

بررسی جهت علیت بین بازار نقدی و آتی زعفران با تمرکز بر دوره های صعودی و نزولی

جواد غیائی^۱

محمد طاهر احمدی شادمهری^۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۲/۲۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۰/۰۹

چکیده

بررسی جهت علیت بین بازارهای آتی و نقدی یک محصول، همواره یک سوال مهم برای بازیگران بازار آن محصول و همچنین سیاستگذاران است. با راه اندازی بازار مشتقات مالی از جمله آتی و اختیار معامله زعفران در بورس کالای ایران از سال ۱۳۹۷ این سوال در بازار زعفران ایران نیز مطرح شده است. در این مقاله هدف اصلی تعیین جهت علیت بین بازار نقدی و آتی زعفران است. داده های مورد نیاز از بورس کالای ایران و همچنین پایگاه دنیای زعفران طی دوره خرداد ۱۳۹۷ تا آبان ۱۳۹۸ به صورت روزانه اخذ و بر اساس مدل های علیت گرنجر و ناهمسانی شرطی تعمیم یافته استفاده شده است. نتایج نشان می دهد که در حالت عمومی، نتایج صریحی درباره جهت علیت وجود ندارد اما با تفکیک بین دوره های صعودی و نزولی، مشخص می شود که در دوره های نزولی، مطلقاً، علیت از بازار آتی به نقدی بوده است و در دوره های صعودی، بعضاً، علیت از بازار نقدی به آتی بوده است.

واژه های کلیدی: قیمت نقدی، قیمت آتی، زعفران، آزمون علیت گرنجر، مدل گارچ.

۱- دانشجوی دکتری دانشکده اقتصاد دانشگاه فردوسی مشهد، نویسنده مسئول jd.ghiyasi@gmail.com

۲- دانشیار دانشکده اقتصاد دانشگاه فردوسی مشهد ایمیل: mmm1326@yahoo.com

۱- مقدمه

زعفران یک محصول استراتژیک برای ایران محسوب می‌شود و به همین خاطر، ایجاد ابزارها و مشتقات مالی روی این محصول در اولویت بورس کالا و متولیان بخش کشاورزی قرار داشته است. به همین خاطر ابتدا از سال ۱۳۹۵ ابزارهای مالی در قالب گواهی سپرده برای انواع این محصول (نگین، پوشال و ...) راه اندازی شد و بعد از آن در سال ۱۳۹۷ اولین مشتقات مالی بخش کشاورزی در قالب قرارداد آتی روی زعفران نگین راه اندازی شد. قرارداد آتی زعفران پوشال نیز در آذر ۹۷ و اختیار معامله زعفران نگین در اسفند ۹۷ راه اندازی شد.

با وجود این تحولات، انتظار می‌رفت که روند قیمتگذاری در بازار زعفران شفاف‌تر شده و از نوسانات شدید قیمت به ضرر کشاورزان پیشگیری شود. چرا که در بازارهای مالی امکان حضور بازارگردان برای پیشگیری از نوسانات غیرمنطقی و هیجانی و یا قیمت-سازی وجود دارد. علاوه بر آن شفافیت مبادلات، انگیزه و امکان رفتارهای سوداگرانه را کاهش خواهد داد.

جهت بررسی این موضوع، اولین پرسش پیش روی فعالان و تحلیلگران این است که آیا ابزارها و مشتقات مالی، توانسته جایگاه خود را بین بازیگران بازار پیدا کرده و بر بازار نقدی تاثیرگذار باشد؟ سوال مهمتر و کاربردی‌تر برای فعالان بازار و معامله‌گران و سیاستگذاران این است که جهت علیت بین بازارها چگونه است؟ آیا بازار آتی بر اساس تحولات قیمتی بازار نقد عمل کرده و از آن تاثیر می‌پذیرد یا اینکه بازار آتی تعیین کننده جهت قیمت‌ها در بازار نقدی است؟ هدف اصلی این مقاله ارائه پاسخی مبتنی بر شواهد و روش‌های علمی به پرسش فوق است. با توجه به اینکه معمولاً بازار آتی پیشرو و تعیین کننده قیمت فرض می‌شود، فرضیه تحقیق این است که جهت علیت قیمت در بازار زعفران از بازار آتی به نقدی است.

به این منظور، در ادامه ابتدا مبانی نظری مربوط به این فرضیه بررسی شده و سپس در بخش سوم برخی بررسی‌های تجربی مرتبط مرور شده است. در

بخش چهارم روش تحقیق شرح داده شده و همچنین داده‌های مورد استفاده و نحوه استخراج آنها توصیف شده است. در انتها نیز نتایج ارائه و جمع بندی شده است.

۲- مبانی نظری

در توصیف مبانی نظری موضوع این پژوهش باید ۲ موضوع تشریح شود: ۱- ماهیت مشتقات مالی، قراردادهای آتی و نحوه انجام معاملات آن، ۲- قاعده قیمت‌ها بین بازارهای نقدی و آتی.

اول. قراردادهای آتی

قرارداد آتی توافقنامه‌ای مبتنی بر خرید یا فروش دارایی در زمان معین در آینده و با قیمت مشخص است (هال^۱، ۱۳۸۴). به این ترتیب در این بازار، افراد با اتخاذ موقعیت‌های خرید، خرید مقدار مشخصی از دارایی پایه را در سررسید مشخص و به قیمت مشخص تضمین می‌کنند. ناظر معاملات، همواره درصدی از مبلغ مورد تعهد را به عنوان وجه تضمین از معامله گران اخذ و بلوکه می‌کند. در این بازار معمولاً سه دسته از افراد حضور دارند:

۱) پوشش‌دهندگان ریسک^۲؛ فعالان واقعی بازار هستند و با استفاده از این ابزارها، ریسک تعهدات خود را کنترل می‌کنند. مثلاً یک شرکت صادراتی زعفران که متعهد به فروش ۵۰ کیلوگرم زعفران به یک شرکت خارجی در ۶ ماه آینده است ۳ راهکار دارد: ۱- میزان زیادی از نقدینگی خود را صرف کرده و محصول را از هم اکنون خریداری کند ۲- خرید را تا موعد تحویل محصول به تاخیر بیندازد. در این حالت با رشد قیمت شرکت متضرر می‌شود. چرا که قیمت فروش به شرکت خارجی بیشتر توافق شده است. ۳- در بازار آتی با سررسید متناسب و به قیمت روز موقعیت خرید بگیرد. در این حالت بدون صرف نقدینگی زیاد، از خرید محصول با قیمت مشخص مطمئن است و عملاً ریسک قیمت را پوشش داده است.

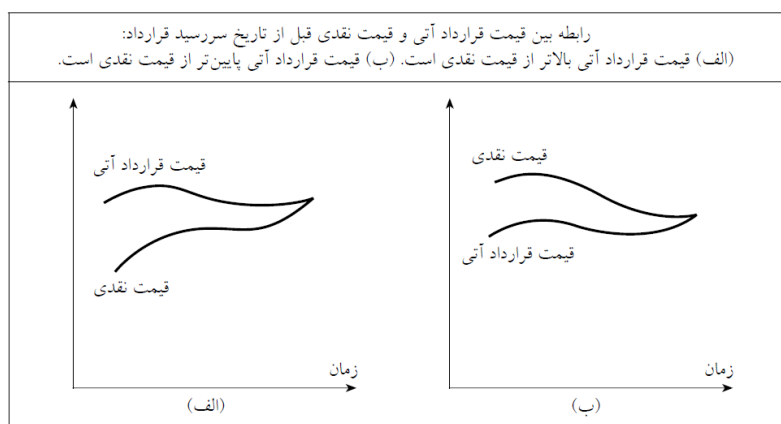
نسبت به قیمت نقدی در سررسید (پیش بینی قیمت نقدی) شکل می گیرد. چنانچه چشم انداز قیمت های نقدی در سررسید کمتر از مقدار فعلی باشد، قیمت آتی کمتر از قیمت نقدی فعلی خواهد بود (تصویر ۱ بخش ب) و در صورتیکه چشم انداز قیمت های نقدی در سررسید بیشتر از قیمت نقدی فعلی باشد، قیمت قرارداد آتی بیشتر از نقدی خواهد بود (حالت الف). اما در هر حال، در سررسید، قیمت نقدی و آتی با هم برابر یا بسیار نزدیک به هم خواهد بود (همان). در این میان هرگونه تغییر در شرایط بازار یا مخابره اخبار جدید درباره دارایی پایه، قیمت های فعلی در بازار نقدی و آتی و همچنین چشم انداز قیمت ها را دچار تغییر و نوسان خواهد کرد.

۲) **سفته بازان**^۳: این افراد با قبول ریسک گروه اول تلاش می کنند از نوسانات قیمت منفعت کسب کنند. حضور سفته بازان در بازار موجب افزایش نقدینگی، افزایش تعداد معاملات و افزایش نقدشوندگی قراردادها می شود.

۳) **آربیتراژگران**^۴: این افراد از اختلاف قیمت بین بازارهای مختلف منفعت کسب می کنند؛ مثلا چنانچه در دوره ای بین بازارهای نقدی یا آتی یا ابزارهای مالی اختلاف قیمت ایجاد شود، با خرید در یک بازار و فروش در بازار دیگر سود کسب می کنند (هال، ۱۳۸۴).

دوم. قاعده قیمت ها بین بازارهای آتی و نقدی

به طور کلی، در یک اقتصاد غیرتورمی، رابطه قیمت نقدی و آتی بر اساس دیدگاه سرمایه گذاران



است. اما درباره سکه طلا مطالعاتی انجام شده است. مهرآرا و نائبی (۱۳۹۳) به بررسی رابطه علیت بین بازارهای نقدی و آتی طلا در بورس کالای ایران پرداختند و گزارش کردند که علیت بین دو سری زمانی دوطرفه است و شوک های هر بازار بر بازار دیگر تاثیر می گذارد. یکی دیگر از مطالعات مرتبط در داخل کشور مربوط به فکری و همکاران (۱۳۹۲) است که به بررسی ارتباط قیمت بین بازارهای نقدی و آتی سکه بهار آزادی پرداختند. طبق نتایج آنها بر اساس برخی

۳- پیشینه تجربی

مطالعات متعددی در خصوص ارزیابی رابطه بین بازارها و همچنین سنجش جهت علیت انجام شده است. البته در داخل کشور به خاطر فعالیت محدود بازارهای آتی، این موضوع کمتر مورد توجه بوده است. بعد از راه اندازی قراردادهای آتی روی محصولات کشاورزی، طی ۲ سال اخیر نیز، محدودیت در داده های قیمت نقدی، یکی از معضلات پژوهشگران بوده

مختلف) با قیمت آتی به روش تصحیح خطا، بررسی شده و نتایج اینگونه گزارش شد: همه بازارهای نقدی با بازار آتی همبستگی ندارند. در کوتاه مدت، فارغ از اینکه بین بازار نقدی و آتی همبستگی باشد یا نه، احتمال اینکه علیت از بازار نقدی به آتی باشد بیشتر است. آنها همچنین تصریح کردند که همبستگی بین بازارها عمدتاً خطی است اما در حالت‌هایی که علیت از بازار آتی به نقدی است عمدتاً این علیت غیرخطی است.

یان و ژو^{۱۰} (۲۰۱۱) ضمن اشاره به اختلاف قدرت قیمتگذاری و کشف قیمت بازارهای نقدی و آتی، به بررسی رابطه بین قیمت‌های نقدی و آتی شکر در چین پرداختند و با استفاده از روش خودهمبستگی دریافتند که اگرچه بازار نقدی قدرت قیمتگذاری دارد اما در کشف نرخ‌های جدید از بازار آتی پیروی می‌کند. با این حال عوامل زیر بر پدیده کشف قیمت و قدرت قیمتگذاری در دو بازار موثر است: ۱- سفته بازی های غیرمعقول در بازار آتی ۲- انحصار و سیاست های دولت محلی ۳- کارایی عملیاتی بازار عمده فروشی (نقدی) مخصوصاً در دسترسی به اطلاعات.

در پژوهشی دیگر، بالدی، پری و واندونه^{۱۱} (۲۰۱۱) درباره رابطه قیمت های آتی و نقدی محصولات کشاورزی تصریح کردند که باید بین دوره های مختلف و همچنین شکست‌های ساختاری (اتفاقات مهم در عرضه و تقاضا) تفاوت قائل شد. به اعتقاد آنها در هر دوره پویایی های متفاوتی در ساز و کار علیت بین بازارها مشاهده شده است.

هرناندز و توررو^{۱۲} (۲۰۱۰) با بررسی جهت علیت قیمت‌ها برای محصولات کشاورزی گندم، سویا و لوبیا، دریافتند که در اکثر اوقات قیمت‌های آتی تعیین کننده قیمت‌های نقدی هستند.

موسی و سیلواپوله^{۱۳} (۱۹۹۹) در بررسی رابطه بین قیمت‌های نقدی و آتی در بازار نفت خام، نتیجه گرفتند که استفاده از مدل‌های متفاوت نتایج متفاوتی در بر دارد. بر این اساس، با آزمون علیت خطی، قیمت آتی تعیین کننده قیمت نقدی بود اما با استفاده از

روش‌ها، ارتباط معنی‌داری بین قیمت های آتی و نقدی وجود ندارد اما آزمون علیت گرنجر نشان داد که علیت از تغییرات قیمت آتی به قیمت نقدی است. احمدپور و نیکزاد (۱۳۹۰) نیز به نتایج مشابهی درباره رابطه علیت بین بازار نقدی و آتی طلا دست یافتند. آنها با کاربست روش گارچ دومتغیره و یوهانسون وجود رابطه بلندمدت بین دو بازار را تایید و شواهدی مبنی بر اینکه جهت علیت از بازار آتی به نقدی است ارائه کردند.

اما در خارج از کشور این مطالعات بسیار گسترده است و به روش‌های گوناگون و با لحاظ ملاحظات مختلف انجام شده است. در ادامه ضمن مرور برخی از این مطالعات تلاش می‌کنیم یک فراتحلیل از این مقالات، ملاحظات در نظر گرفته شده و همچنین نتایج آنها ارائه کنیم.

سو، ژو و یانگ^۵ (۲۰۱۹) در بررسی رابطه علیت بین قیمت نقدی و آتی نفت خام، دریافتند که باید بین وضعیت های مختلف در بازار در بررسی جهت علیت تفاوت قائل شد. به همین خاطر از روش دهک استفاده کردند. کوئینتینو و دیوید و ویان^۶ (۲۰۱۷) به بررسی رابطه قیمت بین بازار نقدی و آتی اتانول به دو روش همبستگی و همچنین متد سهم اطلاعات^۷ پرداختند. آنها نیز با استفاده از روش همبستگی و تصحیح خطا بین رابطه بلند و کوتاه مدت تفاوت قائل شدند. بر این اساس اگرچه بازار آتی از نظر کشف قیمت و انتقال اطلاعات کاراست اما قیمت‌ها در بلندمدت توسط بازار نقدی تعیین می‌شود. جوزف، سیسودا و کومار تیواری^۸ (۲۰۱۵) نیز در بررسی ارتباط علی بین دوره‌ای در بازار کالاهای اساسی هند، دریافتند که در همه کالاهای منتخب موردبررسی، بازارهای آتی قدرت کشف قیمت بالایی دارند و تعیین کننده قیمت‌اند.

ژو^۹ (۲۰۱۴) در مطالعه رابطه قیمت‌ها بین بازارهای نقدی و آتی ذرت آمریکا، بر مسئله انتخاب بازار تمرکز کرد. در این مطالعه رابطه همبستگی قیمت نقدی در چندین بازار (بازار نقدی مناطق

این ملاحظه در مطالعه پیش رو ممکن نیست. چرا که شاخص قیمت نقدی مورد استفاده یک متوسط از قیمت نقدی شهرهای مختلف است.

۳) تفاوت بین نتایج کوتاه و بلندمدت: ممکن است جهت‌علیت در کوتاه و بلندمدت متفاوت باشد. یعنی در کوتاه مدت جهت‌علیت از بازار آتی به نقدی و در بلندمدت از نقدی به آتی باشد. معمولاً این کار با روش تصحیح خطا انجام می‌شود. اعمال این تمایز در مطالعه پیش رو به دلیل دوره زمانی کوتاه راه‌اندازی بازار آتی نمی‌تواند نتایج قابل اتکایی فراهم کند. اما برای مطالعات آتی توصیه می‌شود.

۴) اهمیت روش: در برخی مطالعات، تغییر در روش سنجش‌علیت باعث تفاوت در نتایج شده است. به همین خاطر در این مطالعه نیز از ۲ روز استفاده شده است.

۵) ماهیت‌علیت: در برخی مطالعات ماهیت‌علیت نقدی متفاوت با ماهیت‌علیت آتی دانسته شده است؛ هم از منظر کوتاه یا بلندمدت بودن و هم از منظر نوع‌علیت خطی یا غیرخطی.

۶) لحاظ عوامل موثر بر جهت‌علیت: یکی دیگر از ملاحظات جهت‌تدقیق نتایج ارزیابی جهت‌علیت، لحاظ عوامل موثر بر کارایی و اثرگذاری هر کدام از بازارها و تغییرات این عوامل است. انحصار، کارایی بازار، تعداد بازیگران، حجم نقدینگی و بسامد معاملات در هر یک از بازارها، عواملی است که در صورت تغییر در هر یک از بازارها می‌تواند جهت‌علیت را تغییر دهد. لذا در صورت وجود اطلاعات، لحاظ کردن این موارد در مدل می‌تواند نتایج دقیق‌تری به دست دهد.

وجه تمایز اساسی مطالعه پیش‌رو با کارهای پیشین آن است که: ۱- برای اولین بار در جهان این مطالعه جهت‌علیت بین بازار نقدی و آتی برای محصول زعفران انجام شده است. ۲- برای اولین بار در کشور ملاحظاتی نظیر تفکیک دوره‌های صعودی و نزولی در مطالعه جهت‌علیت انجام شده است.

آزمون‌علیت غیرخطی، یک‌علیت دوسویه بین قیمت در دو بازار گزارش شد. به نحوی که هر دو بازار به صورت همزمان به اخبار و تحولات جدید واکنش نشان می‌دهند.

علاوه بر موارد فوق، مطالعات بسیار دیگری به بررسی رابطه قیمت‌ها بین بازار نقدی و آتی پرداخته‌اند از جمله چین و ژنگ^{۱۴} (۲۰۰۸) و فارتنبری^{۱۵} (۲۰۰۴)، به ارزیابی رابطه قیمت نقدی و آتی محصولات مختلف پرداختند. ماتوس و گرسیا^{۱۶} (۲۰۰۴) رابطه قیمت‌ها را در بازار محصولات کشاورزی برزیل مورد سنجش قرار دادند. چاکراواری، گولن و مایهپو^{۱۷} (۲۰۰۴) به بررسی اثر بازار اختیار معامله (آپشن) بر قیمت‌های کشف شده بر اساس مدل سهم از اطلاعات پرداختند. همچنین فارتنبری و زاپاتا^{۱۸} (۱۹۹۷) و باپ و سیتزر^{۱۹} (۱۹۸۷) هم روابط قیمت نقدی و آتی را به صورت عمومی بررسی کرده و مدل‌های مختلفی را معرفی کردند.

جمع‌بندی مطالعات پیشین در خصوص ملاحظات انجام روش‌علیت

با بررسی و تحلیل مطالعات فوق، ملاحظات و نتایجی به این ترتیب حاصل می‌شود که بهتر است در تحلیل پیش‌رو مورد استفاده قرار گیرد:

۱) تفکیک دوره‌های زمانی: یافتن یک مسیر‌علیت عمومی به سادگی میسر نیست. ممکن است مسیر‌علیت در دوره‌های مختلف متفاوت باشد، در دوره‌ای از بازار نقدی به آتی و در دوره دیگر برعکس. لذا در این مطالعه نیز علاوه بر تحلیل عمومی جهت‌علیت، تحلیل در هر سررسید انجام شده است تا امکان تفکیک دوره‌های صعودی و نزولی فراهم شود.

۲) تفکیک بازارهای نقدی: تحلیل بین بازارهای نقدی مختلف و بازار آتی می‌تواند نتایج متفاوت داشته باشد. به این نحو که ارتباط برخی بازارهای نقدی با بازار آتی بیشتر و برخی کمتر باشد. البته لحاظ

۴- روش تحقیق و داده‌ها

داده‌های مورد نیاز در این پژوهش عبارتند از: قیمت آتی و نقدی زعفران. در رابطه با قیمت های آتی از متوسط قیمت همه قراردادهای آتی زعفران نگین فعال در بورس کالا از خرداد ۹۷ تا پایان آبان ۹۸ و همچنین قیمت سررسیدهای مختلف آتی استفاده شده است.

هر سررسید آتی معمولاً بین ۲ تا ۴ ماه فعال است و طی این مدت (خرداد ۹۷ تا آبان ۹۸) ۱۳ قرارداد عرضه شده است. لذا یک سری زمانی واحد برای کل دوره وجود ندارد. به این خاطر و جهت ایجاد یک سری زمانی واحد با تعداد مشاهدات کافی برای آزمون گارچ، متوسط قیمت همه قراردادهای آتی فعال به عنوان قیمت آتی مورد استفاده قرار گرفت. اما در آزمون دوم که هدف آن بررسی جهت علیت در دوره های صعودی و نزولی بود، صرفاً قیمت هر سررسید مورد استفاده قرار گرفت. قیمت های نقدی نیز با توجه به قیمت گیری روزانه پایگاه دنیای زعفران از مراجع نقدی و ارائه متوسط قیمت‌ها، از این پایگاه استعلام شده است. جهت سنجش جهت علیت از روش علیت گرنجر و همچنین روش ناهمسانی واریانس شرطی تعمیم یافته (گارچ) استفاده شده است.

جهت آزمون علیت از دو روش متعارف (علیت گرنجر و گارچ) در اقتصادسنجی استفاده خواهد شد. در اینجا مبانی این روش را تشریح و ساختار مدل مورد استفاده ارائه می‌شود.

مدل گارچ: در بازارهای مالی، مدل‌های خودتوضیح بر مبنای وابستگی جمله‌های خطا و واریانس‌ها به مقادیر همین متغیرها در دوره‌های قبل، توسعه یافتند. برای اولین بار، انگل^{۲۰} (۱۹۸۲) از واریانس‌های شرطی به جای خود متغیرها استفاده کرد و مدل خودتوضیح واریانس ناهمسان شرطی یا همان آرج^{۲۱} را معرفی کرد. رابطه (۱) یک مدل آرج از مرتبه q را نشان می‌دهد.

رابطه (۱)

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + u_i$$

که در رابطه فوق، σ مجذور واریانس، q تعداد وقفه‌ها، α ضرایب و ε جمله خطاست. این رابطه برای فقط یک متغیر نوشته شده است که در آن واریانس در دوره t ، به صورت تابعی از خطا در دوره‌های قبل برآورد شده است. بعد از آن بولرسلیو^{۲۲} (۱۹۸۶) مدل آرج را توسعه داده و گارچ^{۲۳} را ارائه کرد که در آن برخی مشکلات آرج، از جمله مشکل تعیین وقفه‌های معادله واریانس (نریمانی و نریمانی، ۱۳۹۴)، حل شده و واریانس علاوه بر جمله‌های خطا، تابع وقفه‌های خودش هم هست. رابطه ۲ یک گارچ یک متغیره با یک وقفه را نشان می‌دهد.

رابطه (۲)

$$\sigma_t^2 = a + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2$$

در رابطه فوق واریانس شرطی تابع سه جمله است: یک مقدار ثابت a ، اخبار موثر بر متغیر (ایجادکننده نوسانات کوتاه‌مدت) که به صورت مجذور باقیمانده معادله میانگین ارائه می‌شود. به این جمله، جمله آرج^{۲۴} نیز گفته می‌شود. نهایتاً تابع واریانس آخرین دوره (دوره قبل) که به جمله گارچ^{۲۵} هم معروف است. بعدتر، مدل‌های گارچ چندمتغیره توسعه یافتند (بولرسلیو، انگل و وولدریچ^{۲۶}، ۱۹۸۸). با توجه به اینکه در این پژوهش دو سری زمانی (قیمت نقدی و آتی) مدنظر است، از گارچ دومتغیره استفاده شده است.

رابطه (۳)

$$\begin{bmatrix} \sigma_t^{hd} & \sigma_t^{hd} \\ \sigma_t^{dh} & \sigma_t^d \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \alpha_{11} & \alpha_{12} \\ \alpha_{21} & \alpha_{22} \end{bmatrix}' \\ * \begin{bmatrix} \varepsilon_{1,t-1} \\ \varepsilon_{2,t-1} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} \varepsilon_{1,t-1} \\ \varepsilon_{2,t-1} \end{bmatrix}' \\ * \begin{bmatrix} \alpha_{11} & \alpha_{12} \\ \alpha_{21} & \alpha_{22} \end{bmatrix} \\ + \\ \begin{bmatrix} \beta_{11} & \beta_{12} \\ \beta_{21} & \beta_{22} \end{bmatrix}' * \begin{bmatrix} \sigma_{11,t-1} & \sigma_{12,t-1} \\ \sigma_{21,t-1} & \sigma_{22,t-1} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} \beta_{11} & \beta_{12} \\ \beta_{21} & \beta_{22} \end{bmatrix}$$

در جمله سوم که همان جمله گارچ است، ضرایب β نشان دهنده میزان وابستگی واریانس شرطی در دوره جاری به واریانس شرطی در دوره گذشته است. به طور

برای استفاده سیاستی باید، به صورت موردی، بررسی شود.

۵- یافته‌های پژوهش

با توجه به استفاده از مدل‌های سری زمانی، قبل از هرچیز آزمون مانایی را روی سری زمانی قیمت آتی و نقدی زعفران انجام می‌دهیم. نتایج در جدول ۱ خلاصه شده است. چنانچه پیداست، هر دو سری زمانی در سطح ۵ درصد دارای ریشه واحد و نامانا هستند اما تغییرات آنها (تفاضل مرتبه اول) ریشه واحد ندارد.

جدول ۱- نتایج آزمون دیکی فولر تعمیم یافته درباره مانایی متغیرها

متغیر	میزان آماره t	احتمال وجود ریشه واحد (prob.)
قیمت آتی	-۲,۳۰۶۱	۰,۱۷۰۵
تغییرات قیمت آتی	-۱۷,۲۲۰۷	۰,۰۰۰۰
قیمت نقدی	-۲,۵۷۰۹	۰,۰۹۹۸
تغییرات قیمت نقدی	-۱۰,۶۷۸۵	۰,۰۰۰۰

منبع: محاسبات تحقیق

نتایج آزمون علیت گرنجر بر روی مجموعه داده‌ها در جدول زیر ارائه شده است. طبق نتایج این آزمون فرض صفر مبنی بر اینکه قیمت نقدی علت قیمت آتی نیست در سطح بالای احتمال (۷۹ درصد) تایید می‌شود. اما فرض معکوس در سطح ۵ درصد رد می‌شود. به این ترتیب طبق این آزمون، قیمت‌های آتی در دوره مورد بررسی علت گرنجری قیمت نقدی بوده است و در جهت معکوس چنین جریان علیتی قابل رصد نیست. چنانچه جدول ۲ نشان می‌دهد با انجام آزمون برای تغییرات قیمت به جای سطح قیمت‌ها، قیمت هیچکدام از بازارها در سطح معناداری ۱۰ درصد، علت گرنجری قیمت در بازار دیگر نیست.

مشابه اجزای قطر اصلی اثرات گارچ در درون هر بازار (آتی و نقدی) و اجزای قطر فرعی اثرات گارچ بین دو بازار را نشان می‌دهد و نشان‌دهنده انتقال نوسان در بازارها و بین بازارهاست. سنجش جهت علیت با استفاده از عناصر قطر فرعی که اثرات بین بازارها را نمایندگی می‌کند ممکن است.

علیت گرنجر: مدل علیت گرنجر توسط گرنجر^{۲۷} (۱۹۶۹) معرفی شد و بعد از آن بارها مورد استفاده قرار گرفت و موجب شهرت و دریافت جایزه نوبل توسط کلیو گرنجر نیز شد. مفهوم اساسی این روش آن است که هرگاه مقادیر با وقفه یک سری زمانی X به طرز معناداری در پیش‌بینی مقادیر فعلی سری زمانی Y کمک کند، آنگاه X علت گرنجری Y است. به بیان ریاضی، X علیت گرنجر Y است زمانی که پیش‌بینی سری زمانی Y بر اساس وقفه‌های خودش و وقفه‌های X نتایج بهتری نسبت به پیش‌بینی Y صرفاً بر اساس وقفه‌های خودش به دست بدهد. (ماریوس، ۲۰۱۵). طبق روابط ۴ و ۵، اگر Y_t^1 تخمین بهتری نسبت به Y_t^2 از سری زمانی Y باشد آنگاه X علیت گرنجر Y است. (سورنسن^{۲۸}، ۲۰۰۵).

$$Y_t^1 = \sum_{i=1}^k a_i Y_{t-i} + \sum_{i=1}^k b_i X_{t-i} + \varepsilon_i \quad (4)$$

$$Y_t^2 = \sum_{i=1}^k a_i Y_{t-i} + \varepsilon_i \quad (5)$$

روش علیت گرنجر به طور فزاینده در مقالات تا همین دهه اخیر مورد استفاده قرار گرفته است. شمارش تعداد استفاده از این واژه به عنوان کلیدواژه کانونی مقالات پژوهشی نشان می‌دهد با وجود توقف روند صعودی استفاده از این روش در سال ۲۰۱۱، همچنان بیش از ۵ هزار بار در سال، استفاده می‌شود (ماریوس^{۲۹}، ۲۰۱۵). اگرچه این روش از نظر آماری قوی است و سالها در محافل علمی مورد استفاده قرار گرفته است اما، گرنجر (۲۰۰۱) در مقاله یا با محوریت آخرین توسعه‌ها در مفهوم علیت، درباره امکان کاربرد سیاستی از این آزمون می‌گوید این آزمون‌ها مفیدند اما

جدول ۲- نتایج آزمون علیت گرنجر

احتمال درستی فرض صفر	آماره F	فرض صفر
۰,۷۹۱۷	۰,۰۶۹۸	قیمت نقدی علت قیمت آتی نیست
۰,۰۴۴۴	۴,۰۶۴۳	قیمت آتی علت قیمت نقدی نیست
۰,۱۰۷۶	۲,۵۹۹۸	تغییرات قیمت نقدی علت قیمت آتی نیست
۰,۱۲۷۶	۲,۳۲۹۹	تغییرات قیمت آتی علت قیمت نقدی نیست

منبع: محاسبات تحقیق

بدان معناست که در حالت کلی، نوسانات دو بازار (اعم از اخبار و یا شوک ها و تلاطمات) به صورت معناداری به بازار دیگر منتقل نمی‌شود. در ادامه آزمون علیت را برای سررسیدهای مختلف انجام می‌دهیم تا امکان تفکیک دوره های صعودی و نزولی، وجود داشته باشد. اما به منظور تعیین جهت علیت به تفکیک دوره های رونق و رکود (دوره‌های کاهشی یا افزایشی قیمت ها)، آزمون علیت را برای همه سررسیدهای خاتمه یافته در بازار آتی تا انتهای آبان ۹۸ انجام می‌دهیم. جدول ۵ خلاصه نتایج را نشان می‌دهد.^{۳۰}

قبل از انجام آزمون گارچ لازم است وجود واریانس ناهمسانی در سری‌های زمانی مربوط به دو متغیر بررسی شود. جدول ۳ نتایج آزمون واریانس ناهمسانی روی سری زمانی ساده هر دو متغیر را به روش arch نشان می‌دهد. بر اساس نتایج، باقیمانده‌های تصریح سری زمانی هر دو متغیر، دارای واریانس ناهمسانی است.

جدول ۴ که نتایج آزمون گارچ دومتغیره را نشان می‌دهد نیز نتایج حاصل از آزمون علیت گرنجر را تایید می‌کند. چرا که هر دو ضریب مربوط به عناصر قطر فرعی ماتریس های آرچ و گارچ بی‌معنا شده است. این

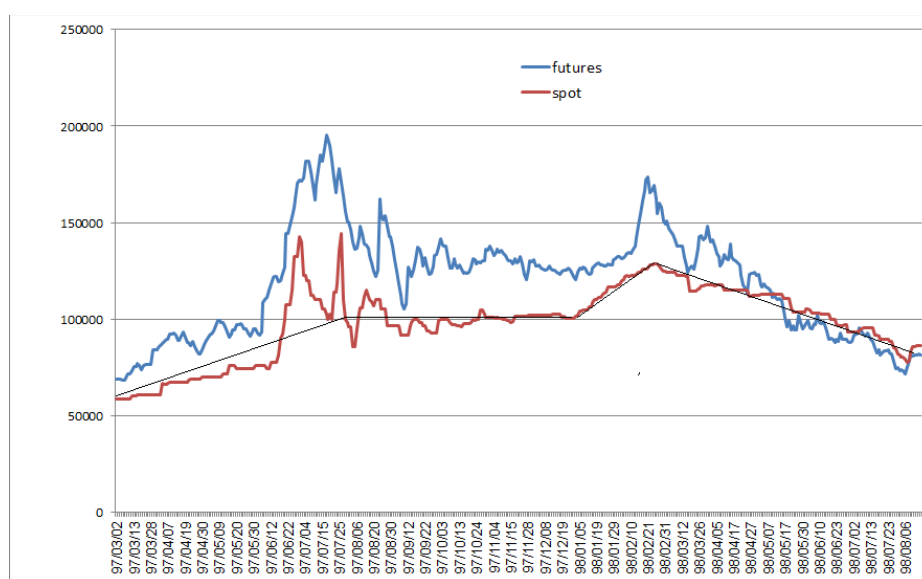
جدول ۳- نتایج آزمون واریانس ناهمسانی روی سری زمانی قیمت های نقدی و آتی

احتمال درستی فرض صفر	آماره F مربوط	
۰,۰۰۰۰	۶۰۱۸,۱	سری زمانی خودتوضیح قیمت آتی
۰,۰۰۰۰	۳۲۳۶,۰	سری زمانی خودتوضیح قیمت نقدی

جدول ۴ نتایج آزمون گارچ دومتغیره برای قیمت های آتی و نقدی

احتمال درستی فرض صفر	آماره z	مقدار ضریب	ضرایب - طبق فرمول استاندارد ایویوز	ضرایب - طبق رابطه شماره ۳	نوع ضرایب
0.0000	4.438661	340011.0	M(1,1)	α_{11}	ثابت
0.7959	0.258664	25010.13	M(1,2)	α_{12}	
0.0000	9.888544	243835.8	M(2,2)	α_{22}	
0.0007	3.406411	0.079083	A1(1,1)	α_{11}	ضرایب آرچ
0.6241	0.490102	0.056946	A1(1,2)	α_{12}	
0.0000	9.672900	0.175735	A1(2,2)	α_{22}	
0.0000	46.28161	0.911385	B1(1,1)	β_{11}	ضرایب گارچ
0.1342	1.497909	0.745315	B1(1,2)	β_{12}	
0.0000	44.87948	0.774923	B1(2,2)	β_{22}	

منبع: محاسبات تحقیق



تصویر ۲ - نمودار قیمت نقدی زعفران نگین از خرداد ۹۷ تا آبان ۹۸ و متوسط قیمت قراردادهای فعال زعفران نگین در بازار آتی (نرخ‌ها به ریال به ازای هر یک گرم زعفران)

بر اساس نتایج جدول ۵ می‌توان گفت که در همه دوره‌هایی که بازار مطلقاً نزولی بوده، بازار آتی نقش اصلی را داشته است و بازار نقدی از این بازار اثر گرفته است. اما در دوره‌های نوسانی یا دوره های صعودی، نتایج صریحی وجود نداشته است. در دوره فعالیت سررسید اردیبهشت ۹۸ (۹۷/۱۱/۳۰ تا ۹۸/۱۲/۲۲) که بازار مطلقاً صعودی بود، جهت علیت گرنجری از بازار نقدی به آتی بوده است.

با بررسی نمودار تغییرات قیمت می‌توان یک دوره صعودی قیمت از ابتدای خرداد تا اوایل آبان ۹۷ (عمدتاً در اثر رشد نرخ ارز)، یک دوره ثبات از آبان تا اواخر اسفند ۹۷، یک دوره رشد از اواخر اسفند ۹۷ تا اواسط اردیبهشت ۹۸ و یک دوره افت فرسایشی از نیمه اردیبهشت تا اوایل آبان ۹۸ شناسایی کرد. در انتهای دوره با ورود دولت و خرید حمایتی، شاهد یک رشد محدود هستیم که نمی‌توان آن را روند صعودی به حساب آورد چرا که صرفاً در چند روز پایانی دوره مورد بررسی رخ داده است.

جدول ۵ - نتایج آزمون علیت گرنجر به تفکیک سررسیدهای بازار آتی و بر اساس دوره های صعودی و نزولی قیمت

جهت بازار	تغییرات قیمت طی دوره و جهت بازار		احتمال درستی فرض صفر	احتمال درستی فرض یک	دوره فعالیت قرارداد	سررسید آتی
	قیمت آتی	قیمت نقدی				
صعودی	۴۰,۸	۷۰,۹۴	۰,۸۸۲۲	۰,۲۶۴۸	۶/۲۰ تا ۳/۲	شهریور ۹۷
صعودی	۹,۹-	۶۶,۶۷	۰,۵۴۵۴	۰,۲۵۲۹	۸/۱۴ تا ۴/۷	آبان ۹۷
ثابت	۵,۷-	۳۲,۱۴	۰,۳۶۱۹	۰,۸۹۰۳	۱۰/۲۴ تا ۶/۶	دی ۹۷
ثابت	۱۵,۲-	۷,۸۹	۰,۳۰۷۵	۰,۷۴۸۴	۱۱/۱۶ تا ۹/۱۲	بهمن ۹۷
ثابت	۱۹,۹-	۱,۴۳	۰,۰۲۵۷	۰,۴۵۳۳	۱۲/۱۸ تا ۱۰/۳۰	اسفند ۹۷
ثابت	۱۱,۰۹-	۱۵,۴۵	۰,۰۷۹۴	۰,۵۰۴۸	۱/۲۸ تا ۱۱/۲۳	فروردین ۹۸
صعودی	۱۶,۷	۲۵,۷۸	۰,۰۳۸۹	۰,۰۰۳۵	۲/۲۲ تا ۱۱/۳۰	اردیبهشت ۹۸
نوسانی	۷,۰۳-	۲۱,۹۹	۰,۸۱۵۶	۰,۷۳۴۸	۳/۱۸ تا ۱۲/۲۲	خرداد ۹۸

تغییرات قیمت طی دوره و جهت بازار		احتمال درستی فرض صفر	احتمال درستی فرض یک	دوره فعالیت قرارداد	سررسید آتی	
جهت بازار	قیمت نقدی					
نزولی	۲۱,۳۶-	۳,۷۹	۰,۰۰۰۰	۰,۳۴۰۳	۴/۲۵ تا ۱/۲۱	تیر ۹۸
نزولی	۳۷,۳۷-	۱۵,۴۴-	۰,۰۰۰۰	۰,۳۷۸۹	۵/۲۶ تا ۳/۱۲	مرداد ۹۸
نزولی	۴۰,۸۸-	۱۶,۲۲-	۰,۰۰۵۴	۰,۷۴۲۶	۶/۲۴ تا ۴/۱۵	شهریور ۹۸
نزولی	۱۹,۹۴-	۱۹,۳۴-	۰,۰۰۰۵	۰,۵۵۲۱	۷/۲۰ تا ۵/۲۰	مهر ۹۸
نزولی	۳۳,۴۹-	۱۶,۹۷-	۰,۰۶۱۲	۰,۲۱۸۸	۸/۱۸ تا ۵/۲۷	آبان ۹۸

فرض صفر: قیمت نقدی علت قیمت آتی نیست / فرض یک: قیمت آتی علت قیمت نقدی نیست

۶- جمع بندی و نتیجه گیری

راه اندازی قراردادهای گواهی سپرده و آتی زعفران، یک نقطه عطف در صنعت زعفران محسوب می شود؛ جایی که معاملات این محصول استراتژیک روی تابلو بورس قرار گرفت، تعداد بسیار زیادی بازیگر و ذینفع جدید وارد این صنعت شد، توجه رسانه ها و تحلیلگران به صنعت و تحولات آن بیشتر شد و نهایتاً یک قیمت جدید روی تابلو بورس برای برخی انواع زعفران کشف و گزارش شد. اما آیا نرخ های بورسی بر بازار نقدی موثر است؟ جهت بررسی این سوال مهم، مجموعه ای از داده های قیمت آتی و نقدی زعفران نگین، برای دوره خرداد ۹۷ تا آبان ۹۸ جمع آوری شده و به دو طریق مورد آزمون قرار گرفت:

اول. علیت عمومی برای کل دوره: ابتدا جهت علیت بین دو بازار برای کل دوره با استفاده از روش های علیت گرنجری و همچنین روش گارچ محاسبه شد. نتایج نشان داد که در روش گارچ اعداد قطر فرعی معنی دار نیستند و لذا تلاطمات و نوسانات بین دو بازار منتقل نمی شود. یعنی هیچکدام از بازار به طور عمومی در این دوره علت بازار دیگر نبوده است. اما در روش علیت گرنجری و با استفاده از سری زمانی سطح داده ها علیت گرنجری از بازار آتی به بازار نقدی شناسایی شد.

دوم. علیت در دوره های صعودی و نزولی: در آزمون دوم، علیت گرنجری به تفکیک هر یک از سررسیدهای بازار آتی انجام شد^{۳۱}. نتایج نشان داد که در ۶ سررسید اول و همچنین سررسید خرداد ۹۸ که

در آن بازار صعودی و یا ثابت بوده است، علیت معناداری بین بازارها وجود ندارد. در سررسید اردیبهشت که بازار صعودی بود، علیت از بازار نقدی به آتی شناسایی شد. نمودار ۲ نیز نشان می دهد در این دوره، شروع حرکت بازار آتی حدود یک ماه بعد از شروع حرکت بازار نقدی بوده است. اما ۵ سررسید اخیر (تیر تا آبان ۹۸) که بازار مطلقاً نزولی بوده است، همواره علیت گرنجری از بازار آتی به نقدی معنادار بوده است.

نتایج حاصله با نتایج مطالعات فکاری و همکاران (۱۳۹۲) و احمدپور و نیکزاد (۱۳۹۰) مبنی بر وجود شواهدی مبنی بر علیت عمومی از بازار آتی به نقدی در بازار طلا در داخل کشور و همچنین جوزف، سیسودا و کومار تیواری (۲۰۱۵) در بازار کالاهای اساسی هند، همخوانی دارد. همچنین با نتایج مطالعات متعدد در خارج از کشور مبنی بر اینکه تفکیک بین دوره های مختلف و روش می تواند منجر به نتایج متفاوت و دقیق تر شود، نیز همخوانی دارد.

بر این اساس، فرضیه تحقیق به طور کلی تایید نمی شود. اما به نظر می رسد بازار آتی در جهت نزولی، محرک بازار نقدی است اما در شرایط صعودی این توان را ندارد. علت این موضوع هم می تواند دوطرفه بودن بازار آتی باشد. یعنی جایی که بازیگران می توانند از روند نزولی نیز با اتخاذ موقعیت فروش، سود کسب کنند. ضمناً برخی شواهد نشان می دهد که ناآشنایی تعداد زیادی از بازیگران و فعالان بازار آتی با بازار نقدی زعفران، گاهی باعث تشدید رفتارهای هیجانی،

عنوان اصلی: Fundamentals of futures and options markets, c2002

* مهرآرا، محسن و فاطمه نائی، (۱۳۹۳)، "رابطه بین قیمت‌های نقدی و آتی سکه طلا در ایران"، اقتصاد مالی، دوره ۸، شماره ۲۹، زمستان ۱۳۹۳، صفحه ۷۱-۸۸

* فکاری بهزاد، اکبر میرزاپور، علی صیامی و مصطفی کجوری، (۱۳۹۲)، "بررسی ارتباط قیمت بازار آتی و نقدی سکه طلای ایران"، دانش مالی تحلیل اوراق بهادار، شماره ۲۲، تابستان ۱۳۹۳، صفحه ۹۳-۱۰۷

* احمدپور، احمد و مرضیه نیک‌زاد (۱۳۹۰)، "بررسی رابطه بین قیمت های نقد و آتی سکه طلا، در بورس کالای ایران"، بورس اوراق بهادار، بهار ۱۳۹۰، شماره ۱۳، صفحه ۱۷۵-۱۹۰

* نریمانی، رضا و احمد نریمانی (۱۳۹۴)، "تحلیل سری های زمانی"، تهران، ناقوس، ۱۳۹۴

* Xianfang Su & Huiming Zhu & Xinxia Yang, (2019), "Heterogeneous Causal Relationships between Spot and Futures Oil Prices: Evidence from Quantile Causality Analysis," Sustainability, MDPI, vol. 11(5), pages 1-17.

* Quintino, Derick & David, S. & Vian, F. (2017), "Analysis of the Relationship between Ethanol Spot and Futures Prices in Brazil", International Journal of Financial Studies, pages 1-10.

* Joseph, A. , Sisodia, G. and Tiwari, A. (2015), "The Inter-Temporal Causal Nexus between Indian Commodity Futures and Spot Prices: A Wavelet Analysis", Theoretical Economics Letters, 5, pages 312-324.

* Xu, Xiaojie, (2014), "Price Discovery in U.S. Corn Cash and Futures Markets: The Role of Cash Market Selection," Agricultural and Applied Economics Association, Annual Meeting, pages 1-38.

* Ling-yun, H., & Xie, W. (2011), "Who Has the Final Say ? Market Power versus Price Discovery in China's Sugar Spot and Futures Markets", China Agricultural Economic Review 4(3), January 2012, pages 379-390.

* Baldi, Lucia & Peri, Massimo & Vandone, Daniela, (2011), "Spot and future prices of

مخصوصا در روندهای نزولی می‌شود. ضمنا امکان خبرسازی و ایجاد جو روانی مثبت یا منفی در خلا آماری و اطلاعاتی این صنعت هم ممکن است. مخصوصا آنکه معمولا، ایجاد جو منفی و دامن زدن به اخبار منفی راحت تر از ایجاد اخبار مثبت و جو صعودی است.

لذا در این شرایط به نظر می‌رسد، جهت پیشگیری از برخی آثار منفی روندهای نزولی شدید در بازار آتی و انتقال آن به بازار نقدی و اعمال ضرر بر کشاورزان، لازم است اقداماتی از سوی سیاستگذاران بخش کشاورزی و بورس کالا در دستور کار قرار گیرد، از جمله:

۱) ایجاد بستر اطلاعاتی شفاف جهت انتقال اطلاعات بین دو بازار

۲) تسریع جهاد کشاورزی در ایجاد و ارائه اطلاعات تولید، هزینه تمام شده و قیمت نقدی

۳) فعالیت بازارگردان‌های حرفه ای در بازارهای گواهی سپرده و آتی زعفران به نحوی که مانع از رفتارهای هیجانی ناگهانی در این بازارها شود.

به عنوان پیشنهاد برای پژوهش‌های بعدی، می‌توان همین فرآیند را برای زعفران پوشال نیز تجربه کرد. همچنین می‌توان آزمون‌ها را با قیمت نقدی در مناطق مختلف تکرار کرد و نهایتا اثر نهادها و متغیرهای بازار بر کارایی کشف قیمت در هر بازار را سنجید و کیفیت تولید و انتشار اطلاعات در هر بازار و بین بازارها را موردسنجش قرار داد. این مطالعات به ایجاد درک دقیق تر از جهت علیت بین دو بازار کمک خواهد کرد.

فهرست منابع

* هال، جان، (۱۳۸۴)، "مبانی مهندسی مالی و مدیریت ریسک"، ترجمه سجاد سیاح و علی صالح‌آبادی، تهران: گروه رایانه تدبیرپرداز، ۱۳۸۴



- with Time Varying Covariances, *Journal of Political Economy*, 96, pages 116-131.
- * Granger, C.W. (1969), "Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-spectral Methods", *Econometrica*, 37(3), pages 424-438.
 - * Sørensen, Bent E. (2005), "granger Causality", *ECONOMICS* 7395, Spring, March 1, 2005, pages 1-4.
 - * Mariusz, Maziarz (2015), "A review of the Granger-causality fallacy", *Philosophical economics*, spring 2015, pages 86-105.
 - * Granger, C.W. (2001). "Some recent developments in a concept of causality", *Journal of Econometrics*, vol. 39, issue 1-2, pages 199-211
- agricultural commodities: fundamentals and speculation", *International European Forum*, February 14-18, 2011, pages 110-125.
- * Hernandez, Manuel & Torero, Maximo, (2010), "Examining the Dynamic Relationship Between Spot and Futures Prices of Agricultural Commodities", *Commodity Market Review*, IFPRI Discussion Paper 0098, pages 1-39.
 - * Silvapulle, P. and Moosa, I.A. (1999), "The relationship between spot and futures prices: Evidence from the crude oil market", *futures markets*, pages 175-193.
 - * Chen, Rong and Zheng, Zhen-long, (2008), "Unbiased estimation, price discovery and market efficiency: Relationship between futures prices and spot prices". *Systems Engineering - Theory & Practice*, Volume 28, Issue 8, Pages 2-11
 - * Fortenbery, T.R. (2004), "Developed speculation and underdeveloped markets—the role of futures trading on export prices in less developed countries". *European Review of Agricultural Economics* 31(4), pages 451-471.
 - * Mattos, F., & Garcia, P. (2004), "Price Discovery In Thinly Traded Markets: Cash And Futures Relationships In Brazilian Agricultural Futures Markets", *NCR-134 Conference on Applied Commodity Price Analysis*, pages 1-17.
 - * Chakravarty, S., Gulen, H., & Mayhew, S., (2004), "Informed Trading in Stock and Option Markets", *The Journal of Finance*, Vol. 59, No. 3, pages 1235-1257
 - * Fortenbery, T.R., & Zapata, H.O. (1997). "An evaluation of price linkages between futures and cash markets for cheddar cheese", *Futures market*, Volume 17, Pages 279-301
 - * Bopp, A.E.; Sitzer, S. (1987), "Are petroleum futures prices good predictors of cash value?", *J. Futures Markets*, 1987, 7, pages 705–719.
 - * Engle, R., (1982), "Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of U.K Inflation", *Econometrica* 50(4), pages 987–1007.
 - * Bollerslev, T., (1986), "Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity", *Journal of Econometrics* 31, pages 307–327.
 - * Bollerslev, T., Engle, R. Wooldridge, J. (1988), "A Capital Asset Pricing Model

یادداشت ها

- ¹ John Hull
 - ² Hedgers
 - ³ Speculators
 - ⁴ Arbitrageurs
 - ⁵ Su, Zhu and Yang
 - ⁶ Quintino and David and Vian.
 - ⁷ information share method
 - ⁸ Joseph, Sisodia, and Tiwari
 - ⁹ Xu
 - ¹⁰ Ling-yun and Xie
 - ¹¹ Baldi, Peri and Vandone
 - ¹² Hernandez, Manuel and Torero
 - ¹³ Silvapulle and Moosa
 - ¹⁴ Zhen-long
 - ¹⁵ Fortenbery
 - ¹⁶ Mattos and Garcia
 - ¹⁷ Chakravarty, Gulen and Mayhew
 - ¹⁸ Fortenbery and Zapata
 - ¹⁹ Bopp and Sitzer
 - ²⁰ Engle
 - ²¹ AutoRegressive Conditional Heteroscedasticity
 - ²² Bollerslev
 - ²³ Generalized ARCH
 - ²⁴ ARCH Term
 - ²⁵ GARCH Term
 - ²⁶ Bollerslev, Engle, and Wooldridge
 - ²⁷ Granger
 - ²⁸ Sorensen
 - ²⁹ Mariusz
- ^{۲۰} امکان تفکیک کل دوره به دوره های رونق و رکود و انجام آزمون بر اساس آن وجود داشت اما با توجه به خطای احتمالی ناشی از متوسط گیری بین دو قیمت آتی، ترجیح داده شد، تفکیک دوره ها بر اساس دوره شروع تا پایان هر سررسید آتی انجام شود.
- ^{۲۱} با توجه به محدودیت تعداد مشاهدات در هر سررسید، استفاده از روش گارچ که نیاز به مشاهدات زیاد دارد، نمی تواند نتایج قابل اتکالی داشته باشد.