

فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی
سال بیستم، شماره ۶۴، زمستان ۱۳۹۱، صفحات ۱۷۵-۲۰۶

نسبت بهینه پوشش ریسک در قراردادهای آتی سکه بهار آزادی مورد معامله در بورس کالای ایران

جوید بهرامی

استادیار دانشگاه علامه طباطبائی

javid_bahrami@yahoo.com

اکبر میرزاپور باباجان

دانشجوی دکترای اقتصاد دانشگاه علامه طباطبائی

akbar.mirzhpour@gmail.com

در این مقاله نسبت بهینه پوشش ریسک حداقل کننده واریانس برای قراردادهای آتی سکه بهار آزادی مورد معامله در بورس کالای ایران با استفاده از رهیافت‌های مختلف اقتصاد‌سنجی مورد برآورد و مقایسه قرار گرفته است. نتایج حاکی از آن است که درنظرگرفتن سررسیدهای متفاوت به عنوان قیمت‌های آتی، مقدار نسبت بهینه پوشش ریسک را بهصورت کلی تغییر می‌دهد؛ به طوری که اگر نخستین سررسید به عنوان قیمت قرارداد آتی منظور شود نسبت بهینه پوشش ریسک بیشتر از حالتی است که دومین سررسید به عنوان قیمت آتی لحاظ گردد. همچنین، نتایج حاکی از آن است که نسبت‌های بهینه پوشش ریسک روش‌های مختلف نسبت به استراتژی پوشش ریسک ساده (نسبت پوشش ریسک برابر یک) برتری دارند. در نهایت، نسبت‌های بهینه پوشش ریسک متغیر طی زمان که با استفاده از حالت‌های مختلف روش GARCH تخمین زده شده‌اند در مقایسه با نسبت‌های بهینه پوشش ریسک ثابت لزوماً توانایی یافتنی در کاهش ریسک ندارند.

.G13: طبقه‌بندی JEL

واژه‌های کلیدی: نسبت بهینه پوشش ریسک حداقل واریانس، قرارداد آتی، میزان مؤثر بودن پوشش ریسک، مدل GARCH

۱. مقدمه

ریسک ناشی از نوسان قیمت‌ها و نحوه مقابله با آن یکی از دغدغه‌های فعالان و نظریه‌پردازان اقتصادی و مالی است. نوسان‌های پیش‌بینی نشده قیمت‌ها علاوه بر اینکه امکان برنامه‌ریزی دقیق کسب و کار را مختل می‌نماید در بردارنده آثار رفاهی نامطلوبی نیز می‌باشد.

در میان روش‌های مختلفی که برای کاهش ریسک ناشی از نوسان‌های قیمت دارایی‌ها وجود دارد، ساده‌ترین و شاید جا افتاده‌ترین ابزار پوشش ریسک، استفاده از قراردادهای آتی^۱ می‌باشد. قرارداد آتی توافق‌نامه‌ای مبنی بر خرید یا فروش دارایی در زمان معین در آینده و با قیمت مشخص است، به این معنا که افراد قراردادهای آتی را با یکدیگر خرید و فروش می‌نمایند که این قراردادها بر پایه یک دارایی پایه^۲ منعقد می‌گردند؛ چنانچه فرد در قرارداد آتی موقعیت خرید^۳ اتخاذ نماید به معنای آن است که مقدار مشخصی از دارایی پایه را می‌باشد در تاریخ مشخصی در آینده با قیمتی که در ابتدای قرارداد (زمان انعقاد قرارداد) تعیین شده است از فروشنده تحويل گیرد. بدیهی است این فرد به‌دلیل اینکه از افزایش قیمت (نقدی)^۴ دارایی پایه در طول زمان نگران است اقدام به اتخاذ موقعیت خرید در بازار آتی نموده است؛ این در حالی است که چنانچه فرد به هر دلیلی کاهش قیمت را نامطلوب بداند می‌باشد در بازار معاملات قراردادهای آتی موقعیت فروش^۵ اتخاذ نماید که در آن صورت می‌باشد مقدار معین از دارایی مشخص شده در زمان فروش قرارداد را در آینده با قیمت تعیین شده در ابتدای قرارداد به خریدار تحويل دهد. این قراردادها برخلاف قراردادهای فوروارد^۶ که در بازارهای خارج از بورس (OTC)^۷ مورد معامله قرار می‌گیرند در بازارهای سازمان‌یافته^۸ مانند بورس‌ها دادوستد می‌شوند.

اشخاصی که نوسان قیمت‌ها برای آنان نامطلوب است می‌توانند با بهره‌گیری از قراردادهای آتی، استراتژی‌های متعددی را به منظور پوشش ریسک اتخاذ نمایند. یک استراتژی به ظاهر مناسب این است که فرد به میزان دارایی که قصد پوشش ریسک نوسان قیمت آن را دارد موقعیت تعهدی در بازار قراردادهای آتی اتخاذ نماید. به عنوان مثال، فردی که قصد خرید ۱۰ تن گندم در ۶ ماه آینده را دارد و نگران افزایش قیمت تا آن زمان است می‌تواند به میزان ۱۰ تن موقعیت تعهدی خرید در بازار قراردادهای

-
1. Futures Contract
 2. Underlying Asset
 3. Long Position
 4. Spot Price
 5. Short Position
 6. Forward Contract
 7. Over the Counter
 8. Organized Markets

آتی اتخاذ نماید. به صورت مشابه فردی که قصد فروش ۱۰ تن گندم در ۶ ماه آینده را دارد می‌تواند با اتخاذ موقعیت تعهدی فروش به میزان ۱۰ تن در بازار قراردادهای آتی برای ۶ ماه آینده خود را از ریسک کاهش قیمت گندم طی ۶ ماه آینده محفوظ نگهدارد. به این استراتژی پوشش ریسک که در آن به میزان موقعیت نقدی فرد پوشش دهنده ریسک^۱ موقعیت تعهدی در بازار قراردادهای آتی اتخاذ می‌شود استراتژی پوشش ریسک ساده^۲ گفته می‌شود.

مطالعات متعدد نشان می‌دهند چنین سیاستی برای پوشش ریسک لزوماً کارامد نیست؛ زیرا استراتژی پوشش ریسک ساده نسبت پوشش ریسک^۳ را برابر یک در نظر می‌گیرد که در تمام شرایط بهینه نیست. چنانچه نسبت بهینه پوشش ریسک که به روش‌های مختلف قابل تعیین است متفاوت از یک باشد فردی که از استراتژی پوشش ریسک ساده برای مقابله با نوسان قیمت‌ها بهره گرفته است، ریسک خود را بیش از حد یا کمتر از حد پوشش داده است. بنابراین، برای یک سیاست پوشش ریسک کارامد لازم است سرمایه‌گذار نسبت بهینه پوشش ریسک خود را تعیین نماید. نسبت بهینه پوشش ریسک عبارت است از تعداد موقعیت‌های تعهدی در بازار قراردادهای آتی که برای پوشش ریسک تعداد معینی از موقعیت‌های (خرید یا فروش) در بازار نقدی مورد نیاز می‌باشد. به عبارت دیگر، نسبت بهینه پوشش ریسک تعیین کننده تعداد قراردادهای آتی است که فرد می‌بایست برای مقابله با نوسان قیمت‌ها نگهداری نماید.

برای فعالان بازار همانگونه که ذکر شد موضوع تعیین نسبت بهینه پوشش ریسک از اهمیت شایان توجهی برخوردار است؛ زیرا بدون اطلاع از این نسبت پوشش دهنده ریسک با یکی از دو حالت پوشش ریسک بیش از حد یا پوشش ریسک کمتر از حد مواجه خواهد بود. پوشش ریسک بیش از حد به حالی اطلاق می‌شود که فرد اقدام به نگهداری موقعیت‌های تعهدی آتی به تعدادی بالاتر از میزان مورد نیاز خود می‌نماید که با توجه به لزوم تودیع وجوده تضمین اولیه^۴ برای اتخاذ موقعیت تعهدی در بازار قراردادهای آتی هزینه اضافی را به وی تحمیل می‌نماید که در نتیجه هزینه پوشش ریسک را افزایش خواهد داد. همچنین، در صورت اتخاذ استراتژی پوشش ریسک کمتر از حد نیز فرد تعداد موقعیت‌های تعهدی ناکافی را اتخاذ می‌نماید که با بروز نوسان‌های قیمت دارایی پایه فرد را در معرض ریسک قرار خواهد داد. از این رو، تعیین نسبت بهینه پوشش ریسک یکی از ملزمات اصلی اتخاذ سیاست پوشش ریسک کارامد است.

-
1. Hedger
 2. Naive Approach
 3. Optimal Hedge Ratio
 4. Initial Margin

نسبت بهینه پوشش ریسک حداقل کننده واریانس (MV)^۱ یکی از قدیمی‌ترین و کاربردی‌ترین نسبت‌های بهینه پوشش ریسک است که به منظور تعیین تعداد موقعیت‌های تعهدی قراردادهای آتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این نسبت در سال ۱۹۶۰ توسط جانسون^۲ معرفی شد و در سال‌های بعد توسعه محققان بسیاری به ورطه آزمون گذارد شد.

در سال ۱۳۸۷ برای نخستین‌بار در ایران قراردادهای آتی بر روی سکه بهار آزادی در بورس کالای ایران راه‌اندازی شد. به دلیل نوع دارایی پایه از لحاظ سرمایه‌ای (غیرمصرفی) بودن و به‌تیغ آن نوسان ذاتی قیمت دارایی‌های سرمایه‌ای در مقایسه با دارایی‌های مصرفی (به‌دلیل فعالیت‌های سفته‌بازانه بر روی آن) و نیز ارتباط مستقیم قیمت سکه با چندین مؤلفه به شدت متغیر از قبیل قیمت جهانی طلا، نرخ ارز، سیاست‌های کنترل بازار بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، بازدهی بازارهای رقیب و ... این کالا همواره شاهد نوسان قیمت قابل توجهی بود و به ارائه استراتژی‌های مدیریت ریسک ناشی از نوسان‌های قیمت در این بازار احساس نیاز می‌شود.

در این مقاله ابتدا نسبت بهینه پوشش ریسک حداقل کننده واریانس معرفی می‌شود و خصوصیات کلی آن بیان خواهد شد. سپس، روش‌های مختلف تخمین این نسبت که طیف وسیعی از رهیافت‌های اقتصادسنجی را شامل می‌شود، تشریح شده و این روش‌ها برای تخمین نسبت بهینه پوشش ریسک قراردادهای آتی سکه بهار آزادی مورد معامله در بورس کالای ایران مورد استفاده قرار خواهند گرفت. در ادامه، با معرفی برخی معیارهای متعارف، برتری روش‌های مختلف تخمین این نسبت به یکدیگر بررسی خواهد شد که در نهایت مشخص می‌شود کدام یک از روش‌های تخمین نسبت به سایر روش‌ها دارای برتری است. در نهایت، رهنمودهایی برای فعالان بازار و پوشش‌دهندگان ریسک ارائه خواهند شد.

۲. مبانی نظری و ادبیات موضوع

روش‌های استخراج نسبت پوشش ریسک را می‌توان در دو گروه کلی دسته‌بندی نمود: روش‌های حداقل کننده ریسک^۳ و حداکثر کننده مطلوبیت^۴. به عبارت دیگر، برای استخراج نسبت بهینه پوشش ریسک در ابتدا یک تابع هدف معرفی می‌شود و با بهینه‌نمودن (حداقل یا حداکثر نمودن) آن تابع (زیان یا سود) نسبت بهینه پوشش ریسک استخراج می‌شود.

-
1. Minimum Variance
 2. Johnson
 3. Risk-Minimizing
 4. Utility Maximizing

در روش‌های حداقل کننده ریسک نسبت پوشش ریسک با تعریف یک معیار برای اندازه‌گیری ریسک و حداقل نمودن آن استخراج می‌شود. در مطالعات مختلف، معیارهای متعددی برای اندازه‌گیری ریسک معروفی شده است که با حداقل نمودن آن نسبت پوشش ریسک به دست می‌آید. واریانس یکی از قدیمی‌ترین معیارهای ریسک به شمار می‌رود که با حداقل نمودن آن نسبت پوشش ریسک حداقل کننده واریانس استخراج می‌شود. علاوه بر واریانس معیارهای دیگری نیز برای اندازه‌گیری ریسک وجود دارند که محققان با حداقل نمودن آنها به نسبت پوشش ریسک دست یافته‌اند. یکی از این معیارها، ضریب جینی تعییم‌یافته به میانگین (MEG)^۱ است که علاوه بر نوسان‌ها به میزان ریسک‌گریزی فرد نیز توجه می‌نمایند و آن را در تعیین ریسک فرد مدنظر قرار می‌دهد؛ از این رو نسبت‌های بهینه پوشش ریسکی که از حداقل نمودن این ضریب حاصل می‌شود با توجه به درجه ریسک‌گریزی فرد متفاوت است. معیار ریسک دیگری که موردن توجه نظریه‌پردازان و مدیران اجرایی قرار دارد شبه‌واریانس تعییم‌یافته (GSV)^۲ است که صرفاً تغییرات در زیان را به عنوان ریسک درنظر گرفته و تغییر در سود را مصدق ریسک قلمداد نمی‌نماید و به ریسک به عنوان مقوله‌ای یک سویه نه دوطرفه همانند آنچه در واریانس یا ضریب MEG مدنظر است نگاه می‌شود. برای استخراج نسبت بهینه پوشش ریسک در این روش نیز علاوه بر درجه ریسک‌گریزی فرد لازم است بازدهی هدف وی نیز تعیین شود. بدیهی است درنظر گرفتن هریک از معیارهای مذکور به عنوان معیار اندازه‌گیری ریسک با توجه به موضوع مورد بررسی و نیز رویکرد محقق به مقوله ریسک قابل تعیین است و با انتخاب هر یک از آنها با نسبت‌های بهینه پوشش ریسک متفاوتی مواجه خواهیم بود.

محدودیت اصلی روش‌های حداقل کننده ریسک برای استخراج نسبت بهینه پوشش ریسک این است که بازدهی انتظاری^۳ سبد دارایی نادیده گرفته می‌شود، اما واقعیت این است که سبد دارایی تنها متناسب ریسک نیست و می‌بایست عایدی یا همان بازدهی آن نیز مورد توجه قرار گیرد. روش‌های حداکثر کننده مطلوبیت در واقع هم ریسک سبد دارایی و هم بازدهی انتظاری سبد دارایی را به صورت همزمان جهت استخراج نسبت بهینه پوشش ریسک مورد استفاده قرار می‌دهند. روش‌های جداکثر کننده مطلوبیت برای استخراج نسبت بهینه پوشش ریسک را روش‌های میانگین – ریسک^۴ نیز می‌نامند که از مهم‌ترین آنها می‌توان به نسبت شارپ^۵، روش HKL، ضریب M-MEG و M-GSV اشاره نمود.

-
1. Mean Extended Gini
 2. Generalized Semi Variance
 3. Expected Return
 4. Mean-Risk
 5. Sharpe Ratio

با مرور اجمالی بر ادبیات موضوع می‌توان حداقل ۷ روش را برای استخراج نسبت پوشش ریسک شناسایی نمود. این روش‌ها که در دو دسته کلی حداقل کننده ریسک و حداکثر کننده مطلوبیت (میانگین-ریسک) می‌باشند را می‌توان به اختصار در جداول (۱) و (۲) خلاصه نمود:

جدول ۱. نسبت‌های پوشش ریسک حداقل کننده ریسک

نام اختصاری	معیار اندازه گیری ریسک	استخراج نسبت پوشش ریسک از طریق
MV	واریانس	حداقل نمودن واریانس (ریسک)
MEG	ضریب MEG	حداقل نمودن ضریب MEG
GSV	ضریب GSV	حداقل نمودن ضریب GSV

مأخذ: نتایج تحقیق.

جدول ۲. نسبت‌های پوشش ریسک حداکثر کننده مطلوبیت (میانگین-ریسک)

نام اختصاری	معیار اندازه گیری ریسک	استخراج نسبت پوشش ریسک از طریق
Sharpe	انحراف معیار	حداکثر نمودن نسبت شارپ
HKL	واریانس	حداکثر نمودن تابع میانگین-ریسک
M-MEG	ضریب MEG	حداکثر نمودن تابع میانگین-ریسک
M-GSV	ضریب GSV	حداکثر نمودن تابع میانگین-ریسک

مأخذ: نتایج تحقیق.

هر یک از روش‌های فوق مبتنی بر مجموعه‌ای از مفروضات بوده و نسبت به سایر روش‌ها دارای برخی مزایا و معایب می‌باشد. در میان آنها، نسبت پوشش ریسک حداقل کننده واریانس (MV) بهدلیل ساده‌بودن محاسباتی و قابلیت فهم آسان آن هم از جنبه نظری و هم از بعد مطالعات تجربی مطلوب است. به همین دلیل است که نسبت‌های پوشش ریسک محاسبه شده از سایر روش‌ها معمولاً با این نسبت مقایسه می‌شوند و شرایطی استخراج می‌شود که در صورت تحقق آنها دیگر نسبت‌های پوشش ریسک (که با استفاده از سایر روش‌ها استخراج شده‌اند) به نسبت پوشش ریسک حداقل کننده واریانس (MV) تبدیل می‌شوند.

نسبت پوشش ریسک حداقل کننده واریانس (MV) نیز مبتنی بر مجموعه‌ای از مفروضات است؛ در این روش فرض می‌شود بازدهی قیمت‌های آتی و نقدی دارای توزیع نرمال بوده و همچنین سرمایه‌گذاران دارای شکل خاصی از تابع مطلوبیت (درجه دوم)^۱ می‌باشند که فرض اول لزوماً برقرار نبوده و فرض دوم نیز محدود کننده است. علاوه بر آن، نسبت بهینه پوشش ریسک حداقل کننده واریانس (MV) جزء روش‌های

1. Quadratic Utility Function

حداقل کننده ریسک بوده و بازدهی انتظاری سبد دارایی را در تعیین نسبت بهینه پوشش ریسک مدنظر قرار نمی‌دهد، اما در به کارگیری این روش می‌باشد به این نکته توجه نمود که سایر روش‌های مذکور نیز عاری از مفروضات غیرواقعی شیوه آنچه در مورد روش (MV) وجود دارد، نبوده و هر یک دارای مزایا و معایب مربوط به خود می‌باشند؛ بنابراین آنچه بین محققان مورد توافق می‌باشد این است که تقریباً در تمام مطالعات روش حداقل واریانس (MV) به عنوان ملاک مقایسه سایر روش‌ها با آن مورد پذیرش می‌باشد.^۱ در سال ۱۹۶۰ برای نخستین بار نسبت بهینه پوشش ریسک حداقل کننده واریانس (MV) توسط جانسون به صورت نظری (و بدون محاسبه تجربی آن) استخراج گردید و در سال ۱۹۷۹ ادینگتون^۲ این نسبت را با استفاده از قیمت‌های هفتگی قراردادهای آتی به صورت تجربی برآورد نمود.

مفهوم پایه پوشش ریسک عبارت است از ترکیب سرمایه‌گذاری در بازار نقد و آتی^۳ برای ساختن یک سبد دارایی به گونه‌ای که این ترکیب سرمایه‌گذاری منجر به کاهش نوسان ارزش سبد شود. به عبارت دیگر، ترکیب سبد توسط فرد می‌باشد به گونه‌ای انتخاب شود که بتواند بیشترین کاهش در نوسان ارزش سبد را ایجاد نماید و با توجه به اینکه هدف پوشش ریسک نوسان‌ها با استفاده از قراردادهای آتی است تها متغیر تصمیم‌گیری فرد برای این منظور تعیین تعداد قراردادهای آتی مورد نیاز برای این مقصود است که همان نسبت بهینه پوشش ریسک است. با تبعیت از جانسون (۱۹۶۰) و استین^۴ (۱۹۶۱) منظور خود را به یک سبد دارایی خاص معطوف می‌نماییم که در آن فرد پوشش دهنده ریسک تنها دارای یک موقعیت در بازار نقدی است که در این حالت تعداد موقعیت‌های وی در بازار نقد به متغیری بروزنزا تبدیل می‌شود و در کنار آن به تعداد لازم قرارداد آتی (برای دارایی پایه موردنظر) را نگهداری می‌نماید که با این ترکیب تعداد موقعیت‌های تعهدی در بازار آتی متغیر درون‌زای وی خواهد بود.^۵

۱. نسبت‌های بهینه پوشش سایر روش‌ها توسط نویسنده‌گان این مقاله مورد برآورد قرار گرفته و با نسبت بهینه پوشش ریسک روش MV مورد مقایسه قرار گرفته که در قالب مطالعات جداگانه ارائه شده است.

2. Ederington

3. Spot & Futures Market

4. Stein

5. در تمام روش‌های استخراج نسبت پوشش ریسک اعم از حداقل کننده ریسک یا حداقل کننده مطلوبیت بدليل ثابت درنظر گرفتن موقعیت تعهدی فرد در بازار نقدی عملاً بخش تولید نادیده گرفته می‌شود که این موضوع در خصوص دارایی‌های پایه کالایی دارای اهمیت بیشتری است. هر چند در مورد دارایی‌های مالی مشکل چندانی ایجاد نمی‌نماید. در صورتی که موضوع تولید نیز در کانون توجه قرار گیرد تعداد موقعیت‌های تعهدی فرد در بازار نقدی به یک متغیر درون‌زای تبدیل می‌شود که فرد پوشش دهنده ریسک می‌باشد به عنوان یک متغیر تصمیم‌گیری مقدار آن را تعیین نماید. نسبت بهینه پوشش ریسک با این رویکرد توسط لنس (۱۹۹۵) و با درنظر گرفتن برخی دیگر از مفروضات که معمولاً در این نوع مطالعات مورد توجه قرار نمی‌گیرند با روش‌های مختلف مورد برآورد قرار گرفته است.

به طور مشخص، سبد دارایی را در نظر می‌گیریم که در آن C_s واحد موقعیت خرید در بازار نقدی^۱ و C_f واحد موقعیت فروش در بازار آتی^۲ وجود دارد. از آنجایی که قراردادهای آتی برای کاهش نوسان‌های قیمت در بازار نقدی مورد استفاده قرار می‌گیرند، به این سبد دارایی اصطلاحاً سبد دارایی پوشش ریسک داده شده^۳ گفته می‌شود. بازدهی سبد دارایی پوشش ریسک داده شده که از این پس به آن سبد دارایی گفته می‌شود عبارت است از:

$$R_h = \frac{C_s S_t R_S - C_f F_t R_f}{C_s S_t} = R_S - h R_f \quad (1)$$

که در آن، $h = C_f F_t / C_s S_t$ تعداد قراردادهای آتی مورد نیاز (نسبت بهینه پوشش ریسک)، R_h بازدهی سبد دارایی، R_s بازدهی موقعیت نقدی و R_f بازدهی موقعیت تعهدی فرد در قرارداد آتی است. بازدهی موقعیت‌های نقدی و آتی از تفاضل قیمت‌های نقدی و آتی دارایی پایه در یک دوره زمانی نسبت به دوره قبل به دست می‌آید.

$$R_S = \frac{S_{t+1} - S_t}{S_t} \quad (2)$$

$$R_f = \frac{F_{t+1} - F_t}{F_t} \quad (3)$$

که در آن، S_t قیمت دارایی پایه در بازار نقدی و F_t قیمت آن در بازار آتی است. واریانس بازدهی این سبد دارایی عبارت است از:

$$\text{VAR}(R_h) = \text{VAR}(R_S) + h^2 \text{VAR}(R_f) - 2h\text{Cov}(R_S, R_f) \quad (4)$$

اگر بخواهیم واریانس بازدهی سبد دارایی را با توجه به نسبت پوشش ریسک h حداقل نماییم، می‌بایست از آن نسبت به h مشتق گرفته و برابر صفر قرار دهیم.

$$\frac{\partial [\text{VAR}(R_h)]}{\partial h} = 2h\text{VAR}(R_f) - 2\text{Cov}(R_S, R_f) = 0 \quad (5)$$

1. Long Spot Position
2. Short Futures Position
3. Hedged Portfolio

در نتیجه به h^* که همان نسبت بهینه پوشش ریسک حداقل کننده واریانس است دست خواهیم یافت.

$$h^* = \frac{\text{Cov}(R_S, R_f)}{\text{VAR}(R_f)} = \rho \frac{\sigma_S}{\sigma_f} \quad (6)$$

که در آن، ρ ضریب همبستگی بین بازدهی قیمت‌های نقدی و آتی، σ انحراف معیار بازدهی‌های نقدی و σ_f انحراف معیار بازدهی‌های آتی است.

طیف وسیعی از مطالعات نسبت بهینه پوشش ریسک را با استفاده از روش‌های مختلف اقتصادسنجی مورد برآورد قرار دادند. این روش‌ها از رهیافت‌های بسیار ساده مانند روش حداقل مربعات (OLS) تا روش‌های نسبتاً پیچیده مانند انواع مختلف مدل‌های GARCH را شامل می‌شود. در این بخش به برخی از مطالعات و روش‌های مورد استفاده آنها جهت تخمین نسبت بهینه پوشش ریسک حداقل کننده واریانس اشاره می‌شود.

جانکوس و لی (۱۹۸۵) کاربرد چهار استراتژی پوشش ریسک شامل روش حداقل واریانس، استراتژی پوشش ریسک ساده، یک مدل حداقل‌کننده مطلوبیت و یک مدل با فرض فقدان فرسته‌های آربیتر از را بررسی نمودند. در مطالعه ایشان روش مورد استفاده برای تخمین نسبت بهینه پوشش ریسک حداقل کننده واریانس عبارت است از برازش تغییرات قیمت‌های نقدی بر تغییرات قیمت‌های آتی که با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی (OLS)^۱ انجام می‌شود. به طور مشخص، برای تخمین نسبت بهینه پوشش ریسک حداقل کننده واریانس لازم است معادله رگرسیونی زیر تخمین زده شود:

$$\Delta S_t = \alpha + \beta \Delta F_t + \epsilon_t \quad (7)$$

که در آن، β همان نسبت بهینه پوشش ریسک حداقل کننده واریانس است. البته همانگونه که می‌دانیم برای استفاده از روش حداقل مربعات معمولی می‌بایست فروض استاندارد کلاسیک برقرار باشند که لازم است بررسی شوند.

می‌یرز و تامسون (۱۹۸۹) به یکی از مشکلات تخمین نسبت بهینه پوشش ریسک حداقل کننده واریانس با استفاده از رهیافت حداقل مربعات معمولی (OLS) اشاره دارند که در این روش از گشتاورهای نمونه‌ای غیرشرطی به جای گشتاورهای نمونه‌ای شرطی که در آن از تمام اطلاعات موجود بهره‌برداری می‌شود، استفاده می‌گردد. برای حل این مشکل پیشنهاد شد که از ماتریس‌های واریانس و کوواریانس شرطی به جای

1. Ordinary Least Square

ماتریس‌های غیرشرطی استفاده شود که در نتیجه به جای فرمول (۶) از فرمول زیر برای محاسبه نسبت بهینه پوشش ریسک استفاده می‌شود.

$$H^* = \frac{\text{Cov}(\Delta v \Delta F) |_{\Omega_{t-1}}}{\text{VAR}(\Delta A R) |_{\Omega_{t-1}}} \quad (8)$$

که در آن، H^* نسبت بهینه پوشش ریسک حداقل کننده واریانس (MV) بر اساس ماتریس‌های واریانس و کوواریانس شرطی به جای غیرشرطی است و Ω_{t-1} همان بردار اطلاعات قیمتی و بازدهی‌های آتی و نقدی تا انتهای دوره ۱-امی باشد. بدیهی است نسبت‌های بهینه پوشش ریسکی که از این طریق تخمین‌زده می‌شوند طی زمان ثابت نبوده و همواره در حال تغییر می‌باشند؛ این در حالی است که نسبت بهینه پوشش ریسکی که با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی تخمین‌زده می‌شود. طی زمان ثابت بوده و تغییری در آن به وجود نمی‌آید.

یلی و می‌یرز (۱۹۹۱) یک مدل GARCH دو متغیره^۱ به شرح زیر را در نظر گرفتند:

$$\begin{bmatrix} \Delta S_t \\ \Delta F_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mu_1 \\ \mu_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_{1t} \\ e_{2t} \end{bmatrix} \Leftrightarrow \Delta Y_t = \mu + e_t \quad (9)$$

$$e_t |_{\Omega_{t-1}} \approx N(0, H_t), H_t = \begin{bmatrix} H_{11,t} & H_{12,t} \\ H_{21,t} & H_{22,t} \end{bmatrix} \quad (10)$$

$$\text{vec}(H_t) = C + A \text{vec}(e_{t-1} e_{t-1}') + B' \text{vec}(H_{t-1}) \quad (11)$$

که در آن، نسبت بهینه پوشش ریسک حداقل کننده واریانس شرطی در زمان t برابر است با $ht = H_{12,t} / H_{22,t}$. بنابراین، مشخص است در این مدل نسبت بهینه پوشش ریسک وابسته به زمان بوده و طی زمان تغییر می‌یابد و در نتیجه برای یک دوره زمانی معین به جای یک عدد ثابت یک سری زمانی از نسبت‌های بهینه پوشش ریسک وجود خواهد داشت.

روش حداقل مربعات معمولی و حالات مختلف مدل‌های ARCH و GARCH مبتنی بر این فرض است که سری‌های زمانی مربوط به قیمت‌های آتی و نقدی پایاً^۲ می‌باشند و این احتمال را در نظر نمی‌گیرند

1. Bivariate GARCH
2. Stationary

که ممکن است سری‌های زمانی مربوط به این قیمت‌ها پایا نباشد. این در حالی است که اگر این سری‌های زمانی دارای ریشه واحد باشند موضوع تخمین نسبت بهینه پوشش ریسک حداقل کننده واریانس با مشکلات جدی مواجه خواهد بود. چنانچه سری‌های زمانی مربوط به قیمت‌های آتی و نقدی پایا نباشد آنگاه همانگونه که انگل و گرنجر^۱ به آن اشاره نمودند لازم است یک عبارت تصحیح خطای نیز به معادله رگرسیون متغیرها اضافه شود.

همچنین، از آنجایی که فرایند آربیتراژ قیمت‌های آتی و نقدی را به یکدیگر پیوند می‌دهد این قیمت‌ها نمی‌توانند در بلندمدت از یکدیگر فاصله بگیرند (واگرا باشند). از این رو، چنانچه سری‌های زمانی مربوط به این قیمت‌ها از یک فرایند گام تصادفی^۲ پیروی نمایند آنگاه انتظار خواهیم داشت این سری‌های زمانی به یکدیگر همانباشته^۳ باشند. بنابراین، در این شرایط می‌توان از تحلیل‌های مربوط به همانباشتگی برای تخمین نسبت بهینه پوشش ریسک همانند آنچه در معادلات (۱۳) و (۱۴) تصریح شده است، استفاده نمود.

روش همانباشتگی مشتمل بر دو مرحله است. در مرحله نخست می‌بایست با استفاده از آزمون‌های متعارف مانند دیکی-فولر^۴ یا فیلیپس-پرون^۵ ریشه واحد^۶ بودن سری‌های زمانی را بررسی نمود. در مرحله دوم چنانچه مشخص شود سری‌های زمانی دارای ریشه واحد نمایند می‌بایست به یکی از روش‌های انگل-گرنجر یا یوهانسن-جوسلیوس مراحل آزمون همانباشتگی طی شود.

چو و دیگران (۱۹۹۶) یان نمودند در صورتی که قیمت‌های آتی و نقدی همانباشته باشند نسبت بهینه پوشش ریسک را می‌توان در دو مرحله تخمین زد. مرحله نخست شامل تخمین معادله رگرسیونی زیر است:

$$S_t = a + bF_t + u_t \quad (12)$$

در مرحله دوم می‌بایست مدل تصحیح خطای زیر را تخمین بزنیم:

$$\Delta S_t = \rho u_{t-1} + \beta \Delta F_t + \sum_{i=1}^m \delta_i \Delta F_{t-i} + \sum_{j=1}^n \delta_j \Delta S_{t-j} + e_j \quad (13)$$

که در آن، u سری زمانی مربوط به جملات خطای زیر را تخمین می‌گیریم^۷ و β ضریب آن است. نسبت بهینه پوشش ریسک در واقع همان ضریب β است.

-
1. Engle & Granger
 2. Random Walk
 3. Cointegrated
 4. Dickey-Fuller
 5. Phillips-Perron
 6. Unit Root

لی بن و لو (۱۹۹۳) با استفاده از یک مدل چنددوره‌ای^۱ و با بهره‌گیری از روش تصحیح خطای نسبت‌های بهینه پوشش ریسک را مورد برآورد قرار دادند. ایشان رابطه همانباشتگی را بر مبنای مابه‌التفاوت قیمت‌های نقدی و آتی ($S_t - F_t$) تعریف می‌نمایند و مدل تصحیح خطای را به صورت زیر تخمین می‌زنند:

$$\Delta S_t = \rho(S_{t-1} - F_{t-1}) + \beta \Delta F_t + \sum_{i=1}^m \delta_i \Delta F_{t-i} + \sum_{j=1}^n \delta_j \Delta S_{t-j} + e_j \quad (14)$$

کرونر و سولطان مدل‌های تصحیح خطای GARCH را با یکدیگر ترکیب نمودند تا بتوانند نسبت بهینه پوشش ریسک را تخمین بزنند. آنها برای این منظور از مدل زیر استفاده نمودند:

$$\begin{bmatrix} \Delta \log(S_t) \\ \Delta \log(F_t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mu_1 \\ \mu_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \alpha_S (\log(S_{t-1}) - \log(F_{t-1})) \\ \alpha_F (\log(S_{t-1}) - \log(F_{t-1})) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_{1t} \\ e_{2t} \end{bmatrix} \quad (15)$$

که در آن، جملات خطای از یک فرایند GARCH تعیت می‌نمایند. نسبت بهینه پوشش ریسک حداقل کننده واریانس در زمان t برابر است با

$$h_t = H_{12,t} / H_{22,t}$$

حالات متعددی از روش GARCH دو متغیره برای تخمین نسبت بهینه پوشش ریسک قراردادهای آتی در مقالات مورد استفاده قرار گرفته‌اند که از میان آنها می‌توان به CCC-GARCH^۲، BEKK-GARCH^۳، VECM-GARCH^۴ اشاره نمود. مزیت این روش‌ها بر مدل GARCH چندمتغیره^۵ بدون محدودیت این است که در روش‌های فوق بدليل درنظر گرفتن برخی محدودیت‌ها بر ساختار ماتریس واریانس-کوواریانس، تعداد پارامترهای مورد نیاز برای تخمین کاهش یافته و در مجموع بار محاسباتی کمتری دارند.

در روش‌های مذبور یک معادله به عنوان معادله میانگین درنظر گرفته می‌شود که لازم است این معادله میانگین با یکی از روش‌های VAR یا VECM تخمین زده شود. پس از تخمین معادله میانگین می‌بایست با تشکیل یک سیستم نسبت به مدل‌سازی جملات خطای روش‌های فوق اقدام نمود.

بولرسیلو، انگل و وولدربیج (۱۹۹۸) مدل VECM-GARCH(1,1) را به این صورت تصویر نمودند:

-
1. Multi-Period
 2. Error-Correction
 3. Vectorized GARCH
 4. Baba, Engle, Kraft and Kroner
 5. Constant Conditional Correlations
 6. Multivariate GARCH

$$\text{VECH}(H_t) = h_t = \begin{bmatrix} h_{SS,t} \\ h_{Sf,t} \\ h_{ff,t} \end{bmatrix} = C_0 + A_1 \text{VECH}(\varepsilon_{S,t-1}; \varepsilon_{f,t-1}) + B_1 h_{t-1} \quad (16)$$

که در آن، h_{ss} و h_{ff} واریانس شرطی جملات خطای $(\varepsilon_{S,t}, \varepsilon_{f,t})$ بددست آمده از معادله میانگین که با یکی از روش‌های VAR یا VECM تخمین زده شده‌اند، می‌باشد. همچنین، h_{sf} کوواریانس شرطی بین بازدهی قیمت‌های نقدی و آتی می‌باشد.

انگل و کرونر (۱۹۹۵) با مشاهده برخی مشکلات در مدل VECH-GARCH(1,1) مانند تخمین اریب‌دار نسبت بهینه پوشش ریسک، مدل جایگزینی برای آن پیشنهاد نمودند که به مدل BEKK-GARCH موسوم گردید. فرم کلی این مدل به صورت زیر است:

$$H_t = C_0' C_0 + A_{11}' \varepsilon_{t-1} \varepsilon_{t-1}' A_{11} + B_{11}' H_{t-1} B_{11} \quad (17)$$

که در آن:

$$C_0 = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} \\ c_{21} & 0 \end{bmatrix} \quad (18)$$

$$A_{11} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} \quad (19)$$

$$B_{11} = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{bmatrix} \quad (20)$$

در مدل‌های VECH-GARCH و BEKK-GARCH به دلیل الگوسازی مجزا برای کوواریانس، تعداد پارامترهایی که می‌بایست تخمین زده شوند بسیار زیاد می‌باشد. برای حل این مشکل در سال ۱۹۹۰ بولسلیو روشهای را ارائه نمود که در آن نیازی به جدا درنظر گرفتن الگوهای واریانس و کوواریانس نیست و با استفاده از آن می‌توان ماتریس‌های واریانس و کوواریانس جملات خطای را در الگوی واحد درنظر گرفت. این مدل که به CCC-GARCH مشهور است ماتریس کوواریانس شرطی را به صورت زیر مدل‌سازی می‌نماید:

$$H_t = D_t R D_t \quad (21)$$

که در آن، R ماتریس همبستگی شرطی ثابت و D ماتریس قطری است که هر σ_{it}

$$\begin{bmatrix} \sigma_{1t} \\ & \sigma_{2t} \end{bmatrix}$$

برای $i = 1, 2$ معادله GARCH تک متغیره‌ای به صورت زیر دارد:

$$\sigma_{it} = a_i + a_i \varepsilon_{it}^2 + b_i \sigma_{it} \quad (22)$$

علاوه بر سه حالت فوق برای تخمین پویای نسبت بهینه پوشش ریسک روش‌های بسیار زیاد دیگر در ادبیات موضوع مطرح می‌باشند که بکارگیری هر یک از این روش‌ها می‌تواند نتایجی متفاوت از آنچه در این مطالعه حاصل می‌شود را به دنبال داشته باشد. روش‌های مزبور از حالات مختلف روش‌های M-GARCH-M مورد استفاده در این مطالعه مانند VECM-GARCH قطری تا روش‌های پیچیده‌تر مانند مدل

را شامل می‌شوند و بررسی مقایسه هر یک از این روش‌ها می‌تواند در مطالعات جداگانه‌ای انجام شده و با نتایج این مطالعه تطبیق داده شوند.

در مجموع، روش‌های مختلف تخمین نسبت بهینه پوشش ریسک دارای برخی مزایا و معایب نظری نسبت به یکدیگر می‌باشند از جمله آنکه مدل‌های GARCH به دلیل مدلسازی مجزای واریانس که در بازارهای مالی ضروری به نظر می‌رسد در مقایسه با مدل‌های ساده‌تر مانند OLS، VAR و VECM برتری دارند، اما این موضوع که با رویکرد تجربی کدام روش دارای برتری نسبت به سایر روش‌های است محل بحث صاحبنظران این حوزه است و به نظر می‌رسد هیچ اجماعی در خصوص برتری یک روش نسبت به سایر روش‌ها در تخمین نسبت بهینه پوشش ریسک وجود ندارد. به نظر می‌رسد بکارگیری روش‌هایی مانند OLS، VAR و VECM به دلیل محاسبات ساده‌تر برای پوشش دهنده‌گان ریسک، عملیاتی‌تر بوده و استفاده از روش‌های پیچیده‌تر مانند حالت‌های مختلف مدل GARCH در صورتی که از منظر تجربی دارای مزیت نسبت به روش‌های مذکور باشد، توجیه پذیر است؛ زیرا نسبت‌های بهینه پوشش ریسک روش‌های مختلف مدل GARCH به دلیل پویا بودن می‌باشد همواره مورد محاسبه قرار گرفته و فرد پوشش دهنده ریسک به طور پیوسته نسبت به تعدیل موقعیت‌های تعهدی خود در بازار آتی اقدام نماید که این موضوع هزینه پوشش ریسک را افزایش می‌دهد. بنابراین، در صورتی که عایدی ناشی از تعدیل پیوسته موقعیت‌های تعهدی و نیز انجام محاسبات به صورت دائمی از هزینه‌های آن بالاتر باشد منطقی است که فرد نسبت به محاسبه از طریق روش‌های پیچیده‌تر و تغییر مستمر تعداد قراردادهای آتی مورد نیاز اقدام نماید در غیر این صورت استفاده از روش‌های ساده‌تر موجه به نظر می‌رسد.

۳. بررسی میزان موثر بودن پوشش ریسک^۱

برای مقایسه بین روش‌های مختلف تخمین نسبت بهینه پوشش ریسک لازم است معیاری معرفی شود تا به واسطه آن بتوان عملکرد پوشش ریسک روش‌های تخمین را مورد ارزیابی قرار داد. روش کار به این صورت است که در ابتدا دو سبد تشکیل می‌شود؛ در سبد نخست فرد هیچ قرارداد آتی نگهداری نماید و صرفاً یک موقعیت تعهدی در بازار نقدی در سبد خود دارد، به این معنا که یا وی دارایی را به صورت نقدی با قصد سرمایه‌گذاری خریداری نموده و نگهداری می‌نماید یا قرار است دارایی که در آینده مورد نیاز وی است را در آن زمان از بازار نقدی خریداری و مصرف نماید که در هر دو حالت نگران تغییر قیمت دارایی است. در سبد دوم فرد علاوه بر اینکه یک موقعیت در بازار نقدی دارد به میزانی که نسبت بهینه پوشش ریسک روش‌های مختلف تخمین مشخص نموده‌اند، قرارداد آتی دارایی پایه را نیز نگهداری می‌نماید. سبدی که صرفاً مشتمل بر یک موقعیت در بازار نقدی است، سبد بدون پوشش (U)^۲ و سبدی که در آن به واسطه قراردادهای آتی پوشش ریسک انجام شده را سبد پوشش داده شده (H)^۳ می‌نامند. بازدهی و واریانس بازدهی این دو سبد عبارتند از:

$$R_U = R_S \quad (23)$$

$$\text{VAR}(U) = \sigma_S^2 \quad (24)$$

$$R_H = R_S - hR_f \quad (25)$$

$$\text{VAR}(H) = \sigma_S^2 + h^2 \sigma_f^2 - 2h\sigma_{Sf} \quad (26)$$

که در آن، σ_s^2 و σ_f^2 واریانس بازدهی‌های نقدی و آتی و σ_{Sf} کوواریانس بین آنها است. h نیز نسبت بهینه پوشش ریسک به دست آمده از روش‌های مختلف تخمین است که تعداد قراردادهای آتی مورد نیاز برای پوشش ریسک نوسان قیمت دارایی پایه را تعیین می‌نماید.

ادرینگتون (۱۹۷۹) با استفاده از واریانس بازدهی سبدهای پوشش داده شده و بدون پوشش معیاری را برای مقایسه عملکرد پوشش ریسک روش‌های مختلف تخمین ارائه نمود. این معیار عبارت است از:

-
1. Hedging Effectiveness
 2. Uncovered Portfolio
 3. Hedged Portfolio

$$e = 1 - \frac{\text{VAR}(H)}{\text{VAR}(U)} \quad (27)$$

این معیار نشان می‌دهد نسبت بهینه پوشش ریسک به دست آمده به چه میزان می‌تواند واریانس بازدهی سبد دارایی (به عنوان معیار ریسک) را کاهش دهد. در نهایت، روشی به عنوان کارامدترین روش انتخاب می‌شود که بتواند بیشترین کاهش در واریانس بازدهی را ایجاد نماید.

هدف از بررسی میزان مؤثربودن پوشش ریسک پاسخ به این سؤال است که چنانچه فرد پوشش دهنده ریسک به دنبال بهترین حالت پوشش ریسک باشد و تنها ابزار موجود برای مقابله با نوسان قیمت قراردادهای آتی دارایی پایه مورد نظر باشد آنگاه وی نسبت پوشش ریسک را بر مبنای چه روشی تخمین یا محاسبه نماید که بتواند مؤثرتر از سایر روش‌ها باشد. بنابراین، منظور از میزان مؤثربودن پوشش ریسک میزان موقفيت یک قرارداد آتی در مقابله با نوسان قیمت نیست، چراکه تمام قراردادهای آتی چنین کارکرده داشته و از این رویکرد تفاوتی با یکدیگر ندارند؛ از این رو در بررسی مؤثر بودن پوشش ریسک روش‌های مختلف تخمین و محاسبه نسبت بهینه پوشش ریسک در مقایسه با یکدیگر ارزیابی می‌شوند.

۴. تشریح داده‌ها

داده‌های مورد استفاده در این مقاله اطلاعات قیمتی مربوط به معاملات نقدی و قراردادهای آتی سکه بهار آزادی طرح امام (ره) از مورخ ۱۳۸۷/۰۹/۰۵ لغایت ۱۳۹۰/۱۰/۲۲ به تعداد ۷۷۰ داده می‌باشد. قیمت‌های نقدی از نرم‌افزار اطلاعاتی استاندارد بازار سرمایه با نام رهآورد نوین اتخاذ شده و قیمت‌های آتی نیز از آمار معاملات قراردادهای آتی بورس کالای ایران دریافت شده است. همچنین، بازدهی روزانه قیمت‌های آتی و نقدی با استفاده از فرمول‌های (۲) و (۳) مورد محاسبه قرار گرفته‌اند.

معاملات آتی در بورس کالای ایران از مورخ ۱۳۸۷/۰۹/۰۵ راهاندازی شده است و هم‌اکنون برای سررسیدهای دو، چهار و شش ماهه قابل معامله می‌باشد. در مطالعات مورد بررسی از نزدیکترین سررسید به زمان حال به عنوان قیمت‌های آتی استفاده می‌شود که دلیل آن نقدینه‌بودن بازار معاملات قراردادهای آتی با سررسید نزدیک است. به عبارت دیگر، دلیل انتخاب نزدیکترین سررسید به عنوان قیمت آتی این است که تعداد معاملات انجام شده بر روی آن بیشتر از سایر قراردادها بوده و در نتیجه قیمت‌های کشف شده در بازار از اعتبار بیشتری برخوردار می‌باشد.

نکته حائز اهمیت این است که چنین پدیده‌ای در تمام بورس‌ها و قراردادهای مورد معامله موضوعیت ندارد و ممکن است نزدیکترین سررسید لزوماً نقدینه‌ترین آنها نباشد. بررسی تعداد معاملات

انجام شده بر روی قراردادهای آتی مورد معامله در بورس کالای ایران نشان می‌دهد که به‌طور معمول قراردادهای با سرسید طولانی‌تر در مقایسه با نزدیکترین سرسید از استقبال بیشتری مواجه می‌شوند؛ از این‌رو در این مقاله به‌جای نزدیک‌ترین سرسید از دومین سرسید به‌عنوان قیمت‌های آتی استفاده خواهد شد. این موضوع باعث می‌شود که به‌دلیل نوپا بودن قراردادهای آتی و وجود صرفاً یک سرسید در ماههای نخستین راهنمایی قراردادهای آتی در بورس کالای ایران، تعداد داده‌های قابل استفاده به ۴۴۸ داده کاهش یابد.

همچنین، به‌منظور قابل مقایسه بودن نتایج مربوط به سرسیدهای مختلف در کنار تخمین نسبت بهینه پوشش ریسک برای دومین سرسید نسبت‌های بهینه پوشش ریسک نزدیکترین سرسید با ۷۰ داده و نزدیک‌ترین سرسید متناظر با دومین سرسید (با ۴۴۸ داده) نیز برآورد خواهند شد.

در واقع قیمت‌های آتی، قیمت‌های توسيه روزانه^۱ این قراردادها می‌باشد که مطابق مقررات در پایان ایام معاملاتی توسط بورس محاسبه شده و گزارش می‌گردد. پیچیدگی موجود در استفاده از قیمت‌های آتی این است که با پایان رسیدن ماه قرارداد و فرا رسیدن تاریخ سرسید می‌بایست از اطلاعات مربوط به قرارداد با سرسید بعدی استفاده نمود که معمولاً در این فرایند شاهد یک جهش غیرمتعارف قیمت‌ها هستیم. برای مقابله با این مشکل از راه حل‌های متعددی در مقالات استفاده می‌شود. روشی که در این مقاله مورد استفاده قرار گرفته است به روش غلطاندن قراردادها^۲ موسوم است. در این روش در روز آغازین قرارداد جدید و برای محاسبه بازدهی قیمت آتی به‌جای استفاده از قیمت آخرین روز قرارداد قبلی و اولین روز قرارداد جدید مابه التفاوت اولین روز قرارداد جدید و یک روز قبل همان قرارداد به‌عنوان مبنای محاسبه بازدهی قیمت آتی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

برای توضیح بهتر موضوع از یک مثال استفاده می‌نمایم. فرض کیم در روز اول دی ماه ۱۳۹۰ قرار داریم در این روز سه قرارداد آتی فعال در بورس کالای ایران قابل معامله می‌باشد که عبارتند از قرارداد آتی با سرسید دی ماه ۱۳۹۰، قرارداد آتی با سرسید اسفندماه ۱۳۹۰ و قرارداد آتی با سرسید اردیبهشت‌ماه ۱۳۹۱. بنابراین، در این تاریخ متنظر از قیمت قرارداد آتی نخستین سرسید همان قیمت قرارداد آتی با سرسید آخر دی ماه ۱۳۹۰ است که بازدهی روزانه آن با استفاده از فرمول (۳) محاسبه می‌شود. حال در همین تاریخ قرارداد آتی با سرسید اسفندماه ۱۳۹۰ همان قرارداد آتی با دومین سرسید به‌حساب می‌آید که بازدهی آن نیز به روش مشابه محاسبه شده و در تخمین نسبت بهینه پوشش ریسک مورد استفاده قرار می‌گیرد. حال فرض نمایم به انتهای دی ماه ۱۳۹۰ رسیده‌ایم و قرارداد آتی با سرسید دی ماه منقضی شده است، حال دیگر متنظر از نخستین سرسید، قرارداد آتی با سرسید اسفندماه بوده و دومین سرسید قرارداد آتی با سرسید اردیبهشت ماه ۱۳۹۱ است. به این ترتیب

1. Daily Settlement
2. Roll Over

قراردادی که در یک زمان به عنوان دومین سررسید منظور می‌شود، پس از انتصای قرارداد قبل به عنوان نخستین سررسید در نظر گرفته می‌شود. برخی خصوصیات مهم آماری بازدهی قیمت‌های آتی و نقدی در جدول (۳) آرائه شده‌اند.

جدول ۳. خصوصیات آماری بازدهی قیمت‌های آتی و نقدی

بازدهی قیمت‌های نقدی	بازدهی قیمت‌های آتی	اولین سررسید (۴۴۸)	دومین سررسید (۴۴۸)	۷۷۰	۴۴۸	۷۷۰	تعداد مشاهدات
میانگین	۰/۰۰۱۲۸۷	۰/۰۰۱۰۳۵	۰/۰۰۰۸۹۳	۰/۰۰۲۰۶۰	۰/۰۰۱۶۲۹	۰/۰۰۱۶۲۹	میانگین
میانه	۰/۰۰۰۷۹۳	۰/۰۰۰۵۴۰	۰/۰۰۰۶۲۳	۰/۰۰۱۲۲۵	۰/۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰	میانه
حداکثر	۰/۰۲۹۹۷۶	۰/۰۲۹۹۷۹	۰/۰۳۰۵۱۲	۰/۰۵۹۳۸۷	۰/۰۶۱۳۲۱	۰/۰۶۱۳۲۱	حداکثر
حداقل	-۰/۰۲۹۹۵۵	-۰/۰۲۹۹۶۳	-۰/۰۲۹۹۶۳	-۰/۰۶۲۸۱۷	-۰/۰۶۲۸۱۷	-۰/۰۶۲۸۱۷	حداقل
انحراف معار	۰/۰۱۲۴۰۶	۰/۰۱۱۵۶۰	۰/۰۱۱۰۸۵	۰/۰۱۲۳۳۷	۰/۰۱۰۶۹۷	۰/۰۱۰۶۹۷	انحراف معار
چولگی	-۰/۰۳۶۳۶۷	۰/۰۳۷۵۰۸	-۰/۰۱۳۷۹۲	۰/۰۹۷۱۸۱	۰/۲۹۴۵۶۸	۰/۲۹۴۵۶۸	چولگی
کشیدگی	۳/۴۶۹۳۹۸	۳/۸۰۸۸۷۱	۴/۲۶۹۸۰۵	۸/۳۰۹۵۳۸	۱۰/۳۶۳۱۲	۱۰/۳۶۳۱۲	کشیدگی
آماره جارک برا	۴/۲۱۱۶۵۸	۱۲/۳۱۸۱۲	۵۱/۷۵۵۷۰	۵۲۶/۹۴۰۷	۱۷۵/۰۵۵۰	۱۷۵/۰۵۵۰	آماره جارک برا ^۱

مأخذ: نتایج تحقیق.

۵. نتایج تجربی

در این قسمت نسبت بهینه پوشش ریسک قراردادهای آتی با استفاده از روش‌های اقتصادسنجی تخمین زده خواهد شد. برای هریک از روش‌های تخمین، نسبت بهینه پوشش ریسک با لحاظ دومین سررسید به عنوان قیمت‌های آتی نخستین سررسید با بازه زمانی منطبق با دومین سررسید و اولین سررسید محاسبه و گزارش خواهد شد. بنابراین، نسبت‌های بهینه پوشش ریسک برای سه سناریوی مختلف که در آن سررسیدهای متفاوتی به عنوان قیمت‌های آتی در نظر گرفته می‌شوند، مورد محاسبه قرار خواهد گرفت. این سناریوها عبارتند از سناریوی اول: در نظر گرفتن دومین سررسید به عنوان قیمت‌های آتی با ۴۴۸ داده؛ سناریوی دوم: در نظر گرفتن نخستین سررسید به عنوان قیمت‌های آتی که به لحاظ زمانی منطبق با دومین سررسید باشد با ۴۴۸ داده؛ سناریوی سوم: در نظر گرفتن نخستین سررسید به عنوان قیمت‌های آتی با ۷۷۰ داده.

در مجموع، نسبت‌های بهینه پوشش ریسک با ۶ روش اقتصادسنجی OLS، VECM-GARCH، BEKK-GARCH و CCC-GARCH برای ۳ سناریوی زمانی اولین سررسید (با ۷۷۰ داده)، دومین سررسید (۴۴۸ داده) و اولین سررسید منطبق با دوره زمانی دومین سررسید (۴۴۸ داده) برآورد خواهد شد. پیش از تخمین نسبت بهینه پوشش ریسک با استفاده از روش‌های مختلف اقتصادسنجی لازم است به یک موضوع اشاره شود. هدف این مطالعه معرفی بهترین روش برآورد نسبت پوشش ریسک نیست، چراکه در این صورت علاوه بر

1. Jarque-Bera

روش‌های مذکور می‌بایست روشن‌های تخمین بسیاری را نیز مورد استفاده قرار داد و نیز با بررسی نتایج آزمون‌های مختلف تلاش شود ایده‌آل‌ترین رهیافت برآورد را انتخاب نمود. در این مطالعه صرفاً نسبت پوشش ریسک با استفاده از روشهای استاندارد موجود در مطالعات برآورد شده و نشان داده می‌شود که این تغییر در روش تخمین تا چه اندازه می‌تواند برای فرد پوشش دهنده ریسک مفید بوده و میزان مؤثربودن پوشش ریسک را تحت تأثیر قرار دهد.

نکته حائز اهمیت این است که نسبت‌های بهینه پوشش ریسک روش‌های OLS، VAR و VECM در تمام دوره زمانی مورد بررسی ثابت بوده و صرفاً یک عدد معین خواهند بود که تعیین کننده تعداد بهینه قراردادهای آتی است که فرد سرمایه‌گذار می‌بایست برای مقابله با ریسک نگهداری نماید. این در حالی است که نسبت‌های بهینه پوشش ریسک روشهای CCC-GARCH و BEKK-GARCH و VECH-GARCH یک سری زمانی خواهند بود. همچنین، مقایسه نسبت‌های بهینه پوشش ریسک با لحاظ سررسیدهای مختلف در بردارنده مضامین بسیار مهمی برای فرد سرمایه‌گذار است که به آنها اشاره خواهد شد.

پیش از تخمین نسبت بهینه پوشش ریسک با استفاده از روش‌های OLS، VAR و VECM لازم است ریشه واحد بودن سری‌های زمانی قیمت‌های آتی و نقدی بررسی شوند. نتایج آزمون‌های دیکی-فولر در دو حالت با درنظر گرفتن عرض از مبدأ^۱ و روند و عرض از مبدأ^۲ در جدول (۴) نشان می‌دهد که قیمت‌های نقدی و آتی در هر دو حالت در سطح^۳ برای هر سه سناریوی زمانی موردنظر پایان بوده و با یک مرتبه تفاضل‌گیری^۴ پایا می‌شوند. به عبارت دیگر، قیمت‌های نقدی و آتی (۱) بوده و بازدهی آنها (تفاضل مرتبه اول) (۰) می‌باشد.

جدول ۴. مقادیر و احتمال آزمون دیکی-فولر تعمیم‌یافته برای قیمت‌های نقدی و آتی در سناریوهای زمانی مختلف

مفروضات آزمون	اولین سررسید منطبق با دوره (آماره t ۷۷۰)				دومین سررسید (آماره t ۴۴۸)				سناریوهای زمانی	تعداد تغاضل
	احتمال		آماره t	احتمال	احتمال		آماره t	احتمال		
	نقدی	آتی	نقدی	آتی	نقدی	آتی	نقدی	آتی		
عرض از مبدأ	۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۹۷	۰/۹۹	۰/۹۴	۰/۹۹	۰/۹۷	۰/۹۹	صفر (سطح)	۰/۷۱
روند و عرض از مبدأ	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	یک	۱۶/۳
	۰/۸۶	۰/۹۷	۰/۵۸	۰/۷۵	۰/۴۲	۰/۹۲	۰/۷۵	۰/۷۳	صفر (سطح)	۱/۶۸
	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	یک	۱۶/۳

مأخذ: نتایج تحقیق.

-
1. Intercept
 2. Trend and Intercept
 3. Level
 4. Difference

نتایج تخمین نسبت بهینه پوشش ریسک قراردادهای آتی سکه بهار آزادی مورد معامله در بورس کالای ایران با استفاده از روش OLS و درنظرگرفتن سه سناریو برای قیمت قرارداد آتی به شرح جدول (۵) ارائه شده است.

جدول ۵. نسبت بهینه پوشش ریسک قراردادهای آتی سکه بهار آزادی مورد معامله در بورس کالای ایران از روش OLS برای سناریوهای زمانی مختلف

سناریوی سوم زمانی (اولین سرسید منطبق با دوره (اولین سرسید با ۷۷۰ داده)	سناریوی اول زمانی (دومین سرسید با زمانی دومین سرسید با ۴۴۸ داده)	سناریوی زمانی (دومین سرسید با زمانی دومین سرسید با ۴۴۸ داده)	مقادیر
.۰/۰۰۱۰۱۸	.۰/۰۰۱۲۰۸	.۰/۰۰۱۱۴۲	عرض از مبدأ
.۰/۶۸۳۳۵۴	.۰/۸۲۳۰۳۸	.۰/۷۱۳۴۱۶	β^*
.۰/۰۰۰۰	.۰/۰۰۰۰	.۰/۰۰۰۰	Prob (β)
.۰/۵۰۰۷۹۴	.۰/۵۹۳۸۸۳	.۰/۵۱۳۶۱۳	ضریب تعیین تبدیل شده

* ضریب β همان نسبت بهینه پوشش ریسک می‌باشد که در معادله (۷) تصریح شده است.

مأخذ: نتایج تحقیق.

نتایج آزمون‌های تشخیص بر روی جملات خطای روش حداقل مربuat معمولی نشان می‌دهد اغلب فروض استاندارد کلاسیک نقض شده‌اند که البته به دلیل تعداد نسبتاً بالای مشاهده (۷۷۰) این موضوع صرفاً کارایی تخمین‌ها را کاهش داده و موجب برآورد تورش دار^۱ نسبت بهینه پوشش ریسک نمی‌شود.^۲ برای تخمین نسبت بهینه پوشش ریسک قراردادهای آتی با روش VAR لازم است تعداد بهینه وقفه‌ها تعیین شود. برای این منظور، معیارهای مختلفی مانند شوارتز (SC)، آکاییک (AIC)^۳ و حنان-کوین (HQ)^۴ وجود دارد که تعداد وقفه‌های بهینه هر یک از سناریوهای زمانی در جدول (۶) ارائه شده‌اند.

1. Bias

۲. برای این منظور، از آزمون‌های بروش - گادفری، جارک - برا، وايت، آرج و لجانگ باکس استفاده شده است.

3. Schwarz Criterion

4. Akaike Information Criterion

5. Hannan-Quinn Information Criterion

۱۹۵ نسبت بهینه پوشش ریسک در قراردادهای آتی سکه بهار آزادی...

جدول ۶. تعداد وقفه های بهینه برای تخمین نسبت بهینه پوشش ریسک با روش VAR

معیار	سناریوی زمانی دومن سرسید منطبق با دوره زمانی (۴۴۸ داده)	اوین سرسید (۷۷۰ داده)	اوین سرسید دومن سرسید (۴۴۸ داده)	سناریوی زمانی دومن سرسید (۴۴۸ داده)
SC	۱	۲	۱	۱
AIC	۲	۳	۳	۲
HQ	۲	۱	۱	۱

مأخذ: نتایج تحقیق.

با درنظر گرفتن تعداد وقفه های تعیین شده با معیارهای مذکور، نسبت بهینه پوشش ریسک سناریوهای مختلف زمانی با استفاده از روش VAR در جدول (۷) ارائه شده اند. شایان ذکر است برای سناریو زمانی اوین سرسید (۷۷۰ داده) و اوین سرسید منطبق با دوره زمانی دومین سرسید (۴۴۸ داده) تعداد دو وقفه و برای سناریوی دومین سرسید (۴۴۸ داده) یک وقفه جهت تخمین درنظر گرفته شده است. نکته قابل توجه این است که در این روش لازم است برای محاسبه نسبت بهینه پوشش ریسک از ماتریس واریانس-کواریانس جملات خطأ استفاده شود که با فرض $\text{Cov}(\varepsilon_{ff}, \varepsilon_{ff}) = \sigma_{ff}$ و $\text{Cov}(\varepsilon_{ff}, \varepsilon_{ff}) = 0$ داشته باشد.

$$\text{نسبت بهینه پوشش ریسک برابر } h = \frac{\sigma_{ff}}{\sigma_{ff}} \text{ خواهد بود.}$$

جدول ۷. نسبت بهینه پوشش ریسک قراردادهای آتی سکه بهار آزادی مورد معامله

در بورس کالای ایران از روش VAR برای سناریوهای زمانی مختلف

مقادیر	سناریوی زمانی دومن سرسید (۴۴۸ داده)	سناریوی اول زمانی دومن سرسید (۴۴۸ داده)	سناریوی سوم زمانی اوین سرسید منطبق (۷۷۰ داده)	سناریوی دوم زمانی اوین سرسید (۷۷۰ داده)	RF	RS	عرض از مبدأ
RF	RS	RF	RS	RF	RS	عرض از مبدأ	
-۰/۰۰۶۷۲	-۰/۰۰۱۷۳۰	-۰/۰۰۰۷۹۶	-۰/۰۰۰۲۳۵۰	-۰/۰۰۰۸۱۹	-۰/۰۰۰۸۸۶	RS(-1)	
-۰/۰۲۴۷۵۳	-۰/۰۱۶۲۷۰	-۰/۰۲۳۳۵۲	-۰/۰۱۱۳۴۶	-۰/۰۱۹۰۳۰	-۰/۰۵۱۸۰۲	RS(-2)	
-۰/۰۱۲۵۰۳۹	-۰/۰۲۱۰۰۴۵	-۰/۰۱۵۹۲۹۸	-۰/۰۳۰۰۴۸۷	-	-	RF(-1)	
-۰/۰۰۴۱۸۴۵	-۰/۰۱۲۸۱۳۶	-۰/۰۰۱۸۸۸۴	-۰/۰۱۷۱۷۸۰	-۰/۰۰۵۷۷۷۱	-۰/۰۰۷۱۳۸۱	RF(-2)	
-۰/۰۰۹۷۱۳۳	-۰/۰۱۱۷۷۹۶	-۰/۰۱۲۱۲۷۷	-۰/۰۲۰۳۷۴۳	-	-	صریب تعیین تغییر شده	
-۰/۰۰۰۸۹۶۹	-۰/۰۰۰۴۰۰۵۹	-۰/۰۰۰۸۷۵۱	-	-	-	نسبت پوشش ریسک*	
-۰/۰۸۳۲۶۸۶	-۰/۰۸۳۲۶۸۶	-۰/۰۷۲۷۷۷۸	-	-	-	مأخذ: نتایج تحقیق.	

* در روش VAR بعد از تخمین مدل از تقسیم نمودن کواریانس بازدهی های نقدی و آتی به واریانس بازدهی آتی نسبت

بهینه پوشش ریسک مورد محاسبه قرار گرفته است.

مأخذ: نتایج تحقیق.

برای تخمین نسبت بهینه پوشش ریسک با استفاده از روش VECM نیز لازم است وجود یا عدم وجود رابطه بلندمدت بین متغیرها را با استفاده از آزمون‌های همانباشتگی بررسی نماییم. نتایج آزمون همانباشتگی یوهانسون^۱ مؤید وجود یک بردار همانباشتگی بین قیمت‌های نقدی و آتنی می‌باشد که با استفاده از آماره‌های اثر^۲ و حداکثر مقدار ویژه^۳ انجام می‌شود و نتایج آن در جدول (۸) ارائه شده است.

جدول ۸. نتایج آزمون همانباشتگی یوهانسون برای تعیین تعداد بردارهای همجمعی

سناریوی سوم زمانی (اولین سررسید با ۷۷۰ داده)		سناریوی دوم زمانی (اولین سررسید منطبق با دوره زمانی دومین سررسید با ۴۴۸ داده)		سناریوی اول زمانی (دومین سررسید با ۴۴۸ داده)		سناریوی زمانی فرضیات	
آماره اثر	حداکثر مقدار ویژه	آماره اثر	حداکثر مقدار ویژه	آماره اثر	حداکثر مقدار ویژه	آماره اثر	حداکثر مقدار ویژه
مقدار آماره	احتمال آماره	مقدار آماره	احتمال آماره	مقدار آماره	احتمال آماره	مقدار آماره	احتمال آماره
فقدان بردار	۲۴/۵۹۹۴۵	۲۴/۱۷۵۵۸	۰/۰۰۱۶	۰/۰۰۱۰	۳۲/۰۰۳۴	۰/۰۰۱۱	۵۳/۷۲۹۱۷
همجمعی							۵۰/۵۶۳۷۶
حداقل یک							۰/۰۰۰۰۰
بردار	۰/۰۷۵۲	۰/۰۷۵۲	۰/۰۷۵۲	۰/۰۷۵۲	۰/۰۷۵۲	۰/۰۷۵۲	۳/۱۶۵۴۱۰

مأخذ: نتایج تحقیق.

بنابراین، در این شرایط می‌توان با روش VECM روابط بلندمدت و کوتاه‌مدت قیمت‌های آتنی و نقدی را برآورد نمود که به دلیل انباسته بودن دو متغیر از یک مرتبه دیگر لزومنی به استفاده از تفاضل آنها نبوده و رابطه بلندمدت با وجود ریشه واحد بودن آنها با استفاده از خود متغیرها (به جای تفاضل آنها) تخمین‌زده می‌شوند. همچنین، همانند روش VAR تعداد بهینه وقفه‌ها با استفاده از معیارهای شوارتز (SC)، آکاییک (AIC) و حنان-کوین (HQ) تعیین شده است. در جدول (۹) مقدار این نسبت با استفاده از روشی که در بخش مبانی نظری توضیح داده شد، گزارش شده است.

1. Johansen
2. Trace
3. Maximum Eigen Value

جدول ۹. نسبت بهینه پوشش ریسک قراردادهای آتی سکه بهار آزادی مورد معامله در بورس کالای ایران از روش VECM برای سناریوهای زمانی مختلف

سناریوی سوم زمانی	سناریوی دوم زمانی	سناریوی اول زمانی	سناریوی زمانی
(اولین سرسید منطبق با دوره زمانی با ۷۷۰ داده)	(دومین سرسید منطبق با دوره زمانی با ۴۴۸ داده)	(دومین سرسید)	پارامترها
۰/۰۱۲۸۳	۰/۰۱۴۴۳	۰/۰۱۲۶۶	عرض از مبدأ
۰/۰۶۵۷۸۵	۰/۰۸۶۶۵۹	۰/۰۰۱۶۷۱	ضریب جملات اخلاق
۰/۶۸۸۴۳۶	۰/۸۳۱۹۵۱	۰/۷۲۶۹۸۱	β^*
۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	β Prob
۰/۱۶۷۴۴۳	۰/۱۴۳۲۱۰	۰/۰۲۷۷۱۱	RF(-1)
۰/۰۶۴۲۱۹	—	—	RF(-2)
-۰/۱۵۵۷۶۵	-۰/۱۹۸۷۹۰	-۰/۰۸۶۸۴۵	RS(-1)
-۰/۱۴۲۷۳۱	—	—	RS(-2)
۰/۵۳۵۰۷۵	۰/۶۲۰۹۸۷	۰/۵۱۶۶۵۶	ضریب تعیین تبدیل شده

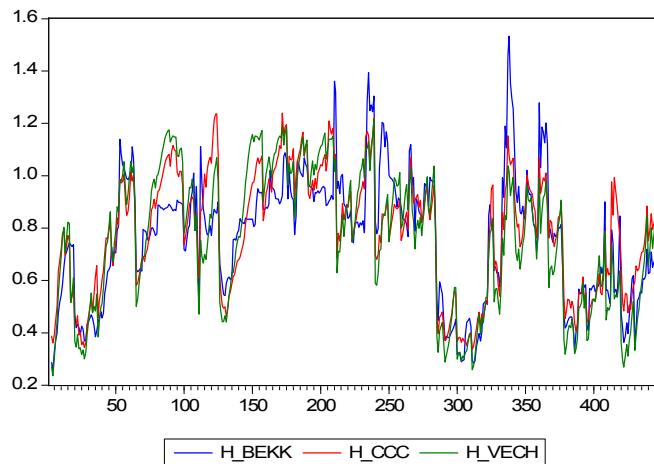
* ضریب β همان نسبت بهینه پوشش ریسک می‌باشد که در معادله (۱۳) تصریح شده است.

مأخذ: نتایج تحقیق.

نکته قابل توجه اینکه در هر سه روش نسبت بهینه پوشش ریسک برای سناریوی زمانی اولین سرسید که دوره زمانی طولانی‌تری را شامل می‌شود کوچکتر از سایر سناریوها که دوره زمانی کوتاهتری را شامل می‌شوند، می‌باشد. دلیل این موضوع کاملاً روش است؛ چراکه نسبت بهینه پوشش ریسک به طور مستقیم با نوسان‌های قیمت در ارتباط بوده و هرچه نوسان‌های شدیدتری در قیمت‌ها رخ داده باشد لازم است تعداد قراردادهای آتی بیشتری برای مقابله با این نوسان‌ها نگهداری شود. با توجه به اینکه طی ماه‌های اخیر بازار معاملات سکه در مقایسه با دوره‌های زمانی قبل تر نوسان بیشتری را تجربه نموده است، بنابراین طبیعی به‌نظر می‌رسد که نسبت بهینه پوشش ریسک سناریوهای دومین سرسید و نخستین سرسید منطبق با دومین سرسید که بیشتر ماه‌های پایانی معاملات سکه در بازارهای نقدی و آتی را دربرگرفته است در مقایسه با سناریوی اولین سرسید که هم ماه‌های پایانی و هم دوره زمانی قبل تر از آن را شامل می‌شود، بزرگتر باشند. مقایسه بین سناریوهای اول و دوم نیز نکته قابل توجهی را روشن می‌نماید. نسبت بهینه پوشش ریسک دومین سرسید کوچکتر از نسبت بهینه پوشش ریسک اولین سرسید منطبق با دوره زمانی دومین سرسید است. مضمون این یافته برای فرد سرمایه‌گذار این است که چنانچه وی افق دید بلندمدت تری برای پوشش

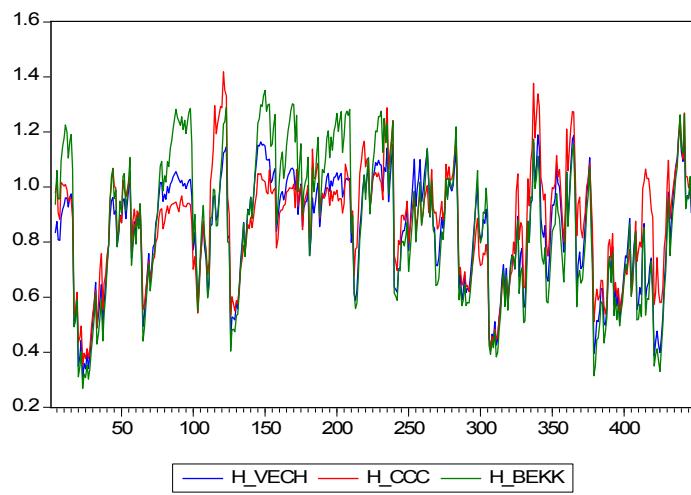
ریسک داشته باشد می‌تواند در مقایسه با حالتی که افقی دید وی کوتاه‌تر است تعداد قراردادهای آتی کمتری نگهداری نماید.

در مورد روش‌های تخمین نیز چنین به‌نظر می‌رسد که روش OLS کمترین و روش VECM بیشترین تعداد قرارداد آتی را برای پوشش ریسک به فرد سرمایه‌گذار پیشنهاد می‌نماید. روش VAR در تمام سناریوهای زمانی، تعداد قراردادهای آتی را بهینه می‌داند که مابین تعداد بهینه روش‌های OLS و VECM قرار دارد. همانگونه که اطلاعات جداول (۵)، (۶) و (۸) نشان می‌دهند، نسبت‌های بهینه پوشش ریسک روش‌های VECM و OLS مقادیری ثابت طی زمان بوده و از دوره‌ای به دوره دیگر تغییر نمی‌یابد. این در حالی است که در حالات مختلف روش GARCH نسبت بهینه پوشش ریسک طی زمان همواره در حال تغییر می‌باشد. نسبت‌های بهینه پوشش ریسک روش‌های BEKK-GARCH و CCC-GARCH در نموادرهای (۱)، (۲) و (۳) و جدول (۱۰) برای سناریوهای مختلف زمانی نمایش داده شده‌اند.

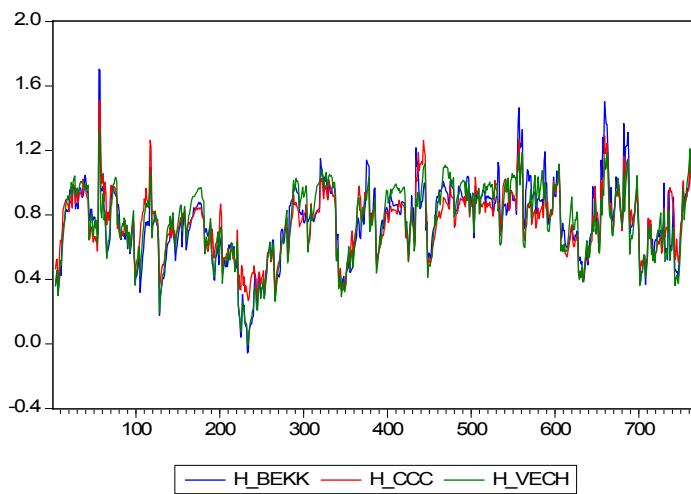


نمودار ۱. مقادیر نسبت بهینه پوشش ریسک قراردادهای آتی برای سناریوی اول زمانی (دومین سرسیید با ۴۴۸ داده)

۱۹۹ نسبت بهینه پوشش ریسک در قراردادهای آتی سکه بهار آزادی...



نمودار ۲. مقادیر نسبت بهینه پوشش ریسک قراردادهای آتی برای سناریوی دوم زمانی
(اولین سررسید منطبق با دوره زمانی دومین سررسید با ۴۴۸ داده)



نمودار ۳. مقادیر نسبت بهینه پوشش ریسک قراردادهای آتی برای سناریوی سوم زمانی
(اولین سررسید با ۷۷۰ داده)

جدول ۱۰. خصوصیات آماری نسبت‌های بهینه پوشش ریسک سناریوهای سه‌گانه زمانی
با روش‌های CCC-GARCH، BEKK-GARCH و VECCH-GARCH

	سناریوی سوم زمانی				سناریوی دوم زمانی				سناریوی اول زمانی			
	(اولین سررسید با ۷۷۰ داده)				(دومین سررسید با ۴۴۸ داده)				(دومن سررسید با ۴۴۸ داده)			
	H_VECH	H_CCC	H_BEKK	H_VECH	H_CCC	H_BEKK	H_VECH	H_CCC	H_BEKK	H_VECH	H_CCC	H_BEKK
میانگین	۰/۷۵۲۹۶	۰/۷۵۷۱۳	۰/۷۵۴۵۹	۰/۷۴۲۴۴	۰/۷۶۳۰۴	۰/۷۵۹۹۵	۰/۷۶۶۰۱	۰/۷۶۵۷۸۹	۰/۷۶۵۷۸۹	۰/۷۵۲۹۶	۰/۷۵۷۱۳	۰/۷۵۴۵۹
میانه	۰/۷۸۲۱۰۴	۰/۷۸۰۹۹۸	۰/۷۷۷۸۵۳	۰/۷۸۰۰۶	۰/۷۹۰۹۷	۰/۷۸۱۱۴۵	۰/۷۹۱۱۶۱	۰/۷۸۱۵۲۹	۰/۷۸۰۳۲۵	۰/۷۸۲۱۰۴	۰/۷۸۰۹۹۸	۰/۷۷۷۸۵۳
حداکثر	۱/۳۲۹۳۵۴	۱/۵۱۲۴۵۳	۱/۷۰۳۹۰۹	۱/۲۲۷۲۶۱	۱/۴۱۹۰۲۵	۱/۳۵۰۹۷	۱/۲۱۵۱۴۵	۱/۳۳۹۷۰۲	۱/۵۳۳۱۷۱	۱/۳۲۹۳۵۴	۱/۵۱۲۴۵۳	۱/۷۰۳۹۰۹
حداقل	-۰/۰۶۸۸۸	-۰/۲۶۸۹۵۰	-۰/۰۵۶۳۸	-۰/۳۰۳۶۶	-۰/۳۵۸۳۷	-۰/۷۶۷۷۱	-۰/۲۳۵۳۰۱	-۰/۲۳۶۰۵۴	-۰/۲۵۴۵۳۳	-۰/۰۶۸۸۸	-۰/۲۶۸۹۵۰	-۰/۰۵۶۳۸
انحراف معیار	۰/۳۳۰۵۱۹	۰/۱۹۵۵۷۴	۰/۱۲۲۶۱۴۴	۰/۰۲۰۴۰	۰/۰۲۱۱۶۰	۰/۲۶۰۳۲	۰/۲۲۸۰۱۷	۰/۲۴۱۷۵۵	۰/۰۲۴۱۷۵۵	۰/۳۳۰۵۱۹	۰/۱۹۵۵۷۴	۰/۱۲۲۶۱۴۴
چولگی	-۰/۵۹۱۱۷۹	-۰/۱۰۶۱۹۴	-۰/۱۵۶۳۷	-۰/۵۲۸۸۲۸	-۰/۲۲۹۴۵۹	-۰/۱۶۰۸۹	-۰/۱۸۹۹۷۱	-۰/۲۱۱۰۵	۰/۰۲۹۵۷	-۰/۵۹۱۱۷۹	-۰/۱۰۶۱۹۴	-۰/۱۵۶۳۷
کشیدگی	۲/۸۸۰۸۵۶	۳/۰۸۷۰۶۱	۴/۰۵۳۴۸۵	۲/۴۱۹۱۶۲	۲/۸۲۱۴۴۲	۲/۰۸۱۱۲	۱/۸۲۳۳۷	۲/۰۲۷۱۹۸	۲/۶۹۲۵۹۰	۲/۸۸۰۸۵۶	۳/۰۸۷۰۶۱	۴/۰۵۳۴۸۵
آماره جارک-برای	۴۵/۱۸۹۲۸	۲۷/۰۲۶۸۴	۳۸/۰۸۳۹۰۵	۱۷/۰۲۶۸۴	۴/۰۵۰۶۲۳۸	۲۶/۰۷۵۲۲۰	۲۰/۰۱۱۹۳۸	۲/۰۳۰۸۴۵	۰/۲۴۷۴۵۶	۴۵/۱۸۹۲۸	۲۷/۰۲۶۸۴	۳۸/۰۸۳۹۰۵

مأخذ: نتایج تحقیق.

اطلاعات جدول (۱۰) نشان می‌دهد که میانگین نسبت بهینه پوشش ریسک سه‌گانه GARCH برای سناریوهای زمانی مورد بررسی از مقادیر متضاد آن در روش‌های OLS، VAR و VECM بیشتر است. همچنین، الگوی مشاهده شده در نتایج جداول (۵) و (۸) مبنی بر تفاوت نسبت‌های بهینه پوشش ریسک سناریوهای مختلف زمانی با اطلاعات جدول (۱۰) نیز تأیید می‌شود. بنابراین، نسبت‌های بهینه پوشش ریسک حالات مختلف روش GARCH به طور متوسط برای سناریوی سوم زمانی کترین مقدار و برای سناریوی دوم بیشترین مقدار را نشان می‌دهند. توجه به یک نکته در این بین حائز اهمیت می‌باشد؛ اینکه نسبت بهینه پوشش ریسک روش‌های VECH_GARCH و BEKK_GARCH در دو روز معاملاتی مقادیر منفی را تجربه نموده‌اند که از لحظه تئوریک به معنای اتخاذ موقعیت تعهدی معکوس (خرید به جای فروش) در بازار قراردادهای آتی است که البته با توجه به بسیار کوچک بودن نسبت بهینه پوشش ریسک در این ایام (نزدیک صفر) از لحظه تجربی چندان قابل اعتنا به نظر نمی‌رسد و برای پوشش دهنده ریسک عملاً به معنای عدم اتخاذ موقعیت تعهدی در بازار قراردادهای آتی در این شرایط می‌باشد.

در خصوص روش‌های تخمین نیز بمنظور می‌رسد در تمام سناریوهای زمانی روش CCC_GARGH در مقایسه با سایر روش‌های محافظه کارانه‌تر عمل کرده و نسبت بهینه پوشش ریسک بالاتری را پیشنهاد می‌نماید. این

در حالی است که در سناریوهای اول و دوم روش VECM_GARCH و در سناریوی سوم زمانی روش BEKK_GARCH کمترین تعداد قرارداد آتی را جهت پوشش ریسک پیشنهاد می‌نمایند. در تفسیر نتایج برآوردها می‌بایست به این نکته توجه نمود که بهدلیل فرض تقارن اطلاعات در بازارهای نقدی و آتی از روش‌های آستانه‌ای مانند TGARCH استفاده نشده است؛ به عبارت دیگر فرض شده است که بهدلیل سیالیت اطلاعات در بازار معاملات نقدی و آتی هیچ عدم تقارن اطلاعاتی بین این دو بازار وجود نداشته و ورود اخبار و اطلاعات آثار متقارنی بر قیمت‌های آتی و نقدی دارند. بررسی معناداری ضرایب مربوط به آثار آستانه‌ای در معادلات واریانس – کوواریانس نیز مؤید این موضوع است. ورود هرگونه اخبار یا اطلاعات بهسرعت قیمت‌های هر دو بازار را تحت تأثیر قرار داده و از طریق تغییر در بازدهی‌های نقدی و آتی موجب تغییر در واریانس آنها و کوواریانس بین آنها می‌شود که به نوبه خود بر نسبت بهینه پوشش ریسک اثر می‌گذارد. به نظر می‌رسد بهدلیل نوع دارایی و بازار نسبتاً رقابتی آن نتایج مربوط به عدم تقارن اطلاعات منطقی به نظر می‌رسد.

۶. میزان مؤثر بودن پوشش ریسک

در این بخش میزان مؤثر بودن پوشش ریسک نسبت‌های بهینه پوشش ریسک که با روش‌های مختلف اقتصادسنجی تخمین‌زده شده‌اند را اندازه‌گیری می‌نماییم. برای این منظور، استراتژی‌های پوشش ریسک مختلفی را بررسی می‌نماییم که از استراتژی بدون پوشش (بدون قراردادهای آتی) تا پوشش ریسک ساده (نگهداری قراردادهای آتی به میزان موقعیت موجود در بازار نقدی) را شامل می‌شوند.

یکی از مزومات بررسی میزان مؤثر بودن پوشش ریسک مدل‌ها، در نظر گرفتن دو دوره زمانی مجزا برای این منظور می‌باشد. این دوره‌ها عبارتند از دوره درون نمونه‌ای¹ و دوره برون نمونه‌ای.² در دوره درون نمونه‌ای با استفاده از نسبت‌های بهینه پوشش ریسک برآورد شده و با بهره‌گیری از معیار معرفی شده توسط ادینگتون، میزان کارامد بودن هر یک از نسبت‌های تخمین زده شده در کاهش ریسک سنجیده می‌شود؛ درحالی که در دوره زمانی برون نمونه‌ای پیش‌بینی‌هایی از نسبت‌های بهینه پوشش ریسک برای اندازه‌گیری میزان مؤثر بودن آنها مدنظر قرار می‌گیرند؛ از این رو، نسبت‌های بهینه پوشش ریسک را می‌توان از این رویکرد به دو دسته تقسیم نمود؛ دسته اول نسبت‌های بهینه پوشش ریسک روش‌های OLS، VAR و VECM که بهدلیل ثابت بودن طی زمان نیازی به پیش‌بینی نداشته و عیناً در دوره زمانی برون نمونه‌ای نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند و دسته دوم نسبت‌های بهینه پوشش ریسک حالت‌های مختلف مدل GARCH که بهدلیل متغیر بودن طی زمان می‌بایست پیش‌بینی‌هایی از آنها برای لحاظ در دوره زمانی برون نمونه‌ای ارائه گردد.

1. In the Sample
2. Out of the Sample

در این مقاله، در هر یک از سناریوهای زمانی ۲۰ داده پایانی به عنوان دوره زمانی برون نمونه‌ای در نظر گرفته خواهد شد که به این ترتیب دوره زمانی درون نمونه‌ای سناریوهای دومین سررسید و اولین سررسید منطبق با دومین سررسید ۴۲۸ داده و برای سناریوی اولین سررسید ۷۵۰ داده خواهد بود. بنابراین، پیش‌بینی‌های برون نمونه‌ای برای دوره ۲۰ روز پایانی هر یک از سری‌های زمانی انجام می‌شود. میزان مؤثربودن پوشش ریسک نسبت‌های تخمین‌زده شده با روش‌های مختلف اقتصادسنجی برای سناریوهای زمانی مختلف در جدول (۱۱) نشان داده شده است.

جدول ۱۱. کارایی پوشش ریسک درون نمونه‌ای و برون نمونه‌ای برای سناریوهای سه‌گانه زمانی

سناریوی سوم زمانی				سناریوی دوم زمانی				سناریوی اول زمانی			
(اولین سرسید با ۷۷۰ داده)				(اولین سرسید منطبق با دوره زمانی دومین سرسید با ۴۴۸ داده)				(دومین سرسید با ۴۴۸ داده)			
برون نمونه‌ای		درون نمونه‌ای		برون نمونه‌ای		درون نمونه‌ای		برون نمونه‌ای		درون نمونه‌ای	
درصد کاهش واریانس	درصد کاهش سبد	درصد کاهش واریانس	درصد کاهش سبد	درصد کاهش واریانس	درصد کاهش سبد	درصد کاهش واریانس	درصد کاهش سبد	درصد کاهش واریانس	درصد کاهش سبد	درصد کاهش واریانس	استراتژی
-	۰/۰۰۱۸۱	-	۰/۰۰۱۱۳	-	۰/۰۰۱۸۱	-	۰/۰۰۱۵۱	-	۰/۰۰۱۸۱	-	۰/۰۰۱۵۱
۵۶/۳۸۷	۰/۰۰۰۷۸۹۱۹	۴۹/۷۲۱	۰/۰۰۰۵۶۵۵۵	۵۹/۸۳۵	۰/۰۰۰۷۷۷۳۹۱	۵۹/۹۳۰	۰/۰۰۰۶۱۲۲۵۴	۵۶/۸۳۰	۰/۰۰۰۷۸۳۵۷۷	۵۱/۱۷۰	۰/۰۰۰۷۷۸۱۰
۵۶/۵۵۲	۰/۰۰۰۷۸۶۸۰	۴۹/۷۱۱	۰/۰۰۰۵۶۵۶۶	۵۹/۹۷۱	۰/۰۰۰۷۷۴۸۷۲	۵۹/۴۱۴	۰/۰۰۰۶۱۳۴۹۷	۵۷/۱۲۲	۰/۰۰۰۷۶۹۴۸۵	۵۱/۱۲۷	۰/۰۰۰۷۷۸۷۶
۵۷/۲۵۳	۰/۰۰۰۷۷۲۳۰	۴۹/۷۰۵	۰/۰۰۰۵۶۷۱۴	۶۰/۲۵۱	۰/۰۰۰۷۱۹۸۲۲	۵۹/۳۰۵	۰/۰۰۰۶۱۵۱۴۰	۵۷/۳۷۸	۰/۰۰۰۷۱۸۵۰	۵۱/۱۷۱	۰/۰۰۰۷۳۹۵۰
۶۰/۱۳۶	۰/۰۰۰۷۷۸۲۷	۵۳/۸۳۹	۰/۰۰۰۵۲۰۶۲	۵۹/۲۵۲	۰/۰۰۰۷۷۷۹۱۲	۵۹/۴۰۲	۰/۰۰۰۶۱۳۶۹۷	۵۷/۶۸۴	۰/۰۰۰۷۶۶۳۱۰	۵۲/۱۰۳	۰/۰۰۰۷۲۴۰۱
۶۰/۰۰۹	۰/۰۰۰۷۷۴۲۰	۵۱/۲۵۲	۰/۰۰۰۵۴۸۷۱	۶۰/۶۶	۰/۰۰۰۷۳۳۱۷۶	۵۷/۶۸۶	۰/۰۰۰۶۲۴۴۹۹	۵۴/۹۷۸	۰/۰۰۰۸۱۵۳۰۵	۴۹/۵۴۷	۰/۰۰۰۷۶۲۶۵
۶۰/۱۶۵	۰/۰۰۰۷۷۱۳۸	۵۳/۴۲۷	۰/۰۰۰۵۲۵۲۷	۶۱/۰۳۹	۰/۰۰۰۷۰۵۵۵۷	۵۹/۱۵۹	۰/۰۰۰۶۱۷۳۴۶	۵۹/۴۴۱	۰/۰۰۰۷۳۴۷۸۶	۵۲/۷۹۹	۰/۰۰۰۷۱۱۳۹
۶۰/۱۶۴	۰/۰۰۰۷۱۹۵۷	۳۸/۴۷۱	۰/۰۰۰۶۹۳۹۶	۶۰/۱۶۴	۰/۰۰۰۷۱۹۵۷۸	۵۶/۵۰۹	۰/۰۰۰۶۵۷۴۰۹	۵۷/۹۴۲	۰/۰۰۰۷۹۳۵۱۸	۴۲/۲۸۶	۰/۰۰۰۸۷۲۴۰

مأخذ: نتایج تحقیق.

نتایج حاکمی از آن است که در تحلیل‌های درون نمونه‌ای و برون نمونه‌ای استفاده از قراردادهای آتی به اندازه قابل توجهی ریسک (واریانس) بازدهی سبد دارایی پایه را کاهش می‌دهد؛ اما میزان کاهش ریسک در تمام استراتژی‌ها به یک اندازه نیست. در تحلیل درون نمونه‌ای و برای تمام سناریوهای سه‌گانه، استراتژی پوشش ریسک ساده ناکارامدترین استراتژی پوشش ریسک می‌باشد حال آنکه در بررسی برون نمونه‌ای لزوماً چنین نیست و در برخی موارد این استراتژی از کارایی قابل توجهی برخوردار است. این نتیجه تا حد زیادی گمراهنگ است؛ چراکه ممکن است فرد پوشش‌دهنده ریسک را به این نتیجه برساند که به جای محاسبه نسبت بهینه پوشش ریسک با استفاده از روش‌های مختلف با یک رویکرد بسیار ساده دقیقاً به همان میزان موجودی دارایی خود قرارداد آتی نگهداری نماید و خود را در گیر محاسبات نسبتاً پیچیده نسبت‌های بهینه ننماید، اما واقعیت این است که دوره زمانی برون نمونه‌ای صرفاً شامل ۲۰ مشاهده اخیر قیمت‌های نقدی و آتی سکه می‌باشد که در این دوره بدليل نوسان‌های شدید قیمت، نسبت بهینه پوشش ریسک برابر یک یا حتی بیشتر از یک می‌باشد و به همین دليل است که در این دوره زمانی نسبت پوشش ریسک برابر یک (پوشش ریسک ساده) به این میزان کارامد بوده است حال آنکه ممکن است برای دوره زمانی طولانی‌تر که در آن نوسان‌ها زیاد نباشد این استراتژی لزوماً کارامد نباشد.

در پاسخ به این پرسشن که کدام یک از استراتژی‌ها کارترنده‌پاسخ واحدی وجود ندارد، اما به نظر می‌رسد در هریک از سناریوهای زمانی برخی روش‌ها نسبت به بقیه کارترند. به طور مشخص در سناریوی اول تحلیل‌های درون نمونه‌ای و برون نمونه‌ای نشان می‌دهند که استفاده از نسبت‌های بهینه پوشش ریسک روش CCC_GARCH در مقایسه با سایر روش‌ها کاهش بیشتری در واریانس بازدهی سبد دارایی ایجاد می‌نمایند و فرد پوشش‌دهنده ریسک می‌تواند به نسبت‌هایی که این روش تخمین‌زده است اعتماد نماید. در سناریوی سوم روش VECH_GARCH به بقیه برتری دارد و توانایی بیشتری در کاهش ریسک از خود نشان می‌دهد. جالب‌ترین نتیجه متعلق به سناریوی دوم است چراکه تحلیل برون نمونه‌ای نشان می‌دهد که نسبت‌های بهینه پوشش ریسک روش CCC_GARCH نسبت به بقیه برتری دارند، حال آنکه تحلیل درون نمونه‌ای کارامدترین استراتژی پوشش ریسک را استفاده از نسبت‌های بهینه پوشش ریسکی می‌داند که با روش OLS تخمین‌زده شده‌اند.

۷. جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

استفاده از نسبت بهینه پوشش ریسک حداقل کننده واریانس یکی از شناخته‌ترین روش‌های بهره‌گیری از قراردادهای آتی برای کاهش ریسک ناشی از نوسان‌های قیمت دارایی‌ها است. این نسبت را می‌توان با روش‌های مختلف اقتصادسنجی مورد برآورد قرار داد. در این مقاله، نسبت بهینه پوشش ریسک قراردادهای آتی سکه بهار آزادی

مورد معامله در بورس کالای ایران با استفاده از روش‌های OLS، VAR VECM، CCC_GARCH و BEKK_GARCH و برای سناریوهای سه‌گانه زمانی مورد برآورد قرار گرفت.

این موضوع که کدام سرسید را به عنوان قیمت آتی در نظر بگیریم؛ مورد سؤال قرار گرفته و با تعریف سناریوهای مختلف زمانی اثر این موضوع بررسی شده است. نتایج حاکی از آن است که در مورد قراردادهای آتی سکه بهار آزادی مورد معامله در بورس کالای ایران درصورتی که قیمت های نزدیکترین سرسید به عنوان قیمت آتی لحظه شوند در مقایسه با حالتی که دومین سرسید برای این منظور لحظه می‌شود نسبت بهینه پوشش ریسک بالاتر خواهد بود. همچنین، سناریویی که دوره زمانی طولانی‌تری را شامل شود، نسبت بهینه کوچکتری دارد. دلیل این امر روشن است چراکه طی ماههای اخیر قیمت سکه در ایران با نوسان‌های قابل توجهی مواجه بوده است که این نوسان‌ها در دوره‌های زمانی قبل تر وجود نداشتند. از این رو، در یک دوره زمانی طولانی‌تر که شاهد دوران پرنوسان و کم‌نوسان برای قیمت دارایی پایه هستیم نسبت بهینه پوشش ریسک کوچکتر است، اما درصورتی که صرفاً دوره زمانی پرنوسان به عنوان دوره زمانی مورد بررسی درنظر گرفته شود به دلیل نوسان شدید قیمت سکه در آن نسبت‌های بهینه پوشش ریسک بزرگ‌تر خواهد بود که نتایج مؤید این موضوع می‌باشند.

تحلیل‌های درون نمونه‌ای نشان می‌دهند که استراتژی پوشش ریسک ساده (نسبت پوشش ریسک برابر یک) برای تمام سناریوهای زمانی در مقایسه با سایر استراتژی‌ها ناکارامد می‌باشد. بنابراین، لازم است فرد با توجه به افق دید خود نسبت بهینه پوشش ریسک را محاسبه و در تصمیم‌گیری خود لحاظ نماید. تحلیل بروون‌نمونه‌ای نتیجه‌ای متفاوت دارد و نشان‌دهنده کارا بودن استراتژی پوشش ریسک در یک دوره زمانی که در آن نوسان‌های قیمت قابل توجه است، می‌باشد.

نسبت‌های بهینه پوشش ریسک که با روش‌های OLS، VAR و VECM تخمین زده می‌شوند طی زمان ثابت‌اند، در حالی که نسبت‌های بهینه پوشش ریسک روش GARCH در حالت‌های مختلف آن طی زمان همواره در حال تغییر می‌باشند. نتایج حاکی از آن است که نسبت‌های بهینه پوشش ریسک متغیر در مقایسه با ثابت از کارایی پیشتری برخوردارند که البته یک استثنا نیز برای آن وجود داشت. در مجموع، می‌توان نتیجه گرفت که فرد سرمایه‌گذار لازم است با توجه به افق دید خود بهترین استراتژی سرمایه‌گذاری را اتخاذ نماید.

منابع

- درخشنان، مسعود (۱۳۸۳)، مشتقات و مدیریت ریسک در بازارهای نفت، مؤسسه مطالعات بین‌المللی انرژی، ویرایش چاپ اول.
- ملکی، حسین (۱۳۸۹)، کارایی مدل‌های گارچ در برآورد نسبت بهینه پوشش ریسک: مطالعه موردی بازار سکه طلا در ایران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبائی.
- Baillie, R. T. & R. J. Myers** (1991), "Bivariate Garch Eestimation of the Optimal Commodity Futures Hedge", *Journal of Applied Econometrics*, Vol. 6, PP. 109–124.
- Bollerslev, T., Engle, R. & J. Wooldridge** (1988), "A Capital Asset Pricing Model with Time Varying Covariance's", *Journal of Political Economy*, Vol. 96, PP. 116–131.
- Chen, S. S., Lee, C. F. & K. Shrestha** (2003), "Futures Hedge Ratios: A Review", *The Quarterly Review of Economics and Finance*, Vol. 43, PP. 433–465.
- Chou,W. L., Fan, K. K. & C. F. Lee** (1996), "Hedging with the Nikkei Index Futures: The Conventional Model Versus the Error Correction Model", *Quarterly Review of Economics and Finance*, Vol. 36, PP. 495–505.
- Ederington, L. H.** (1979), "The Hedging Performance of the New Futures Markets", *Journal of Finance*, Vol. 34, PP. 157–170.
- Hull, J.** (2007), *Options Futures and Other Derivatives*, Prentice Hall.
- Johnson, L. L.** (1960), "The Theory of Hedging and Speculation in Commodity Futures", *Review of Economic Studies*, Vol. 27, PP. 139–151.
- Junkus, J. C. & C. F. Lee** (1985), "Use of Three Index Futures in Hedging Decisions", *Journal of Futures Markets*, Vol. 5, PP. 201–222.
- Kroner, K. F. & J. Sultan** (1993), "Time-Varying Distributions and Dynamic Hedging with Foreign Currency Futures", *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, Vol. 28, PP. 535–551.
- Lien, D. & X. Luo** (1993b), "Estimating Multiperiod Hedge Ratios in Co Integrated Markets", *Journal of Futures Markets*, Vol. 13, PP. 909–920.
- Lence, S. H.** (1995), "The Economic Value of Minimum Variance Hedges", *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 77, PP. 353–364.
- Myers, R. J. & S. R. Thompson** (1989), "Generalized Optimal Hedge Ratio Estimation", *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 71, PP. 858–868.
- Stein, J. L.** (1961), "The Simultaneous Determination of Spot and Futures Prices", *American Economic Review*, Vol. LI, No. 5.