتینگ[2]، ۲۰۱۱)، به عبارت دیگر، فاقد یک تابع زیان است که به طور منحصر به فرد توسط ES واقعی بهینه شود. اخیرا دو رویکرد تیلور[3] (۲۰۱۷) و پاتون و همکاران (۲۰۱۸) با مدل سازی مشترک VaR و ES توانسته‌اند این دو مسئله را حل یا از آن اجتناب کنند. در این تحقیق از رویکرد تیلور (۲۰۱۷) استفاده می‌شود که در بخش سوم به صورت مفصل تشریح می‌گردد. در ادامه به تعدادی از تحقیقات در حوزه معیارهای ریسک دنباله اشاره می‌شود.

تیلور (۲۰۱۷) در تحقیقی با عنوان پیش بینی ارزش در معرض خطر و ریزش مورد انتظار با استفاده از رویکرد نیمه پارامتریک بر اساس توابع لاپلاس نامتقارن، از یک نمونه از کلاس توابع زیان با عنوان ES-CAViaR بهره می‌برد، نتایج این تحقیق که با استفاده از داده‌های روزانه شاخص S&P 500[4] در دوره ۲۰۰۸-۲۰۱۳ انجام شده است حاکی از برتری عملکرد مدل های معرفی شده در مقایسه با مدل‌های سنتی مورد استفاده در این حوزه می‌باشد.

پاتون و همکاران (۲۰۱۸) در تحقیقی با عنوان روش نیمه پارامتریک پویا در پیش‌بینی ریزش مورد انتظار (و ارزش در معرض خطر) معیار ریزش مورد انتظار (ES) را به طور مشترک با VaR برای شاخص‌های سهام کشورهای، آمریکا، ژاپن و انگلستان در دوره زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۶ برآورد می‌کنند. در ادامه به مقایسه عملکرد چهار مدل پویای معرفی شده با مدل‌های GARCH و پنجره غلتان که به صورت سنتی در این حوزه مورد استفاده قرار می‌گیرند می‌پردازند. نتایج این تحقیق حاکی از برتری مدل‌های پویا در پیش‌بینی معیار ریزش مورد انتظار می‌باشد.

1Artzner, Delbaen, Eber, And Heath
2 Gneiting
3 Taylor
4 Standard & Poor's 500

جرلاچ و وانگ[1] (۲۰۲۰) در تحقیقی با عنوان لاپلاس پویا و نامتقارن شبه پارامتریک در تحلیل ریسک دنباله، مدل VaR و ES مشترک تیلور (۲۰۱۹) را با در نظر گرفتن معیارهای تحقق یافته به صورتی تعدیل کردند که پویایی های ریسک در بازارهای مالی را استخراج نمایند. در این تحقیق از داده های شاخص های بازار سهام کشورهای آمریکا، آلمان، انگلستان، سوئیس و استرالیا در دوره زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۶ استفاده شده است و در نهایت نتایج این تحقیق حاکی از برتری معیار معرفی شده جدید در پیش بینی ریسک می‌باشد.

هالین و تروسیس[2] (۲۰۲۰) به منظور پیش‌بینی معیارهای ارزش در معرض ریسک (VaR) و ریزش مورد انتظار (ES) در سبدهای سهام بزرگ از رویکرد عامل پویای عمومی[3] استفاده کرده و دو روش پیشنهاد می‌کنند. مدل اول بر اساس روش شبیه سازی تاریخی فیلتر شده و مدل دوم بر اساس روش بوت استرپ می‌باشد. در این تحقیق از داده‌های روزانه شاخص S&P 500[4] و شاخص نزدک (NASDAQ-100) در دوره زمانی ۲۰۱۲-۲۰۲۰ استفاده شده‌است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که کارایی و دقت مدل‌های ارائه شده در پیش‌بینی معیارهای VaR و ES از کارایی روش‌های موجود در ادبیات بالاتر است.

سیفی و همکاران[5] (۲۰۲۱) به منظور برآورد معیارهای ارزش در معرض ریسک (VaR) و ریزش مورد انتظار (ES) از یک روش شبیه‌سازی مبتنی بر مدل آمیخته گوسی استفاده نمودند. مدل‌های آمیخته گوسی می‌توانند داده‌های ورودی را با توجه به شرایط بازار خوشه‌بندی کنند و از این رو برای محاسبه معیارهای ریسک در این روش نیازی به ماتریس همبستگی وجود ندارد. نتایج این تحقیق بر اساس نمونه‌ای از بازارهای سهام ایالات متحده آمریکا نشان می‌دهد که مدل ارائه شده VaR مبتنی بر GMM کارا و دقیق می‌باشند.

در ایران نیز تحقیقاتی در ارتباط با ریزش مورد انتظار انجام شده‌است که در این بخش به تعدادی از آنها اشاره می‌شود.

بت شکن و همکاران (۱۳۹۷) در تحقیقی با عنوان برآورد و ارزیابی ارزش در معرض ریسک و ریزش مورد انتظار ناپارامتریک بر مبنای تحلیل مؤلفه های اساسی در بورس اوراق بهادار تهران، از روش شبیه سازی مونت کارلو بر مبنای تحلیل مؤلفه‌های اساسی برای محاسبه ارزش در معرض ریسک و ریزش مورد انتظار، استفاده کردند. در این تحقیق بررسی های انجام گرفته توسط تکنیک های پس آزمایی، حاکی از نتایج قابل اتکای این روش و روش مرسوم شبیه سازی مونت کارلو و برتری این دو روش در مقایسه با روش ریسک متریکس است.

طالبلو و داوودی (۱۳۹۷) در تحقیقی با "عنوان برآورد پرتفوی بهینه سرمایه‌گذاری با استفاده از دو الگوی ارزش در معرض ریسک (VaR) و ریزش مورد انتظار (ES): رهیافت GARCH-EVT-Copula" پرتفوی بهینه برای سرمایه‌گذاری شامل ۴ شاخص مالی، شیمیایی، دارویی و خودرو را برآورد کردند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد شاخص شیمیایی بیشترین وزن را در الگوی بهینه سرمایه‌گذاری به خود اختصاص می‌دهد. همچنین برای رسیدن به بازده بیشتر (و البته به شرط تحمل ریسک بالاتر)، می توان وزن شاخص دارویی را در پرتفوی دارایی افزایش داد.

طیبی ثانی و چنگی آشتیانی (۱۳۹۷)، لحاظ اثرات حافظه بلندمدت در پیش بینی تلاطم و ارزش در معرض ریسک در فرابورس ایران و بورس اوراق بهادار تهران را در بازه زمانی مهرماه ۱۳۸۷ تا بهمن ماه ۱۳۹۳ بررسی کردند. نتایج این پژوهش نشان داد که لحاظ

[1] Gerlach And Chao Wang
[2] Hallin & Trucíos
[3] General Dynamic Factor Model
[4] Standard & Poor's 500
[5] Seyfi Et Al.

اثرات نامتقارن در سری های بازدهی و همچنین اثرات حافظه بلندمدت به بهبود پیش بینی تلاطم و ارزش در معرض ریسک این دو سری زمانی منجر می‌شود.

گیلانی پور (۱۳۹۸) به ارزیابی ریسک سیستمی در شبکه بانکی ایران توسط معیار ریزش مورد انتظار نهائی پرداخت. در این تحقیق تعداد ۱۷بانک از بین بانک‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران طی دوره زمانی ۱۳۹۷-۱۳۸۹ انتخاب شده و توسط معیار ریزش مورد انتظار نهائی، ریسک سیستمی در این بانک‌ها محاسبه شد. یافته‌های این پژوهش نشان از تفاوت در ریزش موردانتظار نهائی بانک‌ها می‌باشد و بیانگر آن است که چنانچه بحرانی در سیستم مالی یا بازار وقوع کند این بانک‌ها تحت‌تأثیر قرار می‌گیرند اما میزان تأثیرپذیری آن از بحران مالی متفاوت است.

فلاح پور و طبسی (۱۳۹۹) در تحقیقی خود به برآورد ریزش مورد انتظار بر اساس نظریه ارزش فرین شرطی با استفاده از مدل مولتی فرکتال و داده‌های درون روزلنه بورس اوراق بهادار تهران در دوره زمانی ۱۳۸۸ تا ابتدای ۱۳۹۹ پرداختند. یافته های حاصل از پژوهش نشان می‌دهند که مدل فراتر از آستانه شرطی مولتی فرکتال که از داده‌های درون روزی بهره می جوید، در مقایسه با مدل‌های جایگزین نظیر فراتر از آستانه شرطی گارچ در برآورد ریسک بازار عملکرد بهتری داشته‌است.

۳. روش تحقیق

روش پژوهش حاضر از لحاظ هدف کاربردی و از لحاظ ماهیت و روش علّی است. همچنین از نظر ویژگی و جهت داده‌ها پس رویدادی و از طریق اطلاعات گذشته می‌باشد. در تحقیق حاضر برای جمع‌آوری منابع نظری از روش کتابخانه‌ای و برای جمع آوری داده‌های مورد نیاز جهت آزمون فرضیات از روش آرشیوی و با مراجعه به سایت بورس اوراق بهادار استفاده شده‌است.

با توجه به اینکه در تحقیق حاضر به دنبال معرفی و محاسبه ریزش مورد انتظار پویای چند مقیاسی (DMS-ES) به عنوان شاخص سنجش ریسک بازار در بورس اوراق بهادار تهران هستیم جامعه آماری در پژوهش پیش رو شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران به عنوان نماینده پرتفوی بازار می‌باشد که به خوبی می‌تواند تغییرات قیمتی شرکت‌های موجود در بورس را نمایش دهد.

اطلاعات مربوط به سری زمانی شاخص کل از طریق سایت رسمی شرکت بورس اوراق بهادار جمع‌آوری و برای سازماندهی داده ها و محاسبات ابتدایی بر روی داده های خام، از نرم افزار EXCEL و برای تحلیل داده‌ها و برازش مدل‌های نهایی تحقیق جهت از نرم افزار MATLAB استفاده شده‌است.

۳-۲ مدل تحقیق

۳-۲-۱ معیار ریزش مورد انتظار (ES)

معیار ریزش مورد انتظار (ES)، پیشنهاد شده توسط آرتزنر ، دلبن ، ابر و هیت [1](۱۹۹۷ ، ۱۹۹۹)، زیان مورد انتظار را برای بازده های بالاتر از آستانه VaRنشان می‌دهد بنابراین تعریف می‌توان معیار ریزش مورد انتظار را به صورت زیر بیان نمود:

$$ES_t = E[y_t | y_t \le VaR_t]; \quad VaR_t = F_t^{-1}(\alpha) \ and \ 0 < \alpha < 1 \qquad (۱)$$

جاییکه y_t بازده دارایی مورد نظر می باشد. به منظور تشریح مدلی که بتولند پویایی های ES را توضیح دهد با یک سناریوی ساده که بازدهی دارایی y_t از توزیع گوسی با میانگین μ_t و انحراف معیار σ_t پیروی می‌کند شروع می‌کنیم. VaR برای یک احتمال مشخص τ به صورت زیر بیان می‌شود.

$$\mathrm{VaR}_t = \mu_t + \sigma_t \Phi^{[-1]}(\tau; 0,1) \qquad (۲)$$

[1] Artzner, Delbaen, Eber, And Heath

ϕ و Φ به ترتیب چگالی و تابع توزیع بازدهی استاندار شده را نشان می دهد. ES مرتبط با آن می‌تواند به صورت زیر بیان گردد:

$$ES_t = E[y_t | y_t \le VaR_t] = \frac{\int_{-\infty}^{VaR_t} y_t h(y_t) dy_t}{\int_{-\infty}^{VaR_t} h(y_t) dy_t} = \mu_t - \sigma_t . \frac{\phi(\Phi^{[-1]}(\tau))}{\tau}$$

$H(y_t)$ تابع چگالی بازدهی دارایی y_t است، بنابراین هر دو VaR و ES نسبتی از انحراف معیار استاندارد σ_t هستند و می‌توان فرم تابعی مشابه که فرم تابعی که در مدل CaViaR انگل و منگنیلی[1] (۲۰۰۴) برای VaR ارائه شده است را برای پویایی های ES استفاده نمود.

۳-۲-۲ مدل‌های پویای ES

در این تحقیق به پیروی از پیتون و همکاران (۲۰۱۹) استفاده می‌شود که در ادامه به تشریح این رویکرد پرداخته می‌شود.

مدل GAS1F به منظور تخمین ریزش مورد انتظار (ES) و ارزش در معرض خطر (VaR) به صورت مشترک با استفاده از حداقل سازی تابع زیان FZ0 استفاده می کند. نکته کلیدی در برآورد مدل فوق استفاده از متغیر مقیاس برای بدست آوردن نوسان پارامتر هدف است. پیتون و همکاران (۲۰۱۹) از طریق متغیر امتیاز تاثیر مشاهدات گذشته را بر پیش بینی جاری در نظر می‌گیرند به این صورت که وقتی $Y>v$ می باشد بازدهی تحقق یافته تخمین را متاثر نمی کند ولی وقتی که $Y \le v$ است پیش بینی ES به بازدهی های تحقق یافته از طریق متغیر امتیاز واکنش نشان می دهد. در ادامه تصریح چهار مدل پویای مذکور ارائه می شود.

مدل GAS-FZ

- GAS-1F model:
  - $v_t = a\ exp\{k_t\}$ (۴)
  - $e_t = b\ exp\{k_t\},\ b < a < 0$
  - $k_t = \omega + \beta k_{t-1} + \gamma H_{t-1}^{-1} s_{t-1}$

جاییکه متغیر امتیاز st به صورت زیر تعریف می شود:

$$s_t \equiv \frac{\partial L_{FZ0}(Y_t, a\ exp\{k_t\}, b\ exp\{k_t\}; \alpha)}{\partial k} = \frac{1}{e_t}\left(\frac{1}{\alpha} 1\{Y_t \le v_t\} Y_t - e_t\right) \quad (۵)$$

۳-۲-۳ رویکرد چند مقیاسی برای مدل سازی و پیش بینی ES

در این مطالعه به پیروی از بو و همکاران (۲۰۱۹)، برای تمایز مولفه‌های اطلاعاتی سری زمانی بازده در افق‌های زمانی مختلف، از تجزیه حداکثر تبدیل موجک گسسته همپوشان (MODWT[2]) در سری بازده استفاده می‌کنیم، که یک نسخه اصلاح شده از تبدیل موجک گسسته (DWT) است. MODWT سری بازده را به ضرایبی تبدیل می‌کند که مرتبط با تغیرات سری زمانی بازده دارایی در طی یک مقیاس زمانی است.

فیلتر MODWT برای تجزیه اجزای فرکانس مختلف سری بازده اصلی از دوره درون نمونه‌ای استفاده می‌کنیم. هر مقیاس شامل اطلاعات مبتنی بر فرکانس مختلف در مورد سری بازده غیرقابل انکار است. با پیوند سری زمانی بازده اصلی دارایی با مولفه‌های تجزیه شده هشت مقیاس تجزیه شده، خواهیم داشت:

$$y_t = \sum_{i=1}^{7} \widehat{D_{i,t}} + \widehat{R_{8,t}} \quad (۶)$$

که در آن $\widehat{D_{i,t}}$ نشان دهنده اجزای فرکانس i ام است و $\widehat{R_{8,t}}$ نشان دهنده اطلاعات بلند مدت سری زمانی اصلی

[1] Engle And Manganelli

[2] Maximal Overlap Discrete Wavelet Transform

است که توسط $\widehat{D_1}$ ، t تا $\widehat{D_7}$، t ضبط نشده اند. بنابراین با بازسازی مولفه ها خواهیم داشت:

$$y_{1:2,t} = \sum_{i=1}^{2} \widehat{D_{i,t}} \quad (۷)$$

$$y_{1:4,t} = \sum_{i=1}^{4} \widehat{D_{i,t}} \quad (۸)$$

$$y_{1:8,t} = \sum_{i=1}^{8} \widehat{D_{i,t}} \quad (۹)$$

بنابراین با سه سری بازده بدست‌آمده (y1:2، y1:4 و y1:8) ، می‌توانیم از دو مدل بالا برای تمایز میان کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلند مدت استفاده کنیم. پویایی ES ، برآورد ضریب $\gamma 3$ در مدل GAS برای هر سری زمانی بازده می‌باشد. علاوه بر این، با استفاده از این مدل‌ها، می توانیم با استفاده از پیش بینی ها و سری بازدهی اصلی به عنوان معیار، پیش‌بینی‌های ES را در افق های مختلف پیش‌بینی تولید و ارزیابی کنیم.

۴. یافته‌های تحقیق

در این تحقیق تلاش می‌شود که معیارهای ریسک دنباله (VaR و ES) با استفاده از مدل پویای چند مقیاسی (MODWT-GAS-1F) در بورس اوراق بهادار تهران مورد بررسی قرار گیرد. در این راستا از داده‌های شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران به صورت روزانه در دوره زمانی ۱۳۹۰/۰۱/۰۶ – ۱۴۰۰/۱۲/۲۸ استفاده شده‌است. در این بخش آمار توصیفی شاخص بورس اوراق بهادار تهران (TEPIX)، و بازدهی این شاخص در طول دوره مورد بررسی به منظور ارائه دیدی کلی از وضعیت این شاخص بورس اوراق بهادار در جدول (۱) ارایه شده است. لازم به ذکر است به‌منظور محاسبه‌ی بازدهی نیز به‌این‌ترتیب عمل شده‌است که اگر قیمت i امین دارایی در زمان t را با Pt نشان دهیم آنگاه می‌توان لگاریتم بازده سرمایه‌گذاری را در لحظه t به‌صورت زیر معادله (۱۰) محاسبه نمود:

$$r_{it} = log(\frac{P_{it}}{P_{it-1}})\times 100 \quad (۱۰)$$

جدول (۱) آمار توصیفی متغیرهای تحقیق

متغیر	میانگین	میانه	ماکزیمم	مینیمم	انحراف معیار	چولگی	کشیدگی	مشاهدات
IND	۳۵۱۰۱۹	۸۰۶۸۴	۲۰۸۰۶۵۸	۲۳۷۸۷	۵۲۰۵۳۲	۱/۵۹	۳/۹۵	۲۳۹۸
RET	۰/۱۷۲	۰/۰۵۳	۷/۰۳	-۵/۵۱	۱/۱۵	۰/۳۲	۶/۱۱	۲۳۹۸

منبع: یافته های پژوهشگر

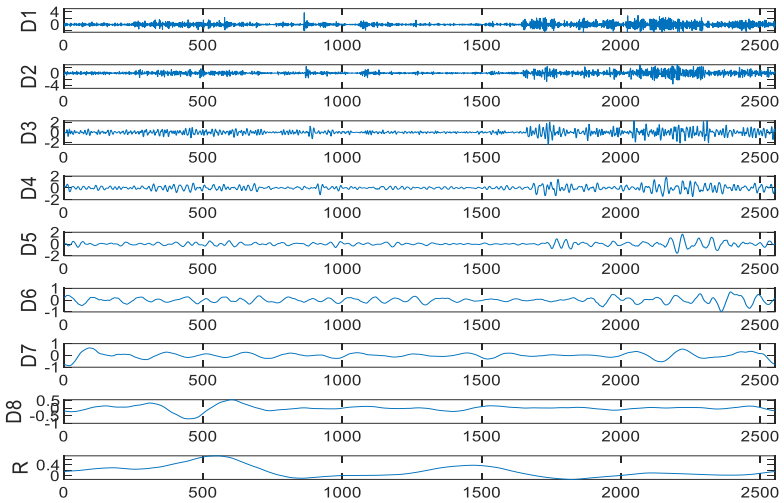
در این بخش و در روند تجزیه طیفی سیگنال، داده‌های بازده شاخص کل بورس با استفاده از الگوریتم MODWT به مولفه‌ها مختلف با بسامدهای مختلف تجزیه می‌شود. به بیان دیگر سری زمانی بازده شاخص کل بورس اوراق بهادار تهراندر بسامدهای کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت تجزیه می‌شود.

۴-۱ نتایج تبدیل موجک گسسته حداکثر همپوشانی (MODWT)

در این تحقیق به پیروی از از بو و همکاران (۲۰۱۹) به منظور دستیابی به مولفه‌های اطلاعاتی مختلف از الگوریتم تبدیل موجک گسسته حداکثر همپوشانی (MODWT) استفاده شده است. به این منظور داده‌های بازده شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از فیلتر حداقل نامتقارن داوبشیز[1] (LA) با طول ۸ تجزیه گردید. مقیاس‌های تجزیه موجک نیز عبارتند از : $y_{1:2,t}$ (کوتاه‌مدت)، $y_{1:4,t}$ (میان‌مدت)،

[1] Daubechies least asymmetric

$y_{1:8,t}$ (بلندمدت) و جز هموارسازی R . در نمودار (۱) ترسیمی از داده‌های تبدیل موجک با استفاده از الگوریتم MODWT بازده شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران در دوره مورد بررسی نشان داده شده است.



نمودار (۱) نتایج تجزیه سیگنال با استفاده از الگوریتم MODWT

۲-۴ برآورد معیارهای ریسک بر اساس رویکرد MODWT-GAS-1F

پس از تجزیه سری زمانی شاخص بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از الگوریتم MODWT و استخراج مولفه‌های اطلاعاتی کوتاه‌مدت، میان مدت و بلندمدت، در این مرحله با استفاده از مولفه‌های بدست آمده به برآورد معیار های ریسک دنبله پرداخته می‌شود. به منظور برآورد معیارهای ریسک با رویکرد نیمه پارامتریک امتیازدهی اتورگرسیو تعمیم‌یافته؛ ابتدا باید مدل مناسب برای نوسانات بازار برآورد شود. در این راستا ابتدا پس از انجام آزمون‌های مورد نیاز و بر اساس روش تجزیه و تحلیل داده ارائه شده در قسمت قبل، مدل GAS-1F در سه افق زمانی مورد نظر برآورد شد. جدول (۲) نتایج برآورد مدل‌های مذکور را نشان می‌دهد.

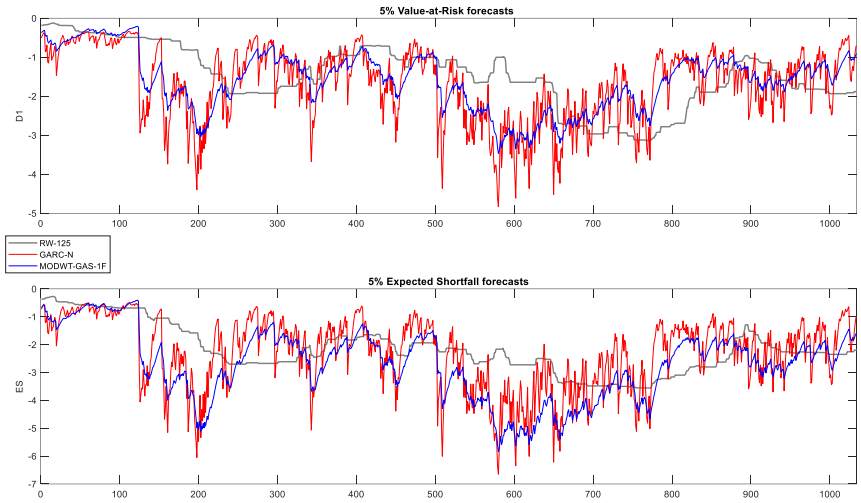
جدول۲. نتایج برآورد پارامترهای مدل‌های پویا

	Full	$y_{1:2,t}$	$y_{1:4,t}$	$yy_{1:7,t}$
B	0.922676	0.895423	0.887281	**0.881002**
	(0.011295)	(0.019572)	(0.016806)	**(0.01839)**
Γ	0.013892	0.031826	0.030767	**0.048589**
	(0.002332)	(0.004777)	(0.003966)	**(0.004599)**
Δ	0.039347	0.050106	0.058737	**0.05216**
	(0.002608)	(0.005245)	(0.004992)	**(0.004196)**
A	-1.95798	-1.44439	-1.27771	**-0.84229**
	(1.064135)	(0.702867)	(0.408972)	**(0.184618)**
B	-2.93148	-2.31535	-2.18005	**-1.67237**
	(1.629004)	(1.1523)	(0.689195)	**(0.362991)**

منبع: یافته‌های تحقیق

در جدول (۲) نتایج برآورد ضرایب در مدل پویا در قالب مدل‌های GAS-1F برای معیارهای ریسک (VaR و ES) آورده شده‌است. در این جدول ضرایب مدل‌ها به همراه انحراف معیار آنها نمایش داده‌شده‌است. لازم به ذکر است که جدول (۲)، برآورد مدل‌های آماری در قسمت درون نمونه‌ای را نشان می‌دهد. در ادامه نتایج پیش‌بینی بر اساس مدل‌های مذکور در بخش برون نمونه‌ای داده‌ها (۱۰۰۰ مشاهده نهایی) ارائه می‌شود. در نمودار (۲) به منظور ارائه دیدی کلی نسبت به عملکرد رویکردهای مختلف، نتایج برآورد معیارهای ریسک (VaR و ES) با استفاده از سه مدل MODWT-GAS-1F ، GARCH-N و پنجره غلتان با پنجره ۱۲۵ ارائه شده است. نتایج ارائه شده در این نمودار نشان‌دهنده عدم انعطاف رویکرد پنجره غلتان نسبت به دو رویکرد دیگر می‌باشد با این حال نتایج مدل GARCH-N به عنوان نماینده مدلهای مبتنی بر خانواده ناهمسانی واریانس نوسانات زیادی را نشان می‌دهد. نتایج مدل پویای چندمقیاسی ارایه شده در این مطالعه (MODWT-GAS-1F) از لحاظ نوسانات و ثبات حرکتی در بین دو مدل دیگر قرار می‌گیرد.

نمودار (۱). **پیش‌بینی برون نمونه‌ای معیارهای VaR و ES**



منبع: یافته‌های تحقیق

در ادامه نتایج بررسی کارایی مدل پیشنهادی و مدل‌های مدل‌های رقیب سنتی در این حوزه بر اساس آماره زیان متوسط و همچنین معیار نیکویی برازش (GOF[1]) در جدول (۳) آورده شده‌است. نتایج برآورد معیار زیان متوسط در جدول (۳) حاکی از عملکرد بهتر مدل MODWT-GAS-1F از بین مدل‌های مورد بررسی در پیش‌بینی خارج از نمونه VaR و ES می‌باشد. پس از این مدل، مدل GAS-1F دارای عملکرد بهتری بوده است و ضعیف‌ترین عملکرد مربوط به روش پنجره غلتان ۲۵۰ است. در ادامه از معیار نیکویی برازش (GOF) برای ارزیابی مدل‌های مورد بررسی استفاده شده‌است. در این آزمون احتمال بالاتر از ۰/۱۰ نشان‌دهنده اعتبار مدل مربوطه می‌باشد و احتمال بین ۰/۰۵ تا ۰/۱۰ نشان‌دهنده اعتبار ضعیف و کمتر از این مقدار حاکی عدم تایید اعتبار مدل مربوطه به وسیله این آزمون می‌باشد. بر اساس نتایج این آزمون، مدل پنجره غلتان ۲۵۰ فاقد اعتبار می‌باشد.

[1] Goodness of Fit

همچنین نتایج نشـــان می‌دهد مدل پویای پیشـــنهادی MODWT-GAS-1F در هر دو بخش ریزش مورد انتظار (ES) و ارزش در معرض خطر (VaR) از اعتبار مناسبی برخوردار است.

جدول (۳). مقایسه نتایج مدل‌های پویا و مدل های رقیب

.	Avg loss	MZ-VaR	**MZ-ES**
RW-125	0.998	0.132	**0.16**
RW-250	1.173	0.00	**0.00**
GCH-n	0.934	0.252	**0.18**
GCH-t	0.947	0.306	**0.525**
GAS-1F	0.919	0.261	**0.191**
MODWT-GAS-1F	0.908	0.643	**0.698**

منبع: یافته های تحقیق

۵-۲. آزمون معنـاداری اختلاف معیـار زیـان‌هـای متوسط (دی بولد و ماریانو[1])

هرچند که معیار زیان متوســـط می‌تولند نشـــان‌دهنده اختلاف کارایی مدل‌های مختلف در پیش‌بینی معیارهای ریسک (VaR و ES) باشد ولی معنی‌داری این اختلاف باید از لحاظ آماری مورد بررســـی قرار گیرد. در ادامه از آماره تی آزمون دیبولد و ماریانو به منظور بررســـی معناداری اختلاف زیان متوســـط در پیش‌بینی‌های برون نمونه‌ای اســتفاده می‌شـود. در این آزمون مدل‌های مورد بررسـی به ترتیب برروی سـطر و سـتون قرار می‌گیرند و اختلاف زیان متوســـط پیش‌بینی برون نمونه‌ای مدل‌ها به ترتیب با هم مقایسـه می‌گردد. به این ترتیب که اعداد مثبت نشـــان‌دهنده بزرگتر بودن زیان متوســـط مدل مربوطه در سطر از مدل متناظر با آن در ستون می‌باشد و اعداد بزرگتر از ۱/۹۶(به صورت قدرمطلق) نشان‌دهنده معنادار بودن آماری اختلاف زیان های متوسط در سطح اطمینان ۹۵٪ می‌باشد.

جدول ۴. آزمون معناداری اختلاف معیار زیان های متوسط (دی بولد و ماریانو)

	RW-125	RW-250	GCH-n	GCH-t	GAS-1F	MODWT-GAS-1F
RW-125	NaN	-0.85325	9.64975	3.64	6.60175	4.234
RW-250	0.85325	NaN	16.136	3.087	3.69375	4.0275
GCH-n	-9.64975	-16.136	NaN	-5.21	8.58325	6.24975
GCH-t	-3.64	-3.087	5.21	NaN	2.78675	0.8335
GAS-1F	-6.60175	-3.69375	-8.58325	-2.78675	NaN	3.18325
MODWT-GAS-1F	-4.234	-4.0275	-6.24975	-0.8335	-3.18325	NaN

بر اساس نتایج ارائه شده در جدول (۴)، معناداری اختلاف معیار زیان متوسط قابل ارزیابی می‌باشد. نتایج این جدول به صورت سطر و ستون مورد بررسی قرار می‌گیرد. در این جدول سـطر مربوط به MODWT-GAS-1F نشـان دهنده مقایســـه معناداری اختلاف زیان متوســـط آن با مدل‌های دیگر می‌باشـــد. نکته قابل توجه در این ســـطر

[1] Diebold and Mariano

منفی بودن تمامی سلول‌های این سطر است که حاکی از کوچکتر بودن زیان متوسط این مدل در مقایسه با مدل‌های دیگر است. سلول‌های این سطر نشان‌دهنده معنادار بودن این اختلاف در مقایسه با اکثریت مدل‌های دیگر از جمله مدل های خانواده گارچ، مدل پنجره غلتان با پنجره ۲۵۰ و همچنین مدل پویای GAS-1F می‌باشد. از نتایج ارایه شده در جدول (۴) حاکی از افزایش کارایی پیش‌بینی برون نمونه‌ای مدل GAS-1F در صورت استفاده از الگوریتم MODWT می‌باشد.

۵- نتیجه‌گیری و بحث

در این تحقیق تلاش گردید به منظور پیش‌بینی و مدیریت ریسک در بازارهای مالی، معیارهای ریسک دنباله (VaR و ES) در قالب مدل پویای چند مقیاسی (DMS-GAS-1F) در بورس اوراق بهادار تهران مورد بررسی قرار گیرد. در این راستا از داده‌های روزانه شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران در دوره زمانی ۱۳۹۰/۰۱/۰۶ – ۱۴۰۰/۱۲/۲۸ استفاده گردید و پس از ارایه آمار توصیفی، تجزیه طیفی شاخص بورس با استفاده از الگوریتم MODWT به منظور استخراج مولفه‌های کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت انجام شد. در ادامه با استفاده از رویکرد GAS-1F (رویکرد پاتون، ۲۰۱۹)، معیارهای ریسک برای ۱۰۰۰ داده انتهایی نمونه بر اساس مولفه‌های اطلاعاتی کوتاه‌مدت ($y_{1:2,t}$)، میان‌مدت ($y_{1:4,t}$)، بلندمدت ($y_{1:7,t}$) و سری اصلی بازده شاخص بورس (Full) در سه افق زمانی یک روزه، سه ماهه و یکساله پیش‌بینی گردید و کارایی مدل‌های مذکور با استفاده از آزمون‌های پس‌آزمایی و متوسط زیان مورد بررسی قرار گرفت. نتایج برآورد مدل‌ها نشان می‌دهد که مدل پویا با استفاده از GAS-1F (رویکرد پاتون، ۲۰۱۹)، از اعتبار مناسبی در پیش‌بینی معیارهای ریسک دنباله برخوردار است و بر اساس پس‌آزمایی‌های انجام شده این مدل نسبت به مدل‌های سنتی و رقیب در این حوزه از جمله مدل‌های خانواده گارچ و مدل‌های پنجره غلتان از کارایی بالاتری برخوردار است. علاوه بر این، نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که استفاده از رویکرد تجزیه موجک (در این مطالعه الگوریتم MODWT) به منظور استخراج مولفه-های اطلاعاتی در افق های زمانی مختلف باعث افزایش دقت و اعتبار پیش‌بینی معیارهای ریسک در مدل هیبریدی MODWT-GAS-1F شده‌است. لازم به ذکر است که نبود مطالعات داخلی مرتبط با مدلسازی معیارهای پویای ریسک، قابلیت مقایسه نتایج بدست آمده در این تحقیق با نتایج مطالعات داخلی را با محدودیت مواجه کرده‌است با این حال نتایج این تحقیق با نتایج به دست آمده در تحقیق بو و همکاران (۲۰۱۹) سازگار می-باشد.

این مطالعه از چندین منظر به ادبیات مالی موجود در کشور کمک می‌کند. اول، چارچوب مدلسازی در این پژوهش در ارتباط با پیش‌بینی‌ریزش مورد انتظار (ES) مربوط به یک ادبیات رو به رشد در زمینه پویایی مدلسازی ریسک نامطلوب مؤسسه مالی است. دوم، بهبود پیش‌بینی خارج از نمونه ES است که با اهمیت فزاینده برای تنظیم الزامات سرمایه‌ای موسسات مالی استفاده می‌شود.سوم، در این پژوهش از آنالیز طیفی در امور مالی استفاده گردید. معیارهای مبتنی بر فرکانس، به ما امکان می‌دهد بین اجزای اطلاعات بازده کوتاه‌مدت و بلندمدت تمایز قایل شویم، و بینش جدیدی در مورد قیمت‌گذاری دارایی‌ها ، تخصیص پرتفوی و مدیریت ریسک ارائه دهیم. در این تحقیق، آنالیز طیفی با مدلسازی و پیش‌بینی ES تلفیق گردید و روشی جدید برای ترکیب آنالیز فرکانس- زمان در مدیریت ریسک مالی ارائه شد.

در نهایت، با توجه به نتایج بدست آمده در این تحقیق، استفاده از مدل‌های پویا و الگوریتم‌های تجزیه سیگنال به منظور افزایش دقت و کارایی مدل‌های پیش‌بینی معیارهای ریسک دنباله (VaR و ES) به تمامی فعالین حوزه ریسک بازارهای مالی پیشنهاد می‌گردد. همچنین به محققین در حوزه ریسک پیشنهاد می‌گردد در تحقیقات آتی از سایر رویکردهای پویا در مدل‌سازی

ریسک دنباله و تلفیق آن با الگوریتم‌های تجزیه سیگنال استفاده کنند.

منابع

بت شکن، محمدهاشم؛ پیمانی، مسلم و محمدمسعود صدرالدین کرمی. (۱۳۹۷). برآورد و ارزیابی ارزش در معرض ریسک و ریزش مورد انتظار ناپارامتریک بر مبنای تحلیل مؤلفه های اساسی در بورس اوراق بهادار تهران. چشم انداز مدیریت مالی، شماره ۲۴.

فلاح پور، س.، و طبسی، ح. (۱۳۹۹). برآورد ریزش مورد انتظار بر اساس نظریه ارزش فرین شرطی با استفاده از مدل مولتی فرکتال و داده های درون روزانه در بورس اوراق بهادار تهران. تحقیقات مالی, ۲۲(۱), ۲۷-۴۳.

طالبلو، ر.، و داوودی، م. (۱۳۹۷). برآورد پرتفوی بهینه سرمایه گذاری با استفاده از دو الگوی ارزش در معرض ریسک (VaR) و ریزش مورد انتظار :(ES) رهیافت GARCH-EVT-Copula. پژوهشنامه اقتصادی، ۱۸(۷۱)، ۹۱-۱۲۵.

طیبی ثانی, احسان, چنگی آشتیانی, مدیحه. (۱۳۹۷). لحاظ نمودن اثرات حافظه بلند مدت در پیش بینی تلاطم و ارزش در معرض خطر .مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، ۹ (۳۴)، ۱۲۱-۱۴۲.

گیلانی پور جواد. (۱۳۹۸). ارزیابی ریسک سیستمی در شبکه بانکی ایران توسط معیار ریزش مورد انتظار نهائی. فصلنامه پژوهش ها وسیاست های اقتصادی. ۲۷ (۹۲) :۴۲۹-۴۰۷.

Artzner, P., Delbaen, F., Eber, J. & Heath, D. (1999). Coherent Risk Measures.

Berger, T. , Gençay, R. , (2018). Improving daily value-at-risk forecasts: the relevance of short-run volatility for regulatory quality assessment. J. Econ. Dyn. Control 92, 30–46 .

Bu, D., Liao, Y. , Shi ,J., & Peng , H. (2019). Dynamic expected shortfall: A spectral decomposition of tail risk across time horizons. Journal of Economic Dynamics & Control, 108 (2019) 103753.

Gerlach, R., Wang, C,. (2020), Semi-parametric dynamic asymmetric Laplace models for tail risk forecasting, incorporating realized measures. International Journal of Forecasting,36(2): 489-506.

Hallin, Marc & Trucíos, Carlos. (2020). Forecasting Value-at-Risk and Expected Shortfall in Large Portfolios: a General Dynamic Factor Model Approach. 10.13140/RG.2.2.27703.55205.

Nikola Radivojevi , Milena Cvjetkovi ,Saša Stepanov, (2016), The new hybrid value at risk approach based on the extreme value theory, Estudios the Economia. Vol.43- pp. 29-52.

Patton, A.J. , Ziegel, J.F. , Chen, R. , (2019). Dynamic semiparametric models for expected shortfall (and Value-at-Risk). J. Econom. 211 (2), 388–413.

Seyfi, S.M., Sharifi, A., Arian, H. (2021). Portfolio Value-at-Risk and expected-shortfall using an efficient simulation approach based on Gaussian Mixture Model. Mathematics and Computers in Simulation. https://doi.org/10.1016/j.matcom.2021.05.029 .

Taylor, J.W., (2017). Forecasting value at risk and expected shortfall using a semiparametric approach based on the asymmetric laplace distribution. J. Bus. Econ. Stat. 0 (0), 1–13. doi: 10.1080/07350015.2017.1281815.

Journal of Financial Knowledge of Securities Analysis
Vol. 17 / No. 61, Spring 2024

Estimation of tail Risk measures in Tehran Stock Exchange Using Generalized Multi-Dimensional Autoregressive Ranking Approach (DMS-GAS)

[1]Seyed Ali Mousavi sarhadi
[2]Hosein Izadi
[3]mojhgan Safa*
[4]Mohammadraza Pourfakharan

Abstract
The main purpose of this study is to investigate the tail risk measures (VaR and ES) in Tehran Stock Exchange using the dynamic multi-scale generalized autoregressive ranking approach (DMS- GAS-1F). In this regard, using the daily data of the total index of Tehran Stock Exchange in the period 2011/03/26 - 2022/03/19 and the maximal overlap discrete wavelet transform (MODWT)algorithm, the short-run, medium-run and Long-run components of time series returns are extracted. Then, using the approach of generalized autoregressive ranking models (GAS), the tail risk measures at different time horizons are dynamically estimated and finally using the inverted wavelet transform, the final results of estimating the risk criteria based on the proposed model (DMS- GAS-1F) is provided. The results of backtests show that the proposed model has performed better in out-of-sample forecasting of tail risk measures than competing and traditional models in this field, including GARCH models and rolling window models. In addition, the results show that the use of the Maximum Overlap Discrete Wavelet Transform (MODWT) algorithm to extract information components at different time horizons has increased the predictive efficiency of the model.

Keywords: tail Risk measure, Tehran Stock Exchange, Generalized Autoregressive Ranking Approach (GAS), Time Horizons, Maximum Overlap Discrete Wavelet Transform (MODWT).

[1] Student of Financial Management, Qom branch, Islamic azad university, Qom, Iran .Aghali_1365@yahoo.com

[2] Department of Management and accounting, Islamshahr branch, Islamic azad university, Islamshahr, Iran . izadih@yahoo.com

[3]Department of accounting, Qom branch, Islamic azad university, Qom, Iran. (Corresponding author). mojgansafa@gmail.com

[4]Department of accounting, Qom branch, Islamic azad university, Qom, Iran.Mohammadreza31151@gmail.com