Archive of SID

بررسی روندحافظه‌ی بلندمدت در بازارهای جهانی نفت

وحید محمودی [۱] شاپور محمدی [۲] هستی چیت‌سازان [۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۰۷/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۱۱/۱۹

چکیده

بررسی اثرات حافظه در بازارهای نفت خام دارای جذابیت تحقیقاتی بالایی است و توجه محققان را در حوزه‌های مختلف، از فیزیک اقتصاد گرفته تا مباحث اقتصادی بسیار کلاسیک، به خود جلب کرده است. اهمیت مسأله به این دلیل است که نبود ناهمبستگی در قیمت‌ها بر وجود اثرات غیرتصادفی‌ای دلالت دارد که برای آربیتراژ در بازار استفاده می‌شود.

در این مقاله پارامتر حافظه‌ی بازارهای نفت خام به وسیله‌ی روش‌های مختلف پارامتریک، نیمه‌پارامتریک و ناپارامتریک براورد شده و روند حافظه در طی زمان و تحلیل ساختار بازار نفت بررسی شده است.

تحلیل حافظه‌ی بازار نفت با براورد پارامتر تفاضل کسری با روش‌های مختلفی از جمله روش حداکثر درست‌نمایی، حداقل مربعات غیرخطی، نمای هرست [۴]، جوک و پورتر- هوداک [۵]، نمای هرست تعدیل شده یا لو [۶]، وایتل [۷] و موجک [۸] انجام شده است. نتایج روش‌های وایتل و موجک که اعتبار بالایی در براورد دارد، بیانگر آن است که هر چند قیمت‌های نفت خام مورد بررسی دارای حافظه بلندمدت نیست؛ اما، دارای ویژگی «برگشت به میانگین» نامانا هست.

محور اصلی بحث این مقاله بررسی روند حافظه‌ی بازار است. نتایج به‌دست آمده از بررسی روند تغییرات حافظه بیانگر آن است که پارامتر حافظه‌ی بازارهای بین‌المللی نفت تغییر روند محسوسی نداشته است. به عبارت دیگر، در دوره‌ی بررسی شده، کاهش یا افزایش معنی‌داری در کارایی بازار رخ نداده است.

JEL: G190, C32, C14, C22 .

واژگان کلیدی: تفاضل کسری، حافظه‌ی بازار نفت، مدل $ARFIMA$ ، سری‌های زمانی

۱- دانشیار دانشکده‌ی مدیریت دانشگاه تهران. E-mail:vmahmodi@ut.ac.ir

۲- استادیار دانشکده‌ی مدیریت دانشگاه تهران. E-mail:shmohammadi@gmail.com

۳- دکتری مدیریت مالی دانشگاه تهران. E-mail:hchitsazan@gmail.com

4- Hurst Exponent
5- Geweke & Porter-Hudak
6- Lo
7- Whittle
8- Wavelet

www.SID.ir

Archive of SID

۱. مقدمه

اقتصاد ایران به درامدهای حاصل از صادرات نفت خام وابستگی شدیدی دارد. این امر به گونه‌ای است که در حدود بیش از ۸۰ درصد از درامدهای صادراتی و کمابیش ۴۰ تا ۵۰ درصد از بودجه دولت از درامدهای نفتی است. در این راستا شناخت ساختار بازار نفت برای تحلیل وضعیت آینده که سهم بالایی بر اقتصاد داخلی خواهد داشت، ضروری است.

تاکنون، دیدگاه غالب در توصیف رفتار بازارهای مالی این بوده که بسیاری از سری‌های زمانی اقتصادی، به‌خصوص سری‌های بازارهای پولی و مالی، از فرایندی تصادفی پیروی می‌کنند و در نتیجه تغییرات آن‌ها قابل پیش‌بینی نیست. اگر مشخص شود سری زمانی قیمت‌های نفت به‌وسیله‌ی یک فرایند حافظه‌ی بلندمدت به‌وجود آمده، آنگاه تغییرات آن‌ها تصادفی نبوده و قابل پیش‌بینی خواهد بود. وجود حافظه‌ی بلندمدت در بازارهای مالی، شکل ضعیف فرضیه‌ی کارایی بازار را نقض کرده، همچنین در مدل‌های خطی قیمت‌گذاری تردید ایجاد می‌کند و بیانگر آن است که در قیمت گذاری باید از مدل‌های غیرخطی استفاده کرد. (Barkoulas, 2000).

حافظه‌ی بلندمدت در سری‌های زمانی را می‌توان به‌صورت خودهمبستگی بین وقفه‌های طولانی، بیش از صدها دوره‌ی زمانی، تعریف کرد (Tolvi, 2003). مسأله‌ی اصلی تحقیق حاضر، آزمون وجود حافظه‌ی بلندمدت در فرایند قیمت‌های جهانی نفت و نیز بررسی رفتار و روند تغییرات پارامتر حافظه در بازار نفت است.

خودهمبستگی‌های یک سری انباشته $I(1)$ یا $I(2)$ در وقفه‌های طولانی نیز به شکل ماندگاری بسیار بالا باقی می‌ماند. در برابر، خودهمبستگی‌های یک فرایند مانا به‌طور معمول با نرخی نمایی به میرایی رفته و مقادیر بالای خودهمبستگی تنها بعد از چند وقفه از بین می‌رود. برخی فرایندها رفتاری بین این دو مورد را نشان می‌دهند. آن‌ها به وضوح نامانا هستند؛ با این وجود، زمانی که از آن‌ها تفاضلگیری می‌شود، این ویژگی را دارند که به طور یک در میان همبستگی‌های مثبت و منفی نشان دهند، حتی در وقفه های طولانی، که این حالت بیانگر «تفاضل بیش از حد» است. اما، داده‌هایی که از آن‌ها تفاضل گیری نشده است، در وقفه‌های بسیار دور هم خودهمبستگی‌های معناداری نشان می‌دهند. (Green, 2003)

این فرایندها، فرایندهای با حافظه‌ی بلندمدت نامیده می‌شود. یکی از رایج‌ترین روش‌ها برای اندازه‌گیری و سنجش حافظه‌ی بازارها، براورد پارامتر انباشتگی کسری[1] (که از این پس d نامیده می‌شود) برای قیمت‌ها است.

ادامه‌ی مقاله به شرح زیر بخش‌بندی شده است. بخش دوم مروری مختصر بر ادبیات تحقیق خواهد داشت. بخش سوم به فرایندهای ARFIMA اختصاص دارد. در بخش چهارم داده‌ها و روش تحقیق

www.SID.ir

1- Fractional Integration

Archive of SID

بیان‌شده است. بخش پنجم به براورد و بررسی روند رفتار حافظه بازار اختصاص دارد. در بخش پایانی نتیجه‌گیری شده است.

۲. مروری مختصر بر ادبیات تحقیق

هرچند مدل‌های حافظه‌ی بلندمدت از حدود سال ۱۹۸۰، از سوی متخصصان اقتصادسنجی استفاده شده است؛ لیکن، دست‌کم از سال ۱۹۵۰، بر علوم طبیعی تأثیر داشته و صاحب‌نظران در رشته‌های آب‌شناسی و هواشناسی وجود حافظه‌ی بلندمدت را برای داده‌های حاصل از زمان و فضا بررسی کرده‌اند.

اقتصاددانان با توجه به کارهای محققانی چون مندلبرت و نس[1](۱۹۶۸)، گرنجر و جویوکس[2](۱۹۸۰) و هوسکینگ[3](۱۹۸۱) و دیگران، با فرایند حافظه‌ی بلندمدت و مدل‌های $ARFIMA$ آشنا شدند.

وجود فرایندهای حافظه‌ی بلندمدت در ابعاد گوناگونی از بازارهای پولی و مالی بررسی شده است. از جمله می‌توان به تحقیقات انجام شده در زمینه‌ی بررسی وجود حافظه‌ی بلندمدت بر سری‌های زمانی نرخ ارز، نرخ بهره، نرخ تورم، قیمت‌ها و بازده سهام در کشورهای مختلف اشاره کرد. لیکن، در بازار بین‌المللی نفت که یکی از بازارهای مالی مهم است، تا کنون به‌طور گسترده و عمیقی بررسی نشده است. در این زمینه تنها می‌توان به مطالعات صورت گرفته به‌وسیله‌ی الوارز- رمایرز و همکاران[4](۲۰۰۲)، سرلتیس و آندریدیس[5](۲۰۰۴)، تاباک و کاجوئیرو[6](۲۰۰۷)، الوارز- رمایرز و همکاران(۲۰۰۸) و الدر و سرلتیس[7](۲۰۰۸) اشاره کرد. الوارز- رمایرز و همکاران(۲۰۰۲) قیمت‌های روزانه‌ی نفت خام برنت، نفت خام WTI[8] و نفت خام دبی را در دوره‌ها زمانی ۱۹۸۱ تا ۲۰۰۲، و با استفاده از تحلیل هرست چندفراکتالی[9] بررسی نمودند.

سرلتیس و آندریدیس(۲۰۰۴) به بررسی ساختارهای فراکتال تصادفی در بازارهای انرژی امریکای شمالی پرداختند. آن‌ها با استفاده از تحلیل هرست دریافتند که سری زمانی قیمت‌های نفت خام بررسی شده توسط آن‌ها دارای یک ساختار فراکتالی ماندگار دارای حافظه‌ی بلندمدت است. تاباک و کاجوئیرو (۲۰۰۷) درجه‌ی تغییرپذیری در طی زمان را برای وابستگی بلندمدت در قیمت‌های نفت با استفاده از تحلیل R/S برای دوره‌های متحرک زمانی به طول ثابت ۱۰۰۸ داده (تقریباً ۴ سال) آزموده و دریافتند بازار نفت بازاری با حافظه‌ی بلندمدت است؛ ولی، حافظه‌ی بازار در طی زمان کاهش می‌یابد. به این معنا که بازار به

1- Mandelbrot and Ness
2- Granger and Joyeux
3- Hosking
4- Alvarez-Ramirez et al.
5- Serletis and Andreadis
6- Tabak and Cajueiro
7- Elder and Serletis
8- West Texas Intermediate
9- Multifractal Hurst Analysis

www.SID.ir

Archive of SID

سمت کارایی حرکت می‌کند. مطالعه‌ی آن‌ها شامل بازده و نیز نوسان‌پذیری قیمت‌های نفت خام بوده است. الوارز- رمایرز و همکاران(۲۰۰۸) بر قابلیت پیش‌بینی کوتاه‌مدت بازارهای نفت خام مطالعه کردند. در این مطالعه خودهمبستگی‌های قیمت نفت خام در بازارهای بین‌المللی بر اساس براورد پویایی‌های نمای هرست برای بازده‌ها بررسی شده است. الدر و سرلتیس(۲۰۰۸) وجود پویایی‌های انباشتگی کسری در قیمت قراردادهای آتی انرژی را آزمودند. آن‌ها پارامتر انباشتگی کسری را با استفاده از روش نیمه‌پارامتریک موجک براورد کرده و به شواهدی از وجود حافظه‌ی بلندمدت در بازار قراردادهای آتی دست یافته‌اند.

چندین تعریف از ویژگی حافظه‌ی بلندمدت وجود دارد. فرایندهای حافظه‌ی بلندمدت در قلمرو زمان و نیز در قلمرو فرکانس قابل توضیح است. در قلمرو زمان، حافظه‌ی بلندمدت با میرایی بسیار بسیار آهسته توابع خودهمبستگی خود را نمایان می‌سازد.

با در نظر گرفتن یک فرایند سری زمانی $\{y_t\}$ با تابع خود همبستگی ρ_j در وقفه‌ی j، مطابق نظر مک‌لئود و هیپل[1](۱۹۷۸)، فرایند دارای حافظه‌ی بلندمدت خواهد بود، اگر(Baillie, 1996):

$$\lim_{n\to\infty}\sum_{j=-n}^{n}\left|\rho_j\right|=\infty \qquad (۱)$$

حافظه‌ی بلندمدت را می‌توان با تصریح میرایی هیپربولیک اتوکوواریانس‌ها[2] نیز تعریف کرد (Palma, 2007):

$$\gamma(h)\approx h^{2d-1}\ell_1(h) \qquad (۲)$$

وقتی که $h\to\infty$. d پارامتر حافظه‌ی بلندمدت و $\ell_1(.)$ یک تابع با تغییر آهسته است.

یک تعریف بسیار کاربردی دیگر از وابستگی طولانی‌مدت در قلمرو فرکانس به صورت زیر است:

$$f(\lambda)\approx|\lambda|^{-2d}\ell_2(1/|\lambda|) \qquad (۳)$$

که λ در نزدیکی صفر بوده و $\ell_2(.)$ یک تابع با تغییر آهسته است. این تعریف بیانگر آن است که چگالی طیفی[3] در فرکانس‌های پایین کراندار نیست.

برای نشان دادن چنین ساختارهای همبستگی می‌توان از فرایندهای انباشتگی کسری استفاده کرد. در ادامه یکی از مدل‌های مهم از این طبقه بررسی می‌شود.

1- McLeod and Hipel
2- Hyperbolic Decay of Autocovariances
3- Spectral Density

www.SID.ir

Archive of SID

۳. فرایندهای *ARFIMA*

نقطه‌ی آغازین ادبیات مربوط به فرایندهای انباشته‌ی کسری این حقیقت بوده است که بسیاری از سری‌های اقتصادی و مالی نه $I(0)$ هستند و نه $I(1)$. آن‌ها در وقفه‌های بسیار طولانی خودهمبستگی‌های معنی‌داری نشان می‌دهند که از آن به عنوان «میرایی هیپربولیک» نام برده می‌شود. وقتی از این سری یک بار تفاضل گرفته شود، به نظر می‌رسد یک بار تفاضلگیری برای آن زیاد باشد. (Banerjee & Urga, 2005) بنابراین، یک طبقه‌ی مفید از مدل‌ها برای یک سری زمانی که دارای رفتار حافظه‌ی بلندمدت است، فرایند $ARFIMA(p,d,q)$ [1] است. این فرایندها بسط فرآیندهای خودرگرسیو میانگین متحرک انباشته $ARIMA$ است که در آن پارامتر تفاضل‌گیری می‌تواند عددی غیرصحیح را اختیار کند. (Man & Tiao, 2006)

شکل کلی یک فرایند با حافظه‌ی بلندمدت $ARFIMA(p,d,q)$ به صورت زیر است.

$$\Phi(L)(1-L)^d(y_t-\mu)=\Theta(L)\varepsilon_t \qquad (۴)$$

که در عبارت فوق چندجمله‌ای‌های با وقفه $\Phi(L)=1-\phi_1L-\phi_2L^2-\ldots-\phi_pL^p$ و $\Theta(L)=1+\theta_1L+\theta_2L^2+\ldots+\theta_qL^q$ در دامنه‌ی زمان تعریف شده‌است و معادل عبارت فوق در دامنه‌ی فرکانس به‌صورت $I(\omega)=\sigma_\varepsilon(2\pi)^{-1}\left|1-\exp(-i\omega)\right|^{-2d}\left|\Theta(\exp(-i\omega))\right|^2\left|\Phi(\exp(-i\omega))\right|^{-2}$ تعریف می شود. این مدل‌ها با استفاده از عملگر تفاضل کسری $(1-L)^d$ تعریف می‌شوند که L عملگر وقفه است: $L^k y_t = y_{t-k}$. عملگر تفاضل کسری با استفاده از یک سری دوجمله‌ای قابل تجزیه است:

$$(1-L)^d=\sum_{k=0}^{\infty}\binom{d}{k}(-L)^k=1-dL+\frac{d(1-d)}{2}L^2-\ldots \qquad (۵)$$

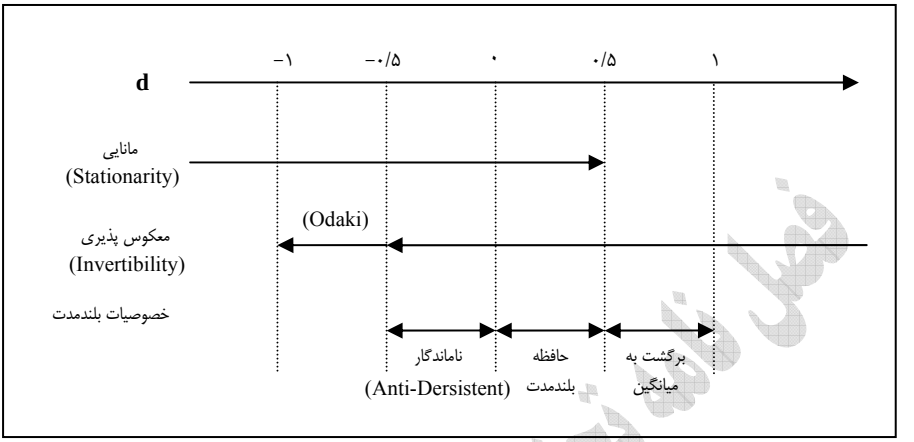
نگاره‌ی ۱ خصوصیات متفاوت برای مقادیر مختلف d را نشان می‌دهد.

www.SID.ir

1- Autoregressive Fractionally Integrated Moving Average

Archive of SID

نگاره‌ی ۱. خصوصیات متفاوت مقادیر مختلف d



٤. داده‌ها و روش تحقیق

در این تحقیق، براورد حافظه‌ی بازار نفت و نیز بررسی روند رفتاری آن با استفاده از داده‌های روزانه سری زمانی قیمت‌های اسپات و قراردادهای آتی سه ماهه WTI و برنت تحلیل خواهد شد.

هر مجموعه از داده‌ها تعداد متفاوتی دارد. برای قیمت‌های اسپات WTI ۵۵۵۰ داده روزانه و برای قیمت‌های اسپات برنت۵۲۴۶ داده روزانه مورد تحلیل قرار می‌شود.

آمار مربوط به قیمت‌های اسپات از سایت اداره‌ی اطلاعات انرژی امریکا (EIA)[1] و قیمت‌های قراردادهای آتی از داده‌های بورس کالاهای تجارت نیویورک (نایمکس)[2] و «آی سی ئی»[3] لندن که از بزرگ‌ترین بورس‌های معاملات انرژی در سطح بین‌المللی هستند، اقتباس شده است.

پس از تقسیم سری‌های زمانی قیمت‌های اسپات نفت خام به زیر دوره‌های سالانه، پارامترحافظه برای هریک از این زیر دوره‌ها با روش‌های مختلف محاسبه می‌گردد. براورد حافظه دوره‌های جزیی برای هر مجموعه از قیمت‌ها سری تاریخی حافظه را به ما می‌دهد که از آن برای بررسی روند حافظه استفاده خواهد شد.

قیمت‌های اسپات نفت خام WTI از ۲ ژانویه ۱۹۸۶ تا ۳۱ دسامبر ۲۰۰۷ و قیمت‌های اسپات برنت از ۲۰ می ۱۹۸۷ تا ۳۱ دسامبر ۲۰۰۷ تحلیل خواهد شد. قیمت قراردادهای آتی سه ماهه‌ی WTI از ۳۰ مارچ ۱۹۸۳ تا دسامبر ۲۰۰۷ و قیمت قراردادهای آتی سه ماه‌ی برنت از ۱۶ فوریه ۱۹۸۹ تا ۳۱ دسامبر ۲۰۰۷ بررسی می‌شود.

1- Energy Information Administration
2- New York Mercantile Exchange (NYMEX)
3- ICE

www.SID.ir

Archive of SID

بنابراین، کاهش شدید قیمت‌های نفت در اواخر دهه‌ی ۱۹۹۰ و افزایش قیمت‌های نفت در سال‌های پایانی دوره‌ی زمانی مورد بررسی در مدل منعکس شده است.

سنجش آماری اولیه از حافظه‌ی بلندمدت به واسطه‌ی کار هرست[1] (۱۹۵۱) و استفاده شده به‌وسیله‌ی مندلبرت[2] (۱۹۷۵و ۱۹۷۲) آماره‌ی دامنه‌ی تجدید مقیاس شده یا R/S[3] است که امکان محاسبه‌ی پارامتر خودهمانندی[4] H را می‌دهد. این پارامتر شدت وابستگی طولانی‌مدت در یک سری زمانی را می‌سنجد. (Grau-Carles, 2000)

مندلبرت (۱۹۷۵و۱۹۷۲)، مندلبرت و والیس[5] (۱۹۶۸)، دیویس و هارت[6] (۱۹۸۷)، آیدوگان و بوث[7] (۱۹۸۸) و لو[8] (۱۹۹۱) همگی بر عدم قدرت آماره‌ی R/S درصورت وجود حافظه‌ی کوتاه‌مدت و ناهمسانی واریانس تأکید داشتند. در این راستا، لو(۱۹۹۱) آماره‌ی R/S تعدیل‌یافته را معرفی کرد که به‌جای انحراف استاندارد در مخرج کسر، یک براوردکننده‌ی سازگار از ریشه‌ی دوم واریانس مجموع جزیی مشاهدات را قرار می‌دهد.

براورد حداکثر درستنمایی دقیق[9] (EML) برای مدل‌های $ARFIMA$ در اقتصادسنجی از سوی سوول مطرح شده است. (Sowell, 1991,1992)، این روش، روشی کاملاً پارامتریک برای براورد مدل‌های $ARFIMA$ ماناست. (Diebolt & Guiraud, 2005) این روش از تمامی اطلاعات کوتاه‌مدت و بلندمدت سری زمانی استفاده کرده و امکان محاسبه تمامی پارامترهای مدل را برقرار می‌سازد. این تکنیک فرض مانایی را تحمیل کرده، در نتیجه برای فرایندهای نامانا $(d \geq 0.5)$ قابل اعتماد نیست. درنتیجه، لزوماً براورد درستی به‌دست نمی‌دهد.

براورد حداقل مربعات غیرخطی[10] (NLS) از آنجا که هیچ‌گونه پیش‌فرضی در زمینه‌ی مانایی فرایند ندارد، دقیق‌تر از EML است.

در این تحقیق، برای براورد پارامتر حافظه با استفاده از روش‌های EML و NLS تمامی مدل‌های ممکن برای $p = 0,1,2$ و $q = 0,1,2$، به استثنای $p = q = 0$، را براورد کرده و سپس، بر اساس معیار

1- Hurst
2- Mandelbrot
3- range divided by standard deviation (R/S)
4- the self-similarity parameter
5- Mandelbrot and Wallis
6- Davies and Harte
7- Aydogan and Booth
8- Lo
9- Exact Maximum Likelihood
10- Non-Linear Least Squares

www.SID.ir

Archive of SID

اطلاعاتی آکائیک[1] (AIC) مدل را انتخاب می‌کنیم. برای این دو تکنیک از نرم افزار PcGive استفاده شده است.

براورد پارامتر حافظه در بقیه‌ی تکنیک‌ها با استفاده از کدهایی است که در نرم افزار MATLAB اجرا می‌شوند.

تکنیک جوک و پورتر- هوداک (GPH) یک روش رگرسیون طیفی است که از براورد نیمه‌پارامتریک بر مبنای پریودوگرام[2] برای براورد پارامتر d استفاده می‌کند. (Geweke & Porter-Hudak, 1983):

$$\log I\left(\lambda_j\right) = \beta_0 + \beta_1 \log\left[2\sin\frac{\lambda_j}{2}\right]^2 + \varepsilon_j \qquad (۶)$$

براورد d، $-\hat{\beta}_1$ است. λ_j بیانگر $m = \sqrt{n}$ فرکانس فوریه و $I\left(\lambda_j\right)$ پریودوگرام نمونه است.

این تکنیک نسخه‌های متفاوتی دارد. شکل جدیدتری از GPH از سوی گرنجر و سوانسون معرفی شده است که بر اساس پریودوگرام شوستر[3] است. (Granjer & Ding, 1996)

فرض اصلی این براوردکننده این است که چگالی طیفی فرایند $ARFIMA(p,d,q)$ همانند فرایند $ARFIMA(0,d,0)$ است. (Bhardwaj & Swanson, 2006).

برای افزایش دقت و بررسی حساسیت پارامترهای حافظه از روش براورد وایتل[4] (Shimotsu & Phillips, 2005) نیز استفاده شده است. براورد وایتل استفاده شده در این تحقیق، روشی نیمه‌پارامتریک به شکل زیر است:

$$L(d) = -\frac{1}{2\pi m}\sum_{j=1}^{m}\frac{I\left(\lambda_j\right)}{f\left(\lambda_j;d\right)} - \frac{1}{2\pi m}\sum_{j=1}^{m} f\left(\lambda_j;d\right) \qquad (۷)$$

که در عبارت فوق $I\left(\lambda_j\right)$ نشان‌دهنده‌ی پریودوگرام در jامین فرکانس فوریه، $\lambda_j = n^{-1}2\pi j\left(j=1,...,m\right)$ و $I\left(\lambda_j\right) = n^{-1}\left|\sum_{t=1}^{n} y_t \exp\left(-it\lambda_j\right)\right|^2$ است.

برای دقت بیشتر، از تکنیک موجک[5] نیز استفاده خواهیم کرد. روش موجک به عنوان تقریبی از حداکثر درستنمایی برای براورد قابل استفاده است. (Jensen, 2000) البته، همین اقتصاددان در مقاله‌ی دیگری (Jensen, 1999) نشان داده که با استفاده از روش حداقل مربعات با تجزیه‌ی موجک نیز می‌توان پارامتر

1- Akaike Information Criterion
2- Periodogram
3- Schuster Periodogram
4- Whittle
5- Wavelet

www.SID.ir

Archive of SID

حافظه را براورد کرد. تحلیل‌های سنتی سری‌های زمانی بر روش‌هایی اتکا دارند که دربرگیرنده‌ی قلمرو زمان یا فرکانس است. در برابر، تبدیلات موجک امکان ترکیب اطلاعات زمان و فرکانس را تحلیل می‌دهد.

۵. براورد و بررسی روند رفتار حافظه‌ی بازار

با توجه به این‌که هدف اصلی ما بررسی رفتار حافظه است و نه مقدار آن، با این وجود تورش‌دار بودن روش GPH، از این تکنیک نیز استفاده کرده‌ایم. افزون‌براین، روش‌های ML، $Hurst$ و Lo نیز در صورت وجود عبارت‌های $ARMA(p,q)$ در سری زمانی نتایج تورش‌داری به‌دست خواهند داد و با توجه به این‌که روش ML فرض مانایی را نیز لحاظ می‌کند، مقدار عددی به‌دست آمده از این روش‌ها چندان قابل اتکا نبوده و فقط برای بررسی روند پارامتر d مورد توجه قرار گرفته‌اند.

پیش از تحلیل نتایج، لازم است تأکید گردد که نتایج روش‌های $Wavelet$، $Whittle$ و NLS به دلیل لحاظ نکردن محدودیت‌هایی مانند مانایی و درنظر گرفتن عبارت‌های حافظه‌ی کوتاه‌مدت در کنار حافظه‌ی بلندمدت نسبت به روش‌های دیگر (GPH، ML، $Hurst$ و Lo) اعتبار بالاتری دارند. از بین این سه روش نیز، روش‌های $Whittle$ و $Wavelet$ نسبت به روش‌های دیگر پارامتر حافظه را دقیق‌تر براورد می‌کنند. زیرا، این دو روش نسبت به وجود عبارت‌های $ARMA(p,q)$ در سری زمانی نیز حساس نیستند.

نتایج براورد پارامتر حافظه‌ی قیمت‌های اسپات و قراردادهای آتی سه‌ماهه‌ی نفت خام WTI و برنت در فواصل زمانی مختلف به همراه میانگین و انحراف استاندارد آن‌ها در جداول ۱ تا ۴ و روند تغییرات آن در دوره‌ی بررسی شده نیز در نمودارهای ۱ تا ۴ آمده است.

همان‌طور که از جداول ۱ و ۲ مشخص است، براوردهای به‌دست آمده از روش‌های $Wavelet$، $Whittle$ و GPH برای قیمت‌های اسپات نفت خام به یکدیگر نزدیک است و هر سه براورد بیانگر نبود حافظه‌ی بلندمدت در قیمت‌های اسپات نفت است. ناگفته نماند براورد GPH برای قیمت‌های اسپات نفت خام WTI در ۲ بازه‌ی سالانه از کل ۲۲ بازه‌ی سالانه بررسی شده براورد معناداری نداشته که با اعمال مقدار صفر برای این ۲ دوره، میانگین پارامتر حافظه ۰/۸۶۲ می‌شود. برای قیمت‌های اسپات نفت خام برنت نیز این تکنیک در ۲ بازه‌ی سالانه از کل ۲۱ بازه‌ی سالانه‌ی بررسی شده، براورد معناداری نداشته که با اعمال مقدار صفر برای این ۲ دوره، میانگین پارامتر حافظه ۰/۹۰۲ می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱. حافظه‌ی قیمت اسپات نفت خام *WTI* در سال‌های ۲۰۰۷-۱۹۸۶

روش تخمین	maxlike		NLS		GPH	Whittle	Lo	Hurst	Waveket
قیمت اسپاتWTI	d	P-Value	d	P-Value	d	P-Value	d	d	d	d
۱۹۸۶	۰/۰۲۶	۰/۶۱۶	-۰/۰۴۱	۰/۶۱۲	۰/۸۷۹	۰/۰۰۰	۱/۱۲۸	۰/۲۷۲	۰/۴۸۰	۰/۹۶۰
۱۹۸۷	۰/۰۶۴	۰/۳۵۴	۰/۰۳۵	۰/۶۰۲	۰/۸۱۲	۰/۰۰۲	۰/۹۷۹	۰/۳۲۴	۰/۴۴۱	۰/۸۶۳
۱۹۸۸	۰/۰۵۴	۰/۶۳۴	۰/۰۲۲	۰/۸۴۹	۰/۸۶۲	۰/۰۰۰	۰/۹۵۳	۰/۳۳۵	۰/۴۷۹	۰/۸۲۵
۱۹۸۹	-۰/۲۲۴	۰/۰۱۸	۰/۸۲۱	۰/۰۰۰	۰/۵۰۸	۰/۰۴۹	۰/۸۰۵	۰/۲۵۷	۰/۴۴۳	۰/۸۱۳
۱۹۹۰	-۰/۰۱۷	۰/۷۶۲	-۰/۰۱۳	۰/۸۱۲	۱/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۹۰۶	۰/۳۴۸	۰/۴۹۸	۰/۸۰۲
۱۹۹۱	-۰/۴۱۷	۰/۰۰۰	-۰/۳۸۴	۰/۰۰۰	۰/۳۵۴	۰/۱۳۷	۰/۷۵۱	۰/۲۲۹	۰/۴۳۷	۰/۸۳۴
۱۹۹۲	-۰/۰۱۳	۰/۸۲۵	۰/۸۷۴	۰/۰۰۱	۰/۹۶۶	۰/۰۰۰	۰/۹۸۰	۰/۳۵۰	۰/۴۹۶	۰/۷۲۰
۱۹۹۳	-۰/۰۰۸	۰/۸۸۲	-۰/۰۳۶	۰/۵۳۴	۰/۰۳۱	۰/۰۰۰	۰/۹۸۰	۰/۳۲۹	۰/۴۰۳	۰/۶۳۱
۱۹۹۴	-۰/۱۹۰	۰/۰۲۳	۰/۸۰۸	۰/۰۰۰	۰/۹۸۴	۰/۰۰۰	۰/۹۶۸	۰/۳۳۰	۰/۵۱۵	۰/۶۴۴
۱۹۹۵	-۰/۱۴۴	۰/۵۵۲	۰/۷۶۲	۰/۰۰۰	۰/۹۷۰	۰/۰۰۰	۰/۸۳۵	۰/۲۹۹	۰/۴۷۷	۰/۷۶۲
۱۹۹۶	۰/۰۰۳	۰/۹۷۱	۰/۷۸۳	۰/۰۰۰	۰/۹۶۶	۰/۰۰۰	۰/۷۸۴	۰/۳۱۱	۰/۴۶۰	۰/۸۰۶
۱۹۹۷	-۰/۰۰۷	۰/۹۰۳	۰/۰۸۲	۰/۶۰۹	۰/۷۳۶	۰/۰۰۰	۰/۹۵۳	۰/۲۸۲	۰/۴۷۲	۰/۵۶۹
۱۹۹۸	-۰/۲۱۲	۰/۱۲۸	۰/۷۵۷	۰/۰۰۰	۰/۷۱۴	۰/۰۰۲	۰/۷۴۱	۰/۲۹۳	۰/۳۸۷	۰/۷۳۶
۱۹۹۹	۰/۰۹۶	۰/۵۷۱	۰/۰۲۴	۰/۶۱۹	۱/۱۲۹	۰/۰۰۰	۰/۸۳۹	۰/۳۴۴	۰/۴۸۵	۰/۷۹۱
۲۰۰۰	۰/۰۲۱	۰/۷۸۰	-۰/۰۳۱	۰/۸۱۲	۰/۹۰۹	۰/۰۷۸	۰/۹۶۲	۰/۳۱۰	۰/۴۵۲	۰/۹۹۹
۲۰۰۱	۰/۲۳۹	۰/۲۰۲	۰/۸۳۱	۰/۰۰۰	۱/۲۴۳	۰/۰۰۰	۰/۸۲۵	۰/۳۳۵	۰/۴۳۵	۰/۸۳۳
۲۰۰۲	۰/۰۲۲	۰/۷۰۱	۰/۱۳۲	۰/۱۲۷	۰/۸۷۷	۰/۰۰۰	۱/۰۷۱	۰/۳۰۷	۰/۴۸۷	۰/۹۵۸
۲۰۰۳	۰/۱۱۶	۰/۵۳۲	۰/۰۴۷	۰/۶۶۶	۰/۸۹۱	۰/۰۰۰	۱/۰۰۰	۰/۳۰۲	۰/۴۵۵	۰/۵۹۵
۲۰۰۴	-۰/۰۲۵	۰/۶۴۶	۰/۰۱۲	۰/۸۹۸	۱/۰۱۰	۰/۰۰۰	۰/۹۸۸	۰/۳۳۹	۰/۵۰۹	۰/۷۸۴
۲۰۰۵	-۰/۰۶۷	۰/۲۱۵	۰/۹۰۷	۰/۰۰۰	۰/۹۸۶	۰/۰۰۱	۰/۸۹۴	۰/۳۴۲	۰/۵۱۱	۰/۸۲۴
۲۰۰۶	-۰/۰۳۰	۰/۶۲۰	-۰/۰۶۹	۰/۲۶۴	۱/۳۶۱	۰/۰۰۰	۰/۸۹۹	۰/۳۴۹	۰/۴۹۵	۰/۶۴۸
۲۰۰۷	۰/۱۷۹	۰/۰۸۹	-۰/۰۲۵	۰/۶۵۳	۱/۰۵۰	۰/۰۰۰	۱/۰۱۷	۰/۳۴۲	۰/۴۷۴	۰/۸۹۲
میانگین	-۰/۰۱۱		۰/۲۸۶		۰/۹۲۰		۰/۹۲۱	۰/۳۱۵	۰/۴۶۸	۰/۷۸۶
انحراف استاندارد	۰/۱۴۶		۰/۴۲۳		۰/۲۱۷		۰/۱۰۲	۰/۰۳۳	۰/۰۳۴	۰/۱۱۷

منبع: یافته‌های پژوهش

لازم به ذکر است هرچند، روش‌های براورد *Wavelet*، *Whittle* و *GPH* برای قیمت‌های اسپات نفت خام بیانگر نبود حافظه‌ی بلندمدت در دوره‌ی زمانی بررسی شده است؛ ولیکن، میانگین پارامتر حافظه‌ی براورد شده به‌وسیله‌ی آن‌ها، $0.5 \le d < 1$ را نتیجه داده که بیانگر ویژگی «برگشت به میانگین» نامانا در هر دو سری زمانی قیمت‌های اسپات است. ویژگی برگشت به میانگین در قیمت‌های مالی، بر وجود مکانیزم‌هایی که در افق‌های زمانی طولانی‌مدت عمل می‌کند، دلالت دارد. چراکه رفتار برگشت به میانگین قیمت‌ها به این ایده برمی‌گردد که تغییر به‌وجودآمده در قیمت‌ها، در افق‌های طولانی‌مدت، با تغییرات با علامت مخالف دنبال خواهد شد. اگر این ویژگی در یک سری زمانی وجود نداشته باشد، آنگاه می‌توان در

www.SID.ir

Archive of SID

آن بازار به صورت دائم خریداری و یا فروش استقراضی کرده و به بازده مثبت دست یافت و این امکان‌پذیر نیست. همچنین، از دیدگاه استراتژی‌های سرمایه‌گذاری، استراتژی مومنتوم[1] نیز در چنین بازاری درست درآمده و این منطقی نیست. چرا که این استراتژی برای افق‌های بلندمدت جواب نمی‌دهد.

جدول۲. حافظه‌ی قیمت اسپات نفت خام برنت در سال‌های۲۰۰۷-۱۹۸۷

روش تخمین	Maxlike		NLS		GPH	Whittle	Lo	Hurst	Wavelet
قیمت اسپات برنت	d	P_Value	d	P_Value	d	P_Value	d	d	d	d
۱۹۸۷	۰/۱۶۴	۰/۲۲۲	۰/۱۷۰	۰/۲۲۳	۱/۱۰۰	۰/۰۰۰	۰/۹۳۰	۰/۲۸۰	۰/۴۸۵	۰/۹۵۲
۱۹۸۸	-۰/۰۱۰	۰/۸۷۰	-۰/۲۰۰	۰/۰۱۴	۱/۰۸۲	۰/۰۰۰	۰/۹۶۹	۰/۳۱۶	۰/۴۹۵	۰/۷۶۱
۱۹۸۹	۰/۰۱۴	۰/۸۷۲	۰/۹۶۰	۰/۰۰۰	۰/۶۶۶	۰/۰۰۶	۰/۹۹۵	۰/۳۳۴	۰/۴۴۶	۰/۹۰۱
۱۹۹۰	۰/۰۷۱	۰/۲۴۱	۰/۰۷۵	۰/۲۱۲	۱/۱۳۴	۰/۰۰۰	۰/۹۶۲	۰/۳۵۴	۰/۵۰۱	۰/۸۸۷
۱۹۹۱	-۰/۳۶۷	۰/۰۰۰	-۰/۴۲۰	۰/۰۰۰	۰/۳۴۷	۰/۰۵۱	۰/۷۰۲	۰/۲۶۲	۰/۴۲۲	۰/۶۸۱
۱۹۹۲	-۰/۰۲۷	۰/۶۵۵	-۰/۰۹۹	۰/۲۳۱	۱/۱۳۵	۰/۰۰۰	۰/۹۱۰	۰/۳۴۶	۰/۴۹۱	۰/۶۷۷
۱۹۹۳	-۰/۰۰۷	۰/۸۹۵	-۰/۱۳۸	۰/۲۱۳	۱/۰۲۰	۰/۰۰۰	۱/۰۰۲	۰/۳۳۱	۰/۴۱۴	۰/۷۶۱
۱۹۹۴	-۰/۱۰۳	۰/۲۲۱	۰/۸۶۰	۰/۰۰۰	۱/۰۹۲	۰/۰۰۰	۰/۹۳۰	۰/۳۲۶	۰/۵۰۵	۰/۵۶۳
۱۹۹۵	-۰/۰۰۷	۰/۹۱۰	-۰/۰۲۸	۰/۷۴۸	۰/۹۹۶	۰/۰۰۰	۰/۹۹۰	۰/۳۰۴	۰/۴۸۰	۰/۸۰۲
۱۹۹۶	۰/۲۶۸	۰/۱۵۱	۰/۸۲۳	۰/۰۰۰	۱/۱۷۱	۰/۰۰۰	۰/۸۱۱	۰/۳۳۸	۰/۴۷۳	۰/۸۸۰
۱۹۹۷	۰/۰۲۵	۰/۶۵۷	۰/۰۹۳	۰/۵۸۱	۰/۷۲۶	۰/۰۰۰	۱/۰۵۵	۰/۲۷۷	۰/۴۷۳	۰/۸۰۵
۱۹۹۸	۰/۰۱۷	۰/۸۰۵	-۰/۰۴۰	۰/۷۲۳	۰/۶۹۱	۰/۰۹۹	۰/۸۶۲	۰/۳۰۵	۰/۴۰۰	۰/۸۳۳
۱۹۹۹	۰/۰۹۰	۰/۶۰۲	-۰/۰۰۴	۰/۹۰۱	۱/۱۵۰	۰/۰۰۰	۰/۸۷۸	۰/۳۵۲	۰/۴۸۸	۰/۸۲۵
۲۰۰۰	۰/۰۹۸	۰/۱۳۶	۰/۰۸۱	۰/۴۵۵	۱/۱۵۱	۰/۰۰۱	۱/۰۹۶	۰/۳۱۰	۰/۴۵۰	۰/۰۵۷
۲۰۰۱	۰/۰۳۹	۰/۵۵۳	۰/۰۳۹	۰/۵۵۳	۱/۱۴۱	۰/۰۰۰	۰/۹۱۴	۰/۳۳۱	۰/۴۹۰	۰/۶۳۰
۲۰۰۲	۰/۱۴۸	۰/۱۷۲	۰/۱۶۰	۰/۰۸۷	۰/۸۸۸	۰/۰۰۰	۱/۱۰۶	۰/۲۹۸	۰/۴۸۱	۰/۸۴۸
۲۰۰۳	۰/۲۰۶	۰/۲۰۶	۰/۲۹۲	۰/۲۱۹	۰/۹۱۲	۰/۰۰۰	۱/۰۲۹	۰/۳۰۶	۰/۴۶۲	۰/۷۴۰
۲۰۰۴	۰/۰۳۱	۰/۵۸۶	۰/۰۱۶	۰/۸۶۱	۰/۸۹۵	۰/۱۰۵	۱/۰۸۴	۰/۳۴۰	۰/۵۰۲	۰/۷۱۱
۲۰۰۵	-۰/۰۰۵	۰/۹۲۲	۰/۰۴۵	۰/۶۳۴	۱/۰۴۰	۰/۰۰۰	۰/۹۵۸	۰/۳۳۴	۰/۴۹۵	۰/۹۸۷
۲۰۰۶	-۰/۰۵۳	۰/۳۰۵	-۰/۰۵۳	۰/۲۹۶	۱/۲۵۱	۰/۰۰۰	۰/۰۱۳	۰/۳۴۹	۰/۵۰۰	۰/۵۷۳
۲۰۰۷	۰/۰۵۸	۰/۳۰۸	۰/۰۲۶	۰/۴۰۷	۰/۹۳۸	۰/۰۰۰	۰/۹۴۵	۰/۳۲۹	۰/۴۷۴	۰/۷۵۹
میانگین	۰/۰۳۱		۰/۱۲۶		۰/۹۷۷		۰/۹۵۹	۰/۳۱۵	۰/۴۷۴	۰/۷۹۲
انحراف استاندارد	۰/۱۲۷		۰/۳۴۸		۰/۲۱۸		۰/۰۹۷	۰/۰۳۲	۰/۰۲۹	۰/۱۲۹

منبع: یافته‌های پژوهش

هرچند، براوردهای به‌دست آمده از روش *GPH* نسبت به تکنیک‌های *Wavelet* و *Whittle* واریانس بالاتری دارد؛ لیکن، نزدیک بودن براوردهای آن به براوردهای *Wavelet* و *Whittle* بیانگر اعتبار نتایج براوردهای آن است. براوردهای بدست آمده با روش *ML* و نیز روش *NLS* با توجه به $p-value$ های گزارش شده در جداول در بیشتر دوره‌ها معنادار نبوده‌است. از آنجا که معنادار نبودن براورد ممکن است نتیجه‌ی هم‌خطی در مدل‌هایARMA باشد، معنادار بودن یا نبودن این براورد برای پارامتر حافظه، با

www.SID.ir

1- Momentum Strategy

Archive of SID

توجه به مقدار لگاریتم درستنمایی در حالت براورد مقید و غیرمقید و مقایسه با آماره‌ی χ^2 بررسی شده است. نتیجه‌ی تحلیل بیانگر آن است که براوردهای به‌دست آمده به‌وسیله‌ی این دو روش در هیچ‌کدام از بازه‌های سالانه معنادار نیست. در نتیجه، نمی‌توان بر اساس مقادیر بیان شده در جداول با روش‌های ML و NLS تحلیل درستی ارائه کرد. براوردهای $Hurst$ و Lo نشان‌دهنده وجود حافظه‌ی بلندمدت در این دو شاخص قیمت نفت خام است. این دو براورد برخلاف مدل‌های $ARFIMA$ ظرفیت مدلسازی رفتار انباشتگی کسری را هم در کوتاه‌مدت و هم در بلندمدت دارا نیست؛ و به همین دلیل، دقت براوردهای پارامتریک و نیمه‌پارامتریک با استفاده از مدل‌های $ARFIMA$ را ندارد. بنابراین، همان‌گونه که در ابتدای این بخش نیز گفته شد، به این دو تکنیک تنها برای بررسی روند تغییرات پارامتر حافظه بازار توجه می‌شود.

جدول۳. حافظه‌ی قیمت قراردادهای آتی۳ ماهه‌ی WTI طی سال‌های۲۰۰۷-۱۹۸۳

روش براورد	Maxlike		NLS		GPH		Whittle	Lo	Hurst	Wavelet
قرارداد آتی ۳ ماهه‌ی WTI	d	P_Value	d	P_Value	d	P_Value	d	d	d	d
۱۹۸۳	-۰/۰۳۶	۰/۷۱۵	۰/۹۶۹	۰/۰۰۰	۱/۱۶۵	۰/۰۰۳	۱/۰۳۸	۰/۳۲۳	۰/۴۱۰	۱/۰۳۱
۱۹۸۴	۰/۰۵۲	۰/۳۶۷	۰/۰۰۳	۰/۱۱۲	۱/۰۲۲	۰/۰۰۱	۱/۰۸۰	۰/۳۰۸	۰/۳۸۵	۰/۸۷۷
۱۹۸۵	-۰/۰۱۱	۰/۸۴۷	۰/۲۱۲	۰/۳۵۶	۱/۰۹۱	۰/۰۰۲	۱/۱۱۸	۰/۲۸۲	۰/۴۲۵	۰/۹۰۶
۱۹۸۶	۰/۰۴۶	۰/۳۸۹	-۰/۰۳۸	۰/۶۲۰	۱/۱۳۰	۰/۰۰۰	۱/۱۰۹	۰/۲۹۸	۰/۴۸۸	۰/۹۰۰
۱۹۸۷	۰/۱۲۲	۰/۱۰۳	۰/۰۸۶	۰/۲۵۱	۱/۰۵۱	۰/۰۱۱	۱/۰۰۹	۰/۳۲۸	۰/۴۴۵	۰/۷۹۹
۱۹۸۸	-۰/۱۰۴	۰/۳۲۰	۰/۰۳۵	۰/۶۰۳	۱/۰۴۱	۰/۰۰۰	۰/۹۱۱	۰/۳۲۵	۰/۵۰۰	۰/۸۶۳
۱۹۸۹	-۰/۱۳۰	۰/۱۶۲	۰/۹۴۵	۰/۰۰۰	۰/۸۱۳	۰/۰۰۱	۰/۸۸۱	۰/۲۹۷	۰/۴۴۰	۰/۸۹۷
۱۹۹۰	۰/۰۹۶	۰/۱۳۵	۰/۰۹۸	۰/۱۲۴	۱/۱۹۰	۰/۰۰۰	۰/۹۳۹	۰/۲۴۸	۰/۵۱۱	۰/۸۱۲
۱۹۹۱	-۰/۳۰۵	۰/۰۱۵	۰/۶۴۴	۰/۴۰۴	۰/۴۵۸	۰/۰۰۱	۰/۹۲۶	۰/۲۶۹	۰/۴۲۸	۰/۸۰۵
۱۹۹۲	۰/۰۴۳	۰/۴۴۳	۰/۲۱۴	۰/۰۰۲	۰/۴۷۸	۰/۰۰۰	۰/۹۹۸	۰/۳۴۹	۰/۵۰۳	۰/۸۹۸
۱۹۹۳	-۰/۰۱۳	۰/۷۹۷	-۰/۰۴۹	۰/۳۸۱	۱/۱۷۷	۰/۰۰۸	۱/۰۲۵	۰/۳۲۹	۰/۴۰۲	۰/۳۵۹
۱۹۹۴	-۰/۱۳۲	۰/۱۸۶	۰/۴۸۴	۰/۳۰۱	۱/۰۵۹	۰/۰۰۰	۰/۹۳۱	۰/۳۴۱	۰/۵۱۷	۰/۵۲۹
۱۹۹۵	۰/۰۲۶	۰/۶۸۶	۰/۹۲۲	۰/۰۰۰	۱/۳۰۰	۰/۰۰۱	۰/۹۴۵	۰/۳۲۶	۰/۴۹۵	۰/۶۸۲
۱۹۹۶	-۰/۱۵۰	۰/۰۲۸	-۰/۲۸۰	۰/۰۰۸	۱/۱۲۵	۰/۰۰۰	۰/۸۵۲	۰/۳۴۷	۰/۴۸۱	۰/۸۵۱
۱۹۹۷	۰/۰۱۹	۰/۷۴۵	۰/۰۴۹	۰/۶۰۴	۰/۶۷۰	۰/۰۰۱	۱/۰۲۶	۰/۲۶۸	۰/۴۶۱	۰/۶۰۷
۱۹۹۸	-۰/۰۲۳	۰/۷۲۱	۰/۸۶۰	۰/۰۰۰	۰/۷۵۸	۰/۰۰۰	۰/۸۱۹	۰/۳۱۶	۰/۴۰۲	۰/۷۹۵
۱۹۹۹	-۰/۰۰۳	۰/۹۴۸	-۰/۰۰۹	۰/۸۴۵	۱/۱۷۱	۰/۰۰۰	۰/۸۲۵	۰/۳۴۸	۰/۴۹۵	۰/۷۸۶
۲۰۰۰	۰/۰۰۴	۰/۹۴۵	-۰/۰۲۸	۰/۷۹۴	۰/۹۹۱	۰/۰۰۰	۱/۰۳۸	۰/۳۲۶	۰/۴۸۰	۰/۸۸۷
۲۰۰۱	-۰/۰۹۴	۰/۴۰۳	۰/۸۸۵	۰/۰۰۰	۱/۲۲۶	۰/۰۰۰	۰/۸۶۳	۰/۳۳۵	۰/۴۴۶	۰/۷۳۱
۲۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۹۶۶	۰/۱۱۹	۰/۱۳۹	۰/۹۶۳	۰/۰۰۰	۱/۰۵۷	۰/۳۰۰	۰/۴۹۰	۰/۹۴۰
۲۰۰۳	-۰/۲۶۱	۰/۵۹۵	۰/۲۶۳	۰/۰۶۱	۰/۷۷۳	۰/۰۰۰	۱/۰۴۹	۰/۳۰۰	۰/۴۳۵	۰/۵۶۷
۲۰۰۴	-۰/۰۳۲	۰/۵۳۹	۰/۰۱۷	۰/۸۴۵	۱/۰۰۷	۰/۰۰۰	۰/۹۹۵	۰/۳۴۲	۰/۵۱۱	۰/۷۴۸
۲۰۰۵	-۰/۰۱۷	۰/۷۴۷	-۰/۰۸۱	۰/۲۷۷	۱/۰۲۹	۰/۰۰۰	۰/۹۴۲	۰/۳۳۹	۰/۵۱۲	۰/۸۳۵
۲۰۰۶	-/۰۰۴	۰/۹۴۳	۰/۰۰۲	۰/۹۶۹	۱/۲۷۷	۰/۰۰۰	۰/۹۵۷	۰/۳۵۳	۰/۴۹۳	۰/۷۰۴
۲۰۰۷	-۰/۰۲۱	۰/۸۱۵	۰/۰۶۷	۰/۵۰۶	۰/۹۹۷	۰/۰۰۰	۰/۹۶۸	۰/۳۳۳	۰/۴۷۰	۰/۹۱۳
میانگین	-۰/۰۴۰		۰/۲۵۶		۰/۹۹۸		۰/۹۷۲	۰/۳۲۱	۰/۴۶۵	۰/۷۸۹
انحراف استاندارد	۰/۰۹۹		۰/۳۸۲		/۲۲۵		۰/۰۸۵	۰/۰۷۵	۰/۰۴۰	۰/۱۴۹

www.SID.ir

منبع: یافته‌های پژوهش

Archive of SID

همان‌طور که از جدول۳ مشخص است، بر اساس روش‌های *Whittle*، *Wavelet*، *GPH* سری زمانی قیمت‌های آتی نایمکس حافظه‌ی طولانی ندارد. البته، براوردهای به‌دست آمده از این سه روش با این‌که بیانگر نبود حافظه‌ی بلندمدت است؛ ولیکن، نشان‌دهنده‌ی خصوصیت «برگشت به میانگین» برای قراردادهای آتی این شاخص نفت خام می‌باشد. به این معنا که در بلندمدت قیمت‌ها تغییر جهت داده و به سمت میانگین حرکت می‌کند. به عبارت دیگر، تغییرات مثبت قیمت‌ها در گذشته با تغییرات منفی و تغییرات منفی گذشته با تغییرات مثبت ادامه می‌یابد.

همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، درباره‌ی این سری زمانی نیز بیشتر براوردهای پارامتر حافظه به‌وسیله‌ی روش *ML* و *NLS* معنادار نبوده‌است. معنادار بودن یا نبودن این براوردها برای پارامتر حافظه، با توجه به مقدار لگاریتم درستنمایی در حالت براورد مقید و غیرمقید و مقایسه با آماره‌ی χ^2 نیز بررسی می‌شود. نتیجه آن‌که براوردهای بدست آمده به‌وسیله‌ی این دو روش در هیچ‌کدام از بازه‌های سالانه معنادار نیست.

جدول٤. حافظه‌ی قیمت قرارداهای آتی۳ ماهه‌ی برنت در سال‌های۲۰۰۷-۱۹۸۹

روش تخمین	Maxlike		NLS		GPH		Whittle	Lo	Hurst	Wavelet
قرارداد آتی ۳ ماهه برنت	d	P_Value	d	P_Value	d	P_Value	d	d	d	d
۱۹۸۹	۰/۰۹۹	۰/۲۹۶	۰/۶۹۴	۰/۰۰۰	۰/۶۹۸	۰/۰۰۱	۰/۸۵۹	۰/۳۰۸	۰/۴۰۰	۰/۸۴۱
۱۹۹۰	-۰/۱۰۰	۰/۱۵۰	۰/۸۸۹	۰/۰۰۰	۰/۹۶۷	۰/۰۰۱	۰/۹۰۰	۰/۳۵۲	۰/۵۱۰	۰/۸۸۹
۱۹۹۱	-۰/۳۰۴	۰/۰۰۰	-۰/۲۳۱	۰/۰۰۴	۰/۴۴۹	۰/۰۰۰	۰/۸۸۵	۰/۲۷۱	۰/۴۳۶	۰/۹۳۸
۱۹۹۲	۰/۰۰۰	۰/۹۹۴	۰/۱۸۵	۰/۴۸۹	۱/۰۲۱	۰/۰۰۱	۰/۹۹۵	۰/۳۵۲	۰/۵۱۰	۰/۸۴۳
۱۹۹۳	۰/۰۱۶	۰/۷۴۵	-۰/۰۶۲	۰/۲۵۳	۱/۱۲۵	۰/۰۰۰	۰/۹۸۵	۰/۳۲۵	۰/۳۸۱	۰/۷۱۰
۱۹۹۴	-۰/۱۲۵	۰/۱۸۳	۰/۵۲۵	۰/۳۴۶	۱/۱۰۱	۰/۰۰۰	۰/۹۲۷	۰/۳۴۴	۰/۵۱۹	۰/۵۱۳
۱۹۹۵	-۰/۰۴۱	۰/۴۵۸	۰/۵۰۸	۰/۰۱۹	۱/۲۹۶	۰/۰۰۰	۱/۰۱۰	۰/۳۲۰	۰/۴۹۳	۰/۶۲۷
۱۹۹۶	۰/۲۵۹	۰/۱۹۶	-۰/۲۴۵	۰/۰۰۵	۱/۲۳۲	۰/۰۰۰	۰/۸۵۱	۰/۳۵۲	۰/۴۸۹	۰/۷۷۴
۱۹۹۷	۰/۰۲۷	۰/۶۳۳	۰/۱۶۳	۰/۳۱۵	۰/۵۸۵	۰/۰۰۱	۱/۱۲۶	۰/۲۵۹	۰/۴۶۵	۰/۷۴۸
۱۹۹۸	-۰/۰۷۱	۰/۱۹۰	۰/۸۹۷	۰/۰۰۰	۰/۷۸۰	۰/۰۰۰	۰/۸۴۹	۰/۳۱۴	۰/۳۸۶	۰/۵۵۲
۱۹۹۹	-۰/۰۰۴	۰/۹۲۸	۰/۰۱۵	۰/۶۱۲	۱/۲۰۰	۰/۰۰۰	۰/۸۶۲	۰/۳۵۲	۰/۴۹۸	۰/۵۷۹
۲۰۰۰	-۰/۰۱۸	۰/۷۴۲	-۰/۰۴۲	۰/۶۲۳	۱/۱۱۱	۰/۰۰۰	۱/۰۶۰	۰/۳۳۸	۰/۴۹۵	۰/۶۹۹
۲۰۰۱	-/۰۲۰	۰/۷۳۹	۰/۸۹۱	۰/۰۰۰	۱/۳۰۳	۰/۰۰۰	۰/۹۱۳	۰/۳۳۷	۰/۴۲۰	۰/۷۲۸
۲۰۰۲	۰/۱۱۲	۰/۲۴۸	۰/۱۳۶	۰/۱۰۱	۰/۹۸۹	۰/۰۰۰	۱/۱۲۳	۰/۳۰۴	۰/۴۹۷	۰/۸۵۵
۲۰۰۳	-۰/۱۹۷	۰/۶۹۶	۰/۲۷۹	۰/۱۳۱	۰/۹۳۷	۰/۰۰۰	۱/۰۶۸	۰/۳۰۳	۰/۴۵۱	۰/۵۶۳
۲۰۰۴	۰/۰۶۱	۰/۴۷۷	۱/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۹۸۳	۰/۰۰۰	۱/۰۱۱	۰/۳۴۵	۰/۵۱۳	۰/۶۷۲
۲۰۰۵	۰/۰۸۴	۰/۳۶۲	۰/۰۴۱	۰/۶۳۷	۰/۹۸۵	۰/۰۳۸	۰/۹۷۶	۰/۳۳۵	۰/۵۱۶	۰/۷۴۴
۲۰۰۶	-۰/۰۰۴	۰/۹۴۱	-۰/۰۷۴	۰/۳۸۸	۱/۲۳۶	۰/۰۰۰	۰/۹۷۲	۰/۳۵۷	۰/۴۹۲	۰/۴۷۲
۲۰۰۷	۰/۱۱۳	۰/۱۷۷	-۰/۰۳۴	۰/۵۸۹	۱/۰۵۶	۰/۰۰۰	۱/۰۲۱	۰/۳۲۸	۰/۵۰۴	۰/۸۴۸
میانگین	-۰/۰۰۸		۰/۲۹۱		۱/۰۰۳		۰/۹۶۸	۰/۳۲۶	۰/۴۷۲	۰/۷۱۵
انحراف استاندارد	۰/۱۲۴		۰/۴۱۳		۰/۲۳۵		۰/۰۸۹	۰/۰۲۸	۰/۰۴۶	۰/۱۳۶

منبع: یافته‌های پژوهش

www.SID.ir

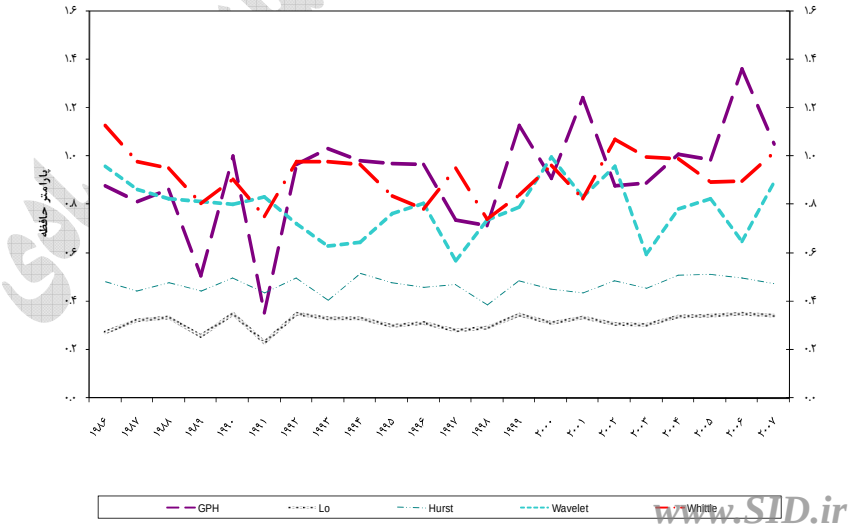
Archive of SID

بر اساس سه روش *Whittle*، *Wavelet*، *GPH* سری زمانی قیمت‌های آتی برنت حافظه‌ی بلندمدت ندارد. البته، براوردهای به‌دست آمده از دو روش *Whittle* و *Wavelet* با این‌که بیانگر نبود حافظه‌ی بلندمدت است؛ ولیکن، نشان‌دهنده‌ی خصوصیت «برگشت به میانگین» برای سری زمانی موردنظر از بازار آتی‌های نفت خام است.

درباره‌ی این سری زمانی نیز مانند سه سری زمانی مورد تحلیل شده‌ی پیشین، براوردهای *ML* و *NLS* در هیچ‌کدام از دوره‌ها معنی‌دار نبوده است. افزون براین، براوردهای به‌دست آمده از *NLS*، واریانس بسیار بالایی دارد و مقادیر براورد زده شده با این روش از ۰/۲۴- تا ۱ در نوسان است.

به دلیل اریب براورد در تقریباً تمامی روش‌های براورد *ARFIMA*، نتایج بیشتر براوردهای حافظه نمی‌تواند اطلاعات دقیقی درباره‌ی سطح حافظه در بازار مورد بررسی نشان دهد. با این وجود، روند حافظه قابل اعتماد بوده و می‌تواند برای بررسی گرایش به کارایی در بازار مفید باشد. برای بررسی بود یا نبود یک الگو و روند معنادار برای پارامترحافظه در بازار اسپات نفت خام *WTI* و برنت با توجه به پارامتر حافظه‌ی براورد شده برای فواصل زمانی یکساله در دوره‌ی بررسی شده که نتایج آن در جداول۱ تا ۴ آمده، به ترسیم نمودار روند حافظه قیمت‌های اسپات نفت خام *WTI* و برنت در نمودارهای۱ تا ۴ پرداخته شده است. لازم به ذکر است با توجه به این‌که روش‌های *ML* و *NLS* براوردهای معناداری از پارامتر حافظه نداد، برای بررسی روند حافظه‌ی بازار از براوردهای به‌دست آمده از این دو روش استفاده نشده است.

نمودار ۱. نمودار روند حافظه‌ی قیمت‌های اسپات نفت خام WTI در سال‌های ۲۰۰۷-۱۹۸۶

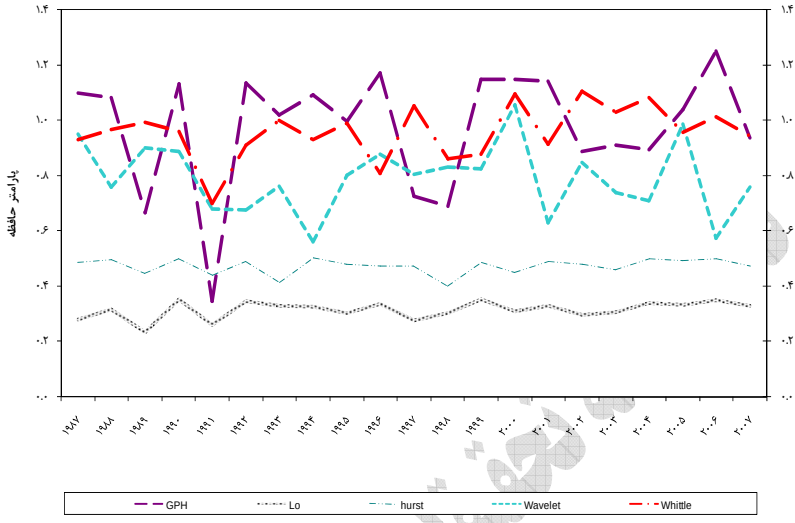


www.SID.ir

منبع: یافته‌های پژوهش

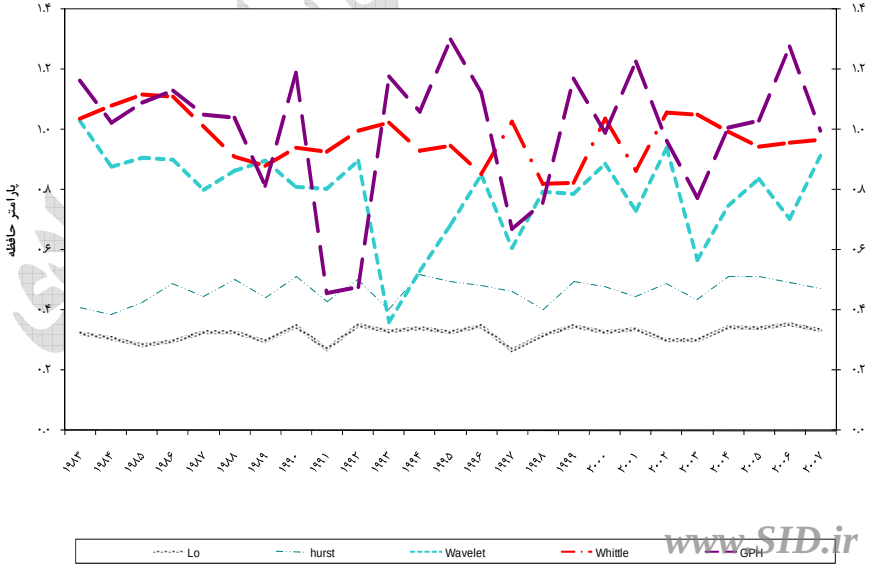
Archive of SID

نمودار۲. نمودار روند حافظه‌ی قیمت‌های اسپات نفت خام برنت در سال‌های۲۰۰۷-۱۹۸۷



منبع: یافته‌های پژوهش

نمودار۳. نمودار روند حافظه‌ی قیمت‌های آتی ۳ ماهه‌ی نفت خام *WTI* در سال‌های۲۰۰۷-۱۹۸۳

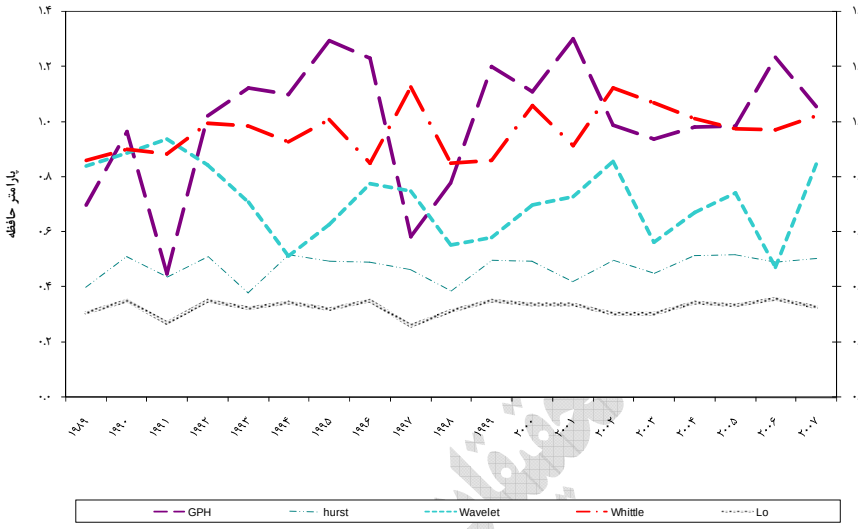


www.SID.ir

منبع: یافته‌های پژوهش

Archive of SID

نمودار ٤. نمودار روند حافظه‌ی قیمت‌های آتی ۳ ماهه‌ی نفت خام برنت در سال‌های ۲۰۰۷-۱۹۸۹



منبع: یافته‌های پژوهش

همان‌گونه که از دقت در نمودارها نیز مشخص می‌گردد، حافظه‌ی براورد شده برای شاخص‌های قیمت نفت خام، به‌وسیله‌ی هیچ‌یک از تکنیک‌ها، بیانگر روندی خاص برای حافظه بازار نیست. بنابراین، روند حافظه‌ی بازارهای نفت خام *WTI* و برنت الگوی خاص معناداری نداشته و روند تغییرات آن کاملاً خنثی بوده است.

٦. نتیجه‌گیری

برخی نویسندگان نشان داده‌اند که بازار در طول زمان به سوی کارایی پیش می‌رود ولیکن، در مجموع بررسی ساختار بازارهای نفت خام بررسی‌های بیشتر و مفصل‌تری را می‌طلبد. در این مقاله سعی شده است با براورد اثرات حافظه با استفاده از روش‌های مختلف پارامتریک، نیمه پارامتریک و ناپارامتریک به این حوزه‌ی تحقیقاتی عمقی بیشتر داده شود. این در حالی است که در تحقیق حاضر، از ۷ تکنیک پیشرفته اقتصاد سنجی (شامل روش موجک) برای براورد پارامتر حافظه استفاده شده است. به عبارت دیگر، تحقیق حاضر نسبت به مطالعات انجام شده در این حوزه، از نظر تکنیکی جامعیتی بیشتر داشته و گسترده کردن دامنه‌ی تکنیکی در حوزه‌ی بررسی شده یکی از موارد قابل توجه است.

www.SID.ir

در این تحقیق وجود حافظه‌ی بلندمدت و نیز روند رفتاری آن در بازارهای اسپات و آتی نفت خام بررسی شد.

Archive of SID

حافظه‌ی بازارهای نفت از با براورد پارامتر تفاضل کسری با تکنیک‌های مختلف ML، NLS، $Hurst$، Lo، GPH، $Whittle$ و $Wavelet$ و برای دو شاخص مهم قیمت نفت خام، قیمت نفت خام WTI و قیمت نفت خام دریای شمال(برنت)، در بازارهای اسپات و آتی تحلیل گردید.

نتایج به‌دست آمده در زمینه‌ی بررسی وجود حافظه با استفاده از تکنیک‌های براورد مختلف تا اندازه‌ای متفاوت است. با این وجود، با دقت در پارامترهای تفاضل کسری براورد شده و میانگین و انحراف استاندارد آن‌ها می‌توان به نتیجه‌گیری‌هایی دست یافت.

نتایج به دست آمده از روش‌های براورد $Wavelet$، $Whittle$ و GPH درباره‌ی بودن یا نبودن وجود حافظه‌ی بلندمدت برای قیمت نفت در هر دو بازار مورد بررسی بیانگر آنست که قیمت‌های نفت دارای حافظه‌ی بلندمدت نیست. لازم به ذکر است هرچند، این روش‌های براورد، هر سه بیانگر نبود حافظه‌ی بلندمدت در دوره‌ی زمانی مورد بررسی است؛ ولیکن، میانگین پارامتر حافظه‌ی براورد شده از سوی آن‌ها، $0.5 \le d < 1$ را نتیجه داده که بیانگر ویژگی «برگشت به میانگین» نامانا در سری زمانی قیمت‌ها است. به این معنا که در بلندمدت قیمت‌ها به‌سوی میانگین حرکت می‌کند.

براورد $Hurst$ به دلیل در نظر نگرفتن حافظه‌ی کوتاه‌مدت در کنار حافظه‌ی بلندمدت نتایج چندان قابل اعتمادی را نشان نمی‌دهد. البته، روش Lo (که تعدیلی از روش $Hurst$ می‌باشد) تا اندازه‌ای مسأله‌ی حساس بودن روش $Hurst$ به حافظه‌ی کوتاه‌مدت را حل کرده است. ولی، در هر صورت این روش‌ها از جمله روش‌های ناپارامتریک بوده و برخلاف مدل‌های $ARFIMA$ ظرفیت مدلسازی رفتار انباشتگی کسری را هم در کوتاه‌مدت و هم در بلندمدت دارا نیست؛ و به همین دلیل، دقت براوردهای پارامتریک و نیمه‌پارامتریک با استفاده از مدل‌های $ARFIMA$ را ندارد. در ضمن روش‌های ML، $Hurst$ و Lo در صورت وجود عبارت‌های $ARMA(p,q)$ در سری زمانی نتایج تورش‌داری به‌دست خواهد داد و با توجه به این‌که روش ML فرض مانایی را نیز لحاظ می‌کند، مقدار عددی به‌دست آمده از این روش ها چندان قابل اتکا نبوده و فقط برای بررسی روند پارامتر d به آن توجه می‌شود.

براوردهای به‌دست آمده از روش NLS نیز برای تمامی بازارهای مورد بررسی واریانس بالایی داشته که بیانگر آنست که براورد مقدار باثباتی را نتیجه نداده و اعتبار کافی ندارد. افزون بر این‌ها، براوردهای به‌دست آمده از روش‌های ML و NLS معنی‌دار نبوده‌است. بنابراین، نمی‌توان بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از براورد آن‌ها تحلیل درستی ارائه کرد.

نکته‌ی جالب این‌که هر چند، نتایج تکنیک‌های به‌کار گرفته شده برای براورد پارامتر تفاضل کسری در هر بازار با یکدیگر یکسان نبوده است؛ ولیکن در بیشتر موارد، هر کدام از تکنیک‌های براورد برای بازارهای

www.SID.ir

Archive of SID

مختلف نتایجی یکسان نشان می‌دهد. در واقع، در بیشتر موارد با هریک از تکنیک‌های برآورد شده، نتایج یکسان و سازگاری برای بازارهای مورد بررسی (اسپات WTI، آتی WTI، اسپات برنت و آتی برنت) به‌دست آمد.

بررسی درباره‌ی بودن یا نبودن وجود حافظه‌ی بلندمدت در دو شاخص مهم قیمت نفت در بازارهای اسپات و آتی با استفاده از تکنیک‌های پیشرفته و دقیق اقتصادسنجی بیانگر نبود حافظه‌ی بلندمدت در بازارهای بین‌المللی نفت خام است. از نظر کمّی نیز مقدار پارامتر حافظه‌ی هر یک از چهار بازار نفت خام مورد تحلیل، بیان شد. با توجه به نبودن حافظه‌ی بلندمدت در بازارهای بین‌المللی نفت خام می‌توان به این نتیجه دست یافت که بر اساس رفتار تک متغیره‌ی قیمت‌ها نمی‌توان آن را با دقت بالایی پیش‌بینی کرد. شاید دلیل این مسأله مکانیزم پیچیده و ذاتاً غیرخطی حاکم بر قیمت نفت است که پیش‌بینی قیمت با دقتی مناسب امری دشوار نشان داده شده است.

سیاستی که با توجه به این یافته می‌توان سفارش کرد، این است که با در نظر گرفتن نداشتن دقت بالا در رفتار پیش‌بینی‌شده از قیمت نفت، برای سیاستگذاری باید بر اساس احتمالات توصیه‌ها را تنظیم کرد.

نتایج به‌دست‌آمده از روش $Hurst$ در این تحقیق با مطالعه‌ی تاباک و کاجوئیرو[1] (۲۰۰۷) که با تکنیک R/S به بررسی وجود وابستگی بلندمدت در بازار نفت خام WTI و نیز بازار نفت خام برنت در سال‌های ۱۹۸۳ الی ۲۰۰۴، پرداختند و همچنین، با مطالعه‌ی الوارز- رمایرز و همکاران۲ (۲۰۰۲) که قیمت‌های روزانه‌ی نفت خام را با استفاده از تحلیل هرست چندفراکتالی بررسی کردند و نیز با مطالعه‌ی سرلتیس و آندریدیس۳ (۲۰۰۴) که به بررسی ساختارهای فراکتال تصادفی در بازار نفت خام WTI در دوره‌ی زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۱، پرداختند و با استفاده از تحلیل هرست دریافتند که سری زمانی قیمت‌های نفت خام مورد بررسی آن‌ها دارای یک ساختار چندفراکتالی دارای حافظه بلندمدت است، مطابقت دارد.

نکته‌ی دیگر این‌که، هرچند براوردهای به دست آمده برای پارامتر حافظه با استفاده از روش‌های با دقت و اعتبار بالا، در هر چهار بازار اسپات و آتی بررسی شده نشان‌دهنده‌ی نبود حافظه‌ی بلندمدت بازار بود؛ ولیکن، بیشتر سری‌های قیمت دارای ویژگی برگشت به میانگین بود. به این معنا که در بلندمدت قیمت‌ها به سمت میانگین حرکت می‌کند. به این ترتیب، تا حدی می‌توان حرکت‌های کلی بازار را تشخیص داد.

انتظار می‌رفت بازار نفت خام به دلیل تغییر سیاست‌هایی که در تلاش برای افزایش کارایی صنعت انرژی بوده، برای افزایش کارایی حرکت کند و تغییرات حافظه‌ی بازار نفت خام دارای روندی کاهشی باشد. اما،

1 - Tabak and Cajueiro
2 - Alvarez-Ramirez et al.
3 - Serletis and Andreadis

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج این تحقیق چنین روندی را در بازار نشان نداده است. بررسی ما درباره‌ی رفتار دو شاخص مهم قیمت نفت در بازارهای اسپات و آتی با استفاده از آزمون‌های آماری ناپارامتریک، نیمه‌پارامتریک و کاملاً پارامتریک نشان‌دهنده‌ی نبود روندی خاص برای حافظه‌ی بلندمدت بازارهای اسپات و آتی نفت خام است. روند تغییرات حافظه یک روند خنثی بوده و روند رو به پایین یا رو به بالا ندارد. در نتیجه، بازار بین‌المللی نفت از نظر حافظه تغییر چندانی را تجربه نکرده است. به عبارت دیگر، کارایی بازار کاهش و یا افزایش معنی‌داری نداشته است.

در یک جمع‌بندی کلی می‌توان این‌گونه تحلیل کرد که با توجه به ویژگی بارز برگشت به میانگین در سری‌های زمانی قیمت‌های نفت، شوک‌های وارده به بازار نفت به گونه‌ای است که باعث می‌شود بازار با نرخی هیپربولیک به روند اصلی‌اش برگردد. بنابراین، در رابطه با روش وارد شدن به بازار آتی‌ها و نیز چگونگی خروج از آن و نیز در زمینه‌ی هجینگ بهینه باید به این ویژگی توجه کرده و آن‌را در تصمیم‌گیری‌ها لحاظ نمود.

۷. منابع

Alvarez-Ramirez, Jose and Cisneros, Myriam , (2002), Multifractal Hurst analysis of crude oil prices, Physica A 313, 651-670.

Alvarez-Ramirez, Jose, Alvarez, Jesus, and Rodriguez, Eduardo , (2008), "Short-term predictability of crude oil markets: Adetrended fluctuation analysis approach, Energy Economics 30, 2645-2656.

Baillie Richard T. (1996), Long Memory Processes and Fractional Integration in Econometrics, Journal of Econometrics 73, 5-59.

Banerjee, Anindya and Urga, Giovanni (2005), Modelling Structural Breaks, Long Memory and Stock Market Volatility: an Overview, Journal of Econometrics 129, 1-34.

Barkoulas, J.T., Baum, C.F., and Travlos, N., (2000), Long Memory in the Greek Stock Market, Applied Financial Economics 10, 177-184.

Bhardwaj, G. and Swanson, N. R. (2006), An Empirical Investigation of the Usefulness of ARFIMA Models for Predicting Macroeconomic and Financial Time Series, Journal of Econometrics 131, 539-578.

Diebolt, C. and Guiraud, V. (2005), A note on long memory time series, Quality and Quantity 39(6), 827-836.

Elder, J.,Serletis, A., (2008), Long Memory in Energy Futures Prices, Review of Financial Economics 17, 146-155.

Geweke, J. and Porter-Hudak, S. (1983), The Estimation and Application of Long Memory Time Series Models, Journal of Time Series Analysis 4, 221-38.

Grau-Carles, Pilar (2000), w Empirical Evidence of Long-Range Correlations in Stock Returns, Physica A 287, 396-404.

www.SID.ir

Archive of SID

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

Granger,W. J. C. and Ding, Z. (1996), Varieties of Long Memory Models, Journal of Econometrics.North Holland.Elsevier 73, 61-77.

Green, William H., (2003), Econometric Analysis, Fifth Edition, New Jersey: Prentice Hall.

Hosking, J. R. M. (1981), Fractional Differencing, Biometrika 68, 165-76.

15 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 Control24(3), 361-387.

Man, K.S., & Tiao, G.C., (2006), Aggregation Effect and Forecasting Temporal Aggregates of Long Memory Processes, International Journal of Forecasting 22, 267-281.

Mandelbrot, B. B. and Ness, V. (1968), Fractional Brownian Motions, Fractional Noises and Applications, SIAM Review10, 422-37.

Palma, Wilfredo, (2007), Long-Memory Time Series, Theory and Methods, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

Serletis, Apostolos, and Andreadis, Ioannis, (2004), Random fractal structures in North American energy markets, Energy Economics 26, 389-399.

Shimotsu, K. and Phillips, P. C. B. (2005), Exact Local Whittle Estimation of Fractional Integration, The Annals of Statistics 33(4), 1890-1933.

Sowell, F., (1991), Modelling Long-Run Behavior With Fractionally Integrated ARIMA Model, Journal of Monetary Economics 29 , 277-302.

Sowell, F., (1992), Maximum Likelihood Estimationof Stationary Univariate Fractionally Integrated Time Series Models, Journal of Econometrics 53, 165-188.

Tabak, Benjamin M., and Cajueiro, Daniel O., (2007), Are the crude oil markets becoming weakly efficient over time? A test for time-varying long-range dependence in prices and volatility, Energy Economics 29, 28-36.

Tolvi, Jussi, (2003), Long Memory and Outliers in Stock Market Returns, Applied Financial Economics 13(7), 495-502.

www.SID.ir