مجله مدل‌سازی پیشرفته ریاضی
سال ۱۴۰۰، دوره ۱۱، شماره ۱، ص ۱۹۴-۱۶۹

شاپا چاپی: ۸۰۸۸-۲۲۵۱
DOI: 10.22055/JAMM.2020.32338.1794

مقایسه تطبیقی پیش‌بینی تلاطم پذیری قیمت سهام با روش گارچ و گارچ بوت استرپ

رحیم قاسمیه[۱]، حسنعلی سینایی، عبدالحسین نیسی، زهرا چارلنگی سردارآبادی

گروه مدیریت، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۱/۰۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۶/۱۳

چکیده: با توجه به اهمیت اندازه‌گیری نوسانات در ارزیابی ریسک و دو ویژگی تلاطم خوشه‌ای و کشیدگی در سری‌های زمانی در این پژوهش به ارائه روشی جهت پیش‌بینی برون‌نمونه‌ای نوسان قیمت سهام با استفاده از روش گارچ و گارچ بوت استرپ پرداخته شده است. داده‌های تحقیق، ۵۰ شرکت برتر بازار اوراق بهادار، با توجه به مقایسه بازه‌های اطمینان حاصل از دو روش مذکور و ارزیابی پیش بینی با استفاده از ضرایب تخمینی بوت استرپ، نتایج حاصل از ۵۰۰ بار نمونه گیری مجدد حاکی از آن است که بازه اطمینان روش گارچ بوت استرپ از بازه اطمینان روش گارچ، کوتاه‌تر است، لذا روش گارچ بوت استرپ پیش‌بینی دقیق‌تری نسبت به روش گارچ ارائه می‌دهد. معمولاً انتظار بر این است که با افزایش افق زمانی پیش‌بینی واریانس افزایش یابد اما در مورد روش گارچ (۱,۱) چنین حالتی رخ نمی‌دهد؛ لذا پیش‌بینی با استفاده از روش گارچ بوت استرپ سازگاری بیش‌تری با شواهد تئوریک دارد.

واژه‌های کلیدی: بازه اطمینان، بوت استرپ، گارچ، نوسان.

۱- مقدمه

یکی از مباحثی که همواره موردتوجه محققان مختلف بوده است، مقوله پیش‌بینی است. پیش‌بینی، ترکیبی از علم و هنر درزمینه‌ی پیش‌گویی رویدادهای آینده است؛ این اصطلاح همان‌طور که از مفهوم آن برداشت می‌شود، ناظر بر آینده و مسائل و رویدادهای مربوط به آن است و ازآنجاکه آینده همراه با عدم اطمینان است، پیش‌بینی یک برآورد کمی راجع به‌احتمال وقایع ناشناخته و نامعلوم آینده است که در تصمیمات کنونی ما نقش مهمی دارند[۱] (ترکمان

[۱]- آدرس الکترونیکی نویسنده مسئول مقاله: r.ghasemiyeh@scu.ac.ir

احمدی،۱۳۸۹، ص: ۵۳-۲۲). بازارهای مالی به‌طور اعم و بازار سهام به‌طور اخص می‌تواند در اوج خوش‌بینی، غافل‌گیرکننده باشند و گاهی آن‌قدر شگفت‌آور عمل می‌کنند که با معیارهای تحلیلی همخوانی ندارند. همچنین در برخی مواقع که ما انتظارش را نداریم، روند جدیدی شکل می‌گیرد. حال این سؤال مطرح می‌شود که آیا راه و روشی برای پیش‌بینی نوسان قیمت سهام وجود دارد؟

سرمایه‌گذاران در سرتاسر جهان به دنبال تکامل شناخت آینده سهام خود هستند؛ انگیزه آن‌ها کسب سود حداکثر در شرایط مخاطره پذیری قابل‌قبول و در محدوده زمان قابل‌قبول است[۲] (پازیکی[۱]، ۲۰۱۷، ص: ۱۵۵)؛ لذا اندازه‌گیری نوسان[۲] (تلاطم) نقش مهمی در ارزیابی ریسک و عدم‌اطمینان در بازارهای مالی ایفا می‌کند[۳] (چن[۳]، ۲۰۱۱، ص: ۵۱). نوسان یکی از عوامل نامعلوم و تعیین‌کننده در تحلیل سری زمانی مالی است و ازآنجا که نوسانات جزء غیرقابل انعطاف سری‌های زمانی مالی است، برای ارزیابی پارامترهای کارآمد و بهبود دقت فواصل پیش‌بینی برای ارزیابی عدم‌قطعیت در مدیریت ریسک باید به‌درستی مدل‌سازی شود[۴] (بستی[۴]، ۲۰۱۸، ص: ۳).

یک فرض اولیه به هنگام مدل‌سازی نوسان این است که نوسان را به دو بخش قابل‌پیش‌بینی و غیرقابل‌پیش‌بینی تقسیم کرد. با توجه به این حقیقت که در سری‌های زمانی مالی، ارزش اضافه ریسک تابعی از نوسان بازده است. تمرکز تحقیقات بر جزء قابل‌پیش‌بینی نوسان بازده است؛ ازاین‌رو مدل‌سازی نوسان در سری‌های زمانی مالی، از منظر پژوهشگران و فعالان بخش مالی، به لحاظ موارد استفاده آن در پیش‌بینی تلاطم و ریسک سهام، موضوع جذابی است[۵] (حیرانی، ۱۳۹۷، ص: ۹۵).

ازجمله مهم‌ترین ویژگی‌های موجود در سری‌های زمانی مالی، پایداری موقت نوسان (تلاطم خوشه‌ای[۵]) و کشیدگی (وجود دنباله‌های پهن[۶] توزیع داده‌ها) است، وجود دو ویژگی مذکور در سری‌های زمانی مالی، تردیدی را در مورد صحت و اعتبار مدل‌سازی استاندارد که فرایند تولید بازده را در حالتی با فرض واریانس همسانی توصیف می‌نماید، ایجاد کرده است[۶] (فتحی[۷]، ۲۰۱۵، ص: ۸۰)؛ درواقع واریانس در تمام دوره‌ها لزوماً ثابت نیست و متناسب بازمان تغییر می کند؛ برای رفع ناهمسانی واریانس[۸]، باید از مدل‌هایی که شرط ناهمسانی واریانس را در برازش

---

[۱] Martin Pazicky (2017)

[۲] Volatility

[۳] Bei Chen, Yulir R. Gel, N. Balakrishna, Bovas Araham (2011)

[۴] Beste Hamiye Beyaztas, Ufuk Beyaztas (2018)

[۵] Volatility Clustering

[۶] Fat -Tail

[۷] Kianoush Fathi Vajargah, Maryam Shoghi (2015)

[۸] Heteroscedastic

مدل و تعمیم‌های آن در نظر می‌گیرند، استفاده گردد. مدل‌های گارچ[۱] ازجمله متداول‌ترین مدل‌ها برای نوسانات سری‌های زمانی داده‌های اقتصادی با فرض ناهمسانی واریانس[۲] هستند[۷] (ایران پناه ۱۳۹۱، ص: ۲) و ازآنجاکه مدل گارچ (۱,۱) معادل آرچ بی‌نهایت است و تمام ناهمسانی واریانس را دربرمی‌گیرد؛ لذا برای پیش‌بینی بسیار مناسب است [۹ ، ۸] (هانسون[۳]، ۲۰۰۵، ص:۸۸۷ و فریمپانگ[۴]، ۲۰۰۶، ص:۲۱).

به‌طور کلی، پیش‌بینی می‌تواند در دو حالت برآورد نقطه‌ای و برآورد فاصله‌ای انجام گیرد. اگرچه نویسندگان در مورد تجزیه‌وتحلیل و پیش‌بینی سری زمانی معمولاً به فواصل پیش‌بینی توجه کمی می‌کنند و راهنمایی‌های کمی در مورد نحوه محاسبه آن‌ها ارائه می‌دهند؛ اما برآورد فاصله‌ای نتایج بهتری را ارائه می‌دهد. فواصل پیش‌بینی به‌طورکلی، بر اساس فرضی که مدل شناخته‌شده است و خطاها توزیع نمونه‌ای محاسبه می‌شود[۱۰] (تراشس[۵]، ۲۰۱۶، ص: ۱). اگرچه فواصل پیش‌بینی، نتیجه‌گیری بهتر را با توجه به عدم‌قطعیت دنباله‌ای غیرقابل انطباق از نوسانات ارائه می‌کنند؛ لیکن ساختن فواصل پیش‌بینی نیاز به برخی از مفروضات توزیعی است که عملاً ناشناخته است و می‌تواند به نتایج غیرقابل‌اعتماد منجر شود؛ لذا یک راه‌حل برای ایجاد فواصل پیش‌بینی بدون در نظر گرفتن مفروضات توزیع، استفاده از روش‌های بازنمونه‌گیری شناخته‌شده مانند بوت استرپ است[۴] (بستی، ۲۰۱۸، ص: ۳). به‌دست‌آوردن فواصل پیش‌بینی با استفاده از روش بوت استرپ است که نیازی به فرض بر توزیع ناشناخته ندارد[۱۰] (تراشس، ۲۰۱۶، ص: ۱). نمونه‌گیری بوت استرپ کاستی‌های مدل بیان‌شده را در ارتباط با پیش‌بینی برطرف می‌کند و استفاده از این مدل‌ها را ، که به‌دلیل عدم‌ارائه تخمین‌های مناسب کنار گذاشته‌شده‌اند، احیا می‌کند.

یکی از مباحثی که همواره موردتوجه محققان مختلف بوده است، مقوله پیش‌بینی است. پیش‌بینی، ترکیبی از علم و هنر درزمینه‌ی پیش‌گویی رویدادهای آینده است؛ این اصطلاح همان‌طور که از مفهوم آن برداشت می‌شود، ناظر بر آینده و مسائل و رویدادهای مربوط به آن است و ازآنجاکه آینده همراه با عدم اطمینان است، پیش‌بینی یک برآورد کمی راجع به‌احتمال وقایع ناشناخته و نامعلوم آینده است که در تصمیمات کنونی ما نقش مهمی دارند[۱] (ترکمان احمدی،۱۳۸۹، ص: ۵۳-۲۲). بازارهای مالی به‌طور اعم و بازار سهام به‌طور اخص می‌تواند در اوج خوش‌بینی، غافل‌گیرکننده باشند و گاهی آن‌قدر شگفت‌آور عمل می‌کنند که با معیارهای تحلیلی

[۱] Garch

[۲] Heteroscedastic

[۳] Peter R. Hanson, Asger Lunde (2005)

[۴] Frimpong Joseph Magnus, Oteng-Abayie Eric Fosu (2006)

[۵] Carlos Trucios, Luiz K. Hotta (2015)

همخوانی ندارند. همچنین در برخی مواقع که ما انتظارش را نداریم، روند جدیدی شکل می‌گیرد. حال این سؤال مطرح می‌شود که آیا راه و روشی برای پیش‌بینی نوسان قیمت سهام وجود دارد؟

سرمایه‌گذاران در سرتاسر جهان به دنبال تکامل شناخت آینده سهام خود هستند؛ انگیزه آن‌ها کسب سود حداکثر در شرایط مخاطره پذیری قابل‌قبول و در محدوده زمان قابل‌قبول است[۲] (پازیکی[۱]، ۲۰۱۷، ص: ۱۵۵)؛ لذا اندازه‌گیری نوسان[۲] (تلاطم) نقش مهمی در ارزیابی ریسک و عدم‌اطمینان در بازارهای مالی ایفا می‌کند[۳] (چن[۳]، ۲۰۱۱، ص: ۵۱). نوسان یکی از عوامل نامعلوم و تعیین‌کننده در تحلیل سری زمانی مالی است و ازآنجا که نوسانات جزء غیرقابل انعطاف سری‌های زمانی مالی است، برای ارزیابی پارامترهای کارآمد و بهبود دقت فواصل پیش‌بینی برای ارزیابی عدم‌قطعیت در مدیریت ریسک باید به‌درستی مدل‌سازی شود[۴] (بستی[۴]، ۲۰۱۸، ص: ۳).

یک فرض اولیه به هنگام مدل‌سازی نوسان این است که نوسان را به دو بخش قابل‌پیش‌بینی و غیرقابل‌پیش‌بینی تقسیم کرد. با توجه به این حقیقت که در سری‌های زمانی مالی، ارزش اضافه ریسک تابعی از نوسان بازده است. تمرکز تحقیقات بر جزء قابل‌پیش‌بینی نوسان بازده است؛ ازاین‌رو مدل‌سازی نوسان در سری‌های زمانی مالی، از منظر پژوهشگران و فعالان بخش مالی، به لحاظ موارد استفاده آن در پیش‌بینی تلاطم و ریسک سهام، موضوع جذابی است[۵] (حیرانی، ۱۳۹۷، ص: ۹۵).

ازجمله مهم‌ترین ویژگی‌های موجود در سری‌های زمانی مالی، پایداری موقت نوسان (تلاطم خوشه‌ای[۵]) و کشیدگی (وجود دنباله‌های پهن[۶] توزیع داده‌ها) است، وجود دو ویژگی مذکور در سری‌های زمانی مالی، تردیدی را در مورد صحت و اعتبار مدل‌سازی استاندارد که فرایند تولید بازده را در حالتی با فرض واریانس همسانی توصیف می‌نماید، ایجاد کرده است[۶] (فتحی[۷]، ۲۰۱۵، ص: ۸۰)؛ درواقع واریانس در تمام دوره‌ها لزوماً ثابت نیست و متناسب بازمان تغییر می کند؛ برای رفع ناهمسانی واریانس[۸]، باید از مدل‌هایی که شرط ناهمسانی واریانس را در برازش مدل و تعمیم‌های آن در نظر می‌گیرند، استفاده گردد. مدل‌های گارچ[۹] ازجمله متداول‌ترین

---

[۱] Martin Pazicky (2017)

[۲] Volatility

[۳] Bei Chen, Yulir R. Gel, N. Balakrishna, Bovas Araham (2011)

[۴] Beste Hamiye Beyaztas, Ufuk Beyaztas (2018)

[۵] Volatility Clustering

[۶] Fat -Tail

[۷] Kianoush Fathi Vajargah, Maryam Shoghi (2015)

[۸] Heteroscedastic

[۹] Garch

مدل‌ها برای نوسانات سری‌های زمانی داده‌های اقتصادی با فرض ناهمسانی واریانس[1] هستند[۷] (ایران پناه ۱۳۹۱، ص: ۲) و ازآنجاکه مدل گارچ (۱,۱) معادل آرچ بی‌نهایت است و تمام ناهمسانی واریانس را دربرمی‌گیرد؛ لذا برای پیش‌بینی بسیار مناسب است[۹، ۸] (هانسون[2]، ۲۰۰۵، ص:۸۸۷ و فریمپانگ[3]، ۲۰۰۶، ص:۲۱).

به‌طور کلی، پیش‌بینی می‌تواند در دو حالت برآورد نقطه‌ای و برآورد فاصله‌ای انجام گیرد. اگرچه نویسندگان در مورد تجزیه‌وتحلیل و پیش‌بینی سری زمانی معمولاً به فواصل پیش‌بینی توجه کمی می‌کنند و راهنمایی‌های کمی در مورد نحوه محاسبه آن‌ها ارائه می‌دهند؛ اما برآورد فاصله‌ای نتایج بهتری را ارائه می‌دهد. فواصل پیش‌بینی به‌طورکلی، بر اساس فرضی که مدل شناخته‌شده است و خطاها توزیع نمونه‌ای محاسبه می‌شود[۱۰] (تراشس[4]، ۲۰۱۶، ص: ۱). اگرچه فواصل پیش‌بینی، نتیجه‌گیری بهتر را با توجه به عدم‌قطعیت دنباله‌ای غیرقابل انطباق از نوسانات ارائه می‌کنند؛ لیکن ساختن فواصل پیش‌بینی نیاز به برخی از مفروضات توزیعی است که عملاً ناشناخته است و می‌تواند به نتایج غیرقابل‌اعتماد منجر شود؛ لذا یک راه‌حل برای ایجاد فواصل پیش‌بینی بدون در نظر گرفتن مفروضات توزیع، استفاده از روش‌های بازنمونه‌گیری شناخته‌شده مانند بوت استرپ است[۴] (بستی، ۲۰۱۸، ص: ۳). به‌دست‌آوردن فواصل پیش‌بینی با استفاده از روش بوت استرپ است که نیازی به فرض بر توزیع ناشناخته ندارد[۱۰] (تراشس، ۲۰۱۶، ص: ۱). نمونه‌گیری بوت استرپ کاستی‌های مدل بیان‌شده را در ارتباط با پیش‌بینی برطرف می‌کند و استفاده از این مدل‌ها را ، که به‌دلیل عدم‌ارائه تخمین‌های مناسب کنار گذاشته‌شده‌اند، احیا می‌کند.

اگرچه مدل‌های گارچ به ساختار ساده پیش‌بینی‌ها کمک می‌کنند، اما تجزیه‌وتحلیل ریاضی توزیع نمونه‌گیری، اگر پارامترهای تخمین زده‌شده در ساختن پیش‌بینی‌ها با استفاده از مدل گارچ باشد، می‌تواند متفاوت باشد. درنهایت برای درک بیش‌تر از خطرات، باید توزیع‌های نمونه‌گیری را به‌دست آورد تا بتوان فواصل پیش‌بینی، بازه‌های اطمینان را محاسبه کرد[۱۱] (هوانگ[5]، ۲۰۱۳، ص: ۴۱)؛ روش گارچ بوت استرپ، یک روش بوت استرپ پارامتری[6] است که با توجه به

---

[1] Heteroscedastic

[2] Peter R. Hanson, Asger Lunde (2005)

[3] Frimpong Joseph Magnus, Oteng-Abayie Eric Fosu (2006)

[4] Carlos Trucios, Luiz K. Hotta (2015)

[5] Eunju Hwanga, Dong Wan Shin (2013)

[6] Parametric Bootstrap

شرط مثبت بودن ضرایب آن، باید از روش بوت استرپ مبتنی بر مدل[۱] استفاده کرد[۴] (بستی، ۲۰۱۸، ص: ۴).

لازم‌به‌ذکر است که پیش‌بینی را می‌توان به دو صورت درون‌نمونه‌ای[۲] و برون‌نمونه‌ای[۳] انجام داد؛ پیش‌بینی درون‌نمونه‌ای برای این منظور انجام می‌شود که امکان مقایسه مقادیر پیش‌بینی‌شده با مقادیر واقعی را فراهم نماید؛ پیش‌بینی برون‌نمونه‌ای پس از انجام پیش‌بینی درون‌نمونه‌ای و برای آزمون نمودن صحت نتایج انجام می‌گردد[۱۲] (حکیمی، ۱۳۹۳، ص: ۴۰-۳۹). ازآنجاکه پیش‌بینی فرایندی آینده‌نگر است، پیش‌بینی درون‌نمونه‌ای، از اعتبار چندانی برخوردار نیست؛ به همین جهت استفاده از پیش‌بینی برون‌نمونه‌ای مناسب‌تر هست[۱۳] (راعی، ۱۳۹۲، ص: ۳). در همین راستا این پژوهش به‌دنبال بررسی و مقایسه نتایج حاصل از پیش‌بینی برون‌نمونه‌ای نوسان (تلاطم) با استفاده از دو روش گارچ و گارچ بوت استرپ در جهت پاسخ به این سؤال است که کدام روش می‌تواند پیش‌بینی برون‌نمونه‌ای دقیق‌تری از نوسان (تلاطم) آتی سهام ارائه دهد؟

۲- مبانی نظری و پیشینه تحقیق

فرایندهای سری زمانی را می‌توان به سه دسته خطی، تصادفی و آشوب‌گونه دسته‌بندی کرد و بر این اساس قابلیت پیش‌بینی در فرایندهای خطی ممکن، در فرایندهای تصادفی غیرممکن و در فرایندهای آشوب‌گونه تا حدی ممکن است. تحقیقات و مطالعات انجام‌شده قبلی درزمینه‌ی مدل‌سازی و پیش‌بینی قیمت سهام بیشتر بر اساس اثبات این فرضیه بوده است که تغییرات قیمت و بازده سهام در بازار بورس و مخصوصاً بازار بورس تهران علیرغم شباهت زیادی که به رفتار تصادفی و اتفاقی دارد، اتفاقی نیست بلکه از نوع آشوب‌گونه است؛ بنابراین در این بازار تلاطم مداوم وجود دارد[۱۴] (خالوزاده، ۱۳۸۴، ص: ۱) و از آنجا که یکی از عوامل مهم بازدارنده در بازار سرمایه، نااطمینانی و ریسک مشارکت در سرمایه گذاری است که می‌تواند ناشی از تلاطم موجود در بازار باشد؛ لذا یک تخمین مناسب از تلاطم قیمت سهام می‌تواند به‌عنوان نقطه آغاز کنترل ریسک و انتخاب بهینه مطرح گردد[۱۵] (فتاحی، ۱۳۹۴، ص: ۸۰). تلاطم با ریسک مرتبط است؛ اما دقیقاً خود ریسک نیست؛ ریسک با نتایج نامطلوب مرتبط بوده، درحالی‌که تلاطم معیاری برای عدم‌اطمینان است که می‌تواند با نتایج مثبت همراه باشد[۱۶] (پاکیزه، ۱۳۹۰، ص: ۲).

مطالعات تجربی انجام‌شده توسط رسول سجاد و گرجی (۱۳۹۱) بر روی داده‌های مالی نشان‌دهنده عدم ثبات واریانس در طول زمان بوده است. درواقع واریانس، نوسانات قابل‌توجهی را

[۱] Model- Based

[۲] In- Sample

[۳] Out-Of-Sample

تجربه می‌کند؛ بدین معنا که اثر یک شک در عوامل بازار در یک روز مشخص، تنها به‌همان زمان محدود نمی‌شود، بلکه اثر این شک در روزهای بعد نیز محسوس خواهد بود[۱۷].

برای رفع ناهمسانی واریانس، روش معمول بر اساس تبدیل داده‌ها است، ولی روش معقول استفاده از مدل‌هایی است که شرط ناهمسانی واریانس را در برازش مدل‌ها در نظر بگیرند. در مدل‌های اقتصادسنجی سنتی، ثابت بودن واریانس جملات اخلال، همواره یکی از فروض اصلی و کلاسیک به‌حساب می‌آید[۵] (حیرانی، ۱۳۹۷ ص:۹۶). مدل‌های گارچ و تعمیم‌های آن ازجمله متداول‌ترین مدل‌ها برای نوسانات مدل‌های سری‌های زمانی داده‌های اقتصادی با فرض ناهمسانی واریانس هستند.

مدل گارچ اولین بار توسط بولرسیلو[۱] در سال ۱۹۸۶ معرفی‌شده است. آندرسن[۲] و بولرسیلو (۱۹۹۸) در یک مطالعه تجربی نشان دادند که مدل گارچ برای پیش‌بینی بی‌ثباتی آینده مناسب است. انگل و پاتون[۳] (۲۰۰۱) چندین مدل نوسانگرهایی شامل گارچ (۱,۱) را برای پیش‌بینی بی ثباتی مقایسه کردند. تمام مطالعات فوق برای پیش‌بینی مقادیر پارامترهای داده‌شده فرض شده است[۱۱] (هوانگ، ۲۰۱۳، ص: ۴۱).

مطالعات ایران پناه و اصلانی (۱۳۹۱) نشان می‌دهد که مدل گارچ (۱,۱) معمول‌ترین ساختار مورداستفاده برای بسیاری ازسری‌های زمانی مالی هستند. برای گارچ (۱,۱) پیش‌بینی دو دوره آتی نسبی به یک دوره آتی، مقداری نزدیک‌تر به میانگین بلندمدت واریانس است و به‌همین ترتیب واریانس پیش‌بینی‌شده در افق‌های زمانی دورتر به میانگین بلندمدت واریانس نزدیک و نزدیک‌تر می‌شود و به‌عبارتی هنگامی‌که t به سمت بی‌نهایت میل می‌کند، واریانس شرطی حاصل از مدل، به واریانس شرطی (میانگین بلندمدت واریانس) میل می‌نماید، بنابراین مدل‌های گارچ دارای خاصیت بازگشت میانگین[۴] می‌باشند؛ لذا درعین‌حال که واریانس شرطی خروجی آن‌ها ناهمسان است، دارای یک واریانس شرطی نیز هست [۷].

روش‌های بوت استرپ جایگزین‌های عملی برای تجزیه‌وتحلیل ریاضی در درک توزیع‌های نمونه‌گیری برای پیش‌بینی است که با توجه به پارامترهای برآوردشده، تغییرات را دربرمی گیرد[۱۱] (هوانگ، ۲۰۱۳، ص: ۴۱). بر اساس مطالعات رسول سجاد و گرجی (۱۳۹۱)، روش بوت استرپ یک روش ساده و مفید برای ارزیابی نااطمینانی در روش‌های تخمین است. ویژگی متمایز این روش آن است که تحلیل‌های آماری یا ریاضی را با شبیه‌سازی بر اساس نمونه‌گیری

---

[۱] Bollerslev

[۲] Andersen

[۳] Engle, Patton

[۴] Mean Reverting Property

مجدد[۱] از یک مجموعه از داده‌های معین جایگزین می‌کند؛ بنابراین این روش وسیله‌ای برای ارزیابی صحت پارامترهای تخمین‌زننده بدون نیاز به متوسل شدن به فروض پارامتری[۲] قوی یا فرمول‌های فاصله اطمینان دقیق فراهم می‌کند[۱۷].

ایده‌ی اصلی در مورد روش بازنمونه‌گیری بوت استرپ ازآنجا تلقی می‌شود که استنباط در مورد یک جامعه از روی یک نمونه می‌تواند به‌صورت استنباط در مورد نمونه از روی واحدهای بازنمونه‌گیری شده درآید. علیرغم وجود اصول اولیه در استفاده از روش بوت استرپ، این روش قابلیت تطابق فوق‌العاده‌ای برای موارد خاص داشته و حتی اگر این اصول برقرار نباشند، می‌توان روش‌های بوت استرپ را با شرایط موجود تطبیق نمود. میگل و اولیو[۳] (۱۹۹۹) و ریوس[۴] (۲۰۰۵) روش آرچ بوت استرپ را برای پیش‌بینی پیشنهاد کردند. همچنین پاسکال[۵] (۲۰۰۶) روش بوت استرپ را برای برآورد توزیع پیش‌گویی و محاسبه بازه‌های پیش‌گویی برای بازده و نوسانات در مدل‌های گارچ ارائه نمود[۱۹]. (هوانگ، ۲۰۱۳، ص: ۴۱) و با توجه به‌شرط مثبت بودن ضرایب آن برای به‌دست‌آوردن بازه‌های اطمینان بوت استرپ گارچ از بوت استرپ پارامتری استفاده می شود[۱۱].

روش بوت استرپ پارامتری شامل بازنمونه‌گیری از مدل‌هایی است که پارامتر آن‌ها از نمونه مشاهده‌شده برآورد شده‌اند[۱۸] (ایران پناه، ۱۳۹۳، ص:۸۷)؛ درصورتی‌که یک توزیع معین برای داده‌ها فرض شود، روش بوت استرپ به‌صورت پارامتری اجرا خواهد شد. بر اساس رسول سجاد و گرجی (۱۳۹۱)، هنگامی‌که شیوه پارامتری مورداستفاده قرار می‌گیرد؛ بوت استرپ پاسخ‌های دقیق‌تری را نسبت به به‌کارگیری فرمول‌های رایج ارائه می‌دهد و امکان دستیابی به پاسخ مسائل را در صورت عدم دسترسی به فرمول‌های معین فراهم می‌کند و می‌توان نمونه بوت استرپ‌شده را برای برآورد فاصله اطمینان برای پارامترها مورداستفاده قرار داد. فاصله اطمینان، برآوردی از پارامتر جامعه و میزانی از دقت آن را به‌طور هم‌زمان ارائه می‌کند و هرچه این فاصله کوتاه‌تر باشد، دقت بیش‌تری را در برآورد پارامتر جامعه فراهم می‌کند که برای سنجش دقت مدل‌ها و انتخاب مدل برتر از آن استفاده می‌شود[۱۷].

فاصله اطمینان از مجموع میانگین توزیع نمونه‌ای به همراه شاخص پراکندگی که در سمت چپ و راست برآوردگر تعیین می‌شود، ایده‌ای برای تعریف یک‌فاصله برای پارامتر جامعه را فراهم می کند. به‌عبارت‌دیگر، بر اساس این فاصله می‌توان دامنه‌ای از مقادیر را تعریف نمود که با یک سطح

---

۱ Resampeling

۲ Parametric

۳ Miguel and Olave (1999)

۴ Reeves (2005)

۵ Lorenzo Pascual, Juan Romo, Esther Ruiz (2006)

معلومی از اطمینان، پارامتر جامعه می‌تواند آن مقادیر را بپذیرد. لازم‌به‌ذکر است در ارائه کردن داده‌ها از انحراف معیار استفاده می‌شود ولی زمانی که هدف انجام استنباط درباره میانگین است (آزمون فرض و فاصله اطمینان)، در این صورت خطای معیار استفاده می‌شود. درواقع انحراف معیار تغییرپذیری داده‌ها در جامعه را نشان می‌دهد و خطای معیار، تغییرپذیری میانگین را در اطراف میانگین جامعه و به عبارت دقیق‌تر، انحراف معیار توزیع نمونه‌گیری میانگین را نشان می دهد. در عمل به‌دلیل این که خطای معیار از انحراف معیار کوچک‌تر است، با تصور این که پراکندگی را کم‌تر نشان می‌دهد، به‌اشتباه به‌جای انحراف معیار استفاده می‌گردد؛ بنابراین محققانی مانند آذر و مومنی (۲۰۰۹) توصیه می‌کنند که صرفاً در مسائل استنباطی و آن‌هم در قالب فاصله اطمینان از خطای معیار استفاده شود[۲۰].

با توجه به مطالب فوق، در این پژوهش تلاش می‌شود به سؤال زیر پاسخ داده شود:

۱. به‌کارگیری کدام‌یک از روش‌های گارچ و گارچ بوت استرپ در بازار ایران می‌تواند منجر به‌پیش بینی بهتر نوسان آتی سهم و نهایتا منجر به کسب بازده بیش‌تر شود؟

لذا فرضیه این پژوهش بدین شرح می‌باشد: روش گارچ بوت استرپ پیش‌بینی دقیق‌تری نسبت به روش گارچ ارائه می‌دهد و استفاده از آن موجب کسب بازده بیش‌تر سرمایه‌گذاری خواهد شد.

حال به بیان پژوهش‌های قبلی مرتبط به این پژوهش پرداخته می‌شود.

در جهت بررسی مفید بودن روش گارچ (۱,۱)، هانسون و همکارانش (۲۰۰۵) در پژوهشی به بررسی و مقایسه ۳۳۰ مدل از انواع مدل‌های گارچ که توانایی توضیح واریانس را دارند بر روی نرخ ارز آلمان[۱] و بازده سهام شرکت بین‌المللی تجارت ماشین[۲] پرداختند و به این نتیجه رسیدند که مدل گارچ (۱, ۱) از بین روش‌های گارچ بهترین روش تخمین نوسانات است. فریمپانگ و همکارش (۲۰۰۶) نیز آن را تأیید نمودند؛ آن‌ها در پژوهشی به بررسی نوسانات بورس غنا با استفاده از روش‌های گشت تصادفی، گارچ (۱,۱)، گارچ نمایی[۳] (۱,۱) و گارچ آستانه[۴] (۱,۱) طی دوره ده‌ساله پرداختند و به این نتیجه رسیدند که مدل گارچ (۱,۱) نسبت به سایر روش‌ها برتری دارد. در بررسی مفید بودن روش گارچ بوت استرپ نیز حاتمی و همکارش[۵] (۲۰۱۱) به بررسی رابطه علی بین بازده و نوسانات در بازار سهام ایالات‌متحده در طول دوره ۲۰۰۴-۲۰۰۹ با استفاده از داده‌های روزانه با روش آرچ بوت استرپ پرداختند و به این نتیجه رسیدند که روش آرچ بوت

[۱] Deuts Chemark (DM-$)

[۲] International Business Machines Corporation(IBM)

[۳] Exponential General Autoregressive Conditional Heteroscedastic

[۴] Threshold GARCH

[۵] Abdulnasser Hatemi-J, Manuchehr Irandoust (2011)

استرپ روش مناسبی جهت پیش‌بینی نوسانات است[۲۱]. چن و همکاران (۲۰۱۱) یک روش بازنمونه‌گیری ساده، کارآمد و بدون توزیع را برای ایجاد فواصل پیش‌بینی برای بازده و نوسانات مدل آرچ/گارچ پیشنهاد کردند که مطالعات شبیه‌سازی آن‌ها نشان می‌دهد که روش نمونه‌گیری جدید، فواصل پیش‌بینی دقیق‌تر را برای هر دو بازده و نوسانات فراهم می‌کند، این درحالی است که هزینه‌های محاسباتی[۱] را تا ۱۰۰ بار در مقایسه با سایر روش‌های بازنمونه‌گیری برای مدل آرچ/گارچ، کاهش می‌دهد. در پژوهشی دیگر، آمانینا و همکاران[۲] (۲۰۱۴) مدل گارچ (۱,۱) و مدل ترکیبی گارچ بوت استرپ برای تحلیل نوسانات شاخص سارایا کوالالامپور را پیشنهاد دادند. این پیش‌بینی بر اساس شاخص سارایا کوالالامپور در سال ۲۰۰۹ برای سه دوره افق زمانی یک ماه، سه ماه و شش ماه انجام شد و اثربخشی مدل گارچ بوت استرپ با مقایسه مدل گارچ (۱,۱) از طریق فواصل اطمینان بررسی شد و نتایج پژوهش نشان داد که روش گارچ بوت استرپ به‌طور معنی‌داری برای تخمین واریانس شرطی به‌دلیل کوتاه‌تر بودن بازه اطمینان و دقت بالا، بهتر است. بنابراین مدل پیشنهادشده برای ارزیابی نوسانات شاخص سارایا کوالالامپور مناسب است [۲۳].

ترچ[۳] (۲۰۱۵) نیز روش بوت استرپ در هنگام محاسبه فواصل پیش‌بینی آینده برای بازده و همچنین در مورد مدل گارچ را کارآمد دانست زیرا می‌تواند از محاسبات گسترده و برآورد پارامتر جلوگیری کند[۲۲]. اسادام و همکارش[۴] (۲۰۱۵) با استفاده از تکنیک بوت استرپ نیمه پارامتری جدید که شامل نمونه‌های مجدد مقادیر حاصل از برآورد معادلات گارچ و استفاده از یک روش بلوک متحرک مدل بهتری برای پیش‌بینی نوسانات پیشنهاد دادند[۲۵]. پازیکی (۲۰۱۷) نیز به مقایسه نتایج حاصل از پیش‌بینی نوسان قیمت سهام با استفاده از روش مونت‌کارلو و گارچ و گارچ بوت استرپ بر روی قیمت روزانه گروه بانکداری فرانسوی[۵] از تاریخ ۳ ژانویه ۲۰۰۰ تا ۳۱ ژانویه ۲۰۱۷، پرداخته است و درنهایت به این نتیجه رسید مدل گارچ بوت استرپ نسبت به روش مونت‌کارلو و گارچ قوی‌تر است[۲]. تراشس و همکاران[۶] (۲۰۱۷) نیز به بررسی بازه‌های اطمینان پیش‌بینی بازده و نوسانات بوت استرپ شده به‌دست‌آمده از روش PRR و MT در مدل‌های گارچ پرداختند و به این نتیجه رسیدند که روش بوت استرپ پیشنهادشده در این مقاله یک ابزار قوی برای محاسبه مدل‌های پیش‌بینی است[۲۶]. همچنین بیاژآس و همکاران[۷] (۲۰۱۸) به ارائه یک

[۱] Computational Costs

[۲] Z. Nur Amanina, L. Muhamad Safiih, D.A.D Anthea (2014)

[۳] Garrett Tresch(2015)

[۴] Naceur Essaddam, Ayman Mnasri (2015)

[۵] BNPParibas

[۶] Carlos Trucios,LuizK Hotta, Esther Ruiz (2017)

[۷] Beste Hamiye Beyaztas, Ufuk Beyaztas, Soutir Bandyopadhyay, Wei-Min Huang (2018)

الگوریتم بوت استرپ جدید را برای به‌دست‌آوردن فواصل پیش‌بینی برای مدل گارچ (۱,۱) ارائه دادند که می‌تواند برای ایجاد فواصل پیش‌بینی برای بازده‌های آینده و نوسانات استفاده شود و نتایج نشان داد الگوریتم پیشنهادی می‌تواند بازه‌های پیش‌گویی مناسبی برای دوره‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت به‌خصوص نوسانات آینده ارائه دهد و روش پیشنهادی در این مقاله می تواند راهنمای خوبی برای سرمایه‌گذاران و معامله گران بین‌المللی برای تصمیم‌گیری برای مدیریت ریسک‌ها باشد[۲۸].

ازجمله پژوهش‌های داخلی انجام‌شده در این زمینه: نبوی چاشمی و همکار (۱۳۹۵) به تخمین نوسان ماهانه بازده سهام ۵۰ شرکت برتر بورسی در دوره ۵ ساله از سال ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۱ با استفاده از مدل‌های براونی، براونی کسری و گارچ همچنین مقایسه آن‌ها برای انتخاب بهترین مدل پرداختند. نتایج مقایسه مدل حرکت براونی، مدل براونی کسری و مدل گارچ، مدل گارچ را به‌عنوان مدل برتر نشان داده است[۲۶]. همچنین راسخی و همکاران (۱۳۹۳) با استفاده از داده‌های ماهانه شاخص کل طی دوره ۱۳۹۲-۱۳۷۰ در جستجوی مدلی با بهترین عملکرد از میان مدل‌های خانواده واریانس ناهمسان شرطی جهت پیش‌بینی نوسانات پرداختند و روش گارچ و گارچ قدرت[۱] بهترین عملکرد در پیش‌بینی را دارد[۲۹]. زراء نژاد و همکارش (۱۳۹۲) نیز در پژوهشی به بررسی خطی یا غیرخطی بودن بازده شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران طی بازه زمانی ۱۳۸۸/۰۱/۰۵ الی ۱۳۹۰/۰۷/۲۳ پرداختند و نتایج نشان داد که شاخص بورس تهران از رفتار غیرخطی تبعیت می‌کند. سپس، با استفاده از تکنیک‌های مختلف پیش‌بینی مدل‌های خطی و غیرخطی برآورد و دقت این مدل‌ها بررسی و مشخص شد مدل‌های غیرخطی ازجمله گارچ نسبت به مدل‌های خطی از عملکرد بهتری برخوردارند[۳۰] و برای بررسی مفید بودن روش گارچ بوت استرپ، ایران پناه و همکارش (۱۳۹۱) به پیش‌بینی شاخص قیمت سهام با روش گارچ پرداختند و برای به دست‌آوردن بازه‌های پیش‌گویی و بازه‌های اطمینان از روش بوت استرپ استفاده کردند و به این نتیجه رسیدند که بازه پیش‌گویی بوت استرپ دقت بسیار بالایی دارد [۷].

لذا مطالعات بیان‌شده حاکی از مفیدبودن روش گارچ و گارچ بوت استرپ است. در همین راستا این پژوهش به‌دنبال بررسی و مقایسه این دو روش در پیش‌بینی نوسان در شرایط بورس اوراق بهادار تهران است.

[۱] Power Garch

۳- روش‌شناسی

این پژوهش ازنظر هدف، کاربردی است. همچنین ازنظر شیوه گردآوری داده‌ها، توصیفی است و از نظر روش بررسی در زمره روش‌های تحلیلی- ریاضی قرار می‌گیرد؛ و مراحل زیر را شامل می‌شود:

۱) استخراج داده‌ها

۲) انتخاب مدل مناسب

۳) انجام شبیه‌سازی

۴) به دست آوردن قدر مطلق خطاها و ضریب همبستگی و میانگین درصد خطاهای شبیه‌سازی.

قلمرو پژوهش

قلمرو مکانی پژوهش. قلمرو مکانی شامل شرکت‌های فعال در بورس اوراق بهادار تهران است و به طور اخص بر شرکت‌های موجود در فهرست ۵۰ سهم برتر این بازار متمرکز شده است.

قلمرو زمانی پژوهش. این پژوهش در بازه زمانی از سال ۱۳۹۷-۱۳۹۰ انجام گرفته است.

جامعه و نمونه آماری. جمعیت آماری در این پژوهش، متشکل از شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران است. روش نمونه‌گیری این پژوهش در زمره روش‌های غیر تصادفی و از نوع هدفمند است. برای انتخاب نمونه موردنیاز دو ویژگی مدنظر قرار گرفت:

۱) سهام موجود در بازه زمانی ۱۳۹۷-۱۳۹۴ در فهرست ۵۰ شرکت فعال‌تر بورس اوراق بهادار تهران باشد.

۲) پایان سال مالی سهام موردبررسی ۱۲/۲۹ باشد.

با توجه به این که لیست ۵۰ شرکت فعال‌تر در هر سه‌ماهه از سال اعلام می‌گردد و تغییراتی در این فهرست صورت می‌گیرد، لذا شرکت‌هایی که به‌طور مشترک در کلیه فصل‌های سال در این بازه زمانی قرار داشته‌اند، شامل ۲۵ شرکت است و این شرکت‌ها جهت پژوهش مورد آزمون قرار گرفته‌اند.

ابزار گردآوری داده‌ها. در این پژوهش به‌منظور جمع‌آوری اطلاعات اولیه و ادبیات موضوع از مطالعات اسنادی و کتابخانه‌ای ازجمله کتاب‌ها، مقالات و سایر مدارک و اسناد مالی قبلی مورداستفاده قرار می‌گیرد. همچنین برای گردآوری اطلاعات مربوط به فرضیه‌های پژوهش از داده‌های ثانویه استفاده می‌شود. به‌منظور دستیابی به داده‌های مالی و قیمت سهام شرکت‌ها از

سایت‌های وابسته به بورس تهران سایت Fipiran.ir قسمت بازار و نرم‌افزار TseCilent استفاده‌شده است و اطلاعات مربوط به شاخص ۵۰ شرکت برتر از سایت Tse.ir قسمت گزارش‌ها آماری استخراج شده‌اند.

به‌منظور توصیف رفتار واریانس، از مدل گارچ (۱,۱) استفاده‌شده است؛ این مدل فرض می‌کند که بازده از فرایند زیر تبعیت می‌کند:

$$y_t = \varepsilon_t \sigma_t \qquad (۱)$$

$$\sigma_t^2 = \omega + \alpha y_{t-1}^2 + \beta \sigma_{t-1}^2 \qquad (۲)$$

نوسان پذیری (تلاطم) در رابطه (۲) مجموع یک مقدار ثابت (ω) و جزء متغیر که شامل پسماند دوره گذشته (y_{t-1}^2) و نوسان پذیری دوره گذشته (σ_{t-1}^2) است.

ε_t : خطای پسماند (باقیمانده) با واریانس یک (واحد) در روز t.

σ_t^2 : واریانس در روز t.

α، β و ω نیز پارامترهای ناشناخته‌اند و برای این که واریانس مثبت شود، $\alpha \geq 0$ و $\beta \geq 0$ و $\omega > 0$ فرض می‌شود. فرایند y_t ایستا است، اگر $\alpha + \beta < 1$ [۳۱] (پاسکال، ۲۰۰۰، ص:۴).

حال با توجه به مدل گارچ ذکرشده می‌توان مقادیر y_{T+k} و σ_{T+k} براساس داده‌های موجود برای T مشاهده تخمین زد و با داشتن پارامترهای $\theta = (\omega, \alpha, \beta)$ برآوردگر پارامترهای $\widehat{\theta}_T = (\hat{\omega}, \hat{\alpha}, \hat{\beta})$ را برای T مشاهده با استفاده از روش حداقل مربعات غیرخطی تخمین زد. به‌دلیل این که اغلب مدل‌های گارچ با توزیع نرمال برای توضیح رفتارهای دم-سنگین بازده مالی کافی نیست، برآورد مدل‌های گارچ معمولاً با روش حداقل مربعات غیرخطی انجام می‌شود [۳۲] (لاگر[1]، ۲۰۱۲، ص: ۳۱۹۹) و با استفاده از این روش انحراف معیار نمونه را می‌توان از طریق رابطه (۳) استخراج کرد.

$$\widehat{\sigma}_t = \sqrt{\sigma_t^2 \hat{\theta}_n} \qquad t = 1, \dots, n \qquad (۳)$$

در این صورت $\widehat{\sigma}_t$ بهترین تخمین‌زننده حداقل مربعات غیرخطی است؛ سپس می‌توان پسماندها را به‌صورت زیر محاسبه کرد:

$$\hat{\varepsilon}_t = \frac{y_t}{\widehat{\sigma}_t} \qquad t = 1, \dots, T \qquad (۴)$$

[1] Luger(2012)

پس از پیاده‌سازی روش بوت استرپ و به‌دست‌آمدن $Y^*_T = \{y^*_1, \dots, y^*_T\}$ ساختار مدل اصلی را بازنویسی می‌کنیم. در این صورت:

$$\hat{\sigma}^{*2}_t = \hat{\omega} + \hat{\alpha}\, y^{*2}_{t-1} + \hat{\beta}\sigma^{*2}_{t-1} \qquad t = 1, \dots, T \tag{۵}$$

$$y^*_t = \varepsilon^*_t \sigma^*_t \qquad t = 1, \dots, T \tag{۶}$$

سپس، از طریق روش بوت استرپ پارامترهای بوت استرپ شده $\hat{\theta}^*_T = (\hat{\omega}^*, \hat{\alpha}^*, \hat{\beta}^*)$ را با روش بازنمونه‌گیری براساس مدل[1] را محاسبه می‌کنیم و سپس پیش‌بینی‌های بوت استرپ مقادیر آتی از طریق رابطه (۷) و رابطه (۸) به‌دست می‌آید.

$$\hat{\sigma}^{*2}_{t+k} = \hat{\omega}^* + \hat{\alpha}^* y^{*2}_{t+k-1} + \hat{\beta}^* \sigma^{*2}_{t+k-1} \tag{۷}$$

$$y^*_{t+1} = \varepsilon^*_{t+1} \qquad k = 1,2, \dots \tag{۸}$$

پس از به‌دست‌آوردن مجموعه‌ای از مقادیر B برآوردگر y_{T+k}، به‌صورت $B = \{y^{*(1)}_{T+k}, \dots, y^{*(B)}_{T+k}\}$، محدوده پیش‌بینی بوت استرپ با استفاده از چندک‌های توابع توزیع r^*_{T+k} تعریف می‌شود؛ چندک‌های بوت استرپ توزیع می‌تواند با استفاده از فاصله اطمینان نرمال استاندارد محاسبه شود:

$$[\hat{\theta} - Z^{1-\alpha} \times s\hat{e}, \hat{\theta} - Z^{\alpha} \times s\hat{e}] \tag{۹}$$

و جایی که $\hat{\theta}$ یک تخمین معمولی از پارامتر θ است و $s\hat{e}$ تخمینی از خطای استاندارد، به‌عبارت دیگر ما می‌توانیم از این معادله برای به‌دست‌آوردن بازه پیش‌گویی استفاده کنیم:

$$[\hat{\theta} - Z_{\alpha} \times s\hat{e}, \hat{\theta} - Z_{\alpha} \times s\hat{e}] \tag{۱۰}$$

بنابراین درصدهای بوت استرپ $\hat{\theta}^* = s(y^*)$ از سری داده‌های y^* است. حال بازه پیش‌گویی برای y^*_{t+k} به‌صورت زیر به‌دست می‌آید:

$$[L^*_{y,B}(y), U^*_{y,B}(y)] \tag{۱۱}$$

که در آن L^* حد بالای بازه اطمینان و U^* حد پایین بازه اطمینان است [۳۱، ۲۳، ۳۳] (پاسکال، ۲۰۰۰، ص: ۴، ورگا[2]، ۲۰۱۲، ص: ۷ و آمانینا، ۲۰۱۴، ۹۳۰-۹۲۹).

---

[1] Model- Based Resampling

[2] Laszlo Varga, Andras Zempleni (2012)

برای بررسی یک مدل پیش‌بینی و یا انتخاب بهترین مدل از بین مدل‌های مختلف برای سری زمانی به شاخصی نیاز داریم که به کمک آن‌ها بتوان تصمیم لازم در خصوص قبول یا رد مدل پیش‌بینی را اتخاذ کرد. به‌طورکلی هرچه مقدار سری زمانی به مقدار پیش‌بینی‌شده آن نزدیک‌تر باشد، بر صحت بیشتر مدل پیش‌بینی دلالت دارد. بنابراین کیفیت یک مدل با بررسی میزان خطای پیش‌بینی قابل ارزیابی است (آذر، ۱۳۸۵، ص: ۳۲۸). درنهایت برای سنجش دقت مدل‌ها و انتخاب مدل برتر، از فاصله اطمینان استفاده شده است. هرچه این فاصله کوتاه‌تر باشد، دقت بیش‌تری را در برآورد پارامتر جامعه فراهم می‌کند به‌عبارت دیگر فاصله اطمینان با طول کوتاه‌تر به فاصله اطمینان با طول بیشتر ترجیح داده می‌شود [۲۱، ۲۳، ۳۴] (آمانینا، ۲۰۱۴، ص: ۹۳۰ و اصغری جعفرآبادی، ۱۳۹۱، ص: ۱۷۸).

۴- تجزیه و تحلیل داده‌ها

در این پخش به تخمین ضریب اطمینان مدل گارچ (۱,۱) با استفاده از روش نمونه‌گیری مجدد Model- based پرداخته می‌شود و درنهایت بازه اطمینان‌های دو روش گارچ و گارچ بوت استرپ باهم مقایسه می‌شوند.

مطابق با پژوهش‌های پیشین، مدل گارچ (۱,۱) یک روش بسیار مناسب جهت مدل‌سازی نوسانات است؛ زیرا مدل گارچ (۱,۱) معادل آرچ بی‌نهایت است؛ یعنی تمام اثرات ناهمسانی واریانس را در برمی‌گیرد. درواقع مزیت روش گارچ (۱,۱) این است که در آن نیازی نیست بی‌نهایت پارامتر تخمین زده شود و برای تخمین نوسان، تخمین سه پارامتر کافی است چون تمام اثرات ناهمسانی واریانس را دربرمی‌گیرد.

به‌همین منظور، در مطالعه حاضر، به‌منظور بررسی تلاطم در بازار سهام ایران، از الگوی گارچ (۱,۱) طبق رابطه (۱) و رابطه (۲) به‌صورت زیر استفاده‌شده است:

$$r_t = \varepsilon_t \sigma_t \qquad \varepsilon_t \sim WN(0,1)$$

$$\sigma_t^2 = \omega + \alpha r_{t-1}^2 + \gamma \sigma_{t-1}^2$$

در این رابطه بردار پارامترهای مدل $\theta = (\omega, \alpha, \beta)'$ است. به‌منظور ارائه پیش‌بینی با استفاده از روش نمونه‌گیری مجدد مدل محور[1]، با توجه به محدودیت‌های مدل گارچ فوق، باید شرایط $\gamma \geq 0$ و $\alpha \geq 0$ و $\omega > 0$ رعایت شوند؛ لازم به ذکر است علت استفاده از بوت استرپ مدل محور که درواقع بوت استرپ پارامتری است؛ وجود شرط مثبت بودن ضرایب است؛ چون

[1] Bootstrap Based-Model

اگر بوت استرپ با جای‌گذاری استفاده شود، ممکن است ۱- ضرایب منفی شوند؛ اگر ضرایب منفی شوند واریانس منفی می‌شود؛ ۲- ممکن است مجموع ضرایب بیش‌تر از یک شود که در این صورت واریانس بی‌نهایت می‌شود؛ به‌بیان‌دیگر، مدل ما پایدار نیست و این نمی‌تواند موردقبول واقع شود. به‌همین جهت از روش نمونه‌گیری مجدد مدل محور استفاده می‌شود.

شایان‌ذکر است که درروش نمونه‌گیری مجدد مدل محور، از نمونه اصلی نمونه‌گیری مجدد نمی-شود؛ بلکه از یک تابع چگالی احتمال با خانواده پارامتری به شکل $\{f(y|\theta): \theta\epsilon\Theta\}$ استفاده می شود و در این‌چنین رابطه‌ای ازآنجاکه پارامتر θ نامعلوم است از تخمین آن با استفاده از نمونه اصلی که معمولاً به شکل $\hat{\theta}$ نشان داده می‌شود، استفاده می‌گردد.

بدین منظور، برای تولید نمونه‌ها جدید به‌منظور تولید فواصل اطمینان و...، برای ضرایب رابطه (۲) از توزیع‌های زیر استفاده می‌کنیم:

$$\omega \sim \frac{0.01e^{-0.01\omega}}{\Gamma(1)} \quad (۱۲)$$

$$\alpha \sim \sqrt{\frac{2}{\pi}} e^{-\frac{\alpha^2}{2}} \quad (۱۳)$$

$$\gamma \sim \sqrt{\frac{2}{\pi}} e^{-\frac{\gamma^2}{2}} \quad (۱۴)$$

لازم‌به‌ذکر است که بر اساس شواهدآماری ، آذر و مومنی (۲۰۰۹)، توزیع مناسب برای برازش به داده‌های مثبت، تابع توزیع احتمال نیم-نرمال است. همان‌گونه از نام آن پیدا است، تابع توزیع احتمال نیم‌نرمال به معنای نصف نرمال و به زبان ساده یعنی، فقط قسمت مثبت توزیع را در برمی‌گیرد و قسمت منفی را شامل نمی‌شود؛ و تابع گاما، تابعی است که توزیع احتمال آن نامنفی است و انتگرال آن مساوی یک است.

در روابط توزیعی فوق برای برقراری محدودیت ضرایب به ترتیب از توزیع گاما و نیم‌نرمال [۱] استفاده شده است که به ازای متغیرهای تصادفی نامنفی تعریف می‌شوند؛ درواقع این نوع از توزیع‌ها در طول نمونه‌گیری منفی نمی‌شوند و با توجه به این که ω نامنفی است و نمی‌تواند مقادیر صفر را بپذیرد لذا برای ω از توزیع گاما استفاده‌شده است و همچنین با توجه به‌شرط $0 \geq \gamma$ و $0 \geq \alpha$ برای α و γ از توزیع نیم‌نرمال استفاده شده است.

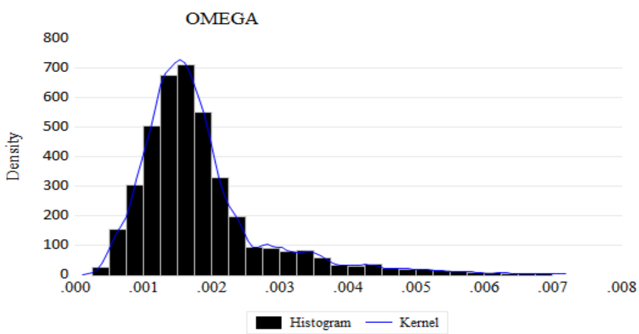
[۱] Half- Normal

بر این اساس با استفاده از این روابط فوق تخمین ضرایب با استفاده از نمونه‌گیری مجدد، به‌صورت جدول (۱) خواهد بود. در جدول (۱) میانگین، انحراف استاندارد و فاصله اطمینان ۹۵ , برآوردی بوت استرپ[1] برای تک‌تک ضرایب نشان داده‌شده است.

جدول (۱): تخمین ضرایب با استفاده از روش نمونه‌گیری مجدد مدل محور

ضرایب	میانگین	انحراف استاندارد	فاصله اطمینان٪۹۵	تعداد نمونه گیری مجدد
$\hat{\omega}^*$	۰/۰۰۱۸۱۲	9.02E-04	6.50E-04,0.004385	۵۰۰
$\hat{\alpha}^*$	۰/۰۱۹۳	۰/۰۲۷۱۴	[۰/۰۱۳۶۷-۰/۰۲۲۲۴]	۵۰۰
$\hat{\gamma}^*$	۰/۰۰۷۰۴۷	۰/۰۰۴۲۸۹	[۰/۰۰۳۴۰۴ -۰/۰۱۵۸۴]	۵۰۰

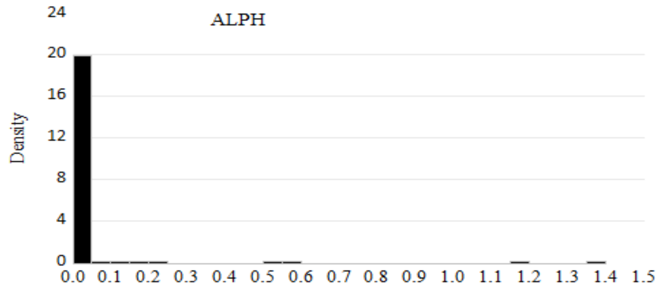
در نمودارهای زیر توزیع نمونه‌ای ضرایب با استفاده از نرم‌افزار ایویوز رسم شده است:



شکل (۱): توزیع نمونه‌ای ضریب ω استفاده از روش نمونه‌گیری مجدد مدل محور

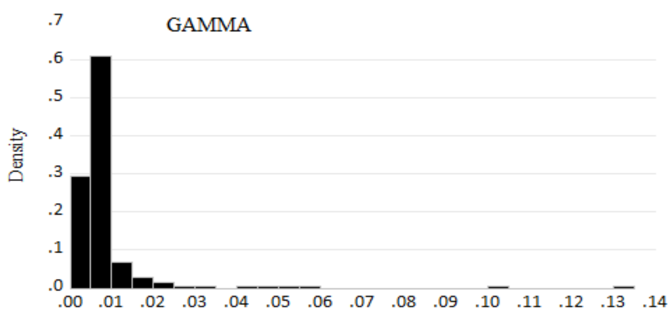
با توجه به این که یکی از شرایط تخمین مدل گارچ، وجود ضرایب مثبت است؛ به بررسی محدوده توزیع نمونه‌ای پرداخته می‌شود. همان‌گونه که در شکل (۱) مشاهده می‌گردد، توزیع نمونه‌ای ضریب ω از صفر تا ۰.۰۰۷ تغییر کرده است؛ یعنی درواقع این ضریب همیشه مثبت است و شرط مدل گارچ برای ضریب گاما برقرار است و خطا ندارد و شرط مثبت بودن ضرایب در مورد ضریب ω برقرار است.

[1] bootstrap



شکل (۲): توزیع نمونه‌ای ضریب α با استفاده از روش نمونه‌گیری مجدد مدل محور

همان‌گونه که در شکل (۲) می‌بینیم، توزیع نمونه‌ای ضریب α بین صفر تا یک تغییر کرده است. لذا توزیع بسیار متمرکز است، به این مفهوم که ضریب تخمین‌زده‌شده بیش‌تر در این بازه تغییر کرده است و همان‌گونه که از نمودار مشخص است، این ضریب همیشه مثبت است و شرط مدل گارچ برای ضریب آلفا برقرار است و خطا وجود ندارد و شرط مثبت بودن ضرایب در مورد ضریب α برقرار است.



شکل (۳): توزیع نمونه‌ای ضریب γ با استفاده از روش نمونه‌گیری مجدد مدل محور

همان‌گونه که در شکل می‌بینیم توزیع نمونه‌ای ضریب γ بین صفر تا دوصدم تغییر کرده است. همان‌گونه که از نمودار مشخص است این ضریب همیشه مثبت است و شرط مدل گارچ برای ضریب گاما نیز برقرار است و خطا وجود ندارد و شرط مثبت بودن ضرایب در مورد ضریب γ برقرار است.

لذا وجه‌مشخصه تمام توزیع‌های نمونه‌ای فوق آن است که به‌خوبی محدودیت نامنفی بودن ضرایب را در طول نمونه‌گیری رعایت کرده‌اند و نتیجه می‌شود که می‌توان با مدل گارچ بوت استرپ تخمین زد.

ارزیابی پیش‌بینی با ضرایب تخمینی با استفاده از بوت استرپ

مقادیر آتی متغیرهای مالی داده‌های مهمی برای اتخاذ تصمیم‌های عوامل در بازارهای مالی هستند. یک پیش‌بینی، تخمینی مقداری درباره محتمل‌ترین مقدار آتی یک متغیر بر اساس اطلاعات گذشته و کنونی است. هدف اصلی از تخمین مدل گارچ بوت استرپ، درواقع پیش‌بینی نوسانات آینده است. در پژوهش حاضر با استفاده از روش پیش‌بینی پس از وقوع[۱] استفاده‌شده است.

همان‌گونه که بیان شد، چون آینده هنوز اتفاق نیفتاده است، پس متغیر تصادفی است و می‌توانیم با استفاده از متغیرهای بوت استرپ‌شده به پیش‌بینی K مرحله به‌پیش (برون‌نمونه‌ای) استفاده کنیم؛ به‌منظور به‌دست‌آوردن پیش‌بینی یک هفته مرحله به‌پیش با استفاده از نمونه‌گیری مجدد رابطه (۲) را به‌صورت زیر بازنویسی می‌کنیم:

$$\hat{\sigma}^{*2}_{t} = \hat{\omega}^* + \hat{\alpha}^* r^{*2}_{t+k-1} + \hat{\beta}^* \sigma^{*2}_{t+k-1} \qquad k = 1, \dots, 7 \tag{۱۵}$$

$$r^*_{t+k} = \varepsilon^*_{t+k} \tag{۱۶}$$

در رابطه فوق فرض شده است که چگالی احتمال مقادیر واریانس پیش‌بینی‌شده گارچ (۱,۱) از یک فرایند نیم‌نرمال به‌صورت زیر تبعیت می‌کند تا با استفاده از نمونه‌گیری مجدد از آن بتوانیم فواصل اطمینان و تخمین‌های لازم را به عمل‌آوریم:

$$\hat{\sigma}^2_{t+k} \sim \sqrt{\frac{2}{\pi}} e^{-\frac{\hat{\sigma}^2_{t+k}}{2}} \tag{۱۷}$$

در جدول شماره (۲) پیش‌بینی یک‌هفته‌ای (هفته اول سال ۱۳۹۸) با استفاده از روش بوت استرپ نشان داده شده است.

بر اساس یافته‌های ارائه‌شده در این جدول واریانس شرطی (ستون Mean)، با دور شدن افق زمانی افزایش می‌یابد که نشان‌دهنده افزایش نااطمینانی با افزایش افق زمانی است. همچنین انحراف استاندارد مقادیر پیش‌بینی‌شده در ستون سوم جدول (۲) نشان داده‌شده است. همچنین فاصله اطمینان بوت استرپ ساخته‌شده در ستون ۴ بر اساس ضریب اطمینان ۹۵ , نشان داده شده است.

[۱] Ex Post

جدول (۲): نتایج پیش‌بینی بر اساس مدل گارچ (۱،۱) با استفاده از روش بوت استرپ مدل محور

نمونه	فاصله اطمینان ۹۵٪	انحراف استاندارد	میانگین	ضرایب
۵۰۰	3.51E-05,5.29E-05	۰/۰۱۹۳۵	۰/۰۰۰۳۷۶	$\hat{\sigma}^{2*}_{t+1}$
۵۰۰	5.10E-05,0.05807	۰/۰۲۵۷۹	۰/۰۰۸۶۲۶	$\hat{\sigma}^{2*}_{t+2}$
۵۰۰	5.19E-05,0.05884	۰/۰۲۹۵۲	۰/۰۰۸۷۸۶	$\hat{\sigma}^{2*}_{t+3}$
۵۰۰	5.14E-05,0.05825	۰/۰۳۲۴۱	۰/۰۰۸۸۰۲	$\hat{\sigma}^{2*}_{t+4}$
۵۰۰	5.02E-05,0.0592	۰/۰۳۰۹۰	۰/۰۰۸۸۵۸	$\hat{\sigma}^{2*}_{t+5}$
۵۰۰	5.01E-05,0.05954	۰/۰۲۹۱۱	۰/۰۰۸۸۸۴	$\hat{\sigma}^{2*}_{t+6}$
۵۰۰	5.00E-05,0.05935	۰/۰۲۷۹۸	۰/۰۰۸۹۱۲	$\hat{\sigma}^{2*}_{t+7}$

حال با توجه به هدف پژوهش که مقایسه دو روش گارچ و گارچ بوت استرپ است، در جدول (۳) پیش‌بینی خارج از نمونه‌ای یک‌هفته‌ای واریانس شرطی قیمت‌های سهام ۵۰ شرکت برتر بازار بورس تهران با استفاده از مدل گارچ (۱, ۱) در جدول زیر نشان داده شده است.

جدول (۳): پیش‌بینی یک‌هفته‌ای بر اساس مدل گارچ (۱،۱) برآوردشده با استفاده *NLS*

فاصله اطمینان ۹۵٪		انحراف استاندارد	ضرایب	مراحل پیش بینی
5.87E-05	3.96E-05	**۰/۰۰۰۲۳۳۸**	4.61E-05	$\hat{\sigma}^2_{t+1}$
6.02E-05	3.96E-05	**۰/۰۰۰۲۳۳۸**	4.72E-05	$\hat{\sigma}^2_{t+2}$
9.27E-05	4.17E-05	**۰/۰۰۰۲۳۳۸**	6.86E-05	$\hat{\sigma}^2_{t+3}$
7.67E-05	4.09E-05	**۰/۰۰۰۲۳۳۸**	5.82E-05	$\hat{\sigma}^2_{t+4}$
4.17E-05	3.05E-05	**۰/۰۰۰۲۳۳۸**	3.55E-05	$\hat{\sigma}^2_{t+5}$
4.66E-05	3.34E-05	**۰/۰۰۰۲۳۳۸**	3.92E-05	$\hat{\sigma}^2_{t+6}$
4.00E-05	2.42E-05	**۰/۰۰۰۲۳۳۸**	3.04E-05	$\hat{\sigma}^2_{t+7}$

با مقایسه این دو جدول مشخص می‌شود که فواصل اطمینان مقادیر پیش‌بینی‌شده بر اساس مدل گارچ (۱,۱) برآوردشده با استفاده از روش حداقل مربعات غیرخطی طولانی‌تر از فواصل اطمینان برآوردشده با مدل گارچ (۱,۱) با بوت استرپ است، همچنین انحراف استاندارد مقادیر پیش‌بینی‌شده در طول زمان مدل گارچ (۱,۱) با استفاده از حداقل مربعات غیرخطی در طول زمان ثابت است که معمولاً نباید چنین باشد. علاوه بر این با افزایش افق پیش‌بینی معمولاً انتظار بر این است که واریانس افزایش یابد اما ستون دوم جدول مربوط به گارچ (۱,۱) چنین حالتی را نشان نمی‌دهد. بنابراین، به نظر می‌رسد که پیش‌بینی واریانس مدل گارچ (۱,۱) با استفاده از بوت استرپ سازگاری بیشتری با شواهد تئوریک دارد.

حال به بررسی فرضیه پژوهش که عبارت است از: «روش گارچ بوت استرپ پیش‌بینی دقیق‌تری نسبت به روش گارچ ارائه می‌دهد»، پرداخته می‌شود.

با دقت در نتایج حاصل‌شده از پژوهش، می‌توان گفت به‌علت این‌که بازه اطمینان روش گارچ بوت استرپ از بازه اطمینان روش گارچ، کوتاه‌تر است، پس دقت روش گارچ بوت استرپ در پیش‌بینی نوسان قیمت سهام بیش‌تر و روش گارچ بوت استرپ روش مناسب‌تری جهت پیش‌بینی نوسان است؛ لذا فرضیه پژوهش مورد تائید است. نتایج این پژوهش مطابق با نتیجه پژوهش بیاژاس (۲۰۱۸)، پازیکی (۲۰۱۷) و آمانینا (۲۰۱۴) است. علاوه بر این با افزایش افق پیش‌بینی معمولاً انتظار بر این است که واریانس افزایش یابد اما در مورد روش گارچ (۱,۱) چنین حالتی را نشان نمی‌دهد؛ بنابراین، به‌نظر می‌رسد که پیش‌بینی واریانس مدل گارچ بوت استرپ سازگاری بیشتری با شواهد تئوریک دارد. این یافته موید یافته‌های بستی و یازتاس (۲۰۱۸) است.

۵- بحث و نتیجه‌گیری

از آنجایی اندازه‌گیری نوسانات نقش مهمی در ارزیابی ریسک و عدم اطمینان در بازارهای مالی ایفا می‌کند، در این پژوهش اقدام به انتخاب روش مناسب جهت پیش‌بینی برون‌نمونه‌ای نوسان قیمت سهام با استفاده از دو رویکرد گارچ و گارچ بوت استرپ با مقایسه بازه اطمینان و خطای روش‌های مذکور گردیده است. با استفاده از مقادیر بازده روزانه سهام ۵۰ شرکت برتر بورس تهران با فرض پیروی حرکت بازده سهام بر اساس یک فرایند براونی به پیش‌بینی مقادیر آتی بازده سهام این شرکت‌ها پرداخته شد. در این پژوهش مدل موردنظر ۳۰۰۰۰ بار شبیه‌سازی شده است؛ برای اطمینان از کافی بودن تعداد دفعات شبیه‌سازی، از خطای مونت‌کارلو استفاده شد. یافته‌ها نشان داد که خطای مونت‌کارلوی شبیه‌سازی در همه موارد کمتر از ۰,۵ انحراف استاندارد پیش‌بینی‌ها است که نشان‌دهنده کافی بودن میزان شبیه‌سازی به تعداد ۳۰۰۰۰ تکرار است و نیازی به اضافه کردن نمونه نیست.

با دقت در فاصله اطمینان‌های حاصل‌شده از دو روش گارچ و گارچ بوت استرپ، مشابه نتایج حاصل از تحقیق بیازتاس و همکازان (۲۰۱۸)، می‌توان گفت به‌علت این‌که بازه اطمینان روش گارچ بوت استرپ از بازه اطمینان روش گارچ، کوتاه‌تر است، پس دقت روش گارچ بوت استرپ در پیش‌بینی نوسان (تلاطم) قیمت سهام بیش‌تر و روش گارچ بوت استرپ روش مناسب‌تری جهت پیش‌بینی نوسان است. علاوه بر این، با افزایش افق پیش‌بینی معمولاً انتظار بر این است که واریانس افزایش یابد اما در مورد روش گارچ (۱,۱) چنین حالتی را نشان نمی‌دهد؛ بنابراین، به نظر می‌رسد، همانند نتایج اعلام‌شده از سوی آمانینا (۲۰۱۴)، که پیش‌بینی واریانس مدل گارچ (۱,۱) با استفاده از بوت استرپ سازگاری بیش‌تری با شواهد تئوریک دارد.

۶- پیشنهادها و محدودیت‌ها

پیشنهادهای کاربردی. با توجه به تحقیق انجام‌شده و نتایج به‌دست‌آمده، توصیه می‌گردد به‌منظور پیش‌بینی قیمت سهام از روش آرما بوت استرپ برای بازه زمانی کوتاه‌مدت استفاده گردد. همچنین به‌منظور پیش‌بینی نوسان (تلاطم) قیمت سهام از روش گارچ بوت استرپ برای بازه زمانی کوتاه‌مدت استفاده گردد؛ زیرا همان‌گونه که در تحقیق انجام‌شده مشاهده شد، مدل آرما بوت استرپ پیش‌بینی دقیق‌تری از میانگین قیمت سهام نسبت به روش شبیه‌سازی مونت کارلو مبتنی بر حرکت براونی در اختیار ما قرار می‌دهد. این مطلب با یافته‌های هوانگ و شین (۲۰۱۳) و تراسیوس و همکاران (۲۰۱۷) همخوانی دارد. با توجه به نتایج حاصل از پژوهش، بازه اطمینان روش گارچ بوت استرپ طول کم‌تری دارد، لذا دقت روش گارچ بوت استرپ برای پیش‌بینی نوسان قیمت سهام در بورس اوراق بهادار تهران، بالاتر از روش گارچ است؛ بنابراین این فرضیه رد نمی‌شود. نتایج این پژوهش مطابق با نتیجه پژوهش پازیکی (۲۰۱۷) است.

همچنین روش گارچ بوت استرپ پیش‌بینی دقیق تری از نوسان (تلاطم) قیمت سهام نسبت به روش گارچ در اختیار ما قرار می‌دهد. نتایج حاصل از این پژوهش با پژوهش وارتنات (۲۰۱۰) و لیو (۲۰۱۹) مطابقت دارد.

پیشنهاد به پژوهش‌گران آینده. به‌منظور انجام پژوهش‌های آتی در ارتباط با موضوع این تحقیق، موارد زیر پیشنهاد می‌شود:

پیشنهاد اول: با توجه به بازه اطمینان روش آرما بوت استرپ ، به‌علت این‌که میانگین توزیع نمونه در بازه اطمینان وجود دارد و این بازه شامل صفر نیست، لذا مشخص می‌شود که روش آرما بوت استرپ در پیش‌بینی قیمت سهام بسیار موفق بوده است. همچنین با بررسی انحراف استاندارد پیش‌بینی که رقم بسیار پایینی است می‌توان بر ناچیز بودن خطای تخمین پیش‌بینی روش آرما بوت استرپ تاکید کرد. یکی از روش‌های نوین جهت کاهش خطای مدل‌سازی روش فازی است؛ لذا پیشنهاد می‌شود از روش ترکیبی گارچ بوت استرپ فازی استفاده گردد.

پیشنهاد دوم: با توجه به این که توزیع‌های نمونه‌ای رسم‌شده از ضرایب مدل گارچ بوت استرپ، به‌خوبی محدودیت نامنفی بودن ضرایب را در طول نمونه‌گیری رعایت کرده‌اند، از روش گارچ بوت استرپ می‌توان برای پیش‌بینی نوسان قیمت سهام استفاده کرد. ضمنا با توجه به انحراف معیار توزیع نمونه‌ای که با افزایش افق زمانی افزایش می‌یابد، می‌توان گفت که با افزایش بازه زمانی نوسان افزایش می‌یابد. در نتیجه پیشنهاد می‌شود برای ارزیابی نوسانات قیمت سهام در کوتاه مدت از روش گارچ بوت استرپ استفاده شود.

پیشنهاد سوم: اضافه کردن یک جمله پرش به مدل حرکت براونی هندسی می‌تواند تا حد زیادی به تفسیر پدیده کشیدگی بیش از نرمال کمک کند؛ بنابراین پیشنهاد می‌شود از روش حرکت براونی هندسی با جمله پرش استفاده گردد.

پیشنهاد چهارم: با توجه به نتایج حاصل از پژوهش، روش آرما بوت استرپ روش مناسب جهت مدل‌سازی بازده قیمت سهام است. لذا می‌توان در مدل گارچ از بازده تخمین‌زده‌شده از روش آرما بوت استرپ استفاده کرد؛ درواقع از روش ترکیبی آرما- گارچ بوت استرپ استفاده گردد.

پیشنهاد پنجم: یکی از نرم‌افزارهای کاربردی در مدل‌های اقتصادسنجی مالی و تجزیه‌وتحلیل آماری، نرم‌افزار Ox Metrics است که برای کاهش زمان شبیه‌سازی و بازنمونه‌گیری می‌تواند مناسب باشد؛ لذا پیشنهاد می‌شود از این نرم‌افزار در مدل‌سازی استفاده گردد.

محدودیت‌ها: ازجمله محدودیت‌های پیش روی محقق در این تحقیق، با توجه به لزوم شباهت شرکت‌ها در بررسی، دوره زمانی را نمی‌توان گسترده کرد؛ بدین علت که تعداد شرکت‌های مشترک کم می‌شود که در این صورت یا نتایج قابل‌اتکا نیستند و یا این که منجر به استفاده از داده‌های شرکت‌های با ویژگی‌های غیرمشابه می‌شود.

منابع

[۱] ترکمان احمدی، معصومه (۱۳۸۹). *بررسی شکل ضعیف کارایی در بازار سهام با رویکرد جدید*، کارشناسی ارشد، گروه اقتصاد، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه رازی.

[2] Pazicky, M. (2017). *Sock Price Simulation Using Bootstrap and Monte Carlo,* Scientific Annals of Economics and Business, **64**(2), 155-170.

[3] Chen, B., Gel, Y.R., Balakrishna, N., & Abraham, B. (2011). *Computationally efficient bootstrap prediction intervals for returns and volatilities in ARCH and GARCH processes,* Journal of Forecasting, **30**(1), 51-71.

[4] Beste, H.B., & Ufuk, B. (2018). *BLOCK BOOTSTRAP PREDICTION INTERVALS FOR GARCH PROCESSES,* Department of Statistics Bartin University, Bartin, Turkey, 1-19.

[۵] حیرانی، مهرداد؛ روشن‌ضمیر، نسیم. (۱۳۹۷). *مدل‌سازی سری‌های زمانی مالی با* R[4]. انتشارات بورس وابسته به شرکت اطلاع‌رسانی و خدمات بورس، تهران، ایران.

[6] Fathi, K., & Shoghi, M. (2015). *Simulation of stochastic differential equation of geometric Brownian motion by quasi-Monte Carlo method and its application in prediction of total index of stock market and value at risk,* Mathematical Sciences, **9**(3), 115-125.

[۷] ایران پناه، نصراله؛ اصلانی، طاهره. (۱۳۹۱). روش بوت استرپ در مدل‌های GARCH، *سومین کنفرانس ریاضیات مالی و کاربردها*، سمنان، دانشگاه سمنان، ۱۲-۱.

[8] Frimpong, J.M., Oteng-Abayie, E.F. (2006). *Modelling and forecasting volatility of returns on the Ghana stock exchange using GARCH models,* Munich Personal RePEc Archive, **27**(593), 1-21.

[9] Hansen, P.R., Lunde, P. (2005). *A forecast comparison of volatility models: does anything beat a GARCH (1, 1)?,* Journal of Applied Econometrics, **20**(7), 873-889.

[10] Trucios, C., & Hotta, L.K. (2016). *Bootstrap prediction in univariate volatility models with leverage effect,* Mathematics and Computers in Simulation, **120**, 91-103.

[11] Hwang, E., and Shin, D.W. (2013). *Stationary bootstrap prediction intervals for GARCH (p, q),* Communications for Statistical Applications and Methods, **20**(1), 41-52.

[۱۲] حکیمی، نادر؛ علی پور، محمدصادق؛ یزدان خواه منصوره؛ رضایی، اسعد اله. (۱۳۹۳). پیش‌بینی تورم با استفاده از رهیافت سری‌های زمانی. *مجله بررسی‌های آماری*، **۲۵**(۱)، ۴۵-۳۱.

[۱۳] راعی، رضا؛ فلاح طلب، حسین. (۱۳۹۲). کاربرد شبیه‌سازی مونت‌کارلو و فرآیند قدم زدن تصادفی در پیش‌بینی ارزش در معرض ریسک. *مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار*، **۴**(۱۶)، ۹۲-۷۵.

[۱۴] خالوزاده، حمید؛ صدیق خاکی، علی. (۱۳۸۴). مدل‌سازی و پیش‌بینی سهام با استفاده از معاملات دیفرانسیل تصادفی. *مجله تحقیقات اقتصادی*، **۶۹**(۱)، ۲۶-۱.

[۱۵] فتاحی، شهرام؛ خانزادی، آزاده؛ نفیسی مقدم، مریم. (۱۳۹۴). پیش‌بینی تلاطم بازده سهام در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از روش شبیه‌سازی MCMC و الگوریتم متروپلیس هستینگ، *فصلنامه علمی پژوهشی دانش مالی تحلیل اوراق بهادار*، **۹**(۳۲)، ۹۴-۷۹.

[۱۶] پاکیزه، ۱۳۹۰، ص: ۲.

[۱۷] سجاد، رسول؛ گرجی، مهسا. (۱۳۹۱). برآورد ارزش در معرض خطر با استفاده از روش بازنمونه‌گیری بوت استرپ (مطالعه موردی بورس اوراق بهادار تهران)، *فصلنامه علمی- پژوهشی مطالعات اقتصادی کاربردی در ایران*، ۱(۲)، ۱۶۴-۱۳۷.

[۱۸] ایران پناه، نصراله؛ نوری امام‌زاده، سمانه. (۱۳۹۳). آزمون‌های کلاسیک و بوت استرپ برابری میانگین‌ها، *نشریه علوم دانشگاه خوارزمی*، ۱۴(۳)، ۹۶-۸۳.

[19] Pascual, L., Romo, J., & Ruiz, E. (2006). *Bootstrap prediction for returns and volatilities in GARCH models,* Computational Statistics & Data Analysis, **50**(1), 2293-2312.

[20] Azar, A. Momeny. (2009). *Statistics and its application in management,* SAMT Press, Iran. (In Persian)

[21] Hatemi, J., and Irandoust, A. (2011). *The dynamic interaction between volatility and returns in the US stock market using leveraged bootstrap simulations,* Research in International Business and Finance, **25**(3), 329-334.

[۲۲] آذر، عادل؛ مؤمنی، منصور. (۱۳۸۵). *آمار و کاربرد آن در مدیریت*، انتشارات سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت)، تهران.

[23] Amanina, N.A., Safiih, L.M., & Anthea, D.A.D. (2014). *Bootstrap percentile in GARCH models: Study case on volatility of Kuala Lumpur Shariah Index (KLSI),* Science and Engineering, 928-931.

[24] Tresch. (2015). *Sieve Bootstrap-Based Prediction Intervals for GARCH Processes,* Doctoral dissertation, Ashland University, United States.

[25] Essaddam, N., Mnasri, A. (2015). *Event-study volatility and bootstrapping: an international study,* Applied Economics Letters, **22**(3), 209-213.

[26] Trucios, C., Hotta, L.K., & Ruiz, E. (2017). *Robust bootstrap forecast densities for GARCH returns and volatilities,* Journal of Statistical Computation and Simulation, **87**(16), 3152-3174.

[27] Beyaztas, B.H., Beyaztas, U., Bandyopadhyay, S., & Huang, W.M. (2018). *New and fast block bootstrap-based prediction intervals for GARCH (1,1) process with application to exchange rates,* The Indian Journal of Statistics, **80**(1), 168-194.

[۲۸] نبوی چاشمی، سید علی؛ مختاری نژاد، ماریا. (۱۳۹۵). مقایسه مدل‌های حرکت براونی و براونی کسری و گارچ در برآورد نوسانات بازده سهام، *مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار*، **۲۹**(۱)، ۴۴-۲۱.

[۲۹] راسخی، سعید؛ خانعلی پور، امیر؛ خسروانی، فاطمه. (۱۳۹۳). ارزیابی‌خانواده مدل‌های GARCH در پیش‌بینی نوسانات بازار (مطالعه موردی: بازار بورس اوراق بهادار تهران)، *کنفرانس بین‌المللی‌حسابداری، اقتصاد و مدیریت‌مالی*، تهران.

[۳۰] زراء نژاد، منصور؛ رئوفی، علی. (۱۳۹۴). پیش‌بینی بازار روزانه بورس اوراق بهادارتهران: ارزیابی و مقایسه روش‌های خطی و غیرخطی، *دوفصلنامه اقتصاد پولی، مالی (دانش و توسعه سابق) دوره جدید*، ۲(۹)، ۲۹-۱.

[31] Pascual, L., Romo, J., & Ruiz, E. (2000). *Forecasting returns and volatilities in GARCH processes using the bootstrap,* Statistics and Econometrics Series*,* **31**, 1-68.

[32] Luger, R. (2012). *Finite-sample bootstrap inference in GARCH models with heavy-tailed innovations,* Computational Statistics & Data Analysis, **56**(11), 3198-3211.

[33] Varga, L., and Zempleni, A. (2012). *Weighted bootstrap in GARCH models,* arXiv preprint arXiv, Cornell University, New York, USA.

[۳۴] اصغری جعفرآبادی، محمد؛ محمدی، سیده مؤمنه. (۱۳۹۱). سری آمار: مقدمه‌ای بر آمار استنباطی (برآورد عددی، فاصله اطمینان و آزمون فرض)، *مجله دیابت و متابولیسم ایران*، ۳(۱)، ۱۹۲-۱۷۳

JAMM, (2021), 11(1), 169-194
DOI: 10.22055/JAMM.2020.32338.1794
ISSN: 2251-8088
Jamm.Scu.ac.ir

Comparative Comparison of Stock Price Volatility Estimation by Garch and Bootstrap Garch

Rahim Ghasemiyeh, HasanAli Sinaei, Abdolhossein Neisi, Zahra Charlangi SardarAbadi

Department of Management, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

Received: April 5 2017 Accepted for publication: Frebruray 6 2021
Corresponding author: r.ghasemiyeh@scu.ac.ir

Abstract

Since volatility measurement plays an important role in risk assessment and uncertainty in financial markets, this study provides an appropriate method for predicting stock price fluctuations using the GARCH and Bootstrap Garch method. And then compare the confidence intervals by the two methods. The research data were collected by reviewing the statistics of the companies listed in the list of the top 50 companies in the securities market. The results show that the confidence interval of the Bootstrap Garch method is shorter than the Garch method, so the Bootstrap Garch method provides a more accurate prediction than the GARCH method. In addition, it is usually expected to increase with the increase in horizons of prediction of variance, but this does not occur for the Garch (1.1) method; therefore, it seems that the prediction of the variance of the Bootstrap GARCH model has more compatibility with theoretical evidence.

***Keywords**:* Confidence Interval, Bootstrap, Garch, Volatility.