فصلنامــه علمی پژوهشی دانش سرمایه‌گــذاری
سال سوم/ شماره یازدهم/ پاییز ۱۳۹۳

مقایسه مدل های نوسان‌پذیری چندمتغیره در برآورد رابطه بین نرخ ارز و شاخص سهام

حسین عباسی نژاد
استاد دانشکده اقتصاد دانشگاه تهران
habasi@ut.ac.ir

شاپور محمدی
دانشیار دانشکده مدیریت دانشگاه تهران
shmohammadi@gmail.com

سجاد ابراهیمی
دانشجوی دکترای اقتصاد دانشگاه تهران
ebrahimi_s@ut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۲/۸/۱۵ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱/۱۹

چکیده

نوسانات متغیرهای مالی به عنوان یکی از مولفه های اصلی قیمت گذاری دارایی های مالی مورد توجه بسیاری از مطالعات بوده است. علاوه بر مدل GARCH که مدل مرسومی در برآورد نوسانات است، مدل نوسان پذیری تصادفی (SV) به عنوان رهیافت دیگری در این زمینه است که کمتر مورد توجه قرار گرفته است. در این مطالعه بر پایه داده های روزانه از سال ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۲ و با بکارگیری مدل نوسان پذیری تصادفی(SV) دو متغیره، نوسان پذیری نرخ ارز و شاخص بورس اوراق بهادار تهران برآورد می شود. سپس به منظور ارزیابی نتایج مدل، تابع زیانی بر پایه ارزش در معرض خطر(VaR) تشکیل می‌شود و نتایج مدل های نوسان‌پذیری (شامل مدل نوسان پذیری تصادفی(SV) و مدل های چندمتغیره GARCH) با هم مقایسه می شوند. بر اساس ارزیابی توابع زیان مدل BEKK-GARCH که توزیع جملات اخلال را t استیودنت در نظر می گیرد، برآورد دقیقتری از نوسان پذیری نرخ ارز و شاخص سهام ارائه می دهد. نتایج مدل بهینه نشان می دهد افزایش در رشد نرخ ارز باعث افزایش در رشد شاخص سهام می شود ولی تغییرات بازار سهام اثر معنی داری بر رشد نرخ ارز ندارد. همچنین افزایش نوسانات در یک بازار باعث افزایش در نوسانات بازار دیگر می شود.

واژه‌های کلیدی: نوسان پذیری تصادفی(SV)، ارزش در معرض خطر(VaR)مدل GARCH، شاخص سهام، نرخ ارز.

۱- مقدمه

بررسی رفتار متغیر های اقتصادی و مالی یکی از حوزه های مهم در مطالعات اقتصادی به حساب می آید. علاوه بر جهت تغییرات متغیرهای اقتصادی و مالی میزان تغییرات و شدت نوسانات آنها نیز اطلاعات ارزشمندی از نوع رفتار متغیر و اثرگذاری آن دارد. نااطمینانی ناشی از شدت نوسانات متغیرهای اقتصادی باعث شده مدل های اقتصادی به مقوله تصمیم گیری در شرایط نااطمینانی توجه خاصی داشته باشند. از این رو بر اساس تئوری های اقتصادی نااطمینانی قیمت های مهم در اقتصاد(ارز خارجی، نفت، مواد اولیه و ...) و نااطمینانی سطح عمومی قیمت ها اثرگذاری قابل ملاحظه بر شاخص های اقتصادی می گذارد.

نوسانات در بازارهای مالی از اهمیت ویژه ای برخودار است. بطوری که بسیاری از مدل های تخصیص پورتفو، قیمت گذاری دارایی‌های مالی و مدیریت ریسک، بر پایه میزان نوسانات و برآوردی که از نوسان پذیری هر متغیر بدست می آید برپا شده اند.[۱] از این رو چه از نظر اقتصادی و چه مالی برآورد و تعیین مناسب متغیری که بتواند تغییرات سری های زمانی مالی و اقتصادی را نمایندگی کند از اهمیت ویژه ای برخوردار است (این متغیر در ادبیات اقتصادی نوسان پذیری[۲] نامیده می شود).

با توجه به اهمیت برآورد نوسان‌پذیری، روش‌های متفاوتی برای برآورد نوسان پذیری مورد استفاده قرار گرفت و مدلسازی نوسان‌پذیری مورد توجه قرار گرفت. مدل‌های نوسان‌پذیری توسط مطالعات مختلفی مانند بولرسو(۱۹۸۶)، بلرسو چو و کرونر(۱۹۹۲)،نلسون(۱۹۹۱) برا و هیگینز(۱۹۹۳)، بلرسو، انگل و نلسون(۱۹۹۴) و پون و گرنجر(۲۰۰۲)[۳] توسعه داده شد ، اما مطالعه ابتدایی در این زمینه مطالعه انگل(۱۹۸۲) بوده که مدل های ARCH را معرفی کرد که سپس توسط بولرسو(۱۹۸۶) به مدل GARCH ارتقا پیدا کرد. پس از آن طیف وسیعی از مدل های GARCH مورد استفاده قرار گرفت. اما طیف دیگری از مدل‌های نوسان پذیری مدل نوسان پذیری تصادفی(SV)[۴] است که توسط تیلور(۱۹۸۲و۱۹۸۶) معرفی شد و توسط مطالعاتی مانند میلینو و ترنبال[۵](۱۹۹۰)، هاوری و همکاران (۱۹۹۴)، گویسل و همکاران[۶](۱۹۹۸) کیم و همکاران[۷](۱۹۹۸) و جکوار و همکاران[۸] (۲۰۰۲) توسعه و بسط داده شد. مدل های نوسان پذیری تصادفی، نوسان پذیری را متغیر پنهان در نظر می‌گیرد و برای نوسان پذیری جزء تصادفی نیز لحاظ می شود.

علاوه بر اهمیت نوسان پذیری و برآورد آن بررسی رابطه متقابل نوسانات بین متغیرهای مالی مانند نرخ ارز و بازار سهام از اهمیت خاص خود برخوردار است. شناسایی رابطه بین دو بازار سهام و بازار ارز چه در سطح متغیرها و چه بین نوسانات متغیرها و نحوه تاثیر پذیری این متغیرها از یکدیگر، برای شکل گیری استراتژی های مطلوب سرمایه گذاری مفید است. از این رو در این مطالعه مدل هایی برای

برآورد نوسان پذیری در نظر گرفته شده، مدل های دو متغیره است که علاوه بر در نظر گرفتن پویایی خود متغیر در برآورد نوسان پذیری متغیر، اثر متغیر دیگر را نیز مورد نظر قرار داده شود و رابطه بین نوسانات متغیرها را نیز برآورد می کند.

سوال اساسی که در این مقاله به آن جواب داده خواهد شد این است که کدام مدل نوسان پذیری چند متغیره می تواند برآورد بهتری از نوسان پذیری و رابطه بین متغیرها ارائه دهد. با توجه به اینکه هر یک از مدل های نوسان پذیری دارای ویژگی های مختص به خود است و نمی توان بطور تئوریک اثبات کرد که کدامیک از مدل های GARCH و SV بطور مطلق بر دیگری ترجیح دارد. از این رو باید برآوردهای نوسان پذیری هر یک از مدلها بطور تجربی مورد ازمون قرار گیرد. در این مطالعه با استفاده از روش‌های ارزیابی مدل های نوسان پذیری، بهترین مدل چندمتغیره را برای برآورد نوسان پذیری و رابطه متغیرهای نرخ ارز و بازار سهام انتخاب می شود.

بخش دوم که مروری بر ادبیات و مطالعات موضوع اختصاص یافته در دو زیربخش ارائه می شود که در ابتدا به ادبیات رابطه نوسان پذیری نرخ ارز و بازده سهام پرداخته می شود و سپس مطالعات ارزیابی مدلهای نوسان پذیری بررسی می شود. در بخش سوم مدل‌های چند متغیره GARCH و مدل چند متغیره SV معرفی می شود و نتایج برآورد از پارمتر های مدلهای ارائه شده و برآورد از نوسان پذیری متغیرها ارائهمی شود. در بخش چهارم روش های ارزیابی مدل های نوسان پذیری در ادبیات مرور می شود و نتایج آزمون ارزیابی ارائه می شود و در انتها نیز اشاره‌ای به نتیجه گیری مطالعه می‌شود.

۲- مبانی نظری و مروری بر پیشینه پژوهش

۲-۱- رابطه نوسان پذیری نرخ ارز و شاخص قیمت سهام

رابطه بین نرخ ارز و قیمت سهام توسط مطالعات مختلف بررسی شده است. دورنبوش و فیشر[۹](۱۹۸۰) بر اثرگذاری نرخ ارز بر قیمت سهام از طریق اثرگذاری نرخ ارز بر رقابت پذیری و تراز تجاری اشاره دارد. افزایش نرخ ارز (تقویت پول ملی داخلی) به معنی افزایش هزینه صادرات و کاهش هزینه واردات می شود و این تغییرات بر سودآوری شرکت هایی که واردات مواد اولیه و یا صادارت محصول دارند، اثرگذار خواهد بود. بنابراین قیمت سهام که ارزش فعلی جریان نقدی آتی شرکت است نیز تحت تاثیر قرار می گیرد. پبلیس و ویلسون[۱۰](۱۹۹۶) و بیلسون و همکاران[۱۱] (۲۰۰۱) با توجه به همین مکانیسم اثرگذاری، اثر تقویت نرخ ارز داخلی بر قیمت را مثبت ارزیابی کردند. این مدل به تئوری جریان گرا[۱۲] معروف است که عامل تعیین کننده نرخ ارز را حساب جاری دانسته و رابطه بین قیمت سهام و نرخ ارز را نیز بر این اساس مثبت ارزیابی می کنند.

یکی دیگر از کانال های اثرگذاری نرخ ارز بر قیمت سهام از طریق حساب سرمایه است که در قالب مدل سهام گرا[۱۳] بررسی می شود بر این اساس وجه سرمایه ای ارزهای خارجی و دارایی های خارجی(و به عبارت دیگر ورود و خروج سرمایه) تعیین کننده نرخ ارز و رابطه بین قیمت ارز و قیمت سهام است. با در نظر گرفتن ارزهای خارجی و سهام شرکت ها به عنوان بخشی از پورتفوی سرمایه گذاری و دو دارایی سرمایه ای جانشین همدیگر، افزایش تقاضا برای ارز به معنی کاهش تقاضا برای سهام خواهد بود. بنابراین بازار ارز و بازار سهام به عنوان دو بازار جانشین یکدیگر در جذب پس انداز های جامعه خواهد بود. از این رو رونق در بازار ارز به معنی کاهش قیمت سهام خواهد بود. بنابراین رابطه بین نوسانات نرخ ارز و قیمت سهام بر اساس این تئوری معکوس است.

بر اساس مطالعات تجربی مختلف مانند پن و همکاران(۲۰۰۷) در کشورهای آسیای شرقی و آزمن و همکاران(۲۰۰۶) در مالزی، آلاجیدده و همکاران(۲۰۱۰) در کشور های توسعه یافته به این نتیجه رسیدند که رابطه معنی داری بین نرخ ارز و قیمت سهام از طرف نرخ ارز به قیمت سهام وجود دارد. اما برخی از مطالعات مانند مورلی(۲۰۰۹) رابطه بین نرخ ارز و قیمت سهام را مثبت برآورد کردند و مطالعات دیگری مانند آجاسی و همکاران(۲۰۰۸) اثر منفی نرخ ارز بر قیمت سهام را شناسایی کردند.

۲-۲- مقایسه مدل های نوسان پذیری

از آنجا که نوسان پذیری یک متغیر غیر قابل مشاهده است از این رو در مطالعات مختلف مدل های متفاوتی برای برآورد این متغیر معرفی و مورد استفاده قرار گرفته است. با توجه به اینکه مهم ترین و متداول ترین مدل‌های نوسان پذیری مدل های GARCH و SV هستند، بیشتر مطالعات این حوزه نوسان پذیری را با استفاده از مدل های مختلف این دو گروه مدل برآورد کرده اند. برخی از مطالعات برای اینکه مشخص شود کدام مدل براورد بهتری از نوسان پذیری می دهد، معیارهایی معرفی کرده و مدل ها را با یکدیگر مقایسه کرده اند.

تساروا[۱۴] (۲۰۱۲) دو مدل GARCH و نوسان‌پذیری تصادفی SV را بر اساس معیار ارزش در معرض خطر VaR مقایسه کرد بدین منظور این مدلها را برای پیش بینی پنج شاخص S&P و NADAQ وCAC وDAX وFTSE بکار برد. نتایج مدلها نشان می‌دهد که روش نوسان‌پذیری تصادفی SV حداقل به خوبی مدل GARCH می باشد.

کاپورین و مکالیر[۱۵](۲۰۱۰) بر روی انتخاب و مقایسه مدل های نوسان‌پذیری غیر متداخل تمرکز کردند. آنها مقایسه مدلها را از روش درون نمونه ای و روش خارج نمونه ای دنبال کردند. همچنین در این مقاله تابع زیان‌هایی که برای پیش بینی ارزش در معرض خطر VaR در نظر گرفته می شود

گسترش دادند و در نهایت هم کاربرد تجربی مدل های نوسان‌پذیری تصادفیSV ، GARCH ، EGARCH ، GJR مقایسه شدند.

مپا، مرکادر و تولینتنو(۲۰۱۰) نیز به مقایسه مدل GARCH و نوسان‌پذیری تصادفی(SV) پرداختند. با استفاده از مدل state space واریانس پنهان مدل SV را برآورد می کنند. فرآیند برآورد متغیر وضعیت با استفاده از مدل کالمن فیلتر برآورد شد. عملکرد پیش بینی مدل GARCH و SV در دوره خارج از نمونه با استفاده از بازار بورس فیلیپین ارزیابی شده اند. نتایج نشان می‌دهد پیش بینی نوسان‌پذیری بر اساس مدل SV بطور کلی خطای پیش بیتی پایین تری نسبت به GARCHدارد.

پدرزولی[۱۶](۲۰۰۶) با استفاده از داده های روزانه بازار سهام لندن، دو مدل نوسان‌پذیری تصادفی SV را با مدل GARCH بطور تئوریکی و تجربی مقایسه کردند. در واقع مدل GARCH(1,1) ، EGARCH(1,1) و مدل SV در نظر گرفته شده اند. بدین منظور از شاخص FTSE100 برای برآورد پارامترهای مربوطه مدلها استفاده می شود. همچنین مدل ها با معیار ارزش در معرض خطر VaR مقایسه کردند. نتایج هیچ ترجیحی را بین مدلهای مورد مقایسه نشان نمی دهد.

بلوم و یو[۱۷](۲۰۰۱) در این مطالعه از تکنیک های تک متغیره و چند متغیره برای مقایسه مدلهای نوسان‌پذیری استفاده شده است. بر اساس نتایج مشکل می توان مدلی را ارجح بر سایر مدلها دانست. زمانی که معیار قیمت گذاری اختیار معامله باشد مدل SV بهتر جواب می دهد اما زمانی که معیار VaR باشد، مدل های GARCH بهتر جواب می دهد.

در مجموع مطالعات مختلف نتایج متفاوتی را از مقایسه مدل ها بدست آوردند و با مرور مطالعات نمی توان نتیجه گرفت که کدام مدل برآورد بهتری از نوسان پذیری می دهد و باید برای هر سری زمانی بطور تجربی مدل های مختلف را استفاده و نتیجه بهتر را مورد استفاده قرار گرفت. مطالعات صورت گرفته در حوزه مقایسه مدل های نوسان پذیری یک متغیره را پوشش می دهد. در این مطالعه با استفاده از معیار های رایج برای مقایسه مدل های نوسان پذیری، مدل های دو متغیره نوسان پذیری GARCH و مدل دو متغیره نوسان پذیری تصادفی SV با همدیگر مقایسه شده اند.

۳- معرفی و برآورد مدل های نوسان پذیری

نوسان پذیری در سری های زمانی مالی دو ویژگی اصلی دارند اول اینکه نوسان‌پذیری در طول زمان متغیر هستند و همچنین در نوسان‌پذیری متغیرهای مالی پدیده خوشه‌ای[۱۸] وجود دارد. مدل‌های نوسان‌پذیری تصادفی برای درنظر گرفتن همین ویژگی ها در مالی مورد استفاده قرار گرفت. در این قسمت اثر متقابل نوسان‌پذیری نرخ ارز به عنوان متغیر کلان منتخب و بازار سهام مورد بررسی قرار می

گیرد. مدل های نوسان پذیری تصادفی و مدل های GARCH از متداول ترین مدلها برای برآورد نوسان پذیری است که رهیافت های متفاوتی را برای برآورد نوسان پذیری در نظر می گیرد. در این بخش مدلهای چند متغیره نوسان پذیری تصادفی و مدل های چند متغیره GARCH با دو رویکرد BEKK-GARCH و DCC-GARCH توضیح داده شده و نتایج برآورد پارامترهای آن آورده شده است.

برای برآوردهای مدلهای زیر از داده های روزانه نرخ ارز اسمی بازار و شاخص بورس اوراق بهادار تهران(*TEPIX*) از ۱۰ دی ماه ۱۳۸۱ تا ۳۰ مهر ۱۳۹۲ استفاده شده است. با توجه به ازمون ریشه واحد انجام شده بر روی سطح این متغیرها و رد نشدن داشتن ریشه واحد، نرخ رشد روزانه نرخ ارز(ex) و نرخ رشد روزانه شاخص بورس اوراق بهادار تهران(tepix) به عنوان متغیرهای ورودی مدل ها در نظر گرفته شده اند.[۱۹]

۳-۱- مدل نوسان‌پذیری تصادفی چند متغیره(SV)[۲۰]

نوسان پذیری در سری های زمانی مالی دو ویژگی اصلی دارند اول اینکه نوسان‌پذیری در طول زمان متغیر هستند و همچنین در نوسان‌پذیری متغیرهای مالی پدیده خوشه‌ای[۲۱] وجود دارد. مدل‌های نوسان‌پذیری تصادفی برای درنظر گرفتن همین ویژگی ها در مالی مورد استفاده قرار گرفت. مدل نوسان‌پذیری تصادفی(SV) که توسط تیلور[۲۲](۱۹۸۶) معرفی شد نسخه گسسته مدلهای پیوسته زمانی تئوری مالی در خصوص مدل قیمت گذاری اختیار معامله[۲۳] است(هول و وایت(۱۹۸۷)[۲۴]). در واقع این تبدیل را می توان به عنوان گسسته سازی اولر[۲۵] یک انتشار[۲۶] ملاحظه کرد. مدل نوسان‌پذیری تصادفی تصادفی آلترناتیو خوبی برای مجموعه مدل های ARCH می باشد که دارای خصوصیات تئوریکی است که با ویژگی های مشاهدات بازارهای مالی تطابق بیشتری دارد.

مدل SV زمانی ایجاد می شود که گشتاور دوم شرطی فقط یک متغیر محسوب نمی شود؛ بلکه دارای یک پویایی درونی نیز می‌باشد. با این رویکرد، به هنگامی که یک نوفه اضافی برای توضیح معادله واریانس شرطی به مدل اضافه می شود، مزایای اقتصادسنجی مهمی به ارمغان می آورد.[۲۷] بنابراین مدل SV شامل دو فرآیند تصادفی جداگانه است: یکی مربوط به مبانگین شرطی که بر بازده اثر می گذارد و دومی مربوط به فرایند نوسان‌پذیری است. بر اساس مدل هاوری و همکاران (۱۹۹۴) مدل نوسان پذیری تصادفی چند متغیره به این صورت است:

$$y_t - \mu_t = Z_t \qquad (۱)$$

$$\mu_t = \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} b_1 & b_2 \\ b_3 & b_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_{1t} \\ y_{2t} \end{bmatrix}$$

y_t رشد نرخ ارز و رشد شاخص بازار بورس است. در واقع با استفاده از معادله(۱) ابتدا میانگین و روندی که در متغیرهای رشد نرخ ارز و رشد شاخص سهام است وجود دارد از دل متغیر بیرون کشیده

می شود و سری Z_t که جز اخلال معادله اول است. در واقع از این معادله متغیر روند زادیی و میانگین زدایی شده است حاصل می شود تا در معادله بعدی مورد استفاده قرار گیرد. μ_t نیز با توجه به داده های نرخ ارز و شاخص سهام، یک فرآیند AR(1) در نظر گرفته شده است. به عبارت دیگر با توجه به برآورد معادله (۱) Z_t بدست می آید. حال بر اساس مطالعات مختلف داریم:

$$Z_t = \mathrm{H}_t^{\frac{1}{2}}\varepsilon_t \ , \qquad \varepsilon_t \sim iid\ \mathcal{N}_2(0_2, I_2) \tag{۲}$$

که H_t عبارت است از:

$$\mathrm{H}_t = \begin{pmatrix} exp\{h_{1t}\} & 0 \\ 0 & exp\{h_{2t}\} \end{pmatrix}$$

که در z_{it} متغیر مربوط به نوسان پذیری متغیر i در دوره t است. اگر هر یک از معادله z_t را بطور جداگانه نوشته و لگاریتم گرفته شود به این صورت تبدیل می شود.

$$\log(z_{it}) = 0.5h_{it} + e_{it} \quad e_t \sim iid\ \mathcal{N}_2(0_2, I_2) \tag{۳}$$

$$\begin{bmatrix} h_{1t+1} \\ h_{2t+1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_1 \\ \lambda_2 \end{bmatrix} + \begin{pmatrix} \phi_{11} & 0 \\ 0 & \phi_{22} \end{pmatrix} \begin{bmatrix} h_{1t} \\ h_{2t} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \eta_{1t} \\ \eta_{2t} \end{bmatrix}, \ \eta_t \sim iid\ \mathcal{N}_2\left(0_2, \begin{pmatrix} \sigma_{\eta 1}^2 & \sigma_{\eta 12}^2 \\ \sigma_{\eta 12}^2 & \sigma_{\eta 1}^2 \end{pmatrix}\right) \tag{۴}$$

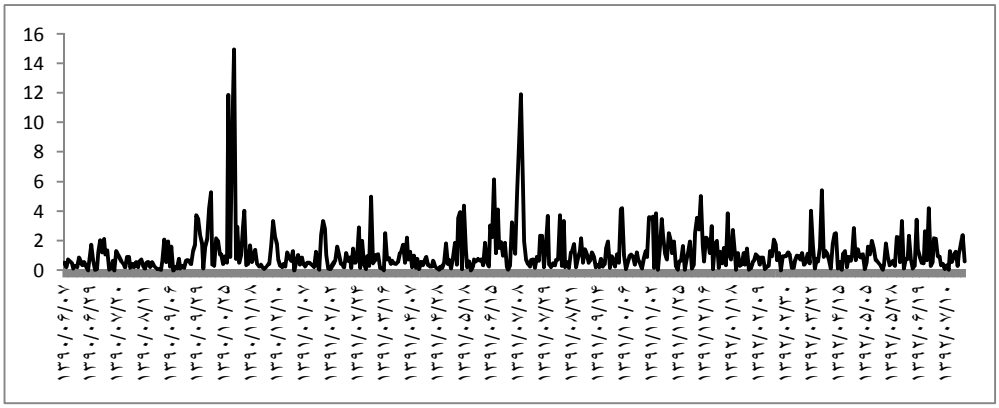
متغیر h_{it} متغیر غیر قابل مشاهده است. از این رو این متغیر را به عنوان یک متغیر حالت[۲۸] و معادله (۴) را معادله حالت در نظر می گیریم. یکی از روش‌ها برای برآورد معادله ها در فضای حالت[۲۹] استفاده از روش کالمن فیلتر[۳۰] و رهیافت برآورد شبه حداکثر راستنمایی گاوسی[۳۱] که توسط هاروی، رویز و شفارد(۱۹۹۴) برای برآورد این مدل(نوسان پذیری تصادفی) معرفی شد.

جدول ۱- نتایج برآورد مدل نوسان پذیری تصادفی دو متغیره

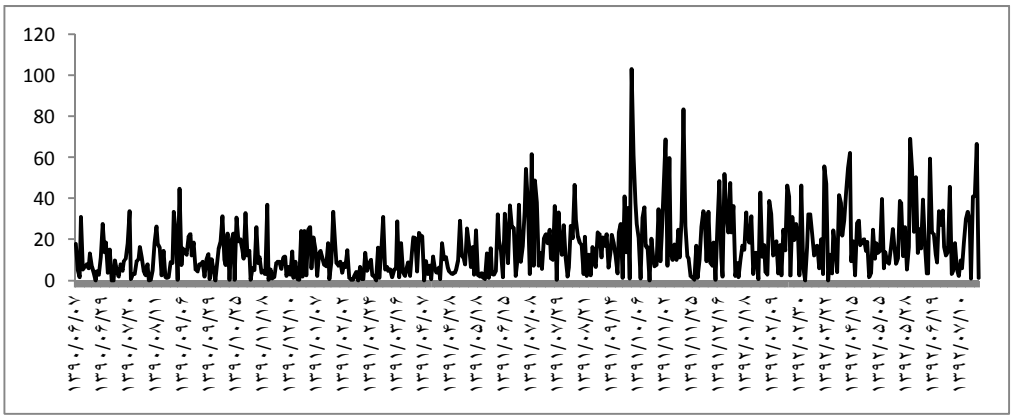
	معادله میانگین			معادله واریانس			
	a_1	b_1	b_2	λ_1	ϕ_{11}	$\sigma_{\eta 1}^2$	$\sigma_{\eta 12}$
شاخص بورس	۰,۰۰۶ (۰,۰۱)	۰,۰۴ (۰,۰۱)	۰,۰۱۷ (۰,۰۰۹)	۰,۳۴	-۰,۰۰۶	۱,۲۲	۰,۰۸
	a_2	b_3	b_4	λ_2	ϕ_{22}	$\sigma_{\eta 2}^2$	
نرخ ارز	۰,۰۷۲ (۰,۰۳)	-۰,۰۳۶ (۰,۰۴)	-۰,۱۲ (۰,۰۲)	-۳,۶	۰,۱۱	۱۷,۵	

اعداد داخل پرانتز انحراف معیار است.

بر اساس نتایج برآورد مدل SV دو متغیره نوسان پذیری برآورد شده برای دو متغیر نرخ ارز و شاخص بورس به صورت زیر برآورد می شود. همچنین با توجه به برآورد کواواریانس بین جز اخلال می توان گفت که رابطه بین نوسان پذیری نرخ ارز و بازار سرمایه مثبت اما ضعیف است. بدین معنی که افزایش در نوسان پذیری در هر یک از بازارها باعث افزایش تلاطم در بازار دیگر می شود.



نمودار۱- نوسان پذیری برآورد شده نرخ ارز توسط مدل دو متغیره SV



نمودار۲- نوسان پذیری برآورد شده شاخص بورس توسط مدل دو متغیره SV

بر اساس نتایج برآورد نوسان پذیری تصادفی ، رشد در نرخ ارز باعث افزایش در نرخ رشد شاخص بورس می شود اما تغییر در رشد شاخص بورس اثری بر رشد نرخ ارز ندارد. کوواریانس نوسانات نرخ ارز

و نوسانات شاخص سهام مثبت بوده و افزایش نوسانات در هر یک از این بازار ها با افزایش در نوسانات در بازار دیگر همراه خواهد بود.

۳-۲- برآورد نوسان پذیری با مدل های GARCH چند متغیره

یکی از مدلهایی که برای بررسی رابطه نوسان پذیری بین متغیرها مدل چند متغیره GARCH است. مدل های GARCH چند متغیره در قالب های مدلهای مختلفیCCC،DCC، BEKK و VEC ارائه شده است.در اینجا از مدل های DCC و BEKK استفاده شده است.

۳-۲-۱- مدل های BEKK-GARCH

پارامترهای معادله میانگین برای متغیرهای نرخ ارز و شاخص بورس به این صورت است:

$$\begin{bmatrix} tepix \\ \text{ex} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mu_1 \\ \mu_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varphi_1 & \varphi_2 \\ \varphi_3 & \varphi_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} tepix_{t-1} \\ \text{ex}_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_{1t} \\ \varepsilon_{2t} \end{bmatrix} \qquad (۵)$$

همچنین معادله واریانس برای مدل BEKK-GARCH(1,1) به صورت زیر است:

$$\begin{bmatrix} h_{11t} & h_{12t} \\ h_{21t} & h_{22t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c_{11} & 0 \\ c_{21} & c_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} c_{11} & c_{21} \\ 0 & c_{22} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} \varepsilon'_{t-1} \varepsilon_{t-1} \begin{bmatrix} a_{11} & a_{21} \\ a_{12} & a_{22} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} h_{11t-1} & h_{12t-1} \\ h_{21t-1} & h_{22t-1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_{11} & b_{21} \\ b_{12} & b_{22} \end{bmatrix} \qquad (۶)$$

در اینجا معادله (۶) با لحاظ قطری بودن ماتریس ضرایب a و b (صفر بودن $a_{12}, a_{21}, b_{12}, b_{21}$) برآورد شده است. روش برآوردی برای این مدل روش حداکثر راستنمایی است. برای این منظور تابع راستنمایی با یک توزیع مشخص باید تصریح شود. در اینجا برای دو توزیع نرمال(گاوسی) و توزیع t استیودنت برآورد هایی از پارامتر ها و نوسان پذیری ارائه می شود که به ترتیب به عنوان مدل BEKK-GARCH و مدل BEKK-t-GARCH معرفی شده است. نتایج برآورد این مدلها در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲- نتایج برآورد مدل BEKK-GARCH و مدل BEKK-t-GARCH

BEKK-t-GARCH		BEKK-GARCH			
آماره t	ضریب	آماره t	ضریب		
5.1	0.06	5.1	0.06	μ_1	معادله میانگین
2.7	0.07	2.7	0.07	μ_2	
21.6	0.4	21.6	0.4	φ_1	
1.85	0.017	1.85	0.017	φ_2	
-0.9	-0.036	-0.9	-0.036	φ_3	
-5.9	-0.11	-5.9	-0.11	φ_4	

BEKK-t-GARCH		BEKK-GARCH			
آماره t	ضریب	آماره t	ضریب		
3.4	0.049	4.9	0.52	c_{11}	معادله واریانس
7.1	0.067	0.02	0.0001	c_{21}	
1.7	0.00000	0.44	0.05	c_{22}	
7.2	0.23	1.5	0.53	a_{11}	
7.9	0.52	0.62	0.39	a_{22}	
130.5	0.97	0	0.000	b_{11}	
-22.6	-0.85	-3.4	-0.92	b_{22}	

همانطور که در جدول ۲ مشخص است بر اساس معادله میانگین افزایش رشد در نرخ ارز باعث افزایش معنی دار در رشد شاخص می شود اما افزایش در رشد شاخص بورس اثر معنی داری بر رشد نرخ ارز ندارد با استفاده از پارامتر های معادله واریانس کوواریانس شرطی رشد نرخ ارز و شاخص سهام بدست می آید که در نمودار ۳ و نمودار ۴ نشان داده شده است.

۳-۲-۲- مدل DCC- GARCH

مدل همبستگی شرطی پویا[۳۲] GARCH یا DCC-GARCH که اولین بار در مطالعات انگل و شپارد[۳۳] (۲۰۰۱) و انگل[۳۴](۲۰۰۲) مطرح شد همبستگی بین نوسان پذیری متغیرها را در قالب پویا و متغیر در زمان بررسی می‌کند. معادله واریانس یک مدل GARCH چند متغیره در حالت کلی بصورت زیر است:

$$z_t = H_t^{1/2}\varepsilon_t \qquad (۷)$$

که در آن z_t ماتریس $n\times T$ است که n تعداد متغیرهای مدل و T دوره سری زمانی متغیرها را نشان می دهد. z_t جزء خطای باقیمانده از معادله میانگین متغیرهای مدل است (در این پژوهش جملات باقیمانده از برآورد معادله (۵) است) که میانگین آن صفر و ماتریس واریانس و کواریانس شرطی آن H_t است. ε_t هم بردار خطایiid است. مدلهای GARCH چند متغیره در واقع در نحوه تصریح H_t است. یک گروه از این مدلها، H_t را در قالب واریانس شرطی و همبستگی شرطی مدلسازی می‌کنند که مدل DCC- GARCH از جمله آن است. بر طبق این مدل داریم:

$$H_t = D_t R_t D_t \qquad (۸)$$

که در آن $D_t = diag(h_{1t}^{\frac{1}{2}}, h_{2t}^{\frac{1}{2}}, \dots, h_{nt}^{\frac{1}{2}})$ انحراف معیار شرطی جملات اخلال معادلات میانگین یا همان نوسان پذیری است، R_t ماتریس همبستگی بین نوسان پذیری متغیرهای مختلف است. زمانی که ماتریس همبستگی وابسته به زمان باشد، مدل DCC-GARCH خواهد بود.

در این مدل داریم :

$$h_{\mathrm{it}} = \alpha_{\mathrm{i0}} + \sum_{\mathrm{q=1}}^{\mathrm{Q}} \alpha_{\mathrm{iq}} \varepsilon_{\mathrm{i,t-q}}^2 + \sum_{\mathrm{p=1}}^{\mathrm{P}} \beta_{\mathrm{ip}} \mathrm{h_{i,t-p}} \qquad (۹)$$

از آنجایی که R_t ماتریس همبستگی است می‌توان آن را به صورت ماتریس متقارن زیر نشان داد:

$$R_t = \begin{bmatrix} 1 & \rho_{12,t} & \cdots & \rho_{1n,t} \\ \rho_{12,t} & 1 & \cdots & \rho_{2n,t} \\ \rho_{13,t} & \rho_{23,t} & \ddots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \ddots & \rho_{n-1,n,t} \\ \rho_{1n,t} & \rho_{2n,t} & \rho_{n-1,n,t} & 1 \end{bmatrix} \qquad (۱۰)$$

با توجه به R_t که در بالا تعریف شد خواهیم داشت که :

$$[\mathrm{H_t}]_{ij} = \sqrt{\mathrm{h_{it} h_{jt} \rho_{ij}}} \qquad (۱۱)$$

با توجه به اینکه $\mathrm{H_t}$ ماتریس کواریانس است، باید مثبت معین باشد. بدین منظور باید $\mathrm{R_t}$ هم مثبت معین باشد. همچنین تمام درایه های $\mathrm{R_t}$ باید کوچکتر و مساوی یک باشد. برای برقراری این شرط ها در مدل DCC-GARCH ماتریس $\mathrm{R_t}$ به شکل زیر تجزیه می‌شود:

$$R_{\mathrm{t}} = \mathrm{Q_t^{*-1} Q_t Q_t^{*-1}} \qquad (۱۲)$$

$$Q_t = (1 - a - b)\bar{Q} + a\epsilon_{t-1}\epsilon_{t-1}^T + bQ_{t-1} \qquad (۱۳)$$

که در آن داریم

$$\epsilon_t = D_t^{-1}\varepsilon_t \sim N(0, R_t) \qquad (۱۴)$$

که ϵ_t جمله اخلال استاندارد شده است. همچنین $\bar{Q}$ ماتریس کوواریانس غیر شرطی از خطای استاندارد شده ϵ_t است.

$$\bar{Q} = cov[\epsilon_t \epsilon_t^T] = \frac{1}{T}\sum_{t=1}^{T} \epsilon_t \epsilon_t^T \qquad (۱۵)$$

بعلاوه پارامتر های a و b اسکالر هستند و $\mathrm{Q_t^*}$ ماتریس قطری با جذر درایه های قطر اصلی Q_t است:

$$Q_t^* = \begin{bmatrix} \sqrt{q_{11t}} & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & \sqrt{q_{22t}} & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & \ddots & 0 \\ 0 & \cdots & 0 & \sqrt{q_{nnt}} \end{bmatrix} \qquad (۱۶)$$

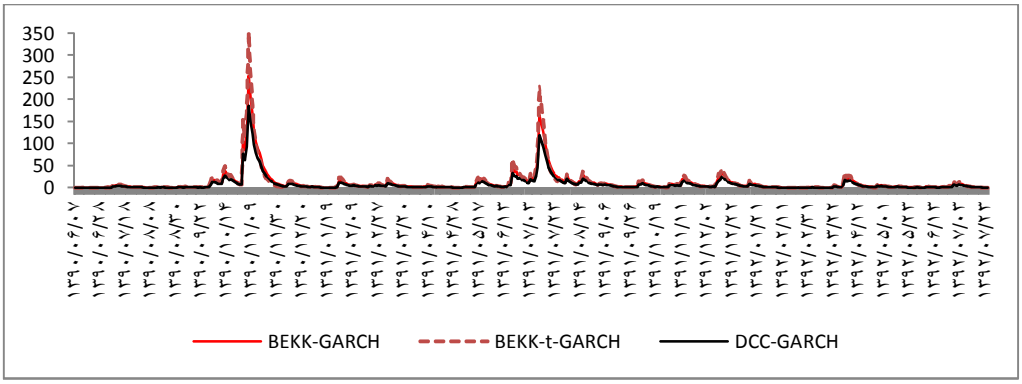
برای اینکه H_t مثبت معین باشد باید پارامتر های a و b مثبت باشد و جمع آنها کوچکتر از یک باشد. برای تخمین پارامترهای این مدل از روش حداکتر راستنمایی استفاده می‌کنیم. بدین منظور تابع لگاریتم راستنمایی[۳۵] را تشکیل می‌دهیم برای اینکه تخمین پارامترها امکان پذیر باشد. برآورد در دو مرحله انجام می‌شود. در مرحله اول در تابع لگاریتم راستنمایی بجای ماتریس R_t ماتریس واحد I_n قرار داده و سایر پارامترهای مدل را برآورد می‌کنیم. در مرحله بعدی با قرار دادن برآوردهای پارمترها در تابع راستنمایی، در تابع راستنمایی ماتریس R_t را وارد تابع راستنمایی می‌کنیم و پارامترهای DCC یعنی a و b را در این مرحله برآوردمی‌کنیم که با برآورد این متغیرها، R_t و Q_t نیز برآورد می‌شود. از این رو برای برآورد این مدل لازم است که برآوردی از پارامتر های معادله های (۹) برای نرخ ارز و شاخص بورس و پارامتر های معادله (۱۳) داشته باشیم. جدول ۳ نتایج برآورد این مدل را نشان می دهد.

جدول۳- نتایج برآورد مدل DCC-GARCH

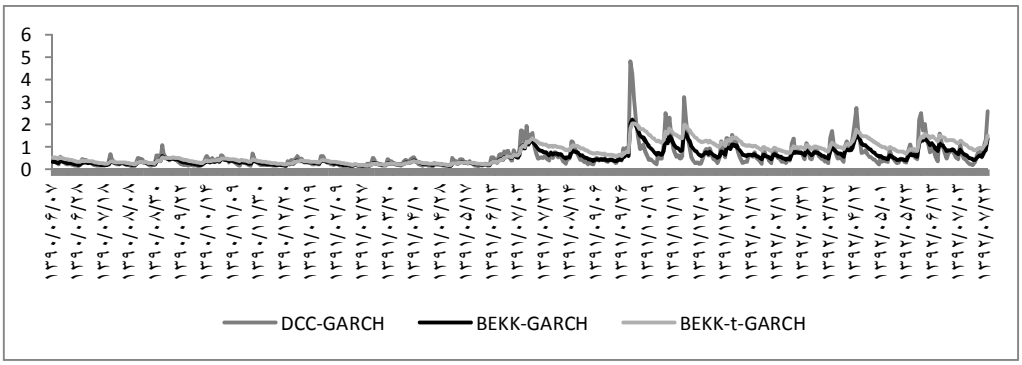
		DCC-GARCH	
		ضریب	آماره t
معادله میانگین	μ_1	0.06	5.1
	μ_2	0.07	2.7
	φ_1	0.4	21.6
	φ_2	0.017	1.85
	φ_3	-0.036	-0.9
	φ_4	-0.11	-5.9
معادله(۹) واریانس نرخ ارز	α_{10}	0.003	1.7
	α_{11}	0.29	4.5
	β_{11}	0.76	17.9
معادله (۹) واریانس شاخص بورس	α_{20}	0.05	3.1
	α_{21}	0.31	3.9
	β_{21}	0.58	6.8
پارامترهای DCC معادله (۱۳)	a	0.009	0.5
	b	0.82	7.3

بر اساس برآوردهای مدل مختلف چند متغیره $GARCH$ می توان از هر یک از این مدل ها علاوه بر اینکه برآوردی از نوسان‌پذیری متغیرها گرفت، کوواریانس شرطی متغیرهای نرخ ارز و شاخص بازار

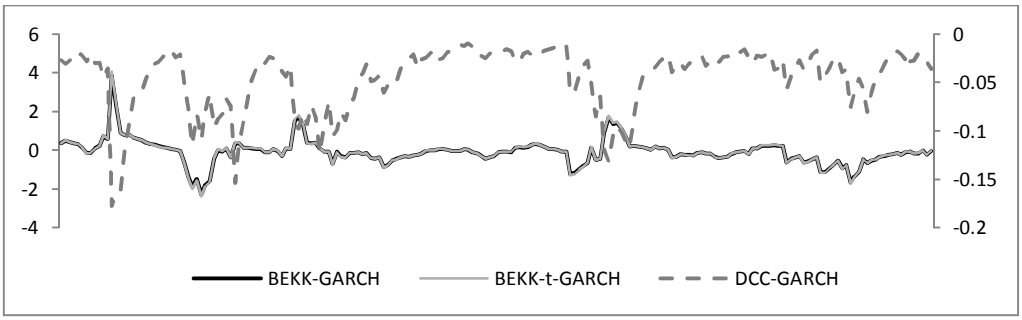
سهام را نیز مشخص کرد. نمودارهای زیر برآورد ها را از این مدل ها نشان می دهد. متوسط کوواریانس در روش *DCC* منفی بوده ولی کوواریانس در روش *BEKK* مثبت بدست می‌آید.



نمودار۳- نوسان پذیری برآورد شده شاخص بورس توسط مدل GARCH



نمودار۴- نوسان پذیری برآورد شده نرخ ارز توسط مدل GARCH



نمودار۵- کواریانس شرطی نوسان پذیری نرخ ارز و شاخص بورس اوراق بهادار

۴-نتایج روش های ارزیابی مدل های نوسان پذیری

با توجه به اینکه برآورد مدل های مختلف(SV و GARCH) از نوسان پذیری نرخ ارز و شاخص سهام و کوواریانس بین آنها متفاوت بدست آمده است، ضروریست که بهترین مدل برای برآورد نوسان پذیری این متغیرها انتخاب و نتایج آن مورد تحلیل قرار گیرد. برای انتخاب مدل بهینه برای برآورد نوسان‌پذیری روش های مختلفی وجود دارد که در مطالعات مختلف استفاده می شود. در مجموع روش های مقایسه مدلهای نوسان‌پذیری به روش های بر پایه معیارهای درون نمونه ای[۳۶] و معیارهای خارج از نمونه‌ای[۳۷] تقسیم می شود. برای بدست آوردن مدل بهینه به هر دو روش باید توجه کرد (کاپورین و مکالیر[۳۸](۲۰۱۲)). در این بخش ابتدا این روش های ارزیابی معرفی شده و سپس با توجه به نتایج برآورد مدل های مختلف، ارزیابی از عملکرد این مدل ها ارائه می شود.

مقایسه های درون نمونه ای

اگر مدلهایی که مقایسه می کنیم با ویژگی های مجانبی و خاصی شناخته می شود(مانند نرمال بودن مجانبی برآورد گر یا مانایی متغیر) در این روش ما می توانیم شرایط این مدل را با این خواص بررسی کنیم که داشتن این ویژگی ها را بررسی کنیم. طبیعی است که اگر این شرایط وجود نداشت، ان مدل باید کنار گذاشته شود. یکی دیگر از مصادیق این روش به این صورت است که ما مدل ها را بر حسب خصوصیاتی که مدلها بوجود می آورند. برای مثال ممکن است مدل های نوسان‌پذیری با عدم تقارن را ترجیح دهیم. به علاوه برای تمام مدل ها یک مجموعه ای آزمون های تشخیصی انجام می شود که طبیعی است که نتایج آزمون های تشخیصی مدل متخب باید مورد تایید باشد. جدول ۴ نتایج آزمون های مختلف برای مدل های نوسان پذیری را نشان می دهد بر اساس معیارهای اطلاعات (آکائیک و شوارتز) و مقدار حداکثر لگاریتم راستنمایی(Log-Likelihood) مدل BEKK-t-GARCH در بین مدل های GARCH مدل بهینه است. همچنین نتایج آزمون نرمال بودن و خود همبستگی تفاوتی بین مدل ها شناسایی نمی کند.

جدول ۴- مقایسه درون نمونه ای مدل های دو متغیره نوسان پذیری با استفاده از آزمون های مختلف

DCC-GARCH		BEKK-t-GARCH		BEKK-GARCH		MSV		
ex	bi	Ex	bi	ex	bi	ex	bi	
6.7	16.2	10.2	19.2	6.03	18.27	2498	2499	Excess kurtosis
4693 (0.0)	27340 (0.00)	10856 (0.00)	38655 (0.001)	3795.1 (0.001)	34872 (0.001)	652282 (0.00)	6522 (0.00)	Jarque–Bera
253.4 (0.0)	101.7 (0.00)	202.6 (0.00)	94.1 (0.00)	200 (0.00)	90.5 (0.000)	0.007 (0.00)	0.00007 (0.00)	Ljung–Box
30.9 (0.06)	7.44 (0.99)	45 (0.001)	4.3 (0.99)	29.6 (0.08)	10.5 (0.96)	0.0004 (0.00)	0.0004 (0.00)	Ljung–Box (y2)

DCC-GARCH		BEKK-t-GARCH		BEKK-GARCH		MSV		
ex	bi	Ex	bi	ex	bi	ex	bi	
-3385		-2743.4		-3440.16		-0.0195		Log-Likelihood
6832		558		6966.4		109.6		BIC
6785		510		6902.31		28		AIC

مقایسه خارج نمونه ای

برای مقایسه مدل های GARCH و SV در محدوده خارج از نمونه دو رهیافت مختلف پیش گرفته می شود. این دو رهیافت، مقایسه مستقیم واریانس و مقایسه غیر مستقیم واریانس هستند. در روش مستقیم، پیش بینی از نوسان پذیری انجام شود و سپس یک متغیر به عنوان متغیر جایگزین برای نوسان پذیری انتخاب می شود و سپس آماره های متعارف برای خطای پیش بینی مانندMSE و RMSFEو... محاسبه می شود. مدلی که کمترین خطای پیش بینی را دارد، به عنوان مدل بهینه انتخاب می شود. اما مشکلی که این روش ارزیابی دارد، این است که نوسان پذیری یک متغیر غیر قابل مشاهده است و نمی توان به راحتی یک متغیر جایگزین مناسب برای نوسان پذیری ارائه کرد. اما در روش غیر مستقیم با استفاده از ارزش در معرض خطر (VaR) پیش بینی نوسان پذیری با استفاده از یک متغیر قابل مشاهده (بازده دارایی) ارزیابی می شود. بنابراین روش غیر مستقیم از اطمینان بیشتری برای ارزیابی مدل ها مورد توجه قرار می گیرد و در این قسمت بر آن تاکید می شود.

روش غیرمستقیم

یکی از متداول ترین روش های مقایسه بین مدل های نوسان‌پذیری استفاده از مفهوم ارزش در معرض خطر[۳۹](VaR) است. موضوع اصلی در تخمین VaR تعریف توزیع یک گام جلوی بازده پورتفو است. به عبارت دیگر VaR یک بازده ای را تعریف می کند که متغیر(بازده) باسطح اطمینان α درصد در این بازه قرار می گیرد.

$$\Pr(\Delta V_{t+1} \leq -VaR_{t+1}|I_t) = \alpha\% \qquad (۱۷)$$

که در آن ΔV_{t+1} تغییرات در ارزش پورتفو در زمان t+1 است که در خصوص متغیرهای قیمتی همان رشد قیمت یا بازده r_t می‌باشد. VaR را می توان با استفاده از نوسان‌پذیری که مدلها تخمین زده‌اند محاسبه کنیم:

$$VaR_{t+1} \cong -\Phi^{-1}(\alpha) \times \sigma_{t+1} \qquad (۱۸)$$

که در سطح ۹۰ درصد اطمینان $\Phi^{-1}(\alpha) = -1.65$ می باشد و σ_{t+1} نوسان‌پذیری برآورد شده توسط مدل‌های نوسان‌پذیری مانند GARCH و SV است. پس از برآورد VaR برای دوره خارج از نمونه آن را با بازده تحقق یافته مقایسه می‌کنیم و بدست می‌آوریم که در هر بار که VaR را از یک مدل

بدست آوردیم چند درصد از بازده های تحقق یافته از فاصله اطمینانی که توسط VaR تعیین شده است خارج شده است. مدلی مدل منتخب خواهد بود که وقتی VaR با سطح اطمینان ۹۵ درصد را با آن محاسبه می‌کنیم، ۵ درصد از بازده ها خارج از فاصله اطمینان قرار داشته باشند. [۴۰]

یکی از رهیافت هایی که در این راستا مورد استفاده قرار می گیرد این است که از VaR برای مقایسه مدلهای نوسان‌پذیری استفاده می شود، اما در قالب توابع زیانی که تعریف می شود. توابع زیان مختلفی بر پایه پیش بینی VaR ارائه شده اند. برای مثال بر اساس مطالعات لوپز[۴۱](۱۹۹۹) و کاپورین[۴۲](۲۰۰۸) و کاپورین و مکالیر[۴۳](۲۰۱۲) توابع زیان زیر را تصریح کردند:

$$IF = I\big(r_t < VaR(r_t;\alpha)\big); \quad (۱۹)$$

$$PIF_t = I\big(r_t < VaR(r_t;\alpha)\big)(1 + (r_t - VaR(r_t;\alpha)^2) \quad (۲۰)$$

مدلی مدل بهینه خواهد بود که تابع زیان فوق را حداقل کرده باشد.تابع زیان IF درواقع یک تابع نشانگر[۴۴] است که دارای دو دامنه است. در دامنه ای که بازده محقق شده پورتفو (نرخ رشد متغیر) از مقدار ارزش در معرض خطر(که در دوره قبل با پیش بینی نوسان پذیری محاسبه شده) بیشتر باشد عدد صفر و برای دامنه ای که کمتر از ارزش در معرض خطر بوده عدد یک می گیرد. اما تابع زیان PIF علاوه بر اینکه این تابع نشان گر را در نظر می گیرد، به اختلاف بین بازده و ارزش در معرض خطر نیز توجه می‌کند. به عبارت دیگر در این تابع زیان برای مشاهداتی که کمتر از ارزش در معرض خطر هستند، فاصله تا ارزش در معرض خطر نیز مورد توجه قرار می گیرد و هرچه فاصله بین بازده محقق شده و ارزش در معرض خطر بیشتر باشد زیان بیشتر خواهد بود.

در واقع برای ارزیابی عملکرد مدل های نوسان پذیری، پیش بینی یک گام به جلو از نوسان پذیری متغیرها صورت می گیرد. سپس با استفاده از معادله (۱۸) ارزش در معرض خطر(VaR) را محاسبه می کنیم بطوریکه نوسان پذیری پیش بینی شده به عنوان σ_{t+1} وارد معادله می‌شود. در ادامه بازده محقق شده در دوره t+1 با ارزش در معرض خطر (VaR) پیش‌بینی شده مقایسه کرده و توابع زیان را محاسبه می کنیم. مدلی که در آن تابع زیان حداقل باشد، مدل بهینه برای برآورد نوسان پذیری خواهد بود.

برای محاسبه توابع زیان برای هر یک از مدل های نوسان پذیری تصادفی(SV)، BEKK-GARCH ، BEKK-t-GARCH و DCC-GARCH، این مدل ها را ۲۰۰ بار در بازه های زمانی متفاوت تخمین زده[۴۵] و در هربار برآورد یک پیش‌بینی یک گام به جلو از نوسان‌پذیری بدست می آید. توابع زیان محاسبه شده بر اساس این پیش بینی ها در جدول ۵ آورده شده است.

جدول ۵- مقایسه برون نمونه ای غیر مستقیم مدل های نوسان پذیری بر پایه محاسبه ارزش در معرض خطر

	MSV		BEKK-GARCH		BEKK-t-GARCH		DCC-GARCH	
	tepix	ex	tepix	ex	tepix	Ex	tepix	ex
IF ۵ درصد	۱۲,۱	۳۵,۴	۱,۰	۱۳,۶	۱,۰*	۱۳,۶*	۳,۰	۱۷,۷
IF ۱۰ درصد	۱۷,۷	۳۹,۹	۳,۵	۲۳,۲	۳,۵*	۲۰,۲*	۵,۱	۲۷,۳
PIF ۵ درصد	۶۰,۹	۲۸۶۷,۶	۴۸,۴	۱۸۶,۶	۳۲,۲*	۱۶۸,۲*	۳۹,۲	۱۷۳,۲
PIF ۱۰ درصد	۷۴	۳۱۶,۳	۷۴,۶	۲۲۲	۷۴,۴	۲۰۷,۸*	۴۶,۸*	۲۳۹,۱

توابع زیان IF و PIF برای ارزش در معرض خطر (VaR) ۵ درصد و ۱۰ درصد برای مدل های مختلف و برای متغیرهای مدل یعنی نرخ ارز و شاخص سهام محاسبه شده است. تقریبا در هر دو تابع زیان و در هر دو فاصله اطمینان و هر دو متغیر(نرخ ارز و شاخص سهام) مدل BEKK-t-GARCH توابع زیان را نسبت به سایر مدل‌ها حداقل می‌کند. از این رو می‌توان گفت که مدل BEKK-t-GARCH با توجه به اینکه توابع زیان را حداقل می کند عملکرد بهتری در برآورد نوسان پذیری متغیرهای نرخ ارز و شاخص سهام دارد. با توجه به اینکه این مدل توزیع تابع راستنمایی را گاوسی (نرمال) در نظر نمی گیرد و توزیع t استیودنت در نظر می گیرد. می‌توان اینگونه نتیجه گرفت که در نظر گرفتن توزیع t توانسته برآوردهای کاراتری از نوسان پذیری ارائه کند.

از این رو با توجه به بررسی های صورت گرفته مدل بهینه برای برآورد روابط بین نرخ ارز و شاخص بازار سهام، مدل BEKK-t-GARCH بدست آمد. بر اساس نتایج این مدل، تغییر در شاخص بازار سهام نمی تواند بر نرخ ارز بازار اثر معنی داری بگذارد اما تغییر در نرخ رشد روزانه بازار ارز باعث تغییر در شاخص سهام می شود و این رابطه مثبت برآورد شده است. همچنین افزایش نوسانات و نااطمیانی در بازار ارز و سهام اثر مثبت و متقابلی بر نوسانات و نااطمینانی در بازار دیگر دارد. به عبارت دیگر اگر شاهد افزایش ریسک در یک بازار ناشی از افزایش نوسانات و تلاطم در آن بازار باشیم، این ریسک به بازار دیگر نیز خواهد شد و نوسانات آن بازار را نیز افزایش خواهد داد.

۵- نتیجه گیری و بحث

میزان نوسانات متغیرها به عنوان متغیر ریسک دارایی ها به حساب می آید و در نتیجه عامل مهم در قیمت گذاری دارایی های مالی بحساب می آید. نوسان پذیری به عنوان یک متغیر جایگزین برای مشخص کردن میزان نوسانات متغیرها، یک متغیر غیرقابل مشاهده است. مدل های نوسان پذیری

متفاوت با توجه به ویژگی های مختلفی که در تصریح مدل در نظر می گیرند، برآورد متفاوتی از نوسان پذیری ارائه می دهند.

مدل های نوسان پذیری GARCH و مدل های نوسان پذیری تصادفیSV از جمله مهمترین مدلهای نوسان پذیری هستند که نوسان پذیری را از دو رهیافت متفاوت برآورد می کند. در این مطالعه به منظور برآورد نوسان پذیری نرخ ارز و شاخص بازار سهام و رابطه نوسانات بین این دو متغیر از مدل های دو متغیره BEKK- GARCH ، BEKK-t-GARCH ، DCC- GARCH و مدل دومتغیره نوسان پذیری تصادفی (SV) استفاده شده است. از هر یک از این مدل ها برآوردی از نوسان پذیری نرخ ارز و شاخص سهام و رابطه بین نوسانات این دو متغیر بدست می آید. برای اینکه مشخص شود کدام برآورد نوسان پذیری، بهتر است، با استفاده از آزمون های تشخیصی و روش مقایسه ای خارج نمونه ای غیر مستقیم بهترین مدل انتخاب می شود.

در روش مقایسه ای خارج نمونه ای غیر مستقیم، ارزش در معرض خطر (VaR) را با استفاده نوسان پذیری پیش بینی شده از مدل ها برای دوره بعد محاسبه کرده و بازده محقق شده (در قالب یک تابع زیان) مقایسه می کنیم. هرچه ارزش در معرض خطر پیش‌بینی شده حاصل از برآورد مدلی بهتر عمل کند، آن مدل به عنوان مدل بهینه برآورد نوسان پذیری انتخاب می شود. این ارزیابی در قالب توابع زیان انجام می شود.

بر اساس ارزیابی های انجام شده مدل نوسان پذیری تصادفی برآورد بهتری از تمام انواع GARCH ارائه نمی کند، بلکه مدل BEKK-t-GARCH که جملات اخلال را با توزیع غیر گاوسی(توزیع t) در نظر می گیرد، برآورد بهتری از نوسان پذیری نرخ ارز و شاخص سهام ارائه می دهد. همچنین بر اساس مقایسه درون نمونه ای(آزمون های تشخیصی) نیز این مدل به عنوان مدل بهینه بین مدل های GARCH انتخاب می شود. با توجه به اینکه در مقایسه بین دو مدل GAECH و SV نتایج مختلفی بدست آمده است، نتیجه این پژوهش مبنی بر ترجیح مدل GARCH بر SV در مدل های چند متغیره مطابق با نتیجه برخی مطالعات انجام شده در این زمینه(بلوم و یو (۲۰۰۱) و ...) و برخلاف نتیجه بدست آمده در برخی دیگر از مطالعات است.

بر اساس نتایج مدل بهینه نوسان پذیری(BEKK-t-GARCH) افزایش در نرخ رشد ارز بازار غیر رسمی اثر مثبتی بر بازده شاخص بورس اوراق بهادار تهران دارد ولی افزایش در بازده بورس اثر معنی داری بر بازده نرخ ارز ندارد. همچنین بر اساس این مدل کوواریانس نوسانات نرخ ارز و بازار سهام مثبت نزدیک به صفر است. به این معنی که افزایش در نوسانات در یکی از بازارها اثر مثبتی در افزایش در تلاطم بازار دیگر دارد.

نتیجه بدست آمده از رابطه بین نرخ ارز و شاخص بازار سهام، تایید کننده تئوری جریان گرا در این زمینه است که رابطه بین نرخ ارز و قیمت سهام را رابطه مثبت ارزیابی کرده است. همچنین رابطه مثبت بدست آمده یک طرفه از بازار نرخ ارز به بازار سهام با مطالعات انجام شده در این زمینه(آلاجیدده و همکاران(۲۰۱۰)) تطابق دارد.از طرف دیگر رابطه بین نوسانات و نااطمینانی نرخ ارز و بازار سهام مطابق با مطالعات انجام شده مثبت برآورد شده است.

فهرست منابع

* Dornbusch, R., Fischer, S., (1980). Exchange rates and the current account. Am. Econ. Rev. 70 (5), 960–971.
* Bilson, C. M., Brailsford, T. J., & Hooper, V. J. (2001). Selecting macroeconomic variables as explanatory factors ofemerging stock market returns. Pacific-Basin Finance Journal, 9, 401−426.
* Bluhm, H.H.W., Yu, J., 2001. Forecasting volatility: Evidence from the German stock
* Bollerslev, T., Chou, R. Y., & Kroner, K. F. (1992). ARCH modeling in finance: a review of the theory and empirical evidence. Journal of econometrics, 52(1), 5-59.
* Caporin, M., (2008), Evaluating value-at-risk measures in presence of long memory conditional volatility, Journal of Risk, 10-3, 79-110.
* Engle. R & Sheppard. K (2001), "Theoretical and Empirical properties of Dynamic Conditional Correlation Multivariate GARCH", National Bureau of Economic Research, Working Paper.
* Engle. R. F (2002), "Dynamic Conditional Correlation a Simple Class of Multivariate GARCH Models", Journal of Business and Economic Statistics, 20, 339-350.
* Ericsson, N. R. (2001). Forecast uncertainty in economic modeling (Vol. 697). Board of Governors of the Federal Reserve System.
* Ghysels, E., Gourieroux, C., & Jasiak, J. (1998). Stochastic volatility duration models.
* González-Rivera, G., Lee, T. H., & Mishra, S. (2004). Forecasting volatility: A reality check based on option pricing, utility function, value-at-risk, and predictive likelihood. International Journal of Forecasting, 20(4), 629-645.
* Hull, J., White, A., (1987). The pricing of options on assets with stochastic volatilities. Journal of Finance 42, 281-300.
* Jacquier, E., Polson, N. G., & Rossi, P. E. (2002). Bayesian analysis of stochastic volatility models. Journal of Business & Economic Statistics, 20(1), 69-87.
* Kim, S., Shephard, N., & Chib, S. (1998). Stochastic volatility: likelihood inference and comparison with ARCH models. The Review of Economic Studies, 65(3), 361-393.
* Lopez, J.A., 1999, Regulatory evaluation of value-at-risk models, Journal of Risk, 1, 37-64.
* Massimiliano Caporin & Michael McAleer, (2010). "Model Selection and Testing of Conditional and Stochastic Volatility Models," Working Papers in Economics 10/58, University of Canterbury, Department of Economics and Finance.

* McAleer, M., Chan, F.& Marinova, D. (2007). An econometric analysis of asymmetric volatility: theory and application to patents. Journal of Econometrics, 139(2), 259-284.
* Melino, A., & Turnbull, S. M. (1990). Pricing foreign currency options with stochastic volatility. Journal of Econometrics, 45(1), 239-265.
* Pebbles, G. Wilson P., (1996) The Singapore economy Edward Elgar, Cheltenham, UK.
* Pederzoli, C. (2006). Stochastic volatility and GARCH: a comparison based on UK stock data. European Journal of Finance, 12(1), 41-59

یادداشت‌ها

[1] González-Rivera, G., Lee, T. H., & Mishra, S.
[2] volatility
[3] Bollerslev, Chou, and Kroner (1992), Bera and Higgins (1993), Bollerslev, Engle, and Nelson (1994), andPoon and Granger (2002)
[4] Stochastic volatility
[5] Melino and Turnbull
[6] Ghysels et al.
[7] Kim, S., Shephard, N., & Chib, S.
[8] Jacquier, E., Polson, N. G., & Rossi, P. E.
[9] Dornbusch, R., Fischer, S
[10] Pebbles, G., & Wilson, P
[11] Bilson, C. M., Brailsford, T. J., & Hooper, V. J.
[12] Flow-oriented models
[13] Stock-oriented models
[14] Tesarova V
[15] Caporin & Michael McAleer,
[16] Pederzoli
[17] Bluhm, and Yu, J
[18] clustering phenomena
[19] *برای بررسی نوسان پذیری داده های با تواتر بالا کاربرد بیشتری دارند، نتایج برای داده های ماهانه نیز برآورد شده است ولی در این مقاله مورد قرار گرفته نشده است و تنها از خروجی های داده های روزانه ارائه شده است.*
[20] Multivariate Stochastic Volatility Model
[21] clustering phenomena
[22] Taylor, S.J.,
[23] Option
[24] Hull, J., White, A.,
[25] Euler discretisation
[26] diffusion
[27] Barnes, Michelle, and Pedro De Lema
[28] State variable
[29] State space
[30] Kalman filter
[31] Gausssian quasi maximum likelihood estimation(QML E)
[32] Dynamic Conditional Correlation
[33] Engle &Sheppard

[34] Engle
[35] Log- likelihood
[36] In- sample
[37] Out of sample
[38] Caporin, M. and M. McAleer
[39] Value at risk(VaR)
[40] عملکرد مطلوب ارزش در معرض خطر بصورتی است که به عنوان مثال ارزش در معرض خطر ۹۵ درصد، تنها در ۵ درصد مشاهدات، بازده کمتر از ارزش در معرض خطر است. هر چه تعداد مشاهداتی در آن بازده کمتر از ارزش در معرض خطر بیشتر شود نشان می دهد که نوسان پذیری براورد شده خطای زیادی دارد.
[41] Lopez, J.A.,
[42] Caporin, M.,
[43] Caporin, M. and M. McAleer
[44] Indicator function
[45] *برای این مرحله ۲۰۰ مشاهده را از انتهای داده ها(از مجموع ۲۵۰٤ مشاهده) حذف می کنیم و در هر بار برآورد یک مشاهده به داده های برآورد اضافه کرده و دوره برآورد را به این صورت تغییر داده و در هر بار برآورد یک پیش بینی یک گام به جلو بدست می آوریم.*