بررسی و الگویابی مقدار تولید نفت‌خام در کشورهای حوزه‌ی خلیج‌فارس با استفاده از آنالیز الگوهای سری زمانی

محمدرضا امیدی* • دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران | حشمت‌اله عسکری • دانشگاه ایلام |
نصرت‌اله حیدری • علی‌اکبر امیدی • دانشگاه آزاد اسلامی واحد ایلام

چکیده

نفت به‌عنوان یکی از منابع استراتژیک نقش مهمی در اقتصاد کشورهای حوزه‌ی خلیج‌فارس و عضو اوپک دارد. در این تحقیق وضعیت تولید نفت‌خام در این کشورها شامل عراق، امارات متحده‌ی عربی، قطر، عربستان سعودی و کویت بررسی شده است. سپس با جمع‌آوری داده‌های آماری تولید نفت این کشورها در فاصله سال‌های ۲۰۱۳-۱۹۶۲ و با استفاده از الگوهای سری زمانی ARIMA مناسب‌ترین الگو برای پیش‌بینی تولید این کشورها تعیین شد. نتایج تحقیق نشان داد که عراق، امارات، قطر، عربستان سعودی و کویت در تولید نفت به‌ترتیب الگوهای سری زمانی ARIMA(2.1.2) ، ARIMA(0.2.4) ARIMA(1.1.0) و ARIMA(0.1.1)، ARIMAA(0.1.1)، را دارند. مقادیر پیش‌بینی شده نشان داد که در سال‌های آتی تولید نفت در قطر و عراق روندی کاهشی، در عربستان روندی نسبتاً ثابت و در کویت و امارات روندی افزایشی خواهد داشت.

اطلاعات مقاله

واژگان کلیدی:
نفت‌خام، سری زمانی، اوپک، تولید نفت، خلیج‌فارس

مقدمه

نفت کالایی استراتژیک است و از این‌رو علاوه بر داشتن ابعاد اقتصادی و فنی، جهات سیاسی نیز دارد. همین موضوع است که نفت را کاملاً از سایر کالاها متمایز می‌کند. ایران از کشورهای مهم و تأثیرگذار نفتی در خلیج‌فارس است و خلیج‌فارس از نظر ژئوپلیتیک، ژئواستراتژیک و نقش آن در تأمین انرژی جهان از مهم‌ترین مناطق جهان به حساب می‌آید [۱]. تنگه‌ی هرمز به عنوان مهم‌ترین گذرگاه نفتی جهان نیز در خلیج‌فارس قرار دارد. در ۲۰۰۴ روزانه ۱۲ درصد از نفت مصرفی دنیا از این تنگه گذشته و انتظار می‌رود این مقدار در ۲۰۳۰ به ۲۸ درصد در روز افزایش یابد [۲]. وجود ذخایر عظیم نفت و گاز در خلیج‌فارس سبب شده نفت نقش بسیار مؤثری در اقتصاد کشورهای این منطقه ایفا کند. آگاهی از رفتار رقیبان منطقه‌ای که مستلزم بررسی دقیق تحولات اقتصادی و پیشرفت‌های دانش فنی در حوزه‌های اکتشاف، تولید، ازدیاد برداشت و پالایش است زمینه‌ساز شناخت نقاط قوت و ضعف کشورهای دیگر و برنامه‌ریزی بهتر برای حضور در بازارهای جهانی نفت و گاز خواهد بود. کشورهای مورد مطالعه در این تحقیق یعنی عراق، امارات متحده‌ی عربی، قطر، عربستان و کویت هم همسایه خلیج‌فارسی ایران و هم کشورهای عضو اوپک هستند. سازمان اوپک در ۱۹۶۰ با هدف تعامل در بازار جهانی نفت و به‌منظور تأمین منافع تولیدکنندگان تأسیس شد که مهم‌ترین ابزار آن برای تحقق این هدف، استفاده از ذخایر عظیم نفتی و مازاد ظرفیت در کشورهای عضو است [۳]. در این تحقیق ابتدا تولید و ذخایر نفتی کشورهای یادشده بررسی می‌شود. سپس با استفاده از آنالیز سری زمانی و داده‌های مربوط به تولید این کشورها مناسب‌ترین مدل سری زمانی مشخص و سپس مقادیر پیش‌بینی شده برای آینده‌ی تولید این کشورها نشان داده می‌شود.

۱- روش تحقیق

این تحقیق از نوع تحلیلی گذشته‌نگر است که با استفاده از داده‌های پس‌رویدادی

* نویسنده‌ی عهده‌دار مکاتبات (oommiidii@gmail.com)

به تعیین بهترین الگوی تولید نفت در کشورهای عراق، امارات، قطر، عربستان و کویت می‌پردازد. آمار مربوط به تولید بین سال‌های ۲۰۱۳-۱۹۶۲ از سایت کشورهای صادرکننده‌ی نفت اوپک به‌دست آمده که برای تحلیل آن از نرم‌افزار مینی‌تب و برای تخمین ضرایب مدل از نرم‌افزار ITSM استفاده شده است.

۲- پیشنه‌ی تحقیق

مطالعات بسیاری درباره‌ی کاربرد الگوهای سری زمانی در مهندسی و پیش‌بینی سیستم‌های انرژی به‌خصوص در زمینه‌ی قیمت، تابع تقاضا و تولید انجام شده است. در ۱۳۸۴ چیت‌نیس با معرفی مفهوم روند ضمنی در مدل‌سازی و الگویابی و به‌کارگیری مدل سری زمانی ساختاری، تابع تقاضای بنزین را با استفاده از داده‌های سری زمانی سالانه تخمین زد. نتایج تحقیق نشان داد که ماهیت روند تقاضا برای بنزین تصادفی است و این تابع در کوتاه‌مدت و بلندمدت نسبت به قیمت بی‌کشش است [۴]. در ۱۳۸۵ معینی و همکاران راهکاری ارائه کردند که بر اساس آن می‌توان تابع پویای خاصی را برای مدل‌سازی سری زمانی مفروضی به‌کار گرفت. همچنین برای مدل‌سازی قیمت روزانه‌ی نفت در بازه‌ی زمانی ۲۰۰۰-۱۹۹۸ از توابع لجستیک استفاده شده است [۵]. در ۱۳۹۳ شیرانی فخر و همکاران با استفاده از مدل سری زمانی ساختاری، تابع تقاضای گاز طبیعی در صنعت را پیش‌بینی کردند [۶]. در ۱۳۸۳ لطفعلی‌پور و لطفی با استفاده از آمار سری در بازه‌ی زمانی ۱۳۸۰-۱۳۵۵ عوامل مؤثر بر تقاضای برق در بخش خانگی در استان خراسان را بررسی نمودند [۷]. در ۱۳۸۴ آذر و رجب‌زاده با استفاده از سری زمانی باکس جنکینز، شبکه‌ی عصبی، هموارسازی نمایی، تحلیل روند و تحلیل عِلّی، تابع تقاضا در صنعت نفت را پیش‌بینی کرده و سپس روشی ترکیبی برای پیش‌بینی بهتر تابع تقاضا در صنعت نفت ارائه نمودند [۸]. در ۱۳۹۰ صادقی و همکاران با استفاده از شبکه‌ی عصبی مصنوعی و الگوهای سری زمانی عملکرد، این دو روش را در مدل‌سازی و پیش‌بینی کوتاه‌مدت قیمت نفت‌خام اوپک مقایسه کرده‌اند. نتایج این تحقیق نشان داد که در پیش‌بینی کوتاه‌مدت قیمت نفت، شبکه‌ی عصبی مصنوعی نسبت به الگوی سری زمانی ARIMA دقت بیشتری داشته است [۹]. در بسیاری از تحقیقات انجام شده با استفاده از الگوهای سری زمانی، علاوه بر پیش‌بینی، دقت این روش با روش‌های دیگر نیز بررسی شده است [۱۰و۱۱و۲۱].

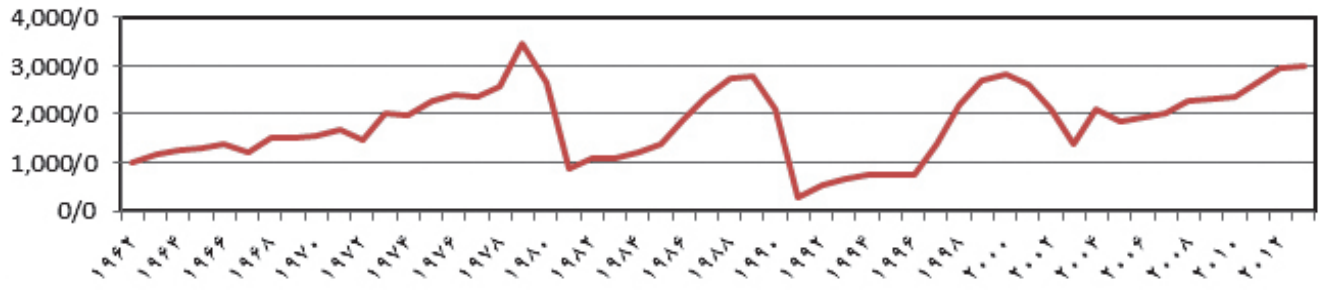
۳- بررسی وضعیت صنعت نفت کشورهای مشترک در حوزه‌ی خلیج‌فارس و عضو اوپک

عراق، امارات، قطر، عربستان و کویت که با فروش نفت و اختصاص آن به برنامه‌های توسعه‌ی اقتصادی، قصد فراهم کردن منابع مالی لازم برای فرآیند توسعه را دارند اقتصاد خود را به‌شدت به درآمدهای حاصل از فروش نفت وابسته می‌دانند و به‌همین دلیل تلاش فراوانی برای حفظ این درآمد انجام می‌دهند. درآمد ارزی کشورهای تولیدکننده‌ی نفت، از مقدار تولید آنها در قیمت جهانی نفت حاصل می‌شود [۱۳]. عربستان، عراق و کویت از اعضای مؤسس اوپک هستند که همراه با ایران و ونزوئلا نخستین جلسه‌ی رسمی اوپک را در ۱۹۶۰ برگزار کردند. قطر در ۱۹۶۱ و امارات در ۱۹۶۷ به این سازمان پیوستند. تولید نفت و فروش آن مهم‌ترین و گاهی تنها منبع درآمد کشورهای حوزه‌ی خلیج‌فارس است. برنامه‌ریزی برای تولید، اکتشاف و توسعه‌ی میادین، تأثیر عرضه و تقاضای مورد انتظار نفت‌خام، پیش‌بینی تحولات سیاسی (به‌ویژه در حوزه‌هایی که حجم عظیمی از ذخایر نفتی با هزینه‌ی بسیار کم تولید دارند) و پیش‌بینی تحولات دانش فنی، در زنجیره‌ی فعالیت‌های نفتی است.

۳-۱- صنعت نفت عراق

گستره‌ی عراق ۴۳۸/۳۱۷ کیلومتر مربع و بیشتر شامل سرزمین‌های پست، هموار و گرمسیری است. در سال‌های نخست اکتشاف و استخراج نفت در عراق تمامی تصمیم‌ها و انتخاب‌ها در انحصار شرکت نفت عراق بود. در دهه‌ی ۷۰ میلادی عراق برای توسعه‌ی صنعت نفت چشم‌اندازی طراحی کرد که در حالت واقع‌بینانه تا ۱۹۸۳ تولید نفت را به ۵/۵ میلیون بشکه در روز می‌رساند. اما این هدف به‌دلیل جنگ هشت ساله با جمهوری اسلامی ایران محقق نشد. تولید و صادرات نفت عراق تا کنون از توان بالقوه‌ی این کشور کمتر بوده است. سال ۲۰۱۲ عراق پیشرفت چشم‌گیری در تولید نفت داشت. در این سال عراق به‌عنوان یکی از بزرگ‌ترین تولیدکننده‌های نفت‌خام، رتبه‌ی دوم را در بین کشورهای عضو سازمان اوپک کسب کرد. بخش انرژی

عـــراق به‌شـــدت به تولیـــد نفت وابســـته اســـت. بیـــش از ۹۰ درصـــد انـــرژی این کشـــور توســـط فرآورده‌های نفتی و مابقی آن توســـط گاز طبیعـــی یـــا نیروگاه‌های بـــرق آبـــی تأمین می‌شـــود. بیشـــتر منابع کشـــف شـــده‌ی نفت عراق در حاشـــیه‌ی غربی واقع شـــده‌اند. عراق پنـــج حوزه‌ی عظیـــم نفتی بـــا ظرفیتی حـــدود ۵ میلیارد بشـــکه در جنوب کشـــور دارد. بیش از ۱۷ [۱۴]. نفـــت عـــراق کیفیت مناســـبی دارد و اســـتخراج آن بســـیار ارزان اســـت. این کشور در سال‌های گذشـــته تولیدکننده‌ی ارزان‌ترین نفـــت جهان بـــا هزینه‌ی کمتر از یـــک دلار در هـــر بشـــکه بوده اســـت [۱۵]. در بـــازه‌ی ســـال‌های ۲۰۱۳-۱۹۶۲، بیشـــترین تولید نفت در عـــراق در ۱۹۷۹ میلادی و به‌میـــزان ۳/۴۷۶ میلیون بشـــکه در روز و کمتریـــن آن در ۱۹۹۱ و به‌میزان به‌عنـــوان یکـــی از اعضـــای اوپـــک نقـــش مؤثری در بازارهـــای جهانـــی نفـــت در بیـــن تولیدکننـــدگان دارد. بیشـــتر ذخایـــر نفـــت امـــارات در شیخ‌نشـــین ابوظبـــی اســـت. عمـــده‌ی بهره‌بـــرداری از منابـــع امـــارات توســـط شـــرکت دولتـــی ADNOC بـــا مشـــارکت شـــرکت‌های بین‌المللـــی انجـــام می‌شـــود. بـــا وجـــود محـــدود بـــودن اکتشـــاف امـــارات، ایـــن کشـــور بـــا کمـــک گرفتـــن

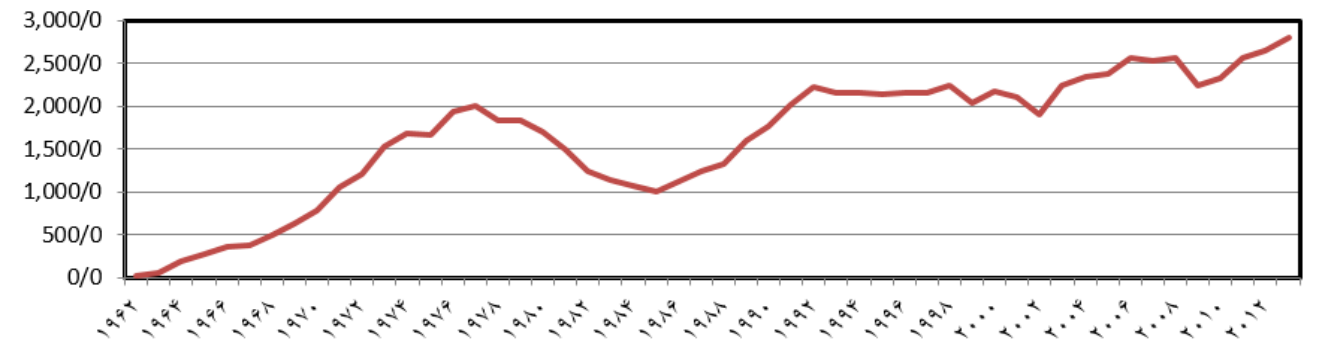


شکل ۱ | سری زمانی تولید نفت‌خام عراق از ۱۹۶۲ تا ۲۰۱۳ (هزار بشکه در روز)

درصد دیگر ایـــن ذخایر نیـــز در نزدیکی شـــهرهای کرکوک، موصل و خانقین در شـــمال این کشـــور واقع شـــده اســـت. از دیگـــر ویژگی‌هـــای نفت عراق آنســـت که به‌طـــور میانگین از هـــر ده چاه حفاری شـــده در این کشـــور هشـــت چاه به نفت می‌رســـد. در حالی که در عربســـتان از هر ده چـــاه تنها پنج چـــاه به نفت می‌رســـد ۲۸۲ هزار بشـــکه در روز بوده اســـت.

۳-۲- صنعـــت نفـــت امـــارات متحـــده‌ی عربی

امـــارات متحـــده‌ی عربـــی، اتحـــادی از هفـــت شیخ‌نشـــین کوچـــک بـــه نام‌هـــای ابوظبـــی، دبـــی، شـــارجه، عجمـــان، فجیـــره، رأس‌الخیمـــه و امالقویـــن اســـت. امـــارات از روش‌هـــای EOR اقـــدام بـــه افزایـــش بهـــره‌وری مخـــازن قدیمـــی خـــود و احیـــای نفـــت باقیمانـــده در آنهـــا کـــرده اســـت. در بـــازه‌ی زمانـــی ۲۰۱۳-۱۹۶۲ بیشـــترین تولیـــد نفت‌خـــام امـــارت در ۲۰۱۳ و به‌میـــزان ۲/۷۶۹ میلیـــون بشـــکه در روز و کمتریـــن آن مربـــوط بـــه ۱۹۶۲ به‌میـــزان ۱۴/۲ هـــزار بشـــکه در روز بـــوده اســـت.



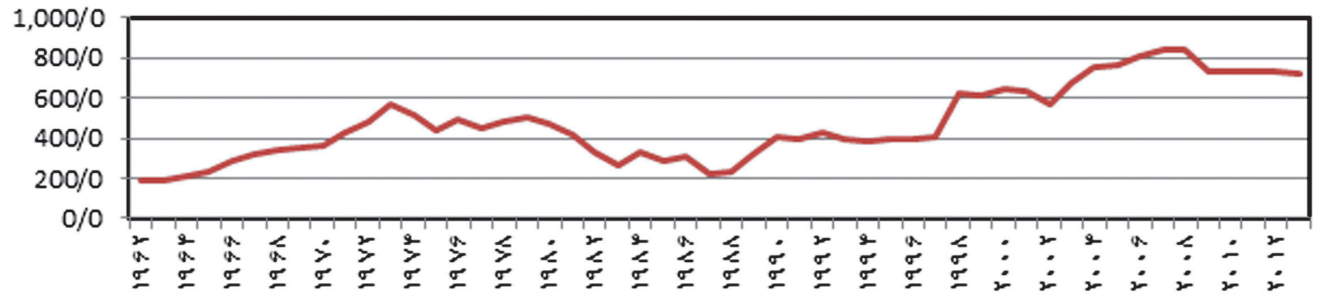
شکل ۲ | سری زمانی تولید نفت‌خام امارات متحده‌ی عربی از ۱۹۶۲ تا ۲۰۱۳ (هزار بشکه در روز)

۳-۳- صنعت نفت قطر

قطر که از نظر میزان ذخایر نفتی در مقام سیزدهم دارندگان عمده‌ی نفت‌خام جهان قرار دارد نقش پررنگی در بازار فروش نفت‌خام دارد. ذخایر نفتی این کشور در ژانویه‌ی ۲۰۱۳ معادل ۴/۲۵ میلیارد بشکه بوده است [۱۶]. حوزه‌ی نفتی دریایی دوخان واقع شده در حاشیه‌ی ساحلی غرب شبه‌جزیره، قدیمی‌ترین حوزه‌ی نفتی این کشور است. در زمینه‌ی تولید، حوزه‌ی خشکی الشاهین نسبت به دوخان پیشی گرفته است. با وجود تمرکز عمده‌ی سیاست‌های انرژی قطر بر تولید و صادرات گاز، این کشور برای افزایش برداشت و احیای نفت‌خام مانند امارات از EOR استفاده می‌کند. قطر در ۲۰۱۱ جزء کشورهای کوچک صادرکننده‌ی نفت‌خام در بین کشورهای عضو اوپک بوده که تولید آن تنها از دو کشور اکوادور و لیبی بیشتر بوده است. نفت این کشور به‌طور عمده وارد بازار مصرف آسیا می‌شود. ژاپن و کره‌ی‌جنوبی بیشترین نفت مورد نیاز خود را از قطر وارد می‌کنند. در فاصله‌ی سال‌های ۲۰۱۳-۱۹۶۲ بیشترین تولید نفت خام قطر در ۲۰۰۷ به‌میزان ۸۴۵/۳ هزار بشکه در روز و کمترین آن در ۱۹۶۲ به‌میزان ۱۸۶ هزار بشکه در روز بوده است.

۳-۴- صنعت نفت عربستان سعودی

عربستان سعودی با ۲/۱۴۹ میلیون کیلومتر مربع مساحت، بزرگ‌ترین کشور غرب آسیا و دومین کشور وسیع عرب‌نشین پس از الجزایر است. اقتصاد این کشور به‌شدت به نفت و صادرات آن متکی است؛ به‌طوری که بر اساس گزارش سالانه‌ی اوپک، نفت‌خام بیش از ۹۰ درصد تولید ناخالص داخلی را به‌خود اختصاص داده است [۱۷]. عربستان از ۲۰۰۹ به بعد تلاش کرده سرمایه‌گذاری بیشتری روی گاز طبیعی، پالایش، پتروشیمی و برق انجام دهد. این کشور که از بزرگ‌ترین تولیدکنندگان و صادرکنندگان نفت دنیاست حدود یک‌پنجم کل ذخایر نفتی اثبات شده‌ی جهان را در خود جای داده که عمده‌ی این ذخایر در استان‌های شرقی کشور متمرکز شده‌اند. نفت، این کشور سلطنتی بیابانی را به یکی از ثروتمندترین کشورهای دنیا تبدیل کرده است. نیمی از ذخایر نفتی عربستان در هشت میدان قرار دارد که یکی از آنها میدان نفتی قوار (بزرگ‌ترین میدان نفتی جهان) با ذخیره‌ای حدود هفتاد میلیارد بشکه نفت‌خام است. نفت این میدان نفتی به تنهایی با نفت شش کشور نفت‌خیز جهان برابری می‌کند. وجود این ذخایر عظیم سبب شده عربستان همواره نقش مهم و مؤثری در بازارهای نفت داشته باشد. در تحقیق مابرو [۱۸] عربستان سعودی به‌دلیل محدودیت در جذب درآمد نفتی، نقش رهبری استاکلبرگ را در اوپک دارد. یعنی نقش مهمی را در بازار عرضه و تقاضای نفت به‌خود اختصاص داده است. شاهد این مدعا نیز وجود نفت سبک عربستان در دهه‌ی ۷۰ میلادی به‌عنوان مبنای تعیین قیمت نفت در سازمان اوپک است. گریفن و تکو [۱۹] در نشان دادن اهمیت رهبری قیمت تا جایی پیش رفتند که عربستان سعودی را به‌عنوان عامل اصلی ایجاد تعادل و جذب تکانه‌های طرف عرضه و تقاضا تلقی کردند و از این‌رو قدرت اوپک را در قیمت‌گذاری نفت تابعی از سیاست‌گذاری‌های عربستان در تعیین سطح تولید از ذخایر این کشور عنوان نمودند. عربستان



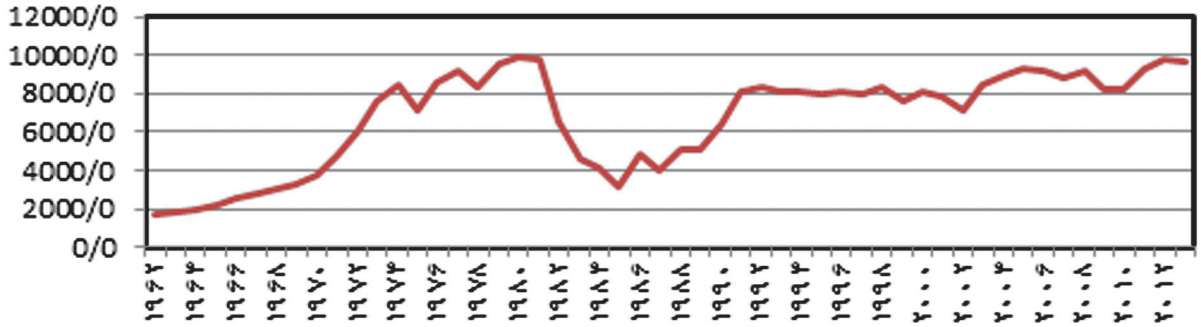
شکل ۳| سری زمانی تولید نفت‌خام قطر از ۱۹۶۲ تا ۲۰۱۳ (هزار بشکه در روز)

به‌طور میانگین روزانه یک میلیون و ۳۵۰ هزار بشکه مایعات نفتی به آمریکا صادر می‌کند که حدود ۱۲ درصد کل واردات نفتی آمریکا را شامل می‌شود [۲۰]. عربستان از آغاز ۲۰۱۰ نفت شاخص برای قیمت‌گذاری نفت‌خام به آمریکا را تغییر داده است.

۳-۵- صنعت نفت کویت

کویت با وجود وسعت کم، یکی از بزرگ‌ترین کشورهای تولیدکننده‌ی نفت جهان است. عایدات نفتی که بیشترین رقم تولید در فاصله‌ی سال‌های ۲۰۱۳-۱۹۶۲ است.

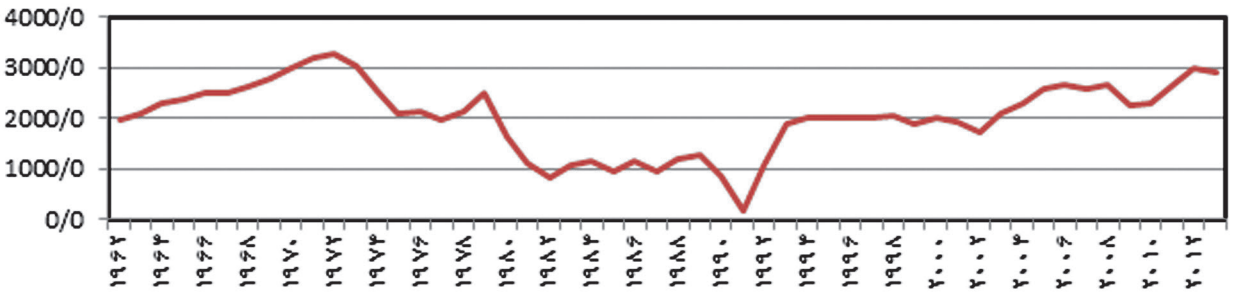
کویت سرمایه‌گذاری بسیاری در حوزه‌ی نفت انجام داده که می‌توان به پروژه‌های توسعه‌ی امکانات صادرات، افزایش ناوگان حمل و نقل، ساخت پایگاه‌های فرآوری و پالایشگاه هم در خارج و هم در داخل کشور کویت اشاره کرد.



شکل ۴ | سری زمانی تولید نفت‌خام قطر از ۱۹۶۲ تا ۲۰۱۳ (هزار بشکه در روز)

پیش از این آرامکو از ۱۹۹۴ نفت‌خام وست‌تگزاس اینترمدیت را شاخص بهای نفت صادراتی به آمریکا مدنظر قرار می‌داد. اما پس از آن به شاخص نفت‌خام آرگوس روی آورده؛ زیرا این شاخص با نفت خام صادراتی به آمریکا هماهنگی بیشتری دارد. عربستان توانسته تولید خود را از ۱/۶۴۲ میلیون بشکه در روز در ۱۹۶۲ به ۹/۹ میلیون بشکه در ۱۹۸۰ برساند مهم‌ترین مؤلفه‌ی درآمدهای دولت کویت به‌شمار می‌رود. کشور کویت دارای ذخایر نفتی معادل ۱۰۴ میلیارد بشکه است [۲۱]. در ۲۰۱۰ بیشتر واردکنندگان نفت کویت از منطقه‌ی آسیای و اقیانوسیه بودند که روزانه ۱/۴ میلیون بشکه نفت از این کشور وارد می‌کردند. مینا الاحمدی مهم‌ترین بندر صادراتی نفتی کویت در کنار مینا عبدالله و مینا الزور است.

هدف از سرمایه‌گذاری‌ها رسیدن به ظرفیت تولید ۴ میلیون بشکه نفت در روز در سال ۲۰۲۰ است. در بازه‌ی زمانی مورد مطالعه (۲۰۱۳-۱۹۶۲) بیشترین تولید کشور کویت در ۱۹۷۲ به‌میزان ۳/۲۸۳ هزار بشکه در روز و کمترین آن مربوط به ۱۹۹۱ به‌میزان ۱۸۵ هزار بشکه در روز بوده است.



شکل ۵ | سری زمانی تولید نفت‌خام کویت از ۱۹۶۲ تا ۲۰۱۳ (هزار بشکه در روز)

۴- الگوهای سری زمانی و روش باکس جنکینز

در تحلیل باکس و جنکینز، پیش‌بینی سری زمانی تک‌متغیره با مدل‌سازی آماری انجام می‌شود. پیش‌بینی با استفاده از روش باکس و جنکینز از چهار مرحله تشکیل شده که شامل تشخیص، تخمین، کنترل و پیش‌بینی است [۲۲]. مدل‌های باکس جنکینز شامل فرآیند خودرگرسیون[۱] (AR) فرآیند میانگین متحرک[۲] (MA) فرآیند خودرگرسیون میانگین متحرک[۳] (ARMA) و فرآیند خودرگرسیون میانگین متحرک انباشته[۴] (ARIMA) است.

۴-۱- فرآیند خودرگرسیون (AR)

این الگو در واقع یک الگوی رگرسیون چندگانه است؛ با این تفاوت که متغیر وابسته‌ی Z روی متغیرهای مستقل $(X_1,X_2,\ldots X_N)$، رگرسیون نشده؛ بلکه روی مقادیر گذشته‌ی خود رگرسیون شده و به‌همین دلیل است که این فرآیند را اتورگرسیو[۵] نامیده‌اند. یک فرآیند اتورگرسیو مرتبه‌ی P را با نماد اختصاری AR (P) نمایش می‌دهند. اگر a_t یک فرآیند تصادفی محض با میانگین صفر و واریانس ثابت باشد، فرآیند Z اتورگرسیو مرتبه‌ی P طبق رابطه‌ی-۱ است.

$$Z_t = \varphi_1 Z_{t-1} + \varphi_2 Z_{t-2} \ldots + \varphi_p Z_{t-p} + a_t \quad (۱)$$

۴-۲- فرآیند میانگین متحرک (MA)

فرآیند میانگین متحرک در بیان پدیده‌ای به‌کار می‌رود که در آن پیش‌آمدها اثری آنی به‌وجود می‌آورند. این اثر فقط برای مدت کوتاهی باقی می‌ماند. اگر a_t فرآیند تصادفی محض با میانگین صفر و واریانس ثابت باشد، فرآیند Z_t را فرآیند میانگین متحرک تا مرتبه‌ی q گویند هرگاه معادله‌ی-۲ برقرار باشد:

$$Z_t = a_t - \theta_1 a_{t-1} - \ldots \theta_q a_{t-q} \quad (۲)$$

که در آن θ_i ثابت و θ_0 برابر یک درنظر گرفته می‌شود. یک فرآیند میانگین متحرک از مرتبه‌ی q را با نماد اختصاری MA(q) نمایش می‌دهند.

۴-۳- فرآیند خودرگرسیون میانگین متحرک (ARMA)

در این فرآیند احتمال اینکه سری زمانی Z ویژگی‌های هر دو فرآیند AR و MA را داشته باشد زیاد است. به‌همین دلیل به این فرآیند ARMA گفته می‌شود. بنابراین Z را یک فرآیند ARMA(p,q) گویند که شامل p مرتبه‌ی جمله‌ی خودرگرسیون و q مرتبه‌ی میانگین متحرک باشد (رابطه‌ی-۳).

$$-\theta_1 a_{t-1} - \ldots \theta_q a_{t-q} Z_t = \varphi_1 Z_{t-1} + \varphi_2 Z_{t-2} + \ldots \varphi_p Z_{t-p} + a_t \quad (۳)$$

۴-۴- فرآیند خودرگرسیون میانگین متحرک انباشته (ARIMA)

مدل‌های قبلی بر این فرض استوارند که سری‌های زمانی ساکن هستند؛ به‌طوری که میانگین و واریانس سری‌های زمانی ثابت است و کوواریانس آنها طی زمان بدون تغییر باقی می‌ماند. اما بسیاری از سری‌های زمانی اقتصادی غیرساکن و بنابراین انباشته‌اند. بنابراین اگر یک سری زمانی پس از d مرتبه‌ی تفاضل‌گیری ساکن شده و سپس توسط فرآیند ARMA (p,q) مدل‌سازی شود، سری زمانی اصلی سری زمانی ARIMA (p,d,q) است که در آن p تعداد جمله‌ی خودرگرسیون، q تعداد جمله‌ی میانگین متحرک و d تعداد دفعات تفاضل‌گیری برای ساکن شدن سری زمانی است [۲۳]. سؤال اساسی این پژوهش آنست که در بین الگوهای مختلف سری زمانی باید کدام الگو و بر چه اساسی انتخاب شود. مهم‌ترین مسأله در این روش تعیین تعداد وقفه‌ی تولید نفت و تشخیص ساختار متغیر تصادفی در مدل است؛ چراکه دقت مدل‌های سری زمانی در این قسمت مشخص می‌شود. برای این کار از روش استاندارد و متداول در این زمینه یعنی روش باکس جنکینز[۶] استفاده خواهیم کرد. در این روش تعداد وقفه‌ها و ساختار متغیر تصادفی بر اساس توابع خودهمبستگی[۷] و خودهمبستگی جزئی[۸] بین خطاهای مدل تعیین می‌شوند.

۵- الگویابی و پیش‌بینی تولید نفت

در جدول-۱ تخمین و کنترل بهترین مدل‌های سری زمانی برای تولید نفت کشورها و ضرایب آنها همراه با شاخص درصد میانگین خطا با استفاده از روش باکس جنکینز و انجام مراحل تشخیص ارائه شده است. در تحقیقات مربوط به پیش‌بینی و الگویابی، معیارهای ارزیابی متنوعی از جمله میانگین مربعات خطا [۲۴]، میانگین مربعات خطای نرمالیزه شده و ریشه‌ی میانگین مربعات خطا [۲۵]، میانگین قدرمطلق خطا و میانگین قدر مطلق درصد خطا [۲۶] توسط مؤلفان مختلف استفاده شده است. در این تحقیق از معیار میانگین درصد خطا استفاده شده؛ به‌نحوی که هریک از معادلات و پیش‌بینی مربوط به آن، میانگین درصد خطای کمتری داشته باشد مدل به واقعیت نزدیک‌تر است.

جدول ۱ مناسب‌ترین الگوی سری زمانی برای تولید نفت

کشور	مدل سری زمانی تولید	معادله‌ی تولید	درصد میانگین خطا
عراق	ARIMA(2.1.2)	$Z_t= 1.67Z_{t-1}- 0.91Z_{t-2} + a_t - 1.85a_{t-1}+ 0.99a_{t-2}$	۰/۱۴
امارات	ARIMA(0.2.4)	$Z_t= a_t - 0.70a_{t-1}+ 0.03a_{t-2}+ 0.30a_{t-3} - 0.57a_{t-4}$	۰/۱۶
قطر	ARIMA(1.1.0)	$Z_t= 0.96Z_{t-1}+ a_t$	۰/۲۳
عربستان	ARIMA(0.2.1)	$Z_t= a_t - 0.87a_{t-1}$	۰/۱۸
کویت	ARIMA(0.1.1)	$Z_t= a_t+0.34a_{t-1}$	۰/۰۹

مرحله‌ی چهارم روش باکس جنکینز پیش‌بینی است. حال با استفاده از معادلات سری زمانی ARIMA مقادیر پیش‌بینی شده برای تولید نفت این کشورها در فاصله‌های سال‌های ۲۰۱۸-۲۰۱۴ به‌دست آمده است.

جدول ۲ مقادیر پیش‌بینی شده با استفاده از معادلات سری زمانی (هزار بشکه در روز)

کشور	۲۰۱۴	۲۰۱۵	۲۰۱۶	۲۰۱۷	۲۰۱۸
عراق	۲۹۰۰	۲۷۱۷	۲۴۹۰	۲۲۸۷	۲۱۶۳
امارات	۳۰۱۳	۳۱۴۵	۳۱۷۳	۳۲۸۴	۳۳۹۴
قطر	۷۱۵	۷۰۶	۰۶۹۸	۶۹۰	۶۸۲
عربستان	۹۶۵۳	۹۶۶۵	۹۶۷۱	۹۶۷۲	۹۶۶۷
کویت	۲۸۹۴	۲۹۱۳	۲۹۳۲	۲۹۵۰	۲۹۶۹

بحث و نتیجه‌گیری

نفت نقش بسیار مهمی در اقتصاد کشورهای حوزه‌ی خلیج‌فارس دارد. بررسی مقدار تولید و چشم‌اندازهای کشورهای همسایه کمک مناسبی برای مدیران جهت اخذ تصمیمات استراتژیک صحیح است. در این تحقیق تاریخچه‌ی تولید نفت عراق، امارات، قطر، عربستان و کویت به‌عنوان همسایگان حوزه‌ی خلیج‌فارس و اعضای اوپک مطالعه شد. برای به‌دست آوردن الگوی تولید این کشورها از روش باکس جنکینز و برای دقت معادلات حاصل از شاخص درصد میانگین خطا استفاده شد. نتایج تحقیق نشان داد که عراق، امارات، قطر و عربستان سعودی و کویت در تولید نفت به‌ترتیب الگوهای سری زمانی، ARIMA(2.1.2)، ARIMA(0.2.4)، ARIMA(1.1.0)، ARIMA(0.1.1) و ARIMA(0.1.1) را دارند. مقادیر پیش‌بینی شده با استفاده از الگوهای سری زمانی نشان می‌دهد که در سال‌های آتی تولید نفت در قطر و عراق روندی نزولی دارد و در ۲۰۱۸ به‌ترتیب به ۶۸۲ هزار بشکه در روز و ۲۱۶۳ هزار بشکه در روز خواهد رسید. تولید نفت عربستان نسبتاً ثابت است و در ۲۰۱۸ به ۹۶۶۷ هزار بشکه در روز خواهد رسید. در کویت و امارات نیز تولید نفت با افزایش همراه خواهد بود و در ۲۰۱۸ به‌ترتیب به ۲۹۶۹ و ۳۳۹۴ هزار بشکه در روز می‌رسد. ■

پانویس ها

1. Autoregressive models
2. Moving Average
3. Autoregressive Moving Average
4. Autoregressive Integrated Moving Average
5. Autoregressive
6. Box and Jenkins
7. Autocorrelation Function (ACF)
8. Partial Autocorrelation Function (PACF)

منابع

[۱] مایل‌افشار، فرحناز (۱۳۹۱)، بررسی تأثیر جایگاه ژئوپلیتیک و ژئواکونومی در مؤلفه‌های قدرت ملی ایران، فصل‌نامه‌ی ره‌نامه‌ی سیاست‌گذاری، سال سوم، شماره‌ی اول، صص ۸-۲

[۲] جعفری ولدانی، اصغر (۱۳۸۱). پیش‌بینی ژئوپلتیک جدید دریای سرخ و خلیج‌فارس، دفتر مطالعات سیاسی و بین‌الملل، مرکز چاپ و انتشارات وزارت امور خارجه صص ۱۱۴

[۳] شکاری، مهری (۱۳۸۹)، تحلیل و بررسی جایگاه سازمان اوپک طی سال‌های آینده بر بازار نفت، ماهنامه‌ی بررسی مسائل و سیاست‌های اقتصادی، شماره‌ی-۹، صص ۳۶-۱۷

[۴] چیت‌نیس، مونا (۱۳۸۴)، برآورد کشش قیمتی تقاضای بنزین با استفاده از مدل سری زمانی ساختاری و مفهوم روند ضمنی، پژوهش‌های رشد و توسعه‌ی پایدار، شماره‌ی-۱۶، صص ۱۶-۱

[۵] معینی، علی؛ ابریشمی، حمید؛ احراری، مهدی (۱۳۸۵)، به‌کارگیری نمای لیاپانوف برای مدل‌سازی سری زمانی قیمت نفت بر پایه‌ی توابع پویا، فصلنامه‌ی تحقیقات اقتصادی، شماره‌ی-۷۶، صص ۷۷-۱۰۰

[۶] شیرانی فخر، زهره؛ خوش اخلاق، رحمن؛ شریفی، علی مراد (۱۳۹۳)، تخمین تقاضا گاز طبیعی بخش صنعت ایران با استفاده از مدل سری زمانی ساختاری، فصلنامه‌ی مطالعات اقتصادی کاربردی ایران، شماره‌ی-۱۱، صص ۱۵۸-۱۲۹

[۷] لطفعلی‌پور، محمدرضا؛ لطفی، احمد (۱۳۸۳)، بررسی و برآورد عوامل مؤثر بر تقاضا برق خانگی در استان خراسان، فصلنامه دانش و توسعه، شماره‌ی-۱۵، صص ۶۸-۴۷

[۸] آذر، عادل؛ رجب‌زاده، علی (۱۳۸۳)، طراحی مدل پیش‌بینی ترکیبی در صنعت نفت، فصلنامه‌ی پژوهش‌نامه‌ی بازرگانی، شماره‌ی-۳۴، صص ۶۲-۳۳

[۹] صادقی، حسین؛ ذوالفقاری، مهدی؛ الهامی‌نژاد ، مجتبی (۱۳۹۰)، مقایسه عملکرد شبکه‌ی عصبی مصنوعی و مدل سری زمانی در مدل‌سازی و پیش‌بینی کوتاه‌مدت قیمت سبد نفتی اوپک، فصلنامه‌ی مطالعات اقتصادی کاربردی ایران، شماره‌ی-۲۸، صص ۴۸-۲۵

[۱۰] شریعت‌پناهی، سید مجید؛ قاسمی، قاسم (۱۳۸۴). مقایسه دقت پیش بینی سود توسط مدیریت با سری زمانی باکس جنکینز، مطالعات تجربی حسابداری مالی، شماره‌ی-۱۰، صص ۲۲۶-۲۰۹

[۱۱] مشایخ، شهناز؛ شاهرخی، سمانه (۱۳۸۶)، بررسی دقت پیش‌بینی سود توسط مدیران و عوامل مؤثر بر آن، بررسی حسابداری و حسابرسی، شماره‌ی-۱۰، صص ۸۲-۶۵

[۱۲] فتاحی، شهرام؛ احمدی، آرش؛ میرزایی ، علی اکرم (۱۳۹۲)، مقایسه‌ی دقت روش الگوریتم با روش‌های دیگر پیش‌بینی نرخ ارز، فصلنامه‌ی مفید، شماره‌ی-۹۶، صص ۱۳۶-۱۱۳۶

منابع

[۱۳] اصغرزاده، سحر (۱۳۸۷)، ارائه‌ی یک الگوی اقتصادسنجی برای سهمیه‌بندی تولید و صادرات نفت اوپک، فصلنامه‌ی مطالعات اقتصاد انرژی، شماره‌ی-۶، صص ۱۳۰-۱۱۱

[۱۴] اصغرزاده، سحر (۱۳۹۳)، صنعت نفت عراق و چشم‌انداز پیش‌رو، ماهنامه‌ی علمی ترویجی اکتشاف و تولید نفت و گاز، شماره‌ی-۱۱۶، صص ۲۴-۱۷

[15] BP Statistical Review of World Energy, 2013.

[16] Annul Statestic Bulliten 2012 available at www.opec.org

[۱۷] طباطبایی، علی (۱۳۸۱)، اهمیت استراتژیک نفت عراق برای آمریکا، روزنامه‌ی ایران، ۱۲ اسفند

[18] Mabro, R. (1991). OPEC and the Price of Oil. The Energy Journal, NO: 27-32.

[19] Griffin, j. (2008).The Welfare Implication of Externalities and Pricing. Review of Economics and Statistic, 1(3):54-71.

[20] BP Statistical Review of World Energy, March 2012.

[21] www.neconews.com

[۲۲] گجراتی، دامودار (۱۳۷۷)، مبانی اقتصادسنجی، انتشارات دانشگاه تهران

[۲۳] نیکوکار، وهاب (۱۳۸۶)، طراحی محیط یادگیری برای پیش‌بینی بازار سهام با استفاده از شبکه‌ی عصبی، پایان‌نامه‌ی کارشناسی‌ارشد، دانشگاه تربیت مدرس

[24] Desai ,V.S. & Beharati ,R. (1998).A comparison of linear regression and neural network methods for predicting excess returns on large stocks ,Annals of Operations Research, 78,pp 127-163.

[25] Siekmann, s.; Kruse, R. &Gephardt, J .(2001).Information fusion in the context of stock index prediction, International Journal of Intelligent Systems, Vol. 16, pp 1285-1289.

[26] Oh, K.J. & Kim, K. (2002). Analyzing stock market tick data using piecewise nonlinear model, Expert Systems with Application, 22, pp 249-255.