

امکان‌پذیری استخراج قواعد حاکم بر تصمیمات و رفتار اعضای اوپک؛ رویکرد GMDH*

عاطفه تکلیف^۱

استادیار دانشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، a_taklif@yahoo.com

عبدالرسول قاسمی

دانشیار دانشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ghasemi.a@hotmail.com

علی فریدزاد

دانشیار دانشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران faridzadali@yahoo.com

سحر اصغرزاده

دانشجوی دکتری اقتصاد نفت و گاز، دانشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران،

sahasgharzadeh@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۱/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۶/۰۱

چکیده

اوپک در بازارهای جهانی به‌عنوان یک تولیدکننده نوسانی نفت خام عمل می‌کند و بدون شک نقش انکارناپذیری در معادلات جهانی انرژی دارد؛ به همین دلیل نیز تشخیص رفتار اوپک در زمان‌های مختلف از اهمیت فراوانی برخوردار است. استخراج قواعد حاکم بر تصمیمات اوپک که در رفتار اعضای آن منعکس می‌شود؛ نقش تعیین‌کننده‌ای در تبیین و پیش‌بینی سیاست‌ها و تصمیم‌گیری‌های آتی این سازمان تأثیرگذار بر بازار نفت به‌همراه خواهد داشت. در این راستا تلاش خواهد شد تا در بازه زمانی سال‌های ۲۰۱۸-۱۹۸۰، رفتار و تصمیمات اوپک با استفاده از روش استخراج قواعد مبتنی بر الگوریتم GMDH، مورد بررسی و واکاوی قرار گیرد. بدین منظور از ۲۰ متغیر اثرگذار بر میزان تولید به‌عنوان متغیرهای مستقل (ورودی‌ها) شامل: به‌کارگیری انواع قرارداد برای میادین مشترک و میادین مستقل، چگونگی انتقال فناوری، نحوه فایننس و تأمین سرمایه به‌منظور اجرای طرح‌های توسعه‌ای و... به‌منظور کشف قواعد مربوط به پایبندی هر یک از اعضا به تصمیمات اوپک در قالب تولید (سهامیه تولید) استفاده شده است. نتایج نشان داد که پیروی از سیاست حداکثرسازی سهم بازار و یا حداکثر سازی درآمد، عامل اصلی در عدم پایبندی اعضا به تصمیمات متخذه می‌باشد.

طبقه‌بندی JEL: Q30, C45, Q43, C02

کلید واژه‌ها: استخراج قواعد، شبکه عصبی GMDH، اوپک، رفتار و تصمیم، بازار نفت، سهمیه تولید

* این مقاله مستخرج از رساله دکتری سحر اصغرزاده با عنوان «امکان‌پذیری استخراج قواعد حاکم بر تصمیمات و رفتار اعضای اوپک؛ رویکرد GMDH» می‌باشد.

۱. نویسنده مسئول

۱- مقدمه

امروزه کمتر کسی است که اهمیت استراتژیک منابع و ذخایر نفتی را درک نکند. در عصر حاضر با وجود پیشرفت‌های عظیم تکنولوژیکی و صنعتی صورت گرفته در بخش‌های مختلف به خصوص در بخش انرژی‌های نو، هنوز رقیب بالفعل و مؤثری در کوتاه مدت برای نفت یافت نشده است. کشورهای دارای ذخایر نفتی در جهان به دو دسته مهم کشورهای عضو اوپک و کشورهای غیراوپک تقسیم می‌گردند. حساسیت‌های بالای سیاسی و اقتصادی موضوع نفت و قیمت‌های جهانی آن، بر میزان توجه به عملکرد و فعالیت‌های نفتی هر دو گروه، افزوده است. آنچه که در نظام مدیریتی اوپک حائز اهمیت فراوانی است، پایبندی کشورهای عضو به قوانین سازمان، نظام سهمیه‌بندی و عمل به آن با وجود برخی تغییرات در روش‌های کاری اوپک است. در عین حال، تخطی و تبانی کشورهای عضو به دلایل گوناگون همچون کسب درآمدهای بالاتر در کوتاه مدت و یا پیش‌دستی در تولید مازاد بر سهمیه جهت سود بیشتر و حفظ مشتریان، سبب کاهش قیمت نفت اوپک شده و سود نسبی کل اعضاء کاهش می‌یابد. برآیند کنش و واکنش‌های اعضای اوپک در بلندمدت، نقش بسیار مهمی در تداوم پایداری این سازمان دارد. اینکه اعضاء به واسطه فعالیت‌های توسعه‌ای کشور خود یا سودجویی و با افزایش تولید و استخراج بیشتر از ذخایر نفتی می‌توانند بر پایداری و دوام اوپک تأثیر منفی بگذارند، موضوعی است که باید تحلیل گردد (معینی و همکاران، ۱۳۹۵).

چنین به نظر می‌رسد که دو دسته عوامل درونی و بیرونی اوپک بر بازارهای جهانی نفت تأثیرگذار بوده است. عوامل بیرونی را می‌توان در گرو واکنش و اخذ سیاست رفتاری در مقابل اتفاقات سیاسی دانست و عوامل درونی سازمان را می‌توان به‌رغم در اختیار داشتن منابع عظیم نفت به‌عنوان نقطه اشتراک، در بافت ناهمگون اعضاء به‌لحاظ ساختار سیاسی، فرهنگی و اقتصادی آن کشورها جستجو نمود. طبیعتاً تفاوت ساختاری اعضاء با یکدیگر، سبب می‌شود تا هر عضو در مقابل سیاست‌های اخذ شده اوپک به‌عنوان یک مجموعه، واکنش و رفتار متفاوت از عضو دیگر نشان داده و بعضاً نیز ممکن است در قبال سیاستی مشابه که در زمان‌های متفاوت اتخاذ می‌شود؛ واکنش‌های مختلفی نشان داده شود.

اوپک در بازارهای جهانی نقش یک تولیدکننده نوسانی نفت را ایفا می‌نماید. این امر بدین معناست که این سازمان میزان تولید و عرضه نفت خام خود را پس از ارزیابی تقاضای جهان توسط بخش مدل‌سازی سازمان با بررسی و لحاظ دیگر آمارهای منتشره توسط نهادهای بین‌المللی فعال در بخش انرژی، پس از کسر میزان تولید نفت کشورهای تولیدکننده غیر عضو اوپک تعیین می‌نماید. از همین رو اوپک نقش انکارناپذیری در معادلات جهانی انرژی دارد؛ به همین دلیل نیز تشخیص رفتار اوپک در زمان‌های مختلف از اهمیت فراوانی برخوردار بوده و می‌تواند در سطوح کلان سیاست‌گذاری بخش انرژی برای کشورهای عضو سازمان اوپک، کشورهای تولیدکننده غیر عضو سازمان و همچنین کشورهای صنعتی که عمده متقاضیان نفت را تشکیل می‌دهند؛ بسیار راهگشا باشد. در صورت وجود الگوی رفتاری برای سازمان اوپک، سیاست‌های راهبردی در زمینه برنامه‌ریزی میزان تولید، سرمایه‌گذاری در بخش بالا دستی و به خصوص تصمیم‌گیری در راستای توسعه میادین قدیمی و انجام عملیات اکتشاف میادین جدید با دقت بیشتری صورت خواهد گرفت. علاوه بر آن، کشورهای تولیدکننده نفت غیرعضو اوپک نیز از منافع‌های آگاهی از الگوی رفتاری اوپک مانند اعضای سازمان منتفع شده و از امکان برنامه‌ریزی راهبردی در سطوح کلان و حضور قدرتمندتر در بازارهای جهانی بهره می‌برند. در مجموع انتظار می‌رود در صورت وجود و استخراج قواعد از تصمیمات و رفتار اعضای اوپک، بازارهای جهانی نفت شاهد نظام‌مندی جدیدی در بازارها باشند.

بر این اساس استخراج قواعد حاکم بر تصمیمات اوپک که در رفتار اعضای آن به خوبی نمایان می‌گردد، نقش تعیین‌کننده‌ای در تبیین و پیش‌بینی سیاست‌ها و تصمیم‌گیری‌های آتی این سازمان به همراه خواهد داشت. لذا بدین منظور تلاش خواهد شد تا در بازه زمانی سال‌های ۱۹۸۰ لغایت ۲۰۱۸ رفتار و تصمیمات اوپک مورد بررسی و واکاوی قرار گیرد.

سازماندهی مقاله به این صورت می‌باشد که، در بخش ۲، مروری بر ادبیات تحقیق خواهیم داشت. در بخش ۳، پیشینه تحقیق و در بخش ۴، روش‌شناسی تحقیق شرح داده شده است. در بخش ۵، نتایج حاصل از محاسبات ارائه شده و در بخش ۶، نتیجه‌گیری و پیشنهادها ارائه می‌گردد.

۲- مروری بر ادبیات تحقیق

مطالعات انجام شده در زمینه توضیح و تبیین رفتار اوپک، پس از اولین تکانه نفتی در سال ۱۹۷۳ آغاز شد. افزایش قابل ملاحظه قیمت نفت خام در فاصله زمانی ۷۴-۱۹۷۳ سبب شد مطالعات تجربی و تئوریک زیادی توسط نظریه پردازان اقتصادی به منظور بررسی ساختار بازار نفت و تجزیه و تحلیل رفتار اوپک انجام شود. نتایج مطالعات نشان می‌دهد که دیدگاه واحدی در زمینه توانایی اوپک برای تحت تأثیر قرار دادن قیمت‌های نفت وجود ندارد. مدل‌های قدرت بازاری فرض می‌کند هدف اوپک حداکثرسازی سود با کنترل تولید است و بدین وسیله قیمت بازاری را تحت تأثیر قرار می‌دهد. این دسته از مدل‌ها نتیجه‌گیری می‌کند که بازار نفت قدرت بازاری دارد و اوپک و یا بخشی از آن (هسته اوپک و یا عربستان) توسط رفتار کارتلی، رفتار بنگاه مسلط و یا رفتار هدف توصیف می‌شود. دسته دوم مدل‌های اقتصادی رفتار اوپک که شامل مدل‌های سیاسی و حق مالکیت است بازار را رقابتی‌تر در نظر می‌گیرد و تلاش می‌کند که نوسانات قیمت را از طریق فاکتورهایی به غیر از تبانی میان اعضای اوپک توضیح دهد (اعظمی و همکاران، ۱۳۹۵).

در ادبیات اقتصادی قدرت بازاری هر بنگاه و صنعت به توانمندی آن در تعیین قیمت ستانده در سطحی بالاتر از هزینه نهایی و تولید کمتر محصول اطلاق می‌شود (لوکر و اکهوت، ۲۰۱۷). بنگاهایی که در صنعت قدرت بازاری دارند، به عنوان بنگاه‌های قیمت‌ساز یا قیمت‌گذار و بنگاه‌هایی که قدرت بازاری ندارند، به عنوان بنگاه‌های قیمت‌پذیر شناخته می‌شوند. در این راستا برخی از تولیدکنندگان برای به دست آوردن قدرت بازاری در صنعتی که در آن فعالیت می‌کنند، اقدام به تشکیل کارتل می‌نمایند. یک کارتل گروهی از تولیدکنندگان است که با یکدیگر همکاری می‌کنند تا از منافع خود محافظت و باهم همکاری کنند. در این حالت کارتل‌ها می‌توانند قیمت‌ها را در جهت منافع اعضای خود تغییر دهند، بنابراین از رقابت قیمتی اجتناب می‌شود. آنها همچنین می‌توانند میزان عرضه محصول خود به بازار را تنظیم کنند. جذابیت مهم کارتل برای تولیدکنندگان این است که آنها قوانینی را که اعضا ملزم به رعایت آن هستند تعیین می‌کنند و در نتیجه خطراتی که بدون کارتل وجود دارد، را کاهش می‌دهند (کورچون و مارینی، ۲۰۱۸). در طول زمان کارتل‌های مختلفی بوده‌اند که برخی از آنها موفقیت‌های بلندمدت داشته‌اند.

یکی از کارتل‌های معروف و موفق سازمان کشورهای صادرکننده نفت (اوپک) است که مقادیر تولید نفت و قوانین مربوط به جنبه‌های دیگر رفتار اعضا را تنظیم می‌کند (شاکری بستان آباد و همکاران، ۱۳۹۸).

بر اساس نظر پیندیک و روبینفلد (۲۰۰۱) دو شرط برای موفقیت کارتل‌ها لازم است:

- ۱- یک کارتل موفق می‌بایستی بر اساس اعضائی شکل بگیرد که با توافق یکدیگر قیمت و مقدار را مشخص کرده‌اند و از طرفی نیز به این توافق پایبندی کامل دارند. باید توجه داشت که این توافق همیشه امری ساده نیست. اعضای مختلف ممکن است هزینه‌های متفاوت، برآوردهای متفاوت از تقاضای بازار و حتی اهداف متفاوت داشته باشند، بنابراین ممکن است که اعضای مختلف خواهان قیمت‌های مختلف در بازار باشند. از سویی ممکن است که هر عضوی از کارتل برای به‌دست آوردن سهم بیشتری از بازار به‌وسیله پایین آوردن قیمت خود به تعهداتش پایبند نباشد. ۲- شرط دوم قدرت بالقوه انحصاری کارتل می‌باشد. حتی اگر یک کارتل موفق به حل مشکلات سازمانی خود باشد، وقتی این کارتل با یک تابع تقاضای با کشش در بازار مواجه باشد، مجال کمی برای بالا بردن قیمت‌ها دارد. قدرت بالقوه انحصاری کارتل ممکن است مهم‌ترین شرط موفقیت کارتل باشد به گونه‌ای که اگر سود بالقوه ناشی از همکاری در کارتل بالا باشد اعضای کارتل، تشویق به حل مشکلات سازمانی خود می‌شوند.

مسأله بنیادین کارتل این است که عمل تخطی در میان اعضا را متوقف نماید، زیرا هدف کارتل این است که قیمت را به بالاتر از هزینه نهایی، افزایش دهد. ولی در عین حال اگر قیمت بالاتر از هزینه نهایی باشد، هر بنگاه موجود در کارتل انگیزه دارد بیشتر تولید نماید و این امر مطلوب کارتل نیست، زیرا در این صورت، سیل محصول وارد بازار شده و سود مشترک تمامی اعضا به واسطه کاهش قیمت، کاهش خواهد یافت. اما اگر از نقطه نظر منفعت طلبانه نگاه کنیم هر عضو قصد سوء استفاده از کارتل جهت منافع خود را دارد. به بیان دیگر قصد اعضا این است که بدون پایبندی به قوانین از شرایط موجود به نفع خود بهره برداری نمایند. اگر کارتل اعضا زیادی داشته باشد، اثر فریبکاری یک عضو بر قیمت، نسبت به زمانی که تعداد اعضا کم باشند، کمتر است. از طرف دیگر کشف تبانی در این مورد مشکل‌تر است. لذا احتمالاً افراد بیشتری اقدام به فریبکاری و سودجویی می‌کنند (معینی و همکاران، ۱۳۹۵).

به طور کلی آشکار است که تمامی اعضاء مجمع نفتی اوپک در ابتدا برای بالابردن قیمت نفت، نسبت به قیمت رقابتی تلاش می نمایند و با کنترل دسته جمعی عرضه، امکان قیمت بالاتر را فراهم می آورند. زمانی که قیمت بالاتر حاصل گردد، تولیدکنندگان نفت خارج از اوپک که تن به محدودیت های آن هم نمیدهند، بیشترین منفعت را از این قیمت بالاتر کسب می کنند که به آن سواری مجانی گفته می شود (لیارد و والترز، ۱۳۸۸) لذا به نظر می رسد، مجمع نفتی اوپک نباید یک سازمان پایدار باشد چرا که تک تک اعضای آن با خروج از این سازمان، منافع بیشتری کسب می نمایند. بنابراین میل به خروج باید قوی تلقی شده و نهایتاً به فروپاشی اوپک منجر شود. اما در عمل اینگونه نشده است. محققان حوزه نفت این پدیده را در چارچوب مفهوم صیانت ذخایر و ظرفیت، توضیح داده اند (دانیلسن، ۱۹۸۰ و دانیلسن و کیم، ۱۹۸۸). نتایج تجربی هم موید این تحلیل بوده است (معینی و همکاران، ۱۳۹۵).

تاریخچه اوپک

سازمان کشورهای صادرکننده نفت اوپک در سال ۱۹۶۰ در بغداد و براساس پیشنهاد وزیر نفت وقت و ونزوئلا با حضور پنج کشور ونزوئلا، ایران، عراق، کویت و عربستان سعودی تأسیس گردید (تارنمای اوپک). علت عمده شکل گیری این سازمان را بایستی در اوضاع و شرایط حاکم بر بازار نفت در آن برهه زمانی جستجو نمود. شایان ذکر است در دهه ۱۹۵۰ با توجه به اعلام قیمت های نفت خام توسط شرکت های بزرگ نفتی موسوم به "هفت خواهران نفتی" سود هنگفتی نصیب شرکت های مزبور شد و لذا هدف اولیه سازمان اوپک، افزایش قدرت چانه زنی و در اختیار گرفتن سهم بیشتر بازار از شرکت های بزرگ نفتی بود. پس از ملحق شدن شش کشور قطر، امارات، اندونزی، لیبی، الجزایر و نیجریه اعضای این سازمان به یازده و سپس با پیوستن اکوادور و غنا به سیزده کشور رسید (کاملی، ۱۳۸۸). در سال ۱۹۹۲ کشور اکوادور و در سال ۱۹۹۵ کشور گابن به دلیل عدم توانایی مالی در پرداخت حق عضویت سالانه به میزان دو میلیون دلار و سپس اندونزی به دلیل تبدیل شدن به واردکننده خالص نفت خام در سال ۲۰۰۸ از این سازمان خارج شدند. اما در مقابل سال ۲۰۰۷ کشور آنگولا به اوپک پیوست و در همین سال اکوادور مجدداً به عضویت اوپک درآمد. در سال ۲۰۱۷ کشور گینه استوایی به جمع

کشورهای صادرکننده نفت خام پیوست و در نهایت کنگو نیز سازمان اوپک ملحق گردید. لذا هم‌اکنون با احتساب عراق، تعداد کشورهای عضو پانزده (۱۵) کشور می‌باشد (تارنمای اوپک).

بنا به نظر تحلیلگران بازار نفت، درخصوص شکل‌گیری این سازمان عوامل مختلفی نقش داشته که از مهم‌ترین آن می‌توان به موارد ذیل به صورت مختصر اشاره نمود:

جهان در اواخر دهه ۱۹۵۰ با کاهش تدریجی و مستمر قیمت‌های نفت خام تولیدی حوزه خاورمیانه در بازارهای جهانی که ناشی از نفوذ فزاینده کارتل‌های نفتی بود؛ مواجه شد. طبق آمارهای موجود، در آن زمان قیمت نفت خام ایران در ژوئن ۱۹۵۶ از بشکه‌ای ۲/۰۴ دلار به‌ترتیب به ۱/۸۶ و ۱/۷۸ دلار در هر بشکه در فوریه ۱۹۵۷ و اوت ۱۹۶۰ رسید. کاهش قیمت‌های نفت خام از یکسو و فشار شرکت‌های نفتی و دولت‌های حاکم آنها بر کشورهای صادرکننده نفت خام که به شدت به درآمدهای نفتی خود وابسته بودند از سوی دیگر، به‌همراه اشتیاق فراوان کشورهای نفت‌خیز برای اجرای پروژه‌های عمرانی که لزوم وجود درآمدهای مستمر ارزی را بیش از پیش مهم و ضروری جلوه می‌داد؛ سبب سرعت‌گیری تشکیل اوپک شد.

در بدو تأسیس، این سازمان برنامه کلی خود را جلوگیری از نوسانات بی‌مورد و ناخواسته قیمت‌های نفت خام عنوان نمود و ضمن درنظر گرفتن استقلال هر یک از اعضا و میزان وابستگی آنان به درآمدهای نفتی؛ اهداف خود را بدین شرح اعلام نمود:

- مذاکره با شرکت‌های نفتی به‌منظور جلوگیری از نوسانات ناخواسته در قیمت نفت خام،
- پیش‌بینی و به‌کارگیری سیستم جدید برای ثبات قیمت نفت خام در حد توانایی اعضای سازمان،
- دفاع از هر یک از اعضا در مقابل سیاست‌های نامناسب در پیش گرفته شده توسط شرکت‌های نفتی و عدم معامله با آن کشور.

با بررسی موارد یاد شده چنین به‌نظر می‌رسد تشکیل سازمان اوپک جهت دستیابی به دو هدف عمده هماهنگ نمودن سیاست‌های نفتی کشورهای عضو و تعیین مناسب‌ترین روش برای حفظ منافع فردی و گروهی اعضای سازمان در مقابله با کشورهای متقاضی

نفت خام و همچنین ایجاد روش‌های تثبیت و افزایش قیمت نفت خام در بازارهای بین‌المللی برای جلوگیری از بروز نوسانات زیان‌آور قیمت بوده است. (اصغرزاده، ۱۳۸۹)

لازم به ذکر است این سازمان در سال‌های اولیه شکل‌گیری سعی در ساماندهی شرایط بازار نفت از طریق کنترل قیمت نفت خام داشت اما پس از گذشت یک دهه از آغاز فعالیت اوپک، عوامل سیاسی منتهی به بروز بحران‌های نفتی گردیدند.

به‌طور مثال، در جریان جنگ سال ۱۹۷۳ میان اعراب و اسرائیل، معروف به یوم کیپور، قیمت نفت خام از ۲ دلار در هر بشکه به ۱۵ دلار در هر بشکه نفت خام رسید. با آغاز جنبش‌های انقلابی در ایران طی سال ۱۹۷۹ مجدداً قیمت‌های نفت خام با سیر صعودی همراه شد و قیمت‌های ۳۵ الی ۴۰ دلار در هر بشکه ثبت گردید. علاوه بر موارد فوق، جنگ تحمیلی ایران و عراق نیز یکی دیگر از عوامل تقویت‌کننده نفت خام بود. در سال‌های مورد اشاره، کشورهای خریدار نفت خام از طریق سرمایه‌گذاری بر انرژی‌های تجدید پذیر و در چارچوب مقررات صرفه‌جویی در مصرف انرژی‌های فسیلی و با استفاده از فناوری‌های نوین در حدود کاهش میزان مصرف خود برآمده و به تدریج میزان مصرف جهانی نفت خام کاهش یافت. همین امر نیز منجر به کاهش تقاضای نفت خام و در نتیجه سقوط قیمت‌های نفت خام در سال ۱۹۸۶ گشت (برکشلی، ۱۳۷۶).

برخی از کارشناسان نفتی بر این باورند که اوپک از ابتدای تأسیس این سازمان تا سال ۱۹۷۳ و تحریم نفتی اسرائیل و مهم‌ترین حامی این کشور، امریکا، از توانایی بالقوه خود مطلع نبود و تنها در این زمان بود که به نقش خود به‌عنوان عمده‌ترین و مؤثرترین بازیگر بازار نفت آگاه گردید. وجود ذخایر عظیم نفت خام در میان کشورهای عضو و همچنین میزان تولید روزانه نفت خام قابل توجه سازمان، به این واقعیت مهم اشاره می‌نمود که اوپک قادر است تا میزان زیادی نبض بازار نفت را در دست بگیرد و بر اقتصاد کشورهای واردکننده نفت خام تأثیر غیر قابل انکاری بگذارد.

۳- پیشینه تحقیق

پیش از سال ۱۹۷۳ و اولین شوک نفتی مطالعات چشمگیری در زمینه اقتصاد نفت و گاز انجام نشده بود، ولی افزایش چهار برابری قیمت‌های نفت خام طی سال‌های ۱۹۷۳ و ۱۹۷۴ سبب شد تا نظریه‌پردازان عرصه اقتصاد انرژی مطالعات فراوانی را به‌منظور مطالعه

و بررسی ساختار بازار نفت و تحلیل رفتار اوپک به انجام برسانند. به‌رغم مطالعات گسترده صورت گرفته طی پنج دهه گذشته در این خصوص، برخی کارشناسان معتقدند هنوز هم در زمینه شناخت رفتاری و عملکرد سازمان اوپک، وحدت رویه وجود نداشته و کارشناسان کماکان دیدگاه‌های متفاوتی در مورد مدل توضیح دهنده ساختار بازار نفت و رفتار اوپک دارند (کارول دال و همکاران، ۲۰۰۸).

مؤید این سخن آن است که گیتلی در سال ۱۹۸۴ معتقد بود "هنوز هم این سوال که چگونه مدل مناسبی برای توصیف رفتار اوپک طراحی شود، بدون پاسخ باقی مانده است". بیست و پنج سال پس از آن نیز بوکمعدم دستیابی به یک اجماع میان محققان را این‌چنین تأیید می‌کند "نه‌تنها یک مدل نظری برای توضیح رفتار اوپک پیدا نشده، بلکه یک مدل اقتصادسنجی هم برای توصیف بازار نفت مورد توافق واقع نشده است. علاوه بر آن، هنوز هم میان نظریه‌پردازان اقتصادی و اقتصاددانان حوزه انرژی مجادله جالب توجهی پیرامون اینکه آیا اوپک به‌عنوان یک کارتل شناخته می‌شود یا خیر؟ وجود دارد". بنابراین با توجه به گذشت زمان، همچنان موضوع رفتار اوپک در بازار نفت و توانایی پیش‌بینی رفتار این سازمان، موضوع مورد علاقه محققان بود؛ و مطالعه رفتار اوپک که در سال ۱۹۸۵ توسط گریفین انجام شد، نقطه شروع بسیاری از تحقیقات دیگر در این زمینه شد.

با توجه به مطالعات صورت گرفته در زمینه بررسی رفتار اوپک، می‌توان مطالعات انجام شده را در دو دسته اصلی قرار داد. در دسته اول، اوپک و به‌خصوص هسته مرکزی آن عربستان سعودی به‌عنوان سازمان تأثیرگذار در بازار نفت در نظر گرفته می‌شود و در قالب رفتار کارتل، رفتار بنگاه غالب و یا مدل‌های هدف رفتار اوپک مورد بحث قرار می‌گیرد. در مدل‌های مذکور فرض می‌شود که هدف اعضای اوپک، حداکثرسازی منافع از طریق کنترل تولید، گاه به‌صورت انفرادی و گاه از طریق تبانی و سپس تأثیرگذاری بر بازارهای جهانی نفت می‌باشد. در دسته دوم تحقیقات، بازار جهانی نفت خام بیشتر رقابتی در نظر گرفته شده و تغییرات قیمت‌ها عامل مهم‌تری است تا تأثیرگذاری بر بازار به‌عنوان یک عامل قدرتمند. مدل‌های سیاسی و حقوق مالکیت در این دسته جای می‌گیرند (کارول دال و همکاران، ۲۰۰۸).

مدل‌های رفتاری کارتل که بیشتر در قالب کارتل سهم بازار به توصیف رفتار اوپک می‌پردازد؛ فرض می‌کند که اوپک به‌عنوان یک گروه و یا دو و یا سه گروه به‌عنوان یک انحصارگر حداکثرکننده ثروت فعالیت می‌کند. طبق مطالعات انجام شده مشخص شد که کشورهای عضو میزان تولید معین شده خود را برای افزایش قیمت محدود کرده و از این طریق منافع خود را حداکثر می‌سازند. در همین زمان، کشورهای غیرعضو اوپک همانند تولیدکنندگان رقابتی فعالیت می‌کنند. به بیان دیگر، اوپک سازمان قیمت‌گذار بوده و دیگر تولیدکنندگان غیر عضو اوپک به‌عنوان قیمت‌پذیر و در بازار رقابتی به فعالیت می‌پردازند. انواع کارتل که در مطالعات اقتصاد انرژی برای تحلیل رفتار اوپک استفاده می‌شود عبارتند از: کارتل انحصاری، کارتل دو گروه و چهار گروه، تولیدکنندگان متحد و نقش عربستان به‌عنوان تنظیم‌کننده در سازمان و کارتل انحصار چندجانبه با رویکرد نظریه بازی‌ها (تکلیف، ۱۳۸۹).

در مطالعات انجام شده در زمینه کارتل انحصاری، میان اعضا اتحاد کامل وجود داشته و اثری از رقابت مشاهده نمی‌شود. قیمت نفت خام با توجه به میزان عرضه نفت خام و هزینه‌های تولیدکنندگان غیر اوپک و میزان تولید تولیدکنندگان غیر عضو اوپک تا برابری هزینه نهایی کوتاه مدت با قیمت نفت خام اعلامی اوپک تعیین می‌شود (تکلیف، ۱۳۸۹).

السلطان (۱۹۹۵)، رفتار اوپک و بررسی بازار جهانی نفت را با استفاده از مدل نش‌کورنو غیرهمکارانه که در آن اوپک بنگاه رهبر بوده و مابقی تولیدکنندگان نقش بنگاه‌های پیرو (حاشیه‌ای) را داشته‌اند، به انجام رسانده و به این یافته رسیده که این مدل به صورت بالقوه می‌تواند وضعیت بازار نفت را بیش از الگوهای رقابتی توصیف نماید. بوکم (۲۰۰۴)، در قالب آزمون الگوی فوق به این نتیجه دست یافت که بازار جهانی نفت در حالتی که اوپک در نقش بنگاه رهبر و قیمت‌گذار و دیگر تولیدکنندگان غیرعضو اوپک قیمت‌پذیر هستند، به نسبت دیگر الگوها بهتر توصیف می‌شود.

همان‌گونه که پیشتر ذکر شد، شرایط بازار و نوسانات قیمت نفت خام تحلیلگران بازار نفت را به سمت و سوی به‌کارگیری مدل‌های جدیدتر و یا آزمون نظریه‌های نوین رهنمون می‌شود. پس از دومین شوک نفتی که ناشی از بروز انقلاب اسلامی ایران در سال ۱۹۷۹ بود، قیمت‌های نفت خام افزایش یافته و سطوح ۳۶ دلار در هر بشکه را به ثبت

رساندند. در همین زمان بسیاری از تولیدکنندگان غیر اوپک بر میزان تولید خود افزودند و همین امر سبب شد تا در نیمه دوم دهه ۱۹۸۰ قیمت‌ها سیر نزولی خود را آغاز نمایند. برای جلوگیری از افت بیشتر قیمت‌ها، اوپک ضمن انصراف از نظام قیمت رسمی ثابت در سال ۱۹۸۲، سیستم سهمیه‌بندی تولید را سر لوحه فعالیت خود قرار داد. با عنایت به بافت ناهمگون کشورهای عضو سازمان و تفاوت‌های ساختاری اعضا، برخی از آنان به علت جمعیت بالا و ذخایر اندک نفتی خواهان افزایش قیمت نفت‌خام و لذا افزایش میزان درآمدهای نفتی بودند. در کنار آنان برخی کشورهای دیگر مانند عربستان سعودی که جمعیت اندک و سطح ذخایر بالایی داشت، خواستار قیمت‌های پایین‌تر نفت‌خام بودند تا زمینه ورود کشورهای غیر عضو اوپک که هزینه تمام شده بالاتری برای تولید نفت‌خام داشتند، فراهم نشود. از همین زمان، مدل‌های کارتل دوگروهه وارد عرصه مطالعات اقتصاد انرژی شد. در مطالعات مذکور، اوپک از دو گروه پس اندازکنندگان و خرج‌کنندگان تشکیل می‌شود. گروه اول به علت محدودیت در ظرفیت جذب درآمدهای نفتی نسبت به گروه دوم نرخ تنزیل کمتری دارند (تکلیف، ۱۳۸۹).

مدل اوپک به‌عنوان تولیدکننده مسلط و عربستان به‌عنوان تنظیم‌کننده نیز در گروه مطالعات مربوط به کارتل بودن اوپک قرار می‌گیرد. حضور عربستان در بین اعضای اوپک به‌عنوان دارنده بالاترین ذخایر نفتی با حداقل هزینه تولید می‌تواند دلیلی برای صحت فرضیه کارتل رهبری قیمت در توجیه رفتار اقتصادی اوپک به شمار آید.

مابرو (۱۹۷۵)، اریکسون (۱۹۸۰)، در تحقیق خود عربستان سعودی را به علت محدودیت در جذب درآمد نفتی در نقش رهبری قیمت اشتاکلبرگ قرارداده‌اند. شاهد این مدعا نیز وجود نفت سبک عربستان در دهه ۱۹۷۰ به‌عنوان مبنای تعیین قیمت نفت در اوپک است. البته این نقش از سال ۱۹۸۵ کنار گذاشته شد. برخی از اقتصاددانان مانند گریفینو تیس (۱۹۸۲)، در نشان دادن اهمیت کارتل رهبری قیمت تا آنجا پیش رفتند که عربستان سعودی را به‌عنوان عامل اصلی ایجاد تعادل و جذب تکانه‌های طرف عرضه و تقاضا تلقی نمودند. به همین دلیل نیز قدرت اوپک را در قیمت‌گذاری نفت‌خام تابعی از سیاست‌گذاری‌های عربستان در تعیین سطح تولید از ذخایر این کشور دانستند.

نقش عربستان سعودی به‌عنوان کشور تنظیم‌کننده قیمت در اوپک در مطالعات سیمور (۱۹۹۲)، قابل ملاحظه است. عدم تجانس ساختار هزینه‌های اکتشاف و تولید در

حوزه‌های مختلف نفتی جهان موجب شده تا افزایش قیمت نفت خام شرط لازم برای رشد تولید در کشورهای غیر عضو اوپک باشد. به همین دلیل نیز عربستان به‌عنوان نیروی مسلط بازار نفت خام با افزایش عرضه مانع از افزایش شدید قیمت‌های نفت خام شده تا از ورود تولیدکنندگان غیر عضو اوپک به بازار جلوگیری نماید.

کاربرد نظریه بازی‌ها در اثبات کارتل بودن اوپک از مباحث جدید در حوزه این سازمان بوده و محققانی چون (۱۹۸۳) فریدمنو پندایک (۱۹۷۶) با روش مذکور سعی در تقسیم سهم اعضا و بررسی عکس‌العمل هر عضو در قبال تغییر رویه عضو دیگر نموده‌اند. نکته قابل توجه آن است که در نظر نگرفتن تولید صیانتی در این مدل از نقاط ضعف این آن می‌باشد.

شایان ذکر است علاوه بر مدل‌های کارتل که به‌منظور تحلیل رفتار اوپک مورد استفاده قرار گرفته است، مدل‌های دیگری نظیر مدل‌های درآمد هدف، مدل بهره‌برداری از ظرفیت هدف و مدل حق مالکیت نیز موضوع تحقیقات تحلیلگران بازار انرژی بوده است.

در مدل‌های درآمد هدف بنابر نیاز کشورهای عضو سازمان به درآمدهای حاصل از فروش نفت خام، منحنی عرضه نفت خام خمیده به سمت عقب بوده و توجیه‌کننده رفتار سازمان می‌باشد. محققانی چون آدلن (۱۹۸۲)، تیس (۱۹۸۲) و صالحی اصفهانی (۱۹۸۷) با بررسی مدل مذکور به این نتیجه دست یافته‌اند که منحنی عرضه خمیده به عقب در افق زمانی کوتاه مدت برای اعضای اوپک صادق می‌باشد. یافته‌های رامکاران (۲۰۰۱ و ۲۰۰۲) نیز حکایت از وجود شرایط مذکور به صورت جزئی دارد.

در خصوص مدل بهره‌برداری از ظرفیت هدف چنین فرض می‌شود که اوپک کارتل نیست و عوامل دیگری بر تعیین قیمت نفت خام تأثیر می‌گذارد. سورانویک (۱۹۹۳) معتقد است در صورتی که هیچ وقفه‌ای در عرضه و تقاضای نفت خام وجود نداشته باشد و یا اوپک با بهینه‌یابی از طریق در نظر گرفتن قیدی به صورت حداقل درآمد برای سازمان، مقدار تولید بهینه برای اوپک را به‌دست می‌آورد.

مدل حق مالکیت نیز علت اصلی افزایش قیمت‌های نفت خام پس از سال ۱۹۷۴ را ناشی از تغییرات حق مالکیت پس از ملی شدن شرکت‌های نفتی عنوان کرده، چرا که شرکت‌های ملی نفت نسبت به شرکت‌های نفتی، نرخ تنزیل پایین‌تری داشتند که

برمیزان استخراج نفت تأثیرگذار بوده است. القحطانی (۱۹۷۹ و ۱۹۸۰، ۱۹۸۳)، میداودل و رزینگ (۱۹۷۹) مطالعاتی با استفاده از این مدل انجام داده‌اند که نتایج ذکر شده را تأیید می‌نماید.

بر اساس تقسیم‌بندی القحطانی و همکاران (۲۰۰۸)، مدل‌های اقتصادی رفتار اوپک را می‌توان به دو دسته مدل‌های قدرت بازاری و سایر مدل‌ها تقسیم کرد. مدل‌های قدرت بازاری فرض می‌کند که هدف اوپک حداکثرسازی سود با کنترل تولید است و بدین‌وسیله قیمت بازاری را تحت تأثیر قرار می‌دهد. این دسته از مدل‌ها نتیجه‌گیری می‌کنند که بازار نفت قدرت بازاری دارد و اوپک و یا بخشی از آن (هسته اوپک و یا عربستان) توسط رفتار کارتلی، رفتار بنگاه مسلط و یا رفتار هدف توصیف می‌شود. دسته دوم مدل‌های اقتصادی رفتار اوپک که شامل مدل‌های سیاسی و حق مالکیت است، بازار را رقابتی‌تر در نظر می‌گیرد و تلاش می‌کند که نوسانات قیمت را از طریق فاکتورهایی به غیر از تبانی میان اعضای اوپک توضیح دهد.

آلموگوئرا و همکاران (۲۰۱۱)، با دنبال نمودن نگرش پورتر، روش او را در مطالعه اوپک به کار می‌برند. پورتر (۱۹۸۳) با هدف مطالعه ثبات کارتل و در نظر گرفتن همزمان معادلات عرضه و تقاضا پارامتری را جهت تعیین رفتار اوپک در معادله عرضه وارد می‌کند. در حقیقت، آنها از روش سازمان صنعتی تجربی جدید (NEIO) یعنی حل همزمان معادلات عرضه و تقاضای نفت خام اوپک به مطالعه رفتار اوپک می‌پردازند. پارادایم ساختار-رفتار-عملکرد (SCPP)، نظریه بازی‌ها و تکنیک سازمان صنعتی تجربی جدید (NEIO) از روش‌های مطالعه بازارها در اقتصاد صنعتی است. آلموگوئرا و همکاران به این نتیجه رسیدند که اوپک در فاصله سال‌های ۲۰۰۴-۱۹۷۴ بر اساس ساختار رقابت کورنواي با حاشیه رقابتی رفتار کرده است.

آلموگوئرا و همکاران (۲۰۱۱)، با تکنیک سازمان صنعتی تجربی جدید این یافته را در مطالعه خود نشان دادند. آنها نیز نتیجه‌گیری کردند که اوپک در فاصله سال‌های ۲۰۰۴-۱۹۷۴ براساس ساختار رقابت کورنواي با حاشیه رقابتی رفتار کرده است.

گولمویک و همکاران (۲۰۱۸)، طی مطالعه‌ای اقدام به بررسی عملکرد اوپک در قالب بررسی حالت فعالیت اوپک در قالب الگوی بنگاه مسلط نموده و قدرت بازاری اوپک را طی سال‌های ۲۰۱۶-۱۹۸۶ مورد بررسی قرار دادند. در مطالعه آنها ابتدا با محاسبه

کشش‌های تقاضای جهانی نفت، عرضه کشورهای غیرعضو اوپک و عرضه اوپک در الگوهای بنگاه مسلط با استفاده از روش NLIV و سپس مقایسه آن با حالت رقابتی از روش 3SLS مشخص شد که اوپک در بازه زمانی مورد بحث در قالب بنگاه مسلط فعلیت داشته است. جهت بررسی قدرت بازاری اوپک نیز از محاسبه شاخص لرنر استفاده شده که دارای روند مثبت است و از سطح ۷۴ درصد به ۷۹ درصد رسیده است. اعظمی و همکاران (۱۳۹۵)، در مطالعه خود با استفاده از الگوی ساختار - رفتار - عملکرد به مطالعه رفتار اوپک پرداختند. بدین منظور از روش کلارک و دیویس (۱۹۸۲) استفاده نموده و رابطه ساختار و عملکرد در یک چارچوب تئوریک را در سازمان کشورهای صادرکننده نفت (اوپک) استخراج نمودند. ایشان عنوان می‌دارند که گرچه کلارک و دیویس این ارتباط را به‌طور کلی برای صنایع استخراج کرده‌اند، ولی ما این رابطه را به‌طور خاص برای اوپک استخراج می‌کنیم، چرا که اوپک در کنار گروهی به نام غیر اوپک در بازار جهانی نفت فعالیت می‌کند. ضرابی که در این رابطه استخراج کردند متفاوت از ضرایب کلارک و دیویس است. این تفاوت به‌دلیل حضور تولیدکنندگان غیراوپک است که باعث می‌شود دو پارامتر سهم بازاری اوپک در بازار جهانی نفت و حدس و باور اوپک نسبت به غیراوپک (تغییرات حدسی) در ضرایب ظاهر شوند. دیگر پارامترهایی که در ضرایب حضور دارند کشش قیمتی تقاضای جهانی نفت خام و درجه توافق اعضای اوپک است که این دو شکل دهنده ضرایب در مدل کلارک و دیویس است. پارامتر درجه توافق بیانگر رفتار اعضای اوپک در مقابل هم است. حدس و باور اوپک نسبت به غیر اوپک که در واقع پارامتر تغییرات حدسی است، اشاره به واکنش غیر اوپک به تغییرات تولید اوپک دارد. نتایج تجربی مطالعه حاکی از رابطه مثبت و معنی‌دار میان ساختار و عملکرد در سازمان کشورهای صادر کننده نفت (اوپک) است که این خود تاییدی بر وجود رابطه ساختار - عملکرد در این سازمان است. به این مفهوم که تمرکز بیشتر در سازمان، عملکرد سازمان را بالا می‌برد. آزمون "درجه توافق اعضای اوپک" اشاره به ساختار رقابت کورنوی در اوپک دارد. آزمون "حدس و باور اوپک نسبت به غیر اوپک" بیانگر این موضوع بود که غیر اوپک به‌عنوان یک حاشیه رقابتی در کنار اوپک قرار داشته است. بنابراین، نتایج گویای آن است که به‌طور کلی اوپک در فاصله زمانی ۲۰۱۲-۱۹۷۴ بر اساس ساختار رقابت کورنوی با حاشیه رقابتی رفتار کرده است.

طباطبائی و همکاران (۱۳۹۶)، در مطالعه خود درخصوص قدرت بازاری اوپک به بررسی کارتل بودن آن پرداخته‌اند و این موضوع را در دو فرضیه که عبارتند از آیا در رفتار و تصمیمات تولیدی میان تولید کل اوپک و تولید اعضای آن هماهنگی در رفتار و تصمیمات تولیدی وجود دارد و همچنین تولید کل اوپک تعیین‌کننده قیمت‌های نفت در بازارهای جهانی می‌باشد یا خیر را مورد واکاوی قرار داده‌اند. برای بررسی فرضیه نخست از تکنیک هم‌انباشتگی در قالب یک مدل ARDL و آزمون کرانه‌ها و جهت بررسی فرضیه دوم از آزمون علیت تودا-یاماموتو استفاده شد. نتایج حاکی از آن بود که میان تک‌تک اعضای اوپک به‌استثنای عربستان با داده‌های فصلی (۲۰۱۶-۱۹۹۴) و کشورهای عربستان و عراق با داده‌های ماهانه (۲۰۱۶-۱۹۸۰) و اوپک در رفتار تولیدی سازمان هماهنگی وجود ندارد. در مجموع شواهدی مبنی بر کارتل بودن اوپک یافت نشده و اوپک فاقد قدرت بازاری اعلام شده است. علاوه بر آن، تولید اوپک تعیین‌کننده قیمت‌های جهانی بازار نفت نبوده و این رابطه علیت معکوس است.

تنها تحقیقی که در خصوص استخراج قواعد از بازارهای نفت در ایران صورت گرفته مربوط به ابریشمی و همکاران (۱۳۹۱) می‌باشد که استخراج قواعد در پژوهش ایشان براساس روش ارائه شده توسط فوجی موتو و ناکابایاشی (۲۰۰۱) و با استفاده از الگوریتم GMDH انجام گرفته است. اساس این روش بر پایه همگرایی در مرزهای تبیین قواعد موجود در رفتار قیمت می‌باشد. نتایج به دست آمده گویای این مطلب است که قواعد مطلق در رفتار قیمت نفت قابل استخراج نیست، ولی در وضعیت‌های مختلف بازار، میتوان قواعدی را در نقاط مرزی و به‌طور نسبی، برای تبیین رفتار قیمت نفت استخراج کرد.

وجه تمایز تحقیق حاضر را می‌توان با عنایت به برخی ویژگی‌های اوپک ازجمله: سازمان یافتگی و انسجام ساختار آن، ثبت و ضبط شدن تصمیمات متخذه در جلسات اوپک و در نهایت امکان بررسی عملکرد اعضا پس از اخذ تصمیمات خاص، در نوع و اهمیت راهبردی نتایج خروجی موضوع مورد بررسی به خوبی ملاحظه نمود. بدین‌صورت که تحقیق مذکور، می‌تواند با استخراج قواعد رفتار اعضای اوپک به‌عنوان یک نهاد سازمان‌یافته که تصمیمات سازمانی و رفتار عملی هر یک از اعضا به‌طور مشهودی قابل دسترس می‌باشد، علاوه بر تحلیل و پیش‌بینی ماهیت رفتاری اوپک به‌عنوان یک کل،

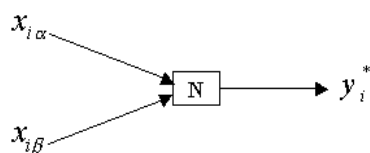
برخی قواعد درون سازمانی اجزاء آن را نیز تبیین نماید. همچنین مبتنی بر نظریه سیستم‌های غیر خطی پویا و روش تکاملی GMDH مطالعه‌ای در خصوص استخراج قواعد رفتار اوپک صورت نگرفته است. علاوه بر این، با توجه به اینکه اوپک یک نهاد سازمان یافته می‌باشد، اگر بتوان قواعد و ترتیبات رفتاری حاکم در این ساختار را استخراج کرد، می‌توان در حوزه‌های برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری رفتار اوپک، ظرفیت‌های قابل اعتنایی را فراهم نمود.

۴- روش شناسی تحقیق

در این قسمت ابتدا به معرفی شبکه عصبی GMDH پرداخته و در ادامه روش استخراج قواعد تشریح می‌گردد.

شبکه عصبی نوع GMDH

هنگامی که رگرسیونهای استاندارد با فرم حاصل ضرب به جهت پیچیدگی محاسبات و مشکل وابستگی خطی به بن بست رسیده بودند، ایواخنکو (۱۹۶۸) تکنیکی برای ساخت یک چند جمله‌ای بسیط با مراتب بالا به نام الگوریتم GMDH یا روش سازماندهی کردن داده معرفی کرد. شبکه عصبی مذکور مبتنی بر الگوریتم (ایواخنکو ۱۹۷۱ و ۱۹۹۵) شبکه‌ای خود سازمانده و یک سویه می‌باشد که از چندین لایه و هر لایه نیز از چندین نرون تشکیل شده است. تمامی نرون‌ها از ساختار مشابهی برخوردار می‌باشند به طوری که دارای دو ورودی و یک خروجی است و هر نرون با ۵ وزن و یک بایاس، عمل پردازش را میان داده‌های ورودی و خروجی را بر اساس شکل (۱) و رابطه (۱) برقرار می‌کند.



شکل ۱. ساختار نرون‌ها در شبکه عصبی

$$y_{ik}^* = N(x_{i\alpha}, x_{i\beta}) = b^k + w_1^k x_{i\alpha} + w_2^k x_{i\beta} + w_3^k x_{i\alpha}^2 + w_4^k x_{i\beta}^2 + w_5^k x_{i\alpha} x_{i\beta}$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, N$$

که در آن N داده‌های ورودی و خروجی بوده و $(K=1,2,3,\dots,C_m^2)$ و $\alpha, \beta \in \{1,2,3,\dots,m\}$ می‌باشد، که در آنها m تعداد نرون‌های لایه قبلی است.

وزنها بر اساس روش‌های کمترین مربعات خطا محاسبه شده و سپس به‌عنوان مقادیر مشخص و ثابت در داخل هر نرون جایگذاری می‌شود. ویژگی بارز این نوع شبکه آن است که نرون‌های مرحله قبلی و یا لایه قبلی، عامل و مولد نرون‌های جدید به تعداد $C_m^2 = \frac{m(m-1)}{2}$ می‌باشند و از میان نرون‌های تولید شده، لزوماً تعدادی از آنها حذف

گشته تا بدین وسیله از واگرایی شبکه جلوگیری به‌عمل آید (فارلو، ۱۹۸۴).

نگاشتی که بین متغیرهای ورودی و خروجی توسط این نوع از شبکه‌های عصبی برقرار می‌شود به شکل تابع غیر خطی ولترا به صورت رابطه زیر می‌باشد:

$$\hat{y} = a. + \sum_{i=1}^m a_i x_i + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m a_{ij} x_i x_j + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^m a_{ijk} x_i x_j x_k + \dots \quad (3)$$

ساختاری را که برای نرون‌ها در نظر گرفته شده، به‌صورت فرم خلاصه شده دو متغیره درجه دوم زیر است:

$$y_i = f(x_{ip}, x_{iq}) = a. + a_1 x_{ip} + a_2 x_{iq} + a_3 x_{ip} x_{iq} + a_4 x_{ip}^2 + a_5 x_{iq}^2 \quad (4)$$

یکی از مسائل مهمی که در شبکه‌های عصبی مصنوعی مطرح می‌باشد، طراحی ساختار شبکه است. در این طراحی بایستی تعداد لایه‌ها و نیز ساختار نرونی از قبیل تعداد وزن‌ها و مقادیر اولیه آنها و همچنین تابع تحریک هر نرون به صورت مناسب انتخاب گردند، تا یک نگاشت مناسب و ایده آل میان داده‌های ورودی و خروجی برقرار شود.

روش‌های تکاملی مانند الگوریتم ژنتیک کاربرد وسیعی در مراحل مختلف طراحی شبکه‌های عصبی دارند (واسیچکینا و یارین، ۲۰۰۱)، چنان‌که دارای قابلیت‌های منحصر به‌فردی در پیدا کردن مقادیر بهینه و امکان جستجو در فضاها غیر قابل پیش‌بینی دارند. در تحقیق حاضر، برای طراحی شکل شبکه عصبی و تعیین ضرایب آن، از الگوریتم ژنتیک استفاده شده است (جمالی و همکاران، ۲۰۰۶).

روش استخراج قاعده

استخراج قاعده با استفاده از الگوریتم GMDH دارای دو مزیت است؛ یکی اینکه برای داده‌های طبقه‌بندی شده و همین‌طور داده‌های پیوسته قابل قبول بوده و هم چنین به‌سادگی از مدل تولیدشده قابل استخراج است (فوجیموتو و ناکابایاشی، ۲۰۰۱).

مراحل استخراج قواعد به شرح ذیل می‌باشد؛

ابتدا سری داده‌های متغیرهای وابسته اسمی Y و متغیرهای مستقل X_i را به‌عنوان ورودی شبکه وارد می‌کنیم.

بردار $X_i = (X_1, X_2, \dots, X_M)$ ، $i = (1, 2, \dots, 2^M)$ را تشکیل می‌دهیم که در آن X_j برابر با 1 و یا 0 است و M تعداد متغیرهای ورودی انتخاب شده در شبکه عصبی است. برای هر X_i ، $\hat{y}$ ، تخمین متناظر با y ، در شبکه را برآورد کرده و جدول نتایج را بر این اساس $\hat{y}$ مرتب می‌نماییم.

مجموع تجمعی S_i را به صورت رابطه (۱۱) تعریف می‌کنیم:

$$S_i = \sum_{j=1}^k n_{0,i} + \sum_{j=k+1}^{2^M} n_{1,i} \quad (11)$$

که در آن $n_{0,i}$ فراوانی مشاهداتی است که دارای شرط $y=0$ برای X_i و $n_{1,i}$ فراوانی مشاهداتی است که در آن $Y=1$ می‌باشد.

حال عدد شاخص مورد نظر i را بر این اساس پیدا می‌کنیم که در مقدار:

$$S_i = \max \{S_i | k = 1, \dots, 2^M\}$$

تعریف شود، یعنی حداکثر مقدار مجموع انباشته‌شده باشد.

بر اساس محاسبات فوق جدولی مبتنی بر $\hat{y}$ های مرتب شده ایجاد می‌کنیم تا حد مرزی استخراج قاعده را تعیین نماییم.

X_1	$\hat{y}_1$	$n_{0,1}$	$n_{1,1}$	S_1
X_2	$\hat{y}_2$	$n_{0,2}$	$n_{1,2}$	S_2
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
X_i	$\hat{y}_i$	$n_{0,i}$	$n_{1,i}$	S_i
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
x_{2^M}	$\hat{y}_{2^M}$	$n_{0,2^M}$	$n_{1,2^M}$	S_{2^M}

منبع: ابریشمی و همکاران (۱۳۹۱)

حد مرزی برای استخراج قاعده از دو سطح بالا و پایین آن در مقدار حداکثر S_i حاصل می‌گردد. این حد مرزی باید چند ویژگی اصلی را با هم داشته باشد در غیراین صورت استخراج قاعده به‌طور نسبی هم امکان‌پذیر نیست. اول اینکه S_i حد مرزی باید نقطه حداکثری ستون S باشد. به عبارت دیگر باید مقادیر S_i در سطح بالا، از حداقل به حداکثر، به‌طور منظم افزایش یابد و بعد از S_i حداکثر، به‌طور نزولی کاهش یابد. دوم این‌که در S_i حداکثر، باید بیشترین میزان دقت پیش‌بینی (یا کمترین) RMSE را داشته باشیم.

در این مرحله، قاعده (یا قواعد) موجود به صورت زیر استخراج می‌گردد:

IF $X_i \vee X_{2V} \dots V_{Xi-1}$ THEN $y=0$.
ELSE $y=1$.

هدف اصلی تحقیق، استخراج قواعد حاکم بر تصمیمات و رفتار اعضای اوپک و به تبع آن تحلیل سیاستی تصمیمات و رفتار اعضای اوپک است. در تحقیق پیش‌رو، متغیرهای مختلفی نظیر پایبندی به سهمیه‌های تعیین شده، به‌کارگیری انواع قرارداد برای میادین مشترک و میادین مستقل، چگونگی انتقال فناوری، نحوه فایننس و تأمین سرمایه به‌منظور اجرای طرح‌های توسعه‌ای و... به‌عنوان ورودی‌های مدل بوده و در نهایت نیز بنا برهدف اصلی تحقیق، که همان بررسی نحوه حرکت اعضا به‌عنوان اجزای یک سازمان قدرتمند تأثیرگذار در عرصه بازار نفت می‌باشد؛ خروجی مدل، پایبندی هر یک از اعضا به تصمیمات اوپک در قالب تولید (سهمیه تولید) خواهد بود.

متغیرهای مدل

براساس پرسش اصلی تحقیق که عبارت است از: قواعد حاکم بر تصمیمات و رفتار اعضای اوپک در دوره زمانی ۱۹۸۰ لغایت ۲۰۱۸ چگونه بوده است؟ ورودی‌های مدل به‌شرح زیر و براساس اطلاعات حاصل از داده کاوی اینترنتی و رسانه‌ای از منابع رسمی و گزارش‌های معتبر بین‌المللی، ارائه می‌گردد.

متغیرهای مستقل (متغیرهای ورودی)

X_1 : (سهمیه‌بندی مقدار تولید هر یک از کشورها) آیا وضع موجود سهمیه‌بندی مورد پذیرش و رضایت است؟ (موافق ۱، مخالف ۰)
 X_2 : (پایبندی به سهمیه‌ها) آیا کشورهای عضو تا حد مورد قبولی نسبت به سهمیه‌ها از خود پایبندی نشان می‌دهند؟

(پایبندی ۱، عدم پایبندی ۰)

X_3 : موضع اعضا نسبت به پیروی از فرمت قراردادی متحد نفتی؛ (موافق: ۱، مخالف: ۰)

X_4 : مدل قرارداد نفتی واحد برای میادین مستقل نفتی وجود دارد؟ (موافق: ۱، مخالف: ۰)

X_5 : مدل قرارداد نفتی واحد برای میادین مشترک وجود دارد؟ (موافق: ۱، مخالف: ۰)

X_6 : مدل قراردادی یکسان برای میادین گازی وجود دارد؟ (موافق: ۱، مخالف: ۰)

X_7 : ساخت تجهیزات نفتی در داخل هر یک از کشورهای عضو، در مجموع موضع اعضا نسبت به انتقال فناوری ساخت تجهیزات چگونه است؟ (موافق: ۱، مخالف: ۰)

X_8 : دیدگاه کشورهای عضو سازمان نسبت به به کارگیری قراردادهای خدماتی به منظور انتقال فناوری (موافق ۱، مخالف ۰)

X_9 : دیدگاه کشورهای عضو سازمان نسبت به به کارگیری قراردادهای مشارکت در تولید به منظور انتقال فناوری (موافق ۱، مخالف ۰)

X_{10} : دیدگاه کشورهای عضو سازمان نسبت به به کارگیری قراردادهای امتیازی به منظور انتقال فناوری (موافق ۱، مخالف ۰)

X_{11} : دیدگاه اعضا نسبت به پیروی از سیاست حداکثرسازی سهم بازار و یا حداکثر سازی درآمد (موافق ۱، مخالف ۰)

X_{12} : موضع نسبت به تأمین سرمایه جهت سرمایه گذاری در صنعت نفت از منابع داخلی اعضای سازمان (موافق ۱، مخالف ۰)

X_{13} : اعضای سازمان برای توسعه و یا مدیریت بخش بالا دستی صنعت تمایل به حضور شرکت های بزرگ نفتی نظیر توتال و شل داشته و یا ترجیح به استفاده از شرکت های خدمات نفتی دارند؟ (موافق ۱، مخالف ۰)

X_{14} : موضع در برابر به کارگیری بهره برداری همکارانه در خصوص میادین مشترک (موافق ۱، مخالف ۰)

X_{15} : در صادرات نفت خام موضع گیری اعضا به صورت رقابت و یا همکاری است؟ (رقابت ۱، همکاری ۰)

- X_{16} : متفاوت بودن بافت و ساختار کشورها از لحاظ جغرافیا و جمعیت و تأثیر آن بر افزایش میزان هزینه‌های تولید (موافق: ۱، مخالف: ۰)
- X_{17} : آیا امکان همکاری میان اعضا با توجه به متفاوت بودن و تنوع ذخایر از لحاظ API و سولفور (وجود دارد؟) (موافق ۱، مخالف ۰)
- X_{18} : تمایل اعضا برای سرمایه‌گذاری در زمینه افزایش تولید کدام نوع نفت خام سبک و یا سنگین است؟ (نفت خام سبک: ۱؛ نفت خام سنگین: ۰)
- X_{19} : آیا توسعه ذخایر غیرمتعارف نفتی در اولویت است؟ (موافق ۱، مخالف ۰)
- X_{20} : آیا اعضا با لحاظ نمودن متغیر "امنیت ملی" در سهمیه‌بندی تولید موافق هستند؟ (موافق ۱، مخالف ۰).
- Y : قاعده تصمیم‌گیری برای متغیر وابسته نیز به این صورت است که: اگر عضو پایبند به تصمیمات باشد مقدار ۱ را می‌گیرد و اگر پایبند نباشد، مقدار صفر را خواهد داشت.

۵- یافته‌های تحقیق

در این بخش ابتدا چگونگی تبدیل اطلاعات کیفی متغیرهای ورودی و خروجی را که از منابع خبری معتبر و رسمی داخلی و بین‌المللی اخذ شده است، تبیین و پس از آن مراحل استخراج قاعده تشریح خواهد گردید.

جدول (۱) نمونه‌ای از کمی کردن اطلاعات متغیرهای مستقل و وابسته (ورودی و خروجی) می‌باشد.

همان‌گونه که در جدول (۱) ملاحظه می‌گردد، اطلاعات متغیرهای ورودی و خروجی مربوط به محدوده زمانی یک اجلاس اوپک می‌باشد. به عبارت دیگر، پس از هر تصمیم اتخاذ شده در یک اجلاس اوپک، رفتار اعضا در قالب متغیرهای مستقل (X ها) و وابسته (Y ها)، براساس اخبار رسمی، طی بازه زمانی پس از اتخاذ تصمیم تا اجلاس بعدی به شرح جدول فوق، کمی می‌گردد.

در اولین مرحله، متغیرهای مستقل X_i که همان عوامل مؤثر بر میزان تولید اعضا می‌باشند به‌عنوان ورودی و متغیر وابسته Y که مبین پایبندی هریک از اعضا به تصمیمات اتخاذ شده برای میزان تولید است را به‌عنوان خروجی شبکه در نظر می‌گیریم. برای تصمیم‌گیری در مراحل بعدی، متغیرهای ورودی و خروجی به صورت کدهای ۰ و ۱ می‌باشند.

جدول ۱. کمتی کردن اطلاعات به دست آمده در خصوص تصمیمات اعضاء اوپک در قالب

متغیرهای مستقل و وابسته

Y			X		
مقدار	عنوان خبر	تصمیم اتخاذ شده در اوپک	مقدار	عنوان خبر	متغیر
۱	ایران سطح تولید خود را کاهش نمی دهد. (شانا، ۱۷ آذر ۹۷)	کاهش تولید به تناسب سهم هریک از اعضا به استثنای ایران (اجلاس ۱۷۵)	۰	اوپک توانایی جبران کاهش تولید نفت اعضای (ایران و ونزوئلا) را ندارد. (شانا، ۵ آذر ۹۷)	X_1 : سهمیه بندی مقدار تولید هر یک از کشورها (آیا وضع موجود سهمیه بندی مورد پذیرش و رضایت است؟) (موافق: ۱؛ مخالف: ۰)
۱	امارات متحده عربی اوپک و همکاری دوطلبانه کشورهای تولیدکننده نفت خام غیر عضو اوپک دارد. (شانا، ۲۰ آذر ۹۷)	همکاری میان اعضای اوپک و همکاری دوطلبانه کشورهای تولیدکننده نفت خام غیر عضو اوپک (اجلاس ۱۷۵)	۱	امیدواری امارات متحده عربی به توافق جدید اوپک و متحدانش در دسامبر امسال (شانا، ۱ آذر ۹۷)	X_{11} : دیدگاه اعضا نسبت به پیروی از سیاست حداکثرسازی سهم بازار و حداکثر سازی درآمد (موافق: ۱؛ مخالف: ۰)
۰	روند کاهش تولید نفت روسیه مطلوب نیست (JBC Energy, Asian Oil Weekly, 7.Jan.2019)	همکاری میان اعضای اوپک و همکاری دوطلبانه کشورهای تولیدکننده نفت خام غیر عضو اوپک (اجلاس ۱۷۵)	۰	شرکت توتال و آرامکوی عربستان در پی افزایش تولید و توسعه ظرفیت تولید به میزان ۴۸۰ هزار بشکه در روز (12.October.2018 (Petroleum Argus	X_{12} : موضع نسبت به تأمین سرمایه جهت سرمایه گذاری در صنعت نفت از منابع داخلی اعضای سازمان (موافق: ۱؛ مخالف: ۰)

منبع: یافته های تحقیق

یکی از مهم ترین ویژگی های الگوریتم GMDH توانایی شناسایی و حذف متغیرهای زاید است (فارلو، ۱۹۸۴، آناستاساکیس، ۲۰۰۱). متغیرهایی که در فرآیند کاهش لایه های پنهان در مقایسه با سایر متغیرهای ورودی، کمترین اثر را داشته اند، حذف می گردند. بر این اساس مدل نهایی با دو لایه پنهان برآورد گردید و ۴ ورودی: X_9 ، X_{11} ، X_{16} و X_{20} ، به عنوان متغیرهای مؤثر مشخص گردید.

در مرحله دوم، بردار $X_i = (x_9, x_{11}, x_{16}, x_{20})$ را براساس متغیرهای مؤثر تشکیل می دهیم. از آنجایی که m ، تعداد متغیرهای مؤثر بوده و در اینجا این مقدار برابر با ۴ است داریم: $i=(1,...,2^m)=(1,2,...,2^4)$. در واقع می توان گفت که این ۴ متغیر می توانند حداکثر به ۱۶ حالت غیر تکراری کنار هم قرار بگیرند. عدد ۲ نمایانگر مقادیر ۰ و ۱ است

که به ۴ متغیر می‌دهیم. همان‌طور که در جدول (۲)، مشخص شده است، x ها به این حالت تشکیل می‌شوند.

$$X_1=x_1(1,1,0,1); X_2=x_2(1,1,0,1); \dots, X_{16}=X_{16}(0,0,1,1)$$

برای هر X_i نیز $\hat{y}$ متناظر با y در شبکه برآورد می‌شود. در جدول (۲)، ترتیب قرار گرفتن x ها بر اساس $\hat{y}$ است که به ترتیب صعودی مرتب شده‌اند. از آنجایی که هر x ای که در یکی از این ۱۶ حالت جای می‌گیرد دارای $\hat{y}$ ای متناظر با y است، پس باید ملاکی برای انتخاب ۱۶، $\hat{y}$ متناسب با ۱۶ ترکیب x داشته باشیم. به این منظور $\hat{y}$ ای را در جدول قرار می‌دهیم که کمترین خطای پیش‌بینی را در بین x های مشترکی در یک حالت از این ۱۶ حالت داشته باشد. $\hat{y}$ ها در بازه (0,1) قرار دارند و چون به صورت صعودی مرتب شده‌اند می‌توانیم تشخیص دهیم که مقادیر پیش‌بینی در بالا و یا پایین ۰/۵، قرار دارند. اهمیت این موضوع در استخراج قاعده قابل توجه است که در ادامه مشخص می‌شود.

جدول ۲. نتایج مربوط به فرآیند استخراج قواعد رفتار اعضای اوپک

No	X_9	X_{11}	X_{16}	X_{20}	$\hat{y}$	Diff	Frequency		# of Correct			Correction Rate%
							$n_{0,i}$	$n_{1,i}$	$\sum n_{0,i}$	$\sum n_{1,i}$	S_i	
1	1	1	0	1	0.013	-63	63	0	63	143	206	68.3
2	1	1	0	1	0.017	-42	42	0	105	143	248	72.6
3	1	1	0	1	0.019	-16	18	2	123	141	264	77.4
4	1	1	0	1	0.021	-7	7	0	130	141	271	81.9
5	0	1	1	1	0.025	-4	5	1	135	140	275	85.1
6	0	1	1	1	0.026	-3	4	1	139	139	278	89.7
7	0	1	1	1	0.028	-1	3	2	142	137	279	90.5
8	0	1	1	1	0.031	2	2	0	144	137	281	91.2
9	0	1	1	1	0.59	2	2	0	146	137	283	92.1
10	1	0	0	0	0.63	2	1	3	147	134	281	91.2
11	1	0	0	1	0.69	7	0	7	147	127	274	87.8
12	0	0	1	1	0.76	7	3	10	150	117	267	81.5
13	1	0	0	0	0.82	19	0	19	150	98	248	78.4
14	1	0	0	0	0.89	28	0	28	150	70	220	73.8
15	0	0	0	0	0.95	10	2	12	152	58	210	68.2
16	0	0	1	1	1.05	58	0	58	152	0	152	62.3

منبع: یافته‌های تحقیق

RMSE، نشان‌دهنده میانگین مجذور خطا برای هر گروه X_i است که میزان خطای تخمین y را مشخص می‌کند.

ستون $n_{0,i}$ نشان‌دهنده فراوانی X_i هایی است که دارای $y=0$ هستند و به همین صورت ستون $n_{1,i}$ نشان‌دهنده فراوانی X_i هایی است که دارای $y=1$ می‌باشند. فراوانی تجمعی $\sum n_{0,i}$ برابر است با مجموع $n_{0,1}$ تا $n_{0,k}$ و فراوانی تجمعی $\sum n_{1,i}$ نیز برابر است با مجموع $n_{1,k+1}$ تا $n_{1,16}$ و در نهایت S_i عبارت از مجموع $\sum n_{0,i}$ و $\sum n_{1,i}$ می‌باشد.

در این مرحله شاخص مورد نظر i را با این شرط که:

$$S_i = \max\{S_k | k = 1, \dots, 2^M\}$$

فراوانی‌های تجمعی حداکثر باشد. X_i ای که به این صورت مشخص می‌شود، متناظر با y^* ای است که حد مرزی را به‌منظور استخراج قاعده مشخص می‌سازد. ویژگی این حد باید به صورتی باشد که بزرگ‌تر و یا کوچک‌تر از 0.5 را جدا کند که نشان دهد پیش‌بینی‌ها به 0 و یا به 1 ، متمایلند. از دو سطح بالا و پایین این حد مرزی، قاعده‌ای باید استخراج شود که 0 یا 1 بودن متغیرها، 0 یا 1 بودن، را نتیجه دهد. به عبارت دیگر ما می‌توانیم قاعده موجود در بازار را براساس دو سطح بالا و پایین حد مرزی استخراج نماییم.

حداکثر مقدار S_i در S_9 حاصل می‌گردد، بنابراین S_9 ، به‌عنوان حد مرزی قاعده‌سازی خواهد بود. جدول فوق نشان می‌دهد که در S_9 ، حداقل میزان خطا (RMSE) مدل‌سازی وجود دارد. ترکیب متغیرهای مؤثر ۴ گانه: X_9 ، X_{11} ، X_{16} و X_{20} تا ردیف ۹، مبین عدم پایبندی به تصمیمات است (یعنی $y=0$ است). بر این اساس قاعده به شرح زیر استخراج می‌گردد:

IF $X_{11} \vee (X_9 X_{11} \sim X_{16} X_{20}) \vee (X_{16} X_{20} \sim X_9 X_{11})$
THEN $Y=0$ ELSE $Y=1$

نتیجه خروجی بر اساس قاعده فوق نشان می‌دهد که اگر عضوی موافق پیروی از سیاست حداکثرسازی سهم بازار و یا حداکثرسازی درآمد باشد، یا موافق توأمان پیروی از سیاست حداکثرسازی سهم بازار و یا حداکثرسازی درآمد و به‌کارگیری قراردادهای مشارکت در تولید به‌منظور انتقال فناوری باشد و مخالف توأمان متفاوت بودن بافت و ساختار کشورها از لحاظ جغرافیا و جمعیت و تأثیر آن بر افزایش میزان هزینه‌های تولید و لحاظ نمودن امنیت ملی در سهمیه‌بندی تولید باشد و یا عکس رابطه منطقی قبلی باشد، آنگاه وی پایبندی به تصمیمات اوپک ندارد و در غیر این صورت پایبند خواهد بود.

به عبارت بهتر، پایبندی اعضا در قاعده منطقی استخراج شده از رفتار ایشان مبتنی بر واکنش آنها به عوامل ۲۰ گانه مؤثر بر پایبندی آن‌ها، نشان می‌دهد که "سیاست حداکثرسازی سهم و درآمد"، به تنهایی می‌تواند پایبندی اعضا را تحت تأثیر قرار دهد. بعد از آن، ترکیب متناقض از همسویی سیاست "حداکثرسازی سهم و درآمد" و "به‌کارگیری قراردادهای مشارکت در تولید به‌منظور انتقال فناوری" در مقابل "متفاوت بودن بافت و ساختار کشورها از لحاظ جغرافیا و جمعیت و تأثیر آن بر افزایش میزان هزینه‌های تولید" و "لحاظ نمودن امنیت ملی در سهمیه‌بندی تولید" نیز پایبندی اعضا را متأثر می‌نماید.

۶- نتیجه‌گیری و پیشنهادها

شواهد متعددی در دست است که از سناریوی استمرار اهمیت سهم تولید نفت خام اوپک در سبد متنوع انرژی در آینده حمایت می‌کند. از این‌رو نقش اوپک در مدیریت بازار جهانی انرژی در آینده همچنان از اهمیت زیادی برخوردار خواهد بود. از طرف دیگر، مذاقه در اساسنامه اوپک نشان می‌دهد که مهم‌ترین هدف اوپک، ایجاد هماهنگی و وحدت در خط مشی‌های نفتی به‌منظور حداکثر کردن منافع مشترک اعضا می‌باشد. بنابراین پایبندی اعضا به تصمیمات متخذه که ریشه در حفظ و توسعه منافع مشترک دارد، بنیان شکل‌گیری این کارتل مؤثر و تأثیر گذار بر بازار نفت است.

در این راستا در تحقیق حاضر، با استفاده از شبکه عصبی GMDH، به استخراج قواعد موجود در رفتار اعضای اوپک بر اساس پایبندی و یا عدم پایبندی به تصمیمات متخذه، مبتنی بر عوامل اثر گذار بر میزان تولید پرداختیم. بر اساس نتایج به دست آمده، یک قاعده مشخص از تعهد اعضا استخراج گردید که نشان داد که "پیروی از سیاست حداکثرسازی سهم بازار و یا حداکثر سازی درآمد"، عامل اصلی در عدم پایبندی اعضا به تصمیمات متخذه می‌باشد. همچنین همراهی "پیروی از سیاست حداکثرسازی سهم بازار و یا حداکثر سازی درآمد" و "دیدگاه کشورهای عضو سازمان نسبت به بهره‌گیری از قراردادهای مشارکت در تولید به‌منظور انتقال فناوری" از یک طرف و "متفاوت بودن بافت و ساختار کشورها از لحاظ جغرافیا و جمعیت و تأثیر آن بر افزایش میزان هزینه‌های تولید" و "لحاظ نمودن متغیر امنیت ملی در سهمیه‌بندی تولید" از دیگر سو، عوامل ترکیبی در عدم پایبندی به تصمیمات می‌باشند.

بدیهی است از این نتیجه حداقلی که به دلیل ساده سازی موضوع و به منظور دستیابی به یک الگوی داده کاوی با دقت بالا برای احصاء نتایج راهبردی و سیاستی در این کارتل قدرتمند و مؤثر بر بازار نفت، که می تواند تکمیل کننده و پشتیبان مطالعات مرسوم به ویژه در حوزه نظریه های همکارانه و نظریه بازی ها و نظریه پیشرو اقتصاد رفتاری باشد، نمی توان الگوهای رفتاری مفصل و جامعی استخراج کرد ولی می توان برخی کنش های نامتعارف را تبیین نمود.

منابع

- ابریشمی، حمید، غنیمی فرد، حجت، احراری، مهدی، رحیمی، زهرا (۱۳۸۹). الگوسازی و پیش بینی آثار تغییرات قیمت نفت خام بر GDP کشورهای آمریکا و انگلستان، فصل نامه مطالعات اقتصاد بین الملل، سال بیست و یکم، شمار ۲، پیاپی ۳۷.
- ابریشمی، حمید، عبدلی، قهرمان، احراری، مهدی، دولت آبادی، سپیده (۱۳۹۱). کاربرد الگوریتم GMDH برای استخراج قواعد از رفتار قیمت نفت، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، موسسه مطالعات بین المللی انرژی، شماره ۳۲، صص ۱۶۸-۱۴۷.
- اعظمی، سمیه، الماسی، مجتبی و سارویی، مهین (۱۳۹۵). رابطه ساختار - عملکرد در سازمان کشورهای صادرکننده نفت (اوپک): برآورد درجه توافق اعضای اوپک و حدس و باور اوپک نسبت به غیر اوپک، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، شماره ۴۸، صص ۱۲۵-۱۴۲.
- تکلیف، عاطفه (۱۳۸۹). استراتژی بلند مدت اوپک با توجه به تحولات بازار جهانی نفت، فصلنامه راهبرد، سال نوزدهم، شماره ۵۷، صص ۱۵۴-۱۳۳.
- لیارد، پی.آر.جی.، و والترزا (۱۳۸۸). تئوری اقتصاد خرد، ترجمه عباس شاکری، نشرنی.
- طباطبایی، سید محمد شهاب، محمدی، تیمور، خورسندی، مرتضی (۱۳۹۶). قدرت بازاری اوپک: آزمون وجود رفتار همکارانه اعضای اوپک با رویکرد ARDL، پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران، شماره ۲۲، صص ۱۵۱-۱۳۳.

معینی، شهرام، شریفی، علیمراد، فره‌منش، هادی (۱۳۹۵). تحلیل پایداری مجمع نفتی اوپک: رهیافت نسبت صیانت و تأثیر تحریم اقتصادی ایران، فصلنامه نظریه‌های کاربردی اقتصاد، دوره ۳، شماره ۳، شماره پیاپی ۱۰، صص ۲۴-۱

معینی، علی، مهرآرا، محسن، احراری، مهدی (۱۳۸۷)، محاسبه هوشمند حداکثرعایدی در بازار پیش خرید و پیش فروش نفت خام، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، موسسه مطالعات بین‌المللی انرژی، شماره ۱۹، صص ۲۲-۱

Alhajji, A.F., David Huettner (2000). the Energy Journal, pp 33-55, OPEC and World Crude Oil Market from 1973 to 1994: Cartel, Oligopoly or Competitive?

Anastasakis, L., Mort, N., The Development of Self-Organization Techniques in Modeling: A Review of The Group Method of Data Handling (GMDH), Department of Automatic Control & Systems Engineering The University of Sheffield, Mappin St, Sheffield, No. 813, 2001.

Carol Dahl, Edward Balisteri, Ayed Al-Qahtani(2008). Literature Review on Oil Market Modeling and OPEC's Behavior

Corchón, L. C., & Marini, M. A. (Eds.). (2018). Handbook of Game Theory and Industrial Organization, Volume II: Applications. Edward Elgar Publishing.

Danielsen, A. (1980). the theory and measurement of OPEC stability. Southern Economic Journal, 47(1), 51-65. 5.

Danielson, A., & Kim, S. (1988). OPEC stability: an empirical assessment. Energy Economics, 10(3), 174-184

Dermot Gately (1984). Journal of Economic literature, Vol. 22, No. 3. Pp 1100-1114. A Ten-Year Retrospective: OPEC and the World Oil Market.

Farlow, S.J., Self-organizing methods in modeling (1984). GMDH type algorithms, New York and Basel, Marcel Dekker, Inc., 1984.

Fujimoto, K., & Nakabayashi, S. (2003). Applying GMDH algorithm to extract rules from examples, Systems Analysis Modelling Simulation, Vol. 43, No. 10, October 2003, pp. 1311-1319.

Ivakhnenko, A.G (1968). The group method of data handling; a rival of the method of stochastic approximation. Soviet Automatic Control, 13(3), 43-55.

Jamali, A., Nariman-zadeh, N., & Atashkari, K. (2006). Inverse Modelling of Multi-objective Thermodynamically Optimized Turbojet Engines using GMDH and GA, 14th Annual (International) Mechanical Engineering Conference – May 2006, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

Loecker, J., & Eeckhout, J. (2017). The rise of market power and the macroeconomic implications (No. w23687). National Bureau of Economic Research.

Rolf Golombek, Alfonso A.Irarrazabal, Lin Ma (2018). OPEC'market power: An Empirical Dominant Firm Model for the Oil Market, *Energy Economics* 70 (2018), pp 98-115.

Vasechkina, E.F., & Yarin, V.D (2001). "Evolving polynomial neural network by means of genetic algorithms: some application examples". *Complexity International*, Vol. 9.

Towell, G.G., & Shavlik, J.W., *Extracting refined rules from Knowledge-based neural networks*, 1993

Tsukimoto, H., & Shimogori, B. (1996). The structural analysis of neural networks using multilinear functions, *electronic*.

Possibility of Extracting Rules That Govern Behavior and Decisions of OPEC Member Countries Using the GMDH Method

Atefeh Taklif¹

Assistant Professor, Faculty of Economics, Allameh Tabatabai University,
Tehran, a_taklif@yahoo.com

Abdul Rasool Ghasemi

Associate Professor, Faculty of Economics, Allameh Tabatabai University,
Tehran, ghasemi.a@hotmail.com

Ali Faridzad

Associate Professor, Faculty of Economics, Allameh Tabatabai University,
Tehran faridzadali@yahoo.com

Sahar Asgharzadeh

PhD Student in Oil and Gas Economics, Faculty of Economics, Allameh
Tabatabai University, Tehran, saharasgharzadeh@gmail.com

Received: 2020/04/18

Accepted: 2020/08/22

Abstract

OPEC acts as a crude oil balancing producer and is an important player in the global energy equations. It is therefore important for us to identify the norms that govern OPEC's behavior in different time periods. Understanding these norms will help us to explain and forecast the future decisions of this influential organization on the crude market. We use information about 20 factors that impact production, such as various contract modules for joint and independent fields, transfer of technology as well as financing methods for development projects, to determine the reasons for member's divergence from their agreed production to quotas. Our study indicates that market share and revenue maximization policies are the key factors that lead to non-compliance of member states with their quotas.

JEL Classification: Q30, C45, Q43, C02

Keywords: Rules extraction, GMDH, OPEC, behaviour and decisions, oil market and production quota

1. Corresponding Author