

-----Name of Journal-----

Vol(issue), PP.

.atu.ac.ir

DOI:



ATU  
PRESS

Original Research / Review / ...

Received:

Accepted:

ISSN:

eISSN:

## An analysis of crude oil supply and demand in oil-exporting countries (OPEC) and the impact of suggested policies by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)

Zinat Goli\*

Hamid Amadeh

Taymoor mohamadi

PHD student in oil and gas economics  
Allameh Tabataba'i University, Tehran,  
Iran

Associate Professor, Energy Economics,  
Allameh Tabataba'i University, Tehran,  
Iran

Professor, Department of Theoretical  
Economics, Allameh Tabataba'i University,  
Tehran, Iran

### Abstract

Concerns about environmental issues and global warming have posed a challenge to the continued use of fossil fuels, especially oil. The global community's response to addressing climate change was the signing of the Paris Agreement in 2015. The IPCC has formulated scenarios, taking into account the reduction of fossil fuel consumption and the increase in renewable energy consumption, to achieve the goal of limiting temperature increase to below 1.5 degrees Celsius compared to the pre-industrial era. This poses a serious threat to oil-dependent economies of OPEC. In this study, an econometric time series approach, including cointegration equations and vector error correction model, has been used to examine the effects of IPCC policies on the supply and demand of OPEC oil. The model variables include OPEC oil production and real price, industrial production index of developed and emerging countries, and renewable energy price index, employed monthly for the period of 1986-2021. The results indicate that Based on the estimated coefficients, in the most pessimistic IPCC scenario, OPEC supply reductions are projected to be 40 percent in 2030 and 94 percent in 2050 compared to 2010.

**Keywords:** Crude oil demand, Crude oil supply, Renewable energies, structural cointegration, vector error correction model (VECM).

**JEL Classification:** C22, P28, Q31, Q22.

\* Corresponding Author: Zinat\_goli@yahoo.com

**How to Cite:** Goli, Z., Amadeh, H., Mohammadi, T., (2024). An analysis of crude oil supply and demand in oil-exporting countries (OPEC) and the impact of suggested policies by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Iranian Energy Economics, ??(??), ??-??



## تحلیلی از عرضه و تقاضای نفت خام در کشورهای صادرکننده نفت اوپک و تاثیر سیاست‌های پیشنهادی هیئت بین دولتی تغییر اقلیم (IPCC)

دانشجوی دکتری رشته اقتصاد نفت و گاز، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران

زینت گلی \*

دانشیار گروه اقتصاد انرژی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران

حمید آماده

استاد گروه اقتصاد نظری، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران

تیمور محمدی

### چکیده

نگرانی‌های زیست محیطی و گرمایش کره زمین، تداوم استفاده از سوخت‌های فسیلی به ویژه نفت را با چالش مواجه کرده است. واکنش جامعه جهانی به مقابله با تغییر اقلیم، امضا توافقنامه پاریس در سال ۲۰۱۵ بود. هیئت بین دولتی تغییر اقلیم، برای دستیابی به هدف محدود کردن افزایش دما به زیر ۱/۵ درجه سلسیوس نسبت به دوران قبل از صنعتی شدن، سناریوهایی را با در نظر گرفتن کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی و افزایش مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر تدوین کرده است. این موضوع برای اقتصادهای متکی بر درآمدهای نفتی اوپک، تهدیدی جدی بشمار می‌آید. در این پژوهش، به منظور بررسی آثار سیاست‌های IPCC بر عرضه و تقاضای نفت اوپک از رویکرد اقتصادسنجی سری زمانی معادلات هم‌انباشتگی و الگوی تصحیح خطای برداری استفاده شده است. متغیرهای مدل شامل تولید و قیمت واقعی نفت اوپک، شاخص تولیدات صنعتی کشورهای توسعه یافته و نوظهور و شاخص قیمت انرژی‌های تجدید پذیر می‌باشند که بصورت ماهانه برای دوره ۱۹۸۶-۲۰۲۱ بکار گرفته شده‌اند. نتایج نشان می‌دهد بر اساس ضرایب برآوردی، تغییرات عرضه اوپک در بدبینانه‌ترین سناریو IPCC، ۴۰ درصد کاهش در سال ۲۰۳۰ و ۹۴ درصد کاهش در سال ۲۰۵۰ نسبت به سال ۲۰۱۰ خواهد بود.

**کلیدواژه‌ها:** تقاضای نفت خام، عرضه نفت خام، انرژی‌های تجدیدپذیر، الگوی تصحیح خطای برداری.

طبقه بندی JEL: Q۲۲, Q۳۱, P۲۸, C۲۲

\* نویسنده مسئول: Zinat\_goli@yahoo.com

مقاله حاضر برگرفته از رساله دکتری رشته اقتصاد نفت و گاز دانشگاه علامه طباطبائی است.

## ۱. مقدمه

نگرانی‌های زیست محیطی و گرمایش کره زمین در نتیجه افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای، تداوم استفاده از سوخت‌های فسیلی به ویژه نفت را با چالش مواجه نموده است. انتشار گازهای گلخانه‌ای در جهان از ۳۱۵۵۳ در سال ۱۹۹۰ به ۴۶۱۸۷ میلیون تن معادل دی اکسید کربن در سال ۲۰۲۲ رسیده است. ده کشور اول دنیا در انتشار گازهای گلخانه‌ای در سال ۲۰۲۲ به ترتیب چین با سهم ۲۷ درصد، آمریکا ۱۱ درصد، هند ۷ درصد، روسیه ۴ درصد، اندونزی ۳/۲ درصد، برزیل ۳/۱۸ درصد، ژاپن ۲/۳ درصد، ایران ۱/۸ درصد و کانادا ۱/۶ درصد می باشند. در این سال، کشورهای عضو اوپک که حدود ۷۰ درصد از کل ذخائر اثبات شده و ۴۱ درصد از کل عرضه نفت خام جهان را در اختیار دارند، ۴۶۱۸۷ میلیون تن معادل دی اکسید کربن منتشر کرده اند که در حدود ۱۰.۸ درصد کل انتشار گازهای گلخانه‌ای در جهان بوده است (موسسه منابع جهانی<sup>۱</sup>، ۲۰۲۳).

بر اساس اعلام هیئت بین دولتی تغییر اقلیم سازمان ملل از اواخر قرن نوزدهم سیاره زمین به طور متوسط ۱,۱ درجه سلسیوس گرم‌تر شده که این تغییر باعث از بین رفتن یخچال‌های طبیعی و کلاهک‌های یخی، بالاتر آمدن سطح دریاها، امواج گرما، طوفان‌های شدید و اقیانوس‌های اسیدی گردیده است. مطابق آمار و اطلاعات منتشر شده از سال ۱۹۶۰ به بعد هر دهه گرم‌تر از دهه قبلی بوده و ده سال گذشته رکوردار گرم‌ترین دهه می باشد. گرم شدن ناشی از فعالیت‌های انسانی و انتشار گازهای گلخانه‌ای در حال حاضر به حدود ۱ درجه سانتیگراد بالاتر از سطح قبل از صنعتی شدن رسیده است. تا دهه ۲۰۰۶-۲۰۱۵، فعالیت‌های انسانی باعث گرم شدن جهان به میزان ۰,۸۷ درجه سانتیگراد ( $\pm 0,12$ ) درجه سانتیگراد) نسبت به دوران قبل از صنعتی شدن (۱۸۵۰-۱۹۰۰) شده است. اگر نرخ گرم شدن کنونی ادامه یابد، تا سال ۲۰۴۰ گرم شدن جهانی ناشی از فعالیت‌های انسانی به میزان ۱,۵ درجه سانتیگراد خواهد رسید و تا اواسط قرن به سمت ۲ درجه سلسیوس حرکت خواهد کرد. (IPCC, ۲۰۱۸)

بر این اساس طی دو دهه گذشته، توجه بسیاری از محافل علمی و سیاسی در جهان به سمت موضوع گرمایش زمین و تغییرات آب و هوایی ناشی از آن جلب شده است. توافقنامه تاریخی پاریس در تاریخ ۱۲ دسامبر ۲۰۱۵، همزمان با برگزاری بیست و یکمین کنفرانس

<sup>۱</sup>World Resources Institute



سالانه کنوانسیون تغییر اقلیم، جهت مقابله با تغییر اقلیم و رفع چالش‌ها برای اقدامات علیه تغییر اقلیم و همچنین سرمایه گذاری در اقتصاد کم کربن، مقاوم، انعطاف پذیر و پایدار توسط ۱۹۵ کشور امضا و از ۴ نوامبر ۲۰۱۶، وارد مرحله لازم الاجرا شد. به موجب توافق پاریس، کشورها تصمیم گرفتند که گازهای گلخانه‌ای را به منظور "جلوگیری از افزایش میانگین دمای جهانی به زیر ۲ درجه سانتیگراد بالاتر از سطح قبل از صنعتی شدن و تلاش برای محدود کردن افزایش دما به ۱,۵ درجه سانتیگراد بالاتر از سطح قبل از صنعتی شدن، کاهش دهند. با انجام توافق، این کشورها از کنوانسیون تغییر اقلیم سازمان ملل متحد درخواست کردند تا گزارش ویژه‌ای را در مورد تأثیرات گرم شدن جهانی به میزان ۱,۵ درجه سانتیگراد بالاتر از سطح قبل از صنعتی شدن و مسیرهای مرتبط با گازهای گلخانه‌ای جهان ارائه دهد. در گزارش IPCC که توسط ۱۳۳ نفر از محققین پشتیبانی شد، مسیرهای مختلف انتشار گازهای گلخانه‌ای برای دستیابی به هدف ۱,۵ درجه ترسیم شده است. در واقع کاهش اساسی در میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای برای دستیابی به هدف مذکور مستلزم گزینه‌های متعددی است که عمده آنها مربوط به بخش انرژی است. در چهار سناریوی پیشنهادی که به نقطه انتشار صفر کربن تا سال ۲۰۵۰ منجر می‌شود، کاهش شدید مصرف سوخت‌های فسیلی پیش بینی شده است. اما تمرکز بر نوع سوخت و سرعت تغییر در ترکیب مصرف سوخت به طور قابل توجهی برای ذغال سنگ، نفت و گاز بویژه تا سال ۲۰۳۰ متفاوت است. ذغال سنگ بدترین وضعیت را دارد و بایستی مصرف آن تا سال ۲۰۳۰ نسبت به ۲۰۱۰ در چهار سناریو به میزان ۵۹ تا ۷۸ درصد کاهش یابد. وضعیت گاز طبیعی بهتر است زیرا در دو سناریو تقریباً یک سوم افزایش و در دو سناریو دیگر تقریباً یک چهارم کاهش خواهد یافت. نفت نامطمئن‌ترین وضعیت را بین حامل‌های انرژی تا سال ۲۰۳۰ دارا است. بطوری که در سناریو چهارم که مبتنی بر فناوری زیستی توأم با جذب و ذخیره سازی کربن است، مصرف نسبت به سال ۲۰۱۰ حدود ۸۶ درصد افزایش می‌یابد. ولی در سناریو اول تا بیش از یک سوم وضع فعلی کاهش می‌یابد. در چهار سناریوی تعریف شده در گزارش ۱,۵ درجه، مصرف تمام سوخت‌های فسیلی تا سال ۲۰۵۰ بشدت کاهش می‌یابد بجز گاز طبیعی که در یک سناریو مصرف آن نسبت به ۲۰۱۰ به میزان بیست درصد افزایش می‌یابد. (IPCC،

۲۰۱۸) اگرچه بسیاری از شرکت‌های بزرگ نفتی با توجه به جدی شدن بحث‌های تغییر اقلیم، خود را برای یک آینده کم کربن آماده کرده و در حال تغییر فعالیت از نفت به گاز می‌باشند و حتی برای عرضه انرژی‌های تجدیدپذیر و برق نیز اقداماتی را آغاز کرده‌اند، اما همچنان تصویر دقیقی از سرعت تغییرات در حوزه انرژی برای مدیران و سرمایه‌گذاران این شرکت‌ها و نیز سیاست‌گذاران وجود ندارد.

با توجه به وضعیت نامطمئن نفت در سناریوهای مذکور، شبیه‌سازی اثرات اجرای هر یک از سناریوهای پیشنهادی IPCC بر کشورهای عضو اوپک که اقتصاد آنها به شدت به درآمدهای نفتی وابسته است، حائز اهمیت می‌باشد. نوآوری این پژوهش، بررسی اثر سیاست‌های تغییر اقلیم بر کشورهای تولید و صادرکننده نفت اوپک که ایران نیز یکی از اعضای آن است با استفاده از رویکرد اقتصادسنجی سری زمانی معادلات هم‌انباشتگی و الگوی تصحیح خطای برداری است. این پژوهش در پنج بخش ارائه می‌گردد. بخش دوم، به تبیین مبانی نظری مرتبط با عرضه، تقاضا و رفتار اوپک در بازار نفت اختصاص دارد. بخش سوم پژوهش، به بررسی پیشینه تحقیق در زمینه نحوه مدلسازی توابع عرضه و تقاضای نفت می‌پردازد. بخش چهارم به بررسی ادبیات اقتصادسنجی، برآورد الگوی مورد استفاده و نتایج برآورد اختصاص می‌یابد. در بخش پایانی نتیجه‌گیری و پیشنهادات بیان خواهد شد.

## ۲. مبانی نظری

### ۲.۱. عرضه و تقاضای نفت خام

بر اساس ادبیات اقتصادی، قیمت نفت توسط عرضه و تقاضای نفت در بازار فیزیکی تعیین می‌شود (آگیلرا و رادتزکی<sup>۱</sup>، ۲۰۱۵). نفت یک منبع زمین‌شناسی محدود است که حجم و ویژگی‌های جغرافیایی ذخایر، امکان‌سنجی مسیرهای تولید را تعیین می‌کند و بر سمت عرضه تأثیر می‌گذارد. از آنجایی که تغییرات قیمت نفت بر سطح ذخایر اثبات شده موثر است، مدل‌سازی عرضه نفت در بلندمدت باید با لحاظ منابع نهایی قابل بازیافت<sup>۲</sup> که متناظر با «مجموع کل نفتی است که انتظار می‌رود در کل طول دوره زمانی، قابل بازیافت باشد» (مک‌گلاید<sup>۳</sup>، ۲۰۱۲)، صورت گیرد. منابع نهایی قابل بازیافت، کران بالای تولید تجمعی با استفاده

<sup>۱</sup> Guilera and Radetzki

<sup>۲</sup> ultimately recoverable resource (URR)

<sup>۳</sup> McGlade



از فناوری موجود را ارائه می دهد و در صورتی که قیمت ها به اندازه ای بالا روند که استخراج همه منابع از نظر تجاری امکان پذیر باشد، از نظر تئوری رسیدن به این مرز امکان پذیر است. هابرت<sup>۱</sup> (۱۹۵۶) بر اساس یک تحلیل آماری، اوج تولید نفت ایالات متحده را قبل از سال ۱۹۷۰ پیش بینی کرد. دیدگاه «اوج عرضه نفت» مبتنی بر پژوهش هابرت استدلال می کند که محدودیت های زمین شناسی در نهایت باعث کاهش عرضه جهانی نفت می شود. تحقیقات انجام شده در اواخر دهه ۱۹۹۰ با استفاده از روش هابرت به این نتیجه رسید که اوج عرضه در حدود سال ۲۰۱۰ رخ خواهد داد (کمپبل و لاهرر<sup>۲</sup>، ۱۹۹۸). جهش قیمت نفت در سال ۲۰۰۸ این مفهوم را مجدداً مطرح و از این ایده حمایت کرد که قیمت نفت باید در برگیرنده هزینه کمیابی فزاینده و مقدار نفت باقیمانده برای نسل های آینده باشد.

با این حال، دیدگاه اوج عرضه نفت، نقش عوامل اقتصادی و پیشرفت در فناوری های تولید را ناچیز در نظر گرفت. بین سال های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۷، با اقتصادی شدن شکست هیدرولیک، تولید ایالات متحده ۷۰ درصد افزایش یافت و از سطح ۱۹۷۰ پیشی گرفت در حالی که تولید جهانی نفت ۱۱ درصد افزایش یافت (BP، ۲۰۱۹). در نتیجه اوج عرضه نفت دیگر به عنوان یک سناریوی معتبر دیده نمی شود.

هتلینگ<sup>۳</sup> (۱۹۳۱) کاهش منابع در مدل های بین زمانی را مطرح کرد که یک مدل قطعی<sup>۴</sup> ساده از تخلیه بهینه با فرض ذخیره نفتی زیرزمینی غیرقابل تجدید و هزینه نهایی ثابت تولید است. در تعادل مدل، ارزش یک بشکه ذخایر زیرزمینی و نیز رانت تولید یک بشکه نفت با نرخ بهره افزایش می یابد. مدل هتلینگ از منظر ساختارهای بازار جایگزین (استیگلیتز<sup>۵</sup>، ۱۹۷۶؛ لوئیس و اشمالنسی<sup>۶</sup>، ۱۹۸۰)، عدم قطعیت (هاموده و مدن<sup>۷</sup>، ۱۹۹۵؛ پیندیک<sup>۸</sup>، ۱۹۸۰) و افزایش هزینه های تولید با کشف حوضه های نفتی جدید اصلاح شد. سولو و وان<sup>۹</sup> (۱۹۷۶)

<sup>۱</sup> Hubbert

<sup>۲</sup> Campbell and Laherr`ere, ۱۹۹۸

<sup>۳</sup> Hotelling

<sup>۴</sup> Deterministic

<sup>۵</sup> Stiglitz

<sup>۶</sup> Lewis and Schmalensee

<sup>۷</sup> Hammoudeh and Madan

<sup>۸</sup> Pindyck

<sup>۹</sup> Solow and Wan

نشان می‌دهند که وقتی یک تولیدکننده به طور کارآمد ذخایر را با هزینه‌های تولید متفاوت مدیریت می‌کند، هزینه نهایی او با تولید تجمعی افزایش می‌یابد که اصطلاحاً «اثر ذخیره<sup>۱</sup>» نامیده می‌شود (لین و واگنر<sup>۲</sup>، ۲۰۰۷). در حالت تعادل، رانت تولید یک بشکه شامل رانت مدل استاندارد هتلینگ و نیز افزایش هزینه نهایی تولید آتی به دلیل استخراج امروز می‌شود. پیندیک (۱۹۷۸) با ارائه ذخایر بالقوه نامحدود، نشان می‌دهد که با تخلیه ذخایر، اکتشافات کمتر و منجر به منحنی قیمت نفت U شکل می‌شود. اکتشافات فراوان، قیمت را در دوره‌های اولیه پایین می‌آورند اما با دشوارتر شدن افزایش ذخایر، در نهایت قیمت نفت افزایش می‌یابد. تقاضای نفت خام توسط عوامل متعددی از جمله فعالیت اقتصادی، قیمت نفت، در دسترس بودن و قیمت جانشین‌ها و سیاست‌های انرژی و زیست‌محیطی تعیین می‌شود. در مقایسه با کشش تقاضا که در بلندمدت تأثیر غالبی داشته، سایر عوامل تعیین‌کننده کوتاه‌مدت در درجه دوم اهمیت قرار دارند. ذخایر نسبتاً پایین کشورهای سازمان توسعه و همکاری اقتصادی<sup>۳</sup> که نشانه کمبود نفت در بازار جهانی است، ممکن است بخش قابل توجهی از افزایش قیمت را توضیح دهد. علاوه بر این، شرایط آب و هوایی اغلب نقش مهمی در تغییر کوتاه مدت تقاضا ایفا می‌کند. شوک‌های برون‌زا نیز از جهات مختلف تقاضا را تحت تأثیر قرار می‌دهند مثال اخیر آن، شوک بزرگ بی‌سابقه ناشی از همه‌گیری کوید-۱۹ است. سهم شوک‌های تقاضا در نوسانات قیمت نفت، مدت‌ها در ادبیات تجربی مورد بحث بوده است. کیلیان<sup>۴</sup> (۲۰۰۹) و کیلیان و مورفی<sup>۵</sup> (۲۰۱۴) استدلال می‌کنند که شوک‌های تقاضا، بیشتر نوسانات قیمت نفت در گذشته را توضیح می‌دهند. با این حال، باومیسטר و همیلتون<sup>۶</sup> (۲۰۱۹) و کالدارا<sup>۷</sup> و همکاران (۲۰۱۹) به این نتیجه رسیدند که شوک‌های تقاضا و عرضه به یک اندازه در توضیح نوسانات قیمت نفت نقش دارند. پیرو<sup>۸</sup> و همکاران (۲۰۲۰) تحلیل جدیدی از تغییرات در تقاضای جهانی و عرضه غیراوپک را ارائه کردند. رویکرد آنها، در صورتی که قیمت نفت در طول زمان ثابت بماند معادل تعیین تغییرات مقداری است. این امر، تغییرات تاریخی پیش‌بینی شده و پیش‌بینی نشده را مشخص می‌کند. تنها فرض مورد نیاز، ثابت بودن توابع تقاضا و عرضه

<sup>۱</sup> Stock effect

<sup>۲</sup> Lin and Wagner

<sup>۳</sup> Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD)

<sup>۴</sup> Kilian

<sup>۵</sup> Kilian and Murphy

<sup>۶</sup> Baumeister and Hamilton

<sup>۷</sup> Caldara

<sup>۸</sup> Pierru



در طول زمان است به استثناء تغییر در عامل مقیاس که به طور متناسب بر همه مقادیر تأثیر می‌گذارد.

در بلندمدت، پیش‌بینی‌های تقاضا بر اساس پارامترهای برآورد شده تجربی به دلیل افزایش فاصله‌های اطمینان، صحت خود را از دست می‌دهند. بنابراین، مدل‌های کاربردی مورد استفاده برای تجزیه و تحلیل بلندمدت معمولاً پارامترهای وابسته به زمان را به کار می‌گیرند تا سناریو پایه را کالیبره و واکنش تقاضا را تعدیل کنند. مدل‌ها، معمولاً تقاضا را به سه روش زیر ارائه می‌کنند. مدل‌های عرضه محور تعادل جزئی (هاپمن و هولز<sup>۱</sup>، ۲۰۱۲) که در آن تولید ناخالص داخلی عموماً برون‌زا و تقاضا که تابعی از قیمت نفت است، در طول زمان تغییر می‌کند تا تأثیر رشد اقتصادی بر مصرف را منعکس کند. تقاضا اغلب به عنوان یک تابع خطی از قیمت نشان داده می‌شود که در بالای یک سطح قیمت معین به صفر می‌رسد و به عنوان مثال هزینه یک فناوری جدید جایگزین نزدیک نفت<sup>۲</sup> را منعکس می‌کند. ریوکس<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۲۲) منحنی تقاضای نفت (با کشش‌های ثابت) را به تولید ناخالص داخلی جهانی و وقفه قیمت‌های نفت (با بازخورد قیمت نفت بر رشد اقتصادی) وابسته می‌دانند.

بر اساس قواعد رفتاری در مدل‌های شبیه‌سازی جزئی بازارهای انرژی جهانی مانند مدل انرژی جهانی (IEA، ۲۰۲۱) یا POLES (کرامیداس و همکاران<sup>۴</sup>، ۲۰۱۷)، تقاضای نفت از تقاضاهای مختلف بخش‌هایی برای فرآورده‌های نفتی ناشی می‌شود. تقاضاهای نهایی بخشی مبتنی بر سطوح فعالیت، قیمت‌های سوخت، فناوری‌ها و مقررات خاص بخش می‌باشند. برخی از مدل‌ها بر جایگزینی سوخت‌ها ناشی از تغییر در هزینه‌های فناوری و قیمت‌های نسبی تمرکز دارند. مدل‌های برنامه‌ریزی خطی دقیق (مانند MARKAL-TIMES) امکان جایگزینی بین فناوری‌های رقیب و سوخت را فراهم می‌کنند و می‌توانند نقاط اوج بازار و نفوذ فناوری‌های جدید را نشان دهند (به عنوان مثال هاپمن و راد<sup>۵</sup>، ۲۰۱۴). توابع تولید اقتصاد کلان، حامل‌های انرژی مختلف را برای ارائه خدمات انرژی ترکیب و رقابت بین فناوری‌ها نشان می‌دهند.

<sup>۱</sup> Huppmann and Ruud

<sup>۲</sup> Backstop technology

<sup>۳</sup> Rioux

<sup>۴</sup> Keramidas et al

<sup>۵</sup> Huppmann and Ruud



چنین توابعی در اکثر مدل‌های تعادل عمومی قابل محاسبه (CGE) استفاده می‌شود. همچنین تقاضای ترکیبی با سیستم‌های خطی که جایگزینی بین سوخت‌ها در توابع تولید و جایگزینی بین سرمایه و انرژی را لحاظ می‌کنند، مانند MERGE وجود دارد (مانه و همکاران<sup>۱</sup>، ۱۹۹۵).

### ۳. پیشینه پژوهش

#### ۳-۱- مطالعات خارجی

از زمان تحقیق کیلیان و مورفی (۲۰۱۲) تاکنون، مشخص شده است که میزان کشش قیمتی عرضه نفت در مدل‌های VAR ساختاری بازار جهانی نفت، توانایی شوک‌های عرضه نفت را در توضیح نوسانات قیمت واقعی نفت تعیین می‌کند. در سال‌های اخیر، مباحث زیادی درباره نحوه برآورد این کشش‌ها و کشش‌های قیمتی موثر تقاضای نفت بر اساس اطلاعات برونزا مطرح شده است. برخی از این مطالعات بر برآورد کشش عرضه نفت در سطح اقتصاد خرد و مطالعات دیگر بر برآورد کشش عرضه و تقاضای نفت جهانی یا منطقه‌ای تمرکز داشته‌اند مانند: (نوول و پرست<sup>۲</sup>، ۲۰۱۹، بجرنلند، نوردویک و روهرر<sup>۳</sup> (۲۰۱۹) و کالدرا، کاوالو و لاکاویلو (۲۰۱۹))

رویکرد سنتی برای برآورد این کشش‌ها، اتکا به یک ابزار برونزا می‌باشند. از جمله این ابزارهای برونزا توسط کیلیان (۲۰۰۸a) توسعه داده شده است. با این حال، شواهد موجود در مقالات کیلیان (۲۰۰۸b)، مونتیل‌الی، استاک و واتسون (۲۰۲۰) نشان می‌دهند که تمام ابزارهای فعلی برای شوک عرضه نفت از نظر اقتصادسنجی ضعیف هستند. به طور مشابه، شناسایی کشش قیمتی موثر عرضه نفت نیازمند ابزاری است که منحنی تقاضای جهانی را در طول منحنی عرضه جهانی انتقال دهد. از آنجایی که ابزارهای مناسب برای تقاضای بازار جهانی نفت به سختی یافت می‌شوند، این رویکرد مورد توجه قرار نگرفته است. با توجه به دشواری برآورد مستقیم کشش قیمت موثر جهانی، ادبیات در سه بعد تکامل یافته است که هر یک از آنها در ادامه بحث می‌شود: (۱) برآورد کشش قیمت عرضه نفت با استفاده از داده‌های سطح شرکت‌ها یا چاه‌ها در ایالات متحده؛ (۲) محدودیت‌ها بر کشش قیمت عرضه

<sup>۱</sup> Manne et al.

<sup>۲</sup> Newell and Prest

<sup>۳</sup> Bjørnland Nordvik and M. Rohrer



نفت جهانی که از آزمایشات طبیعی ساخته شده‌اند؛ و (۳) برآورد کشتش قیمت جهانی عرضه و تقاضای نفت با استفاده از داده‌های تابلویی سطح کشورها.

نوول و پرست (۲۰۱۹)، برای اولین بار از داده‌های مناطق اصلی تولید نفت در ایالات متحده (داده‌های خرد) جهت برآورد کشتش قیمتی عرضه نفت استفاده کردند که این مطالعه جامع‌ترین مطالعه تا آن زمان و نقطه شروع مطالعات طبیعی بود. برآوردهای نوول و پرست از کشتش عرضه نفت فصلی برای نفت خام متعارف برابر ۰,۰۱۷ است (با خطای استاندارد ۰,۰۰۶). برآورد آنها نزدیک به معیاری است که توسط تحلیل نظری آندرسون، کلوگ و سلنت<sup>۱</sup> (۲۰۱۸) ارائه شد. آنها نشان دادند که در یک مدل تعادلی در صورتی که تولید نفت هزینه بر باشد کشتش عرضه نفت کوتاه مدت نزدیک صفر است. آنها کشتش ۰,۰۲۲- (با خطای استاندارد ۰,۰۱۳) را برای تولیدکنندگان نفت شیل آمریکا ارائه دادند. این برآورد نزدیک به صفر است و به لحاظ آماری معنی دار نیست.

بجنورنلند<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۱۹) و بجنورنلند (۲۰۱۹)، یافته‌های نوول و پرست (۲۰۱۹) را زیر سوال برده و کشتش قیمتی ماهانه برای عرضه نفت تولیدکنندگان نفت متعارف را با رگرس کردن تغییر در تولید نفت متعارف در باکن روی تغییر قیمت واقعی نفت و تغییر در اسپرد نفت آتی<sup>۱</sup> برآورد کردند که به لحاظ آماری معنادار نبود. برآورد پایه متناظر کشتش عرضه ماهانه برای نفت شیل ۰,۰۷ می باشد. آنها از لگاریتم قیمت اسپات نفت و لگاریتم قیمت آتی سه ماهه نفت برای توضیح لگاریتم تولید نفت استفاده کردند. نگرانی اصلی ارتباط کشتش به هر دو قیمت اسپات و قیمت آتی است.

کالدارا، کاوالو و لاکوویلو<sup>۳</sup> (۲۰۱۹)، بر واکنش تولید نفت در یک کشور معین به اختلال در عرضه در دیگر کشورهای تولیدکننده نفت تحت این فرض که همه تولیدکنندگان نفت کشتش عرضه مشابهی دارند، تمرکز کنند. ابزار آنها برای قیمت واقعی نفت شامل یک سری زمانی از اختلالات عرضه نفت که بر اساس شواهد روایی به عنوان برونزا طبقه بندی می شوند. بعلاوه این مطالعه با برآورد کشتش عرضه جهانی نفت، کشتش عرضه نفت برای عربستان

<sup>۱</sup> Anderson, Kellogg, and Salant

<sup>۲</sup> Bjørnland

<sup>۳</sup> Caldara, Cavallo and Iacoviello

سعودی، اوپک به استثنای عربستان سعودی و برای غیراوپک را گزارش می کند. آنها از دو متغیر ابزاری استفاده کردند. برآوردها برای "ابزار محدود" شامل اختلال در عرضه نفت حداقل ۲ درصد از تولید نفت جهان و "ابزار گسترده" شامل اختلالات محدود به اضافه تعدادی از اختلالات کوچکتر می باشد. پس از خارج کردن کاهش تولید نفت ایالات متحده عربی در آگوست ۱۹۹۰، برآورد کسش قیمت یک ماهه عرضه نفت ۰,۰۲۹ مبتنی بر ابزار محدود و ۰,۰۵۶ مبتنی بر ابزار گسترده است. کیلیان (۲۰۲۰) برآوردهای آنها را به دلیل بی معنی بودن آماره F و نیز برونز نبودن متغیر ابزاری دارای اشکال می داند.

یک رویکرد جایگزین برای برآورد کسش های قیمتی موثر عرضه و تقاضای نفت، برآورد مدل های VAR ساختاری است. این امر مستلزم محدود کردن حداقل یکی از این کسش ها است. اولین مطالعه VAR که به طور مشترک کسش های قیمتی عرضه و تقاضای نفت را برآورد کرد، کیلیان و مورفی (۲۰۱۴) بود. رویکرد اتخاذ شده در این مقاله، محدود کردن کسش قیمتی یک ماهه عرضه نفت  $0 < \hat{\eta}^S < 0.026$  بود. کیلیان و مورفی همچنین کسش قیمتی یک ماهه تقاضای نفت را به گونه ای محدود کردند که کوچکتر از کسش قیمتی بلندمدت تقاضای نفت باشد. این کران های کسش در ارتباط با محدودیت های علامت و نابرابری مذکور، امکان برآورد کسش های قیمتی موثر تقاضا و عرضه نفت با استفاده از روش های اقتصادسنجی استاندارد برای مدل های شناسایی شده با علامت را فراهم می کند (به آنتولین-دیاز و رویو-رامیرز<sup>۱</sup>، ۲۰۱۸). برآورد کسش عرضه نفت یک ماهه بدلیل عدم لحاظ تغییر موجودی نفت برابر ۰,۰۱ و کسش تقاضای نفت یک ماهه که به درستی محاسبه شده برابر ۰,۲۶- است.

باومیستر و همیلتون (۲۰۱۹)، یک رویکرد جایگزین در ادبیات با تکیه بر روش های بیزی ارائه کردند که اجازه می دهد تا اولویت های صریح را در مورد کسش های قیمتی یک ماهه تقاضای نفت و عرضه نفت مشخص کرد. آنها استدلال می کنند، بزرگی برآوردهای کسش عرضه نفت در ادبیات و عدم قطعیت پیرامون این برآوردها، انتخاب کسش عرضه نفت پراکنده در محدوده [۰ و ∞] توسط آنها را توجیه می کند. کیلیان (۲۰۲۰) با اشاره به اینکه هیچ توجیهی برای اولویت های کسش عرضه زیربنای تحلیل باومایستر و همیلتون (۲۰۱۹) وجود ندارد و برآورد کسش عرضه پسین آنها نسبت به اعمال محدودیت های که به

---

<sup>۱</sup> Antolin-Diaz and Rubio-Ramirez



کران‌های محدودتر مبتنی بر اطلاعات برونزا تحمیل می‌شود، بسیار حساس است، نتایج آنها را مورد تردید قرار می‌دهد.

هررا و رانگاراجو<sup>۱</sup> (۲۰۲۰)، با بروز رسانی برآوردها، کشتش عرضه نفت را ۰,۰۱ و کشتش تقاضای ۰,۲۸- (به درستی تعریف شده) و ۰,۵۱- (به اشتباه تعریف شده) ارائه کردند که استحکام نتایج کیلیان و مورفی (۲۰۱۴) را تأیید می‌کند. اینو<sup>۲</sup> و کیلیان (۲۰۲۰) مدل را با استفاده از روش‌شناسی پیشرفته بیزی مجدداً برآورد کردند. آنها همچنین کران بالایی کشتش عرضه نفت را به ۰,۰۴ کاهش دادند و نماگر فعالیت اقتصادی واقعی جهانی را که در ژو (۲۰۲۰) پیشنهاد شد، جایگزین کردند. برآورد ضمنی کشتش قیمتی عرضه نفت ۰/۰۱ است و برای کشتش تقاضای نفت (به درستی تعریف شده) ۰/۱۸- است.

کیلیان (۲۰۲۰) تعاریف کشتش قیمت جهانی نفت را در مطالعات مختلف، متفاوت عنوان می‌کند. تفاوت اصلی این است که تعریف کشتش باومیستر و همیلتون یک ساختار نظری است که احتمالاً در واقعیت مشاهده نمی‌شود، زیرا هم فعالیت واقعی جهانی و هم ذخایر نفت در پاسخ به شوک تقاضا تغییر می‌کنند. اکثر برآوردهای کشتش خارجی گزارش شده در ادبیات، به گونه‌ای ساخته نشده‌اند که با این تعریف کشتش سازگار باشند. به عنوان مثال، کشتش محدود مشتق شده توسط کیلیان و مورفی (۲۰۱۲) یا برآورد کننده کشتش عرضه IV در کالدارا و همکاران (۲۰۱۹) متغیرهای مدل باقیمانده را ثابت نگه نمی‌دارند. همین امر برای برآوردهای اقتصاد خرد کشتش عرضه نفت در نیوول و پرست (۲۰۱۹) صادق است. بنابراین، منطقی است که تعریف کشتشی را انتخاب کرد که مطابق با برآوردهای کشتش تجربی در ادبیات باشد. این رویکرد، سازگاری برآورد کشتش درونزا و برونزا را تضمین می‌کند. در مقابل، باومایستر و همیلتون نمی‌توانند این برآوردهای کشتش برونزا (یا کران‌های کشتش) را جهت تأیید تصریح قبلی خود، استفاده کنند زیرا این برآوردها با تعریف کشتش خودشان ناسازگار است. در نهایت انتخاب بین این تعاریف کشتش به سوال تحقیق بستگی دارد. برای مثال، اگر این سوال مطرح است که مصرف نفت به چه میزان به یک اختلال عرضه برونزا که قیمت واقعی نفت را افزایش می‌دهد پاسخ می‌دهد، رویکرد کیلیان و مورفی (۲۰۱۴) پاسخ

<sup>۱</sup> Herrera and Rangaraju

<sup>۲</sup> Inoue

صحیح را ارائه می دهد. اما در خصوص واکنش مصرف نفت به همان شوک، با حفظ فعالیت واقعی جهانی، تعریف باومیستر و همیلتون مناسب است. براون<sup>۱</sup> (۲۰۲۳)، شواهد جدیدی درباره اهمیت نسبی شوک های عرضه و تقاضا برای نوسانات قیمت نفت ارائه کرده است. برای تفکیک اثرات آنها، از شناسایی غیر گاوسی به علاوه مجموعه ای از محدودیت های علامت و توزیع های پیشین ضعیفاً معلوم کننده<sup>۲</sup> برای پارامترهای ساختاری (بامیستر و همیلتون، ۲۰۱۹) بهره گرفته است. یافته های تجربی نشان می دهند که تحت این استراتژی شناسایی، شوک های عرضه نفت نقش کمتری در نوسانات قیمت نفت دارند. نتایج با برآوردهای به دست آمده از مطالعات پیشین در ادبیات (کیلیان، ۲۰۰۹، کیلیان و مورفی، ۲۰۱۲ و زو، ۲۰۲۰) سازگار هستند، با این تفاوت که نیازی به محدودیت های شناسایی قوی برای پارامترهای ساختاری وجود ندارد.

### ۳-۲- مطالعات داخلی

سالک و خورسندی (۱۴۰۲)، به منظور پیش بینی قیمت نفت، بر اساس نظریه رقابتی مک اوی، تاثیر کلیه متغیرهای موثر بر عرضه و تقاضای نفت خام بررسی و با استفاده از سیستم معادلات همزمان و روشهای آماری مرسوم، معادلات عرضه و تقاضا برآورد کردند. سپس با فرض برابری عرضه و تقاضای نفت در بلندمدت، کششهای بلندمدت عرضه و تقاضای نفت را نسبت به هریک از متغیرهای موجود در مدل استخراج کردند. بر اساس محاسبات، بیشترین تاثیر بر قیمت نفت را تولید ناخالص داخلی جهان با کشش تقاضای ۰٫۶۰۳۹ و کمترین تاثیر را تنشهای نظامی و امنیتی جهان با کشش تقاضای ۰٫۰۱۱ دارند. رجبیان، طالبلو و ارباب (۱۳۹۹)، به برآورد تابع تقاضای نفت خام و گاز طبیعی در ایران و پیش بینی روند آتی آن با هدف برآورد حجم سرمایه گذاری مورد نیاز در این صنعت پرداخته اند. بدین منظور از مدل VAR و VECM رابطه کوتاه مدت و بلندمدت متغیرهای مدل و میزان تأثیر هر یک را بررسی و در گام بعد، تقاضای نفت خام و گاز طبیعی در کشور در افق ۱۴۰۰ را برآورد نموده اند.

گلستانی، گرگینی و حاج عباسی (۱۳۹۱)، به منظور پیش بینی تقاضای جهانی و با استفاده از داده های سری زمانی ماهانه ۲۰۱۰ - ۲۰۰۱، تقاضای برای نفت اوپک، قیمت نفت، قیمت

<sup>۱</sup> Braun

<sup>۲</sup> informative prior distributions



کالای جانشین، تولید گروه رقیب و تولید جهانی، سه مدل VAR، ARIMA و شبکه عصبی (ANN) را برآورد نمود. برای برآورد رابطه بلندمدت، مدل یوهانسن بکار گرفته شده که یافته‌ها نشان می‌دهند، در بلندمدت قیمت گاز در پیک قیمتی نفت رابطه معنی‌دار با تقاضای نفت دارد و بین قیمت و تقاضای نفت نیز رابطه عکس وجود دارد. در این الگو رابطه معنی‌دار قیمت گاز، قیمت جهانی نفت، تولید غیراوپک و روند با تقاضا برای نفت اوپک مشاهده می‌شود.

نظری، خداپرست مشهدی و سیفی (۱۳۹۶)، جهت بررسی رفتار ایران در سازمان اوپک با استفاده از داده‌های ماهانه و گسترش تابع عرضه گریفین، عرضه نفت ایران را تابعی از قیمت نفت، مقدار تولید ایران، تولید تمام کشورهای اوپک به غیر از ایران، ذخایر نفت ایران، سرمایه‌گذاری و متغیر دامی در طول زمان در نظر گرفته‌اند. سپس معادلات با استفاده از روش مارکف سوئیچینگ و دو حالت احتمال انتقال ثابت و احتمال انتقال متغیر با زمان برآورد گردیدند.

معمارزاده و خیابانی (۱۳۹۶)، تکانه‌های سمت عرضه و تقاضای بازار جهانی نفت خام را بر اساس کیلیان (۲۰۰۹) تفکیک و شناسایی کردند و سپس با به کارگیری یک مدل عاملی پویا که برخلاف مدل‌های خود توضیح برداری استاندارد با محدودیت ورود متغیر و کاهش درجه آزادی مواجه نیست (با رویکرد بیزین)، به بررسی اثرات تک تک تکانه‌های قیمتی نفت خام بر متغیرهای خرج کرد پرداختند. جدول ۱، الگو و متغیرهای توضیحی بازار نفت در مطالعات پیشین را نشان می‌دهد.

جدول ۱. خلاصه الگو و متغیرهای توضیحی بازار نفت در مطالعات پیشین

نویسنده	سال	متغیرهای توضیحی	الگو
هررا و رانگاراچو	۲۰۲۰	عرضه	SVAR
		و تقاضا	
		تولید نفت جهان	
		شاخص فعالیت اقتصادی جهانی کیلیان	
		لگاریتم اختلاف بین هزینه خرید نفت خام و وارداتی پالایشگاه‌ها و CPI آمریکا	
		موجودی انبار نفت آمریکا و OECD	

نویسنده	سال	متغیرهای توضیحی	الگو
		شاخص تولید صنعتی	
نوول و پرست	۲۰۱۹	عرضه	تولید نفت به تفکیک چاه های مختلف
			قیمت اسپات WTI
			قیمت گاز طبیعی هنری هاب در زمان t
			بهره
			سن چاه
			مجموعه ای کنترل ها جهت شناسایی عواملی محتمل اثرگذار بر چاه ها
کالدارا، کاولو و لاکوبلو	۲۰۱۹	عرضه	لگاریتم تغییر در تولید نفت خام کشور i برای ماه t
			لگاریتم تغییر در قیمت نفت خام شوک های عرضه در کشور خاص
			لگاریتم تغییر در مصرف نفت خام کشور i برای ماه t
		تقاضا	لگاریتم تغییر در قیمت نفت خام شوک های تقاضا در کشور خاص
			لگاریتم تغییر شاخص تولید صنعتی
بجنورلند و همکاران	۲۰۱۹	عرضه	تغییر در تولید نفت متعارف
			تغییر قیمت واقعی نفت
			تغییر در اسپرد نفت آتی
بامیستر و همپلتون	۲۰۱۹	عرضه و تقاضا	نرخ رشد ماهانه تولید نفت خام
			هزینه حمل بین المللی تورم زدایی شده با CPI آمریکا
			لگاریتم اختلاف بین هزینه خرید نفت خام وارداتی پالایشگاه ها و CPI آمریکا
			تغییرات موجودی انبار نفت
بوگ و همکاران	۲۰۱۶	تقاضا	تولید نفت اوپک
			قیمت صادرات نفت اوپک
			هزینه استخراج یک بشکه نفت اوپک
			بازده اوراق قرضه ده ساله آمریکا



نویسنده	سال	متغیرهای توضیحی	الگو
		سهام بازار اوپک	correction model
بامستر و پرسمن	۲۰۱۳	عرضه	Baysian VAR
		تولید نفت جهان	
		هزینه واقعی خرید نفت خام وارداتی توسط پالایشگاه های آمریکا	
کیلیان و مورفی	۲۰۱۲	عرضه	VAR
		تولید صنعتی جهانی	
		تولید نفت خام جهان	
		نوآوری	
		شاخص فعالیت اقتصادی واقعی	
		لگاریتم تغییر در قیمت واقعی نفت	

#### ۴. روش شناسی تحقیق

در این پژوهش جهت بررسی آثار سناریوهای IPCC مبتنی بر کاهش مصرف سوخت های فسیلی در جهان بر تقاضا و عرضه نفت اوپک از رویکرد اقتصادسنجی سری زمانی معادلات هم انباشتگی برای برآورد معادلات بلندمدت و از الگوی تصحیح خطای برداری برای برآورد کوتاه مدت استفاده شده است.

چارچوب متداول برای تحلیل متغیرهای نامانا و هم انباشتگی روش یوهانسن- یوسلیوس است. این رویکرد، یک الگوی خودرگرسیون برداری شامل رابطه بلندمدت و مکانیزم تعدیل به سمت تعادل بلندمدت است. در روش رگرسیون یوهانسن- یوسلیوس کار با یک مدل تصحیح خطای برداری VECM شروع می شود:

$$\Delta X_t = \Gamma_1 \Delta X_{t-1} + \Gamma_2 \Delta X_{t-2} + \dots + \Gamma_{t-k+1} \Delta X_{t-k+1} + \pi X_{t-k} + \mu + \psi Z_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

عبارت  $\Gamma_i \Delta X_{t-i}$  برای متغیرهای مانا مرتبط با تاریخچه گذشته متغیرهای سیستمی و ماتریس  $\pi$  روابط هم انباشتگی را در بر می گیرد و فرض شده که  $\pi = \alpha \beta$  است که در آن ماتریس  $\beta$  ضرایب بلندمدت و ماتریس  $\alpha$  سرعت تغییر هر متغیر جهت رسیدن به تعادل بلندمدت است که بخش بلندمدت الگو را به پویایی های کوتاه مدت آن مرتبط می سازد. همچنین،  $\mu$



عبارت ثابت و  $Z_t$  سایر متغیرهای مانا بعنوان متغیرهای توضیحی در برآورد مدل در نظر گرفته می‌شود. در این الگو تعیین تعداد روابط بلندمدت که همان سطرهای ماتریس  $\beta$  می‌باشند، حائز اهمیت است.

اگر رتبه ماتریس  $\pi$  بیش از یک باشد در این صورت تفسیر بردار هم‌انباشتگی چندان ساده نخواهد بود. زمانی که چند بردار هم‌انباشتگی وجود داشته باشد هر ترکیب خطی از این متغیرها نیز یک بردار هم‌انباشتگی خواهد بود. در این حالت این امکان وجود دارد که با اعمال قیود مناسب بر تک تک بردارهای هم‌انباشتگی روابط رفتاری مختلفی بین آنها تعریف گردد. مساله اصلی در اینجا تعیین نوع قیود است که می‌بایست براساس تئوری اقتصادی بر سیستم معادلات اعمال گردد. در شرایط وجود بردارهای هم‌انباشتگی چندگانه نمی‌توان به آزمون فرض صفر  $\beta_{ij} = 0$  پرداخت زیرا این فرض محدودیتی را بر روی مجموعه بردارهای هم‌انباشتگی اعمال نمی‌کند. از این رو، حذف متغیر از یک بردار هم‌انباشتگی به معنای اعمال تنها یک قید بر معادله می‌باشد. در این شرایط اگر مقدار محاسبه شده آماره  $\chi^2$  با یک درجه آزادی که برابر با تعداد قیود اعمال شده می‌باشد فراتر از مقدار بحرانی گردد در این صورت فرض صفر که وجود مجموعه‌ای از متغیرهای دارای رابطه هم‌انباشتگی می‌باشد، رد خواهد شد.

ناکارایی‌ها و تورش‌های مرتبط با تک معادله در مقابل برآوردهای سیستم‌های کامل در ادبیات اقتصادسنجی مورد توجه قرار گرفته‌اند. یوهانسن (۱۹۹۲)، خصوصیات آماری یک زیرمجموعه از متغیرهای یک سیستم کامل در تحلیل هم‌انباشتگی را آزمون می‌نماید. یوهانسن نشان داد که برآورد سیستم جزئی به طور کلی نسبت به تکنیک‌های برآورد سیستم کامل ناکارا است.

در خصوص کارایی برآورد سیستم جزئی، یوهانسن نشان داد هنگامی که متغیرهای بیشتری نسبت به بردارهای هم‌انباشتگی در سیستم جزئی وجود دارد، برآوردها تورش دار نیستند اما هنوز ناکارا بوده مگر آنکه متغیرهایی که خارج می‌شوند، بطور ضعیفی برونزا باشند. بطور همزمان فیلیس (۱۹۹۱)، نکات مشابهی را مبتنی بر یک روش برآورد متفاوت، ارائه داد. او نشان داد که اگر یک زیرمجموعه از متغیرها برآورد شوند و متغیرهای با روندهای عادی منحصربفرد<sup>۱</sup> خارج گردند، اغلب برآوردهای ناکارا و تورش دار حاصل خواهد شد.

---

<sup>۱</sup> Unique common trends



با توجه به مطالب بالا و متغیرهای در نظر گرفته شده در این مقاله می توان بیان نمود که توابع عرضه و تقاضای بازار نفت بصورت زیر در دو بردار هم انباشتگی شناسایی شده قابل تصریح و برآورد هستند. بنابراین معادله عرضه (۲) و تقاضا (۳) بازار نفت بصورت زیر در نظر گرفته شده است.

$$q_t^s = \alpha_1 + \alpha_{ps} p_t^{oil} + \alpha_{non} q_t^{nonopec} + \varepsilon_t^s \quad (2)$$

$$q_t^d = \alpha_2 + \alpha_{pd} p_t^{oil} + \alpha_{indust\_adv} i p_t^{adv} + \alpha_{indust\_emg} i p_t^{emg} + \alpha^{renw} p_t^{renw} + \varepsilon_t^d \quad (3)$$

$p_t^{oil}$ : قیمت نفت اوپک با استفاده از شاخص قیمتی آمریکا تعدیل و بعنوان متغیر توضیحی در معادلات عرضه و تقاضا وارد شده است از منظر تئوریک کشش عرضه و تقاضا برای تولید نفت باید کوچکتر از یک و به ترتیب مثبت و منفی باشند.

$q_t^{nonopec}$ : تولید نفت در کشورهای غیر اوپک به عنوان یکی از متغیرهای اثرگذار بر عرضه نفت کشورهای عضو اوپک در نظر گرفته شده است. با توجه به شواهد تجربی انتظار می رود این متغیر اثر مثبت بر عرضه نفت اوپک داشته باشد.

$i p_t^{adv}$  و  $i p_t^{emg}$ : علت در نظر گرفتن متغیرهای شاخص تولیدات صنعتی در کشورهای توسعه یافته و نوظهور آن است که بتوان آثار فعالیت اقتصادی هر گروه از کشورها را بر تقاضای نفت بصورت مستقل مورد ارزیابی قرار داد.

$p_t^{renw}$ : قیمت انرژیهای تجدیدپذیر به دلیل جایگزینی انرژیهای تجدیدپذیر با سوختهای فسیلی در سناریوهای مربوط به IPCC، در مدل وارد شده است. در واقع هدف از وارد کردن این متغیر تعیین میزان اثرگذاری قیمت انرژیهای تجدیدپذیر بر تقاضای نفت اوپک می باشد.

## ۵. برآورد مدل و یافته ها

در پژوهش حاضر با توجه به اینکه اثر کاهش تقاضا برای کشورهای اوپک به دلیل وابستگی اقتصادی این کشورها به درآمدهای صادرات نفت حائز اهمیت است، از آمار تولید و قیمت

نفت کشورهای عضو اوپک استفاده شد. همچنین، به دلیل بلندمدت بودن آثار اقدامات زیست محیطی مقابله با تغییرات اقلیم تحت سناریوهای IPCC که مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر را تا افق ۲۰۳۰ و ۲۰۵۰ جایگزین سوخت‌های فسیلی می‌کند، متغیر قیمت انرژی‌های تجدیدپذیر در مدل وارد گردید. متغیرهای بکارگرفته شده در توابع عرضه و تقاضا شامل تولید نفت کشورهای عضو اوپک، قیمت نفت کشورهای عضو اوپک تعدیل شده با شاخص قیمت مصرف‌کننده آمریکا، شاخص تولیدات صنعتی کشورهای توسعه‌یافته، شاخص تولیدات صنعتی کشورهای نوظهور و شاخص قیمت انرژی‌های تجدیدپذیر می‌باشند. داده‌های پژوهش بصورت ماهانه برای دوره ۱۹۸۶-۲۰۲۲ به کارگرفته شد. آمار قیمت و تولید نفت خام اوپک از سازمان اوپک و شاخص قیمت مصرف‌کننده آمریکا از بانک جهانی گردآوری شد. به منظور محاسبه شاخص تولیدات صنعتی (IP)<sup>۱</sup> کشورهای توسعه‌یافته از میانگین وزنی IP کشورهای آمریکا، ژاپن، آلمان، فرانسه، انگلیس، ایتالیا، کانادا، اسپانیا، هلند، سوئد، نروژ، بلژیک، اتریش، دانمارک، فنلاند، یونان، ایرلند، پرتغال و لوگزامبورک استفاده شده که با سهم GDP هر یک از کشورها از کل تولید ناخالص داخلی این مجموعه کشورها وزن داده شد. IP کشورهای نوظهور نیز میانگین وزنی IP کشورهای چین، برزیل، هند، کره جنوبی، مکزیک، ترکیه و اندونزی می‌باشد که وزن لحاظ شده، سهم GDP هر یک از کشورها از کل GDP آنها می‌باشد. آمار GDP از بانک جهانی و شاخص IP از صندوق بین‌المللی پول اخذ گردید. برای متغیر قیمت انرژی‌های تجدیدپذیر نیز آمار متوسط وزنی هزینه همتراز شده انرژی (LECO)<sup>۲</sup> تجدیدپذیرها شامل برق خورشیدی متمرکز، برق بادی ساحلی، برق بادی دریایی و برق خورشیدی فتوولتائیک بکارگرفته شد که وزن آنها، سهم تولید هر یک از انرژی‌های مذکور از انرژی کل تولید شده توسط آنها می‌باشد. آمار هزینه همتراز شده انرژی توسط آژانس بین‌المللی انرژی تجدیدپذیر منتشر می‌شود. در ابتدا، شاخص تولیدات صنعتی کشورهای پیشرفته، شاخص تولیدات صنعتی کشورهای نوظهور و شاخص قیمت انرژی‌های تجدیدپذیر، فصلی زدایی شد. سپس، مانایی متغیرهای فوق بر اساس آزمون دیکی فولر تعمیم یافته (ADF) بررسی شد. در این آزمون فرضیه صفر مبنی بر نامانای بودن سری زمانی می‌باشد.

---

<sup>۱</sup> Industrial Production Index

<sup>۲</sup> Levelized Cost of Energy



جدول ۲. نتایج مانایی متغیرها با استفاده از آزمون ADF

متغیر	سطح احتمال آزمون مانایی در سطح	سطح احتمال آزمون مانایی با یک بار تفاضل گیری
تولید نفت اوپک	۰/۷۳۱۹	۰/۰۰
تولید نفت غیر اوپک	۰/۱۲۴۷	۰/۰۱
قیمت واقعی نفت اوپک	۰/۱۱۹۴	۰/۰۰
تولید کشورهای پیشرفته	۰/۳۵۰۸	۰/۰۰
تولید کشورهای نوظهور	۰/۹۷۳۰	۰/۰۰
قیمت انرژی‌های تجدیدپذیر	۰/۸۳۸۴	۰/۰۰

منبع: یافته‌های پژوهش

با توجه به نتایج حاصل از آزمون مانایی دیکی-فولر تعمیم یافته تمامی متغیرهای در نظر گرفته شده در این مطالعه در سطح مانا نبوده و بعد از یکبار تفاضل گیری مانا شده‌اند. بنابراین برای برآورد این الگو می‌بایست از مدل‌های سری زمانی تصحیح خطای برداری و روش هم‌انباشتگی یوهانسن استفاده نمود. برای تعیین وقفه بهینه با توجه به ماهانه بودن آمارهای در نظر گرفته شده از آزمون آکاییک با وقفه ۱۲ استفاده شده است. نتایج حاصل از آزمون یوهانسن بیانگر آن است که دو بردار هم‌انباشتگی برای متغیرها وجود دارد. به منظور تعیین ضرایب منطبق با تئوری اقتصادی، قیودی بر روی ضرایب جهت شناسایی معادلات عرضه و تقاضا اعمال گردید.

جدول ۳. بررسی هم‌انباشتگی متغیرها با استفاده از آزمون یوهانسن

فرضیه صفر	مقادیر ویژه	میزان بحرانی	سطح احتمال
هیچ بردار	۰/۲۰۵۱	۹۱/۱۱	۰/۰۰
حداقل یک بردار	۰/۱۲۶۹	۶۵/۸۱	۰/۰۴۲
حداقل دو بردار	۰/۰۷۸۷	۴۴/۴۹	۰/۳۲۳

منبع: یافته‌های پژوهش

ضرایب برآوردی معادلات بلندمدت عرضه و تقاضای نفت اوپک بر اساس آماره  $t$  استیودنت معنی دار می‌باشند. نتایج حاصل از برآورد مدل بیانگر آن است که عرضه نفت با قیمت

واقعی نفت رابطه مستقیم داشته و در بلند مدت با ۱ درصد افزایش قیمت نفت، عرضه نفت به میزان ۰/۲۲ درصد افزایش خواهد یافت. همچنین کشتش تولید کشورهای غیر اوپک که در سالهای اخیر بعنوان یک بازیگر مهم بازار نفت در نظر گرفته می‌شوند برابر با ۱/۵۶ می‌باشد. در واقع با افزایش یک درصد تولید کشورهای غیر اوپک، تولید نفت اوپک به میزان بیشتری افزایش خواهد یافت.

از آنجایی که اوپک در بازار جهانی نفت دو رویکرد را اتخاذ می‌کند، رویکرد استراتژیک که اوپک مشابه تولیدکنندگان غیر اوپک عمل می‌کند و اثر شوک روی قیمت نفت را تقویت می‌نماید و در رویکرد سازگار، اوپک تمایل دارد تا تغییرات تولید غیر اوپک را متعادل کرده و نوسانات قیمت نفت را تضعیف کند. ضریب برآورد شده نشان می‌دهد در دوره مورد بررسی کشورهای عضو اوپک همزمان با افزایش تولید غیر اوپک، سعی می‌کنند که سهم بازار خود را حفظ نمایند که در این شرایط به افزایش تولید رو می‌آورند تا کشورهای تولیدکننده با هزینه بالا را از بازار خارج نمایند. این یافته با نتایج بوگ، پال و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۱۶) که اوپک را تولیدکننده مسلط و رفتار اوپک را مطابق با تصمیمات حمایت از سهم بازار با محدود کردن نقش رقبا مانند تولیدکنندگان نفت شیل دانسته، سازگار است. همچنین، متغیرهای اثرگذار بر تقاضای نفت شامل سطح فعالیت‌های اقتصادی در کشورهای پیشرفته و نوظهور و همچنین قیمت انرژی‌های تجدید پذیر می‌باشند. نتایج بیانگر آن است که کشتش قیمتی تقاضا در بلند مدت برابر با منفی ۰/۰۵ است که در اغلب مطالعات در این حوزه سازگار است. نکته مهم در این مطالعه، ضرایب مربوط به تولیدات صنعتی کشورهای صنعتی و نوظهور است که به ترتیب برابر با ۰/۷۶ و ۰/۵۸ برآورد شده و اثر مثبت معناداری بر تولید نفت اوپک دارند. ضمن اینکه تقاضای کشورهای پیشرفته اثر بزرگتری نسبت به کشورهای نوظهور دارد و با افزایش تولیدات صنعتی در این کشورها تقاضای نفت اوپک با شدت بیشتری افزایش خواهد یافت. این اثر به تفاوت‌های بین اقتصادهای این دو گروه و نیازهای مختلف انرژی آن‌ها وابسته است. کشورهای پیشرفته معمولاً دارای صنایع تولیدی و تبدیلی بیشتر و بنابراین سطح مصرف انرژی بالاتری می‌باشند. از سوی دیگر، کشورهای نوظهور دارای جمعیت بسیار زیاد و در حال توسعه صنعتی و اقتصادی می‌باشند که به دلیل رشد سریع جمعیت و صنایع تبدیلی و تولیدی، نیاز بسیار زیادی به انرژی دارند. بنابراین،

---

<sup>۱</sup> . Pål Boug, Ådne Cappelen and Anders Rygh Swensen



تفاوت در ساختار اقتصادی، سطح توسعه صنعتی و تولیدی، جمعیت و نیازهای انرژی این دو گروه کشور، منجر به تفاوت در تقاضا برای نفت و سایر منابع انرژی می‌شود. بررسی اثر قیمت انرژی‌های تجدیدپذیر بر تقاضای نفت اوپک نشان می‌دهد، با کاهش یک درصد قیمت انرژی‌های تجدیدپذیر، تقاضا برای نفت اوپک ۰/۲۶ درصد کاهش می‌یابد. بنابراین در این تحقیق با استفاده از متغیرهای در نظر گرفته شده کشش‌های تقاضا و عرضه کمتر از یک برآورد شده است.

همچنین به منظور لحاظ اثر شوک‌های نفتی ناشی از بحران‌های منطقه‌ای بر اساس مطالعه کالدارا و همکاران (۲۰۱۹)، متغیرهای موهومی زیر در معادلات کوتاه مدت وارد شد که از مهمترین آنها می‌توان به جنگ عراق و امریکا، اعتصاب کارکنان ونزوئلا و کاهش تولید نفت برای خارج کردن نفت شیل اشاره نمود.

جدول ۴، متغیر موهومی در مدل *VECM*

متغیر موهومی	دوره زمانی
جنگ عراق	M۰۶-۲۰۰۱
جنگ عراق	M۰۴-۲۰۰۲
اعتصابات ونزوئلا	M۱۲-۲۰۰۲
جنگ داخلی لیبی	M۰۳-۲۰۱۱
رونق نفت شیل	M۰۱-۲۰۱۷
کووید ۱۹	M۰۳-۲۰۱۹

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول ۵، ضرایب برآوردی معادلات بلندمدت عرضه و تقاضای نفت اوپک با روش یوهانسن را نشان می‌دهد.

جدول ۵. برآورد روابط بلندمدت عرضه و تقاضای نفت براساس روش یوهانسن

متغیر	تابع عرضه نفت اوپک	تابع تقاضای نفت اوپک
-------	--------------------	----------------------

۱	۱	تولید نفت اوپک
-۰/۰۵ (۰/۰۲)	۰/۲۲ (۰/۰۵)	قیمت واقعی نفت اوپک
۰	۱/۵۶ (۰/۴۱)	تولید نفت غیر اوپک
۰/۷۶ (۰/۱۶)	۰	تولیدات صنعتی کشورهای پیشرفته
۰/۵۸ (۰/۰۷)	۰	تولیدات صنعتی کشورهای نوظهور
۰/۲۶ (۰/۰۶)	۰	قیمت انرژی‌های تجدیدپذیر
-۰/۰۸ (۰/۰۰۳)	-۰/۰۳ (۰/۰۰۹)	جمله تصحیح خطا

مقادیر داخل پرانتز بیانگر انحراف معیار می‌باشد  
منبع: یافته‌های پژوهش

همچنین جمله تصحیح خطای برداری برای دو معادله عرضه و تقاضای نفت نشان می‌دهد که در صورت وقوع یک شوک در عرضه نفت، در هر دوره به میزان ۰/۰۳ واحد از عدم تعادل از بین خواهد رفت و عدم تعادل در تقاضای نفت در اثر وقوع یک شوک به میزان ۰/۰۸ واحد در هر دوره تعدیل خواهد شد.

همانطور که در ابتدای این بخش توضیح داده شد یکی از آزمون‌های مهم برای تعیین درستی قیود برقرار شده در این الگوی استفاده از آماره کای-دو است. مقدار بحرانی این آماره برابر ۲۰/۰۶ می‌باشد و بر مبنای آن فرضیه صفر را نمی‌توان تایید نمود. بنابراین قیود در نظر گرفته شده برای تعیین معادلات عرضه و تقاضای نفت اوپک به درستی مشخص شده و الزام‌آور بوده‌اند.

جدول ۶. آزمون نسبت راست نمایی دو بردار هم‌انباشتگی

۲۰/۰۶	مقدار آزمون کای-دو (برای ۲ بردار هم‌انباشتگی)
۰,۰۰	سطح احتمال

منبع: یافته‌های پژوهش

برای اطمینان از صحت برآوردهای صورت گرفته، آزمون‌های واریانس ناهمسانی وایت و خود همبستگی  $LM$  انجام شده است. نتایج برقراری شرایط کلاسیک، نبود واریانس ناهمسانی و عدم خودهمبستگی را تایید می‌نماید.

جدول ۷. آزمون‌های خوبی برازش

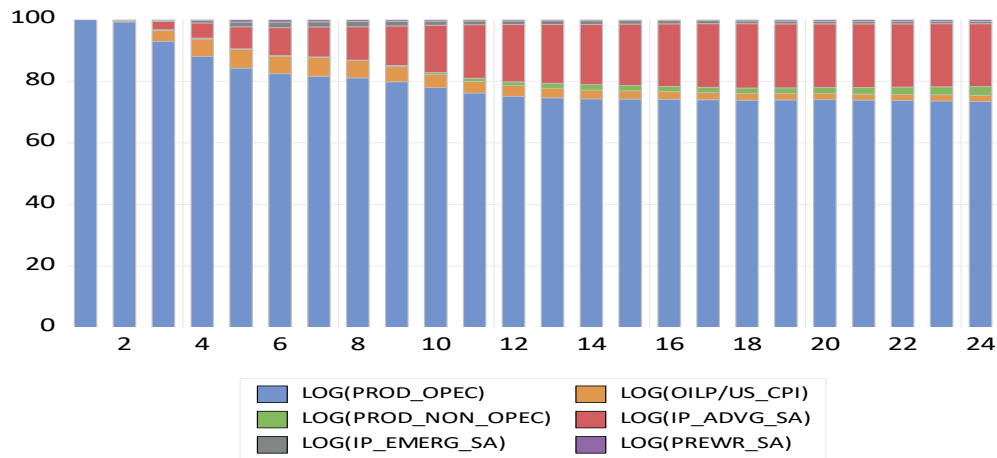
سطح احتمال	آماره آزمون	آزمون
۰/۷۵۶۴	۲۹/۸۲	خودهمبستگی - $LM (Lag=13)$
۰/۵۲	۳۲۲۹	واریانس ناهمسانی - $White$

منبع: یافته‌های پژوهش

به منظور بررسی تاثیر متغیرهای مستقل بر متغیر وابسته در طول زمان از الگوی  $VECM$  و تجزیه واریانس خطای پیش بینی استفاده شده است. در واقع با تجزیه واریانس خطای پیش بینی می‌توان بررسی نمود که تغییرات یک دنباله تا چه حد از اجزای اختلال خود دنباله متاثر بوده و تا چه میزان از اجزای اختلال سایر متغیرهای درون سیستم تاثیر پذیرفته است. نتایج حاصل از تجزیه واریانس تولید نفت اوپک، حاکی از آن است که جزء اختلال شاخص تولیدات صنعتی کشورهای پیشرفته بیشترین تاثیر را بر تولید نفت اوپک داشته است. نتایج حاصل از تجزیه واریانس دو متغیر تولید و قیمت واقعی نفت اوپک در نمودارهای (۱) و (۲) گزارش شده است.

نمودار ۱، تجزیه واریانس تولید نفت اوپک

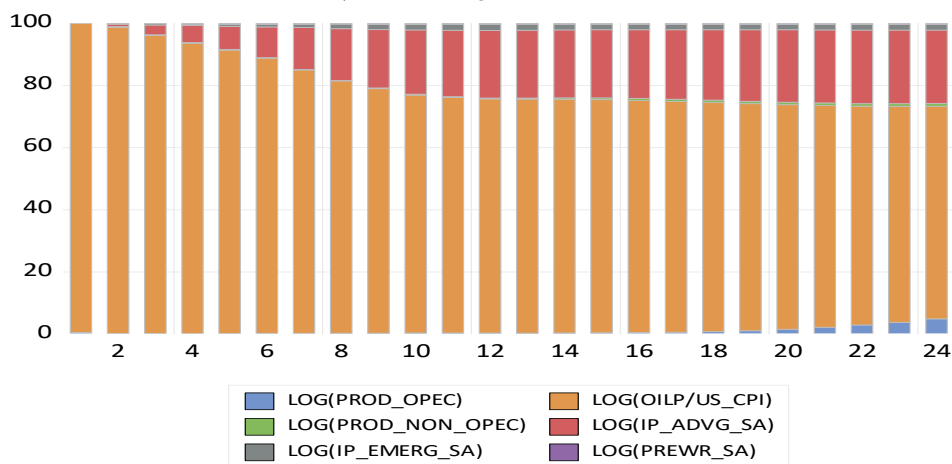




منبع: یافته‌های پژوهش

نتایج حاصل از تجزیه واریانس قیمت نفت اوپک، نشان می‌دهد که این متغیر بیشترین تاثیر را از جزء اختلال شاخص تولیدات صنعتی کشورهای پیشرفته پذیرفته است.

نمودار ۲، تجزیه واریانس قیمت نفت اوپک



منبع: یافته‌های پژوهش

با توجه به اینکه هدف پژوهش بررسی اثرات سناریوهای دستیابی به گرمایش جهانی ۱,۵ درجه از سوی IPCC بر تقاضا برای نفت اوپک می‌باشد، با استفاده از ضرایب برآوردی مدل، تغییرات مقدار تقاضا برای نفت اوپک محاسبه می‌شود. در همه سناریوهای مطرح شده



IPCC ملاک حذف دی اکسید کربن ( $CDR$ ) بوده اما مقدار آن در مسیرهای مختلف متفاوت است. جدول ۸، سناریوهای مختلف کاهش انتشارات را نشان می‌دهد. در سناریو اول ( $P1$ )، نوآوری‌های اجتماعی، تجاری و تکنولوژیکی موجب کاهش تقاضای انرژی تا سال ۲۰۵۰ می‌شود. سوختهای فسیلی با کمک فناوری‌های جذب و ذخیره‌سازی کربن ( $CCE$ )<sup>۱</sup> یا فناوری انرژی زیستی توأم با جذب و ذخیره‌سازی کربن ( $BECCS$ )<sup>۲</sup> استفاده نمی‌شوند. در سناریو دوم ( $P2$ )، تمرکز وسیع بر مقوله پایداری شامل شدت انرژی، توسعه انسانی، هم‌گرایی اقتصادی و همکاری بین‌المللی و نیز مصرف پایدار و سالم، نوآوری در فناوری کم‌کربن و سیستم مدیریت مناسب کاربری زمین با پذیرش محدود اجتماعی برای بکارگیری از فناوری  $BECCS$  است. سناریو سوم ( $P3$ )، سناریوی حد میانی رویکردهاست که در آن توسعه اجتماعی و تکنولوژی بر اساس الگوی تاریخی دنبال می‌شود. کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای به طور عمده با تغییر نحوه تولید انرژی و محصولات به میزان کمی ناشی از کاهش‌های تقاضا حاصل می‌شود. سناریو چهارم ( $P4$ )، مبتنی بر استفاده زیاد از منابع و انرژی است که در آن رشد اقتصادی و جهانی شدن منجر به پذیرش وسیع شیوه‌های زندگی تولیدکننده گازهای گلخانه‌ای از جمله تقاضای زیاد برای سوخت در بخش حمل و نقل و محصولات دامی می‌شود. کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای به طور عمده از طریق روشهای فناورانه بدست می‌آید و به میزان زیادی از فناوری  $BECCS$  برای دستیابی به نرخ بالای کاهش انتشار  $CDR$ <sup>۳</sup> استفاده می‌شود.

جدول ۸، سناریوهای مختلف کاهش انتشارات جهت تحقق محدود کردن گرمایش جهانی به ۱,۵ درجه واحد: درصد

شاخص های جهانی	سناریو اول	سناریو دوم	سناریو سوم	سناریو چهارم
----------------	------------	------------	------------	--------------

<sup>۱</sup>. Carbon Capture and Storage

<sup>۲</sup>. Bioenergy with Carbon Capture and Storage

<sup>۳</sup>. Carbon Dioxide Removal

تقاضای انرژی نهایی				
۳۹	۱۷	-۵	-۱۵	در ۲۰۳۰ نسبت به ۲۰۱۰
۴۴	۲۱	۲	-۳۲	در ۲۰۵۰ نسبت به ۲۰۱۰
سهم تجدیدپذیرها در برق				
۲۵	۴۸	۵۸	۶۰	در ۲۰۳۰ نسبت به ۲۰۱۰
۷۰	۶۳	۸۱	۷۷	در ۲۰۵۰ نسبت به ۲۰۱۰
عرضه انرژی اولیه از ذغال سنگ				
-۵۹	-۷۵	-۶۱	-۷۸	در ۲۰۳۰ نسبت به ۲۰۱۰
-۹۷	-۷۳	-۷۷	-۹۷	در ۲۰۵۰ نسبت به ۲۰۱۰
عرضه انرژی اولیه از نفت				
۸۶	-۳	-۱۳	-۳۷	در ۲۰۳۰ نسبت به ۲۰۱۰
-۳۲	-۸۱	-۵۰	-۸۷	در ۲۰۵۰ نسبت به ۲۰۱۰
عرضه انرژی اولیه از گاز				
۳۷	۳۳	-۲۰	-۲۵	در ۲۰۳۰ نسبت به ۲۰۱۰
-۴۸	۲۱	-۵۳	-۷۴	در ۲۰۵۰ نسبت به ۲۰۱۰
عرضه انرژی اولیه از انرژی هسته ای				
۱۰۶	۹۸	۸۳	۵۹	در ۲۰۳۰ نسبت به ۲۰۱۰
۴۶۸	۵۰۱	۹۸	۱۵۰	در ۲۰۵۰ نسبت به ۲۰۱۰

ماخذ: IPCC, ۲۰۱۹

بر این اساس، در صورت تحقق هر یک از سناریوهای مذکور، تغییرات تقاضا برای نفت اوپک به شرح زیر جدول (۹) است.

جدول ۹. تغییرات تقاضا برای نفت اوپک در صورت تحقق سناریوهای IPCC  
واحد: درصد



شاخص	سناریو اول	سناریو دوم	سناریو سوم	سناریو چهارم
عرضه انرژی اولیه از نفت				
۲۰۳۰ نسبت به ۲۰۱۰	-۳۷	-۱۳	-۳	۸۶
در ۲۰۵۰ نسبت به ۲۰۱۰	-۸۷	-۵۰	-۸۱	-۳۲
تغییرات عرضه نفت اوپک				
۲۰۳۰ نسبت به ۲۰۱۰	-۴۰	-۱۴	-۳	۹۵
در ۲۰۵۰ نسبت به ۲۰۱۰	-۹۶	-۵۵	-۸۹	-۳۵

منبع: یافته‌های پژوهش

## ۶. نتیجه‌گیری و پیشنهادات

امروزه، یکی از مشکلات عمده زیست محیطی، گرمایش جهانی و تغییرات آب و هوایی ناشی از فعالیت‌های بشر است. این پدیده، تأثیرات مخرب زیادی بر محیط زیست، اکوسیستم‌ها، اقتصاد و سلامت انسان‌ها دارد. لذا در دو دهه اخیر، توجه بسیاری از محافل علمی و سیاسی جهان به سمت موضوع گرمایش زمین و تغییرات آب و هوایی ناشی از آن جلب شده است. لازمه دستیابی به هدف کنترل گرمای زمین به ۱٫۵ درجه نسبت به سطوح قبل از صنعتی شدن، جایگزینی فزاینده و سریع سوخت‌های فسیلی از جمله نفت با انرژی‌های تجدیدپذیر در بخش تولید انرژی است<sup>۱</sup>. در این میان این موضوع برای کشورهای دارنده ذخایر عظیم نفت و اقتصادهای متکی بر درآمدهای صادراتی نفت و گاز تهدیدی جدی به‌شمار می‌آید.

از این رو، آینده پژوهی در خصوص بازار نفت و عوامل موثر بر آن هدف اصلی این تحقیق بوده است. بررسی مطالعات پیشین نشان داد که اغلب بر کشش‌های کوتاه مدت عرضه و تقاضا بر اساس داده‌های خرد و کلان تمرکز شده است. پژوهش‌های انجام شده توسط کیلیان و همیلتون پایه اصلی بیشتر مطالعات قرار گرفته است و انتقادات گسترده‌ای بر مطالعات یکدیگر وارد کرده‌اند. متغیرهای پرتکرار در مطالعات شامل تولید نفت جهان، شاخص تولیدات صنعتی، قیمت اسپات و آتی واقعی نفت، موجودی انبار نفت، شوک‌های

۱. گزارش ویژه "گرمایش جهانی ۱٫۵ درجه" هیئت بین‌الدولی تغییر اقلیم سازمان ملل، ۲۰۱۹.

عرضه و تقاضا می‌باشند. بررسی مطالعات انجام شده در این حوزه نشان داد که تاثیر انرژی‌های تجدیدپذیر در توابع عرضه و تقاضای نفت مورد توجه قرار نگرفته است. از آنجایی که کاهش انتشار کربن به منظور مقابله با گرمایش زمین بر اساس سناریوهایی برای افق بلندمدت تا سال ۲۰۵۰ توسط هیئت بین‌الدولی تغییر اقلیم ارائه شده است، نیاز به برآورد کاهش‌های بلندمدت عرضه و تقاضا با لحاظ قیمت انرژی‌های تجدیدپذیر می‌باشد. بدین منظور از روش هم‌انباشتگی جهت برآورد توابع عرضه و تقاضا استفاده شده است. نتایج حاصل از برآورد مدل بیانگر آن است که تابع عرضه نفت با قیمت واقعی نفت رابطه مستقیم دارد و کاهش قیمتی عرضه نفت ۰/۲۲ می‌باشد. همچنین، یک درصد افزایش در تولید کشورهای غیر اوپک، تولید نفت اوپک را به میزان ۱/۵۶ درصد افزایش می‌دهد. کاهش قیمتی تقاضای نفت منفی ۰/۰۵ و تقاضای کشورهای پیشرفته اثر بزرگتری نسبت به کشورهای نوظهور بر تقاضای نفت اوپک دارد. همچنین، یک درصد کاهش در قیمت انرژی‌های تجدیدپذیر، مقدار تقاضا برای نفت اوپک را ۰/۲۶ درصد کاهش می‌دهد. بنابراین در صورت تحقق سناریوهای IPCC، عرضه نفت اوپک در سناریو بدبینانه برای نفت اوپک تا سال ۲۰۳۰، حدود ۴۰ درصد کاهش خواهد یافت.

بر اساس یافته‌های پژوهش توصیه می‌شود، با توجه به اثرگذاری سیاست‌های زیست محیطی بر اقتصاد کشورهای صادرکننده نفت، سرعت توسعه انرژی‌های پاک تا سال ۲۰۳۰ به طور مرتب توسط سازمان اوپک رصد و متناسب با کاهش میزان تقاضا استراتژی مناسب از سوی کشورهای عضو اوپک اتخاذ شود.

اگرچه بر اساس یافته‌های پژوهش رشد تولیدات صنعتی در کشورهای صنعتی اثر بزرگتری بر تقاضا برای نفت اوپک دارد اما بررسی روند واردات کشورهای واردکننده نفت از اوپک نشان می‌دهد که از سال ۲۰۱۹ میزان واردات دو کشور چین و هند در حدود ۴۰ درصد صادرات اوپک می‌باشد و در مقابل واردات کشورهای آمریکا و اروپایی عضو سازمان توسعه و همکاری‌های اقتصادی ۴۰ درصد کاهش یافته است. لذا در صورت تداوم این روند، ضروری است تحولات و سرمایه‌گذاری‌های صورت گرفته در انرژی‌های تجدیدپذیر و روند تولید در این دو کشور مورد توجه سازمان اوپک قرار گیرد.

## تعارض منافع

تعارض منافع وجود ندارد.



-----پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران-----

دوره ؟، شماره ؟، نام فصل، سال، ص ص

.atu.ac.ir

DOI:

سپاسگزاری

## منابع

رجبیان، وحید، طالبلو، رضا و ارباب، حمیدرضا (۱۳۹۹). سرمایه گذاری در صنعت نفت و گاز با استفاده از تخمین مصرف نفت خام و گاز طبیعی در ایران با رویکرد مدل VECM، فصلنامه علمی پژوهشی دانش سرمایه گذاری، سال نهم، شماره ۳۴.

سالک، نوید و خورسندی، مرتضی (۱۴۰۲). طراحی الگوی بازار نفت و مقایسه پیش بینی های قیمت نفت خام، مجله تحقیقات مدل سازی اقتصادی، (۱۳(۴۷)، ۱۱۴-۷۳.

سالک، نوید، خورسندی، مرتضی، فریدزاد، علی، قاسمی، عبدالرسول، محمدی، تیمور (۱۴۰۱). بررسی نقش عوامل بنیادین بازار در قیمت جهانی نفت، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، سال هجدهم، شماره ۷۵، ص ۸۲-۳۵

گلستانی، شهرام، گرگینی، مصطفی و حاج عباسی، فاطمه (۱۳۹۱). مقایسه توانایی پیش بینی مدل های VAR، ARIMA و شبکه های عصبی (ANN): تقاضای جهانی نفت اوپک، پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران، دوره ۱، شماره ۴، ص ۱۴۵-۱۶

معمارزاده، عباس و خیابانی، ناصر (۱۳۹۶). بررسی اثرات پویای تکانه های ساختاری بازار جهانی نفت خام بر خرج کرد بخش خصوصی و دولتی ایران: رهیافت مدل پویای ساختاری، فصلنامه نظریه های کاربردی اقتصاد، سال چهارم، شماره ۴، تابستان ۱۳۹۶، ص ۱۹۴-۱۶۹

نظری، روح اله، خداپرست مشهدی، مهدی و سیفی، احمد (۱۳۹۶). تحلیل رفتار ایران در سازمان اوپک: کاربردی از مدل های مارکف سوئیچینگ، فصلنامه پژوهشهای اقتصادی (رشد و توسعه پایدار)، سال هفدهم - شماره دوم - تابستان ۱۳۹۶ - ص ۶۷۱-۶۴۱

## References

- Aguilera, Roberto, Radetzki, Marian, (۲۰۱۵). The Price of Oil. Cambridge University Press, Cambridge.  
<https://doi.org/10.1017/CBO9781131622725.27>.
- Alhajji, A.F., Huettner, David, (۲۰۰۰). OPEC and world crude oil markets from ۱۹۷۳ to ۱۹۹۴: cartel, oligopoly, or competitive? Energy J. ۲۱ (۳), ۳۱-۶۰. <http://www.jstor.org/stable/41322890>.
- Anderson, S.T., Kellogg, R., and S.W. Salant (۲۰۱۸), Hotelling Under Pressure, Journal of Political Economy, ۱۲۶, ۹۸۴-۱۰۲۶.
- Anderson, Soren, Ryan, Kellogg, Salant, Stephen, (۲۰۱۸). Hotelling under pressure. J. Polit. Econ. ۱۲۶ (۳), ۹۸۴-۱۰۲۶.  
<https://doi.org/10.1086/697203>.
- Antolin-Diaz, J., and J.F. Rubio-Ramirez (۲۰۱۸), Narrative Sign Restrictions for SVARs, American Economic Review, ۱۰۸, ۲۸۰۲-۲۸۳۹.
- Baumeister, Christiane, Hamilton, James D., (۲۰۱۹). Structural interpretation of vector autoregressions with incomplete identification: revisiting the role of oil supply and demand shocks. Am. Econ. Rev. ۱۰۹ (۵), ۱۸۷۳-۱۹۱۰. <https://doi.org/10.1257/aer.20151069>.
- Breitenfellner, ndreas, Crespo Cuaresma, Jesús, Keppel, Catherine, (۲۰۰۹). Determinants of Crude Oil Prices: Supply, Demand, Cartel or Speculation?, Monetary Policy & the Economy, Oesterreichische Nationalbank (Austrian Central Bank), issue ۴, pages ۱۱۱-۱۳۶.
- Bjørnland, H.C. (۲۰۱۹), Supply Flexibility in the Shale Patch: Facts, no Fiction, manuscript, BI Norwegian Business School.

- Bjørnland, H.C., Nordvik, F.M., and M. Rohrer (۲۰۱۹), Supply Flexibility in the Shale Patch: Evidence from North Dakota, manuscript, Norwegian Business School.
- Black, Geoffrey, LaFrance, Jeffrey T., (۱۹۹۸). Is hotelling's rule relevant to domestic oil production? *J. Environ. Econ. Manag.* ۳۶ (۲), ۱۴۹-۱۶۹. <https://doi.org/10.1006/jjeem.1998.1042>.
- Boug, Pål, Cappelen, Ådne, Rygh Swensen, Anders (۲۰۱۶), Modelling OPEC behaviour. Theory and evidence, Discussion Papers ۸۴۳, Statistics Norway, Research Department.
- Caldara, D., Cavallo, M, and M. Iacoviello (۲۰۱۹), Oil Price Elasticities and Oil Price Fluctuations, *Journal of Monetary Economics*, ۱۰۳, ۱-۲۰.
- Caldara, Dario, Cavallo, Michele, Iacoviello, Matteo, (۲۰۱۹). Oil price elasticities and oil price fluctuations. *Journal of Monetary Economics* ۱۰۳, ۱-۲۰. <https://doi.org/10.1016/j.jmoneco.2018.08.004>.
- Campbell, Colin, Laherr`ere, Jean, (۱۹۹۸). The end of cheap oil. *Sci. Am.* ۲۷۸ (۳), ۷۸-۸۴. <https://www.scientificamerican.com/article/the-end-of-cheap-oil/>.
- Durand-Lasserre, Olivier, Pierru, Axel. Modeling world oil market questions: An economic perspective, *Energy Policy*, [Volume ۱۵۹](https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112606), December ۲۰۲۱, <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112606>.
- Golestani, Shahram, Gorgini, Mostafa, and Hajabbasi, Fatemeh (۲۰۱۲). A comparison of the predictive ability of VAR, ARIMA, and Artificial Neural Network (ANN) models: Global oil demand of OPEC. *Iranian Journal of Energy Economics Research*, ۱(۴), ۱۶-۱۴۵. [In persian]
- Golding, G. (۲۰۱۹), Don't Expect U.S. Shale Producers to Respond Quickly to Geopolitical Supply Disruption, <https://www.dallasfed.org/research/economics/2019/1003>
- Golombek, Rolf, Irarrazabal, Alfonso A., Lin, Ma, (۲۰۱۸). OPEC's market power: an empirical dominant firm model for the oil market. *Energy Econ.* ۷۰, ۹۸-۱۱۵. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2017.11.009>.
- Gronwald, M. (۲۰۰۹). Jumps in Oil Prices – Evidence and Implications. ifo Working Paper ۷۵.
- Güntner, Jochen H.F., ۲۰۱۴. How do oil producers respond to oil demand shocks?, *Energy Economics*, Elsevier, vol. ۴۴(C), pages ۱-۱۳. DOI: 10.1016/j.eneco.2014.03.012
- Hammoudeh, Shawkat, Madan, Vibhas, (۱۹۹۵). Expectations, target zones, and oil price dynamics. *J. Pol. Model.* ۱۷ (۶), ۵۹۷-۶۱۳. [https://doi.org/10.1016/0161-8938\(95\)00022-4](https://doi.org/10.1016/0161-8938(95)00022-4).
- Herrera, A.M., and S.K. Rangaraju (۲۰۲۰), The Effect of Oil Supply Shocks on U.S. Economic Activity: What Have We Learned?, *Journal of Applied Econometrics*, ۳۵, ۱۴۱-۱۵۹.
- Hubbert, M., King, (۱۹۵۶). Nuclear Energy and the Fossil Fuels. Shell Development Company, Exploration and Research Production



Division, Houston, Texas.

<http://www.energycrisis.com/Hubbert/1906/1906.pdf>.

Huppmann, Daniel, Ruud, Egging, 2014. Market power, fuel substitution and infrastructure – a large-scale equilibrium model of global energy markets. *Energy* 50, 833–844.

<https://doi.org/10.1016/j.energy.2014.08.004>.

Inoue, A., and L. Kilian (2020), The Role of the Prior in Estimating VAR Models with Sign Restrictions, manuscript, Federal Reserve Bank of Dallas.

IPCC. (2019), Global Warming of 1.5°C Summary for Policymakers Technical Summary Frequently Asked Questions Glossary

Kilian, L. (2008a), Exogenous Oil Supply Shocks: How Big Are They and How Much Do They Matter for the U.S. Economy? Review of Economics and Statistics, 90(2), 217–228.

Kilian, L. (2008b), The Economic Effects of Energy Price Shocks, *Journal of Economic Literature*, 46, 871–909.

Kilian, L. (2020), Facts and Fiction in Oil Market Modeling, manuscript, Federal Reserve Bank of Dallas.

Kilian, Lutz, (2009). Not all oil price shocks are alike: disentangling demand and supply shocks in the crude oil market. *Am. Econ. Rev.* 99(3), 1053–1069. <https://doi.org/10.1257/aer.99.3.1053>.

Kilian, Lutz, Murphy, Daniel P., (2014). The role of inventories and speculative trading in the global market for crude oil. *J. Appl. Econom.* 29(3), 404–438. <https://doi.org/10.1002/jae.2322>.

Lewis, Tracy R., Schmalensee, Richard, (1980). On oligopolistic markets for nonrenewable natural resources. *Q. J. Econ.* 95(3), 470–491. <https://doi.org/10.2307/1880089>.

Lin, Cynthia, Wagner, Gernot, (2007). Steady-state growth in a Hotelling model of resource extraction. *J. Environ. Econ. Manag.* 62(1), 78–83. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2006.12.001>.

Livernois, J. (2009). On the Empirical Significance of the Hotelling Rule. In: *Review of Environmental Economics and Policy* 3(1), 22–41

Mamrazadeh, Abbas and Khiabani, Naser (2017). Investigating the effects of dynamic structural shocks in the global crude oil market on the expenditures of Iran's private and public sectors: A dynamic structural model approach. *Journal of Applied Economic Theories*, 4(4), 169–194. [In Persian]

Manne, Alan, Mendelsohn, Robert, Richels, Richard, (1990). MERGE: a model for evaluating regional and global effects of GHG reduction policies. *Energy Pol.* 18(1), 17–34. [https://doi.org/10.1016/0301-4210\(90\)90763-W](https://doi.org/10.1016/0301-4210(90)90763-W).

McGlade, C.E., (2012). A review of the uncertainties in estimates of global oil resources. *Energy* 47(1), 272–277. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2012.07.048>.

Montiel Olea, J.L., Stock, J.H., and M.W. Watson (2020), Inference in SVARs Identified with an External Instrument, forthcoming: *Journal of Econometrics*.

- Nazari, Rouhollah, Khodaparast Mashhadi, Mehdi, and Seifi, Ahmad (۲۰۱۷). Analysis of Iran's behavior in the OPEC: An application of Markov Switching models. *Quarterly Journal of Economic Research (Growth and Sustainable Development)*, ۱۷(۲), ۶۴۱-۶۷۱. [ In persian]
- Newell, Richard, Prest, Brian, (۲۰۱۹). The unconventional oil supply boom: aggregate price response from microdata. *Energy J.* ۴۰. <https://doi.org/10.5547/01906074.40.3.new>.
- Pierru, Axel, Smith, James L., Almutairi, Hossa, ۲۰۲۰. OPEC's pursuit of market stability. *Econ. Energy Environ. Pol.* ۹ (۲), ۵۱-۶۹. <https://doi.org/10.5547/2160-5890.9.2.apie>.
- Pindyck, Robert S., ۱۹۷۸. The optimal exploration and production of nonrenewable resources. *J. Polit. Econ.* ۸۶ (۵), ۸۴۱-۸۶۱. <http://www.jstor.org/stable/1828412>.
- Pindyck, Robert S., ۱۹۸۰. Uncertainty and exhaustible resource markets. *J. Polit. Econ.* ۸۸ (۶), ۱۲۰۳-۱۲۲۵. <https://doi.org/10.1086/260930>.
- Rajabian, Vahid, Talebloo, Reza, and Arbab, Hamidreza (۲۰۲۰). Investment in the oil and gas industry using the estimation of crude oil and natural gas consumption in Iran: A VECM model approach. *Journal of Investment Knowledge*, ۹(۳۴) [ In persian]
- Rioux, Bertrand, Al Jarboua, Fatih Karanfil, Abdullah, Pierru, Axel, Al Rashed, Shahd and Warda, Colin (۲۰۲۲). Cooperate or Compete? Insights from Simulating a Global Oil Market with No Residual Supplier, *The Energy Journal*, Vol. ۴۳, No. ۲
- Salek, Navid, and Khorsandi, Morteza (۲۰۲۳). Design of the oil market pattern and comparison of crude oil price predictions. *Journal of Economic Modeling Research*, (۴۷)۱۳, ۱۱۴-۷۳. [ In persian]
- Salek, Navid, Khorsandi, Morteza, Faridzad, Ali, Ghasemi, Abdolrasoul, Mohammadi, Timur (۲۰۲۲). Investigating the role of fundamental market factors in the global oil price. *Journal of Energy Economics Studies*, ۱۸(۷۵), ۳۵-۸۲. [ In persian]
- Solow, Robert M., Wan, Frederic Y., (۱۹۷۶). Extraction costs in the theory of exhaustible resources. *Bell J. Econ.* ۷ (۲), ۳۵۹-۳۷۰. <https://doi.org/10.2307/3003261>.
- Stiglitz, Joseph (۱۹۷۶). Monopoly and the rate of extraction of exhaustible resources. *Am. Econ. Rev.* ۶۶ (۴), ۶۵۵-۶۶۱. <https://www.jstor.org/stable/1806704>
- The International Renewable Energy Agency (IRENA), <https://www.irena.org/>
- World Resources Institute, <https://www.climatewatchdata.org/>

