فصلنامــه علمی پژوهشی دانش سرمایه‌گــذاری
سال نهم/ شماره سی‌وسوم/ بهار ۱۳۹۹

بررسی فرضیه کارایی ضعیف در دو رژیم کم‌نوسان و پرنوسان بازار نفت خام اوپک

محمود محمدی الموتی
کارشناسی ارشد ریاضی مالی، علوم پایه، دانشگاه آیت‌الله بروجردی(ره)، بروجرد (نویسنده مسئول)
mahmoodmohammadi1992@gmai.com

محمدرضا حدادی
استادیار گروه ریاضی، دانشگاه آیت‌الله بروجردی(ره)، بروجرد
haddadi.math@gmail.com

یونس نادمی
استادیار گروه اقتصاد، دانشگاه آیت‌الله بروجردی(ره)، بروجرد
younesnademi@abru.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۶/۱۲/۱۷ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۳/۰۲

چکیده

نفت خام کالای استراتژیکی است که در طول ۴۰ سال گذشته یکی از بزرگ‌ترین بازار کالا در جهان بوده است. بازیگران اصلی بازار، مانند تولیدکنندگان، موسسات مالی و معامله‌گران فردی علاقه‌مند هستند تا برخی روندها و الگوهای حرکتی در عملکرد قیمت‌های نفت و بازده‌ها را به رسمیت شناخته و از آن بهره‌مند شوند. یک بازار که در آن قیمت‌ها همیشه و به‌طور کامل منعکس کننده اطلاعات موجود می‌باشد، کارا نامیده می‌شود. در این صورت، سه نوع کارایی بازار وجود دارد: فرم ضعیف کارایی، فرم نیمه قوی کارایی و فرم قوی کارایی. در پژوهشهای انجام شده عمدتا فرم ضعیف کارایی مورد آزمون قرار می‌گیرد. در این مطالعه نیز کارایی ضعیف بازار نفت خام اوپک برای داده‌های روزانه در طول دوره ۴ ژانویه ۲۰۱۰ الی ۲۹ دسامبر ۲۰۱۷ میلادی توسط مدل مارکوف رژیم سوئیچینگ گارچ دو رژیمی مورد بررسی قرار گرفته است و نتایج حاصل از برآورد مدل حاکی از عدم کارایی در هر دو رژیم پرنوسان و کم‌نوسان بازار نفت خام اوپک می‌باشد. با توجه به عدم کارایی ضعیف این بازار می‌توان با استفاده از مدل‌های سری زمانی به پیش‌بینی روند حرکتی قیمت نفت خام پرداخت. پیش‌بینی قیمت نفت نه‌تنها نقش مؤثری در سیاست دولت‌ها بازی می‌کند، بلکه بر بهینه کردن میزان تولید در بلند مدت و همچنین از طریق برنامه‌ریزی صحیح به کنترل اثرات منفی شوک‌ها نیز کمک شایانی خواهد کرد.

واژه‌های کلیدی: بازار نفت خام اوپک، کارایی ضعیف، مدل مارکوف رژیم سوئیچینگ گارچ.

۱- مقدمه

نفت به‌همراه ارز و طلا، از مهم‌ترین شاخص‌های اصلی فرآیندهای اقتصاد جهانی به‌شمار می‌آیند. نفت سوخت غالب جهان است به‌طوری‌که سهم ۳۳ درصدی در مصرف انرژی اولیه فعلی جهان را دارا است. با این حال پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۳۰ تا ۲۸ درصد کاهش یابد (گورسکا و کراویک[۱]؛ ۲۰۱۶). انرژی و بویژه نفت، نیروی محرکهٔ بسیاری از فعالیت‌های اقتصادی و تولیدی است؛ بنابراین جایگاه ویژه‌ای در رشد اقتصادی کشورها دارد. نفت خام یکی از مهم‌ترین منابع انرژی برای توسعهٔ اجتماعی ـ اقتصادی جهان و مهم‌ترین محصول سرمایه‌گذاری با ویژگی‌های قابل توجه مالی در سال‌های اخیر بوده‌است (ژانگ[۲]؛ ۲۰۱۵). در اقتصاد جهانی این محصول یکی از مهم‌ترین کالاهای استراتژیک محسوب می‌شود که نقش بسزایی در تعیین بسیاری از معادلات منطقه‌ای دارد. این محصول پس از دههٔ ۱۹۷۰.م در پی حوادث مختلف جهانی و پیدایش شرکت‌های بزرگ نفتی از نوسانات شدید قیمتی برخوردار بوده که همین امر موجب تشکیل بورس‌های بزرگ نفتی به منظور شفاف سازی قیمت و پوشش ریسک ناشی از نوسانات قیمتی شده است (رستمی و هدفمند؛ ۱۳۹۱). از اواخر دهه ۱۹۹۰.م قیمت نفت به‌طور خاص در کشورهای درحال توسعه به‌طور پیوسته افزایش یافته است که منعکس کننده افزایش تقاضا برای نفت خام است. در واقع در کشورهای توسعه یافته قیمت نفت خام بیش از ۷۰ درصد (به‌طور میانگین) و همچنین در طی سال‌های ۲۰۰۷ تا ۲۰۰۸.م به‌دلیل افزایش تقاضا، کاهش مازاد ظرفیت، ضعیف شدن دلار و عوامل ژئوپولیتیک (به‌طور ویژه تنش‌های موجود در کشورهای ترکیه، نیجریه و ایران) بیش از ۸۰ درصد افزایش داشته است. قیمت‌های نفت بسیار نوسان‌پذیر هستند و رفتار مسیر قیمتی خود را باتوجه به وضعیت اقتصادی تغییر می‌دهند. نوسانات شدید قیمت نفت به‌طور عمده ناشی از نوسانات تقاضا، هزینه‌های استخراج و ذخایر آن می‌باشد.

عرضه و تقاضا، عامل‌های اصلی تعیین قیمت نفت هستند. به‌ویژه تقاضای نفت وابسته به مصرف آن در کشورهای توسعه یافته و درحال توسعه است و عرضه آن وابسته به وقایع ژئوپولیتیک مانند درگیری‌های بین ونزوئلا و آمریکا، ترکیه و کردهای عراق یا دیگر موارد همچون تصمیم کشورهای عضو اوپک[۳] بر تنظیم سطح تولید می‌باشد. با این‌حال، رفتار سرمایه‌گذار نفتی نیز می‌تواند یک عامل در رفتار اخیر قیمت‌ها باشد، که به‌طور خاص می‌توان به رفتار مجموعهٔ متنوع سرمایه‌گذاران از جمله صندوق‌های بیمه، صندوق‌های بازنشستگی و بانک‌های سرمایه‌گذاری اشاره کرد (چارلز و دارنی[۴]؛ ۲۰۱۳).

ادبیات مربوط به کارایی بازار را به‌طور گسترده‌ای می‌توان در حوزهٔ بازار سهام مشاهده نمود. برطبق تعریف کلاسیک فاما[۵]: یک بازار که در آن قیمت‌ها همیشه و به‌طور کامل منعکس کننده اطلاعات موجود می‌باشد، کارا نامیده می‌شود. بنابراین با داشتن قیمت‌های گذشته و یا بازده‌های موجود در بازار، قیمت فعلی بهترین پیش‌بینی کننده برای قیمت آتی می‌باشد. بدین‌ترتیب، ۳ نوع کارایی بازار وجود دارد: فرم ضعیف کارایی، فرم نسبتا قوی کارایی و فرم قوی کارایی. در تحقیقات، فرم ضعیف کارایی بازار بیشتر مورد آزمون قرار می‌گیرد. چندین ابزار برای تأیید این نوع کارایی بازار مورد استفاده قرار می‌گیرد که عبارتند از: آزمون‌های آماری، روابط Long-Run؛ تجزیه و تحلیل همبستگی، تجزیه و تحلیل اثرات تقویمی و روش‌های سری زمانی (گورسکا و کراویک؛ ۲۰۱۶).

در بازارهای مالی قیمت‌ها دارای همبستگی سریالی نیست؛ به این معنی که الگوی خاصی برای قیمت دارایی وجود ندارد. این بدان معنی است که روند حرکتی قیمت‌ها در آینده به‌طور کامل توسط اطلاعاتی که حاوی سری قیمتی نیست، مشخص می‌شود. این جوهرهٔ فرم ضعیف فرضیه بازار کارا [EMH[۶]]است که بیان‌گر گام تصادفی می‌باشد (چالز و دارنی؛ ۲۰۱۳). در این تحقیق نیز به بررسی کارایی ضعیف بازار نفت خام اوپک توسط مدل مارکوف رژیم سوئیچینگ گارچ پرداخته می‌شود و از داده‌های سری زمانی نفت خام که به‌صورت روزانه در طی سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۶ می‌باشد، استفاده شده است.

این مقاله در پنج بخش تدوین گردیده است. به این صورت که پس از مقدمه در بخش اول، در بخش دوم به ادبیات نظری و پیشینه تحقیق پرداخته می‌شود. در بخش سوم روش تحقیق ارائه شده و در بخش چهارم داده‌ها توصیف و برآورد مدل انجام می‌گیرد و نتایج تحلیل می‌گردد. در بخش پایانی نیز نتایج حاصل از پژوهش تبیین شده و پیشنهاداتی مطرح می‌شود.

۲- ادبیات نظری و پیشینه پژوهش

۲-۱- ادبیات نظری

کارایی بازار از اهمیت بسزایی برخوردار است، چرا که در صورت کارا بودن بازار، هم قیمت به‌درستی و عادلانه تعیین می‌گردد و هم تخصیص سرمایه که مهم‌ترین عامل تولید در اقتصاد است، به شکل بهینه و مطلوبی انجام می‌گیرد(جهان‌خانی و عبده تبریزی؛ ۱۳۷۲). در دنیای مالی سه نوع کارایی در بازار سرمایه[۷] وجود دارد(فرانک فورتر و گاون[۸]؛ ۱۹۹۶):

۱- کارایی اطلاعاتی[۹] ۲- کارایی تخصیصی[۱۰] ۳- کارایی عملیاتی[۱۱]

کارایی اطلاعاتی: وجود اطلاعات کافی در بازار و انعکاس به موقع و سریع آن بر قیمت، ارتباط نزدیکی با کارایی بازار دارد. ویژگی بازار کارا آن است که اطلاعاتی که در بازار پخش می‌شود به سرعت بر قیمت تأثیر می‌گذارد. در چنین بازاری قیمت‌ها به ارزش ذاتی کالا نزدیک است. در این نوع کارایی، بازار باید نسبت به اطلاعات جدید، حساس باشد و هنگامی‌که اطلاعات تازه‌ای وارد شد، قیمت‌ها باتوجه به نوع اطلاعات تغییر کند(جهان‌خانی و عبده تبریزی؛ ۱۳۷۲).

کارایی تخصیصی: یکی از مهم‌ترین پیامدهای کارایی بازار، بهره‌مندی مطلوب و بهینه از منابع موجود است. یکی از وظایف شاخص بازار سرمایه، تأمین مالی شرکت‌ها و نهادها است. در این مفهوم، بازارهایی دارای کارایی تخصیصی هستند که در آن پروژه‌های سرمایه‌گذاری با بهره‌وری نهایی سرمایه، تأمین مالی می‌شوند(فرانک فورتر و گاون؛ ۱۹۹۶).

کارایی عملیاتی: این نوع کارایی به تسهیل و سرعت مبادلات در بازار اشاره دارد و منجر به افزایش سرعت نقدشوندگی دارایی‌ها می‌گردد. بازاری از نظر عملیاتی کارا محسوب می‌شود که هزینه انجام معاملات در حداقل سطح ممکن باشد(فرانک فورتر و گاون؛ ۱۹۹۶).

کارایی اطلاعاتی بازار در ۳ سطح تقسیم‌بندی می‌شود(شارما و ماهندرو[۱۲]؛ ۲۰۰۹): فرم ضعیف، فرم نیمه قوی، فرم قوی.

الف) کارایی ضعیف[۱۳]: این نوع کارایی می‌گوید که قیمت فعلی به‌طور کامل تمام اطاعاتی را که در توالی تاریخی قیمت‌ها موجود است، نشان می‌دهد. به عبارت ساده‌تر، می‌توان گفت که قیمت کالا در حال حاضر توسط تمام اطلاعات تاریخی موجود در آن تنظیم شده است. بنابراین در مورد بررسی توالی تاریخی قیمت‌ها، هیچ پیشنهادی برای پیش‌بینی قیمت آینده وجود ندارد. در این حالت فرض می‌شود که آن بازار حافظه‌ای ندارد. روش‌های متعددی برای آزمون این شکل از کارایی معرفی گردیده‌است که عبارتند از: آزمون همبستگی سریالی، آزمون قوانین فیلتر، آزمون‌های دوره‌ای و آزمون نوسانات.

ب) کارایی نیمه قوی[۱۴]: این شکل از کارایی بیان می‌کند که قیمت فعلی بلافاصله و به‌طور کامل تمام اطلاعات عمومی مربوط به امنیت را نشان می‌دهد؛ مانند گزارشات شرکت‌ها و سازمان‌ها، اطلاعیه های شرکت‌ها و سازمان‌ها، اطلاعات مربوز به سیاست‌های سود شرکت‌ها و غیره. بنابراین تلاش‌های تحلیل‌گران و سرمایه‌گذاران برای بدست آوردن و تجزیه و تحلیل اطلاعات عمومی به‌طور مداوم، بازده بیشتری نخواهد داشت. اگر فرم نیمه-قوی کارایی بازار درست باشد، می‌توان نتیجه گرفت که اخبار حاوی اطلاعات مربوطه نیست.

ج) کارایی قوی[۱۵]: این فرم از کارایی بیان می‌کند که نه‌تنها اطلاعات عمومی به سرمایه‌گذار و یا تحلیل‌گر بی-فایده است، بلکه تمام اطلاعات اعم از اطلاعات محرمانه و اطلاعات در دسترس عموم نیز سودمند نخواهد بود. در این حالت بازار بسیار کارا می‌باشد و حتی شخص با داشتن باارزش‌ترین اطلاعات داخلی نیز نمی‌تواند سود کسب کند. به‌طور خلاصه سطوح سه‌گانه کارایی بازار را می‌توانبه‌صورت زیر خلاصه نمود:

- شکل ضعیف: اطلاعات تاریخی
- شکل نیمه قوی: اطلاعات عمومی منتشر شده و اطلاعات تاریخی
- شکل قوی: اطلاعات محرمانه، اطلاعات عمومی منتشر شده و اطلاعات تاریخی

در این مقاله به شکل ضعیف کارایی در بازار نفت خام پرداخته می‌شود.

همان‌طور که در بالا ذکر شد، شکل ضعیف فرضیه بازار کارا بیان می‌کند که قیمت‌های گذشته پیش‌بینی گردند و تغییرات متوالی قیمت‌ها، مستقل از یک‌دیگر هستند و تنها اطلاعات جدید است که منجر به تغییر قیمت‌های آتی می‌شود که آن اطلاعات نیز غیر قابل پیش‌بینی و تصادفی هستند. این مبحث در ادبیات موضوع، «فرضیه گام تصادفی[۱۶]» نامیده می‌شود(دابینز و همکاران[۱۷]؛ ۱۹۹۴). فرضیه گام تصادفی در حیطه مالی برای توصیف یک سری زمانی قیمتی که در آن قیمت آتی توسط قیمت حال و انحرافاتی تصادفی شکل می‌گیرد، استفاده می‌گردد(شهرازی؛ ۱۳۸۹). فرآیند گام تصادفی را براساس قیمت نفت (P) می‌توان به‌صورت زیر بیان نمود:

$$p_{t+1} = p_t + \varepsilon_{t+1} \quad , \varepsilon_{t+1} \sim i.i.d(0, \sigma^2) \quad (۱)$$

که در آن p_t و p_{t+1} به ترتیب قیمت نفت خام در زمان‌های t و t+1 می‌باشند و ε_t یک فرایند نوفه سفید است که دارای میانگین صفر و واریانس ثابت و توزیع مستقل می‌باشد. در صورتی‌که بازار نفت خام کارا باشد داریم:

$$E(p_{t+1}|\Omega_t) = p_t \qquad (۲)$$

عبارت فوق بیان می‌کند که قیمت مورد انتظار در دوره t+1 باتوجه به اطلاعات در دسترس تا زمان t که همان Ω می‌باشد، برابر است با همان قیمت در زمان t که بیان‌گر امید ریاضی رابطه (۱) است. به بیان ساده‌تر درفرضیه گام تصادفی، گام‌های قبلی تأثیری در گام بعدی ندارد و تنها بطور تصادفی انتخاب می‌شود. از دو رابطه فوق می‌توان به ارتباط بین ایده گام تصادفی و فرضیه بازار کارا پی برد. عبارت (۲) یک متغیر تصادفی است. مجموعه‌ای از متغیرهای تصادفی که از روابط فوق تبعیت کند را یک مارتینگل[۱۸] گویند. به بیان ریاضی فرآیند p_t یکمارتینگل است هرگاه باتوجه به اطلاعات در دسترس تا زمان t (Ω_t)، و $s \leq t$داشته باشیم (بیروک؛ ۲۰۰۹):

۱) P نسبت به Ω_t سازگار باشد؛ به این معنی که به ازای هر $t \geq 0$ ، p_t به عنوان عضوی از اطلاعات Ω_t قرار گیرد.

۲) به ازای هر $t \geq 0$ ، $E(|p_t|) \leq \infty$

۳) برای تمامی s و t هایی که $s \leq t$ ، داریم: $E(p_t|\Omega_s) = p_s$.

بنابراین در مورد یک بازار کارا، قیمت نفت تنها زمانی تغییر می‌کند که اطلاعات جدید پیش‌بینی نشده و غیر منتظره به بازار برسد و به محض رسیدن اطلاعات جدید به بازار همگی سرمایه‌گذاران و فعالان در این حوزه، به‌طور مشابه به آن دسترسی داشته و واکنش نشان می‌دهند(نادمی و همکاران؛ ۱۳۹۵).

یاتوجه به تعاریف صورت گرفته در باب کارایی یک بازار، در پژوهش حاضر به این پرسش پاسخ داده‌خواهد شد که آیا بازار نفت خام اوپک دارای خصیصهٔ کارایی ضعیف می‌باشد؟ یا خیر؟

۲-۲- پیشینه پژوهش

مطالعات داخلی که در حوزه مدل مارکوف سوئیچینگ و کارایی بازار انجام گرفته عبارتند از:

راسخی و خانعلی‌پور (۱۳۸۸) به تحلیل تجربی نوسانات و کارایی اطلاعاتی بازار سهام تهران پرداخته‌اند. آن‌ها از داده‌های ماهانه شاخص کل سهام تهران در سال‌های ۱۳۷۰ تا ۱۳۸۶ استفاده کرده و از تکنیک واریانس ناهم‌سان شرطی به منظور بررسی کارایی این بازار بهره برده‌اند. یافته‌های این پژوهش حاکی از عدم کارایی اطلاعاتی بازار بورس است و لذا اطلاعات و اخبار نه به‌صورت آنی، بلکه با گذر زمان بر قیمت‌ها اثر می‌گذارد.

راسخی و شهرازی (۱۳۹۱) در مطالعه خود اقدام به بررسی کارایی بازار ارز ایران در طی سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۹ش نموده‌اند. به‌همین منظور از تکنیک آنالیز نوسانات روند زدایی شده (DFA[۱۹]) و آزمون‌های ریشه واحد دیکی- فولر تعمیم‌یافته (ADF) و فیلیپس پرون (PP) استفاده کرده‌اند. نتایج کار آن‌ها نشان دهندهٔ وجود

کارایی ضعیف در بازار ارز ایران می‌باشد. و این کارایی ناشی از مداخلات ارزی تحت نظام ارزی شناور مدیریت شده‌است.

نادمی و سالم (۱۳۹۵) با هدف بررسی کارایی بازدهی بازار سهام در دو رژیم پرنوسان و کم‌نوسان، با استفاده از مدل مارکوف رژیم سوئیچینگ گارچ در بازه زمانی ۱۳۷۶ الی ۱۳۹۰ش، اقدام به این مهم نمودند. آن‌ها پی بردند که بازدهی بازار سهام در هر دو رژیم کم‌نوسان و پرنوسان از کارایی ضعیف برخوردار نیست و می‌توان در این بازار به سودهای سیستماتیک دست یافت.

مطالعات خارجی در این حیطه نیز عبارتند از:

چارلز و دارنی (۲۰۰۹) با استفاده از آزمون نسبت واریانس ناپارامتریک اقدام به بررسی کارایی ضعیف دو بازار نفت خام برنت و WTI در بازه زمانی ۱۹۸۲ تا ۲۰۰۸م کرده‌اند. آن‌ها پی بردند که بازار نفت خام برنت دارای کارایی ضعیف می‌باشد در حالی‌که بازار نفت خام WTI در زیر بازه ۱۹۹۴-۲۰۰۸ ناکارا به‌نظر می‌رسد. به همین منظور آن‌ها پیشنهاد می‌کنند تا مقررات‌زدایی بازدهی بازار نفت خام WTI را بهبود بخشند تا بازده کم‌تر قابل پیش‌بینی باشد.

شارما و ماهندرو (۲۰۰۹) در مطالعه‌ای اقدام به بررسی کارایی بازار سهام در هند نمودند. آن‌ها از اوراق بهادار ۱۱ شرکت در بازار سهام بمبئی که قدیمی‌ترین بازار سهام در آسیا می‌باشد، استفاده کردند. نتایج حاصل از آمون خودهم‌بستگی که آن‌ها به‌کار بردند نشان می‌دهد که اثر قیمت سهام شرکت‌های نمونه، بر قیمت آتی سهام بسیار ناچیز است و سرمایه‌گذاران نمی‌توانند با استفاده از داده‌های قبلی قیمت سهام به سود قابل توجی توسط قیمت‌های آتی آن بدست آورند و این بیان‌گر وجود کارایی ضعیف در این بازار سهام می‌باشد.

منسی و همکاران[۲۰] (۲۰۱۲) در مقاله‌ای با استفاده از دو روش Entropy Shannon اصلاح شده (MSE[۲۱]) و تجزیه و تحلیل سری زمانی نمادین (STSA[۲۲]) اقدام به بررسی فرم ضعیف کارایی در دو بازار نفت خام برنت اروپایی و WTI کردند. آن‌ها با استفاده از داده‌های روزانه‌ای که در بازه می ۱۹۸۷ تا مارس ۲۰۱۲ بود، به این نتیجه رسیدند که در دو بازار مذکور در این فاصله زمانی دارای کارایی ضعیف می‌باشد. همچنین پی بردند که بازار نفت WTI نسبت به بازار نفت خام برنت کارایی کم‌تری دارد.

استیونز[۲۳] (۲۰۱۳) در مطالعه خود به بررسی کارایی بازار آتی نفت خام نیویورک پرداخته است. مبنای کار وی بر اساس رگرسیون پایه و روش حداقل مربعات معمولی بوده و علاوه بر این روش، پارامترهای مدل توسط روش‌های حداقل مربعات موزون و حداقل مربعات تقسیمی تخمین زده شده‌اند. وی دریافت که حضور غیرفعالان و یا به عبارتی مخربان بازار، ممکن است تخمین پارامترهای به‌دست آمده از مربعات معمولی را از دست‌یابی به یک بازار کارا منع کنند.

حمدی[۲۴] (۲۰۱۳) در پژوهش خود فرم ضعیف کارایی بازار نفت خام را توسط مدل شبکه عصبی مصنوعی (ANN[۲۵]) مورد بررسی قرار داده است. وی از داده‌های تاریخی روزانه نفت خام WTI در طول سال‌های ۱۹۸۶ تا ۲۰۱۳م بهره برده است. خروجی شبکه عصبی نشان‌دهنده قیمت‌های پیش‌بینی شده‌ای است که به عنوان سیگنال‌های معاملاتی (خرید یا فروش) برای سرمایه‌گذاران محسوب می‌شوند. همچنین در مقایسه با استراتژی

گام تصادفی، نتایج وی نشان می‌دهد که مدل شبکه عصبی مصنوعی از این مدل بهتر است و بنابر همین مدل، بازار نفت خام WTI بر طبق نظریه فرضیه بازار کارا، از کارایی برخوردار نمی‌باشد.

آروری و دیگران[۲۶] (۲۰۱۳) تجربیات تحقیقاتی را در حیطه کارایی بازار انرژی و بازارهای فلزات گران‌بها در دهه گذشته، با استفاده از چند مدل مورد بررسی قرار می‌دهند. مدل‌های استفاده شده در این مطالعه، مدل‌های تصحیح خطا، مدل سازگاری خطی و مدل سازگاری غیرخطی می‌باشد. یافته‌های آن‌ها نشان می‌دهد که فرضیه کارایی کوتاه‌مدت رد می‌شود و بنابراین پیشنهاد می‌کنند که می‌توان با استفاده از بازده‌های قیمتی گذشته، مدلسازی و پیش‌بینی قیمت‌های لحظه‌ای آتی را بهبود بخشید.

ژانگ و همکاران[۲۷] (۲۰۱۴) در مطالعه خود با استفاده از مدل واریانس ناهم‌سان شرطی GAR(1)-TGARCH(1,1) اقدام به بررسی فرم ضعیف کارایی بازارهای عمده جهانی نفت خام اروپا، ایالات متحده، امارات متحده عربی و چین در طول مدت دسامبر ۲۰۰۱ تا آگوست ۲۰۱۳م کرده‌اند. یافته‌های حاکی از آن است که با استفاده از داده‌های هفتگی تمامی ۴ بازار مذکور در دهه گذشته دارای کارایی قوی بوده و در دوره‌های کوتاهی نیز دچار ناکارایی شده‌اند. این در حالی‌است که سری بازده روزانه نفت خام، کارایی متناوب و نامتجانس را نشان می‌دهد.

ساید و هارپر[۲۸] (۲۰۱۵) کارایی بازار سهام روسیه را با رویکرد گام تصادفی مورد بررسی قرار داده‌اند. آن‌ها از آزمون‌های خودهمبستگی، لجانگ-باکس و آزمون نسبت واریانس استفاده کرده‌اند. نتایج کار آن‌ها بیان‌گر عدم کارایی ضعیف در بازار سهام روسیه است و بنابراین امکان دست‌یابی به سود سیستماتیک در این بازار وجود دارد.

گورسکا و کراویک (۲۰۱۶) ابتدا در سال ۲۰۱۵م اقدام به بررسی کارایی ضعیف در دو بازار نفت خام برنت و WTI کرده بودند. آن‌ها با استفاده از روش اثرات تقویمی پی به وجود اثرات روزانه در همان ماه بردند و آن را دلیلی بر ناکارایی بازار اعلام نمودند. آن‌ها به‌منظور تثبیت مطالعه خود، با استفاده از آزمون‌های نسبت واریانس و آزمون خودهم‌بستگی به نتایج قبلی دست یافتند.

تمایز مقاله حاضر با مطالعات مذکور فوق آن است که اولا در این مقاله از رویکرد مارکوف سوئیچینگ گارچ در بررسی کارایی ضعیف بازار نفت خام اوپک استفاده گردیده است که باتوجه به نوسانات بازار نفت، مدل واقع بینانه‌تری نسبت به مدل‌های مورد استفاده در تحقیقات قبلی می‌باشد. وجه تمایز بعدی مقاله حاضر در این است که در این مقاله از رویکرد سری زمانی استفاده می‌گردد و این رویکرد برای پیش‌بینی و بررسی کارایی نسبت به سایر مدل‌های توضیحی عملکرد بهتری دارد.

۳- روش تحقیق

در بعضی از سری‌های زمانی رفتار سری بطور جدی تغییر می‌کند. به عنوان مثال هر متغیر کلان اقتصادی یا داده‌های مالی در یک دورهٔ طولانی مدت، با فراز و فرودهای فراوانی مواجه هستند. این تغییرات می‌تواند ناشی از جنگ، اعتصاب و یا شکست‌های ساختاری باشد. همچنین تغییر در انتظارهای اپراتورها در مورد آینده که ناشی از اطلاعات متفاوت یا تغییر در اولویت‌ها است نیز می‌تواند تأثیر بسزایی در این نوسانات داشته باشد. نوسانات در

دنیای واقعی تحت تأثیر شوک‌های فراوانی می‌باشند که هیچ‌یک از آن‌ها پایداری طولانی مدت ندارند. بنابراین یک مدل نوسانی خوب به‌منظور پیش‌بینی بهتر باید برخورد متفاوتی با شوک‌ها داشته باشد.یک روش عمومی برای پیش‌بینی تغییرات یک سری زمانی، یافتن معادلهٔ حرکت فرآیند تصادفی است.

در مدل مارکوف سوئیچینگ گارچ، مدل‌های گارچ با یک ساختار تغییر رژیم ترکیب می‌شوند که این رژیم یا حالت، متغیری تصادفی است که غیر قابل مشاهده[۲۹] می‌باشد. و وجود دو رژیم نوسانی مختلف که با سطح متفاوتی از نوسانات مشخص می‌شوند را نتیجه می‌دهد. در هر دو رژیم نوسانی به منظور پیش‌بینی نوسانات از الگوی گارچ استفاده می‌گردد و تغییر از هر رژیم به رژیم دیگر توسط زنجیر مارکوف با احتمال‌های مختلف صورت می‌گیرد (حسکوئی و خواجوند؛ ۱۳۹۳).مدل مارکوف رژیم سوئیچینگ گارچ با دو رژیم $s_t = \{1,2\}$و زنجیر مارکوف مرتبه اول می‌پردازیم. در این حالت ماتریس احتمال انتقال مورد نظر به‌صورت زیر خواهد بود:

$$p = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{21} \\ p_{12} & p_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} p & 1-q \\ 1-p & q \end{bmatrix} \qquad (۳)$$

به عبارت دیگر می‌توان نوشت:

$$\begin{cases} p(s_t = 1|s_{t-1} = 1) = p \\ p(s_t = 2|s_{t-1} = 1) = 1-p \\ p(s_t = 1|s_{t-1} = 2) = 1-q \\ p(s_t = 2|s_{t-1} = 2) = q \end{cases} \qquad (۴)$$

به‌طور کلی مدل مارکوف رژیم سوئیچینگ گارچ را می‌توان به‌صورت زیر نوشت:

$$p_t|\Omega_{t-1} \sim \begin{cases} f\left(\theta_t^{(1)}\right) p_{1.t} \\ f\left(\theta_t^{(2)}\right)(1-p_{1.t}) \end{cases} \qquad (۵)$$

که در آن $f(0)$نشان‌دهندهٔ یکی از توزیع‌های شرطی ممکن است که می‌توان فرض نمود دارای توزیع نرمال (N)، تی استیودنت (t) یا توزیع خطای تعمیم‌یافته (GED) باشد. عبارت $\theta_t^{(i)}$ بیانگر بردار پارامترها در رژیم i ام است که توزیع را تعیین می‌کند. همچنین عبارت $p_{1.t} = pr[s_t = 1|\Omega_{t-1}]$، احتمال پیش‌بینی و$\Omega_{t-1}$ بیان‌گر مجموعهٔ اطلاعات موجود در زمان t-۱ است(مارکوسی[۳۰]؛ ۲۰۰۵).

بردار پارامترهای متغیر در طول زمان را می‌توان به سه جزء تجزیه نمود:

$$\theta_t^{(i)} = (\mu_t^{(i)}.h_t^{(i)}.\omega^{(i)}) \qquad (۶)$$

که در آن $\mu_t^{(i)} \cong E(p_t|\Omega_{t-1})$ میانگین شرطی، $h_t^{(i)} \cong var(p_t|\Omega_{t-1})$ واریانس شرطی و $\omega^{(i)}$ پارامتر شکل توزیع شرطی می‌باشند. از این رو مدل مارکوف رژیم سوئیچینگ گارچ شامل ۴عنصر: میانگین شرطی، واریانس شرطی، فرآیند رژیم و توزیع شرطی است.

معادله میانگین شرطی به‌شکل زیر است:

$$p_t = \mu_t^{(i)} + \varepsilon_t \qquad (۷)$$

به‌طوریکه $\varepsilon_t = \vartheta_t\sqrt{h_t}$ و ϑ_t فرآیندی با میانگین صفر و واریانس واحد است.
دلیل اصلی برای این انتخاب به دلیل تمرکز بیشتر ما روی پیش‌بینی نوسانات است. واریانس شرطی p_t (قیمت نفت) با فرض مسیر رژیم کامل $\tilde{s}_t = (s_t, s_{t-1}, \dots)$ ، عبارت است از $h_t^{(i)} = V[\varepsilon_t|\tilde{s}_t, \Omega_{t-1}]$.
واریانس شرطی که از فرآیند GARCH(1,1) پیروی می‌کند، فرض می‌شود:

$$h_t^{(i)} = \alpha_0^{(i)} + \alpha_1^{(i)}\varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1^{(i)}h_{t-1} \qquad (۸)$$

که در آن h_{t-1} یک میانگین مستقل از واریانس‌های شرطی گذشته است. در واقع، در بحث رژیم سوئیچینگ، اگر h_{t-1} نیز وابسته به وضعیت‌های گذشته s_{t-1}است ، یعنی اگر h_{t-1} نیز دارای اندیس i باشد، باید n پارامتر برآورد کرد زیرا در این صورت $h_{t-1}^{(i)}$ نیز وابسته به $h_{t-2}^{(i)}$ و $h_{t-2}^{(i)}$ نیز وابسته به $h_{t-3}^{(i)}$ و ... خواهد شد که برآورد پارامترها در این حالت امری امکان ناپذیر است.کلاسن[۳۱] (۲۰۰۲) برای اجتناب از این مشکل، جمله زیر را برای واریانس شرطی معرفی کرد:

$$h_t^{(i)} = \alpha_0^{(i)} + \alpha_1^{(i)}\varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1^{(i)}E_{t-1}\left\{h_{t-1}^{(i)}\middle|s_t\right\} \qquad (۹)$$

امید انتظاری جمله فوق به‌صورت زیر محاسبه می شود:

$$E_{t-1}\{h_{t-1}^{(i)}|s_t\} = \tilde{p}_{ii,t-1}\left[(\mu_{t-1}^{(i)})^2 + h_{t-1}^{(i)}\right] + \tilde{p}_{ji,t-1}\left[\left(\mu_{t-1}^{(j)}\right)^2 + h_{t-1}^{(j)}\right] - \left[\tilde{p}_{ii,t-1}\mu_{t-1}^{(i)} + \tilde{p}_{ji,t-1}\mu_{t-1}^{(j)}\right]^2 \qquad (۱۰)$$

احتمالات نیز به‌صورت (۱۱) محاسبه می‌شوند:

$$\tilde{p}_{ji,t} = \Pr(s_t = j|s_{t+1} = i, \zeta_{t-1}) = \frac{p_{ji}Pr(s_t=j|\zeta_{t-1})}{Pr(s_{t+1}=i|\zeta_{t-1})} = \frac{p_{ji}p_{j,t}}{p_{i,t+1}} \qquad (۱۱)$$

که i,j=1,2

چون همبستگی سریالی در بازدهی ها وجود ندارد، پیش‌بینی h مرحله به جلو نوسانات در زمان T-1 می تواند به‌صورت (۱۲) محاسبه گردد:

$$\hat{h}_{T,T+h} = \sum_{\tau=1}^{h}\hat{h}_{T,T+\tau} = \sum_{\tau=1}^{h}\sum_{i=1}^{2}\Pr(s_\tau = i|\zeta_{T-1})\,\hat{h}_{T,T+\tau}^{(i)} \qquad (۱۲)$$

که در آن $\hat{h}_{T,T+h}$ پیش‌بینی نوسانات انباشت شده زمان T برای h مرحله بعد و $\hat{h}_{T,T+\tau}^{(i)}$ نشان دهنده پیش‌بینی نوسانات τ مرحله به جلو در رژیم i ساخته شده در زمان T است که می‌تواند به شکل بازگشتی محاسبه شود:

$$\hat{h}_{T,T+\tau}^{(i)} = \alpha_0^{(i)} + \left(\alpha_1^{(i)} + \beta_1^{(i)}\right)E_T\left\{\hat{h}_{T,T+\tau-1}^{(i)}\middle|s_{T+\tau}\right\} \qquad (۱۳)$$

بنابراین، پیش‌بینی های چند مرحله جلو نوسانات به‌صورت یک میانگین وزنی از پیش‌بینی‌های نوسانات چند مرحله جلو در هر رژیم محاسبه می شوند به‌طوری‌که وزن ها احتمالات پیش‌بینی هستند. پیش‌بینی نوسانات هر رژیم با یک فرمول به شکل گارچ بدست می‌آید به‌طوری‌که امید نوسانات دوره قبل به‌وسیله وزن دادن نوسانات

رژیم قبلی با احتمالات معادله (۱۴) مشخص می‌شود. در حالت کلی برای محاسبه پیش‌بینی نوسانات، احتمال فیلتر (هموار شده) τ دوره جلو مورد نیاز است.

در بحث مارکوف رژیم سوئیچینگ برای برآورد ماکزیمم درست‌نمایی، عنصر احتمال پیش‌بینی $p_{1.t}$ از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. احتمال قرار گرفتن در رژیم اول در زمان t با اطلاعات در دسترس در زمان t-1 به‌صورت زیر تصریح می‌گردد: (گری؛ ۱۹۹۶).

$$p_{1.t} = p\left[\frac{f_{1.t-1}p_{1.t-1}}{f_{1.t-1}p_{1.t-1}+f_{2.t-1}(1-p_{1.t-1})}\right] + (1-q)\left[\frac{f_{2.t-1}(1-p_{1.t-1})}{f_{1.t-1}p_{1.t-1}+f_{2.t-1}(1-p_{1.t-1})}\right] \qquad (۱۴)$$

که در آن p و q احتمالات انتقال در معادلهٔ (۱۱) و $p_{1.t} = pr(s_t = 1|\Omega_{t-1})$ ؛ $f_{1.t} = f(P_t|s_t = 1)$ و $f_{2.t} = f(P_t|s_t = 2)$ هستند. بنابراین تابع لگاریتم درست نمایی را می‌توان به‌شکل (۱۰) نوشت(مارکوسی، ۲۰۰۵؛ کلاسن، ۲۰۰۲و گری، ۱۹۹۶):

$$L = \sum_{t=1}^{T} \log[p_{1.t}f_{1.t} + (1-p_{1.t})f_{2.t}] \qquad (۱۵)$$

تابع فوق با استفاده از روش‌های محاسبات عددی ماکزیمم می‌گردد. در این پژوهش، فرآیند برآورد مدل‌های دو رژیمی مارکوف با استفاده از نرم افزارOxmetrics7انجام می‌شود.

۴- توصیف داده‌ها و تحلیل نتایج تجربی

داده‌های مورد استفاده در این پژوهش که قیمت روزانهٔ نفت خام اوپک است، توسط سایت اوپک[۳۲]جمع‌آوری گردیده است. اطلاعات آماری مورد نیاز در جدول زیر ذکر شده:

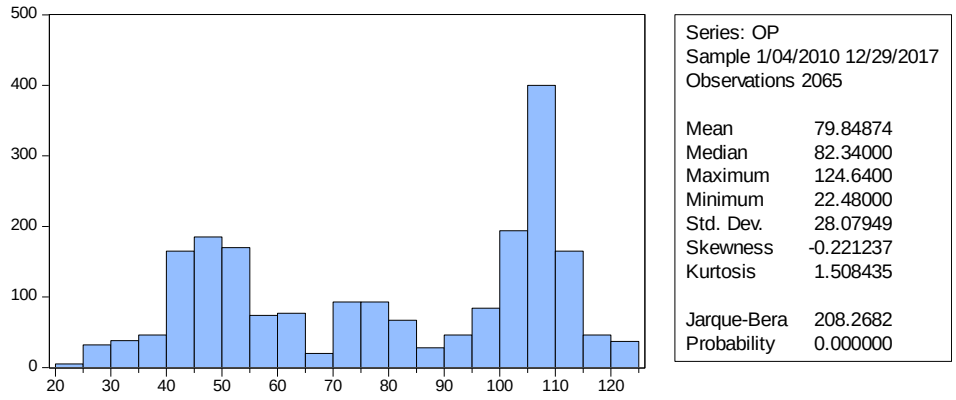
جدول (۴-۱)، اطلاعات اولیهٔ داده‌ها

بازه مورد ارزیابی	تعداد داده	کمینه داده	بیشینه داده	میانه داده	میانگین داده	کشیدگی	چولگی
۲۰۱۰/۰۱/۰۴- ۲۰۱۷/۱۲/۲۹	۲۰۶۵	۲۲/۴۸	۱۲۴/۶۴	۸۲/۳۴	۷۹/۸۵	۱/۵۰۸	-۰/۲۲۱

منبع: محاسبات پژوهش

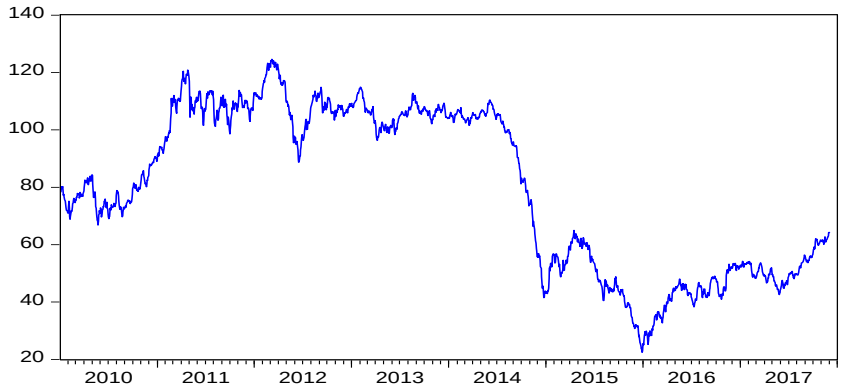
بیشترین قیمت نفت خام مربوط به سومین روز از ماه می ۲۰۱۲ بوده و درتاریخ ۲۰ ام ژانویه ۲۰۱۶ قیمت نفت اوپک به کمترین مقدار خود در این دوره می‌رسد. متوسط قیمت نفت نیز در این دوره مذکور برابر ۷۹/۸۵ می‌باشد.

نمودار مربوط به این داده‌ها نیز به‌صورت زیر است:



نمودار (۴-۱)، نمودار توزیع داده‌ها

یکی از عوامل مهم در پیش‌بینی صحیح سری زمانی، دانستن چگونگی پراکندگی داده‌ها و نوع توزیع آنها است. در جدول سمت راست نمودار فوق، آماره‌ای به نام جارک ـ برا[۳۳] مشاهده می‌شود. آزمون جارک ـ برا برای تشخیص نرمال بودن داده‌ها استفاده می‌شود. برای تحلیل چولگی و کشیدگی ضرایب می‌توان از این آزمون استفاده کرد.هرچه رقم آماره جارک ـ برا بیشتر باشد، میزان غیر نرمال بودن داده‌ها بیشتر است. اگر آماره احتمالآزمون جارک ـ برا از سطح معنی داری ۵٪ کمتر باشد، در آن صورت توزیع نرمال نیست.با مشاهده‌ی جدول بالا می‌توان دید که مقدار این آماره برابر ۲۰۸/۲۶۸است که رقم بالایی است و همچنین آماره احتمال آن نیز برابر صفر است که بیان‌گر غیر نرمال بودن توزیع داده‌هاست. از طرفی با مشاهدهٔ نمودار فوق مشاهده می‌شود که پراکندگی توزیع داده‌ها دارای کشیدگی با مقدار ۱,۵۰۸ و چولگی منفی با مقدار ۰,۲۲۱- هستند. نمودار سری داده‌های قیمت نفت خام اوپک نیز به شکل زیر است:



نمودار (۴-۲)، نمودار قیمت سری داده‌ها

در نمودار فوق مشاهده می‌شود که در سالهای ۲۰۱۱ الی ۲۰۱۲ که تحریم‌های نفتی اعمال شده از سوی قدرتهای جهانی بر ضد اقتصاد ایران که یکی از اعضای اوپک بوده است، تاثیری افزایشی بر روند قیمت نفت در آن سالها داشته است. در سال ۲۰۱۵ میلادی قیمت نفت با یک کاهش محسوسی روبه‌رو گردیده است. دلایل مربوط به این کاهش شدید قیمتی را می‌توان این‌طور بیان نمود که تا قبل از سال ۲۰۱۵ اوپک مدیریت عرضه نفت را برعهده داشت؛ به این صورت که از مازاد عرضه جلوگیری می‌کرد و هنگامی که تقاضا بیشتر از عرضه می‌شد، سعی بر کاهش این اختلاف داشت. اما در سال‌های اخیر با تغییر مدیریت اوپک و در دست گرفتن این عنوان توسط بزرگترین تولیدکننده نفت در این سازمان یعنی عربستان، به همراه هم‌پیمانان وی سعی بر افزایش عرضه نفت داشته و از طرفی با توجه به مشکلات اقتصادی و بحران‌های مالی در اروپا و آمریکا، تقاضا برای نفت کاهش پیدا کرد. این افزایش عرضه و کاهش تقاضا باعث کاهش محسوس قیمت نفت گردید. علت مهم دیگر، استفاده آمریکا از ذخایر نفتی خود است که این کار را به دلیل سیاسی و برای ضربه زدن به اقتصاد ایران و روسیه انجام داد. و در آخر هم می‌توان به عرضه نفت ارزان توسط گروه تروریستی داعش به عنوان عامل کاهش شدید قیمتی در ۱۰ سال اخیر اشاره کرد. آزمون‌های مختلفی با روش‌های گوناگونی به‌منظور تشخیص مانایی یا عدم آن وجود دارد که می‌توان به آزمون‌های دیکی فولر، دیکی فولر تعمیم یافته، فیلیپس پرون و ... اشاره کرد.در این‌جا نیز از آزمون‌های دیکی فولر و فیلیپس پرون برای مانایی سری داده‌های نفت خام مذکور استفاده شده و نتایج آن در جدول زیر ارائه گردیده است:

جدول (۴-۲)، ارزیابی مانایی سری

فرضیه صفر	آزمون	عدد محاسبه شده	Prob	مقادیر بحرانی ۱٪	مقادیر بحرانی ۵٪	مقادیر بحرانی ۱۰٪
سری ریشه واحد دارد	دیکی ـ فولر	-۰/۹۷۷	۰/۷۶۳	-۳/۴۳۳۳	-۲/۸۶۲۷۳	-۲/۵۶۷۴۵
سری ریشه واحد دارد	فیلیپس-پرون	-۰/۹۷۵۶	۰/۷۶۳۸	-۳/۴۳۳۳	-۲/۸۶۲۷۳۸	-۲/۵۶۷۴۵

منبع: محاسبات پژوهش

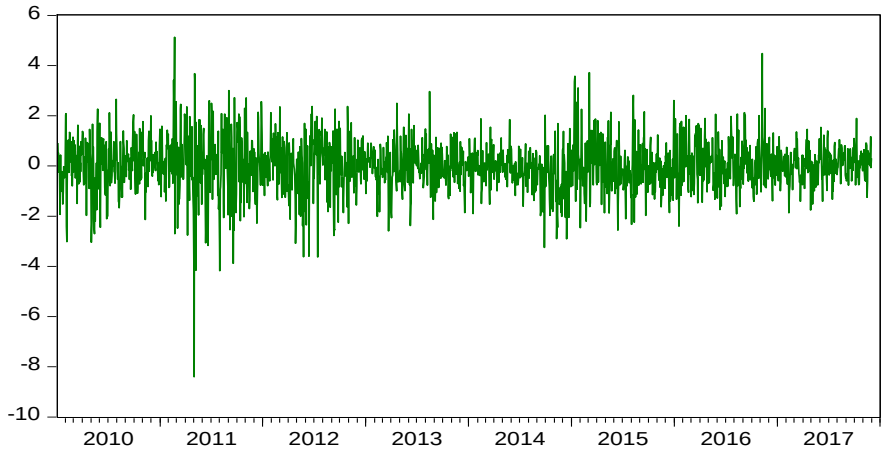
از آنجایی که فرضیه صفر دارای آماره احتمال بیشتر از ۵٪ است و همچنین مقدار قدر مطلق عدد محاسبه شده از مقدارهای بحرانی کم‌تراست، پس فرضیه صفر ما رد نمی‌شود و سری دارای ریشه واحد است؛ پس نامانا است و از آنجایی که اکثر سری‌های نامانا از نوع تفاضل مانا هستند، در این پژوهش نیز این مشکل نامانایی را با تفاضل‌گیری حل می‌شود و مرتبه آن نیز از طریق آماره‌های خود همبستگی[۳۴] و خود همبستگی جزئی[۳۵] مشخص می‌گردد. جدول زیر مانایی سری تفاضلی را گزارش می‌دهد:

جدول (۴-۳)، بررسی مانایی سری تفاضلی شده

فرضیه صفر	آزمون	عدد محاسبه شده	Prob	مقادیر بحرانی ٪۱	مقادیر بحرانی ٪۵	مقادیر بحرانی ٪۱۰
سری تفاضلی ریشه واحد دارد	دیکی ـ فولر	-۳۵/۶۹۰	۰/۰۰۰	-۳/۴۳۳۳۲	-۲/۸۶۲۷۴	-۲/۵۴۷۴۵
سری تفاضلی ریشه واحد دارد	فیلیپس- پرون	-۳۵/۷۴۶۵	۰/۰۰۰	-۳/۴۳۳۳۲	-۲/۸۶۲۷۴	-۲/۵۴۷۴۵

منبع: محاسبات پژوهش

همان‌گونه که از جدول‌های بالا مشاهده می‌شود، هم مقدار محاسبه شده آماره (قدرمطلق) بیشتر از مقدارهای بحرانی است و هم آماره احتمال آزمون کمتر از ۵٪ است. در نتیجه سری تفاضلی شده مانا می‌باشد. نمودار مربوط به سری تفاضلی شده به شکل زیر است:



نمودار (۴-۳)، نمودار تفاضلی قیمت نفت

همان‌طور که از نمودار فوق مشاهده می‌شود، سری تفاضلی شده دارای پراکندگی متقارن نسبت به روند سری داده‌ها است. اما نوسانات سری تفاضل قیمت نفت هم در برخی سالها کمتر و در برخی سالها بیشتر بوده است که بخشی از این نوسانات می‌تواند بخاطر رخدادهای سیاسی همچون بهار عربی در کشورهای نفت خیزی چون لیبی، اعمال تحریم‌های نفتی بر ضد اقتصاد ایران و جنگ‌های منطقه‌ای مثل ظهور داعش و جنگ داخلی در برخی کشورهای خاورمیانه باشد. همچنین عوامل اقتصادی مثل استفاده روزافزون کشورهای توسعه یافته از

انرژی‌های نوین مثل انرژی خورشیدی و جایگزین انرژی های نوین بجای سوختهای فسیلی همچون نفت بر تقاضای نفت خام و در نتیجه کاهش قیمت آن و نوسانات آن در سالهای اخیر نیز موثر بوده است.

نظر به این‌که بررسی کارایی ضعیف ارتباط قرینی با گام‌تصادفی داشته و بازار نفت خام دچار تغییرات متعددی می‌باشد، در راستای برآورد دقیق‌تر تغییرات قیمتی به منظور آگاهی مناسب از کارایی و یا عدم کارایی این بازار، مناسب آن است که تغییرات قیمتی را به دو بخش پرنوسان و کم‌نوسان تقسیم نمود. به همین منظور از مدل مارکوف رژیم سوئیچینگ گارچ دو رژیمی استفاده شده است و آماره آزمون هانسن که فرضیه دو رژیمی بودن در مقابل خطی بودن را آزمون می‌کند با مقدار ۳۵۳/۷۶ و احتمال آزمون صفر، موید دو رژیمی بودن تغییرات قیمت نفت می‌باشد.

پارامترهای حاصل از برآورد مدل مارکوف سوئیچینگ گارچ با توزیع نرمال برای سری تفاضلی شده در جدول (۴) ارائه شده است.

جدول (۴-۴): نتایج برآورد مدل مارکوف رژیم سویئچینگ گارچ ۲رژیمی

پارامتر	$\gamma_1^{(0)}$	$\gamma_1^{(1)}$	$\delta^{(0)}$	$\delta^{(1)}$	$\alpha_1^{(0)}$	$\alpha_1^{(1)}$	$\beta_1^{(0)}$	$\beta_1^{(1)}$	*Loglikelihood*
مقدار	۰/۱۷۴	۰/۳۸۷	۰/۰۶	۰/۶۱	۰/۰۳	۰/۳۹	۰/۹۵	۰/۶۲	-۲۷۳۰/۵۵۵
اماره t	۴/۷۶	۴/۷۴	۲/۰۹۵	۲/۱۰۸	۳/۶۴۰	۱/۹۰	۶۵/۴۷	۲/۴۹۱	-

منبع:محاسبات پژوهش

جدول (۴-۵): نتایج وقفه متغیرهای وابسته

مرتبه	AR(1)	AR(2)	AR(3)
مقدار آماره شوارتز	۲/۶۹۱	۲/۶۹۷	۲/۷۰۰

منبع: محاسبات پژوهش

با توجه به جدول فوق مشاهده می‌شود که آماره شوارتز وقفه اول نسبت به سایر وقفه‌های متغیر وابسته دارای مقدار کمتری است؛ بنابراین در برآورد مدل از وقفه اول متغیر وابسته استفاده شده است.

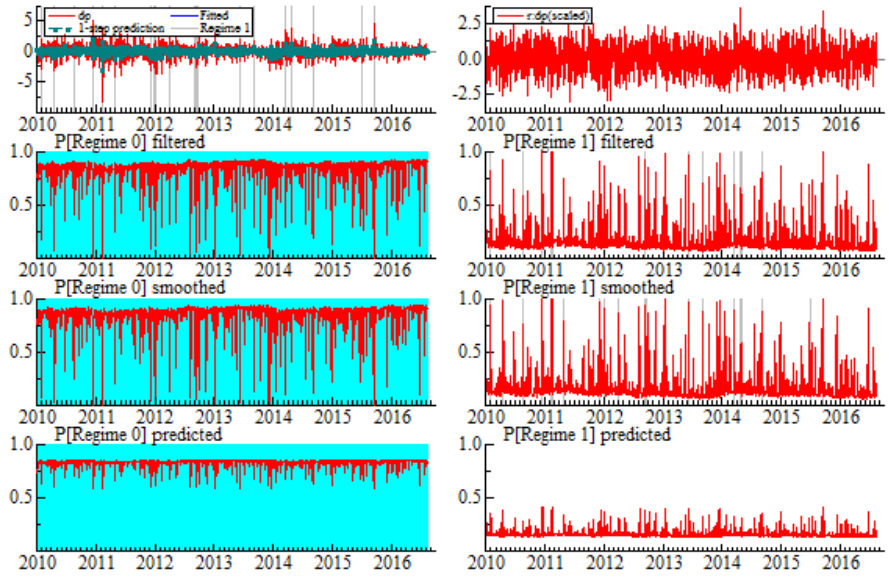
با استفاده از ضرایب موجود در جدول (۴-۴)، مشاهده می‌شود که رژیم صفر، رژیم کم‌نوسان و رژیم یک، رژیم پرنوسان است.

ماتریس احتمال انتقال برای مدل تغییر رژیم مارکوف ۲رژیمی به صورت زیر برآورد شده است:

$$p = \begin{bmatrix} p_{00} & p_{10} \\ p_{01} & p_{11} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0/88 & 0/59 \\ 0/12 & 0/41 \end{bmatrix}$$

در ماتریس احتمال انتقال بدست آمده، عدد ۰/۸۸ احتمال ماندن در رژیم کم نوسان با خطای ۰/۰۶، عدد ۰/۴۱ احتمال ماندن در رژیم پرنوسان است که دارای خطای ۰/۱۷ می‌باشد. همچنین عدد ۰/۵۹ احتمال تغییر از رژیم

پرنوسان به رژیم کم نوسان و عدد ۰/۱۲ احتمال تغییر از رژیم کم نوسان به رژیم پرنوسان می‌باشد. هنگامی که احتمال شرطی قرار گرفتن در رژیم پر نوسان افزایش می‌یابد، این امر به مثابهٔ هشداری پیش از وقوع نوسانات شدید قیمت نفت می‌باشد. همچنین در ادامه احتمالات فیلترشده، هموار شده و پیش‌بینی شده تا ابتدای سال ۲۰۱۸ به شرح زیر بدست آمده است و حاکی از احتمال بیشتر رژیم کم نوسان در ابتدای سال جدید میلادی دارد. به عبارت دیگر قیمت نفت در روندی آرام و کم نوسان در حال افزایش است. نمودار احتمالات هموارشده نشان می‌دهد که در هر لحظه از زمان با چه احتمالی در رژیم کم‌نوسان و با چه احتمالی در رژیم پرنوسان قرار داریم. هنگامی‌که احتمال شرطی وقوع رژیم پرنوسان افزایش یابد و این افزایش تداوم یابد سیاست‌گذار می‌تواند آن را به عنوان علامتی برای قرار گرفتن بازار نفت در رژیم پرنوسان قلمداد کند.



نمودار (۴-۴): احتمالات فیلتر شده، هموار شده و پیش‌بینی شده سری زمانی

با استفاده از آزمون پورت مانتئو به وجود و یا عدم وجود خودهم‌بستگی پرداخته شده است که با توجه به مقدار ۴۱/۷۶ و آماره احتمال ۰/۶، فرضیه صفر این آزمون مبنی بر عدم خودهم‌بستگی رد نمی‌شود. بنابراین خود هم-بستگی بین داده‌ها وجود ندارد. همچنین از آنجایی که در این مقاله از مدل گارچ استفاده شده است، در نتیجه به ناهمسانی واریانس توجه مبذول گشته است.

با استفاده از نتایج جدول (۴-۴) که در آن پارامترهای مدل مارکوف رژیم سوئیچینگ گارچ با میانگین شرطی AR(1)گزارش شده است، به تشریح کارایی بازار نفت خام اوپک پرداخته می‌شود.

$$p_t^{(i)} = \mu^{(i)} + \gamma_1^{(i)} p_{t-1} + \varepsilon_t^{(i)}$$
$$h_t^{(i)} = \alpha_0^{(i)} + \alpha_1^{(i)} \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1^{(i)} h_{t-1} \quad (۱)$$

معادلات فوق بیان‌گر فرم ریاضی مدل مارکوف سوئیچینگ گارچ با میانگین شرطی AR(1) می‌باشد. اندیس (i) نشان‌دهنده رژیم‌ها و $\gamma_1^{(i)}$ ضریب وقفه میانگین شرطی AR(1)می‌باشد که در این مدل شاهد دو رژیم کم-نوسان و پرنوسان هستیم. همان‌طور که در قبل هم اشاره شد، کارایی ضعیف در بازار نفت خام مستلزم پیش‌بینی پذیر نبودن قیمت‌ها در این بازار می‌باشد و درصورتی‌که قیمت‌ها قابل پیش‌بینی باشند شاهد ناکارایی در بازار نفت خام هستیم. آزمون‌های متعددی در خصوص کارایی بازار نفت خام وجود دارد که از جمله آن می‌توان به رویکرد سری زمانی اشاره نمود. درواقع، هنگامی‌که میانگین شرطی در هر رژیم، وایت نویز باشد یا به تبعیت از مطالعه عباسیان و ذوالفقاری، ضریب وقفه قیمت نفت ($\gamma_1^{(i)}$) تفاوت معنی‌داری با صفر نداشته باشد، در آن صورت می‌توان گفت که بازار دارای کارایی ضعیف است و در غیر این‌صورت فرضیه ضعیف کارایی در بازار نفت رد می‌شود. برحسب نتایج حاصل از برآورد مدل مارکوف سوئیچینگ گارچ در جدول (۴-۴)، ضریب AR(1)که همان $\gamma_1^{(i)}$ می‌باشد در هر دو رژیم کم‌نوسان و پرنوسان بزرگ‌تر از صفر و معنی دار است. بنابراین، طبق نتایج برآورد این مدل، در هر دو رژیم مذکور، بازار نفت خام اوپک ناکاراست و می‌توان به سود سیستماتیک دست یافت. بنابراین لازم است که سیاست‌گذاران بازار نفت در جهت شفافیت بیشتر اطلاعات و جریان آزاد اطلاعات در این بازار اقدامات لازم را اتخاذ نموده و در جهت کارایی آن تلاش نمایند.

موضوع مورد مطالعه در این مقاله از این جهت انتخاب گردیده است که نفت خام، مهم‌ترین شکل آن در معاملات بوده و در حجم وسیعی معامله می‌شود. این امر، نفت خام را به بارزترین شاخص کارایی بازار نفت تبدیل نموده است. شایان ذکر است که فرضیه ضعیف بازار کارا در حیطه بازار نفت خام اوپک در کشور تاکنون انجام نشده بود.

۵- نتیجه گیری و پیشنهاد

در این مقاله کارایی بازار نفت خام اوپک در طی سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۷ توسط مدل مارکوف رژیم سوئیچینگ گارچ دو رژیمی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از برآورد نشان‌دهنده عدم کارایی بازار نفت خام در هر دو رژیم کم‌نوسان و پرنوسان است.این ناکارایی می‌تواند پیامدهای منفی بر اقتصاد کشورهای درحال توسعه و به‌خصوص کشورهای عضو اوپک داشته باشد. از آنجایی که در اقتصاد جهانی این محصول یکی از مهم‌ترین کالاهای استراتژیک محسوب می‌شود که نقش بسزایی در تعیین بسیاری از معادلات منطقه‌ای دارد واز سویی دیگر درآمدهای ناشی از صادرات نفت در کشورهای عضو اوپک سهم قابل توجهی از تولید ناخالص داخلی و بودجه‌های سالیانهٔ آن‌ها را شامل می‌شود، لازم است سیاست‌گذاران و فعالان در این حوزه به منظور کارایی این بازار، سیاست‌های مناسبی را اتخاذ کنند تا از ایجاد حفره‌های اطلاعاتی و کسب سودهای نامتعارف جلوگیری به-عمل آید. با توجه به عدم کارایی ضعیف این بازار می‌توان با استفاده از مدل‌های سری زمانی به پیش‌بینی روند

حرکتی قیمت نفت خام پرداخت. پیش‌بینی قیمت نفت نه‌تنها نقش مؤثری در سیاست دولت‌ها بازی می‌کند، بلکه بر بهینه کردن میزان تولید در بلند مدت و همچنین از طریق برنامه‌ریزی صحیح به کنترل اثرات منفی شوک‌ها نیز کمک شایانی خواهد کرد. مبتنی بر مدل مارکوف رژیم سوئیچینگ گارچ می‌توانیم یک الگوی کاربردی مهم از این مدل که الگوی هشدار پیش از وقوع نوسانات شدید نام دارد را ارائه کنیم. همچنین باتوجه به این که اگر یک فرآیند در گذشته دچار تغییراتی شده ممکن است در آینده نیز رخ دهد، اهمیت این الگو بیش از پیش نمایان می‌گردد تا سرمایه‌گذار با توجه به آن بتواند تصمیم‌گیری بهتری نماید. گام اساسی در ارائه این الگو، برآورد ماتریس احتمالات انتقال است؛ زیرا با داشتن این ماتریس، احتمال ماندن در رژیم‌های پرنوسان و کم‌نوسان و همچنین تغییر از رژیم پرنوسان به کم‌نوسان و یا برعکس در دسترس خواهد بود. این الگوی هشدارگونه برای اتخاذ تدابیر مناسب برای مدیریت نوسانات شدید قیمت نفت عمل می‌کند. هنگامی‌که احتمال شرطی وقوع رژیم پرنوسان افزایش یابد و این افزایش تداوم یابد سیاست‌گذار می‌تواند آن را به عنوان علامتی برای قرار گرفتن بازار نفت در رژیم پرنوسان قلمداد کند و این علامت به مثابه الگویی هشدارگونه برای اتخاذ تدابیر مناسب برای مدیریت نوسانات شدید قیمت نفت عمل می‌کند. با استفاده از این الگو و محاسبه و پیش-بینی احتمالات شرطی می‌توان احتمال مواجه شدن بازار با نوسانات شدید قیمت در هر دوره پیش رو را پیش‌بینی نمود. در راستای کارایی بازار نفت خام پیش‌نهاداتی مطرح می‌گردد که عبارتند از:

۱) تشکیل هیأت بازرسی از اعضای اوپک به‌منظور نظارت مستمر و دقیق بر انتشار اطلاعات و قیمت نفت خام.

۲) نظارت مؤثر بر بورس‌های نفتی.

همچنین درخصوص مدل‌های مناسب باهدف پیش‌بینی قیمت نفت و بررسی کارایی بازار نفت پیشنهادات زیر مطرح است:

۱) استفاده از مدل‌های پارامتریک و نیمه پارامتریک مارکوف سوئیچینگ گارچ.

۲) استفاده از مدل‌های حافظه بلند مدت و مدل‌های ترکیبی.

فهرست منابع

* بکی حسکوئی، مرتضی، خواجه‌وند، فاطمه(۱۳۹۳)، " پیش‌بینی نوسانات بازارهای آتی نفت با استفاده از مدل‌های گارچ و مدل‌های تغییر رژیم مارکوف گارچ"، فصلنامه دانش مالی تحلیل اوراق بهادار، شماره ۲۳، ص ۸۵-۱۰۸.
* جهان‌خانی، علی، عبده تبریزی، حسین (۱۳۷۲)، " نظریه بازار کارای سرمایه"، فصلنامه تحقیقات مالی، شماره ۱، ص ۷-۲۳.
* راسخی، سعید، خانعلی‌پور، امیر (۱۳۸۸)، " تحلیل تجربی نوسانات و کارایی اطلاعاتی بازار سهام (مطالعه موردی: بورس اوراق بهادار تهران)"، شماره ۴۰، ص ۲۹-۵۷.

* راسخی، سعید، شهرازی، مهدی (۱۳۹۱)، " آزمون فرضیه کارایی بازار ارز: مطالعه موردی ایران"، فصلنامه اقتصاد پولی و مالی، شماره ۴.
* رستمی، محمدرضا، فرهمندی، سحر(۱۳۹۱)، "برآورد ارزش در معرض ریسک قیمت نفت خام و اثرات سرریز آن با استفاده از مدل گارچ چند متغیره MGARCH"، فصلنامه دانش سرمایه‌گذاری، شماره ۴.
* عباسیان، عزت اله، ذوالفقاری، مریم (۱۳۹۲)، " تحلیل پویای کارایی سطح ضعیف در بورس اوراق بهادار تهران توسط فیلتر کالمن"، فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی، شماره ۶۵.
* نادمی، یونس، سالم، علی‌اصغر (۱۳۹۵)، " بررسی کارایی ضعیف در دو رژیم پرنوسان و کم‌نوسان بازدهی بازار سهام تهران"، فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی، شماره ۷۷، ص ۱۳۹-۱۶۲.
* Arouri, M., Hammoudeh, S., (2013). "On the short-and long- run efficiency of energy and precious metal market", Journal of Energy Economics, vol. 40, pp. 832-844.
* Bjork, T., (2009). "Arbitrage Theory in continuous Time", Oxford University press Inc, NewYork.
* Charles, A., Darne, O., (2013). "The efficiency of the crude oil markets: Evidence from variance ratio tests",Journal of Energy policy, vol. 11, pp. 4267-4272.
* Dobbins, R., Wiit, S., Fielding, J., (1994). "Portfolio Theory and Investment Management", ed. Blackwell.
* Fama, E. F., (1970). "Efficiance Capital Market: A Review of Theory and Empirical work", Journal of Finance, vol. 2, pp. 383-417.
* Frunkfurter, G., Elton, M., (1996). "Toward Finance with meaning , the Methodology of Finance: What it is and What it can be", JAI press Inc.
* Gorska, A., Krawiec, M., (2016). "The Analysis of Weak-form Efficiency in the Market of Crude Oil", Journal of Economics and Business Studies, vol. 5.
* Gray, S., (1996). "Modelling the conditional distribution of Intrest rates as a regime-switching process", Journal of Financial Economics, vol. 42, pp. 27-62.
* Hamdi, M., (2013). "Testing Crude Oil Market Efficiency Using Artifical Neural Networks".
* Klassen, F., (2002)."Improving Garch volatility forecasts", Empirical Economics, vol. 27, pp. 363-394.
* Marcucci, J., (2005). "Forecasting stock market volatility with regime-switching Garch models", Studies in Nonlinear Dynamics & Econometrics, vol. 9, pp. 1-55.
* Mensi, W., Aloui, C., Hamdi, M and Nguyen, Duc., (2012). "Crude Oil Market Efficiency: An Emprical Investigation via the Shannon Entropy", Journal of International Economics, vol. 129, pp. 119-137.
* Said, A., Harper, A., (2015). "The efficiency of the Russian Stock Market: A Revisit of the Random Walk Hypothesis", Academy of Accounting and Financial Studies Journal, vol. 19, No. 1.
* Sharma, G., Mahendru, M., (2009). "Efficiency Hypothesis of the stock markets: A Case of Indian Securities", Journal of Business and Management, vol. 4, No. 3.
* Stivens, J., (2013). "Testing the efficiency of the futures market for crude oil using weight least squares", Journal of Applied Economics, vol. 20.

* Zhang, B., Li, X., He, F., (2014). "Testing the evolution of crude oil market efficiency: Data have the conn", Journal of Energy policy, vol. 68, pp. 39-52.
* Zhang, Y., Yao, T., He, L., (2015). "Forecasting crude oil market volatility: Can the regime switching GARCH model beat the single-regime GARCH models?" , Journal of statistical finance

یادداشت‌ها

[1] Gorska&Krawiec
[2] Zhang
[3] سازمان کشورهای صادر کننده نفت با نام اختصاری اوپک، یک کارتل بین‌المللی نفتی است که متشکل از کشورهای الجزایر، ایران،عراق، کویت، لیبی، نیجریه، قطر، عربستان سعودی، امارات متحده عربی، اکوادور، آنگولا و ونزوئلا است. مقر بین‌المللی اوپک از بدو تاسیس در سال ۱۳۳۹ در ژنو بود و در سال ۱۳۴۴ به شهر وین در کشور اتریش انتقال یافت.

[4] Charles &Darne
[5] Fama
[6] Efficient Market Hypothesis
[7] Capital Market
[8] Frankfurter &McGoun
[9] Information Efficiency
[10] Allocational Efficiency
[11] Operational Efficiency
[12] Sharma &Mahendru
[13] Weak Efficiency
[14] Semi strong Efficiency
[15] Strong Efficiency
[16] Random Walk Hypothesis
[17] Dobbins & et.al
[18] Martingle
[19] Detrended Fluctuation Analysis
[20] Mensi& et.al
[21] Modified Shannon Entropy
[22] Symbplic Time Series Analysis
[23] Stevens
[24] Hmdi
[25] Artifical Neural Network
[26] Arouri
[27] Zhang & et.al
[28] Said & Harper
[29] Unobserved
[30] Marcucci
[31] Klaassen
[32] www.quandl.com/opec
[33] JarqueBera
[34] AutoCorrelation Function
[35] Partial AutoCorrelation Function