چشم‌انداز مدیریت مالی
شماره ۱۶ ـ زمستان ۱۳۹۵
ص‌ص ۱۵۱ـ۱۳۵

تحلیل رابطه ریسک غیرسیستماتیک و بازده سهام مبتنی بر رگرسیون چندک و رهیافت بیزی

محمدرضا رستمی*، مریم مقدس بیات، ریحانه مقامی*****

چکیده

پژوهشگران مالی از روش‌های متفاوتی برای محاسبه ریسک و بازده و همچنین تعیین رابطه بین آنها استفاده کرده‌اند. اختلاف در نتایج باعث شده است تا این رابطه با عنوان «معمای بازده- ریسک غیرسیستماتیک» شناخته شود. پژوهش حاضر به تحلیل رابطه ریسک غیرسیستماتیک با بازده سهام در بین شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران می‌پردازد. دوره زمانی مورد بررسی از ۱۲مردادماه ۱۳۹۲ تا ۱۲ دی ماه ۱۳۹۵ انتخاب شده است. این پژوهش با استفاده از مدل panel-GARCH به برآورد ریسک غیرسیستماتیک پرداخته و سپس رابطه بازده با ریسک را براساس رگرسیون چندک و رهیافت بیزی مورد بررسی قرار داده است. نتایج مبین آن است که رابطه در چندک‌های پایین ناهمسو، در چندک‌های بالا همسو بوده و در میانه توزیع رابطه‌ای مشاهده نمی‌شود. این نتیجه دلالت بر آن دارد که رابطه غیرخطی و مبتنی بر توزیع بازده است. این یافته نشان می‌دهد که اطلاعات موجود در کرانه‌های توزیع برای داده‌های مالی حائز اهمیت بوده و لازم است در مدل‌سازی و تفسیر نتایج مورد توجه قرار گیرد. علاوه برآن، معمای ریسک – بازده حل می‌شود.

کلیدواژه‌ها: رگرسیون چندک؛ رهیافت بیزی؛ ریسک غیرسیستماتیک؛ panel-GARCH.
G10,C58,C11,C21,C33:Jel

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۱۰/۱۶، تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۱۲/۲۳

* استادیار گروه مدیریت، دانشگاه الزهرا (س).

** دکتری اقتصادسنجی، استاد مدعو گروه مدیریت، دانشگاه الزهرا (س) (نویسنده مسئول).
E-mail: moghaddasbayat.maryam@gmail.com

*** کارشناس ارشد مدیریت مالی، دانشگاه الزهرا (س).

۱. مقدمه

ریسک متاثر از اخبار و اتفاقات پیش‌بینی‌نشده است. ریسک به لحاظ آماری به دوگروه توضیح داده شده (سیتماتیک) و توضیح داده نشده (غیرسیستماتیک و یا غیرسیستماتیک) تقسیم می‌شود. نوعی از اخبار غیرمنتظره‌ای که سهام تعداد زیادی از شرکت‌ها و درنتیجه کل بازار را تحت تاثیر قرارمی‌دهند باعنوان ریسک سیستماتیک یا بازار نامیده می‌شود. دسته‌ای دیگری از اخبار و وقایع یک سهم خاص یا سهم گروه کوچکی از شرکت‌ها را تحت تاثیرقرار می‌دهد. از آنجاکه این نوع ریسک منحصر به یک شرکت خاص است به ریسک غیرسیستماتیک[1] معروف است.

پژوهشگران مالی از روش‌های متفاوتی برای محاسبه ریسک و کشف رابطه آن با بازده پرداختند. در این رابطه برخی تنها ریسک بازار را عامل مرتبط با بازده می‌دانند؛ زیرا با تنوع‌سازی پرتفوی، ریسک غیرسیستماتیک کاهش یافته و مابقی توسط عوامل ریسک بازار توضیح داده می‌شود؛ امّا درعمل کمبود اطلاعات و ناکارایی‌های بازار به پرتفوهای کمتر متنوع منجر می‌شود. براین اساس، ریسک غیرسیستماتیک نیز در کسب بازدهی مازاد[2] می‌تواند موثر بوده و تعیین جهت رابطه ریسک غیرسیستماتیک و بازده سهام دارای اهمیت است. پژوهش‌ها در این زمینه نشان می‌دهد که در مورد نوع رابطه این نوع ریسک با بازده اختلاف‌نظر وجود دارد؛ به‌طوری‌که در مواردی این رابطه همسو و در سایر موراد ناهمسو ارزیابی شده است. برخی از مطالعات نیز رابطه معناداری را بین بازده و ریسک غیرسیستماتیک مشاهده نکردند.از این‌رو، این رابطه تحت عنوان «معمای ریسک غیرسیستماتیک ـ بازده[3]» مطرح شده است. در این راستا، پژوهش حاضر سعی دارد به تحلیل رابطه ریسک غیرسیستماتیک با بازده سهام با استفاه از رگرسیون چندک بپردازد. ادامه مباحث در پنج بخش ارائه می‌شود. مبانی نظری و پیشینه پژوهش در بخش دوم ارائه می‌شود. بخش سوم به بیان فرضیه‌های پژوهش می‌پردازد. روش‌شناسی در بخش چهارم بیان می‌شود. تجزیه‌وتحلیل داده‌ها در بخش پنجم ارائه‌شده و بخش ششم به خلاصه و نتیجه‌گیری می‌پردازد.

۲. مبانی نظری و پیشینه پژوهش

پژوهشگران مالی رابطه بین بازده و ریسک را تحت مدل‌های متفاوتی مورد بررسی قرار دادند. در این رابطه، ریسک به دو نوع توضیح داده شده و توضیح داده نشده تقسیم شده است. در

1. Idiosyncratic risk
2. Excess returns
3. Idiosyncratic risk- returns puzzle

این مدل‌ها فرض بر تنوع‌پذیری کامل پرتفوی و خطی بودن رابطه است. ریسک غیرسیستماتیک بر اساس پسماندهای مدلی با متغیرهای توضیحی زیر برآورد می‌شود:

$$y_{id}=\alpha_i+\beta_{MKt,i}r_{MKt,d}+\beta_{SMB,i}SMB_d+\beta_{HML,i}HML_d+\varepsilon_{id}$$ رابطه (۱)

که در آن y_{id} بازده مازاد سهام‌های نمونه انتخابی، r بازده مازاد بازار در دوره مورد بررسی، SMB[1]، HML[2] نیز عوامل فاما – فرنچ هستند. پژوهش‌های پیشین برای محاسبه ریسک غیرسیستماتیک از انحراف استاندارد پسماند برآوردی مدل استفاده نمودند؛ امّا در این پژوهش، واریانس شرطی پسماند به‌عنوان ریسک برآورد می‌شود تا پویایی نوسانات طی زمان لحاظ شود. مالکیل و ژو[3](۲۰۰۴)، بااستفاده از داده‌های ماهانه و مدل‌های خودبرگشت یک رابطه مثبت بین دو متغیر فوق را یافتند. انگ[4] و همکاران (۲۰۰۷، ۲۰۰۸، ۲۰۰۹) نیز مطالعاتی در این زمینه انجام دادند. مطالعات براساس نمونه‌ای متشکل از بازارهای سهام ایالت متحده آمریکا و کشورهای گروه۷ (کانادا، فرانسه، آلمان، ایتالیا، ژاپن، انگلستان و آمریکا) و با استفاده از داده‌های روزانه صورت گرفت. نتایج نشان داد که یک رابطه منفی بین ریسک غیرسیستماتیک و بازده سهام وجود دارد [۱۷].

بالی و کاکی (۲۰۰۸)، نشان دادند که هیچ رابطه‌ای بین این دو متغیر وجود ندارد. یااو و همکاران (۲۰۰۹)، رابطه منفی بین ریسک غیرسیستماتیک و بازده سهام را یافتند و دلیل این رابطه را افشای گزینشی اطلاعات شرکت‌ها دانستند [۶].

وانگ و لین[5] (۲۰۱۶)، نمونه‌ای شامل بازارهای سهام هنگ کنگ، تایوان و شانگهای را در فاصله سال‌های ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۰ بررسی کردند. نتایج نشان داد که ریسک غیرسیستماتیک قدرت توضیح‌دهندگی بازده مازاد برای بازارهای هنگ کنگ، تایوان و شانگهای ندارد [۲۲].

ابولامر و کریزانوفسکی[6] (۲۰۱۶)، با استفاده از داده‌های روزانه (ماهانه) سهام‌های فهرست‌شده در بازار سهام تورنتو از ژانویه ۱۹۵۰ تا ۱۹۷۵ با استفاده از رگرسیون مقطعی و براساس شیوه فاما و مک بث دو مرحله‌ای به‌بررسی رابطه ریسک غیرسیستماتیک و بازده آتی در بازار کانادا پرداختند. بازار کانادا بیشتر بر انرژی و صنایع معدنی متمرکز است. نتایج نشان می‌دهد که رابطه ریسک غیرسیستماتیک با بازده آتی به‌جز سهام شرکت‌های کوچک مثبت است [۲].

1. Small minus big
2. High minus low
3. Malkiel and Xu
4. ANG
5. Wang and Lin
6. Aboulamer and Kryzanowski

برگرن[1] و همکاران (۲۰۱۶)، رابطه ریسک غیرسیستماتیک و بازده را در بازار سهام متشکل از بازارهای کلمبیا، پررو و سانتیاگو بررسی کردند. در این پژوهش از روش رگرسیون پنل استفاده شده است. براساس این تحقیق ریسک غیرسیستماتیک عامل پیش‌بینی‌کننده بازده در کل دوره نیست [۸].

الرحاله[2] و همکاران (۲۰۱۶)، به‌بررسی مثبت یا منفی بودن رابطه ریسک غیرسیستماتیک و بازده در بازار سهام سنگاپور بین سال‌های ۱۹۸۵ تا ۲۰۰۶ پرداختند. این پژوهش از رگرسیون چند متغیره و مدل سه عاملی فاما و فرنچ استفاه نموده است. نتایج نشان می‌دهد که نوسانات غیرسیستماتیک بالا به بازده بالا (۳۶/۴٪) منجر شده است. به این معناکه دارندگان سهام با نوسانات غیرسیستماتیک بالاتر، پاداش بیشتری دریافت می‌کنند؛ همچنین یافته‌ها نشان می‌دهد که رابطه اندازه شرکت و ریسک غیرسیستماتیک منفی است [۱].

صمیمی و همکاران (۱۳۸۴)، رابطه بین تعداد سهام موجود در سبد و ریسک آن با استفاده از روش تنوع‌بخشی ایوانز و آرچر را در بازار بورس اوراق بهادار تهران مورد بررسی قرار داد. این تحقیق نشان می‌دهد که بین اندازه سبد اوراق بهادار و ریسک آن رابطه معکوس و معناداری وجود دارد؛ همچنین ریسک سبد اوراق بهادار با افزایش تعداد سهام سریعاً کاهش پیدا می‌کند [۲۱].

راعی و همکاران (۱۳۹۰)، با ایجاد پرتفوی ارزشی و پرتفوی رشدی بر مبنای نسبت ارزش دفتری به ارزش بازار حقوق صاحبان سهام (BM) کواریانس مشروط و بتای مشروط بازده‌های مازاد این پرتفوی‌ها را برآورد نمودند. نتایج نشان می‌دهدکه بتاها و کواریانس‌ها در طول زمان متغیر هستند و رابطه در گذر زمان غیرمستقیمی بین بازده و ریسک وجود دارد [۱۹].

علیمردانی (۱۳۹۰)، با استفاده از روش داده‌های تابلویی در نمونه‌ای شامل ۴۰ شرکت بورس اوراق بهادار تهران که در فاصله زمانی ۱۳۸۴ تا ۱۳۸۸ انجام شده، رابطه ریسک غیرسیستماتیک و بازده را مورد آزمون قرار داد. نتایج رابطه منفی ریسک غیرسیستماتیک و بازده سهام را تایید می‌کند [۳].

رستمی و همکاران (۱۳۹۴)، پژوهشی را با هدف تعیین رابطه بین تنوع‌بخشی و بخش نامطلوب ریسک در بازار بورس اوراق بهادار تهران انجام دادند. به این منظور، پرتفوهایی با تعداد ریسک نامطلوب همچون نیم انحراف معیار زیر هدف، ارزش در معرض ریسک، ریزش مورد انتظار و گشتاور جزئی پایینی برای هر یک از پرتفوها محاسبه شد. نتایج نشان می‌دهد که تنوع‌بخشی و ریسک نامطلوب رابطه معنادار منفی دارند و معیار ریزش مورد انتظار، معیار مناسب‌تری برای محاسبه ریسک به شمار می‌رود [۲۰].

1. Berggrun
2. Rahahleh

دولو و فرتوک‌زاده (۱۳۹۵)، اثر نقدشوندگی بر قیمت‌گذاری ریسک غیرسیستماتیک را در پاسخ به چرایی ظهور معمای مورد بررسی قرار داد. این پژوهش رابطه ریسک و بازده به منظور آزمون را درچارچوب الگوی فاما- مک‌بث (۱۹۷۳) مورد بررسی قرار داد. نتایج ضمن تأیید معمای نوسان‌پذیری غیرسیستماتیک نشان می‌دهد توان توضیحی ریسک غیرسیستماتیک به منظور تبیین تغییرات مقطعی بازدۀ سهام متأثر از عامل نقدشوندگی تقویت می‌شود. با این حال، تأثیر ریسک غیرسیستماتیک بر بازدۀ سهام در بورس اوراق بهادار تهران مغلوب اثر نقدشوندگی نبوده و شواهدی دال بر انتساب منشأ قیمت‌گذاری ریسک غیرسیستماتیک به نقدشوندگی یافت نشد [۱۱].

۳. فرضیه‌های پژوهش

فرضیه‌های این پژوهش عبارت‌اند از:

ـ رابطه بین بازده و ریسک غیرسیستماتیک مبتنی بر توزیع بازده است.

ـ رابطه بین بازده و ریسک غیرسیستماتیک غیرخطی است.

٤. روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش کاربردی بوده و با استفاده از روش‌های اقتصادسنجی پیشرفته به بررسی رابطه بین متغیرها می‌پردازد. بدین منظور ابتدا ریسک غیرسیستماتیک براساس مدل panel-GARCH برآورد شده است و سپس رابطه آن در چارچوب رگرسیون چندک بررسی می‌شود.

جامعه آماری کلیه شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران هستند. دوره زمانی مورد بررسی از ۱۲ مرداد ماه ۱۳۹۲ تا ۱۲ دی ماه ۱۳۹۵ انتخاب شده است. این دوره شامل تحولات مختلفی بوده است و از این جهت مورد توجه قرار گرفته است. نمونه آماری مورد بررسی با روش حذفی بر اساس شرایط زیر برگزیده شد:

ـ سهام هریک از شرکت‌های مورد بررسی در هرسال حداقل ۱۲۰ روز معامله شده باشد.

ـ شرکت‌هایی که دارای داده گمشده [1]بودند، حذف شدند.

با اعمال محدودیت‌های فوق، تعداد ۴۲ شرکت به‌عنوان نمونه برگزیده شدند و داده‌های مربوطه از صورت‌های مالی و نرم‌افزار ره‌آورد نوین استخراج شد.

1. Missing value

برای آزمون فرضیه‌های مطرح‌شده از مدل‌های زیر استفاده خواهد شد:

داده‌های پنلی[1]**:** اقتصادسنجی داده‌های پنلی در حال گسترش است. این مدل از دو بعد اطلاعات (مقطعی و زمانی) استفاده می‌نماید. این مدل در یک چارچوب کلی به‌صورت معادله زیر تعریف می‌شود:

$$Y_{it}=\alpha_{it}+\beta_{it}^{T}x_{it}+u_{it}$$ رابطه (۲)

که در آن i=1,…,n شاخص مقاطع (برای مثال شرکت‌ها)، t=1,…,T شاخص زمان و u_{it} جملات خطا است که برآورد نمی‌شود. در مورد مولفه‌های مدل می‌توان فروضی را مطرح کرد که در ادامه مورد بحث قرار می‌گیرد.

مرسوم‌ترین فرض آن است که پارامترهای مدل همگن فرض شود به این معنا که $\alpha_{it}=\alpha$ و $\beta_{it}=\beta$ برای تمامی i , t ها در نظر گرفته شود. براین اساس مدل به‌صورت زیر به‌دست می‌آید.

$$Y_{it}=\alpha+\beta^{T}x_{it}+\mathrm{u_{it}}$$ رابطه (۳)

در این مدل تمامی داده‌های شاخص‌های i و t با یکدیگر ادغام می‌شوند. چنانچه لازم باشد تا ناهمگنی مقاطع مدل‌سازی شود، اغلب فرض می‌شود که جملات خطا دارای دو مولفه می‌باشد که یکی از این مولفه‌ها با مقطع مربوطه معین می‌شود و در طی زمان تغییر نمی‌کند. این مدل به مدل اثرات غیرقابل‌مشاهده معروف است:

$$Y_{it}=\alpha+\beta^{T}x_{it}+\mu_{\mathrm{i}}+\varepsilon_{\mathrm{it}}$$ رابطه (۴)

روش مناسب برآورد این مدل بستگی به ویژگی‌های دو مولفه دارد. درمورد جمله خطای ε_{it} عموما فرض بر آن است که خوش رفتار بوده و متغیرهای توضیحی و همچنین مولفه خطای مقطعی μ_{I} مستقل باشند. مولفه μ_i ممکن است مستقل و یا همبسته باشدکه بااثرات تصادفی و ثابت به ترتیب شناخته می‌شود. چنانچه فروض معمول در مورد جملات خطا یعنی نوفه سفید خوش رفتار کنار گذاشته شود و ناهمسانی واریانس خود همبستگی در طی زمان مجاز باشد، نوع نامقید و عمومی‌تری از روش‌ها مثل GLS نامقید برای برآورد توصیه می‌شود.

1. Panel data

یک چارچوب منعطف برای محاسبه ضرایب ماتریس کواریانس استوار شده[1] استفاده از برآوردگر عمومی سیستم وایت به شرح زیر است:

$$\hat{V}_R(\mathrm{B})=(X^TX)^{-1}\sum_{i=1}^{n}X_i^T\,E_iX_i(X^TX)^{-1}$$ رابطه (۵)

که در آن E_i تابعی از پسماند $\hat{e}_{it}$ است که ویژگی ناهمسانی واریانس و ساختار همبستگی برای آن مجاز است. برای تعیین مدل مناسب از آزمون‌های متفاوتی در ارتباط با پارامترها و جملات خطا استفاده می‌شود که در ادامه به آن پرداخته می‌شود.

ابتدا لازم است تا بین برآورد با استفاده از اطلاعات نمونه و برآورد براساس معادلاتی که برحسب هر مقطع برازش شده است، مقایسه انجام شود. دوم، پس از آزمون همگنی پارامترها لازم است تا فرضیه صفر مبنی بر پسماندهای کروی[2] مورد آزمون قرار گیرد. پس از طی شدن مراحل آزمون به طریق بالا مدل مناسب برای توصیف رفتار متغیر انتخاب می‌شود.

مدل panel-GARCH: فو (۲۰۰۹) و بروکمن و همکاران (۲۰۰۹)، پویایی نوسانات پسماند که طی زمان متغیر است را به‌عنوان ریسک غیرسیستماتیک معرفی نمودند و از مدل‌های نوع GARCH در چارچوب داده‌های پنل استفاده نمودند. بدین ترتیب واریانس شرطی فرایند تصادفی پسماند در قالب مدل ARMA برای بررسی اثرات واقعی نااطمینانی (ریسک) مورد استفاده قرار گرفت [۱۰، ۱۲].

مدل Panel-GARCH دو مزیت دارد. نخست لازم نیست که دوره زمانی طولانی باشد تا حجم نمونه به قدر کافی بزرگ باشد. از این‌رو، این امکان فراهم می‌شود که دوره زمانی را کوتاه نمود تا از اطلاعات جدید برای مدل‌سازی استفاده شود؛ در نتیجه لحاظ نمودن داده‌های اخیر می‌تواند توانمندی مدل را افزایش دهد. دوم، نمونه‌ای متنوع از شرکت‌های مختلف فعال و سهام‌های اثرگذار در بورس حاصل شده است؛ در نتیجه مدل بر اساس اطلاعاتی برآورد می‌شود که به شناسایی بهتر رفتار متغیر مالی منجر می‌گردد. مدل Panel-GARCH (p.q) به شرح زیر است:

$$y_{it}=\mathrm{m}+x_{it}\ \mathrm{b}+u_{it}$$
$$u_{it}=s_i e_{it}$$
$$s_{it}{}^2=\mathrm{a}+\sum_{m=1}^{q}g_m\,u_{i,t-m}^2+\sum_{n=1}^{p}d_n\,s_{i,t-m}^2$$

1. Robust
2. Sperical

چنانچه عملگر وقفه L استفاده شود، مدل به‌صورت زیر بازنویسی می‌شود.

$$S_{it}^2=a+A\ (L,g)\ u_{it}^2+B(L,g)\ S_{it}^2$$

شرط کافی برای مانایی آن است که $A+B<1$ باشد. چنانچه A=B=0 باشد، واریانس جملات خطا همسان است. با فرض آنکه جملات پسماند ناخود همبسته مقطعی باشند، چگالی شرطی برای فرایند t-GARCH به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$f\ (\eta_t, v) = \frac{\Gamma(v+1/2)}{\Gamma\left(\frac{v}{2}\right)\sqrt{xv}}\ (1+\frac{\eta_t^2}{v})^{-\frac{(v+1)}{2}}$$

پس از برآورد ریسک غیرسیستماتیک مبتنی بر نوسانات شرطی شرح بالا گام آخر بررسی رابطه ریسک غیرسیستماتیک و بازده است. این رابطه براساس رگرسیون چندک به شرح زیر مورد مطالعه قرار می‌گیرد.

مدل رگرسیون چندک: از مدل‌های رگرسیونی برای بررسی روابط بین متغیرها استفاده می‌شود. قبل از تفسیر نتایج لازم است تا به فروضی که براساس آن مدل رگرسیونی تعریف شده است توجه شود. در این زمینه فروض تقارن خطی بودن و همسانی واریانس از جمله فروض مرسوم در مبانی نظری کلاسیک در مدل‌های خطی است. در بسیاری از موارد ضروری است تا این فروض کنار گذاشته شود و از مدل‌ها با توانمندی‌های فراتر بهره‌مند شد.

رگرسیون چندک به برآورد توابع چندک شرطی می‌پردازد. مدل چندک امکان تحلیل خطی و غیرخطی را فراهم می‌آورد. بر این اساس این مدل می‌تواند تحلیل آماری جامعی از روابط تصادفی بین متغیرهای تصادفی را ارائه دهد. رگرسیون چندک به تحلیل‌گر این امکان را می‌دهد که اثر متغیرهای توضیحی را بر چندک‌های مختلف توزیع متغیر وابسته بررسی نماید. بدین ترتیب، تصویر کاملی از روابط x و Y فراهم می‌آید. نتیجه آنکه برآورد و استنباط آماری از توزیع آزاد است. علاوه بر تمامی مزایا و ویژگی‌های بیان شده لازم است تا به ویژگی مهم دیگری نیز اشاره شود. مدل رگرسیون چندک نسبت به مقادیر پرت (دورافتاده)[1] در مشاهدات y استوار است. این ویژگی در مورد متغیرهای مالی که توزیعی با دنباله کلفت دارند بسیار با اهمیت است.

1. Outlier

رهیافت بیزی: امروزه استفاده از رهیافت بیزی در مدل‌های خطی و غیرخطی کاملا مرسوم است.گرچه روش زنجیره مارکف مونت کارلو (*mcmc*) برای به‌دست آوردن توزیع پسین زمانبر و به لحاظ محاسباتی پیچیده است؛ امّا مزایایی دارد که استفاده از این رهیافت را جذاب می‌نماید. این رهیافت از توزیع پسین پارامترها استفاده می‌کند و نااطمینانی را منظور می نماید. این روش درستنمایی y را مشروط بر شروط گشتاوری زیر قرار می‌دهد:

$$E_{y(\gamma,\theta)}=0$$

که در آن θ پارامترهای مدل می‌باشند. احتمالات $\{p_i\}$ بر اساس n داده به‌صورت مسئله زیر تعریف می‌شود:

$$max_p \sum_{i=1}^{n} - p_i \log p_i$$

بر اساس مبانی نظری بیشینه آنتروپی حل مسئله به‌صورت زیر نوشته می‌شود:

$$p_{i(\theta)}=\frac{\exp\{\lambda(\theta')g(y_i,\theta)\}}{\sum_{i=1}^{n}\exp\{\lambda(\theta')g(y_i,\theta)\}}$$

درستنمایی به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\prod_{i=1}^{n} p_{i(\theta)}$$

که می‌تواند با یک چگالی پیشین[1] برای θ ترکیب شده و توزیع پسین[2] زیر را به‌دست دهد:

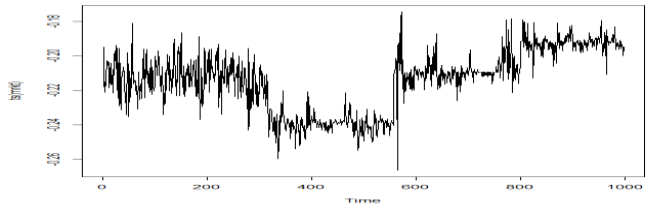
$$p\ (\theta|\gamma)=p\ (\theta)\ \prod_{i=1}^{n} p_{i(e)}$$

۵. تحلیل داده‌ها

در این پژوهش از داده‌ها با فراوانی روزانه استفاده شده است.اطلاعات از پایگاه اطلاعات بورس اوراق بهادار تهران تهیه شده است. بدین ترتیب حجم نمونه شامل۴۱۸۷۴ داده می‌باشد. متغیرهای مدل عبارت‌اند از: بازده مازاد شرکت‌های منتخب، بازده مازاد بازار، نرخ اوراق مشارکت، SMB ،HML. همان‌گونه که مشاهده می‌شود الگوی نوسانات متغیر در برخی از دوره‌ها خوشه‌ای است. این پدیده از ویژگی‌های بارز بازارهای مالی است که به اخبار و وقایع حساس

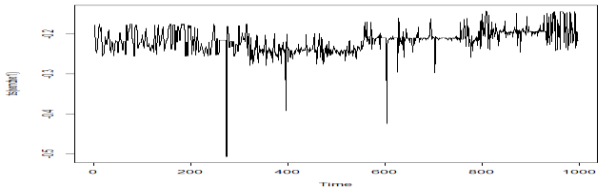
1. Prior
2. Postorior

بوده و واکنش نشان می‌دهند. خوشه‌ای بودن نوسانات بر دو امر دلالت دارد. نخست، نقص ویژگی توزیع مستقل یکسان سری‌های زمانی و دوم بر ناهمسانی واریانس شرطی.



نمودار ۱. بازده مازاد بازار

دوره زمانی منتخب همزمان با شروع کار دولت یازدهم بوده و با تحولات مهم داخلی و خارجی همراه است. از وقایع داخلی می‌توان به نرخ شتابنده تورم و رشد اقتصادی منفی در ابتدای دوره، اجرای سیاست انقباضی در جهت مهار تورم و اعمال سیاست ارزی به منظور برگرداندن ثبات به بازار ارز اشاره نمود. لزوم بازنگری اقتصاد در راستای حرکت به سمت اقتصاد مقاومتی و تلاش برای کاهش وابستگی اقتصاد به نفت از دیگر رخدادهای داخلی است. علاوه بر آن، این دوره با تحولات بین‌المللی از جمله ناآرامی و جنگ در خاورمیانه، افت شدید قیمت نفت، توافق برجام [۱۶] و تحولات انتقال قدرت در امریکا اشاره کرد.



نمودار ۲. بازده مازاد یک نمونه از شرکت‌های منتخب

ویژگی‌های آماری: ویژگی‌های آماری متغیرها در جدول ۱ ارائه شده است.آمارهای توصیفی نشان می‌دهدکه متغیرهای بازده مازاد بازار و بازده مازاد شرکت‌های منتخب از رشد منفی در دوره مورد بررسی برخوردار است؛ همچنین بازده مازاد شرکت‌ها نسبت به بازده مازاد بازار پرنوسان‌تر است. آماره مازاد کشیدگی به میزان تفاوت کشیدگی از کشیدگی توزیع نرمال اشاره دارد. آماره چولگی نیز بر توزیع نامتقارن دلالت داردکه نشان می‌دهد متغیرهای بازار و شرکت‌ها

به ترتیب چوله به چپ و راست است. آماره‌AD[1] نشان می‌دهدکه توزیع متغیر نرمال نیست؛بنابراین از شناسایی ویژگی‌های آماری و قبل از مدل‌سازی، انجام آزمون کلی نگر[2] برای وجود اثرات ARCH ضروری است. در این پژوهش، مقادیری به روش ناپارامتری با برآورد چگالی کرنل براساس قاعده مونت کارلو با اعمال وزن پارزن[3] بر تابع خود همبستگی انجام شده است. آزمون کلی‌نگر بر وجود اثرات ARCH تا وقفه ۳۰ در متغیرها دلالت دارد.

جدول ۱. آماره‌های توصیفی متغیرها

	میانگین	واریانس	مازاد کشیدگی	چولگی	آماره آزمون نرمال‌پذیری	آماره آزمون کلی‌نگر
بازده مازاد بازار	-۰/۲۱۴۲۱	۰/۰۰۰۳۱	-۰/۸۵	-۰/۳۶	۱۵/۹ ***	۲۱۹۸/۲ ***
بازده مازاد شرکت‌ها	-۰/۲۱۳۹۵	۰/۰۰۱۷۸	۲۱/۸۱	۴/۷۵	۷۲۱/۶ ***	۸۳۰۷/۲ ***
SMB	$۶/۲ \times ۱۰^{-۵}$	$۳/۶ \times ۱۰^{-۵}$	۱۷/۵۵	۰/۲۱	۷۵/۸ ***	۷۹/۹۶ ***
HML	$-۳/۱\times ۱۰^{-۴}$	$۴/۰۷ \times ۱۰^{-۵}$	۲۲/۹۳	۱/۱۵	۵۳/۰۷ ***	۷۲/۵۷ ***

علامت"***" سطح معنادار ۰/۰۱ را نشان می‌دهد

گزینش مدل: برای گزینش مدل مناسب براساس آنچه پیش‌تر در روش‌شناسی بیان شد آزمون‌ها به شرح زیر انجام شده است:

ـ ابتدا آزمون ادغام‌پذیری انجام می‌شود. فروض آزمون به شرح زیر است:

فرضیه صفر: ضرایب همسان برای مقاطع مختلف برآورد شود.

فرضیه مقابل: ضرایب براساس معادله هر مقطع برآورد شود.

نتیجه آزمون به نفع قبول فرض صفر و رد فرضیه مقابل حاصل شد که در جدول ۲ ارائه شده است:

جدول ۲. آزمون ادغام‌پذیری

آماره آزمون		پی- مقدار
آزمون ادغام‌پذیری	۰/۸۳۰۵۷	۰/۸۲۳۵

1. Anderson-darling
2. Portmonteau
3. Parzen weight

پس از بررسی همگنی پارامترها، نیاز است تا آزمون معنادار اثرات زمان/مقطع انجام شود. فروض آزمون به‌صورت زیر است:
فرض صفر: پسماندها کروی هستند.
فرض مقابل: پسماندها کروی نیستند.
نتایج آزمون دلالت بر آن دارد که پسماندها کروی نیستند. نتیجه در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳. کروی بودن پسماندها

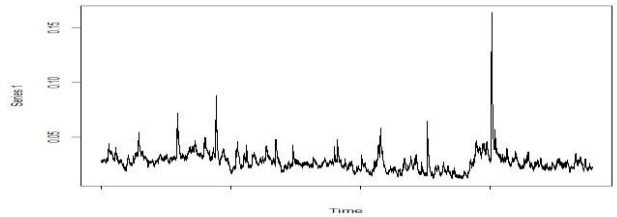
آماره آزمون	پی – مقدار
۱۱۰۴/۱	$۲/۲ \times ۱۰^{-۱۶}$

نتایج آزمون‌های بیان‌شده نشان می‌دهد که پسماند مدل با داده‌های ادغام شده، از ویژگی ناهمسانی واریانس شرطی برخوردار است؛ درنتیجه مدل panel-GARCH برای لحاظ نمودن این ویژگی مناسب است. بر اساس پی- مقدار، ضریب SMB در مدل معنادار نیست؛ در نتیجه از مدل حذف شده و مدل دوباره برآورد شد. جدول ۴ ضرایب مدل را نشان می‌دهد:

جدول ۴. ضرایب مدل panel

بازده مازاد بازار	۰/۸۲۸۳
HML	-۰/۱۱۸۹

نتایج برآورد واریانس شرطی از مدل panel-GARCH. واریانس شرطی پسماند داده‌های پنل بر اساس panel-GARCH برآورد شده و سپس ریشه دوم متغیر به‌عنوان ریسک غیرسیستماتیک محاسبه شده است که در نمودار ۳ ارائه شده است. نمودار نشان می‌دهد که سرمایه‌گذاران به اخبار رسیده به بازار حساس بوده و شدت واکنش به اخبار و وقایع به پویایی نوسانات در طی زمان منجر شده است. این نکته بسیار حائز اهمیت است که تنها از طریق برآوردهای مدل GARCH قابل دستیابی است؛ درنتیجه ریسک غیرسیستماتیک به‌دست‌آمده از panel-GARCH پویا است.



نمودار ۳. ریشه دوم واریانس شرطی برآوردی مدل panel-GARCH

نتایج برآورد پارامترهای واریانس شرطی در جدول ۵ وارد شده است. باتوجه به آنکه مجموع ضرایب برآوردی تقریبا ۱ بوده و همچنین ضریب چولگی و درجه آزادی بیشتر از ۱ است، جدول مذکور مبین نکات زیر است:

ـ درجه خوشه‌بندی در نوسان بالا است.

ـ تبیین مدل با توزیع دنباله پهن و توزیع نامتقارن (t-GARCH) برای جملات پسماند مناسب بوده است.

جدول ۵. معادله واریانس شرطی

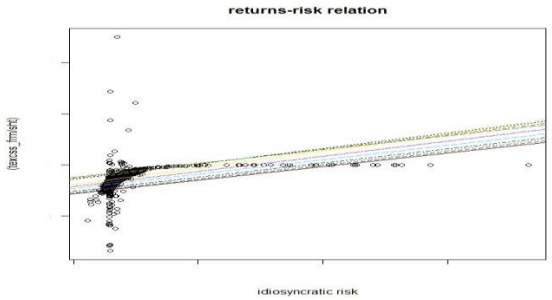
وقفه واریانس شرطی	وقفه توان دوم تکانه	ضریب ثابت	درجه آزادی	چولگی
۰/۹۵۱۱	۰/۰۲۸	۰/۰۰۴	۳/۶	۱/۰۲

جدول ۶. ضریب ریسک غیرسیستماتیک در معادله بر حسب چندک‌های بازده

۰/۰۲۵	۰/۰۵	۰/۱	۰/۵	۰/۹	۰/۹۵	۰/۹۷۵
$-۱/۱۵۱ \times ۱۰^{-۲}$	$۳/۱۷- \times ۱۰^{-۳}$	$-۴/۳ \times ۱۰^{-۳}$	$-۹/۳ \times ۱۰^{-۸}$	$۴/۳۵ \times ۱۰^{-۴}$	$۳/۱۶ \times ۱۰^{-۳}$	$۱/۱۵۶ \times ۱۰^{-۲}$

مرحله آخر برآورد به نتایج مدل رگرسیون چندک با رهیافت بیزی اختصاص دارد. نتایج برآورد در جدول ۶ ارائه شده است. مدل رگرسیون چندک به‌بررسی رابطه بازده با ریسک غیرسیستماتیک می‌پردازد. معادله شامل سه متغیر بازده شرکت‌ها، نسبت ارزش دفتری به ارزش بازار و ریشه دوم واریانس شرطی (ریسک غیرسیستماتیک) است. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، در دنباله راست (۰/۹۷۵ – ۰/۹) ضرایب برآوردی مثبت، در دنباله چپ (۰/۱– ۰/۰۲۵) ضرایب برآوردی منفی و در میانه (۰/۵) تقریبا صفر است. بدین ترتیب، رابطه بازده با ریسک غیرسیستماتیک در دنباله‌ها و میانه توزیع متفاوت است. این رابطه در دنباله راست همسو، در دنباله چپ ناهمسو بوده و در میانه رابطه وجود ندارد. نتایج نشان می‌دهد که اطلاعات موجود در کرانه‌های توزیع برای داده‌های مالی حائز اهمیت است و لازم است تا در مدل‌سازی به این امر توجه شود. این نتیجه‌گیری با نتایج پژوهش مقدس بیات (۲۰۱۶) هم‌راستا است [۱۸].

تفاوت در جهت رابطه و ضرایب بر غیرخطی بودن رابطه بازده–ریسک غیرسیستماتیک دلالت دارد که این امر در نمودار ۵ به‌خوبی روشن می‌شود.



نمودار ۵. رابطه بازده با ریسک غیرسیستماتیک در چندک‌های مختلف

یافته‌ها نشان می‌دهد که رابطه ریسک غیرسیستماتیک و بازده مبتنی بر چندک توزیع است؛ در نتیجه فروضی مثل همسانی واریانس و پایداری ضرایب برای داده‌های مورد بررسی صادق نیست. از این‌رو، رگرسیون چندک انتخاب مناسبی برای داده‌های مورد بررسی است [۱۳]؛ بدین ترتیب، معمای این رابطه حل می‌شود. این معما در واقع به علّت خطای تبیین به‌وجود آمده است. مدل چندک رابطه غیرخطی را به‌خوبی لحاظ می‌نماید و معمای این رابطه حل می‌شود.

٦. بحث و نتیجه‌گیری

رابطه ریسک غیرسیستماتیک و بازده توسط پژوهشگران اقتصادسنجی مالی در بسیاری از بازارهای مالی مورد بررسی قرار گرفته است؛ امّا این پژوهش‌ها منجر به تبیین یک رابطه معین و مشخص نشده است؛ زیرا برخی از مطالعات این رابطه را همسو و برخی دیگر ناهمسو ارزیابی نموده‌اند. در مواردی نیز رابطه معناداری مشاهده نشده است؛ در نتیجه رابطه مذکور با عنوان «معمای بازده–ریسک غیرسیستماتیک» شناخته شده است. در این پژوهش تلاش بر آن است که این معما با استفاده از روش‌های پیشرفته اقتصادسنجی مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گیرد. در این راستا، مدل‌هایی انتخاب شده است تا پویایی‌های غیرخطی را به‌خوبی لحاظ نماید. از این‌رو، ریشه دوم واریانس شرطی مدل panel-GARCH برای برآورد ریسک غیرسیستماتیک در نظر گرفته شد. علاوه برآن، رابطه بین بازده و ریسک غیرسیستماتیک تحت مدل رگرسیون چندک مبتنی بر رهیافت بیزی مورد بررسی قرار گرفته است.

در این پژوهش، جامعه آماری بورس اوراق بهادار تهران بوده و حجم نمونه براساس روزهای معامله و اطلاعات در دسترس از شرکت‌های فعال در بورس تعیین شد. متغیرهای مدل عبارت‌اند

از: بازده شرکت‌های منتخب، بازده بازار، نرخ اوراق مشارکت، SMB و HML. متغیرها با فراوانی روزانه در فاصله زمانی ۱۲ مرداد ماه ۱۳۹۲ تا ۱۲ دی ماه ۱۳۹۵ انتخاب شده است. این دوره زمانی همزمان با شروع کار دولت یازدهم بوده و با تحولات مهم داخلی و خارجی همراه است. از وقایع داخلی در این دوره زمانی می‌توان به نرخ شتابنده تورم و رشد اقتصادی منفی در ابتدای دوره، اجرای سیاست انقباضی در جهت مهار تورم و اعمال سیاست ارزی به منظور برگرداندن ثبات به بازار ارز اشاره نمود. لزوم بازنگری اقتصاد در راستای حرکت به سمت اقتصاد مقاومتی و تلاش برای کاهش وابستگی اقتصاد به نفت از دیگر رخدادهای داخلی است. علاوه بر این، این دوره با تحولات بین‌المللی از جمله ناآرامی و جنگ در خاورمیانه، افت شدید قیمت نفت، توافق برجام (برنامه جامع اقدام مشترک) و تحولات انتقال قدرت در امریکا همراه بوده است. مجموعه این وقایع، ما را بر آن داشت تا این دوره را حائز اهمیت دانسته و مورد مطالعه قرار دهیم.

پویایی واریانس شرطی برآوردی دلالت بر آن دارد که سرمایه‌گذاران به اخبار رسیده به بازار حساس بوده و واکنش به تحولات، به پویایی نوسانات در طی زمان مورد بررسی منجر شده است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که رابطه ریسک غیرسیستماتیک برآوردی با بازده در دنباله راست همسو و در دنباله چپ ناهمسو می‌باشد. علاوه براین، در میانه توزیع رابطه‌ای مشاهده نمی‌شود. نتایج مبین آن است که اطلاعات موجود در کرانه‌های توزیع برای داده‌های مالی حائز اهمیت است و لازم است در مدل‌سازی به این امر توجه شود؛ همچنین فروضی مثل همسانی واریانس و پایداری ضرایب برای داده‌های مورد بررسی صادق نیست. یافته‌های پژوهش دلالت برآن دارد که رابطه بازه–ریسک غیرسیستماتیک مبتنی بر چندک توزیع بازده بوده و غیرخطی است. بدین ترتیب یافته‌های این پژوهش معمای این رابطه را حل می‌نماید.

این یافته‌ها برای فعالین بازارهای سرمایه مورد اهمیت است. بدین معنا که رابطه بین بازده و ریسک از پیش معین نیست. در چندک‌های پایین بازده، تحمل ریسک بیشتر به بازده کمتر منجر می‌شود. در مقابل، در چندک‌های بالای بازده، تحمل ریسک بیشتر به بازده بالاتری منجر می‌گردد. ازآنجاکه ناکارایی بازار سبب می‌شود که اطلاعات سرمایه‌گذاران از بازارکامل نباشد و این امر خود منجر به تشکیل پرتفوهایی می‌شود که از تنوع‌پذیری لازم برخوردار نیستند، توجه به یافته‌های این پژوهش راهنمای فعالین بازارهای مالی قبل از تصمیم به سرمایه‌گذاری و تشکیل پرتفوی بهینه است.

منابع

1. Al Rahahleh, Naseem. Adeinat, Iman. Bhatti, Ishaq (2016). On ethnicity of idiosyncratic risk and stock returns puzzle, *Emerald Insight*. *32*, 48-68.
2. Aboulamer, Canadian market Anas. Kryzanowski, Lawrence. (2016). Are idiosyncratic volatility and MAX priced in the Canadian market., *Journal of Empirical Finance*. *37*, 20-36
3. Alimardani, E., (2011). Studying unexplained volatility information of Tehran stock exchange, MA. thesis, *University of Economic sciences*. [In Persian].
4. Andrew Ang, Robert J. Hodrick, Yuhang Xing, Xiaoyan Zhang., (2009). High idiosyncratic volatility and low returns: International and further U.S. evidence, *Journal of Financial Economics. 91*, 1-118.
5. Ang, A.; R. Hodrick; Y. Xing; and X. Zhang., (2006). The Cross-Section of Volatility and Expected Returns. *Journal of Finance. 61,* 259-299.
6. Bali, T., Cakici, N., Yan, X., Zhang, Z., (2005). Does Idiosyncratic Risk Really Matter?. *Journal of Finance*. *2*, 47-67.
7. Banz, r.w., (1981). The Relation between Return and Market Value of Common Stocks" *Journal of Financial Economics*. *9*, 3-18
8. Berggrun, Luis. Lizarzaburu, Edmundo. Cardona, Emilio. (2016). Idiosyncratic volatility and stock returns: Evidence from the MILA, *Research in International Business and Finance. 37,* 422-434.
9. Boehme, R.; B. Danielsen; P. Kumar; and S. Sorescu., (2005). Idiosyncratic Risk and the Cross-Section of Stock Returns: Merton 1987 Meets Miller (1977). *Journal of Financial Markets*, 2009, 12, 438-46810.
10. Brockman, P., & Schutte, M., (2007). Is idiosyncratic volatility priced? The international evidence.working paper, *University of Missouri Columbia*. 1-51.
11. Davallou, M., Fartookzadeh, H., (2016). Cross-section Return Changes: Liquidity and Unsystematic Risk Effects**,** *accounting knowledge*. *7*, 85-106. [In Persian].
12. Fangjian, Fu., (2009). Idiosyncratic risk and the cross-section of expected stock returns, *Journal of Financial Economics. 91,* 24-37.
13. Geramy, A.,, Moghaddass Bayat, M., (2016). Unerupted canine and premolars width estimation based on Bayesian approach: comparative study, *Iranian journal of orthodontics*. *11*. 1-7.
14. George.J, Jiang. Danielle, Xu. Tong, Yao., (2009). The Information Content of Idiosyncratic Volatility, *Journal of financialand quantitative analysis* . *44*, 1-28.
15. Huang, W., Liu, Q., Rhee, S.G. and Zhang, L. (2010). Return Reversals, Idiosyncratic Risk and Expected Returns. *Review of Financial Studies. 23*, 147-168.
16. Hui, Guo. Robert, Savickas., (2010). Relation between time-series and cross-sectional effects of idiosyncratic variance on stock returns, *Journal of Banking & Finance, 34*, 1637-1649.
17. Malkiel, B. G., Xu, Y., (2004). Idiosyncratic risk and security returns, working paper. *University of Texas.* 1-59.
18. Moghaddas Bayat, M., Shirinbakhsh, SH., (2016). Dynamic and Extreme Dependency Analysis Based on copula-GARCH and Semi Parametric Approach, *Financial knowledge of securities analysis*. *9(29),* 57-70. [In Persian].

19. Raei, R., Farhadi, E., Shiravani, A., (2011). Intertemporal relationshipbetween return and Risk: An Investigation of Intertemporal Capital Asset Pricing Model, *Journal of Financial Management Perspective. 1*, 125-140. [In Persian].
20. Rostami, A., Rostami, M., Chavoshi, K., Niknam, N., (2016). Studying portfoli diversification effect on undesirable risk of Tehran stock exchange, *Journal of Financial Management Perspective*, *5*, 109-133, [In Persian].
21. Samimi, A., Yahyazadehfar, M., Aminzadeh, R., (2005). An Investigation of the Relationship between Portfolio Sizes and Unsystematic Risk of Common Stock in Iran, *Economic research*. 239-260. [In Persian].
22. Wang, lin, kang. (2016). Idiosyncratic volatility and excess Return: Evidence from the Greater China region, *Finance Research Letters. 19*, 126-129.