



فصلنامه علمی پژوهشی دانش سرمایه‌گذاری
سال چهارم / شماره سیزدهم / بهار ۱۳۹۴

بررسی و مقایسه امنیت سرمایه‌گذاری در بازارهای سهام، طلا، ارز و مسکن ایران به کمک معیار ارزش در معرض خطر (VaR)

غلامرضا زمردیان

دکتری و عضو هیئت علمی گروه مدیریت دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز
gh.zomorodian@gmail.com

مهدی شعبانزاده

دانشجوی دکتری تخصصی اقتصاد کشاورزی دانشگاه تهران
com.gmail@mehdishabanzadeh

ولی اله فریادرس

دانشجوی دکتری تخصصی اقتصاد کشاورزی دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: ۹۳/۵/۳ تاریخ پذیرش: ۹۳/۸/۱۷

چکیده

سرمایه‌گذاری در هر کشور، تابع مجموعه‌ای از متغیرهاست که امنیت سرمایه‌گذاری در زمره‌ی مهم‌ترین آن‌ها به شمار می‌آید. بررسی آمارهای رسمی کشور طی دهه‌های اخیر نشان می‌دهد که به طور میانگین تنها حدود 12 درصد از تولید ناخالص داخلی واقعی کشور به سرمایه‌گذاری در بخش تولید، اعم از تولید کالا و خدمات اختصاص یافته، و بخش قابل توجهی از آن جذب فعالیت‌های سوداگرانه و غیر مولد گردیده است. بر این اساس مطالعه حاضر با هدف بررسی و مقایسه امنیت سرمایه‌گذاری در بازارهای مختلف، به بررسی ریسک سرمایه‌گذاری در چهار بازار سهام، طلا، ارز و مسکن ایران به کمک معیار ارزش در معرض خطر (VaR) پرداخته است. همچنین در مطالعه حاضر جهت ارائه قضاوت دقیق‌تر از امنیت سرمایه‌گذاری بر اساس نگرش سرمایه‌گذاران از روش TOPSIS نیز استفاده شده است. کلیه اطلاعات مورد نیاز جهت انجام مطالعه حاضر به صورت ماهانه برای دوره زمانی 92-1381 جمع‌آوری شده است. نتایج حاصل از مطالعه حاضر نشان می‌دهد که بر اساس معیار VaR، امنیت سرمایه‌گذاری در بازار سهام نسبت به سایر بازارها بسیار پائین‌تر بوده و لذا سرمایه‌گذاران در بازار فوق نسبت به سایر بازارها با ریسک سرمایه‌گذاری بالاتری مواجه می‌باشند. همچنین نتایج حاصل از روش TOPSIS (با توجه به دو معیار ریسک و بازده) بیان‌گر آن است که سرمایه‌گذاران ریسک‌گریز و بی‌تفاوت نسبت به ریسک دارای رفتار مشابهی بوده، به طوری که دو گروه فوق، ابتدا سرمایه‌گذاری در بازار مسکن و سپس سرمایه‌گذاری در بازار طلا را بر سرمایه‌گذاری در بازارهای موازی چون ارز و سهام ترجیح می‌دهند. با این وجود و بر خلاف دو گروه فوق سرمایه‌گذاران ریسک‌پذیر، سرمایه‌گذاری در بازار سهام و سپس سرمایه‌گذاری در بازار مسکن را بر سرمایه‌گذاری در بازارهایی چون طلا و ارز ترجیح می‌دهند.

واژه‌های کلیدی: امنیت سرمایه‌گذاری، ارزش در معرض خطر، بازار سهام، بازار طلا و ارز، بازار مسکن، روش TOPSIS.

۱- مقدمه

رشد و توسعه پایدار عمده‌ترین آرمان اقتصادی هر کشوری است و مهم‌ترین معیار تعیین و اندازه‌گیری رشد اقتصادی، رشد تولید ناخالص داخلی و محرک اصلی تولید، میزان سرمایه‌گذاری است. سرمایه‌گذاری به عنوان موتور رشد و توسعه‌ی اقتصادی، در تمام کشورهای جهان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است چرا که لازمه‌ی رشد اقتصادی، تولید بیشتر و سرمایه‌گذاری افزون‌تر است (آهنگری و سعادت مهر، 1387). عوامل متعددی از قبیل متغیرهای پولی و مالی، سیاسی و ساختاری بر فرآیند سرمایه‌گذاری و در نهایت، رشد اقتصادی هر کشور تأثیر گذارند. پژوهش‌های متعددی که در زمینه نظریه‌ها و الگوهای سرمایه‌گذاری از سوی پژوهشگران و متخصصان اقتصادی صورت گرفته است، به طور عمده مربوط به اقتصادهای پیشرفته‌ای است، که اتکاء به اقتصاد بازار، از ویژگی‌های بارز آنهاست. این در حالی است که اقتصاد کشورهای در حال توسعه دارای ویژگی‌هایی است که آنها را از اقتصادهای پیشرفته متمایز می‌سازد (سلیمی فر و قوی، 1381). اکثر کشورهای پیشرفته، نظام‌های سیاسی و اقتصادی باثبات و با ترتیبات قانونی مدون و مشخص دارند. هم‌چنین برای رفع مشکلات و انجام معاملات و قراردادهای زیر بنای ساختاری لازم برخوردارند، در حالی که کشورهای در حال توسعه از این جنبه‌ها محروم می‌باشند. در این کشورها ساختار مناسب و ترتیبات قانونی جهت حمایت از مالکیت خصوصی وجود ندارد. لذا با وجود آن که ممکن است نرخ‌های بازدهی سرمایه‌گذاری در این کشورها بالاتر از کشورهای صنعتی باشد ولی به دلایل فوق‌الذکر در این کشورها باز فرار سرمایه وجود خواهد داشت. سرمایه‌گذاری در ایران نیز، به طرق مختلف از این قاعده جدا نیست. بررسی آمارهای رسمی کشور طی دهه‌های اخیر نشان می‌دهد که به طور میانگین تنها حدود 12 درصد از تولید ناخالص داخلی واقعی کشور به سرمایه‌گذاری در بخش تولید، اعم از تولید کالا و خدمات اختصاص یافته است. مقایسه آمار فوق با آمار کشورهایی چون کره جنوبی، ترکیه و پاکستان نشان می‌دهد که این سهم بسیار ناچیز می‌باشد (حسین زاده بحرینی، 1383). کارشناسان دلایل اصلی این موضوع را ناشی از مسائل اقتصادی و سیاسی عنوان می‌نمایند. دارنده سرمایه هنگام اخذ تصمیم برای سرمایه‌گذاری به دو اطمینان نیاز دارد. نخست، اطمینان از سودآوری قابل قبول پروژه‌ای که به وسیله سرمایه او تامین مالی می‌شود؛ دوم، اطمینان از عدم تعرض سیاسی، نظامی، حقوقی، فرهنگی و ... به سرمایه او که اکنون به صورت ساختمان، ماشین آلات و ... است. عدم اقبال دارندگان سرمایه به سرمایه‌گذاری در یک کشور یا صنعت خاص، نشان دهنده جمع‌بندی آنان از مجموعه مولفه‌هایی است که دو متغیر سودآوری و امنیت سرمایه‌گذاری را شکل می‌دهند (آهنگری و سعادت مهر، 1387). با عدم تامین دو مولفه فوق، سرمایه‌گذار داخلی گزینه‌هایی هم‌چون به کار انداختن سرمایه در فعالیتهای سوداگرانه و غیر مولد سرمایه‌گذاری را بر سرمایه‌گذاری در بخش‌های واقعی اقتصاد ترجیح می‌دهد. این رفتار، بهترین علامت برای این واقعیت است که دارندگان داخلی سرمایه، ایران را بستری مناسب برای سرمایه‌گذاری نمی‌دانند. بر این اساس هدف مطالعه حاضر بررسی خطرپذیری سرمایه‌گذاری در بازارهای سهام، مسکن، ارز و طلا است. تلاش‌های زیادی در جریان است تا سرمایه‌گذاری از بازارهای غیر مولدی نظیر ارز و طلا به بازارهای مولد سهام و مسکن تغییر جهت دهد. بدیهی است چنین تلاش‌هایی باید بتواند امنیت سرمایه‌گذاری در بازارهای مولد را حفظ و گسترش دهد تا قادر به تغییر مسیر سرمایه‌گذاری‌ها گردد. از این رو

در این مطالعه وضعیت امنیت سرمایه‌گذاری در بازارهای مورد اشاره بررسی شده است تا با اطلاع از وضعیت موجود آنها بتوان برای اصلاح وضعیت تلاش نمود.

۲- مبانی نظری و مروری بر پیشینه تحقیق

ارزش در معرض خطر^۱ (VAR) توسط رُی^۲ (1952) و تلسر^۳ (1955) به صورت مقدماتی مطرح شد. ارزش در معرض خطر، معیاری جهت اندازه‌گیری ریسک است که حداکثر زیان مورد انتظار را در یک موقعیت سرمایه‌گذاری خاص و سطح اطمینان خاص تخمین می‌زند. این معیار در اواخر دهه 1990 پس از آنکه برخی از صندوق‌های مشترک سرمایه‌گذاری و صندوق‌های بازنشستگی زیان‌های ناگهانی بزرگی را متحمل شدند مورد توجه قرار گرفت. هدف از این روش هشدار به سرمایه‌گذاران در مورد حداکثر زیان بالقوه و احتمالی است که می‌تواند در روز یا یک هفته اتفاق بیافتد. ارزش در معرض خطر برای انواع ابزارهای مالی مانند سهام، اوراق قرضه، ارز، اوراق بهادار با پشتوانه دارایی‌ها^۴، اوراق قرضه با پشتوانه وام‌های رهنی^۵ و همچنین ابزارهای مالی مشتقه کاربرد دارد. همچنین معیار فوق کاربرد زیادی برای قانون‌گذاران و دستگاه‌های نظارتی دارد. به عنوان مثال کمیسیون بورس و اوراق بهادار^۶ (SEC) در ژانویه 1997، همه موسسات مالی و شرکت‌های سهامی عام با ارزش سهام بیش از 5/2 میلیارد دلار را موظف کرد تا ریسک بازار خود را با معیار ارزش در معرض خطر اعلام و محاسبه کنند.

هم چنین کمیته بازل^۷ بانک‌ها را از سال 1995 موظف کرد تا حد کفایت سرمایه خود را بر این اساس مشخص و رعایت کنند (نبوی چاشمی و همکاران، 1391). ارزش در معرض ریسک در مقایسه با سایر روش‌های اندازه‌گیری ریسک دارای مزایای فراوانی می‌باشد. روش فوق برخلاف بسیاری از روش‌های اندازه‌گیری ریسک تغییرات ارزش بازار دارایی‌ها را لحاظ می‌کند، متغیرهای بازار را برای افق زمانی کوتاه‌تری پیش‌بینی می‌کند، نگاه رو به جلو دارد یعنی ریسک کل پرتفوی موجود را برای آینده برآورد می‌کند، قابلیت کاربرد در مورد پرتفوی‌های متشکل از سهام، اوراق قرضه، کالا و ابزارهای مشتقه را دارا بوده و همچنین از آن می‌توان برای تجمیع ریسک گروه‌های مختلفی از دارایی‌ها و مقایسه ریسک بازار دارایی‌ها و پرتفوی‌های مختلف استفاده نمود. در نهایت نیز ارزش در معرض ریسک چارچوبی برای اندازه‌گیری و تحلیل ریسک است که می‌توان آن را در مورد انواع دارایی‌ها به صورت یکسان به کار برد. در نتیجه با استفاده از VaR، پرتفوی متشکل از اوراق قرضه با پرتفوی تشکیل یافته از سهام قابل مقایسه بوده و لذا استفاده از مفهوم فوق به مدیران امکان می‌دهد تا روش‌های مختلف تخصیص دارایی‌ها را برای یافتن پرتفوی‌های کارآتر مورد ارزیابی قرار دهند. اعمال محدودیت‌هایی برای تخصیص دارایی‌ها با استفاده از معیار VaR، موجب می‌شود تا مدیران پرتفوی، ریسک سرمایه‌گذاری را به آن بخش‌هایی که پتانسیل بالاتری برای بازدهی دارد هدایت و فعالیت‌های خود را بر مبنای استراتژی کاهش ریسک متنوع کنند (چمپان، 2011).

شریف آزاده و حسین‌زاده بحرینی (1382)، تاثیرپذیری سرمایه‌گذاری خصوصی ایران از شاخص‌های امنیت اقتصادی را مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاصل از این مطالعه نشان می‌دهد که متغیرهای نهادی نظیر ثبات دولت، حاکمیت نظم و قانون، خطر بروز درگیر داخلی، خطر بروز درگیری خارجی و شکاف میان انتظارات مردم و عملکرد اقتصادی دولت، تاثیر مثبت و معنی‌دار بر نسبت سرمایه‌گذاری خصوصی به GDP دارند. عباسی‌نژاد و جبل عاملی (1385)، اثر متغیرهای کیفی، نظیر جنگ، تغییر دولت‌ها و تحریم‌ها را بر حجم سرمایه‌گذاری در اقتصاد ایران مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاصل از این مطالعه نشان می‌دهد که متغیرهای مذکور موجب نااطمینانی در ادامه فعالیت بنگاه‌ها شده و یا قیمت را نامطمئن می‌سازند و بر این اساس سبب کاهش حجم سرمایه مطلوب شده و میزان سرمایه‌گذاری بخش خصوصی را در بخش‌های واقعی اقتصاد کاهش می‌دهند. در مورد عرضه سرمایه نیز نااطمینانی اقتصادی به دلیل ریسک‌گریز بودن همه عوامل اقتصادی، با بالا بردن نااطمینانی در اقتصاد، حجم سرمایه‌گذاری را در بخش‌های واقعی اقتصاد تقلیل می‌دهد. آهنگری و سعادت مهر (1387)، با استفاده از مدل خود توضیح برداری (VAR) به روش هم جمعی یوهانسن - جوسیلیوس، رابطه میان ریسک و سرمایه‌گذاری خصوصی را در ایران مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاصل از این مطالعه نشان می‌دهد که امنیت سرمایه‌گذاری، تاثیر معنی‌داری بر سرمایه‌گذاری خصوصی در ایران دارد. به طوری که با یک واحد افزایش در شاخص ریسک سرمایه‌گذاری (ریسک مرکب)، سرمایه‌گذاری خصوصی در ایران به طور متوسط به میزان 22% میلیارد ریال کاهش می‌یابد. سعادت مهر (1390)، تاثیر امنیت بر سرمایه‌گذاری خصوصی در ایران را مورد بررسی قرار داد. نتایج حاصل از مطالعه فوق نشان می‌دهد که امنیت سرمایه‌گذاری هم در بلندمدت و هم در کوتاه‌مدت تاثیر معنی‌داری بر سرمایه‌گذاری در ایران دارد. این تاثیر در بلندمدت بیشتر از کوتاه‌مدت است. به طوری که یک واحد افزایش در نرخ ریسک، به طور متوسط در کوتاه‌مدت و بلندمدت به ترتیب باعث کاهش سرمایه‌گذاری به میزان 42% و 1/88 میلیارد ریال می‌شود. نبوی چاشمی و همکاران (1391)، به منظور بررسی کارایی تخمین زنده‌های ریسک در شرایط عدم اطمینان، عملکرد تخمین زنده‌های ارزش در معرض خطر (VaR) را با استفاده از الگوریتم ژنتیک مورد بررسی قرار دادند. در مطالعه فوق ضمن بررسی کارایی تخمین زنده‌های مختلف در برآورد ارزش در معرض خطر، با محاسبه بازده واقعی حاصل از کاربرد تخمین زنده و همچنین زیان ایجاد شده به عنوان معیاری از دو شاخص ریسک و بازده، مناسب‌ترین تخمین زنده برای سرمایه‌گذاران مختلف اعم از ریسک‌گریز، ریسک خنثی و ریسک‌پذیر، برای بازار ارز شناسایی شد.

لیهی و وایت (1995) با استفاده از داده‌های پانل اثر نااطمینانی را بر روند سرمایه‌گذاری در بنگاه‌های صنعتی کشور آمریکا مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاصل از این مطالعه نشان می‌دهد که نااطمینانی اثر منفی بر روند سرمایه‌گذاری بنگاه‌ها دارد. بلوم و همکاران (2007) ارتباط میان عدم قطعیت و سرمایه‌گذاری بنگاه‌ها را در طول زمان مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاصل از این مطالعه نشان می‌دهد که عدم قطعیت ارزش گزینه واقعی برای سرمایه‌گذاری را افزایش داده و بنگاه‌ها را برای سرمایه‌گذاری و یا عدم سرمایه‌گذاری محتاط‌تر می‌سازد. هم چنین نتایج مطالعه فوق نشان می‌دهد که هم چنان که عدم قطعیت و نااطمینانی افزایش می‌یابد، اثرات احتیاطی نیز افزایش می‌یابد. بر این اساس در این مطالعه نشان داده شده است که شرکت‌ها در دوره‌های با

عدم اطمینان بالا از جمله پس از بحران نفتی سال 1973 و 11 سپتامبر 2001 نسبت به محرک‌های سیاستی برای سرمایه‌گذاری بیشتر، عکس‌العمل بسیار ضعیفی از خود نشان داده‌اند. لین لی و همکاران (2013) با استفاده از الگوی VAR، ارتباط علی‌پویای میان اثر نااطمینانی در سیاست‌های اقتصادی و بازگشت سرمایه را در دو کشور چین و هند بررسی نمودند. نتایج حاصل از مطالعه فوق‌نشان می‌دهد که اگر چه در بعضی از زیر دوره‌های تحت بررسی، میان نااطمینانی در سیاست‌های اقتصادی و بازگشت سرمایه ارتباط علی‌دو طرفه مشاهده می‌گردد با این وجود این ارتباط برای کل دوره معنی‌دار نمی‌باشد. وانگ و همکاران¹¹ (2014) اثر نااطمینانی در سیاست‌های اقتصادی دولت را بر روند سرمایه‌گذاری شرکت‌ها در کشور چین مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاصل از این مطالعه نشان می‌دهد که با افزایش درجه نااطمینانی از سیاست‌های اقتصادی، بنگاه‌ها میزان سرمایه‌گذاری خود را در فرایند تولید کاهش خواهند داد. هم‌چنین نتایج مطالعه فوق‌نشان می‌دهد که شفافیت و ثبات در سیاست‌های اقتصادی بر روند سرمایه‌گذاری بنگاه‌ها و به تبع آن بر تولید اثر مثبت دارد. بررسی مطالعات فوق‌نشان می‌دهد که تأمین امنیت در محیط‌های مستعد سرمایه‌گذاری به عنوان یک ضرورت بسیار مهم و کلیدی است که عدم تأمین آن سبب فرار سرمایه‌گذاری از کشور و یا جذب آن در بخش‌های کاذب و غیر واقعی اقتصاد می‌گردد. لذا با توجه به مباحث مطرح شده، مطالعه حاضر به بررسی و مقایسه امنیت سرمایه‌گذاری در چهار بازار سهام، طلا، ارز و مسکن ایران به کمک معیار ارزش در معرض خطر (VaR) برای دوره زمانی 92-1389 می‌پردازد. در ادامه، برای آن که قضاوت‌های دقیق‌تری از امنیت سرمایه‌گذاری در چهار بازار تحت بررسی ارائه شود، به کمک روش TOPSIS اقدام به رتبه‌بندی بازارهای مختلف بر اساس انواع سرمایه‌گذاران (ریسک‌گریز، بی‌تفاوت نسبت به ریسک و ریسک‌پذیر) شده است.

۳- روش‌شناسی و الگوهای پژوهش

ریسک بازار، به عنوان احتمال وقوع زیان ناشی از عدم قطعیت درآمدهای پرتفوی معاملاتی یک موسسه مالی به واسطه تغییر در شرایط بازار شامل قیمت دارایی، نرخ بهره، نوسانات بازار و نقدینگی بازار تعریف می‌شود. در حال حاضر مهم‌ترین روش سنجش ریسک بازار استفاده از مدل‌های ارزش در معرض خطر (VaR) می‌باشد (فلاح شمس، 1389). بر این اساس و با توجه به مزایای فراوان معیار VaR در مقایسه با سایر روش‌های اندازه‌گیری ریسک، جهت دست‌یابی به اهداف مطالعه حاضر از معیار فوق‌جهت بررسی و مقایسه امنیت سرمایه‌گذاری در چهار بازار سهام، طلا، ارز و مسکن ایران استفاده می‌گردد.

همان‌گونه که عنوان شد VaR را می‌توان به عنوان حداکثر زیان مورد انتظار روی پرتفولیو در افق زمانی معین، در شرایط عادی بازار و سطح اطمینان معین تعریف نمود. به عبارت دیگر VaR یک عبارت احتمالی است که تغییر احتمالی ارزش پرتفوی در اثر تغییر در عوامل بازار، ظرف یک دوره زمانی معین را بیان می‌کند. تمرکز معیار VaR بر قسمت سمت چپ منحنی توزیع نرمال سود از دیدگاه سرمایه‌گذار است. برای مثال یک مدیر سید سهام ممکن است از سطح اطمینان 90 درصد استفاده کند تا حداکثر زیان مورد انتظار روزانه برای یک سهم را در 90 درصد روزهای کاری آتی برآورد کند. هر اندازه سطح اطمینان بالاتر باشد حداکثر زیان مورد انتظار برای

نوع خاصی از سرمایه‌گذاری بیشتر خواهد بود. یعنی در هنگام استفاده از سطح اطمینان 90 درصد انتظار می‌رود زیان روزانه از تملک یک سهم خاص بیشتر از 5- درصد نباشد. اما انتظار می‌رود هنگام استفاده از سطح اطمینان 99 درصد این مقدار از 8- درصد بیشتر نباشد (چمپان، 2011). هر قدر اطمینان سرمایه‌گذاران از اینکه زیان واقعی از حداکثر زیان مورد انتظار بیشتر نمی‌شود، بالا رود، حرکت آنها به سمت چپ توزیع احتمال بیشتر خواهد بود. جهت اندازه‌گیری ارزش در معرض خطر می‌توان از روش‌های ناپارامتریک^{۱۲} و یا از روش‌های پارامتریک^{۱۳} (مدل‌های اقتصادسنجی) استفاده نمود. در روش‌های ناپارامتریک برای محاسبه VaR برخلاف روش پارامتریک، از اطلاعات تاریخی که عموماً در دسترس می‌باشند، استفاده می‌گردد. فرض اصلی در این روش ثابت ماندن توزیع بازده در گذشته و آینده است و از داده‌های گذشته به منظور پیش‌بینی آینده استفاده می‌شود. در واقع در این روش VaR را می‌توان به عنوان برآورد چارک از نقطه نظر آماری مشاهده و تفسیر نمود (نبوی چاشمی و همکاران، 1391). در روش‌های پارامتریک جهت محاسبه ارزش در معرض خطر با توجه به قضیه حد مرکزی فرض بر آن است که بازده دارایی‌ها یا سرمایه‌گذاری‌ها بر اساس توزیع نرمال توزیع شده‌اند و در نتیجه با توجه به توزیع نرمال، احتمال قرار گرفتن بازدهی (زیان) در قسمت گوشه سمت چپ منحنی توزیع نرمال برابر است با احتمال نرمال استاندارد. با فرض نرمال بودن توزیع بازده، می‌توان ارزش در معرض خطر برای یک دوره را به صورت رابطه (1) تعریف نمود.

$$\text{VaR}_t = -P_{t-1}(\mu_t - \sigma_t z_\alpha) \quad (1)$$

در رابطه فوق VaR_t ارزش در معرض خطر دوره t ، P_{t-1} قیمت دارایی در دوره $t-1$ ، μ_t میانگین بازده در دوره t ، σ_t انحراف معیار بازده در دوره t ، و z_α مقدار متغیر نرمال استاندارد در سطح اطمینان $1 - \alpha$ می‌باشد. در محاسبه VaR دقت در محاسبه انحراف معیار بازده که بیان‌گر نوسانات بازده می‌باشد از اهمیت فراوان برخوردار می‌باشد. لذا برای محاسبه دقیق معیار فوق می‌توان از روش‌های مختلف و از جمله الگوهای خانواده مدل‌های تعمیم یافته خودرگرسیون واریانس ناهمسان (GARCH) استفاده نمود. در ادامه به تعدادی از الگوهای خانواده GARCH که در مطالعه حاضر از آنها جهت الگوسازی نوسانات بازده استفاده شده است اشاره می‌گردد.

۳-۱- الگوی GARCH

الگوهای واریانس شرطی برای اولین بار در سال 1982 توسط انگل^{۱۴} برای برآورد تابع واریانس ناهمسان خطای متغیر آشوب (متغیر دارای نوسان) و به صورت الگوی ARCH معرفی شدند. سپس بولرسلو^{۱۵} (1986) با توسعه الگوهای فوق، الگوی GARCH را برای برآورد واریانس ناهمسانی مطرح نمود. در الگوی فوق، واریانس شرطی نه تنها با خطاهای پیش‌بینی (مقادیر شوک‌های گذشته) بلکه با وقفه‌های خود نیز همبستگی دارد. به طور کلی ساختار مدل GARCH (p,q) را می‌توان به صورت رابطه (2) بیان نمود:

$$\sigma_t^2 = \omega + \alpha_i \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_j \sigma_{t-j}^2 \quad (2)$$

در الگوی فوق، p و q به ترتیب مرتبه‌ی فرآیندهای GARCH و ARCH می‌باشند. معادله‌ی (۱) که یک مدل واریانس شرطی است، به عنوان تابعی از جزء اخلاص (ε_t) و وقفه نوسانات دوره قبل در نظر گرفته شده است. از آنجا که در این الگو، واریانس هر دوره به وسیله‌ی واریانس یک دوره‌ی قبل توضیح داده می‌شود، به آن واریانس شرطی می‌گویند. (حیدری و همکاران، ۱۳۸۹).

واریانس شرطی که توسط معادله‌ی بالا مشخص گردیده، تابعی از سه عبارت زیر می‌باشد:

(۱) معادله میانگین (ω)، که به صورت رابطه (۳) تعریف می‌گردد:

$$y_t = \phi(L)y_t + \beta x_t + \varepsilon_t \quad (3)$$

در رابطه (۳)، y_t میانگین شرطی است که به وقفه‌های متغیر وابسته، متغیرهای توضیحی (x_t) و ضرایب آن‌ها بستگی دارد. در رابطه فوق $y_t(L)$ شامل متغیرهای درون‌زای باوقفه است. e_t نیز بیان‌گر جزء پسماند در دوره‌ی t می‌باشد.

(۲) جزء اخلاص، که توسط متغیر تأخیری مربع پسماند ε_{t-1}^2 یا همان جزء ARCH توضیح داده می‌شود.

(۳) واریانس دوره‌های قبل و یا به عبارت دیگر σ_{t-j}^2 ، که در واقع همان جزء GARCH می‌باشد.

شرط لازم برای مثبت بودن واریانس شرطی، مثبت بودن تمام ضرایب ε_{t-1}^2 و σ_{t-j}^2 است. یعنی:

$$\alpha_i > 0 \quad \forall i = 1, 2, \dots, q \quad (4)$$

$$\beta_j > 0 \quad \forall j = 1, 2, \dots, p \quad (5)$$

$$\omega > 0 \quad (6)$$

همچنین شرط کافی برای فرآیند GARCH (p,q)، مانایی ضعیف می‌باشد. این شرط تحت شرایط ذیل برقرار می‌باشد:

$$\sum_{i=1}^q \alpha_i + \sum_{j=1}^p \beta_j < 1 \quad (7)$$

با برقراری شرط فوق، اثر تکانه‌ها در مدل ناپایدار و لذا شرط کافی تأمین خواهد شد.

(ابونوری و همکاران، ۱۳۸۸).

۳-۲- الگوی IGARCH

الگوی واریانس ناهمسانی شرطی تعمیم یافته انباشته $(IGARCH)^p$ ، فرم دیگری از الگوهای GARCH می‌باشد.

شکل کلی این مدل به صورت رابطه (۹) می‌باشد:

$$\varepsilon_t = \sigma_t z_t \quad (8)$$

$$\sigma_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-1}^2 + \sum_{j=1}^p \beta_j \sigma_{t-j}^2 \quad (9)$$

محدودیت اعمال شده در الگوی IGARCH، برابری مجموع ضرایب می‌باشد که به صورت رابطه (۱۰) تعریف می‌شود:

$$\sum_{i=1}^q \alpha_i + \sum_{j=1}^p \beta_j = 1 \quad (10)$$

۳-۳- الگوی EGARCH

فرم دیگر الگوهای GARCH، الگوی واریانس ناهمسانی شرطی تعمیم یافته نمایی^{۱۷} (EGARCH) می‌باشد. تفاوت الگوی EGARCH با الگوی GARCH تنها در لگاریتمی بودن ساختار واریانس می‌باشد. این الگو به طور کلی به صورت رابطه (12) مشخص می‌شود:

$$\varepsilon_t = \sigma_t z_t \quad (11)$$

$$\ln \sigma_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-1}^2 + \sum_{j=1}^p \beta_j \ln \sigma_{t-j}^2 \quad (12)$$

مزیت عمده الگوی EGARCH آن است که با استفاده از الگوی فوق می‌توان اثرات اهرمی را مدل‌سازی نمود. مفهوم اثرات اهرمی که توسط بلک^{۱۸} (1976) و فرنچ و همکاران^{۱۹} (1987) مطرح گردید آن است که تغییرات قیمت با تغییرات نوسان همبستگی منفی دارد. بر این اساس می‌توان شکل دیگری از مدل EGARCH را که توسط دهامیجا و بهالا^{۲۰} (2010) ارائه شده است، به صورت رابطه (13) تصریح نمود:

$$\ln \sigma_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^q \gamma_i \left(\frac{|\varepsilon_{t-1}|}{\sigma_{t-1}} - \sqrt{\frac{2}{\pi}} \right) + \alpha_i \varepsilon_{t-1}^2 + \sum_{j=1}^p \lambda_j \ln \sigma_{t-j}^2 \quad (13)$$

در رابطه (13) جهت بررسی وجود اثرات اهرمی می‌توان فرض $\gamma < 0$ را آزمون نمود. چنانچه مشخص گردد که $\gamma \neq 0$ است آنگاه می‌توان نتیجه گرفت که اثر شوک‌ها بر واریانس شرطی به صورت نامتقارن می‌باشد.

3-4- الگوی GJRGARCH

الگوی واریانس ناهمسانی شرطی تعمیم یافته GJR یکی دیگر از الگوهای خانواده GARCH می‌باشد. الگوی فوق در سال 1993 توسط گلستن و همکاران^{۲۱} ارائه شده است. در الگوی GJRGARCH، اثر شوک‌های مثبت و منفی، بر روی واریانس شرطی متقارن با استفاده از شاخص I مدل‌سازی می‌گردد. شکل کلی الگوی GJRGARCH را می‌توان به صورت رابطه (14) مشخص نمود:

$$\sigma_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_t^2 + \sum_{j=1}^p \beta_j \sigma_{t-j}^2 + \sum_{i=1}^q \gamma_i I_{t-i} \varepsilon_{t-1}^2 \quad (14)$$

در الگوی فوق شاخص I را می‌توان به صورت رابطه (15) تعریف نمود:

$$I_{t-1} = \begin{cases} 1 & \text{if } \varepsilon_{t-1} < 0 \\ 0 & \text{if } \varepsilon_{t-1} \geq 0 \end{cases} \quad (15)$$

۳-۵- الگوی TGARCH

از دیگر الگوهای خانواده GARCH، الگوی TGARCH می‌باشد. مدل فوق توسط گلستن و همکاران (1993) و زاکوئیان^{۲۲} (1994) ارائه شده است. مزیت عمده الگوی TGARCH آن است که با استفاده از الگوی فوق می‌توان اثرات نامتقارن شوک‌ها را مدل‌سازی نمود. این الگو به طور کلی به صورت رابطه (16) مشخص می‌شود:

$$\sigma_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^q \alpha_i (|\varepsilon_{t-i}| - \gamma_i \varepsilon_{t-i}) + \sum_{j=1}^p \beta_j \sigma_{t-j}^2 \quad (16)$$

در مدل فوق، تأثیر اخبار خوب به میزان α_i و تأثیر اخبار بد به میزان $\alpha_i + \gamma_i$ می‌باشد. لذا اگر $\gamma > 0$ باشد، در این صورت می‌توان گفت که اثر اهرمی وجود دارد.

جهت انتخاب الگوی مناسب GARCH، از میان انواع الگوهای GARCH می‌توان از سه معیار آکائیک (AIC)، شوارتز-بیزین (SBC) و یا حنان-کوئین (HQC) استفاده نمود. معیارهای فوق را می‌توان به ترتیب به صورت روابط (19) - (17) تعریف نمود.

$$AIC = T \ln(RSS) + 2N \quad (17)$$

در رابطه (17)، N تعداد پارامترهای برآورد شده، T تعداد مشاهدات مورد نظر و RSS مجموع جملات خطا یا پسماند می‌باشد. بر اساس این معیار، مدلی بهتر است که از لحاظ جبری AIC کمتری داشته باشد (فابوسا^{۲۳}، 2002).

$$SBC = T \ln(RSS) + \frac{1}{2} n \ln(T) \quad (18)$$

در رابطه (18)، n تعداد پارامترهای برآورد شده، T تعداد مشاهدات مورد نظر و RSS مجموع جملات خطا یا پسماند می‌باشد. بر اساس این معیار نیز، مدلی بهتر است که از لحاظ جبری SBC کمتری داشته باشد.

$$HQC = T \ln(RSS) + n \ln(T) \quad (19)$$

در رابطه (19) نیز، n تعداد پارامترهای برآورد شده، T تعداد مشاهدات مورد نظر و RSS مجموع جملات خطا یا پسماند می‌باشد. بر اساس معیار حنان-کوئین، مدلی بهتر است که از لحاظ جبری HQC کمتری داشته باشد. (ابریشمی و مهرآرا، 1389)

در تخمین VaR علاوه بر الگوسازی مناسب شاخص نوسانات، تعیین سه پارامتر دوره مشاهده، دوره نگهداری و فاصله اطمینان بسیار مهم است و تأثیر مستقیم بر دقت تخمین زننده دارد. دوره مشاهده، بیان گر دوره زمانی از گذشته است که با استفاده از داده‌های آن، به تخمین پارامترهای مدل دست می‌زنیم. انتخاب طول دوره مشاهده به داده‌های در دسترس وابسته است. کمیته بازل، دوره مشاهده 250 روز کاری را برای مشاهدات روزانه پیشنهاد کرده است. چنانچه طول دوره مشاهده بیش از حد بلند و یا بیش از حد کوتاه انتخاب شود، می‌تواند باعث کاهش دقت مدل شود. در مطالعه حاضر طول دوره مشاهده 100 ماهه در نظر گرفته شده است. هم چنین دوره نگهداری مورد استفاده در این تحقیق یک ماه می‌باشد. بدین معنی که در تخمین VaR از بازده‌های ماهیانه استفاده شده است، و در نهایت نیز پارامتر نهایی در تخمین مدل VaR فاصله اطمینان می‌باشد. انتخاب فاصله اطمینان به سیاست‌های مدیریت ریسک بستگی دارد. معمولاً "فاصله اطمینان 90 درصد، 95 درصد و 99 درصد برای تخمین VaR استفاده می‌شود (نبوی چاشمی و همکاران، 1391).

۳-۶- روش TOPSIS

در ادامه، برای آن که فضاوت‌های دقیق‌تری از امنیت سرمایه‌گذاری در چهار بازار تحت بررسی شامل بازار سهام، طلا، ارز و مسکن ارائه شود از روش TOPSIS استفاده شده است. بر این اساس به کمک روش فوق اقدام به رتبه‌بندی بازارهای مختلف بر اساس انواع سرمایه‌گذاران (ریسک‌گریز، بی تفاوت نسبت به ریسک و ریسک‌پذیر) شده است. روش TOPSIS برای رتبه‌بندی، بر این مفهوم استوار است که گزینه انتخابی باید کمترین فاصله را با راه حل ایده‌آل مثبت و بیشترین فاصله را با راه حل ایده‌آل منفی داشته باشد. در این روش m گزینه به وسیله n شاخص مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. هر مسئله را می‌توان به عنوان یک سیستم هندسی شامل m نقطه در یک فضای n بعدی در نظر گرفت. این روش دارای هفت گام است که در ادامه به آن‌ها پرداخته شده است.

گام اول) مرحله اول در روش TOPSIS به دست آوردن ماتریس تصمیم می‌باشد. در این روش ماتریس تصمیمی ارزیابی می‌شود که شامل m گزینه (نوع سرمایه‌گذار اعم از ریسک‌گریز، بی تفاوت نسبت به ریسک و ریسک‌پذیر) و n شاخص (بازده بازارهای مختلف و معیار VaR برای بازارهای مختلف) است. شکل کلی ماتریس فوق، به صورت ماتریس D می‌باشد.

$$D = \begin{matrix} & \begin{matrix} X_1 & X_2 & \dots & X_j & \dots & X_n \end{matrix} \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_i \\ \vdots \\ A_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1j} & \dots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2j} & \dots & X_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots & \dots & \vdots \\ X_{i1} & X_{i2} & \dots & X_{ij} & \dots & X_{in} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots & \dots & \vdots \\ X_{m1} & X_{m2} & \dots & X_{mj} & \dots & X_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix}$$

در ماتریس فوق A_i بیان گر گزینه i ام بوده و X_{ij} نیز مقدار عددی به دست آمده از گزینه i ام با شاخص j ام را نشان می‌دهد. در این ماتریس شاخصی که دارای مطلوبیت مثبت است، شاخص سود (بازده بازارهای مختلف) و شاخصی که دارای مطلوبیت منفی است، شاخص هزینه (معیار VaR) می‌باشد.

گام دوم) در این مرحله ماتریس تصمیم نرمالایز می‌گردد. در این گام مقیاس‌های موجود در ماتریس تصمیم را بدون مقیاس می‌کنیم، به این ترتیب که هر کدام از مقادیر، بر اندازه بردار مربوط به همان شاخص تقسیم می‌شود. در نتیجه این تقسیم، هر درایه r_{ij} از رابطه (20) به دست می‌آید:

$$r_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m X_{ij}^2}} \quad (20)$$

گام سوم) گام سوم در روش TOPSIS وزن‌دهی به ماتریس نرمالایز شده می‌باشد. ماتریس تصمیم پارامتری است، لذا لازم است کمی شود، به این منظور تصمیم گیرنده برای هر شاخص، وزنی را معین می‌کند. در ادامه مجموعه وزن‌ها (w) در ماتریس نرمالایز شده (R) ضرب می‌گردد. لازم به ذکر است که مجموع وزن‌های اختصاص داده به شاخص‌ها باید برابر با یک باشد.

$$W = (w_1, w_2, \dots, w_j, \dots, w_n) \\ \sum_{j=1}^n w_j = 1 \quad (20)$$

با توجه به آن که ماتریس $W_{n \times 1}$ قابل ضرب در ماتریس تصمیم نرمالایز شده ($n \times n$) نمی‌باشد، لذا قبل از ضرب باید ماتریس وزن را به یک ماتریس قطری $W_{n \times n}$ تبدیل نمود (وزن‌های روی قطر اصلی).

گام چهارم) در این مرحله راه حل ایده‌آل مثبت (A^+) و راه حل ایده‌آل منفی (A^-) تعیین می‌گردد. بدین منظور دو گزینه مجازی A^+ و A^- به صورت روابط (22) و (23) تعریف می‌گردد:

$$A^+ = \{(\max v_{ij} | j \in J), (\min v_{ij} | j \in \bar{J}) \mid i = 1, 2, \dots, m\} = \{v_1^+, v_2^+, \dots, v_j^+, \dots, v_n^+\} \quad (22)$$

$$A^- = \{(\min v_{ij} | j \in J), (\max v_{ij} | j \in \bar{J}) \mid i = 1, 2, \dots, m\} = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_j^-, \dots, v_n^-\} \quad (23)$$

$$J = \{j = 1, 2, 3, \dots, n\}$$

$$\bar{J} = \{j = 1, 2, 3, \dots, n\}$$

دو گزینه مجازی ایجاد شده در واقع بدترین و بهترین راه حل هستند.

گام پنجم) گام پنجم در روش TOPSIS به دست آوردن اندازه فاصله‌ها می‌باشد. فاصله بین هر گزینه n بعدی با استفاده از روش اقلیدسی سنجیده می‌شود. به عبارت دیگر در این مرحله با استفاده از روش اقلیدسی فاصله گزینه i از گزینه‌های ایده‌آل مثبت و منفی با استفاده از روابط (24) و (25) محاسبه می‌گردد.

$$S_{i+} = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2}, \quad i = 1, 2, 3, \dots, m \quad (24)$$

$$S_{i-} = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2}, \quad i = 1, 2, 3, \dots, m \quad (25)$$

گام ششم) در این مرحله نزدیکی نسبی به راه حل ایده‌آل محاسبه می‌گردد. در روش TOPSIS جهت محاسبه نزدیکی نسبی نسبت به راه حل ایده‌آل از رابطه (26) استفاده می‌گردد:

$$C_{i*} = \frac{S_{i-}}{S_{i+} + S_{i-}}, \quad 0 < C_{i*} < 1 \quad (26)$$

در رابطه فوق اگر $A_i = A^+$ باشد آن گاه $C_{i*} = 1$ و اگر $A_i = A^-$ باشد آن گاه $C_{i*} = 0$ خواهد بود.

گام هفتم) در نهایت نیز آخرین گام در روش TOPSIS رتبه‌بندی گزینه‌هاست. در این مرحله نهایتاً گزینه‌ها بر اساس ترتیب نزولی رتبه‌بندی می‌شوند. (یون و هوآنگ^{۲۴}، ۱۹۹۵).

کلید اطلاعات مورد نیاز جهت انجام مطالعه حاضر، شامل نرخ بازدهی بازار سهام (SR)، نرخ بازدهی بازار طلا (GR)، نرخ بازدهی بازار ارز (ER) و نرخ بازدهی بازار مسکن (HR) می‌باشد که با استفاده از اطلاعات قیمتی آمارنامه‌های بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران و مرکز آمار ایران به صورت ماهانه برای دوره زمانی 92-1381 جمع‌آوری شده است. همچنین در مطالعه حاضر جهت برآورد الگوهای خانواده GARCH و الگوی VaR، اجرای کلید گام‌های روش TOPSIS و هم‌چنین انجام کلید آزمون‌ها از نرم افزار R در قالب دو بسته rugarch و TOPSIS استفاده شده است.

۴- نتایج پژوهش

در انواع مدل‌های خانواده GARCH پایا بودن (پایایی) سری زمانی بسیار مهم می‌باشد، چرا که عدم بررسی این موضوع باعث می‌گردد که نتایج حاصل از برآورد الگوها کاذب و از اطمینان لازم برخوردار نباشد. بر این اساس در مطالعه حاضر ابتدا متغیرهای مورد استفاده در مطالعه شامل نرخ بازدهی بازار سهام (SR)، نرخ بازدهی بازار طلا (GR)، نرخ بازدهی بازار ارز (ER) و نرخ بازدهی بازار مسکن (HR) از لحاظ پایایی مورد آزمون قرار گرفته‌اند. جهت انجام آزمون پایایی از دو آزمون دیکی فولر تعمیم یافته (ADF) و آزمون فیلیپس-پرون (PP) استفاده شده است. نتایج حاصل از دو آزمون فوق برای چهار سری تحت بررسی در دو حالت با عرض از مبدا و همچنین حالت با عرض از مبدا و روند زمانی در جدول (1) و (2) ارائه شده است. نتایج دو جدول فوق نشان می‌دهد که بر اساس هر دو آزمون ADF و PP سری‌های SR، GR و ER در سطح پائین‌تر از 1 درصد و همچنین سری HR در سطح 1 درصد پایا می‌باشد. این بدان معنی است که گشتاورهای ثابتی برای کلید بازده‌ها وجود داشته و بنابراین امکان وجود رگرسیون کاذب در برآوردهای آتی رد می‌گردد.

جدول (1) - بررسی پایایی سری‌های SR، ER، GR و HR با استفاده از آزمون ADF.

| متغیر | با عرض از مبدا | سطح معنی‌داری | با عرض از مبدا و روند زمانی | سطح معنی‌داری |
|-------|----------------|---------------|-----------------------------|---------------|
| SR | -15/98 | 0/00 | -15/93 | 0/00 |
| GR | -9/24 | 0/00 | -9/21 | 0/00 |
| ER | -4/04 | 0/00 | -4/19 | 0/00 |
| HR | -3/98 | 0/01 | -4/06 | 0/01 |

جدول (2) - بررسی پایایی سری‌های SR، ER، GR و HR با استفاده از آزمون PP.

| متغیر | با عرض از مبدا | سطح معنی‌داری | با عرض از مبدا و روند زمانی | سطح معنی‌داری |
|-------|----------------|---------------|-----------------------------|---------------|
| SR | -15/99 | 0/00 | -15/93 | 0/00 |
| GR | -9/22 | 0/00 | -9/15 | 0/00 |
| ER | -9/50 | 0/00 | -9/59 | 0/00 |
| HR | -14/20 | 0/01 | -14/16 | 0/01 |

ماخذ: یافته‌های تحقیق

انواع مدل‌های خانواده GARCH شامل دو بخش مجزا یعنی معادله میانگین و معادله واریانس می‌باشند. بر این اساس پس از انجام آزمون ایستایی لازم است معادله میانگین و همچنین معادله واریانس در این مدل‌ها مشخص گردد. جهت مشخص ساختن معادله میانگین، از آن جا که چهار سری تحت بررسی در سطح ایستا می‌باشند ($d=0$) پس مدل $ARIMA(p,0,q)$ می‌تواند مدل مناسبی برای مشخص ساختن معادله میانگین انواع مدل‌های GARCH به شمار آید. بر این اساس در ادامه پس از تعیین رتبه مانایی (d)، لازم است تا با استفاده از یکی از معیارهای SBC، AIC و یا HIQ طول وقفه دو جزء اتورگرسیون (AR) و میانگین متحرک (MA) و یا به عبارت دیگر p و q برای تخمین معادله میانگین مشخص گردد تا از آن در مراحل بعدی مربوط به برآورد انواع مدل GARCH استفاده گردد. برای تعیین درجه p و q به طور معمول ابتدا برای آن‌ها مقدار ماکزیمی مانند 2 در نظر گرفته می‌شود و بر اساس آن مدل‌های مختلف برآورد می‌گردد. سپس با توجه به نتایج معیارهای اشاره شده از میان حالت‌های مختلف، مدلی که مقدار هر کدام از سه معیار فوق در آن کمتر باشد انتخاب می‌گردد. بر این اساس با توجه به ویژگی‌های معیار SBC که نسبت به دو معیار دیگر سبب اعمال محدودیت‌های کمتری بر مدل می‌گردد از این معیار جهت تعیین درجه p و q برای مدل ARIMA در چهار بازار تحت بررسی استفاده شده است. لذا با توجه به مطالب عنوان شده با توجه به درجات مختلف p و q ، 9 مدل برای هر یک از سری‌های تحت بررسی برآورد شده است. در نهایت نیز با توجه به نتایج و با استفاده از معیار SBC، از میان مدل‌های مختلف تحت بررسی، چهار معادله میانگین به ترتیب برای هر یک از سری‌های SR، GR، ER و HR انتخاب گردیده است. نتایج مربوط به مشخصات معادله میانگین در هر یک از سری‌های تحت بررسی در جدول (3) ارائه شده است.

جدول (۳) - نتایج حاصل از انتخاب الگوی مناسب میانگین برای سری‌های SR، GR، ER و HR.

| متغیر | SBC | ARIMA |
|-------|-------|--------------|
| SR | 3/12 | ARIMA(2,0,1) |
| GR | -2/64 | ARIMA(0,0,1) |
| ER | -3/49 | ARIMA(0,0,1) |
| HR | -5/38 | ARIMA(2,0,2) |

ماخذ: یافته‌های تحقیق

در استفاده از الگوهای ناهمسانی واریانس شرطی پس از مشخص نمودن پایایی و الگوی میانگین، باید از ثابت و یا متغیر بودن واریانس جمله خطا و یا به عبارت دیگر از اثر ARCH نیز آگاهی یافت. به منظور بررسی اثر ARCH در سری‌های زمانی به طور معمول از آزمون ضریب لاگرانژ^{۲۵} (LM) استفاده می‌گردد. بر این اساس به منظور بررسی ثابت و یا متغیر بودن واریانس جمله خطا در چهار سری تحت بررسی، آزمون فوق بر روی پسماندهای الگوهای میانگین انجام شده که نتایج آن در جدول (4) ارائه شده است. همان گونه که نتایج جدول فوق نشان می‌دهد با توجه به آن که آماره محاسباتی آزمون LM در هر چهار سری تحت بررسی در سطح

احتمال کمتر از پنج درصد معنی‌دار می‌باشد، لذا فرض صفر مبنی بر عدم وجود اثرات ARCH رد شده و فرضیه مقابل آن مبنی بر وجود اثرات ARCH در ۴ سری تحت بررسی پذیرفته می‌شود. وجود اثر ARCH به معنی آن است که واریانس جمله خطا ناهمسان بوده و ثابت نیست.

جدول (۴) - آزمون LM جهت بررسی احتمال وجود اثرات ARCH در سری‌های ER، GR، SR و HR.

| متغیر | آماره آزمون LM | Prob |
|-------|----------------|------|
| SR | 7/36 | 0/00 |
| GR | 5/47 | 0/02 |
| ER | 11/24 | 0/00 |
| HR | 10/7 | 0/02 |

ماخذ: یافته‌های تحقیق

با تعیین الگوی مناسب میانگین برای سری‌های نرخ بازدهی بازار سهام، طلا، ارز و مسکن و همچنین حصول اطمینان نسبت به وجود پدیده ناهمسانی واریانس شرطی یا اثر ARCH در سری‌های تحت بررسی، در گام بعدی لازم است تا معادله واریانس مشخص گردد. لذا در ادامه ابتدا درجه مناسب (p,q) برای مدل GARCH در چهار بازار تحت بررسی مشخص گردیده تا بر این اساس بتوان مدل GARCH و همچنین الگوهای منشعب از آن را مشخص نمود. بدین منظور همانند الگوی ARIMA انواع مختلف الگوی GARCH بر حسب p و q های مختلف برآورد گردیده و سپس با استفاده از معیار SBC، از میان مدل‌های مختلف، چهار مدل GARCH با درجات مختلف به ترتیب برای هر یک از سری‌های ER، GR، SR و HR انتخاب گردیده است. نتایج مربوط به مشخصات چهار مدل فوق در هر یک از سری‌های تحت بررسی در جدول (۵) ارائه شده است.

جدول (۵) - نتایج حاصل از انتخاب الگوی مناسب GARCH برای سری‌های ER، GR، SR و HR.

| متغیر | SBC | GARCH |
|-------|-------|-------------|
| SR | 3/10 | (2,2) GARCH |
| GR | -3/06 | (1,2) GARCH |
| ER | -6/17 | (1,1) GARCH |
| HR | -5/58 | (2,0) GARCH |

ماخذ: یافته‌های تحقیق

با مشخص نمودن الگوی مناسب مدل GARCH، الگوی فوق به همراه چهار مدل از خانواده GARCH شامل EGARCH، GJRARCH و TGARCH برای هر یک از چهار بازار تحت بررسی شامل بازارهای سهام، طلا، ارز و مسکن برآورد گردیده است. جهت برآورد انواع مدل‌های خانواده GARCH از اطلاعات ماهانه دوره زمانی 1381-1388 استفاده شده است. بر این اساس هدف انتخاب بهترین مدل، از میان الگوهای فوق به منظور توضیح نوسانات نرخ بازدهی (σ_p) در بازارهای مختلف می‌باشد تا بر این اساس بتوان در ادامه از شاخص

نوسانات فوق در محاسبه معیار ارزش در معرض خطر (VaR) برای بازارهای مختلف استفاده نمود. بر این اساس جهت دسترسی به این هدف از دو معیار SBC و Shibata استفاده شده است. نتایج حاصل از دو معیار فوق در انواع مدل‌های خانواده GARCH برای چهار بازار تحت بررسی به همراه σ_p الگوهای منتخب به ترتیب در جدول (6) و (7) ارائه شده است. همان‌گونه که نتایج حاصل از دو جدول فوق نشان می‌دهد با استفاده از دو معیار SBC و Shibata از میان 5 الگوی برآورد شده، مدل IGARCH به عنوان مناسب‌ترین مدل جهت توضیح نوسانات بازار سهام و همچنین مدل GARCH نیز به عنوان مناسب‌ترین مدل جهت توضیح نوسانات سه بازار دیگر شامل طلا، ارز و مسکن انتخاب می‌گردد.

جدول (۶) - انتخاب الگوی مناسب نوسانات نرخ بازدهی برای سری‌های SR، GR، ER و HR.

| معیار | | مدل | متغیر |
|-------|---------|--------|-------|
| SBC | Shibata | | |
| 3/35 | 3/22 | iGARCH | SR |
| -2/85 | -2/72 | GARCH | GR |
| -5/97 | -5/86 | GARCH | ER |
| -5/44 | -5/27 | GARCH | HR |

ماخذ: یافته‌های تحقیق

جدول (۷) - الگوی مناسب نوسانات نرخ بازدهی برای سری‌های SR، GR، ER و HR.

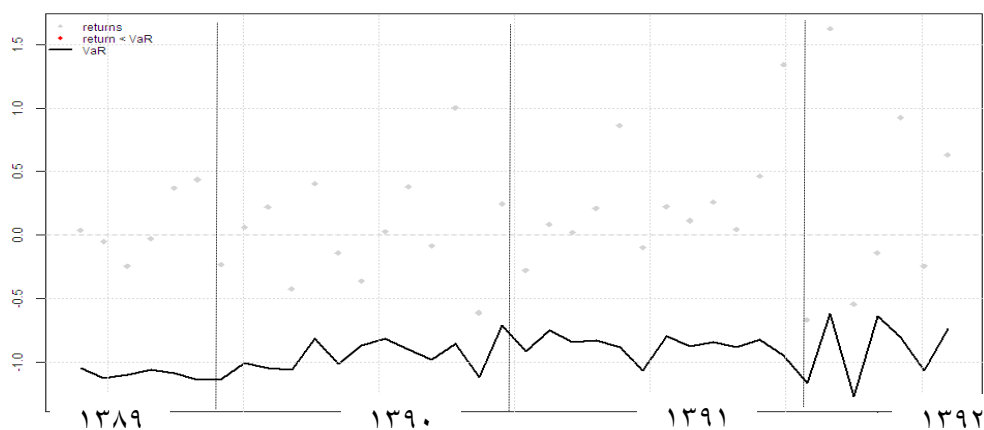
| σ_p^2 | مدل | متغیر |
|--|--------|-------|
| $\sigma_t^2 = 0.12 + 0.00\sigma_{t-1}^2 + 0.64\sigma_{t-2}^2 + 0.00\sigma_{t-2}^2 + 0.00\varepsilon_{t-1}^2 + 0.36\varepsilon_{t-2}^2$ | iGARCH | SR |
| $\sigma_t^2 = 0.00 + 0.81\sigma_{t-1}^2 + 0.13\varepsilon_{t-1}^2 + 0.00\varepsilon_{t-2}^2$ | GARCH | GR |
| $\sigma_t^2 = 0.00 + 0.36\sigma_{t-1}^2 + 0.64\varepsilon_{t-1}^2$ | GARCH | ER |
| $\sigma_t^2 = 0.00 + 0.00\sigma_{t-1}^2 + 0.99\sigma_{t-2}^2$ | GARCH | HR |

ماخذ: یافته‌های تحقیق

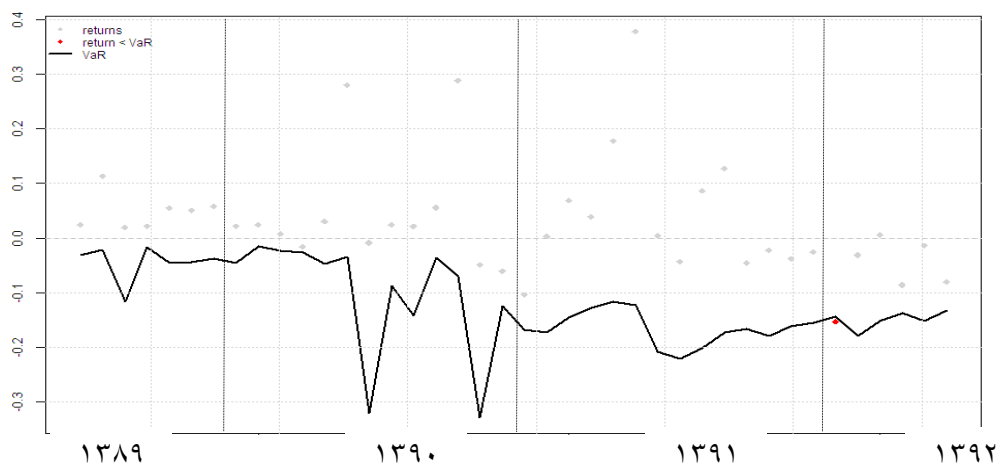
در ادامه ارزش در معرض خطر (VaR) برای چهار بازار تحت بررسی با به کارگیری شاخص نوسانات، محاسبه و مورد بررسی قرار گرفته است. به منظور برآورد و همچنین پس‌آزمایی مدل VaR، از اطلاعات ماهانه دوره زمانی 1392-1389 استفاده شده است. هم‌چنین محاسبه VaR در سطح احتمال 0/99 صورت پذیرفته است. نمودارهای (1) تا (4) تغییرات VaR را به ترتیب در بازار سهام، طلا، ارز و مسکن طی دوره زمانی 1392-1389 نشان می‌دهند.

در نمودارهای فوق نقطه سفید رنگ بیان‌گر نرخ بازدهی بازارهای مختلف بوده و خط پیوسته سیاه رنگ نیز بیان‌گر VaR محاسباتی در این بازارها طی دوره مورد بررسی می‌باشد. هم‌چنین در نمودارهای فوق نقطه قرمز رنگ بیان‌گر نرخ‌های بازدهی کوچک‌تر از VaR می‌باشد. همان‌گونه که در قسمت‌های پیشین نیز اشاره شد VaR و یا به عبارت دیگر ارزش در معرض خطر بیان‌گر آن است که

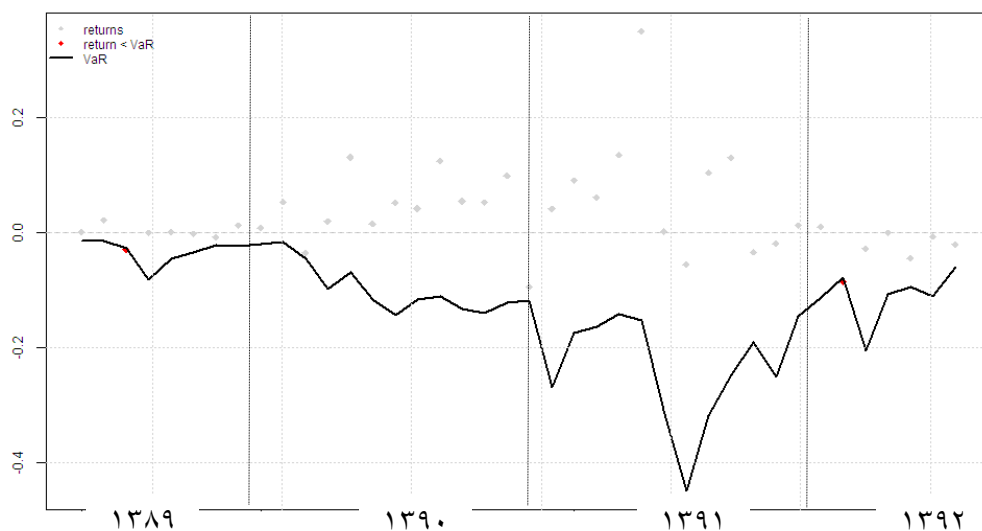
چند درصد از ارزش دارایی در معرض خطر می‌باشد. بررسی نمودارهای (1) تا (4) نشان می‌دهد که در بازار سهام ارزش در معرض خطر بالا بوده و لذا ورود و سرمایه‌گذاری در چنین بازاری متضمن خطر پذیری بالایی می‌باشد. از سوی دیگر بازارهای مسکن، طلا و ارز نسبت به بازار سهام با ارزش در معرض خطر کمتری مواجه هستند، بنابراین به دلیل ریسک پائین سرمایه‌گذاری در سه بازار فوق، سرمایه‌گذارانی که قدرت خطر کمتری دارند به این بازارها جذب می‌شوند.



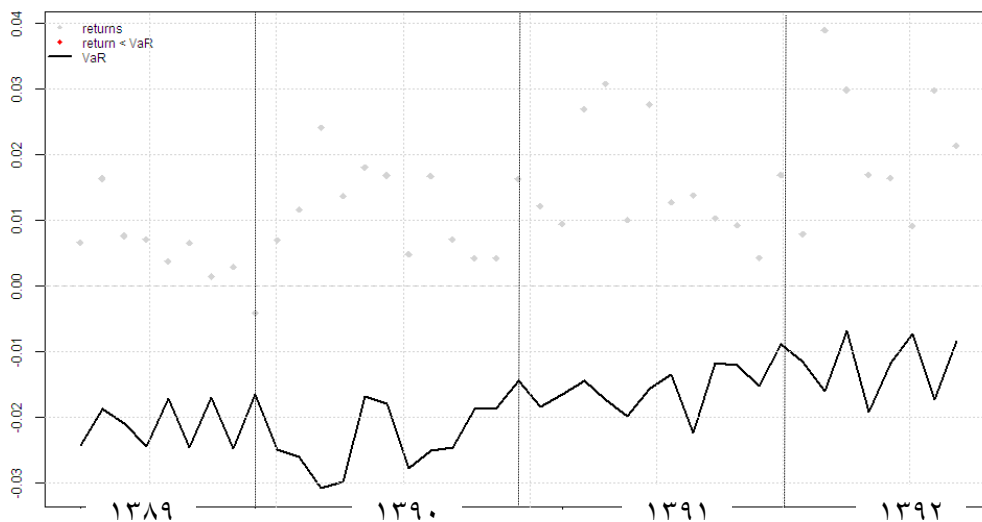
شکل (۱) - بازده و ارزش در معرض خطر بازار سهام ایران در دوره زمانی ۱۳۸۹-۱۳۹۱.



شکل (۲) - بازده و ارزش در معرض خطر بازار طلای ایران در دوره زمانی ۱۳۸۹-۱۳۹۱.



شکل (۳) - بازده و ارزش در معرض خطر بازار ارز ایران در دوره زمانی 1389-1391.



شکل (۴) - بازده و ارزش در معرض خطر بازار مسکن ایران در دوره زمانی 1389-1391.

ورود و سرمایه‌گذاری در بازارهای مختلف منوط به بررسی دو شاخص بازدهی سرمایه‌گذاری و میزان خطر پذیری سرمایه در هر بازار است. لذا فعالان اقتصادی بر پایه خصوصیات روانی و اقتصادی خود تعادلی میان میزان بازدهی و ارزش در معرض خطر برای پذیرش سرمایه‌گذاری برقرار می‌کنند. بر این اساس اگر وضعیت خطرپذیری در بازارهای تحت بررسی یکسان می‌بود، سرمایه‌گذاران صرف نظر از خصوصیات ذاتی خود به ترتیب در بازارهای سهام، طلا، ارز و مسکن سرمایه‌گذاری می‌نمودند. با این وجود در بازارهای فوق چنین امری محقق نشده است. به عنوان مثال به علت شرایط متفاوت دو بازار سرمایه و مسکن، خرید سهام نیازمند کاهش خطر پذیری و نیز سرمایه‌گذاری در بازار مسکن نیازمند افزایش و یکنواخت نمودن بازدهی سرمایه به منظور جذب سرمایه‌های بیشتر است.

لذا به علت وجود خطر پذیری و بازدهی متفاوت در بازارها، ضرورت اولویت‌بندی بازارها بر پایه دو معیار مورد اشاره شده، در مطالعه حاضر ضروری است. بر این اساس و برای آن که قضاوت دقیق‌تری از امنیت سرمایه‌گذاری در چهار بازار تحت بررسی شامل بازار سهام، طلا، ارز و مسکن ارائه شود از روش TOPSIS استفاده شده است. بدین منظور به کمک روش فوق و با استفاده از دو معیار بازده سرمایه‌گذاری در بازارهای مختلف و معیار VaR، اقدام به رتبه‌بندی بازارهای مختلف بر اساس انواع سرمایه‌گذاران (ریسک‌گریز، بی تفاوت نسبت به ریسک و ریسک‌پذیر) شده است. نتایج حاصل در جدول (8) ارائه گردیده است.

همان گونه که از جدول فوق مشاهده می‌گردد سرمایه‌گذاران ریسک‌گریز و بی تفاوت نسبت به ریسک دارای رفتار مشابهی از سرمایه‌گذاری در چهار بازار تحت بررسی می‌باشند. سرمایه‌گذاران فوق ابتدا سرمایه‌گذاری در بازار مسکن و سپس سرمایه‌گذاری در بازار طلا را بر سرمایه‌گذاری در بازارهایی چون ارز و سهام ترجیح می‌دهند. این نتایج تأکیدی بر نتایج نمودارهای (1) - (4) می‌باشد چرا که در نمودارهای فوق نیز این دو بازار از کمترین ریسک سرمایه‌گذاری برخوردار بوده‌اند. افزایش چشم‌گیر قیمت مسکن، سیاست‌های تورمی در سال‌های اخیر در کنار رشد نقدینگی در سطح جامعه، سیاست‌های مالی دولت و تغییرات یک باره در سیستم بانکی از جمله تغییر در نرخ سود بانکی و در نهایت نحوه تخصیص منابع مالی دولت در قالب طرح‌های زود بازده که به آشفتنگی در روند اقتصاد کشور انجامیده است، بازار مسکن و در کنار آن بازار طلا و سکه را به پایگاه امنی برای سرمایه‌گذاران ریسک‌گریز تبدیل نموده است.

هم چنین نتایج جدول (8) بیان‌گر آن است که سرمایه‌گذاران ریسک‌پذیر طی دوره مورد بررسی رفتاری متفاوت از سرمایه‌گذاران ریسک‌گریز و بی تفاوت نسبت به ریسک از خود نشان داده‌اند. سرمایه‌گذاران ریسک‌پذیر، ابتدا سرمایه‌گذاری در بازار سهام و سپس سرمایه‌گذاری در بازار مسکن را بر سرمایه‌گذاری در بازارهایی چون طلا و ارز ترجیح داده‌اند. همان گونه که از نمودارهای (1) - (4) مشخص است ریسک سرمایه‌گذاری در بازار سهام نسبت به سایر بازارها بیشتر می‌باشد. اما مشخص است که افراد ریسک‌پذیر با قبول ریسک بالا به دنبال بازده بالا نیز می‌باشند. بررسی اطلاعات مورد بررسی نیز موید این امر بوده و بیان‌گر آن است که بازدهی سرمایه‌گذاری در بورس طی کل دوره مورد بررسی تقریباً 2 برابر بازده سرمایه‌گذاری در سایر بخش‌ها بوده است. دلیل این امر را شاید بتوان به واگذاری شرکت‌های بزرگ دولتی در سال‌های اخیر نسبت داد، چرا که

این امر سبب گردیده تا طی سال 91 ارزش بازار سرمایه در بورس و فرابورس از 220 هزار میلیارد تومان گذر نماید که رشد 100 درصدی را نشان می‌دهد. لذا این امر سرمایه‌گذاران ریسک‌پذیر را به سمت سرمایه‌گذاری در این بازار سوق داده است.

جدول (۸) - نگرش سرمایه‌گذاران مختلف به سرمایه‌گذاری در بازار سهام، مسکن، طلا و ارز.

| ۱۳۸۱-۱۳۹۲ | | | | سرمایه‌گذار |
|------------|-----------|-----------|------------|-----------------------|
| بازار مسکن | بازار ارز | بازار طلا | بازار سهام | |
| 1 | 3 | 2 | 4 | ریسک‌گریز |
| 1 | 3 | 2 | 4 | بی تفاوت نسبت به ریسک |
| 2 | 4 | 3 | 1 | ریسک‌پذیر |

ماخذ: یافته‌های تحقیق

۵- نتیجه‌گیری و بحث

رشد و توسعه پایدار عمده‌ترین آرمان اقتصادی هر کشوری است و مهم‌ترین معیار تعیین و اندازه‌گیری رشد اقتصادی، رشد تولید ناخالص داخلی و محرک اصلی تولید، میزان سرمایه‌گذاری است. سرمایه‌گذاری در هر کشور، تابع مجموعه‌ای از متغیرهاست که امنیت سرمایه‌گذاری در زمره‌ی مهم‌ترین آن‌ها به شمار می‌آید. بررسی آمارهای رسمی کشور طی دهه‌های اخیر نشان می‌دهد که به طور میانگین تنها حدود 12 درصد از تولید ناخالص داخلی واقعی کشور به سرمایه‌گذاری در بخش تولید، اعم از تولید کالا و خدمات اختصاص یافته، و بخش قابل توجهی از آن جذب فعالیت‌های سوداگرانه و غیر مولد شده است. بر این اساس مطالعه حاضر با هدف بررسی و مقایسه امنیت سرمایه‌گذاری در بازارهای مختلف، با کارگیری الگوهای GARCH، EGARCH، IGARCH، و TGARCH به بررسی ریسک سرمایه‌گذاری در چهار بازار سهام، طلا، ارز و مسکن ایران به کمک معیار ارزش در معرض خطر (VaR) پرداخته است. هم‌چنین در مطالعه حاضر جهت ارائه قضاوت دقیق‌تر از امنیت سرمایه‌گذاری بر اساس نگرش سرمایه‌گذاران از روش TOPSIS (با توجه به دو معیار ریسک و بازده) نیز استفاده شده است. نتایج حاصل از مطالعه حاضر نشان می‌دهد که بر اساس معیار VaR، امنیت سرمایه‌گذاری در بازار سهام نسبت به سایر بازارها بسیار پایین‌تر بوده و لذا سرمایه‌گذاران در بازار فوق نسبت به سایر بازارها با ریسک بالاتری مواجه می‌باشند. هم‌چنین نتایج حاصل از روش TOPSIS بیان‌گر آن است که سرمایه‌گذاران ریسک‌گریز، ابتدا سرمایه‌گذاری در بازار مسکن و سپس سرمایه‌گذاری در بازار طلا را بر سرمایه‌گذاری در بازارهای موازی چون ارز و سهام ترجیح می‌دهند. با این وجود سرمایه‌گذاران ریسک‌پذیر، سرمایه‌گذاری در بازار سهام و سپس سرمایه‌گذاری در بازار مسکن را بر سرمایه‌گذاری در بازارهایی چون طلا و ارز ترجیح می‌دهند. با توجه به نتایج فوق می‌توان اذعان نمود که اولویت‌بندی سرمایه‌گذاری در گروه افراد ریسک‌پذیر مناسب بوده و این افراد بخش‌های مولد اقتصاد را در اولویت سرمایه‌گذاری خود قرار داده‌اند. با این وجود لازم است تا برای

بخش عمده‌ای از سرمایه‌گذاران (افراد ریسک‌گریز و بی تفاوت نسبت به ریسک) اصلاح روند سرمایه‌گذاری، از بازار طلا و ارز به بازار سهام صورت گیرد. چرا که این دسته از سرمایه‌گذاران بازار طلا و ارز را با توجه به ریسک کمتر آن نسبت به بازار سرمایه، علی‌رغم بازدهی کمتر آن‌ها نسبت به این بازار، ترجیح داده‌اند. لذا تاکید بر سیاست‌های تک‌نرخ کردن ارز بخش عمده‌ای از سرمایه‌های بازار ارز را به سمت بازار سهام روانه خواهد کرد. هم‌چنین فراهم نمودن شرایط سرمایه‌گذاری در بازار مسکن (تامین بخش قابل قبولی از هزینه توسط وام بانکی) امکان جابجایی بخشی از سرمایه‌گذاران بازار طلا و ارز را به بازار مسکن فراهم خواهد نمود.

فهرست منابع

- * ابریشمی، ح. و مهرآرا، م. (۱۳۸۹). اقتصادسنجی کاربردی، مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران، چاپ دوم.
- * ایونوری، ا.، خانعلی‌پور، ا. و عباسی، ج. (۱۳۸۸). اثر اخبار بر نوسانات نرخ ارز در ایران: کاربردی از خانواده-ARCH. فصلنامه‌ی پژوهشنامه بازرگانی، ۵۰: ۱۰۱-۱۲۰.
- * آهنگری، ع.م. و سعادت‌مهر، م. (۱۳۸۷). رابطه‌ی ریسک و سرمایه‌گذاری خصوصی در ایران، پژوهشنامه‌ی علوم اقتصادی، ۸(۱۳): ۳۲-۱۳.
- * بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران. (۱۳۹۲). شاخص‌های ماهانه اقتصادی، www.cbi.ir.
- * حسین‌زاده بحرینی، م.ح. (۱۳۸۳). عوامل موثر بر امنیت سرمایه‌گذاری در ایران، جستارهای اقتصادی، ۱(۲): ۱۵۶-۱۰۹.
- * حیدری، ح.، پروین، س.، ش. ع. و فیضی بنگجه، س. (۱۳۸۹). « اثر نااطمینانی رشد اقتصادی بر رشد اقتصادی در ایران (مشاهده‌هایی بر پایه‌ی مدل‌های GARCH) ». فصلنامه‌ی پژوهش‌های اقتصادی ایران، سال چهاردهم، شماره ۴۳.
- * سعادت‌مهر، م. (۱۳۹۰). بررسی تاثیر امنیت بر سرمایه‌گذاری خصوصی در ایران، پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی، ۱(۲): ۱۸۷-۱۶۳.
- * سلیمی‌فر، م. و قوی، م. (۱۳۸۱). تسهیلات بانک‌ها و سرمایه‌گذاری خصوصی در ایران، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، ۱۷۰: ۱۳-۱۳۵.
- * شریف‌آزاده، م.ر. و حسین‌زاده بحرینی، م.ح. (۱۳۸۲). تاثیر پذیری سرمایه‌گذاری خصوصی از شاخص‌های امنیت اقتصادی (۱۳۵۸-۱۳۷۹) در ایران، فصلنامه مفید، ۱۹۲: ۳۸-۱۵۹.
- * عباسی‌نژاد، ح. و جبل‌عاملی، پ. (۱۳۸۵). اثر متغیرهای کیفی بر حجم سرمایه‌گذاری در فضای نااطمینانی مورد اقتصاد ایران، فصلنامه تحقیقات اقتصادی، ۶۷: ۷۳-۳۷.
- * فلاح شمس، م.ف. (۱۳۸۹). بررسی مقایسه‌ای کارایی مدل ریسک‌سنجی و مدل اقتصادسنجی GARCH در پیش‌بینی ریسک بازار در بورس اوراق بهادار تهران، مجله مهندسی مالی و مدیریت پرتفوی، ۵: ۱۵۹-۱۳۷.
- * مرکز آمار ایران. (۱۳۹۲). شاخص قیمت مصرف‌کننده خانوارها، www.amar.org.ir.

- * نیوی چاشمی، س.ع.، پورباباگل، ح. و داداش‌پور عمرانی، ا. (۱۳۹۱). ارزیابی عملکرد تخمین زنده‌های ارزش در معرض خطر با استفاده از الگوریتم ژنتیک، فصلنامه دانش سرمایه‌گذاری، ۱(۱): ۴۲-۱۳.
- * Black, F. 1976. Studies of Stock Price volatility Changes, in Proceedings of the 1976 Meetings of the Business and Economics Statistics Section. American Statistical Association, PP. 177-181.
- * Bloom, N., Bond, S. and Reenen, J.V. 2007. Uncertainty and Investment Dynamics, Review of Economic Studies, 74: 391-415.
- * Bollerslev, T. 1986. Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity. Economic Review, Federal Reserve Bank of Kansas City. Empirical Economic Journal of Economics. 79(3): 27-38.
- * Dhamija, AK. And Bhalla VK. 2010. Financial time series forecasting: comparison of neutral networks and ARCH models. International Research Journal of Finance and Management, 49(1): 159-172.
- * Engle, R. 1982. Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of UK inflation. Econometrica, 50(4): 987-1007.
- * Fabiosa, F.J. 2002. Assessing the impact of exchange rate and It's volatility on Canadian Park and live Swine Export to United States and Japan. working paper, No: 35.
- * French, K. R., Schwert, G. W., and Staumbaugh, R. F. 1987. Expected Stock Returns and Volatility. Journal of Financial Economics, 19:3-29.
- * Glosten, L.R., Jagannathan R. and Runkle, D.E. 1993. Relationship between the expected value and the volatility of the nominal excess return on stocks. The Journal of Finance, 48(5): 1779-1801.
- * Leahy, J.V. and Whited, T.M. 1995. The Effect of Uncertainty on Investment: Some Stylized Facts, National Bureau of Economic Research.
- * Lin Li, X., Balcilar, M., Gupta, R. and Chang, T. 2013. The Causal Relationship between Economic Policy Uncertainty and Stock Returns in China and India: Evidence from a Bootstrap Rolling-Window Approach, Department of Economics Working Paper Series, and University of Pretoria, South Africa.
- * Roy, A.D. 1952. Safety first and the holding of assets. Econometrica. 20: 431-449.
- * Telser, L.G. 1955. Safety-first and Hedging, Review of Economic Studies, 23: 1-16.
- * Wang, Y., Chen, C.R. and Huang, Y.S. 2014. Economic policy uncertainty and corporate investment: Evidence from China. Pacific-Basin Finance Journal, 26: 227-243.
- * Champan, R.J. 2011. Simple Tools and Techniques for Enterprise Risk Management (The Wiley Finance Series), Second Edition, Chichester. John-Wiley & Sons.
- * Yoon, K.P. and Hwang, C. 1995. Multiple Attribute Decision Making: An introduction. California: SAGE publications.
- * Zakoian, J. M. 1994. Threshold Heteroscedastic Models. Journal of Economic Dynamics and Control, 18: 931-955

یادداشت‌ها

- 1) Value at Risk
- 2) Roy
- 3) Telser
- 4) Asset Backed Securities
- 5) Mortgage Backed Securities
- 6) Securities and Exchange Commission
- 7) Basel Committee

- 8) Leahy and Whited
- 9) Bloom et al
- 10) Lin Li et al
- 11) Wang et al
- 12) Nonparametric approaches
- 13) parametric approaches
- 14) Engl
- 15) Bollerslev
- 16) Integrated GARCH model
- 17) Exponential GARCH model
- 18) Black
- 19) French et al
- 20) Dhamija And Bhalla
- 21) Glosten et al
- 22) Zakoian
- 23) Fabiosa
- 24) Yoon and Hwang
- 25) LM Test