

مدل سازی بی ثباتی قیمت نفت خام سبک ایران

نظر دهمرده

دانشیار دانشکده اقتصاد دانشگاه سیستان و بلوچستان
nazar@hamoon.usb.as.ir

فرشید پورشهابی

کارشناس ارشد علوم اقتصادی دانشگاه سیستان و بلوچستان
pourshahabi.f@gmail.com

این مطالعه به مدل سازی تغییرپذیری قیمت نفت خام سبک ایران با استفاده از مدل های واریانس ناهمسانی شرطی خودرگرسیون تعمیم یافته (GARCH) پرداخته است. در این روش ممکن است که واریانس شرطی جمله خطا در طول زمان تغییر نماید. سپس، با استفاده از مدل برآورد شده به بررسی این موضوع که آیا اثرگذاری شوک های قیمتی نفت خام بر بی ثباتی قیمت نفت خام نامتقارن می باشد؟ و نیز این موضوع که آیا آثار شوک های قیمتی نفت خام بر بی ثباتی قیمت نفت خام پایدار می باشد یا خیر پرداخته شده است. داده های مورد استفاده در این مطالعه، سری زمانی ماهانه قیمت نفت خام سبک ایران طی دوره زمانی (۲۰۰۹-۱۹۸۰) می باشد و منبع گردآوری داده های مورد استفاده آژانس بین المللی انرژی (EIA) می باشد. نتایج مطالعه نشان دهنده این است که اثر شوک های قیمتی نفت خام بر بی ثباتی قیمت نفت خام نامتقارن و دارای درجه پایداری بالایی بوده است و شوک های قیمتی منفی نسبت به شوک های قیمتی مثبت دارای اثر بیشتری بر ناطمینانی قیمت نفت خام می باشند.

طبقه بندی JEL: Q43, C22.

واژه های کلیدی: نفت خام، بی ثباتی، مدل واریانس ناهمسانی شرطی خودرگرسیون تعمیم یافته (GARCH).

۱. مقدمه

نفت خام با توجه به تنوع مصارف، قابلیت تبدیل انرژی و سهولت حمل و نقل و ذخیره سازی نسبت به سایر انواع سوخت برتری دارد. هر چند علم و تکنولوژی پیشرفت های فراوانی داشته است اما نتوانسته است جایگزین مناسبی برای نفت معرفی نماید. با توجه به اینکه در قرون اخیر افزایش تولیدات صنعتی با توجه به تکنولوژی بکار رفته در تولید این محصولات نیاز روز افزونی را به مواد سوختی موجب شده است و با توجه به اینکه مهم ترین ماده سوختی مورد استفاده بشر در حال حاضر نفت خام می باشد، در نتیجه موجب افزایش اهمیت این محصول استراتژیک در جهان امروز شده است و همین موضوع لزوم انجام مطالعات هر چه بیشتر را بر بازار نفت خام و مکانیزم های فعال در این بازار و عوامل تاثیر گذار بر آن را بیان می کند.

بازار نفت خام با توجه به اهمیتی که برای کشورهای واردکننده آن از جهت رفع نیازهای صنایع کشورهایشان به انرژی و کشورهای صادرکننده آن از جهت درآمدهایی که از صدور این محصول بدست می آوردند از حساسیت بالایی برخوردار می باشد و تغییرات قیمت نفت خام می تواند این کشورها را با مشکلات فراوانی مواجه نماید که با آشنایی هر چه بیشتر با این بازار پر اهمیت جهانی می توان به پیش بینی آینده این بازار پرداخته و در نتیجه برای رویارویی با نوسان های قیمتی آمادگی بیشتری یافت. با توجه به اینکه تغییرپذیری قیمت در بازار نفت یک حقیقت می باشد و جهت انجام تجزیه و تحلیل این بازار نمی توان این عامل را بی اهمیت دانست، همین موضوع لزوم مطالعه نااطمینانی در بازار نفت را نشان می دهد. از جمله پیامدهای تغییرپذیری قیمت نفت در بازار نفت خام، ایجاد ریسک برای کشورهای صادرکننده و واردکننده این محصول نسبت به میزان درآمدها و هزینه های این کشورها می باشد که این عوامل می تواند این کشورها را با چالش های جدی مواجه نماید. در نتیجه این کشورها جهت کاهش میزان ریسک خود می بایست نسبت به پیش بینی تغییرپذیری که از اساسی ترین فرآیندهای مدیریت ریسک می باشد روی آورند.

تولیدکنندگان نفت خام بیان می دارند که هدف آنها یک بازار پایدار می باشد اما در عمل هدف اصلی آنها حداکثر سازی درآمدشان است. بنابراین، در این شرایط نمی توان انتظار بازاری پایدار داشت زیرا تولیدکنندگان از افزایش قیمت به دلیل اینکه برای فروش آینده آنها درآمدهای بالاتری را در پی دارد، حمایت خواهند کرد. در این شرایط با بالا رفتن قیمت، رقابت در سمت عرضه افزایش می یابد و با تصمیم حداکثر سازی درآمد توسط این کشورها درآمد آینده آنها با ریسک مواجه می شود. بنابراین، تولیدکنندگان نفت خام می گویند که با افزایش قیمت نفت خام مبارزه می نمایند و در این زمینه با کشورهای مصرف کننده در جهت کاهش تغییر پذیری این بازار همکاری می نمایند اما در عمل آنها بر

بالا بردن درآمد خود در کوتاه مدت تمرکز می یابند و بدون تغییر این سیاست ها نمی توان بازاری با ثبات برای نفت خام را متصور بود.

پیش بینی تغییر پذیری از اساسی ترین فرآیندهای مدیریت ریسک می باشد زیرا با این پیش بینی می توان ریسک را کاهش داده و تحت کنترل درآورد و همین موضوع اهمیت بالای پیش بینی تغییر پذیری را نمایان می سازد. در سال های اخیر، مدل های واریانس ناهمسانی شرطی خودرگرسیو تعمیم یافته (GARCH) مورد استفاده فراوانی توسط محققان علم اقتصاد جهت اندازه گیری تغییر پذیری و ناطمینانی قرار گرفته است. این مدل ها در داده های سری زمانی که دارای واریانس شرطی می باشند مورد استفاده قرار می گیرند. در این مطالعه نیز تلاش شده است تا با استفاده از این مدل های مختلف واریانس ناهمسانی شرطی خود رگرسیو تعمیم یافته (GARCH) به بهترین پیش بینی از تغییر پذیری دست یابیم.

طی این مطالعه با استفاده از سری زمانی ماهانه قیمت نفت خام سبک ایران طی سال های (۲۰۰۹-۱۹۸۰) میلادی و اقتصادسنجی سری های زمانی و با کمک گرفتن از نرم افزار Eviews 5.0 به مدل سازی تغییر پذیری قیمت نفت خام سبک ایران پرداخته شده است. سپس، با استفاده از مدل تغییر پذیری بدست آمده انحراف معیار شرطی مدل $GARCH(1,1)$ برآوردی را که جانشینی برای ناطمینانی قیمت نفت خام می باشد را محاسبه نموده و در نهایت این موضوع را که آیا اثر شوک های قیمتی نفت خام بر بی ثباتی قیمت نفت خام سبک ایران نامتقارن و پایدار می باشد یا خیر مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج مطالعه نشان می دهد که شوک ها آثار نامتقارن اما غیر دائمی بر بی ثباتی قیمت نفت خام دارند در شرایطی که شوک ها دارای اثر نامتقارن می باشند، شوک های مثبت و منفی آثار متفاوتی بر بی ثباتی قیمت نفت خام دارند. همچنین نتایج حاکی از این است که توزیع خطای شرطی تعمیم یافته (GED) نسبت به توزیع شرطی نرمال پیش بینی بهتری از تغییر پذیری را ارائه می دهد.

۲. ادبیات و پیشینه تحقیق

مدل سازی و پیش بینی بی ثباتی قیمت نفت خام عوامل مهمی در مدل های اقتصادی می باشد. بنابراین، مدل سازی و پیش بینی صحیح، توجه پژوهشگران انرژی و سیاستگذاران را به خود جلب نموده است (کانگ و دیگران، ۲۰۰۹). مقالات متعددی در بخش ادبیات انرژی جهت مدل سازی و پیش بینی بی ثباتی بازار نفت خام از مدل های مختلف واریانس ناهمسانی شرطی تعمیم یافته (GARCH) استفاده نموده اند که از آن جمله می توان به مطالعات کابدو و مویا (۲۰۰۳)، فانگ و سی (۲۰۰۲)، نارایان و نارایان (۲۰۰۷) و صادقی و شوالپور (۲۰۰۶) اشاره نمود. از جمله عواملی که موجب بی ثباتی قیمت نفت خام در بلندمدت

می‌شود، سیاست قیمت بالا می‌باشد زیرا این سیاست موجب می‌شود که در سمت عرضه، این قیمت‌های بالا سیگنال‌هایی مبنی بر تشویق اکتشاف و هزینه‌های توسعه منابع ارسال نمایند. به‌ویژه در بین کشورهای غیر عضو در اوپک این اتفاق شدیدتر رخ می‌دهد زیرا در اینگونه کشورها مطالعاتی در جهت تعیین شرایط بازار و نحوه برخورد با این شرایط به دلیل بالا بودن هزینه اینگونه مطالعات صورت نمی‌گیرد. در طرف تقاضا نیز قیمت‌های بالای نفت موجب تشویق جایگزین نمودن سایر انواع انرژی به جای نفت می‌گردد و موجب سرمایه‌گذاری در تکنولوژی‌های جدید می‌گردد.

درخصوص اثر نااطمینانی قیمت نفت خام بحث می‌شود که افزایش بی‌ثباتی قیمت نفت خام منجر به کاهش فعالیت‌های اقتصادی می‌گردد و در نتیجه آن، تقاضای انرژی توسط عاملان اقتصادی کاهش می‌یابد و دلیل آن نیز کاهش قدرت پیش‌بینی قیمت نفت خام می‌باشد و این موضوع نااطمینانی درخصوص سطح قیمت آینده را افزایش می‌دهد که این موضوع تصمیم‌گیری عاملان اقتصادی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. بنابراین، انتظار داریم که برای بنگاه‌ها بهینه باشد تا هزینه‌های سرمایه‌گذاری خود را هنگام تجربه افزایش نااطمینانی قیمت نفت خام به تأخیر بیندازند.

پیش از بررسی بی‌ثباتی قیمت نفت خام، بیان عوامل وجود بی‌ثباتی در بازار نفت خام می‌تواند با اهمیت باشد. بنابراین در ابتدا به بیان بخشی از این عوامل می‌پردازیم. از جمله عوامل بنیادی بی‌ثباتی قیمت نفت خام می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- جنگ‌ها

جنگ ایران و عراق، هجوم عراق به کویت، عملیات طوفان صحرا، حمله آمریکا به عراق، حمله به افغانستان توسط آمریکا و ...

- تغییر در رژیم‌های سیاسی

ناامنی‌های کشورهای ونزوئلا و نیجریه، تغییر رژیم در کشور عراق و افغانستان، انقلاب ایران و ...

- بحران‌های سیاسی و اقتصادی

تحریم نفت از سوی اعراب، قطع واردات از ایران به دستور کارتر در پی تسخیر لانه جاسوسی، امتناع عراق از پذیرفتن بازرسی بازرسان تسلیحاتی سازمان ملل از تأسیسات حساس آن کشور، بحران مالی شرق آسیا، رکود اقتصاد آمریکا و ...

- تغییرات آب و هوایی غیرمنتظره

گرم شدن نسبی دمای هوا در زمستان و ...

- ساختار موافقت نامه های تجاری
- موافقت نامه های تجاری کشورهای مختلف می تواند از ایجاد تنش به دلیل وجود منافع مشترک بین کشورها بکاهد.
- تغییر در عرضه از سوی تولید کنندگان
- قطع صدور نفت از سوی اعراب، افزایش و کاهش سقف تولید کشورهای صادر کننده و ...
- تغییرات تقاضا از سوی مصرف کنندگان
- افزایش و کاهش تقاضا تغییرات محسوسی بر قیمت نفت خام داشته است.
- تغییرات فصلی تقاضا
- در فصل های سرد نسبت به فصول گرم تقاضای بیشتری برای نفت خام وجود دارد.
- همانگونه که مشاهده می شود بنا به دلایلی که ذکر شد هیچگاه نمی توان انتظار بازار باثباتی را برای نفت خام داشت و همین موضوع ضرورت بررسی اثر بی ثباتی قیمت نفت خام بر بازار این محصول را بیان می نماید.
- فانگ و سی (۲۰۰۴) در مطالعه خود رفتار زودگذر تغییرات بی ثباتی روزانه قیمت نفت خام را با استفاده از مدل تغییر رژیم^۱ تعمیم یافته که اجازه تغییرات ناگهانی در میانگین و واریانس و پویایی های GARCH را فراهم می آورد، انجام نمودند. مدل مورد استفاده بر پایه روش GARCH استاندارد که امکان افزایش ناگهانی در واریانس شرطی بین اعداد گسسته رژیم را فراهم می آورد، ساخته شده است. این مدل انعطاف پذیر می باشد زیرا تمام پارامترهای مدل GARCH می توانند بین رژیم ها تغییر جهت دهند. همچنین فرض شده است که انتقال بین موقعیت های بی ثباتی بر پایه فرآیند مارکوف^۲ می باشد. داده های مورد استفاده در این مطالعه از دوم ژانویه ۱۹۹۲ تا سی و یک دسامبر ۱۹۹۷ بوده است. نتایج این مطالعه نشان دهنده این است که تغییر رژیم به صورت واضح در داده ها و اثر GARCH حکمفرما می باشد.
- سدروسکی^۳ (۲۰۰۶) به پیش بینی بی ثباتی روزانه قیمت نفت خام با استفاده از روش های یک متغیره و چندمتغیره پرداخته است. وی دریافت که مدل TGARCH برازش خوبی برای بی ثباتی گاز طبیعی و نفت گرمایشی برخوردار می باشد، همچنین مدل GARCH دارای برازش خوبی برای بی ثباتی نفت خام

1. Regime Switching Model
2. Markov
3. Sadorsky

و گازوئیل می‌باشد. نتایج این مطالعه نشان‌دهنده این است که مدل‌هایی مانند حالت-فضا^۱، خود رگرسیون برداری^۲ و GARCH، دو متغیره به خوبی مدل GARCH تک معادله نمی‌باشند.

رجینر (۲۰۰۶) این فرضیه عمومی را که هنگام بروز بحران نفت ۱۹۷۳ قیمت‌های نفت و انرژی نسبت به قیمت‌های سایر کالاها بیشتر بی‌ثبات می‌باشد را مورد آزمون قرار داد. وی بیان می‌کند که پاسخگویی به این پرسش دلالت‌های خرد و کلان دارد. به عنوان مثال، برای ملت‌های واردکننده و صادرکننده کالاها محاسبه ریسک همراه با قیمت‌های بی‌ثبات می‌تواند منجر به سیاستگذاری‌های بهتری گردد. در سطح اقتصاد خرد، رفتار تصادفی قیمت وابسته به ارزیابی سرمایه‌گذاری واقعی با استفاده از تکنیک‌های قیمت‌داری مدرن می‌باشد. در این مطالعه قیمت‌های تولید ماهانه هزاران محصول در دوره زمانی ژانویه ۱۹۴۵ تا آگوست ۲۰۰۵ مورد استفاده قرار گرفت. نتایج این مطالعه نشان داد که قیمت‌های نفت خام و گاز طبیعی از حدود ۹۵ درصد از تولیدات فروخته شده توسط تولیدکنندگان داخلی بی‌ثبات‌تر می‌باشد.

نتایج مطالعه نارایان و نارایان (۲۰۰۷) جهت مدل‌سازی بی‌ثباتی قیمت نفت خام نشان‌دهنده این است که در طول کل دوره مورد مطالعه شواهد قوی مبنی بر اثر پایدار و نامتقارن شوک‌های قیمتی بر بی‌ثباتی وجود دارد. اگر چه در زیر نمونه‌های مختلف پایداری مشاهده نشد. بنابراین، رفتار قیمت‌های نفت منجر به تغییر در دوره‌های زمانی کوتاه‌مدت می‌گردد. در این مطالعه آنها از داده‌های روزانه سال‌های (۱۹۹۱-۲۰۰۶) استفاده نمودند. همچنین آنها جهت تحقیق درخصوص بی‌ثباتی قیمت نفت خام، مدل EGARCH را مورد استفاده قرار دادند. برای استفاده از مدل EGARCH آنها دو مشخصه شوک‌های نامتقارن و پایدار را بیان نمودند.

کانگ و دیگران (۲۰۰۹) توانایی مدل بی‌ثباتی را برای سه بازار نفت خام آزمون نمودند. آنها جهت پیش‌بینی بی‌ثباتی سه بازار نفت خام شامل برنت^۳، دوی^۴ و وست تگزاس اینترمدیت^۵ از مدل بی‌ثباتی شرطی استفاده نمودند. نتایج مطالعه نشان‌دهنده این است که مدل‌های CGARCH و FIGARCH جهت مدل‌سازی و پیش‌بینی بی‌ثباتی قیمت نفت خام مفید می‌باشند. همچنین آنها نشان دادند که مدل‌های CGARCH و FIGARCH نسبت به مدل‌های GARCH و IGARCH جهت بدست آوردن

-
1. State Space
 2. Vector Autoregression
 3. Brent
 4. Dubai
 5. West Texas Intermediate

پایداری مناسب تر می باشند. آنها پیشنهاد نمودند که اقتصاددانان انرژی باید پایداری بی ثباتی قیمت نفت خام را در مطالعات خود در نظر بگیرند.

۳. روش شناسی تحقیق

اگر p_t را به عنوان قیمت نفت خام در نظر بگیریم، تغییر قیمت نسبی (رشد قیمت) را می توانیم به صورت زیر تعریف نماییم:

$$R_t = \frac{(p_t - p_{t-1})}{p_{t-1}} \quad (۱)$$

بنابراین، می توانیم رشد قیمت را با استفاده از لگاریتم به صورت زیر تعریف نماییم:

$$r_t = \ln(1 + R_t) = \ln\left(\frac{p_t}{p_{t-1}}\right) = \ln p_t - \ln p_{t-1} \quad (۲)$$

حال با تعریف نمودن $p_t = \ln p_t$ داریم:

$$r_t = p_t - p_{t-1} \quad (۳)$$

از آنجایی که قیمت نفت خام تمایل به افزایش و کاهش دارد در نتیجه می توانیم لگاریتم قیمت p_t را به صورت فرآیند گام تصادفی زیر در نظر بگیریم:

$$p_t = \mu + p_{t-1} + \varepsilon_t \quad (۴)$$

با استفاده از معادلات بالا داریم:

$$r_t = p_t - p_{t-1} = \mu + \varepsilon_t \quad (۵)$$

که در آن، $\varepsilon_t = \delta z_t$ و $z_t = \text{IIDN}(0,1)$ مدل بالا نشان می دهد که رشدها دارای توزیع نرمال با میانگین μ و واریانس ثابت δ می باشند.

توزیع نرمال شرطی نشان دهنده این است که بازدهها در هر ماه دارای توزیع نرمال می باشند اما پارامترهای توزیع دارای تغییرات از هر ماه به ماه دیگر می باشند. بنابراین، امکان دارد که بازدهها دارای کشیدگی بالایی باشند در این گونه موارد توزیع خطای تعمیم یافته (GED) مدل مناسب تری را به ما ارائه می دهد.

در این مطالعه از مدل‌های واریانس ناهمسانی شرطی خودرگرسیو تعمیم یافته استفاده شده است که در ادامه به معرفی این مدل‌ها می‌پردازیم:

۴-۱. ARCH

انگل^۱ (۱۹۸۲) مدل واریانس ناهمسانی شرطی خودرگرسیو (ARCH) را معرفی نمود. از این مدل جهت گرفتن تغییرات نااطمینانی در طول زمان استفاده می‌شود که به ما اجازه می‌دهد تا واریانس شرطی را طی تغییرات زمان محاسبه نماییم.

h_t بطور مشخص به صورت زیر است:

$$h_t = \alpha_0 + \sum_{j=1}^q \alpha_j \varepsilon_{t-j}^2 \quad (۶)$$

که به صورت ARCH(q) نشان داده می‌شود.

۳-۲. GARCH

بالرسلو (۱۹۸۶) تعیین واریانس شرطی را از طریق وارد نمودن ارزش‌های وقفه دار h_t در سمت راست معادله بالا بسط داد. بالرسلو h_t را به صورت زیر بیان نمود:

$$h_t = \alpha_0 + \sum_{j=1}^q \alpha_j \varepsilon_{t-j}^2 + \sum_{j=1}^p \alpha_j h_{t-j} \quad (۷)$$

این معادله به صورت GARCH(p, q) نشان داده می‌شود. برای مشخص شدن GARCH معادله

$\sum_{j=1}^q \alpha_j + \sum_{j=1}^p \alpha_j$ باید کوچکتر از یک باشد تا شرط مانایی برقرار باشد و همچنین α_{1j} ها و α_{2j} ها باید شرط نامنفی بودن را دارا باشند (نلسون، ۱۹۹۱).

۳-۳. EGARCH

مدل دیگری که امکان اثرات نامتقارن^۲ جملات خطای گذشته را بر واریانس خطای شرطی فراهم می‌نماید، مدل GARCH نمایی^۳ EGARCH می‌باشد. یکی از مشکلات مدل‌های GARCH استاندارد این است که می‌بایست مثبت بودن تمام ضرایب را به نوعی تضمین نماییم. نلسون h_t را به گونه‌ای مدل سازی نمود که در آن الزامی به اعمال قید غیر منفی وجود ندارد، بنابراین امکان منفی بودن ضرایب در اینجا وجود دارد.

-
1. Engel
 2. Asymmetric Effects
 3. Exponential GARCH

معادله زیر را یک مدل EGARCH می نامیم:

$$\ln(\delta_t^2) = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i \left| \frac{\varepsilon_{t-i}}{\delta_{t-i}} \right| + \sum_{j=1}^q \beta_j \ln(\delta_{t-j}^2) + \sum_{i=1}^p \gamma_i \left(\frac{\varepsilon_{t-i}}{\delta_{t-i}} \right) \quad (8)$$

۳-۴. توزیع شرطی

در بسیاری از سری های زمانی مالی پسماندهای استاندارد شده مدل برآوردی کشیدگی بسیاری دارد که نشان دهنده انحراف از نرمال شرطی می باشد. در چنین مواردی با استفاده از توزیع خطای تعمیم یافته (GED)^۱ مدل سازی بهتری صورت می گیرد.

جهت مقایسه کارایی مدل های مختلف از خطای مطلق میانگین (MAE)^۲، درصد خطای مطلق میانگین (MAPE)^۳، ریشه دوم خطای میانگین (RMSE)^۴ استفاده شده است.

با فرض اینکه نمونه پیش بینی $j=T+1, T+2, \dots, T+h$ باشد و مقادیر واقعی و پیش بینی شده در دوره t به ترتیب y_t و $\hat{y}_t$ باشد، آماره های خطایی که جهت مقایسه پیش بینی ها مورد استفاده قرار می گیرند عبارتند از:

$$MAE = \frac{\sum_{t=T+1}^{T+h} |\hat{y}_t - y_t|}{h} \quad (9)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=T+1}^{T+h} (\hat{y}_t - y_t)^2}{h}} \quad (10)$$

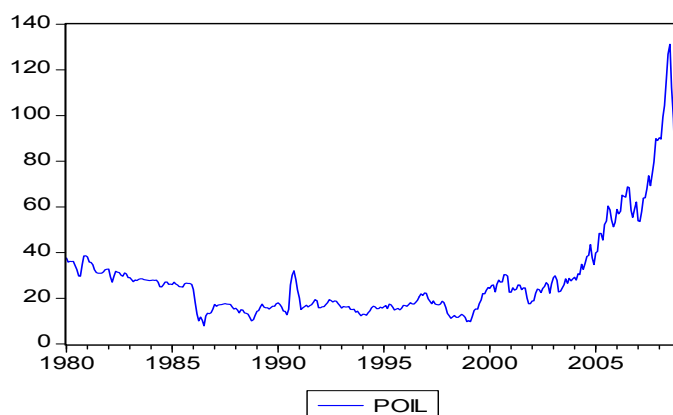
$$MAPE = 100 \frac{\sum_{t=T+1}^{T+h} \left(\frac{|\hat{y}_t - y_t|}{y_t} \right)}{h} \quad (11)$$

دو آماره اول وابسته به مقیاس متغیر وابسته می باشند و کمتر بودن میزان خطا نشان دهنده مدل بهتر می باشد اما آماره سوم به مقیاس وابسته نمی باشد.

1. Generalized Error Distribution
2. Mean Absolute Error
3. Mean Absolute Percentage Error
4. Root Mean Square Error

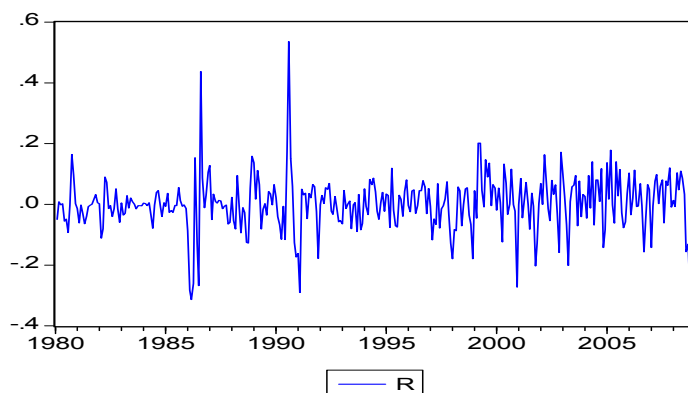
۴. برآورد مدل و مشاهدات تجربی

نمودارهای (۱-۴) و (۲-۴) به ترتیب نشان دهنده سری زمانی ماهانه قیمت نفت خام سبک ایران و سری زمانی رشد قیمت نفت خام می باشند. همانگونه که در نمودار (۳-۴) مشاهده می شود، قیمت نفت خام تمایل خاصی به افزایش و کاهش دارد.



مأخذ: آرژانس بین المللی انرژی (EIA).

نمودار ۱-۴. سری زمانی ماهانه قیمت نفت خام سبک ایران (۱۹۸۰-۲۰۰۹)



مأخذ: آرژانس بین المللی انرژی (EIA).

نمودار ۲-۴. سری زمانی ماهانه قیمت نفت خام (۱۹۸۰-۲۰۰۹)

پیش از برآورد مدل لازم است که ایستایی متغیرها را مورد بررسی قرار دهیم. برای بررسی ایستایی متغیرها از آزمون دیکی- فولر تعمیم یافته (ADF) استفاده می نماییم. نتایج آزمون دیکی- فولر تعمیم یافته (ADF) نشان دهنده این است که متغیر رشد قیمت با سطح اطمینان ۹۵ درصد در سطح مانا می باشد و متغیر قیمت نفت با یک بار تفاضل گیری مانا می شود و در نتیجه $I(1)$ می باشد.

جدول ۴-۱. نتایج حاصل از بررسی مانایی متغیرها در سطح

متغیر	آماره ADF محاسبه شده	آماره ADF در سطح ۰/۹۹	آماره ADF در سطح ۰/۹۵	آماره ADF در سطح ۰/۹۰
r	-۱۳/۸۴۸۹۸	-۲/۵۷۱۶۴۳	-۱/۹۴۱۷۴۰	-۱/۶۱۶۰۸۷
poil	-۳/۲۲۴۵۰۴	-۳/۹۸۴۷۲۶	-۳/۴۲۲۸۲۸	-۳/۱۳۴۳۱۵
d(poil)	-۱۱/۰۲۰۸۴	-۳/۴۴۸۹۹۸	-۲/۸۶۹۶۵۳	-۲/۵۷۱۱۶۱

مأخذ: نتایج تحقیق.

در ابتدا، مدل موردنظر را با استفاده از معیار شوارتز- بیزین و نمودار همبستگی نگار انتخاب می نماییم و سپس با استفاده از آماره ARCH-LM درخصوص وجود و یا عدم وجود آثار ARCH بحث می نماییم.

جدول ۴-۲. نتایج حاصل از آزمون ARCH-LM

F-statistic	۲۱/۸۰۱۷۵	Probability	۰/۰۰۰۰
Obs-Rsquared	۲۰/۵۸۱۵۴	Probability	۰/۰۰۰۰

مأخذ: نتایج تحقیق.

همانگونه که در جدول ۴-۲ مشاهده می شود وجود اثر ARCH با سطح اطمینان ۹۹ درصد پذیرفته می شود. در نتیجه با استفاده از مدل های واریانس ناهمسانی شرطی به تخمین مدل های $GARCH(1,1)$ و $EGARCH(1,1)$ می پردازیم. برآورد مدل $GARCH(1,1)$ -NORMAL:

جدول ۴-۳. نتایج حاصل از برآورد ضرایب مدل $GARCH(1,1)$ -NORMAL

متغیر	ضریب	آماره Z
C	۰/۰۰۰۶۰۱	۳/۴۳۷۴۰۰
RESID(-1) ²	۰/۳۴۹۶۰۷	۵/۰۴۵۴۰۰
GARCH(-1)	۰/۶۱۴۰۹۶	۱۱/۵۵۹۰۹

مأخذ: نتایج تحقیق.

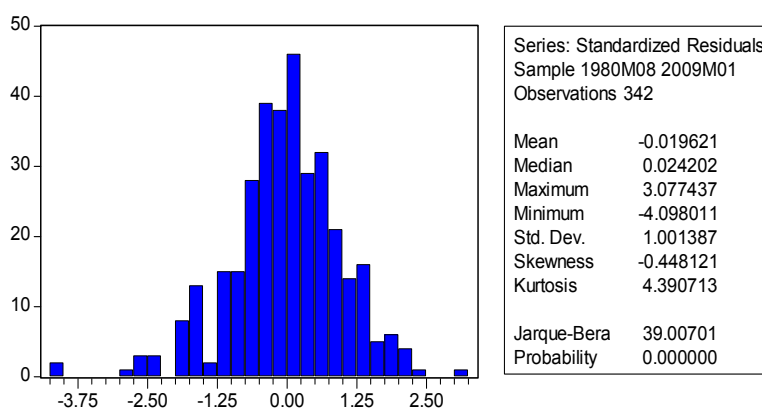
همانطور که در جدول (۴-۳) ملاحظه می شود، تمام ضرایب مثبت بوده و از لحاظ آماری نیز معنادار می باشند و جمع ضرایب $RESID(-1)^2$ و $GARCH(-1)$ نیز کوچکتر از یک می باشد. برآورد مدل EGARCH(1,1)-NORMAL:

جدول ۴-۴. نتایج حاصل از برآورد ضرایب مدل EGARCH(1,1)-NORMAL

متغیر	ضریب	آماره Z
C	-۱/۱۲۶۵۴۳	-۴/۳۵۶۲۸۸
ABS(RESID(-1)/@SQRT(GARCH(-1)))	۰/۵۱۲۴۵۶	۷/۰۸۵۵۶۸
RESID(-1)/@SQRT(GARCH(-1))	-۰/۲۲۷۵۲۱	-۳/۷۵۹۸۳۶
LOG(GARCH(-1))	۰/۸۵۷۰۳۲	۲۰/۱۷۰۰

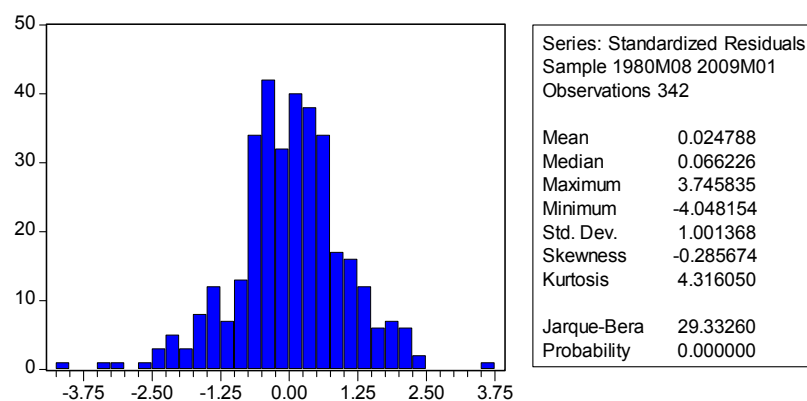
مأخذ: نتایج تحقیق.

همانطور که در جدول (۴-۴) نیز مشاهده می شود، تمام ضرایب مدل EGARCH(1,1) برآوردی از لحاظ آماری معنادار می باشند. ضریب $RESID(-1)/@SQRT(GARCH(-1))$ در این برآورد منفی و معنادار می باشد، بنابراین شوک های منفی بی ثباتی را بیشتر از شوک های مثبت افزایش می دهند و اثرگذاری شوک ها نامتقارن می باشد. از ضریب $LOG(GARCH(-1))$ استنباط می شود که اثر شوک ها دائمی نیست اما درجه پایداری آن بالا است.



مأخذ: نتایج تحقیق.

نمودار ۴-۳. خصوصیات آماری پسماند استاندارد شده مدل GARCH(1,1)-NORMAL



مأخذ: نتایج تحقیق.

نمودار ۴-۴. خصوصیات آماری پسماند استاندارد شده مدل EGARCH(1,1)-NORMAL

نمودارهای (۳-۴) و (۴-۴) نشان دهنده این می باشند که پسماندهای استاندارد شده مدل برآوردی دارای کشیدگی بیشتری نسبت به توزیع نرمال می باشند که نشان دهنده انحراف از توزیع نرمال شرطی می باشد. در چنین مواردی با استفاده از توزیع خطای تعمیم یافته (GED)، مدل سازی بهتری صورت می گیرد. بنابراین، برای آزمون این موضوع که آیا مدل برآوردی با استفاده از توزیع خطای تعمیم یافته پیش بینی های بهتری را نسبت به توزیع نرمال شرطی بدست می دهد یا خیر به برآورد مدل GARCH(1,1) با استفاده از توزیع خطای تعمیم یافته می پردازیم: برآورد مدل GARCH(1,1)-GED:

جدول ۴-۵. نتایج حاصل از برآورد ضرایب مدل (GARCH(1,1)-GED)		
GARCH-GED	ضریب	آماره Z
C	۰/۰۰۰۴۹۷	۲/۳۱۸۶۱۳
RESID(-1)^2	۰/۳۵۲۲۶۱	۳/۹۳۲۷۴۰
GARCH(-1)	۰/۶۳۲۷۶۷	۸/۸۱۴۷۸۴
پارامتر GED	۱/۳۴۲۰۲۱	۹/۰۶۸۰۸۷

مأخذ: نتایج تحقیق.

1. Generalized Error Distribution

همانطور که در جدول (۴-۵) ملاحظه می شود، علامت تمام ضرایب مثبت بوده و از لحاظ آماری نیز معنادار می باشند و جمع ضرایب $RESID(-1)^2$ و $GARCH(-1)$ تقریباً یک می باشد. همچنین، پارامتر GED نیز از لحاظ آماری معنادار می باشد. اکنون مدل $EGARCH(1,1)$ را نیز با استفاده از توزیع خطای تعمیم یافته برآورد می نماییم. برآورد مدل $EGARCH(1,1)$ -GED:

جدول ۴-۶. نتایج حاصل از برآورد ضرایب مدل $EGARCH(1,1)$ -GED

آماره Z	ضریب	EGARCH-GED
-۳/۰۳۹۱۰۸	-۰/۹۹۶۷۵۵	C
۵/۰۳۱۴۲۷	۰/۴۸۰۷۲۶	$ABS(RESID(-1)/@SQRT(GARCH(-1)))$
-۲/۷۴۹۶۴۵	-۰/۲۱۰۷۹۳	$RESID(-1)/@SQRT(GARCH(-1))$
۱۶/۴۴۹۸۳	۰/۸۷۷۹۶۴	$LOG(GARCH(-1))$
۱۶/۴۴۹۸۳	۱/۳۷۶۵۰۴	پارامتر GED

مأخذ: نتایج تحقیق.

طبق جدول (۴-۶) تمام ضرایب از لحاظ آماری معنادار بوده و ضریب پارامتر GED نیز از لحاظ آماری معنادار می باشد. ضریب $RESID(-1)/@SQRT(GARCH(-1))$ در این برآورد منفی و معنادار می باشد، بنابراین شوک های منفی بی ثباتی را بیشتر از شوک های مثبت افزایش می دهند و اثرگذاری شوک ها نامتقارن می باشد. همانطور که از ضریب $LOG(GARCH(-1))$ استنباط می شود، اثر شوک ها دائمی نیست اما درجه پایداری آن بالا می باشد.

در جدول (۴-۷) نتایج معیارهای آکائیک و شوارتز و همچنین آماره های F و ضریب تعیین مدل های برآوردی نشان داده شده است. اعداد جدول نشان دهنده این است که بالاترین توضیح دهنده گی مربوط به مدل $GARCH(1,1)$ -NORMAL بوده و کمترین میزان آماره های آکائیک و شوارتز مربوط به مدل $EGARCH$ -GED است.

جدول ۴-۷. معیارهای آکائیک و شوارتز مدل های برآورد شده

مدل	Akaike	Schwarz	F-statistic	R-squared
GARCH-N	-۲/۲۹۱۴۲۹	-۲/۲۱۱۷۳۰	۵/۷۸۵۶۲۶	۰/۰۹۵۷۰۶
GARCH-GED	-۲/۳۲۶۹۵۷	-۲/۲۳۵۸۷۳	۴/۶۶۳۳۴۴	۰/۰۹۰۷۶۶
EGARCH-N	-۲/۳۱۷۹۹۳	-۲/۲۲۶۹۱۰	۴/۴۸۰۰۵۰	۰/۰۸۷۵۱۱
EGARCH-GED	-۲/۳۴۹۴۴۲	-۲/۲۴۶۹۷۲	۳/۹۶۹۳۲۰	۰/۰۸۸۷۶۱

مأخذ: نتایج تحقیق.

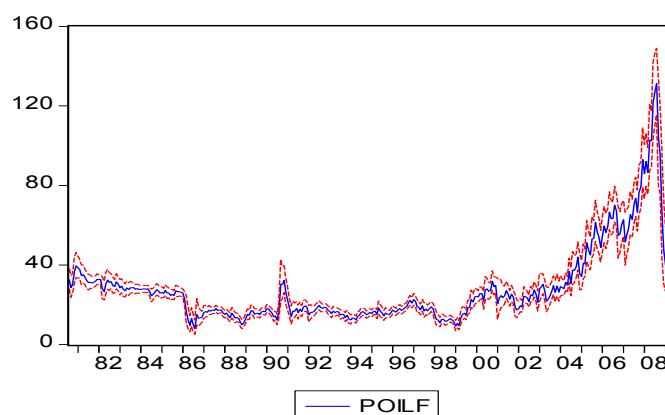
حال با استفاده از مدل های GARCH و EGARCH برآورد شده به پیش بینی تغییر پذیری می پردازیم و پیش بینی های مدل های مذکور را مورد مقایسه قرار می دهیم. جدول (۴-۸) نتایج معیارهای خطای مطلق میانگین (MAE)، درصد خطای مطلق میانگین (MAPE)، ریشه دوم خطای میانگین (RMSE) و ضریب نابرابری تایل (TIC) پیش بینی مدل های مذکور را نشان می دهد.

جدول ۴-۸. مقایسه پیش بینی مدل های برآوردی

مدل	MAE	RMSE	MAPE	TIC
GARCH-N	۱/۷۵۷۱۴۰	۳/۰۸۶۱۹۷	۶/۱۳۶۵۳۲	۰/۰۴۴۹۷۲
GARCH-GED	۱/۷۵۸۵۱۴	۳/۱۲۸۹۱۴	۶/۱۱۹۶۸۷	۰/۰۴۵۵۸۲
EGARCH-N	۱/۷۵۹۵۱۵	۳/۰۵۷۸۱۰	۶/۱۳۴۶۸۹	۰/۰۴۴۶۱۶
EGARCH-GED	۱/۷۵۷۰۷۴	۳/۱۱۷۰۲۱	۶/۱۰۳۱۱۳	۰/۰۴۵۴۶۲

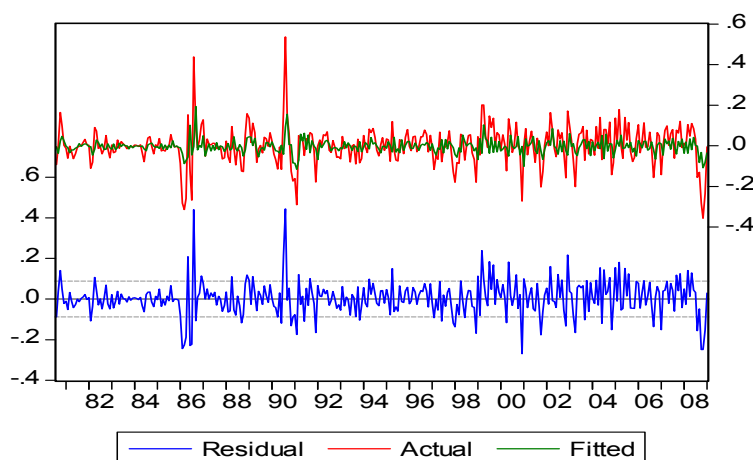
مأخذ: نتایج تحقیق.

بر اساس نتایج جدول (۴-۸) مدل EGARCH-NORMAL از لحاظ معیار RMSE و TIC دارای پیش بینی بهتری نسبت به سایر مدل های باشد و از لحاظ معیارهای MAE و MAPE مدل EGARCH-GED دارای پیش بینی های بهتری نسبت به سایر مدل ها می باشد. حال به پیش بینی تغییر پذیری با استفاده از مدل EGARCH(1,1)-NORMAL می پردازیم:



مأخذ: نتایج تحقیق.

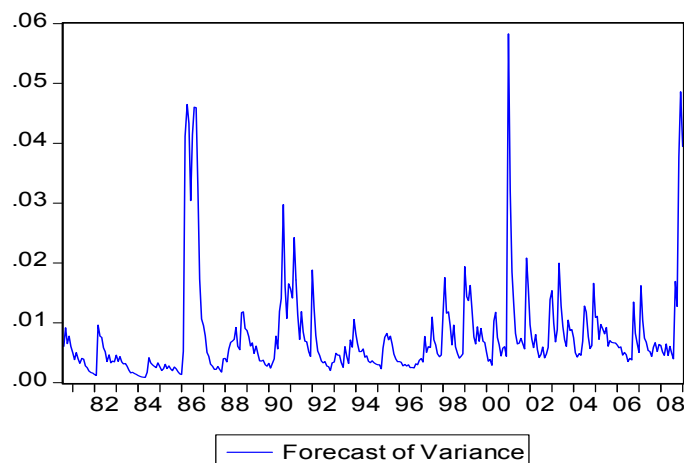
نمودار ۴-۵. مقادیر پیش بینی شده قیمت نفت خام حاصل از برآورد مدل EGARCH(1,1)-NORMAL



مأخذ: نتایج تحقیق.

نمودار ۴-۶. مقادیر واقعی، برازش شده و پسماند حاصل از برآورد مدل EGARCH(1,1)-NORMAL

نااطمینانی قیمت نفت خام سبک ایران در نمودار (۴-۷) نشان داده شده است که نشان دهنده واریانس شرطی مدل EGARCH(1,1)-NORMAL می باشد.



مأخذ: نتایج تحقیق.

نمودار ۴-۷. پیش بینی واریانس شرطی حاصل از مدل EGARCH(1,1)-NORMAL

۶. جمع بندی و نتیجه گیری

پیش بینی تغییر پذیری از اساسی ترین فرآیندهای مدیریت ریسک می باشد زیرا با این پیش بینی می توان ریسک را کاهش داده و تحت کنترل درآورد و همین موضوع اهمیت بالای پیش بینی تغییر پذیری را نمایان می سازد. در سال های اخیر، مدل های واریانس ناهمسانی شرطی خودرگرسیون تعمیم یافته (GARCH) مورد استفاده فراوانی توسط محققان علم اقتصاد جهت اندازه گیری تغییر پذیری و ناطمینانی قرار گرفته است. این مدل ها در داده های سری زمانی که دارای واریانس شرطی می باشند، مورد استفاده قرار می گیرند. در نتیجه، در این مطالعه تلاش شده است تا با استفاده از این مدل ها به بهترین مدل تغییر پذیری قیمت نفت خام سبک ایران دست یابیم.

از جمله مدل هایی که می تواند در مدل سازی تغییر پذیری مورد استفاده قرار گیرد، مدل های GARCH و EGARCH است. همچنین، در صورتی که پسماندهای استاندارد شده مدل برآوردی دارای کشیدگی بیشتری نسبت به توزیع نرمال باشند که نشان دهنده انحراف از توزیع نرمال شرطی می باشد، در چنین مواردی می توان از توزیع خطای تعمیم یافته (GED) مدل های مذکور استفاده نمود. مدل های GARCH-GED و EGARCH-GED نیز مورد برآورد قرار گرفته است و نتایج این مدل ها با یکدیگر مقایسه شده اند. نتایج برآورد مدل های GARCH(1,1)-NORMAL، EGARCH(1,1)-NORMAL، GARCH(1,1)-GED، EGARCH(1,1)-GED، EGARCH(1,1)-NORMAL از لحاظ معیار RMSE دارای پیش بینی بهتری نسبت به سایر مدل ها می باشد و از لحاظ معیارهای MAE و MAPE مدل EGARCH-GED دارای پیش بینی های بهتری نسبت به سایر مدل ها می باشد. همچنین، براساس معیارهای انتخاب مدل آکائیک و شوارتز مدل های دارای GED مدل های بهتری نسبت به مدل های NORMAL می باشند. از لحاظ معیارهای MAE و MAPE نیز مدل های شامل GED دارای پیش بینی های بهتری نسبت به مدل های NORMAL می باشند اما از لحاظ معیار RMSE عکس نتایج بالا تأیید می شود. با استفاده از مدل های EGARCH به این نتایج دست می یابیم که شوک های منفی بی ثبات قیمت نفت خام را بیشتر از شوک های مثبت افزایش می دهند و در نتیجه اثرگذاری شوک ها بر بی ثباتی نامتقارن می باشد. همچنین، این مدل ها نشان می دهند که اثر شوک ها دائمی نمی باشند اما اثر شوک ها به سرعت نیز از بین نمی رود.

منابع

- اندرس، والتر (۱۹۴۸)، *اقتصاد سنجی سری های زمانی*، مترجمان: دکتر مهدی صادقی و سعید شوالپور (۱۳۸۶)، دانشگاه امام صادق (ع).
- Bollerslev, T. (1986), "Generalised Autoregressive Conditional Heteroskedasticity", *Journal of Econometrics*, Vol. 31, PP. 307–327.
- Cabedo, J.D. & I. Moya (2003), "Estimating Oil Price Value at Risk using the Historical Simulation Approach", *Energy Economics*, Vol. 25, PP. 239–253.
- Chen, S. S. & H.C. Chen (2007), "Oil Prices and Real Exchange Rate", *Energy Economics*, Vol. 29, PP. 390–404.
- Energy Information Administration, U.S. Department of Energy, www.eia.doe.gov
- Fong, W.M. & K.H. See (2002), "A Markov Switching Model of the Conditional Volatility of Crude Oil Futures Prices", *Energy Economics*, Vol. 24, PP. 71–95.
- Horan, Stephen M. Peterson, Jeffrey H. & James Mahar (2004), "Implied Volatility of Oil Futures Options Surrounding OPEC Meetings", *The Energy Journal*, Issue 3, PP. 103–125.
- Huang, B. N., Hwang, M.J. & H. P. Peng (2005), "The Asymmetry of the Impact of Oil Price Shocks on Economic Activities: an Application of the Multivariate Threshold Model", *Energy Economics*, Vol. 27, PP. 455–476.
- Kang, S. H., Kang, S. M. & S. M. Yoon (2009), "Forecasting Volatility of Crude Oil Markets", *Energy Economics*, Vol. 31, PP. 119–125.
- Regnier, E. (2006), "Oil and Energy Price Volatility", *Energy Economics*, Vol. 29, PP. 405–427.
- Sadorsky, P. (2006), "Modelling and Forecasting Petroleum Futures Volatility", *Energy Economics*, Vol. 28, PP. 467–488.
- Mabro, R. (2001), *Does Oil Price Volatility Matter?*, Oxford Energy Comment, Oxford: Oxford Institute for Energy Studies.
- Morana, C. (2001), "A Semiparametric Approach to Short-Term Oil Price Forecasting", *Energy Economics*, Vol. 23, PP. 325–338.
- Narayan, P.K. & S. Narayan (2007), "Modelling Oil Price Volatility", *Energy Policy*, Vol. 35, PP. 6549–6553.
- Nelson, D.B. (1991), "Conditional Heteroskedasticity in Asset Returns: A New Approach", *Econometrica*, Vol. 59, PP. 347–370.
- Paresh, Kumar, Narayan & Narayan Seema (2007), "Modelling Oil Price Volatility", *Energy Policy*, Vol. 35, PP. 6549–6553.
- Pindyck, R.S. (2004), *Volatility in Natural Gas and Oil Markets*, Unpublished Manuscript, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA.
- Sadeghi, M. & S. Shavvalpour (2006), "Energy Risk Management and Value at Risk Modeling", *Energy Policy*, Vol. 34, PP. 3367–3373.
- Yang, C.W., Hwang, M.J. & B.N. Huang (2002), "An Analysis of Factors Affecting Price Volatility of the US Oil Market", *Energy Economics*, Vol. 24, PP. 107–119.