فصل‌نامه‌ی مطالعات اقتصاد انرژی/ سال سیزدهم/ شماره‌ی ۵۳/ تابستان ۱۳۹۶/ صفحات ۶۰-۳۵

برآورد نرخ بهینه پوشش ریسک و مقایسه میزان اثربخشی آنها در بازار گاز طبیعی

زهرا انصاری اردلی[۱]

کارشناسی ارشد، اقتصاد انرژی، دانشگاه الزهرا، Zansari1609@gmail.com

میر حسین موسوی

دانشیار دانشگاه الزهرا ، hmousavi_atu@yahoo.com

حمید کردبچه

دانشیار دانشگاه الزهرا، h.kurdbacheh@alzahra.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۹/۲۸ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۳/۰۱

چکیده

یکی از ویژگی‌های بازار گاز طبیعی، نوسانات زیاد قیمت است که سبب ایجاد ریسک قیمتی می‌شود که باید با استفاده از ابزارهای مالی مناسب، مدیریت و پوشش داده شود. در این راستا هدف این مقاله برآورد نرخ بهینه پوشش ریسک است. برای این منظور از آمار و اطلاعات ماهانه قراردادهای آتی‌های یک تا چهار ماهه بورس طی سال‌های ۲۰۱۶-۲۰۰۰ استفاده شده است. نرخ‌های پوششی به وسیله مدل‌های OLS, VECM-GARCH و BEKK-GARCH برآورد شده‌اند. با مقایسه ریسک و اثربخشی حالت‌های بدون پوشش و پوشش یافته می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از قراردادهای آتی‌ها توجیه‌پذیر است. همچنین با طولانی شدن سررسید قراردادهای آتی‌ها، نرخ‌های پوششی ریسک در مدل‌های پویا برای تمامی قراردادها افزایش می‌یابد.

طبقه‌بندی JEL : T21, R62, A45

کلیدواژه‌ها: قراردادهای آتی، نرخ بهینه پوشش ریسک، اثر بخشی، مدل‌های اقتصادسنجی OLS، BEKK -GARCH و BEKK-GARCH.

---

۱. نویسنده مسئول

۱- مقدمه

یکی از ویژگی‌های قیمت در بازارهای انرژی و به ویژه بازار گاز طبیعی، تغییرپذیری[1] آن در طول زمان است. با ظهور مدل‌های ناهمسانی واریانس شرطی یا ARCH (انگل، ۱۹۸۲) و تعمیم آن GARCH[2] (بولرسلو، ۱۹۸۶)، ابزاری مناسب برای نشان دادن پویایی قیمت‌های کالا و ارز فراهم شد.

یکی از کاربردهای مدل‌های ناهمسانی واریانس شرطی تبیین استراتژی‌های پوشش ریسک[3] است. از آنجا که قیمت‌های نقد و آتی گاز طبیعی (و دیگر کالاهای تجاری) همبستگی مثبت دارند، ارزش یک وضعیت نقد با تغییرات ارزش وضعیت آتی قابل جبران است. اما به دلیل نوسان اختلاف میان قیمت نقد و قرارداد آتی یا همان ریسک پایه[4]، همبستگی مثبت کامل وجود ندارد بنابراین، در استراتژی‌های مدیریت ریسک تعیین مقدار بهینه قراردادهای آتی در برابر هر واحد از وضعیت نقد الزامی است. اگر ریسک پایه تنها عامل عدم قطعیت باشد، نرخ بهینه پوشش ریسک[5] می‌تواند به‌صورت نسبت کوواریانس شرطی قیمت‌های نقد و آتی به واریانس شرطی قیمت آتی تعریف شود.

در روش‌های بهینه‌سازی نرخ پوشش ریسک بر اساس تئوری‌های سنتی با هدف حداقل ریسک پورتفوی پوشش و یا حداکثر مطلوبیت، نرخ بهینه پوشش ریسک با شیب رگرسیون قیمت نقد روی قیمت آتی برآورد می‌شد. همچنین در طی چند دهه روش‌های متعدد تخمین برای بهبود پوشش ریسک به کار گرفته می‌شد که می توان به روش پارامترهای متغیر بل و کراسکر[6] (۱۹۸۶)، استفاده از قدرت پیش‌بینی پایه (فاصله قیمت نقد از قیمت آتی) توسط فاما و فرنچ[7] (۱۹۸۷)، معادلات گاربید و سیلبر[8] (۱۹۸۳)، روش هم‌انباشتگی[9] (لین و لائو[10]، ۱۹۹۳؛ وهاب و لشگری، ۱۹۹۳)،

1. Volatility.
2. Generalized ARCH.
3. Hedging.
4. Basis Risk.
5. Optimal Hedg Ratio.
6. Keracser
7. Fama & Fertech
8. Garbieb & Cilber
9. Cointegration Model.
10. Lin & laoo

هم‌انباشتگی کسری[1] لین و تسه (۱۹۹۹) و الگوی توسعه یافته حداکثر مطلوبیت لنس و هیس[2] (۱۹۹۴b) و سکتی، کامبی و فیگلوسکی[3] (۱۹۸۸) اشاره نمود.

عدم همبستگی کامل قیمت‌های نقد و آتی در دنیای واقعی و تغییرپذیری آن‌ها در طول زمان منجر به کاربرد مدل‌های ناهمسانی واریانس شرطی شده است. به این ترتیب خانواده مدل‌های ARCH برای برآورد نرخ بهینه پوشش ریسک متغیر به کار گرفته شد. سکتی، کامبی و فیگلوسکی (۱۹۸۸)، کرونر و سالتن (۱۹۹۳)، پارک و سویتزر (۱۹۹۵) و لین، تسه و تسوئی (۱۹۹۵)، به کمک مدل چند متغیره[4] CC-GARCH در بازارهای مالی، سهام و ارز و میرز و موشینی (۲۰۰۱) به وسیله یک مدل GARCH قطری[5] با عنوان مدل[6] BEKK (انگل و کرونر، ۱۹۹۵) تعمیم یافته برای بازار کالاهای کشاورزی، توانستند نرخ‌های بهینه پوشش ریسک متغیر را به‌دست آورند.

سازمان‌دهی مقاله در ادامه به شرح زیر می‌باشد. در بخش دوم به بررسی ادبیات تحقیق شامل دو بخش ادبیات نظری و تجربی و در بخش سوم به بررسی توصیفی داده‌های تحقیق پرداخته شده است. بخش چهارم نیز به تصریح، برآورد و تفسیر نتایج می‌پردازد.

۲- مروری بر ادبیات تحقیق

اولین مطالعات در زمینه پوشش ریسک به وسیله قراردادهای آتی، با مطرح شدن نظریه سنتی یک به یک در سال ۱۹۲۰ آغاز شد. طبق این نظریه، پوشش دهنده ریسک باید به ازای هر واحد دارایی پایه، یک واحد قرارداد آتی تهیه نماید. یکی از تأثیرگذارترین مقالات در این حوزه که می‌توان آن را پایه مطالعات بعدی دانست، مقاله‌ی اندرینگتون[7] (۱۹۷۹) است. که با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی اقدام به برآورد نرخ بهینه پوشش ریسک کرده است. پارک و برآ[8] (۱۹۸۷) بیان می‌کنند که

1. Fractional Cointegration Model.
2. Lens & Heis
3. Kambi & Figloski
4. Constan Correlation GARCH Model.
5. Diagonal GARCH Model.
6. Baba, Engle, Kraft and Kroner.
7. Endrginton
8. Park & Bera

مدل‌های رگرسیون ساده برای برآورد نرخ‌های پوششی مناسب نیستند؛ زیرا، واریانس ناهمسانی که سری‌های زمانی قیمت‌های نقد وآتی با آن مواجهه هستند، را در نظر نمی‌گیرد. بیلی و میرز[1] (۱۹۹۱) بیان کردند که روش OLS، ویژگی پویایی سری‌های زمانی را نادیده می‌گیرد. بنابراین از مدل‌های ناهمسانی واریانس شرطی همبسته (ARCH) و تعمیم یافته (GARCH) برای محاسبه نرخ‌های پوششی پویا استفاده کردند. بیلی و میرز نرخ پوششی بهینه حداقل واریانس را برای شش کالای مختلف با استفاده از مدل GARCH دو متغیره تخمین زدند. به این منظور آنها کارایی درون نمونه‌ای و برون نمونه‌ای را بر اساس مدل GARCH، با نرخ‌های پوششی ثابت مقایسه و اثبات کردند که مدل GARCH نسبت به نرخ‌های پوششی ثابت برتری دارد و کارایی را بهبود می‌بخشد. کوتموس و پریسلی[2] (۱۹۹۸) معتقدند که پوشش ریسک پویا، نتایج بهتری نسبت به نرخ‌های ایستا به‌وجود می‌آورد. چودری[3] (۲۰۰۹) به بررسی کارایی پوشش ریسک نرخ‌های پوششی پویا در بازارهای آتی کالاهای کشاورزی با استفاده از داده‌های آتی محصولات کشاورزی را مورد بررسی قرار داده است. وی دوره زمانی ۲۰۰۴-۱۹۸۰ را در نظر می‌گیرد و دو دوره برون نمونه‌ای ۲۰۰۴-۲۰۰۲ و ۲۰۰۴-۲۰۰۳ را با طول مدت زمان متفاوت برای بررسی اثر تغییرات طول مدت زمان بر روی نرخ اثر بخشی پوشش ریسک به‌کار گرفته و گله گاو و خوک را که جزء کالاهای انبار نشدنی هستند با سایر کالاهای انبار شدنی مقایسه نموده است. نتایج نشان می‌دهد که در میان مدل‌های ARCH دو متغیره استاندارد، BEKK_GARCH دو متغیره، GARCH_X دو متغیره و BEKK_GARCH_X دو متغیره، در طول دوره برون نمونه‌ای، مدل GARCH_X روی هم‌رفته بهتر از سایر مدل‌ها عمل کرده است. زانوتی و همکاران[4] (۲۰۱۰) در مقاله‌ای نرخ‌های بهینه پوششی و کارایی مدل‌های مختلف پوشش ریسک، شامل یک به یک، OLS، CCC[5]، GARCH-DCC[6] و EXP-DCC[7] را محاسبه کردند. نتیجه تحقیق حاکی از آن است که به‌وسیله پوشش ریسک می‌توان واریانس بازدهی بازارهای برق را کاهش داد

1. Baili & et al.
2. Koutomos& Pericli.
3. Choudhry.
4. Zanotti, & et al.
5. Constant Conditions Correlation
6. Dynamic Conditions Correlation
7. Exponential Conditions Correlation

و نرخ‌های پوششی پویا به جز یک مورد بر نرخ‌های پوششی ایستا برتری دارند؛ به‌طوری‌که گاهی مدل سنتی OLS منجر به افزایش ریسک می‌شود. هم‌چنین نتیجه گرفته می‌شود که مدل‌های GARCH هنگامی که نوسانات نسبتاً بالاست، حداکثر کارایی پوشش ریسک را دارند. لین چانگ و همکاران (۲۰۱۳) در مقاله‌ای با عنوان استراتژی پوشش ریسک نرخ ارز با استفاده از مدل GARCH چند متغیره (یعنی CCC، VARMA-AGARCH، DCC و BEKK) بهترین نتایج از نظر کاهش واریانس از نمونه کارها برای نرخ ارز USD / GBP هستند. مدل‌های CCC و AGARCH ارائه پوشش ریسک مشابه را نشان می‌دهد.

ابراهیمی و قنبری (۱۳۸۵)، با استفاده از قراردادهای آتی یک تا چهار ماهه بورس نفتی نایمکس با استفاده از روش‌های OLS و BV-GARCH، نرخ بهینه پوشش ریسک نوسانات قیمت نفت ایران را به‌دست آوردند و با محاسبه میزان ریسک و مطلوبیت هر یک از قراردادهای آتی نتیجه گرفتند که قراردادهای آتی با سر رسید طولانی‌تر، کارایی بیشتری در کاهش ریسک نوسانات قیمت دارد.

قنبری (۱۳۸۸)، در مقاله‌ای با عنوان پوشش ریسک نوسانات درآمدهای نفتی با استفاده از بورس نفتی نایمکس و داده‌های آماری سال‌های ۲۰۰۴-۲۰۰۰ برای کارایی درون نمونه‌ای و سال ۲۰۰۵ برای محاسبه کارایی برون نمونه‌ای، مدل‌های رگرسیون کلاسیک، VAR و VECM را تخمین زد. یافته‌ها با اصل ریسک بیشتر معادل بازدهی بیشتر هم‌خوانی دارد و با طولانی شدن سررسید قراردادها نرخ پوششی کلیه مدل‌ها افزایش یافته و ریسک بازدهی کاهش می‌یابد. در هر قرارداد آتی، نرخ‌های پوششی مدل VECM کمترین ریسک و بازدهی را دارند و بیشترین ریسک و بازدهی هم مربوط به مدل VAR است، البته آتی‌های یک ماهه استثناء بوده و مدل OLS در این شرایط قرار دارد. لذا قراردادهای آتی چهارماهه، با نرخ پوششی مدل VECM که می‌تواند ریسک نوسانات قیمت نفت‌خام را ۹۶.۷ درصد کاهش دهد، مناسب‌ترین گزینه است. اسکندری (۱۳۹۴)، در مقاله‌ای با عنوان نسبت بهینه پوشش ریسک ارز با استفاده از قرارداد آتی طلا در بازار مالی ایران نسبت بهینه پوشش ریسک حداقل کننده واریانس با استفاده از رهیافت‌های مختلف اقتصاد سنجی برای حالت‌های درون نمونه‌ای و برون نمونه‌ای را برآورد و مورد مقایسه قرار داده است. نتایج برآوردها حاکی از آن است که یک رابطه

معنادار بین شاخص آتی طلا که به‌عنوان قیمت آتی در نظر گرفته شده و نرخ ارز وجود دارد. نرخ پوشش ریسک مدل رگرسیون خطی معمولی و مدل خود رگرسیون برداری یکسان شده و در نتیجه کارایی این دو مدل یکسان است. نتیجه دیگر اینکه مدل‌های پیچیده گارچ برداری مرتبه اول در این مسئله باعث بهبود نتایج و افزایش کارایی مدل‌ها نخواهد شد. پیش‌بهار (۱۳۹۵)، در مطالعه‌ای با عنوان محاسبه نسبت بهینه پوشش ریسک برای نهاده ذرت وارداتی صنعت طیور به محاسبه نرخ پوشش ریسک با دو مدل حداقل واریانس (MV) و میانگین واریانس (EV) در بازه زمانی فروردین ۱۳۸۸ تا اسفند ۱۳۹۲ پرداخته است. نتایج نشان می‌دهند که درصورت خرید ۷۹ درصد از ذرت مورد نیاز به‌صورت آتی، ۵۷ درصد از ریسک قیمتی آن کاهش می‌یابد. در صورت ورود نرخ ارز به مدل‌ها، نسبت پوشش ریسک به میزان زیادی افزایش می‌یابد و در صورت عدم افزایش ابزارهای مدیریتی پوشش ریسک از کارایی این نسبت‌ها کاسته می‌شود.

نوآوری و مشارکت علمی تحقیق

در این مطالعه در ادامه تحقیق آقای علیمرادی با عنوان برآورد نسبت‌های بهینه پوشش ریسک ایستا و پویا و مقایسه میزان اثربخشی آنها در بازار گاز طبیعی (۱۳۹۲) سعی شد بر مدل‌های ناهمسانی واریانس چند متغیره تاکید شود. به همین دلیل برای برآورد نرخ‌های پوششی از مدل‌های ناهمسانی واریانس چند متغیره VECM–GARCH و BEKK-GARCH مورد استفاده شده است.

در مطالعه آقای علیمرادی از میان مدل‌های پویا فقط مدل GARCH دو متغیره تخمین زده شده درحالی‌که حالت‌های مختلف مدل GARCH از منظر تجربی نسبت به روش‌های VAR و VECM مزیت دارند؛ زیرا نسبت‌های بهینه پوشش ریسک روش‌های مختلف مدل GARCH به دلیل پویا بودن می‌بایست همواره مورد محاسبه قرار گرفته و فرد پوشش دهنده ریسک به طور پیوسته نسبت به تعدیل موقعیت‌های تعهدی خود در بازار آتی اقدام نماید منطقی است که فرد از طریق روش‌های پیچیده‌تر و تغییر مستمر تعداد قراردادهای آتی مورد نیاز را محاسبه نماید. به همین منظور در این مطالعه بازه زمانی طولانی‌تری در نظر گرفته شده تا بتواند نتایج دقیق‌تر و به‌روزتری ارائه دهد.

۳- روش‌های اندازه‌گیری نسبت پوشش ریسک

روش‌های استخراج نسبت پوشش ریسک در دو گروه روش‌های حداقل کننده ریسک[1] و حداکثر کننده مطلوبیت[2] دسته‌بندی می‌شوند. به‌عبارت دیگر، برای استخراج نسبت بهینه پوشش ریسک در ابتدا یک تابع هدف معرفی می‌شود و با بهینه نمودن (حداقل یا حداکثرسازی) آن تابع (زیان یا سود) نسبت بهینه پوشش ریسک به‌دست می‌آید. نسبت پوشش ریسک حداقل کننده واریانس(MV) مبتنی بر مجموعه‌ای از فروض 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)[3] است که فرض اول لزوما برقرار نبوده و فرض دوم نیز محدود کننده است. علاوه بر آن، نسبت بهینه پوشش ریسک حداقل کننده واریانس (MV) جزء روش‌های حداقل کننده ریسک بوده و بازدهی انتظاری سبد دارایی را در تعیین نسبت بهینه پوشش ریسک مدنظر قرار نمی‌دهد. در به کارگیری این روش باید به این نکته توجه نمود که سایر روش‌ها نیز عاری از فروض غیر واقعی شبیه آنچه در مورد روش (MV) وجود دارد، نبوده و هریک دارای مزایا و معایب مربوط به خود هستند. بنابراین آنچه محققان در مورد آن توافق دارند، این است که تقریبا در تمام مطالعات، روش حداقل واریانس (MV) به‌عنوان ملاک مقایسه سایر روش‌ها با آن مورد پذیرش است. در سال ۱۹۶۰ برای نخستین بار نسبت بهینه پوشش ریسک حداقل کننده واریانس (MV) توسط جانسون به‌صورت نظری (و بدون محاسبه تجربی) استخراج گردید و در سال ۱۹۷۹ ادرینگتون[4] این نسبت را با استفاده از قیمت‌های هفتگی قراردادهای آتی به‌صورت تجربی برآورد نمود.

مفهوم پایه‌ای پوشش ریسک عبارت است از ترکیب سرمایه‌گذاری در بازار نقد و آتی[5] برای ساختن یک سبد دارایی به‌گونه‌ای که این ترکیب سرمایه‌گذاری منجر به کاهش نوسان ارزش سبد شود. به‌عبارت دیگر، ترکیب سبد می‌بایست به‌گونه‌ای انتخاب شود که بتواند بیشترین کاهش در نوسان ارزش سبد را ایجاد نماید و با توجه به اینکه

1. Minimizing -Risk
2. Utility Maximizing
3. Quadratic Utility Function
4. Ederington
5. Spot & Futures Market

هدف، پوشش ریسک نوسان‌ها با استفاده از قراردادهای آتی است تنها متغیر تصمیم‌گیری فرد برای این منظور، تعیین تعداد قراردادهای آتی مورد نیاز برای این مقصود است، که همان نسبت بهینه پوشش ریسک می‌باشد. با تبعیت از جانسون (۱۹۶۰) و استین[1] (۱۹۶۱)، یک سبد دارایی خاص که در آن فرد پوشش دهنده ریسک تنها دارای یک موقعیت در بازار نقدی است در نظر گرفته می‌شود، در این حالت تعداد موقعیت‌های وی در بازار نقد به متغیری برون‌زا تبدیل می‌شود و در کنار آن به تعداد لازم قرارداد آتی (برای دارایی پایه مورد نظر) را نگهداری می‌نماید که با این ترکیب تعداد موقعیت‌های تعهدی در بازار آتی متغیر درون‌زای وی خواهد بود.

به‌طور مشخص، سبد دارایی را که در آن C_s واحد موقعیت خرید در بازار نقدی[2] و C_f واحد موقعیت فروش در بازار آتی[3] وجود دارد، در نظر گرفته می‌شود. از آنجایی که قراردادهای آتی برای کاهش نوسان‌های قیمت در بازار نقدی مورد استفاده قرار می‌گیرند، به این سبد دارایی اصطلاحا سبد دارایی پوشش ریسک داده شده[4] گفته می‌شود. بازدهی سبد دارایی پوشش ریسک داده شده عبارت است از:

$$R_h = \frac{C_s S_t R_s - C_f F_t R_f}{C_s S_t} = R_s - hR_f \qquad (۱)$$

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 به‌دست می‌آید.

$$R_s = \frac{S_{t+1} - S_t}{S_t} \qquad (۲)$$

$$R_f = \frac{F_{t+1} - F_t}{F_t} \qquad (۳)$$

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:

$$Var(R_h) = var(R_s) + h^2 var(R_f) - 2h cov(R_s, R_f) \qquad (۴)$$

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

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.

$$\frac{\partial[\mathrm{Var}(R_h)]}{\partial h} = 2\mathrm{Var}(R_f) - 2\mathrm{Cov}(R_s, R_f) = 0 \qquad (۵)$$

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

$$h^* = \frac{\mathrm{cov}(R_s,R_f)}{\mathrm{Var}(R_f)} = \rho\frac{\sigma_s}{\sigma_f} \qquad (۶)$$

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

جانکسون و لی[1] (۱۹۸۵) کاربرد چهار استراتژی پوشش ریسک شامل روش حداقل واریانس، استراتژی پوشش ریسک ساده، مدل حداکثر کننده مطلوبیت و مدل با فرض فقدان فرصت‌های آربیتراژ را بررسی نمودند. در این مطالعه روش مورد استفاده برای تخمین نسبت بهینه پوشش ریسک حداقل کننده رگرسیون تغییرات قیمت‌های نقدی بر تغییرات قیمت‌های آتی با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی (OLS[2]) بوده که به شرح زیر است:

$$\Delta S_t = \propto + \beta\Delta F_t + e_t \qquad (۷)$$

β بیانگر نسبت بهینه پوشش ریسک حداقل کننده واریانس است.

می یرز و تامسون[3] (۱۹۸۹) به یکی از مشکلات تخمین نسبت بهینه پوشش ریسک حداقل کننده واریانس با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی اشاره نمودند. که در این روش از گشتاورهای نمونه‌ای غیر شرطی به‌جای گشتاورهای نمونه‌ای شرطی که در آن از تمام اطلاعات موجود بهره‌برداری می‌شود، استفاده می‌گردد. برای حل این مشکل پیشنهاد شده که از ماتریس‌های واریانس و کوواریانس شرطی به جای ماتریس‌های غیرشرطی استفاده گردد. در نتیجه فرمول زیر جایگزین فرمول (۶) خواهد شد.

$$H^* = \frac{\mathrm{Cov}(\Delta F)|\Omega_{t-1}}{\mathrm{Var}(\Delta s)|\Omega_{t-1}} \qquad (۸)$$

1. Jankson & Li
2. Ordinary Least Square
3. Miperz & Tamson

که در آن، H^* نسبت بهینه پوشش ریسک حداقل کننده واریانس براساس ماتریس‌های واریانس و کوواریانس شرطی به جای غیر شرطی است و Ω_{t-1} همان بردار اطلاعات قیمتی و بازدهی‌های آتی و نقدی تا انتهای دوره t-1 است. بدیهی است نسبت‌های بهینه پوشش ریسکی که از این طریق تخمین زده می‌شوند، طی زمان ثابت نبوده و همواره در حال تغییر هستند. این در حالی است که نسبت بهینه پوشش ریسکی که با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی تخمین زده می‌شود، طی زمان ثابت بوده و تغییری در آن به‌وجود نمی‌آید. بیلی و می‌یرز [1](۱۹۹۱) یک مدل گارچ دو متغیره [2] به شرح زیر در نظر گرفتند:

$$\begin{bmatrix}\Delta S_t\\ \Delta F_t\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}\mu_1\\ \mu_2\end{bmatrix} + \begin{bmatrix}e_{1t}\\ e_{2t}\end{bmatrix} \Leftrightarrow \Delta Y_t = \mu + e_t \qquad (۹)$$

$$e_t|\Omega_{t-1} \approx N(0, H_t), H_t = \begin{bmatrix}H_{11,t} & H_{12,t}\\ H_{21,t} & H_{22,t}\end{bmatrix} \qquad (۱۰)$$

$$Vec(H_t) = C + Avec(e_{t-1}e_{t-1}) + B`Vec(H_{t-1}) \qquad (۱۱)$$

که در آن، نسبت بهینه پوشش ریسک حداقل کننده واریانس شرطی در زمان t_0 برابر است با t، $h_t = {H_{12,t}}/{H_{22,t}}$

بنابراین، مشخص است در این مدل نسبت بهینه پوشش ریسک وابسته به زمان بوده و طی زمان تغییر می‌کند و در نتیجه برای یک دوره زمانی معین به‌جای یک عدد ثابت یک سری زمانی از نسبت‌های بهینه پوشش ریسک وجود خواهد داشت.

حالات متعددی از روش GARCH دو متغیره برای تخمین نسبت بهینه پوشش ریسک قراردادهای آتی در مقالات مختلف مورد استفاده قرار گرفته‌اند که از میان آن‌ها می‌توان به CCC-GARCH [3]، BEKK GARCH [4] و VECH-GARCH [5] اشاره نمود. مزیت این روش‌ها بر مدل GARCH چند متغیره بدون محدودیت این است که در روش‌های فوق به دلیل درنظر گرفتن برخی محدودیت‌ها بر ساختار ماتریس واریانس -کوواریانس، تعداد پارامترهای مورد نیاز برای تخمین کاهش یافته و در مجموع بار محاسباتی

1. Bill & Miperz
2. Bivariate GARCH
3. Constant Conditional Correlations
4. Baba, Engle, Kraft and Kroner
5. Vectorized GARCH

کمتری دارند. در روش‌های مزبور یک معادله به‌عنوان معادله میانگین درنظر گرفته می‌شود که لازم است با یکی از روش‌های VAR یا VECM تخمین زده شود. پس از تخمین معادله میانگین می‌بایست با تشکیل یک سیستم نسبت به مدل‌سازی جملات خطا از روش‌های فوق اقدام نمود. بورسلیو، انگل و وولدریج (۱۹۹۸) مدل (۱,۱) VECH-GARCH را به این صورت تصریح نمودند:

$$\mathrm{VECH}(H_t) = h_t = \begin{bmatrix} h_{ss,t} \\ h_{sf,t} \\ h_{ff,t} \end{bmatrix} = C_0 + A_1 \mathrm{VECH}\left(\varepsilon_{S,t-1}; \varepsilon_{f,t-1}\right) + B_1 h_{t-1} \qquad (۱۲)$$

که در آن، h_{ss} و h_{ff} واریانس شرطی جملات خطای $\left(\varepsilon_{S,t}; \varepsilon_{f,t}\right)$ به‌دست آمده از معادله میانگین که با یکی از روش‌های VARیا VECM تخمین زده شده‌اند، می‌باشد. همچنین، h_{sf} کوواریانس شرطی بین بازدهی نقدی و آتی‌هاست. انگل و کرونر (۱۹۹۵) با مشاهده برخی مشکلات در مدل VECH-GARCH(1,1) مانند تخمین اریب دار نسبت بهینه پوششی ریسک، مدل جایگزینی برای آن پیشنهاد نمودند که به مدل BEKK-GARCH موسوم گردید. فرم کلی این مدل به‌صورت زیر است:

$$H_t = C'C + A'\varepsilon_{t-1}\varepsilon'_{t-1}A + B'H_{t-1}B \qquad (۱۳)$$

که در آن:

$$A=\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} \qquad (۱۴)$$

$$B=\begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{bmatrix} \qquad (۱۵)$$

$$C=\begin{bmatrix} c_{11} & 0 \\ c_{21} & c_{22} \end{bmatrix} \qquad (۱۶)$$

علاوه بر سه حالت فوق برای تخمین پویای نسبت بهینه پوشش ریسک روش‌های دیگری در ادبیات موضوع وجود دارد که به‌کارگیری هر یک از این روش‌ها می‌تواند نتایجی متفاوت داشته باشد.

در مجموع، هر یک از روش‌های مختلف تخمین نسبت بهینه پوشش ریسک دارای مزایا و معایب نظری نسبت به یکدیگر هستند 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 نسبت به سایر روش‌ها برتری دارد محل بحث صاحب‌نظران این حوزه است و به نظر می‌رسد هیچ اجماعی در این خصوص وجود ندارد. به نظر

می‌رسد به‌کارگیری روش‌هایی مانند OLS، VECM, VAR به‌دلیل استفاده از محاسبات ساده‌تر برای پوشش دهندگان ریسک، عملیاتی‌تر می‌باشد. استفاده از روش‌های پیچیده‌تر مانند حالت‌های مختلف مدل GARCH در صورتی که از منظر تجربی نسبت به روش‌های مذکور مزیت داشته باشند، توجیه پذیر است؛ زیرا نسبت‌های بهینه پوشش ریسک در روش‌های مختلف مدل GARCH به دلیل پویا بودن می‌بایست همواره مورد محاسبه قرار گرفته و فرد پوشش دهنده ریسک به طور پیوسته نسبت به تعدیل موقعیت‌های تعهدی خود در بازار 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 به‌صورت 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.

اثربخشی

برای مقایسه روش‌های مختلف تخمین نسبت بهینه پوشش ریسک نیازمند معرفی یک معیار می‌باشد. روش کار به این صورت است که در ابتدا دو سبد تشکیل می‌شود. در سبد نخست فرد هیچ قرارداد آتی نگهداری نمی‌کند و صرفاً یک موقعیت تعهدی در بازار نقدی در سبد خود دارد. به این معنا که یا وی دارایی را به‌صورت نقدی با قصد سرمایه‌گذاری خریداری نموده و نگهداری می‌نماید یا قرار است دارایی که در آینده مورد نیاز است را 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 تخمینی مشخص نموده‌اند، قرارداد آتی دارایی پایه را نیز نگهداری می‌نماید. سبدی که صرفاً مشتمل بر یک موقعیت در بازار نقدی است، باید بدون پوشش (U) و سبدی که در آن به واسطه قراردادهای آتی پوشش ریسک انجام شده، پوشش داده شده (H) می‌نامند. بازدهی و واریانس بازدهی این دو سبد عبارتند از:

$$R_u = R_s \quad (۱۷)$$

$$Var(U) = \sigma_s^2 \quad (۱۸)$$

$$R_H = R_S - hR_f \quad (۱۹)$$

$$\mathrm{Var(H)} = \sigma_s^2 + h^2\sigma_f^2 - 2h\sigma_{sf} \qquad (۲۰)$$

که در آن، σ_s^2 و σ_f^2 واریانس بازدهی‌های نقدی و آتی و σ_{sf} کوواریانس بین آنها می‌باشد. h نیز نسبت بهینه پوشش ریسک به‌دست آمده از روش‌های مختلف تخمین است که تعداد قراردادهای آتی مورد نیاز برای پوشش ریسک نوسان قیمت دارایی پایه را تعیین می‌نماید. ادریگون (۱۹۷۹) با استفاده از واریانس بازدهی سبدهای پوشش داده شده و بدون پوششی معیاری را برای مقایسه عملکرد پوشش ریسک روش‌های مختلف تخمین ارائه نمود که عبارت است از:

$$e = 1 - \frac{\mathrm{Var(H)}}{\mathrm{Var(U)}} \qquad (۲۱)$$

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

هدف از بررسی میزان اثر بخشی 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 موردنظر باشد آنگاه وی باید پوشش ریسک را بر مبنای چه روشی محاسبه نماید که بتواند مؤثرتر از سایر روش‌ها باشد. بنابراین، منظور از میزان مؤثر بودن پوشش ریسک میزان موفقیت یک قرارداد آتی در مقابله با نوسان قیمت نیست، زیرا تمام قراردادهای آتی چنین کارکردی داشته و از این رویکرد تفاوتی با یکدیگر ندارند؛ بنابراین در بررسی اثربخشی پوشش ریسک روش‌های مختلف تخمین و محاسبه نسبت بهینه پوشش ریسک در مقایسه با یکدیگر ارزیابی می‌شوند.

۴- تشریح داده‌ها و متغیرهای پژوهش

در این مقاله از آمار و اطلاعات مربوط به قیمت‌های اسپات و آتی‌های بازار گاز طبیعی استفاده شده که از اداره اطلاعات انرژی آمریکا (EIA)[1] استخراج شده است. منبع این قیمت‌ها در این سازمان آماری برای قیمت‌های اسپات، تامسون رویترز[2] و

1. Energy Information Administration
2. Thomson Reuters

برای قیمت آتی‌ها، بورس نایمکس[1] اعلام شده است. همچنین قابل ذکر است که قیمت آتی‌ها در این مقاله مربوط به چهار نوع قرارداد آتی‌ها می‌باشد که با قرارداد یک، دو، سه و چهار نام‌گذاری شده‌اند. هر قرارداد آتی‌ها یک روز تحویل مشخص دارد که با آن شناخته می‌شود. قرارداد آتی‌های گاز طبیعی سه روز کاری قبل از اولین روز تقویمی ماه تحویل، منقضی می‌شوند. از این رو قرارداد یک، قراردادی است که ماه تحویل در آنها اولین ماه تقویمی بعد از روز معامله است و به همین ترتیب، قراردادهای دو تا چهار، قراردادهایی هستند که ماه تحویل در آنها به‌ترتیب دومین، سومین و چهارمین ماه تقویمی بعد از روز معامله است. در این تحقیق جهت تعدیل نوسانات قیمت‌های نقد و آتی، از لگاریتم آنها استفاده شده است. جدول (۱) برخی از ویژگی‌های آماری مهم قیمت‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۱- ویژگی‌های آماری قیمت‌های نقد و آتی گاز طبیعی

لگاریتم قیمت‌ها	میانگین	انحراف معیار	ماکزیمم	مینیمم	کشیدگی	چولگی
قیمت دارایی نقد	۴.۹۶۹۲	۲.۲۲۸۰	۱۳.۴۲۰۰	۱.۷۳۰۰	۴.۹۷۴۳	۱.۲۷۸۱
قرارداد یک ماهه	۵.۰۴۱۵	۲.۲۷۰۹	۱۳.۴۵۴۰	۱.۸۱۲۰	۵.۰۳۹۱	۱.۳۰۶۲
قرارداد دو ماهه	۵.۱۵۸۹	۲.۳۱۵۷	۱۳.۸۲۷۰	۱.۹۰۶۰	۴.۹۹۵۸	۱.۳۰۴۰
قرارداد سه ماهه	۵.۲۵۲۵	۲.۳۵۰۰	۱۴.۱۷۸۰	۲.۰۱۱۰	۴.۸۸۲۸	۱.۳۰۰۵
قرارداد چهار ماهه	۵.۳۱۱۸	۲.۳۴۱۴	۱۴.۰۱۰۰	۲.۱۰۶۰	۴.۴۳۸۴	۱.۲۲۴۵

منبع: یافته‌های تحقیق

همان‌گونه‌که در این جدول مشاهده می‌شود انحراف معیار قیمت‌های آتی با طولانی شدن سررسید قراردادها افزایش می‌یابد که این ثبات کمتر (ریسک بیشتر) آتی‌های بلندمدت را نشان می‌دهد. مقادیر انحراف معیار در همه قیمت‌ها از میانگین بسیار دورتر است، که این نتیجه‌ای است که عمدتا در دارایی‌های سفته بازی[2] یافت می‌شود.

۵- برآورد نرخ بهینه پوشش ریسک

در این قسمت نرخ بهینه پوشش ریسک حداقل واریانس با استفاده از مدل‌های مختلف اقتصاد سنجی برآورد می‌شود. پیش از انجام محاسبات، ذکر این نکته ضروریست که هدف

1. New York Mercantile Exchange (NYMEX)
2. Speculative Ascets

از این تحقیق معرفی بهترین روش برآورد نرخ بهینه پوشش ریسک نمی‌باشد. در این تحقیق صرفاً نرخ بهینه پوشش ریسک با روش‌های استاندارد موجود، برآورد و نشان داده می‌شود که تغییر مدل تحقیق و استفاده از نرخ‌های پویا به جای ایستا تا چه اندازه می‌تواند برای فرد پوشش دهنده ریسک مفید باشد و بر اثر بخشی پوشش ریسک تأثیر بگذارد. پیش از تخمین نسبت بهینه پوشش ریسک لازم است سری‌های زمانی قیمت نقدی و آتی گاز طبیعی به‌لحاظ ویژگی‌های مانایی سری‌ها مورد بررسی قرار گیرد. نتایج آزمون‌های دیکی فولر تعمیم یافته و فیلیپس پرون در جدول ۲ نشان می‌دهد که قیمت‌های نقد و آتی در سطح مانا نبوده و بایک مرتبه تفاضل‌گیری مانا می‌شوند. در آزمون‌های ADF و PP فرضیه صفر عبارت است از وجود ریشه واحد (ناپایائی) برای قیمت‌های نقد و آتی است. وقفه‌های بهینه آزمون ADF نیز با استفاده از معیار شوارتز-بیزان (SBC) تعیین شده است.

جدول ۲- نتایج آزمون ریشه واحد دیکی فولر و فیلیپس پرون در سطح و تفاضل اول قیمت‌های نقد و آتی گاز

آزمون سری زمانی		ADF			PP		
		آماره آزمون	مقادیر بحرانی در سطح ۵٪	نتیجه	آماره آزمون	مقادیر بحرانی	نتیجه
قیمت نقد	سطح	-۲,۶۵۵۲۹۹	-۲,۸۷۶۲۷۷	نامانا	-۲,۸۳۶۹۶۸	-۲,۸۷۶۲۷۷	نامانا
	تفاضل مرتبه اول	-۱۴,۱۶۳۰۷		مانا	-۱۴,۱۶۰۵۰		مانا
آتی یک ماهه	سطح	-۲,۷۹۷۱۶۴	-۲,۸۷۶۳۵۶	نامانا	-۲,۶۷۳۲۳۰	-۲,۸۷۶۲۷۷	نامانا
	تفاضل مرتبه اول	-۱۱,۹۶۹۱۹		مانا	-۱۱,۹۶۹۱۹		مانا
آتی دوماهه	سطح	-۲,۸۱۹۴۶۶	-۲,۸۷۶۳۵۶	نامانا	-۲,۵۵۲۹۳۳	-۲,۸۷۶۲۷۷	نامانا
	تفاضل مرتبه اول	-۱۱,۱۸۷۱۸		مانا	-۱۱,۰۹۴۱۷		مانا
آتی سه ماهه	سطح	-۲,۵۸۶۱۲۶	-۲,۸۷۶۳۵۶	نامانا	-۲,۴۴۰۱۵۸	-۲,۸۷۶۲۷۷	نامانا
	تفاضل مرتبه اول	-۱۱,۵۵۵۴۸		مانا	-۱۱,۵۵۳۷۶		مانا
آتی چهار ماهه	سطح	-۲,۷۲۲۸۵۵	-۲,۸۷۶۳۵۶	نامانا	-۱,۸۴۷۷۰۵	-۲,۸۷۶۲۷۷	نامانا
	تفاضل مرتبه اول	-۹,۵۷۱۵۳۷		مانا	-۹, ۵۵۵۰۲		مانا

منبع: یافته‌های تحقیق

نتایج تخمین نرخ بهینه پوشش ریسک با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی در جدول (۳) ارائه شده است.

جدول ۳- برآورد پارامترهای مدل حداقل مربعات معمولی

قرارداد آتی	ضریب ثابت	آماره t	نرخ بهینه پوشش (OHR)	آماره t	R^2
یک ماهه	۰.۰۵۴۳۳۶	۱,۲۳۷۷۹۵	۰,۹۷٤۸۸۵	۱۲۲,۷٤۵۱	۰,۹۸۷۳۵۲
دوماهه	۰,۰۹۷۸٦۱	۰,۹٤٤۲٦٦	۰,۹٤٤۲٦٦	۷۱,۱٤۱۸۵	۰,۹٦۳۲٦۷
سه ماهه	۰,۱٦٤۰۳۷	۱,۵۹۲٦۲۲	۰,۹۱٤۸٤۱	۵۱,۰۸۸۵٦	۰,۹۳۱۱٤٦
چهار ماهه	۰,۲۰۰۲۹۱	۱,۵۲۰۹۸۹	۰,۸۹۷۸۰۳	۳۹,۵٦۱۱۰	۰,۸۹۰۲۲۱

منبع: یافته‌های تحقیق

مدل حداقل مربعات معمولی ساده‌ترین مدلی است که می‌توان از آن برای محاسبه نرخ پوششی استفاده نمود. در این مدل ضریب زاویه رگرسیون تغییرات قیمت‌های نقد روی آتی، نرخ پوششی بهینه (OHR=h) است. نتایج تخمین مدل برای قراردادهای یک تا چهار ماهه در جدول (۳) آورده شده‌است. نرخ پوششی در هر قرارداد ضریب $\Delta F(\beta)$ است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود با افزایش سررسید قراردادها شاهد افزایش نرخ‌های پوششی نیز خواهیم بود. به‌عنوان مثال نرخ پوششی قرارداد یک ماهه ۰/۹۷ است به‌عبارت دیگر برای پوشش ریسک باید به‌ازای هر واحد گاز طبیعی ۰/۹۷ واحد قرارداد تهیه شود. هم‌چنین با توجه به جدول (۳)، ضرایب زاویه کلیه قراردادهای آتی معنی‌دار هستند ولی عرض از مبدا آن‌ها از نظر آماری حاکی از عدم وجود روند خطی در فرآیند تولید داده‌هاست.

جدول ۴- نتایج مدل BEKK-GARCH چند متغیره برای تخمین نرخ بهینه پوشش ریسک

ضرایب		قرارداد یک ماهه	قرارداد دوماهه	قرارداد سه ماهه	قرارداد چهار ماهه
معادله رگرسیون	C(1)	۳.۶۱۹۵۰۸ (۰,۲۲۱)	۲,۴۴۰۵۲۴ (۰,۴۸۷)	۲,۳۶۲۵۹۶ (۰,۴۸۱۹۱۶)	۲.۵۴۹۶۵۸ (۰,۶۶۰۵۷۲)
	C(2)	۰.۸۲۹۱۳۸ (۰,۰۱۸)	۰.۹۳۹۲۶۵ (۰,۰۱۶)	۰,۹۲۵۰۴۴ (۰,۰۱۸۹)	۰.۹۱۹۴۵۰ (۰,۰۲۰۶۱۲)
	C(3)	۳,۷۵۹۲۴۴ (۰,۲۷۴)	۳,۰۴۷۷۷۶ (۰,۵۵۵)	۲,۸۷۹۹۶۱ (۰,۴۸۳۷۹۳)	۳.۲۷۸۶۵۲ (۰,۴۹۴۳۷۴)
	R^2	۰,۸۳۴۶۸۹	۰,۸۵۱۱۶۰	۰.۸۴۸۳۳۰	۰.۸۴۸۳۷۹
معادله واریانس	C(4)	۰,۲۱۷۸۶۷ (۰,۰۲۶)	۰.۱۳۶۱۵۹ (۰,۰۲۰)	۰.۱۳۲۴۶۵ (۰.۴۸۳)	۰.۱۸۲۸۲۸ (۰,۰۲۶۶۱۲)
	C(5)	۰,۹۵۸۵۲۲ (۰,۰۵۸)	۰,۰۹۰۸۴۲ (۰,۰۱۵)	۰.۰۸۰۳۴۰ (۰,۰۲۰۶۴۳)	۰.۱۰۴۵۳۰ (۰,۰۱۸۰۰۵)
	C(6)	۰,۷۷۵۵۲۴ (۰,۰۵۴)	۰,۰۴۶۵۶۵ (۰,۰۰۸)	۰.۰۳۵۰۳۱ (۰,۰۱۵۴۵۳)	۰.۰۵۰۷۱۰ (۰,۰۱۰۱۹۰)
	C(7)	۰,۳۷۰۴۱۲ (۰,۰۳۱)	۰,۷۱۹۵۹۵ (۰,۰۵۲)	۰.۷۰۸۹۶۳ (۰,۰۰۷۹)	۰.۹۲۷۹۵۱ (۰,۰۵۶۶۱۱)
	C(8)	۰.۵۳۶۶۱۱ (۰,۰۲۲)	۰,۴۶۸۴۵۵ (۰,۰۵۱)	۰.۴۴۸۲۲۵ (۰.۰۵۰۰۸۵)	۰.۶۳۱۴۷۶ (۰,۰۴۴۷۳۰)
	R^2	۰,۸۶۰۴۹۹	۰,۸۹۲۷۴۴	۰.۸۴۸۳۳۰	۰.۹۲۱۱۴۸

منبع: یافته‌های تحقیق

در جدول (۴) نتایج مدل BEKK-GARCH گزارش شده است. مقادیر داخل پرانتز بیانگر مقادیر آمار Z می‌باشد. در اینجا پارامترهای حاصل از اجرای مدل GARCH به‌عنوان مقادیر اولیه پارامترهای ماتریس H_t به کار رفته است. براساس نتایج معنی داری هیچ‌یک از پارامترهای ماتریس واریانس و کوواریانس و دستگاه فوق رد نشده، تغییر واریانس و کوواریانس‌های شرطی ثابت بودن نرخ بهینه پوشش ریسک را رد می‌کند. به این ترتیب از مقادیر نهایی ماتریس کوواریانس شرطی H_t برای محاسبه نرخ بهینه پوشش ریسک متغیر یا OHR_t استفاده شده است. با مقایسه نرخ‌های بهینه پوشش ریسک در قراردادهای مختلف، مشاهده می‌شود که میانگین و انحراف استاندارد نرخ بهینه پوشش ریسک در قراردادهای طولانی‌تر با ریسک بیشتر افزایش می‌یابد.

همچنین افزایش در انحراف استاندارد، با طولانی شدن دوره قراردادها بیشتر از افـزایش در مقدار میانگین OHR است. مقادیر R^2 نشان دهنده قدرت توضـیح دهنـدگی بـالای مدل است.

جدول ۵- نتایج مدل VECH-GARCH چند متغیره برای تخمین نرخ بهینه پوشش ریسک

ضرایب		قرارداد یک ماهه	قرارداد دو ماهه	قرارداد سه ماهه	قرارداد چهار ماهه
معادله رگرسیون	C(1)	۲.۳۲۴۹۷۹ (۰,۳۵۵۹۵۳)	۲.۵۴۹۹۷۶ (۰,۵۷۳۷۹۸)	۲,۶۰۴۴۵۴ (۰,۴۴۶۹۱۹)	۲.۶۳۵۹۱۵ (۰,۲۴۳۸۲۰)
	C(2)	۰,۹۴۶۴۱۶ (۰,۰۱۲۱۳۵)	۰.۹۲۶۵۷۲ (۰,۰۱۸۱۸۹)	۰.۰۹۲۶۶۴۳ (۰,۰۱۶۵۳۰)	۰.۸۷۷۱۶۶ (۰,۰۱۴۴۰۴)
	C(3)	۲.۸۵۴۰۱۲ (۰,۴۰۰۸۱۹)	۳.۲۵۵۵۶۲ (۰,۵۳۱۷۲۷)	۳.۲۷۶۹۲۰ (۰,۴۳۸۵۳۸)	۳.۲۴۲۴۸۹ (۰,۲۲۵۸۹۰)
	R^2	۰.۸۵۱۵۷۹	۰.۸۴۹۷۳۵	۰.۸۵۰۰۳۵	۰.۸۳۷۰۰۵
معادله واریانس	C(4)	۰.۱۱۸۴۰۶ (۰,۰۱۸۰۴۹)	۰,۱۳۰۱۵۸ (۰,۰۰۲۲۹۳)	۰.۱۲۸۹۸۱ (۰,۰۱۹۲۰۷)	۰.۱۹۲۴۲۲ (۰,۰۲۵۰۸۹)
	C(5)	۰.۰۷۸۹۸۴ (۰,۰۱۲۷۶۸)	۰.۰۹۲۷۲۷ (۰.۰۰۵۹۹۵)	۰.۰۶۶۵۵۳ (۰,۰۱۱۷۳۳)	۰.۱۶۴۵۶۸ (۰,۰۲۳۰۳۸)
	C(6)	۰.۰۴۶۳۹۵ (۰,۰۰۸۷۰۰)	۰.۰۷۲۴۶۷ (۰,۰۱۱۶۳۶)	۰.۰۳۴۲۳۰ (۰,۰۰۷۲۷۸)	۰.۱۲۳۴۰۰ (۰,۰۲۲۴۶۵)
	C(7)	۰.۳۲۲۰۴۲ (۰,۰۶۰۲۳۱)	۰,۶۵۹۷۶۸ (۰,۰۹۸۸۹۴)	۰.۵۱۷۲۱۰ (۰,۰۷۲۴۳۵)	۰.۹۷۹۳۱۴ (۰,۱۲۷۲۵۸)
	C(8)	۰.۲۱۰۶۲۷ (۰,۰۴۸۶۵۲)	۰.۴۳۰۸۵۴ (۰.۰۸۰۴۵۱)	۰.۲۴۴۲۳۶ (۰,۰۵۱۲۶۰)	۰.۷۵۴۴۵۱ (۰,۱۳۱۶۷۱)
	C(9)	۰.۱۵۴۱۱۳ (۰,۰۳۷۵۵۷)	۰,۳۴۳۱۴۱ (۰,۰۶۹۱۸۸)	۰.۱۹۹۳۸۳ (۰,۰۳۹۸۹۳)	۰.۷۳۹۱۲۸ (۰,۱۲۹۸۱۶)
	C(10)	۰.۵۰۷۵۰۳ (۰,۰۲۸۲۹۹)	۰,۳۴۹۹۷۷ (۰,۰۳۹۸۶۴)	۰.۳۶۷۰۵۴ (۰,۰۴۹۱۲۳)	۰.۱۱۰۸۹۸ (۰,۰۳۸۸۷۸)
	C(11)	۰.۶۴۲۰۱۳ (۰,۰۲۰۶۷۷)	(۰.۰۵۰۷۰۱) ۰.۴۶۷۲۹۰	۰.۵۹۲۸۱۸ (۰,۰۴۱۴۱۷)	۰.۰۵۹۳۶۵ (۰,۰۵۴۷۸۹)
	C(12)	۰.۷۶۵۴۹۷ (۰,۰۲۰۴۷۱)	۰.۵۵۵۶۰۲ (۰,۰۵۹۹۱۱)	۰.۷۲۹۷۰۳ (۰,۰۳۰۸۸۳)	۰.۱۲۳۶۳۹ (۰,۰۷۲۰۸۶)
	R^2	۰.۸۷۹۸۳۹	۰.۸۹۱۸۰۹	۰.۹۰۱۱۳۱	۰.۹۰۸۵۵۶

منبع: یافته‌های تحقیق

در جدول (۵) نتایج مدل VECH-GARCH گزارش شده است. مقادیر داخل پرانتز بیانگر مقادیر آمار Z می‌باشد. در اینجا پارامترهای حاصل از اجرای مدل GARCH به‌عنوان مقادیر اولیه پارامترهای ماتریس H_t به کار رفته است. براساس نتایج زیر معنی داری هیچ‌یک از پارامترهای ماتریس واریانس و کوواریانس و دستگاه فوق رد نشده، تغییر واریانس و کوواریانس‌های شرطی ثابت بودن نرخ بهینه پوشش ریسک را رد می‌کند. به این ترتیب از مقادیر نهایی ماتریس کوواریانس شرطی H_t برای محاسبه نرخ بهینه پوشش ریسک متغیر یا OHR_t استفاده شده است.

جدول ۶- بخشی از سری زمانی نسبت بهینه پوشش ریسک در روش BEKK-GARCH

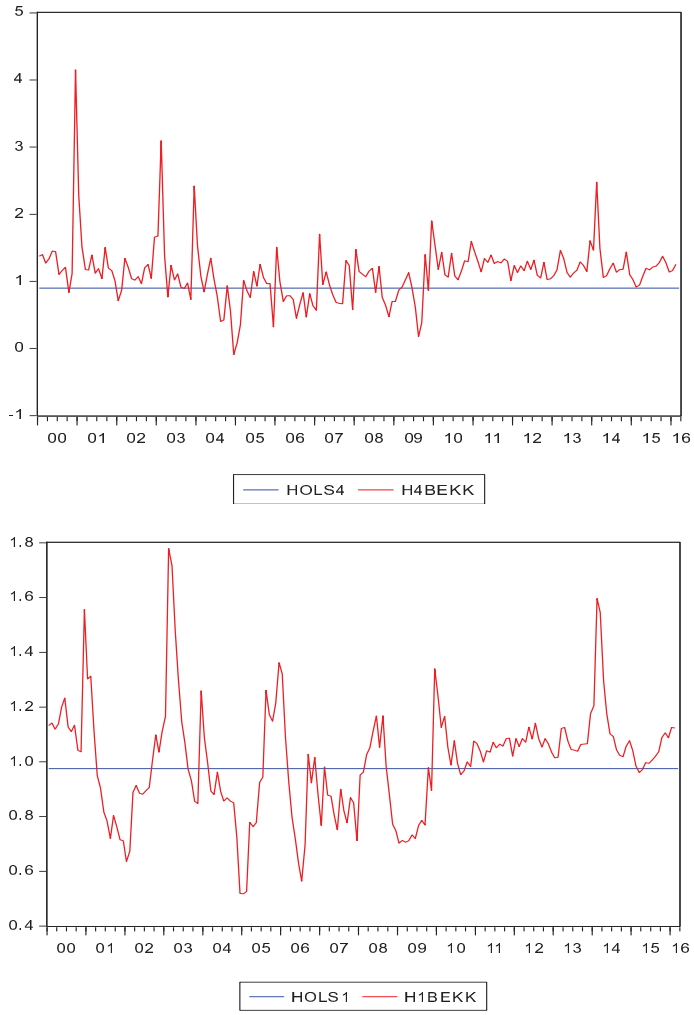
	$cov_{s,f1}$	var_{f1}	h^*_{t-1}
ژانویه ۲۰۰۲	۰,۰۰۳۹۹۱	۰,۳۷۷۷۷۶	۰,۶۳۵۲۲۷
ژانویه۲۰۰۳	۰,۴۶۵۷۲	۰,۳۹۹۴۶۵	۱,۱۶۵۸۵۹
ژانویه۲۰۰۴	۰,۷۰۸۱۸۷	۰,۶۵۰۳۹۸	۱,۰۸۸۸۵۲
ژانویه۲۰۰۵	۰,۳۷۱۹۶۴	۰,۷۱۹۰۵۱	۰,۵۱۷۲۹۹
ژانویه ۲۰۰۶	۶,۰۱۰۵۱۱	٤,٥٤	۱,۳۲۱۰۳
ژانویه ۲۰۰۷	۰,۸۰۲۶۹	۱,۰۴۵۹۵۷	۰,۷۶۷۴۲۱
ژانویه ۲۰۰۸	۰,۵۹۴۸۱۱	۰,۶۲۵۴۳۴	۰,۹۵۱۰۳۷
ژانویه ۲۰۰۹	۰,۵۹۲۷۸۴	۰,۸۴۴۳۱۹	۰,۷۰۲۰۸۵
ژانویه ۲۰۱۰	۰,۵۷۷۰۳۵	۰,۴۶۶۲۴۵	۱,۲۳۷۶۲۲
ژانویه ۲۰۱۱	۰,۲۷۸۳۴۶	۰,۲۶۰۹۱۳	۱,۰۶۶۸۱۲
ژانویه۲۰۱۲	۰,۲۵۵۱۶۵	۰,۲۳۵۳۵۷	۱,۰۸۴۱۶
ژانویه۲۰۱۳	۰,۲۲۲۲۰۷	۰,۲۱۹۰۶۵	۱,۰۱۴۳۴۱
ژانویه۲۰۱۴	۰,۳۱۳۸۶۳	۰,۲۶۰۵۱۲	۱,۲۰۴۷۹
ژانویه ۲۰۱۵	۰,۳۳۳۲۰۳	۰,۳۲۰۰۹۲	۱,۰۴۰۹۵۸
ژانویه ۲۰۱۶	۰,۲۱۶۷۳۱	۰,۱۹۲۶۴۶	۱,۱۲۵۰۲۶

منبع: یافته‌های تحقیق

میانگین این نرخ‌ها برای قراردادهای آتی یک تا چهار ماهه به‌ترتیب عبارتند از۱,۰۰۰۸۵۸ و ۰,۹۸۲۰۷ و ۰,۹۸۳۳۸۷ و ۱,۱۲۲۸۱۹

نمودار (۱) نرخ‌های پوششی قراردادهای یک ماهه و چهار ماهه را برای نمونه در مقایسه با مدل OLS نشان می‌دهد. نرخ‌های پوششی رگرسیون کلاسیک به‌صورت یک

خط مستقیم ترسیم شده است. با طولانی شدن سررسید قراردادهای آتی نرخ‌های پوششی پویا نیز افزایش می‌یابند.



نمودار ۱- نرخ‌های پوششی قراردادهای آتی یک و چهارماهه در مدل BEKK-GARCH

منبع: یافته‌های تحقیق

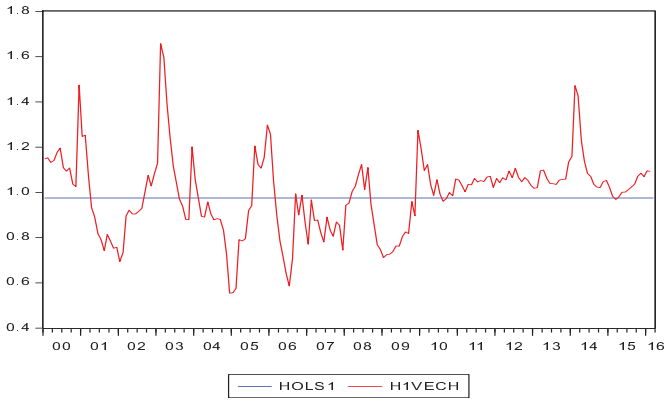
جدول ۷- بخشی از سری زمانی نسبت بهینه پوشش ریسک در روش VECH-GARCH

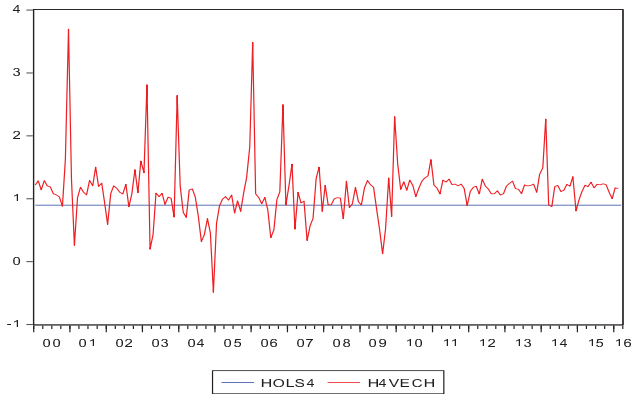
	$cov_{s,f1}$	var_{f1}	h^*_{t-1}
ژانویه ۲۰۰۰	۰,۲۲۵۵۱۴	۰,۱۹۶۵۶۷	۱,۱۴۷۲۶۳
ژانویه ۲۰۰۱	۱,۷۹۴۹۰۶	۱,۴۳۹۲۴۲	۱,۲۴۷۱۱۹
ژانویه ۲۰۰۲	۰,۲۶۷۵۲۸	۰,۳۸۵۵۰۵	۰,۶۹۳۹۶۸
ژانویه ۲۰۰۳	۰,۴۵۸۰۳۳	۰,۴۰۵۹۴۲	۱,۱۲۸۳۲۱
ژانویه ۲۰۰۴	۰,۶۶۲۸۳	۰,۶۲۶۱۶۳	۱,۰۵۸۵۵۹
ژانویه ۲۰۰۵	۰,۳۷۹۶۴۷	۰,۶۸۲۷۵۵	۰,۵۵۶۰۵۱
ژانویه ۲۰۰۶	۵,۰۲۷۷۰۶	٤,۰۰۲۲۲۲	۱,۲۵۶۲۲۹
ژانویه ۲۰۰۷	۰,۷۴۵۶۰۹	۰,۹۶۷۷۵۱	۰,۷۷۰۴۵۵
ژانویه ۲۰۰۸	۰,۵۷۶۸۷۷	۰,۶۱۱۵۴۸	۰,۹۴۳۳۰۶
ژانویه ۲۰۰۹	۰,۵۵۶۰۰۹	۰,۷۸۱۹۴۷	۰,۷۱۱۰۵۷
ژانویه ۲۰۱۰	۰,۵۵۲۸۱۱	۰,۴۶۴۲۰۱	۱,۱۹۰۸۸۷
ژانویه ۲۰۱۱	۰,۲۹۹۱۹۵	۰,۲۸۳۷۰۲	۱,۰۵۴۶۱۱
ژانویه ۲۰۱۲	۰,۲۷۷۵۶۳	۰,۲۶۱۵۱۶	۱,۰۶۱۳۶۵
ژانویه ۲۰۱۳	۰,۲۵۰۷۵۴	۰,۲۴۶۴۵۳	۱,۰۱۷۴۵۲
ژانویه ۲۰۱۴	۰,۳۲۸۵۹۵	۰,۲۸۳۴۵۶	۱,۱۵۹۲۴۳
ژانویه ۲۰۱۵	۰,۳۴۲۲۷۷	۰,۳۳۴۷۴۱	۱,۰۲۲۵۱۱
ژانویه ۲۰۱۶	۰,۲۴۵۸۲۹	۰,۲۲۴۴۲۸	۱,۰۹۵۳۶

منبع: یافته‌های تحقیق

میانگین نرخ‌های پوششی در این مدل عبارتند از ۰,۹۹۰۴۱۹ و ۱.۰۴۳۱۷۵ و ۱,۰۰۷۶۴۷ و ۱.۱۲۱۱۴۸، این جدول نیز نشان می‌دهد که با افزایش سررسید قراردادها نرخ‌های پوششی نیز افزایش می‌یابد.

نمودار (۲) نرخ‌های پوششی حاصل از مدل فوق را در مقایسه با نرخ‌های پوششی ایستای حاصل از مدل OLS به‌طور نمونه برای قراردادهای یک‌ماهه و چهار ماهه نشان می‌دهد. در این مدل نیز شاهد افزایش نرخ‌های پوششی همزمان با افزایش سررسید قراردادهای آتی هستیم.





نمودار ۲- نرخ‌های پوششی قراردادهای آتی یک و چهار ماهه در مدل VECH– GARCH

منبع: یافته‌های تحقیق

در این مدل اگرچه میانگین نرخ‌های پوششی بسیار نزدیک به نرخ پوششی مدل حداقل مربعات معمولی است اما در تمامی حالات میانگین نرخ‌ها از نرخ‌های پوششی حداقل مربعات معمولی بیشتر است. همان‌گونه‌که در نمودار مشاهده می‌شود قرارداد یک ماهه بیشترین نوسان را در مقایسه با سایر قراردادها دارند؛ درحالی‌که کمترین نوسان متعلق به قرارداد چهار ماهه است.

بررسی اثربخشی مدل‌های برآوردی

در این قسمت میزان مؤثر بودن پوشش ریسک نسبت‌های بهینه پوشش ریسک که با روش‌های مختلف اقتصادسنجی تخمین زده شده‌اند، بررسی می‌شود. برای این منظور دو پرتفو بدون پوشش و پوشش داده شده تشکیل می‌شود. پرتفو بدون پوشش شامل دارایی نقدی بوده، درحالی‌که پرتفو پوشش داده شده شامل دارایی آتی به‌میزان نرخ بهینه به‌دست آمده توسط هر یک از مدل‌های تحقیق و دارایی نقدی است. سپس واریانس هر یک از پرتفوها را محاسبه شده و اثربخشی نرخ بهینه هر یک از مدل‌ها می‌آید. بدیهی است برای مدل‌های ایستا از رابطه (۲۲) و برای مدل‌های پویا از رابطه (۲۳) استفاده می‌شود.

$$e = \frac{Var(R_{st}) - Var(R_{st} - \delta^{*} R_{ft})}{Var(R_{st})} \qquad (۲۲)$$

$$e = \frac{Var(R_{st}) - Var(R_{st} - \delta_{t}^{*} R_{ft})}{Var(R_{st})} \qquad (۲۳)$$

می‌توان براساس نسبت‌های پوشش مختلف حاصل از روش‌های OLS، VECM-GARCH وBEKK-GARCH، سری زمانی بازدهی‌ها و انحراف معیار مربوط به آنها را به‌دست آورد. برای مقایسه میزان اثربخشی نسبت‌های پوشش مختلف، از حاصل تقسیم انحراف‌معیارها استفاده شده است. به این صورت که هر یک از انحراف معیارها بر سایر انحراف معیارها تقسیم می‌شود. از این رو نسبت کمتر نشان دهنده اثربخشی بیشتر خواهد بود.

نتایج حاصل از محاسبه انحراف معیارها و ماتریس نسبت اثربخشی آنها در جدول (۸) آمده است. در این ماتریس هر یک از درایه‌ها نشان‌دهنده نسبت اثربخشی عناصر سطر به عناصر ستون است. همان‌طور که از عناصر این جدول مشخص است بالاترین اثربخشی در قرارداد آتی یک ماهه مربوط به مدل GARCH-BEKK و کمترین اثربخشی مربوط به قرارداد یک ماهه مدل OLS است. به‌طور کلی پوشش ریسک در مدل OLS از اثر بخشی کمتری برخوردار است و استفاده از مدل BEKK-GARCH در پوشش ریسک اثر بخشی بالاتری دارد.

جدول ۸- ماتریس اثربخشی نسبت‌های بهینه پوشش

		OLS				BEEK-GARCH				VECH_GARCH			
		۱	۲	۳	۴	۱	۲	۳	۴	۱	۲	۳	۴
OLS	۱	۱/۰۰	۱,۰۰٤	۱,۰۱۰	۱,۰۱۷	٥,٦٩٦٧١	٤,٩٦٠٨	٥,٢٩٢١	٤,٥٤٦٦	٥,٤٦٤١	٤,٥٤٥٥	٤,٣٥٧٩	٤,٢٥٤٨
	۲	۰,۹۹٥	۱/۰۰	۱,۰۰٥	۱,۰۱۲	٥,٦٧٠٤٢	٤,٩٣٧٩	٥,٢٦٧٧	٤,٥٢٥٦	٥,٤٣٨٨	٤,٥٢٤٥	٤,٣٣٧٨	٤,٢٣٥٢
	۳	۰,۹۸۹	۰,۹۹٤	۱/۰۰	۱,۰۰۷	٥,٦٣٨٢٦	٤,٩٠٩٩	٥,٢٣٧٨	٤,٤٩٩٩	٥,٤٠٨٠	٤,٤٩٨٨	٤,٣١٣٢	٤,٢١١٢
	۴	۰,۹۸۲	۰,۹۸۷	۰,۹۹۲	۱/۰۰	٥,٥٩٧٧٥	٤,٨٧٤٦	٥,٢٠٠٢	٤,٤٦٧٦	٥,٣٦٩١	٤,٤٦٦٥	٤,٢٨٢٢	٤,١٨٠٩
BEEK-GARCH	۱	۰,۱۷٥	۰,۱۷٦	۰,۱۷۷	۰,۱۷۸	۱/۰۰	۰,۸۷۰۸	۰,۹۲۸۹	۰,۷۹۸۱	۰,۹٥۹۱	۰,۷۹۷۹	۰,۷٦٤۹	۰,۷٤٦۸
	۲	۰,۲۰۱	۰,۲۰۲	۰,۲۰۳	۰,۲۰٥	۱,۱٤۸۳٤	۱/۰۰	۱,۰٦٦۷	۰,۹۱٦٥	۱,۱۰۱٤	۰,۹۱٦۲	۰,۸۷۸٤	۰,۸٥۷٦
	۳	۰,۱۸۸	۰,۱۸۹	۰,۱۹۰	۰,۱۹۲	۱,۰۷٦٤٤	۰,۹۳۷۳	۱/۰۰	۰,۸٥۹۱	۱,۰۳۲٤	۰,۸٥۸۹	۰,۸۲۳٤	۰,۸۰۳۹
	۴	۰,۲۱۹	۰,۲۲۰	۰,۲۲۲	۰,۲۲۳	۱,۲٥۲۹٥	۱,۰۹۱۰	۱,۱٦۳۹	۱/۰۰	۱,۲۰۱۷	۰,۹۹۹۷	۰,۹٥۸٥	۰,۹۳٥۸
VECH-GARCH	۱	۰,۱۸۳	۰,۱۸۳۸	۰,۱۸٤۹	۰,۱۸٦۲	۱,۰٤۲٥۷	۰,۹۰۷۸	۰,۹٦۸٥	۰,۸۳۲۰	۱/۰۰	۰,۸۳۱۸	۰,۷۹۷٥	۰,۷۷۸٦
	۲	۰,۲۱۹۹	۰,۲۲۱۰	۰,۲۲۲۲	۰,۲۲۳۸	۱,۲٥۳۲٦	۱,۰۹۱۳	۱,۱٦٤۲	۱,۰۰۰۲	۱,۲۰۲۰	۱/۰۰	۰,۹٥۸۷	۰,۹۳٦۰
	۳	۰,۲۲۹٤	۰,۲۳۰٥	۰,۲۳۱۸	۰,۲۳۳٥	۱,۳۰۷۲۰	۱,۱۳۸۳	۱,۲۱٤۳	۱,۰٤۳۲	۱,۲٥۳۸	۱,۰٤۳۰	۱/۰۰	۰,۹۷٦۳
	۴	۰,۲۳٥۰	۰,۲۳٦۱	۰,۲۳۷٤	۰,۲۳۹۱	۱,۳۳۸۸٦	۱,۱٦٥۹	۱,۲٤۳۷	۱,۰٦۸٥	۱,۲۸٤۲	۱,۰٦۸۳	۱,۰۲٤۲	۱/۰۰

منبع: یافته‌های تحقیق

با توجه به سایر ارقام موجود می‌توان نتیجه گرفت که نسبت بهینه پوشش حاصل از روش VECH_GARCH نسبت به روش OLS و نسبت بهینه پوشش حاصل از روش BEKK_GARCH نسبت به روش VECH_GARCH اثر بخشی بیشتری دارد.

۶- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

در این مقاله سعی شد نرخ بهینه پوشش ریسک در بازار گاز طبیعی بر اساس مدل‌های واریانس ناهمسانی شرطی و غیرشرطی برآورد و اثربخشی آن‌ها مورد ارزیابی قرار گیرد. برای این منظور از مدل‌های OLS , VECH-GARCH, BEKK-GARCH استفاده شده است، نتایج حاکی از آن است که با طولانی شدن سررسید قراردادهای آتی، مقدار نرخ پوششی مدل‌های پویا برای تمام قراردادها افزایش پیدا می‌یابد. قراردادهای آتی یک ماهه کمترین و قراردادهای چهارماهه بیشترین مقدار نرخ پوششی را دارند. در بین مدل‌های مورد بررسی کمترین نرخ پوششی مربوط به قراردادهای چهار ماهه مدل OLS و بیشترین مربوط به قراردادهای چهار ماهه مدل BEKK-GARCH است.

برخلاف نرخ‌های پوششی که با مدت زمان قراردادهای آتی رابطه مستقیم دارند، کارایی هر یک از مدل‌ها با طولانی شدن سررسید قراردادها کمتر می‌شود، بنابراین بیشترین و کمترین کارایی هرمدل به‌ترتیب به قراردادهای یک ماهه و چهارماهه اختصاص دارد. در این راستا فرضیه اول تحقیق مبنی بر قراردادهای آتی باعث کاهش ریسک قیمت گاز طبیعی می‌شود و با توجه به مقایسه میزان ریسک و در نظر گرفتن کارایی انواع مدل‌ها و قراردادها می‌توان گفت این فرضیه رد نمی‌شود. هم‌چنین فرضیه دوم مبنی بر اینکه بین مدت سررسید قراردادهای آتی و نرخ بهینه پوشش ریسک رابطه آماری معنی داری وجود دارد نیز تأیید می‌شود.

با توجه به نتایج حاصل از محاسبات با افزایش مدت زمان قراردادهای آتی (سررسید)، نرخ بهینه پوشش ریسک در مدل‌های پویا افزایش می‌یابد به‌طوری‌که قراردادهای آتی یک ماهه کمترین و قراردادهای آتی چهار ماهه بیشترین مقدار نرخ پوششی را دارند. اما نرخ بهینه پوشش ریسک در مدل حداقل مربعات معمولی با افزایش مدت زمان سررسید قراردادهای آتی کاهش می‌یابد.

با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق پیشنهاد می‌شود که به منظور مدیریت ریسک حاصل از نوسانات قیمت گاز طبیعی از ابزارهای مشتقه مالی به‌ویژه به‌کارگیری قراردادهای آتی در سبدهای دارایی استفاده شود و در این میان به سررسید این قراردادها جهت کاهش ریسک توجه شود. همچنین پیشنهاد می‌شود در به‌دست آوردن نرخ بهینه پوشش ریسک از مدل‌هایی استفاده شود که اولا نوسانات بازار را در نظر گرفته و ثانیا همبستگی‌های برداری که بین قیمت‌های نقد و آتی در بازار این محصول وجود دارد را لحاظ نماید.

فهرست منابع

ابراهیمی، محسن و قنبری، علیرضا (۱۳۸۵)"مدیریت ریسک نوسانات قیمت نفت در ایران، نامه مفید"، سال دوازدهم، شماره ۵۷، ۱۳۹-۱۶۲.

ابراهیمی، محسن و قنبری، علیرضا (۱۳۸۸) "پوشش ریسک نوسانات درآمدهای نفتی با استفاده از قراردادهای آتی در ایران"، پژوهشنامه اقتصادی، شماره ۹، صص ۱۷۳-۲۰۴.

اسکندری، حمید. و همکاران (۱۳۹۴). "نسبت بهینه پوشش ریسک ارز با استفاده از قراردادآتی طلا در بازار مالی ایران". مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، شماره بیست و پنج، زمستان .۱۳۹۴صص ۴۰-۲۱.

علیمرادی، محمد.(۱۳۹۲). "برآورد نسبت‌های بهینه پوشش ریسک ایستا و پویا و مقایسه میزان اثربخشی آنها در بازار آتی‌های گاز طبیعی". فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی ایران، شماره هشت، پاییز ۱۳۹۲.

پیش بهار، اسماعیل. وهمکاران (۱۳۹۵). "محاسبه نسبت بهینه پوشش ریسک برای نهاده ذرت وارداتی صنعت طیور ایران". نشریه پژوهش‌های علوم دامی، جلد ۲۶، شماره ۱، سال۱۳۹۵.

Baili, R., & Myers, R. (1990), Bivariate GARCH Estimation of the Optimal Commodity Futures Hedge, Journal of Applied Econometrics, 6, pp:109-124.

Choudry, T. (2003), Short-tun Deviations and Optimal Hedge Ratio Evidence from Stock Futures, Journal of Multinational Financial Management, 13, pp:171-192.

Herbst, A. F., Kare , D.D. & Marshall, J. F. (1989), A Time – varying Convergence Adjusted , Minimum Risk Futures Hedge Ratio , Adances in Futures and Options Research, 6, pp:137-155.

Koutomos, G., & Pericli, A. (1998), Dynamic Hedging of Commercial Paper With T-Bill Futures,The Jornal of Futures Markets,18, pp:925-938.

Lin Chang, C. LydiaGonzález-Serrano, Juan-AngelJimenez-Martin. (2013). Currency hedging strategies using dynamic multivariate GARCH. Mathematics and Computersin Simulation94:164–182.

Park, H. Y., & Bera, A.K. (1987), Interest Rate Volatility, Basis and Heteroskedasticity in Hedging Mortgages, The American Real estate and Urban Economics Association , 15, pp:79-97.

Zanotti,G., Gabbi, G., & Geranio, M. (2010), Hedging with Futures: Efficacy of GARCH Correlation Models to European Electridity Markets, Journal of International Financial Markets, Instittions & Money ,pp:1-14.

Estimating the Optimal Rate of Risk Hedge and the Difference that Optimal Hedging Makes in the Natural Gas Market

Zahra Ansari Ardali
Zansari1609@gmail.com

Mir Hooseyn Musavi
Associate Professor, AlZahra University, hmousavi@alzahra.ac.ir

Hamid Bordbacheh
Associate Professor, AlZahra University, h.kurdbacheh@alzahra.ac.ir
Received: 2016/12/19 Accepted: 2017/05/22

Abstract

One characteristic of natural gas markets is frequent price swings, which create a price risk that needs to be managed through appropriate hedging strategies. This study attempts to estimate an optimal hedging option. We use the information provided by the stock exchange for future contracts of between one and four months for the period 2000-2016. We apply the OLS, VECM -GARCH and BEKK-GARCH methods to compare the risk born with or without hedging using futures contracts. We find that the use of futures contracts is justified. We notice that the longer the time frame of future contracts, dynamic models suggest an increased rate of hedging.

JEL Classification: A23, Q5, B22, T96

Keywords: futures, hedge rate risk, effectiveness, econometric models OLS, VECM -GARCH and BEKK-GARCH.