

# شبیه‌سازی و پیش‌بینی قیمت جهانی نفت خام<sup>۱</sup>

بیژن بیدآباد<sup>۲</sup>

کامبیز پیکارجو<sup>۳</sup>

## چکیده

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)، اثرات متغیرهای قیمت گاز طبیعی، تولید ناخالص 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 نزدیک‌ترین جانشین نفت و فرآورده‌های آن نشان داد که نوسانات در قیمت این بازار بطور معنی‌داری به بازار نفت انتقال یافته و سبب تغییر قیمت نفت می‌گردد. شبیه‌سازی‌های دینامیک 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 ۲۰۰۸-۲۰۰۷ تا حدودی کاهش خواهد یافت ولی این کاهش به ترتیب به میزان ۱/۳ و ۳ درصد نسبت به سال ۲۰۰۶ است و کاهش قیمت نفت به حدود سالهای دهه ۹۰ میلادی نخواهد رسید.

واژگان کلیدی: قیمت نفت خام، الگوی تعدیل عدم تعادل پویا، شبیه‌سازی قیمت نفت، الگوی اقتصادسنجی نفت.

<sup>۱</sup> این مقاله برگرفته از رساله دکتری رشته اقتصاد دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، تحت عنوان پیش‌بینی قیمت جهانی نفت خام با راهنمایی آقای دکتر بیژن بیدآباد می‌باشد.

<sup>۲</sup> [bijan\\_bidabad@msn.com](mailto:bijan_bidabad@msn.com)

[http://www.geocities.com/bijan\\_bidabad/](http://www.geocities.com/bijan_bidabad/)

<sup>۳</sup> دانشجوی دکترای اقتصاد محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران.

نفت جزء نادر کالاهایی است که سنگ بنای انجام اکثریت فعالیت 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 غیرمعارف 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 نفت خام توسط شرکت‌های بزرگ نفتی در بازار نفت با محدودیت روبرو بود، ولی از اوایل سال ۱۹۷۰ بخصوص با وقوع حوادث سیاسی در این دهه، توسعه معاملات در بازار تک محموله‌ای تسریع گردید. علاوه بر این، به خاطر 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. بدنبال بروز انقلاب ایران و جنگ ایران و عراق، اغلب کشورهای صنعتی به خاطر حفظ اقتصاد ملی خود از اثرات مستقیم و غیرمستقیم بحران نفت در آینده، به این نتیجه رسیدند که مکانیسم‌های 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 بورس نفت در بطن بازارهای تک محموله‌ای بوجود آمدند و در مدت کوتاهی اهمیت یافتند.

تغییرات قیمت جهانی نفت در برخی مواقع قابل پیش‌بینی (مانند تغییر استراتژی تولید اوپک و ...) و در برخی مواقع دیگر غیرقابل پیش‌بینی است (مانند شوک‌های حاصل از بروز جنگ‌ها، انقلاب‌ها و ...). تغییر قیمت جهانی نفت در کشورهای صادرکننده عمده نفت که اکثر 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 به سزایی 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.

## ۲- الگوهای پیش‌بینی قیمت نفت

روشهای زیادی برای ارزیابی و پیش‌بینی قیمت جهانی نفت وجود دارد که بسته به روش، فرض، دقت، بازه زمانی و همچنین تجربیات افرادی که مورد سؤال قرار می‌گیرند، هر یک پیش‌بینی متفاوتی و با دقت متمایزی ارائه می‌دهند. برای مثال:

- ❖ در روشهای ARCH، بیشترین مدل‌های تخمین زده شده برای اندازه‌گیری ناپاطمینانی‌ها در قیمت‌های نفت به کار رفته‌اند. در این خصوص می‌توان به مدل‌های (Day & Lewis (1993), Xu & Taylor (1996), Nelson, Duffie & Gray (1995) (1991) اشاره نمود.
- ❖ در روشهای شبیه‌سازی که توسط (Hamilton (1983), Kim & Loungani (1992), Obstfeld & Rogoff (1995), Rotemberg & Woodford (1996) و (Bernanke et. al (1997), Hamilton & McCallum & Nelson (1999) (2000) و (Herrera (2000), Finn (2000), Backus & Crucini (2000), Barsky & Kilian (2001) ارائه گردید، دستاورد این تحقیقات این بود که بیشترین اثرات در قیمت نفت را متغیرهای پولی و بعضاً مالی بین‌المللی دارند. تمامی این افراد با برآزش مدل‌های مختلف به این نتیجه رسیدند که بخش ناپاطمینانی در قیمت نفت به مرور بیشتر شده است و این امر ریشه در سیاست‌های مالی و پولی آمریکا دارد.
- ❖ در روش مولتی مد (Multi Mode) که توسط (James Hamilton (1983) و (Kunt Anton Mork (1989) و (Mark Hooker (1996) و (Ben Bernanke et al (1997) و (Hooker (1999) و (Hamilton (2000) و (Benjamin Hunt, Peter Isard, و (Douglas Laxton (2001) و سایرین انجام شده است، به صراحت اثبات شده است که یک رابطه دوطرفه بین متغیرهای پولی و قیمت جهانی نفت وجود دارد. ابتدا قیمت نفت از طریق اثرگذاری بر بازار دلار بر متغیرهای پولی تأثیر خواهد گذاشت و سپس آثار تغییرات دلار به رهبری فدرال رزرو بانک آمریکا و یا سایر نهادهای پولی جهانی از داخل آمریکا با وقفه‌ای به سطح جهان انتقال می‌یابد.
- ❖ روشهای VAR (Vector Auto Regression Model)، که اهم آنها توسط (Cordon & Neary (1982) و (Neary & Van Wijnbergen (1986) و (Wijnbergen (1984) و (Corden (1984) و (Fardmanesh (1991) و (Van Wijnbergen (1984) و (Bjerkholt & Offerdal (1985) و (Gelb et al (1988) و (Taylor et al (1986) و (Al-Mutawa (1992) انجام شده است، نتایج کم و بیش مشابه می‌باشد. در برخی از این مدل‌ها اثر دوطرفه سهمیه‌های تولید نفت اوپک و نقش هزینه‌های دولت در کشورهای صنعتی بر قیمت نفت نیز مورد بررسی قرار گرفته است.
- ❖ روشهای VaR (Value-at Risk)، بطور کلی مدل VaR در پاسخ به فاجعه‌های مالی سالهای ۲۰۰۰-۱۹۹۰ ابداع شد و نقش بسیار مهمی را در مدیریت ریسک به خود اختصاص داد. در اقتصاد انرژی تاکنون تحقیقات زیادی با استفاده از این روش برای محاسبه و پیش‌بینی قیمت نفت صورت پذیرفته است که مهمترین آنها (Thomas J. Linsmeier & Neil D. Pearson (1996&1998) و (Jorion (1999) و (Wahrenburg (2001) و (Busch & Ruschky (2004) می‌باشند. این مقالات به بررسی و ترکیب تخمین‌های شبیه‌سازی شده توسط روش مونت کارلو و روند تاریخی و با استفاده از متغیرهای ابزاری، نرخ ارز، تورم، عرضه نفت، تقاضای کشورهای OECD، متغیرهای مجازی، نرخهای ارز دلار- یورو- ین و بررسی اثرات آنها در بازار NYMEX بر قیمت‌های آپشن و آتی نفت خام و تقاضای کالا، نوع تجارت، درجه وابستگی تولید ناخالص داخلی به نفت خام، پیشرفت‌های فنی در صنایع نفت و یا به عبارت دیگر به شناسایی عوامل اقتصادی و سیاسی مؤثر بر ریسک و ناپاطمینانی قیمت نفت پرداخته‌اند.
- ❖ روشهای دلفی<sup>۴</sup> در فرایند مطالعه دلفی که توسط پرسنل کمیسیون انرژی کالیفرنیا مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این تکنیک یک گروه بین‌المللی از کارشناسان مؤسسات مالی، دانشگاهی، صنایع، مشاوره‌ای و دولتی انتخاب می‌شود و دیدگاه و نقطه نظرات اعضای گروه در ارتباط با تغییرات آتی در قیمت‌های نفت و متغیرهای اقتصادی مربوطه به طور نظام‌مند از طریق یک سری پرسشنامه اخذ و تحلیل می‌شود.

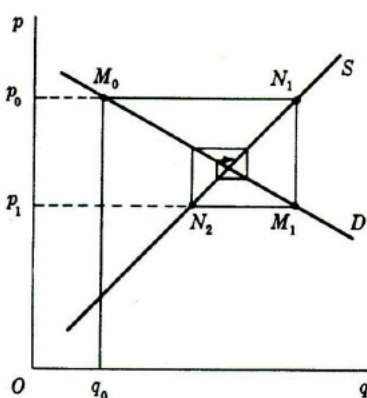
<sup>4</sup> Delphi.

❖ روش هموارسازی نمایی (Exponential Smoothing)، در این روش با استفاده از مدل‌هایی که توسط افرادی نظیر Philip Verleger (1993)، Terence Mills (1993)، Samuelton (1993)، و Campbell et al (1997) و Hotopp (1997)، Hsieh (1999) و P.Jorion (1999) و سایرین اجرا گردید، مشخص شد برخی متغیرها مانند تقاضای قوی در بازار، شرایط نامساعد جوی، بحرانهای سیاسی، پایین بودن سطح ذخایر و ... عوامل اصلی ایجاد اختلال در قیمت نفت می‌باشند.

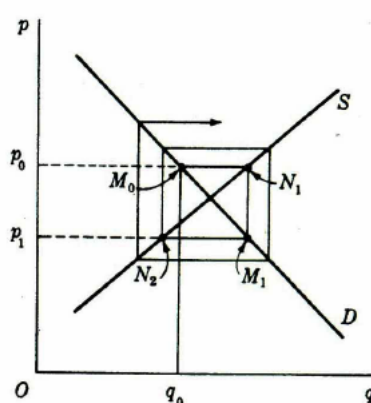
### ۳- مبانی تئوریک

برای بررسی تعادل بازار اعم از ایستا و یا پویا، دو قانون رفتاری مهم قانون والراس و مارشال وجود دارند. بر اساس قانون والراس، اگر مازاد تقاضا مثبت باشد قیمت تمایل به افزایش خواهد داشت و اگر مازاد تقاضا منفی باشد قیمت تمایل به کاهش خواهد داشت. مازاد تقاضا عبارت از تفاوت بین مقداری که خریداران در قیمتی خاص مایل به خرید آنند با مقداری که فروشندگان در همان قیمت حاضر به فروش هستند می‌باشد. بر اساس نظریه والراس<sup>۵</sup> وقتی مازاد تقاضا مثبت (منفی) است، خریدارانی (فروشندگانی) که موفق به خرید کالا نشده‌اند، قیمت را افزایش (کاهش) می‌دهند تا دیگر در آن قیمت مازاد تقاضا وجود نداشته باشد.

بطور مشابه رفتار عرضه و تقاضای نفت خام نشان می‌دهد که تولیدکنندگان، تولید خود را و مصرف کنندگان مصرف خود را بر اساس قیمت بازار متعادل می‌کنند. تغییرات عمده در تولید نفت همواره زمان‌بر بوده و فوراً حجم تولید نمی‌تواند افزایش یابد. اما این مسئله در خصوص تقاضا به همان شدت عرضه نیست. لذا در بازار نفت خام نیز 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 سال 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.



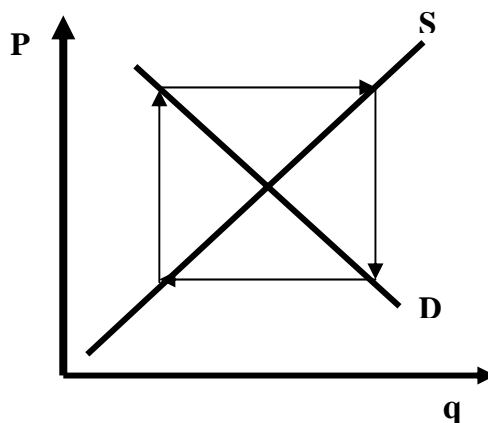
الف



ب

<sup>۵</sup> در مقابل نظریه والراس نظریه مارشال قرار دارد که بر طبق آن اگر مازاد قیمت تقاضا مثبت (منفی) باشد مقدار تقاضا تمایل به افزایش (کاهش) خواهد داشت. مازاد قیمت تقاضا 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. در تعادل مارشال، تعادل در صورتی واقع خواهد شد که افزایش (کاهش) در مقدار، که به علت وجود مازاد قیمت تقاضای مثبت (منفی) بوجود آمده، مازاد قیمت تقاضا را کاهش (افزایش) دهد.

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  $M_0P_0$  خواهد بود. در این شرایط قیمت  $P_0$  عرضه‌کنندگان را ترغیب می‌کند که در دوره بعدی به میزان  $N_1P_0$  تولید نمایند. در این حالت قیمت بلافاصله به  $P_1$  کاهش خواهد یافت و مقدار تقاضا به  $P_1M_1$  خواهد رسید. در دوره بعد قیمت  $P_2$  عرضه‌کنندگان را وامی‌دارد که به میزان  $N_2P_1$  تولید کنند. این نوسان ادامه می‌یابد و یک روند تار عنکبوتی<sup>6</sup> ایجاد می‌کند. در نمودار ب نیز همین مکانیزم عمل می‌نماید ولی نوسانات قیمت به مرور بیشتر می‌شود و هیچ وقت قیمت به تعادل باثبات نمی‌رسد و یک فرآیند متناوب و اگر را در پیش می‌گیرد. البته حالات دیگری نیز وجود دارد که در آن به دلیل برابری شیب دو معادله عرضه و تقاضا، روند تغییرات قیمت حول حوش تعادل در تناوب بوده و نه فرآیند واگرا مانند نمودار ب و نه فرآیند همگرا مانند نمودار الف نخواهد داشت. حالات متنوع دیگری نیز وجود دارد که از ذکر آن در اینجا خودداری می‌شود.<sup>7</sup>



حال مجدداً به شرایط نمودار الف باز می‌گردیم در این شرایط، قیمت مرتب در نوسان است و این نوسانها در انتها منجر به حصول قیمت تعادل می‌شود. این 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، مازاد 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 در تعادل پویا قیمت تعادل برابری بین عرضه و تقاضا را در بازار ایجاد می‌نماید. اما اگر این امر میسر نگردد و به هر دلیلی مازاد عرضه یا تقاضا در بازار بوجود آید شرایط تعادل به عدم تعادل تبدیل خواهد شد. در این شرایط بر اساس نظریه والر اس، در بازار ابتدا مازاد عرضه (مازاد تقاضا) بوجود می‌آید و سپس متعاقب آن قیمت در بازار کاهش (افزایش) خواهد یافت و به این ترتیب با کاهش (افزایش) قیمت، تمایل به تولید و عرضه کالا (جذابیت سودآوری) در بازار کاهش (افزایش) و میزان مازاد عرضه (مازاد تقاضا) کاهش (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 می‌نماید که می‌توان از همین ساختار

<sup>6</sup> Cobweb Cycle.

<sup>7</sup> نگاه کنید به: معادلات تفاضلی (دبفرانس) و ثبات پویای تعادل.

رفتاری برای توضیح نوسانات قیمت نفت خام استفاده نمود. لذا با توجه به مکانیزمی که والراس مطرح می‌نماید و با بیان نظریه وی به صورت پویا که الگوی تارنکبوتی است قدم بعدی را در این مقاله به تبیین اقتصادسنجی نظریات فوق از طریق الگوی تعدیل عدم تعادل پویا (DDAM) برای نفت اختصاص می‌دهیم. الگوی اخیر (DDAM) عملاً بیان اقتصادسنجی نظریه والراس در بازار و پویایی نظریه تارنکبوتی می‌باشد.

#### ۴- ساختار الگو

در این مقاله اقدام به بررسی متغیرهای مؤثر بر قیمت جهانی نفت می‌نماییم. روش اتخاذ شده یک الگوی رفتاری همزمان است که اثر تغییرات قیمت جهانی نفت ناشی از مازاد عرضه و یا تقاضا را مد نظر قرار می‌دهد و به طور همزمان آن را در رفتار عرضه و تقاضا ملحوظ می‌دارد. با این خصوصیت "الگوی تعدیل عدم تعادل پویا"<sup>۸</sup> بکار برده می‌شود.<sup>۹</sup> ساختار زمانی الگو بر اساس داده‌های سالیانه است. روش برآورد، روش کمترین مربعات دو مرحله ای (TSLS) و دوره زمانی مورد بررسی سالهای ۱۹۷۰ الی ۲۰۰۴ است. ساختار ریاضی بر اساس معادلات (پارامترها و متغیرها) خطی و روش حل مورد استفاده، روش شبیه سازی دینامیک با الگوریتم Gauss-Seidel و با استفاده از نرم افزار Econometric Views (Eviews), Version 5.1 صورت گرفته است. این الگو ۳ معادله و یک اتحاد دارد و تعداد متغیرهای درونزای آن برابر با تعداد معادلات و مساوی ۴ می‌باشد. این الگو ۱۱ پارامتر دارد. ارتباط درونی متغیرهای الگو به این شکل است که تقاضای جهانی نفت خام و عرضه جهانی نفت خام توسط ۲ معادله و معادله سوم قیمت جهانی نفت را به عنوان تابعی از 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.

متغیرهای درون و برونزای مورد استفاده در الگو

نام متغیر	اختصار	واحد اندازه گیری
تقاضای جهانی نفت خام	GLOBALDEMAND	میلیون بشکه در روز
عرضه جهانی نفت خام	GLOBALSUPPLY	میلیون بشکه در روز
قیمت جهانی نفت خام	NOMINALPRICE	دلار آمریکا
تولید ناخالص داخلی جهان	GDPWORLD	دلار ثابت سال ۱۹۹۵
تولید ناخالص داخلی کشورهای تولید کننده نفت	GDPOILSUPPLTER	دلار ثابت سال ۱۹۹۵
قیمت جهانی گاز طبیعی	GASPRICE	دلار بر حسب میلیون BTU
ظرفیت تولید کشورهای تولید کننده نفت	PRODUCTIONCAP	ده هزار بشکه در روز
مازاد عرضه نفت خام در بازار جهانی نفت	EXCESS	میلیون بشکه در روز

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

- معادله تقاضای جهانی نفت خام: تقاضای جهانی نفت خام عبارت از مجموع تقاضای نفت خام وارداتی

<sup>۸</sup> Dynamic Disequilibrium Adjustment Model (DDAM).

<sup>۹</sup> این الگو برای اولین بار در کنفرانس سیمان اروپا در سال ۲۰۰۴ در بارسلون اسپانیا ارائه گردید. مراجعه شود به: "بیژن بیدآباد، اقتصاد قیمت سیمان ایران، انتشارات موسسه فرهنگی هنری گیتی، ۱۳۸۴." همچنین نگاه کنید به:

B. Bidabad, N. Kalbasi. (2004), Effects of Iran's WTO accession on the cement industry. European Cement Conference 2004 proceedings, 4<sup>th</sup> conference and exhibition for the trends, the environment, emissions trading, markets, production and processing technology of cement in Europe, 15-16 March 2004, Barcelona, Spain, pp.3.1-3.8, Pro Publications International Ltd. [http://www.geocities.com/bijan\\_bidabad/cement.htm](http://www.geocities.com/bijan_bidabad/cement.htm)

پالایشگاه‌های نفت خام، میزان مصرف داخلی کشورهای تولیدکننده نفت خام، میزان تقاضا برای نفت خام ذخایر استراتژیک و احتیاطی می‌باشد. این معادله تابعی از متغیرهای قیمت اسمی نفت خام، تولید ناخالص داخلی جهان (با تأخیر زمانی) و تأخیر زمانی خود تقاضای جهانی نفت خام می‌باشد:

$$\text{GLOBALDEMAND} = C(1) + C(2) * \text{NOMINALPRICE} + C(3) * \text{GDPWORLD}(-1) + C(4) * \text{GLOBALDEMAND}(-1)$$

- معادله عرضه جهانی نفت خام: در این معادله عرضه جهانی نفت خام عبارت از مجموع تولید 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. این معادله مذکور 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:

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

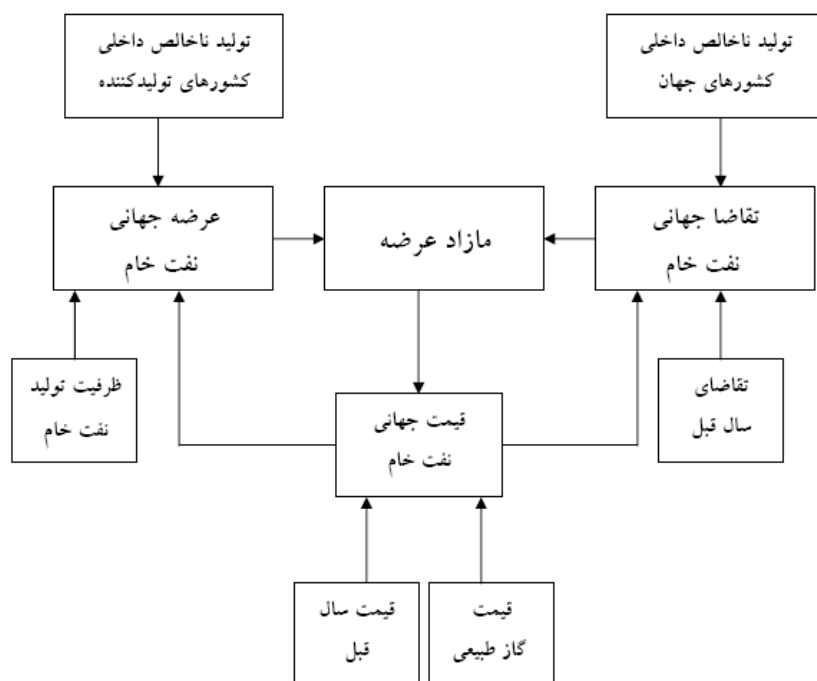
- معادله قیمت جهانی نفت خام: قیمت جهانی نفت خام عبارت از قیمت جاری نفت خام بر اساس دلار آمریکا می‌باشد. معادله مذکور در این الگو بر حسب دلار آمریکا بوده و تابعی از متغیرهای قیمت گاز طبیعی با تأخیر زمانی، مازاد عرضه نفت خام با تأخیر زمانی و قیمت جهانی نفت خام با تأخیر زمانی یکسال می‌باشد:

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

- اتحاد مازاد عرضه جهانی نفت خام: تفاوت عرضه جهانی و تقاضای جهانی نفت خام می‌باشد:  

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

با توجه 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 متغیرها بر قیمت جهانی نفت مؤثر می‌باشند. بطورکلی 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 سالهای ۲۰۰۴-۱۹۷۰، متغیرهای مهم و اساسی مؤثر بر عرضه و تقاضای نفت در قالب فلوچارت زیر و بر اساس چگونگی ارتباط آنها با یکدیگر ترسیم شده است:



بر اساس نمودار فوق، یکی از عوامل مهم مؤثر بر عرضه نفت خام، میزان ظرفیت و توان تولید کشورهای تولیدکننده نفت خام می‌باشد 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 شاخص مناسبی برای نمایش ظرفیت تولید و عرضه نفت در این کشورها می‌باشد. از طرف دیگر رشد و توسعه جهانی، سبب توسعه کسب و کارهای مختلف، توسعه انواع بازارها، ایجاد بازارهای جدید و نوظهور، 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 از طریق انتقال منحنی تقاضا به سمت راست می‌باشد. همچنین میزان تقاضای دوره قبل بر شکل‌گیری تقاضای آتی نفت خام به عنوان تبعیت از الگوی مصرف سابق مؤثر می‌باشد. میزان عرضه و تقاضای نفت خام در هر دوره در بازار نفت، بر حسب اینکه مازاد عرضه و یا مازاد 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 بعنوان نزدیکترین بازار به نفت خام 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 همین تغییرات در قیمت از یک طرف سبب تشویق عرضه‌کنندگان نفتی به تولید شده و از طرف دیگر با افزایش قیمت، امکان ورود گروه تولیدکنندگان حاشیه‌ای نفت به بازار فراهم و عرضه نفت در بازار بیشتر می‌گردد. این اتفاق بر سمت تقاضا اثر معکوس خواهد داشت. 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 می‌نمایند. نتیجه این تعاملات سبب حرکتی موسوم به چرخه تار عنکبوتی گردیده و قیمت‌ها در بازار نفت نوسان خواهند 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 نمی‌باشند. 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 تاثیر شوک دائمی بوده و سطح متغیر را از روند قبلی خود دور می‌نماید. این نتایج توسط Nelson and Plosser (1982) نشان داده شده است. برای رفع نایستایی در الگو ساختار تأخیرات را به صورت تعدیلات یکساله تعریف نمودیم که به نوعی تفاضلات تعمیم یافته<sup>10</sup> را به جای تفاضل مرتبه اول<sup>11</sup> بکار می‌گیرد. لذا تأخیر متغیرهای سمت چپ معادلات در سمت راست همان معادله با درج یک پارامتر آورده شدند. با بررسی ایستایی از روش ADF برای جملات پسماند تک معادلات مدل مشخص می‌شود که جمله پسماند یا خطا ایستای از مرتبه صفر می‌باشند. به این ترتیب متغیرهای جملات اخلاص در سطح اطمینان ۹۵ درصد از مرتبه ایستایی صفر یعنی  $I(0)$  می‌باشند و سطح متغیرها ایستا است. لذا مدل در سطح اطمینان مورد بررسی ریشه واحد نداشته و فرضیه صفر مبنی بر وجود ریشه واحد برای سری زمانی به نفع فرضیه مخالف عدم وجود ریشه واحد، رد می‌شود. همچنین با توجه به همزمان بودن معادلات الگو، بررسی مسئله تشخیص (Identification Problem) با شرط لازم و کافی نشان داد که معادلات مورد بررسی بیش از حد تشخیص می‌باشند و لذا استفاده از روش حداقل مربعات دومرحله‌ای (TSLS) امکانپذیر می‌باشد.

<sup>10</sup> Generalized difference.

<sup>11</sup> First order difference.



به این ترتیب جهت برآورد مدل به دلیل وجود همبستگی بین جملات اختلال و متغیرهای توضیحی، از روش کمترین مربعات دو مرحله‌ای (TSLS) بهره می‌گیریم. با توجه به برآوردهای بدست آمده تفاسیر ضرائب الگو عبارتست از:

System: TEST2  
 Estimation Method: Two-Stage Least Squares (Marquardt)  
 Date: 07/12/99 Time: 19:24  
 Sample: 1971 2004  
 Included observations: 34  
 Total system (balanced) observations 102  
 Instruments: GDPWORLD(-1) GLOBALDEMAND(-1) NOMINALPRICE(-1) GDPOILSUPPLYER(-1) GASPRICE(-1)

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	6.132832	3.342327	1.834899	0.0698
C(2)	0.917867	0.076935	11.93049	0.0000
C(3)	-0.128777	0.031318	-4.111861	0.0001
C(4)	1.39E-13	8.72E-14	1.598152	0.1135
C(5)	-0.718937	4.284625	-0.167795	0.8671
C(6)	0.105130	0.027024	3.890301	0.0002
C(7)	0.971389	0.074085	13.11181	0.0000
C(8)	2.34E-13	1.01E-13	2.324829	0.0223
C(9)	0.518872	0.196586	2.639418	0.0098
C(10)	-1.902505	1.134464	-1.677007	0.0970
C(11)	0.137903	0.062291	2.213845	0.0293

Determinant residual covariance 26.47713

Equation: GLOBALDEMAND=C(1)+C(2)\*GLOBALDEMAND(-1)+C(3)\*NOMINALPRICE+C(4)\*GDPWORLD(-1)  
 Observations: 34

R-squared	0.977480	Mean dependent var	67.10882
Adjusted R-squared	0.975228	S.D. dependent var	7.118025
S.E. of regression	1.120325	Sum squared resid	37.65383
Durbin-Watson stat	1.681079		

Equation: GLOBALSUPPLY=C(5) + C(6)\*NOMINALPRICE(-1) + C(7)\*PRODUCTIONCAP+C(8)\*GDPOILSUPPLYER(-1)  
 Observations: 34

R-squared	0.972449	Mean dependent var	64.55588
Adjusted R-squared	0.969694	S.D. dependent var	7.122486
S.E. of regression	1.239926	Sum squared resid	46.12252
Durbin-Watson stat	1.214285		

Equation: NOMINALPRICE=C(9)\*NOMINALPRICE(-1)+C(10)\*EXCESS(-1)+C(11)\*GASPRICE(-1)  
 Observations: 34

R-squared	0.727055	Mean dependent var	19.39412
Adjusted R-squared	0.709446	S.D. dependent var	8.522624
S.E. of regression	4.593959	Sum squared resid	654.2382
Durbin-Watson stat	1.665596		

• تمامی پارامترها از علامتها و آماره  $t$ ، قابل قبولی برخوردار هستند. آماره های ضریب تعیین ساده و تعدیل شده قدرت

توضیح دهندگی معادلات را خوب نشان می‌دهند.

- کلیه ضرائب از لحاظ نظری مورد تایید و مطابق با الگوهای تئوریک بوده است.
- 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 خصوص قیمت، تقاضا رابطه معکوسی نیز با قیمت نفت خام داشته که کاملاً با مباحث نظری منطبق است. همچنین رابطه مستقیمی نیز بین تقاضا و تولید ناخالص داخلی جهان در سال قبل وجود دارد.
- در معادله ۲، عرضه جهانی نفت خام رابطه مستقیم با میزان ظرفیت و توان تولید کشورهای مالک نفت داشته 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 تاثیر قرار دهند. عرضه جهانی نفت خام رابطه مستقیمی نیز 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 افزایش خواهد یافت. البته دلیل مهم دیگر این افزایش ورود تولید کنندگان حاشیه نفتی به بازار است که با افزایش قیمت صرفه اقتصادی بهره‌برداری و تولید را می‌یابند.
- در معادله ۳، قیمت جهانی نفت خام رابطه مستقیم با قیمت گاز طبیعی در سال قبل دارد که دلیل این امر وجود گاز طبیعی به عنوان نزدیکترین جانشین نفت می‌باشد. 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 در بازار نفت در سال قبل کاهش بیابد. همچنین رابطه مستقیمی بین قیمت جهانی نفت خام با مقادیر خود در سال قبل وجود دارد که خود حاکی از ماهیت و سرشت میل به تعقیب قیمت می‌باشد که به تئوری پیروی قیمت نفت از روند سال قبل خود مشهور است.

## ۵- شبیه‌سازی الگو

پس از انجام عملیات برآورد معادلات رگرسیونی در الگو، مقادیر برآورد شده پارامترها را در معادلات جایگزین نموده و همراه با اتحاد، مجدداً کل الگو را بازنویسی می‌نمائیم تا الگو بصورت مجموعه‌ای از متغیرها، معادلات و ارقام عددی به دست آید. با استفاده از الگو می‌توان سناریوهای مختلف را ارزیابی نمود. به عبارت دیگر این الگوی عددی، برآورد فرم ساختاری الگو بوده که باید برای یافتن فرم خلاصه شده آنرا برای متغیرهای درون‌زا حل نمود. این الگو را در دوران نمونه حل کنیم، شبیه‌سازی دوران نمونه یا شبیه‌سازی پس‌نگر<sup>۱۲</sup> برای سالهای ۱۹۷۰ الی ۲۰۰۴ به دست خواهد آمد و مقادیر متغیرهای درون‌زای حل شده را می‌توان برای ارزیابی عملکرد الگو در گذشته با مقادیر واقعی مقایسه نمود. در صورتی که این الگو را برای دوران خارج از نمونه و برای متغیرهای درون‌زا حل نمائیم، پیش بینی‌ها به دست می‌آیند. 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 به دست 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"<sup>۱۳</sup> مورد استفاده قرار گرفته است. به

<sup>12</sup> Ex-Post Simulation.

<sup>13</sup> Gauss-Siedel Solution Algorithm.

این ترتیب با این حل جواب کنترل بدست آمده و در مقابل آن می‌توان سناریوهای دیگری را تعریف کرد که با شبیه‌سازی پویا این دو سناریو جوابها با یکدیگر مقایسه شود. حال سناریوهای پنج‌گانه زیر را تعریف می‌نمائیم:

- سناریوی (۱): اثر افزایش قیمت گاز طبیعی به میزان ۱۰ درصد برای سالهای ۲۰۰۴-۱۹۹۵ بر عرضه، تقاضا و قیمت نفت در همان سالها.
- سناریوی (۲): اثر افزایش تولید ناخالص داخلی جهان به میزان ۱۰ درصد برای سالهای ۲۰۰۴-۱۹۹۵ بر عرضه، تقاضا و قیمت نفت در همان سالها.
- سناریوی (۳): اثر افزایش تولید ناخالص داخلی کشورهای تولیدکننده نفت به میزان ۱۰ درصد برای سالهای ۲۰۰۴-۱۹۹۵ بر عرضه، تقاضا و قیمت نفت همان سالها.
- سناریوی (۴): اثر افزایش ظرفیت تولید نفت خام جهان به میزان ۱۰ درصد برای سالهای ۲۰۰۴-۱۹۹۵ بر عرضه، تقاضا و قیمت نفت همان سالها.
- سناریوی (۵): استفاده از ذخایر استراتژیک (و احتیاطی) جهت کاهش قیمت جهانی نفت خام. یکی از حربه‌های کشورهای توسعه یافته خصوصاً 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 کلیه 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 می‌گردد 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 - خصوصاً 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 می‌گردد که ذخایر استراتژیک و احتیاطی دو نوع ذخایری می‌باشند که کشورهای مختلف از آنها برای مقابله کوتاه‌مدت با بحرانهای نفتی استفاده می‌نمایند. 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 نماییم. روش ریاضی برای انجام شبیه‌سازی در این سناریو به این نحو است که تا کنون عرضه نفت خام استفاده شده در الگوهای گذشته از حاصلجمع عرضه نفت خام تولیدی کشورهای اوپک و غیر اوپک و ذخایر استراتژیکی بود که از طریق برخی تولیدکنندگان نفت مانند آمریکا، روسیه، نروژ و .. وارد بازار نفت شده و مورد معامله قرار می‌گرفت. حال فرض می‌کنیم که به میزان ۱۰ درصد بر میزان عرضه نفت خام از ناحیه ذخایر استراتژیک افزوده شود. لذا تابع عرضه جهانی نفت خام به شکل زیر خواهد بود:

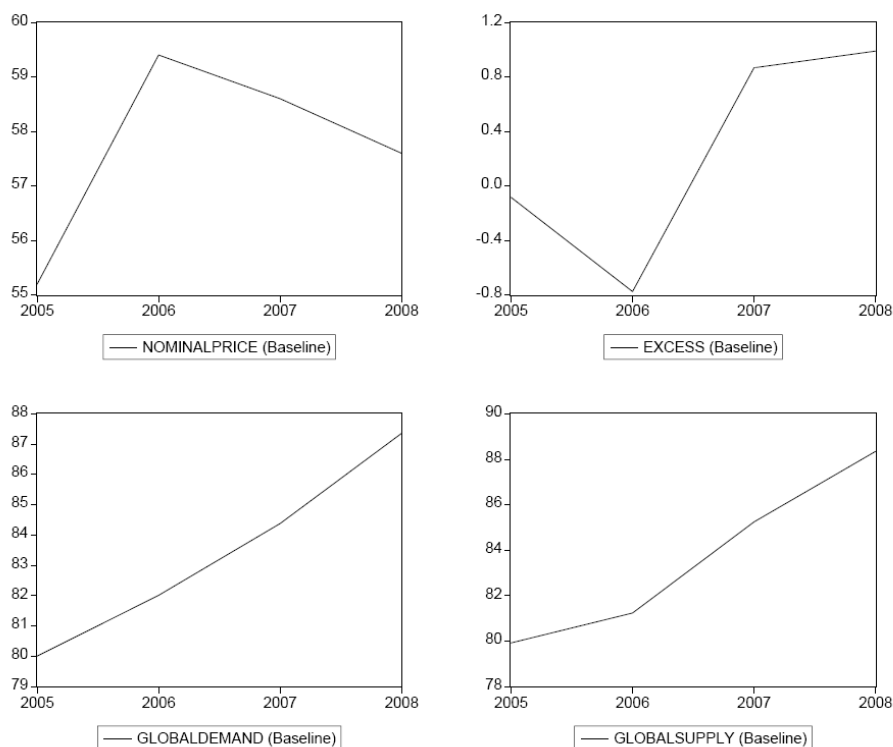
$$\text{New Oil Supply Function} = \text{Old Supply Function} + \%10 * \text{Strategic Reserves}$$

به این ترتیب معادله جدیدی برای عرضه نفت خام به دست می‌آید و برای انجام شبیه‌سازی معادله جدید را جایگزین معادله قبلی کرده و معادله را مجدداً حل می‌نمائیم. با شبیه‌سازی الگو در قالب ۵ سناریوی فوق، نتایج بدست آمده را در قالب جدول زیر می‌توان خلاصه نمود:

نام متغیر	مجموع اثر ۱۰ سال شبیه سازی	% تغییرات سناریوها به جواب کنترل
EXCESS		
EXCESS(Baseline)	-5.8	
EXCESS(Scenario 1)	-5.8	0.3%
EXCESS(Scenario 2)	-5.8	0.5%
EXCESS(Scenario 3)	-5.8	0.3%
EXCESS(Scenario 4)	-5.7	-0.7%
EXCESS(Scenario 5)	-5.8	-0.4%
GLOBALDEMAND		
GLOBALDEMAND(Baseline)	740.3	
GLOBALDEMAND(Scenario 1)	745.3	0.7%
GLOBALDEMAND(Scenario 2)	742.7	0.3%
GLOBALDEMAND(Scenario 3)	744.7	0.6%
GLOBALDEMAND(Scenario 4)	742.0	0.2%
GLOBALDEMAND(Scenario 5)	741.1	0.1%
GLOBALSUPPLY		
GLOBALSUPPLY(Baseline)	755.4	
GLOBALSUPPLY(Scenario 1)	758.1	0.4%
GLOBALSUPPLY(Scenario 2)	759.0	0.5%
GLOBALSUPPLY(Scenario 3)	761.3	0.8%
GLOBALSUPPLY(Scenario 4)	756.8	0.2%
GLOBALSUPPLY(Scenario 5)	758.8	0.5%
NOMINALPRICE		
NOMINALPRICE(Baseline)	203.7	
NOMINALPRICE(Scenario 1)	204.2	0.2%
NOMINALPRICE(Scenario 2)	204.3	0.3%
NOMINALPRICE(Scenario 3)	205.6	0.9%
NOMINALPRICE(Scenario 4)	202.8	-0.4%
NOMINALPRICE(Scenario5)	203.4	-0.1%

## ۶- پیش بینی الگو

در این بخش جهت پیش بینی قیمت نفت خام، با استفاده از آمار پیش بینی صندوق بین المللی 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 ۲۰۰۸-۲۰۰۵، مدل برآورد شده را برای سالهای ۲۰۰۸-۲۰۰۵ مجدداً حل می نمایم. به این ترتیب نتیجه حل مدل برای متغیرهای درونزا یعنی تقاضای جهانی نفت خام، عرضه جهانی نفت خام، قیمت جهانی نفت خام و مازاد عرضه جهانی نفت خام در بازار نفت در دوره زمانی مذکور به شکل نمودارهای زیر است:

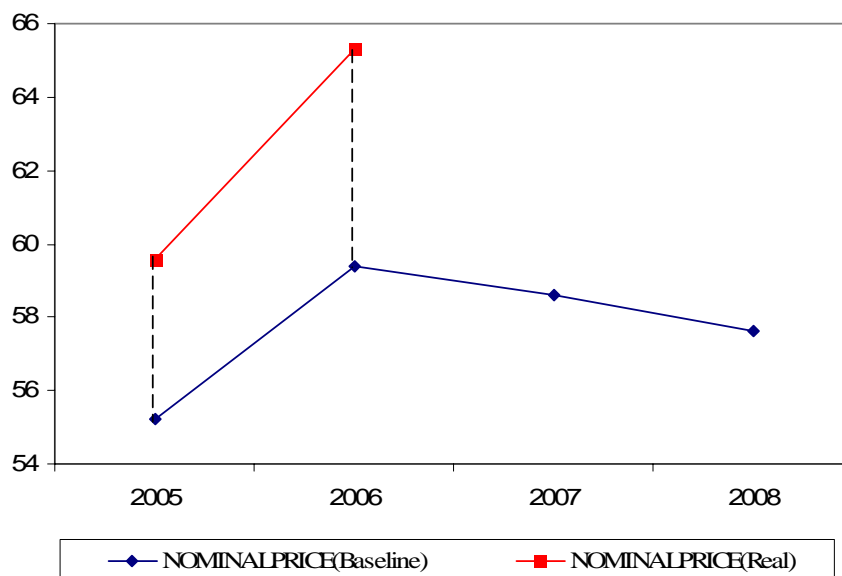


#### پیش‌بینی متغیرهای درون‌زای مدل برای سالهای ۲۰۰۵-۲۰۰۸

با توجه به پیش‌بینی فوق مشخص می‌گردد که در سالهای ۲۰۰۵-۲۰۰۸، عرضه و تقاضا نفت خام روندی صعودی داشته و مقادیر افزایش عرضه و تقاضا به نحوی بوده که در خلال سالهای ۲۰۰۵-۲۰۰۶ (مازاد عرضه منفی) و سپس از سال ۲۰۰۷ مازاد تقاضا تبدیل به مازاد عرضه در بازار نفت شده است. همین تغییرات سبب افزایش قیمت نفت خام تا سال ۲۰۰۶ و کاهش آن پس از این سال تا پایان دوره مورد بررسی می‌شود.

با استفاده از پیش‌بینی الگو برای سالهای ۲۰۰۵ تا ۲۰۰۸ مقادیر قیمت نفت خام به ترتیب عبارت از: ۵۵/۲، ۵۹/۴، ۵۸/۶ و ۵۷/۶ دلار می‌باشند. حال اگر مقادیر سالهای ۲۰۰۵ و ۲۰۰۶ پیش‌بینی را با مقادیر واقعی قیمت نفت خام برای سال ۲۰۰۵ و در فصل اول سال ۲۰۰۶ که به ترتیب ۵۹/۲ و ۶۵/۳ دلار بوده‌اند، تطبیق دهیم مشخص می‌گردد مقادیر پیش‌بینی شده نزدیک به مقادیر واقعی می‌باشند، که همین امر توانایی الگو برای پیش‌بینی قیمت نفت خام را نشان می‌دهد. در این شرایط اختلاف اعداد پیش‌بینی الگو برای سالهای ۲۰۰۵ و ۲۰۰۶ به ترتیب عبارت از ۷/۴ و ۹ درصد کمتر از مقادیر واقعی آن بوده است (شایان ذکر است که مقادیر قیمت نفت خام در سال ۲۰۰۶، مربوط به مقادیر محقق شده در ۳ ماهه اول می‌باشد).

تطبيق مقادير پيش بينى الگو با مقادير واقعى تحقق يافته قيمت نفت خام در سالهاى ۲۰۰۵ و ۲۰۰۶



برخى از دلائل در ارتباط با افزايش ارقام واقعى نسبت به مقادير پيش بينى شده مى تواند ناشى از عوامل زير باشد كه سبب تشديد تقاضاى نفت در سالهاى ۲۰۰۵ و ۲۰۰۶ شده كه الگوى طراحى شده نتوانسته است آنها را بيان نمايد. رشد تكنولوژى، ماشينى شدن زندگى، تقاضاى شديد اتومبيل (افزايش شدت بكارگيرى اتومبيل در حال توسعه)، نياز زياد و وابستگى شديد تكنولوژى به انرژى (شدت بكارگيرى انرژى در تكنولوژى) و همچنين وجود مسائل و شوكهاى مختلف سياسى غير قابل پيش بينى مؤثر بر بازار نفت مانند حمله انتحارى به برجهاى دو قلو در آمريكا، جنگ افغانستان، جنگ عراق و ناآرامى هاى متعاقب آن، بحث انرژى اتمى ايران. به اين ترتيب مطمئناً طراحى الگوى كه بتواند به بهترين نحو در جهان در حال تغيير كنونى چندان امكان پذير نمى باشد، بلكه مى بايست كوشش در جهت ارائه نزديكترين برآورد و پيش بينى با مقادير واقعى قيمت نفت خام مى باشد كه مقادير پيش بينى شده الگوى ما اين قابليت را نشان مى دهد.

برای مقایسه و بررسی پيش بينى هاى بدست آمده با پيش بينى ساير موسسات بين المللى در اين قسمت قيمت هاى پيش بينى شده جهانى نفت خام توسط موسسه تحقيقات انرژى "شرق، غرب- مرکز هاوايى" (EWC)<sup>۱۴</sup>، آژانس بين المللى انرژى (IEA)<sup>۱۵</sup>، مرکز تحقيقات بریتیش پترولیوم (BP)<sup>۱۶</sup>، انجمن جهانى انرژى (WEC)<sup>۱۷</sup>، اداره اطلاعات انرژى آمريكا (EIA)<sup>۱۸</sup> و موسسه خبرى نفتى پلات<sup>۱۹</sup> را با مقادير پيش بينى شده در اين مقاله در خلال سالهاى ۲۰۰۶-۲۰۰۸ مقایسه مى نمايم.

<sup>14</sup> East, West Centre Institute.

<sup>15</sup> International Energy Agency.

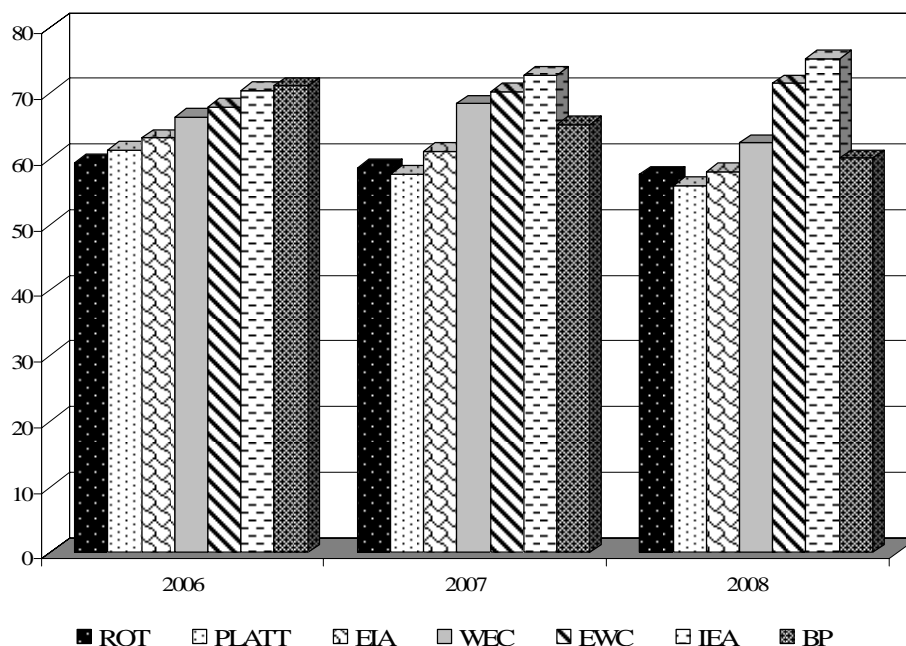
<sup>16</sup> British Petroleum Institute.

<sup>17</sup> World Energy Council.

<sup>18</sup> Energy Information Administration.

<sup>19</sup> Platt.

## بررسی تطبیقی پیش‌بینی‌های مختلف از قیمت جهانی نفت در سالهای ۲۰۰۶-۲۰۰۸



با توجه به نمودار فوق و همچنین بررسی تطبیق مقادیر مذکور مشخص می‌گردد که:

۱- قیمت‌های نفت خام پیش‌بینی شده توسط BP، EIA و Platt حاکی از کاهش قیمت نفت در دوره زمانی مورد پیش‌بینی می‌باشد که این نتایج از لحاظ روند کاهشی مطابق پیش‌بینی بدست آمده با مدل طراحی شده در این مقاله می‌باشد. در این شرایط IEA و EWC سیر افزایشی را پیش‌بینی می‌کنند و WEC مقادیر قیمت نفت را برای سالهای ۲۰۰۶-۲۰۰۷ صعودی ولی برای سال ۲۰۰۸ کاهش پیش‌بینی می‌نماید.

۲- نکته حائز اهمیت دیگر آنکه مقادیر پیش‌بینی قیمت نفت توسط BP، EIA و Platt نیز حاکی از این می‌باشد که قیمت جهانی نفت کاهش خواهد یافت ولی مقادیر این کاهش به میزان دهه ۱۹۹۰ نخواهد رسید. به این ترتیب پیش‌بینی ۳ موسسه مذکور در جهت تایید نتایج پیش‌بینی مدل این مقاله می‌باشد.

## ۷- نتیجه‌گیری و توصیه‌های سیاستی

بر اساس برآورد و شبیه‌سازی دینامیک الگو با مشخص گردید که:

- افزایش ۱۰ درصدی در قیمت گاز طبیعی سبب افزایش ۰/۷ درصدی در تقاضای جهانی نفت خام، کاهش ۰/۳ درصدی در مازاد عرضه نفت خام در بازار، افزایش ۰/۳ درصدی در قیمت جهانی نفت خام و افزایش ۰/۴ درصدی در عرضه جهانی نفت خام می‌گردد. به این ترتیب مشخص است این افزایش بیشترین اثر خود را بر افزایش تقاضای جهانی نفت خام گذاشته است.
- افزایش ۱۰ درصدی در تولید ناخالص داخلی کشورهای جهان سبب افزایش ۰/۳ درصدی در تقاضای جهانی نفت خام، کاهش ۰/۵ درصدی در مازاد عرضه نفت خام در بازار، افزایش ۰/۳ درصدی در قیمت جهانی نفت خام و افزایش ۰/۵ درصدی در عرضه جهانی نفت خام می‌گردد. به این ترتیب مشخص است این افزایش بیشترین اثر خود را بر افزایش

<sup>20</sup> در این نمودار ROT مبین مقادیر پیش‌بینی قیمت جهانی نفت مدل مقاله می‌باشد.

مازاد عرضه در بازار جهانی نفت خام گذاشته است.

- افزایش ۱۰ درصدی در تولید ناخالص داخلی کشورهای تولید کننده نفت خام، سبب افزایش ۰/۶ درصدی در تقاضای جهانی نفت خام، کاهش ۰/۳ درصدی از مازاد عرضه جهانی نفت خام، افزایش ۰/۹ درصدی در قیمت جهانی نفت خام و متعاقباً افزایش ۰/۸ درصدی در عرضه جهانی نفت خام می‌گردد. به این ترتیب مشخص می‌گردد که این افزایش بیشترین اثر را بر قیمت جهانی نفت خام داشته است.

- افزایش ۱۰ درصدی در ظرفیت تولید در کشورهای مالک ذخایر نفت خام، سبب افزایش ۰/۲ درصدی در عرضه جهانی نفت خام، افزایش ۰/۷ درصدی در مازاد عرضه جهانی نفت خام، کاهش ۰/۴ درصدی در قیمت جهانی نفت خام و متعاقباً افزایش ۰/۲ درصدی در تقاضای جهانی نفت خام می‌گردد. به این ترتیب مشخص می‌گردد که این افزایش بیشترین اثر را بر مازاد عرضه جهانی نفت خام داشته است.

- افزایش ۱۰ درصدی ذخایر استراتژیک نفت خام، سبب افزایش ۰/۵ درصدی در عرضه جهانی نفت خام، افزایش ۰/۴ درصدی در مازاد عرضه جهانی نفت خام، کاهش ۰/۱۳ درصدی در قیمت جهانی نفت خام و متعاقباً افزایش ۰/۱ درصدی در تقاضای جهانی نفت خام می‌گردد. به این ترتیب مشخص می‌گردد که این افزایش بیشترین اثر را بر عرضه جهانی نفت خام داشته است.

- در ادامه با مقایسه پیش‌بینی قیمت نفت خام در سالهای ۲۰۰۵ و ۲۰۰۶ (به ترتیب عبارت از: ۵۵/۲ و ۵۷،۵۹/۴ دلار بودند) با مقادیر واقعی قیمت نفت خام برای سال ۲۰۰۵ و در فصل اول سال ۲۰۰۶ (به ترتیب ۵۹/۲ و ۶۵/۳ دلار بوده‌اند) مشخص گردید مقادیر پیش‌بینی شده نزدیک به مقادیر واقعی می‌باشند، که همین امر نشان‌دهنده توانایی الگو برای پیش‌بینی است.

با توجه به نتایج بدست آمده، می‌توان به توصیه‌های زیر اشاره کرد:

۱- الگوی طراحی شده نشان داد که توانایی پیش‌بینی نسبتاً خوبی برای قیمت نفت در آینده دارد لذا با توجه به متغیرهای تولید ناخالص داخلی جهان و کشورهای تولید کننده نفت از متغیرهای مهم در این الگو می‌باشد و از آنجایی که پیش‌بینی‌های بانک جهانی، موسسه اقتصادی اتحادیه اروپا و صندوق بین‌المللی پول ارقام متناسبی از این متغیرها دارند، لذا 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.

۲- رفتار بازار گاز طبیعی به عنوان نزدیکترین جانشین نفت و فرآورده‌های آن در الگوی طراحی شده در این تحقیق معنی‌دار بودن خود را اثبات نمود و نشان داد که نوسانات در قیمت گاز طبیعی به بازار نفت انتقال می‌یابد و سبب تاثیر بر تقاضا و قیمت نفت خام گردد، لذا همواره در پیش‌بینی قیمت نفت توجه به قیمت گاز طبیعی و همچنین میزان عرضه و تقاضای آن بسیار مهم می‌باشد. در این راستا مسلماً در صورتی که سیاستهای دولت با رویکرد ویژه‌ای به سرمایه‌گذاری در افزایش اکتشافات و توان تولید و صادرات گاز طبیعی باشد، در نوسانات قیمتی نفت خام از طریق فروش بیشتر و با قیمت مناسبتر گاز طبیعی درآمدهای بیشتری نصیب کشور خواهد شد.

۳- پیش‌بینی‌های الگو نشان می‌دهد که قیمت نفت در سالهای ۲۰۰۸-۲۰۰۷ تا حدودی رو به نقصان خواهد گذاشت ولی این کاهش به ترتیب به میزان ۱/۴ و ۳ درصد نسبت به سال ۲۰۰۶ می‌باشد و کاهش قیمت نفت به حدود سالهای دهه ۹۰ نخواهد رسید. به این ترتیب 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 خصوص توجه سیاستگذاران را به آن جلب می‌نماید.



- ۴- از آنجایی که در این رساله از داده‌های سالانه از سالهای ۲۰۰۴-۱۹۷۰ استفاده شده است که هر دو عامل سالانه بودن اطلاعات متغیرها و همچنین کم بودن تعداد مشاهدات سبب کاهش دقت مدل مورد برآورد گردیده است. لذا در این خصوص استفاده از داده‌های ماهانه و یا فصلی با تعداد مشاهدات بیشتر می‌تواند اثرات معنی‌داری بر نتایج داشته باشد.
- ۵- مدل مورد استفاده در این رساله یک مدل کلان است. در این خصوص پیشنهاد می‌گردد در تحقیقات بعد با استفاده از روش مورد استفاده در این رساله الگو عرضه را به دو معادله عرضه اوپک و غیر اوپک تفکیک و با استفاده از یک اتحاد عرضه کل محاسبه و مجدداً مدل با استفاده از داده‌های بیشتر محاسبه گردد.
- ۶- برای برآورد مدل پیش‌بینی نفت، نقش قیمت‌های گاز طبیعی و توسعه مصارف صنعتی و شهری این فرآورده نفتی در صنایع و پالایشگاهها اگر پررنگ‌تر دیده شود دقت در برآوردها افزون می‌گردد.
- ۷- با توجه به اینکه در این مقاله اتکا مدل بر نفت خام می‌باشد، قیمت گاز طبیعی به عنوان جانشین اصلی و متغیری برونزا در الگو ملحوظ و مورد استفاده قرار گرفت. لذا در این خصوص پیشنهاد می‌گردد در تحقیقات بعدی یک الگوی مشابه الگوی این مقاله طراحی و بخش گاز طبیعی نیز به صورت درون‌زا در الگو تعیین گردد. به این ترتیب الگو دو وجهی بوجود خواهد آمد که از یک وجه قیمت گاز طبیعی در بازار گاز طبیعی برآورد و سپس وارد بازار نفت خام و الگوی برآورد قیمت نفت می‌گردد.
- ۸- نقش بازارهای سلف، اختیارت و آتی (خصوصاً 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.
- ۹- با توجه به اینکه الگوی طراحی شده توانایی خوبی در پیش‌بینی قیمت نفت از خود نشان داده است. لذا به هنگام کردن آن با استفاده از آمارهای جدیدتر و بهبود ساختار ریاضی آن می‌تواند ابزار مناسبی را برای پیش‌بینی قیمت نفت مهیا سازد.

## منابع و ماخذ

- 1- B. Bidabad, N. Kalbasi. (2004), Effects of Iran's WTO accession on the cement industry. European Cement Conference 2004 proceedings, 4<sup>th</sup> conference and exhibition for the trends, the environment, emissions trading, markets, production and processing technology of cement in Europe, 15-16 March 2004, Barcelona, Spain, pp.3.1-3.8, Pro Publications International Ltd. [http://www.geocities.com/bijan\\_bidabad/cement.htm](http://www.geocities.com/bijan_bidabad/cement.htm)
- 2- Day T.E. and C.M. Lewis, 1994, "Forecasting Futures Markets Volatility", The Journal of Derivatives, pp. 33-50.
- 3- Xu X. and S.J. Taylor, 1996, "Conditional Volatility and Informational Efficiency of the PHLX Currency Options Market", Forecasting Financial Markets, (ed. C. Dunis), John Wiley & Sons, Chichester.
- 4- Duffie D. and S. Gray, 1995, "Volatility in Oil Prices", Managing Energy Price Risk, Risk Publications, London, pp. 39 - 55.
- 5- Nelson, D.B., 1996, "Modeling Stock Market Volatility Changes", Modeling Stock Market Volatility, (ed. P.E. Rossi), Academic Press, San Diego.
- 6- Nelson, D.B., 1996, "Conditional Heteroskedasticity in Asset Returns: A New Approach", Modeling Stock Market Volatility, (ed. P.E. Rossi), Academic Press, San Diego.
- 7- Hamilton, J.D., 1983, Oil and the macroeconomy since World War II, Journal of Political Economy, 91, 228-248.
- 8- Kim, I.-M. and P. Loungani, 1992, The role of energy in real business cycle models, Journal of Monetary Economics 29, 173-189.
- 9- Obstfeld, M. and K. Rogoff, 1995, Exchange rate dynamics redux, Journal of Political Economy, 103, 624-660.
- 10- Rotemberg, J.J. and M. Woodford, 1996, Imperfect competition and the effects of energy price increases on economic activity, Journal of Money, Credit and Banking, 28, 549-577.
- 11- Bernanke, B.S., M. Gertler and M.W. Watson, 1997, Systematic monetary policy and the effects of oil price

- shocks, Brookings Papers on Economic Activity, 91-157.
- 12- McCallum, B.T. and E. Nelson, 1999, Nominal income targeting in an open-economy optimizing model, *Journal of Monetary Economics* 43, 553-578.
- 13- Hamilton, J.D. and A.M. Herrera, 2000, Oil shocks and aggregate macroeconomic behavior: the role of monetary policy, <ftp://weber.ucsd.edu/pub/jhamilto/bgw2.pdf>.
- 14- Finn, M.G., 2000, Perfect competition and the effects of energy price increases on economic activity, *Journal of Money, Credit, and Banking* 32, 400-416.
- 15- Barsky, R.B. and L. Kilian, 2001, Do we really know that oil caused the Great Stagflation? A monetary alternative, in: B. Bernanke and K. Rogoff, eds., *NBER , Macroeconomics Annual 16*. (MIT Press, Cambridge, Mass.).
- 16- Hamilton, James, 1983, Oil and the Macroeconomy Since World War II, *Journal of Political Economy*, Vol. 91, PP. 228-48.
- 17- Hooker, Mark, 1999, Are Oil Shocks Inflationary? Asymmetric and Nonlinear Specifications versus Changes in Regime, Working Paper, Federal Reserve Board.
- 18- Benjamin Hunt, Peter Israd and Douglas Laxton, The Macroeconomic Effects of Higher oil Prices, IMF Working Paper, Research Department of International Monetary Fund.
- 19- Corden, W. M. and J. P. Neary. 1982. Booming sector and de-industrialization in a small open economy. *Economic Journal*, No. 92, pp. 825 – 48.
- 20- Neary J. P. and Van Wijnbergen., 1984, “Can an Oil Discovery Lead to a Recession?: A Comment on Eastwood and Venables.” *Economic Journal* 94 ۳۹۵-۳۹۰ و.
- 21- Fardmanesh, Mohsen. 1991, Terms of trade shocks and structural adjustment in a small open economy. *Journal of Development Economics*, No. 34, pp. 1-15.
- 22- Van Wijnbergen, Sweder. 1984, The Dutch disease: A disease after all. *Economic Journal*, No. 94, pp. 41 – 55.
- 23- Gelb, A. 1985. The impact of oil windfalls: comparative statics with an Indonesia like model. Discussion Paper No. 133, World Bank, Development Research Department.
- 24- Taylor, L., K. Yurukoglu and S. Chaudhry. 1986, A macro model of an oil exporter: the case of Nigeria. In *natural resources and the macroeconomy*, ed.
- 25- Al-Mutawa, August 1991, A macro policy response to oil booms and busts in the United Arab Emirates. Ph.D thesis at the Faculty of Graduate School of Georgetown University.
- 26- Thomas J. Linsmeier & Neil D. Pearson, 1996 & 1998, Risk Measurement: An Introduction to Value at Risk, *Econometric Journal, The Models of Oil Price Risk Estimation*.
- 27- Jorion F.A., 1999, Oil price prediction risk and volatility, University of California.
- 28- Wahrenburg, M., 2001, Hedging Oil Price Risk: Lessons from Metallgesellschaft, University of Cologne.
- 29- Busch T. & Ruschky P., 2004, Value at Risk of carbon constraints- An Input oriented approach of resource scarcity, University of Colombia.
- 30- Pindyck S. Robert And Rubinfeld L, 1999, Daniel, *Econometric Models And Economic Forecasts*. McGraw-Hill, USA, pp. 429-430.
- 31- Verleger, Philip K., 1993, *Adjusting to Volatile Energy Prices*, Institute for International Economics, Washington DC.

(۱) احمدیان، م.، ۱۳۷۸، اقتصاد نظری و کاربردی نفت، چاپ اول، پژوهشکده اقتصاد دانشگاه تربیت مدرس.

(۲) بیدآباد، ب.، ۱۳۸۴، اقتصاد قیمت سیمان ایران، چاپ اول، انتشارات موسسه فرهنگی هنری گیتی.

(۳) بیدآباد، ب.، ۱۳۸۳، الگوی اقتصادسنجی کلان ایران، ویرایش ۵، چاپ اول، پژوهشکده پولی و بانکی بانک مرکزی ایران.

(۴) بیدآباد، ب.، ۱۳۸۴، معادلات تفاضلی (دیفرانس) و ثبات پویای تعادل.

<http://www.geocities.com/bidabad8/difference-equations.pdf>