

برآورد نسبت بهینه پوشش ریسک در زمان - مقیاس های مختلف: رویکرد تجزیه و تحلیل موجک



اسدالله فرزینوش*

امید فرمان آرا**

شاپور محمدی***

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۵/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۷/۷

چکیده

در این مقاله با استفاده از رویکرد تجزیه و تحلیل موجک رابطه بین بازارهای نقدی و آتی سکه طلا در زمان - مقیاس های مختلف بررسی و نسبت بهینه پوشش ریسک در افق های زمانی مختلف برآورد شده است. برای این منظور از تبدیل موجک گسسته حداکثر همپوشانی استفاده شده و نتایج حاصل از تجزیه موجک حاکی از آن است که واریانس بازدهی هر دو بازار نقدی و آتی در زمان - مقیاس های بزرگ تر، کاهش می یابد. همچنین براساس ضریب همبستگی برآورد شده، یک رابطه مثبت بین بازدهی دو بازار نقدی و آتی سکه طلا وجود دارد که با افزایش زمان - مقیاس قوی تر می شود. نسبت بهینه پوشش ریسک و درجه کارایی پوشش ریسک نیز در افق زمانی بلندمدت افزایش می یابند و مقایسه مطلوبیت اکتسابی از پوشش ریسک بیانگر آن است که کارایی استراتژی های پوشش ریسک تنها به افق زمانی بستگی ندارد، بلکه به درجه ریسک گریزی سرمایه گذاران نیز مربوط می شود.

واژه های کلیدی: نسبت بهینه پوشش ریسک، رویکرد تجزیه و تحلیل موجک، درجه کارایی پوشش ریسک، تابع مطلوبیت

طبقه بندی JEL: G11, G13

farzin@ut.ac.ir
omidfarmanara@yahoo.com
shmohammadi@gmail.com

* دانشیار دانشگاه تهران
** دانشجوی دکتری دانشگاه تهران
*** دانشیار دانشگاه تهران



۱. مقدمه، بیان مسئله و ضرورت انجام

یکی از مهم‌ترین کاربردهای ابزارهای مشتقه به‌ویژه قراردادهای آتی، پوشش ریسک^۱ است. این موضوع با استقبال زیادی در ادبیات علمی مواجه شده است و تعداد زیادی از مقالات علمی را به خود اختصاص داده است. در سال‌های اخیر قراردادهای مشتقه در ایران نیز معرفی شده‌اند. نخستین قرارداد آتی در ایران در آذرماه سال ۱۳۸۷ با دارایی پایه سکه بهار آزادی طرح امام (ره) در بورس کالای ایران مورد معامله قرار گرفت. همچنین در سال ۱۳۸۹ قراردادهای آتی با دارایی پایه سهام در بورس اوراق بهادار تهران راه‌اندازی شده است. یکی از اهداف مهمی که قراردادهای مشتقه اعم از قراردادهای آتی، اختیار معامله و... دنبال می‌کنند، مدیریت ریسک ناشی از نوسانات قیمت دارایی پایه^۲ است. نوسانات قیمت دارایی پایه اعم از کالا یا دارایی‌های مالی برای دارنده آن دربردارنده ریسک بوده و لذا دارای عدم مطلوب است. لذا موضوع مورد بررسی مقاله حاضر، پوشش ریسک با استفاده از قراردادهای آتی می‌باشد. برای پرداختن به موضوع پوشش ریسک، آشنایی با مفهوم نسبت بهینه پوشش ریسک^۳ اجتناب‌ناپذیر خواهد بود. نسبت بهینه پوشش ریسک عبارت است از تعداد قراردادهای آتی که برای پوشش ریسک یک واحد دارایی پایه قابل معامله در بازار نقدی، مورد استفاده قرار می‌گیرد. به‌عنوان مثال پوشش‌دهنده ریسکی که ۲۰ هزار بشکه نفت خام در آینده نیاز دارد و برای پوشش ریسک ناشی از نوسانات قیمت، اقدام به خرید قرارداد آتی به میزان ۲۰ هزار بشکه می‌کند،

1. Hedging
2. Underlying Asset
3. Optimal Hedge Ratio

درواقع مقدار نسبت پوشش ریسک را برابر یک در نظر گرفته است و اگر مقدار قرارداد آتی خریداری شده توسط وی کمتر از ۲۰ هزار بشکه باشد، نسبت پوشش ریسک وی کمتر از یک می‌باشد. نکته حائز اهمیت در مورد نسبت پوشش ریسک این است که برابر یک بودن این نسبت برای پوشش ریسک لزوماً بهینه نیست و می‌توان با تعداد قراردادهای آتی کمتری به استراتژی پوشش ریسک بهینه دست یافت. حال سؤال این است که در بازار یک دارایی پایه مشخص، مقدار نسبت بهینه پوشش ریسک چقدر است و یک سرمایه‌گذار برای پوشش ریسک خود چه تعداد قرارداد آتی باید نگهداری کند. موضوع نسبت بهینه پوشش ریسک ادبیات بسیار وسیعی را به خود اختصاص داده است. نکته مهم در این مورد این است که نسبت پوشش ریسک بسته به اینکه چه تابع هدفی برای بهینه‌یابی مدنظر قرار گرفته باشد و همچنین برآورد نسبت پوشش ریسک به چه روشی صورت گرفته باشد، مقدار متفاوتی خواهد بود. روش‌های گوناگونی که در ادبیات تجربی توسعه داده شده‌اند، اغلب در فضای ایستا، آن هم صرفاً برای یک دوره زمانی مشخص به بررسی نسبت پوشش ریسک پرداخته و یا نهایتاً روش‌های مختلف کمی برای برآورد کاراتر نسبت بهینه پوشش ریسک را با یکدیگر مقایسه کرده‌اند. صرفاً مطالعاتی محدود و با کاربردهایی خاص با رویکرد تغییرپذیری در طول زمان در خصوص نسبت پوشش ریسک انجام شده است. این درحالی است که برآورد نسبت بهینه پوشش ریسک به‌عنوان مهم‌ترین پارامتر مدیریت ریسک سبد دارایی برای یک دوره زمانی مشخص و به‌صورت ثابت و غیرقابل‌تغییر نسبت به تغییر شرایط در طول زمان فاقد کارایی لازم خواهد بود. بنابراین از آنجاکه افق زمانی تشکیل سبد دارایی افراد چه با هدف سرمایه‌گذاری و چه با هدف پوشش ریسک می‌تواند حداقل به کوتاه‌مدت و بلندمدت تقسیم شود، کارایی استراتژی‌های پوشش ریسک منوط به برآورد نسبت بهینه پوشش ریسک در افق‌های زمانی مختلف است. میزان ریسک‌پذیری، حجم سرمایه‌گذاری به معنای میزان نیاز به کالا (خرید یا فروش آن)، احتمال نوسان قیمت‌ها (ریسک قیمتی) و بسیاری از پارامترهای مهم دیگر در تصمیم‌گیری افراد قطعاً بسته به تغییرات بازارهای نقدی و آتی در زمان - مقیاس‌های مختلف (از فواصل زمانی کوچک تا مقیاس‌های زمانی بزرگ) دچار تغییر خواهند شد. لذا



چنانچه یک روش برآورد نسبت بهینه پوشش ریسک این قابلیت را داشته باشد که در زمان - مقیاس های مختلف، میزان بهینه پوشش ریسک را با توجه به درجه ریسک‌گریزی افراد و در نظر گرفتن رابطه بین بازارهای آتی و نقدی در طول زمان محاسبه نماید، نیازهای مورد نظر را برطرف می‌کند؛ بنابراین در این مقاله به دنبال بررسی و تحلیل رابطه بلندمدت و کوتاه‌مدت بین قیمت‌های بازار نقدی و آتی با استفاده از رویکرد تجزیه و تحلیل موجک هستیم. زیرا همان‌گونه که ذکر شد، نحوه مدل‌سازی و برآورد نسبت پوشش ریسک در مدیریت ریسک سبد دارایی بسیار اهمیت دارد. به عنوان مثال در مبحث مدیریت ریسک در اقتصاد مالی، ریسک مترتب بر سبد دارایی در زمان - مقیاس های مختلف ارزیابی می‌شود که می‌تواند از فواصل زمانی بسیار کوچک در حد دقایق تا زمان - مقیاس های بزرگ‌تر نظیر روزها و یا حتی ماه‌ها تغییر یابد. اهمیت این موضوع را می‌توان در این سؤال جستجو نمود که آیا همبستگی یا کوواریانس میان بازار نقدی و آتی در بلندمدت و کوتاه‌مدت یکسان خواهند بود. متعاقباً می‌توان این سؤال را نیز مطرح کرد که آیا نسبت بهینه پوشش ریسک^۱ در کوتاه‌مدت و بلندمدت یکسان هستند. در پاسخ به سؤالات فوق آن‌گونه که مطالعه لی (1999) نشان می‌دهد، با در نظر گرفتن ماهیت تغییرپذیری کوواریانس در طول زمان در بسیاری از بازارهای مالی، فرض کلاسیک عدم تغییر نسبت بهینه پوشش ریسک در طول زمان به نظر نامناسب می‌آید.

اما برای تخمین چنین نسبت پوشش ریسکی، مطالعات اولیه به‌سادگی از شیب معادله رگرسیونی تغییرات قیمت نقدی بر روی تغییرات قیمت آتی به روش حداقل مربعات معمولی اکتفا نمودند. برخی از مطالعات نیز مانند مطالعه کُرُنر و سولتان (1993)، لی یِن و لو (1994) و موسچینی و میرز (2002) برای بهبود از مدل‌های ARCH و GARCH استفاده کردند. حال آنکه اگرچه این مطالعات در تحلیل ویژگی‌های همبستگی و کوواریانس (بین قیمت‌های آتی و نقدی) متغیر در طول زمان موفق بوده‌اند، اما صرفاً برخی از مطالعات مذکور آنچه در این مقاله ایده اصلی در مسئله پوشش ریسک است را در نظر گرفته‌اند. از طرفی تعداد زیادی از مطالعات انجام‌شده

1. Optimal Hedge Ratio



بر روی ایده‌ای مشابه ایده مورد نظر این مقاله تمرکز داشته و با استفاده از روش‌های مختلف، راهبردهای پوشش ریسک را به صورت چنددوره‌ای (در دوره‌های زمانی مختلف) مورد بررسی قرار داده‌اند. مطالعاتی نظیر مطالعه هوارد و آنتونیو (1991)، لی یین و لو (1993,1994)، گِپرت (1995) و لی یین و ویلسن (2001) از این دسته‌اند. هدف اصلی مقاله حاضر معرفی و به‌کارگیری رویکرد تبدیل مویک، برای بررسی و تحلیل رابطه بین قیمت‌های آتی و نقدی از نظر کوواریانس (همبستگی) و همچنین برآورد نسبت بهینه پوشش ریسک در زمان - مقیاس‌های مختلف است. کاربردهای متعددی از رویکرد مویک اخیراً در ادبیات اقتصادی و مالی ورود کرده است و به لطف آن پنجره‌ای نو برای تحلیل و بررسی پدیده‌های اقتصادی و مالی به وجود آمده است. از جمله مطالعات انجام شده و کاربردهای مورد استفاده که می‌توان اشاره کرد، عبارتند از: بررسی داده‌های مربوط به ارز با استفاده از دیکشنری‌های مویکی توسط رمزی و ژانگ (1997)، تجزیه و تحلیل رفتار قیمتی کالا توسط دیویدسون و همکارانش (1998)، تجزیه رابطه اقتصادی میان درآمد و هزینه توسط رمزی و لامپارت (1998)، ناکارایی بازار سهام توسط پن و وانگ (1998)، خواص مقیاس در مورد فراریت نرخ ارز توسط گنکی و همکارانش (2001)، و ریسک سیستماتیک (بتای دارایی) در مدل قیمت‌گذاری دارایی سرمایه‌ای توسط گنکی و همکارانش (2003).

در این مقاله ما در پی به‌کارگیری یک روش متفاوت برای بررسی رابطه میان قیمت‌های آتی و نقدی در قیاس با مطالعات قبلی انجام شده در این حوزه هستیم. لذا با به‌کارگیری رویکرد مویک، ابتدا داده‌های سری زمانی مربوط به بازدهی بازارهای نقدی و آتی سکه طلا را به سری‌های زمانی در زمان - مقیاس‌های مختلف تجزیه کرده و سپس با استفاده از داده‌های تجزیه شده در هر زمان - مقیاس به بررسی رابطه بین دو بازار نقدی و آتی و برآورد نسبت پوشش ریسک می‌پردازیم. به‌کارگیری رویکرد مویک برای بررسی این موضوع حداقل دارای سه ویژگی برجسته است.

اولاً، اصلی‌ترین ویژگی و مزیت به‌کارگیری تبدیل مویک امکان تجزیه داده‌ها به زمان - مقیاس‌های مختلف (افق‌های زمانی مختلف) است. با در نظر گرفتن اینکه





بخش بزرگی از فعالان بازارهای نقدی و آتی در مقیاس‌های زمانی متفاوتی اقدام به تصمیم‌گیری می‌کنند، می‌توان اعمال و تصمیمات اتخاذی معامله‌گران بازار را دقیقه به دقیقه، ساعت به ساعت، روز به روز، ماه به ماه و حتی سال به سال مورد ملاحظه و بررسی قرار داد. درحقیقت، با توجه به افق‌های زمانی متفاوت تصمیم‌گیری میان معامله‌گران و فعالان بازار، رابطه میان بازارهای نقدی و آتی نیز باید براساس ساختار داده‌ها در زمان - مقیاس‌های مختلف متناسب با افق‌های زمانی متفاوت تصمیم‌گیری فعالان بررسی شود. اقتصاددانان و تحلیل‌گران مالی از مدت‌ها قبل دوره‌های زمانی مختلف در تصمیم‌گیری را به‌رسمیت شناخته‌اند؛ این درحالی است که مطالعات و تحلیل‌های مالی و اقتصادی حداکثر به دو دوره زمانی کوتاه‌مدت و بلندمدت محدود شده‌اند، که علت این امر نیز فقدان ابزارهای تحلیلی مناسب برای تجزیه داده‌ها به بیش از دو مقیاس زمانی است. با این حال، برخلاف مطالعات قبلی، این مطالعه با استفاده از تبدیل موجک به تجزیه و تحلیل رابطه میان قیمت‌های بازار نقدی و آتی سکه طلا در زمان - مقیاس‌های مختلف پرداخته و بر همین اساس نسبت بهینه پوشش ریسک را نیز در زمان - مقیاس‌های مختلف و متعدد برآورد می‌کند.

ثانیاً، کوواریانس برآوردشده توسط تبدیل موجک، کوواریانس تجزیه‌شده میان دو فرایند تصادفی در زمان - مقیاس‌های مختلف است، به‌طوری‌که کوواریانس موجک در هر زمان - مقیاس مشخص، نشان‌دهنده سهمی از کوواریانس میان دو متغیر تصادفی است. این ویژگی موجک اجازه می‌دهد تا ما به بررسی کوواریانس و همبستگی میان دو متغیر تصادفی در زمان - مقیاس‌های مختلف بپردازیم.

ثالثاً، آخرین ویژگی تجزیه و تحلیل موجک، فائق آمدن بر مشکلاتی است که در برآورد متعارف نسبت پوشش ریسک وجود دارد. توجه داشته باشید که برآورد متعارف نسبت پوشش ریسک با مسائلی از این دست مواجه است: این برآوردگر در افق‌های زمانی بلندمدت زمانی که از داده‌های ماهانه، فصلی و سالانه استفاده می‌شود به دلیل تعداد بسیار کم و انگشت‌شمار مشاهدات مستقل نامعتبر است (گِپرت، ۱۹۹۵)، محاسبات برای استخراج نسبت پوشش ریسک در افق‌های زمانی بلندمدت سنگین و دشوار است و همچنین برای برآورد نسبت پوشش ریسک نیاز به اعمال

فروض خاصی در مورد تابع توزیع جزء اخلال در مدل وجود دارد که خود می‌تواند سبب به دست آوردن نتایج غیردقیق و نادرست شود (لین و ویلسون، ۲۰۰۱). به کارگیری رویکرد مویک از طریق تجزیه سری زمانی در زمان - مقیاس های مختلف و ارائه یک روش ناپارامتریک^۱ ما را قادر به غلبه بر این موانع می‌سازد.

همان‌طور که اشاره شد، آنچه در این مقاله مورد بررسی قرار خواهد گرفت این است که برای افراد با درجات ریسک‌گریزی متفاوت نسبت پوشش ریسک بهینه در زمان - مقیاس های مختلف چه میزان بوده و اینکه این نسبت با توجه به درجه ریسک‌گریزی افراد چه مطلوبیتی را برای آنها دربر خواهد داشت. برای انجام این کار با استفاده از روش تجزیه و تحلیل مویک ابتدا رابطه بین بازار آتی و نقدی در زمان - مقیاس های مختلف بررسی و سپس نسبت پوشش ریسک در زمان - مقیاس های مختلف تخمین زده می‌شود. فرضیه‌هایی که در این مقاله مورد بررسی قرار می‌گیرند، به شرح زیر است:

۱. همبستگی بین بازارهای آتی و نقدی سکه بهار آزادی در زمان - مقیاس های بزرگ‌تر، افزایش می‌یابد.

۲. مطلوبیت حاصل از استراتژی‌های پوشش ریسک با تغییر زمان - مقیاس و همچنین با تغییر درجه ریسک‌گریزی افراد دچار تغییر می‌شود.

در ادامه، در بخش دوم مروری اجمالی بر مفهوم نسبت پوشش ریسک و نحوه برآورد آن می‌کنیم. سپس در بخش سوم رویکرد تجزیه و تحلیل مویک را تشریح می‌کنیم. در بخش چهارم داده‌ها و نتایج تجربی حاصل از این مقاله بیان می‌شود و در نهایت در بخش پنجم جمع‌بندی و نتیجه‌گیری ارائه خواهد شد.

۲. برآورد نسبت بهینه پوشش ریسک

مفهوم اصلی پوشش ریسک، به کارگیری قراردادهای آتی و ترکیب آن با دارایی‌های نقدی در سبد دارایی‌ها^۲ برای کاهش و یا از بین بردن ریسک ناشی از نوسانات



1. Nonparametric

2. Portfolio

قیمتی است. به طور کلی در مباحث اقتصاد مالی، مدیریت ریسک سبد دارایی به عنوان یک رکن اساسی همواره مورد توجه بوده است. یکی از راه‌های کنترل ریسک ناشی از نوسانات نامطلوب قیمت دارایی‌ها، تشکیل سبدهای دارایی‌ها است که در آن از قراردادهای آتی برای پوشش ریسک استفاده می‌شود. برای این منظور باید قراردادهای آتی به لحاظ موقعیت خرید یا فروش عکس موقعیت‌های نقدی باشند. لذا اگر در سبد دارایی‌ها در بخش نقدی موقعیت خرید داشته باشیم با اخذ موقعیت فروش در قراردادهای آتی سبد را پوشش ریسک می‌دهیم.

برای این منظور در شرایط افراطی به اندازه تمام موقعیت‌های خرید نقدی یا تمام دارایی نقدی موجود در سبد، موقعیت فروش قرارداد آتی اتخاذ می‌شود. این درحالی است که واقعاً برای کاهش دادن ریسک به سطح مطلوب و بهینه حتماً نیازی به حالت افراطی فوق نبوده و می‌توان با تعداد کمتری از موقعیت‌های فروش آتی نیز به نتیجه دلخواه رسید. از این رو نسبت تعداد موقعیت‌های آتی به کارگرفته شده برای پوشش ریسک به تعداد موقعیت‌های نقدی موجود در سبد دارایی را نسبت پوشش ریسک^۱ نامند و موضوع اصلی در مباحث تئوریک، تعیین مقدار بهینه نسبت پوشش ریسک است؛ بنابراین همان‌طور که گفته شد، مفهوم بنیادین در پوشش ریسک، ساختن ترکیبی از موقعیت‌های سرمایه‌گذاری در بازار معاملات آتی و بازار نقدی است که منجر به ایجاد یک سبد دارایی (سبد پوشش ریسک) می‌شود و هدف اصلی، استخراج نسبت پوشش ریسکی است که منجر به کاهش نوسانات ارزش این سبد دارایی و در واقع ریسک سرمایه‌گذاری می‌شود.

به طور مشخص یک سبد دارایی را در نظر می‌گیریم که شامل C_s واحد موقعیت خرید در بازار نقدی و C_f واحد موقعیت فروش (معکوس) در بازار آتی است. از آنجا که قراردادهای آتی در راستای کاهش ریسک ناشی از نوسانات قیمت موقعیت‌های خرید نقدی اتخاذ شده‌اند، با یک سبد دارایی پوشش ریسک مواجه هستیم. لذا اگر F_t قیمت آتی در زمان t و S_t قیمت نقدی در زمان t باشد، بازدهی این سبد دارایی را با R_h نمایش می‌دهیم و برابر است با:

1. Hedge Ratio



(۱)

$$R_h = \frac{C_s S_t R_s - C_f F_t R_f}{C_s S_t} = R_s - h R_f$$

که در آن $R_s = \ln(S_t/S_{t-1})$ بازدهی یک دوره‌ای موقعیت معاملاتی نقدی و همچنین $R_f = \ln(F_t/F_{t-1})$ بازدهی مربوط به موقعیت تعهدی آتی برای همان دوره زمانی است. علاوه بر این در رابطه فوق $h = C_f F_t / C_s S_t$ است که همان نسبت پوشش ریسک می‌باشد.

یک رویکرد دیگر برای محاسبه نسبت پوشش ریسک، محاسبه آن براساس تغییرات قیمت (سود) موقعیت‌های نقدی و آتی به‌جای استفاده از بازده موقعیت‌های نقدی و آتی است. در این صورت، تغییرات ارزش سبد پوشش ریسک و نسبت پوشش ریسک به‌شکل زیر محاسبه می‌شوند:

(۲)

$$\Delta V_H = C_s \Delta S_t - C_f \Delta F_t$$

که در اینجا نسبت پوشش ریسک H به‌صورت زیر است:

(۳)

$$H = \frac{C_f}{C_s}$$

همان‌طور که اشاره شد، هدف اصلی استخراج نسبت بهینه پوشش ریسک (h یا H) است، که برای محاسبه آن، نسبت پوشش ریسک با توجه به تابع هدف مورد استفاده بهینه‌یابی می‌شود. در راستای بهینه‌یابی نسبت پوشش ریسک، مدل‌های مختلفی به لحاظ نظری ارائه شده است که برخی از آنها صرفاً به‌دنبال کاهش ریسک سبد دارای بوده و از این‌رو به‌دنبال حداقل کردن واریانس بازدهی (تغییرات ارزش) سبد دارایی (به‌عنوان معیار ریسک) هستند. معیار ریسک در رویکرد حداقل‌کننده ریسک در ادبیات موضوع در ساده‌ترین حالت واریانس بوده و گاهی معیارهای دیگری نظیر شبه‌واریانس تعمیم‌یافته^۱ نیز به‌عنوان معیار ریسک به‌کار رفته‌اند. از طرفی تابع هدف می‌تواند در چارچوب بازده - ریسک^۲ انتخاب شود، بدین معنا که علاوه بر ریسک سبد، در هنگام بهینه‌یابی بازدهی سبد دارایی نیز لحاظ شود. مدل‌های متعددی در حوزه نظری با

برآورد نسبت بهینه پوشش ریسک در زمان - مقیاس های مختلف: رویکرد تجزیه و تحلیل موجک اسدالله فرزین‌وش، امید فرمان‌ارا و شاپور محمدی



1. Generalized Semi Variance

2. Mean-Variance

رویکرد بازده - ریسک استفاده شده‌اند که از این دست می‌توان به مدل حداکثرکننده نسبت شارپ^۱ یا حداکثرکننده مطلوبیت^۲ اشاره کرد.

ابتدا نسبت پوشش ریسک حداقل‌کننده واریانس^۳ (MV) که ساده‌ترین و از طرفی کاربردی‌ترین نسبت بهینه پوشش ریسک در ادبیات موضوع بوده است را ارائه می‌کنیم. نسبت پوشش ریسک حداقل‌کننده واریانس (MV)، از حداقل نمودن ریسک سبد دارایی به دست می‌آید، به طوری که معیار ریسک را واریانس بازدهی سبد دارایی لحاظ می‌کنیم و لذا خواهیم داشت (جانسون ۱۹۶۰):

$$Var(R_h) = Var(R_s) + h^2 Var(R_f) - 2h Cov(R_s, R_f)$$

که با حداقل نمودن مقدار واریانس بازدهی سبد دارایی به عنوان معیار ریسک سبد پوشش ریسک، به نسبت پوشش ریسک حداقل‌کننده واریانس (MV)، h^* دست خواهیم یافت:

$$h^* = \frac{Cov(R_s, R_f)}{Var(R_f)} = \rho \frac{\sigma_s}{\sigma_f}$$

که در آن ρ ضریب همبستگی بین R_s و R_f بوده و همچنین σ_s انحراف معیار R_s و σ_f انحراف معیار R_f می‌باشد.

از سوی دیگر می‌توان نسبت پوشش ریسک حداقل‌کننده واریانس (MV) را از حداقل نمودن واریانس تغییرات در ارزش سبد دارایی به دست آورد، یعنی:

$$Var(\Delta V_H) = C_s^2 Var(\Delta S) + C_f^2 Var(\Delta F) - 2C_s C_f Cov(\Delta S, \Delta F)$$

که با حداقل نمودن مقدار واریانس به عنوان معیار ریسک سبد پوشش ریسک، به نسبت پوشش ریسک حداقل‌کننده واریانس (MV)، H^* دست خواهیم یافت.

$$H^* = \frac{C_f}{C_s} = \frac{Cov(\Delta S, \Delta F)}{Var(\Delta F)}$$

-
1. Sharpe Ratio
 2. Utility Maximizing
 3. Minimum Variance Hedge Ratio



اما آنچه در این مقاله به عنوان تابع هدف لحاظ می شود، تابع مطلوبیت زیر به عنوان تابع بازدهی - ریسک برای استخراج نسبت بهینه پوشش ریسک است (هسین، کولی ۱۹۹۴).

(۸)

$$\max_{C_f} V(E(R_h), \sigma_h; A) = E(R_h) - 0.5A\sigma_h^2$$

که در آن A پارامتر ریسک‌گریزی فرد و R_h و σ_h^2 به ترتیب بازده و واریانس بازده سبد پوشش ریسک می‌باشند. نسبت پوشش ریسک حاصل از بهینه‌یابی براساس تابع مطلوبیت مذکور به صورت زیر محاسبه می‌شود:

(۹)

$$h^* = - \left[\frac{E(R_f)}{A\sigma_f^2} - \rho \frac{\sigma_s}{\sigma_f} \right] = \frac{-E(R_f) + A\sigma_s \rho}{A\sigma_f^2}$$

روش‌های مختلفی در چارچوب بازده - ریسک وجود دارد، که به عنوان مثال به یکی از ساده‌ترین و متداول‌ترین آنها یعنی نسبت شارپ^۱ اشاره می‌شود. اما علت انتخاب تابع مطلوبیت فوق به عنوان تابع هدف در این مقاله آن است که با لحاظ نمودن ریسک و بازده سبد دارایی در کنار یکدیگر و همچنین داشتن پارامتر ریسک‌گریزی در این تابع می‌توان به یک مدل جامع و انعطاف‌پذیر برای برآورد نسبت پوشش ریسک رسید، که امکان تحلیل حساسیت نسبت به درجه ریسک‌گریزی سرمایه‌گذاران را نیز دارد.

نسبت شارپ یکی از نسبت‌های پوشش ریسکی است که بازده سبد دارایی را نیز در تقابل با ریسک در استراتژی پوشش ریسک در نظر می‌گیرد و در واقع متعلق به رویکرد بازده - ریسک است. استخراج نسبت بهینه پوشش ریسک با استفاده از نسبت شارپ با حداکثرسازی این نسبت حاصل می‌شود. (Howard & D'Antonio, 1984)

1984)

(۱۰)

$$\max_{C_f} \theta = \frac{E(R_h) - R_F}{\sigma_h}$$

که در آن R_F نرخ بهره بدون ریسک^۲ و σ_h انحراف معیار بازدهی سبد دارایی



1. Sharpe Hedge Ratio
2. Risk Free Interest Rate

می باشد. این نسبت هم عایدی و هم ریسک را به صورت مستقیم در نظر گرفته و با حداکثرسازی آن می توان به نسبت بهینه پوشش ریسک دست یافت. یعنی برای استخراج نسبت بهینه پوشش ریسک کافی است که از θ نسبت به C_f مشتق گرفته و آن را برابر صفر قرار دهیم.

لذا پس از انتخاب تابع هدف و در واقع تعیین مدل اصلی برای محاسبه نسبت بهینه پوشش ریسک و بهینه یابی تابع مذکور، می توان با استفاده از رابطه های محاسباتی استخراج شده همانند روابط فوق برای دو مدل حداقل واریانس یا حداکثر مطلوبیت، نسبت بهینه پوشش ریسک را مورد برآورد قرار داد.

در ادبیات موجود برای تعیین بهترین روش برآورد نسبت های پوشش ریسک از معیار درجه کارایی پوشش ریسک^۱ استفاده شده است که بر مبنای میزان کاهش واریانس سبد دارایی در اثر پوشش ریسک اندازه گیری می شود. لذا درجه کارایی پوشش ریسک مبنی بر کاهش واریانس تغییرات قیمت سبد دارایی می تواند به صورت زیر بیان شود:

(۱۱)

$$EH = \frac{\text{Var}(R_s) - \text{var}(R_h)}{\text{Var}(R_s)} = 1 - \frac{\text{Var}(R_h)}{\text{Var}(R_s)} = \rho_{sf}^2$$

در این مقاله نیز درجه کارایی پوشش ریسک برای استراتژی های پوشش ریسک در زمان - مقیاس های مختلف، از همین رابطه محاسبه می شود. علاوه بر این برای بررسی بهتر و دقیق تر کارایی استراتژی های پوشش ریسک، یک شبیه سازی از طریق اندازه گیری میزان مطلوبیت اکتسابی از سبد پوشش ریسک صورت می گیرد که کارایی استراتژی های پوشش ریسک در افق های زمانی مختلف را با لحاظ تغییر در درجات ریسک گریزی سرمایه گذاران ارائه می نماید. در بخش بعدی، برای آشنایی و معرفی روش به کاررفته در این مقاله، توضیحاتی در مورد رویکرد تجزیه و تحلیل موجهک بیان می شود و سپس نتایج تجربی به دست آمده را ارائه می نمایم.

۳. رویکرد تجزیه و تحلیل موجهک

همان گونه که قبلاً نیز اشاره شد، بازارهای نقدی و آتی متشکل از تعداد زیادی از

معامله‌گران و فعالان هستند که دارای طیف گسترده‌ای از افق‌های سرمایه‌گذاری می‌باشند. لذا نیاز به امکان بررسی و تحلیل رابطه بین این دو بازار در زمان - مقیاس‌های مختلف امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر به نظر می‌رسد. در این راستا رویکرد تجزیه و تحلیل موجک به عنوان یک ابزار کاملاً مناسب و بسیار کاربردی ما را در رسیدن به این هدف یاری می‌رساند.

موجک یک ابزار ریاضی قدرتمند و به‌طور نسبی جدید در حوزه پردازش سیگنال^۱ است که همانند رویکرد سنتی بسط فوریه یا تبدیل فوریه^۲ به تبدیل سیگنال به مجموعه‌ای از اجزای متعامد می‌پردازد. این اجزاء متعامد در تبدیل فوریه همان توابع سینوس و کسینوس، و در تبدیل موجک، موجک‌ها (توابع پایه) می‌باشند. نظریه فوریه به‌طور ساده بیان می‌کند که یک سیگنال می‌تواند به شکل مجموعی محدود از توابع سینوس و کسینوس نمایش داده شود، اما بزرگ‌ترین عیب تبدیل فوریه آن است که تنها توانایی تفکیک‌پذیری به لحاظ فرکانسی را دارد و امکان تفکیک‌پذیری زمانی در آن وجود ندارد. لذا اگرچه در بعد فرکانس قادر است کلیه فرکانس‌های موجود در یک سیگنال را مشخص کند، اما نمی‌تواند تعیین کند که هر یک در چه زمانی قرار دارند.

برای از بین بردن این نقیصه طی دهه‌های گذشته راه‌های مختلفی ارائه شده است که هر یک تا حدی سعی کردند تا توانایی تجزیه در هر دو دامنه زمانی و فرکانسی را داشته باشند. ایده اصلی تجزیه در دو بعد زمان - فرکانس به‌طور هم‌زمان آن است که بتوان سیگنال دلخواهی را به بخش‌های متعددی تجزیه و سپس هر بخش را به‌طور جداگانه تحلیل نمود. بدیهی است که تجزیه و تحلیل سیگنال به این روش اطلاعات بیشتری در خصوص سیگنال و اینکه فرکانس‌های مختلف در چه زمانی و در کجا قرار دارند را در اختیار قرار می‌دهد. تفاوت اصلی میان دو رویکرد سنتی فوریه و رویکرد موجک در آن است که تبدیل موجک قادر به تجزیه و تحلیل ویژگی‌های رفتار موضعی^۳ تابع می‌باشد، درحالی‌که تبدیل فوریه

-
1. Signal Processing
 2. Fourier Transform (Fourier Expansion)
 3. Local Behavior





ویژگی‌های رفتار سراسری^۱ تابع را بررسی می‌کند. اگرچه تبدیل فوریه و تبدیل موجک دو رویکرد متقابل نسبت به یکدیگر هستند، هرکدام برای کاربردهای خاصی در مطالعات مناسب می‌باشند. از آنجاکه موجک‌ها توانایی ویژه‌ای در تجزیه و تحلیل پدیده‌ها هم در زمان و هم در مقیاس‌های مختلف را دارند و برای مطالعه طیف وسیعی از داده‌ها و سری‌های زمانی مناسب هستند، در این مقاله نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند. در قیاس با تبدیل فوریه، تجزیه موجک دارای مزیت‌های متعددی است. از جمله اولاً، رویکرد موجک توانایی کار با داده‌های نامانرا دارد؛ ثانیاً، امکان بررسی موضعی و تمرکز در هر نقطه خاص از زمان را دارد؛ و در نهایت و از همه مهم‌تر برای رسیدن به هدف این مقاله، به ما اجازه تحلیل در نمایش‌های^۲ مختلف از سری زمانی را با استفاده از تجزیه در زمان - مقیاس‌های مختلف می‌دهد (گنکی، سلکاک و ویتچر ۲۰۰۲).

درواقع تجزیه و تحلیل موجک راه‌حلی است که بر مشکلات و نواقص تبدیل فوریه آن هم مشخصاً در خصوص برش دادن سیگنال در مقاطع زمانی مختلف فائق آمده و با استفاده از پنجره مدوله کاملاً مقیاس‌پذیر^۳ مشکل برش سیگنال را حل می‌کند. به طوری که پنجره مورد نظر در طول سیگنال جابه‌جا شده و برای هر موقعیت مشخصی، طیف فرکانس‌های مختلف موجود محاسبه می‌شود. سپس این فرایند بارها و بارها با پنجره‌ای کمی بزرگ‌تر (یا کوچک‌تر) برای هر سیکل جدیدی تکرار می‌شود. در پایان، نتیجه یک مجموعه از نمایش‌های زمان - فرکانس^۴ از سیگنال است، به طوری که هرکدام دارای درجه وضوح و تفکیک‌پذیری^۵ متفاوتی هستند. به دلیل وجود چنین مجموعه‌ای از نمایش‌ها، تجزیه و تحلیل موجک را یک تجزیه و تحلیل چندنمایشی^۶ می‌دانیم و به طور معمول در تبدیل موجک به جای

1. Global Behavior
2. Resolutions
3. Fully Scalable Modulated Window
4. Time-Frequency Representations
5. Resolution
6. MultiResolution

نمایش‌های زمان - فرکانس از نمایش‌های زمان - مقیاس یاد می‌کنیم، زیرا لفظ فرکانس در تبدیل فوریه مصطلح است.

توضیحات فوق را با ذکر یک مثال ساده ملموس‌تر و واضح‌تر می‌کنیم. فرض کنید در مقابل خود یک جنگل انبوه از درختان گوناگون برای بررسی و تحلیل داریم، که در واقع حکم همان سیگنال (سری زمانی) مورد بررسی را دارد. پنجره یادشده در توضیحات فوق مانند یک دوربین قابل تنظیم است که با حرکت بر بخش‌های مختلف از جنگل قادر است نمایش‌های مختلفی از جنگل را با وضوح و تفکیک‌پذیری مختلف ارائه دهد. لذا منظور از مقیاس‌های بزرگ در تحلیل، تصاویر بزرگ با دید کلان مانند نگاه کردن به کل جنگل و منظور از مقیاس‌های کوچک، تصاویر کوچک همراه با جزئیات مانند نگاه کردن به بخش خاصی از جنگل یا حتی یک درخت مشخص است. به عبارت دیگر در حالت نخست تحلیل داده‌های با فرکانس پایین (در تصویر بزرگ) و در حالت دوم تحلیل داده‌های با فرکانس بالا (در تصویر کوچک) صورت می‌پذیرد. بنابراین می‌توان گفت حرکت از مقیاس بزرگ به مقیاس کوچک همانند تمرکز کردن^۱ با دوربین است.

همان‌گونه که اشاره شد، تبدیل موجک با استفاده از توابع پایه یا همان موجک‌ها به دنبال تحلیل تابع در مقیاس‌های معین است. موجک‌ها به دو موجک پدر و مادر تقسیم می‌شوند، موجک پدر با $\phi(t)$ و موجک مادر با $\psi(t)$ نمایش داده می‌شوند. این موجک‌ها صرفاً تابعی از زمان هستند، به طوری که موجک پدر نشان‌دهنده روند اصلی هموار^۲ در تابع یا سری زمانی مورد بررسی بوده و موجک مادر برای نمایش هر نوع انحراف از روندها مورد استفاده قرار می‌گیرد. تبدیل موجک با استفاده از موجک مادر به عنوان تابع پایه به بررسی و تحلیل ویژگی‌های موضعی در بعد زمان و همچنین بعد فرکانس می‌پردازد. نتایج حاصل از به‌کارگیری رویکرد موجک حاکی از آن است که این رویکرد در به‌کارگیری داده‌های زمانی و مشاهدات با فرکانس پایین و بالا دارای تفکیک‌پذیری مناسبی است و رویکرد موجک به‌خوبی خود را برای تحلیل ویژگی‌های داده‌ها در یک طیف وسیع از



1. Zooming
2. Smooth Baseline Trend

فرکانس‌ها وفق می‌دهد. تجزیه و تحلیل موجک را می‌توان در دو حالت کلی پیوسته و گسسته انجام داد. ابتدا به تشریح تبدیل موجک پیوسته^۱ (CWT) می‌پردازیم و سپس در مورد تبدیل موجک گسسته^۲ (DWT) توضیحاتی را ارائه می‌دهیم. تبدیل موجک پیوسته (CWT) تابعی است دو متغیره $W(u,s)$ و از تصویر و نگاشت ساده تابع دلخواه $x(t)$ بر روی یک تابع موجک خاص ψ از طریق رابطه زیر به دست می‌آید:

(۱۲)

$$W(u,s) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t)\psi_{u,s}(t) dt$$

به طوری که در آن $\psi_{u,s}(t)$ به قرار زیر است:

(۱۳)

$$\psi_{u,s}(t) = \frac{1}{\sqrt{s}} \psi\left(\frac{t-u}{s}\right)$$

در واقع این رابطه نشان می‌دهد که چگونه یک تابع دلخواه مانند $x(t)$ با استفاده از تبدیل موجک به مجموعه‌ای از توابع پایه (موجک‌ها) تجزیه می‌شود. پارامترهای u و s ، به ترتیب پارامترهای جابه‌جایی (انتقال) و اتساع (مقیاس)^۳ هستند، به طوری که از طریق پارامتر u موجک در طول سیگنال مورد بررسی جابه‌جا و از طریق پارامتر s نسبت به نسخه اولیه تابع موجک اتساع می‌یابد. بنابراین اگرچه تابع اولیه موجک صرفاً تابعی از زمان است، ولی ضرایب موجک حاصل شده تابعی از این دو پارامتر مکان و مقیاس خواهند بود. از آنجاکه رابطه فوق یک نوع نگاشت است، انتظار بر آن است که ضرایب موجک بزرگ زمانی حاصل شود که تابع دلخواه و موجک خاص به کار گرفته شده از نظر شکل ظاهری به یکدیگر شبیه باشند. در نهایت با استفاده از نسخه‌های اتساع یافته و جابه‌جایی موجک مادر در طول سیگنال مورد بررسی یا داده‌های سری زمانی مورد نظر، ساختار پیچیده موجود در تابع دلخواه اولیه را به اجزاء ساده‌تری می‌شکنیم که اصطلاحاً به این عمل تجزیه یا تجزیه و تحلیل^۴ تابع می‌گویند. لذا تجزیه و تحلیل موجک خرد کردن و تجزیه کردن یک سری زمانی به اجزاء ساده‌تری است که هرکدام از این اجزاء دارای ویژگی‌های

1. Continuous Wavelet Transform
2. Discrete Wavelet Transform
3. Translation and Dilation
4. Analysing or Decomposing



مکان و مقیاس مخصوص به خود است و از آنجاکه جابه‌جایی در طول سری زمانی در واقع همان انتقال زمانی است، تبدیل موجک، سری زمانی اولیه را به سری‌های زمانی در زمان - مقیاس‌های مختلف تجزیه می‌کند.

همان‌طور که قبلاً نیز اشاره شد، تبدیل موجک پیوسته (CWT)، یک تابع از زمان است که با استفاده از دو پارامتر مقیاس و مکان می‌تواند حاوی میزان بالایی از اطلاعات در هنگام تجزیه و تحلیل داده‌ها باشد. به‌ویژه اطلاعات کافی برای تشخیص و یافتن جهش‌ها و از هم‌گسستگی‌های موجود در نمونه را به‌آسانی در اختیار می‌گذارد. لذا همان‌طور که گفته شد، موجک امکان تمرکز بر روی جهش‌ها، برجستگی‌ها و نقاط تکین^۱ را فراهم می‌کند و در فراوانی‌های پایین (فرکانس‌های کم)، تمرکز بر همواری‌های سری و تناوب آن امکان‌پذیر می‌شود (عباسی‌نژاد و محمدی ۱۳۸۴).

اطلاعات کافی برای شناسایی چنین ویژگی‌هایی از سری زمانی در صورت وجود حتی با قسمتی از تبدیل موجک پیوسته (CWT) نیز در اختیار خواهد بود، بنابراین می‌توان عمل تجزیه را از یک تبدیل پیوسته با پارامترهای مکان و زمان به یک تبدیل با تعداد محدودتری از مقیاس‌های زمانی همراه با تعداد متفاوت از ضرایب موجک در هر مقیاس تعدیل کرد. در واقع این همان تبدیل گسسته موجک (DWT) است. اگرچه تبدیل موجک گسسته را می‌توان بدون ارجاع به تبدیل موجک پیوسته نیز استخراج کرد، ولی می‌توان آن را شکل گسسته‌ای از تبدیل موجک در حالت پیوسته از طریق نمونه‌برداری خاص ضرایب موجک دانست. این نمونه‌برداری خاص^۲ از تبدیل موجک پیوسته از طریق پارامترهای u و s که به ترتیب پارامترهای جابه‌جایی (انتقال) و اتساع (مقیاس) هستند، به صورت زیر شکل می‌گیرد:

(۱۴)

$$s = 2^j \quad , \quad u = k2^j$$

که در آن k و j اعداد صحیحی هستند که مجموعه‌ای از جابه‌جایی‌ها (انتقال‌ها) و اتساع‌های (مقیاس‌های) گسسته را نمایش می‌دهند. به عبارت دیگر این نمونه‌برداری



1. Jumps, Cusps and Singularity Points

2. Critical Sampling

خاص درجه وضوح و تفکیک پذیری حاصل از تبدیل موجک گسسته در دو بعد زمان و فرکانس (مقیاس) را تعیین می‌کند. علت اطلاق اصطلاح نمونه برداری خاص به روش فوق آن است که به حداقل تعداد ضرایب نمونه برداری شده از تبدیل موجک پیوسته اشاره کنیم که برای تضمین اخذ تمامی اطلاعات موجود در سری زمانی (تابع اصلی) در قالب ضرایب موجک نیاز است (گنکی، سلکاک و ویتچر ۲۰۰۲). با تمرکز بر فرایند پیوسته، درمی‌یابیم که تبدیل موجک پیوسته بر روی تمامی نقاط موجود در طول سیگنال در دو بعد زمان و فرکانس حرکت کرده و اطلاعات را استخراج می‌کند، درحالی‌که، همان‌گونه که در رابطه زیر نیز می‌بینیم، تبدیل موجک گسسته تنها بر روی نقاط محدودی از سیگنال اعمال شده و اطلاعات را استخراج می‌کند:

(۱۵)

$$\psi_{j,k}(t) = 2^{-j/2} \psi(2^{-j}t - k)$$

به همین ترتیب برای موجک پدر نیز رابطه به شکل زیر خواهد بود:

(۱۶)

$$\phi_{j,k}(t) = 2^{-j/2} \phi(2^{-j}t - k)$$

اگر نحوه نمونه برداری به گونه‌ای باشد که همچنان برای مقیاس‌ها، دنباله‌ای از مقیاس‌های دوتایی اما برای انتقال‌ها، از انتقال‌های صحیح به جای انتقال‌های دوتایی استفاده شود، به طوری که داشته باشیم:

$$s = 2^j, \quad u = k$$

آن‌گاه در واقع از یک تبدیل موجک گسسته حداکثر همپوشانی^۱ (MODWT) استفاده کرده‌ایم.

در این مقاله برای فائق آمدن به برخی از مشکلاتی که در روش تبدیل موجک گسسته وجود دارد از تبدیل موجک گسسته حداکثر همپوشانی استفاده شده است. در واقع تبدیل موجک گسسته حداکثر همپوشانی دارای مزیت‌های متعددی نسبت به تبدیل موجک گسسته است. این روش اجازه می‌دهد تا داده‌های تجزیه شده در سطوح مختلف (در مقیاس‌های مختلف) اعم از روند و جزئیات سری زمانی با یکدیگر و با خود سری

1. Maximal Overlap DWT



زمانی اصلی به شکلی هم تراز استخراج شوند. در تبدیل موجک گسسته حداکثر همپوشانی حجم نمونه دارای هیچ نوع محدودیتی نبوده و می تواند هر اندازه دلخواهی را داشته باشد، درحالی که در تبدیل موجک گسسته ساده حجم نمونه حتماً بایستی ضریبی از 2^j باشد. بنابراین نمایش موجکی یک سیگنال (تابع) گسسته به صورت زیر خواهد بود:

$$f(t) = S_{j,k} + D_{j,k} + D_{j-1,k} + \dots + D_{1,k}$$

$$f(t) = \sum_k s_{j,k} \phi_{j,k}(t) + \sum_k d_{j,k} \psi_{j,k}(t) + \sum_k d_{j-1,k} \psi_{j-1,k}(t) + \dots + \sum_k d_{1,k} \psi_{1,k}(t)$$

که در آن J نشان دهنده تعداد مقیاس ها (سطوح^۱ تجزیه) است و k در محدوده یک تا تعداد ضرایب موجک در هر مقیاس مشخص (سطح مشخص) تعیین می شود. ضرایب $s_{j,k}, d_{j,k}, \dots, d_{1,k}$ همان ضرایب تبدیل موجک هستند، که این ضرایب به صورت زیر محاسبه می شوند:

$$s_{j,k} = \int \phi_{j,k} f(t) dt$$

$$d_{j,k} = \int \psi_{j,k} f(t) dt \quad (j = 1, 2, \dots, J)$$

مشخصاً ضرایب جزئی موجک یعنی $d_{1,k}, \dots, d_{j,k}$ همان ضرایب تبدیل موجکی هستند که قادرند نوسانات با فرکانس بالا و انحرافات از روند هموار سری زمانی در هر مقیاس را استخراج کنند. از سوی دیگر $s_{j,k}$ ارائه کننده آن دسته از ضرایب تبدیل موجکی است که روند سری زمانی را استخراج می کنند. بنابراین با هدف تجزیه سری های زمانی مربوط به بازدهی بازارهای نقدی و آتی سکه طلا و تحلیل دو بازار در افق های زمانی مختلف، به منظور استخراج نسبت پوشش ریسک براساس ویژگی های موجود در سری های زمانی تجزیه شده در هر سطح تحلیل از رویکرد تبدیل موجک استفاده می شود.

۴. داده ها و نتایج تجربی به دست آمده

در این مقاله از داده های روزانه قیمت های نقدی و آتی سکه طلای تمام بهار آزادی طرح امام (ره) ضرب سال ۸۶ استفاده شده است، به طوری که قیمت های نقدی،





قیمت‌های اخذشده از اتحادیه طلا و جواهر و قیمت‌های آتی مربوط به قیمت تسویه نزدیک‌ترین سررسید قراردادهای آتی سکه طلا مورد معامله در شرکت بورس کالای ایران است. داده‌های موردبررسی از ۵ آذرماه ۱۳۸۷ یعنی از اولین روز شروع معاملات آتی تا ۲۲ اردیبهشت ماه ۱۳۹۲ به تعداد ۱۱۴۶ قابل مشاهده می‌باشد. برای محاسبه بازده هریک از سری‌های زمانی فوق از رابطه $\ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right)$ استفاده کردیم. برای تولید سری زمانی پیوسته از قیمت قراردادهای آتی نیاز به غلطاندن^۱ موقعیت آتی از یک سررسید به سررسید بعدی در قراردادهای آتی است، لذا با رسیدن به سررسید هر قرارداد آتی برای ادامه از قیمت نزدیک‌ترین سررسید بعدی قراردادهای آتی استفاده خواهیم کرد.

در این مقاله از تبدیل موجک گسسته حداکثر همپوشانی استفاده شده است، و از میان توابع پایه موجکی مختلفی که می‌توان در این روش استفاده کرد، موجک سیملت با طول ۳ (Symmlet3) انتخاب شد و سری‌های زمانی مربوط به بازده‌های قیمت نقدی و آتی سکه طلا تا ۸ سطح^۲ تجزیه شد. انتخاب موجک مذکور و تعداد سطوح تحلیل به شکل فوق بستگی به ساختار داده‌ها و نتایج حاصل از تجزیه توسط موجک دارد. لذا با توجه به نتایج بهتر اخذشده در برآورد نسبت پوشش ریسک، درجه کارایی اندازه‌گیری شده استراتژی‌های پوشش ریسک پس از برآورد و همچنین به دلیل اینکه موجک سیملت همان موجک دابیشز اصلاح شده، اما تا حدودی مقارن‌تر است، تجزیه و تحلیل موجک گسسته حداکثر همپوشانی با ۱۱۴۶ داده با موجک سیملت ۳ و تا ۸ زمان - مقیاس مختلف صورت پذیرفت.

همان‌طورکه در جداول، نمودارها و نتایج ارائه شده در این بخش خواهیم دید، ضرایب جزئی موجک برآوردشده در هریک از سطوح تحلیل را با d_1, d_2, \dots, d_8 نمایش می‌دهیم، به طوری که d_1 معادل افق زمانی یک تا دو روز، d_2 معادل افق زمانی دو تا چهار روز است و به همین ترتیب در سطوح بالاتر، مقیاس تحلیل به شکل ضریبی از دو افزایش می‌یابد تا در سطح هشتم یعنی d_8 افق زمانی ۱۲۸ تا

1. Roll Over

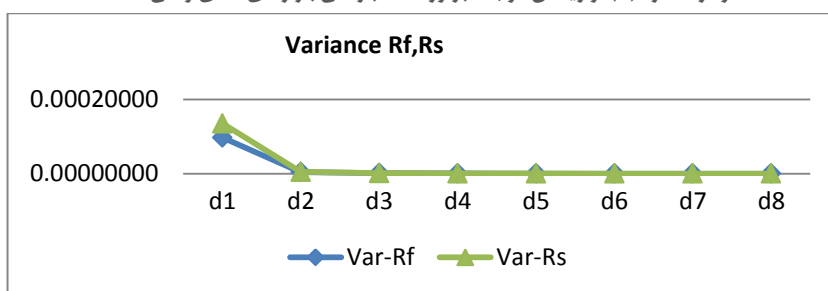
2. Level



۲۵۶ روز را داشته باشیم. لذا نسبت بهینه پوشش ریسک حداقل واریانس و درجه کارایی پوشش ریسک در زمان - مقیاس های مختلف از سطح ۱ (معادل افق زمانی یک تا دو روز) تا سطح ۸ (معادل افق زمانی ۱۲۸ تا ۲۵۶ روز) را با استفاده از واریانس و کوواریانس به دست آمده از سری های تجزیه شده از تبدیل موجک گسسته حداکثر همپوشانی به دست می آوریم.

به عبارت دیگر برای دستیابی به هدف اصلی مقاله، نسبت بهینه پوشش ریسک در زمان - مقیاس های مختلف براساس سری های زمانی تجزیه شده توسط تبدیل موجک و براساس ویژگی های این سری ها در هر زمان - مقیاس مشخص برآورد می شود، به طوری که هر افق زمانی دارای نسبت پوشش ریسک مختص به خود است. در راستای این امر و برای برآورد نسبت بهینه پوشش ریسک، ابتدا لازم است واریانس هریک از سری های زمانی مربوط به بازدهی بازارهای نقدی و آتی و همچنین کوواریانس بین بازدهی دو بازار نقدی و آتی در زمان - مقیاس های مختلف محاسبه شود. علاوه بر این همبستگی میان بازدهی دو بازار نقدی و آتی سکه طلا نیز براساس داده های تجزیه شده در زمان - مقیاس های مختلف بررسی می شود. ویژگی اصلی رویکرد موجک توانایی آن در تجزیه و آنالیز واریانس مربوط به فرایندهای تصادفی در زمان - مقیاس های مختلف و به عبارت دیگر ارائه تحلیل چندنمایی است. نمودار (1) واریانس موجک برآورد شده توسط تبدیل موجک گسسته حداکثر همپوشانی را در مقابل سطوح مختلف تحلیل نمایش می دهد و همچنین مقادیر واریانس موجک برآورد شده در زمان - مقیاس های مختلف در جدول شماره (۱) گزارش شده است.

نمودار شماره (۱). واریانس موجک برآورد شده بازدهی بازارهای نقدی و آتی سکه طلا



همان گونه که در نمودار فوق می بینیم، واریانس موجک هر دو بازار نقدی و آتی با

افزایش سطح تحلیل، یعنی بزرگ شدن مقیاس، کاهش می‌یابد. شایان توجه است که واریانس موجک در هر دو بازار در سطح یک یعنی کوچک‌ترین مقیاس تحلیل در اوج مقدار خود است. مشخصاً واریانس موجک در هر زمان - مقیاس خاص نشان‌دهنده میزان مشارکت و سهم آن واریانس از واریانس نمونه است. از آنجاکه واریانس نمونه بازدهی‌های دو بازار نقدی و آتی سکه طلا به ترتیب 0/00033753 و 0/00028166 می‌باشد، لذا براساس مقادیر جدول شماره (۱) به ترتیب 40/12٪، ۴۰/۱۲ درصد و ۳۴/۵۵ درصد از کل واریانس تحقق‌یافته بازارهای نقدی و آتی در کوچک‌ترین مقیاس تحلیل حادث شده‌اند.

جدول شماره (۱). واریانس موجک برآوردشده بازدهی بازارهای نقدی و آتی سکه طلا

سطح تحلیل	واریانس موجک نقدی	واریانس موجک آتی
d1	۰/۰۰۰۱۲۵۴۲	۰/۰۰۰۰۹۷۳۰
d2	۰/۰۰۰۰۵۱۷	۰/۰۰۰۰۰۴۲۱
d3	۰/۰۰۰۰۱۶۶	۰/۰۰۰۰۱۳۸
d4	۰/۰۰۰۰۰۸۰	۰/۰۰۰۰۰۰۶۶
d5	۰/۰۰۰۰۰۴۶	۰/۰۰۰۰۰۰۳۷
d6	۰/۰۰۰۰۰۲۹	۰/۰۰۰۰۰۰۲۳
d7	۰/۰۰۰۰۰۱۹	۰/۰۰۰۰۰۰۱۵
d8	۰/۰۰۰۰۰۱۴	۰/۰۰۰۰۰۰۱۱

از طرفی همان‌طور که واریانس تجزیه‌شده موجک نشان می‌دهد، بازدهی بازار نقدی صرف‌نظر از سطح تحلیل و در زمان - مقیاس‌های مختلف نوسان‌پذیری بیشتری نسبت به بازار آتی داشته است. به‌نظر می‌رسد علت این امر را می‌توان در مواردی چون وجود حد نوسان قیمتی روزانه در بازار آتی، سطح آگاهی و دانش بالاتر فعالان بازار آتی چه از نظر تحلیل مناسب‌تر مسائل اقتصادی مربوطه و چه از نظر ارزیابی بهتر از شرایط و اطلاعات بازار، وجود بازاری منسجم و یکپارچه که سبب افزایش میزان نقدشوندگی^۱ در بازار می‌شود، شفافیت بیشتر از نظر کشف قیمت و مواردی از این دست دانست.

بنابراین نتایج حاکی از آن است که در زمان - مقیاس‌های کوچک واریانس بازدهی هر دو بازار نسبت به افق‌های بلندمدت بیشتر است و همچنین واریانس موجک بازدهی بازار نقدی از بازار آتی بیشتر می‌باشد.

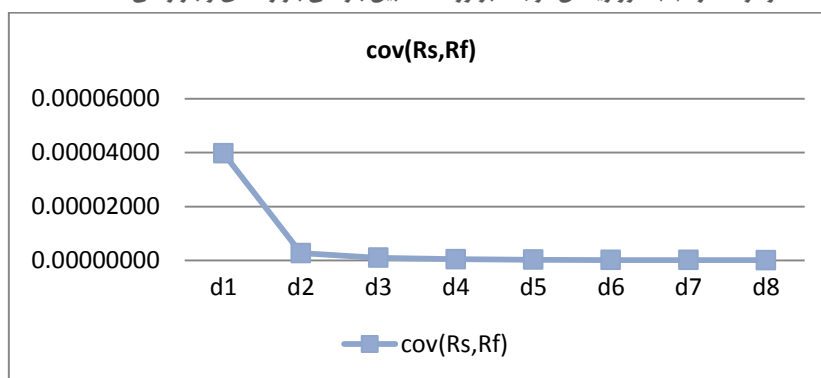
1. Liquidity





در کنار بررسی واریانس سری های زمانی بازدهی دو بازار نقدی و آتی، سؤالی که به طور طبیعی ذهن را درگیر می کند، نحوه ارتباط بین دو بازار با یکدیگر است. همانند واریانس موجک، کوواریانس موجک نیز در هر زمان - مقیاس مشخص نشان دهنده سهمی از کوواریانس میان دو سری زمانی اصلی است. در نمودار شماره (۲) کوواریانس بین بازدهی بازار نقدی و بازار آتی سکه طلا در زمان - مقیاس های مختلف را مشاهده می کنیم که حاصل تبدیل موجک گسسته حداکثر همپوشانی است.

نمودار شماره (۲). کوواریانس موجک برآورد شده بین بازدهی بازار نقدی و بازار آتی سکه طلا



به طور کلی، با افزایش زمان - مقیاس تحلیل، کوواریانس موجک بین بازدهی بازار نقدی و بازار آتی کاهش می یابد. مقادیر کوواریانس موجک برآورد شده در زمان - مقیاس های مختلف در جدول شماره (۲) آورده شده است. از آنجاکه کوواریانس بین بازدهی بازارهای نقدی و آتی براساس داده های نمونه برابر با 0/00028433 است، با توجه به ارقام جدول شماره (۲) به ترتیب ۱۳/۹۹ درصد، ۰/۹۵ درصد و ۰/۳۳ درصد از کوواریانس نمونه سهم زمان - مقیاس های کوچک یعنی کوواریانس موجک مربوط به سطح d_1 تا سطح d_3 می باشد. در این میان بیشترین سهم را سطح اول تحلیل به خود اختصاص داده است.

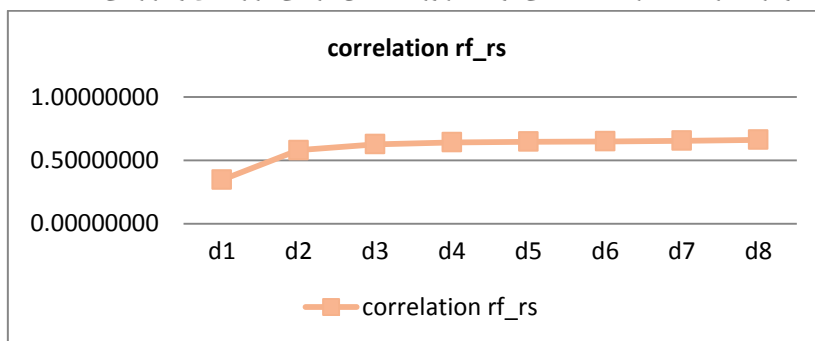
جدول شماره (۲). کوواریانس موجک و ضریب همبستگی موجک برآوردشده بین بازدهی بازار نقدی و بازار

آتی سکه طلا

ضریب همبستگی موجک	کوواریانس موجک	سطح تحلیل
۰/۳۴۶۵۰۰۵۲	۰/۰۰۰۰۳۹۷۸	d1
۰/۵۷۹۶۵۲۳۰	۰/۰۰۰۰۰۳۷۰	d2
۰/۶۲۶۴۵۸۴۸	۰/۰۰۰۰۰۰۹۵	d3
۰/۶۴۲۵۰۰۲	۰/۰۰۰۰۰۰۴۷	d4
۰/۶۴۷۰۴۷۶۵	۰/۰۰۰۰۰۰۳۷	d5
۰/۶۵۰۲۳۲۶۱	۰/۰۰۰۰۰۰۱۷	d6
۰/۶۵۵۲۸۰۴۵	۰/۰۰۰۰۰۰۱۱	d7
۰/۶۶۲۳۹۱۷۴	۰/۰۰۰۰۰۰۰۸	d8

علی‌رغم کاهش بودن کوواریانس بین بازدهی بازارهای نقدی و آتی، بدون در نظر گرفتن میزان تغییرپذیری مربوط به هر کدام از بازارها، نمی‌توان به‌تنهایی با تکیه بر کوواریانس بین آنها معیاری مناسب برای سنجش میزان ارتباط بین دو بازار تعیین کرد. لذا به‌منظور داشتن معیاری مناسب، ضریب همبستگی بین دو بازار نقدی و آتی را محاسبه می‌کنیم. به‌عبارت دیگر با تقسیم نمودن کوواریانس موجک محاسبه‌شده بر انحراف معیار داده‌های مربوط به هر کدام از بازارها، می‌توانیم میزان همبستگی و ارتباط بین این دو بازار را در طول زمان - مقیاس‌های مختلف با یکدیگر مقایسه کرده و بسنجیم. در جدول شماره (۲) مقادیر مربوط به ضریب همبستگی موجک بین بازدهی بازارهای نقدی و آتی آورده شده است و در نمودار شماره (۳) می‌توان ضریب همبستگی برآوردشده توسط تبدیل موجک گسسته حداکثر همپوشانی بین بازدهی بازارهای نقدی و آتی سکه طلا در زمان - مقیاس‌های مختلف را مشاهده کرد.

نمودار شماره (۳). ضریب همبستگی موجک برآوردشده بین بازدهی بازار نقدی و بازار آتی سکه طلا



نمودار شماره (۳) نشان دهنده یک رابطه مثبت بین بازدهی بازارهای نقدی و آتی است که با افزایش زمان - مقیاس قوی تر می شود. این موضوع مؤید آن است که بازارهای نقدی و آتی در اساس^۱ با یکدیگر تفاوتی ندارند و در افق های زمانی بلندمدت رفتارهای مشابهی از خود نشان می دهند، که با توجه به مدل هزینه حمل^۲ و امکان وجود آریترایز بین دو بازار در بلندمدت نیز این موضوع تأیید می شود. حال به هدف اصلی، یعنی برآورد نسبت بهینه پوشش ریسک در زمان - مقیاس های مختلف بازمی گردیم و با استفاده از واریانس مویک و کوواریانس مویک برآورد شده از سری های تجزیه شده از تبدیل مویک گسسته حداکثر همپوشانی، نسبت بهینه پوشش ریسک و درجه کارایی پوشش ریسک را به دست می آوریم. مقادیر مربوط به برآورد نسبت بهینه پوشش ریسک و درجه کارایی پوشش ریسک برای استراتژی های پوشش ریسک در افق های زمانی مختلف را می توان در جدول شماره (۳) ملاحظه کرد.

جدول شماره (۳) نسبت بهینه پوشش ریسک برآورد شده و درجه کارایی پوشش ریسک در زمان -

مقیاس های مختلف

سطح تحلیل	درجه کارایی پوشش ریسک	نسبت بهینه پوشش ریسک
d1	۰/۱۲۰۱	۰/۴۰۸۸
d2	۰/۳۳۶۰	۰/۶۴۱۷
d3	۰/۳۹۲۵	۰/۶۸۸۹
d4	۰/۴۱۲۸	۰/۷۱۰۳
d5	۰/۴۱۸۷	۰/۷۲۰۰
d6	۰/۴۲۲۸	۰/۷۲۶۲
d7	۰/۴۲۹۴	۰/۷۳۲۲
d8	۰/۴۳۸۹	۰/۷۳۹۱

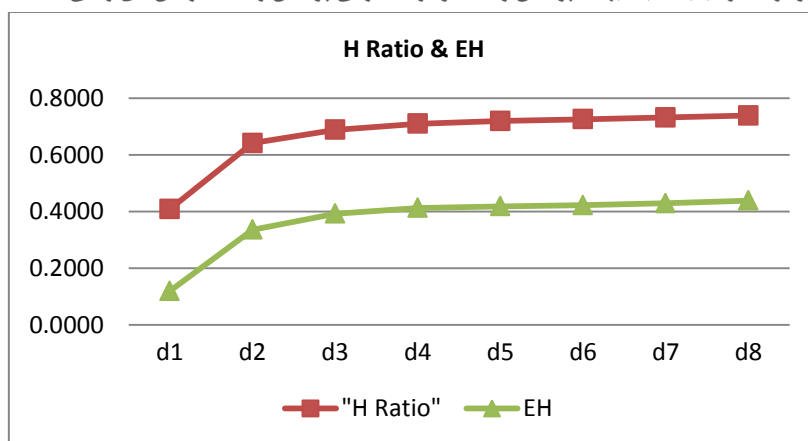
همان طوری که قبلاً نیز اشاره شد با توجه به افق های زمانی مختلف سرمایه گذاران و پوشش دهندگان ریسک، مناسب است که نسبت بهینه پوشش ریسک در زمان - مقیاس های مختلف برآورد شده و درجه کارایی استراتژی پوشش ریسک مرتبط با هر مقیاس محاسبه شود تا بتوان برای سرمایه گذاران و پوشش دهندگان ریسک برای تصمیم گیری در افق های زمانی گوناگون بهترین استراتژی پوشش ریسک را پیشنهاد کرد. نمودار شماره (۴) نسبت بهینه پوشش ریسک حداقل واریانس و درجه کارایی



1. Fundamentally
2. Cost of Carry (COC)

پوشش ریسک در زمان - مقیاس‌های مختلف از سطح ۱ (معادل افق زمانی یک تا دو روز) تا سطح ۸ (معادل افق زمانی ۱۲۸ تا ۲۵۶ روز) را نمایش می‌دهد. همان‌طور که در نمودار شماره (۴) مشاهده می‌شود، نسبت پوشش ریسک برآوردشده به‌طور یکنواخت با نرخ کاهنده افزایش می‌یابد، به‌طوری‌که در افق‌های زمانی بلندمدت به سمت مقدار ۰/۷۴ میل می‌کند. همچنین درجه کارایی پوشش ریسک نیز با افزایش زمان - مقیاس و در افق‌های زمانی بلندمدت‌تر افزایش می‌یابد و به سمت مقدار ۰/۴۴ میل می‌کند.

نمودار شماره (۴). نسبت بهینه پوشش ریسک و درجه کارایی پوشش ریسک در افق‌های زمانی مختلف



طبق نتایج به‌دست آمده و براساس رویکرد تبدیل موجک، در بازارهای نقدی و آتی سکه طلا در ایران، همبستگی بین بازدهی دو بازار در کوتاه‌مدت و میان‌مدت چندان زیاد نیست، لذا نسبت بهینه پوشش ریسک در زمان - مقیاس‌های کوچک و همچنین درجه کارایی استراتژی پوشش ریسک مرتبط با آن افق زمانی کم است. با افزایش میزان همبستگی و ارتباط بین دو بازار در افق‌های زمانی بلندمدت، نسبت بهینه پوشش ریسک به لحاظ مقداری بزرگ‌تر شده و همچنین درجه کارایی استراتژی پوشش ریسک نیز به‌طرز قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌یابد. علت این امر آن است که در افق‌های زمانی بلندمدت، مؤلفه‌های دائمی تأثیرگذار مشترک بین دو بازار سبب هم‌حرکتی و تشدید همبستگی بین دو بازار نقدی و آتی سکه طلا شده و اثرات مؤلفه‌های گذرا در افق‌های زمانی بلندمدت قابل اغماض است. بنابراین، وجود مؤلفه‌های تأثیرگذار

کوتاه‌مدت و بلندمدت در بازارهای نقدی و آتی سبب می‌شود تا نسبت بهینه پوشش ریسک و همچنین درجه کارایی استراتژی‌های پوشش ریسک وابسته به افق زمانی باشد. هر اندازه سطح تحلیل بالاتر باشد و به عبارت دیگر در زمان - مقیاس‌های بزرگ‌تر، ساختار داده‌های تجزیه‌شده به روند بلندمدت نزدیک‌تر هستند.

لذا برای درک بهتر میزان کارایی استراتژی‌های پوشش ریسک در زمان - مقیاس‌های مختلف و همچنین در نظر گرفتن درجه ریسک‌گریزی سرمایه‌گذاران از تابع مطلوبیت معرفی شده (رابطه ۸) به عنوان تابع بازدهی - ریسک برای استخراج نسبت بهینه پوشش ریسک استفاده می‌کنیم. در واقع از طریق مقایسه مطلوبیت سرمایه‌گذاران با درجات ریسک‌گریزی متفاوت در زمان - مقیاس‌های مختلف یک شبیه‌سازی برای تعیین کارایی استراتژی‌های پوشش ریسک انجام می‌دهیم، که نتایج به دست آمده به قرار جدول شماره (۴) است.

جدول شماره (۴). مقایسه مطلوبیت سرمایه‌گذاران با درجات ریسک‌گریزی متفاوت

مقیاس	درجه ریسک‌گریزی سرمایه‌گذاران (A)				درجه کارایی پوشش ریسک
	۰/۰۰۱	۴	۵۰	۱۰۰	
d1	۰/۱۰۰۶	۰/۰۵۲۹	-۰/۴۹۵۳	-۱/۰۹۱۱	۰/۱۲۰۱
d2	۰/۰۶۲۵	۰/۰۶۱۱	۰/۰۴۵۳	۰/۰۲۸۲	۰/۳۳۶۰
d3	۰/۰۵۴۸	۰/۰۵۴۴	۰/۰۴۹۷	۰/۰۴۴۷	۰/۳۹۲۵
d4	۰/۰۵۱۳	۰/۰۵۱۱	۰/۰۴۸۹	۰/۰۴۶۶	۰/۴۱۲۸
d5	۰/۰۴۹۷	۰/۰۴۹۶	۰/۰۴۸۴	۰/۰۴۷۰	۰/۴۱۸۷
d6	۰/۰۴۸۷	۰/۰۴۸۶	۰/۰۴۷۸	۰/۰۴۷۰	۰/۴۳۲۸
d7	۰/۰۴۷۷	۰/۰۴۷۶	۰/۰۴۷۱	۰/۰۴۶۶	۰/۴۳۹۴
d8	۰/۰۴۶۶	۰/۰۴۶۵	۰/۰۴۶۲	۰/۰۴۵۸	۰/۴۳۸۹

در جدول شماره (۴) درجه کارایی پوشش ریسک را که از رابطه (۱۱) به دست آمده است در ستون سمت راست و مطلوبیت افراد با درجات ریسک‌گریزی متفاوت را به ترتیب در ستون‌های سمت چپ در زمان - مقیاس‌های مختلف (سطرها) مشاهده می‌کنید. لازم به ذکر است درجات ریسک‌گریزی که در جدول فوق ارائه شده‌اند، با توجه به تابع مطلوبیت، نحوه محاسبه نرخ بازده قیمتی در بازارهای نقدی و آتی و همچنین با لحاظ نتیجه به دست آمده از میان اعداد ممکن برای درجات ریسک‌گریزی سرمایه‌گذاران به عنوان نمونه و به نمایندگی از درجات ریسک‌گریزی کم، متوسط و زیاد انتخاب شده است.

همان‌طور که می‌بینیم برای سرمایه‌گذاران با درجه ریسک‌گریزی بسیار کم



۰/۰۰۱، با افزایش در زمان - مقیاس مطلوبیت اکتسابی سرمایه‌گذار کاهش می‌یابد که نشانگر آن است که برای سرمایه‌گذار با درجه ریسک‌گریزی بسیار کم، پوشش ریسک در کوتاه‌مدت از پوشش ریسک در بلندمدت کارا تر است؛ به طوری که پوشش ریسک با افق زمانی یک تا دو روز یعنی در زمان - مقیاس (d1) دارای بیشترین مطلوبیت است و در افق زمانی بلندمدت پوشش ریسک برای آنها کمترین مطلوبیت را به همراه خواهد داشت. برعکس برای سرمایه‌گذاران با درجه ریسک‌گریزی بالا مثلاً ۱۰۰ با افزایش زمان - مقیاس مطلوبیت افزایش می‌یابد، که نشان می‌دهد افق‌های زمانی بلندمدت تر پوشش ریسک کارا تر را برای آنها به ارمغان خواهد آورد. در نهایت در مورد سرمایه‌گذاران دارای درجه ریسک‌گریزی متوسط مثلاً ۵۰، با افزایش افق زمانی، مطلوبیت سرمایه‌گذار تا سطح d3 افزایش یافته و پس از آن کاهش می‌یابد، که نشان‌دهنده این موضوع است که برای سرمایه‌گذار با درجه ریسک‌گریزی متوسط، پوشش ریسک در افق‌های زمانی میان‌مدت یا زمان - مقیاس‌های متوسط (d3 و d4) کارایی بیشتری دارد.

علاوه بر این می‌توان کارایی استراتژی پوشش ریسک را با تغییر در درجه ریسک‌گریزی سرمایه‌گذار در هر زمان - مقیاس مشخص ملاحظه کرد. در افق‌های زمانی کوتاه‌مدت یعنی زمان - مقیاس d1 تا d3، مطلوبیت اکتسابی با افزایش درجه ریسک‌گریزی کاهش می‌یابد، که بیانگر آن است که درجه ریسک‌گریزی بالاتر منجر می‌شود که سرمایه‌گذار مطلوبیت کمتری کسب کند. در مقابل، در افق‌های زمانی بلندمدت یعنی زمان - مقیاس d6 تا d8، ریسک‌گریزی نقش بسزایی را در میزان مطلوبیت اکتسابی سرمایه‌گذار بازی نمی‌کند.

لذا در این نوع شبیه‌سازی همان‌طور که مشاهده شد، می‌توان کارایی استراتژی‌های مختلف پوشش ریسک را با توجه به درجه ریسک‌گریزی افراد و همچنین افق زمانی سرمایه‌گذاری مشاهده کرد؛ به طوری که در مقایسه با درجه کارایی پوشش ریسک محاسبه شده از رابطه (۱۱) بسیار انعطاف پذیرتر و به واقعیت نزدیک تر است، زیرا افراد در ترجیحات خود صرفاً ریسک پورتنفو را لحاظ نمی‌کنند بلکه به بازده و ریسک در تقابل با هم اهمیت می‌دهند.

نتایج نشان می‌دهد که سرمایه‌گذار با درجه ریسک‌گریزی بسیار کم، کارا ترین

پوشش ریسک را در افق زمانی کوتاه مدت دارد، درحالی که سرمایه گذار با درجه ریسک گریزی بسیار بالا، در افق زمانی بلندمدت به کاراترین پوشش ریسک دست می یابد. به همین ترتیب سرمایه گذار با درجه ریسک گریزی متوسط در میان مدت بیشترین مطلوبیت را کسب خواهد کرد. بنابراین می توان نتیجه گرفت که کارایی استراتژی های پوشش ریسک تنها به افق زمانی سرمایه گذاری بستگی ندارد بلکه به درجه ریسک گریزی فرد سرمایه گذار نیز مربوط می شود.

نتیجه گیری

در این مقاله با استفاده از رویکرد تجزیه و تحلیل موجک به دنبال بررسی رابطه بین بازارهای نقدی و آتی سکه طلا و برآورد نسبت بهینه پوشش ریسک در زمان - مقیاس های مختلف بودیم.

برای این منظور از تبدیل موجک گسسته حداکثر همپوشانی استفاده شده است، و از میان توابع پایه موجکی مختلفی که می توان در این روش استفاده کرد، موجک سیملت با طول ۳ (Symmlet3) انتخاب شد و سری های زمانی مربوط به بازده های قیمت نقدی و آتی سکه طلا تا ۸ سطح تجزیه شد.

نتایج حاصل از تجزیه موجک حاکی از آن است که واریانس موجک بازدهی هر دو بازار نقدی و آتی با افزایش سطح تحلیل، یعنی بزرگ شدن مقیاس، کاهش می یابد. شایان توجه است که واریانس موجک در هر دو بازار در سطح یک یعنی کوچک ترین مقیاس تحلیل در اوج مقدار خود است و بیانگر آن است که هر دو بازار در کوتاه مدت نسبت به بلندمدت دارای نوسان پذیری بیشتری هستند. از طرفی همان طور که واریانس تجزیه شده موجک نشان می دهد، بازار نقدی صرف نظر از سطح تحلیل و در زمان - مقیاس های مختلف نوسان پذیری بیشتری نسبت به بازار آتی داشته است.

براساس ضریب همبستگی موجک محاسبه شده، بین بازدهی نقدی و آتی سکه طلا یک رابطه مثبت وجود دارد که با افزایش زمان - مقیاس قوی تر می شود. نتایج حاصل از برآورد در جدول شماره (۲) و نمودار شماره (۳) گزارش شده است و براساس آن فرضیه اول این مقاله مبنی بر افزایش همبستگی بین بازارهای آتی و



نقدی سکه بهار آزادی در زمان - مقیاس‌های بزرگ‌تر، پذیرفته می‌شود. این موضوع مؤید آن است که بازارهای نقدی و آتی در اساس با یکدیگر تفاوتی ندارند و در افق‌های زمانی بلندمدت رفتارهای مشابهی از خود نشان می‌دهند، که با توجه به مبانی نظری، یعنی مدل هزینه حمل و امکان وجود آربیتراژ بین دو بازار در بلندمدت نیز این موضوع تأیید می‌شود.

نسبت بهینه پوشش ریسک حداقل واریانس و درجه کارایی پوشش ریسک در زمان - مقیاس‌های مختلف از سطح ۱ (معادل افق زمانی یک تا دو روز) تا سطح ۸ (معادل افق زمانی ۱۲۸ تا ۲۵۶ روز) را با استفاده از واریانس و کوواریانس برآوردشده از تبدیل موجک گسسته حداکثر همپوشانی به دست آوردیم؛ به طوری که برای هر افق زمانی نسبت بهینه پوشش ریسک مختص آن برآورد شد. نتایج حاکی از آن است که نسبت بهینه پوشش ریسک و متعاقباً درجه کارایی پوشش ریسک در زمان - مقیاس‌های مختلف دارای مقادیر مختلفی هستند. نسبت بهینه پوشش ریسک برآوردشده به طور یکنواخت با نرخ کاهنده افزایش می‌یابد، به طوری که در افق‌های زمانی بلندمدت به سمت مقدار مشخص $0/74$ میل می‌کند. همچنین درجه کارایی پوشش ریسک نیز با افزایش زمان - مقیاس و در افق‌های زمانی بلندمدت‌تر افزایش یافته و به سمت مقدار $0/44$ میل می‌کند. بنابراین سرمایه‌گذاران در افق‌های زمانی بلندمدت برای کاهش ریسک سبد دارایی خود، نسبت بزرگ‌تری از موقعیت‌های نقدی را با معامله معکوس در قراردادهای آتی پوشش (ریسک) می‌دهند و همچنین در افق‌های زمانی بلندمدت استراتژی‌های پوشش ریسک برای سرمایه‌گذاران از کارایی بیشتری برخوردار خواهد بود.

در نهایت کارایی استراتژی‌های مختلف پوشش ریسک را با توجه به درجه ریسک‌گریزی فرد سرمایه‌گذار و همچنین افق زمانی سرمایه‌گذاری با استفاده از نوعی شبیه‌سازی از طریق اندازه‌گیری میزان مطلوبیت اکتسابی بررسی می‌کنیم. این روش در مقایسه با درجه کارایی پوشش ریسک ساده که صرفاً کاهش در واریانس سبد دارایی را اندازه‌گیری می‌کند، بسیار انعطاف‌پذیرتر و به واقعیت نزدیک‌تر است. علت این امر آن است که افراد در ترجیحات خود صرفاً ریسک سبد دارایی را لحاظ نمی‌کنند بلکه به بازده و ریسک در تقابل با هم می‌نگرند و هر دو این



پارامترها در مطلوبیت اکتسابی آنها تأثیر می گذارند. براساس نتایج به دست آمده که در جدول شماره (۴) گزارش شده است، فرضیه تحقیق مبنی بر تغییرپذیری مطلوبیت حاصل از استراتژی های پوشش ریسک با تغییر زمان - مقیاس و همچنین با تغییر درجه ریسک گریزی افراد، پذیرفته می شود. نتایج حاکی از آن است که سرمایه گذار با درجه ریسک گریزی بسیار کم، کاراترین پوشش ریسک (بالاترین میزان مطلوبیت اکتسابی) را در افق زمانی کوتاه مدت دارد، درحالی که سرمایه گذار با درجه ریسک گریزی بسیار بالا، در افق زمانی بلندمدت به کاراترین پوشش ریسک دست می یابد. به همین ترتیب سرمایه گذار با درجه ریسک گریزی متوسط در میان مدت بیشترین مطلوبیت را کسب خواهد کرد. بنابراین می توان نتیجه گرفت که مطلوبیت حاصل از استراتژی های پوشش ریسک تنها به افق زمانی سرمایه گذاری بستگی ندارد بلکه به درجه ریسک گریزی فرد سرمایه گذار نیز مربوط می شود.

در پایان پیشنهاد می شود که برای کاراتر شدن مدیریت ریسک، سرمایه گذاران با توجه به افق زمانی تصمیم گیری و متناسب با درجه ریسک گریزی خود، کارایی استراتژی های مختلف پوشش ریسک را ارزیابی کرده و بر این اساس اقدام به پوشش ریسک کنند. پوشش دهندگان ریسک، سرمایه گذاران حقیقی و حقوقی، سبذگردانان، مدیران صندوق های سرمایه گذاری و مدیران ریسک شرکت ها، بانک ها و بیمه ها می توانند با استفاده از رویکرد به کار گرفته شده در این مقاله (تجزیه و تحلیل مویک در چارچوب مدل بازده - ریسک) و براساس ویژگی های استخراج شده از داده ها در زمان - مقیاس های مختلف (تحلیل چندنمایشی)، ریسک سبذ دارایی مورد نظر خود را در افق های زمانی مختلف و با توجه به نیاز خود مدیریت کنند.



منابع

الف - فارسی

- ابراهیمی، محسن و قنبری، علیرضا. ۱۳۸۸. «پوشش ریسک نوسانات درآمدهای نفتی با استفاده از قراردادهای آتی ایران»، *پژوهشنامه اقتصادی*، سال نهم، شماره سوم، صص ۲۰۴ - ۱۷۳.
- بهرامی، جاوید و میرزاپورباباجان، اکبر. ۱۳۹۱. «نسبت بهینه پوشش ریسک در قراردادهای آتی سکه بهار آزادی مورد معامله در بورس کالای ایران»، *فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی*، سال بیستم، شماره ۶۴، صص ۲۰۶ - ۱۷۵.
- جلالی نائینی، سید احمدرضا و کاظمی‌منش، مریم. ۱۳۸۳. «بررسی تغییرات نرخ بهینه پوشش ریسک در بازار نفت»، *فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی*، سال اول، شماره ۱.
- عباسی‌نژاد، حسین و محمدی، شاپور. ۱۳۸۴. «تحلیل سیکل‌های تجاری ایران با استفاده از نظریه موجک‌ها»، *مجله تحقیقات اقتصادی*.

ب - انگلیسی

- Cecchetti, S. G., Cumby, R. E., and Figlewski, S. 1988. "Estimation of the Optimal Futures Hedge", *Review of Economics and Statistics*.
- Davidson, R., Labys, W. C. and Lesourd, J. B. 1998. "Wavelet Analysis of Commodity Price Behavior", *Computational Economics*, 11:103-28.
- Gencay, R., Selcuk, F., and Whitcher, B. 2001. "Scaling Properties of Foreign Exchange Volatility", *Physica*, 289:249-66.
- Gencay, R., Selcuk, F., and Whitcher, B. 2002. "An Introduction to Wavelets and Other Filtering Methods in Finance and Economics", *Academic Press*.
- Gencay, R., Selcuk, F., and Whitcher, B. 2003. "Systematic Risk and Time Scales", *Quantitative Finance*, 3:108-16.
- Geppert, J. M. 1995. "A Statistical Model for the Relationship Between Futures



- Contract Hedging Effectiveness and Investment Horizon Length", **Journal of Futures Markets**, 15:507-36.
- Howard, C. T., & D'Antonio, L. J. 1984. "A Risk-Return Measure of Hedging Effectiveness", **Journal of Financial and Quantitative Analysis**.
- Howard, C. T., and D'Antonio, L. J. 1991. "Multiperiod Hedging Using Futures: A Risk Minimization Approach in the Presence of Autocorrelation", **Journal of Futures Markets**, 11:697-710.
- Hsin, C. W., Kuo, J., and Lee, C. F. 1994. "A New Measure to Compare the Hedging Effectiveness of Foreign Currency Futures Versus Options", **Journal of Futures Markets**, 14, 685-707.
- Johnson, L. L. 1960. "The Fheory of Hedging and Speculation in Commodity Futures", **Review of Economic Studies**.
- Kroner, K. F., and Sultan, J. 1993. "Time-Varying Distributions and Dynamic Hedging with Foreign Currency Futures", **Journal of Financial and Quantitative Analysis**, 28, 535-551.
- Lee, G. G. J. 1999. "Contemporary and Long-run Correlations: A Covariance Component Modeland Studies on the S&P 500 Cash and Futures Markets", **Journal of Futures Markets**.
- Lien, D., and Luo, X. 1993b. "Estimating Multiperiod Hedge Ratios in Cointegrated Markets", **Journal of Futures Markets**, 13, 909-920.
- Lien D and Luo X. 1994. "Multiperiod Hedging in the Presence of Conditional Heteroskedasticity", **The Journal of Futures Markets**, Vol. 14, No. 8, pp. 927-956.
- Lien, D., and Wilson, B. K. 2001. "Multiperiod Hedging in the Presence of Stochastic Volatility", **International Review of Financial Analysis**, 10:395-406.
- Lindsay, R. W., Percival, D. B. and Rothrock, D. A. 1996. "The Discrete Wavelet Transform and the Scale Analysis of the Surface Properties of Sea Ice", **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, 34:771-87.
- Moschini, G., and Myers, R. J. 2002. "Testing for Constant Hedge Ratios in Commodity Markets: A Multivariate GARCH Approach", **Journal of Empirical Finance**, 9:589-603.
- Pan, Z., and Wang, X. 1998. "A Stochastic Nonlinear Regression Estimator Using Wavelets", **Computational Economics**, 11:89-102.
- Ramsey, J. B., and Lampart, C. 1998a. "Decomposition of Economic Relationships by Time Scale Using Wavelets", **Macroeconomic**

Dynampanics, 2:49-71.

Ramsey, J. B., and Zhang, Z. 1997. "The Analysis of Foreign Exchange Data Using Waveform Dictionaries", ***Journal of Empirical Finance***, 4:341-72.

