فصلنامــه اقتصاد مالی
سال دوازدهم / شماره ۴۳ / تابستان ۱۳۹۷
صفحه ۱۷۹ تا ۱۹۲

پیش‌بینی تلاطم بازدهی سکه طلا در بازار دارایی‌های مالی (رهیافت ANN-GARCH)

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۱/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۳/۲۵

فرزین اربابی[۱]

چکیده

پیش بینی تلاطم یکی از مهمترین موضوعات مورد مطالعه در بازارهای مالی دنیا است. تلاطم به عنوان یک عامل مؤثر در تعیین ریسک سرمایه‌گذاری، می‌تواند نقش مهمی در تصمیم‌گیری سرمایه گذاران ایفا کند. یک تخمین مناسب از تلاطم قیمت طلا یا دارایی‌های مالی همچون سکه طلا در یک دورهٔ سرمایه‌گذاری نقطهٔ آغازین بسیار مهمی در کنترل ریسک سرمایه‌گذاری است. هدف از تدوین این پژوهش مطالعه و پیش‌بینی تلاطم در بازدهی قیمت نقدی سکه طلا در ایران به روش ANN-GARCH است. در این پژوهش با استفاده از داده‌های روزانه در فاصله زمانی ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۵ این موضوع بررسی و نتایج نشان می‌دهد لحاظ تلاطم بازارهای مالی دیگر ازقبیل نوسانات نرخ ارز، تغییر قیمت نفت و تغییر شاخص قیمت سهام در بورس باعث بهبود توانایی پیش بینی مدل برآوردی می شود. استفاده از اطلاعات بازارهای موازی و نیز افزایش دوره پیش بینی می‌تواند نتایج بهتری در تبیین موضوع حاصل کند.

واژه‌های کلیدی: بازارهای مالی، تلاطم بازدهی، سکه طلا، پیش‌بینی.
طبقه بندی JEL: Q47 , G17

۱- مقدمه

۱- استادیار دانشکده اقتصاد و حسابداری دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکزی، تهران، ایران. (نویسنده مسئول) f.arbabi@iauctb.ac.ir

بازارهای مالی با توجه به سهم و ارزش آنها در اقتصاد و حجم معاملات از اهمیت خاصی در میان سایر بازارها برخوردار می‌باشند. اما اهمیت این بازارها فقط در حجم بالای معاملات و ارزش بالای آن نمی‌باشد. بلکه از آن جهت برای مدیران مالی با اهمیت می باشد که این بازار، امکان تهیه و تامین وجوه مورد نیاز اشخاص را از منابع مختلفی همچون موسسات مالی از طریق ابزار مالی فرآهم می‌آورد. با توجه به اهمیت اقتصادی و مالی آنها، توانایی پیش بینی نوسانات قیمت های بازارهای مالی در بورس کالا یک چالش عمده است. در این زمینه، توانایی پیش بینی تلاطم با دقت بیشتر برای بازارهای کالایی و اقتصاد جهانی مهم است (تولی و لوسی[1]،۲۰۰۷).

تلاطم به عنوان یک عامل مؤثر در تعیین ریسک سرمایه‌گذاری، می‌تواند نقش مهمی در تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاران ایفا کند. یک تخمین مناسب از تلاطم قیمت سهام یا معامله‌های اختیار در یک دورهٔ سرمایه‌گذاری نقطهٔ آغازین بسیار مهمی در کنترل ریسک سرمایه‌گذاری است. اهمیت عامل تلاطم در بازارهای مالی مختلف در تعیین قیمت معامله‌های اختیار و سهام شرکتها تعیین کننده بوده و در کشورهائی با بازارهای مالی گسترده، برای تعیین سیاستهای پولی مؤثر غیرقابل انکار است. ولی ماهیت تلاطم در بازارهای مختلف متفاوت بوده و با وجود آنکه استفاده از روشهای آماری در بررسی تلاطم در بیشتر بازارهای مالی کشورهای پیشرفته بسیار مدنظر قرارگرفته‌است، ولی آنچه بسیار مورد تأکید است، این است که تاکنون هیچ روش قطعی برای پیش‌بینی تلاطم بازده سبد سهام به عنوان روشی با قابلیت اطمینان بالا مطرح نبوده است و اگر در یک بازار مشخص، روشی کارائی بالاتری از خود نشان میدهد، در بازاری دیگر لزوماً از کارائی بالائی برخوردار نیست. ماهیت متفاوت بازارها، تأثیرپذیری از ساختار اقتصادی کشورها، درجهٔ توسعه یافتگی بازارهای مالی، برهم کنش بازارهای مالی روی همدیگر، زمینه ساز انجام مطالعات گستردهای برای پیش‌بینی تلاطم در بازارهای مالی در کشورهای مختلف شده‌است، که معمولا به نتایج یکسانی هم منجر شده و محققان روش‌های مختلفی را ارایه داده‌اند. با این وجود در سال‌های اخیر تحقیقاتی در بازارهای مالی ایران برای پیش‌بینی تلاطم بازار سهام انجام شده، که تعداد مطالعات و تحقیقات انجام شده‌اندکم بوده و به ویژه از خطای تصریح مدل برخوردار هستند، به طوریکه در بیشتر آنها، با وجود به‌کارگیری داده‌های روزانه، از روش-شناسی تحلیل سریهای‌زمانی سالانه استفاده شده‌است (شاه مرادی و زنگنه، ۱۳۸۶). بنابراین جای خالی مطالعات مربوط به مدل‌های پیش‌بینی تلاطم احساس می‌شود.

در طول سال‌های اخیر بازارهای مالی جهان همواره با نوسانات و نا اطمینانی‌های قابل توجهی مواجه بوده اند.به نحوی که نااطمینانی موجود در ارتباط با بازده دارایی‌های سرمایه‌گذاری شده، بسیاری از سرمایه‌گذاران و تحلیلگران مالی را نگران ساخته است. به این ترتیب نیاز به پیش‌بینی

تلاطم ناشی از نوسانات بازده برای معامله‌گران بازار امری اساسی به شمارمی‌رود(محمدی و همکاران، ۱۳۸۸).

با توجه به توضیحات ذکر شده، این تحقیق به دنبال ارائه مدل‌های مناسب برای توضیح تلاطم بازار کالا و به طور خاص بازار سکه طلا در ایران و همچنین پیش‌بینی تلاطم آنها خواهد بود. لذا در ادامه به مبانی نظری و پیشینه تحقیق و همچنین روش شناسی تحقیق اشاره خواهد شد و پس از بررسی روش شناسی تحقیق به بررسی یافته‌های تجربی حاصل شده از پژوهش حاضر ارائه خواهد شد و در انتها نتیجه‌گیری و بحث موضوعی مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

۲- ادبیات موضوع

تلاطم معمولاً به صورت انحراف معیار نمونهٔ مورد تحقیق در نظر گرفته می‌شود. مدل‌های مختلفی برای تخمین و پیش‌بینی تلاطم بازدهی وجود داردکه به سه گروه کلی، مدل‌های سری زمانی، مدل‌های اختیارات و مدل‌های مبتنی بر روش‌های ناپارامتریک تقسیم می‌شوند. مدل‌های سری زمانی برای مدل سازی تلاطم بازده دارایی ها هم در سه دستهٔ اصلی تقسیم بندی می‌شوند که شامل مدل‌های پیش‌بینی براساس واریانس‌های گذشته، مدل‌های GARCH و مدل‌های تصادفی است(کشاورز حداد، ۱۳۹۴). از گروه اول می‌توان به مدل‌های گام تصادفی، میانگین مجذور بازده یا مدل‌های سادهٔ میانگین واریانس و مدل‌های مبتنی بر تلاطم گذشته، شامل مدل‌های میانگین متحرک ساده و میانگین متحرک وزنی نمائی، اشاره کرد. این مدل‌ها بر مفروضات هم توزیع و ناهبسته بودن توزیع جزء اختلال مدل استوارند. اما شواهد به دست‌آمده از تحلیل داده‌های دنیای واقعی بیانگر آن است که فرض‌های هم توزیع و ناهبسته بودن برقرار نمی‌شوند. بر اساس تحقیقات فاما [۲](۱۹۷۲) روی سری‌های زمانی داده‌های مالی، تلاطم خوشه‌ای در داده های مالی وجود داشته و دوره های مربوط به بازده های بزرگ به صورت متمرکز و مجزا از دوره‌های با بازدهٔ اندک دیده می شوند و لذا چنان چه تلاطم بر حسب واریانس یا ریشهٔ آن، اندازه‌گیری شود، آن گاه این تصور منطقی خواهد بود که واریانس با زمان تغییر می‌کند. گروه دوم این مدل‌ها، توزیع‌های شرطی بازده یا مدل-های GARCH از آنجا ریشه می‌گیرند، که شواهدی در رد فرض ناهمبسته و هم توزیع بودن شرطی فرایند وجود دارد. مدل‌های موجود در این گروه از قبیل GARCH و تلاطم احتمالی، با تلاطم به صورت فرایندی که دائماً به زمان وابسته است، برخورد می‌کنند. این مدل‌ها از آن جهت که پدیدهٔ تلاطم خوشه‌ای متداول در میان سری‌های زمانی، را لحاظ می‌کنند، بسیار موردتوجه قرار دارند. تمام مدل‌های GARCH در این حیطه قرار دارند. در دستهٔ سوم این مدل‌ها یعنی مدل های تصادفی نیز،

پیش‌بینی تلاطم لزوماً برمبنای مشاهدات گذشته نیست ومبتنی بر بعضی ساختارهای تصادفی پنهان در سری بازده است.

پیش بینی تلاطم یکی از مهمترین موضوعات مورد مطالعه در بازارهـای مـالی دنیـا است. تلاطم به عنوان یک عامل مؤثر در تعیین ریسک سرمایه‌گـذاری، مـی‌توانـد نقـش مهمی در تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاران ایفا کند. در این زمینه تحقیقات فراوانی صورت گرفته که در ادامه بدان پرداخته خواهد شد.

مدل‌هـای GARCH توسـط بلرسـلوف[۳] (۱۹۸۶)، انگـل[۴] (۱۹۸۶) و نلسـون[۵] (۱۹۹۱) آن را تکمیل‌کردند. این روش یک مدلسازی مبتنی بر تغییر واریانس در طـول زمان است. کلمه شرطی، بیانگر وابستگی بـه مشـاهدات گذشـته و خـود همبسـتگی ،بیانگر مکانیسم بازخوردی است که مشاهدات گذشته را در تعیین مقدار متغیـر وابسـته در زمان حال مشارکت می‌دهد.مدل GARCH مکانیسمی است که از واریانس‌های گذشـته و جملات خطا برای توضیح واریانس فعلی استفاده می‌کنـد، یـا بـه‌طـور مشـخص یـک تکنیک مدلسـازی سـریهـای زمـانی اسـت کـه از واریـانس‌هـای گذشـته و تخمـین واریانسهای گذشته برای پیش بینی واریانس‌های آتی استفاده می‌کند. مطالعات زیادی در بازارهای مختلف مالی و برخی کالاها برای مقایسـهٔ عملکـرد مـدل‌هـای مختلـف در پیش‌بینی تلاطم انجام گرفته است(کشاورز حداد، ۱۳۹۴).

۳- پیشینه پژوهش

روحی و طالب زاده (۱۳۸۹) به بررسی رابطه بین قیمت تئوریک قراردادهای آتی کالا با قیمت‌های معاملاتی در بورس کالای ایران بخصوص قراردادهای آتی سکه طلا را مورد بررسی قرار دادند. نتایج بدست آمده وجود رابطه مثبت و معنی‌دار بین این قیمت‌ها را در بازار آتی سکه طلای ایران نشان می‌دهد. بطوریکه با در دست داشتن هر یک از قیمت‌های تئوریک و یا قیمت‌های معاملاتی کالا، بطور معنی‌داری می‌توان به پیش‌بینی قیمت پرداخت.

دلاوری و رحمتی(۱۳۸۹) بررسی تغییر پذیری نوسانات قیمت سکه طلا در ایران با استفاده از مدل‌های ARCH پرداخته‌اند. در این تحقیق تغییرات قیمت سکه طلا و مدلسازی نوسانات بازده و واریانس شرطی آن بررسی شده است. بررسی سری زمانی مذکور نشان می‌دهد که این سری دارای نوسانات خوشه ای بوده که این امر استفاده از مدل‌های ARCH را امکان پذیر می نماید

سعیدی و علیمحمدی (۱۳۹۳)، به بررسی عوامل مؤثر بر تغییرات قیمت قراردادهای آتی در بورس کالای ایران با استفاده از رهیافت GLS وGARCH پرداخته‌اند. در این پژوهش از قرارداد آتی اسفند سال ۱۳۹۰ بعنوان نماینده قراردادهای آتی بورس کالای ایران استفاده شده است و از بین

عوامل موثر بر روی تغییرات قیمت قراردادهای آتی قیمت جهانی طلا، شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران و نرخ برابری دلار و ریال انتخاب شده اند. این پژوهش نشان می‌دهد بین نرخ ارز و قیمت قراردادهای آتی رابطه مثبتی وجود داشت یعنی با افزایش نرخ ارز قیمت قراردادهای آتی نیز افزایش پیدا می‌کند و همچنین در خصوص قیمت طلا نیز اینگونه بود. اما رابطه معنی داری بین متغیر شاخص بورس اوراق بهادار تهران و قیمت قراردادهای آتی تأیید نشده است.

تولی و لوسی(۲۰۰۷) به بررسی تاثیر متغیرهای کلان بر بازار طلا با استفاده از مدل AP-ARCH پرداخته‌اند. نتایج این تحقیق با استفاده از داده‌های مختلف در دوره زمانی مختلف نشان می‌دهد که این قیمت از متغیرهای کلان به شدت تاثیرپذیر است.

بایاسوقلی و اوچی[۶](۲۰۱۰) با استفاده از رویکرد شبکه عصبی فازی(ANFIS) به بررسی و پیش‌بینی شاخص قیمتی بازار بورس اوراق بهادار ترکیه پرداخته‌اند و نتایج تحقیق آنها نشان می‌دهد که این رویکرد توانایی مناسبی برای پیش‌بینی شاخص سهام دارد.

تورک و لیان[۷](۲۰۱۲) با استفاده از مدلهای مختلف GARCH شامل رویکردهای GARCH، TGARCH، TARCH و ARMA به بررسی و پیش‌بینی تلاطم بازار طلا پردخته است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که در دوره مورد بررسی مدل TARCH پیش‌بینی بهتری نسبت به مدلهای مشابه دارد.

سرتی و همکاران[۸](۲۰۱۳) به بررسی رابطه بین بازارهای کالاهای مالی و همچنین بازار مالی سهام پرداخته‌اند. بر این اساس از رویکرد DCC-GARCH برای این بررسی استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد که وابستگی بین این دو بازار در طول زمان تقویت شده است.

کریستیانپولر و مینوتولو[۹](۲۰۱۵) به بررسی و پیش‌بینی قیمت طلا در بازار نقدی و آتی به روش ANN-GARCH پرداختند، در این تحقیق نتایج نشان می‌دهد که لحاظ متغیرهای موثر بر بازار طلا همچون نرخ ارز، قیمت نفت و سهام باعث بهبود پیش‌بینی مدلهای مورد بررسی می‌شود.

۴- روش پژوهش

انگل (۱۹۸۲)توانست مدلی برای واریانس ناهمسانی شرطی خودرگرسیو ارائه دهد تا از این طریق، واریانس متغیر مورد نظر برآورد گردد و به عنوان شاخص نااطمینانی در برآوردها به کار گرفته شود و آن را به عنوان ARCH(q) تعریف کرد.

در این الگو بالرسلو[۱۰]، واریانس شرطی را به عنوان تابعی از وقفه مربع خطای پیش‌بینی و وقفه واریانس شرطی معرفی کرد. که با قرار دادن آن به عنوان متغیری توضیحی در معادله میانگین شرطی می‌توان اثر نااطمینانی را بر متغیر مورد نظر بررسی کرد.

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{q} \alpha_i \, \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^{p} \beta_j \sigma_{t-j}^2 + V_t \qquad (۱)$$

در این مدل تعمیم یافته، q توان دوم خطای گذشته و p وقفه‌ی واریانس‌های شرطی است.
در این تحقیق برای بررسی وجود اثرات واریانس ناهمسانی (*ARCH*) از آزمون *LM* استفاده شده است.
شبکه‌های عصبی مصنوعی طیف وسیعی از تخمین‌ها و ابزارهای طبقه‌بندی را فراهم می‌کند. به این ترتیب که مجموعه‌ای از متغیرهای ورودی را از طریق لایه‌های پنهان منعطف به یک یا چند متغیر هدف مرتبط می‌سازد. شبکه‌های عصبی پیش‌خور توسط روزنبلات(۱۹۶۲) به یک لایه پنهان مورد مطالعه قرار گرفت.
مدلهای *ANN-GARCH(q,p,s)* مدل‌های تقویت شده *GARCH* هستند که در آن تابع مشخصه بر اساس شبکه عصبی به آن اضافه شده است.

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{q} \alpha_i \, \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^{p} \beta_j \sigma_{t-j}^2 + \sum_{h=1}^{s} \xi_j \psi(Z_t \lambda_h) + V_t \qquad (۲)$$

که در آن بخش *ARCH* شامل $\sum_{i=1}^{q} \alpha_i \, \varepsilon_{t-i}^2$ و بخش *GARCH* شامل $\sum_{j=1}^{p} \beta_j \sigma_{t-j}^2$ و همچنین متغیرهای برونزای $\sum_{h=1}^{s} \xi_j \psi(Z_t \lambda_h)$ به عنوان ورودی‌های سیستم شبکه عصبی به کار خواهند رفت به نحوی که در سه لایه و ۵ نرون مطابق مطالعات کریستیانپولر و مینوتولو[11](۲۰۱۵) استفاده شده است.

برای این منظور در سری برآورد نوسانات هر یک از بازدهی‌های مورد بررسی دو بخش *ARCH* و *GARCH* در برآورد محاسبه شده و به همراه سری نوسانات بازارهای دیگر به ترتیب به عنوان متغیرهای ورودی وارد مدل *ANN-GARCH* می‌شود.

در فرآیند پیش‌بینی با مدل‌های *GARCH* و *ANN-GARCH* به جای آنکه از مدل برای طولانی مدت برای پیش‌بینی دوره پیش‌رو استفاده شود، به پیش‌بینی دوره‌های گذشته محاسبه شده از مدل برآورد شده با داده‌های واقعی می‌توان عملکرد مدل را سنجید. بدین منظور در این پژوهش از رهیافت پنجره غلتان[12] استفاده می‌شود. در این رهیافت لازم است یک دوره برازش[13] ثابت را در نظر گرفته شود که به منظور تخمین پارامترهای مدل واریانس نمونه‌ای را تعریف می‌کند. این نمونه

برازش[۱۴]، در سراسر کل دوره داده‌ها غلتانده می‌شود، با ثابت در نظر گرفتن دوره برازش، نمونه برازش از ابتدای دوره داده‌ها شروع می‌شود(کشاورز و حیرانی،۱۳۹۳).

۵- یافته‌های پژوهش

۵-۱- جامعه آماری و متغیرهای پژوهش

داده‌های مورد استفاده در تحقیق حاضر برای مدل‌سازی و پیش‌بینی تلاطم بازار نقدی سکه طلا در این تحقیق در طی دوره ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۵ به صورت روزانه مورد استفاده قرار گرفته است. داده‌های مورد استفاده از نرم افزار ره‌آورد نوین جمع‌آوری شده است. برای محاسبه بازده این شاخص از بازده لگاریتمی به صورت $r_t = (p_t - p_{t-1}) \times 100$ که در آن P_t برابر $\ln(p_t)$ است. محاسبه بازدهی قیمتی کمک خواهد کرد که در صورت عدم همگن بودن داده‌های مورد استفاده آنها را همگن و همنوع کرده و محاسبات آماری آنها را ساده کنیم.

جدول ۱-آماره های توصیفی داده های روزانه به همراه نتایج آزمون جارک- برا

	بازدهی سکه	اونس طلا	نرخ ارز	شاخص بورس	نفت
میانگین	0.001352	0.000202	0.001059	-0.00078	-0.00016
میانه	0	0.000392	0	-0.00263	-0.0002
بیشینه	0.228735	0.046756	0.256748	0.33537	0.120585
کمینه	-0.093512	-0.14438	-0.11123	-0.22938	-0.14921
چولگی	1.630398	-1.34894	3.45391	0.39772	-0.07415
کشیدگی	27.95244	17.1169	70.35586	11.97473	9.240144
جارکو -برا	33615.38	10965.19	243362.1	4309.23	2068.2
احتمال	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

منبع: یافته‌های پژوهشگر

جدول (۱) آماره‌های توصیفی مربوط به بازدهی متغیرهای مورد بررسی را نشان می‌دهد. نتایج آماره جارک برا نشان دهنده رد فرض صفر نرمال بودن برای همه سری‌های بازده می‌باشد لذا توزیع تی‌استیودنت توزیع مناسبی برای برآورد مدل‌های *GARCH* خواهد بود. که در برآوردهای بخش بعدی از این توزیع استفاده خواهد شد.

در جدول (۲) همبستگی خطی متغیرهای مورد بررسی ارائه شده است. متغیرهای اونس طلا از بازار اونس طلای لندن، شاخص بورس اوراق بهادار از سایت رسمی بورس تهران، نرخ ارز به صورت

آزاد از یازار داخلی و قیمت نفت نیز از سایت اوپک گردآوری شده است. تمامی متغیرها بر حسب بازدهی لگاریتمی محاسبه است. لازم به ذکر است با توجه به عدم تقارن روزهای معاملاتی کامل در طول هفته، در این بررسی تنها روزهای مشترک معاملاتی بین بازارهای یاد شده، مورد استفاده قرار گرفته است.

همانطور که مشخص است بیشترین وابستگی بین متغیرهای سکه طلا و بازار ارز آزاد وجود دارد.

جدول ۲- ماتریس همبستگی متغیرهای مورد بررسی

	سکه نقدی	اونس طلا	بورس	نرخ ارز	نفت
سکه نقدی	1				
اونس طلا	0.2819	1			
بورس	-0.0481	-0.0076	1		
نرخ ارز	0.6710	0.0234	-0.1051	1	
نفت	0.0960	0.1801	0.0338	0.0393	1

منبع: یافته‌های پژوهشگر

لازم به ذکر است در بررسی انجام شده رتبه بندی درجه وابستگی سکه به طوری که در این وابستگی به ترتیب متغیرهای بازدهی بازار ارز آزاد، بازدهی اونس طلا، بازدهی نفت و بازدهی شاخص بورس بیشترین وابستگی را با بازار نقدی سکه طلا دارد. در ادامه جهت اضافه کردن متغیرهای مستقل ورودی به لایه های شبکه عصبی نیز از این رتبه بندی استفاده خواهد شد. به نحوی که در رویکرد اول ابتدا روش *GARCH* و سپس در مدلهای *ANN-GARCH* در ترتیب متغیرهای ورودی لایه ها به ترتیب از متغیرهای بازار ارز آزاد، اونس طلا، بازدهی نفت و شاخص بورس استفاده خواهد شد.

۵-۲- بررسی و پیش‌بینی تلاطم بازدهی

ابتدا در بررسی آزمون مانایی متغیرهای مورد بررسی به روش آزمون دیکی و فولر گسترش یافته (*ADF*) نتایج در جدول (۳) خلاصه شده است. نتایج نشان دهنده رد فرضیه صفر در تمامی سری‌های بازدهی مورد بررسی است به نحوی که در سطح معنی داری ۹۹ درصد فرض صفر مبنی بر وجود ریشه واحد (نامانایی) رد شده و تمامی سری‌های مورد بررسی مانا هستند. همچنین به خوبی مشخص است که در آزمون *LM-ARCH* وجود ناهمسانی واریانس سری های مورد نظر وجود دارد و نیازمند مدلسازی واریانس متغیرها است.

جدول ۳-آزمون مانایی و اثرات ARCH

	سکه نقدی	اونس طلا	بورس	ارز آزاد	نفت
آماره ADF	-۹,۸۸	-۱۱,۲۲	-۸,۸۲	-۱۰,۳۹	-۱۰,۱۴
احتمال آزمون	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰
آماره LM	۶۶,۴۴	۳۳,۲۶	۲۱,۷۰	۱۳۳,۲	۷۳,۴
احتمال آزمون	۰,۰۰	۰,۰۳	۰,۰۴	۰,۰۰	۰,۰۰

منبع: یافته‌های پژوهشگر

در بررسی پیش بینی نوسانات بازدهی نقدی سکه طلا از رویکردهای GARCH و ANN-GARCH استفاده شده است. به نحوی که برای هر کدام دورهای پیش بینی ۱۴ و ۲۱ روزه مورد بررسی قرار گرفته است. در این بررسی مدل ANN-GARCH-1 استفاده از متغیر ورودی بازار ارز آزاد استفاده شده است که همانطور که در قبل عنوان شد نحوه ورود متغیرهای برونزا به عنوان متغیر ورودی در شبکه عصبی ANN بر اساس ماتریس وابستگی متغیرها صورت گرفته است. بدین ترتیب در مدل ANN-GARCH-2 استفاده از متغیرهای ورودی نوسانات بازار ارز بازار آزاد و اونس طلا، در مدل ANN-GARCH-3 استفاده از متغیرهای ورودی ارز بازار آزاد، اونس طلا و بازار نفت، در مدل ANN-GARCH-4 استفاده از متغیرهای ورودی ارز بازار آزاد، اونس طلا، بازار نفت و بازار سهام استفاده شده است.

با توجه به مدل‌های یاد شده در جدول(۴) تعداد تخطی‌ها و عدم توانایی پیش بینی‌ها برای دوره ۱۴ روزه به روش‌های GARCH و ANN-GARCH یعنی مدل‌های متوسط مطلق خطا(MAE) ، مدل RMSE، و مدل درصد خطای متوسط مطلق(MAPE) ارزیابی شده است.

متوسط مطلق خطا(MAE) و مدل درصد خطای متوسط مطلق(MAPE) به شرح زیر است؛

$$MAPE = \sqrt{n^{-1}\sum_{t=1}^{n}(\sigma_{a,t}^{2} - \sigma_{a,t}^{2})^{2}}$$
$$MAE = n^{-1}\sum_{t=1}^{n}\left|\sigma_{a,t}^{2} - \sigma_{a,t}^{2}\right| \qquad (۳)$$

که در آنها n تعداد پیش‌بینی‌های انجام شده، $\sigma_{a,t}^{2}, \sigma_{a,t}^{2}$ به ترتیب مقدار اصلی پارامتر و پیش‌بینی پارامتر است. که با استفاده از روش پنجره‌غلتان صورت می‌گیرد.

جدول ۴- مقایسه مدل‌های پیش بینی کننده تلاطم بازدهی سکه طلا برای ۱۴ روز

مدل مورد بررسی	RMSE	MAE	MAPE
GARCH	0.0111	0.0093	48.3236
ANN-GARCH1	0.0104	0.0067	40.9943
ANN-GARCH2	0.0116	0.0070	41.7602
ANN-GARCH3	0.0115	0.0070	41.5873
ANN-GARCH4	0.0101	0.0069	37.6831

منبع: یافته‌های پژوهشگر

در بررسی پیش بینی برای ۲۱ روز در جدول (۵) نتایج معیارهای سنجش توانایی مدل‌های پیش بینی کننده نشان داده شده است.

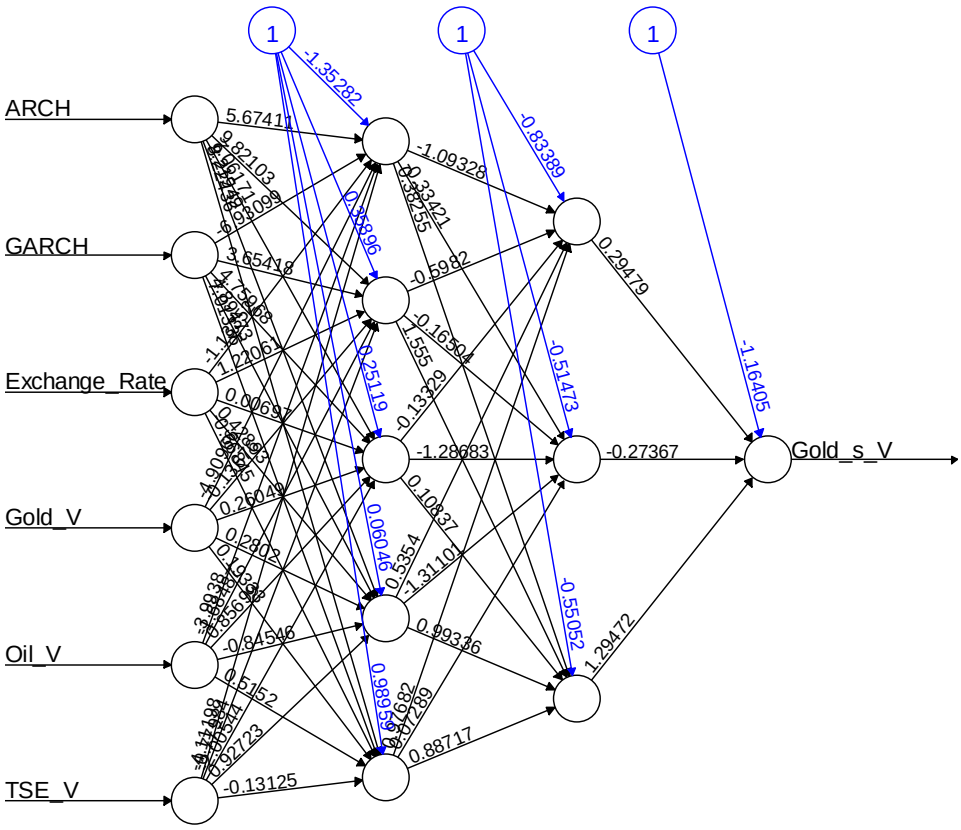
همانطور که مشخص است در این بررسی توانایی مدل ANN-GARCH-4 یعنی با لحاظ متغیر ورودی تلاطم بازارهای موازی داخلی و خارجی توانایی بیشتری در پیش بینی نوسانات بازار نقدی سکه طلا را دارد.

جدول ۵- مقایسه مدل‌های پیش بینی کننده تلاطم بازدهی نقدی سکه طلا برای ۲۱ روز

مدل مورد بررسی	RMSE	MAE	MAPE
GARCH	0.0136	0.0090	45.9729
ANN-GARCH1	0.0114	0.0072	42.4583
ANN-GARCH2	0.0109	0.0070	43.6294
ANN-GARCH3	0.0111	0.0067	40.8657
ANN-GARCH4	0.0106	0.0068	41.0640

منبع: یافته‌های پژوهشگر

این مهم نشان می‌دهد که برای پیش بینی بهتری از تلاطم بازار سکه طلا، باید اطلاعات موجود در بازارهای مالی موازی را باید مد نظر داشت. همانطور که مشخص است در دوره پیش بینی ۱۴ روزه به روش پنجره غلتان روش ANN-GARCH-4 دارای کمترین خطای صورت گرفته است که به خوبی نشان دهنده این واقعیت است که لحاظ تلاطم بازارهای مالی دیگر از قبیل تلاطم ارز بازار آزاد، اونس طلا ، نفت و شاخص بورس باعث بهبود توانایی پیش بینی نوسانات می‌شود. بدین ترتیب فرضیه مبنی بر مناسب بودن رویکرد ANN-GARCH در افزایش توانایی مدل GARCH جهت پیش بینی نوسانات مورد تایید قرار می‌گیرد. این نتایج به مطالعات کریستیانپولر و مینوتولو[۱۵] (۲۰۱۵) هم‌راستا می‌باشد.



نمودار ۱- نمودار مدل تجربی ANN-GARCH4

منبع: یافته‌های پژوهشگر

۶- نتیجه‌گیری

این مقاله به بررسی توانایی مدل‌های GARCH و ANN-GARCH در پیش بینی نوسانات بازدهی قیمت سکه در ایران در طی دوره ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۵ به صورت روزانه پرداخته شده است. بر این اساس به پیش بینی نوسانات بازدهی قیمت سکه طلا در ایران برای دوره‌های ۱۴ و ۲۱ روزه به روش پنجره غلتان استفاده شد. نتایج نشان می‌دهد که در دوره پیش بینی ۱۴ و ۲۱ روزه به روش پنجره غلتان روش ANN-GARCH-4 دارای کمترین خطای صورت گرفته است که به خوبی نشان دهنده این واقعیت است که لحاظ تلاطم بازارهای مالی دیگر از قبیل نوسانات بازار ارز آزاد، اونس طلا ، نفت و شاخص بورس باعث بهبود توانایی پیش بینی نوسانات می‌شود. بدین ترتیب مناسب

بودن رویکرد ANN-GARCH در افزایش توانایی مدل GARCH جهت پیش بینی نوسانات مورد تایید قرار می‌گیرد. این موضوع نشان می‌دهد که لحاظ اطلاعات در بازارهای موازی موجب بهبود شرایط پیش‌بینی تلاطم در بازارهای مالی همچون سکه طلا می‌گردد.

با توجه به نتایج این تحقیق پیشنهاد می‌گردد در رابطه با پیش بینی ها ، تفسیر و سیاست‌گذاری، روند زمانی شاخص‌های بازارهای موازی برای پیش‌بینی تلاطم بازار سکه مورد توجه خاصی قرار داد. همچنین پیشنهاد می‌گردد افراد و موسسات مالی که در حوزه بازارهای مالی سرمایه‌گذاری می‌کنند در تصمیم گیری های خود در مورد تشکیل سبد دارایی، به این نتایج توجه داشته باشند و مبنای تلاطم که معیاری از ریسک است را بررسی نمایند.

فهرست منابع

۱) سعیدی، علی، علی‌محمدی، شهریار(۱۳۹۳)،" بررسی عوامل مؤثر بر تغییرات قیمت قراردادهای آتی در بورس کالای ایران"- فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، دوره ۵، شماره ۲۰

۲) کشاورز حداد، غلامرضا ، حیرانی، مهرداد -۱۳۹۳- "برآورد ارزش در معرض ریسک با وجود ساختار وابستگی در بازدهی بازارهای مالی:رهیافت توابع کاپولا"- مجله تحقیقات اقتصادی- دوره ۴۹، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۳، صفحه ۸۶۹-۹۰۲

3) Baillie, R., Bollerslev, T., Mikkelsen, H., 1996. Fractionally integrated generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. J. Econ. 74, 3–30.
4) Baillie, R., Bollerslev, T., Mikkelsen, H., 1996. Fractionally integrated generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. J. Econ. 74, 3–30.
5) Bollerslev, T., 1986. Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. J. Econ. 31,307–327.
6) Boyacioglu, M. A., & Avci, D. (2010). An adaptive network-based fuzzy inference system (ANFIS) for the prediction of stock market return: the case of the Istanbul stock exchange. Expert Systems with Applications, 37(12), 7908–7912.
7) Components Combining, neural networks and GARCH. Research in International Business and Finance.
8) Creti, A., Joëts, M., & Mignon, V. (2013). On the links between stock and commodity markets' volatility. Energy Economics, 37, 16–28.
9) Dahl, C.M., Iglesias, E.M., 2009. Volatility spill-overs in commodity spot prices: new empirical results. Econ. Model. 26, 601–607.
10) Davidson, J., 2004.Moment andmemory proprieties of linear conditional heteroscedasticity models, and a newmodel. J. Bus. Econ. Stat. 22, 16–29.
11) Domanski, D., Heath, A., 2007. Financial investors and commodity markets. BIS Q. Rev. 53–67.
12) Dwyer, A., Gardner, G.,Williams, T., 2011. Global commoditymarkets—price volatility and financialisation. Reserve Bank of Australia Bulletin. 49–57 (June).
13) Elder, J., Serletis, A., 2008. Long memory in energy futures prices. Rev. Financ. Econ. 17, 146–155.
14) Engle, R.F., 1982. Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of UK inflation. Econometrica 50, 987–1008.
15) Engle, R.F., 1982. Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of UK inflation. Econometrica 50, 987–1008.
16) Engle, R.F., Bollerslev, T., 1986. Modelling the persistence of conditional variances. Econ. Rev. 5, 1–50.
17) Engle, R.F., Bollerslev, T., 1986. Modelling the persistence of conditional variances. Econ. Rev. 5, 1–50.
18) Geweke, J., Porter-Hudak, S., 1983. The estimation and application of long-memory time series models. J. Time Ser. Anal. 4, 221–238.

19) Giot, P., Laurent, S., 2003. Market risk in commodity markets: a VaR approach. Energy Econ. 25, 437–457.
20) Hammoudeh, S., Dibooglu, S., Aleisa, E., 2004. Relationships among US oil prices and oil industry equity indices. Int. Rev. Econ. Financ. 13 (3), 427–453.
21) Hammoudeh, S., Yuan, Y., 2008. Metal volatility in presence of oil and interest rate shocks. Energy Econ. 30, 606–620.
22) Hammoudeh, S., Yuan, Y., McAleer, M., Thompson, M., 2010. Precious metals-exchangerate volatility transmissions and hedging strategies. Int. Rev. Econ. Financ. 20,633–647.
23) Nelson, D.B., 1991. Conditional heteroscedasticity in asset returns: a new approach. Econometrica 59, 347–370.
24) Trück, S., & Liang, K. (2012). Modelling and forecasting volatility in the gold market. International Journal of Banking and Finance, 9(1), 3.
25) Tully, E., & Lucey, B. M. (2007). A power GARCH examination of the gold market. Research in International Business and Finance, 21(2), 316–325.
26) Vortelinos, D. I. (2015). Forecasting realized volatility: HAR against Principal

یادداشت‌ها

[1] Tully and Lucey
[2] Fama
[3] Bollerslev
[4] Engle
[5] Nelson
[6] Boyacioglu and Avci
[7] Truck and Liang
[8] Creti et al
[9] Kristjanpoller and Minutolo
[10] Bollerslev
[11] Kristjanpoller and Minutolo
[12] Rolling Window
[13] Estimation period
[14] Estimation sample
[15] Kristjanpoller and Minutolo