



رابطه بین قیمت‌های نقدی و آتی سکه طلا در ایران

محسن مهر آرا^۱
فاطمه نائبی^۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۷/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۹/۱۴

چکیده

ارتباط بین بازارهای نقد و آتی و چگونگی رابطه علی بین این دو بازار از جمله موضوع‌های حائز اهمیت است که مشخص شدن آن، در پیش‌بینی قیمت‌های آینده دارایی پایه و برنامه‌ریزی فعالان این بازار بسیار تأثیرگذار است. هدف این مطالعه بررسی چگونگی ارتباط علی بین دو بازار نقد و آتی سکه طلا در ایران به‌عنوان تنها قرارداد آتی با نقدینگی بالا در کشور می‌باشد و روش منحصر به فردی در کشور که برای ساخت سری زمانی از قیمت‌های قرارداد آتی مورد استفاده قرار گرفته است، روش میانگین موزون بین قیمت قراردادهای آتی با سررسیدهای مختلف است. در این مطالعه با استفاده از رویکرد هم‌انباشتگی و مدل تصحیح خطا و همچنین آزمون علیت هم‌زمانی وجود یا عدم وجود رابطه علی بین قیمت‌های نقدی و آتی سکه طلا بررسی شد. نتایج تخمین‌ها حاکی از این بوده که قیمت‌های این دو بازار هم‌انباشتگی دارند و با توجه به معادلات ECM و همچنین آزمون علیت گرنجری ناشی از آن، رابطه علیت بین قیمت نقدی و آتی سکه طلا هم در کوتاه‌مدت و هم در بلندمدت، دوطرفه است. آزمون علیت از نوع هم‌زمانی نیز مؤید وجود رابطه علی به‌طور هم‌زمان میان قیمت‌های این دو بازار می‌باشد. نمودارهای کنش - واکنش در دو بازار نقد و آتی با دو روش ECM و BVAR برآورد و با یکدیگر مقایسه شد که نتایج حاکی از آن بوده که این دو بازار با یکدیگر ارتباط دارند و شوک‌های هر بازار بر بازار دیگر اثرگذار است.

واژه‌های کلیدی: رابطه علی، مدل بی‌زین ور، مدل تصحیح خطا، قرارداد آتی، روش میانگین موزون بین قیمت‌های قرارداد آتی با سررسیدهای مختلف.

طبقه بندی JEL: G15, C01, C22, C11

۱- استاد اقتصاد، دانشگاه تهران، (نویسنده مسئول). mehrara@ut.ac.ir

۲- کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران. Fnaebi@gmail.com

۱- مقدمه

بازارهای مالی از اثرگذارترین بازارها بر اقتصاد هر کشوری است که سایر بخش‌های واقعی اقتصاد به شدت از آن متأثر می‌شوند و به طور متقابل بر آن اثر می‌گذارند. گسترش بازارهای مالی و حرکت رو به رشد آن‌ها و همچنین ابداع و تنوع ابزارهای مالی، از مهم‌ترین مسائل دنیای سرمایه‌گذاری است که سبب بهبود فرصت‌های سرمایه‌گذاری در این بازارها گشته است. ابزارهای مشتق از جمله این ابزارهای مالی هستند که رایج‌ترین آن‌ها در بازارهای سرمایه، قراردادهای فورواردها^۱، قراردادهای آتی^۲، قراردادهای اختیار معامله^۳ و قراردادهای سوآپ^۴ می‌باشند.

قراردادهای آتی به‌عنوان یکی از با قدمت‌ترین ابزارهای مشتق مالی، نقشی اساسی در جهت مدیریت نوسان‌های قیمت دارایی پایه در بازار نقدی دارند. قرارداد آتی به بیان ساده قراردادی است که بر اساس آن طرفین معامله توافق می‌نمایند یک کالا (انواع دیگر دارایی پایه) را باقیمت توافقی که در روز عقد قرارداد تعیین می‌شود را در تاریخ معینی در آینده معامله نمایند.

تاکنون مطالعه‌ها و تحقیق‌های بسیاری در خصوص بازار قراردادهای آتی و نقش آن در بازار سرمایه در جهان صورت گرفته است که یکی از موضوع‌های مهم در این مطالعه‌ها چگونگی ارتباط بین بازارهای نقد و آتی می‌باشد. نتایج مطالعه‌ها صورت گرفته در این خصوص حاکی از آن است که بازارها با یکدیگر در ارتباط هستند و اطلاعات موجود در یک بازار می‌تواند سایر بازارها را تحت تأثیر قرار دهد. کشف قیمت در بازار نقد و آتی یک دارایی پایه و نوع ارتباط بین این دو بازار در تصمیم‌گیری اقتصادی و مدل پیش‌بینی قیمت‌ها موثر خواهد بود.

در این مطالعه چگونگی ارتباط بین دو بازار نقد و آتی سکه طلا در ایران، به دلیل اینکه تنها قرارداد آتی با نقدینگی بالا در بازارهای مالی ایران می‌باشد^۵، مورد بررسی قرار خواهد گرفت. قراردادهای آتی سکه طلا برای نخستین بار در آذرماه سال ۱۳۸۷ در بورس کالای ایران بر روی دارایی پایه سکه تمام بهار آزادی راه‌اندازی گردید. به دلیل نوع دارایی پایه که غیر مصرفی است و کالای سرمایه‌ای محسوب می‌شود و نوسانات ذاتی قیمت کالاهای سرمایه‌ای در مقایسه با کالاهای مصرفی به علت فعالیت‌های سفته‌بازانه بر روی آن و نیز ارتباط مستقیم قیمت سکه با چندین مؤلفه به شدت متغیر از قبیل قیمت جهانی انس طلا، نرخ ارز، سیاست‌های کنترل بازار بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، بازدهی بازارهای رقیب و ... این کالا همواره شاهد نوسانات قابل توجهی بوده است؛ بنابراین انجام این مطالعه، بازار پیشرو در انتقال نوسانات قیمت سکه طلا و روابط بلندمدت و کوتاه‌مدت مابین این دو بازار را معرفی می‌نماید که مشخص شدن آن در پیش‌بینی قیمت‌های آینده سکه طلا و برنامه‌ریزی سرمایه‌گذاران این بازار بسیار تأثیرگذار است. به‌عبارت‌دیگر نتایج این مطالعه پاسخگو به این سؤال هستند که آیا بازار نقد سکه طلا هدایت‌کننده قیمت‌ها در بازار آتی آن در کشور می‌باشد یا بالعکس و یا یک رابطه بازگشتی دو طرفه بین این دو بازار وجود دارد. همچنین نتایج آزمون علیت همزمانی بیان‌کننده این خواهد بود که آیا یک رابطه همزمان بین این دو بازار وجود دارد و هر دو بازار به طور همزمان از عامل دیگری تأثیر می‌پذیرند؟

برای این منظور در این مطالعه، ابتدا نتایج و روش از مطالعه های مشابه صورت گرفته در خارج و داخل از کشور ارائه می شود که نتایج غالب مطالعه های صورت گرفته حاکی از آن بوده که بازار آتی هدایت کننده قیمت ها در بازار نقدی بوده است. سپس مدل اصلی مطالعه برآورد می گردد.

وجه تمایز این مطالعه با سایر مطالعه های صورت گرفته در کشور، روش های به کار گرفته شده برای بررسی ارتباط بین دو بازار نقد و آتی و نحوه استفاده از داده های قراردادهای آتی می باشد. در این مطالعه علاوه بر بررسی رابطه علیت با مدل تصحیح خطا، علیت از نوع همزمانی نیز مورد آزمون قرار گرفته شده است. همچنین برای تبیین رفتار هر بازار در مقابل تکانه وارد از سوی بازار دیگر، علاوه بر روش تصحیح خطا که در سایر مطالعه ها از این روش استفاده شده است، نمودارهای کنش-واکنش با روش بیزین-ور نیز مورد برآورد قرار گرفته شده است؛ اما عمده ترین وجه تمایز این مطالعه با سایر مطالعه ها را می توان دقت در نحوه تهیه سری زمانی از سررسیدهای مختلف قراردادهای آتی و نحوه غلتاندن سررسیدها بر روی یکدیگر دانست که توضیح لازم در خصوص نحوه انجام این کار در بخش تشریح داده ها ارائه می گردد. علاوه بر تمام مطالب ذکر شده، طولانی تر بودن طول دوره مورد بررسی در این مطالعه نسبت به سایر مطالعه ها نیز منجر به کسب نتایج قابل اتکاتر و معتبر خواهد شد. شایان ذکر است که هیچ یک از مطالعه های قبلی چنین رویکردی در ارائه مطالب نداشته اند. در پایان نیز مطالب جمع بندی شده و نتایج تحقیق تبیین می شود.

پیشینه تحقیق

همان طور که در مقدمه نیز ذکر گردید تاکنون تحقیق های زیادی در خصوص ارتباط بین بازار نقد و آتی کالاهای مختلف صورت گرفته که نتایج برخی از این مطالعه ها در ذیل ارائه می شود:

چیوانگ و همکاران^۶ (1990) تغییرات قیمت در دوره های ۱۵ دقیقه ای برای شاخص S&P 500 را با استفاده از مدل گارچ مورد تجزیه و تحلیل قرار می دهد و نتایج این تحقیق نشان می دهد که قیمت قراردادهای آتی، قیمت نقد شاخص را با وقفه زمانی حداقل ۱۵ دقیقه ای هدایت می کند. بروکس و همکاران^۷ (2001) رابطه (2001) رابطه بین بازار نقد و قراردادهای آتی شاخص FTSE 100 را مورد آزمون قرار داده اند. آن ها در این تحقیق با استفاده از روش انگل و گرنجر به این نتیجه رسیدند که یک رابطه قوی بین قیمت های نقد و آتی وجود دارد. آن ها همچنین به این نتیجه رسیدند که تغییرهای قیمت شاخص در بازار نقد با یک فاصله زمانی به تغییرهای قیمت نقد و آتی شاخص بستگی دارد. چان سوک جی^۸ (2005) رابطه بین قیمت های بازار نقد و آتی شاخص سهام در مالزی را مورد بررسی قرار داده اند. آن ها برای بررسی از مدل تصحیح خطا استفاده نموده اند. نتایج حاصل نشان دهنده این است که بازار آتی هدایت کننده بازار نقد و تغییرات قیمت در بازار آتی در مقایسه با بازار نقد به طور نسبی کاراتر می باشند. بنابراین فعالان بازار می توانند از قیمت های آتی به عنوان یک شاخص خوب برای پیش بینی قیمت های نقد استفاده کنند. کاپورال و همکاران (2010)، با استفاده از مدل های هزینه ی حمل، تأثیر قیمت های آتی و نقد نفت خام در فرآیند کشف قیمت را بررسی کردند. آن ها در مطالعه ی خود از اطلاعات و آمارهای روزانه در دوره زمانی ژانویه 1990 تا دسامبر 2008 استفاده کردند.

نتایج آزمون هم‌انباشستگی میان قیمت‌های حاکی از آن بوده که هر یک از این بازارها دارای اطلاعاتی از روندهای استوکاستیک (تصادفی) است که دو قیمت را به یکدیگر مرتبط می‌سازد. از این رو، اطلاعات موجود در هر یک از این بازارها می‌تواند توانایی پیش‌بینی بازار دیگر را بالا ببرد. در داخل کشور نیز مطالعه‌هایی در خصوص ارتباط بین بازار نقد و آتی صورت گرفته است که نتایج آن‌ها در ذیل ارائه می‌گردد.

فرید زاد و مهاجری (۱۳۹۰) به بررسی روابط قیمت‌ها در دو بازار نقدی و آتی نفت خام WTI، ذخایر تجاری نفت خام و ریسک مبنای تعدیل‌شده برای دوره زمانی ژانویه ۱۹۸۶ تا دسامبر ۲۰۱۰ پرداختند، آن دو با توجه به وجود نوسانات غیرقابل پیش‌بینی از رویکرد گارچ برای مدل‌سازی استفاده نمودند و به این نتیجه رسیدند که رابطه مثبت و معنی‌داری میان تغییرات قیمت نقدی و آتی نفت خام وجود دارد. همچنین اثر تغییرات ریسک مبنای این قیمت‌ها تأیید شد و مشخص گردید که میزان موجودی نفت خام با یک دوره، اثر منفی بر تغییرهای قیمت نفت خام دارد. احمد پور و نیکزاد (۱۳۹۰) با استفاده از آزمون یوهانسون و مدل تصحیح خطای برداری به بررسی ارتباط بین بازار نقد و آتی سکه طلا در ایران برای دوره زمانی آذرماه سال ۱۳۸۷ لغایت اسفندماه سال ۱۳۸۸ پرداخته است، نتایج این مطالعه وجود ارتباط بین قیمت نقدی و آتی سکه طلا را تأیید نمود. وی در این مطالعه نشان داد که دو متغیر رابطه بلندمدت و معنی‌دار دارند و شوک‌های بازار آتی حداکثر تا ۵ دوره نقشی تأثیرگذار بر بازار نقد سکه طلا دارد. فکاری سرده‌ایی به همراه ۳ تن از همکاران خود (۱۳۹۲) به بررسی ارتباط بین بازار نقدی و آتی سکه طلا در بورس کالا برای دوره زمانی یک‌ساله ۱۳۹۰-۱۳۹۱ پرداخته است. این چهار نفر برای بررسی این ارتباط از روش‌های رگرسیون چندگانه، رگرسیون خود بازگشتی برداری، گارچ و آزمون علیت گرنجر بهره برده و به این نتیجه رسیده‌اند که نوسان‌های قیمت نقد و آتی با یکدیگر ارتباط معنی‌داری دارند و بازار آتی سکه طلا بازار نقدی آن را هدایت می‌کند.

همان‌طور که پیش از این در بخش مقدمه نیز مطرح گردید این مطالعه در برخی جنبه‌ها با مطالعه‌های قبلی متمایز است که مهم‌ترین آن‌ها بررسی علیت از نوع همزمانی، برآورد نمودارهای کنش-واکنش از روش بی‌زین و نحوه تهیه سری زمانی از سررسیدهای مختلف قراردادهای آتی و نحوه غلتاندن سررسیدها بر روی یکدیگر می‌باشد.

تشریح داده‌ها

داده‌های مورد استفاده در این مطالعه، اطلاعات قیمتی مربوط به معاملات نقدی و قراردادهای آتی سکه بهار آزادی طرح امام (ره) می‌باشد که قیمت‌های مربوط به معاملات نقدی از آرشیو پایگاه اطلاع‌رسانی کارگزاری سیولکس کالا اتخاذ شده و قیمت‌های آتی نیز از سامانه مانیتورینگ پویای کالا (سمپاک) بورس کالای ایران دریافت گردیده است.

قیمت‌های آتی سکه طلا در واقع قیمت‌های تسویه روزانه^۹ این قراردادها در بورس کالای ایران می‌باشد که مطابق مقررات این بورس در پایان هر روز معاملاتی توسط اتاق پایاپای محاسبه شده و گزارش می‌گردد.

هر یک از سررسیدهای قراردادهای آتی سکه طلا در بورس کالا طول دوره متفاوتی دارند و در نهایت بیشترین طول دوره برای این قراردادها، متعلق به قرارداد سررسید تیرماه ۱۳۹۱ بوده است که به مدت ۸ ماه تا زمان سررسید معامله بر روی آن صورت می گرفته است. لذا باید سری زمانی ای از قیمت‌های این قراردادها در طول مدت مورد بررسی ساخته شود. لازم به ذکر است که با پایان یافتن ماه قرارداد و فرا رسیدن تاریخ سررسید، باید از اطلاعات مربوط به قرارداد با سررسید بعدی استفاده نمود که به طور معمول در این فرایند شاهد یک جهش^{۱۱} غیرعادی قیمت‌ها هستیم. برای مقابله با این مشکل از راه‌حل‌های متعددی در مقالات جهت هموار نمودن داده‌ها در فرآیند انتقال سررسیدها استفاده می‌شود؛ در این مطالعه برای انتقال سررسیدها روش میانگین موزون مورد استفاده قرار گرفته است که به این صورت است که بین قیمت تسویه ۹ روز پایانی هر سررسید و ۹ روز معادل همان تاریخ در سررسید بعدی، میانگین وزنی گرفته می‌شود. به این ترتیب که در ۹ روز مانده به انتهای سررسید، به قیمت تسویه اولین سررسید وزن 0/9 و به قیمت تسویه سررسید بعدی در همان تاریخ وزن 0/1 داده و بدین صورت میانگین وزنی گرفته می‌شود. به همین ترتیب از وزن سررسید رو به اتمام یک دهم واحد کاسته شده و بر وزن قیمت تسویه سررسید بعدی یک دهم واحد افزوده می‌شود تا جایی که به آخرین قیمت تسویه سررسید اول وزن 0/1 اختصاص می‌یابد و وزن قیمت تسویه سررسید بعدی در همان روز به 0/9 می‌رسد. برای قیمت تسویه در روز بعدی که سررسید اول منقضی گردیده و دیگر داده‌ای ندارد، تماماً از قیمت تسویه سررسید بعدی استفاده می‌شود و این فرایند به همین گونه برای حرکت به سررسیدهای دیگر ادامه می‌یابد. با این روش یک سری زمانی از قیمت‌های آتی سکه طلا صرف‌نظر از طول مدت هر سررسید قرارداد آتی ایجاد می‌گردد.

شایان‌ذکر است که معمولاً برای یک روز معاملاتی، چندین قرارداد آتی در حال معامله می‌باشد و معامله‌گر مختار است که در هر یک از قراردادهای آتی با سررسید نزدیک‌تر به زمان حال و یا سررسیدهای دورتر، به معامله و اتخاذ موقعیت خرید و یا فروش بپردازد. در این مطالعه فقط از قیمت‌های نزدیک‌تر به زمان حال و قیمت‌های نقد متناظر با همان روزهای معاملاتی استفاده می‌شود. چرا که در روزهای نخست راه‌اندازی قراردادهای آتی سکه طلا در بورس کالای ایران، صرفاً با یک سررسید این قراردادها آغاز به کار نمودند و با استفاده از داده‌های این سررسید می‌توان سری زمانی با طول دوره بیشتری را ایجاد نمود؛ بنابراین در این مطالعه قیمت‌های اولین سررسید قراردادهای آتی سکه طلا را از تاریخ آغاز معاملات در بورس کالای ایران یعنی مورخ 1387/09/05 لغایت 1391/07/26 به تعداد ۹۹۸ داده را در بر می‌گیرد.

متغیرهای مورد بررسی و علائم اختصاری مربوط به آن‌ها در این بخش از مطالعه عبارت است از:

$$\text{Log(Spot Price)}=\text{LS}$$

$$\text{Log(Future Price1)}=\text{LF1}$$

متغیرها همان طوری که نشان داده شده است به صورت لگاریتمی مورد استفاده قرار می‌گیرند که در آن Spot Price قیمت‌های روزانه سکه طلا در بازار نقدی بر حسب ریال و Future Price1 قیمت‌های تسویه روزانه آتی سکه طلا برای سررسید اول در بورس کالای ایران بر حسب ریال می‌باشند.

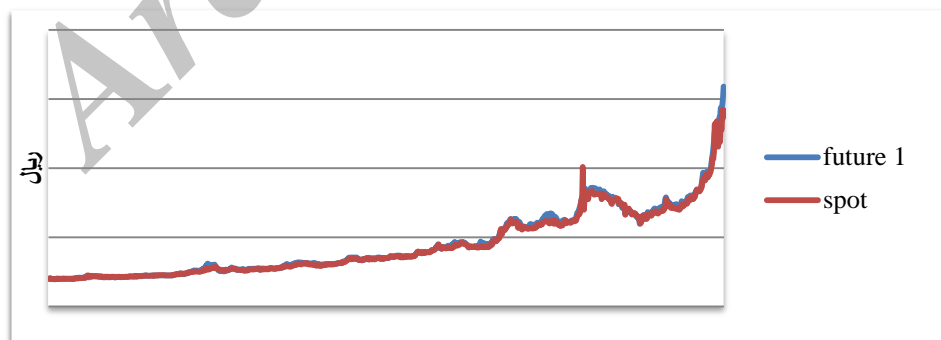
برخی از خصوصیات مهم آماری لگاریتم قیمت‌های آتی و نقدی سکه تمام بهار آزادی در جدول شماره ۱ ارائه شده‌اند.

جدول ۱. خصوصیات آماری لگاریتم قیمت‌های آتی و نقدی

لگاریتم قیمت‌های آتی با سررسید اول	لگاریتم قیمت‌های نقدی	
597114/6	590719/6	میانگین
548935/6	544998/6	میانه
201534/7	152288/7	ماکزیمم
294466/6	291147/6	مینیمم
213016/0	210038/0	انحراف معیار
370695/0	387578/0	چولگی ^{۱۱}
019879/2	002109/2	کشیدگی ^{۱۲}
80315/62	66/39414	جارگ - برا ^{۱۳}
000000/0	0/000000	احتمال آماره جارگ - برا
998	998	تعداد مشاهدات

همان طور که از جدول شماره ۱ مشخص است میانگین لگاریتم قیمت طلا و انحراف معیار آن در قراردادهای آتی اندکی بیشتر از قیمت‌های نقدی است. همچنین چولگی لگاریتم قیمت‌ها مثبت بوده و کشیدگی کوچک‌تر از عدد سه^{۱۴} حاکی از کوتاه‌تر بودن شکل توزیع این قیمت‌ها نسبت به نمودار توزیع نرمال می‌باشد.

نمودار شماره ۱ روند تغییرات قیمت نقدی و آتی سکه طلا برای سررسید اول (به ریال) را در طول مدت مورد بررسی نشان می‌دهد.



نمودار ۱. روند تغییرات قیمت نقدی و آتی سکه طلا در طول زمان (اولین سررسید)

همان طور که از نمودار شماره ۱ مشخص است نوسانات سکه طلا در طول مدت مورد بررسی بسیار قابل توجه بوده است و قیمت‌های نقدی و آتی سکه طلا در طول زمان هم جهت با یکدیگر و به دنبال هم حرکت نموده‌اند. به عبارت دیگر با روند تغییرهای قیمتی هر دو بازار می‌توان نتیجه گرفت که بین دو متغیر رابطه بلندمدت وجود دارد که در بخش‌های بعدی این رابطه را به طور دقیق بررسی خواهیم نمود.

مدل تحقیق و روش برآورد

روش آزمون علیت گرنجری یکی از کاربردی‌ترین و رایج‌ترین روش برای بررسی رابطه علیت است. از آنجاکه بیشتر متغیرهای سری زمانی اقتصاد کلان و بازارهای مالی نامانا و دارای یک روند تصادفی هستند و تحت تأثیر شوک‌های سیاسی و اقتصادی روندشان تغییر می‌یابد، ابتدا بایستی وضعیت مانایی متغیرهای مورد استفاده در الگوی علیت گرنجری بررسی شود. در واقع در صورت وجود نامانایی و روند تصادفی در متغیرها، نتایج حاصل از روش‌های اقتصادسنجی می‌تواند به برآورد و تفسیرهای نادرست منجر شود. نتایج آزمون دیکی - فولر تعمیم‌یافته در جدول شماره ۲ نشان می‌دهد که قیمت‌های نقدی و آتی در سطح^{۱۵} و با تمامی مفروضات آزمون دیکی فولر بر اساس سطوح معنی‌داری مانا نبوده و با یک مرتبه تفاضل گیری^{۱۶} مانا می‌شوند^{۱۷}.

جدول ۲. مقادیر و احتمال آزمون دیکی فولر تعمیم‌یافته برای قیمت‌های نقدی و آتی

مفروضات آزمون		لگاریتم قیمت‌های نقدی		لگاریتم قیمت‌های آتی با سررسید اول	
		تفاضل صفر	تفاضل ۱	تفاضل صفر	تفاضل ۱
با عرض از مبدأ	مقدار آماره t	۲/۱	-۲۸/۱۳	۲/۵۸	-۲۱/۳۲
	سطح معناداری	۰/۹۹	۰	۱	۰
با عرض از مبدأ و روند	مقدار آماره t	-۰/۲۹	-۲۸/۲۷	۰/۵۷	-۲۱/۵۲
	سطح معناداری	۰/۹۹	۰	۰/۹۹	۰
بدون عرض از مبدأ و روند	مقدار آماره t	۴/۰۵	-۲۷/۶۴	۴/۱۴	-۲۰/۷۶
	سطح معناداری	۱	۰	۱	۰

• هم‌انباشتگی، آزمون هم‌انباشتگی و مدل تصحیح خطا (ECM)

مفهوم اقتصادی هم‌انباشتگی آن است که وقتی دو یا چند متغیر سری زمانی بر اساس مبانی نظری با یکدیگر ارتباط داده می‌شوند تا یک رابطه تعادلی بلندمدت را شکل دهند، هر چند خود این سری‌های زمانی دارای روندی تصادفی بوده باشند (نامانا باشند) اما در طول زمان یکدیگر را به خوبی دنبال می‌کنند به گونه‌ای که تفاضل بین آن‌ها باثبات است؛ بنابراین مفهوم هم‌انباشتگی تداعی‌کننده وجود یک رابطه تعادلی بلندمدت است که سیستم اقتصادی در طول زمان به سمت آن حرکت می‌کند.

حال فرض کنید که x_t و y_t متغیرهای سری زمانی نامانا هستند و انباشته از مرتبه یکسان می‌باشند مثلاً هر دو $I(1)$ هستند $x_t \sim I(1)$ و $y_t \sim I(1)$. در این صورت x_t و y_t را هم انباشته گویند اگر یک ضریب ثابت β وجود داشته باشد به طوری که $u_t \sim I(0)$ و $u_t = y_t - \beta x_t$ ، یعنی سری‌های باقیمانده مانا باشند و برای مانا بودن شرط $\Delta u_t = \alpha_1 \Delta u_{t-1} + \alpha_2 \Delta u_{t-2} + \dots + \alpha_j \Delta u_{t-j}$ باید برقرار باشد. قبل از انجام آزمون هم انباشتگی، ابتدا لازم است تعداد بهینه وقفه‌ها تعیین شود. برای این منظور، معیارهای اطلاعاتی مختلفی مانند شوارتز (SC)، آکاییک (AIC) و حنان-کویین (HQ) وجود دارد که در این تحقیق با ملاک قرار دادن معیار اطلاعاتی آکاییک، وقفه ششم به عنوان وقفه بهینه انتخاب شده است. نتایج بررسی طول بهینه وقفه دستگاه VAR با سه معیار اطلاعاتی مذکور در جدول شماره ۳ ارائه شده است.

جدول ۳. طول وقفه بهینه VAR با سطح متغیرها

طول وقفه	۰	۱	۲	۳	۴	۵	۶
معیار اطلاعاتی آکاییک	-6/456974	-14/35093	-14/56688	-14/62405	-14/63043	-14/63063	-14/63949*
معیار اطلاعاتی حنان-کویین	-6/453211	-14/33964	-14/54807	-14/59771*	-14/9657	-14/58924	-14/59057
معیار اطلاعاتی شوارتز	-6/447079	-14/32125	-14/51741	-14/55479*	-14/54138	-14/52179	-14/51086

• وقفه بهینه با توجه به معیارهای اطلاعاتی

نتایج آزمون هم انباشتگی یوهانسون^{۱۸} مؤید وجود یک بردار هم انباشتگی بین لگاریتم قیمت‌های نقدی و آتی سکه طلا می‌باشد که با استفاده از آماره‌های اثر^{۱۹} و حداکثر مقدار ویژه^{۲۰} انجام می‌شود و نتایج آن در جدول شماره ۴ ارائه شده است.

جدول ۴. نتایج آزمون هم انباشتگی یوهانسون برای تعیین تعداد بردارهای هم انباشتگی

فرضیات مدل	فرضیه H_0	آماره حداکثر مقدار ویژه		آماره اثر	
		مقدار آماره	احتمال	مقدار آماره	احتمال
عرض از مبدأ نامقید و بدون روند زمانی	فقدان بردار هم انباشتگی*	39/34270	0/00	42/83770	0/00
	حداکثر یک بردار	3/494995	0/0616	3/494995	0/0616

این نتایج نشان می‌دهند که یک ارتباط قوی بین متغیرهای مورد بررسی وجود دارد؛ بنابراین بین لگاریتم قیمت‌های نقدی سکه طلا و لگاریتم قیمت‌های آتی سکه طلا در بلندمدت رابطه‌ای وجود دارد که در ادامه این رابطه در بلندمدت و کوتاه‌مدت تحلیل خواهد شد.

اگر متغیرهای مورد بررسی انباشته از درجه یک و هم انباشته باشند، برای بررسی رابطه علی بین متغیرها، استفاده از یک مدل خودرگرسیون برداری (VAR) بر روی تفاضل اول متغیرها به جای استفاده از یک مدل تصحیح خطا به علت حذف جزء تصحیح خطا، واریانس معادله رگرسیون را افزایش می‌دهد و آماره والد مورد نظر، آریب خواهد بود که این مسئله قضاوت‌های نادرست در خصوص جهت رابطه علی را در پی دارد. برای بررسی رابطه علیت در صورت نامان بودن متغیرها، از یک مدل تصحیح خطا استفاده می‌شود. مدل تصحیح خطا علاوه بر تعیین جهت رابطه علی بین متغیرها، ما را قادر می‌سازد که بین علیت کوتاه‌مدت و بلندمدت تفاوت قائل شویم.

طبق این قضیه اگر y_t و x_t هر دو $I(1)$ باشند و ضریبی مانند β وجود داشته باشد به طوری که ترکیب خطی آنها $I(0)$ باشد یعنی $y_t - \beta x_t$ ، $I(0)$ باشد آنگاه یک نمایش تصحیح خطا برای متغیرهای مذکور وجود دارد. به عنوان مثال فرض کنید y_t و x_t با یکدیگر هم‌انباشته می‌باشند در این صورت طبق قضیه گرنجر یک نمایش تصحیح خطا یا ECM برای آن‌ها به صورت زیر وجود خواهد داشت.

$$\Delta y_t = a(1)\Delta y_{t-1} + b(1)\Delta x_{t-1} - \alpha_1(y_{t-1} - \beta x_{t-1}) + \varepsilon_{1t} \quad \text{رابطه (۱)}$$

$$\Delta x_t = c(1)\Delta y_{t-1} + d(1)\Delta x_{t-1} - \alpha_2(y_{t-1} - \beta x_{t-1}) + \varepsilon_{2t} \quad \text{رابطه (۲)}$$

که در آن $a(1)$ تا $d(1)$ چند جمله‌ای با درجات یکسان برحسب 1 می‌باشد.

مدل ECM با تعریف فوق مجموعه‌ای از روابط علت و معلولی به مفهوم گرنجر را نشان می‌دهد. اگر x_t و y_t هر دو $I(1)$ و هم‌انباشته باشند، آنگاه می‌بایست یک رابطه علیت به مفهوم گرنجر به صورت دوطرفه یا حداقل یک طرفه بین متغیرهای مذکور وجود داشته باشد. به طور مثال چنانچه در روابط فوق $\alpha_2 = 0$ و $\alpha_1 = 0$ باشد رابطه علیت از y_t به سمت x_t برقرار نخواهد بود. در واقع ضرایب $c(1)$ علیت کوتاه‌مدت و α_2 علیت بلندمدت y_t به سمت x_t را نشان می‌دهند. همین‌طور ضرایب $b(1)$ علیت کوتاه‌مدت و α_1 علیت بلندمدت x_t به سمت y_t را نشان می‌دهد.

به منظور تخمین یک مدل ECM با تعریف گرنجر در مرحله اول رابطه بلندمدت بین متغیرهای مدل یعنی $y_t = \beta x_t + e_t$ را تخمین می‌زنیم، سپس باقیمانده‌های حاصل از این رگرسیون را محاسبه می‌نماییم. در مرحله دوم این باقیمانده‌ها را که سازگار هستند در ECM یعنی در روابط فوق جایگزین کرده و پارامترهای آن را به روش OLS برآورد می‌کنیم.

رگرسیون هم‌انباشته بین لگاریتم قیمت نقدی سکه طلا و لگاریتم قیمت آتی سکه طلا برای سررسید اول در معادله ۳ و مدل تصحیح خطا در معادلات ۴ و ۵ نشان داده می‌شود:

$$LS_t = \alpha + \beta LF1_t + \varepsilon_t \quad \text{رابطه (۳)}$$

$$dLS_t = \alpha_0 + \beta_0 dLF1_{t-1} + \gamma_0 dLS_{t-1} + \lambda_0 \varepsilon_{t-1} \quad \text{رابطه (۴)}$$

$$dLF1_t = \alpha'_0 + \beta'_0 dLF1_{t-1} + \gamma'_0 dLS_{t-1} + \lambda'_0 \varepsilon_{t-1} \quad \text{رابطه (۵)}$$

اگرچه در معادله ۳، LS و LF1، I(1) هستند اما با توجه به آزمون هم‌انباشتگی یوهانسون، لگاریتم این دو متغیر دارای یک رابطه تعادلی بلندمدت می‌باشد، پس باقیمانده حاصل از این رگرسیون (ε_t) ، I(0) می‌باشد؛ بنابراین با توجه به معادله ۴، ابتدا نرخ رشد قیمت نقدی سکه طلا (dLS_t) را روی وقفه اول نرخ رشد قیمت نقدی سکه طلا (dLS_{t-1})، وقفه نرخ رشد قیمت‌های آتی سکه طلا برای سررسید اول ($dLF1_{t-1}$) و وقفه باقیمانده (ε_{t-1}) رگرس می‌کنیم تا معلوم شود رابطه علیت گرنجری از رشد قیمت آتی سکه طلا به سمت رشد قیمت نقدی سکه طلا وجود دارد یا خیر. بدین‌صورت که اگر λ_0 معنی‌دار شود رابطه علیت بلندمدت از رشد قیمت آتی سکه طلا به سمت رشد قیمت نقدی سکه طلا برقرار خواهد بود و اگر β_0 معنی‌دار شود جهت علیت گرنجری کوتاه‌مدت از رشد قیمت آتی سکه طلا به سمت رشد قیمت نقدی سکه طلا را نشان می‌دهد. همین مطالب را در خصوص معادله ۵ نیز می‌توان تعمیم داد. برای بررسی رابطه علیت میان تمام وقفه‌های هر دو متغیر به طور همزمان، الگوی علیت گرنجر VEC مورد آزمون قرار گرفته شده است که نتایج آن جدول شماره ۵ ارائه شده است.

جدول ۵. آزمون علیت گرنجر VEC جهت بررسی رابطه کلی علیت

T	CointEq1	Cointegrating Eq
-	1	وقفه اول لگاریتم قیمت نقدی [S(-1)]
-	-0/098522	عرض از مبدأ
-163/109	-0/984104	وقفه اول لگاریتم قیمت آتی [Lf1(-1)]

جدول ۶. رابطه بلندمدت بین متغیرهای مدل

نتیجه آزمون	فرض صفر	احتمال	درجه آزادی	χ^2	متغیر تأثیرگذار	متغیر وابسته
فرض صفر رد می‌شود	از dLF به dLS علیت وجود ندارد	۰/۰۰	۰	۲۸۸/۳	dLF	Dls
فرض صفر رد می‌شود	از dLS به dLF علیت وجود ندارد	۰/۰۰	۰	۵۰/۶	dLS	Dlf

نتایج آزمون فوق نشان می‌دهد که در هر دو رابطه فوق، فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود رابطه کلی علیت رد می‌شود که این نشان‌دهنده برقراری رابطه علی دوسویه مابین تفاضل لگاریتمی (بازده) قیمت‌های نقد و آتی سکه طلا در تمام وقفه‌ها می‌باشد. در ادبیات مالی می‌توان سخن فوق را چنین بیان نمود که شوک‌های حاصل از بازار آتی سکه طلا و بازار نقدی سکه طلا بر یکدیگر در کوتاه‌مدت اثرگذار می‌باشد. نتایج مدل تصحیح خطا به ازای وقفه‌ی بهینه معرفی شده توسط معیار آکاییک نیز در جداول شماره ۶ و ۷ ارائه گردیده است.

جدول ۷. نتایج تخمین ECM جهت تعیین رابطه علی کوتاه‌مدت و بلندمدت

علیت کوتاه‌مدت										علیت بلندمدت											
										هم‌انباشتگی											
$dLF1_{t-5}$	$dLF1_{t-4}$	$dLF1_{t-3}$	$dLF1_{t-2}$	$dLF1_{t-1}$	dLS_{t-5}	dLS_{t-4}	dLS_{t-3}	dLS_{t-2}	dLS_{t-1}	آماره t	ضریب										
2.05	0.103803	-0.06	-0.00344	2.64	0.135289	6.21	0.312814	15.93	0.721327	-3.08	-0.9261	-0.38	-0.01422	-0.51	-0.02035	-6.49	-0.25274	-10.23	-0.38189	-5.66	-0.15146
2.73	0.113384	0.02	0.00117	2.39	0.100588	1.79	0.074401	8.66	0.322513	-0.54	-0.01353	0.56	0.017248	0.18	0.006003	-3.89	-0.12463	-5.98	-0.18347	2.13	0.046892

با توجه به مقدار آماره t هر یک از متغیرها، می‌توان به معنی‌دار بودن و یا بی‌معنی بودن آن متغیر و در نتیجه به رابطه علیت گرنجری ما بین متغیرها پی برد؛ بنابراین با توجه به اینکه مقدار آماره t رابطه بلندمدت در معادله dLS_t برابر با 5/66- می‌باشد، در مقایسه با t جدول می‌توان چنین نتیجه گرفت که رابطه بلندمدت در معادله dLS_t معنی‌دار است. به عبارت دیگر می‌توان گفت که در این بازارها علیت گرنجری بلندمدت از بازار آتی بر بازار نقدی وجود دارد. در ادبیات مالی می‌توان سخن فوق را چنین نتیجه‌گیری نمود که شوک‌های حاصل از بازار آتی سکه طلا بر بازار نقدی سکه طلا در بلندمدت تأثیرگذار می‌باشد. از طرفی مقدار آماره t رابطه بلندمدت در معادله $dLF1_t$ برابر با 2/13 می‌باشد که در مقایسه با t جدول معنی‌داری رابطه بلندمدت در معادله $dLF1_t$ نیز پذیرفته می‌شود. به عبارت دیگر می‌توان عنوان نمود که

شوکه‌های حاصل از بازار نقدی سکه طلا بر بازار آتی آن در بلندمدت تأثیرگذار بوده و وجود رابطه علی بلندمدت از جانب بازار نقدی بر بازار آتی نیز پذیرفته می‌شود. بنابراین نتایج موید علیت گرنجری بوده و حاکی از آن است که در بلندمدت رابطه‌ی علی دوسویه مابین بازار آتی و بازار نقدی سکه طلا وجود دارد.

• علیت همزمانی

همان‌طور که از نام علیت همزمانی^{۲۱} مشخص است در این نوع علیت جهت رابطه علی بین متغیرها مشخص نمی‌شود و صرفاً وجود یا عدم وجود رابطه علی به‌صورت همزمان مورد آزمون قرار می‌گیرد. برای بررسی این نوع علیت پس از تخمین دستگاه VAR، همبستگی بین باقیمانده‌های حاصل از تخمین را بررسی می‌نماییم. در صورت معنی‌داری همبستگی بین باقیمانده‌های دو متغیر قیمت نقدی و قیمت آتی، می‌توان وجود رابطه علیت به‌طور همزمان را تأیید نمود. نتایج بررسی وجود همبستگی مابین اجزای اخلاص دستگاه VAR در جدول شماره ۸ آورده شده است.

جدول ۸. نتایج آزمون علیت همزمانی

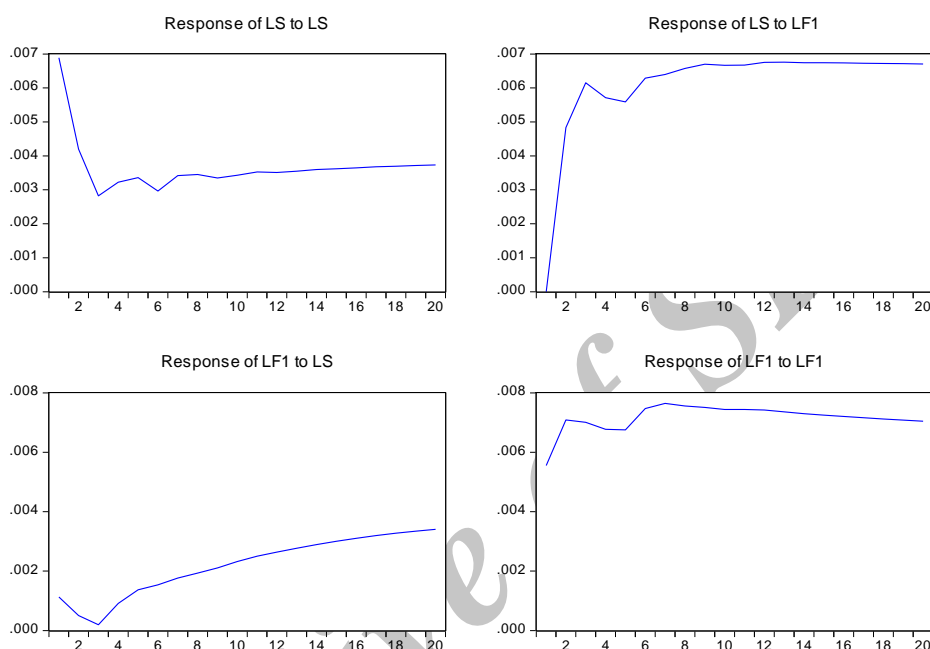
	LS_t	$LF1_t$
LS_t	1	0/198110 (t = 608/4040)
$LF1_t$	0/198110 (t = 608/4040)	1

بر طبق جدول فوق و با توجه به مقدار آماره t که بیشتر از مقدار t جدول می‌باشد، میان اجزای اخلاص دو متغیر قیمت آتی و نقدی سکه طلا ناشی از دستگاه VAR همبستگی به‌صورت معناداری وجود دارد که موید وجود علیت همزمان میان متغیرهای مورد بررسی است. به‌عبارت‌دیگر هر دو بازار می‌توانند در یک زمان از عامل دیگری متأثر با توجه به تأثیرپذیری قیمت سکه طلا از قیمت جهانی و داخلی انس طلا، نرخ ارز، سیاست‌های کنترل بازار بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، بازدهی بازارهای رقیب و ... این موضوع کاملاً قابل توجیه است.

• نمودارهای کنش-واکنش دو بازار نقد و آتی سکه طلا

برای تبیین رفتار هر بازار در مقابل تکانه وارد از بازار دیگر، نمودارهای کنش-واکنش^{۲۲} این دو بازار مورد بررسی قرار می‌گیرد. این نمودارها رفتار هر یک از متغیرها را نسبت به شوکه‌هایی که از متغیرهای دیگر وارد می‌شود را نشان می‌دهد. همچنین این نمودارها میزان میرایی یا نامیرایی تأثیر هر یک از این شوکه‌ها را در دوره‌های مختلف بررسی می‌کند.

نمودار ۲ واکنش هر یک از بازارها در قبال تکانه وارده از سوی بازار دیگر که از دستگاه ECM حاصل شده‌اند را برای دوره ۲۰ روزه^{۲۳} نشان می‌دهد.



نمودار ۲. واکنش هر یک از بازارها در قبال تکانه وارده از سوی بازار دیگر با استفاده از مدل ECM

نمودار واکنش بازار نقدی به تکانه‌های همین بازار حاکی از تأثیرپذیری زیاد بازار نقد در دو دوره اول از شوک‌های همین بازار می‌باشد. به طوری که بیشترین درصد شوک‌های بازار در همین دو دوره اثر خود را می‌گذارد و بعد از گذشت ۷ دوره از شدت تأثیرگذاری کاسته شده و بعد از گذشت ۱۰ دوره تأثیر شوک‌های بازار نقد بر خود این بازار میرا می‌گردد.

نمودار واکنش بازار نقدی به تکانه‌های وارد از سوی بازار آتی بیانگر آن است که شوک ناشی از بازار آتی در چند دوره ابتدایی تأثیر بسیار قابل توجهی بر بازار نقدی دارد و تا سه دوره این تأثیر رو به افزایش می‌گذارد، این تأثیر از دوره نهم به بعد میرا می‌گردد. نکته قابل توجه این است که سرعت تعدیل شوک بازار آتی در بازار نقد بسیار بالاست و قیمت نقدی نسبت به تکانه‌های بازار آتی به سرعت تعدیل می‌شود.

نمودار واکنش بازار آتی نسبت به تکانه‌های وارد از سوی بازار نقدی نیز حاکی از آن است که تأثیر این شوک‌ها تا سه دوره کاهش یافته و پس از آن افزایشی می‌گردد. این نمودار بیانگر این است که بازار آتی

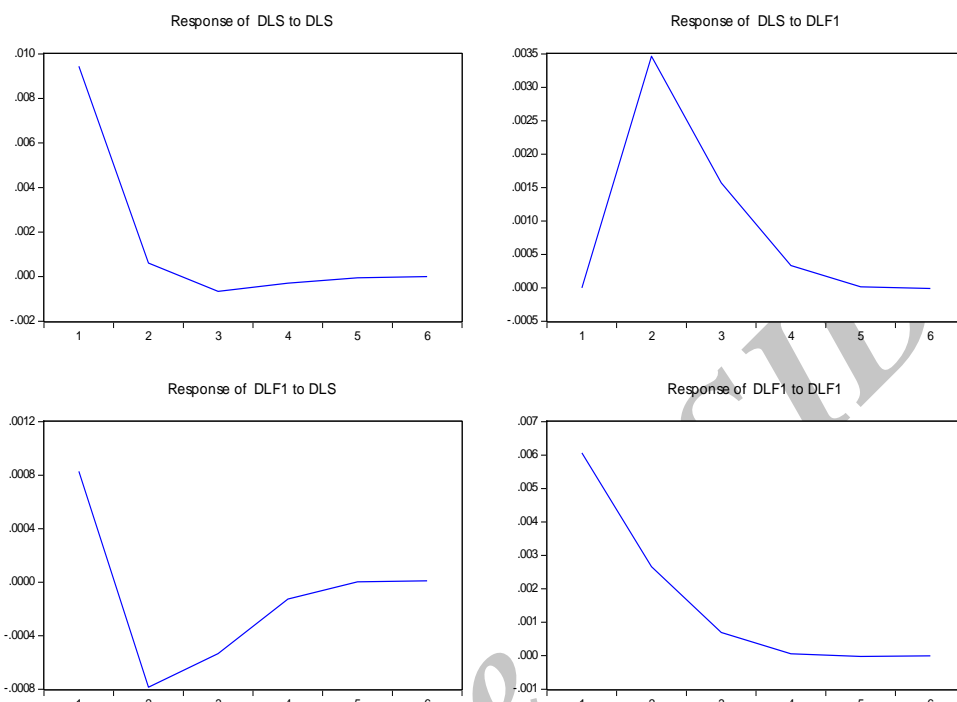
به صورت تنگاتنگ اتفاق های بازار نقدی را دنبال نمی‌کند و سرعت تعدیل شوک‌ها بسیار کند می‌باشد و شوک‌های بازار نقدی بر بازار آتی پس از حدود دوره بیستم میرا می‌گردد. نمودار آخر نیز واکنش بازار آتی را در مقابل تکانه‌های وارد از سوی همین بازار نمایش می‌دهد. مطابق این نمودار شوک‌های بازار آتی بر خود این بازار چندان اثرگذار نبوده و واکنش‌ها بسیار کند می‌باشد. جدول ۹ نتایج بررسی کنش- واکنش دو بازار آتی و نقدی سکه طلا را با استفاده از دستگاه بیزین- ور (BVAR) را ارائه می‌نماید که نحوه استخراج آن در پیوست ارائه شده است.

جدول ۹. واکنش هر یک از بازارها در قبال تکانه وارده از سوی بازار دیگر با استفاده از دستگاه BVAR

واکنش DIs		
dLF1	dLS	
0/000000	0/009442	۱
0/003465	0/000606	۲
0/001568	-0/000661	۳
0/000331	-0/000295	۴
0/0000129	-0/0000547	۵
-0/000011	0/000000709	۶
واکنش dLF1		
dLF1	DIs	
0/006063	0/000828	۱
0/002663	-0/000785	۲
0/000692	-0/000534	۳
0/0000572	-0/000126	۴
-0/0000219	0/00000177	۵
-0/00000156	0/00000931	۶

همان طور که از جدول ۹ مشخص است با گذر زمان شوک‌های وارده به بازار دیگر میرا می‌گردد و اثراتش کاهش می‌یابد.

نمودار ۳ واکنش هر یک از بازارها در قبال تکانه وارده از سوی بازار دیگر که از دستگاه BVAR حاصل شده‌اند را برای ۶ دوره نشان می‌دهد.



نمودار ۳. واکنش هر یک از بازارها در قبال تکانه وارده از سوی بازار دیگر با استفاده از دستگاه BVAR

همان گونه که از این نمودارها مشخص است نتایج برای تمامی نمودارها به غیر از نمودار پایین سمت راست (واکنش بازار آتی به شوک های همین بازار) با نتایج نمودارهای حاصل از مدل تصحیح خطا همسویی دارند؛ اما در نمودار واکنش بازار آتی به شوک های همین بازار، برخلاف نمودار مدل تصحیح خطا، در این روش در سه دوره ابتدایی با شیب تندی کاهشی بوده و پس از آن نیز با شیب ملایم به روند کاهشی خود تا دوره ششم ادامه داده است. در حالی که در نمودار شماره ۲، ابتدا تا دوره سوم روندی صعودی داشته و پس از آن تا دوره ششم روند نزولی میابد.

نتیجه گیری

در این مطالعه با استفاده از رویکرد هم انباشتگی و مدل تصحیح خطا به بررسی علّیت بین لگاریتم قیمت های نقدی و آتی سکه طلا پرداخته شد. نتایج تخمین حاکی از این بوده که بین این دو قیمت یک رابطه هم انباشته وجود دارد و با توجه به معادلات ECM و همچنین آزمون علّیت گرنجری ناشی از آن، رابطه علّیت در کوتاه مدت و بلندمدت بین قیمت نقدی و آتی سکه طلا دوسویه است. سپس با استفاده از باقیمانده های مدل VAR، علّیت از نوع هم زمانی بررسی شد که نتایج حاکی از وجود رابطه علی به طور

همزمان میان این دو بازار می‌باشد؛ یعنی هر دو بازار به طور همزمان می‌توانند از عوامل دیگری متأثر شوند که با توجه به تأثیرپذیری قیمت سکه طلا از قیمت جهانی و داخلی انس طلا، نرخ ارز، سیاست‌های کنترل بازار بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، بازدهی بازارهای رقیب و ... این موضوع کاملاً قابل توجیه است. در پایان نیز برای بررسی رابطه میان دو بازار نمودارهای کنش-واکنش حاصل از دو روش تصحیح خطا و BVAR بررسی گردید که نتایج این نمودارها نیز اثرگذاری شوک‌های هر بازار بر بازار دیگر را تأیید نمودند.

پیوست

نحوه استخراج نمودارهای کنش-واکنش در رهیافت BVAR

در این مطالعه جهت برآورد نسبت بهینه پوشش ریسک از دستگاه BVAR از تابع پیشین نرمال ویشارت استفاده نموده‌ایم. در این روش با استفاده از وقفه‌های بهینه تعیین شده توسط معیارهای اطلاعاتی برای هر یک از سناریوهای زمانی، ابتدا مدل اولیه BVAR را تخمین زده و سپس با استفاده از آیکت مدل ذخیره شده در ناحیه کار نرم‌افزار Eviews، از منوی Solve اقدام به حل دستگاه از سناریوی Baseline و به صورت Static solution می‌نماییم. در این صورت نمودارهای کنش-واکنش در خروجی مدل حاصل می‌شوند.

فهرست منابع

- ۱) فکاری سردهایی، ب. میرزا پور، اصیامی، ع. کجوری، م. (۱۳۹۲). بررسی قیمت بازار آتی و نقدی سکه طلای ایران. فصلنامه علمی پژوهشی دانش مالی تحلیل اوراق بهادار، (۲۷)، ۹۳-۱۰۷.
- ۲) قامتی، ف. (۱۳۹۱). بررسی رابطه درآمدهای مالیاتی دولت و مخارج دولت در کشورهای در حال توسعه (رویکرد علت و معلولی و مقایسه کشورهای عضو اوپک و غیر اوپک)، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده اقتصاد دانشگاه تهران.
- ۳) میرزاپور، ا. (۱۳۹۱). نسبت بهینه پوشش ریسک در قراردادهای آتی سکه بهار آزادی مورد معامله در بورس کالای ایران. فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی، (۶۴)، ۱۷۵-۲۰۶.
- ۴) نیکزاد، م. (۱۳۸۹). بررسی رابطه بین قیمت‌های نقد و آتی سکه طلا در بورس کالای ایران و کاربرد آن در پیش‌بینی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، رشته مهندسی مالی، مرکز آموزش عالی رجا قزوین.
- 5) Hall, A.D., Anderson, H. M., & Grangar, C. W. J. (1992). A cointegration analysis of treasury bill yields. *The Review of Economics and Statistics*, 74(1), 116-126
- 6) Hull, J. (2002). *Fundamentals of future and options markets*. fourth edition, Prentice Hall
- 7) Newberry, D.M. (1992). Future markets: hedging and speculation, in P. Newman and M. Milgate, & J. Eatwell (Eds), *The new palgrave dictionary of money and finance*. 2, 207-210
- 8) Silvapulle, P., & Moosa, I.A. (1999). The relationship between spot and future prices: evidence from the crude oil market. *The journal of Futures Markets*, 19 (2), 175-193.

یادداشت‌ها

1. Forwards
2. Futures
3. Options
4. Swaps

° . البته از سال ۸۹ قراردادهای آتی در بازار سهام نیز راه‌اندازی شده است ولی نقدینگی آن قابل قیاس با بازار آتی سکه طلا نیست.

6. Cheung, et al
7. Brooks, et al
8. Chan sok gee
9. Daily Settlement
10. Jump
11. Skewness
12. Kurtosis
13. Jarque-Bera

^{۱۴} . کشیدگی در توزیع نرمال

15. Level
16. Difference

^{۱۷} . به عبارت دیگر قیمت‌های نقدی و آتی انباشته از مرتبه یک $I(1)$ می‌باشند.

18. Johansen
19. Trace
20. Maximum Eigen Value
21. instantaneous causality
22. Impulse – Response Function

^{۲۳} . بدین جهت دوره ۲۰ روزه انتخاب شده تا میرایی و نامیرایی اثر شوک هر بازار بر بازار دیگر را دقیق‌تر بتوان بررسی نمود.