پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران
سال پنجم، شماره ۱۹، تابستان ۱۳۹۵، صفحات ۱۴۳-۱۱۳

مدلسازی کاربرد ارزش مخاطره‌ای در مدیریت ریسک نوسانات درآمد نفت در ایران

سعید شوال‌پور[۱]، آرمین جبارزاده[۲]، حسین خنجرپناه[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۹/۱۸ تاریخ پذیرش:۱۳۹۵/۱۲/۱۶

چکیده

ریسک قیمت نفت خام برای کشورهای صادرکننده نفت از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است، بنابراین وجود مکانیزمی برای پوشش ریسک قیمت نفت در این کشورها اهمیت بالایی دارد. از جمله ابزارهای شناخته شده برای محاسبه ریسک قیمت، ارزش در معرض ریسک است. در این مقاله، سعی می‌شود تا با استفاده از معیار ارزش در معرض ریسک، مکانیزمی برای مدیریت ریسک درآمدهای نفتی ایران طراحی گردد، بدین منظور از مدل‌های واریانس ناهمسان شرطی GARCH، CGARCH و EGARCH با توابع توزیع چگالی مختلف برای محاسبه ارزش در معرض ریسک نفت خام اپک در طول دوره ۶ اکتبر سال ۲۰۰۵ تا ۲۹ آگوست سال ۲۰۱۵، استفاده شده است. نتایج مطالعه نشان می‌دهد که از نظر معیارهای سنجش خطای پیش‌بینی، مدل CGARCH با توزیع تی استیودنت در پیش‌بینی تلاطم عملکرد بهتری داشته است، بر این اساس، پس از انتخاب مدل مناسب، مقادیر ارزش در معرض ریسک برای طراحی مکانیزم پوشش ریسک مورد استفاده قرار گرفته و با استفاده از داده‌های تولید نفت ایران، برای سال ۲۰۱۴ این مکانیزم پیاده‌سازی شده است. نتایج نشان داد که بر مبنای مکانیزم پیشنهادی، علاوه بر پوشش ریسک کاهش قیمت، مدل با مازاد درآمد مواجه خواهد بود.

واژگان کلیدی: ارزش در معرض ریسک؛ نفت خام؛ CGARCH؛ صندوق‌های ذخیره ارزی.

طبقه‌بندی JEL: Q47، P48، C01.

---

۱ استادیار گروه مهندسی سیستم‌های اقتصادی اجتماعی، دانشکده پیشرفت، دانشگاه علم و صنعت (نویسنده مسئول)
E-mail: shavvalpour@iust.ac.ir
۲ استادیار گروه مهندسی سیستم‌های اقتصادی اجتماعی، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه علم و صنعت
E-mail: arminj@iust.ac.ir
۳ دانشجوی دکتری مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه علم و صنعت
E-mail: khanjarpanah@ind.iust.ac.ir

۱- مقدمه

مدیریت ریسک در بردارنده مفاهیم و ابزارهایی است که برای ارزیابی، اندازه‌گیری و مدیریت کردن ریسک‌های مختلف برای یک سبد دارایی یا قیمت کالاهای مختلف، استفاده می‌شود (صادقی و شوال‌پور، ۲۰۰۶). نفت خام از جمله مهم‌ترین منابع انرژی می‌باشد که اقتصاد بسیاری از کشورهای دنیا تحت تاثیر آن قرار دارد. از آنجا که قیمت نفت یکی از ورودی های اصلی مدل های کلان اقتصادی است، نوسانات این متغیر، همواره از اهمیت بالایی برای کشورهای صادرکننده و واردکننده نفت برخوردار بوده است. به این ترتیب، نفت خام بر متغیرهایی مانند رشد اقتصادی و تورم (هوانگ و همکاران[1]، ۲۰۰۵؛ لاردیک و میگنون[2]، ۲۰۰۶)، بازارهای انرژی (بیهار و هاموری[3]، ۲۰۰۵؛ اوینگ و همکاران[4]، ۲۰۰۶) و بازارهای مالی (سادورسکی[5]، ۲۰۰۳؛ اوینگ و تامپسون[6] ۲۰۰۷؛ پینکدیک[7]، ۲۰۰۱) تأثیر بالایی دارد. در دهه‌های اخیر و با توسعه و گسترش بازارهای مهمی از جمله بازار نفت خام، قیمت جهانی نفت خام با تلاطم[8] زیادی همراه بوده است. از جمله این تغییرات شدید قیمت می‌توان به رشد قیمت تا ۱۴۸ دلار در هر بشکه در ماه جولای سال ۲۰۰۸ اشاره کرد که پس از آن در اواخر دسامبر، به ۴۰ دلار در هر بشکه افت پیدا کرد. این ریسک‌های قیمتی که بر اساس شوک‌های مختلف به این بازار وارد می‌گردد، می‌تواند اقتصاد کشورهای بسیاری را تحت تأثیر خود قرار دهند.

ریسک، تعاریف مختلفی دارد و معیارهای متفاوتی نیز برای سنجش آن پیشنهاد و به کارگرفته شده است. یکی از معیارهای پرریسک بودن متغیرهای اقتصادی، تلاطم بالای این متغیرهاست. این شاخص پراکندگی بازده یک سری زمانی را نشان می‌دهد و بدین ترتیب برای محاسبه ارزش در معرض ریسک نیز از این شاخص استفاده می‌شود.

1 Huang et al.
2 Lardic and Mignon
3 Bhar and Hamori
4 Ewing et al.
5 Sadorsky
6 Ewing and Thompson
7 Pinkdyck
8 Volatility

درآمدهای حاصل از نفت در اقتصاد کشورها و به خصوص اقتصاد ایران، نقش بسیار مهمی دارند و بدین ترتیب تلاطم دلارهای حاصل از نفت، تأثیرات قابل ملاحظه‌ای بر اقتصاد ایران دارد. تولید ناخالص داخلی در سال‌های ۱۳۴۷ تا ۱۳۷۹، با نرخ ٪۵/۱۲ رشد کرده است، در صورتی که اگر تلاطم درآمدهای نفتی به صفر می‌رسید، این نرخ به ٪۶/۹۰۵ می‌رسید (ابراهیمی و سوری، ۱۳۸۴). بدین صورت، تلاطم درآمدهای نفتی را می‌توان مهمترین ریسک‌های اقتصاد کلان کشور دانست (ابراهیمی و قنبری، ۱۳۸۵).

با توجه به اینکه مدل‌های واریانس ناهمسان شرطی[1] (ARCH) از جمله مهم‌ترین مدل‌های توسعه‌یافته برای مدلسازی تلاطم به شمار می‌آیند، در این مقاله تلاش می‌شود، با بهره‌گیری از این مدلها، شاخصی برای اندازه‌گیری ریسک نوسانات قیمت نفت ارائه شود. همچنین، بر اساس محاسبه ارزش در معرض ریسک نفت اوپک[2] و تولید نفت توسط ایران، مکانیزمی ارائه گردد تا ریسک‌های موجود در بازار نفت را مدیریت کرد. ارزش در معرض ریسک از طریق روش‌های واریانس ناهمسان شرطی در این مطالعه، برآورد خواهند شد. محاسبه تلاطم با استفاده از مدل‌های خانواده واریانس ناهمسان شرطی از جمله GARCH، CGARCH و EGARCH انجام می‌گیرد و با توجه به اهمیت توزیع چگالی به کار رفته در این مدل‌ها، برآورد این مدل‌ها با استفاده از سه توزیع نرمال، تی-استیودنت[3] و توزیع خطای تعمیم‌یافته[4] (GED) انجام خواهد گرفت و سپس برای دوره‌های ۱هفته و ۱ماهه، پیش‌بینی تلاطم به صورت برون‌نمونه‌ای انجام می‌شود تا بهترین مدل برای برآورد ارزش در معرض ریسک از طریق معیارهای سنجش خطا انتخاب گردد. ساختار مقاله به این صورت است که در بخش دوم، ابتدا در مورد مبانی نظری و پیشینه پژوهش مطالبی ارائه خواهد شد. پس از آن در بخش سوم، به بیان مدل‌های مورد بررسی پرداخته خواهد شد. ارائه نتایج عددی و مطالعه مدل‌ها با استفاده از داده‌های روزانه بازده در بخش چهارم انجام می‌شود و در نهایت، در بخش پنجم به بحث و نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادات برای تحقیقات آتی پرداخته خواهد شد.

1 Autoregressive conditional heteroskedasticity
2 Organization of the Petroleum Exporting Countries (OPEC)
3 T-Student
4 Generalized Error Distribution

۲- مبانی نظری و پیشینه پژوهش

منابع انرژی و معدنی، موهبتی است که قرار گرفتن آن‌ها در هر کشوری می‌تواند ذخایر و دارایی‌های زیادی را برای آن کشور به همراه داشته باشد. بنابراین این انتظار وجود دارد که کشورهای دارای منابع انرژی و معدنی از نظر اقتصاد و رفاه دارای شرایط مناسبی باشند. با توجه به نظریات روستو[1] (۱۹۶۰)، می‌توان بیان کرد که درآمد حاصل از صادرات انرژی و مواد معدنی، یک فرصت مناسب را برای سرمایه‌گذاری در واحدهای تولیدی مناسب و برنامه‌هایی که باعث پیشرفت کشور می‌شوند، مهیا می‌کند. بر اساس برخی از نظریات اقتصادی، برای افزایش تولید آتی باید سرمایه‌گذاری را افزایش داد و بر اساس این ایده، نظریه "بنیادگرایی سرمایه‌داری" شکل می‌گیرد. این نظریه برآن اشاره دارد که علت اصلی تفاوت سطح تولید ملی، تفاوت در ذخیره سرمایه می‌باشد.

برخلاف نظرات اولیه، پژوهش‌های زیادی نشان داد که متکی بودن به منابع باعث رشد اقتصادی کمتری می‌شود. اولین کسانی که در این موضوع مطالعات خود را ارائه نمودند، پربیش[2] (۱۹۵۰) و سینگر[3] (۱۹۵۰) بودند. آن‌ها بر این باور بودند که صادرکنندگان مواد اولیه از مبادله با کشورهای صنعتی دچار زیان خواهند شد، چرا که شرایط مبادله برای آن‌ها بدتر می‌شود. پس از آن مطالعات زیادی در زمینه نفت انجام گردید، تا اینکه در دهه ۱۹۹۰، محققان به این نتیجه رسیدند که کشورهای صادرکننده، نتوانسته‌اند درآمدهای منابع خود را برای فایده رساندن به جامعه خود به کار ببرند. در نتیجه نظریه "نفرین منابع" مطرح گردید. نفرین منابع به شرایطی گفته می‌شود که کشوری با وجود در اختیار داشتن منابع طبیعی فراوان، رشد اقتصادی و دستاوردهای توسعه‌ای کمتری نسبت به کشورهای با منابع طبیعی کمتر دارد. اما در جواب این‌که چرا نفرین منابع ایجاد می‌گردد، مکانیزم‌های مختلفی معرفی شده است که از جمله مهمترین این مکانیزم‌ها می‌توان به پدیده بیماری هلندی و ماهیت پرنوسان یا ریسکی بودن قیمت منابع اشاره کرد.

---

1 Rostow
2 Prebisch
3 Singer

بیماری هلندی، پس از کشف میدان گازی در هلند شناخته شد. این بیماری به تبع افزایش درآمد حاصل از فروش منابع هیدروکربوری و در نتیجه رشد قیمت دارایی های ثابت مانند املاک و مستغلات بروز می یابد. افزایش درآمد حاصل از صادرات منابع طبیعی، موجب رشد ارزش پول ملی کشور صادرکننده و در نتیجه کاهش صادرات در بخش تولید می شود (کلستاد و همکاران[1]، ۲۰۰۹). جریان درآمد ناشی از صادرات منابع طبیعی، فشار رو به بالایی را به ارزش پول ملی وارد نموده و در نتیجه موجب کاهش نرخ ارز می‌شود. از سوی دیگر افزایش درآمد صادراتی باعث افزایش شدید در تقاضای داخلی می‌شود، حال آنکه افزایش یکباره درآمدها، تأثیر سریعی بر ظرفیت‌های عرضه نمی‌گذارد. این افزایش تقاضا از بخش بودجه عمومی نشأت می‌گیرد. قیمت کالای غیرمبادلاتی به دلیل افزایش تقاضا افزایش می‌یابد و این منجر به افزایش ارزش نرخ ارز داخلی می‌گردد. این آثار منجر به کاهش رقابت‌پذیری صادرات غیرنفتی، تخریب تنوع و تعادل در اقتصاد کشور و انتقال منابع داخلی به بخش غیرمبادلاتی می‌شود (کریم‌زاده و همکاران، ۱۳۸۸). بنابراین به طور کلی می‌توان بیان کرد که بیماری هلندی وضعیتی است که در آن افزایش قیمت کالا، دستمزد را افزایش می‌دهد و نرخ ارز داخلی را گران‌تر می‌کند و بر این اساس، رقابت-پذیری، تولید و صادرات سایر بخش‌ها را کاهش می‌دهد. به بیان دیگر، درآمد حاصل از منابع طبیعی، ساختار صنعتی را دچار تغییر می‌کند. کاهش تولید صنعتی ناشی از کاهش رقابت پذیری محصولات صادراتی (به دلیل افزایش ارزش پول ملی) در کنار افزایش سطح دستمزدها (به دلیل تورم) منجر به کاهش بهره‌وری می‌شود. از طرف دیگر، درآمدهای منابع طبیعی دارای نوسانات زیادی است که محققان، نوسان درآمد را از جمله علل نفرین منابع عنوان کرده‌اند. این نوسانات باعث دشواری دنبال کردن سیاست‌های مالی محتاطانه می‌گردد. از طرفی، این نگرانی وجود دارد که درآمد پرنوسان صادرات، به جای سرمایه‌گذاری در مصرف صرف شود.

از جمله راهکارهای پیش‌گیری بیماری هلندی و مقاوم سازی اقتصاد، تاسیس صندوق‌هایی برای مدیریت ریسک نوسانات قیمت نفت است. در نظریات اقتصادی، سه نوع صندوق

1 Kolstad et al.

تحت عنوان صندوق تثبیت‌کننده[1]، ذخیره پس‌انداز[2] و صندوق‌های مجازی[3] (تامین مالی) مطرح است. انواع صندوق اگر چه به لحاظ کلی یک هدف مشترک را دنبال می‌نماید، اما از نظر اجرایی و رابطه با بودجه دولت و نحوه مدیریت با یکدیگر متفاوتند. انواع مختلف این صندوق‌ها در کشورهای مختلف تجارب موفقی داشته‌اند و توانسته‌اند اهداف اصلی خود را برآورده سازند (منظور و یادی‌پور، ۱۳۸۸). به این ترتیب، صندوق‌های فوق با عناوین مختلف در کشورهای مختلف به منظور برطرف نمودن دو مشکل اصلی ایجاد شده‌اند: مدیریت نوسانات غیرقابل پیش‌بینی درآمدهای نفتی و پایان‌پذیری منابع نفتی و ضرورت توجه به منافع بین نسلی. این صندوق‌ها به منظور ذخیره‌سازی درآمدهای حاصل از نفت خام ایجاد می‌گردند تا دیگر این درآمدها در بودجه‌های سالانه وارد نشوند. تأسیس این صندوق‌ها در زمانی که بازار نفت دچار بحران شود و یا درآمدهای نفتی کاهش یابد، باعث خواهد شد تا شوک‌های وارده بر قیمت نفت، بر درآمد ملی و اقتصاد کشور تأثیر بالایی نداشته باشد. از کارایی‌های دیگر این صندوق‌ها می‌توان به کسب اعتبار جهانی، جذب سرمایه‌گذاران خارجی و افزایش قدرت چانه‌زنی کشور در بازار نفت اشاره کرد (بارنت و اوسوسکی[4]، ۲۰۰۳). در واقع، زمانی که یک کشور با تکیه بر این صندوق-ها، آسیب‌پذیری خود را در مقابل کاهش قیمت نفت افزایش می‌دهد، این قدرت را دارد تا در برابر کاهش قیمت نفت در بازار جهانی مقاومت نموده و در شرایط کاهش قیمت، تولید خود را کاهش دهد. این در حالی است که فقدان این مکانیزم و فقدان درآمد ذخیره جهت تأمین منابع در شرایط کاهش قیمت، کشور صادرکننده را مجبور به فروش نفت تحت هر شرایطی خواهد نمود و در عمل توان چانه‌زنی کشور کاهش خواهد یافت. از جمله ویژگی‌های مهم این صندوق‌ها می‌توان به هدف، قوانین مربوط به ورود و خروج، منبع درآمدی، ارتباط با بودجه، ساختار و نهادهای مسئول مدیریت عملیات و موارد استفاده

1 Stabilization Fund
2 Saving Fund
3 Virtula Fund
4 Barnett and R.Ossowski

از آن، اشاره کرد. صندوق‌های ذخیره ارزی، توانایی بالایی را در کنترل ریسک و نوسانات و همچنین پیش‌گیری از بیماری هلندی دارند.

با توجه به اهمیت نفت در بازارهای انرژی، مطالعات زیادی در زمینه کاربرد ارزش در معرض ریسک در این زمینه انجام شده است. کابدو و مویا[1] (۲۰۰۳)، ارزش در معرض ریسک را برای ریسک بازار نفت محاسبه کردند. آن‌ها از مدل واریانس ناهمسان شرطی برای پیش‌بینی مقدار ارزش در معرض ریسک استفاده کردند. نتایج مطالعه آن‌ها از کارایی روش مورد استفاده آن‌ها در حرکت‌های قیمتی نفت حاکی بوده است. آلویی و مابروک[2] (۲۰۱۰) به اندازه‌گیری مقدار ارزش در معرض ریسک در بازارهای کالاهای نفتی و گازی پرداختند که در مطالعه آن‌ها از مدل‌های GARCH، FIGARCH، FIAPARCH و HYGARCH با سه تابع توزیع مختلف استفاده شده است. نتایج آن‌ها نشان داد که مدل FIAPARCH در پیش‌بینی ارزش در معرض ریسک عملکرد بهتری نسبت به بقیه مدل‌ها دارد. همچنین مطالعات گسترده‌ای در زمینه تلاطم نفت وجود دارد. کانگ و همکاران[3] (۲۰۰۹) به مدل‌سازی و پیش‌بینی تلاطم بازارهای نفت پرداختند. آن‌ها در مطالعه خود از سه نفت برنت، دبی و WTI به عنوان بازارهای نفت خام استفاده کردند. آن‌ها همچنین مدل‌سازی را با مدل‌های GARCH، IGARCH، CGARCH و FIGARCH انجام دادند تا به وسیله این مدل‌ها بتوانند اثرات حافظه بلندمدت را در سری زمانی نفت مدل‌سازی کنند. نتایج آن‌ها نشان داد که مدل‌های CGARCH و FIGARCH در ضبط کردن حافظه بلندمدت و همینطور در پیش‌بینی برون‌نمونه‌ای بهتر از بقیه مدل‌ها عمل کرده‌اند. در ادامه مطالعه کانگ و همکاران (۲۰۰۹)، وی و همکاران[4] (۲۰۱۰) نیز تلاطم بازار نفت خام را پیش‌بینی کردند. آن‌ها از مدل‌های وسیع‌تری از خانواده مدل‌های GARCH استفاده کردند. آن‌ها بیان کردند که در مطالعه خود مدلی را برتر از بقیه مدل‌ها نیافتند ولی به صورت کلی بیان کردند که مدل‌های غیرخطی خانواده GARCH توانایی بالاتری را در ضبط حافظه بلندمدت و عدم‌تقارن در تلاطم داشته‌اند و در نتیجه دارای صحت پیش‌بینی بالاتری بوده-

1 Cabedo and Moya
2 Aloui and Mabrouk
3 Kang et al.
4 Wei et al.

اند. سالیسو و فاسانیا[1] (۲۰۱۳) نیز به مدل‌سازی تلاطم نفت با درنظرگرفتن شکست‌های ساختاری پرداختند. آن‌ها برای مطالعه خود دو شکست را در سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۰۸ به ترتیب برای برخورد با جنگ کویت/عراق و بحران مالی جهانی در نظر گرفتند. آن‌ها در نتایج خود بیان کردند که اثرات ماندگاری (حافظه بلندمدت) و اهرمی بر روی تلاطم مشاهده شده است. از جمله دیگر مطالعاتی که اخیرا در زمینه مدل‌سازی و پیش‌بینی تلاطم قیمت نفت انجام گرفته است می‌توان به (وانگ و همکاران[2] (۲۰۱۶)؛ هاوگوم و همکاران[3] (۲۰۱۴)) اشاره کرد. در ایران نیز، مطالعاتی در این زمینه انجام شده است. به عنوان مثال، رستمی و فرهمندی (۱۳۹۱) و فلاح‌پور و همکاران (۱۳۹۴)، ارزش در معرض ریسک قیمت نفت خام را با استفاده از مدل‌های GARCH محاسبه کردند. همچنین صمدی و همکاران (۱۳۹۲) و ارشدی (۱۳۹۰) با استفاده از مدل‌های مختلف خانواده GARCH به مدل‌سازی نوسانات قیمت نفت پرداخته‌اند.

معمولا مرور مطالعات موجود در زمینه محاسبه ارزش در معرض خطر نشان می‌دهد که این مطالعات عمدتاً مبتنی بر مدلهای GARCH با فرض توزیع نرمال داده‌ها هستند، این در حالی است که در واقعیت امکان عدم تحقق این شرط وجود دارد. در نتیجه مدل‌های مبتنی بر فرض فوق را نمی‌توان بهترین مدل برای برآورد تلاطم دانست. موضوع دیگر آنکه مفهوم اثر ماندگاری سری زمانی (مدل CGARCH) در تخمین ارزش در معرض ریسک، تاکنون کمتر مورد توجه قرار گرفته است.

به این ترتیب، مرور مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که عمده مطالعات بر روی دو موضوع متمرکز بوده است: گروهی از محققان به بررسی ماهیت و ساختار این صندوق‌ها پرداخته‌اند و گروهی از مطالعات به مدل‌سازی ریسک تغییرات قیمت نفت و تأثیر آن بر سایر متغیرهای اقتصادی پرداخته‌اند. در نتیجه، ارتباط نظام‌مند بین روش‌های اندازه‌گیری ریسک قیمت نفت با کارکرد صندوق‌ها کمتر مورد توجه قرار گرفته است. به عبارت دیگر، اگر چه از نظر مفهومی کارکرد این صندوق‌ها در مدیریت ریسک است، ارتباط

1 Salisu and Fasanya
2 Wang et al.
3 Haugom et al.

آنها با مؤلفه‌های مدیریت ریسک یعنی شناسایی، اندازه‌گیری و پوشش ریسک مدل‌سازی نشده است. در این مقاله، ضمن طراحی جایگاه این صندوق‌ها در فرآیند مدیریت ریسک، کارکرد این صندوق ها با استفاده از یک مدل اندازه‌گیری ریسک (ارزش در معرض ریسک) تبیین می‌شود.

۳- روش‌شناسی پژوهش

برای محاسبه ارزش در معرض ریسک از طریق روش‌های واریانس-کواریانس، روش‌های مختلفی وجود دارد که از جمله پرکاربردترین این روش‌ها می‌توان به مدل‌های واریانس ناهمسان شرطی اشاره کرد. این مدل‌ها توسط انگل (۱۹۸۲) برای سنجش و مدل‌سازی واریانس در یک سری زمانی، معرفی شدند که این مدل‌ها می‌توانند روند واریانس را بر اساس اطلاعات قبلی خود بیان کنند. در حالت کلی، یک مدل ARCH(q) به صورت زیر معرفی می‌شود:

$$\sigma_t^{۲} = \omega + \sum_{j=۱}^{q} \beta_j \varepsilon_{t-j}^{۲} \qquad (۱)$$

که در آن ω ضریب ثابت و β ضریب توان دوم خطاهای دوره‌های قبل برای این معادله می‌باشند و برای آن‌که واریانس شرطی در معادله فوق مثبت باشد باید شرایط $\omega > 0$ و $\beta_j \geq ۰, (j = ۱,۲, \dots, q)$ برقرار باشد. بنابراین در مدل ARCH(q)، واریانس شرطی تابعی از مقادیر گذشته مربعات خطا می‌باشد. با توجه به اهمیت موضوع تلاطم در متغیرهای اقتصادی، پیشرفت‌های مهمی در زمینه مدل‌های واریانس ناهمسانی شرطی صورت گرفته است.

مدل CGARCH که توسط انگل و لی (۱۹۹۹) بیان گردید، دارای این قابلیت است که نوسانات کوتاه‌مدت و بلندمدت را از یکدیگر متمایز کند. فرم معادلاتی مدل CGARCH(۱و۱) را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$\sigma_t^{۲} = q_t + \alpha(\varepsilon_{t-۱}^{۲} - q_{t-۱}) + \beta(\sigma_{t-۱}^{۲} - q_{t-۱}) \quad (۲)$$

$$q_t = \mu + \gamma q_{t-۱} + \delta(\varepsilon_{t-۱}^{۲} - \sigma_{t-۱}^{۲}) \quad (۳)$$

در معادلات بیان شده، q_t تلاطم بلندمدت را نشان می‌دهد. معادله اول نشان‌دهنده مؤلفه نوسان موقت است و $\sigma_t^{۲}$ به سمت q_t میل می‌کند، یعنی نوسان کوتاه‌مدت به سمت نوسان بلندمدت میل می‌کند. همچنین معادله دوم که نشان‌دهنده مؤلفه نوسان بلندمدت است به سمت یک مقدار ثابت μ میل می‌کند، یعنی مقدار نوسان بلندمدت مقداری ثابت می‌شود. بدین ترتیب، $(\varepsilon_{t-۱}^{۲} - \sigma_{t-۱}^{۲})$ خطای پیش‌بینی دوره قبل و $(\sigma_{t-۱}^{۲} - q_{t-۱})$ یک مؤلفه زودگذر[1] تلاطم می‌باشد. بنابراین می‌توان بیان کرد که برای مؤلفه تلاطم بلندمدت که بیشتر از مؤلفه تلاطم کوتاه‌مدت پایدار باشد، $۰ < \alpha + \beta < \gamma < ۱$ است.

مدل EGARCH برای در نظر گرفتن اثرات اهرمی تغییرات قیمت بر روی واریانس شرطی توسط نلسون (۱۹۹۱) پیشنهاد گردید. این بدان معناست که یک کاهش شدید قیمت می‌تواند اثر بزرگتری نسبت به افزایش زیاد قیمت بر روی تلاطم بگذارد. تصریح در واریانس شرطی و مدل EGARCH(۱و۱) را می‌توان به فرم زیر نوشت:

$$Log\ \sigma_t^{۲} = \mu + \alpha \left|\varepsilon_{t-۱}\right| / \sigma_{t-۱} + \beta Log\sigma_{t-۱}^{۲} + \gamma \varepsilon_{t-۱}/\sigma_{t-۱} \quad (۴)$$

طبق معادله بیان شده، وجود اثر اهرمی با آزمون فرضیه $\gamma < ۰$ بررسی می‌شود. اگر $\gamma \neq ۰$ باشد، آن‌گاه اثر نامتقارن خواهد بود. این مدل محدودیتی روی پارامترهای α و β برای اطمینان از غیرمنفی بودن واریانس‌های غیرشرطی ندارد، بنابراین اگر پارامترها منفی هم باشد، $\sigma_t^{۲}$ مثبت خواهد بود چرا که با $\log(\sigma_t^{۲})$ مدل‌سازی شده است.

با توجه به سری زمانی بازده می‌توان مدل‌های واریانس ناهمسان شرطی را با توابع توزیع مختلفی برآورد کرد. معمولا در اکثر مطالعات مدل‌ها با تابع توزیع نرمال برآورد می‌شوند

1 Transitory

اما در این پژوهش از سه تابع توزیع مختلف نرمال، تی استیودنت و توزیع خطای تعمیم‌یافته برای برآورد مدل‌ها استفاده می‌گردد تا کارایی آن‌ها نیز در برآورد مدل‌ها مشخص گردد. معادله تابع چگالی توزیع نرمال را می‌توان به صورت زیر بیان کرد:

$$f(\varepsilon) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-(\varepsilon-\mu)^2/(2\sigma^2)} \qquad (۵)$$

که در این معادله، μ میانگین و σ^2 واریانس تابع توزیع نرمال برآورد شده برای سری زمانی است. همچنین تابع چگالی توزیع تی-استیودنت را نیز می‌توان به فرم زیر نوشت:

$$f(\varepsilon) = \frac{\Gamma\left(\frac{v+1}{2}\right)}{\sqrt{v\pi}\,\Gamma\left(\frac{v}{2}\right)} \left(1 + \frac{\varepsilon^2}{v}\right)^{-\left(\frac{v+1}{2}\right)} \qquad (۶)$$

در معادله بیان شده Γ، بیان‌گر تابع گاما و v درجه آزادی تابع توزیع است. در نهایت فرم تابع چگالی GED را نیز می‌توان به فرم زیر نوشت:

$$f(\varepsilon) = \frac{v \times \mathrm{e}^{-\frac{1}{2}\times\left|\frac{\varepsilon}{\lambda}\right|^v}}{\lambda \times 2^{\left[\frac{v+1}{v}\right]}\Gamma\left(\frac{1}{v}\right)}$$

$$\lambda = \left(\frac{2^{-\frac{2}{v}}\Gamma\left(\frac{1}{v}\right)}{\Gamma\left(\frac{3}{v}\right)}\right)^{\frac{1}{2}} \qquad (۷)$$

که مانند توابع قبلی در این‌جا نیز Γ، بیان‌گر تابع گاما و v درجه آزادی تابع توزیع است. زمانی که در این تابع $v = 2$ باشد، GED توزیع نرمال استاندارد را نشان خواهد داد. اما به ازای $v > 2$ دنباله نازک‌تر از نرمال و به ازای $v < 2$ دنباله پهن‌تر از آن خواهد بود. برخی مطالعات بیان داشته‌اند که در سری‌های زمانی نظیر نفت، تابع چگالی GED به علت

توضیح بهتر توزیع‌های دارای کشیدگی و دنباله‌های چاق می‌تواند عملکرد بهتری نسبت به بقیه توابع توزیع داشته باشد (جلالی نائینی و همکاران، ۱۳۹۲). اما در این مطالعه کارایی این سه تابع توزیع بیان‌شده در مدل‌سازی مدل‌های مختلف واریانس ناهمسان شرطی با یکدیگر مورد مقایسه قرار خواهد گرفت.

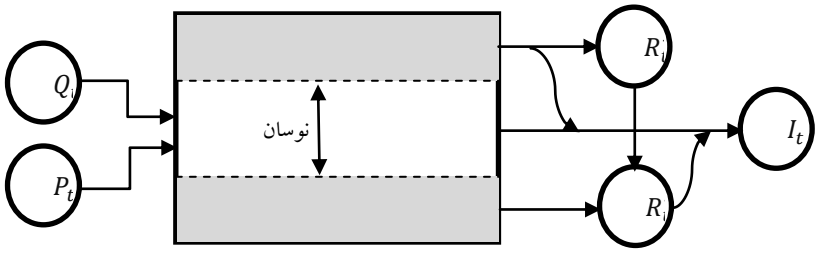
به منظور مقایسه عملکرد مدل‌های بیان شده در پیش‌بینی، در این مطالعه از دو معیار میانگین مجذور خطا[1] و میانگین مطلق خطا[2] استفاده شده است که معادلات این معیارها در ادامه بیان شده است:

$$MSE = \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m}\left(\sigma_t^2 - \hat{\sigma}_t^2\right)^2 \qquad (۸)$$

$$MAE = \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m}\left|\sigma_t^2 - \hat{\sigma}_t^2\right| \qquad (۹)$$

در این معادلات ارائه شده، m تعداد دوره‌های پیش‌بینی، σ_t^2 مقدار واقعی میزان تلاطم در دوره t و $\hat{\sigma}_t^2$ میزان تلاطم پیش‌بینی شده در دوره t می‌باشد. مقدار خطای پیش‌بینی کمتر در مدل‌ها نشان دهنده کارایی بالاتر آن‌ها در پیش‌بینی می‌باشد.

در این مقاله مکانیزمی برای تثبیت درآمدهای حاصله از نفت، در برابر نوسانات ایجاد شده در قیمت آن پیشنهاد شده است، که می‌توان نمای شماتیک این مکانیزم را در شکل ۲ مشاهده کرد.



1 Mean Squared Error
2 Mean Absolute Error

شکل ۲- نحوه عملکرد مکانیزم پیشنهادی. [منبع: یافته‌های تحقیق]

در شکل ۲، Q_t میزان فروش نفت، P_t قیمت آن، σ^+ و σ^- به ترتیب میانگین حدبالای نوسان قیمت و حد پایین آن، R_t^+ میزان درآمد اضافی ذخیره شده در صندوق، R_t^- میزان کسری صندوق و I_t مقدار درآمد از نفت می‌باشد.

همان طور که در شکل (۲) نشان داده شده است، آنچه نوسانات درآمد نفت را رقم می-زند، دو مؤلفه قیمت و مقدار تولید است. برخلاف قیمت که تغییرات آن لحظه‌ای، تابع خبرهای خوب و بد بازار و عوامل طرف عرضه و تقاضاست، تغییرات تولید با نوسانات کمتری همراه است. چرا که تولید نفت علاوه بر وابستگی به فناوری و ظرفیت‌های تولید که خود مؤلفه‌های ساختاری و بلندمدت هستند، برای کشورهای عضو اوپک تابع سهمیه-های معین شده در کارتل نیز هست. بنابراین به سختی می‌توان متغیر تولید نفت را یک متغیر کاملاً تصادفی در نظر گرفت که دارای تغییرات آنی و سریع مانند قیمت باشد. با این حال، آزمون وجود اثرات واریانس ناهمسانی شرطی بر روی سری زمانی تولید نفت ایران در بازه زمانی مورد مطالعه، جهت بررسی وجود تلاطم در این متغیر انجام شد. این سری در این دوره پایا بوده و مدل میانگین(ARMA(1,1 بهینه تشخیص داده شد. مقدار آماره F مربوط به آزمون واریانس ناهمسانی از نوع ARCH برای این مدل ۵/۲۱۶ برآورد گردید که در سطوح اطمینان مربوطه، احتمال همسانی واریانس ۰/۰۳۱۱ می‌باشد. به این ترتیب، نتایج آماری نیز فرضیه صفر همسانی واریانس در متغیر تولید و عدم وجود تلاطم را رد می‌کند. بر این اساس لازم است نوسان مقدار تولید نیز در محاسبات وارد شود.

همان‌گونه که از نمای شماتیک عملکرد مکانیزم پیشنهادی نیز مشخص است، ابتدا با استفاده از ارزش در معرض ریسک محاسبه شده، حدود بالا و پایین برای نوسان قیمت قابل محاسبه می‌باشد و بدین ترتیب می‌توان از این حدود میانگین گرفت و دو حد بالا و پایین را به دست آورد. بدین ترتیب، در این جا سه حالت برای مدل قابل پیش‌بینی است. حالت اول زمانی است که در بالاترین سطح شکل قرار داشته باشیم یعنی حد بالای نوسان درآمد از مقدار میانگین خود بالاتر باشد که در این حالت مقدار درآمد اضافی در صندوق ذخیره،

پس‌انداز می‌گردد. حالت دوم زمانی است که در پایین‌ترین سطح از شکل قرار داریم، یعنی زمانی که حد پایین نوسان درآمد از میانگین خود پایین‌تر باشد. در این حالت، کمبود درآمد از محل صندوق ذخیره تامین می‌گردد. و در نهایت، حالت سوم زمانی است که در حالت‌های اول و دوم نباشیم، که در این حالتی سیاستی در قبال صندوق ذخیره اتخاذ نمی‌گردد.

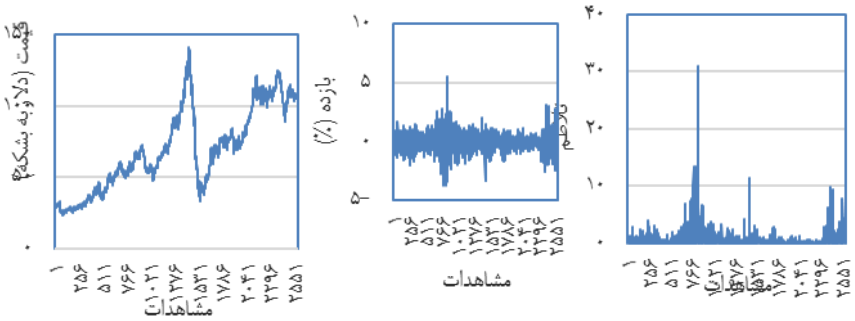
٤- نتایج پژوهش

به منظور بررسی بازار نفت خام، داده‌های قیمت روزانه اپک (دلار به بشکه) از پایگاه داده تارنمای اوپک (OPEC) اخذ شده است. داده‌ها در بازه زمانی ۱۴ مهرماه ۱۳۸۴ تا ۷ شهریورماه ۱۳۹۴ قرار دارند و از ۲۰ داده انتهای این بازه به عنوان داده‌های پیش‌بینی استفاده شده است. در این مقاله، به منظور رفع مشکل پایایی داده‌های سری زمانی قیمت و همچنین برآورد مدل‌های سنجش تلاطم، مانند مطالعه ژانگ و کیو[1] (۲۰۱۵) از بازده لگاریتمی سری زمانی استفاده شده است. این بازده با استفاده از معادله $r_t = \ln(p_t/p_{t-1})$ به ازای $t = 1, \dots, T$ برای قیمت نفت به دست می‌آید، که در این معادله، r_t بازده قیمت نفت در زمان t، p_t قیمت در زمان t و p_{t-1} قیمت در دوره قبل از t بوده است. بنابراین از سری زمانی بازده لگاریتمی در مدل‌سازی استفاده می‌گردد. ذکر این نکته ضروری است که در این مقاله، مقدار واقعی تلاطم روزانه، توان دوم بازده‌های روزانه (r_t^2) در نظر گرفته شده است.

شکل ۳، نمودار سری‌های زمانی قیمت، بازده و تلاطم را برای نفت اوپک نشان می‌دهد.آمارهای توصیفی مرتبط با سری‌های زمانی بازده قیمت نفت در جدول ۱ آورده شده است.

1 Zhang and Qu

شکل ۳- سری‌های زمانی قیمت، بازده و تلاطم واقعی



منبع: تارنمای اوپک

جدول ۱- برخی آمارهای مرتبط با سری زمانی نفت اپک

	اپک
میانگین	-۰/۰۰۳
میانه	۰/۰۱۱
انحراف استاندارد	۰/۶۹
مینیمم	-۳/۶۶
ماکزیمم	۵/۵۶
چولگی	-۰/۱۳
کشیدگی	۷/۶۹
آزمون Jarque-Bera	۲۳۸۲/۷***
آزمون Q(۳۶)	۱۸۵/۷۷***
آزمون Q_s(۳۶)	۲۱۲/۵۹***
تعداد مشاهدات	۲۵۸۳

*** معنادار در سطح ۱٪

** معنادار در سطح ۵٪

* معنادار در سطح ۱۰٪

منبع: یافته‌های تحقیق

چیزی که در مورد آمارهای توصیفی مرتبط با سری زمانی نفت قابل مشاهده است آن است که میانگین این سری زمانی عددی کوچک است، در حالی که واریانس آن مقادیر بزرگی را اختیار کرده است. بدین ترتیب می‌توان بیان کرد که به علت بزرگی نسبت واریانس به میانگین، بررسی تلاطم در چنین سری زمانی از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد. آزمون نرمال بودن Jarque-Bera، فرض صفر خود را که مبنی بر غیرنرمال بودن داده‌ها است، رد می‌کند و سری زمانی دارای توزیع نرمال هستند. برای سنجش خودهمبستگی سری‌های زمانی مورد بررسی نیز از آزمون Q برای بازده ((Q(۳۶)) و برای توان دوم بازده (Q_s(۳۶)) استفاده شده است که نتایج این آزمون‌ها نیز در جدول ۱ آورده شده است. نتایج این آزمون‌ها نشان می‌دهد که فرض صفر آزمون مبنی بر عدم وجود خودهمبستگی، رد می‌شود. بنابراین یک وابستگی معنادار بین دوره‌های سری زمانی بازده نفت و همچنین بین دوره‌های توان دوم بازده نفت وجود دارد. برای سنجش ویژگی‌هایی پایایی، یکپارچگی داده‌ها و همچنین حافظه بلندمدت سری‌های زمانی از آزمون‌های دیکی-فولر تعمیم یافته (دیکی و فولر، ۱۹۷۹) و فیلیپس-پرون استفاده شده است که نتایج آن در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲- نتایج آزمون پایایی برای سری زمانی نفت اپک

سری زمانی	دیکی فولر	فیلیپس پرون
اپک	-۳۸/۵۸***	-۳۸/۳۲***

*** معنادار در سطح ۱٪

منبع: یافته‌های تحقیق

مشخص است با توجه به مقادیر به دست آمده برای آزمون‌های سنجش پایایی، فرض صفر در این آزمون‌ها مبنی بر ناپایایی داده‌ها، رد می‌شود و بدین ترتیب، داده‌های سری زمانی مورد بررسی در این مقاله پایا می‌باشند و از این داده‌ها می‌توان برای مدل‌سازی واریانس ناهمسان شرطی استفاده کرد. پس از تخمین مدل‌ها در مورد سری‌های زمانی مورد بررسی، نتایج حاصل از برآورد این مدل‌ها در جدول ۳ آورده شده است.

جدول ۳- برآورد مدل‌ها برای سری زمانی بازده نفت اپک

مدل	GARCH			CGARCH			EGARCH		
توزیع خطا	نرمال	T	GED	نرمال	T	GED	نرمال	t	GED
	۰/۰۰۱*** (۰/۰۰۰۵)	۰/۰۰۱** (۰/۰۰۰۶)	۰/۰۰۱** (۰/۰۰۰۶)	۲/۶۴ (۱۲/۸)	۱۲/۸۳ (۱۸/۵۸)	۷/۰۱ (۱۴۸/۰۵)	−۰/۱*** (۰/۰۱)	−۰/۰۹*** (۰/۰۱)	−۰/۱*** (۰/۰۱)
	۰/۰۷*** (۰/۰۰۷)	۰/۰۶*** (۰/۰۰۹)	۰/۰۷*** (۰/۰۰۹)	۰/۰۴۹*** (۰/۰۱۵)	۰/۰۴۳** (۰/۰۲)	۰/۰۴۵** (۰/۰۱۹)	۰/۱۲۸*** (۰/۰۱۱)	۰/۱۱۸*** (۰/۰۱۵)	۰/۱۲۴*** (۰/۰۱۵)
	۰/۹۲*** (۰/۰۰۷)	۰/۹۳*** (۰/۰۰۹)	۰/۹۲*** (۰/۰۰۹)	۰/۶۹*** (۰/۱۵)	۰/۷۴*** (۰/۱۷)	۰/۷۲*** (۰/۱۸)	۰/۹۹*** (۰/۰۰۱)	۰/۹۹*** (۰/۰۰۲)	۰/۹۹*** (۰/۰۰۲)
	–	–	–	۰/۹۹*** (۰/۰۰۲)	۰/۹۹*** (۰/۰۰۰۱)	۰/۹۹*** (۰/۰۰۳)	−۰/۰۴*** (۰/۰۰۶)	−۰/۰۴*** (۰/۰۰۸)	−۰/۰۴*** (۰/۰۰۸)
	–	–	–	۰/۰۶*** (۰/۰۰۹)	۰/۰۵*** (۰/۰۱)	۰/۰۵*** (۰/۰۱)	–	–	–
معیار شوارز	۱/۷۰۶	۱/۶۹	۱/۶۹	۱/۷۰۹	۱/۶۹	۱/۶۹	۱/۷۰۲	۱/۶۹	۱/۶۹
لگاریتم درستنمایی	−۲۱۸۰/۷	−۲۱۶۱/۱	−۲۱۶۳/۱	−۲۱۷۶/۴	−۲۱۵۸/۳	−۲۱۶۰/۰۹	−۲۱۷۱/۸	−۲۱۵۴/۰	−۲۱۵۶/۳
ARCH (4)	۲/۵۸ [۰/۰۳]	۳/۰۶ [۰/۰۱۵]	۲/۸۵ [۰/۰۲]	۰/۵۷ [۰/۶۷]	۰/۷۸ [۰/۵۳]	۰/۶۹ [۰/۵۹]	۵/۳۷ [۰/۰۰۰]	۶/۵۷ [۰/۰۰۰]	۵/۸۴ [۰/۰۰۰]
$Q_8(36)$	۷/۹۱ [۰/۰۰۵]	۹/۴۸ [۰/۰۰۲]	۸/۸۵ [۰/۰۰۳]	۰/۵۳ [۰/۴۶]	۱/۳۱ [۰/۲۵]	۰/۹۹ [۰/۳۱]	۱۸/۳۸ [۰/۰۰۰]	۲۲/۲۱ [۰/۰۰۰]	۱۹/۸۵ [۰/۰۰۰]

*** رد فرض صفر در سطح معناداری ۱٪

** رد فرض صفر در سطح معناداری ۵٪

* رد فرض صفر در سطح معناداری ۱۰٪

یادداشت: اعداد ارائه شده در براکت، مقادیر p-value را نشان می‌دهند.

منبع: یافته‌های تحقیق

همان‌گونه که پیش‌تر نیز اشاره شده است، $\alpha + \beta$ بیان‌گر ضریب حافظه بلندمدت می‌باشد که ملاحظه می‌گردد این مقدار در مدل GARCH برای سری‌های زمانی نفت، مقداری نزدیک به ۱ شده است. در مدل‌های برآورد شده CGARCH ملاحظه می‌شود که مقدار $\alpha + \beta$ کمتر از مدل GARCH بوده است. این موضوع نشان می‌دهد که مؤلفه کوتاه‌مدت تلاطم ضعیف‌تر عمل کرده است. همچنین مؤلفه بلندمدت (γ) مقدار ۰/۹۹ در سری‌های زمانی تخمین زده شده است که نشان می‌دهد حافظه بلندمدت واریانس شرطی از درجه بالایی برخوردار بوده است. برآورد نتایج مدل EGARCH با بقیه مدل‌ها دارای تفاوت

بالاتری بوده است؛ این مدل از آن جهت که محدودیت مثبت بودن ضرایب را ندارد، برخی از ضرایب منفی برآورد شده‌اند و در این مدل مقدار مولفه $\alpha + \beta$ بیشتر از ۱ بوده است. همچنین در جداول تخمین ضرایب، معیارهای شوارز و لگاریتم درستنمایی نیز ارائه شده‌اند که با استفاده از این معیارها می‌توان بهترین مدل‌های تخمین زده شده را مشخص کرد. هر چقدر که مقادیر این دو معیار کمتر باشد، مدل از لحاظ مدل‌سازی نسبت به بقیه مدل‌ها دارای برتری بوده است. با توجه به این معیارها ملاحظه می‌گردد که مدل‌های EGARCH نسبت به بقیه مدل‌ها از مقادیر بهتری در این معیارها برخوردار بوده‌اند. در برآورد سری‌های زمانی قیمت نفت اوپک، مدل EGARCH با تابع توزیع تی-استیودنت دارای عملکرد بهتری بوده است. در ادامه جداول، آزمون‌های Q برای توان دوم پسماند مدل‌ها و ARCH بودن با تعداد وقفه ۴ برای مدل‌ها ارائه شده است، که با توجه به معناداری این آزمون‌ها برخی از مدل‌ها ممکن است که اشتباه در مدل‌سازی تلاطم تخمین زده شده باشند.

اما این که کدام یک از این مدل‌ها توانایی بالاتری را در پیش‌بینی تلاطم داشته‌اند را باید با استفاده از پیش‌بینی برون نمونه‌ای و معیارهای سنجش خطای پیش‌بینی مشخص کرد. برای پیش‌بینی تلاطم، داده‌های ۳۰ روز انتهای سری زمانی در نظر گرفته شده مورد استفاده قرار گرفته‌اند. دوره‌های پیش‌بینی به صورت ۱ هفته‌ای و ۱ ماهه در نظر گرفته شده است. پیش-بینی با استفاده از معادلات تخمین زده شده صورت گرفته است و با استفاده از معیارهای سنجش خطای MSE و MAE عملکرد مدل‌ها در پیش‌بینی با یکدیگر مقایسه می‌شود. نتایج حاصل از مقادیر معیارهای سنجش خطای پیش‌بینی در دوره‌های زمانی در نظر گرفته شده در جدول ۴ آورده شده است.

جدول ٤- نتایج مقادیر معیارهای سنجش خطای پیش‌بینی

سری زمانی	مدل	تابع توزیع	دوره‌های پیش‌بینی			
			۱ هفته		۱ ماهه	
			MSE	MAE	MSE	MAE
نفت اپک	GARCH	نرمال	۰/۶۷۵	۰/۷۷۱	۱/۲۱۴	۰/۸۳۲
		T	۰/۶۷۹	۰/۷۷۵	۱/۲۱۶	۰/۸۳۶
		GED	۰/۶۷۶	۰/۷۷۳	۱/۲۱۵	۰/۸۳۴
	CGARCH	نرمال	۰/۴۹۹	۰/۶۴۴	۱/۱۴۰	۰/۷۸۸
		T	**۰/٤۹۰**	**۰/٦۳۹**	**۱/۱۳۷**	**۰/۷۸٦**
		GED	۰/۴۹۵	۰/۶۴۲	۱/۱۳۸	۰/۷۸۸
	EGARCH	نرمال	۰/۵۰	۰/۶۵	۱/۱۸۰	۰/۷۷۴
		T	۰/۵۲	۰/۶۶	۱/۱۸۱	۰/۷۸۲
		GED	۰/۵۱	۰/۶۶	۱/۱۸۰	۰/۷۷۸

منبع: یافته‌های تحقیق

همان‌گونه که در جدول ۴ نیز مشاهده می‌شود، عملکرد مدل‌ها به تفکیک تابع توزیع آن‌ها بیان شده است. ردیف بهترین تابع توزیع در مدل‌ها با رنگ خاکستری در جدول مشخص شده است. مشاهده می‌شود که در سری زمانی نفت اپک، مدل‌های GARCH و EGARCH با استفاده از تابع توزیع نرمال به بالاترین عملکرد خود رسیده‌اند در حالی‌که مدل CGARCH با تابع توزیع تی-استیودنت، بالاترین کارایی خود را داشته است. به طور کلی می‌توان گفت که مدل‌ها معمولا با تابع توزیع تی-استیودنت کارایی بهتری را داشته‌اند. مدل CGARCH با تابع توزیع تی-استیودنت در نفت اپک پیش‌بینی بهتری را نسبت به سایر مدل‌ها داشته است. بنابراین با توجه به برتری این مدل نسبت به بقیه مدل‌ها، در ادامه کار و برای محاسبه ارزش در معرض خطر، فقط از این مدل استفاده خواهد شد.

بدین ترتیب و با توجه به آن‌چه که در بخش قبل در مورد روش ارزش در معرض ریسک بیان گردید می‌توان این مقادیر را برای مدل CGARCH با توزیع t-student در سه سطح اطمینان ۹۹٪، ۹۵٪ و ۹۰٪ محاسبه کرد که نتایج محاسبه شده در جدول ۵ آورده شده است. برای محاسبه ارزش در معرض ریسک، با استفاده از مدل CGARCH مقدار واریانس قیمت در طول دوره مورد بررسی محاسبه و به تبع آن میزان واریانس درآمد نفت برای این

دوره محاسبه شده است. پس از برآورد واریانس و بر اساس رابطه (۲) مقدار ارزش در معرض ریسک در سطوح اطمینان ۹۰، ۹۵ و ۹۹ درصد محاسبه شده است. از آن‌جا که متغیر تولید نیز دارای الگوی واریانس ناهمسانی تشخیص داده شد، با توجه به مزیت مدل CGARCH در مقایسه با سایر مدل‌ها مقدار ارزش در معرض ریسک این متغیر نیز به شیوه مشابه متغیر قیمت محاسبه و در جدول ۵ ارائه شده است.

جدول ۵- مقادیر ارزش در معرض ریسک تلاطم برای مدل CGARCH با توزیع t-student

سطح اطمینان	۹۰ درصد	۹۵ درصد	۹۹ درصد
ارزش در معرض ریسک قیمت	۰/۷۳۰	۱/۴۵۸	۲/۹۲۱
ارزش در معرض ریسک تولید فصلی	۰/۰۲۶۹۸۳	۰/۰۲۸۰۱۳	۰/۰۴۷۹۸۳

منبع: یافته‌های تحقیق

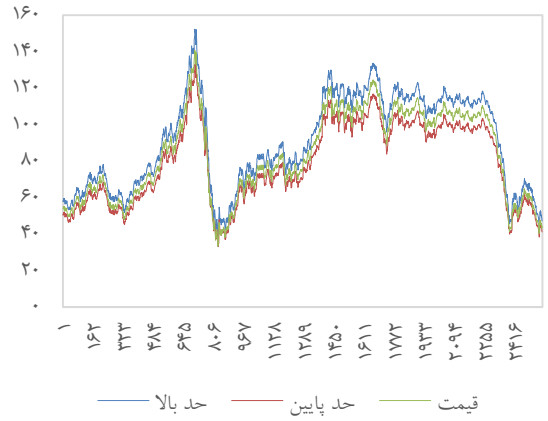
باید توجه شود که مقادیر ارائه شده در جدول ۵ برای سری زمانی بازده لگاریتمی قیمت نفت است. بنابراین برای به دست آوردن سری زمانی حد بالا برای ارزش در معرض ریسک، مقدار تلاطم واقعی را با مقدار به دست آمده جمع می‌کنیم. از طرف دیگر، حد پایین سری زمانی از تفریق ارزش در معرض ریسک به دست آمده از مقدار تلاطم به دست می‌آید. اما برای آن‌که مقادیر ارزش در معرض ریسک قیمت نفت به دست آید باید مقادیر فعلی که به صورت لگاریتمی می‌باشد، تبدیل به حالت قیمتی کرد که برای این کار باید با استفاده از فرمول زیر عمل کرد:

$$uy_i = y_{i-1} \times 10^{\left(\frac{\sigma_i^2 + VaR_\alpha}{100}\right)} \forall i = 1,...,n. \quad (10)$$

$$ly_i = y_{i-1} \times 10^{\left(\frac{\sigma_i^2 - VaR_\alpha}{100}\right)} \forall i = 1,...,n. \quad (11)$$

که در آن، y می‌تواند شامل p قیمت و q تولید باشد. uy_i و ly_i به ترتیب حد بالا و پایین متغیر در دوره i، σ_i^2 مقدار تلاطم مدل‌سازی شده در دوره i و VaR_α ارزش در معرض

ریسک تخمین زده شده در سطح اطمینان α می‌باشد. با توجه به معادلات، سری زمانی حدود پایین و بالا برای ارزش در معرض ریسک به دست می‌آید که در اینجا برای سطح اطمینان ۹۹ درصد، می‌توان به عنوان مثال نمودار قیمت را به صورت شکل ۴ نمایش داد.



شکل ٤- نمودار قیمت، حد بالا و پایین برای سطح اطمینان ۹۹ درصد

منبع: یافته‌های تحقیق

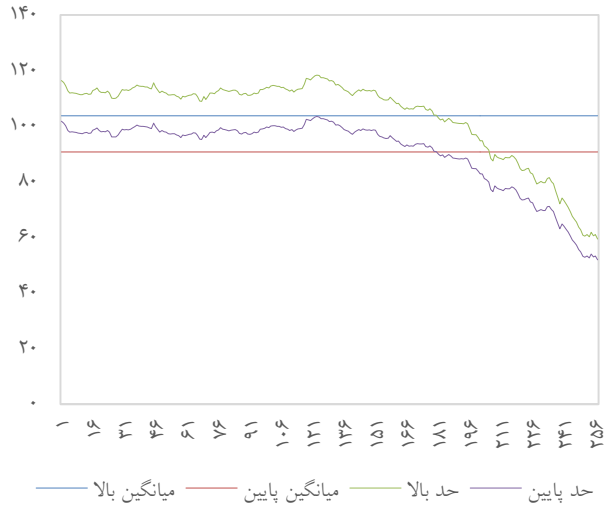
در این مقاله، با توجه به مقادیر به دست آمده برای ارزش در معرض ریسک قیمت نفت، مکانیزمی در قبال صندوق‌های ذخیره ارزی ارائه می‌گردد. نحوه کارکرد این مکانیزم بدین صورت است که در دوره‌هایی که حد بالای ارزش در معرض ریسک، بالاتر از مقدار میانگین خود قرار دارد، صندوق ذخیره ارزی باید فعال شود و درآمدهای حاصله از نفت به حساب صندوق واریز گردد و در زمانی که حرکت سری زمانی حد پایین ارزش در معرض ریسک، پایین‌تر از میانگین آن باشد، برای جبران کسری، اجازه برداشت از صندوق صادر شود. بنابراین بر اساس این مکانیزم می‌توان تا حد بالایی ریسک‌های موجود در نوسانات قیمت نفت را مدیریت کرد.

٤-۱. شبیه سازی مکانیزم پوشش ریسک

برای بررسی توانایی مکانیزم پیشنهادی این مقاله، از داده‌های قیمت نفت در سال ۲۰۱۴ استفاده شده است. دلیل انتخاب این سال بدین جهت بوده است که در اواخر این سال، قیمت نفت کاهش شدیدی پیدا کرده است و همین عامل می‌تواند برای کشور صادرکننده

نفت، با آثار اقتصادی مهمی همراه باشد. بدین دلیل این سال برای سنجش کارایی مکانیزم پیشنهادی انتخاب گردیده است.

با توجه به محاسبه مقادیر ارزش در معرض ریسک، می‌توان میانگین حدود بالا و پایین را برای آن محاسبه کرد. شکل ۵ حدود بالا و پایین ارزش در معرض ریسک و میانگین این حدود را در سطح اطمینان ۹۹ درصد، در سال ۲۰۱۴ نشان می‌دهد.



شکل ۵- نمودار مقادیر حد بالا و پایین و میانگین آن‌ها در سال ۲۰۱٤

منبع: یافته‌های تحقیق

برای محاسبه مقدار ارزش پولی ذخیره و برداشت شده توسط این مکانیزم، با توجه به در دسترس بودن داده‌های ماهانه تولید نفت ایران، از معادله زیر استفاده می‌گردد:

$$TI = \sum_{m=1}^{12}\left(\theta_1\left(\sum_{i=1}^{30}\left(up_{m,i} - Mup\right)\right) - \theta_2\left(\sum_{i=1}^{30}\left(lp_{m,i} - Mlp\right)\right)\right)pr_m \qquad (۱۲)$$

TI مقدار کلی ذخیره یا برداشت از صندوق، $up_{m,i}$ مقدار حد بالای قیمت در ماه m و روز i، $lp_{m,i}$ مقدار حد پایین قیمت در ماه m و روز i، Mup مقدار میانگین سالانه حد بالای قیمت، Mlp مقدار میانگین سالانه حد پایین قیمت و pr_m مقدار تولید نفت ایران در ماه m می‌باشد. با توجه به این‌که مطابق محاسبات فوق مقدار تولید نیز دارای حد بالا و حد پایین

می‌باشد، تأثیر این نوسانات بر میزان ذخیره یا برداشت از صندوق در قالب یک تحلیل حساسیت انجام می‌شود. θ_1 ضریبی است که می‌تواند مقادیر ۰ و ۱ اختیار کند. زمانی مقدار این ضریب ۱ است که $up_{m,i} - Mup > 0$ و در غیر اینصورت صفر است. θ_2 ضریبی است که زمانی ۱ است که $lp_{m,i} - Mlp < 0$ باشد. می‌توان مقادیر درآمدهای نفتی ذخیره و برداشتی از صندوق را به تفکیک ماه‌ها محاسبه نمود که این مقادیر در جدول ۶ آورده شده است. واضح است که این مقادیر، با فرض عدم وجود نوسان در تولید محاسبه شده است و تأثیر نوسان در تولید بر این مقادیر در قالب نمودار تحلیل حساسیت محاسبه و ارائه می‌شود.

جدول ٦- مقادیر ذخیره و برداشت درآمد ارزی در ماه‌های مختلف سال ۲۰۱٤

ماه‌های سال ۲۰۱۴	سطح ۹۰٪	سطح ۹۵٪	سطح ۹۹٪
۱	۶۱۵/۲۸۹۱	۶۲۵/۶۸۹۶	۶۴۷/۱۲۶۶
۲	۵۷۵/۷۰۳۵	۵۸۵/۴۳۴۸	۶۰۵/۴۹۲۶
۳	۵۴۵/۳۶۶۳	۵۵۴/۵۸۴۸	۵۷۳/۵۸۵۷
۴	۵۴۰/۲۷۴۱	۵۴۹/۴۰۶۵	۵۶۸/۲۳۰
۵	۶۳۷/۸۹۸	۶۴۸/۶۸۰۶	۶۷۰/۹۰۵۳
۶	۷۶۱/۶۱۶۹	۷۷۴/۴۹۱	۸۰۱/۰۲۶
۷	۷۳۴/۰۶۵۶	۷۴۶/۴۷۳۸	۷۷۲/۰۴۹
۸	۳۱۰/۳۵۰۴	۳۱۵/۵۹۶۱	۳۲۶/۴۰۹۱
۹	-۳۰/۵۱۸	-۲۷/۹۷۲۹	-۱۵/۴۳۵۲
۱۰	-۸۱۹/۵۸۶	-۸۰۵/۹۶۲	-۷۷۹/۲۲۰
۱۱	-۱۳۲۹/۰۶۲	-۱۳۰۶/۹۶۹	-۱۲۶۳/۶۳۷
۱۲	-۲۴۷۳/۴۸۷	-۲۴۳۲/۳۷۰	-۲۳۵۱/۷۵۶
مجموع	۶۷/۹۱۰۷۸	۲۲۷/۰۸۳۸	۵۵۴/۷۷۶۲

علامت منفی نشان دهنده برداشت از صندوق می‌باشد.

واحد اعداد میلیون دلار می‌باشد.

منبع: یافته‌های تحقیق

همان‌گونه که بیان گردید با توجه به کاهش قیمت نفت در اواخر سال ۲۰۱۴، ملاحظه می‌گردد که در ماه‌های آخر سال، به جای ذخیره ارز در صندوق باید از صندوق برداشت انجام داد. مقادیر برای سه سطح اطمینان مشخص شده‌اند که در سطح اطمینان ۹۹ درصد،

بیشترین ذخیره ارزی را می‌توان در صندوق داشت. می‌توان ملاحظه نمود که با توجه به این مکانیزم در سال ۲۰۱۴، مبلغ بالایی درآمد ارزی می‌تواند ذخیره شود. ذکر این نکته ضروری است که می‌توان میانگین را به صورت سالانه در نظر گرفت و پس از گذشت هر روز آن را به روزرسانی کرد و با پیش‌بینی مقادیر حدود بالا و پایین ارزش در معرض ریسک و مقایسه آن با میانگین به روز رسانی شده، سیاست عدم انجام کار، ذخیره یا برداشت اتخاذ شود.

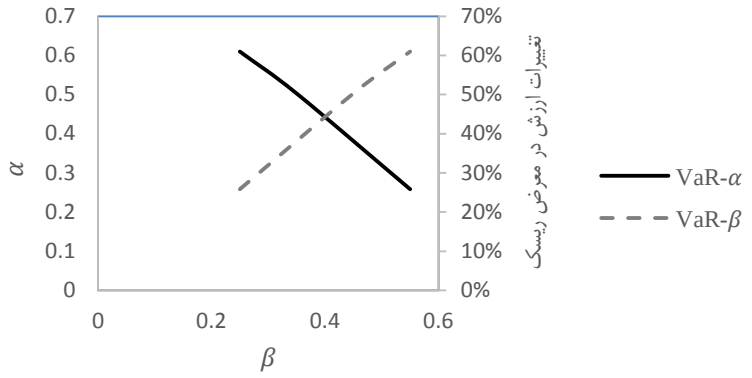
٤-۲. تحلیل حساسیت ضرایب

با توجه به وجود ضرایب α و β در معادله CGARCH که به ترتیب بیان‌گر ضریب تاثیر شوک و تلاطم می‌باشند، تحلیل حساسیت روی این ضرایب می‌تواند کمک بالایی در پیش‌بینی‌ها داشته باشد. براین اساس با توجه به سناریوهای قابل پیش‌بینی در آینده می‌توان ضرایب مختلفی را برای α و β در نظر گرفت و مقادیر ارزش در معرض ریسک جدید را بر اساس این ضرایب مدل‌سازی کرد. در این مرحله، برای تحلیل حساسیت بر روی ضرایب α و β از داده‌های چهارماهه نخست سال ۲۰۱۵ برای مدل‌سازی استفاده شده است. در مدل تخمین زده شده CGARCH، مقادیر α و β به ترتیب، تقریبا برابر ۰/۰۵ و ۰/۷۵ بوده است که در این‌جا علاوه بر این مقادیر سه مجموعه سناریو برای حالت‌های ضرایب α و β در نظر گرفته شده است که این مقادیر در جدول ۷ آورده شده است. با تخمین ارزش در معرض ریسک و مقایسه آن با ارزش در معرض ریسک سناریوی فعلی، نمودار تغییرات ارزش در معرض ریسک بر اساس α و β را در شکل ۶ نشان داد.

جدول ۷- سناریوهای در نظر گرفته شده

سناریو		
فعلی	۰/۰۵	۰/۷۵
حالت ۱	۰/۲۵	۰/۵۵
حالت ۲	۰/۴۵	۰/۳۵
حالت ۳	۰/۵۵	۰/۲۵

منبع: یافته‌های تحقیق



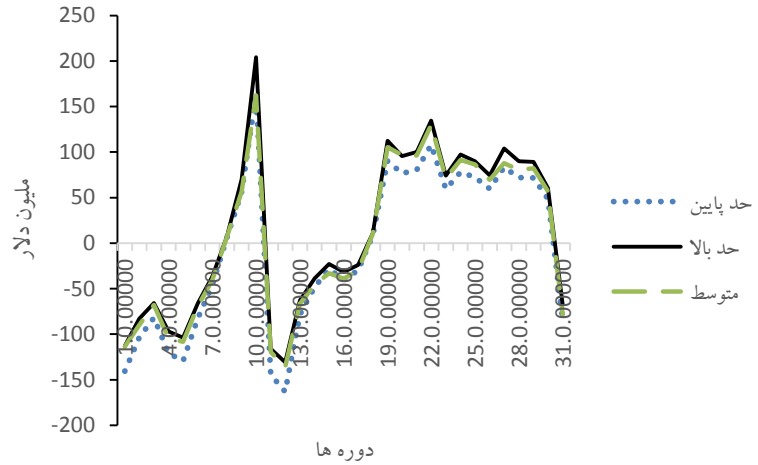
شکل ٦- تغییرات ارزش در معرض ریسک بر اساس α و β

منبع: یافته‌های تحقیق

بنابراین با توجه به شکل فوق مشخص است که با افزایش ۰/۵ واحد به ضریب α و کاهش همین مقدار از β، مقدار ارزش در معرض ریسک در حدود ۶۰ درصد افزایش می‌یابد.

٤-۳. تحلیل حساسیت نوسانات تولید

با توجه به این‌که تولید نفت در دوره مطالعه دارای الگوی GARCH بوده است، بنابراین نوسانات تولید بر ارزش در معرض خطر تأثیر دارد. به منظور بررسی تأثیر این نوسانات، ابتدا با استفاده از مدل CGARCH، مقدار تلاطم تولید در دوره مورد مطالعه محاسبه شده است و با توجه به ارزش در معرض خطر ارائه شده در جدول ۵ و روابط ۱۶ و ۱۷ مقادیر حد بالا و پایین تولید برای آن محاسبه شده است. حال با توجه به این‌که از یک سو قیمت، و از طرف دیگر تولید هم دارای الگوی تغییرات است، به منظور تحلیل نوسانات تولید از تحلیل حساسیت استفاده می‌شود. برای این منظور، پس از محاسبه ارزش در معرض خطر، مقادیر حد بالا و پایین برای مقدار تولید محاسبه شده است و با جایگذاری در رابطه ۱۸، مقادیر پایین و بالای تولید برای ۳۱ دوره (فصل) اخیر در شکل ۷، آورده شده است. ذکر این نکته ضروری است که با توجه به فصلی بودن داده‌های تولید در دسترس، ابتدا نوسان قیمت نیز فصلی در نظر گرفته شده است و سپس در روابط از مقادیر فصلی استفاده شده است.



شکل ۷- تاثیر نوسانات تولید بر میزان ذخیره و برداشت درآمدهای نفتی

منبع: یافته‌های تحقیق

همان‌گونه شکل ۷ نشان می دهد، نوسانات تولید نفت، بر میزان ذخیره و یا برداشت درآمدهای صندوق تأثیر دارد. در دوره‌های رشد تولید، و یا به عبارتی در دوره‌هایی که تولید نفت، فراتر از میانگین دوره می‌باشد، صندوق دارای ذخیره بوده و در دوره‌هایی که تولید نفت، از میزان متوسط تولید کمتر شود، از منابع صندوق برداشت خواهد شد. محاسبات نشان می‌دهد که در دوره مورد بررسی، در مجموع با احتساب دوره‌های ذخیره و برداشت، موجودی صندوق مثبت خواهد بود.

۵. بحث و نتیجه‌گیری

در این مقاله، به دلیل اهمیت موضوع ریسک در بازارهای انرژی، تلاش گردید تا ریسک در بازار نفت خام با استفاده از معیار ارزش در معرض ریسک اندازه‌گیری شود. بدین منظور، از داده‌های بازده روزانه قیمت نفت اوپک استفاده گردید. برای محاسبه مقدار ارزش در معرض ریسک از مدل‌های واریانس ناهمسان شرطی تعمیم‌یافته استفاده شد. همچنین برای مدل‌سازی عدم تقارن و حافظه بلندمدت سری زمانی نفت، مدل‌های EGARCH و CGARCH تخمین زده شدند. با توجه به دست آمدن ارزش در معرض

ریسک برای قیمت نفت، مکانیزمی پیشنهاد گردید تا با استفاده از این مکانیزم بتوان ریسک‌های موجود در بازار نفت را با استفاده از صندوق‌های ذخیره ارزی مدیریت کرد. نتایج بررسی سال ۲۰۱۴، توسط این مکانیزم نشان از کارایی آن برای مدیریت ریسک‌های موجود در بازار نفت خام دارد.

بررسی عملکرد حساب ذخیره ارزی در ایران نشان می‌دهد که نگاه کوتاه‌مدت به این منابع موجب شده، این منابع همواره توسط دولت‌های مختلف مورد استفاده قرار گیرد. این در حالی است که تجربه کشورهای مشابه نشان می‌دهد که جریان مستقیم ورود درآمدهای نفت به بودجه دولت مسدود شده و در برخی از کشورها بخشی از درآمد نفت و در دیگر کشورها کل درآمد نفت (بهره مالکانه) به حساب ذخیره واریز می شود. این در حالی است که در ایران، طی دوره ۸۶-۱۳۷۹ برداشت بابت مصارف دولتی سهم بیشتری را نسبت به اعطای تسهیلات به خود اختصاص داده به طوری که بیش از ۸۰ درصد از کل برداشت‌های صورت گرفته در این سال‌ها از جانب دولت انجام گرفته است. این موضوع نشان می‌دهد که صرف وجود حساب ذخیره ارزی موجب ایجاد انضباط مالی در دولت نشده و ابزاری برای پوشش ریسک نوسانات قیمت نفت نبوده است. شایان ذکر است که در سال ۱۳۸۴ دولت رسماً با دریافت مجوز در قانون بودجه (بند چ تبصره ۲)، حساب ذخیره ارزی را به عنوان یکی از منابع تامین منابع مالی مورد نیاز خود محسوب نمود و به این ترتیب، حساب ذخیره نیز در زمره سایر حساب‌های درآمدی دولت قرار گرفت. به این ترتیب، تجربه ایران نشان می‌دهد که نگاه به حساب ذخیره ارزی تاکنون به عنوان عاملی برای مدیریت ریسک نوسانات درآمد نفتی نبوده است.

با توجه به نتایج این پژوهش، ریسک ناشی از نوسانات درآمدهای نفتی کشور ناشی از دو مولفه نوسانات قیمت نفت جهانی و نوسانات تولید است. پیشنهاد می شود، با استفاده از مدلهای پیش بینی پیشرفته، نوسانات این دو مولفه به صورت پویا مورد پیش بینی قرار گیرد و سپس با بهره گیری از روش هایی مانند ارزش مخاطره ای، ریسک این نوسانات محاسبه شود. بر همین مبنا، میزان بهینه منابع حساب ذخیره ارزی به صورت منظم و پویا محاسبه و برنامه ریزی شود. در همین راستا، لازم است مکانیزم مناسب برای برداشت از این منابع (بر

مبنای مدل طراحی شده) در قالب یک قانون مصوب شده و مبنای تعیین درآمدهای نفتی دولت در بودجه های سنواتی قرار گیرد.

٦. منابع

الف) فارسی

ابراهیمی، محسن و سوری، علی (۱۳۸۴)، "زیان ناشی از نااطمینانی درآمدهای نفتی بر رشد اقتصادی و ضرورت حساب ذخیره ارزی"، *نامه مفید*، شماره ۴۸، ص۵۴-۴۳.

ابراهیمی، محسن و قنبری، علیرضا (۱۳۸۵)، "مدیریت ریسک نوسانات قیمت نفت در ایران"، *نامه مفید*، شماره ۵۷، ص۱۶۲-۱۳۹.

ارشدی، علی (۱۳۹۰)، "مدل‌سازی نوسانات قیمت نفت، قالبی برای اندازه‌گیری شاخص نااطمینانی بر اساس یک مدل (ARIMA-GARCH)"، *مطالعات اقتصاد انرژی*، دوره ۸، شماره ۳۰، ص۲۲۰-۲۰۵.

جلالی نائینی، سید احمدرضا، قربانی، وحید و صیادی، محمد (۱۳۹۲)، "اثر سرریز ریسک بین بازدهی قیمت در بازارهای نقدی و آتی‌های نفت خام"، *اقتصاد انرژی ایران*، دوره ۲، شماره ۹، ص۵۲-۳۱.

رستمی، محمدرضا و فرهمندی، سحر (۱۳۹۱)، "برآورد ارزش در معرض ریسک قیمت نفت خام و اثرات سرریز آن با استفاده از مدل گارچ چندمتغیره MGARCH"، *دانش سرمایه‌گذاری*، دوره ۱، شماره ۴، ص۲۲۸-۲۱۵.

صمدی، علی حسین، هادیان، ابراهیم و جعفری، محبوبه (۱۳۹۲)، "بررسی تاثیر نوسان‌های دائمی و موقتی قیمت نفت اوپک بر سرمایه‌گذاری، تولید و نرخ بیکاری در اقتصاد ایران"، *اقتصاد انرژی ایران*، دوره ۲، شماره ۷، ص۱۰۱-۷۵.

فلاح‌پور، سعید، رضوانی، فاطمه و رحیمی، محمدرضا (۱۳۹۴)، "برآورد ارزش در معرض ریسک شرطی (CVaR) با استفاده از مدل‌های ناهمسانی واریانس شرطی متقارن و نامتقارن

در بازار طلا و نفت"، *دانش مالی تحلیل اوراق بهادار (مطالعات مالی)*، دوره ۸، شماره ۲۶، ص۱۸-۱.

کریم‌زاده، مصطفی، نصرالهی، خدیجه، صمدی، سعید، دلالی اصفهانی، رحیم و فخار، مجید (۱۳۸۸)، "بررسی بیماری هلندی در اقتصاد ایران: تاثیرگذاری رابطه مبادله بر ساختار سرمایه‌گذاری"، *فصلنامه اقتصاد مقداری (فصلنامه بررسی‌های اقتصادی)*، دوره ۶، شماره ۴، ص۱۷۲-۱۴۷.

منظور، داود و یادی‌پور، مهدی (۱۳۸۸)، "تجربه کشورهای مختلف در زمینه درآمدهای نفتی و درس‌هایی برای ایران"، *فصلنامه راهبرد یاس*، شماره ۱۷، ص۱۶۵-۱۴۲.

ب) انگلیسی

Aloui, C., and Mabrouk, S. (2010), ‘‘Value-at-Risk Estimations of Energy Commodities via Long-Memory, Asymmetry and Fat-tailed GARCH Models’’, *Energy policy*, Vol. 38, Issue 5, pp. 2326-2339.

Barnett, M.S. and Ossowski, M.R. (2003), *Operational aspects of fiscal policy in oil-producing countries*, No. 2-177, International Monetary Fund.

Bhar, R. and Hamori, S. (2005), ‘‘Causality in Variance and the Type of Traders in Crude Oil Futures’’, *Energy Economics*, Vol. 27, Issue 3, pp. 527-539.

Cabedo, J. D., and Moya, I. (2003), ‘‘Estimating Oil Price ‘Value at Risk’ Using the Historical Simulation Approach’’, *Energy Economics*, Vol. 25, Issue 3, pp. 239-253.

Dickey, D. A. and Fuller, W. A. (1979), ‘‘Distribution of the Estimators For Autoregressive Time Series With a Unit Root’’, *Journal of the American statistical association*, Vol. 74, Issue 366, pp. 427-431.

Engle, R. F. (1982), ‘‘Autoregressive Conditional Heteroscedasticity With Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation’’, *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, Vol.50, Issue 4, pp. 987-1007.

Engle, R. F. and Lee, G. (1999), *A Long-Run and Short-Run Component Model of Stock Return Volatility: Cointegration, Causality, and Forecasting: A Festschrift in Honour of Clive WJ Granger*.

Ewing, B. T., Hammoudeh, S. M. and Thompson, M. A. (2006), ‘‘Examining Asymmetric Behavior in US Petroleum Futures and Spot Prices’’, *The Energy Journal*, Vol. 27, Issue 3, pp. 9-23.

Ewing, B. T. and Thompson, M. A. (2007), ‘‘Dynamic Cyclical Comovements of Oil Prices with Industrial Production, Consumer Prices,

Unemployment, and Stock Prices", *Energy Policy*, Vol. 35, Issue 11, pp. 5535-5540.

Haugom, E., Langeland, H., Molnár, P. and Westgaard, S. (2014), "Forecasting Volatility of the US Oil Market", *Journal of Banking & Finance*, Vol. 47, pp. 1-14.

Huang, B. N., Hwang, M. and Peng, H. P. (2005), "The Asymmetry of the Impact of Oil Price Shocks on Economic Activities: An Application of the Multivariate Threshold Model", *Energy Economics*, Vol. 27, Issue 3, pp. 455-476.

Kang, S. H., Kang, S. M. and Yoon, S. M. (2009), "Forecasting Volatility of Crude Oil Markets", *Energy Economics*, Vol. 31, Issue 1, pp. 119-125.

Kolstad, I., Wiig, A., and Williams, A. (2009), "Mission Improbable: Does Petroleum-Related Aid Address the Resource Curse? ", *Energy Policy*, Vol. 37, Issue 3, pp. 954-965.

Lardic, S. and Mignon, V. (2006), "The Impact of Oil Prices on GDP in European Countries: An Empirical Investigation Based on Asymmetric Cointegration", *Energy policy*, Vol. 34, Issue 18, pp. 3910-3915.

Nelson, D. B. (1991), "Conditional Heteroskedasticity in Asset Returns: A New Approach", *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, Vol. 59, Issue 2, pp. 347-370.

Organization of the Petroleum Exporting Countries. 2015, from http://www.opec.org.

Pindyck, R. S. (2001), "The Dynamics of Commodity Spot and Futures Markets: A Primer", *The Energy Journal*, Vol. 22, Issue 3, pp. 1-29.

Prebisch, R. (1950), *The Economic Development of Latin America and its Principle Problems*, United Nations, Lake Success.

Rostow, W. W. (1960). The Process of Economic Growth.

Sadeghi, M., and Shavvalpour, S. (2006), "Energy Risk Management and Value at Risk Modeling", *Energy policy*, Vol. 34, Issue 18, pp. 3367-3373.

Sadorsky, P. (2003), "The Macroeconomic Determinants of Technology Stock Price Volatility", *Review of Financial Economics*, Vol. 12, Issue 2, pp. 191-205.

Salisu, A. A. and Fasanya, I. O. (2013), "Modelling Oil Price Volatility with Structural Breaks", *Energy Policy*, Vol. 52, pp. 554-562.

Singer, H. W. (1950), "The Distribution of Gains Between Investing and Borrowing Countries", *The American Economic Review*, Vol. 40, Issue 2, pp. 473-485.

Wang, Y., Wu, C. and Yang, L. (2016), "Forecasting Crude Oil Market Volatility: A Markov Switching Multifractal Volatility Approach", *International Journal of Forecasting*, Vol. 32, Issue 1, pp. 1-9.

Wei, Y., Wang, Y. and Huang, D. (2010), ‘‘Forecasting Crude Oil Market Volatility: Further Evidence Using GARCH-Class Models’’, *Energy Economics*, Vol. 32, Issue 6, pp. 1477-1484.

Zhang, C., and Qu, X. (2015), ‘‘The Effect of Global Oil Price Shocks on China's Agricultural Commodities’’, *Energy Economics*, Vol. 51, pp. 354-364.