

بررسی اثر سرریز تلاطم قیمت در بازارهای بین المللی نفت، بنزین و سوخت دیزل

الله کریمی

کارشناس ارشد اقتصاد انرژی دانشگاه فردوسی مشهد، karimi.el@stu.um.ac.ir

محمدعلی فلاحتی^۱

استاد گروه اقتصاد دانشگاه فردوسی مشهد، falahi@um.ac.ir

محمدرضیا لطفعلی‌پور

استاد گروه اقتصاد دانشگاه فردوسی مشهد، Lotfalipour@um.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۳/۰۵/۱۲ تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۲/۲۰

چکیده

توانایی شناسایی سرریز تلاطم بین دارایی‌ها، کاربرد زیادی در اقتصاد کلان و مالیه دارد. دانش سرریز به سیاست‌گذاران، می‌تواند در طراحی سیاست و به سرمایه‌گذاران، در بهبود پیش‌بینی تلاطم کمک نماید. این دانش در مدل‌های قیمت‌گذاری دارایی نیز به کار می‌رود. به علاوه، اثر سرریز می‌تواند انتقال اطلاعات را نشان داده و در طراحی نسبت پوشش ریسک شرطی استفاده شود. در این مطالعه، اثر سرریز تلاطم بین بازارهای نفت خام، بنزین و سوخت دیزل به کمک روش GARCH-BEKK بررسی می‌شود به این منظور از داده‌های قیمت نقدی روزانه این محصولات طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۲ استفاده شده است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که اثر سرریز در بازار انرژی معنی‌دار است و به غیر از اثر سرریز شوک از بازار بنزین و بازار سوخت دیزل به بازار نفت خام و هم چنین اثر سرریز شوک از بازار بنزین به بازار سوخت دیزل، سایر آثار سرریز شوک و سرریز تلاطم در سطح ۹۹ درصد معنی‌دار هستند.

طبقه‌بندی JEL: Q40, Q30, G11, C22

کلید واژه‌ها: سرریز تلاطم، قیمت، بازارهای انرژی، مدل‌های واریانس ناهمسانی شرطی

تعمیم یافته چند متغیره

۱- نویسنده‌ی مسئول

۱- مقدمه

یکی از ویژگی‌های قیمت در بازارهای مالی و انرژی، به ویژه بازار نفت خام، تلاطم یا واریانس ناهمسانی شرطی طی زمان است. تلاطم، درجه نوسانات قیمت (مانند دارایی)، نرخ (مانند نرخ ارز) یا شاخص معین (مانند شاخص قیمت مصرف کننده) است که عموماً به صورت واریانس یا انحراف معیار بیان می‌شود. اولین بار، این اصطلاح برای نوسان یا تغییر شدید و ناگهانی در قیمت یک نوع سهام به کار برده شده است (ابرشمی و دیگران، ۱۳۸۶).

اثر سرریز تلاطم، زمانی اهمیت می‌یابد که بخواهیم سبدی مشکل از یک دارایی مانند نفت و فرآورده‌های آن را از نظر ریسک تحت پوشش قرار دهیم، زیرا در صورت وجود اثر سرریز تلاطم بین بازارها، این بازارها سطح بالاتری از ریسک را نشان می‌دهند. به عبارت دیگر بازار مورد بررسی علاوه بر تلاطم موجود در خود از تلاطم در سایر بازارها نیز تأثیر گرفته و این مسئله ناالمینانی بازار را افزایش می‌دهد. سرریز تلاطم به معنی امکان وجود ارتباط بین تلاطم در بازارهای مختلف می‌باشد به گونه‌ای که تلاطم از یک بازار به بازار دیگر منتقل شود. بر اساس نظر تی سی^۱ (۲۰۱۰)، در زمان وجود وابستگی بین تلاطم بازارهای مختلف، گفته می‌شود که اثر سرریز تلاطم وجود دارد.

طی سال‌های اخیر الگوسازی تلاطم توجه زیادی را به خود جلب نموده است. دلایل متعددی برای اهمیت فهم سرریز تلاطم وجود دارد. اولاً، همان طور که بالا سوبرامانیان^۲ (۲۰۰۴) بیان نموده، یکی از دلایل اصلی برای مطالعه سرریز تلاطم، فهم چگونگی تأثیر حرکات وابسته به هم در تلاطم بر توزیع عایدی یک سبد دارایی است، زیرا هرچه بازارها بیشتر از یکدیگر تأثیر بگیرند، عایدی سبد دارایی بیشتر تحت تأثیر قرار خواهد گرفت. به این ترتیب، وجود اثر سرریز بین دارایی‌ها نشان از ریسک بالای محصولات دارد. همچنین آگاهی از وجود سرریز تلاطم از دید سیاست‌گذاران بسیار مهم بوده و به تلاش آنها در حفظ ثبات بازارها و دست یابی به سیاست‌گذاری کارا کمک می‌کند.

1- Tsay

2- Balasubramanyan

همچنین به عقیده ان جی^۱ (۲۰۰۰) و باله^۲ (۲۰۰۳)، دلیل اصلی برای فهم فرآیند تلاطم، کاربرد این دانش در تخصیص بهینه دارایی و ساخت استراتژی پوشش ریسک بین‌المللی است.

با بررسی پدیده سریز تلاطم و انتخاب محصولاتی که کمترین تأثیرپذیری را از سایر بازارها دارند، می‌توان ریسک موجود را کاهش داد. به علاوه توجه به این پدیده برای بازارهای نوظهور اهمیت زیادی دارد، زیرا نقشی کلیدی در دستیابی به ثبات به ویژه در اقتصادهای در حال توسعه بر عهده دارد. همچنین توجه به پدیده سریز تلاطم به پیش‌بینی صحیح‌تری از آن خواهد انجامید. برای محاسبه تلاطم مورد انتظار، شناخت ارتباط بین محصولات مختلف انرژی، عوامل تعیین کننده قیمت‌ها و عوامل اصلی دخیل در تلاطم آنها، بسیار مهم است.

۲- ادبیات موضوع

بر اساس آخرین گزارشات پیرامون عوامل ریسک جهانی که توسط مجمع اقتصاد جهانی^۳ منتشر شده، یکی از بزرگترین نگرانی‌های اقتصادی، تلاطم زیاد قیمت در بازار انرژی است. به همین دلیل بررسی و پیش‌بینی تلاطم در بازار انرژی بسیار مورد توجه قرار گرفته است. عوامل تأثیرگذار بر بازار نفت بعد از سال ۱۹۹۰ که منجر به تلاطم در این بازار شدند را می‌توان در موارد زیر خلاصه نمود:

- (۱) اولین جنگ خلیج فارس (عراق و کویت) در سال‌های ۱۹۹۰ - ۱۹۹۱ تولید نفت را مختل کرد، و باعث دو برابر شدن قیمت نفت شد؛ (۲) قیمت نفت در سال‌های ۱۹۹۷ و ۱۹۹۸ به دلیل بحران پولی آسیا کاهش یافت؛ (۳) اوپک بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۱ تولید نفت خام خود را ۴/۲ میلیون بشکه در روز کاهش داد که منجر به افزایش قیمت نفت شد؛ (۴) نا اطمینانی حاصل از حادثه تروریستی ۱۱ سپتامبر در سال ۲۰۰۱ و فعالیت نظامی آمریکا در عراق در اوایل مارس ۲۰۰۳ روند قیمت نفت را معکوس کرد؛ (۵) قیمت نفت خام به دلیل رشد اقتصاد جهانی، رشد تقاضا و رکود عرضه در سال‌های

1- Ng

2- Baele

3- World Economic Forum

۲۰۰۴ تا ۲۰۰۷ افزایش یافت؛^۶ قیمت نفت بیشترین کاهش را در تاریخ خود طی سال‌های ۲۰۰۷ تا ۲۰۰۸ به دلیل رکود اقتصادی آمریکا تجربه کرد؛^۷ قیمت نفت خام در سال ۲۰۱۱ به دلیل نگرانی در مورد اعتراضات سیاسی در آفریقای شمالی و بحران بدھی اروپا به بالاتر از ۱۲۰ دلار افزایش یافت.

از طرفی نفت خام جزء اصلی برای تولید بنزین، سوخت دیزل، نفت حرارتی و سایر محصولات جانبی پتروشیمی می‌باشد، در نتیجه تلاطم در قیمت آن می‌تواند منجر به تلاطم در سایر محصولات نفتی شود. لذا بررسی پدیده سرریز تلاطم در بازار انرژی در ادبیات اقتصادی اهمیت ویژه‌ای دارد؛ زیرا درک وجود پدیده سرریز به پیش‌بینی صحیح تری از تلاطم منجر می‌شود که در ادامه نمونه‌هایی از مطالعات صورت گرفته در این زمینه ارائه می‌شود.

ویلار و جوتز^۱ (۲۰۰۶)، با استفاده از قیمت نفت خام WTI^۲ و گاز طبیعی طی سال‌های ۱۹۸۹ تا ۲۰۰۵ به بررسی رابطه بین این دو بازار پرداختند. آنان بر اساس الگوهای VAR^۳ و ECM^۴ دریافتند که رابطه همگرایی بلندمدت^۵ بین این دو محصول وجود دارد و این ارتباط به صورت پایدار است. از طرف دیگر، نتایج نشان داد که قیمت نفت بر قیمت گاز طبیعی اثرگذار است اما اثر قیمت گاز طبیعی بر قیمت نفت ناچیز و قابل چشم پوشی است.

براؤن و یاسل^۶ (۲۰۰۸)، با بررسی داده‌های هفتگی نفت خام و گاز طبیعی طی دوره ۱۹۹۴ تا ۲۰۰۶ و الگوی تصحیح خطای را دریافتند که گاز طبیعی و نفت خام در بلندمدت همگرا هستند اما در کوتاه مدت قیمت گاز طبیعی، انحراف از قیمت نفت خام را توضیح می‌دهد.

چانگ و همکاران^۷ (۲۰۱۰)، به بررسی پدیده سرریز تلاطم بین چهار بازار بزرگ نفت شامل برنت، WTI، دبی/عمان و تاپیس پرداختند. آنان با استفاده از الگوهای

1- Villar and Joutz

2- West Texas Intermediate

3- Vector Auto-Regressive

4- Error Correction Model

5- Cointegration

6- Brown and Yusel

7- Chang et al.

بررسی اثر سریز تلاطم قیمت در بازارهای بین‌المللی نفت، بنزین و سوخت دیزل^۱ GARCH VARMA-^۲ CCC^۳ و بررسی داده‌ها طی سال‌های ۱۹۹۷ تا ۲۰۰۸ دریافتند که پدیده سریز تلاطم از بازار برنت و WTI به بازار دبی و تاپیس وجود دارد، در نتیجه بازارهای نفت خام برنت و WTI مرجع جهانی برای نفت خام هستند.

سینگ و همکاران (۲۰۱۱)، با بررسی قیمت آتی‌های بازارهای نفت خام، گاز طبیعی و نفت حرارتی طی سال‌های ۱۹۹۴ تا ۲۰۱۱ و الگوی GARCH چند متغیره، به شواهدی از وجود سریز تلاطم بین بازارهای نفت خام، گاز طبیعی و نفت حرارتی دست یافتند. نفت حرارتی از شوک‌های تصادفی بازار خود و هم چنین بازار نفت خام تأثیر می‌پذیرد و انتقال تلاطم از بازار گاز طبیعی به بازار نفت خام مشاهده می‌شود. همچنین نتایج، مؤید سریز تلاطم دو طرفه بین بازارهای نفت حرارتی و گاز طبیعی و نیز بین بازارهای نفت خام و نفت حرارتی است.

وانگ و وو^۵ (۲۰۱۲)، با بررسی بازارهای نفت خام، نفت حرارتی، سوخت جت و بنزین طی سال‌های ۱۹۹۲ تا ۲۰۱۱ و الگوی GARCH چند متغیره، به این نتیجه رسیدند که سریز تلاطم از نفت خام به هر سه محصول جانبی دیگر وجود دارد و همچنین آثاری از سریز تلاطم از بازار نفت حرارتی و سوخت جت به بازار نفت خام مشاهده می‌شود.

کانگ و یون^۶ (۲۰۱۲)، به بررسی پدیده سریز تلاطم در بازار نفت با استفاده از داده‌های روزانه طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۱ برای نفت خام برنت و نفت خام WTI پرداختند. بر اساس الگوی VECM تعادل بلند مدت و ارتباط دو طرفه بین این بازارها مشاهده شد. اما با توجه به الگوی^۷ GARCH-BEKK سریز تلاطم یک طرفه از بازار WTI به بازار برنت مشاهده شد که نشان می‌دهد بازار WTI بر بازار برنت تأثیرگذار

1- Asymmetric Generalized Auto Regressive Conditional Heteroskedasticity

2- Vector Auto-Regressive Moving Average

3- Generalized Auto Regressive Conditional Heteroskedasticity

4- Constant Conditional Correction

5- Wang and Wu

6- Kang and Yoon

7- Baba-Engle-Kraft-Kroner

است. با درنظر گرفتن مدل نامتقارن، مشخص شد که اخبار بد در بازار WTI تلاطم در بازار بربنت را افزایش می‌دهد.

زمانی (۱۳۹۰)، با استفاده از داده‌های هفتگی طی سال‌های ۱۹۹۴ تا ۲۰۱۰ به بررسی ارتباط بین بازارهای نفت خام و گاز پرداخت. او با به کار گیری الگوی ARDL-GARCH به این نتیجه رسید که رابطه بلند مدت بین این دو محصول وجود دارد. نفت خام در بلند مدت به صورت متغیر بروون زا عمل کرده و قیمت گاز از آن تبعیت می‌کند. از سوی دیگر در کوتاه مدت قیمت گاز بر قیمت نفت خام و تلاطم قیمت گاز بر تلاطم قیمت نفت اثرگذار است.

با بررسی مطالعات ارائه شده مشاهده می‌شود که پدیده سرریز تلاطم در بازار انرژی اهمیت زیادی دارد و همان‌طور که در ابتدای این بخش فرض شده بود به دلیل ارتباط بازار نفت با سایر محصولات جانبی، تلاطم میان بازارهای انرژی منتقل می‌شود.

۲- روش شناسی

انگل^۱ در سال ۱۹۸۲ برای اولین بار نشان داد که می‌توان الگوهایی را بررسی کرد که به طور همزمان شامل میانگین شرطی و واریانس شرطی باشند. این الگوها به الگوهای ARCH (واریانس ناهمسانی شرطی خودبازگشت) شهرت یافته‌اند که اساس آن‌ها در رفع واریانس ناهمسانی در الگوهای مورد بررسی نهفته است. مزیت الگوهای ARCH این است که می‌تواند روند واریانس شرطی را با توجه به اطلاعات گذشته خود توضیح دهد. در حالت کلی فرایند ARCH مرتبه q ام توسط معادلات زیر ارائه می‌شود:

$$\varepsilon_t | \psi_{t-1} \sim N(0, \sigma_t^2) \quad (1)$$

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \nu_i \quad (2)$$

الگوی رگرسیونی ARCH واریانس شرطی را به عنوان تابعی از خطاهای گذشته و طی زمان متغیر فرض می‌کند.

الگوهای ARCH در سال ۱۹۸۶ به وسیله بولرسلف تحت عنوان GARCH تعمیم داده شد. اگر ϵ_t یک فرایند تصادفی با اعداد حقیقی و به صورت محدود باشد و اگر ψ مجموعه اطلاعات موجود طی زمان فرض شود، در این صورت الگوی GARCH به صورت زیر در نظر گرفته می‌شود:

$$\epsilon_t | \psi_{t-1} \sim N(0, h_t) \quad (3)$$

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \epsilon_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^p \beta_i \sigma_{t-i}^2 + v_i \quad (4)$$

در الگوی ARCH تعمیم یافته که اصطلاحاً "نامیده می‌شود، هم اجزای خود همبسته و هم اجزای میانگین متحرك در معادله واریانس ظاهر می‌شوند (اندرز ۲۰۰۴). هرچه در الگو اصل صرفه جویی بیشتر رعایت شده باشد، تعداد محدودیت‌های ضرایب کمتر خواهد بود. یکی از مزایای آشکار الگوی GARCH در این است که در برخی موارد به جای یک الگوی ARCH مرتبه بالا، یک الگوی GARCH جایگزین می‌شود که در آن اصل صرفه جویی بیشتر رعایت شده و شناسایی و برآورد آسان‌تر است. در این میان، الگوی (1,1) GARCH ساده، توصیف صرفه جویانه‌ای از اطلاعات را ارائه می‌دهد (بولرسلف، ۱۹۸۶، مک‌کاردن و مرگان^۱ ۱۹۸۸). یکی از انواع مدل‌های GARCH چند متغیره مدل BEKK است که در بررسی اثر سریز تلاطم مورد استفاده قرار می‌گیرد. این مدل اولین بار توسط انگل و کرونر^۲ (۱۹۹۵) معرفی شد.

روش BEKK برای الگوی GARCH سه متغیره به صورت زیر است:

$$H_t = C'C + A'\epsilon_{t-1}\epsilon'_{t-1}A + B'H_{t-1}B \quad (5)$$

که در اینجا H_t ماتریس واریانس کوواریانس شرطی 3×3 در زمان t و C ماتریس پایین مثلثی با ۶ پارامتر است. A توان دوم ماتریس ضرایب است و میزان وابستگی واریانس شرطی به مجدد خطاها گذشته را محاسبه می‌کند. B توان دوم ماتریس ضرایب است و میزانی که سطح جاری واریانس شرطی به مقادیر گذشته واریانس وابسته است را اندازه‌گیری می‌کند.

1- McCurdy and Morgan

2- Engle and Kroner

شکل ماتریسی معادله فوق به صورت زیر است:

$$\begin{bmatrix} H_{11,t} & h_{12,t} & h_{13,t} \\ h_{21,t} & h_{22,t} & h_{23,t} \\ h_{31,t} & h_{32,t} & h_{33,t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c_{11} & & \\ c_{21} & c_{22} & \\ c_{31} & c_{32} & c_{33} \end{bmatrix}' \begin{bmatrix} c_{11} & & \\ c_{21} & c_{22} & \\ c_{31} & c_{32} & c_{33} \end{bmatrix} + \\ \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix}' \begin{bmatrix} \varepsilon_{1,t-1}^2 & \varepsilon_{1,t-1}\varepsilon_{2,t-1} & \varepsilon_{1,t-1}\varepsilon_{3,t-1} \\ \varepsilon_{2,t-1}\varepsilon_{1,t-1} & \varepsilon_{2,t-1}^2 & \varepsilon_{2,t-1}\varepsilon_{3,t-1} \\ \varepsilon_{3,t-1}\varepsilon_{1,t-1} & \varepsilon_{3,t-1}\varepsilon_{2,t-1} & \varepsilon_{3,t-1}^2 \end{bmatrix} \\ \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} \\ b_{31} & b_{32} & b_{33} \end{bmatrix}' \\ \begin{bmatrix} h_{11,t-1} & h_{12,t-1} & h_{13,t-1} \\ h_{21,t-1} & h_{22,t-1} & h_{23,t-1} \\ h_{31,t-1} & h_{32,t-1} & h_{33,t-1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} \\ b_{31} & b_{32} & b_{33} \end{bmatrix}$$

در ماتریس ضرایب، عناصر قطری نشان دهنده اثر خودی و عناصر غیر قطری نشان دهنده اثر سایر بازارها و معنی داری ضرایب a و b معرف اثر سرریز است. برای مثال معنی داری a_{ii} نشان می‌دهد که شوک‌های واردہ به بازار در دوره قبل بر تلاطم در زمان حال اثر دارد و معنی داری a_{ji} نشان می‌دهد که شوک‌های واردہ بر بازار j در دوره قبل (نشان داده شده توسط اندیس (j)) بر تلاطم جاری بازار i (نشان داده شده توسط اندیس (i)) اثرگذار است، به بیان دیگر اثر سرریز شوک از بازار j به بازار i وجود داشته و تلاطم زمان حال در بازار i از شوک گذشته بازار j تأثیر می‌گیرد.

به همین ترتیب معنی داری b_{ii} نشان می‌دهد که تلاطم بازار در گذشته بر تلاطم جاری آن مؤثر است و معنی داری b_{ji} نشان می‌دهد که تلاطم بازار j در گذشته، تلاطم جاری بازار i را تحت تأثیر قرار می‌دهد. به بیان دیگر، اثر سرریز تلاطم از بازار j به بازار i وجود دارد و تلاطم جاری بازار i از تلاطم گذشته بازار j تأثیر می‌پذیرد^۱ (کانگ و یون ۲۰۱۲).

۱- برای مطالعه بیشتر به سایت <http://www.estima.com/forum/viewtopic.php?f=11&t=970> مراجعه شود.

۴- داده‌ها

به منظور بررسی پدیده سریز تلاطم در بازار جهانی انرژی از داده‌های قیمت نقدی روزانه مربوط به نفت خام برنت، بنزین و سوخت دیزل طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۲ استفاده شده است. (کلیه داده‌های مورد نیاز از پایگاه اداره اطلاعات انرژی (EIA)^۱ استخراج شده‌اند).

عایدی مرکب پیوسته به صورت زیر است:

$$r_t = \ln(R_t + 1) = \ln \frac{P_t}{P_{t-1}} = p_t - p_{t-1} = \alpha + \varepsilon_t \quad (6)$$

سری ε_t معمولاً به طور خلاصه، سری عایدی یا نرخ عایدی مبنی‌مند. معمولاً در تجزیه و تحلیل‌ها، سری‌های بازدهی (r_t)، نسبت به سری‌های زمانی مالی (P_t) ترجیح داده می‌شوند، زیرا آن‌ها پایا هستند و از یک الگوی تصادفی محض پیروی می‌کنند (تی سی ۲۰۱۰، فصل ۱).

۵- تجزیه و تحلیل نتایج

ویژگی‌های آماری شامل میانگین، انحراف معیار، چولگی و کشیدگی متغیرهای تحقیق در جدول شماره یک آمده است.

جدول ۱- خصوصیات آماری داده‌ها

خصوصیات آماری	نفت خام	بنزین	سوخت دیزل
میانگین نمونه	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
انحراف معیار	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱
چولگی	-۰/۲۷***	۰/۰۳	۰/۰۵
کشیدگی	۵/۳۳***	۴/۱۱***	۱۱/۱۳***
جارکو-برا	۳۹۲۳/۰۲***	۲۳۱۰/۲۱***	۱۶۸۸۱/۹۴***

*** معنی داری در سطح ۱ درصد است.

مأخذ: محاسبات تحقیق

از آنجایی که کشیدگی متغیرها بیشتر از ۳ می‌باشد می‌توان نتیجه گرفت که توزیع مورد استفاده باید دارای دنباله پهن تری نسبت به توزیع نرمال باشد که توزیع‌های t^1 و GED^3 از جمله توزیع‌هایی هستند که نسبت به توزیع نرمال دنباله پهن تری دارند. از طرفی با بررسی سطح معنی داری آماره جارکو برا، می‌توان نتیجه گرفت که فرض صفر مبنی بر نرمال بودن متغیرها رد می‌شود و در اینجا نمی‌توان از توزیع نرمال برای بررسی سطوح معنی داری بهره گرفت.

قدم اول در انجام هر تحقیقی بررسی پایایی متغیرها است بنابراین از آزمون‌های دیکی-فوله تعمیم‌یافته^۳ برای بررسی پایایی متغیرهای تحقیق استفاده شده است (جدول ۲).

جدول ۲- بررسی پایایی متغیرهای تحقیق

عایدی نفت خام	عایدی بنزین	عایدی سوخت دیزل
-۵۶/۷۵***	-۵۵/۱۰***	-۵۷/۳۲***

*** معنی داری در سطح ۱ درصد است.

منبع: یافته‌های تحقیق

فرض صفر در آزمون دیکی فولر تعمیم‌یافته وجود ریشه واحد در متغیر است. با بررسی ریشه واحد در متغیر عایدی (متغیر مورد استفاده در تحقیق حاضر) فرض صفر در سطح بالایی رد می‌شود و می‌توان پایایی هر سه متغیر تحقیق را تأیید نمود. در ادامه وجود اثر ARCH در متغیرها بررسی می‌شود، زیرا وجود اثر ARCH (واریانس ناهمسانی شرطی) اهمیت بالایی دارد و متغیرها باید دارای این خصوصیت باشند تا قدرت برآورده توسط الگوی GARCH را داشته باشند. با بررسی خود همبستگی بین توان دوم عایدی می‌توان به وجود اثر ARCH پی برد (تی سی ۲۰۱۰، کنگ و یون ۲۰۱۲).

1- t Student

2- Generalised Error Distribution

3- Augmented Dickey-Fuller Test

در این تحقیق از آزمون لیونگ-باکس^۱ برای بررسی خود همبستگی در توان دوم متغیرهای مورد مطالعه استفاده شده است. فرض صفر این آزمون عدم خود همبستگی در متغیرها می‌باشد. لذا باید فرض صفر این آزمون رد شود تا وجود خود همبستگی در متغیرها تأیید شود.

جدول ۳- نتایج آزمون لیونگ باکس

متغیر	وقفه ۸	وقفه ۱۶	وقفه ۲۴
عایدی نفت خام	۲۶۱/۷۷***	۴۸۲/۹۴***	۶۶۰/۴۲***
عایدی بنزین	۹۴۷/۷۹***	۱۰۱۷/۲۹***	۱۰۷۸/۲۹***
عایدی سوخت دیزل	۹۴۷/۹۶***	۹۵۶/۷۳***	۹۶۸/۱۵***

*** معنی داری در سطح ۱ درصد است. بررسی تا وقفه ۲۴ انجام شده است.

منبع: یافته‌های تحقیق

به راحتی می‌توان فرض صفر آزمون لیونگ باکس مبنی بر عدم خود همبستگی در متغیرها را رد کرد و نتیجه گرفت که متغیرهای مورد استفاده در تحقیق دارای اثر ARCH هستند.

آزمون دیگری که برای بررسی اثر ARCH مورد استفاده قرار می‌گیرد، آزمون LM^۲ انگل (۱۹۸۲) می‌باشد. فرض صفر در این آزمون نبود اثر ARCH در متغیرها می‌باشد. در جدول ۴ نتایج حاصل از بررسی آزمون ARCH در متغیرها ارائه شده است.

جدول ۴- نتایج آزمون ضریب لاگرانژ

متغیر	ARCH(20)
عایدی نفت خام	۲۸/۴۲***
عایدی بنزین	۴۷۳/۷۵***
عایدی سوخت دیزل	۵۸۵/۸۸***

*** معنی داری در سطح ۱ درصد و آزمون تا وقفه ۲۰ انجام شده است.

منبع: یافته‌های تحقیق

1- Ljung-Box

2- Lagrange Multiplier

با بررسی نتایج ارائه شده در جدول ۴ می‌توان مشاهده نمود که فرض صفر این آزمون در سطح ۹۹ درصد رد می‌شود. به بیان دیگر فرض صفر مبنی بر نبود اثر ARCH را نمی‌توان پذیرفت و وجود اثر ARCH در متغیرها تأیید می‌شود. هر دو آزمون خود همبستگی لیونگ- باکس و ضریب لاگرانژ انگل، وجود اثر واریانس ناهمسانی در متغیرهای تحقیق را تأیید می‌نمایند، و در نتیجه می‌توان از الگوی BEKK در انجام بررسی‌ها بهره گرفت. در این مطالعه، از روش GARCH-BEKK استفاده شده زیرا در این روش مثبت بودن ماتریس واریانس کوواریانس (H) تضمین می‌شود و در مقایسه با سایر روش‌ها انعطاف پذیری بیشتری دارد.^۱

در ادامه به آزمون پدیده سرریز تلاطم در بازارهای انرژی به کمک روش GARCH- BEKK پرداخته می‌شود (جدول ۵).

جدول ۵- نتایج پدیده سرریز تلاطم در بازارهای نفت خام، بنزین و سوخت دیزل با استفاده از روش BEKK

متغیر	ضریب	انحراف معیار	آماره t
A(1,1)	-0/۲۱***	0/۰۱	-11/76
A(1,2)	0/۱۱***	0/۰۱	6/00
A(1,3)	-0/۰۴***	0/۰۱	-2/77
A(2,1)	0/۰۰	0/۰۱	0/83
A(2,2)	0/۳۴***	0/۰۱	25/77
A(2,3)	0/۰۱	0/۰۱	1/158
A(3,1)	-0/۰۰	0/۰۱	-0/12
A(3,2)	0/۰۴***	0/۰۱	2/63
A(3,3)	0/۲۹***	0/۰۱	22/72
B(1,1)	0/۹۷***	0/۰۰	249/39

۱- برای اطلاع بیشتر از روش‌های مختلف برآورد مدل واریانس ناهمسانی شرطی تعیین یافته چند متغیره به Bauwens et al. (۲۰۰۶) مراجعه شود.

متغیر	ضریب	انحراف معیار	t آماره
B(1,2)	۰/۰۵***	۰/۰۰	۹/۴۲
B(1,3)	۰/۰۴***	۰/۰۰	۶/۹۹
B(2,1)	-۰/۰۳***	۰/۰۰	-۶/۴۱
B(2,2)	۰/۹۳***	۰/۰۰	۱۸۲/۹۹
B(2,3)	۰/۰۱۵***	۰/۰۰	۱۸/۶۱
B(3,1)	-۰/۰۴۱***	۰/۰	-۹/۶۷
B(3,2)	-۰/۱۰***	۰/۰۰	-۱۹/۹۷
B(3,3)	۰/۹۶***	۰/۰۰	۲۸۶/۷۱

*** معنی داری در سطح ۱ درصد را نشان می‌دهد.

منبع: یافته‌های تحقیق

در این قسمت به بررسی و تحلیل نتایج حاصل از مدل GARCH-BEKK می‌پردازیم. اعداد ۱، ۲ و ۳ به ترتیب نشان دهنده عایدی در بازارهای نفت خام، بنزین و سوخت دیزل می‌باشد. A و B هم به ترتیب بیان کننده اثر شوک و اثر تلاطم در بازارها هستند.

بازار نفت خام

از معنی داری ضرایب A(1,1) و B(1,1) می‌توان نتیجه گرفت بازار نفت خام از شوک‌های گذشته در بازار خود و هم چنین از تلاطم‌های گذشته بازار خود متأثر می‌شود؛ به بیان دیگر شوک و تلاطم در زمان $t-1$ در بازار نفت خام بر تلاطم در بازار نفت خام در زمان t مؤثر است. مقایسه این دو ضریب نشان می‌دهد که اثر شوک گذشته بر تلاطم حال منفی و اثر تلاطم گذشته بر تلاطم حال مثبت و از نظر مقدار نیز از اثر شوک بزرگتر است. به بیان دیگر، تلاطم حال بیشتر تحت تأثیر تلاطم گذشته است تا شوک‌های گذشته.

هم چنین معنی داری ضرایب A(1,2) و B(1,2) نشان دهنده تأثیر بازار نفت خام بر بازار بنزین می‌باشد. یعنی شوک و تلاطم در زمان $t-1$ در بازار نفت خام بر تلاطم در

زمان t در بازار بنزین اثرگذار است. این دو اثر هر دو مثبت هستند و اثر شوک در بازار نفت نسبت به اثر تلاطم در این بازار تأثیرگذاری بیشتری بر تلاطم حال بازار بنزین دارد.

با بررسی ضرایب $A(1,3)$ و $B(1,3)$ نیز می‌توان نتیجه گرفت تغییرات بازار نفت خام بر بازار سوخت دیزل تأثیرگذار است و همانند بنزین، سوخت دیزل نیز از شوک و تلاطم در بازار نفت خام اثر می‌گیرد. اثر شوک گذشته نفت بر تلاطم حال سوخت دیزل منفی و اثر تلاطم گذشته در بازار نفت بر تلاطم حال سوخت دیزل مثبت است اما بزرگی این دو ضریب تقریباً $\hat{\theta}$ با یکدیگر برابر هستند.

بازار بنزین

معنی داری ضرایب $A(2,2)$ و $B(2,2)$ نشان می‌دهد که شوک و تلاطم در زمان $t-1$ در بازار بنزین بر تلاطم در زمان t در همان بازار اثرگذار است و بازار بنزین از تغییرات گذشته خود تأثیر می‌گیرد. ضرایب این دو اثر هر دو مثبت هستند اما بزرگ‌تر بودن ضریب تلاطم گذشته حکایت از آن دارد که تلاطم حال بازار بنزین بیشتر از تلاطم‌های گذشته بازار خود اثر می‌گیرد و شوک نسبت به تلاطم اثر کمتری بر تلاطم حال این بازار دارد.

از طرفی با بررسی اثر بازار بنزین بر بازار نفت خام مشخص می‌شود که شوک در بازار بنزین تأثیری بر تلاطم در بازار نفت خام ندارد (ضریب $A(2,1)$ معنی دار نیست) اما تلاطم در زمان $t-1$ در بازار بنزین، تلاطم در زمان t در بازار نفت خام را تحت تأثیر قرار می‌دهد (معنی داری ضریب $B(2,1)$). علامت این ضریب منفی است که نشان می‌دهد تلاطم گذشته بازار بنزین اثر منفی بر تلاطم حال بازار نفت خام دارد اما بزرگی این ضریب میزان قابل توجهی نیست.

با در نظر گرفتن بازار بنزین و سوخت دیزل می‌توان نتیجه گرفت که شوک بنزین بر تلاطم بازار سوخت دیزل بی اثر می‌باشد که این مسئله از عدم معنی داری ضریب $A(2,3)$ نتیجه گرفته می‌شود. اما با بررسی ضریب $B(2,3)$ می‌توان مشاهده کرد که تلاطم گذشته بازار بنزین، تلاطم حال بازار سوخت دیزل را به طور مثبت تحت تأثیر قرار می‌دهد، اما شدت این اثرگذاری قابل توجه نیست.

بازار سوخت دیزل

همانند بازارهای نفت خام و بنزین، سوخت دیزل نیز از شوک و تلاطم در زمان t-1 در بازار خود اثر می‌گیرد و شوک و تلاطم گذشته، تلاطم جاری را تحت تأثیر قرار می‌دهد (معنی داری ضرایب A(3,3) و B(3,3)). این دو ضریب هر دو مشتبه هستند اما بزرگی ضریب تلاطم گذشته نسبت به شوک گذشته مقدار بزرگتری است که نشان از تأثیرگذاری بیشتر تلاطم گذشته در مقایسه با شوک گذشته بر تلاطم جاری بازار سوخت دیزل دارد.

معنی دار نبودن ضریب A(3,1) نشان می‌دهد که شوک گذشته بازار سوخت دیزل بر تلاطم جاری بازار نفت خام اثر ندارد، اما ضریب B(3,1) نشان از معنی داری اثر تلاطم گذشته این بازار بر تلاطم جاری بازار نفت خام دارد که این اثر منفی است اما مقدار آن قابل توجه نیست.

در نهایت معنی داری ضرایب A(3,2) و B(3,2) به معنی اثرگذاری شوک و تلاطم گذشته بازار سوخت دیزل بر تلاطم جاری بازار بنزین می‌باشد. اثر شوک، مشتبه و اثر تلاطم، منفی است اما ضریب اثر تلاطم نسبت به اثر شوک مقدار بزرگتری است که بیان می‌کند تلاطم گذشته در بازار سوخت دیزل نسبت به شوک گذشته در این بازار اثر بیشتری بر تلاطم جاری بازار بنزین دارد. از آنجایی که نفت خام جزء اصلی تولید بنزین و سوخت دیزل است و هم چنین از آنجایی که این محصولات تاحدی جانشینی برای یکدیگر محسوب می‌شوند اثرگذاری این بازارها بر یکدیگر منطقی می‌باشد. پس از برآورد مدل، برای اطمینان از درستی برآش و قابل اعتماد بودن نتایج، از آزمون‌های خوبی برآش استفاده می‌شود. ابتدا خودهمبستگی در پسمندی‌های استاندارد شده مدل بررسی می‌شود. در جدول ۶ نتایج حاصل از آزمون خود همبستگی توان دوم پسمندی‌های استاندارد شده ارائه می‌گردد.

جدول ۶ - نتایج آزمون لیونگ باکس توان دوم پسمندی‌های استاندارد شده مدل

متغیر	وقفه ۸	وقفه ۱۶	وقفه ۲۴
نفت خام	۵/۸۰	۱۳/۲۹	۱۷/۸۴
بنزین	۱۰/۹۳	۲۶/۲۹	۳۴/۹۳
سوخت دیزل	۶/۹۹	۸/۱۵	۱۲/۹۰

معنی داری تا سطح ۱ درصد بررسی و آزمون تا وقفه ۲۴ انجام شده است.

منبع: یافته‌های تحقیق

همان طور که نتایج جدول نشان می‌دهد فرض صفر آزمون لیونگ-باکس مبنی بر عدم خود همبستگی در پسمندی‌های استاندارد شده تأیید می‌شود و می‌توان نتیجه گرفت که مدل مورد بررسی به خوبی برازش شده و نتایج قابل اطمینان است. روش دیگر برای آزمون خوبی برازش، بررسی اثر ARCH در پسمندی‌های مدل به کمک آزمون ضریب لاغرانژ است. فرض صفر این آزمون نبود اثر ARCH است که در این شرایط باید فرض صفر قبول شود که نشان از نبود اثر ARCH در متغیرها دارد.

جدول ۷- نتایج آزمون ضریب لاغرانژ در پسمند استاندارد شده

پسمندی‌های استاندارد شده	ARCH(20)
نفت خام	۰/۹۵
بنزین	۳/۱۲
سوخت دیزل	۲/۸۳

معنی داری تا سطح ۱ درصد بررسی شده و آزمون تا وقفه ۲۰ انجام شده است.

منبع: یافته‌های تحقیق

با توجه به نتایج جدول ۷، فرض صفر این آزمون مورد پذیرش قرار می‌گیرد و نبود اثر ARCH در پسمندی‌های مدل تأیید می‌شود. به بیان دیگر، اثر ARCH موجود در عایدی‌ها با الگوی GARCH-BEKK رفع شده است.

۶- نتیجه گیری و پیشنهادات

توانایی شناسایی سرریز تلاطم بین دارایی‌ها، کاربرد زیادی در اقتصاد کلان و مالیه دارد. برای سیاست‌گذاران، دانش سرریز می‌تواند به طراحی یک سیاست کمک کند. برای سرمایه‌گذاران، دانش سرریز به بهبود پیش‌بینی تلاطم کمک کرده و می‌تواند در مدل‌های قیمت‌گذاری دارایی به کار رود. به طور مشابه، اثر سرریز ممکن است انتقال اطلاعات را نشان دهد و در طراحی نسبت پوشش ریسک شرطی بکار گرفته می‌شود. یکی از نگرانی‌های اقتصادی دنیای امروز، تلاطم زیاد قیمت در بازار انرژی است، با توجه به تأثیرگذاری انرژی در اقتصاد بررسی این بازار از موضوعاتی است که باید بیش از پیش مورد توجه و مطالعه قرار گیرد. تحقیق حاضر نیز به منظور بررسی پدیده سرریز تلاطم در بازار انرژی انجام شده است. داده‌های مورد استفاده در این پژوهش، داده‌های

روزانه قیمت نقدی نفت خام، بنزین و سوخت دیزل در سطح بین‌المللی است و برای تحلیل این اثر از روش GARCH-BEKK استفاده شده است.

نتایج تحقیق نشان می‌دهد که اثر سرریز در بازار انرژی معنی‌دار است و به غیر از اثر سرریز شوک از بازار بنزین و بازار سوخت دیزل به بازار نفت خام و هم‌چنین اثر سرریز شوک از بازار بنزین به بازار سوخت دیزل، سایر آثار سرریز شوک و سرریز تلاطم در سطح ۹۹ درصد معنی‌دار هستند.

تجزیه و تحلیل بررسی‌ها نشان می‌دهد که پدیده سرریز تلاطم در بازار انرژی از اهمیت بالایی برخوردار است، لذا انجام پیش‌بینی در بازار انرژی در گرو بررسی و لحاظ کردن پدیده سرریز تلاطم می‌باشد. به دلیل وجود اثر سرریز تلاطم در بازار انرژی، می‌توان نتیجه گرفت که این بازار از ریسک بالایی برخوردار است و پیشنهاد می‌شود تا سرمایه‌گذاران در زمان سرمایه‌گذاری خود این پدیده را در نظر داشته باشند.

فهرست منابع

- ابریشمی، حمید، مهرآرا، محسن و آریانا، یاسمین، (۱۳۸۶)، ارزیابی عملکرد پیش‌بینی بی ثباتی قیمت نفت، مجله تحقیقات اقتصادی، شماره ۷۸، صص ۲۱-۱.
- اندرس. والتر، (۱۳۸۹)، اقتصادسنجی سری‌های زمانی با رویکرد کاربردی. ترجمه مهدی صادقی شاهدانی و سعید شوالپور، جلد اول، چاپ دوم، تهران: دانشگاه امام صادق (ع).
- زمانی. مهرزاد، (۱۳۹۰)، بررسی رفتار پویا و تلاطم قیمت‌های نفت خام و گاز الگوی زمانی. Baele, L., (2003), Volatility Spillover Effects in European Equity Markets, Working Paper 2003/189, Ghent University, Department of Financial Economics.
- BalaSubramanyan, L., (2004), Do Time-Varying Covariances, Volatility Comovement and Spillover Matter?, Pensilvania State University.
- Bauwens, L., Laurent, S. and Rombouts, J.V.K., (2006), Multivariate GARCH Models: A Survey, Journal of Applied Econometrics, Vol.21, pp.79-109.

- Bollerslev, T. (1986), Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity. *Journal of Econometrics*, Vol.31, pp.307-328.
- Brown, S.P., and Yucel, M.K., (2008), What Drives Natural Gas Prices?, *Energy Journal*, Vol.29(2), pp.45-60.
- Chang, Ch. McAleer, M. and Tansuchat, R., (2010), Analyzing and Forecasting Volatility Spillovers, Asymmetries and Hedging in Major Oil Markets, *Energy Economics*, Vol.32, pp.1445-1455.
- Engle, R.F. (1982) Autoregressive Conditional Heteroskedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation. *Econometrica* Vol.50, pp.987-1007.
- Engle, R. F., and Kroner, K. F., (1995), Multivariate Simultaneous Generalized ARCH, *Econometric Theory*, Vol.11, No.1, pp.122-150.
- Kang, S. and Yoon, S., (2012), Information Transmission between Crude Oil Markets, *Journal of WEI Business and Economics*, Vol.1, No.1, pp.58-68.
- McCurdy, T.H. and Morgan, I.G., (1988), Testing the Martingale Hypothesis in Deutschmark Futures with Models Specifying the form of Heteroskedasticity, *Journal of Applied Econometrics* Vol.3, pp.187-202.
- Ng, A., (2000), Volatility Spillover Effects from Japan and U.S to the Pacific-Basin, *Journal of International Money and Finance*, Vol.19, pp.207-233.
- Singh, A. Karali, and B. Ramirez, O., (2011), High Price Volatility and Spillover Effects in Energy Markets, Paper for Presentation at the Agricultural & Applied Economics Association, Pittsburg, Pennsylvania.
- Tsay, R.S., (2010), *Analysis of Financial Time Series*, 3rdEdition, John Wiley and Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
- Villar, J. A. and Joutz, F.L., (2006), The Relationship Between Crude Oil and Natural Gas Prices, *Energy Information Administration, Office of Oil and Gas*.
- Wang, Y. and Wu, Ch., (2012), Forecasting Energy Market Volatility Using GARCH Models: Can Multivariate Models Beat Univariate Models?, *Energy Economics*, Vol.34, pp.2167-2181.

www.eia.gov

<http://www.weforum.org/issues/global-risks>

An Examination of Price Volatility Spillover Effects in International Crude Oil, Gasoline and Diesel Markets

Elahe Karimi

M.A. in Economics, Ferdowsi University of Mashhad, karimi.el@stu.um.ac.ir

Mohammad Ali Falahi¹

Professor of Economics, Ferdowsi University of Mashhad, falahi@um.ac.ir

Mohammad Reza Lotfalipour

Professor of Economics, Ferdowsi University of Mashhad, Lotfalipour@um.ac.ir

Received: 2014/08/03 Accepted: 2016/03/10

Abstract

The ability to identify the volatility spillover effects between assets has many applications in macroeconomics and finance. This knowledge is used in asset pricing models to produce a more reliable prediction of volatility. Spill over effects in addition can indicate the extent that information is shared amongst different economic actors and help to design the conditional hedging ratio. The present study, using the GARCH-BEKK approach, investigates the effect of volatility spillover between crude oil, gasoline and diesel fuel markets. It uses the daily international spot prices of these products for the 2000 to 2012 period. The results confirm the existence of statistically significant spillover effects in energy markets. These spillover effects are significant at the 99 percent level, except for spillover effects from gasoline and diesel markets to crude oil and spillover effects from diesel to crude oil.

JEL Classification: C22, G11, Q30, Q40

Keywords: Volatility Spillover, Price, Energy Markets, GARCH model

1- Corresponding author