فصل‌نامه‌ی مطالعات اقتصاد انرژی/ سال دهم / شماره‌ی ۴۳/ زمستان ۱۳۹۳/ صفحات ۲۰ – ۱

کارایی بازارهای نفت‌خام : مطالعه‌ی موردی سبد قیمتی نفت‌خام اوپک، برنت و WTI

احمد جعفری صمیمی
استاد اقتصاد دانشگاه مازندران **jafarisa@umz.ac.ir**

روزبه بالونژادنوری[۱]
دانشجوی دکتری اقتصاد دانشگاه مازندران **roozbeh_Noury@yahoo.com**

تاریخ دریافت: ۹۲/۱۲/۱ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۰/۲۲

چکیده

با توجه به اهمیت و جایگاه قیمت نفت در اقتصاد، هدف اصلی از پژوهش حاضر، بررسی فرضیه‌ی کارایی ضعیف در بازارهای اصلی نفت‌خام اوپک، برنت و WTI است. برای این منظور، از دو روش موجک‌ها و حرکت بروانی کسری و داده‌های روزانه‌ی قیمت‌های نفت‌خام برای دوره‌ی ۲۰۰۳:۱ – ۲۰۱۳:۹ استفاده شده است. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که سری زمانی قیمت نفت سبد اوپک و برنت، دارای وابستگی بلندمدت است. به این مفهوم که با توجه به این نتایج، فرضیه‌ی کارایی ضعیف در بازار نفت‌خام و در قیمت‌های سبد نفتی اوپک و برنت رد می‌شود؛ اما شواهدی برای رد این فرضیه برای نفت WTI به دست نیامده است. علاوه بر پیش‌بینی پذیری، یکی دیگر از پیامدهای وجود وابستگی بلندمدت و عدم وجود کارایی در یک سری زمانی این است که اثر یک تکانه بر قیمت نفت، به‌واسطه‌ی عواملی مانند بروز جنگ و یا بحران‌های مالی بین‌المللی، تا مدتی طولانی باقی خواهد ماند، بنابراین، توجه به این موارد در تعیین مخارج عمومی و سرمایه‌گذاری‌ها توسط دولت، مهم‌ترین پیشنهادهای این پژوهش را تشکیل می‌دهند.

طبقه‌بندی JEL: C14، Q40

کلید واژه: فرضیه‌ی کارایی ضعیف، بازار نفت، موجک‌ها، حرکت بروانی کسری

۱- نویسنده مسئول

۱- مقدمه

میان اقتصاددانان، در مورد جایگاه انرژی در فرآیند رشد و توسعه‌ی اقتصادی، اتفـاق نظر نسبی وجود داد. نفت به‌عنوان مهم‌ترین حامل انرژی، یکی از با اهمیت‌تـرین کالاهـا در سطح جهان است. از این رو، تغییرات قیمـت آن در بلندمـدت و کوتـاه‌مـدت، اثـرات مختلفی بر متغیرهای اقتصـاد کـلان و بازارهـای مـالی در کشـورهای صـادرکننده و یـا واردکننده‌ی نفت، خواهد داشت. پس از تکانه‌های قیمت نفت در دهه‌ی ۱۹۷۰ و اثـرات آن بر اقتصاد جهانی، بررسی ویژگی‌های بـازار نفـت، بـیش از پـیش بـرای اقتصـاددانان اهمیت پیدا کرد. تکانه‌های نفتی در آن سال‌ها، علاوه بر این‌که یک بحران را در اقتصـاد بین‌الملل ایجاد کرد، دانش اقتصـاد را نیـز در یـک شـرایط بحرانـی قـرار داد. منظـور از نقطه‌ی بحرانی، وضعیتی اسـت کـه در آن، دانـش اقتصـاد از توانـایی لازم بـرای تبیـین وضعیت تورم-رکود موجود و هم‌چنین پیش‌بینی شرایط آتی برخوردار نباشـد، بنـابراین اقتصاددانان همواره به دنبال پیدا کردن روش‌های دقیق‌تر به‌منظور تحلیل و پـیش‌بینـی بهتر از شرایط حال و آینده قیمت نفت هستند.

فاما[1] (۱۹۷۰)، این طور بیان می‌کند که در یک بازار کارا، قیمـت‌هـای مبادلـه شـده، دربردارنده‌ی تمام اطلاعات موجود هستند. از دید فاما، درصورتی‌که اطلاعـات موجـود و یا جدید در بازار به‌سرعت در قیمت‌ها انعکاس یابد، بازار کاراست. فاما در پـژوهش خـود کارایی بازار را به سه دسته‌ی کارایی قوی[2]، نیمه قـوی[3] و ضـعیف[4] تقسـیم‌بنـدی کـرده است. فرضیه‌ی بازار کارا[5] (EMH)، دلالت بر این دارد که تغییرات قیمـت‌هـا در بـازار، از یک الگوی گام تصادفی[6] پیروی می‌کند. اگر الگو به‌صورت گام تصـادفی باشـد، تغییـرات قیمت‌ها به‌طور تصادفی بوده و قیمـت در هـر روز، مـنعکس‌کننـده‌ی اطلاعـات بـازار در همان روز است. از این رو، اخبار برای بازار قابل پیش‌بینی نمی‌باشد و تنهـا اخبـاری کـه به‌صورت غیرقابل پیش‌بینی منتشر شوند می‌تواند بر قیمت‌ها اثر گذار باشـد. در صـورت قابل پیش‌بینی بودن، بازار دیگر کارا نخواهد بود و امکان به دست آوردن سودهای ویـژه و غیر نرمال[7] وجود خواهد داشت. (مالکیل[8] ۲۰۰۳).

1- Fama
2- Strong
3- Semi Strong
4- Weak
5- Efficient Market Hypothesis (EMH)
6- Random Walk
7- Abnormal
8- Malkeil

در سال ۱۹۶۰ در اجلاس بغداد، با حضور پنج کشور ایران، عراق، کویت، عربستان و ونزوئلا، سازمان کشورهای صادرکننده‌ی نفت[1] (OPEC) پایه‌گذاری شد. در حال حاضر این سازمان دارای ۱۲ عضو بوده و در پایان سال ۲۰۱۲ با تولید روزانه ۳۲/۴ میلیون بشکه نفت‌خام، حدود ۴۵ درصد از بازار این کالا را در اختیار دارد. هم‌چنین ۸۱٪ از ذخایر نفت‌خام قطعی جهان در اختیار کشورهای عضو اوپک بوده و به‌طور ویژه ۶۶ درصد از آن در کشورهای خاورمیانه است.

ایران هم اکنون با داشتن حدود ۱۵۷ میلیارد بشکه ذخیره‌ی نفت‌خام، سومین کشور در میان کشورهای عضو این سازمان از نظر میزان ذخایر است. هم‌چنین ایران در سال ۲۰۱۰ با صادرات ۲/۳ میلیون بشکه نفت‌خام، حدود ۵/۳ درصد از صادرات نفت جهان و ۹/۳ درصد از صادرات اوپک را به خود اختصاص داده است.[2] با توجه به داده‌های منتشرشده توسط بانک مرکزی، ایران در سال ۱۳۹۰، ۲/۳ میلیون بشکه نفت صادر کرده و سهم درآمد حاصل از صادرات این میزان نفت در درآمدهای دولت حدود ۵۰ درصد است.[3] هم‌چنین در همین سال سهم ارزش افزوده‌ی بخش نفت از کل تولید ناخالص داخلی ۲۷/۲ درصد بوده است. با توجه به موارد فوق و سهم نفت در اقتصاد، بررسی ویژگی‌های این بازار همواره مورد توجه اقتصاددانان به ویژه در کشورهای عمده‌ی صادرکننده‌ی نفت بوده است.

در پژوهش حاضر، فرضیه‌ی کارایی ضعیف قیمت‌های سبد نفتی اوپک، وست تگزاس اینترمدییت[4] (WTI) و برنت[5]، با استفاده از داده‌های روزانه‌ی قیمت برای سال‌های ۲۰۰۳:۱ -۲۰۱۳:۹ و روش‌های موجک[6] و حرکت براونی کسری[7] که به‌تازگی در اقتصاد مورد استفاده قرار گرفته‌اند، بررسی می‌شود. بر طبق این فرضیه، در یک بازار دارای کارایی ضعیف، انتظار بر آن است که تغییرات متوالی قیمت‌ها مستقل از یکدیگر باشند و از مطالعه‌ی روند قیمت‌ها در گذشته نتوان در پیش‌بینی آینده‌ی قیمت‌ها استفاده کرد. به عبارت ساده‌تر، با استفاده از داده‌های سری زمانی نمی‌توان بازده غیرمعمول کسب کرد. اگر بازار از یک فرآیند گام تصادفی پیروی کند، فرضیه‌ی کارایی ضعیف پذیرفته

1- Organization of the Petroleum Exporting Countries (OPEC)

۲- آمارهای فوق، بر اساس سایت اوپک (www.opec.org) گزارش شده است.

۳- آمارهای فوق براساس نماگرهای بانک مرکزی (www.cbi.ir) گزارش شده است.

4- West Texas Intermediate (WTI)

5- Brent

6- Wavelets

7- Fractional Brownian Motion (FBM)

می‌شود. برای این منظور، در ادامه و در بخش دوم، ادبیات موضوع و بخش سوم پیشینه تحقیق آورده می‌شود. در بخش چهارم به معرفی روش تحقیق پرداخته خواهد شد. در بخش پنجم نتایج حاصل از تحقیق ارائه می‌شود و بخش پایانی به نتیجه‌گیری و ارائه‌ی پیشنهادها اختصاص می‌یابد.

۲- مروری بر ادبیات موضوع

انرژی و سرمایه‌گذاری در آن، نیازمند اطلاعات و دانش گسترده در این حوزه به‌خصوص در مورد نحوه تغییرات قیمت‌ها در بازارهای جهانی است. مطالعات مختلف نشان داده است که تغییرات قیمت نفت، بر فعالیت‌های اقتصادی و دوره‌های[1] اقتصادی، اثر مستقیم دارد (روتمبرگ و وودفورد[2]، ۱۹۹۶، همیلتون[3]، ۲۰۰۳ و اولادوسو[4]، ۲۰۰۹). هم‌چنین در برخی مطالعات اشاره شده است که قیمت‌های بالای نفت می‌تواند موجب بحران اقتصادی شود (همیلتون، ۱۹۸۳). در حوزه‌ی اقتصاد پولی[5] نیز پژوهش‌های مختلف نشان می‌دهد که افزایش قیمت نفت اثرات پایدار بر تورم و اثرات کوتاه‌مدت بر رشد تولید (کونادو و پرز[6]، ۲۰۰۳) و یا اثر مستقیم بر فعالیت‌های اقتصاد کلان دارد (کیلیان[7]، ۲۰۰۹).

در بازار نفت، بحث کارایی بازار از اهمیت زیادی برخوردار است، زیرا نوسانات قیمت نفت، از مجاری و با اندازه‌ی مختلف از سایر متغیرها تأثیر می‌پذیرد و یا بر متغیرها و بخش‌های دیگر اثر می‌گذارد. فاما (۱۹۷۰) بیان می‌کند که در یک بازار کارا، تمامی اطلاعات در دسترس و مرتبط، به‌طور کامل و به‌صورت آنی بر قیمت‌های بازار اثر می‌گذارند و امکان کسب سودهای ویژه به‌واسطه استفاده از این اطلاعات وجود ندارد. در این وضعیت، قیمت بازار بهترین برآورد از ارزش آن کالا بوده و فرآیند ارزش‌گذاری هم‌تراز قیمت بازار خواهد بود. با این حال، در یک بازار کارا، قیمت ممکن است در شرایطی با ارزش واقعی دارایی برابر نباشد (بالاتر یا پایین‌تر باشد)، اما این انحراف از ارزش واقعی باید به‌صورت تصادفی باشد. در این صورت، در هر لحظه از زمان، احتمال

1- Cyclical
2- Rotemberg and Woodford
3- Hamilton
4- Oladosu
5- Monetary Economy
6- Cunado and Perez
7- Kilian

این‌که قیمت بالاتر یا پایین تراز مقدار واقعی خود باشد، برابر است. لازمه‌ی این امر این است که انحراف قیمت‌ها از ارزش واقعی دارایی و یا کالا، همبسته[1] نباشند. حال اگر بازار کارا نباشد، قیمت بازار منطبق بر ارزش واقعی دارایی نبوده و از آن انحراف خواهد داشت و فرآیند ارزش‌گذاری به دنبال تعیین تخمین مناسبی از ارزش واقعی آن خواهد بود. در این بین، افرادی که امکان تخمین بهتری از ارزش واقعی کالا را دارند، می‌توانند با مقایسه با ارزش بازاری آن، بازگشت سرمایه‌ی بالاتری را داشته باشند. به عبارت ساده‌تر، در این شرایط، انگیزه‌های سفته‌بازی در بازار افزایش می‌یابد. آروری و دیگران[2] (۲۰۱۰)، بیان می‌کنند هرچند فرضیه‌ی کارایی بازار در مورد قیمت‌گذاری سبد دارایی توسط فاما بیان شده، با این حال به‌واسطه‌ی دلالت‌های آن، در سایر بازارها از جمله بررسی پویایی‌های بازار نفت نیز قابل استفاده است.

فاما (۱۹۷۰)، با توجه به منبع و نوع اطلاعات موجود، سه نوع کارایی را با عنوان کارایی ضعیف، نیمه قوی و قوی معرفی کرده است. در کارایی ضعیف، هیچ سرمایه‌گذاری نمی‌تواند با بررسی تاریخچه‌ی تغییرات قیمت‌ها (سری زمانی داده‌ها)، درآمد کسب کند. در سال ۱۹۹۱ فاما بیان کرده است که اگر قیمت‌ها یک روند تصادفی داشته باشند، به‌طور مستقل تغییر خواهند کرد. در این وضعیت، قیمت هر دارایی، تخمین بدون تورش از ارزش واقعی دارایی است. کارایی نیمه قوی دلالت بر این موضوع دارد که هیچ سرمایه‌گذاری امکان کسب درآمد بر اساس اطلاعات عمومی[3] و یا اطلاعاتی که در دست افراد است را ندارد. شکل قوی کارایی، دلالت برای موضوع دارد که هیچ سرمایه‌گذاری امکان کسب درآمد ویژه با دسترسی به هرگونه اطلاعات را ندارد (اطلاعات عمومی و یا هر نوع اطلاعات مرتبط دیگر)، یعنی افراد و کسانی که به اطلاعات محرمانه‌ی بازار نیز دسترسی دارند، نتوانند سودی بیش از کسانی که به این اطلاعات دسترسی ندارند کسب کنند. به عبارت ساده‌تر، در یک بازار که دارای شرایط کارایی قوی است، هیچ فردی نمی‌تواند به دلیل دسترسی به اطلاعات محرمانه، سود غیرعادی به دست آورد.

به‌طور معمول، به‌منظور بررسی وجود وابستگی با دامنه‌ی بلندمدت[4] (LRD) و آزمون فرضیه‌ی کارایی ضعیف، از الگوهای ARFIMA[1] و روش‌های پارامتریک و نیمه

1- Correlated
2- Arouri et al.
3- Public Information
4- Long Range Dependence (LRD)

پارامتریک، می‌توان استفاده کرد. روش‌های پارامتریک، شامل روش حداکثر درست نمایی[2] (EML)، حداکثر درست نمایی تعدیل شده[3] (MPL) و حداقل مربعات غیرخطی[4] (NLS) است. اما ایراد این روش‌ها این است که به بحث مانایی سری زمانی مورد نظر و انتخاب وقفه‌های مناسب در تعیین الگوی ARFIMA(p,d,q)، حساس هستند (تاکو و توروفسکی[5]، ۱۹۹۸). از این رو، در مطالعاتی که هدف، بررسی وابستگی با دامنه‌ی بلندمدت و به‌طور کل تعیین میزان درجه‌ی انباشتگی کسری است، از روش‌های نیمه پارامتریک استفاده می‌شود.

روش‌های نیمه پارامتریک مورد استفاده در الگوهای ARFIMA را به‌طور کل می‌توان در دو دسته اصلی حوزه‌ی[6] فوریه[7] و موجک‌ها[8] طبقه‌بندی کرد (برخی اقتصاددانان، موجک‌ها را در گروهی جداگانه لحاظ می‌کنند؛ مانند نیلسن و فردریکسن[9]، ۲۰۰۸). ایده‌ی کلیدی در تجزیه‌ی فوریه این است که با تغییر فضا یا حوزه یک سری زمانی، امکان بررسی برخی از ویژگی‌های این سری که قابل بررسی نبودند، فراهم می‌شود. در تبدیل فوریه، از مجموعه‌ای از توابع سینوسی و کسینوسی به‌منظور نشان دادن یک تابع در دامنه‌ی فرکانسی استفاده می‌شود. از این رو، این تبدیل در بیش‌تر مواقع، در تجزیه و تحلیل‌های سری‌های زمانی نامانا مورد استفاده قرار می‌گیرد. با وجود این، فرض می‌شود که فرکانس تابع در طول زمان ماناست. یک سری فوریه، دارای انرژی نامحدود بوده که در طول زمان از بین نمی‌رود و هم‌چنین دارای قدرت محدود بوده که در طول زمان امکان تغییر ندارد. یک اختلال منفرد، تمام فرکانس‌های کل دوره‌ی سری را تحت تأثیر قرار داده و تغییر اندک در مشاهدات (فرکانس‌ها) نیز بر کل این سری اثر گذار است (یوسوشی[10]، ۲۰۰۹).

با توجه به محدودیت‌های توابع پایه‌ای فوریه، دسته‌ای دیگر از تخمین زن‌های نیمه پارامتریک بر اساس موجک‌ها توسط جنسن[11] (۲۰۰۰) معرفی می‌شود. محقق این روش

1- Fractional Integration
2- Exact Maximum Likelihood (EML)
3- Modified profile likelihood (MPL)
4- Non Linear Least Square (NLS)
5- Taqqu and Teverovsky
6- Domain
7- Fourier Domain
8- Wavelets
9- Nielsen and Frederiksen
10- Ysusi
11- Jensen

را به‌عنوان جایگزینی به‌منظور بهبود روش پریودگرام[1] و تخمین زن معرفی شده توسط گوویک و پورتر- هوداک[2] (۱۹۸۳) (GPH) معرفی می‌کند. با استفاده از توابع پایه، هر تبدیل موجک با تغییر مقیاس[3]، داده‌ها را به دامنه‌ی فرکانس برده و سپس هر جزء را در زمان و فرکانس مختلف نشان می‌دهد. به عبارت دیگر در این‌جا فضای زمان-فرکانس است. این برخلاف تبدیل‌های ابتدایی فوریه است که به‌وسیله‌ی توابع سینوسی و کسینوسی انجام می‌گیرد و تنها در فضای فرکانس می‌باشد. این امر موجب می‌شود که در موجک‌ها، تمرکز موضعی بر زمان و مقیاس باشد. موجک‌ها به ما اجازه می‌دهند که سیگنال‌هایی در مقیاس متفاوت را مشاهده کنیم. به این صورت که در ابتدا از یک فاصله‌ی دورتر ویژگی‌های کلی و سپس به تدریج با بزرگ نمایی، جزئیات بیش‌تری مشاهده می‌شود. در این رابطه شلیچر[4] (۲۰۰۰) بیان می‌کند که موجک‌ها مانند دوربینی مجهز به عدسی با زاویه‌ی دید عریض هستند که اجازه می‌دهند تصاویری از دورنمای یک منظره را داشته باشیم و در عین حال با بزرگ‌نمایی بتوانیم اجزای ذره بینی را که از چشم افراد پنهان مانده است را نیز ببینیم. هم‌چنین گراپس[5] (۱۹۹۵) می‌گوید که "موجک‌ها به ما این امکان را می‌دهند که هم جنگل را ببینیم و هم درختان"، به این مفهوم که اگر از دور به جنگل نگاه کنیم، تنها کلیات جنگل را می‌بینیم. اما با نزدیک شدن، اجزای آن یعنی درختان را نیز می‌توانیم مشاهده کنیم. از دیگر تفاوت‌های میان موجک‌ها و توابع پایه‌ی فوریه این است که بر خلاف سری‌های فوریه، هنگامی‌که یک اختلال در برخی از مشاهدات به وجود آید، تنها توابع پایه که مسئول نظارت رفتار در هر منطقه هستند تحت تأثیر قرار می‌گیرند. با توجه به ویژگی‌های موجک‌ها، به‌منظور مطالعه‌ی سیگنال‌های نامانا، از موجک استفاده می‌شود. زیرا در فرم ابتدایی تبدیل فوریه، اطلاعات زمان موجود نیست. موجک‌ها می‌توانند موجبات درک بهتری از تجزیه و تحلیل داده‌های اقتصادی، پیش‌بینی حاصل از بروز تکانه‌ها و مواردی از این دست را فراهم کنند. به همین دلیل در چند سال اخیر، به‌واسطه‌ی ویژگی‌های موجک‌ها، در مطالعات اقتصادی کاربرد زیادی پیدا کرده‌اند.

1- Periodogram
2- Gewek and Porter-Hoduk
3- Scale
4- Schleicher
5- Graps

۳- پیشینه‌ی پژوهش

بیش‌تر مطالعات در زمینه آزمون فرضیه‌ی کارایی بازار، به بررسی کارایی ضعیف پرداخته‌اند. سرلتیز و باناک[1] (۱۹۹۰)، با استفاده از داده‌ای روزانه ۲ ماهه‌ی قیمت نفت و گازوئیل بر اساس قیمت‌های اتاق مبادلات بازرگانی نیویورک، فرضیه‌ی کارایی بازار را مورد تأیید قرار داده‌اند. کرودر و حمید[2] (۱۹۹۳) نیز با استفاده از روش هم جمعی این فرضیه را تأیید کرده‌اند. گرین و موراک[3] (۱۹۹۱)، از روش GMM[4] برای دوره‌ی زمانی ۱۹۷۸-۱۹۸۵، نتیجه گرفته‌اند که فرضیه‌ی کارایی ضعیف رد می‌شود. با این وجود، با تفکیک داده‌ها به دوره‌های کوچک‌تر، مشاهده می‌شود که کارایی در طول زمان بهبود پیدا کرده است. ماسلیوک و اسمیس[5] (۲۰۰۸)، از طریق روش آزمون ریشه‌ی واحد نتیجه گرفته‌اند که قیمت هفتگی نفت در دوره‌ی ۱۹۹۱-۲۰۰۴ دارای فرآیند گام تصادفی بوده است. چارلز و دارن[6] (۲۰۰۹)، با استفاده از آزمون نسبت واریانس[7] نشان دادند که در دوره‌ی زمانی ۱۹۹۴ – ۲۰۰۸، بازار نفت برنت دارای کارایی ضعیف، ولی بازار نفت WTI ناکارا بوده است. با استفاده از الگوهای فضا - حالت[8]، آروری و دیگران (۲۰۱۰) نشان داده‌لند که قیمت‌های نفت در کوتاه‌مدت قابل پیش‌بینی است؛ در نتیجه فرضیه‌ی کارایی ضعیف در بازار رد می‌شود. در برخی مطالعات، به‌منظور آزمون فرضیه‌ی کارایی ضعیف، به بررسی وابستگی با دامنه‌ی بلندمدت (LRD) پرداخته شده است. در یک فرآیند با وابستگی با دامنه‌ی بلندمدت، مشاهدات یا داده‌ها در گذشته، با مشاهدات یا داده‌ها در آینده همبسته[9] هستند. در یک سری زمانی دارای ویژگی LRD، تابع خودهمبستگی به‌صورت شبه هذلولی[10] کاهش می‌یابد. نرخ کاهش شبه هذلولی، بسیار آهسته‌تر از نرخ کاهش تابع خودهمبستگی سری زمانی دارای وابستگی با دامنه‌ی کوتاه‌مدت[11] است. وجود وابستگی بلندمدت دلالت بر قابل پیش‌بینی بودن داده‌ها، حداقل در کوتاه‌مدت دارد. آلوارز رامیرز و دیگران[12] (۲۰۰۲)، با محاسبه‌ی ضریب

1- Serletis and Banack
2- Crowder and Hamid
3- Green and Mork
4- Generalized Method of Moment (GMM)
5- Maslyuk and Smyth
6- Charles and Darne
7- Variance Ratio Test
8- State Space
9- Correlated
10- Hyperbolic
11- Short Range Dependency (SRD)
12- Alvarez-Ramirez et al.

هورست[۱]، بیان کرده‌اند که تنها در داده‌های هفتگی قیمت نفت برنت و WTI فرضیه‌ی کارایی بازار مورد پذیرش قرار خواهد گرفت. در سال ۲۰۰۴، سرلتیس و آندریادیس[۲] با روش DFA[۳] نشان داده‌اند که در بازار نفت آمریکای جنوبی قیمت نفت WTI دارای گام تصادفی نبوده و بنابراین فرضیه‌ی مورد بررسی رد می‌شود. تاباک و کاجویرو[۴] (۲۰۰۷)، با استفاده از روش R/S[۵] نتیجه گرفته‌اند که کارایی بازار نفت در طول زمان افزایش پیدا کرده است. در سال ۲۰۰۸ با استفاده از روش نا پارامتریک DFA و داده‌های قیمت نفت برای سال‌های ۱۹۸۷-۲۰۰۷، آلوارز- رامیرز و دیگران نتیجه گرفته‌اند بازار نفت دارای کارایی است. آلوارز- رامیرز و دیگران (۲۰۱۰) با بررسی وقفه‌های خودهمبستگی کسری نتیجه‌گیری کرده‌اند که تابع خودهمبستگی دارای وابستگی بلندمدت است.

به‌منظور بررسی وجود وابستگی با دامنه‌ی بلند و در نتیجه آزمون فرضیه‌ی کارایی ضعیف، از روش‌های پارامتریک[۶]، نیمه پارامتریک[۷] و نا پارامتریک[۸] می‌توان استفاده کرد. در مطالعه‌ی حاضر، به‌منظور بررسی فرضیه‌ی کارایی ضعیف بازار در بازارهای اصلی نفت‌خام اوپک، برنت و WTI، از روش‌های نیمه پارامتریک موجک‌ها و حرکت براونی کسری که به تازگی در اقتصاد به کار گرفته شده‌اند، استفاده خواهد شد.

۴- روش تحقیق

ویژگی وابستگی با دامنه‌ی بلندمدت (LRD) یک سری زمانی را در دامنه‌ی زمان می‌توان با کاهش تابع خودهمبستگی به‌صورت شبه هذلولی[۹] و در دامنه‌ی فرکانس، این موضوع را می‌توان با یک تابع چگالی طیفی[۱۰] که در فرکانس صفر به سمت بی‌نهایت میل می‌کند نشان داد. اگر X_t یک فرآیند مانا با تابع خودهمبستگی γ_τ بوده و تابع خودهمبستگی به‌صورت شبه هذلولی کاهش یابد، آن‌گاه در این فرآیند، وابستگی با دامنه‌ی بلندمدت وجود داشته و در این وضعیت، امکان پیش‌بینی سری زمانی بر اساس مقادیر گذشته‌ی آن وجود دارد (دیساریو و دیگران،[۱۱] ۲۰۰۸):

$$\gamma_t(\tau) \approx c|\tau|^{2d-1} \qquad (1)$$

1- Hurst Parameters
2- Serletis and Andreadis
3- Deterended Fluctuation Analysis
4- Tabak and Cajueiro
5- Rescaled Range Analysis (R/S)
6- Parametric
7- Semi Parametric
8- Nonparametric
9- Hyperbolic
10- Spectral Density
11- Disario et al

شرط وجود وابستگی با دامنه‌ی بلندمدت در این فرآیند این است که $d \in (0,0.5)$ باشد. هم‌چنین در دامنه‌ی فرکانس، یک سری زمانی با تابع چگالی طیفی $\omega(\lambda_s)$ در فرکانس $\lambda_s \in (-\pi, \pi]$، دارای ویژگی‌های وابستگی با دامنه‌ی بلندمدت خواهد بود اگر: (هو و پرون[1]، ۲۰۱۴، و دیساریو و دیگران، ۲۰۰۸).

$$\omega(\lambda_s) \approx c|\lambda_s|^{-2d} \quad , \quad \lambda_s \to 0 \ , \ c > 0 \qquad (۲)$$

یکی از روش‌های اقتصادسنجی که برای بررسی وجود وابستگی بلندمدت مورد استفاده قرار می‌گیرد، الگوی خود رگرسیونی انباشته‌ی کسری میانگین متحرک (ARFIMA) است. در این الگوها، درجه‌ی انباشتگی کسری یا تفاضل‌گیری[2]، d نامیده می‌شود. الگوهای حافظه بلند در شکل کلی انباشته کسری، برای اولین بار توسط گرنجر و جویس[3] (۱۹۸۰) به ادبیات اقتصادسنجی معرفی شده‌اند. در یک سری زمانی دارای وابستگی با دامنه‌ی بلندمدت، تابع خودهمبستگی (ACF) به‌صورت شبه هذلولی کاهش می‌یابد. نرخ کاهش شبه هذلولی، بسیار آهسته‌تر از نرخ کاهش تابع خودهمبستگی سری زمانی دارای وابستگی با دامنه‌ی کوتاه‌مدت است. الگوی ARFIMA(p,d,q) با میانگین μ به‌صورت کلی زیر نمایش داده می‌شود:

$$\Phi(L)(1-l)^d(X_t-\mu) = \Theta(L)\varepsilon_t \quad , \quad \varepsilon_t \sim i.i.d(0,\sigma^2) \qquad (۳)$$

در این‌جا L، عملگر وقفه است. هم‌چنین:

$$(1-l)^d = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{\Gamma(k-d)L^k}{\Gamma(-d)\Gamma(k+1)} \qquad (۴)$$

عملگر تفاضل کسری است. ضریب d، می‌تواند هر عدد حقیقی باشد. در این حالت، اگر تمام ریشه‌های $\Phi(L)$ و $\Theta(L)$ در داخل دایره‌ی واحد قرار داشته و $|d| < 0.5$ باشد، فرآیند تصادفی X_t مانا و معکوس‌پذیر و اگر $|d| > 0.5$ باشد، آن‌گاه فرآیند ناماناست. هم‌چنین در صورتی که $d \in (0,0.5)$ باشد، این فرآیند دارای خواص وابستگی با دامنه‌ی بلندمدت یا وابستگی مثبت بلندمدت و اگر $d \in (-0.5,0)$ باشد، فرآیند دارای ویژگی‌های میان‌مدت یا وابستگی بلندمدت منفی است (گرنجر و جویس، ۱۹۸۰).

در الگوهای ARFIMA، عدد غیر صحیح d، بسیار تعیین کننده است. اگر معادله‌ی (۳) را بازنویسی و ساده‌سازی کنیم، خواهیم داشت:

$$(X_t-\mu) = \Phi(L)(1-l)^d\Theta(L)\varepsilon_t \qquad (۵)$$

1- Hou and Perron
2- Differencing
3- Granger and Joyeux

$$\lambda_j = (1/j!)(d+j-1)(d+j-2)(d+j-3)\ldots(d+1))d) \qquad (۶)$$

قابل اثبات است که اگر $\lambda < 1$ باشد، λ_j را می‌توان به‌صورت زیر تقریب زد:

$$\lambda_j \cong (j+1)^{d-1} \qquad (۷)$$

بنابراین، برای j های بزرگ، λ_j که ضریب واکنش ضربه‌ای است را می‌توان به فرم زیر تعریف کرد:

$$X_t = \lambda_0\varepsilon_t + \lambda_0\varepsilon_{t-1} + \lambda_0\varepsilon_{t-2} + \cdots \qquad (۸)$$

هم‌چنین چگالی طیفی یک الگوی ARFIMA(p,d,q) به فرم زیر است:

$$f(\lambda) = \frac{\sigma^2}{2\pi}\left|1-e^{i\lambda}\right|^{-2d}\left|\frac{\Theta(e^{i\lambda})}{\Phi(e^{i\lambda})}\right| = \frac{\sigma^2}{2\pi}(2\sin\frac{\lambda}{2})^{-2d}\left|\frac{\Theta(e^{i\lambda})}{\Phi(e^{i\lambda})}\right| \qquad (۹)$$

با تقریب رابطه‌ی (۹) حول یک مقدار ثابت خواهیم داشت:

$$f(\lambda) = G\left|1-e^{i\lambda}\right| \sim G|\lambda|^{-2d} \quad , \quad 0 < G < \infty \qquad (۱۰)$$

خودهمبستگی یک سری ARIMA مانا، به‌صورت نمایی کاهش می‌یابد. در صورتی که در یک سری انباشته‌ی کسری، تابع خودهمبستگی به‌صورت شبه هذلولی کاهش می‌یابد. به عبارت دیگر، مادامی‌که ضریب واکنش ضربه‌ای در یک سری ARIMA مانا به‌صورت هندسی از بین برود، فرآیند معادله‌ی (۶) به‌صورت آهسته کاهش می‌یابد. به همین دلیل است که سری‌های انباشته‌ی کسری دلالت بر وابستگی با دامنه‌ی بلندمدت سری زمانی دارند.

از اولین روش‌های تعیین ضریب d در حوزه‌ی فوریه، روش پریودگرام[1] و تخمین زن GPH است. در این روش، تخمین d بر اساس شیب تابع چگالی طیفی (رابطه‌ی ۹) حول بسامد زاویه‌ای $(\xi = 0)$ انجام شده و رگرسیون طیفی به فرم زیر تعریف می‌شود:

$$\ln\{I(\zeta_\lambda)\} = \beta_0 + \beta_1 \ln\left\{4\sin^2\left(\frac{\zeta_\lambda}{2}\right)\right\} + \eta_\lambda \quad , \quad \lambda = 1,2,\ldots\ldots\upsilon \qquad (۱۱)$$

در رابطه‌ی فوق، $I(\zeta_\lambda)$ پریودگرام نمونه و منفی ضریب زاویه‌ی حاصل از تخمین $\hat{\beta}$، تخمین d است. از این تخمین‌زن در مطالعات تجربی به‌منظور تعیین مانایی یا وارون‌پذیری پارامتر d استفاده می‌شود. به این شکل که اگر $|d| < 0.5$ باشد، سری دارای وابستگی با دامنه‌ی بلندمدت خواهد بود. با این حال، مطالعات مختلف نشان می‌دهد که در صورت وجود اجزاء پویایی‌های کوتاه‌مدت در سری زمانی، تخمین زن

1- Periodgram

GPH تورش دار خواهد بود (ویچر و جنسن[1] ۲۰۰۰). در ادامه، انواع دیگری از تخمین زن‌ها به‌منظور بهبود تخمین‌زن GPH از قبیل تعدیل ریزن[2] (۱۹۹۴) معرفی می‌شود.

روش نیمه پارامتریک دیگر تخمین d در حوزه‌ی فوریه، روش وایتل[3] است. این روش اولین بار توسط رابینسون (۱۹۹۵)، به‌منظور تعیین وجود LRD در یک سری زمانی مورد استفاده گرفته است:

$$Q_{\omega}(G,d)=\frac{1}{m}\sum_{j=1}^{m}\left[\log\left(G\lambda_j^{-2d}\right)+\frac{\lambda_j^{2d}}{G}I_x(\lambda_j)\right] \quad (۱۲)$$

با توجه به محدودیت‌های توابع پایه‌ای فوریه، دسته‌ای دیگر از تخمین زن‌های نیمه پارامتریک بر اساس موجک‌ها توسط جنسن[4] (۲۰۰۰) معرفی شده است. در این روش، یک تابع پایه $g(t)$ به‌منظور توضیح داده‌ها یا توابع، به فرم کلی زیر قابل استفاده است:

$$x(t)=\sum_{j,k}\omega_{j,k}g(t)\ ,\qquad t=1,2,\dots,T \quad (۱۳)$$

در این‌جا $\omega_{j,k}$ ضرایب یا وزن‌ها هستند. موجک‌ها، توابع پایه‌ایی با خواص ویژه‌ای هستند، آن‌ها دارای بی‌نهایت فرم یا شکل بوده، اما تمام آن‌ها در ساختار پایه مشترک هستند. به این معنی که در ساختار پایه، دارای موجک‌های پدر(ϕ) و موجک‌های مادر(ψ)، می‌باشند. موجک‌های پدر عبارت‌اند از:

$$\phi_{j,k}(t)=2^{j/2}\phi(2^j t-k) \quad (۱۴)$$

هم‌چنین موجک‌های مادر نیز عبارت‌اند از:

$$\psi_{j,k}(t)=2^{j/2}\psi(2^j t-k) \quad (۱۵)$$

در این روابط، k نشان دهنده‌ی دوره (زمان) و j نشان دهنده‌ی مقیاس است. در فرکانس‌های بالا، امکان تمرکز روی جهش‌ها و به‌طور کل عدم پیوستگی در سیگنال‌های کوتاه‌مدت را فراهم می‌کند و در فرکانس‌های پایین، تمرکز بر پیامدهای بلندمدت است. به عبارت دیگر، می‌توان با نگاه کردن به یک سری از فاصله‌ی دور (فرکانس پایین)، ویژگی‌های کلی و با نگاه کردن از نزدیک (فرکانس بالا)، جزئیات بیش‌تری از سری را مشاهده کرد (جنسن، ۲۰۰۰). هم‌چنین، یک تبدیل موجک سری زمانی ($x(t)$)، به‌وسیله‌ی هر دو موجک پدر و مادر به شکل زیر به دست می‌آید.

$$x(t)=\sum_{k=1}^{N_j}\upsilon_{j,k}\phi_{j,k}(t)+\sum_{j=1}^{j}\sum_{k=1}^{N_j}\omega_{j,k}\psi_{j,k}(t) \quad (۱۶)$$

1- Whitcher and Jensen
2- Reisen
3- Whittle
4- Jensen

در این‌جا، $\upsilon_{j,k}$ و $\omega_{j,k}$ ضرایب و N_j تعداد ضرایب در j-t امین مقیاس است. این تبدیل با عنوان تبدیل موجک گسسته[1] شناخته می‌شود. ضریب موجک $w_{j,k}$ یک فرآیند x_t تابعی از ضریب مقیاس، j، و ضریب دوره (زمان)، k است[2]:

$$w_{j,k} = 2^{\frac{j}{2}} \int x(t)\psi\left(2^j t - k\right)dt \qquad (۱۷)$$

گر R(j) واریانس ضریب موجک در مقیاس j باشد، می‌توان نشان داد که:

$$R(j) = \sigma^2 2^{-2jd} \qquad (۱۸)$$

به عبارت دیگر، واریانس ضریب موجک مستقل از ضریب زمان خواهد بود. با لگاریتم‌گیری از رابطه‌ی فوق خواهیم داشت:

$$\ln R(j) = \ln\sigma^2 - d\ln 2^{2j} \qquad (۱۹)$$

که با تخمین رابطه‌ی فوق، پارامتر انباشتگی کسری قابل محاسبه است (جنسن ۱۹۹۹).[3] در مورد چگونگی انتخاب میان روش‌های فوق باید گفت که فای و دیگران[4] (۲۰۰۹) و بوتاهار و خلفوی[5] (۲۰۱۱)، با استفاده از روش‌های شبیه‌سازی[6] از قبیل مونت کارلو[7] نشان دادند که روش‌های مبتنی بر موجک، نسبت به روش‌های پایه‌ی فوریه (از قبیل GPH، ریزن، رابینسون و ...)، دارای عملکردی بهتر و میانگین مربعات خطای[8] کم‌تری است.

در پژوهش حاضر از حرکت براونی کسری (FBM)، به‌عنوان روش دوم بررسی وجود وابستگی با دامنه‌ی بلندمدت و در نتیجه وجود کارایی ضعیف استفاده شده که در حقیقت تعمیم‌یافته‌ی حرکت براونی با ضریب هورست[9] است. این روش توسط مندلبروت و ون نس[10] (۱۹۶۸) معرفی شده است. هم‌چنین FBM به‌عنوان یک فرآیند گام تصادفی نیز شناخته می‌شود. یک فرآیند گام تصادفی زمانی حرکت براونی نامیده

1- Discrete Wavelet Transform (DWT)

۲- ضریب j بیانگر فاصله‌ی میان نوسان‌ها و ضریب k بیانگر نوسان‌های درون موجک است. هم‌چنین افزایش k به مفهوم افزایش بسامد می‌باشد. برای مطالعه‌ی بیش‌تر در این زمینه رجوع شود به: Percival and Walden (2000)

۳- به منظور مطالعه‌ی بیش‌تر در مورد موجک‌ها رجوع شود به: Percival and Walden (2000)

4- Fay et al
5- Boutahar and Khalfaoui
6- Simulation
7- Mont Carlo
8- Mean Squared Error
9- Hurst
10- Mandelbrot and Van Ness

می‌شود که در آن H=1/2 باشد. یکی از رویکردها در الگوسازی فرآیندهای اقتصادی با وابستگی بلندمدت، از طریق معادلات تفاضلی تصادفی منتج از حرکت براونی کسری است (آلوس و دیگران[۱]، ۲۰۰۰). در این رویکرد، اثر وابستگی بلندمدت را می‌توان از جزء اختلال به دست آورد. بر طبق فرضیه‌ی کارایی ضعیف، قیمت یا بازدهی بازار قابل پیش‌بینی نبوده و دارای حافظه نیست. اگر سری زمانی مورد بررسی دارای وابستگی با دامنه‌ی بلندمدت باشد، میان داده‌ها با فاصله‌ی زمانی از یکدیگر، خودهمبستگی معنی‌داری وجود دارد. حال اگر بتوان از داده‌های دوره‌های گذشته برای پیش‌بینی مقادیر در آینده استفاده کرد، فرضیه‌ی کارایی بازار نقض می‌شود. به این منظور، در پژوهش حاضر، با تخمین ضریب هورست از روش حرکت براونی کسری، وجود وابستگی بلندمدت در داده‌های قیمت و در نتیجه برقراری فرضیه‌ی کارایی ضعیف در بازار نفت، مورد ارزیابی قرار خواهد گرفت. یک فرآیند گوسی[۲] به شکل:

$$B^H = \{B_t^H, t \geq 0\} \qquad (۲۰)$$

ازای هر $H \in (0,1)$ یک حرکت براونی کسری خواهد بود اگر:

$$E(B_t^H) = 0 \qquad (۲۱)$$

$$E(B_t^H, B_s^H) = \frac{1}{2}\left(|t|^{2H} + |s|^{2H} - |t-s|^{2H}\right) \quad t, s \in \mathbb{R} \qquad (۲۲)$$

در این‌جا H، ضریب هورست است. اگر 1>H>1/2 باشد، FBM به شکل زیر دارای ویژگی وابستگی با دامنه‌ی بلندمدت است. در حقیقت ضریب هورست، تعیین کننده‌ی نوع فرآیند FBM است:

$$\sum_{n=1}^{\infty} E\left[B_H(1)\left(B_H(n+1) - B_H(n)\right)\right] = \infty \qquad (۲۳)$$

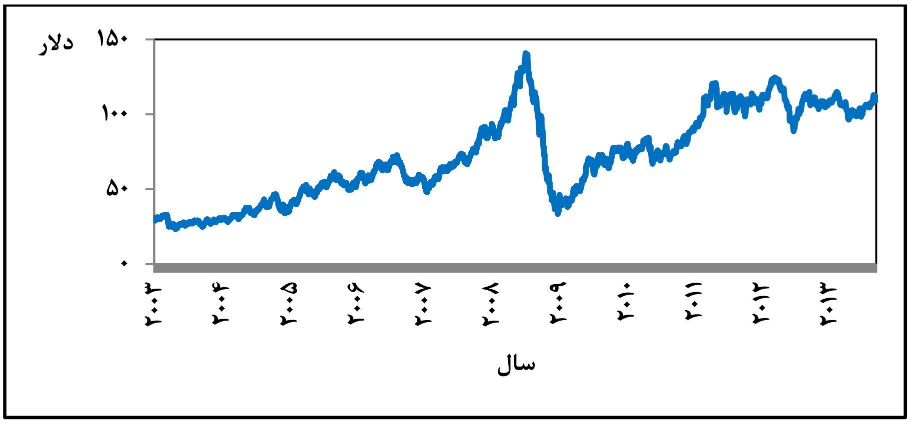
در پژوهش حاضر، از فیلترهای DLA4[۳]، DLA6، DLA8 و DLA16، به‌منظور تجزیه[۴] و تخمین ضریب هورست، استفاده شده است. به‌منظور یکسان‌سازی و قابلیت مقایسه میان نتایج ضریب تفاضل کسری (d) حاصل از روش موجک و ضریب هورست (H) حرکت براونی کسری، از رابطه‌ی پیترز[۵] (۱۹۹۹) به شکل زیر استفاده می‌شود. به این معنی که ابتدا ضریب تفاضل کسری از روش موجک محاسبه شده و سپس بر اساس آن، با توجه به رابطه‌ی زیر، ضریب هورست به دست می‌آید:

$$H = d + \frac{1}{2} \qquad (۲۴)$$

1- Alos et al
2- Gaussian
3- Daubechies least Asymmetry (DLA)
4- Decomposition
5- Peters

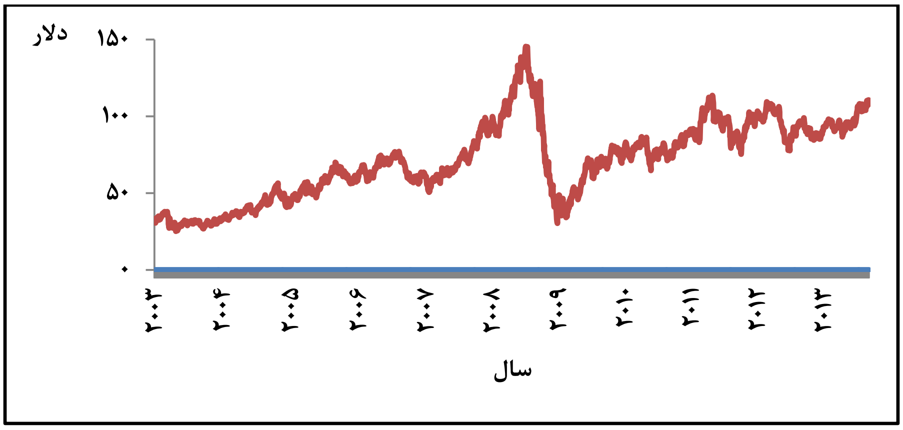
۵- یافته‌های پژوهش

در این پژوهش، داده‌های آماری به روش کتابخانه‌ای جمع آوری شده‌اند. دوره‌ی زمانی داده‌های مربوط به سبد نفت اوپک، WTI و برنت برای سال‌های ۲۰۰۳:۱-۲۰۱۳:۹ به‌صورت روزانه بوده که در نمودارهای ۱ تا ۳ آورده شده است.[۱]



منبع: محاسبات تحقیق

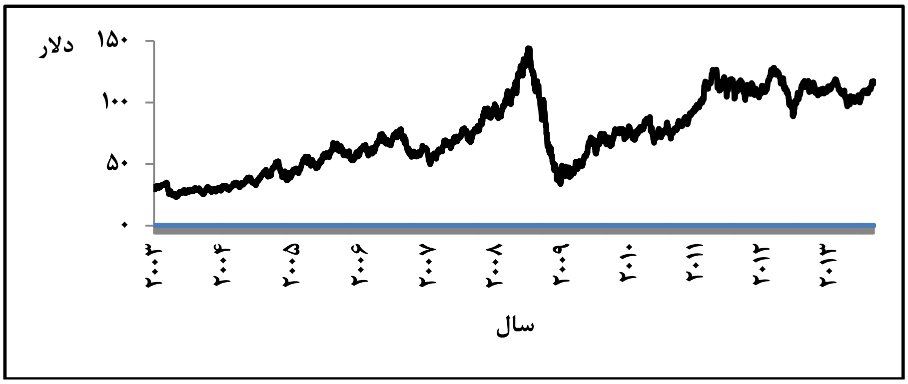
نمودار ۱- قیمت سبد نفت‌خام اوپک



منبع: محاسبات تحقیق

نمودار ۲- قیمت نفت‌خام WTI

۱- داده‌های مربوط به قیمت‌های نفت خام از سایت‌های www.opec.org و www.eia.gov استخراج شده است.



منبع: محاسبات تحقیق

نمودار ۳- قیمت نفت‌خام برنت

به‌منظور بررسی وابستگی با دامنه‌ی بلندمدت و در نهایت فرضیه‌ی کارایی ضعیف سبد نفتی اوپک، WTI و برنت، از داده‌های روزانه قیمت نفت‌خام استفاده شده است. هم‌چنین به‌منظور بررسی فرضیه‌ی مورد نظر، ضریب تفاضل کسری (d) از روش موجک تخمین زده شده و از طریق رابطه‌ی (۲۴)، معادل ضریب هورست آن (Hw) به دست آمده است. در ادامه، ضریب هورست از روش حرکت براونی کسری (Hfbn) نیز برای هر سه سری قیمت محاسبه و در جدول ۱، ارائه شده است.

جدول ۱- نتایج حاصل از تخمین ضریب هورست

	موجک (H_w)	حرکت براونی کسری (H_{fbn})			
	MLE	**D4**	**D6**	**D8**	**D16**
OPEC	۰/۵۱۵	۰/۶۴۸	۰/۶۶۴	۰/۶۷۳	۰/۶۸۸
WTI	۰/۴۱۶	۰/۴۶۹	۰/۴۶۹	۰/۴۶۸	۰/۴۶۹
Brent	۰/۵۰۱	۰/۵۱۱	۰/۵۱۶	۰/۵۱۸	۰/۵۱۹

منبع: محاسبات تحقیق

بر اساس داده‌های جدول فوق، با توجه به این‌که ضریب هورست برای سبد نفتی اوپک و برنت از هر دو روش مورد استفاده بین صفر و یک به دست آمده است، وابستگی بلندمدت در داده‌های مورد بررسی با توجه به روش‌های مورد استفاده، تأیید می‌شود. اما برای WTI، با توجه به نتایج فوق، وابستگی بلندمدت وجود ندارد، بنابراین با در نظر

گرفتن نتایج، فرضیه‌ی کارایی ضعیف در مورد WTI تأیید و برای سبد نفتی اوپک و برنت، این فرضیه رد می‌شود.

۶- نتیجه‌گیری و پیشنهادها

با توجه به جایگاه نفت در اقتصاد، در این پژوهش، به بررسی ویژگی‌های قیمت آن پرداخته شده است. برای این منظور، از دو روش موجک‌ها و حرکت براونی کسری که به تازگی در اقتصاد معرفی شده‌اند، استفاده شده است. یکی از راه‌های بررسی فرضیه‌ی کارایی ضعیف، بررسی وابستگی با دامنه‌ی بلندمدت در یک سری زمانی است. از این رو در ابتدا، از دو روش مورد نظر، ضریب هورست محاسبه شده و نتایج نشان داده که وابستگی بلندمدت در داده‌های مربوط به قیمت‌های سبد نفتی اوپک و برنت وجود دارد، اما در مورد قیمت نفت WTI، این وابستگی مشاهده نمی‌شود. با توجه به این نتایج می‌توان بیان کرد که فرضیه‌ی کارایی ضعیف در مورد سبد نفت اوپک و برنت رد می‌شود، اما شواهدی برای رد این فرضیه در قیمت نفت WTI به دست نیامده است. یکی از پیامدهای عدم وجود کارایی در بازار و یا قیمت‌های نفت، قابلیت پیش‌بینی پذیری آن است. اما اهمیت دیگر وجود کارایی، نحوه‌ی اثرگذاری تکانه‌های وارد بر قیمت نفت است. به این مفهوم که اگر وابستگی بلندمدت در داده‌های سری زمانی وجود داشته باشد، آن‌گاه در صورت بروز یک تکانه (مانند جنگ و یا بحران مالی نظیر سال ۲۰۰۸)، آن‌گاه اثر آن تا مدتی طولانی‌تر باقی می‌ماند، بنابراین، توجه به این موارد در تعیین مخارج عمومی و سرمایه‌گذاری‌ها توسط دولت، مهم‌ترین پیشنهادهای این پژوهش را تشکیل می‌دهند.

فهرست منابع

Alos, E., Mazet, O. and Nualart, D. (2000), Stochastic Calculus With Respect to Fractional Brownian Motion With Hurst Parameter Less Than ½, Stochastic Processes and Their Applications, 86, 121-139.

Alvarez-Ramirez, J., Cisneros, M., Ibarra-Valdez, C. and Soriano, A. (2002), Multi Fractal Hurst analysis of Crude Oil Prices, Physica A, 313, 651–670.

Alvarez-Ramirez, J., Alvarez, J. and Rodriguez, E. (2008), Short-Term Predictability of Crude Oil Markets: a Detrended Fluctuation Analysis Approach, Energy Economics, 30, 2645–2656.

Alvarez-Ramirez, J., Alvarez, J. and Solis, R. (2010), Crude Oil Market Efficiency and Modeling: Insights From The Multi Scaling Autocorrelation Pattern, Energy Economics, 32, 993–1000.

Arouri, E.H.M., Dinh, T.H. and Nguyen, D.K. (2010), Time-Varying Predictability in Crude Oil Markets: The Case of GCC Countries, Energy Policy 38, 4371–4380.

Boutahar, M. & Khalfaoui, R. (2011), Estimation of the Long Memory Parameter in Non Stationary Models: A Simulation Study, Halshs-00595057, 1(24), 1-17.

Charles, A. and Darne, O. (2009), the Efficiency of the Crude Oil Markets: Evidence from Variance Ratio Tests, Energy Policy, 37, 4267–4272.

Crowder, W.J. and Hamid, A. (1993), A Co-integration Test For Oil Futures Market Efficiency, J. of Futures Mark, 13, 933–941.

Cunado, J. and Perez de Gracia, F. (2003), do Oil Price Shocks Matter? Evidence from Some European Countries, Energy Economics, 25,137–154.

Disario R., Saraoglu H., McCarthy, J. & Li, H. (2008), Long Memory in the Volatility of an Emerging Equity Market: The Case of Turkey. International Financial Markets, Institutions and Money, 8, 305-312.

Fama, E. (1970), Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work, Journal of Finance, 25(2), 384-417.

Fama, E. (1991), Efficient Capital Markets: II. Journal of Finance, 46(5), 1575-1617.

Fay, G., Moulines, E., Roueff, F. & Taqqu, M.S. (2009), Estimators of long-Memory: Fourier Versus Wavelets, Journal of Econometrics, 151(2),159-177.

Geweke, J.S. & Porter, S.H. (1983), the Estimation and Application of long Memory Time Series Models, Journal of Time Series Analysis, 4, 221-238.

Green, S.L. and Mork, K.A. (1991), Toward Efficiency in the Crude Oil Market, Journal of Applied Econometrics, 6 45–66.

Granger, C. W. J. & Joyeux, R. (1980), an Introduction to Long Memory Time Series Models and Fractional Differencing, Journal of Time Series Analysis, 1, 15-29.

Graps, A. (1995), an Introduction to Wavelets. IEEE Computational Science and Engineering, 2(2), 50-61.

Hamilton, J.D. (1983), Oil and Macro Economy since World War II, the Journal of Political Economy, 91, 228–248.

Hamilton, J.D. (2003), What is An Oil Shock?, Journal of Econometrics, 113, 363–398.

Hou و J. and Perron, P. (2014). Modified local Whittle estimator for long memory processes in the presence of low frequency (and other) contaminations, Journal of Econometrics, 182(2), 309-328.

Jensen, M.J. (1999), Using Wavelets to Obtain a Consistent Ordinary Least Squares Estimator of the Long-memory Parameter, Journal of Forecasting, 18, 17-32.

Jensen, M.J. (2000), An Alternative Maximum Likelihood Estimator of Long Memory Processes Using Compactly Supported Wavelets, Journal of Economic Dynamics and Control, 24(3), 361-387.

Kilian, L. (2009), Not all Oil Price Shocks are Alike: Disentangling Demand and Supply Shocks in the Crude Oil Market, American Economic Review, 99, 1053–1069.

Malkeil, B. G. (2003), the Efficient Market Hypothesis and Its Critics, Journal of Economic Perspectives, Vol. 17, No 1, pp. 59-82.

Mandelbrot, B.B. and Van Ness, J.W. (1968), Fractional Brownian Motions, Fractional Noises and Applications, SIAM Review, 10 (4), 422–437.

Maslyuk, S. and Smyth, R.L. (2008), Unit Root Properties of Crude Oil Spot and Futures Prices, Energy Policy, 36, 2591–2600.

Nielsen, M. O. and Frederiksen, P. (2008), Finite Sample Accuracy and Choice of Sampling Frequency in Integrated Volatility Estimation, Journal of Empirical Finance, 15(2), 265-286.

Oladosu, G. (2009), Identifying the Oil Price Macro Economy Relationship: an Empirical Mode Decomposition Analysis of US Data, Energy Policy, 37, 5417–5426.

Percival, D. B. and Walden, A. T. (2000), Wavelet Methods for Time Series Analysis, Cambridge UK: Cambridge University Press.

Peters, E. E. (1991), Fractal Market Analysis, Wiley New York.

Reisen, V. A. (1994), Estimation of The Fractional Difference Parameter in the ARFIMA(p,d,q) Model Using the Smoothed Periodgram, Journal Time Series Analysis, 15(1), 335–350.

Robinson, P.M. (1995), Gaussian Semi Parametric Estimation of long Range Dependence, Annals of Statistics, 23, 1630-1661.

Rotemberg, J. and Woodford, M. (1996), Imperfect Competition and The Effects of Energy Price Increases on Economic Activity, Journal of Money, Credit and Banking, 28, 549–577.

Schleicher, C. (2002), an Introduction to Wavelets for Economists, Working Papers 02-3, Bank of Canada.

Serletis, A. and Andreadis, I. (2004), Random Fractal Structures in North American Energy Markets, Energy Economics, 26, 389–399.

Serletis, A. and Banack, D. (1990), Market Efficiency and Co-integration: an Application to Petroleum Markets, Rev of Futures Mark, 9 (2), 372–385.

Taqqu, M.S. and Teverovsky, V. (1998), on Estimating the Intensity of long Range Dependence in Finite and Infinite Variance Time Series, Birkhauser Boston Inc. Cambridge.

Tabak, B.M. and Cajueiro, D.O. (2007), Are the Crude Oil Markets Becoming Weakly Efficient Overtime? A Test for Time-Varying Long-Range Dependence in Prices and Volatility, Energy Economics, 29, 28–36.

Whitcher, B. & Jensen, M. (2000), Wavelet Estimation of a Local Long Memory Parameter, Journal of Exploration Geophysics, 31, 94-103.

Ysusi, C. (2009), Analysis of the Dynamics of Mexican Inflation Using Wavelets, Working Papers 2009-09, Banco de México.