

شبیه‌سازی و پیش‌بینی قیمت جهانی نفت خام

بیژن بیدآباد*
کامبیز پیکارجو**

در این مقاله با بررسی و شناسایی عوامل اساسی مؤثر بر عرضه و تقاضای نفت خام، از طریق بررسی اثر مازاد عرضه بر بازار جهانی نفت خام، الگویی برای شبیه‌سازی و پیش‌بینی قیمت نفت طراحی شده است. در این الگو که یک الگوی رفتاری همزمان اقتصادسنجی می‌باشد با استفاده از روش تعدیل عدم تعادل پویا (DDAM)¹، اثرات متغیرهای قیمت گاز طبیعی، تولید ناخالص

*. دکتر بیژن بیدآباد؛ پژوهشگر و مدرس دانشگاه.

E.mail: bijan_bidabad@msn.com

** دکتر کامبیز پیکارجو؛ دکترای اقتصاد انرژی و اقتصاد بین‌الملل، استادیار دانشکده اقتصاد و مدیریت دانشگاه آزاد اسلامی - واحد علوم و تحقیقات تهران.

E. mail: peykarjou@yahoo.com

¹. Dynamic Disequilibrium Adjustment Model

داخلی جهانی، تولید ناخالص داخلی کشورهای تولیدکننده نفت، ظرفیت تولید نفت خام و مازاد عرضه نفت در بازار بر قیمت جهانی نفت بررسی شده است. رفتار بازار گاز طبیعی به عنوان نزدیک ترین جانشین نفت و فرآورده‌های آن نشان داد که نوسانات در قیمت این بازار بطور معنی داری به بازار نفت انتقال یافته و سبب تغییر قیمت نفت می‌گردد. شبیه‌سازی‌های پویای الگو نشان داد که این الگو توانایی نسبتاً خوبی برای تحلیل شوک‌های سیاستی و پیش‌بینی قیمت نفت داشته و می‌تواند در سیاست‌گذاری و پیش‌بینی قیمت نفت مورد استفاده واقع شود. براساس پیش‌بینی‌های انجام شده، قیمت نفت در سالهای ۲۰۱۰-۲۰۰۸ پس از روندی افزایشی نزدیک به ۱۰۰ دلار کاهش خواهد یافت؛ ولی این کاهش به کاهش قیمت نفت، حدود سالهای دهه ۹۰ میلادی نخواهد رسید.

کلید واژه‌ها:

قیمت نفت خام، پیش‌بینی، نفت، شبیه‌سازی قیمت نفت، الگوی تعدیل عدم تعادل پویا، الگوی اقتصادسنجی نفت، شبیه‌سازی الگو

مقدمه

نفت جزء نادر کالاهایی است که سنگ بنای انجام بیشتر فعالیتهای اقتصادی و بسیاری از علوم کاربردی می‌باشد. در دنیای صنعتی امروز، تولید و مصرف نفت و فرآورده‌های آن؛ چه به صورت کالای واسطه و چه به صورت کالاهای نهایی به یک ضرورت و نیاز اساسی درآمده است. به این ترتیب تغییرات غیرمترعارف در قیمت این کالا نه تنها در بازارهای بین‌المللی سبب افزایش قیمت تولیدات سایر کالاها و خدمات شده؛ بلکه بعضاً سبب تغییر مزیت‌های تولیدی در بازارهای داخلی و بین‌المللی نیز می‌گردد.

بطور کلی برای بررسی قیمت نفت، باید مقادیر عرضه و تقاضای نفت را در بازار بررسی نمود. در دهه‌های ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰، معاملات نفتی در بازارهای تک محموله‌ای نفت خام به دلیل وجود تولید و توزیع انحصاری آن توسط شرکتهای بزرگ نفتی در بازار نفت با محدودیت روبرو بود، ولی از اوایل سال ۱۹۷۰؛ بویژه با وقوع حوادث سیاسی در این دهه، توسعه معاملات در بازار تک محموله‌ای تسریع گردید. علاوه بر این، به دلیل ضعیف شدن قدرت شرکتهای بزرگ نفتی در این دهه، آنها تصمیم گرفتند عملیات خرید و فروش نفت خام را به صورت انحصاری در بازارهای تک محموله‌ای به پالایشگران مستقل واگذار کنند که متعاقب این امر ابعاد و کمیت بازارهای تک محموله‌ای گسترش یافت. در پی بروز انقلاب ایران و جنگ ایران و عراق، اغلب کشورهای صنعتی به دلیل حفظ اقتصاد ملی خود از اثرات مستقیم و غیرمستقیم بحران نفت در آینده، به این نتیجه رسیدند که عملکردهای جدیدی جهت قیمت‌گذاری نفت خام بوجود آورند تا برای همیشه قیمت نفت خام و فرآورده‌های وابسته به آن را در کنترل خود داشته باشند. بدین ترتیب بازارهای نفت در بطن بازارهای تک محموله‌ای بوجود آمدند و در مدت کوتاهی اهمیت یافتند.

تغییرات قیمت جهانی نفت در برخی مواقع (مانند تغییر استراتژی تولید اوپک و ...) قابل پیش‌بینی و در برخی مواقع دیگر (مانند شوک‌های حاصل از بروز جنگها، انقلابها و ...) غیرقابل پیش‌بینی است. تغییر قیمت جهانی نفت در کشورهای صادرکننده عمده نفت - که اکثریت قریب به اتفاق آنها عضو سازمان اوپک می‌باشند - سبب بروز بحرانهای مختلف و همچنین تشدید تورم یا رکود و یا هر دو می‌گردد. از آنجایی که در این کشورها سهم بسزایی

از کل درآمدهای اکتسابی دولت را درآمدهای ارزی حاصل از صادرات نفت تشکیل می‌دهد، لذا بررسی چگونگی انتخاب استراتژی‌های صحیح برآورد و پیش‌بینی درآمد هر سال و همچنین تنظیم برنامه و بودجه‌های سالانه جهت سرمایه‌گذاری عمرانی، توسعه منابع ارزی حاصل از صادرات غیرنفتی، ایمن‌سازی اقتصاد در برابری تغییرات نرخ ارز و ... برای این کشورها بسیار لازم و ضروری است. امروزه بزرگترین مسئله، چگونگی رهایی اقتصاد از وابستگی شدید به درآمدهای پرنوسان و غیرقابل پیش‌بینی حاصل از صادرات نفت خام و جایگزینی اینگونه درآمدها با درآمدهای مطمئن و قابل برآورد از طریق صادرات غیرنفتی در کشورهای مالک ذخایر نفتی و چگونگی ایمن‌سازی اقتصاد در مقابل این نوسانات و جلوگیری از رکودهای تولید، تورم داخلی، کاهش صادرات به دلیل از دست دادن برخی مزیت‌های رقابتی در صادرات و ... در اثر شوک‌های قیمت‌های نفت و هزینه‌های تمام شده کالاهای تولیدی در کشورهای توسعه یافته می‌باشد. در این مقاله، هدف ارائه روش جدیدی برای الگوسازی پیش‌بینی قیمت نفت است تا به وسیله آن با متغیرهایی که بر تغییرات سالیانه قیمت جهانی نفت مؤثرند بتوان قیمت نفت خام را پیش‌بینی نمود.

الگوهای پیش‌بینی قیمت نفت

روشهای زیادی برای ارزیابی و پیش‌بینی قیمت جهانی نفت وجود دارد که باتوجه به آن، فرض، دقت، بازده زمانی و همچنین تجربیات محققین، هر یک پیش‌بینی متفاوت و با دقت متمایزی ارائه می‌دهند. برای مثال:

- در روشهای ARCH، بیشترین مدل‌های تخمین زده شده برای اندازه‌گیری ناطمینانی‌ها در قیمت‌های نفت بکار رفته‌است. در این مورد می‌توان به مدل‌های دی و لوییس^۱ (۱۹۹۴)، زو و تیلور^۲، دافی و گری^۳ و نلسون^۴ (۱۹۹۶) اشاره نمود.

^۱ Day & Lewis

^۲ Xu & Taylor

^۳ Duffie & Gray

^۴ Nelson

- در روشهای شبیه‌سازی که توسط کیم و «لونگانی»^۱ (۱۹۹۲)، «آبسفلد و روگوف»^۲ (۱۹۹۵)، «روتمبرگ و وودفورد»^۳ (۱۹۹۶)، «برنانک و دستیارانش» (۱۹۹۷)، «همیلتن، و هررا»^۴ و «فین»^۵ (۲۰۰۰)، «باکوس، بارسکی و کیلیان»^۶ (۲۰۰۱)، ارائه گردید، دستاورد تمامی این تحقیقات به اینجا منجر شد که بیشترین اثرات در قیمت نفت را متغیرهای پولی و بعضاً مالی بین المللی دارد. تمامی این افراد با برآزش مدل‌های مختلف به این نتیجه رسیدند که بخش نااطمینانی در قیمت نفت به مرور بیشتر شده است و این امر ریشه در سیاستهای مالی و پولی آمریکا دارد.
- در روش «مولتی‌مد»^۸ که توسط «مارک هوکر»^۹ (۱۹۹۷ و ۱۹۹۶)، بنجامین هانت و دستیارانش به همراه «داگلاس لاگستون»^{۱۰} (۲۰۰۱) و سایرین انجام شده است، به صراحت اثبات شده است که یک رابطه دو طرفه بین پارامترهای پولی - سیاستهای پولی - و قیمت جهانی نفت وجود دارد. ابتدا قیمت نفت بر پارامترهای پولی از طریق اثرگذاری بر بازار دلار مؤثر خواهد بود و سپس بازار دلار به رهبری بانک مرکزی آمریکا و یا از طریق بانک جهانی به ترتیب از داخل آمریکا به سطح جهان، با وقفه‌ای انتقال می‌یابد و از آنجایی که سیاستهای آمریکا به داخل نظر دارد، لذا از این حربه در وهله اول و یا در برگشت اثر در جهت بهبود وضعیت تجاری خود در مقابل رقبا (ژاپن، چین و اتحادیه اروپا) استفاده می‌کند.

¹. Kim & Loungani
². Obstfeld & Rogoff
³. Rotemberg & Woodford
⁴. Bernanke
⁵. Hamilton & Herrera
⁶. Finn
⁷. Barsky & Kilian
⁸. Multi Mode
⁹. Hooker
¹⁰. Hunt, Laxton

- روشهای اتو رگرسیو برداری^۱: این روش توسط «کوردون و نیروی»^۲ (۱۹۸۲)، «نیری و وان وگن برگن»^۳ (۱۹۸۶)، «کوردن»^۴ (۱۹۸۴)، «فردمنش»^۵ (۱۹۹۱)، «وان وگن برگن»^۶ (۱۹۸۴)، «گلب و همکاران»^۷ (۱۹۸۸) و «تیلور، یوروکولو و چائودهاری»^۸ (۱۹۸۶)، «الموتاوا»^۹ (۱۹۹۲) انجام شده است. در این الگوها، نتایج کم و بیش مشابه سایر بررسیهای انجام شده می باشد، با این تفاوت که در برخی از این مدل ها، اثر دو طرفه سهمیه های تولید نفت اوپک، شکاف سودهای نفت و نقش مهم هزینه های دولت در کشورهای صنعتی بر قیمت نفت نیز مورد بررسی قرار گرفته است.
- روشهای ارزش در معرض ریسک^{۱۰}: مهمترین این روشها عبارتند از: «لینس مایر و پیرسون»^{۱۱} (۱۹۹۶)، «جوریون»^{۱۲} (۱۹۹۹)، «واهرنبرگ»^{۱۳} (۲۰۰۱)، «بوش و راشکل»^{۱۴} (۲۰۰۴). در مقالات مورد بررسی در این روش به ترتیب به بررسی ترکیب تخمینهای شبیه سازی مونت کارلو و روند تاریخی با استفاده از متغیرهای ابزاری، نرخ ارز، تورم، عرضه نفت، تقاضای OECD، متغیرهای مجازی، بررسی نرخهای ارز دلار- یورو- ین و بررسی اثرات آنها در بازار «نایمکس»^{۱۵} بر قیمت های پیشنهادی و آتی نفت خام و تقاضای کالا، نوع تجارت، درجه وابستگی تولید ناخالص داخلی به نفت خام و پیشرفتهای فنی در صنایع نفت پرداخته شده است، بدین ترتیب آنچه که در این مقالات ملموس تر است شناسایی عوامل اقتصادی و سیاسی است که بر ریسک و ناطمینانی قیمت نفت مؤثر می باشد.

1. Vector Auto regression Model

2. Cordon & Neary

3. Neary & Van Wijnbergen

4. Corden

5. Fardmanesh

6. Van Wijnbergen

7. Gelb

8. Taylor, Yurukoglu & Chaudhury

9. Al-Mutawa

10. Value-at Risk

11. Linsmeier & Pearson

12. Jorion

13. Wahrenburg

14. Busch & Ruschky

15. NYMEX

- روش هموارسازی نمایی^۱: در این روش با استفاده از مدل‌هایی که توسط افرادی نظیر «ولرگر»^۲ (۱۹۹۳)، «ساموئل‌تون»^۳ (۱۹۹۳)، «ترنس‌میلز»^۴ (۱۹۹۳)، «کمبل و مکینلی»^۵ (۱۹۹۷)، «هوتوپ»^۶ (۱۹۹۷)، «هسیه»^۷ (۱۹۹۹)، «جوریون»^۸ (۱۹۹۹) و سایرین اجرا گردید، مشخص شد برخی پارامترها مانند تقاضای قوی در بازار، شرایط نامساعد جوی، بحرانهای سیاسی، پایین بودن سطح ذخایر و ... وجود دارد که عوامل اصلی ایجاد اختلال در قیمت نفت را تشکیل می‌دهد.

مبانی تئوریک

بطور کلی دو قانون رفتاری مهم که در بررسی تعادل‌های ایستا و پویا مورد استفاده قرار می‌گیرد، قانون والراس و مارشال است، در این مقاله بررسی تعادلها بر اساس قانون والراس می‌باشد. بر اساس قانون والراس، قیمت، تمایل به افزایش خواهد داشت اگر مازاد تقاضا مثبت باشد و تمایل به کاهش خواهد داشت اگر مازاد تقاضا منفی باشد. مازاد تقاضا یعنی تفاوت بین مقداری که خریداران در قیمتی خاص مایل به خرید آن هستند با مقداری که فروشندگان در همان قیمت حاضرند به بازار عرضه نمایند. همانگونه که در شکل زیر مشاهده می‌شود در قیمت P' مازاد تقاضا مثبت و برابر $A'B' (=a'b')$ است. در قیمت P'' مازاد تقاضا منفی و برابر $A''B'' (=a''b'')$ است. مازاد قیمت تقاضا در این شرایط عبارتست از تفاوت بین قیمتی که خریداران حاضر به پرداخت آن برای مقدار مشخصی از کالا هستند با قیمتی که فروشندگان در ازای آن همین مقدار کالا را به بازار عرضه می‌کنند.

¹. Exponential Smoothing

². Verleger

³. Samualton

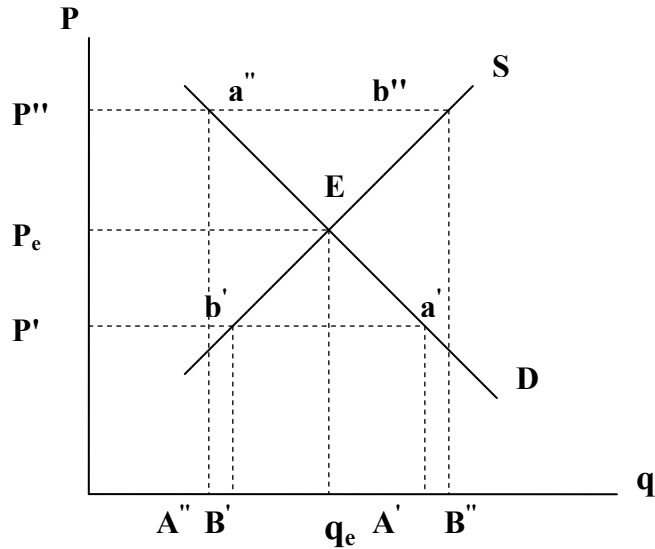
⁴. Terence Mills

⁵. Campbell J.Y., A.W. Lo and A.C. MacKinlay

⁶. Hotopp

⁷. D.A.Hsieh

⁸. P.Jorion



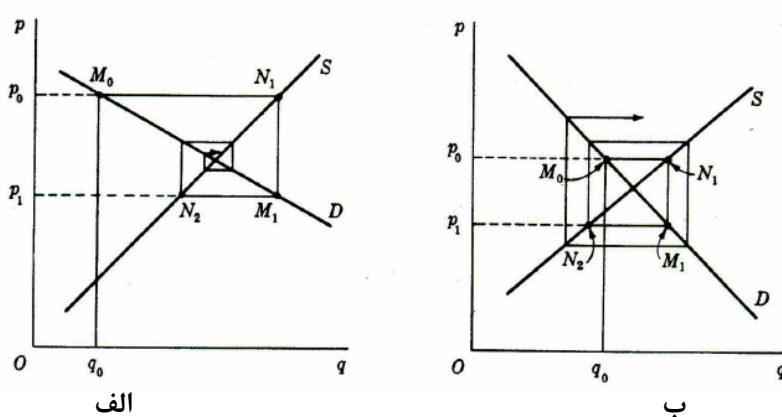
نظریه والراس به این ترتیب است که وقتی مازاد تقاضا مثبت (منفی) است، خریدارانی (فروشنده‌گانی) که موفق به خرید کالا نشده‌اند، قیمت را افزایش (کاهش) می‌دهند. تعادل در حالت ایستا در صورتی که افزایش (کاهش) قیمت - که به علت وجود مازاد تقاضای مثبت (منفی) به وجود آمده - مازاد تقاضا را کاهش (افزایش) دهد، واقع خواهد شد. یعنی اگر:

$$\frac{dE(p)}{dp} = \frac{d[D(p) - S(p)]}{dp} < 0$$

$$\frac{dD}{dp} - \frac{dS}{dp} < 0$$

بطور کلی توابع عرضه نفت خام نشان می‌دهد که چگونه تولیدکنندگان، تولید خود را بر اساس قیمت بازار متعادل می‌کنند و تغییرات عمده در تولید، زمان‌بر و بر اساس تعدیل حجم تولید نمی‌تواند فوراً ظاهر شود؛ این مسئله در مورد تقاضا به همان شدت عرضه صادق نیست. لذا در بازار نفت خام شاهد آن هستیم که تقاضا به دلیل ماهیت تغییرات سریع و همزمان با قیمت، تابعی از قیمت نفت خام در همان سال است ولی عرضه نفت خام تابعی از

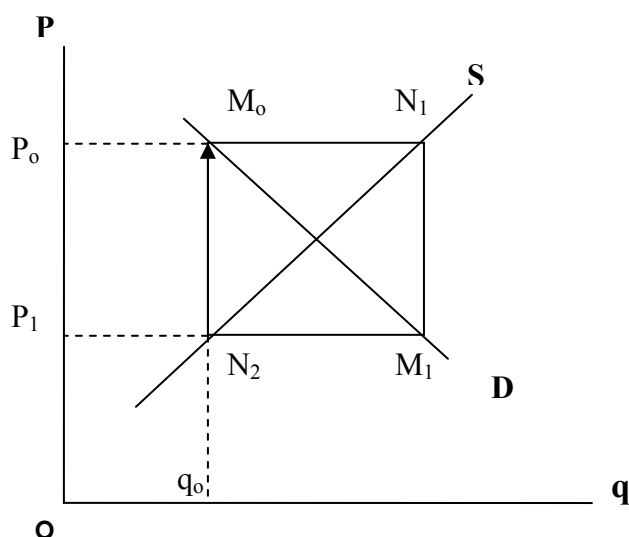
قیمت نفت خام با تأخیر و وقفه زمانی یکسال قبل می‌باشد. به این ترتیب با برقراری تساوی بین معادلات عرضه و تقاضای نفت خام، مقدار تقاضا در هر برهه از زمان بستگی به قیمت آن دوره دارد؛ ولی مقدار عرضه نفت خام بستگی به قیمت دوره قبل خواهد داشت.



در این شرایط با توجه به نمودار (الف)، اگر در بازار، عرضه اولیه برابر با مقدار تعادل تقاضا نباشد و مقدار این عرضه q_0 باشد آنگاه قیمت نفت خام برابر P_0 و تقاضای نفت خام نیز برابر M_0 خواهد بود. در این شرایط قیمت P_0 عرضه‌کنندگان را ترغیب می‌کند که در دوره بعدی به میزان $P_0 N_1$ تولید نمایند. در این حالت قیمت، بلافاصله به P_1 کاهش خواهد یافت و مقدار تقاضا به $P_1 M_1$ خواهد رسید. در دوره بعد قیمت P_2 عرضه‌کنندگان را وامی‌دارد که به میزان $P_1 N_2$ تولید کنند. این روند تا بی‌نهایت ادامه می‌یابد و یک چرخه تار عنکبوتی^۱ ایجاد می‌کند. اما در نمودار (ب) نیز همین ساز و کار عمل می‌نماید ولی نوسانات قیمت به مرور بیشتر می‌شود و هیچ وقت قیمت به تعادل نمی‌رسد، بنابراین فرآیندی واگرا را در پیش می‌گیرد. البته وضعیت سومی نیز وجود دارد که در آن به دلیل برابری شیب دو

^۱. Cobweb Cycle

معادله عرضه و تقاضا، روند تغییرات قیمت حول و حوش تعادل در تناوب بوده و فرآیند واگرا مانند نمودار (ب) و فرآیند همگرا مانند نمودار (الف) نخواهد داشت.



حال مجدداً به شرایط مندرج در نمودار (الف) باز می‌گردیم در این شرایط، قیمت، مرتب در نوسان است و این نوسانها در نهایت منجر به حصول قیمت تعادلی می‌شود. در این شرایط، بازار، زمانی بصورت پویا پایدار خواهد بود که t به طرف بی‌نهایت میل کند، P_t نیز به سمت قیمت تعادلی میل می‌نماید. بنابراین در شرایط برقراری تعادل نهایی تار عنکبوتی، مزاد تقاضا و عرضه برابر صفر است، عرضه‌کنندگان نیز بر اساس قیمت‌های معین دوره قبل مقدار عرضه خود را مشخص کرده و متقاضیان در مقابل مقدار عرضه شده از سوی عرضه‌کنندگان با توجه به قیمت‌های پیشنهادی واکنش نشان می‌دهند و در این شرایط (تعادل پویا) قیمت تعادلی بین عرضه و تقاضا در بازار ایجاد می‌نماید؛ اما اگر این امر میسر نگردد و به هر دلیلی مزاد عرضه یا تقاضا در بازار بوجود آید، شرایط تعادل به عدم تعادل تبدیل خواهد شد. در این شرایط بر اساس نظریه والراس، در بازار ابتدا مزاد عرضه (یا تقاضا) بوجود می‌آید و سپس متعاقب آن قیمت‌ها در بازار کاهش (یا افزایش) خواهد یافت و به این ترتیب با کاهش (یا افزایش) قیمت‌ها، تمایل به تولید و عرضه کالا «جذابیت سودآوری» در بازار کاهش

(یا افزایش) یافته و میزان مازاد عرضه (مازاد تقاضا) کاهش (یا افزایش) می‌یابد. در این راستا اگر همچنان مازادی در بازار وجود داشته باشد، این فعل و انفعال در بازار آنقدر ادامه خواهد یافت تا مازاد در بازار صفر و قیمت به مقادیر تعادلی خود برسد. شباهت روند حرکت قیمت نفت از لحاظ ساختار عرضه و تقاضا و نوسانات قیمت در این بازار، این موضوع را به ذهن متبادر می‌سازد که می‌توان از همین ساختار رفتاری برای توضیح نوسانات قیمت نفت خام استفاده نمود. لذا با توجه به ساز و کاری که والراس مطرح می‌نماید و با بیان نظریه وی به صورت پویا - که الگوی تار عنکبوتی است - قدم بعدی را در این مقاله به تبیین اقتصادسنجی نظریات فوق از طریق «الگوی تعدیل عدم تعادل پویا»^۱ برای نفت تخصیص می‌دهیم. زیرا الگوی اخیر (DDAM) عملاً بیان اقتصادسنجی نظریه والراس در بازار و پویایی نظریه تار عنکبوتی می‌باشد.

ساختار الگو

الگوی مورد بررسی در این مقاله از جمله معهود الگوهای مورد استفاده برای شناسایی متغیرهای مؤثر بر قیمت جهانی نفت می‌باشد که در آن با استفاده از یک الگوی همزمان دستگاه معادلات اقتصادسنجی اقدام به بررسی متغیرهای مؤثر بر قیمت جهانی نفت می‌کنند. روش اتخاذ شده یک الگوی رفتاری همزمان بوده که اثرات تغییرات قیمت جهانی نفت ناشی از مازاد عرضه و یا تقاضا را مد نظر قرار می‌دهد و بطور همزمان آن را در رفتار عرضه و تقاضا ملحوظ می‌دارد. با این خصوصیت این الگو - که سیاقی جدید دارد - با نام الگوی تعدیل عدم تعادل پویا معرفی می‌شود.

در این الگو ساختار زمانی بر اساس داده‌های سالیانه است. روش برآورد، روش کمترین مجذورات دو مرحله ای (TSLS) و دوره زمانی مورد بررسی سالهای ۲۰۰۴ - ۱۹۷۰ است. ساختار ریاضی بر اساس معادلات (پارامترها و متغیرها) خطی و روش حل مورد استفاده، روش شبیه‌سازی پویا با الگوریتم Gauss-Seidel و با استفاده از نرم افزار

^۱. Dynamic Disequilibrium Adjustment Model - DDAM.

Econometric Views (Eviews), Version 5.1 می‌باشد. در این الگو از سه معادله و یک اتحاد استفاده شده است که متغیرهای درونزا برابر با تعداد معادلات و مساوی چهار می‌باشد. این الگو یازده پارامتر دارد. ارتباط درونی الگو به این شکل است که تقاضای جهانی نفت خام و عرضه جهانی آن توسط دو معادله محاسبه کرده و معادله سوم تغییرات قیمت جهانی نفت را در بازار جهانی آن بر اساس مازاد عرضه محاسبه می‌نماید. اتحاد (چهارم) آخر نیز مازاد عرضه را از تفاضل عرضه و تقاضا محاسبه می‌نماید که در معادله قیمت به عنوان متغیر اصلی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

با توجه به موارد مذکور، معادلات و اتحاد مورد استفاده در الگو به شرح زیر است:

- معادله تقاضای جهانی نفت خام: در این معادله تقاضای جهانی نفت خام عبارت از مجموع تقاضای نفت خام وارداتی پالایشگاه‌های نفت خام، میزان مصرف داخلی کشورهای تولیدکننده نفت خام و میزان تقاضا برای نفت خام ذخایر استراتژیک و احتیاطی می‌باشد. معادله مذکور در این الگو برحسب میلیون بشکه نفت خام در روز بوده و تابعی از متغیرهای قیمت اسمی نفت خام، تولید ناخالص داخلی جهان با تأخیر زمانی و تأخیر زمانی خود تقاضای جهانی نفت خام می‌باشد و فرم ریاضی آن مطابق زیر است:

GLOBALDEMAND=

$$\begin{aligned}
 & C(1)+C(2)*NOMINALPRICE+C(3)*GDPWORLD(-1) \\
 & +C(4)*GLOBALDEMAND(-1)
 \end{aligned}$$

- معادله عرضه جهانی نفت خام: در این معادله عرضه جهانی نفت خام عبارت از مجموع تمامی تولیدات نفت خام جهان پس از کسر مصارف داخلی کشورهای تولیدکننده و میزان عرضه اضافی ناشی از استفاده ذخایر استراتژیک و احتیاطی و سایر عرضه‌های متفرقه می‌باشد. معادله مذکور در این الگو برحسب میلیون بشکه نفت خام در روز بوده و تابعی از متغیرهای قیمت اسمی نفت خام با تأخیر زمانی، تولید ناخالص داخلی کشورهای تولیدکننده

نفت خام (با تأخیر زمانی) و ظرفیت و توان تولید نفت خام کشورهای مالک ذخایر نفتی می‌باشد و فرم ریاضی آن به شکل زیر است:

$$\text{GLOBALSUPPLY} = \text{C}(5) + \text{C}(6) * \text{NOMINALPRICE}(-1) + \text{C}(7) * \text{GDPOILSUPPLYER}(-1) + \text{C}(8) * \text{PRODUCTIONCAP}$$

• معادله قیمت جهانی نفت خام، در این معادله قیمت جهانی نفت خام عبارت از قیمت جاری نفت خام بر اساس دلار جاری آمریکا می‌باشد. معادله مذکور در این الگو بر حسب دلار آمریکا بوده و تابعی از متغیرهای قیمت گاز طبیعی با تأخیر زمانی، مازاد عرضه نفت خام با تأخیر زمانی و قیمت جهانی نفت خام با تأخیر زمانی یکسال می‌باشد و فرم ریاضی آن عبارت است از:

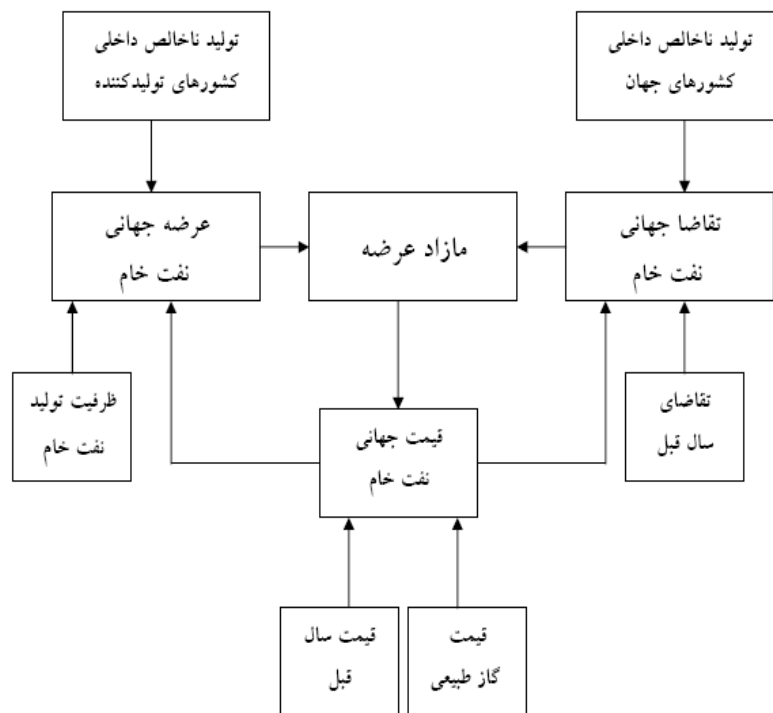
$$\text{NOMINALPRICE} = \text{C}(9) * \text{NOMINALPRICE}(-1) + \text{C}(10) * \text{GASPRICE}(-1) + \text{C}(11) * \text{EXCESS}(-1)$$

• اتحاد مازاد عرضه جهانی نفت خام که عبارت از حاصل کسر عرضه جهانی نفت خام و تقاضای جهانی آن می‌باشد و فرم ریاضی آن به شکل زیر است:

$$\text{EXCESS} = \text{GLOBALSUPPLY} - \text{GLOBALDEMAND}$$

همانگونه که اشاره گردید سعی این مقاله بر آن است تا از طریق یک سیستم معادلات همزمان، مدل قیمت جهانی نفت را با استفاده از مازاد عرضه در بازار نفت برآورد کرده و با استفاده از روش شبیه‌سازی پویا اثرات تغییرات برخی متغیرهای برونزا بر متغیرهای درونزا را مشخص نماید. در این مورد می‌بایست متغیرهای اساسی اثرگذار بر قیمت جهانی نفت خام و

همچنین ارتباط پسین و پیشین بین آنها را شناسایی نمود. با توجه به ماهیت تئوریک اقتصادی نقش عرضه و تقاضا در تعادل و عدم تعادل بازارها مشخص است که در بازار نفت مهمترین عامل مؤثر بر تغییرات قیمت، چیزی به جز عرضه و تقاضای جهانی نفت نمی‌باشد و سایر عوامل به صورت مستقیم و غیرمستقیم با اثرگذاری بر این شاخصها بر قیمت جهانی نفت مؤثر می‌باشند. بطور کلی در بازار نفت عوامل بسیار زیادی را می‌توان نام برد که از طریق عرضه و تقاضا بر مازاد موجود در بازار و سپس بر قیمت نفت خام مؤثرند، لذا با بررسی تغییرات قیمت جهانی نفت در خلال ۳۵ سال مورد مطالعه (سالهای ۲۰۰۴-۱۹۷۰)، متغیرهای مهم و اساسی مؤثر بر عرضه و تقاضای نفت در قالب نمودار زیر و بر اساس چگونگی ارتباط آنها با یکدیگر، چرخه اثرگذاری و اثرپذیری بازار نفت رسم می‌شود:



بر اساس نمودار فوق، یکی از عوامل مهم مؤثر بر عرضه نفت خام، میزان ظرفیت و توان تولید کشورهای تولیدکننده نفت خام است که رابطه مستقیم و تنگاتنگی با عرضه جهانی نفت خام دارد. در این الگو، ظرفیت تولید نفت خام اثر محدودکننده بر عرضه دارد، لذا وجود این متغیر الگو را بسیار با ثبات خواهد کرد.

در کشورهای تولیدکننده نفت خام، تولید ناخالص داخلی شاخصی مناسب برای نمایش ظرفیت تولید و فروش نفت بیشتر در هر دوره جهت حفظ و استمرار رشد اقتصادهای قبلی در این کشورها است. از طرف دیگر رشد و توسعه جهانی، سبب توسعه کسب و کارهای مختلف، توسعه انواع بازارها، ایجاد بازارهای جدید، افزایش اشتغال و رفاه... و متعاقب آنها افزایش تقاضا برای کالا و خدمات و سپس تقاضا برای نفت خام و انواع فرآورده‌های نفتی می‌گردد. در این راستا تولید ناخالص داخلی جهانی شاخص خوبی برای بیان افزایش این اثرات بر افزایش تقاضای نفت خام می‌باشد. همچنین میزان تقاضای دوره قبل بر شکل‌گیری تقاضای آتی نفت خام مؤثر می‌باشد، که این متغیر نیز در درون نمودار نشان داده شده است. میزان عرضه و تقاضای نفت خام در هر دوره در بازار نفت، بر حسب اینکه مازاد عرضه و یا تقاضا در بازار بوجود آید، سبب تغییرات قیمت نفت خام در دوره بعد می‌گردد. از طرف دیگر اتفاقات در سایر بازارهای انرژی‌های جانشین نفت مانند بازار گاز طبیعی نیز بر میزان قیمت نفت خام مؤثر است؛ به نحوی که با افزایش قیمت گاز طبیعی در هر دوره، با شرط ثبات قیمت نفت، انواع صنایعی که امکان استفاده و جانشین‌سازی نفت و گاز را با هم دارند اقدام به تغییر کاربری از گاز به نفت می‌نمایند و همین امر در دوره بعدی سبب افزایش قیمت نفت می‌گردد و بدین ترتیب تغییرات در قیمت از یک طرف سبب تشویق عرضه‌کنندگان نفتی به تولید و کسب سود بیشتر شده و از طرف دیگر با افزایش قیمت، امکان ورود گروه تولیدکنندگان حاشیه‌ای نفت به بازار فراهم و عرضه نفت در بازار نیز بیشتر می‌گردد. همچنین اثر معکوس این اتفاق بر سمت تقاضا خواهد بود. در این شرایط، متقاضیان برخی از تقاضاهای غیرضروری و یا آتی خود را به تأخیر انداخته و یا از ذخایر استراتژیک و احتیاطی خود استفاده کنند. بنابراین نتیجه این تعاملات سبب حرکتی موسوم به چرخه تارنکبوتی

گردیده و قیمت‌ها در بازار نفت نوسان خواهد کرد. در این الگو ساختار تأخیرات الگو به صورت تعدیلات یکساله تعریف شده است.

جهت آزمون ریشه واحد و تعیین ایستایی متغیرهای مورد استفاده در این مقاله از آزمون دیکی فولر تعمیم یافته (ADF) استفاده نمودیم. از نتایج آزمونهای دیکی فولر مشخص می‌شود که هیچکدام از متغیرهای الگوها ایستا نیستند. وقتی نایستا بودن یک متغیر سری زمانی به اثبات رسید شوک‌های تصادفی، اثری دائمی بر آن متغیر خواهند گذاشت؛ یعنی اگر شوکی به متغیر سری زمانی مورد نظر وارد شود قادر خواهد بود تا سطح متغیر را تغییر دهد؛ زیرا تأثیر شوک، دائمی بوده و سطح متغیر را از روند قبلی خود دور می‌نماید. این نتایج توسط «نلسن و پلاسر» (۱۹۸۲)^۱ به اثبات رسید. بطور کلی آنها معتقدند که بیشتر متغیرهای اقتصاد کلان $I(1)$ و یا عبارت دیگر ایستایی^۲ تفاضلی هستند. به این منظور در الگو، ساختار تأخیرات را به صورت تعدیلات یکساله تعریف نمودیم که به نوعی تفاضلات تعمیم یافته^۳ را به جای تفاضل مرتبه اول^۴ در برداشته باشد. لذا تأخیر متغیرهای سمت چپ معادلات در سمت راست همان معادله با درج پارامتر آورده شدند. با بررسی ایستایی از روش آزمون دیکی فولر تعمیم یافته^۵ برای جملات پسماند تک معادلات مدل مشخص می‌شود که جمله پسماند یا خطا انباشته از مرتبه صفر و متغیرها نیز همجمع از مرتبه صفر می‌باشند و ایستایی مدل اثبات می‌گردد (به این ترتیب متغیر U_t در سطح اطمینان ۹۵ درصد جمع شده از مرتبه صفر؛ یعنی $I(0)$ بوده و سطح متغیر ایستا است). لذا مدل در سطح اطمینان مورد بررسی، ریشه واحد نداشته و فرضیه صفر (H_0) مبنی بر وجود ریشه واحد برای سری زمانی به نفع فرضیه یک (H_1) عدم وجود ریشه واحد، رد می‌شود. همچنین با توجه به ساختاری بودن معادلات مورد بررسی، مسئله تشخیص^۶ با وجود شرط لازم و کافی، - چه در وضعیت رتبه‌ای^۷

¹. Nelson and Plosser

². Difference Stationary

³. Generalized difference

⁴. First order difference

⁵. Augmented Dickey-Fuller Test

⁶. Identification Problem

⁷. Order Condition

و چه درجه‌ای^۱ - مشخص شد که معادلات مورد بررسی بیش از حد تشخیص است و لذا استفاده از روش حداقل مربعات دو مرحله‌ای^۲ امکان پذیر می‌باشد.

به این ترتیب جهت برآورد مدل به دلیل وجود همبستگی بین جملات اختلال و متغیرهای توضیحی، از روش کمترین مربعات دو مرحله‌ای بهره می‌گیریم. خلاصه نتایج حاصل از برآورد الگو به شرح جدول زیر است:

متغیر نام	مقدار ضرایب	tآماره	R ²
تقاضای جهانی نفت خام			
عرض از مبدأ	6.13	1.8	0.98
قیمت جهانی نفت خام	-0.13	-4.1	
تولید ناخالص جهانی (-۱)	1.39E-13	1.6	
تقاضای جهانی نفت خام (-۱)	0.92	11.9	
عرضه جهانی نفت خام			
عرض از مبدأ	-0.72	-1.7	0.97
قیمت جهانی نفت خام (-۱)	0.11	3.9	
تولید ناخالص داخلی کشورهای مالک نفت (-۱)	2.30E-13	2.3	
ظرفیت تولید نفت خام	0.97	13.1	
قیمت جهانی نفت خام			
قیمت جهانی نفت خام (-۱)	0.52	2.6	0.73
قیمت جهانی گاز طبیعی (-۱)	0.14	2.2	
مازاد بازار (-۱)	-1.9	-1.7	

¹. Rank Condition

². Two-Stage Least Squares-TSLS

● با توجه به برآوردهای بدست آمده، تمامی پارامترها از علامتها و آماره t قابل قبولی برخوردار است. آماره‌های ضریب تعیین ساده و تعدیل شده قدرت توضیح دهندگی معادلات را خوب نشان می‌دهند و کلیه ضرایب از لحاظ نظری مورد تأیید و مطابق با الگوهای تئوریک بوده است. همچنین تفاسیر ضرایب الگو عبارتست از:

● در معادله ۱، تقاضای جهانی نفت خام رابطه مستقیم با مقادیر سال گذشته خود داشته و این امر خود با توسعه کاربرد نفت و فرآورده‌های آن در تمامی فعالیتهای اقتصادی و مسیر رشد صعودی تقاضا کاملاً منطبق است. در مورد قیمت، تقاضا رابطه معکوسی نیز با قیمت نفت خام دارد که کاملاً با مباحث نظری منطبق است. همچنین رابطه مستقیمی نیز بین تقاضا و تولید ناخالص داخلی جهان در سال قبل نیز وجود دارد.

● در معادله دوم، عرضه جهانی نفت خام رابطه مستقیم با میزان ظرفیت و توان تولید کشورهای مالک نفت دارد؛ به طوری که این کشورها به راحتی در هر سال با استفاده از ظرفیت و توان تولیدی خود قادرند میزان عرضه جهانی نفت خام را تحت تأثیر قرار دهند. عرضه جهانی نفت خام رابطه مستقیمی با تولید ناخالص داخلی کشورهای تولیدکننده نفت در سال قبل دارد. همچنین رابطه مستقیمی نیز بین عرضه و قیمت جهانی نفت خام در سال قبل وجود دارد. این امر به آن معنا است که با افزایش قیمتها در هر سال، عرضه جهانی نفت خام به تبعیت از آن در سال بعد جهت استفاده از فرصت درآمدی و با توجه به اینکه تقاضای نفت کم کشش می‌باشد و در بازار اغلب مواقع ماهیتی مبتنی بر مازاد تقاضا دارد، افزایش خواهد یافت. البته دلیل مهم دیگر این افزایش، ورود گروه حاشیه‌ای (تولید کنندگان حاشیه نفتی) به بازار است که با افزایش قیمت، صرفه اقتصادی بهره‌برداری و تولید را می‌یابند.

● در معادله سوم، قیمت جهانی نفت خام رابطه مستقیم با قیمت گاز طبیعی در سال قبل دارد که دلیل این امر وجود گاز طبیعی نزدیکترین جانشین نفت محسوب می‌شود. به این ترتیب با افزایش قیمت گاز طبیعی، میزان تقاضای نفت خام افزایش می‌یابد و این امر سبب افزایش تقاضا در همان سال شده و موجبات مازاد تقاضا در بازار و افزایش قیمت نفت را در سال بعد مهیا می‌سازد. به این ترتیب می‌توان به وضوح انتظار داشت که قیمت جهانی نفت خام در هر سال در اثر افزایش مازاد عرضه سال قبل بازار نفت، کاهش بیابد. همچنین رابطه

مستقیمی بین قیمت جهانی نفت خام در هر زمان در مقابل همان قیمت در سال قبل وجود دارد که این امر به معنی استمرار روند حرکت قیمت نفت در هر سال برای سالهای بعدی است.

شبیه‌سازی الگو

پس از انجام عملیات برآورد معادلات رگرسیونی در الگو، با استفاده از الگو برآورد شده می‌توان سناریوهای مختلف را شبیه‌سازی نمود. به عبارت دیگر الگوی عددی، برآورد فرم ساختاری الگو بوده که باید برای یافتن فرم خلاصه شده، آن را برای متغیرهای درونزا حل نمود. اگر این الگو را در دوران نمونه حل کنیم، شبیه‌سازی دوران نمونه یا شبیه‌سازی پس‌نگر^۱ برای سالهای ۲۰۰۴-۱۹۷۰ بدست خواهد آمد و مقادیر متغیرهای درونزای حل شده را می‌توان برای ارزیابی عملکرد الگو در گذشته با مقادیر واقعی نیز مقایسه نمود و اگر مقادیر متغیرهای برونزا را در دوران نمونه تغییر دهیم و سپس الگو را برای متغیرهای درونزا حل کنیم، مقادیر متغیرهای درونزا بر اساس میزان متغیر سیاستی برونزا بدست می‌آید که به «آنالیز شوک» معروف است. در این روش، حل به صورت الگوریتم موجود در مباحث آنالیز عددی می‌باشد که به منظور حل دستگاه معادلات همزمان، روش «گوس-سایدل»^۲ مورد استفاده قرار گرفته است. در این شرایط سناریوهای پنجگانه به شرح زیر است:

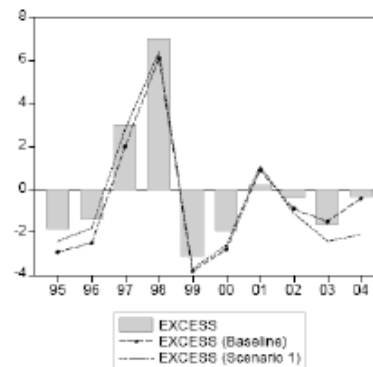
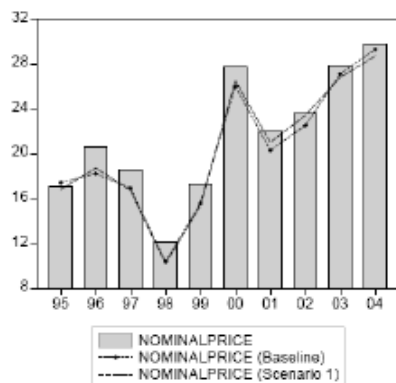
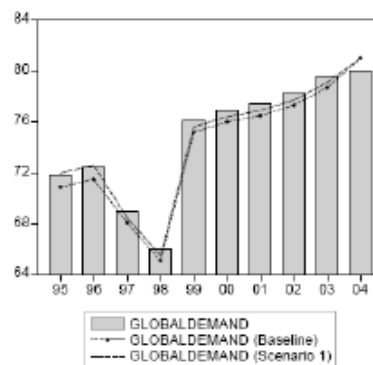
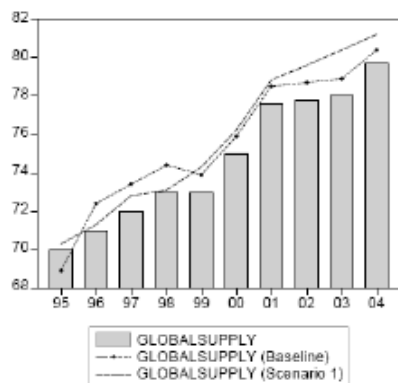
سناریوی ۱. بررسی اثر افزایش ۱۰ درصدی در قیمت گاز طبیعی در الگو:

در این سناریو فرض بر آن است که اگر قیمت گاز طبیعی به میزان ۱۰ درصد برای سالهای ۲۰۰۴-۱۹۹۵ افزایش یابد، آنگاه شبیه‌سازی اثرات این متغیر توضیحی بر متغیرهای درونزا به گونه‌ای خواهد بود که در آن با افزایش ۱۰٪ قیمت جهانی گاز طبیعی، میزان تقاضای گاز طبیعی در بازار انرژی کاهش و تقاضای نفت خام به عنوان نزدیک‌ترین جانشین آن افزایش می‌یابد. در پی افزایش تقاضای نفت خام، مازاد عرضه نفت خام در بازار، کاهش و

^۱. Ex-Post Simulation

^۲. Gauss-Siedel Solution Algorithm

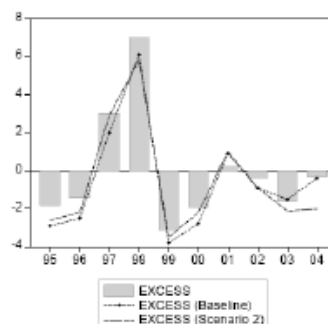
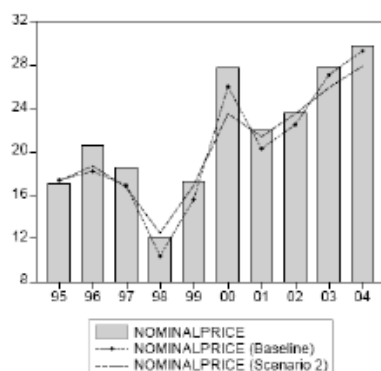
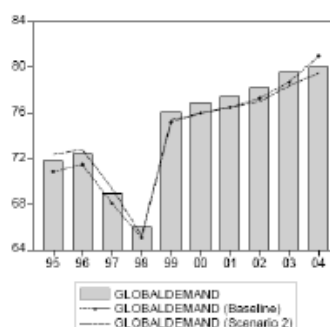
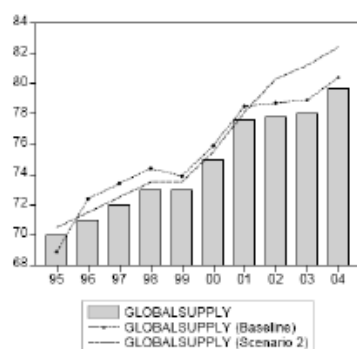
قیمت نفت خام افزایش یافته و متعاقب افزایش قیمت نفت خام میزان تولید نفت خام از طرف کشورهای تولیدکننده نفت و تولیدکنندگان حاشیه‌ای افزایش می‌یابد.



سناریوی ۲. بررسی اثر افزایش ۱۰ درصدی در تولید ناخالص داخلی در الگو:

در این سناریو فرض بر آن است که اگر تولید ناخالص داخلی به میزان ۱۰ درصد برای سالهای ۱۹۹۵-۲۰۰۴ افزایش یابد، آنگاه شبیه‌سازی اثرات این متغیر توضیحی بر متغیرهای

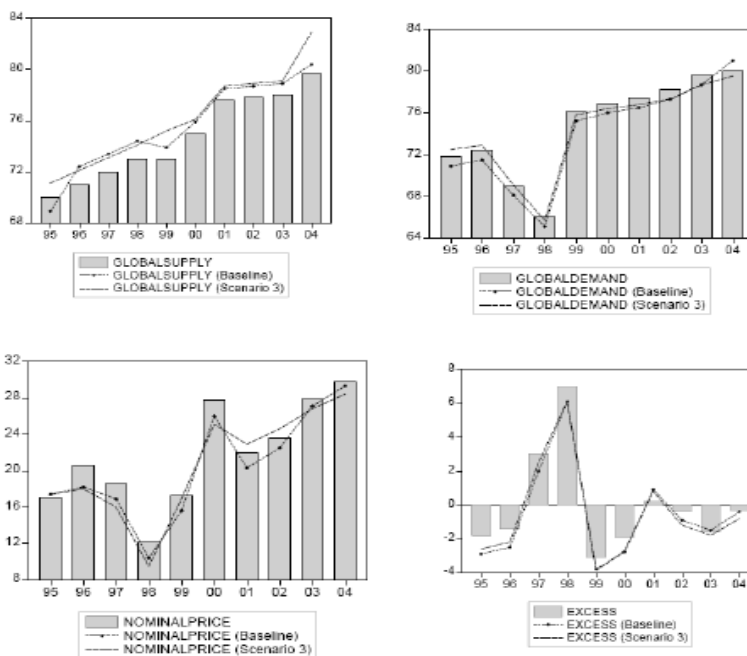
درونزا به گونه‌ای خواهد بود که در آن با افزایش ۱۰٪ تولید ناخالص داخلی کشورهای جهان، بویژه این امر که بیش از ۷۸ درصد تولید ناخالص جهان متعلق به کشورهای توسعه یافته می‌باشد- بدیهی است که با توسعه و شکوفایی بازارهای تولید فیزیکی و خدمات در دنیا و افزایش حجم صادرات و واردات جهانی، تقاضای جهانی برای نفت خام به عنوان یکی از حیاتی‌ترین مواد اولیه و واسطه تولیدات، افزایش یافته و به دنبال آن، مازاد عرضه نفت خام در بازار کاهش می‌یابد و بدین ترتیب قیمت نفت خام افزوده گشته و متعاقب افزایش این قیمت میزان تولید نفت خام از طرف کشورهای تولید کننده نفت و تولیدکنندگان حاشیه‌ای افزایش می‌یابد.



سناریوی ۳. بررسی اثر افزایش ۱۰ درصدی در تولید ناخالص داخلی

کشورهای تولیدکننده نفت در الگو:

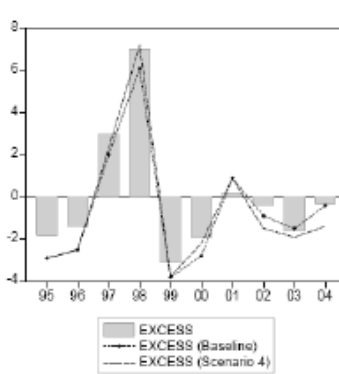
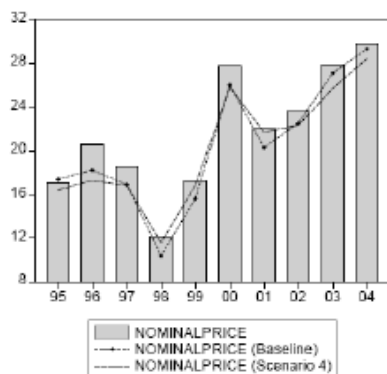
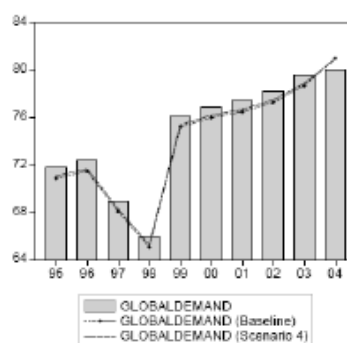
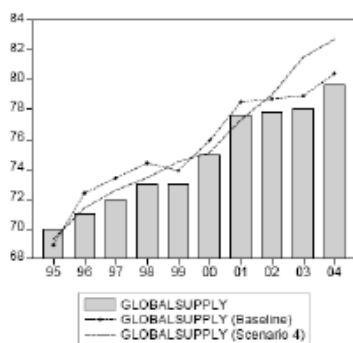
در این سناریو فرض بر آن است که اگر تولید ناخالص داخلی کشورهای تولیدکننده نفت به میزان ۱۰ درصد برای سالهای ۲۰۰۴-۱۹۹۵ افزایش یابد، آنگاه شبیه‌سازی اثرات این متغیر توضیحی بر متغیرهای درونزا به گونه‌ای خواهد بود که در آن با افزایش ۱۰٪ تولید ناخالص داخلی کشورهای تولیدکننده نفت خام، توسعه اقتصادی و رونق بازارهای فیزیکی و خدماتی در این کشورها محسوب می‌شود و از آنجایی که بسترها و زیر ساختها در بیشتر این گروه از کشورها- که اغلب در حال توسعه هستند- برای توسعه تولیدات با کیفیت و توسعه سریع صادرات مهیا نمی‌باشد، لذا میزان تقاضای وارداتی برای کالاهای مصرفی و سرمایه‌ای افزایش می‌یابد و این افزایش تقاضا در بازارهای کالایی، سبب بالا رفتن تقاضای جهانی برای نفت خام خواهد شد و متعاقب آن تشدید کاهش مازاد عرضه نفت خام در بازار، افزایش قیمت جهانی نفت خام و سپس افزایش میزان عرضه جهانی این نفت را در بر خواهد داشت.



سناریوی ۴. بررسی اثر افزایش ۱۰ درصدی در ظرفیت تولید نفت خام جهان

در الگو:

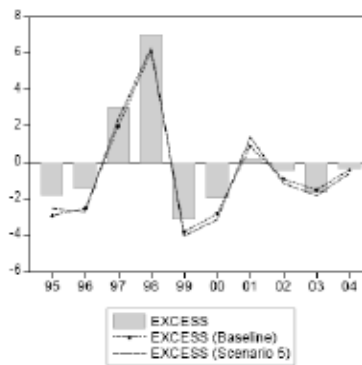
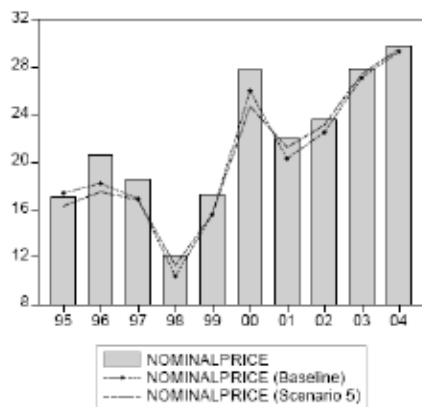
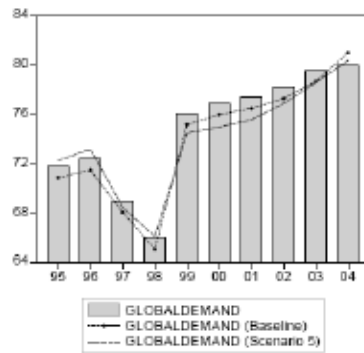
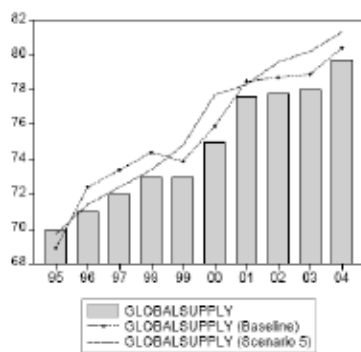
در این سناریو فرض بر آن است که اگر ظرفیت تولید نفت خام جهان به میزان ۱۰ درصد برای سالهای ۱۹۹۵-۲۰۰۴ افزایش یابد، آنگاه شبیه‌سازی اثرات این متغیر توضیحی بر متغیرهای درونزا به گونه‌ای خواهد بود که در آن با افزایش ۱۰٪ ظرفیت تولید در کشورهای مالک ذخایر نفت خام و نیز با توجه به ماهیت وجودی مازاد تقاضای مؤثر این نفت در بازار، این افزایش سبب افزوده شدن عرضه جهانی نفت خام و متعاقب آن افزایش مازاد عرضه این نفت در بازار و کاهش قیمت جهانی آن شده و همچنین با کاهش قیمت نفت زمینه افزایش سطح تقاضای جهانی نفت خام نیز مهیا می‌گردد.



سناریوی ۵. بررسی اثر افزایش ۱۰ درصدی در استفاده از ذخایر استراتژیک

(و احتیاطی) در الگو:

بر اساس مشاهدات تجربی، یکی از حربه‌های کشورهای توسعه یافته بویژه آمریکا در جهت کاهش قیمت‌های جهانی نفت خام؛ استفاده از ذخایر استراتژیک به منظور افزایش عرضه می‌باشد. با توجه به تعریف عرضه جهانی نفت خام که «عبارت از مجموع تمامی تولیدات نفت خام جهان پس از کسر مصارف داخلی کشورهای تولیدکننده، میزان عرضه اضافی ناشی از استفاده ذخایر استراتژیک و احتیاطی و سایر عرضه‌های متفرقه می‌باشد»، مشخص می‌شود که یکی از اهرم‌های فشار به پایین قیمت‌ها، از طریق افزایش میزان مازاد عرضه در بازار نفت خام، استفاده از افزایش سهم ورود نفت به بازارهای نفت از ناحیه ذخایر از قبل ذخیره شده و نه تولید شده می‌باشد. از طرف دیگر کشورهای مصرف‌کننده نفت خام - بویژه کشورهای توسعه یافته - ذخایری را نیز به عنوان ذخایر احتیاطی برای زمانهایی که ممکن است در کوتاه‌مدت کمبود عرضه و یا افزایش شدید قیمت نفت خام بر بازار حاکم گردد، در مکان‌هایی حفاظت شده نگهداری می‌نمایند. به این ترتیب مشخص می‌شود که ذخایر استراتژیک و احتیاطی دو نوع از ذخایری هستند که کشورهای مختلف از آنها برای مقابله کوتاه‌مدت با بحران‌های نفتی استفاده می‌کنند. به این منظور در این سناریو سعی بر آن است تا میزان اثر تغییرات ذخایر استراتژیک و احتیاطی جهان را بر عرضه، تقاضا، مازاد عرضه و قیمت جهانی نفت خام بررسی شود. به این ترتیب معادله جدیدی برای عرضه نفت خام بدست می‌آید و برای انجام شبیه‌سازی، معادله جدید را جایگزین معادله قبلی کرده و آن را مجدداً حل می‌کنیم.



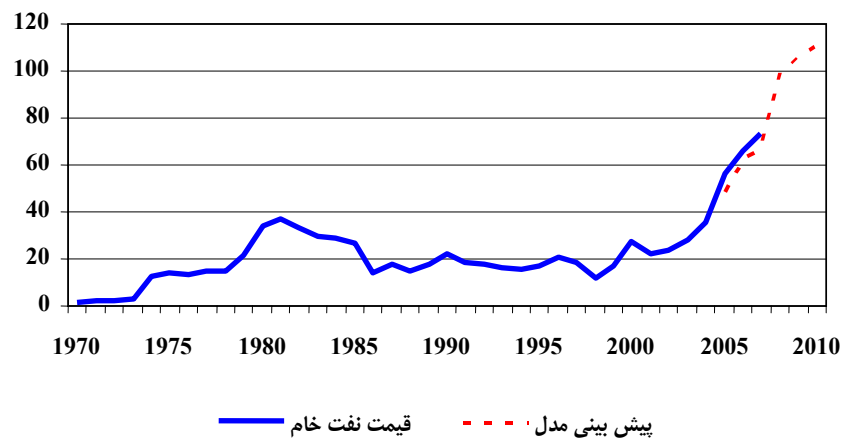
با توجه به الگوهای شبیه‌سازی شده فوق در قالب پنج سناریوی مورد بررسی، خلاصه نتایج بدست آمده را می‌توان در جدول زیر می‌توان مشاهده کرد:

درصد تغییرات سناریوها به جواب کنترل	مجموع اثر ده سال شبه سازی	
		مازاد بازار
	-5.8	روند اصلی
0.30%	-5.8	سناریوی (۱)
0.50%	-5.8	سناریوی (۲)
0.30%	-5.8	سناریوی (۳)
-0.70%	-5.7	سناریوی (۴)
-0.40%	-5.8	سناریوی (۵)
		تقاضای جهانی نفت خام
	740.3	روند اصلی
0.70%	745.3	سناریوی (۱)
0.30%	742.7	سناریوی (۲)
0.60%	744.7	سناریوی (۳)
0.20%	742	سناریوی (۴)
0.10%	741.1	سناریوی (۵)
		عرضه جهانی نفت خام
	755.4	روند اصلی
0.40%	758.1	سناریوی (۱)
0.50%	759	سناریوی (۲)
0.80%	761.3	سناریوی (۳)
0.20%	756.8	سناریوی (۴)
0.50%	758.8	سناریوی (۵)
		قیمت جهانی نفت خام
	203.7	روند اصلی
0.20%	204.2	سناریوی (۱)
0.30%	204.3	سناریوی (۲)
0.90%	205.6	سناریوی (۳)
-0.40%	202.8	سناریوی (۴)
-0.10%	203.4	سناریوی (۵)

پیش بینی الگو

در این بخش جهت پیش‌بینی قیمت نفت خام، با استفاده از آمار پیش‌بینی صندوق بین‌المللی پول و انجمن جهانی انرژی و مرکز تحقیقات اقتصادی BP برای متغیرهای برونزا؛ یعنی قیمت گاز طبیعی، تولید ناخالص داخلی کشورهای تولیدکننده نفت، تولید ناخالص داخلی کشورهای جهان و ظرفیت تولید کشورهای تولیدکننده نفت برای سالهای ۲۰۰۸-۲۰۱۰، مدل مورد برآورد گذشته را برای سالهای ۲۰۰۵-۲۰۱۰ مجدداً حل می‌کنیم. به این ترتیب نتیجه حل مدل برای متغیرهای درونزا؛ یعنی تقاضای جهانی نفت خام و عرضه جهانی آن؛ قیمت جهانی نفت خام و مازاد عرضه جهانی آن در بازار نفت در دوره زمانی مذکور به شکل نمودارهای زیر است:

پیش‌بینی قیمت نفت خام بر اساس مدل معرفی شده برای سالهای ۲۰۰۵-۲۰۱۰



با توجه به پیش‌بینی فوق مشخص می‌گردد که :

با استفاده از پیش‌بینی الگو برای سالهای ۲۰۱۰-۲۰۰۵ مقادیر قیمت نفت خام به ترتیب عبارت از: ۴۸/۴، ۶۱/۵، ۶۷/۶، ۹۹/۶، ۱۰۵/۲ و ۱۱۱/۳ دلار است. حال اگر مقادیر سالهای ۲۰۰۷-۲۰۰۵ پیش‌بینی را با مقادیر واقعی قیمت نفت خام مقایسه کنیم مشخص می‌شود که مقادیر پیش‌بینی شده نزدیک به مقادیر واقعی است، در این شرایط اختلاف اعداد پیش‌بینی الگو برای سه سال مورد مقایسه، به ترتیب مقادیر پیش‌بینی شده ۴/۷، ۳/۵ و ۴/۵ دلار کمتر از مقادیر واقعی می‌باشد. به عبارتی، دقت پیش‌بینی مدل در سال مورد بررسی بطور متوسط ۹۱ درصد بوده است که این رقم با توجه به نوسانات شدید دو سال اخیر بازار نفت، اثبات توانایی مناسب الگو برای پیش‌بینی است.

همچنین لازم به توضیح است که برخی از دلایل در ارتباط با افزایش ارقام واقعی نسبت به مقادیر پیش‌بینی شده، که سبب تشدید تقاضای نفت در سالهای ۲۰۰۵ و ۲۰۰۶ شده است می‌تواند ناشی از عوامل زیر باشد. که الگوی طراحی شده نیز نتوانسته است آنها را بیان نماید.

«رشد تکنولوژی، ماشینی شدن زندگی، تقاضای شدید اتومبیل (افزایش شدت بکارگیری اتومبیل در کشورهای در حال توسعه)، نیاز زیاد و وابستگی شدید تکنولوژی به انرژی (شدت بکارگیری انرژی در تکنولوژی) و همچنین وجود مسائل و شوک‌های مختلف سیاسی غیر قابل پیش‌بینی مؤثر بر بازار نفت؛ مانند حمله انتحاری به برج‌های دو قلو در آمریکا، جنگ افغانستان، جنگ عراق و ناآرامی‌های متعاقب آن، بحث انرژی اتمی ایران» تشدید تقاضای نفت در سالهای مذکور را در پی داشته است. به این ترتیب طراحی الگویی که بتواند به بهترین نحو در جهان در حال تغییر کنونی مؤثر واقع شود، چندان امکان‌پذیر نیست؛ بلکه باید در جهت ارائه نزدیکترین برآورد و پیش‌بینی با مقادیر واقعی قیمت نفت خام تلاش شود؛ که مقادیر پیش‌بینی شده الگوی ما این قابلیت را نیز نشان می‌دهد.

نتیجه‌گیری

- الگوی طراحی شده نشان داد که توانایی پیش‌بینی به نسبت خوبی برای قیمت نفت در آینده دارد. همچنین مشخص گردید که متغیرهای تولید ناخالص داخلی جهان و کشورهای تولیدکننده نفت از متغیرهای مهم این الگو می‌باشند و از آنجایی که پیش‌بینی‌های بانک جهانی، مؤسسه اقتصادی اتحادیه اروپا و صندوق بین‌المللی پول، ارقام متناسبی از این متغیرها دارند؛ می‌توان جهت برآورد قیمت نفت خام از این الگو استفاده و پیش‌بینی‌های خوبی را همه ساله برای طراحی برنامه‌های کوتاه‌مدت و میان‌مدت برنامه‌ریزان اقتصادی بدست آورد.
- رفتار بازار گازطبیعی به عنوان نزدیکترین جانشین نفت و فرآورده های آن در الگوی طراحی شده در این تحقیق، معنی‌دار بودن خود را اثبات نمود و نشان داد که نوسانات در قیمت گازطبیعی به بازار نفت انتقال می‌یابد و بر تقاضا و قیمت نفت خام نیز تأثیر می‌گذارد، بنابراین همواره در پیش‌بینی قیمت نفت توجه به قیمت گازطبیعی و همچنین میزان عرضه و تقاضای آن بسیار مهم است. در این راستا به یقین، در صورتی که سیاست‌های دولت با رویکرد ویژه‌ای به سمت سرمایه‌گذاری برای افزایش اکتشافات و توان تولید و صادرات گازطبیعی باشد، در نوسانات قیمتی نفت خام از طریق فروش بیشتر و با قیمت مناسب‌تر گازطبیعی درآمدهای بیشتری نصیب کشور خواهد شد.
- پیش‌بینی‌های الگو نشان می‌دهد که قیمت نفت در سالهای ۲۰۰۸-۲۰۱۰ ابتدا افزایش و سپس تا حدودی رو به نقصان خواهد گذاشت؛ ولی این کاهش هیچگاه به کاهش قیمت نفت به حدود سالهای دهه ۹۰ نخواهد رسید. به این ترتیب با استدلال قوی می‌توان دلایل افزایش قیمت بازار را ناشی از تعادل جدید قیمت نفت در مجاورت ۱۰۰ دلار دانست و این امر با پایداری زمانی، در حکم یک تغییر ساختاری به شمار خواهد آمد. این نتیجه برای سیاست‌گذاری بودجه می‌تواند قابل تأمل باشد؛ چرا که با توجه به این نتایج، موضوع حفظ

صندوق ذخیره ارزی برای مقابله احتیاطی با نوسانات قیمت نفت می‌تواند با چالشهایی روبرو گردد که در این مورد، توجه سیاستگذاران به آن جلب می‌شود.

- مدل مورد استفاده در این مقاله یک مدل کلان بوده است. در این مورد پیشنهاد می‌شود که در تحقیقات بعد با استفاده از روش مورد استفاده در این مقاله الگو عرضه را به دو معادله عرضه اوپک و غیر اوپک تفکیک کرده و با استفاده از یک اتحاد، عرضه کل محاسبه شود و مدل یک بار دیگر با استفاده از داده‌های بیشتر نیز مورد محاسبه قرار گیرد.
- برای برآورد مدل پیش‌بینی نفت، اگر نقش قیمت‌های گاز طبیعی و توسعه مصارف صنعتی و شهری این فرآورده نفتی در صنایع و پالایشگاهها پررنگ‌تر دیده شود، دقت در برآوردهای آن نیز افزون می‌گردد.
- با توجه به اینکه در این مقاله تکیه مدل بر نفت خام است، قیمت گاز طبیعی به عنوان جانشین اصلی و متغیری برونزا در الگو ملحوظ و مورد استفاده قرار گرفت. لذا در این باره پیشنهاد می‌شود در تحقیقات بعد یک الگوی مشابه الگوی این مقاله طراحی و بخش گاز طبیعی نیز به صورت درونزا در الگو تعیین شود. به این ترتیب الگو دو وجهی بوجود خواهد آمد که از یک وجه قیمت گاز طبیعی در بازار آن برآورد شده و سپس وارد بازار نفت خام و الگوی برآورد قیمت نفت می‌گردد.
- نقش بازارهای سلف، اختیارت و آتی (بویژه بازارهای آتی) در برآوردهای نفت بسیار مهم است که می‌تواند سرفصل تحقیقات مشابهی در این زمینه قرار گیرد. همچنین نقش صندوقهای سرمایه‌گذاری و نرخهای بهره بین‌المللی را می‌توان در ارتباط با نفت کاغذی و اوراق بهادار و معاملات نفتی نیز مورد بررسی قرار داد.
- با توجه به اینکه الگوی طراحی شده توانایی خوبی در پیش‌بینی قیمت نفت از خود نشان داده است. لذا به روز رسانی و استفاده از آمارهای جدیدتر و بهبود

ساختار ریاضی آن می‌توان ابزار مناسبی را برای پیش‌بینی قیمت نفت مهیا نمود.

- با توجه به امکان استفاده از روشهای دیگر اقتصادسنجی پیشنهاد می‌شود تا در تحقیقات دیگر، این الگو از طریق روشهای VAR و S-VAR نیز مورد بررسی قرار گیرد.

پی نوشتها:

1. Day T. E. and C. M. Lewis. "Forecasting Futures Markets Volatility"., *The Journal of Derivatives*, (1994).
2. Xu X. and S.J. Taylor, "Conditional Volatility and Informational Efficiency of the PHLX Currency Options Market"., *Forecasting Financial Markets*, (ed. C. Dunis), John Wiley & Sons, Chichester, 1996.
3. Duffie D. and S. Gray, "Volatility in Oil Prices"., *Managing Energy Price Risk*, London: Risk Publications., 1996.
4. Nelson, D. B. *Conditional Heteroskedasticity in Asset Returns: A New Approach*. Modelling Stock Market Volatility, (ed. P.E. Rossi), Academic Press, San Diego., 1996.
5. Hamilton, J. D. "Oil and the Macroeconomy Since World War II"., *Journal of Political Economy*, No. 91, (1983).
6. Kim, I.-M. and P. Loungani, "The Role of Energy in Real Business Cycle Models"., *Journal of Monetary Economics*, No. 29, (1992).
7. Obstfeld, M. and K. Rogoff. "Exchange Rate Dynamics Index"., *Journal of Political Economy*, No. 103, (1995).
8. Rotemberg, J. J. and M. Woodford, "Imperfect Competition and the Effects of Energy Price Increases on Economic Activity"., *Journal of Money, Credit and Banking*, No. 28, (1996).
9. Bernanke, B. S., M. Gertler and M.W. Watson. "Systematic Monetary Policy and the Effects of Oil Price Shocks"., *Brookings Papers on Economic Activity*, (1997).
10. Finn, M.G., "Perfect Competition and the Effects of Energy Price Increases on Economic Activity"., *Journal of Money, Credit, and Banking*, No. 32, (2000).
11. Barsky, R. B. and L. Kilian, "Do we Really Know that Oil Caused the Great Stagflation? A Monetary Alternative, in: B. Bernanke and K. Rogoff, eds.," *NBER, Macroeconomics Annual*, No. 16, (2001).
12. Hooker, Mark. "Are Oil Shocks Inflationary? Asymmetric and Nonlinear Specifications Versus Changes in Regime"., *Working Paper*, Federal Reserve Board, (1996).
13. Hooker, Mark, A. "What Happened to the Oil Price-Macroeconomy Relationship"., *Federal Reserve Board (FEDS) Working Paper*, No. 56, (1996).

14. Hooker, Mark, "Are Oil Shocks Inflationary? Asymmetric and Nonlinear Specifications Versus Changes in Regime"., *Working Paper, Federal Reserve Board, Journal of Monetary Economics*, No.33, (1999).
15. Benjamin Hunt and Douglas Laxton. "The Macroeconomic Effects of Higher Oil Prices"., *IMF Working Paper*, Research Department of International Monetary Fund, (2001).
16. Corden, W. M. and J. P. Neary. "Booming Sector and De-Industrialization in a Small Open Economy"., *Economic Journal*, No. 92, (1982).
17. Neary J. P. and Van Wijnbergen., "Can an Oil Discovery Lead to a Recession?: A Comment on Eastwood and Venables"., *Economic Journal*, No. 94, (1986).
18. Corden, W. M. and J. P. Neary. "Booming Sector and De-Industrialization in a Small Open Economy"., *Economic Journal*, No. 92, (1986).
19. Fardmanesh, Mohsen. "Terms of Trade Shocks and Structural Adjustment in a Small Open Economy"., *Journal of Development Economics*, No. 34, (1991).
20. Van Wijnbergen, Sweder. "The Dutch Disease: A Disease After All"., *Economic Journal*, No. 94, (1984).
21. Linsmeier & Neil D. Pearson, "Risk Measurement: An Introduction to Value at Risk"., *Econometric Journal*, The Models of Oil Price Risk Estimation, (1996).
22. Jorion F. A. *Oil Price Prediction Risk and Volatility*. University of California., 1999.
23. Wahrenburg, M., *Hedging Oil Price Risk: Lessons from Metallgesellschaft*, University of Cologne., 2001.
24. Busch T. & Ruschky P. *Value at Risk of Carbon Constraints- An Input Oriented Approach of Resource Scarcity*. University of Colombia., 2004.
25. Verleger, Philip K. *Adjusting to Volatile Energy Prices*. Washington DC: Institute for International Economics., 1993.
26. Mills, Terence C. *The Econometric Modelling of Financial Time Series*. Cambridge University Press., 1993.
27. Hsieh D. A., "Modelling Heteroscedasticity in Daily Foreign-Exchange Rates"., *Journal of Business & Economic Statistics*, (1999).

پیوست‌ها:

جدول ضمیمه ۱. نتایج آزمونهای ADF در سطح و تفاضل

Analysis	MacKinnon critical values		ADF Test Statistic		Variables
			تفاضل مرتبه اول	سطح متغیر	
I(1)	-2.637	1% Critical Value	-3.997	0.15	قیمت جهانی نفت خام
	-1.952	5% Critical Value			
	-1.621	10% Critical Value			
I(1)	-2.637	1% Critical Value	-3.253	1.4	تقاضای جهانی نفت خام
	-1.952	5% Critical Value			
	-1.621	10% Critical Value			
I(1)	-2.637	1% Critical Value	-3.42	1.9	عرضه جهانی نفت خام
	-1.952	5% Critical Value			
	-1.621	10% Critical Value			
I(1)	-2.637	1% Critical Value	-3.489	-1.01	تولید ناخالص داخلی کشورهای جهان
	-1.952	5% Critical Value			
	-1.621	10% Critical Value			
I(1)	-2.637	1% Critical Value	-2.136	1.9	تولید ناخالص داخلی کشورهای تولیدکننده نفت
	-1.952	5% Critical Value			
	-1.621	10% Critical Value			
I(1)	-2.637	1% Critical Value	-4.07	-0.5	قیمت جهانی گاز طبیعی
	-1.952	5% Critical Value			
	-1.621	10% Critical Value			
I(1)	-2.637	1% Critical Value	-2.779	1.4	ظرفیت تولید نفت خام جهان
	-1.952	5% Critical Value			
	-1.621	10% Critical Value			

جدول ضمیمه ۲. نتایج آزمونهای ADF برای جملات پسماند معادلات

Analysis	MacKinnon critical values		ADF Test Statistic	Variables
I(0)	<u>-2.637</u>	1% Critical Value	-5.83	معادله ۱
	<u>-1.952</u>	5% Critical Value		
	<u>-1.621</u>	10% Critical Value		
I(0)	<u>-2.637</u>	1% Critical Value	-2.95	معادله ۲
	<u>-1.952</u>	5% Critical Value		
	<u>-1.621</u>	10% Critical Value		
I(0)	<u>-2.637</u>	1% Critical Value	-3.79	معادله ۳
	<u>-1.952</u>	5% Critical Value		
	<u>-1.621</u>	10% Critical Value		