فصلنامه آینده‌پژوهی مدیریت
سال بیست و نهم/ شماره ۱۱۵ / زمستان ۱۳۹۷

پیش‌بینی تقاضای جهانی نفت خام اوپک با استفاده از مدل‌های خودرگرسیون برداری، خود توضیح جمعی و جستجوی گرانشی

حشمت اله عسگری
مدرس، گروه مهندسی صنایع، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

محمدرضا امیدی
دانشیار، گروه اقتصاد، دانشگاه ایلام، ایران(نویسنده مسئول)
mromidi_91@yahoo.com

زهرا ملکی نیا
کارشناس ارشد، گروه اقتصاد انرژی، دانشگاه ایلام

علی اکبر امیدی
دانشجوی دکترا، علوم سیاسی مسائل ایران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمانشاه

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۸/۰۸ **تاریخ پذیرش:** ۹۷/۰۸/۱۵

چکیده

آگاهی از میزان تقاضای آتی نفت به منظور تعیین اولویت‌ها و انتخاب سیاست‌ها در راستای دستیابی به رشد و توسعه اقتصادی، برای کشورهای عضو اوپک ضروری است. لذا در پژوهش حاضر، میزان تقاضای نفت اوپک را با استفاده از الگوهای سری زمانی شامل فرم ساختاری مدل خودرگرسیون برداری (SVAR)، مدل خودتوضیح جمعی میانگین متحرک ARIMAX و الگوی الگوریتم جستجوی گرانشی از دسته الگوریتم‌های جستجوی ابتکاری با به‌کارگیری داده‌های سالانه از سال ۱۹۷۰ تا ۲۰۱۴ میلادی، پیش‌بینی می‌کند. در همین راستا برای سنجش توانایی قدرت پیش‌بینی از الگوهای میانگین مجموع مجذورات خطا، میانگین قدرمطلق خطا و میانگین درصد قدر مطلق خطا استفاده شده است. نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد که الگوی SVAR مناسب‌ترین پیش‌بینی‌ها را برای تقاضای جهانی نفت اوپک دارد، بر این اساس با استفاده از نتایج برآورد این مدل، متغیر خالص صادرات بر تقاضای نفت اثر مثبت و معنادار دارد و متغیرهای قیمت نفت خام اوپک و تولید غیر اوپک بر تقاضای نفت اثر منفی و معنادار دارند.

واژه‌های کلیدی: اوپک، تقاضای جهانی، پیش‌بینی.

۱- مقدمه

آینده پژوهی یک علم است، زیرا که آینده پژوه باید در تمامی مراحل، از درک مسئله و تحلیل داده ها گرفته تا روش تحقیق و استدلال انتقادی، از روی قاعده عمل کند. از سوی دیگر، آینده پژوهی به این سبب نوعی علم محسوب می شود که یافته های آینده پژوهان دارای قابلیت تبدیل به اشکال مختلف ارزش های اجتماعی و اقتصادی است (کریستانپولر و مینوتلو [۱]،۲۰۱۶) . از جنگ جهانی دوم، دانشمندان، جامعه‌شناسان و فعالان حوزه‌ی پژوهش‌های عملیاتی و بسیاری دیگر از اهالی علم که خودشان را آینده‌پژوه می‌نامیدند، به‌منظور پیش‌بینی عقلانی آینده، اقدام به پایه‌ریزی و گسترش روش‌های کمّی و کیفی کردند(وانگستان و چانخام[۲]، ۲۰۱۶).

از این رو روش های پیش بینی همواره ابزاری مهم در دست آینده پژوهان بوده است (آسانوپولیوسو هیدمن[۳]،۲۰۱۷). روش های کمی پیش بینی خود به دو دسته استفاده از دانش ریاضی و هوشمند تقسیم میشود که هرکدام دارای مزایا و معایبی می باشند. پیش بینی به عنوان یکی از عناصر کلیدی مدیریت و آینده پژوهی ، ابزاری برای آینده پژوهی پارامترها و متغیرهای لازم در یک محدوده سیستمی می باشد، فرآیند پیش بینی اطلاعات فرایند تصمیم و سناریو سازی را مهیا می سازد. پیش بینی یکی از ابزارهای مهم در جهت اخذ تصمیمات استراتژیک در بین مدیران و تصمیم گیران است(چینگ وای و همکاران[۴]، ۲۰۱۷). از روش های پیش بینی در حوزه های مختلف اقتصادی و اجتماعی استفاده می شود که عمده استفاده از این روش ها در تحلیل و آینده پژوهی سیستم های انرژی است.انرژی یکی از محورهای اصلی توسعه و پیشرفت جوامع بشری به شمار می رود و به همیین دلیل از اهمیت راهبردی در روابط میان کشورها برخوردار است(پورسلیم و شیرزادی ، ۱۳۹۵). در این دوره انرژی به پیش نیاز تحقق برنامه های توسعه در کشورهای مختلف تبدیل شده است. انرژی و تامین آن از ارکان بنیادی هر جامعه صنعتی محسوب می شود به نحوی که بدون وجود انرژی کافی، کارآمد و در دسترس، توسعه صنعتی متصور نیست(امیدی و همکاران، ۱۳۹۵). به بیانی دیگر انرژی به خصوص نفت در حال حاضر به پایه قدرت و ثروت جهانی تبدیل شده است و نقش اساسی در تعیین جایگاه کشورها در سلسله مراتب قدرت و ثروت جهان ایفا می کند(ذوالنور و متین، ۱۳۹۴).نفت ماده‌ای است که به‌صورت فراگیر در بیشتر فعالیت‌های اقتصادی و صنعتی زیربنای انجام کار قرار می‌گیرد و به دلیل همین نقش عمده، تقاضای این کالا و تغییرات آن (افزایش یا کاهش) در بازارهای بین‌المللی سبب تغییر در قیمت و تقاضای سایر کالاها و خدمات می‌شود(رونالد[۵] و همکاارن،۲۰۱۵). لذا بررسی روند این تغییرات تقاضای نفت کشورهای عضو اوپک و شناسایی عوامل تأثیرگذار بر میزان تقاضای آنان برای نفت خام و تلاش برای پیش‌بینی آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. از سال ۱۹۷۰ که انرژی توجه سیاست‌گذاران را در اثر اولین بحران نفتی به خود جلب کرد، مطالعه و تحقیق بر روی تقاضای انرژی به‌منظور غلبه بر دانش محدود درباره طبیعت تقاضای انرژی و واکنش آن در مواجهه با شوک‌های خارجی، به‌طور وسیعی افزایش یافت. از آن زمان، بحث پویا و زنده میان مهندسین و اقتصاددانان فعال در زمینه انرژی منجر به تحولات مهمی در روش‌هایی برای غنی‌تر شدن فرایند تصمیم‌گیری انرژی به‌عنوان یک مجموعه کل گردید و طیف گسترده‌ای از مدل‌ها برای تحلیل و پیش‌بینی تقاضای انرژی ابداع و در دسترس محققین قرار گرفت(قاسان و الحاجوج[۶]، ۲۰۱۶). پیش‌بینی تقاضای انرژی برای برنامه‌ریزی انرژی، تنظیم راهبرد و تعریف و توصیه سیاست‌های انرژی نه‌تنها برای کشورهای درحال‌توسعه (که با چالش داده‌های موردنیاز و نهادهای لازم و مدل‌های مقتضی روبرو هستند) ضروری است، بلکه برای کشورهای توسعه‌یافته (که این محدودیت‌ها در آن‌ها کمتر است) نیز یک مؤلفه اساسی به‌شمار می‌رود(مارک واتر[۷]، ۲۰۱۷). لذا در سال‌های اخیر، مطالعات فراوانی در زمینه‌پیش‌بینی تقاضای انرژی با استفاده از تکنیک‌های نوین محاسباتی در جهت غلبه بر مسائل مرتبط با روند غیرخطی و پر نوسان تقاضای انرژی و متغیرهای توضیحی آن انجام شده است (سهرابی وفا و همکاران ،۱۳۹۲).

سبد نفتی اوپک میانگین وزنی نفت خام تولید شده در کشورهای عضو اوپک است.که شامل نفت ساهاران

بلند [۸] کشور الجزایر ،نفت میناس[۹] کشور اندونزی، نفت سنگین ایران[۱۰]، نفت سبک بصره[۱۱] متعلق به کشور عراق، نفت صادراتی کویت[۱۲]، نفت اس سایدر[۱۳] کشور لیبی، نفت بونی[۱۴] کشور نیجریه، نفت مارین قطر[۱۵]، نفت سبک عرب[۱۶] متعلق به کشور عربستان صعودی، نفت موربان[۱۷] کشور امارات متحده عربی نفت BCF17 کشور ونزوئلا و نفت اکوادور می باشد(انصاری، ۲۰۱۷). پیش‌بینی تقاضای انواع مختلف حامل‌های انرژی از مباحثی است که به‌ویژه پس از جنگ جهانی دوم موردتوجه محافل علمی و اقتصادی جهان واقع گردیده است(ژیائو چن و همکاران[۱۸]، ۲۰۱۷). نقش مهم انرژی در رشد و توسعه اقتصادی عامل اصلی چنین توجهی بوده است و ازاین‌رو ادبیات تقاضای انرژی روند روبه رشد و تکاملی را در چند دهه اخیر داشته است. در میان حامل‌های مختلف انرژی، نفت خام از اهمیت بیشتری برخوردار است، چون عمده نیازهای انرژی جهان از نفت خام تأمین می‌شود (جواهری و رضایی، ۱۳۸۹). روش‌های مختلفی برای پیش‌بینی متغیرهای اقتصادی وجود دارد که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به پیش‌بینی‌های صورت گرفته در چارچوب تحلیل‌های سری زمانی اشاره نمود. که در این میان روش‌های ARIMA و VAR از پرکاربردترین روش‌های پیش‌بینی سری زمانی می‌باشند. به علاوه امروزه توجه به کاربرد روش‌های هوش مصنوعی وابزارهای مدل‌سازی در حوزه اقتصاد به‌طور فزاینده‌ای در حال افزایش است. در چند دهه گذشته عناوین شبکه‌های عصبی، الگوریتم ژنتیک، الگوریتم بهینه‌سازی انبوه ذرات و منطق فازی از موضوعاتی بوده‌اند که توجه بسیاری از محققان را به خود جلب کرده است. الگوریتم جستجوی گرانشی روشی جدید از دسته الگوریتم‌های جستجوی ابتکاری می‌باشد و به دلیل برتری‌ای که بر دیگر الگوریتم‌ها دارد، یکی از پرکاربردترین الگوریتم‌ها در علوم مختلف است. این الگوریتم قدرتمند که با الهام از قانون گرانش طبیعت، پیشنهاد شده است یک رهیافت نوین برای حل مسائل بهینه‌سازی است(بهرنگ و همکاران، ۲۰۱۱).

در این تحقیق تقاضای جهانی برای نفت اوپک در قالب سه الگوی ARIMAX[۱۹]، SVAR[۲۰] و GSA[۲۱] مورد پیش‌بینی قرار می‌گیرد. سپس با استفاده از سه معیار مجموع مربعات خطا (MSSE)[۲۲]، میانگین قدر مطلق خطا (MAE)[۲۳] و معیار میانگین درصد قدر مطلق خطا (MAPE)[۲۴] توانایی و دقت هرکدام از این الگوها در پیش‌بینی تقاضا برای نفت اوپک محاسبه می‌شود و بهترین الگو در پیش‌بینی تقاضای نفت انتخاب خواهد شد. نهایتا تقاضای نفت اوپک با استفاده از سه الگو مذکور تا سال ۲۰۱۹ مورد پیش‌بینی قرار می‌گیرد.

۲- مرور ادبیات

بازارهای نفتی یکی از پیچیده ترین، پرتلاطم ترین و غیرشفاف ترین بازارهای مالی بین المللی محسوب می شوند(چاندا [۲۵]و همکاران، ۲۰۱۷). پیشبینی قیمت، تقاضا و عضه دربهینه سازی تولید و استراتژی آینده بازارهای مالی نقش مهمی را ایفا میکند و اینا همیت در مورد کالای استراتژیکی مانند نفت چندین برابر میشود. در زمینه پیش بینی کمیت های اقتصادی نفت با استفاده از مدل های مختلف، مطالعات موردی گوناگونی انجام گرفته است .

شهبازی و سلیمیان (۱۳۹۴) به پیش‌بینی قیمت نفت با استفاده از روش متا آنالیز و مقایسه آن با سایر روش‌ها پرداختند. در آن پژوهش از نتایج روش‌های ARMA ، ARفازی، تاناکا فازی، حداقل مربعات فازی، شبکه عصبی، داده‌های شبیه‌سازی شده و داده‌کاوی مربوط به قیمت‌های پیش‌بینی شده نفت در بازار بورس برنت از سال ۲۰۰۴تا ۲۰۱۳ میلادی استفاده شد. نتایج نشانداد دقت روش متا آنالیز به مراتب بالاتر از سایر روش‌های خطی و غیرخطی است و کمترین میزان اختلاف با داده‌های واقعی را دارد.

جوانمرد و همکاران (۱۳۹۳) به پیش بینی قیمت نفت خام با استفاده از مدل خاکستری پرداختند، هدف پژوهش آن ها معرفی و استفاده از مدل های پیش بینی خاکستری برای پیش بینی قیمت نفت خام اوپک و مقایسه دقت این مدل ها در پیش بینی قیمت نفت خام بود نتایج حاصله نشان داد که مدل چرخشی و مدل متداول خاکستری، مدل های مناسبی برای پیش بینی قیمت نفت محسوب می شود و از دقت بالایی برخوردار است.

یوسفی و همکاران (۱۳۹۲) تقاضای نفت در ایران را با استفاده از روش، شبکه عصبی مصنوعی (ANN[۲۶]) ، مدل‌سازی و پیش‌بینی کرده‌اند یافته‌های تحقیق با استفاده از مدل مذکور با مدل ARMAX مقایسه گردیده تا میزان دقت پیش‌بینی شبکه عصبی مورد ارزیابی علمی قرار گیرد. نتیجه مطالعه نشان داد که مدل شبکه عصبی مصنوعی از دقت بیشتری در پیش‌بینی تقاضای نفت خام ایران برخوردار است. همچنین در این مقاله متغیرهای تعیین‌کننده تقاضای نفت خام در کشورهای منتخب عضو اوپک مورد مقایسه قرارگرفته است تا مشخص گردد که آیا عوامل تعیین‌کننده تقاضای نفت خام ایران در سایر کشورها نیز مشابه است؟ برای این کار از ضریب همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن استفاده شده است، نتایج حاصل نشان می‌دهد مقدار این ضریب برای کشورهای منتخب نسبت به ایران نزدیک به یک است که بر آن دلالت می‌کند که متغیرهای استفاده شده در این تحقیق در سایر کشورهای مشابه نتایج یکسانی به‌دست داده است.

ابریشمی و همکاران (۱۳۹۲) قیمت نفت خام را با استفاده از متدولوژی جدیدی پیش‌بینی کرده‌اند. روش فوق ترکیبی از تبدیل موجک و مدل‌هایARMAX ، رگرسیون هارمونیک و مدل هلت-وینترز است که به‌طور هم‌زمان برای پیش‌بینی سری زمانی قیمت نفت خام به کار رفته شده‌اند. پیش‌بینی‌های به‌دست آمده با استفاده از مدل پیشنهادی با پیش‌بینی‌های حاصل از روش ARMAXمقایسه گردیده است. نتایج حاکی از آن است که مدل مورد استفاده در این تحقیق، پیش‌بینی صحیح‌تر و با خطای کمتری برای قیمت نفت خام ارائه می‌دهد.

گلستانی و همکاران (۱۳۹۱) میزان تقاضای نفت اوپک را با استفاده از الگوهای سری زمانی شامل مدل برداری خود رگرسیونی(VAR) ، مدل خود توضیحی جمعی میانگین متحرک (ARIMA) و الگوی جایگزین، شبکه عصبی مصنوعی با به‌کارگیری داده‌های ماهانه از ماه اول ۲۰۰۱ تا ماه دهم ۲۰۱۰ پیش‌بینی کردند. برای سنجش توانایی قدرت پیش‌بینی الگوهای سه‌گانه از سه معیار مجموع مربعات خطا، میانگین قدر مطلق خطا و معیار میانگین درصد قدر مطلق خطا استفاده شد. نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد که الگوی VAR با میزان خطای ۶ درصد برای مجموع مربعات خطا، ۱۹ درصد میانگین قدر مطلق خطا و ۵ درصد میانگین درصد قدر مطلق خطا، مناسب‌ترین پیش‌بینی‌ها را برای تقاضای جهانی نفت اوپک دارد.

کرم سلطانی و همکاران(۱۳۹۱) رابطه‌ی پویای نوسانات قیمت طلا و نوسانات قیمت نفت را با استفاده از مدل ARIMAX بررسی کردند، بعد از مقایسه دو روش مدل‌بندی ARIMA و ARIMAX برای نوسانات قیمت نفت به این نتیجه رسیدند که با اضافه کردن متغیر برون‌زای توضیحی و مدل‌بندی به روش ARIMAX می‌توان قدرت پیش‌بینی را بالا برد و پیش‌بینی دقیق‌تری از آینده داشت.

یائو و ژانگ (۲۰۱۷) به پیش بینی قیمت جهانی نفت خام با استفاده از مدل ARIAM و ARIMA-GARCH پرداختند، نتایج تحقیق نشان داد که هر دو روش مورد استفاده دقت مناسبی در پیش بینی قیمت جهانی نفت خام دارد و می توان از این روش ها با اطمینان بالایی در آینده پژوهی قیمت نفت استفاده کرد.

کریستانپولر و مینوتلو [۲۷](۲۰۱۶) از شبکه عصبی ANN و مدل GARCH برای پیش بینی نوسانات قیمت و تقاضا نفت استفاده کردند. نتایج تحقیق نشان داد که استفاده از ترکیب این دو روش به صورت ANN-GARCH مقادیر با دقت بالاتری نسبت به پیش بینی تکی می دهد.

جوزف و باربارا [۲۸](۲۰۱۶) از ساختار جدیدی از شبکه عصبی مصنوعی برای پیش بینی اصلاحی قیمت نفت استفاده کردند. نتایج تحقیق آنان نشان داد استفاده از روش جدید مقادیری پیش بینی با خطای کمتری ارائه میدهد.

توکساری[۲۹] (۲۰۰۷) در مقاله‌ای تحت عنوان «برآورد تقاضای انرژی ترکیه با استفاده از روش بهینه‌سازی کلونی مورچگان» باهدف تخمین ارزش آتی تقاضا انرژی در ترکیه تا سال ۲۰۲۵، به ارائه‌ی توابع خطی و درجه دوم تقاضا انرژی در ترکیه، با استفاده از متغیرهای تولید ناخالص داخلی، جمعیت، صادرات و واردات پرداخته است. نتایج مقایسه نشان داد که تابع درجه دوم با SSE

پایین‌تر، راه‌حل بهتری را در مشاهده داده‌ها فراهم می‌کند.

۳- مبانی نظری و مدلهای پیش بینی

هریک از تکنیک های کمی یا کیفی پیش بینی دارای معایبی می باشند که آینده پژوهی با اعمال تاثیر تکنیک های کیفی پیش بینی بر نتایج به دست آمده از تکنیک های کمی، سعی بر انطباق بیشتر نتایج پیش بینی با واقعیت دارد. آینده پژوهی را می توان در تمامی زمینه هایی که پیش بینی آینده متغیرهای پیچیده ای همچون قیمت، عرضه، تقاضا و غیره در آن مهم است، به کار گرفت. داده های مرتبط با انرژی به لحاظ حجم، قابلیت کاربرد در روش های عددی همچون سری های زمانی و خطوط روند را دارا می باشد و البته از سوی دیگر بدلیل اهمیت خاص موضوع، کارشناسان بسیاری به گمانه زنی ها و پیش بینی های کیفی در زمینه آینده پژوهی آن مشغولند(کریستانپولر و مینوتلو [۳۰]،۲۰۱۶) . همواره میان دو گروه از کارشناسان زمینه پیش بینی و آینده پژوهی اختلاف نظر وجود داشته است که آیا روش های کمی و متکی بر داده های تاریخی ارائه دهنده تخمین های مناسبی از آینده می باشند یا روش های کیفی و مبتنی بر قضاوت. روش های کمی را اغلب روش های بدون غافلگیری نیز می نامند زیرا تنها با استفاده از داده های تاریخی مربوط به رخدادهای بوقوع پیوسته در گذشته اقدام به پیش بینی آینده می کنند و اگر رخدادی در آینده بوقوع بپیوندد که سابقه تاریخی نداشته باشد روش های کمی توانایی پیش بینی تاثیرات آن ها را بر روند موجود ندارند و در واقع هیچگاه آماده غافلگیر شدن نیستند (ابریشمی و همکاران ،۱۳۹۲). منطقی بودن وعلمی بودن، پیش بینی را به دو مسیر متفاوت رهنمون کرده است. اولین مسیر فرایندی است شامل بهره گیری از دانش گذشته و حال ، تعیین الگوها، فرایندها، الگوریتم ها و چارچوب های تغییر و سپس پیش بینی آینده. این رویکرد با اتکا بر داده های گذشته تنها تلاش می کند تا الگوی جریان با تغییر درست را بیابد و آنگاه آینده را با دقت بالا پیش بینی نماید. از تکنیک های متعلق به این رویکرد می توان به همه تکنیک های اقتصاد سنجی، خطوط روند و سری های زمانی اشاره نمود. تمامی این روش های پیش بین در زمره روش های بدون غافلگیری قرار می گیرند، بدین معنی که هیچ گاه انتظاری برای رخ دادن وقایعی که در گذشته اتفاق نیفتاده است، ندارند و همواره آینده را مطابق الگوهای گذشته پیش بینی می نمایند (شهبازی و سلیمیان،۱۳۹۴). مسیر دوم، رویکرد کیفی به مقوله پیش بینی دار. این رویکرد بر این باور است که در بسیاری از زمینه های علمی مقدار پارامتر پیش بینی، وابسته به تعداد بسیار زیادی عامل است که هم شناخت همه آن ها امکان پذیر نیست و هم از الگوی جامع و دقیقی تبعیت نمی نماید. هدف از آینده پژوهی نزدیک کردن این رویکرد به یکدیرگر است. در فاز اول تا آنجا که میتوان بر تکنیک های کمی تکیه می شود و سپس خروجی های به دست آمده بر اساس آینده نگری ها و شهود شخصی خبرگان فن، مورد تحلیل و تاثیر نتایج قرار می گیرد تا هم ایراد غیر دقیق بودن روش های کیفی را پاسخ دهد و هم انعطاف تکنیک های کمی را به وقایع و رخدادهای بدون پیشینه تاریخی افزایش داده و حالت بدون غافلگیری خارج نماید(انصاری، ۲۰۱۷)..

یکی از اهداف اساسی در تخمین یک مدل رگرسیون این است که بتوان تغییرات متغیر درون‌زا را با مقدار معینی از متغیر برون‌زا پیش‌بینی کرد. پیش‌بینی فرایندی است که با استفاده از یک مدل عینی یا ذهنی بتوان یک متغیر را برای گذشته یا آینده برآورد نمود. برای پیش‌بینی یک متغیر اول می‌بایست متغیر را در داخل نمونه پیش‌بینی کرد و بهترین روش را انتخاب نمود. سپس متغیر را بر اساس بهترین مدل برای آینده پیش‌بینی کرد (آسانوپولیوسو هیدمن [۳۱]،۲۰۱۷).

پیش‌بینی عمدتاً به دو دسته تقسیم می‌شود: پیش‌بینی در داخل نمونه و پیش‌بینی خارج از نمونه. در پیش‌بینی داخل نمونه می‌توان متغیر موردنظر را بر اساس یک مدل ریاضی یا کیفی برآورد نمود و سپس آن را با متغیر واقعی مقایسه کرد. این امر قدرت مدل‌های پیش‌بینی را می‌سنجد؛ اما پیش‌بینی خارج از نمونه متغیر موردنظر را برای دوره‌های آتی یا دوره‌های گذشته (خارج از نمونه) برآورد می‌کند. پیش‌بینی یک متغیر را می‌توان به دو روش انجام داد:

- پیش‌بینی توسط مدل‌های عینی مانند مدل‌های ریاضی، آماری و اقتصادسنجی
- پیش‌بینی توسط مدل‌های ذهنی مانند روش‌های دلفی، کارشناسی، استفاده از تجربیات و اطلاعات خبرگان و...

در روش ذهنی نیاز به ارائه مدل ریاضی نیست و به‌صورت کیفی متغیر موردنظر برآورد می‌شود؛ اما معمولاً برای انجام فرایند پیش‌بینی متغیرهای اقتصادی، یعنی برآورد تقریبی یک متغیر اقتصادی در آینده از مدل‌های ریاضی و آماری استفاده می‌گردد. به بیان دیگر در روش عینی ارائه مدل ضروری است.

که بهترین حالت برای پیش‌بینی یک متغیر استفاده از تمام روش‌ها است و پس از پیش‌بینی می‌توان روش‌ها را با مقیاس‌های سنجش پیش‌بینی مقایسه کرد و بهترین روش را انتخاب و از آن برای پیش‌بینی استفاده کرد. در اینجا به معرفی سه روش پیش‌بینی مورد استفاده در این تحقیق پرداخته می‌شود(گلستانی و همکاران، ۱۳۹۱).

۳-۱- مدلARIMAX

مدل ARIMAX به‌عنوان ابزاری برای تجزیه و تحلیل، هم در سری زمانی و هم اقتصادسنجی که روی مولفه‌های رگرسیون و ARIMA تمرکز دارد. با توجه به اینکه استفاده از روش‌های معمولی اقتصادسنجی، مبتنی بر فرض مانایی متغیرهای سری زمانی موجود در مدل می‌باشد و از طرفی دیگر اکثر سری‌های زمانی اقتصاد کلان اغلب نامانا هستند، در اینجا مدل ARIMAX را که حالت تفاضلی مدل ARMAX می‌باشد معرفی می‌شود (وانگستان و چانخام[۳۲]، ۲۰۱۶).

یک مدل کلی که توانایی نمایندگی طبقه گسترده‌ای از سری‌های زمانی نامانا را دارد فرآیند تلفیقی اتورگرسیو میانگین متحرک ARIMA نامیده می‌شود. این فرآیند به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\varphi(1-L)^d y_t = \theta(\mathrm{L})\varepsilon_t \qquad (۱)$$

که در آن، d پارامتر تفاضل‌گیری و عملگر تاخیر می‌باشد به طوریکه $Ly_t = y_{t-1}$ است. برای اینکه این فرآیند مانا و وارون‌پذیر باشد باید ریشه‌های $\theta(\mathrm{L}) = 0$ و $\varphi(\mathrm{L}) = 0$ خارج از دایره واحد بوده و ریشه مشترک نداشته باشند. مدل ARIMA با متغیرهای برون‌زای توضیحی، ARIMAX نامیده می‌شود و به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$(1-\varphi(\mathrm{L}))(1-L)^d(y_t-\beta X_t) = (1+\theta(\mathrm{L}))_{\varepsilon_t} \qquad (۲)$$

که در آن $\varepsilon_t \sim i\cdot i\cdot d\cdot N(\theta,\sigma_\varepsilon^2)$ می‌باشد. مدل ARIMAX امکان ارزیابی تاثیر متغیرهای برون‌زای توضیحی را روی متغیر وابسته فراهم می‌کند(کرم سلطانی و همکاران ،۱۳۹۱).

۳-۲- فرم ساختاری VAR

متدولوژی VAR تا اندازه زیادی به مدل‌های معادلات هم‌زمان شباهت دارد، جز اینکه در این روش با تعدادی متغیرهای درون‌زا سروکار داریم، اما هر متغیر درون‌زا با استفاده از مقادیر گذشته خود و مقادیر با وقفه از تمامی دیگر متغیرهای درون‌زای مدل، توضیح داده می‌شود(چینگ وای و همکاران[۳۳]، ۲۰۱۷). معمولاً هیچ‌گونه متغیر برون‌زایی در مدل وجود ندارد. به‌علاوه مدل VAR رفتار کوتاه‌مدت متغیرها و مقادیر با وقفه خود متغیر را تعیین می‌کند. در یک فرایند خود رگرسیونی مدلی که تخمین زده می‌شود عبارت است از:

$$Y_T = \alpha + \sum_{j=1}^{P}\beta_j Y_{t-j} + \sum_{i=1}^{q}\gamma_i X_{t-i} + U_t \qquad (۳)$$

که در آن U ها جملات تصادفی بوده که در متدولوژی VAR به عکس‌العمل یا تغییر ناگهانی شهرت دارد.

در این تحقیق تقاضای جهانی برای نفت اوپک در چارچوب یک مدل SVAR برآورد می‌گردد؛ که این مدل ترکیب مدل VAR و رگرسیون ساختاری است. در این مدل‌ها پیش‌بینی یک متغیر مثل Y نه‌تنها به مقادیر قبلی خودش بلکه به مقادیر کنونی و گذشته متغیرهای تأثیرگذار بر این متغیر نیز مرتبط است. در مدل‌های SVAR متغیرهای تأثیرگذار می‌توانند به‌صورت درون‌زا و یا برون‌زا در مدل لحاظ گردند. بر این اساس در این مطالعه برای پیش‌بینی به‌جای مدل VAR از مدل SVAR استفاده می‌شود. در این مدل تقاضا برای نفت

اوپک تابعی تولید جهانی، قیمت خود محصول، قیمت کالای جانشین، تولید گروه رقیب، خالص صادرات فرآورده‌های نفتی جهان و جمعیت در نظر گرفته می‌شود. بر این اساس مدل زیر تصریح می‌گردد:

$$D=f(GDP, P, P_g, Q, NX, POP) \quad (۴)$$

که در آن Dتقاضای جهانی برای نفت اوپک،P قیمت نفت اوپک، Q تولید نفت غیر اوپک، P_g قیمت گاز (قیمت کالای جانشین)، GDP تولید جهانی وNX خالص صادرات فرآورده‌های نفتی جهان هستند .

۳-۳- مدل GSA

الگوریتم جستجوی گرانشی، یکی از جدیدترین اعضای خانواده الگوریتم‌های هوش جمعی است که از قوانین جاذبه میان اجرام و حرکت نیوتنی الهام گرفته است. طبق قانون جاذبه نیوتن، هر جسم به اجسام دیگر نیرو وارد نموده، آن‌ها را به سمت خود جذب می‌کند. به‌وضوح هرچه این اجسام بزرگ‌تر و نزدیک‌تر باشند، تأثیر این نیرو بیشتر خواهد بود و درنتیجه هر جسم با استفاده از نیروی جاذبه محل و مقدار جرم سایر اجسام را درک می‌کند، بنابراین می‌توان از این نیرو به‌عنوان رسانه‌ای برای تبادل اطلاعات استفاده کرد. از الگوریتم جستجوی گرانشی در حل مسائل بهینه‌سازی استفاده می‌شود. در این الگوریتم پاسخ‌های موردنظر، اجرام در فضای مسئله هستند، میزان اجرام نیز با توجه به تابع هدف تعیین می‌شود. در ابتدا فضای سیستم مشخص می‌شود که شامل یک دستگاه مختصات چندبعدی در فضای تعریف مسئله است. پس از تشکیل سیستم، قوانین حاکم بر آن مشخص می‌شوند. فرض می‌شود که تنها قانون جاذبه و قوانین حرکت بر این سیستم حاکم هستند. صورت کلی این قوانین تقریباً شبیه به قوانین طبیعت است و به صورت زیر تعریف می‌شوند:

سیستم به‌صورت مجموعه‌ای از m جرم تصور می‌شود. موقعیت هر جرم می‌تواند جوابی برای مسئله باشد. موقعیت بعد d از جرم i با$x_i^d(t)$ نشان داده می شود.

$$X_i = \left(x_i^1 و \dots و x_i^i و \dots و x_i^n\right) \; for\; i = 1و2و3و \dots \dots و m \quad (۵)$$

n در رابطه بالا نشان‌دهنده بعد فضای پاسخ است. در این سیستم در زمان t، به هر جرم i از سوی جرم j در جهت بعد d نیرویی به‌اندازه $f_{ij}^d(t)$ وارد می‌شود. مقدار این نیرو طبق رابطه (۶) محاسبه می‌شود.*G(t)* ثابت گرانش در زمان t وR_{ij} فاصله بین دو جرم i و j می‌باشد. برای تعیین فاصله بین اجرام مطابق با رابطه (۷) از فاصله اقلیدوسی استفاده می‌شود.

$$F_{ij}^d = G(t)\frac{M_{i(t)}.M_{j(t)}}{R_{ij(t)}+\varepsilon}\left[X_j^d(t) - X_i^d(t)\right] \quad (۶)$$

$$R_{ij}(t) = \|X_i(t), X_j(t)\| \quad (۷)$$

در رابطه (۶)، ε یک عدد بسیار کوچک است. نیروی وارد بر جرم i در جهت d در زمان t، برابر با مجموع نیروهایی است که k جرم برتر جمعیت، بر جرم وارد می‌کنند. مقصود از اجرام برتر، عامل‌هایی هستند که دارای برازندگی بیش‌تری باشند.

$$F_i^d(t) = \sum_j \epsilon kbest, j-1\; rand_j t^* F_{ij}^d(t) \quad (۸)$$

در رابطه فوق، kbest بیانگر مجموعه k جرم برتر جمعیت است. همچنین در این رابطه،$rand_j$ عددی تصادفی با توزیع یکنواخت در بازه [۰،۱] است که برای حفظ خصوصیت تصادفی بودن جستجو در نظر گرفته می‌شود. طبق قانون دوم نیوتن، هر جرم در جهت بعد d شتابی می‌گیرد که متناسب است با نیروی وارد بر جرم در آن جهت بخش بر جرم i، رابطه (۹) شتاب جرم i در جهت بعد d در زمان t را نشان می‌دهد.

$$a_i^d(t) = \frac{F_i^d(t)}{M_i(t)} \quad (۹)$$

سرعت هر جرم برابر مجموع ضریبی از سرعت فعلی جرم و شتاب جرم طبق رابطه (۳-۶) تعریف می‌شود.

$$V_i^d(t+1) = rand_i^* V_i^d(t) + a_i^d)(t) \quad (۱۰)$$

$$x_i^d(t+1) = x_i^d(t) + V_i^d(t+1) \quad (۱۱)$$

رابطه فوق(t)v_i^d سرعت بعد d ام عامل i در زمان t و rnd_i عددی تصادفی با توزیع یکنواخت در بازه [۰،۱] است که برای حفظ خصوصیت تصادفی بودن جستجو در نظر گرفته می‌شود. برای ضریب گرانش از رابطه (۱۲) استفاده می‌شود.

$$G(T) = \beta^{\alpha\frac{t}{T}} \qquad (۱۲)$$

در رابطه زیر جرم عامل‌ها بر مبنای تابع هدف تنظیم می‌شود، به‌گونه‌ای که به عامل‌های با شایستگی بیشتر جرم بیشتری نسبت داده می‌شود.

$$m_i(t) = \frac{fit_i\,(t) - worst(t)}{best(t) - worst(t)} \qquad (۱۳)$$

در این رابطه fit_i(t) بیانگر میزان برازندگی جرم i در زمان t است. best(t) و worst(t) به ترتیب بیانگر شایستگی قوی‌ترین و ضعیف‌ترین عامل جمعیت در زمان هستند. درنهایت اندازه جرم عامل‌ها طبق رابطه (۱۳) نرمالیزه می‌شود.

$$M_i(t) = \frac{m_i(t)}{\sum_{j-1}^{n} m_j(t)} \qquad (۱۴)$$

در مسائل کمینه یابی می‌توان از روابط زیر برای محاسبه بهترین و بدترین عامل‌ها استفاده کرد.

$$best(t) = min fit_i \qquad (۱۵)$$

در این تحقیق برای پیش‌بینی تقاضای نفت از متغیرهای، جمعیت، تولید جهانی، قیمت نفت اوپک، قیمت گاز (کالای جانشین)، تولید نفت غیر اوپک، و خالص صادرات فرآورده‌های نفتی جهان استفاده می‌شود(بهرنگ و همکاران، ۲۰۱۱).

۴-۳- معیارهای سنجش قدرت پیش‌بینی

به‌منظور مقایسه قدرت پیش‌بینی و انتخاب بهترین روش پیش‌بینی، از معیارهای مختلف ازجمله، میانگین قدر مطلق خطا (MAE)، میانگین مجذور خطا (MSE) و معیار میانگین درصد قدر مطلق خطا (MAPE) استفاده می‌شود. این معیارها را می‌توان به‌صورت زیر نشان داد.

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^{n} |e_i|}{n} \qquad (۱۷)$$

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^{n} e_i^2}{n} \qquad (۱۸)$$

$$MAPE = \frac{100\%}{n}\sum_{i=1}^{n} \left|\frac{e_i}{y_i}\right| \qquad (۱۹)$$

در این روابط n تعداد پیش‌بینی‌ها،e_i خطای پیش‌بینی است که از تفاوت مقادیر پیش‌بینی شده و مقادیر واقعی به‌دست می‌آید و y_i مقدار واقعی است. از این سه معیار برای سنجش قدرت پیش‌بینی در این تحقیق استفاده خواهد شد.

۴- روش تحقیق

تحقیق حاضر مقابسه ای گذشته نگر است که هدف آن پیش بینی و آینده پژوهی تقاضای جهانی نفت اوپک تست. داده‌های مورد استفاده در این تحقیقداده‌های سری زمانی از سال ۱۹۷۰ تا ۲۰۱۴ می‌باشد؛ که از سایت بانک جهانی، سایت سازمان اوپک و سایت شرکت بی پی گردآوری شده است. و برای برآورد پیش‌بینی تقاضای جهانی نفت خام اوپک از سه روش SVAR، ARIMAX و GSA استفاده شده است. تحلیل داده‌ها در دو مرحله مجزا صورت می‌گیرد. مرحله اول توسط مدل‌های سری زمانی در نرم‌افزار Eviews 8 صورت می‌گیرد. در مرحله بعد تحلیل داده‌ها توسط الگوریتم جستجوی گرانشی در نرم‌افزار Matlab 2015 صورت می‌گیرد. درنهایت نتیجه این دو مرحله به‌عنوان نتیجه‌گیری بیان می‌شود.

۴-۱- بررسی ایستایی داده ها

در بررسی الگوهای سری زمانی فروضی مطرح می‌باشند که اصلی‌ترین فرض چنین الگوهایی ایستایی آن می‌باشد. پذیرفته شدن این فرض برای یک الگو بدین معنا خواهد بود که ساختار الگو در طی زمان تغییر نمی‌کند و همچنین میانگین، واریانس، کواریانس و در نتیجه ضریب همبستگی آن در طول زمان ثابت باقی می‌ماند. می‌توان این گونه بیان کرد که متغیری را مانا می‌دانیم که اگر شوکی به آن وارد شود اثر این شوک موقتی بوده و در طی زمان از بین برود و این متغیر به مقدار تعادلی بلند مدتش باز گردد.

با توجه به توضیحات بیان شده استفاده از روش‌های متداول اقتصادسنجی مانند OLS در کارهای تجربی بر این فرض استوارند که متغیرهای سری زمانی مورد استفاده مانا هستند. از طرفی بسیاری از متغیرهای سری زمانی در اقتصاد مانا نبوده لذا؛ در استفاده از این متغیرها لازم است نسبت به مانایی و یا عدم مانایی آن‌ها اطمینان حاصل نماییم؛ زیرا مانا بودن متغیرهای مورد بررسی از جمله مهم‌ترین نکات در تخمین‌های اقتصاد سنجی می‌باشد. آزمون ریشه واحد دیکی فولر ADF یکی از معمول‌ترین آزمون‌هایی است که امروزه برای تشخیص مانایی یک فرآیند سری زمانی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این قسمت با استفاده از آزمون ریشه واحد دیکی-فولر ADF مانایی متغیرها بررسی شده و نتایج در جداول (۱) و (۲) ارائه شده‌اند. جدول شماره ۱ گویای این واقعیت است که تمامی متغیرها در سطح مانا نمی‌باشند.

جدول ۱- نتایج آزمون دیکی فولر متغیرها در سطح

متغیر	میزان آماره	prob
D	-۱/۴۷	۰/۵۳
POP	-۴/۴۳	۰/۰۰۰۸
GDP	-۲/۸۹	۰/۰۵۲
Q	-۳/۴۵	۰/۰۱
P	۰/۱	۰/۹۶
P_g	-۲/۱۲	۰/۲۳
NX	-۰/۶۲	۰/۸۵

ماخذ: محاسبات محقق

جدول ۲- نتایج آزمون دیکی فولر متغیرها در تفاضل مرتبه اول

بازه زمانی	میزان آماره	prob
D	-۵/۳۸	۰۰۰۰
POP	-۵/۰۹	۰/۰۰۰۱
GDP	-۴/۹۶	.۰۰۰۲
Q	-۴/۳۳	۰/۰۰۱
P	-۷/۸	۰/۰۰۰۰
P_g	-۹/۵۱	۰/۰۰۰۰
NX	-۷/۹۱	۰/۰۰۰۰

ماخذ: محاسبات محقق

با توجه به جدول ۱و ۲ چون متغیرهای تحقیق در سطح نامانا هستند؛ در ادامه لازم است وجود بردار بلندمدت ما بین متغیرهای تحقیق مورد بررسی قرار گیرد. در صورت وجود چنین برداری در برآورد مدل‌های رگرسیونی نیازی به تفاضل‌گیری از داده‌های تحقیق وجود ندارد.

جهت بررسی وجود بردار بلندمدت لازم است پسماند تابع تولید در سطح مانا باشد. نتایج این محاسبات در جدول شماره ۳ ارائه شده است.

جدول۳- نتایج آزمون هم انباشتگی

متغیر	ADF آماره	احتمال	نتیجه آزمون فرض	نتیجه
پسماند مدل تابع تقاضای جهانی نفت	-۷/۰۳	۰/۰۰۰۰	پایا	I(0)

ماخذ: نتایج تحقیق

با توجه به مانا بودن جزء اخلال تابع تقاضای جهانی نفت، می‌توان بیان داشت که رابطه بلندمدتی میان متغیرهای تحقیق وجود دارد. در نتیجه نیازی به تفاضل‌گیری از داده‌ها وجود ندارد.

۵- برآورد مدل ARIMAX

در مدل‌های ARMA متغیر وابسته و متغیرهای توضیحی وقفه‌های متفاوت متغیر وابسته(AR) و خطاهای دوره گذشته (MA)با توجه به اینکه برآورد مدل‌های ARMA و ARIMA نیاز به یافتن وقفه بهینه دارد و یافتن وقفه بهینه بر اساس مینیمم شدن شاخص آکاییک صورت می‌گیرد.

با توجه به نتایج جدول ۱ چون متغیر تقاضای جهانی نفت نامانا است در برآورد مدل از روش ARIMA استفاده گردید. بر این اساس در جدول شماره ۴، ابتدا نتیجه مدل ARIMA ارائه شده است.

جدول ۴- برآورد مدل آریمای با وقفه بهینه

***ARIMA*(۴,۸)**

متغیر	ضریب	خطای استاندارد	آماره t	Prob
C	۰,۲۹۲۷۵۸	۰,۰۷۳۷۹۵	۳,۹۶۷۱۹۸	۰,۰۰۰۴
AR(1)	۱,۰۱۷۰۱۴	۰,۱۶۸۷۶۱	۶,۰۲۶۳۳۸	۰,۰۰۰۰
AR(2)	۰,۱۱۸۴۲۸	۰,۲۶۳۶۷۷	۰,۴۴۹۱۳۹	۰,۶۵۶۴
AR(3)	-۰,۰۹۳۴۰۱	۰,۲۴۶۸۳۱	-۰,۳۷۸۳۹۹	۰,۷۰۷۶
AR(4)	-۰,۱۶۵۶۸۳	۰,۱۴۷۶۹۰	-۱,۱۲۱۸۲۸	۰,۲۷۰۳
MA(1)	-۱,۲۰۴۷۵۵	۰,۰۶۱۸۶۲	-۱۹,۴۷۴۷۹	۰,۰۰۰۰
MA(2)	-۰,۰۷۲۲۹۳	۰,۱۲۹۷۳۱	-۰,۵۵۷۲۵۴	۰,۵۸۱۲
MA(3)	-۰,۰۷۷۴۲۸	۰,۱۲۹۱۸۳	-۰,۵۹۹۳۶۹	۰,۵۵۳۱
MA(4)	۰,۰۳۴۲۸۲	۰,۱۲۸۶۸۳	۰,۲۶۶۴۰۵	۰,۷۹۱۶
MA(5)	-۰,۰۵۵۰۳۹	۰,۱۳۷۴۳۳	-۰,۴۰۰۴۸۱	۰,۶۹۱۵
MA(6)	۰,۱۴۴۴۹۹	۰,۱۳۹۸۲۶	۱,۰۳۳۴۲۳	۰,۳۰۹۲
MA(7)	۱,۰۸۴۳۹۴	۰,۱۴۷۱۷۰	۷,۳۶۸۳۱۵	۰,۰۰۰۰
MA(8)	-۰,۸۵۱۵۴۱	۰,۰۶۹۸۳۵	-۱۲,۱۹۳۶۴	۰,۰۰۰۰
R^2	۰,۸۰			
DW	۲,۲۶			
F	۱۱,۱۶			

بر اساس نتایج جدول شماره ۴، وقفه بهینه در مدل تقاضای جهانی نفت، (۸ و۴) ARIMAتعیین گردید. با توجه به اینکه مدل‌های ARIMA بیانگر مدل‌های سری زمانی هستند؛ بنابراین می‌توان ادعا نمود. به ترتیب وقفه اول تا چهارم متغیر وابسته به اندازه ۱,۰۱۷، ۰,۱۱۸، ۰,۰۹۳۴۰۱-و ۰,۱۶۵۶۸۳- درصد بر متغیر وابسته اثرگذار است. ضریب تعیین این مدل ۰/۸۰ است یعنی ۸۰ درصد تغییرات متغیر وابسته توسط متغیرهای وقفه گذشته متغیر وابسته و اجزا اخلال دوره‌های گذشته، حاضر در مدل توضیح داده می‌شوند. آماره دوربین واتسون هم ۲/۲۶ می‌باشد و بیانگر آن است که خود-همبستگی میان اجزاء اخلال وجود ندارد. آماره نیکویی برازش F نیز بیانگر این قضیه است که مدل به صورت کلی تصریح خوبی دارد و تمامی متغیرهای مدل نمی‌توانند همزمان صفر باشند. در ادامه اثر متغیرهای برونزا در این مدل بهینه سنجیده شده است:

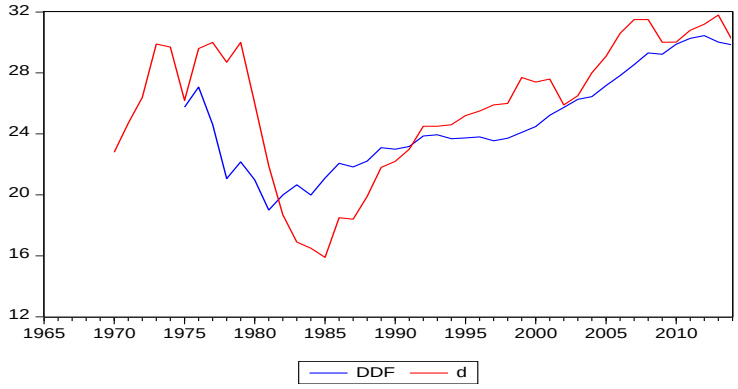
جدول ۵- برآورد مدل آریماکس با وقفه بهینه

***ARMA*(۴و۸)**

متغیر	ضریب	خطای استاندارد	آماره t	Prob
NX	۰,۶۰۲۵۲۸-	۰,۳۰۸۰۹۷	۱,۹۵۵۶۴۶-	۰,۰۶۱۳
P	۰,۰۰۹۴۹۸	۰,۰۱۷۰۳۸	۰,۵۵۷۴۴۳	۰,۵۸۲۰
PG	۰,۰۹۸۵۹۱	۰,۱۴۵۹۴۹	۰,۶۷۵۵۱۹	۰,۵۰۵۳
POP	۰,۰۴۱۴۰۳-	۴۷,۲۱۶۷۷	۰,۰۰۰۸۷۷-	۰,۹۹۹۳
Q	۰,۰۴۳۳۱۵	۰,۳۳۲۶۱۶	۰,۱۳۰۲۲۵	۰,۸۹۷۴
GDP	۰,۰۲۲۱۴۳-	۲۳,۵۰۹۸۰	۰,۰۰۰۹۴۲-	۰,۹۹۹۳
C	۰,۷۳۸۳۱۱-	۱۷۲,۴۳۵۵	۰,۰۰۴۲۸۲-	۰,۹۹۶۶
AR(1)	۰,۲۳۵۰۲۸	۰,۸۲۲۸۳۹	۰,۲۸۵۶۳۱	۰,۷۷۷۴
AR(2)	۰,۵۰۶۹۷۵-	۰,۲۵۸۹۱۳	۱,۹۵۸۰۹۰-	۰,۰۶۱۰
AR(3)	۰,۴۸۲۳۶۴	۰,۲۰۸۴۰۹	۲,۳۱۴۵۰۵	۰,۰۲۸۸
AR(4)	۰,۲۲۵۷۰۶-	۰,۵۱۴۲۳۰	۰,۴۳۸۹۲۱-	۰,۶۶۴۳
MA(1)	۰,۰۵۱۰۶۲-	۰,۸۴۳۱۰۶	۰,۰۶۰۵۶۴-	۰,۹۵۲۲
MA(2)	۰,۹۲۵۰۹۷	۰,۳۱۳۹۶۱	۲,۹۴۶۵۲۹	۰,۰۰۶۷
MA(3)	۰,۳۴۳۷۹۳-	۰,۵۸۸۸۸۲	۰,۵۸۳۸۰۷-	۰,۵۶۴۴
MA(4)	۰,۱۰۹۷۷۰-	۰,۳۹۹۳۸۰	۰,۲۷۴۸۵۱-	۰,۷۸۵۶
MA(5)	۰,۴۹۶۱۳۸-	۰,۲۷۰۲۴۲	۱,۸۳۵۸۹۹-	۰,۰۷۷۸
MA(6)	۰,۷۳۲۵۶۹-	۰,۴۵۶۹۰۹	۱,۶۰۳۳۱۶-	۰,۱۲۰۹
MA(7)	۰,۰۴۵۲۶۱	۰,۵۴۷۰۲۱	۰,۰۸۲۷۴۲	۰,۹۳۴۷
MA(8)	۰,۲۳۷۰۲۲-	۰,۳۰۲۷۰۷	۰,۷۸۳۰۰۷-	۰,۴۴۰۷
R^2	۰,۸۰			
DW	۲,۲۶			
F	۱۱,۱۶			

به علت این‌که متغیرهای درون‌زا به‌صورت برون‌زا وارد مدل شدن نتوانسته‌اند اثر واقعی خود را نمایش دهند. در ضمن چون این مدل خطی است توانایی توضیح‌دهندگی روابط غیرخطی اندکی را دارد و در نهایت چون هدف پیش‌بینی است نه سیاستگذاری معناداری ضرایب چندان مورد اهمیت نمی‌باشد.

در ادامه اقدام به ارائه پیش‌بینی بر اساس روش ARIMAX با داده واقعی نموده‌ایم. نمودار شماره ۱. مقایسه تقاضای جهانی واقعی و پیش بینی شده با مدل ARIMAX را نشان می‌دهد که در آن dتقاضای جهانی واقعی وDDF تقاضای پیش‌بینی شده با مدل ARIMAX را نشان می‌دهد.



نمودار شماره ۱- مقایسه تقاضای جهانی واقعی و پیش بینی شده با مدل ARIMAX

۵-۱- تخمین مدل SVAR

پس از انتخاب متغیرهای مورد استفاده در مدل و نیز تست مانایی، مسئله مهم در مدل VAR، تعیین طول وقفه بهینه است. در این مطالعه با توجه به اینکه حجم مشاهدات کمتر از ۱۰۰ است می‌توان از معیارهای شوارتز (SC)، آکاییک (AIC)، حنان کویین (HQ)، استفاده نمود. جدول شماره ۶، معیارهای اطلاعاتی آکاییک، شوارتز و حنان کویین برای وقفه‌های صفر تا پنج را به نمایش گذاشته است.

با توجه به محدود بودن تعداد داده‌ها و اطلاعات از شاخص آکاییک جهت تعیین وقفه بهینه استفاده خواهد شد در نتیجه با توجه به نتیجه جدول شماره ۶، وقفه بهینه ۵، تعیین شده است.

در ادامه اقدام به اعمال قیود در معادله رگرسیون بدون قید می‌نماییم. اعمال قیود به محقق کمک می‌نماید نحوه واکنش سایر بازارها را در صورت اعمال قید بر مدل بدون قید مشاهده کند. برای دست یافتن به این نتیجه لازم است با توجه به وجود ۷ متغیر ۲۸ قید در معادله VAR اعمال گردد.

۵-۲- برآورد ضرایب بلند مدت در مدل SVAR

در ادامه اقدام به ارائه پیش‌بینی بر اساس روش SVAR با داده واقعی نموده‌ایم.

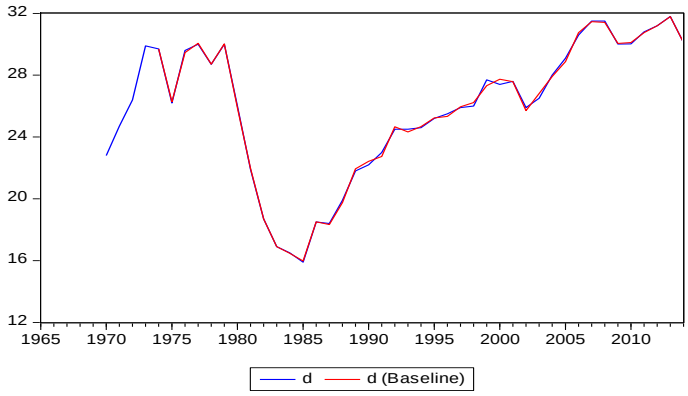
نمودار (۲) تقاضای واقعی و پیش‌بینی شده را با استفاده از مدل SVAR نشان می‌دهد که d(Baseline) تقاضای واقعی و d تقاضای پیش‌بینی شده با استفاده از مدل SVAR را نشان می‌دهد.

جدول شماره ۶- تعیین وقفه بهینه مدل

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
۰	۲۱۵,۲۳۸۵-	NA	۰,۰۰۰۱۵۸	۱۱,۱۱۱۹۳	۱۱,۴۰۷۴۸	۱۱,۲۱۸۷۹
۱	۱۷۷,۷۲۴۷	۶۲۸,۷۴۱۲	e-125,57	-۶,۰۸۶۲۳۴	۳,۷۲۱۸۰۳-	۵,۲۳۱۳۳۱-
۲	۲۴۹,۱۵۳۰	۸۹,۲۸۵۳۶	e-122,29	-۷,۲۰۷۶۴۹	۲,۷۷۴۳۴۰-	۵,۶۰۴۷۰۵-
۳	۳۳۴,۹۳۷۴	۷۷,۲۰۶۰۰	e-137,24	-۹,۰۴۶۸۷۱	۲,۵۴۴۶۸۵-	۶,۶۹۵۸۸۶-
۴	۴۹۳,۱۱۳۹	۸۶,۹۹۷۰۶	e-141,77	-۱۴,۵۰۵۶۹	۵,۹۳۴۶۳۱-	۱۱,۴۰۶۶۷-
۵	۱۹۴۵,۹۵۷	۲۹۰,۵۶۸۶ *	e-42*۱,۱۷	-۸۴,۶۹۷۸۴*	٭۷۴,۰۵۷۹۰-	٭۸۰,۸۵۰۷۷-

جدول ۷- برآورد ضرایب بلند مدت در مدل *SVAR*

DD	NX	P	PG	POP	Q	GDP
1	۹,۹۲۹۷۵۸	-۰,۲۱۷۷۶۹	۱,۰۶۹۷۲	۱۲۲,۱۸۵۵	-۱,۹۵۴۳۸	۱۴,۲۹۹۷۸
انحراف معیار	۲,۷۵۹۶۱	۰,۰۸۵۴۵	۰,۶۵۶۵۶	۲۰۶,۸۹۲	۰,۵۰۷۲۷	۱۱۶,۱۲۹
آماره T	۳,۵۹۸۲۴۷	-۲,۵۴۸۴۹۶	۱,۶۲۹۲۸	۰,۵۹۰۵۷۶	-۳,۸۵۲۷۴	۰,۱۲۳۱۳۷



نمودار شماره ۲

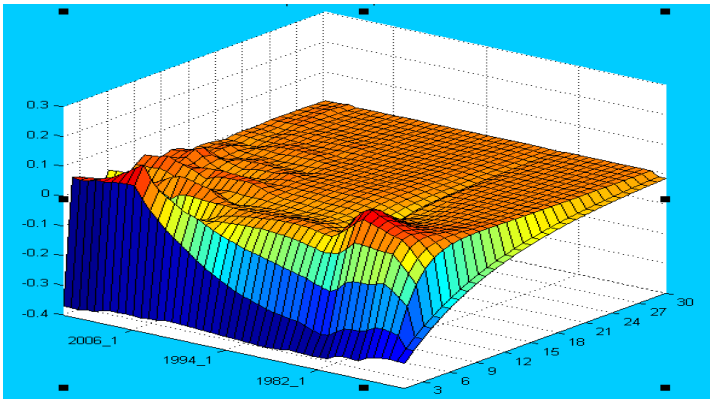
با مقایسه نمودار۱ و ۲ مشاهده می‌گردد دقت مدل SVAR از دقت مدل ARIMAX بالاتر است، به عبارتی درون‌زا نمودن متغیرهای تولید ناخالص جهانی، قیمت نفت اوپک، قیمت گاز (کالای جانشین)، جمعیت، خالص صادرات فرآورده‌های نفتی جهان موجب بهبود نتایج شده است.

۵-۳- تخمین مدل GSA

در ادامه بر اساس کد متلب اقدام به پیش بینی تقاضای جهانی نفت با استفاده از روش GSA خواهد شد.

نمودار ۳ فرایند بهینه یابی تابع تقاضای نفت را در دوره مورد بررسی نمایش داده است. با توجه به نمودار مشاهده می‌گردد با گذر زمان در طی دوره مورد بررسی (محور افقی) میزان توضیح دهندگی (محور ارتفاع) مدل بهبود یافته است.

در ادامه اقدام به ارائه ضرایب مدل GSA و مقایسه پیش بینی مدل GSA با داده واقعی ارائه شده است.



نمودار شماره ۳- مسیر بهینه یابی تقاضای جهانی نفت با GSA

جدول ۸- نتیجه ضرایبGSA

نام متغیر	ضریب
GDP	۲۷۲,۵۷۲۷
NX	۱,۲۶۵۷۳۳
P	-۰,۰۷۵۶۳۵
Q	-۰,۸۳۶۳۱۷
PG	۰,۶۲۶۲۵۱
POP	۴۲۸,۶۲۵۵

با مقایسه نمودار شماره ۴، ۲ و ۱ مشاهده می‌شود بالاترین دقت در داده‌های تحقیق حاضر مربوط به SVAR بوده، سپس مدل GSA و در نهایت ARIMAX کمترین دقت برآورد را دارا است.

۵-۴- مقایسه دقت مدل های تحقیق

دقت روش های پیش بینی نشان می دهد که بالاترین دقت در پیش بینی متعلق به روش SVAR، و ARIMAX کمترین دقت برآورد را دارا است.

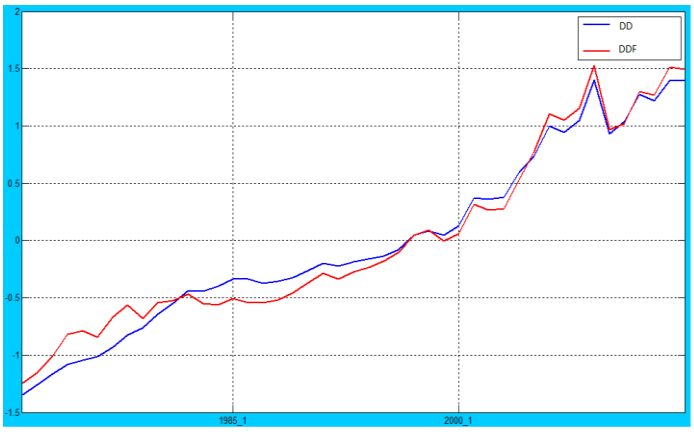
در ادامه در جدول زیر میزان خطای پیش‌بینی هر مدل نمایش داده شده است.

با توجه به جدول ۹ مشاهده می‌گردد دقت مدل SVAR از سایر مدل‌های تحقیق بالاتر است در نتیجه جهت ارزیابی نتایج تحقیق از نتایج این مدل استفاده خواهد شد.

در نهایت بر اساس مدل های فوق اقدام به پیش بینی تقاضای نفت برای دوره زمانی ۲۰۱۴ تا ۲۰۱۹ شده است.

برای پیش‌بینی برون نمونه‌ای تا سال ۲۰۱۹ ابتدا متغیرهای مستقل را با استفاده از مدل آریما تا سال ۲۰۱۹ پیش‌بینی شده است و در ادامه اقدام به پیش‌بینی تقاضای جهانی نفت با استفاده از سه روش مذکور تا سال ۲۰۱۹ شده است.

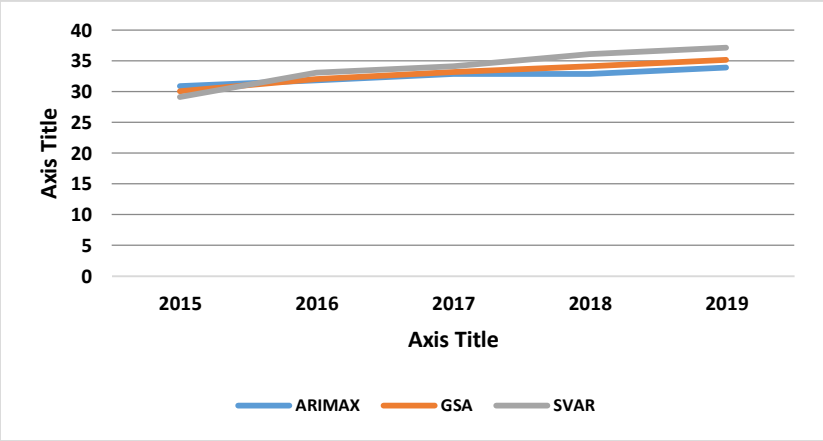
با توجه به نتایج هر سه مدل مشاهده می‌شود تقاضای جهانی نفت با استفاده از هر سه روش رو به افزایش است. اگر ملاک دقت را لحاظ نماییم مشاهده می‌گردد تقاضای جهانی نفت بر اساس مدل svar شیب بیشتری داشته و بر این اساس میزان تقاضای نفت را بیشتر نمایش می‌دهد. این شیب تند از سال ۲۰۱۶ به بعد ملایم شده است که این می‌تواند هشداری برای کشورهایی باشد (که عضو اوپک هستند) که نفت بیش‌ترین سهم را در صادرات آن کشورها دارد و برنامه‌های بلند مدت و بودجه‌های سالانه‌ی خود را بر اساس درآمدهای نفتی تنظیم می‌کنند.



نمودار شماره ۴- مقایسه تقاضای جهانی واقعی و پیش بینی شده با مدل GSA

جدول ۹- مقایسه میزان خطاهای مدل‌ها

نام مدل	$MSE = \frac{\sum_{i=1}^{n} e_i^2}{n}$	$MAE = \frac{\sum_{i=1}^{n} \lvert e_i \rvert}{n}$	$MAPE = \frac{100\%}{n} \sum_{i=1}^{n} \lvert \frac{e_i}{y_i} \rvert$
ARIMAX	۸,۸۱	۲,۳۴	۹,۷
SVAR	۰,۰۲	۰,۱۱	۰,۰۸
GSA	۳,۱۱	۱,۰۶	۳,۱۴



نمودار شماره۵- پیش بینی برون نمونه ای با هر سه مدل

۶- بحث و نتیجه گیری

رشد سریع تکنولوژی و جهانی شدن بازارهای مالی و اهمیت استراتژیک کالایی مانند نفت، نیاز به پیشبینی دقیق و کارای تقاضا نفت را چندین برابر میکند.کشورهای اوپک با در اختیار داشتن ۸۱ درصد و کشورهای خاورمیانه ۴۹ درصد ذخایر نفت جهان همچنان در کانون توجه عرضه‌کنندگان فعلی و آتی نفت قرار خواهند داشت. سهم تولید اوپک در تولید جهانی نفت در سال ۲۰۱۵ در سطح ۳۵/۰۶ درصد قرار داشته و پیش‌بینی می‌شود که به حدود ۴۰/۵۳ درصد برسد؛ بنابراین اوپک در یک‌چشم انداز ۲۵ ساله همچنان تأثیرگذار عمده در بازارهای جهانی نفت خواهد بود. از این رو انجام پیش‌بینی‌های دقیق در ارتباط با میزان تقاضا برای نفت این سازمان امری لازم و حیاتی است. با توجه به تغییرات سریع محیط های اقتصادی سیاسی و اجتماعی در کشورهای تولیدکننده و مصرف کننده نفت پیش بینی کنندگان را از نظر تأمین داده های لازم به منظور حصول نتایج تحقیق و کارا دچار مشکل کرده است و از آنجا که با شرایط اجتماعی، اقتصادی و سیاسی امروزه دقت روش های پیش بینی در بازارهای مالی بسیار مهم است ، ازاینرو، محققان برآن شده ا ند به دنبال مدلهایی با دقت بالا باشند. بر این اساس در این مطالعه به منظور پیش‌بینی تقاضای جهانی برای نفت اوپک، ابتدا تقاضای جهانی برای نفت این سازمان بر اساس سه مدل ARIMAX، SVAR و الگوریتم جستجوی گرانشی (GSA) مورد پیش‌بینی قرار گرفته شد. سپس با بکارگیری سه معیار مجموع مربعات خطا، میانگین قدرمطلق خطا و میانگین درصد قدرمطلق خطا بهترین مدل انتخاب گردید. نتایج بیانگر آن است که مدل SVAR از میان این سه مدل توانایی بیش‌تری را برای پیش‌بینی تقاضای جهانی نفت اوپک دارد؛ طبق یاقته های این تحقیق متغییر صادرات نفت بر میزان تقاضا جهانی نفت اوپک تاثیر دارد، این عامل یکی از مولفه های مهم در تقاضا می باشد که سقف آن توسط اعضای اوپک در اجلاس های مختلف این سازمان مشخص می گردد که افزایش و کاهش میزان صادرات کشورهای عضو میتواند بر تقاضای نفت اوپک تاثیر گذار باشد. متغیر دیگری که در این تحقیق رابطه مثبت و معنادار آن با تقاضا نفت اوپک تایید شد متغییر قیمت گاز به عنوان یک کالای جانشین ناقص نفت در بازارهای انرژی است می توان نتیجه گرفت که هرچه قیمت گاز افزایش پیدا کند تقاضا نیز برای نفت اوپک افزایش پیدا خواهد کرد. سایر یافته های این تحقیق نشان داد که متغییر تولید ناخالص ملی کشورهای عضو اوپک و جمعیت آن ها تاثیر مثبتی بر تقاضا نفت دارند، اما دو عامل قیمت نفت و تولید غیر اوپک که دارای همبستگی منفی با تقاضای نفت کشورهای عضو اوپک است، یکی از روش های رایج برای افزایش قدرت اقتصادی، نظامی و سیاسی کشورها ایجاد اتحاد های مشترک است، کشورهای غیر عضو اوپک همواره به دنبال تضعیف این نهاد مشترک و ایجاد یک سازوکار موازی با آن هستند هر چقدر که تولید غیر اوپک افزایش یابد تقاضای نفت اوپک کاهش پیدا خواهد و این

فروش از دست رفته به سمت نفت کشورهای غیر اوپک مانند نفت برنت و نفت دریای شمال خواهد رفت. یکی دیگر از عوامل مهم در تقاضا هر کالای نفتی قیمت آن کالا می باشد رابطه معکوس بین قیمت و تقاصا در اکثر متغیر های اقصادی وجود دارد که تقاضای جهانی نفت اوپک نیز از این قضیه مستثنی نمی باشد، با افزایش قیمت نفت جهانی اوپک نسبت به قیمت سایر بازارهای نفتی میزان تقاضا برای این متغیر اقتصادی کاهش پیدا می کند . در نهایت بر اساس مدل های فوق اقدام به پیش بینی تقاضای نفت برای دوره زمانی ۲۰۱۴ تا ۲۰۱۹ شد. با توجه به نتایج هر سه مدل مشاهده شد تقاضای جهانی نفت با استفاده از هر سه روش رو به افزایش است. که این افزایش از سال ۲۰۱۶ به بعد کند شد که این می‌تواند هشداری برای کشورهایی باشد (که عضو اوپک هستند) که نفت بیش‌ترین سهم را در صادرات آن کشورها دارد و برنامه‌های بلند مدت و بودجه‌های سالانه‌ی خود را بر اساس درآمدهای نفتی تنظیم می‌کنند.

بر اساس نتایج تحقیق میتوان پیشنهادات سیاستی به شرح زیر ارائه نمود:

- وارد نمودن سطح انرژی های نو که در سالهای اخیر از اهمیت بالایی برخوردار بوده است،میتواند نتایج تحقیق حاضر را بهبود بخشد
- با توجه به عدم تاثیر معنادار تولید ناخالص داخلی بر تقاضا نفت جهانی حاکی از بالا بودن شدت مصرف انرژی و بهره وری پایین آن در سطح جهانی است. ارتقا تکنولوژی های انرژی میتواند موجب معنا دار شدن این ضریب گردد.
- با توجه به جانشین ناقص بودن گاز و نفت بر اساس نتایج تحقیق حاضر در صورت تشکیل کارتل گازی اوپک احتمال تبانی میان این دو اوپک افزایش می یباد، در نتیجه تنظیم مقررات و قوانین جهانی و افزایش نظارت بر این دو کارتل می تواند موجب بهبود تقاضا جهانی هر دو دسته از انرژی ها شود.

فهرست منابع

۱) ابریشمی، حمید، بهرادمهر، نفیسه و طاهره، سیفی (۱۳۹۲)، «پیش بینی قیمت خام با استفاده از تبدیل موجک، مدل‌های غیر خطی و مدل‌های خطی»، فصلنامه علمی- پژوهشی مطالعات اقتصادی کاربردی ایران، ش ۷، صص ۶۲-۴۱.

۲) امیدی، محمدرضا، عسگری، حشمت اله، حیدری، نصرت اله، امیدی علی اکبر (۱۳۹۵)، بررسی و الگو یابی مقدار تولید نفت خام در کشورهای حوزه خلیج فارس با استفاده از آنالیز الگوهای سری زمانی ، ماهنامه اکتشاف و تولید نفت و گاز، شماره ۱۳۲، صص ۱۸-۲۶

۳) پور سلیمی، حجت، شیرزادی، رضا (۱۳۹۵)، تحولات روابط ایران و عربستان و تاثیر آن بر بازار نفت ، ماهنامه اکتشاف و تولید نفت و گاز، شماره ۱۴۱، صص ۲۲-۲۸

۴) جوانمرد، حبیب اله، فقیدیان،فاطمه، (۱۳۹۳)، پیش بینی قیمت نفت خام اوپک با بکارگیری مدل پیش بینی خاکستری ، فصلنامه مدلسازی اقتصادی، شماره ۲۷، صص ۹۱-۱۱۴

۵) جواهری، بختیار، اسعداله، رضایی (۱۳۸۹)، بررسی عوامل موثر بر تقاضای نفت کشورهای در حال توسعه (مطالعه موردی هندوستان)، و پیش بینی کوتاه مدت فروش نفت ایران به این کشور (دوره‌ی زمانی۲۰۰۵-۱۹۷۰)، مجله دانش و توسعه (علمی- پژوهشی)، شماره ۳۴، صص ۵۱-۶۸

۶) ذوالنور، سید حسن، متین، سعید، (۱۳۹۴)، بهینه یابی مسیر تولید نفت ایران:یک مدل کنترل بهینه برنامه ریزی پویا ، فصلنامه برنامه ریزی و بودجه، شماره ۱۳۱، صص ۱۰۷-۱۳۶

۷) سهرابی وفا، حسین، نوری، فاطمه و مرتضی، عبادی (۱۳۹۲)، پیش‌بینی تقاضای انرژی با استفاده از شبکه عصبی مبتنی بر الگوریتم انبوه ذرات، نشریه انرژی ایران، شماره ۱۳، ص ۶۹-۹۰

۸) شهبازی کیومرث، سلیمیان ، صلاح.(۱۳۹۴). پیش بینی قیمت نفت با استفاده از روش متا آنالیز .

فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی. شماره ۴۷، صص ۹۳-۶۷

۹) کرم سلطانی، مینا، مصطفایی، حمید رضا و مسعود، یارمحمدی (۱۳۹۱)، بررسی تاثیر نوسانات قیمت طلا روی نوسانات قیمت نفت با استفاده از مدل ARIMAX، اولین همایش بین‌المللی اقتصاد سنجی روش‌ها و کاربردها.

۱۰) گلستانی، شهرام، گرگینی، مصطفی و فاطمه، حاج عباسی (۱۳۹۱)، مقایسه توانایی پیش‌بینی مدل‌های VAR، ARIMA و شبکه‌های عصبی (ANN): تقاضای جهانی نفت اوپک ، فصلنامه اقتصاد محیط زیست و انرژی، ش ۴، صص ۱۶۸-۱۴۵.

۱۱) یوسفی، محمد قلی، محمدی، تیمور و نوید، معرف زاده (۱۳۹۲)، پیش بینی مقدار تقاضای نفت خام در ایران با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN) و مدل ARMAX»، فصلنامه اقتصاد انرژی ایران، ش ۷، صص ۱۷۰-۱۴۷.

12) Ching-Wai (Jeremy) Chiu, Haroon Mumtaz, GáborPintér(2017), Forecasting with VAR models: Fat tails and stochastic volatility, In International Journal of Forecasting, Volume 33, Issue 4, Pages 1124-1143

13) Chun-Da Chen, Chiao-Ming Cheng, RızaDemirer (2017), Oil and stock market momentum, In Energy Economics, Volume 68, Pages 151-159

14) Dawud Ansari (2017), OPEC, Saudi Arabia, and the shale revolution: Insights from equilibrium modelling and oil politics(2017), In Energy Policy, Volume 111, Pages 166-178

15) George Athanasopoulos, Rob J. Hyndman (2017), Nikolaos Kourentzes, Fotios Petropoulos, Forecasting with temporal hierarchies, In European Journal of Operational Research, Volume 262, Issue 1, 2017, Pages 60-74

16) Hassan BelkacemGhassan, Hassan RafdanAlHajhoj (2016), Long run dynamic volatilities between OPEC and non-OPEC crude oil prices, In Applied Energy, Volume 169Pages 384-394

17) JozefBaruník, BarboraMalinská (2016), Forecasting the term structure of crude oil futures prices with neural networks, In Applied Energy, Volume 164, Pages 366-379

18) M.A. Behrang, E. Assareh, M. Ghalambaz, M.R. Assari, A.R. Noghrehabadi(2011), Forecasting future oil demand in Iran using GSA (Gravitational Search Algorithm), In Energy, Volume 36, Issue 9, Pages 5649-5654,

19) Marc H. Vatter(2017), OPEC's kinked demand curve, Energy Economics, Volume 63, Pages 272-287

20) Rati Wongsathan, SupawatChankham (2016), Improvement on PM-10 Forecast by Using Hybrid ARIMAX and Neural Networks Model for the Summer Season in Chiang Mai, In Procedia Computer Science, Volume 86, Pages 277-280

21) Ronald A. Ratti, Joaquin L. Vespignani (2015), OPEC and non-OPEC oil production and the global economy , In Energy Economics, Volume 50, Pages 364-378

22) Ting Yao, Yue-Jun Zhang (2017), Forecasting Crude Oil Prices with the Google Index, In Energy Procedia, Volume 105, Pages 3772-3776

23) Tuksari (2007), Ant Colony optimization Approach to Estimate Energy Demand of Turkey, Energy policy, 35, 3984-3990.

24) Werner Kristjanpoller, Marcel C. Minutolo (2016), Forecasting volatility of oil price using an artificial neural network-GARCH model, In Expert Systems with Applications, Volume 65, Pages 233-241

25) Xiao-Chen Yuan, Xun Sun, Weigang Zhao, ZhifuMi, Bing Wang, Yi-Ming Wei (2017), Forecasting China’s regional energy demand by 2030: A Bayesian approach, In Resources, Conservation and Recycling, Volume 127, Pages 85-95

یادداشت‌ها

1. Werner & Minutolo
2. Wongsathan&Chankham
3. George & Hyndman
4. Ching-Wai
5. Ronald
6. Ghassan&AlHajhoj
7. Marc Vatter
8. Saharan Blend
9. Minas
10. Iran Heavy
11. Basra Light
12. Kuwait Export
13. Es Sider
14. Bonny Light
15. Qatar Marine
16. Arab Light
17. Murban
18. Xiao-Chen
19. Autoreressive moving average with explanatory exogenous variables
20. Structural Vector Autoregressive model
21. Gravitational search Algorithm
22. Mean Sum of Squared Errors
23. Mean Absolute Error

24. Mean Absolute Percentage Error
25. Getely
26. Chun-Da
27. Artificial Neural Network (ANN)
28. Werner & Minutolo
29. Jozef&Barbora
30. Tuksari
31. Werner & Minutolo
32. George & Hyndman
33. Wongsathan&Chankham
34. Ching-Wai

Future Studies in OPEC's Global Crude Oil Demand using Vector Self-Engagement Models, Collective Exploration and Gravitational Search

Heshmatollah Asgari
Moderator, Department of Industrial Engineering, Payame Noor University, Tehran, Iran

Mohammadreza Omidi
Associate Professor, Department of Economics, University of Ilam, Iran
(Corresponding Author)
mromidi_91@yahoo.com

Zahra Malekinia
Master of Science (MSc), Energy Economics Department, Ilam University

Ali Akbar Omidi
Student, PhD, Political Science, Iran, Islamic Azad University, Kermanshah Branch

Abstract

Knowledge about future oil demand is essential for OPEC member countries to set priorities and select policies in order to achieve economic growth and development. So in this study, the OPEC oil demand has been predicted using time series models Including Structural Vector Autoregressive model (SVAR), Autoregressive Integrated Moving Average model (ARIMA) and Gravitational Search Algorithm (That is one of the Innovative Search Algorithms) applying demand data from 1970 to 2014. In this regard, three criteria including Mean Sum of Squared Errors (MSSE), Mean Absolute Error (MAE) and Mean Absolute Percentage Error (MAPE) have been used to measure the predictive power of triple models. Results indicate that the SVAR model has the most appropriate prediction of OPEC global demand. According to results of this model, net export variable has a positive and significant impact on oil demand and OPEC petroleum price and non- OPEC production variables have a negative and significant impact on oil demand.

Keywords: OPEC- Global Demand- Prediction