



Identifying and Analyzing Mega Trends Affecting the Price of Crude Oil with a Foresight Approach

Farhad Rahbar¹, Amirali Saifoddin-e Asl^{2✉}, Mohammadali Shahhoseini³, Eesa Niazi⁴

1- Professor, Faculty of Economics, University of Tehran, Tehran, Iran.

2- Assistant Professor, Faculty of New Sciences and Technologies, University of Tehran, Tehran, Iran.

3- Assistant Professor, Faculty of Management, University of Tehran, Tehran, Iran.

4- PhD candidate of Futures Studies, Faculty of Management, University of Tehran, Tehran, Iran.

Abstract:

One of the most important steps in the prospecting is identifying and analyzing the effective trends. In this article, the price of crude oil has been studied on a case by case basis. Accordingly, the main goal of the present study is to identify the key factors affecting the future of crude oil prices in the horizon of 1410 A.H.S. Therefore, after conducting library studies and reviewing valid documents and sources and interviewing experts, a list of key trends affecting the future of crude oil prices was obtained and by using the Delphi method, the number of clinicians decreased from 68 to 40. Then, using the structural analysis method, the interaction effect matrix was designed and entered into the matrix by forming a panel of 11 experts and consensus about their impact on the factors affecting each other. By analyzing the data derived from the matrix with the microfilm software, each factors impact has been assessed, effective strategic trends have been identified, and it has been determined that trends such as US policy, Russian energy diplomacy, India and China's growth, the fragility of The Middle East and North Africa, the solidarity and cohesion of the European Union, the supply and demand of oil and its fluctuations have the greatest impact on the future of crude oil prices.

Keywords: Foresight, Mega Trends, Structural Analysis, MICMAC.

1. frahbar@ut.ac.ir

2. ✉Corresponding author: satifoddin@ut.ac.ir

3. shahhoseini@ut.ac.ir

4. e.niazi@gu.ac.ir

نشریه علمی - پژوهشی بهبود مدیریت
سال دوازدهم، شماره ۲، پیاپی ۴۰، تابستان ۱۳۹۷
صفحات ۲۶ - ۱

شناسایی و تحلیل روندهای مؤثر بر بهای نفت خام با رویکرد آینده‌نگاری

(تاریخ دریافت: ۹۶/۰۷/۰۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۶/۰۵)

فرهاد رهبر^۱، امیرعلی سیفال‌الدین اصل^{۲*}، محمدعلی شاه‌حسینی^۳، عیسی نیازی^۴

چکیده

یکی از مهم‌ترین گام‌های آینده‌نگاری، شناسایی و تحلیل روندهای مؤثر بر آن است که در این مقاله به‌طور موردی، بهای نفت خام مورد مطالعه قرار گرفته است. بر این اساس هدف اصلی پژوهش حاضر، شناسایی کلان‌روندهای مؤثر بر آینده‌ی بهای نفت خام در افق ۱۴۱۰ ش. است. بنابراین پس از انجام مطالعات کتابخانه‌ای و بررسی اسناد و منابع معتبر و مصاحبه با خبرگان، فهرستی از روندهای کلیدی مؤثر بر آینده بهای نفت خام به دست آمد و با استفاده از روش دلفی، کلان‌روندها از ۶۸ مورد به ۴۰ مورد تقلیل یافتند. سپس با بهره‌گیری از روش تحلیل ساختاری، ماتریس تأثیر متقابل طراحی شد و با تشکیل پانلی شامل ۱۱ نفر از خبرگان و اجماع نظرات آنان درباره تأثیرگذاری عوامل بر یکدیگر، داده‌ها وارد ماتریس شد. با تحلیل داده‌های برآمده از ماتریس با نرم‌افزار میک‌مک، میزان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری هر کدام از عوامل ارزیابی شده است؛ بر این اساس، روندهای راهبردی مؤثر شناخته شدند و مشخص شد که روندهایی نظیر سیاست ایالات متحده، دیپلماسی انرژی روسیه، رشد چین و هند، شکنندگی خاورمیانه و شمال آفریقا، همبستگی و انسجام اتحادیه اروپایی، عرضه و تقاضای جهانی نفت، بیشترین تأثیرگذاری را بر آینده بهای نفت خام دارند.

واژگان کلیدی:

آینده‌نگاری؛ کلان‌روندها؛ تحلیل ساختاری؛ میک‌مک؛ بهای نفت خام.

۱- استاد، گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد، دانشگاه تهران: frahbar@ut.ac.ir

۲* - استادیار، گروه فناوری‌های بین رشته‌ای، دانشکده علوم و فنون نوین، دانشگاه تهران (نویسنده مسئول): Saifoddin@ut.ac.ir

۳- دانشیار، گروه MBA، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران: shahhoseini@ut.ac.ir

۴- فارغ‌التحصیل دکتری آینده‌پژوهی، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران: e.niazi@ut.ac.ir

۱- مقدمه

قیمت نفت خام از جمله مهم‌ترین متغیرهای کلیدی است که بر استراتژی عملکرد بازارهای مالی بین‌المللی تأثیر بسزایی دارد. از این رو، پیش‌بینی قیمت نفت نه تنها نقش مؤثری در سیاست دولت‌ها بازی می‌کند، بلکه بر بهینه‌سازی میزان تولید در بلندمدت نیز بسیار مؤثر است. اثر نوسانات قیمت نفت بر ساختار اقتصادی کشورهای صادرکننده نفت خام تا آنجا پیش رفته که محققان این کالا را طلای سیاه یا بلای سیاه می‌نامند [۵]. انرژی، به‌ویژه نفت، نیرو محرکه هر فعالیت اقتصادی و تولیدی است؛ بنابراین، جایگاه ویژه‌ای در رشد و توسعه اقتصادی دارد [۴].

شوک‌های نفتی ناشی از تغییرات قیمت نفت می‌تواند اثرات متفاوتی بر اقتصاد کشورهای صادرکننده نفت خام داشته باشند و علت آن را می‌توان در تفاوت زیرساخت‌های بخش‌های اقتصادی و سیاسی هر جامعه یا در درجه وابستگی بودجه آن کشور به درآمدهای ارزی حاصل از فروش نفت یا در سیستم پرداخت مالیاتی آن کشورها جستجو نمود. از این رو، پیش‌بینی صحیح قیمت نفت خام می‌تواند نقش بسزایی در ایمن‌سازی اقتصاد کشورهای صادرکننده نفت خام در مقابل اثرات ناشی از این نوسانات داشته باشد. روند تغییرات قیمت نفت می‌تواند به تغییر مزیت‌های تولیدی در بازارهای داخلی و بین‌المللی و همچنین تغییر حجم صادرات و واردات به دلیل تغییر مزیت‌های رقابتی نیز شود.

اکنون با توجه به مطالب ذکر شده، اهمیت پیش‌بینی و آگاهی از آینده روند تغییرات قیمت نفت بر کسی پوشیده نیست. از این رو، به‌کارگیری روش‌هایی به‌منظور پیش‌بینی در بازارهای مالی به جهت بهبود تصمیم‌گیری‌های سیاستمداران، پژوهشگران اقتصادی و صاحبان صنایع به ضرورتی انکارناپذیر در دنیای امروز تبدیل شده است. لذا با توجه به نوع آینده‌موردنظر، آینده‌پژوهی به دو مسیر متفاوت رهنمون می‌شود.

اولین مسیر، فرآیندی است شامل بهره‌گیری از دانش گذشته و حال، تعیین الگوها، فرآیندها، الگوریتم‌ها و چارچوب‌های تغییر و سپس پیش‌بینی آینده. این رویکرد با اتکا بر داده‌های گذشته، تنها تلاش می‌کند تا الگوی جریان یا تغییر درست را بیابد و آنگاه آینده را با دقت بالا پیش‌بینی نماید. از روش‌های متعلق به این رویکرد می‌توان به همه روش‌های اقتصادسنجی، خطوط روند (خطی، نمایی، چندجمله‌ای، لگاریتمی، توانی و...)، سری‌های زمانی (مدل‌های رگرسیون، میانگین متحرک^۱، اتورگرسیون-میانگین متحرک، اتورگرسیون-میانگین متحرک ترکیبی^۲ و...) اشاره نمود. تمامی این روش‌های پیش‌بینی در زمره روش‌های بدون غافلگیری قرار می‌گیرند؛ بدین معنی که هیچ‌گاه انتظاری برای رخ دادن وقایعی که در گذشته اتفاق نیفتاده است، ندارند و همواره آینده را مطابق الگوهای گذشته پیش‌بینی می‌نمایند.

مسیر دوم، رویکردی کیفی به مقوله پیش‌بینی دارد. این رویکرد بر این باور است که در بسیاری از

^۱ ARMA

^۲ ARIMA

زمینه‌های علمی مقدار مؤلفه پیش‌بینی، وابسته به تعداد بسیار زیادی عامل است که هم شناخت همه آن‌ها امکان‌پذیر نیست و هم از الگوی جامع و دقیقی تبعیت نمی‌نمایند (حداقل روش‌های کمی شناخته‌شده فعلی قادر به شناخت قطعی الگویی برای این مؤلفه‌ها نیستند). بر این اساس، پیش‌بینی با روش‌های کمی نمی‌تواند پاسخگوی این زمینه‌ها باشد. در همین راستا، در پژوهش حاضر با استفاده از رویکرد آینده‌پژوهی و روش تحلیل ساختاری، درصد شناسایی کلان‌روندهای مؤثر بر بهای نفت خام در افق ۱۴۱۰ هستیم. اولین ویژگی و نوآوری برجسته پژوهش حاضر، بهره‌گیری از تحلیل‌های متقاطع و ماتریس‌های تأثیر در شناسایی کلان‌روندهای مؤثر بر بهای نفت خام است. همان‌طور که پیش‌تر گفته شد، روش‌های بسیاری برای انجام فعالیت‌های آینده‌نگاری وجود دارد و گاهی این روش‌ها در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند. روش تحلیل ساختاری/تحلیل تأثیر متقابل که تا حد زیادی منطبق بر روش تحلیل تأثیر بر روند است، یکی از روش‌هایی است که در کنار برخی روش‌های دیگر، نتایج پرباری را به ارمغان می‌آورد. در واقع، تحلیل‌های متقاطع و ماتریس‌های تأثیر روش‌هایی هستند که به ما کمک می‌کنند تا دریابیم چگونه روندها و عملکردهای متفاوت بر یکدیگر تأثیر می‌گذارند و همچنین روابط بین متغیرها در یک سیستم چگونه است. این روش که گاهی تحلیل ساختاری نیز نامیده می‌شود، برای شناسایی روابط میان روندها، متغیرها و رفتارها مفید است. در طی سی سال اخیر، ماتریس‌های تأثیر به یکی از رایج‌ترین ابزار آینده‌پژوهی تبدیل شده است [۳].

معمولاً نتایج این روش‌ها در کنار روش سناریوپردازی می‌تواند بسیار مؤثر باشد. می‌توان از نتایج روش تحلیل ساختاری و تحلیل آثار متقابل روندهای کلیدی، در مراحل مختلف روش سناریونگاری استفاده کرد. از آنجاکه این روش یک روش نیمه کمی است، بنابراین می‌تواند میزان اطمینان فرآیند سناریوپردازی را افزایش دهد و یافتن روندها و عوامل کلیدی و شناسایی منطق سناریوها را اطمینان‌بخش‌تر نماید. با استفاده از نرم‌افزار میک‌مک می‌توان تأثیرگذارترین و تأثیرپذیرترین روندها را شناسایی کرد و آن‌ها را در برنامه‌ریزی پیش‌چشم داشت. در واقع می‌توان گفت یافته‌های این پژوهش نیمی از فرآیند سناریونگاری را پوشش می‌دهد و می‌توان پس از شناسایی عدم قطعیت‌ها که از آن‌ها در شناسایی محورهای سناریو استفاده می‌شود، با تشکیل پانل‌های خبرگان، به توصیف و داستان‌سرایی در مورد تأثیرات این نیروهای پیشران بر یکدیگر و نیز بر روندهای کلیدی پرداخت و از این طریق، تصویری روشن‌تر از آینده ارائه کرد. در این پانل‌ها و نشست‌ها، خبرگان می‌توانند در مورد تأثیرات پیشران‌ها بر یکدیگر و نیز روندهای کلیدی شناسایی شده داستان‌سرایی کنند، در مورد روندهای آینده این نیروها و عوامل بحث کرده و به نتایجی برسند؛ بر این اساس، سناریوهایی نیز می‌تواند برای آینده بهای نفت خام نگاشته شود که نتایج آن درخور توجه مسئولان، برنامه‌ریزان و تصمیم‌گیرندگان در این زمینه باشد.

۲- اهمیت و ضرورت تحقیق

شناسایی پیشران‌ها و روندهای آینده، دغدغه‌ی اغلب کسب‌وکارها، دولت‌ها و مراکز تصمیم‌سازی و تصمیم‌گیری راهبردی محسوب می‌شوند. نتایج مطالعات در مورد پیشران‌ها و روندهای کلان و گسترده‌ی تأثیرات و تأثرات این روندها به نوعی است که در اکثر موارد، مسائل و موضوعات مشترکی را در زندگی بشر شامل می‌شوند [۶]. بی‌توجهی به پیش‌نگری و نادیده‌انگاشتن تغییرات محیط خرجی را می‌توان در سازمان‌های بزرگ، مهم برشمرد. شرکت‌های آی‌بی‌ام^۱، جنرال موتورز^۲، سیرز^۳ و سی‌بی‌اس^۴ از جمله سازمان‌هایی هستند که پیش‌نگری تغییرات خارجی مهم و تأثیرگذار را نادیده گرفته و پیامدهای ناگوار آن را پذیرا شده‌اند [۶]. واقعیت امر این است که برنامه‌ریزی برای آینده کسب‌وکارها بر اساس نیازهای فعلی یا کمبودهای خدماتی فعلی، برای حضور موفق در جهان آینده سرمایه‌مناسی نیست و برای ایفای نقش در آینده ضرورت دارد. با اتکا به رویکردهای جدید برنامه‌ریزی، به‌طور جدی، پیشران‌های توسعه و تحولات آینده بر اساس کلان‌روندها و روندهای ناپیوسته، سناریوسازی شده است [۱۰] تا متناسب با قابلیت‌ها و توانمندی‌های جامعه، مسائل چالش‌برانگیز کنونی و آینده‌واکوی شود و برای حضور موفق در آینده برنامه‌ریزی شود [۳۰]. در واقع، باید گفت مشکلات کنونی جامعه بشری، در مجموع ناشی از دو عامل است: اول، عدم شناخت هوشمندانه از آینده در زمان گذشته؛ دوم، تحولات حیرت‌آور در عرصه‌های اجتماعی، سیاسی، اقتصادی، زیست‌محیطی و فناوری همراه با روند شتابان جهانی شدن. بر همین اساس، امروز برای جبران خطاهای گذشته، شناخت تحولات آینده با رویکرد آینده‌نگارانه ضروری و از اولویت‌های اصلی است [۱۴]. در عصر امروزی اقتصاد کشور، تقریباً نمی‌توان فرد، خانواده، سازمان یا کسب‌وکاری را یافت که نسبت به چگونگی و چیرستی شرایط کسب‌وکار در آینده بی‌تفاوت باشد؛ زیرا نمی‌توان در مسیر موفقیت گام برداشت و نسبت به آینده بی‌توجه بود. بر همین اساس با چنین وضعیتی، امروزه ضرورت شناسایی و تحلیل کلان‌روندهای تأثیرگذار بر آینده بهای نفت خام آشکار شده است. همچنین در شرایط کنونی جامعه جهانی و تأثیر تغییر و تحولات کلان‌روندهای علمی و فناوری، سیاسی، اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی بر آینده بهای نفت خام، پرداختن به موضوع برون‌یابی و تحلیل کلان‌روندها^۵ اجتناب‌ناپذیر شده است. به نظر می‌رسد آینده‌نگری برای سازمان‌ها، امری اجتناب‌ناپذیر است. از این‌رو، پژوهش حاضر بر آن است تا ضمن شناسایی عوامل، روندها و کلان‌روندهای تأثیرگذار بر آینده‌ی بهای نفت خام و نیز تحلیل اثرات این عوامل بر یکدیگر و دسته‌بندی آن‌ها، تلاشی هرچند کوچک با هدف تحقق آرمان‌های سرزمینمان بردارد؛ با امید به اینکه بتواند سکویی برای پرش‌های بلندتر باشد. بنابراین هدف اصلی این پژوهش، «تحلیل کلان‌روندهای کلیدی» مهم و تأثیرگذار بر آینده بهای

^۱ IBM

^۲ General Motors

^۳ SEARS

^۴ CBS

^۵ Mega Trends

نفت خام است تا از این طریق بتوان اهداف فرعی این پژوهش نیز اعم از «شناسایی پیشران‌های مؤثر بر آینده بهای نفت خام»، «بررسی میزان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری میان کلان‌روندهای کلید و مؤثر بر بهای نفت خام» و نهایتاً، «روندهای راهبردی مؤثر بر آینده بهای نفت خام» تحلیل و ارزیابی شوند.

۳- مبانی نظری تحقیق

۳-۱- آینده‌نگاری

آینده‌نگاری^۱ را می‌توان به‌عنوان: «فرآیندی نظام‌مند برای نگاه میان‌مدت تا بلندمدت به آینده علم، فناوری و مسائل اجتماعی که منتج به سیاست‌گذاری در زمان حال می‌شود، دانست. بن‌ماتین^۲ آینده‌نگاری را تلاشی نظام‌مند برای نگاه به آینده بلندمدت علم، فناوری، اقتصاد و سیاست با هدف شناسایی حوزه‌های پژوهش استراتژیک و ایجاد فناوری عام (ژنریک) که می‌توانند بیشترین منافع اقتصادی و اجتماعی را فراهم نمایند»، تعریف کرده است [۲۵].

لوک جرجیو^۳ آینده‌نگاری را «ابزاری نظام‌مند برای ارزیابی پیشرفت‌های علمی و فناوریانه که تأثیر زیادی بر روی قابلیت صنعتی، ایجاد ثروت و کیفیت زندگی دارد»، می‌داند [۲۵]. فورن^۴ آینده‌نگاری را «فرآیندی «فرآیندی نظام‌مند و مشارکتی برای گردآوری اطلاعات [راجع به] آینده و ایجاد چشم‌انداز میان‌مدت تا بلندمدت برای اثرگذاری بر تصمیمات زمان حال و انجام فعالیت‌های مشترک» تعریف کرده‌است [۲۸]. با توجه به تعاریف ارائه‌شده، ذکر نکات زیر در مورد آینده‌نگاری حائز اهمیت است: تأکید بر نظام‌مند بودن و جنبه فرآیندی؛ تأکید بر آینده بلندمدت؛ تأکید بر ایجاد مشارکت بین ذینفعان در یک فرآیند شبکه‌ای، گردآوری دیدگاه‌ها و ساخت چشم‌انداز؛ تأکید بر تعادل میان «فشار علم/فناوری» با «کشش تقاضا».

اهداف آینده‌نگاری

اهداف آینده‌نگاری با موضوعات و مسائلی که در سیستم ملی نوآوری یا پژوهش مطرح می‌شود، ارتباط دارند؛ اما متأسفانه این اهداف در اغلب موارد با اندک توجهی به این سیستم تدوین می‌شوند. صاحب‌نظران مختلف، اهداف متفاوتی را برای آینده‌نگاری ذکر کرده‌اند که برخی از مهم‌ترین آن‌ها عبارت‌اند از [۱۲، ۱۷، ۱۶، ۲۶، ۲۹]: شناسایی فناوری‌های عمومی؛ توسعه عام اولویت‌های ملی؛ کاوش آینده محتمل و توسعه چشم‌انداز برای چنین آینده‌ای؛ کاهش به‌موقع تأثیرات منفی یا انطباق موقعیت جدید و بهره‌برداری از نتایج مثبت.

علاوه بر اهداف آینده‌نگاری، اجرای آینده‌نگاری فواید فراوانی نیز دارد که برخی از آن‌ها عبارت‌اند از [۲۷، ۱۳]: دانش و قضاوت بهتر درباره استفاده از منابع؛ ایجاد افکار و سازمان‌های هوشمند برای پاسخگویی و

^۱ Foresight

^۲ Ben Martin

^۳ Luke Georghiou

^۴ Foren

واکنش سریع؛ بهبود نظارت؛ تمرکز بر روی موضوعات بلندمدت؛ وفاق یا اجماع بر اولویت‌های پژوهشی و ایجاد چشم‌انداز در مورد آینده؛ التزام و تعهد؛ شبکه‌سازی یا تقویت شبکه‌های موجود؛ ایجاد فرهنگ تفکر آینده‌نگر؛ استحکام روابط با شرکای جدید و توسعه رابطه دوطرفه بین «دانش و مهارت»؛ فهرستی از اولویت‌ها، استراتژی‌ها و سناریوها.

۳-۲- مروری اجمالی بر روش‌های آینده‌نگاری

با توجه به تعداد روش‌های موجود در فعالیت‌های آینده‌نگاری، در ادامه توضیح مختصری در مورد دو روش تحلیل‌های متقاطع و ماتریس‌های تأثیر، و تحلیل ساختاری که اساس این پژوهش است، ارائه می‌شود.

۳-۲-۱- روش تحلیل تأثیر متقاطع

یکی از محدودیت‌های اساسی در بسیاری از روش‌های آینده‌نگاری (پیش‌بینی) این است که رویدادها و روندها یک‌به‌یک پیش‌بینی می‌شوند؛ بدون آن که اشاره آشکاری به تأثیر احتمالی آن‌ها بر یکدیگر شود. اغلب رویدادها و روندها کمابیش و به‌گونه‌ای با یکدیگر مرتبط هستند. اکثر تحلیل‌گران آگاه‌اند که احتمال هر رخداد، تا حدی مشروط به وقوع سایر رخدادهاست. وابستگی میان این رویدادها و روندها را می‌توان برای پیش‌بینی‌های استوارتر و دقیق‌تر موردتوجه و ملاحظه قرار داد [۲].

تحلیل تأثیر متقاطع، کاستی‌های موجود در روش‌هایی چون دلفی را در سازوکار کشف تأثیرات متقابل برطرف ساخته است. بر همین قیاس، دستیابی همزمان به برخی از نتایجی که از طریق روش دلفی پیش‌بینی می‌شود، می‌تواند دشوار یا حتی غیرممکن باشد.

تئودور گوردون^۱ رویکردی رایج‌تری را برای تحلیل تأثیر متقاطع مطرح کرد. در این روش، رویدادها بر روی یک ماتریس متعامد ثبت می‌شود و در هر تقاطع ماتریسی این پرسش مطرح می‌شود که اگر قرار بود رویدادهای موجود در یک ردیف همزمان روی دهند، این رویدادها چگونه بر احتمال وقوع رویدادهای دیگر در یک ستون تأثیر خواهند گذاشت؟ ارزیابی این فن تنها به یک روش صورت نگرفته، بلکه نوعی از روش‌های مختلف ساخت، تجهیز و ارزیابی ماتریس‌های تأثیر متقاطع را با هم ترکیب نموده است [۲۸].

در کاربست تحلیل تأثیر متقاطع در یک حوزه، باید رویدادها، روندها و پیشرفت‌هایی را انتخاب کنیم که تأثیر مورد انتظار از آن‌ها بر روی آینده از بیشترین کمیت ممکن برخوردار باشد. هلمر^۲ و فولتس^۳ گام‌های اصلی در استفاده از تحلیل تأثیر متقاطع برای ارزیابی موقعیت‌های آینده را این‌گونه برشمرده‌اند:

۱. تعریف رویدادها و روندهایی که باید در تحلیل گنجانده شوند؛

۲. تدوین ماتریس‌های تأثیر متقاطع برای تعریف همبستگی‌های موجود میان رویدادها و روندها؛

^۱ Theodore Gordon

^۲ Helmer

^۳ Folz

۳. برآورد ارزش هر روند یا احتمالات وقوع اولیه هر رویداد؛
۴. برآورد چگونگی وقوع یک رویداد یا انحراف یک روند از ارزش مورد انتظار آن بر دیگر احتمالات رویدادی و ارزش‌های روندی؛
۵. تعریف سیاست‌ها، اقدام‌ها یا سنجش‌های حساسیت که باید با ماتریس اجرا شوند؛
۶. انجام محاسبه‌های تأثیر متقاطع؛
۷. ارزیابی نتایج.

احتمال وقوع اولیه رویدادها، ارزش روندها و میزان تأثیر میان متغیرها می‌تواند از طریق پرسشنامه‌های دلفی یا مصاحبه با کارشناسان برآورد شود و اغلب با گروه‌هایی از کارشناسان رشته‌های گوناگون که تحت پوشش رویدادهای مورد نظر قرار دارند، صورت می‌گیرد. هنگامی که الگوی تأثیر متقاطع گردآوری شود، باید چندین بار به اجرا درآید تا کارکرد برنامه رایانه‌ای مربوط به آن سنجیده شود [۲]. نتیجه این فرآیند، پیدایش چندین «سناریو» خواهد بود که در آن، توالی وقوع رویدادها بر اساس تنظیمات ارزش‌های روندها صورت خواهد گرفت. این توانایی، الگوی تعاملی تأثیر متقاطع را به روشی نامحدود برای تحلیل اکتشافی تبدیل می‌کند.

۳-۲-۲- روش تحلیل ساختاری

روش تحلیل ساختاری در پی مشخص کردن متغیرهای کلیدی (آشکار یا پنهان) به منظور دریافت نظرها و تشویق مشارکت‌کنندگان و ذی‌نفعان در مورد جوانب و رفتارهای پیچیده و غیرقابل‌پیش‌بینی یک سیستم است [۹]. به‌طور کلی، تحلیل ساختاری در سه مرحله انجام می‌شود: مرحله اول؛ استخراج متغیرها/عوامل، مرحله دوم؛ تعیین روابط بین متغیرها و مرحله سوم؛ شناسایی متغیرهای کلیدی.

۴- روش تحقیق

به‌طور کلی، روش‌های تحقیق در علوم رفتاری را می‌توان با توجه به دو ملاک الف) هدف تحقیق و ب) شیوهی گردآوری داده‌ها، دسته‌بندی کرد. این پژوهش با توجه به اهداف در نظر گرفته‌شده، پژوهشی کاربردی-توسعه‌ای است. از منظر گردآوری اطلاعات، تلفیقی است. گفتنی است پژوهش‌های تلفیقی نوعی استراتژی پژوهشی یا روش‌شناسی برای گردآوری، تحلیل و ترکیب داده‌های کمی و کیفی است که برای فهم مسائل پژوهشی در زمان انجام یک پژوهش به کار گرفته می‌شود. پژوهش حاضر از نظر گردآوری اطلاعات، تحقیق توصیفی از شاخه پیمایشی است. برای جمع‌آوری مبانی نظری تحقیق به مقالات، گزارش‌ها و کتاب‌های مختلف مراجعه شده است تا با استفاده از این منابع، توصیفی از موضوع تحقیق حاضر ارائه شود. همچنین از آنجاکه در این پژوهش از روش تحلیل ساختاری، تحلیل تأثیر متقابل و تحلیل روند استفاده شده است، از نظر روش‌های آینده‌نگاری، در دسته روش‌های کمی-کیفی (نیمه کمی) و اکتشافی قرار می‌گیرد.

۴-۱- جامعه‌ی آماری

جامعه‌ی آماری در این پژوهش شامل مجموعه‌ای از متخصصان و خبرگان دارای دیدگاه آینده‌پژوهانه و راهبردی صنعت نفت است. در ضمن، مشخصات خبرگانی که مورد مصاحبه قرار گرفتند، به شرح جدول زیر است:

جدول ۱- اطلاعات مصاحبه‌شوندگان

مدت مصاحبه (دقیقه)	تاریخ مصاحبه	سابقه	سمت	تحصیلات	کد	ردیف
۱۲۰	۱۳۹۴/۱۱/۱۴	۱۸	کارشناس ارشد پژوهشکده اقتصاد انرژی موسسه مطالعات بین‌المللی انرژی وزارت نفت	دکتری	I۱	۱
۱۲۰	۱۳۹۴/۱۱/۱۴	۱۵	کارشناس ارشد پژوهشکده اقتصاد انرژی موسسه مطالعات بین‌المللی انرژی وزارت نفت	دکتری	I۲	۲
۹۰	۱۳۹۴/۱۱/۱۷	۱۵	کارشناس ارشد پژوهشکده اقتصاد انرژی موسسه مطالعات بین‌المللی انرژی وزارت نفت	دکتری	I۳	۳
۱۰۰	۱۳۹۴/۱۱/۱۷	۱۰	کارشناس ارشد پژوهشکده اقتصاد انرژی موسسه مطالعات بین‌المللی انرژی وزارت نفت	دکتری	I۴	۴
۹۰	۱۳۹۴/۱۱/۱۷	۱۳	کارشناس ارشد پژوهشکده اقتصاد انرژی موسسه مطالعات بین‌المللی انرژی وزارت نفت	دکتری	I۵	۵
۹۰	۱۳۹۴/۱۱/۱۸	۱۰	کارشناس ارشد پژوهشکده اقتصاد انرژی موسسه مطالعات بین‌المللی انرژی وزارت نفت	دکتری	I۶	۶
۱۲۰	۱۳۹۴/۱۱/۱۸	۱۲	کارشناس ارشد پژوهشکده اقتصاد انرژی موسسه مطالعات بین‌المللی انرژی وزارت نفت	دکتری	I۷	۷
۱۳۰	۱۳۹۴/۱۲/۱	۲۳	کارشناس ارشد پژوهشکده اقتصاد انرژی موسسه مطالعات بین‌المللی انرژی وزارت نفت	دکتری	I۸	۸
۲۰۰	۱۳۹۴/۱۲/۳	۳۰	کارشناس ارشد پژوهشکده اقتصاد انرژی موسسه مطالعات بین‌المللی انرژی وزارت نفت	دکتری	I۹	۹
۲۳۰	۱۳۹۴/۱۲/۵	۳۰	کارشناس ارشد پژوهشکده اقتصاد انرژی موسسه مطالعات بین‌المللی انرژی وزارت نفت	دکتری	I۱۰	۱۰
۱۰۰	۱۳۹۴/۱۲/۲۵	۲۷	کارشناس ارشد پژوهشکده اقتصاد انرژی موسسه مطالعات بین‌المللی انرژی وزارت نفت	دکتری	I۱۱	۱۱

۴-۲- نرم‌افزار میک‌مک^۱ ابزار تحلیل ساختاری

نرم‌افزار میک‌مک به‌منظور سهولت تحلیل ساختاری طراحی شده که مخفف فرانسوی «ماتریس ضرایب تحلیل اثر متقاطع به‌منظور طبقه‌بندی»^۲ است. این نرم‌افزار برای انجام محاسبات پیچیده ماتریس تحلیل اثر متقاطع طراحی شده است. میزان ارتباط متغیرها با اعداد بین صفر تا سه سنجیده می‌شود. عدد صفر به‌منزله «عدم تأثیر»، عدد یک به‌منزله «ضعیف»، عدد دو به‌مثابه «تأثیر متوسط»، عدد سه به‌منزله «تأثیر زیاد» و درنهایت، حرف P به‌مثابه وجود رابطه بالقوه بین متغیرهاست. بنابراین، اگر تعداد متغیرهای شناسایی‌شده n متغیر باشد، یک ماتریس $n \times n$ از روابط بین متغیرها به دست می‌آید [۸، ص ۱۸۵].

ماتریس به‌دست‌آمده را می‌توان با نمودار متناظر آن نمایش داد که در آن نمودار جهت اثرگذاری هر متغیر بر دیگری توسط «پیکان‌ها» و میزان اثرگذاری به‌صورت عددی، در بالای پیکان نمایش داده می‌شود. درنهایت، بر اساس توپولوژی متغیرها، این نرم‌افزار قادر است عوامل کلیدی را استخراج و رتبه‌بندی کند [۱۸، ۱۹]. در تحلیل ساختاری (ماتریس متقاطع) با استفاده از نرم‌افزار میک‌مک، شش مرحله به شرح زیر انجام می‌شود:

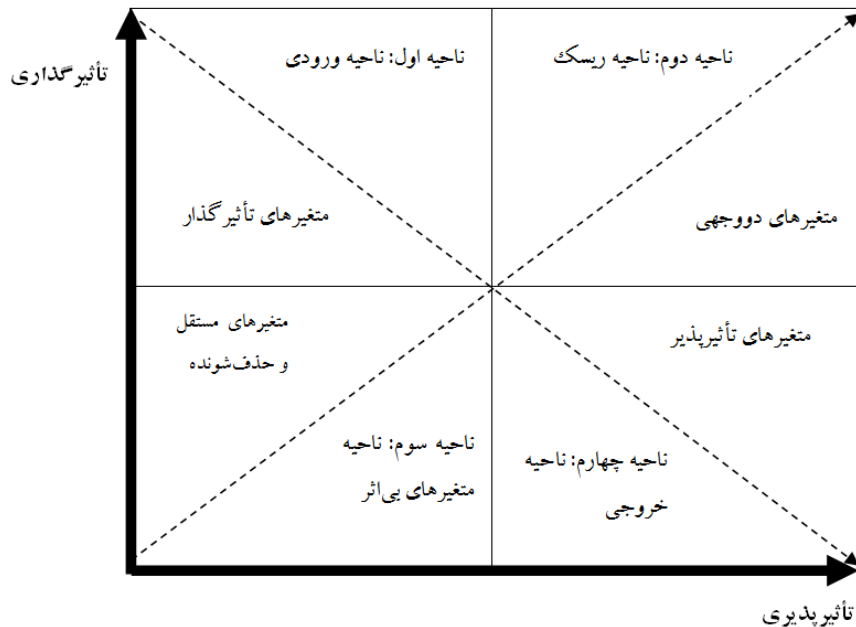
جدول ۲- مراحل روش ساختاری [۹]

ردیف	مراحل	ردیف	مراحل
۱	درک سیستمی و مشاهده پایداری یا عدم پایداری سیستم	۴	درک کلی از سیستم و پرهیز از تحلیل جزئی
۲	شناسایی تأثیرات غیرمستقیم متغیرها	۵	شناسایی عوامل ناپایدارکننده سیستم
۳	شناسایی عوامل و پیشران‌های اصلی	۶	شناسایی محیط به‌واسطه سنجش اثرگذاری مراحل اصلی آن

تحلیل ساختاری (تحلیل تأثیر متقابل) متغیرها بر یکدیگر از طریق نمودار و در نواحی مختلف مختصات، قابل بررسی است. مختصات تحلیل آثار متقابل متغیرها بر یکدیگر چهار ناحیه دارد که هرکدام میزان اثرگذاری و اثرپذیری پیشران‌ها بر یکدیگر را نشان می‌دهد (شکل ۱) [۷].

^۱ MICMAC

^۲ Matrix of Crossed Impact Multiplications Applied to Classification



شکل ۱- مختصات تحلیل تأثیر متقابل متغیرها [۱۸]

خروجی مدل تحلیل اثر متقابل، روابط بین متغیرها را نشان می‌دهد. نرم‌افزار میک‌مک قابلیت تبدیل روابط به شکل‌ها و نمودارهای ویژه را داراست و با امکانات خود تحلیل آسان روابط و ساختار سیستم را امکان‌پذیر می‌کند. به‌طور کلی، ماتریس‌ها و نمودارهای خروجی نرم‌افزار دو نوع‌اند: یکی ماتریس آثار مستقیم (MDI)^۱ و نمودارهای مرتبط با آن و دیگری ماتریس روابط غیرمستقیم بین متغیرها (MII)^۲ و نمودارهای مرتبط با آن. چنانچه در ماتریس اولیه، روابط بین متغیرها نیز مشخص شده باشد، نرم‌افزار ماتریس روابط بالقوه مستقیم بین متغیرها (MPDI)^۳ و ماتریس روابط بالقوه غیرمستقیم بین متغیرها (MPII)^۴ را نیز در اختیار قرار می‌دهد.

پایداری و ناپایداری سیستم

نحوه پراکنش متغیرها در داخل نمودار بیان‌گر میزان پایداری یا ناپایداری سیستم است. چنانچه متغیرها به شکل L در نمودار قرار گرفته باشند، سیستم پایدار است و این حالت از سیستم نشانگر ثبات در متغیرهای تأثیرگذار و تداوم آن‌ها بر سایر متغیرهاست. چنانچه متغیرها از سمت محور مختصات به سمت انتهایی نمودار و در حوالی آن پخش شده باشند، سیستم ناپایدار است و کمبود متغیرهای تأثیرگذار،

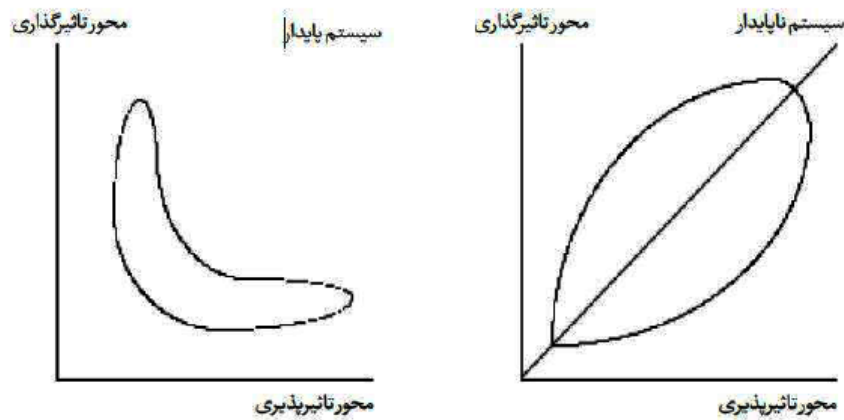
^۱ Matrix of Direct Influences

^۲ Matrix of Indirect Influences

^۳ Matrix of Potential Direct Influences

^۴ Matrix of Potential Indirect Influences

سیستم را تهدید می‌کند.



شکل ۲- پایداری و ناپایداری سیستم [۸]

۴-۳- دلفی

یکی از روش‌های کسب دانش گروهی، دلفی است که فرآیندی دارای ساختار برای پیش‌بینی و کمک به تصمیم‌گیری طی چند دور پیمایشی، جمع‌آوری اطلاعات و درنهایت، اجماع گروهی است [۲۸]. به کارگیری روش دلفی اغلب با هدف کشف ایده‌های نوآورانه و قابل اطمینان با تهیه اطلاعاتی مناسب به منظور تصمیم‌گیری است. روش دلفی فرآیندی ساختاریافته برای جمع‌آوری و طبقه‌بندی دانش موجود نزد گروهی از کارشناسان و خبرگان است که از طریق توزیع پرسشنامه‌هایی در بین این افراد و بازخورد کنترل‌شده پاسخ‌ها و نظرهای دریافتی صورت می‌گیرد. به اعتقاد هلمر، دلفی از نیمه‌ی دوم ۱۹۶۰ میلادی به عنوان یک روش مهم علمی شناخته شد و اکنون برای طیف گسترده‌ای از سؤالات آینده‌محور و پیچیده، و در طیف گسترده‌ای از زمینه‌ها استفاده می‌شود. دلفی ابزار ارتباطی سودمندی بین گروهی از خبرگان است که یکپارچه کردن آرای اعضای گروه را آسان می‌کند [۱].

۵- تجزیه و تحلیل داده‌های تحقیق

۵-۱- گام اول؛ معرفی کلان‌روندهای آینده مؤثر بر بهای نفت خام

تعریف موضوع و شناخت عوامل کلیدی، یکی از مهم‌ترین مراحل برنامه‌ریزی برپایه سناریو است. بدین منظور، طی یک مصاحبه که با مشارکت ۱۱ نفر از کارشناسان ارشد در مؤسسه مطالعات بین‌المللی انرژی (جدول ۳) صورت گرفت، برخی روندها و رویدادهای کلیدی مؤثر شناسایی شدند. سپس طی یک مطالعه تحلیل کیفی که با مشارکت ۴۲ نفر از اساتید دانشگاه‌های کشور (متخصصان اقتصاد نفت و گاز، اقتصاد

انرژی، مدیریت قراردادهای نفت و گاز، مهندسی نفت و دیپلماسی انرژی) و کارشناسان صاحب‌نظر انجام شد، از مجموع گزاره‌های ذکر شده در خصوص رویدادها و روندهای مؤثر، در مرحله نخست ۶۸ عامل در حوزه‌های (۱) ریسک‌ها و آسیب‌پذیری‌های اقتصاد کلان، (۲) سیاست‌های انرژی و محیط کسب‌وکار، (۳) ژئوپلیتیک انرژی و موضوعات منطقه‌ای و (۴) چشم‌انداز انرژی و فناوری دسته‌بندی شدند. سپس در دلفی مرحله اول و مرحله دوم، عوامل مشابه را با هم ترکیب و عوامل غیرمؤثر را نیز حذف کردند و در نهایت ۴۰ عامل به‌عنوان عوامل اولیه و روندهای مؤثر شناسایی و در جدول ۳ دسته‌بندی شدند.

جدول ۳- فهرست نهایی کلان‌روندها

۱- ریسک‌ها و آسیب‌پذیری‌های اقتصاد کلان	
عدم قطعیت در نتیجه مذاکرات مربوط به تعیین چارچوب برای تغییرات آب‌وهوایی جهان و این مسئله که آیا قیمت/هزینه انتشار گاز دی‌اکسید کربن باید منطقه‌ای باشد یا جهانی؟ تفاوت‌های آن در چیست؟	عدم قطعیت چارچوب آب‌وهوایی جهانی
رخدادهایی نظیر فاجعه فوکوشیما یا بحران نشت نفت در خلیج مکزیک	شگفتی‌سازها (رخدادهای اثرگذار)
اثرات کنونی رکود اقتصادی نظیر تأثیر بر رشد اقتصادی، حاشیه سود و امنیت اقتصادی	رکود اقتصادی
دشواری تجمع سرمایه و انتقال آن به توسعه زیرساخت‌های انرژی در محیط‌های دارای ریسک فناوری، بازاری و سیاسی بالا	محدودیت‌های بازار سرمایه
قیمت بالا، ریسک تورمی و نوسانی آن	قیمت کالاها و نوسانات آن
نوسان بالای قیمت و تحرک نسبی قیمتی بین فناوری‌ها و تفاوت‌های منطقه‌ای از حیث قیمت (نگرانی مربوط به امنیت تقاضا) که بر مدل‌های کسب‌وکار و رقابت تأثیرگذار هستند	قیمت انرژی و نوسانات آن
نرخ ارز و ریسک کاهش آن که تأثیر منفی بر فعالیت‌ها و سرمایه‌گذاری در بخش انرژی دارد	عدم قطعیت حوزه ارز
پیوند انرژی و آب بیانگر ارتباط بین زنجیره عرضه انرژی با ریسک‌های مربوط به تغییرات در دسترسی به آب است [۲۰]	پیوند انرژی-آب-غذا
ریسک جانشینی و کمبود نیروی‌های فنی باتجربه یا دیگر مهارت‌های مرتبط با انرژی که بر توسعه و گسترش زیرساخت‌های انرژی تأثیرگذاری منفی دارد	کمبود نیروی کار متخصص
۱/۲ میلیارد نفر هنوز فاقد دسترسی به الکتریسیته هستند که ۸۷ درصد آن‌ها در مناطق روستایی قرار دارند. موضوع مدل‌های کارآفرینی جدید، ایجاد سازوکارهای مالی و تمرکز سیاست‌های دولتی بر ارائه راه‌حل است	فقر انرژی
بالابودن یا افزایش قیمت انرژی بر بودجه خانوار سنگینی کرده و نگرانی اجتماعی در مورد فقر سوختی را افزایش می‌دهد	عدم دسترسی مردم به نفت
افزایش تعداد و شدت حوادث آب‌وهوایی شدید (مانند سیل و طوفان) و تأثیر بر سیستم‌های انرژی، طراحی زیرساخت‌ها و انعطاف‌پذیری آن	ریسک‌های بزرگ و شدید آب‌وهوایی
افزایش آسیب‌پذیری سایبری سیستم‌های انرژی به دلیل افزایش اتصالات و ارتباطات متقابل	تهدیدات سایبری

سیستم‌ها (نظیر هک شدن و...)	
کم کردن سرعت توسعه سیاست‌های مؤثر و تحریف رقابت‌پذیری	تحریف روند توان رقابت‌پذیری
خطرات فیزیکی تأثیرگذار بر انرژی سیستم، زیرساخت‌ها و بازارهای نفت؛ [رابطه بین سازمان‌های تروریستی و صنعت جهانی نفت سابقه‌ای طولانی دارد. این روابط عبارت‌اند از: ۱) آدم‌ربایی برای باجگیری از کارکنان نفتی؛ ۲) حملات تروریستی به تأسیسات نفتی؛ ۳) حمایت دولتی از تروریسم]	تروریسم با بوی نفت
۲- سیاست‌های انرژی و محیط کسب‌وکار	
محدود یا فعال کردن رشد سبز (به‌عنوان مثال از طریق انتقال فناوری، تعرفه‌بندی بر کالا و خدمات سبز، تنظیم مالیات مرزی و...)	محدودیت‌های تجاری
توانایی غلبه بر توزیع نابرابر و تخصیص ناکارآمد منابع انرژی، از طریق توسعه زیرساخت‌های انرژی و نهادهای منطقه‌ای (به‌عنوان مثال اتصال‌دهنده‌ها و خطوط لوله منطقه‌ای) [۲۱]	ارتباطات متقابل منطقه‌ای
طراحی بازار جدید و سیاست‌های تأمین ظرفیت‌های ذخیره‌سازی و پشتیبانی بازارهای الکتریسیته با افزایش متناوب سهم انرژی‌های جدید و کاهش مقررات پراکنده که منجر به ارائه راه‌حل‌های غیرمؤثر می‌شود	طرح بازار نوآورانه و سیاست‌های آن
سیستم‌هایی که توسط افزایش فعالیت‌های اجتماعی هدایت می‌شوند، دشواری تأمین مالی پروژه‌های بزرگ، افزایش تراکم جمعیت و فرصت‌های فن‌آوری‌های جدید	سیستم‌های غیرمتمرکز
۳- ژئوپلیتیک انرژی و موضوعات منطقه‌ای	
نقش فزاینده به‌عنوان مرکز تقاضای جهانی انرژی، نفوذ فناوری و حکمرانی جهانی	رشد چین و هند
اهمیت اصلاحات به‌منظور تحقق بخشیدن به پتانسیل‌های بالقوه آن به‌عنوان یک پیشران برای یکپارچه‌سازی انرژی منطقه‌ای	به‌فعلیت رسیدن پتانسیل‌های برزیل
پیامدهای وضعیت کریمه در بازارهای گاز منطقه‌ای و جهانی توانایی انطباق آن کشور با توسعه منابع شیل به‌عنوان زمینه حفظ جایگاه خود در بخش گاز طبیعی.	دیپلماسی انرژی روسیه
پتانسیل همگرایی به یک سیاست انرژی مشترک، به‌خصوص در زمینه عناصر مهم طراحی بازار مشترک (به‌عنوان مثال ETS، مشوق‌های ایجاد ظرفیت و ذخیره‌سازی)	همبستگی و انسجام اتحادیه اروپایی
توانایی مدیریت موفق تحولات و تغییرات در عرصه‌های سیاسی، اشتغال (جوانان) و انرژی (به‌عنوان مثال، مصرف داخلی گاز، انرژی‌های تجدیدپذیر، هسته‌ای، سوخت‌های فسیلی، یارانه‌ها و کارایی انرژی)	شکندگی خاورمیانه و شمال آفریقا
نوآوری‌ها و سیاست‌های ایالات‌متحده که بر تجارت جهانی انرژی، تحولات بازار (گاز، زغال‌سنگ، نفت) و نهادهای مربوطه تأثیرگذار است [۲۲]	سیاست‌های انرژی ایالات‌متحده
۴- چشم‌انداز انرژی و فناوری	
محقق کردن کارایی انرژی شهری در مقیاس بزرگ	شهرهای پایدار

کارایی انرژی	غلبه بر محدودیت‌های اجرا و دسترسی به پتانسیل‌های آن
زغال سنگ	آینده نقش زغال سنگ در انرژی جهان (ارزانی زغال سنگ در مقابل آینده نامطمئن آن به دلیل آلاینده‌گی)
فناوری تولید منابع نامتعارف	جهانی‌شدن تولید تجاری منابع نامتعارف نفت و گاز
کنترل و ذخیره کربن (CCS)	غلبه بر محدودیت‌ها در مورد دستیابی به مقیاس کنترل و ذخیره‌سازی کربن، پتانسیل طرح نوآورانه برای اجرای پروژه‌ها با توجه به هزینه‌ها و نگرش‌ها، دغدغه‌های عمومی
انرژی‌های تجدیدپذیر	حفظ گرایش به دستیابی به آن در مقیاس بزرگ
سوخت‌های زیستی	غلبه بر محدودیت‌های محقق کردن پتانسیل‌های بالقوه آن
شبکه هوشمند	مدل کسب و کار نوآورانه برای مدیریت سمت تقاضا
خودروهای برقی	مفاهیم حمل و نقل نوآورانه، مدل‌ها و منابع سوختی جدید از جمله خودروهای الکتریکی و گاز طبیعی
ذخیره‌سازی الکتریسیته	قیمت و اندازه باتری، فناوری تبدیل برق به گاز و فعالیت ذخیره‌سازی به‌عنوان یک توانمندساز برای ادغام بیشتر انرژی‌های تجدیدپذیر
انرژی هسته‌ای	پیشرفت‌های گسترده در حوزه انرژی هسته‌ای
برق آبی	غلبه بر محدودیت‌های محقق کردن پتانسیل‌های بالقوه آن (به‌ویژه از طریق فعالیت‌های اجتماعی)
سوخت‌های فسیلی نامتعارف	تحقق توان بالقوه گاز شیل، شیل نفت و سایر نامتعارف‌ها، تغییر پویایی بازار نفت و گاز جهانی
ال ان جی	پتانسیل یکی شدن قیمت‌های منطقه‌ای ال ان جی و کمک به ایجاد بازار جهانی ال ان جی
اقتصاد هیدروژن	توسعه چشم‌انداز روبه‌رشد دست‌یافتنی

مأخذ: یافته‌های پژوهش

۲-۵- گام دوم؛ تحلیل اولیه داده‌های گردآوری شده از ماتریس تأثیر متقابل (برگذر)

در این گام با استفاده از روش تحلیل ساختاری/تأثیر متقابل (برگذر) که یکی از روش‌های نیمه کمی (کمی/کیفی) آینده‌پژوهی است، ماتریس تحلیل تأثیر متقابل با تشکیل پانلی متشکل از ۱۱ نفر از خبرگان تکمیل شد. در ماتریس عوامل مؤثر بر آینده بهای نفت خام، اثرات متقاطع عوامل با دو بار چرخش داده‌ای از مطلوبیت ۱۰۰٪ برخوردار گردیده که نشان‌دهنده روایی بالای پرسشنامه است. درجه پربندگی ماتریس ۹۶/۳۱۲۵٪ است که نشان می‌دهد در بیش از ۹۶٪ موارد، عوامل بر یکدیگر تأثیر داشته‌اند. از مجموع ۱۵۴۱ رابطه قابل ارزیابی در این ماتریس، ۵۹ رابطه عدد صفر بوده که این بدان معنی است که عوامل بر همدیگر تأثیر نداشته یا از همدیگر تأثیر نپذیرفته‌اند که این تعداد نزدیک به ۴ درصد کل حجم ماتریس را به خود اختصاص داده است. در جدول ۲، ویژگی‌های ماتریس اثرات مستقیم یا ام‌دی‌آی^۱ مشخص شده است.

الگوی پراکنده‌گی عوامل تأثیرگذار در آینده‌ی بهای نفت خام بیانگر وضعیت ناپایدار سیستم است.

^۱ Matrix of Direct Influences Characteristics (MDI)

به‌طوری‌که عموماً عوامل به‌صورت پراکنده و با تمرکزی بیشتر در اطراف محور قطری نمودار توزیع گردیده‌اند. همان‌گونه که قابل پیش‌بینی بود عواملی که در خارج از حوزه تصمیم‌گیری ملی و دارای ابعاد بین‌المللی هستند، عموماً دارای تأثیرگذاری بالا و تأثیرپذیری کمتری از عوامل منطقه‌ای و محلی هستند و در مقابل عواملی که تأثیرگذاری کمتری داشته و بیشتر از سایر عوامل تأثیرپذیرند، عموماً نتیجه برنامه‌ریزی، سیاست‌گذاری و تصمیم‌گیری‌های دیگر هستند. چنین وضعیتی قدرت تأثیرگذاری عواملی بیرونی و فراملی در مقابل عوامل ملی و داخلی را نشان می‌دهد (شکل ۱). بررسی جایگاه عوامل در نمودار نشان می‌دهد عواملی در طبقه «عوامل دووجهی» آینده‌ی بهای نفت خام مورد مطالعه قرار می‌گیرند. از مجموع ۱۱ متغیر، هفت متغیر در این گروه قرار دارند که عمدتاً متغیرهای پیشران‌های فناوری و پیشران‌های اقتصادی جامعه هستند. در بین عوامل دووجهی، مواردی مثل سیاست‌های ایالت متحده، همبستگی و انسجام اتحادیه اروپایی، کارایی انرژی، رشد چین و هند، سوخت‌های فسیلی نامتعارف، طرح بازار نوآورانه و سیاست‌های آن، محدودیت‌های بازار سرمایه، به‌فعلیت‌رسیدن پتانسیل‌های برزیل، خودروهای برقی و شبکه هوشمند جزو «عوامل ریسک» محسوب شده و از ظرفیت بالایی جهت تبدیل شدن به عوامل کلیدی برخوردارند و عواملی مانند پیوند انرژی-آب-غذا جزو «عوامل هدف» طبقه‌بندی شده که میزان تأثیرپذیری آن‌ها بیش از تأثیرگذاری‌شان بوده و می‌توان با برنامه‌ریزی و اعمال تغییرات بر روی آن‌ها به اهداف موردنظر سیستم دست یافت.

جدول ۴- تحلیل اولیه داده‌های ماتریس تأثیرات متقابل (تحلیل ساختاری)

شاخص	اندازه ماتریس	تعداد تکرار	بدون تأثیر (صفر)	تأثیر ضعیف (یک)	تأثیر متوسط (دو)	تأثیر زیاد (سه)	مجموع	میزان پرشدگی
مقدار	۴۰×۴۰	۲	۵۹	۲۰۵	۳۴۸	۱۰۸۸	۱۵۴۱	۹۶/۳۱۲۵%

مأخذ: یافته‌های محقق

۵-۳- گام سوم؛ بررسی جایگاه هر یک از کلان‌روندها در نمودار تأثیرگذاری-

تأثیرپذیری

«عوامل تأثیرپذیر» که مهم‌ترین ویژگی‌های آن‌ها تأثیرگذاری و تأثیرپذیری بسیار بالاست و عوامل نتیجه نیز محسوب می‌شوند، عواملی مثل سوخت‌های زیستی را شامل می‌شود. در بین «عوامل مستقل» که بخش اندکی از آن‌ها در این طبقه قرار گرفته و از میزان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری کمتری در سیستم برخوردارند، عواملی که در نزدیکی مبدأ مختصات نمودار قرار گرفته‌اند (مثل اقتصاد هیدروژن) از نظر کارشناسان تأثیرات کمتری را بر روی بهای آتی نفت خام دارند. همچنین می‌توان بر تأثیرگذاری برخی

عوامل روی بهای آتی نفت خام تمرکز نمود و با تقویت سطح تأثیرگذاری آن‌ها سطح پایداری سیستم را ارتقا داد؛ نظیر رکود اقتصادی و رخدادها و حوادث که در قسمت جنوب غربی و بالای خط قطری قرار دارند و به‌عنوان «عوامل ثانویه» شناخته می‌شوند. درنهایت، دسته دیگری از عوامل مانند سوخت‌های زیستی که در نزدیکی مرکز ثقل نمودار قرار دارند و به‌عنوان «عوامل تنظیمی» شناخته می‌شوند، قابل‌اتکا بوده و می‌توان به‌عنوان محرک‌های مؤثر در حرکت به‌سوی پایداری سیستم از آن‌ها بهره جست (نمودار ۱ و جدول ۳).

نرم‌افزار میک‌مک روابط بین متغیرها را به توان ۲، ۳، ۴، ۵ و... رسانده و بر این اساس، اثرهای غیرمستقیم عوامل سنجیده می‌شود. جدول ۴، میزان اثرات مستقیم و غیرمستقیم عوامل بر یکدیگر را نشان می‌دهد. هرچه میزان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری یک عامل بیشتر باشد، آن عامل در منطقه متغیرهای ریسک و هدف قرار می‌گیرد؛ بنابراین عامل کلیدی محسوب می‌شود.

جدول ۵- جایگاه هر یک از عوامل در نمودار تأثیرگذاری-تأثیرپذیری

ردیف	طبقه‌بندی	عوامل
۱	عوامل تأثیرگذار	تروریسم، انرژی هسته‌ای، کمبود نیروی کار متخصص، سیستم‌های غیرمتمرکز و تحریف روند توان رقابت‌پذیری
۲	عوامل دوجبهی	سیاست‌های انرژی ایالت متحده، همبستگی و انسجام اتحادیه اروپایی، کارایی انرژی، رشد چین و هند، سوخت‌های فسیلی نامتعارف، طرح بازار نوآورانه و سیاست‌های آن، محدودیت‌های بازار سرمایه، به فعلیت رسیدن پتانسیل‌های برزیل، خودروهای برقی، شبکه هوشمند و پیوند انرژی-آب-غذا
۳	عوامل تأثیرپذیر	سوخت‌های زیستی
۴	عوامل مستقل	اقتصاد هیدروژن، رویدادهای بزرگ و عدم قطعیت حوزه ارز
۵	متغیرهای تنظیمی	زغال سنگ و توسعه گاز مایع

مأخذ: یافته‌های محقق

۵-۴- گام چهارم؛ میزان اثرگذاری و اثرپذیری روندها بر یکدیگر

خروجی بعدی نرم‌افزار، رتبه‌بندی، میزان اثرگذاری و اثرپذیری روندها بر اساس جمع فعال و غیرفعال آن‌هاست.

جدول ۶- تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم متغیرها بر همدیگر

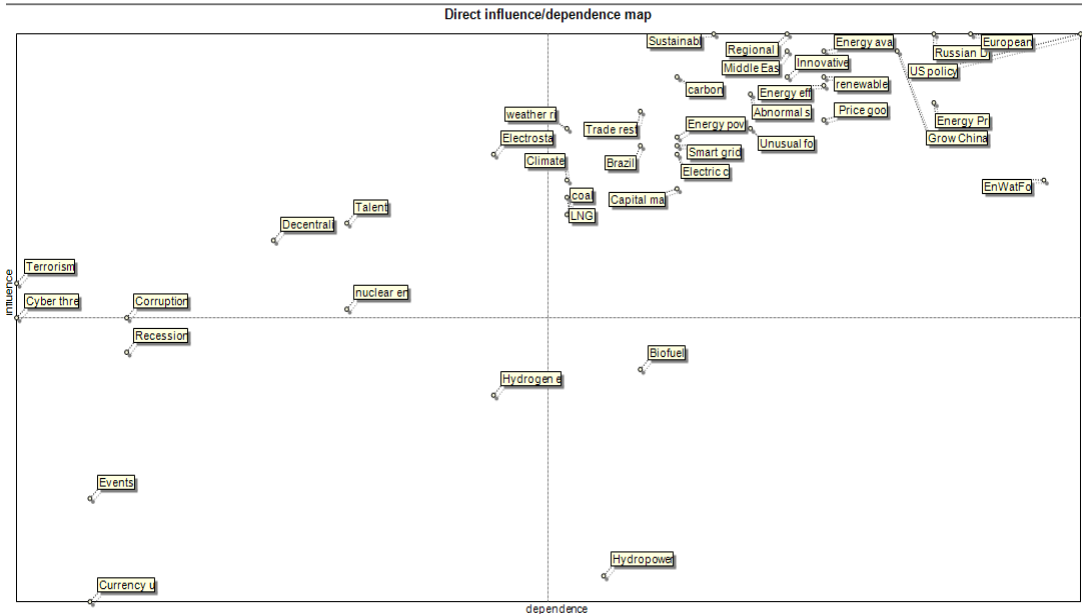
ردیف	متغیر	اثرات مستقیم		اثرات غیرمستقیم	
		میانگین تأثیرگذاری	میانگین تأثیرپذیری	میانگین تأثیرگذاری	میانگین تأثیرپذیری
۱	عدم قطعیت چارچوب آب‌وهوایی جهانی	۱۰۰	۹۸	۱۰۱۳۵۱۸	۹۸۴۹۸۰
۲	رخدادهای بزرگ	۶۳	۸۵	۶۳۱۶۱۱	۸۵۲۹۶۴
۳	رکود جهانی	۸۰	۸۶	۸۱۰۷۷۰	۸۶۷۸۵۴
۴	محدودیت‌های بازار سرمایه	۹۹	۱۰۱	۹۹۳۳۴۶	۱۰۰۶۲۹۶
۵	قیمت کالاها و نوسانات آن	۱۰۷	۱۰۵	۱۰۶۵۸۸۰	۱۰۴۷۷۱۹
۶	عرضه و تقاضای جهانی نفت	۱۰۹	۱۰۸	۱۰۸۰۴۰۰	۱۰۷۴۵۹۳
۷	عدم قطعیت حوزه ارز	۵۱	۸۵	۵۲۳۵۵۶	۸۶۰۱۴۶
۸	پیوند انرژی-آب-غذا	۱۰۰	۱۱۱	۱۰۰۱۴۲۴	۱۱۰۳۵۷۱
۹	کمبود نیروی کار متخصص	۹۵	۹۲	۹۵۶۲۱۴	۹۲۳۳۵۹
۱۰	فقر انرژی	۱۰۵	۱۰۱	۱۰۵۴۸۱۰	۱۰۱۲۱۱۶
۱۱	عدم دسترسی مردم به نفت	۱۱۵	۱۰۵	۱۱۴۴۵۶۱	۱۰۴۷۲۰۴
۱۲	ریسک‌های بزرگ و شدید آب و هوایی	۱۰۶	۹۸	۱۰۶۴۱۹۶	۹۸۹۳۲۶
۱۳	تهدیدات سایبری	۸۴	۸۳	۸۶۱۲۴۰	۸۲۹۶۳۲
۱۴	تحریف روند توان رقابت‌پذیری	۸۴	۸۶	۸۴۵۶۸۳	۸۶۰۲۹۹
۱۵	تروریسم با بوی نفت	۸۸	۸۳	۸۹۰۱۴۶	۸۲۸۵۶۳
۱۶	محدودیت‌های تجاری	۱۰۸	۱۰۰	۱۰۷۸۱۷۷۹	۹۹۹۴۲۳
۱۷	ارتباطات متقابل منطقه‌ای	۱۱۷	۱۰۴	۱۱۵۵۷۹۸	۱۰۴۱۹۰۱
۱۸	طرح بازار نوآورانه و سیاست‌های آن	۱۱۲	۱۰۴	۱۱۰۹۶۹۱	۱۰۴۰۲۳۰
۱۹	سیستم‌های غیرمتمرکز	۹۳	۹۰	۹۳۳۱۶۵	۹۰۱۰۵۹
۲۰	رشد چین و هند	۱۱۵	۱۰۷	۱۱۴۰۶۱۳	۱۰۵۵۵۱۹
۲۱	به فعلیت‌رسیدن پتانسیل‌های برزیل	۱۰۴	۱۰۰	۱۰۴۲۷۷۵	۱۰۰۰۹۷۵
۲۲	دیپلماسی انرژی روسیه	۱۱۷	۱۰۸	۱۱۵۵۷۹۸	۱۰۷۱۷۱۹
۲۳	همبستگی و انسجام اتحادیه اروپایی	۱۱۷	۱۰۹	۱۱۵۵۷۹۸	۱۰۸۰۰۷۱
۲۴	شکندگی خاورمیانه و شمال آفریقا	۱۱۵	۱۰۴	۱۱۳۵۸۱۸	۱۰۳۵۰۶۴
۲۵	سیاست انرژی ایالات‌متحده	۱۱۷	۱۱۲	۱۱۵۵۷۹۸	۱۱۱۱۷۲۷

۱۰۱۸۴۸۸	۱۱۵۵۷۹۸	۱۰۲	۱۱۷	شهرهای پایدار	۲۶
۱۰۵۱۱۷۶	۱۱۰۷۶۴۹	۱۰۵	۱۱۱	کارایی انرژی	۲۷
۹۸۶۱۵۳	۹۵۶۲۹۹	۹۸	۹۶	زغال سنگ	۲۸
۱۰۲۸۸۸۰	۱۱۰۰۵۲۵	۱۰۳	۱۱۰	فناوری تولید منابع نامتعارف	۲۹
۱۰۱۵۴۹۸	۱۱۱۳۵۳۲	۱۰۱	۱۱۲	کنترل و ذخیره کربن (CCS)	۳۰
۱۰۵۱۰۴۵	۱۱۱۳۵۳۲	۲۱	۱۱۲	انرژی‌های تجدیدپذیر	۳۱
۱۰۰۸۶۶۲	۷۹۶۹۶۰	۲۵	۷۸	سوخت‌های زیستی	۳۲
۱۰۱۲۸۵۰	۱۰۵۰۸۶۲	۲۳	۱۰۴	شبکه هوشمند	۳۳
۱۰۱۱۳۳۸	۱۰۲۴۹۷۵	۲۴	۱۰۳	خودروهای برقی	۳۴
۹۶۷۶۴۷	۱۰۲۹۸۴۶	۲۴	۱۰۳	ذخیره‌سازی الکتریسیته	۳۵
۹۲۳۹۷۴	۸۵۷۸۶۱	۲۵	۸۵	انرژی هسته‌ای	۳۶
۹۹۷۲۰۰	۵۴۳۷۶۶	۲۳	۵۴	برق آبی	۳۷
۱۰۲۹۷۶۹	۱۰۶۳۱۰۹	۲۲	۱۰۶	سوخت‌های فسیلی نامتعارف	۳۸
۹۸۲۶۴۵	۹۹۸۲۲۰	۲۴	۹۸	ال ان جی	۳۹
۹۶۸۸۷۷	۷۷۵۲۸۹	۲۰	۷۵	اقتصاد هیدروژن	۴۰

مأخذ: یافته‌های محقق

۵-۵- گام پنجم؛ تحلیل سیستم

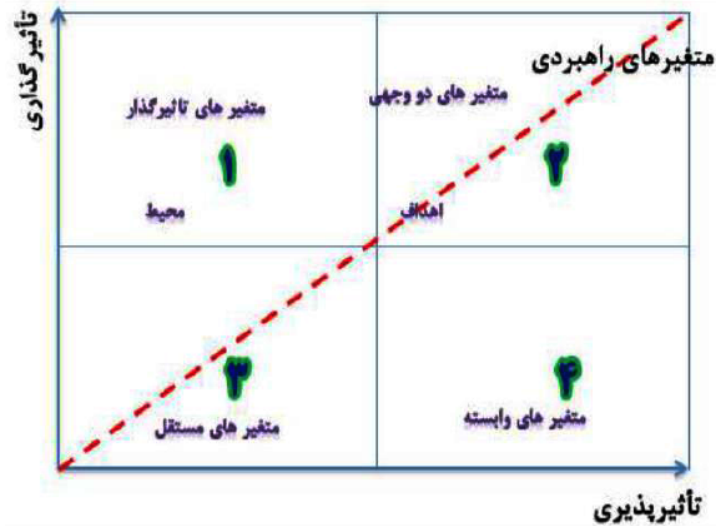
هدف نهایی تحلیل ساختاری، شناخت ویژگی‌ها، ساختار، متغیرهای کلیدی و مهم‌ترین عناصر مؤثر بر سیستم است. در ماتریس متقاطع، جمع اعداد موجود در سطر برای هر متغیر، بیان‌گر جمع فعال است و میزان تأثیرگذاری آن عامل را نشان می‌دهد و جمع اعداد موجود در ستون نیز بیانگر جمع فعال و غیرفعال است و میزان تأثیرپذیری آن عامل را نشان می‌دهد. نحوه توزیع و پراکنش متغیرها در صفحه پراکنده‌گی، حاکی از میزان پایداری یا ناپایداری سیستم مورد مطالعه است. در بخش روش‌شناسی و تحلیل میک‌مک، در مجموع دو نوع از پراکنش عوامل تعریف شده است که بیانگر پایدار یا ناپایدار بودن سیستم است. در سیستم پایدار، پراکنش متغیرها به صورت حرف L انگلیسی است؛ اما در سیستم‌های ناپایدار، وضعیت پیچیده‌تر است و عوامل حول قطر مرکزی صفحه پراکنده‌گی قرار دارند و در بیشتر مواقع، حالت بینابینی از تأثیرگذاری و تأثیرپذیری را نشان می‌دهند که ارزیابی و شناسایی عوامل اصلی را دشوار می‌نماید. شکل ۳ پراکنده‌گی کلان‌روندهای تأثیرگذار بر آینده‌ی بهای نفت خام را نشان می‌دهد. آنچه از این شکل می‌توان دریافت، وضعیت ناپایدار سیستم است. همان‌گونه که در شکل ۳ مشاهده می‌شود، بیشتر متغیرها در اطراف محور اصلی صفحه پراکنده‌اند.



شکل ۳- نقشه پراکندگی متغیرها و جایگاه آن‌ها در محور تأثیرگذاری-تأثیرپذیری
 مأخذ: یافته‌های محقق

۵-۶- گام ششم؛ شناسایی متغیرهای استراتژیک در نمودار

متغیرهای استراتژیک متغیرهایی هستند که هم قابل دست‌کاری و کنترل هستند و هم بر پویایی و تغییر سیستم تأثیرگذار باشند. با این توصیف، متغیرهایی را که تأثیر بسیار بالایی دارند ولی قابل کنترل نیستند، نمی‌توان متغیر استراتژیک محسوب کرد. اگر نمودار وضعیت متغیرها را به صورت یک شبکه مختصات فرض کنیم، متغیرهای قرارگرفته در ناحیه دوم چنین وضعیتی دارند و برنامه‌ریزان به‌ندرت قادر به تغییر این متغیرها هستند. متغیرهای قرارگرفته در ناحیه سوم شبکه مختصات، چنانچه در نمودار زیر مشخص است تأثیرگذاری و تأثیرپذیری بسیار پائینی در سیستم دارند و نمی‌توانند متغیر استراتژیک محسوب شوند. متغیرهای ناحیه چهارم نیز به دلیل وابستگی شدید به سایر متغیرها خاصیت استراتژیک ندارند و بیشتر نتیجه سایر متغیرها به حساب می‌آیند. اما متغیرهای ناحیه اول شبکه مختصات، متغیرهای استراتژیک هستند، چراکه هم قابلیت کنترل توسط سیستم مدیریتی را دارند و هم بر سیستم، تأثیرگذاری قابل قبولی دارند. در واقع، هر چه از انتهای ناحیه سوم به سمت انتهای ناحیه اول شبکه مختصات نزدیک‌تر می‌شویم، بر میزان اهمیت و استراتژیک بودن متغیر افزوده می‌شود. بنابراین با توجه به صفحه پراکندگی در شکل ۳، می‌توان متغیرهای راهبردی مؤثر بر آینده بهای نفت خام را در ناحیه ۲ صفحه پراکندگی مطابق با جدول ۷ مشاهده کرد.



شکل ۴- موقعیت متغیرهای استراتژیک در نمودار [۷]

جدول ۷- متغیرهای راهبردی مؤثر بر آینده بهای نفت خام

ردیف	متغیرهای راهبردی
۱	سیاست انرژی ایالات متحده
۲	دیپلماسی انرژی روسیه
۳	رشد چین و هند
۴	شکنندگی خاورمیانه و شمال آفریقا
۵	همبستگی و انسجام اتحادیه اروپایی
۶	عرضه و تقاضای جهانی نفت

مأخذ: یافته‌های محقق

۶- بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش که با هدف شناسایی و تحلیل عوامل کلیدی مؤثر بر بهای آتی نفت خام در افق ۱۴۱۰ ش. بر اساس تحلیل اثرات ماتریس متقاطع صورت گرفته است، داده‌های پژوهش که شامل ۶۸ عامل اولیه بودند، طی فرآیند دلفی به ۴۰ عامل تقلیل پیدا کردند. مؤلفه نخست که ریسک‌ها و آسیب‌پذیری‌های اقتصاد کلان است به مسائل مختلفی اشاره دارد. در شرایط فعلی، مذاکراتی در زمینه تعیین چارچوب برای تغییرات آب‌وهوایی جهان وجود دارد. یکی از مباحثی که مطرح می‌شود در این مورد است که هزینه انتشار گاز دی‌اکسید کربن باید منطقه‌ای باشد یا جهانی؛ این مسئله می‌تواند ریسک‌هایی را برای اقتصاد کلان ایجاد کند و در نتیجه، در تحولات حوزه انرژی مؤثر باشد. گاهی رخدادهای بزرگی نظیر فاجعه فوکوشیما یا بحران نشت نفت در خلیج مکزیک منجر به تغییرات بزرگ در حوزه انرژی می‌شود. رکود جهانی در حوزه اقتصاد کلان نیز از دیگر مواردی است که بازار حوزه انرژی را به راحتی دستخوش تغییر و تحولات می‌کند. محدودیت‌های بازار سرمایه و همچنین نوسانات قیمت کالاها از دیگر مواردی است که در حوزه انرژی و تحولات آن تأثیرگذار است؛ اما مهم‌تر از آن، قیمت انرژی و نوسانات آن است. نرخ ارز نیز می‌تواند تأثیراتی در حوزه سرمایه‌گذاری در بخش انرژی کشورهای صادرکننده نفت داشته باشد یعنی هر چه نرخ ارز کاهش پیدا کند، تأثیر منفی بسیاری بر فعالیت‌ها و سرمایه‌گذاری‌ها در بخش انرژی خواهد گذاشت. برای گسترش زیرساخت‌های انرژی نیاز به نیروهای فنی و باتجربه‌ای است که اگر نباشند، تأثیر منفی در این زمینه خواهد داشت. فقر انرژی یکی دیگر از مواردی است که بر تحولات حوزه انرژی اثرگذار است. ۱/۲ میلیارد نفر در سرتاسر جهان هنوز فاقد دسترسی به الکتریسیته هستند و ۸۷ درصد از آن‌ها در مناطق روستایی قرار دارند [۱۱]. این مسئله موضوع مدل‌های کارآفرینی جدید، ایجاد سازوکارهای مالی و تمرکز سیاست‌های دولتی بر ارائه راه‌حل است. علاوه بر آن، در دسترس بودن انرژی نیز در تحولات حوزه انرژی مؤثر است. بالا بودن یا افزایش قیمت انرژی بر بودجه خانوار سنگینی کرده و نگرانی اجتماعی در مورد فقر سوختی را افزایش می‌دهد. افزایش تعداد و شدت حوادث آب‌وهوایی نیز از دیگر موارد تأثیرگذار در این حوزه است؛ چراکه روی سیستم‌های انرژی و طراحی زیرساخت‌ها و همچنین انعطاف‌پذیری آن‌ها اثر می‌گذارد. تهدیدات سایبری، تحریف روند توان رقابت‌پذیری و تروریسم نیز از دیگر مواردی هستند که بدون شک در حوزه کلان انرژی تأثیرگذار است. مؤلفه دوم به سیاست‌های انرژی و محیط کسب‌وکار مربوط می‌شود. نخستین نمونه‌ای که در این زمینه می‌توان به آن اشاره کرد، محدودیت‌های تجاری است. محدود یا فعال کردن رشد سبز (به‌عنوان مثال از طریق انتقال فناوری، تعرفه‌بندی بر کالا و خدمات سبز، تنظیم مالیات مرزی و...) می‌تواند جزو تأثیرگذارترین موارد در این عرصه باشد. توانایی غلبه بر توزیع نابرابر و تخصیص ناکارآمد منابع انرژی از طریق توسعه زیرساخت‌های انرژی و نهادهای منطقه‌ای، مورد دیگری است که می‌توان به آن اشاره کرد. سومین مورد در این دسته به طرح بازار نوآورانه و سیاست‌های آن مربوط

می‌شود. طراحی بازار جدید و سیاست‌های تأمین ظرفیت‌های ذخیره‌سازی و پشتیبانی بازارهای الکترونیسیته با افزایش متناوب سهم انرژی‌های جدید و کاهش مقررات پراکنده که منجر به ارائه راه‌حل‌های غیر مؤثر می‌شود، جزو موارد تأثیرگذار در تحولات حوزه انرژی به شمار می‌رود. درنهایت می‌توان به سیستم‌های غیرمتمرکز اشاره کرد؛ یعنی سیستم‌هایی که توسط افزایش فعالیت‌های اجتماعی هدایت می‌شوند. سومین مؤلفه مورد اشاره در این گزارش، ژئوپلیتیک انرژی و موضوعات منطقه‌ای است. هند و چین جزو بزرگ‌ترین مصرف‌کنندگان جهان به شمار می‌روند و به همین خاطر رشد اقتصادی آن‌ها نقش فزاینده‌ای در زمینه تحولات انرژی بازی می‌کند. برزیل نیز از کشورهای امریکای لاتین است که به فعالیت رسیدن پتانسیل‌های آن می‌تواند نقش بسیاری در بازار انرژی آن منطقه و سایر نقاط جهان داشته باشد. دیگر مسئله ژئوپلیتیک، به دیپلماسی انرژی روسیه مربوط می‌شود. وضعیت اوکراین و کریمه بیشترین تأثیر را روی بازارهای گاز منطقه‌ای به همراه دارد که متقابلاً روی بازار گاز جهانی نیز اثر می‌گذارد. در اروپا نیز همبستگی و انسجام اتحادیه اروپایی نقش بسزایی در تحولات حوزه انرژی آن منطقه به همراه دارد. اتحادیه اروپا این پتانسیل را دارد که به سمت نوعی سیاست انرژی مشترک و به‌ویژه طراحی بازار مشترک پیش برود. به همان اندازه که همبستگی اروپایی‌ها حائز اهمیت است، شکنندگی خاورمیانه و شمال آفریقا نیز با اهمیت است. درنهایت نیز می‌توان به تجارت و سیاست ایالات متحده اشاره کرد که بر بازار جهانی انرژی مؤثر است. نوآوری‌ها و سیاست‌های ایالات متحده بر تجارت جهانی انرژی، تحولات بازار و نهادهای مربوطه تأثیرگذار است. درنهایت، میزان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری عوامل با نظر کارشناسان و خبرگان صنعت نفت تکمیل شده و سپس مورد تحلیل قرار گرفته است. نتایج تحلیل الگوی پراکندگی عوامل بر روی محور تأثیرگذاری-تأثیرپذیری، بیانگر وضعیت ناپایدار سیستم قیمت‌گذاری نفت خام است. عوامل «تأثیرپذیر» که مهم‌ترین ویژگی‌های آن‌ها تأثیرگذاری و تأثیرپذیری بسیار بالاست و عوامل نتیجه نیز محسوب می‌شوند، عواملی مثل سوخت‌های زیستی را شامل می‌شود. در بین «عوامل مستقل» که بخش اندکی از آن‌ها در این طبقه قرار گرفته و از میزان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری کمتری در سیستم برخوردارند، عواملی که در نزدیکی مبدأ مختصات نمودار قرار گرفته‌اند (مثل اقتصاد هیدروژن)، از نظر کارشناسان تأثیرات کمتری را بر روی بهای آتی نفت خام دارند. همچنین می‌توان بر تأثیر عواملی مانند رکود اقتصادی، رخدادها و حوادث که در قسمت جنوب غربی و بالای خط قطری قرار دارند و به‌عنوان «عوامل ثانویه» شناخته می‌شوند، بر روی بهای آتی نفت خام تمرکز نمود و با تقویت سطح تأثیرگذاری آن‌ها سطح پایداری سیستم را ارتقا داد. درنهایت، دسته دیگری از عوامل مانند سوخت‌های زیستی که در نزدیکی مرکز ثقل نمودار قرار دارند و به‌عنوان «عوامل تنظیمی» شناخته می‌شوند، قابل‌اتکا بوده و می‌توان به‌عنوان محرک‌های مؤثر در حرکت به‌سوی پایداری سیستم از آن‌ها بهره جست.

۷- پیشنهادهای تحقیق

۷-۱- کاربرد یافته‌های پژوهش در برنامه‌ریزی کلان مرتبط با صنعت نفت

آینده‌نگاری حوزه‌ای است که نتایج آن کاربرد زیادی در برنامه‌ریزی‌ها و سیاست‌گذاری‌ها دارد. پژوهش حاضر در زمینه آینده‌نگاری روندها و کلان‌روندهای مؤثر بر آینده بهای نفت خام است؛ زمینه‌ای که در داخل کشور تاکنون به صورت جدی بررسی و مطالعه نشده است. در واقع، این پژوهش می‌تواند گام کوچکی برای شروع تحقیقات بعدی باشد. با توجه به این که در شرایط فعلی صنعت نفت کشور در وضعیت مطلوب و آرمانی قرار ندارند، تلاش برای بهبود این وضعیت در خور توجه است و لازمه بهبود مؤثر، آگاهی از شرایط موجود است. شناسایی، تحلیل و فهم نیروهای پیشران، کلان‌روندها و روندهایی که مؤثر بر آینده این صنعت هستند، برای کسب نمایی کلی از آینده در حال ظهور ضروری است. امروزه، تغییرات با نرخ سریعتری به وقوع می‌پیوندد. در واقع، استفاده از آینده‌نگاری و نتایج آن در برنامه‌ریزی‌های بلندمدت و راهبردی و حتی برنامه‌ریزی‌های میان‌مدت و کوتاه‌مدت باعث می‌شود که منفعلانه به سمت آینده پیشروی نشود و با آگاهی نسبی از اوضاع و شرایط آینده ساخته شود. در این پژوهش تلاش شده است نیروهای پیشران و روندهای کلیدی مؤثر بر آینده بهای نفت خام شناسایی شود و سپس با استفاده از روش تحلیل ساختاری/تحلیل تأثیر متقابل، این روندها و کلان‌روندها تحلیل شود؛ لذا با توجه به کلان‌روندهای شناسایی شده مؤثر بر بهای نفت خام در افق ۱۴۱۰ به نظر می‌رسد توجه به اصول زیر می‌تواند به رشد و شکوفایی صنعت نفت کشور کمک نماید:

نخستین اصل موردتوجه ضرورت اجتناب‌ناپذیر گسترش اکتشاف در عرصه سرزمین و توسعه و بالابردن ظرفیت تولید نفت و گاز کشور است. دومین اصل را که بر برنامه‌های بخش بالادستی نفت حاکم است، ضرورت اجتناب‌ناپذیر افزایش مستمر ضریب بازیافت و برداشت نهایی از مخازن نفت و گاز می‌توان عنوان کرد و ضرورت بهره‌گیری از برترین فناوری‌های موجود در جهان و توجه به ارتقای فناوری ملی اصل سوم موردنظر است. اصل چهارم و پنجم موردنظر، ضرورت جذب سرمایه خارجی برای توسعه صنعت نفت و ضرورت حمایت از ظرفیت‌های ایرانی غیردولتی برای حضور در زنجیره اکتشاف، توسعه میدان‌های نفتی و بهره‌برداری از آن است.

۷-۲- پیشنهادهایی برای پژوهش‌های آتی

(۱) روش میک‌مک دو مشکل اساسی دارد؛ نخست آن که به صورت دقیق مشخص نیست که تأثیر یا وابستگی یک متغیر به متغیرهای دیگر تا چه میزان قوی یا ضعیف است. به عبارت دیگر، کارشناسان تنها به رابطه‌ی میان دو متغیر امتیازهای ثابت ۱، ۲ یا ۳ می‌دهند؛ در حالی که در عالم واقع تأثیرات متغیرها بر یکدیگر تا این اندازه دقیق و کامل نیست. با استفاده از اعداد دقیق، عدم قطعیت و ابهامی که در ذات سنجش کیفی تأثیرات متغیرها وجود دارد، از بین می‌رود. مشکل دیگر این است که در مرحله ارائه‌ی نتایج یافته‌ها، نمی‌توان درباره مجموع

تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم به راحتی قضاوت کرد. در روش میک مک، متغیرهایی که مجموع تأثیراتشان از نصف بزرگترین عدد تأثیرات بیشتر باشد، تأثیرگذار و تأثیرپذیر (وابسته) در نظر گرفته می‌شود و بقیه متغیرها مستقل در نظر گرفته می‌شود. بر این اساس نقشه‌های تأثیرات به چهار بخش افراز می‌شود. با توجه به این دو مشکل، پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی از میک مک فازی برای حل این مشکل بهره گرفته شود.

(۲) از آنجاکه پژوهش‌های مشابه در زمینه آینده‌نگاری بهای نفت خام انجام نشده بود و نبود چنین پژوهش‌هایی به درستی محسوس بود، هدف این پژوهش ایجاد بنیانی برای فعالیت‌هایی از این دست است. بنابراین می‌توان پژوهش‌هایی مشابه را در مقیاس‌های متفاوت انجام داد تا روندها و عوامل مؤثر بر آینده حوزه‌های بررسی با دقت و وضوح بالاتری برای مدیران و سرمایه‌گذاران ترسیم شود.

(۳) طراحی و تدوین پژوهشی مبتنی بر رویکرد سناریویی؛ همان‌طور که در بخش کاربرد یافته‌ها عنوان شد، از آنجاکه یافته‌های این پژوهش تقریباً نیمی از فرآیند سناریونگاری برای آینده بهای نفت خام را پوشش می‌دهد، ادامه این فرآیند و انجام گام‌های بعدی آن یعنی شناسایی عدم قطعیت‌ها و تعیین سناریوها می‌تواند در پژوهش‌های بعدی دنبال شود.

(۴) شناسایی و ارائه فرصت‌های به وجود آمده از اثرات متقابل کلان‌روندها بر یکدیگر در فضای صنعت نفت از طریق رویکرد شبکه جهانی کسب و کار (GBN) نیز می‌تواند به عنوان موضوعی بدیع و نو برای پژوهش‌های بعدی معرفی شود.

(۵) لازم است با توجه به کلان‌روندها و پیشران‌های شناسایی شده در این پژوهش، به منظور تعیین جهت و شناسایی حوزه‌های آینده برای توسعه بازار صنعت نفت و بهره‌برداری از فرصت‌های موجود، مدلی اقتضائی ارائه شود.

References:

منابع :

۱. احمدی قراچه، احسان، ارائه یک مدل شبکه عصبی مناسب برای پیش‌بینی قیمت نفت خام با در نظر گرفتن شوک‌های نفتی، دانشگاه تربیت مدرس، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، ۱۳۸۵.
۲. بهشتی، محمدباقر و زالی، نادر، شناسایی عوامل کلیدی توسعه منطقه‌ای با رویکرد برنامه‌ریزی بر پایه سناریو، مطالعه موردی: استان آذربایجان شرقی، فصلنامه برنامه‌ریزی و آمایش فضا (مدرس علوم انسانی)، ۱۵ (۱)، صص ۴۱-۶۳، ۱۳۹۰.
۳. تیشه یار، ماندانا، آینده‌پژوهی در مطالعات استراتژیک، تهران، پژوهشکده مطالعات راهبردی با همکاری معاونت فرهنگی وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، چاپ اول، ۱۳۹۰.
۴. شهپازی، کیومرث، اصغرپور، حسین و محرم‌زاده، کریم، تأثیر مصرف فرآورده‌های نفتی بر رشد اقتصادی در استان‌های کشور، فصلنامه مدل‌سازی اقتصادی، ۶ (۱)، صص: ۲۵-۴۴، ۱۳۹۱.
۵. جوانمرد، حبیب اله و فقیدیان، سیده فاطمه، پیش‌بینی قیمت نفت خام اوپک با به‌کارگیری مدل پیش‌بینی خاکستری، فصلنامه علمی پژوهشی مدل‌سازی اقتصادی، ۸ (۲۷)، صص: ۹۱-۱۱۴، ۱۳۹۳.
۶. رشیدارده، خزائی، سعید، تحلیل کلان‌روندهای مؤثر بر آینده بازار صنعت بانکداری با رویکرد تحلیل ساختاری، تحلیل تأثیر متقابل (بر گذر)، مجله علمی و پژوهشی تحقیقات نوین در بازاریابی، ۶ (۳)، صص: ۵۷-۸۶، ۱۳۹۵.
۷. ربانی، طاهلا، کاربرد رویکرد آینده‌پژوهی و تفکر راهبردی در برنامه‌ریزی توسعه شهری، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، ۱۳۹۱.
۸. زالی، نادر، آینده‌نگاری توسعه منطقه‌ای با رویکرد برنامه‌ریزی سناریومبنا (نمونه موردی: استان آذربایجان شرقی)، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه تبریز، ۱۳۸۸.
۹. زالی، نادر و منصوری بیرجندی، سارا، شناسایی راهبردهای آسیب‌پذیر توسعه اقتصادی منطقه با رویکرد برنامه‌ریزی فرض‌بنیاد (ABP) (مطالعه موردی: استان تهران)، فصلنامه علمی و پژوهشی برنامه‌ریزی و آمایش فضا، ۲۰ (۱)، صص ۲۱-۵۲، ۱۳۹۵.
۱۰. ملکی‌فر، عقیل، الفبای آینده‌پژوهی، تهران: انتشارات کرانه علم، ۱۳۸۵.
۱۱. موسسه مطالعات بین‌المللی انرژی، تحلیل رخدادهای روندهای نفت و گاز طبیعی جهان، تهران. شماره ۲۶، ۱۳۹۴.
۱۲. Anderson, J., Technology foresight for competitive advantage, Elsevier Science, Long Range Planning, 30(5), 665- 677, 1997.
۱۳. APEC Center for Technology Foresight, The Asian technology foresight and scan project, 2006. Retrieved from http://www.apecforesight.org/asean_foresight/asean_foresight_main.cfm
۱۴. Bishop, P; Hines, A & Collins, T., The current state of scenario development: an overview of techniques, Foresight, 9(1), pp. 5-25, 2007.
۱۵. Cologni, A. & Manera, M., The Asymmetric Effects of Oil Shocks on Output Growth: a Markov-Switching Analysis for G7 Countries, Economic Modelling 26, pp. 1-29, 2009.
۱۶. Gavigan, P. J. & Scapolo, F., Matching methods to the mission: A comparison of national foresight exercises. Foresight, 1(6), 495-517, 1999.
۱۷. Georghiou, L., Evaluating Foresight and Lessons for its Future Impact, The Third Generation Foresight and Prioritization in Science and Technology Policy, in 2nd International Conference on Technology Foresight, 2003. Retrieved from <http://www.nistep.go.jp/IC/ic030227/pdf/p6-1.pdf>
۱۸. Godet, M., Creating Futures: Scenario Planning as a Strategic Management Tool, France: Economica publish, 2006.
۱۹. Godet, M. & Roubelat, F., Creating the future: The use and misuse of scenarios, in: Long Range Planning, 29(2): 56-68, 1996.
۲۰. IEA, World Energy Outlook 2011, Paris: OECD Publishing, 2011.
۲۱. IEA, World Energy Outlook 2012, Paris: OECD Publishing, 2012a.
۲۲. IEA, World Energy Statistics and Balances, lea.org, 2012b. Available at: <http://data.iea.org>
۲۳. Keenan, M., Overview of methods used in foresight, UNIDO Technology Foresight Training Programme for CEE/NIS, Bratislava (Slovakia), 2007.
۲۴. Liam F. & Randall R. M., Learning form the Future; Competitive Foresight Scenarios; New York: John Wiley and Sons, 1998.
۲۵. Martin, B. R., Foresight in science and technology, Technology Analysis & Strategic Management, 7(2), 139-168, 2002.
۲۶. Pirttimäki, A., Foresight in a Research and Technology Organization. Helsinki University of Technology, Department of Electrical and Communications Engineering, Master's Thesis submitted in partial fulfilment of the requirements for the degree of Master of Science in Technology, 2006. Retrieved from <http://www.sal.hut.fi/Publications/pdf-files/TPIR06.pdf>
۲۷. Schomberg, R. V., Pereira, A. G., & Funtowicz, S., Deliberating foresight knowledge for policy and foresight knowledge assessment. European Commission, 2005. Retrieved from ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/foresight/docs/deliberating_foresight2.pdf

۲۸. Seebregts, A. J., Goldstein, G. A., & Smekens, K., Energy/environmental modeling with the MARKAL family of models. Operations Research Proceedings 2001 (Duisburg: Springer), 75–82, 2001.
۲۹. Stowell, M., Technology Foresight, royalsociety.org, 1995. Retrieved from <http://royalsociety.org/displaypagedoc.asp?id=2636>
۳۰. Varum, C. A., & Melo, C., Directions in scenario planning literature—A review of the past decades, Futures, ۴۲(۴), ۳۶۹–۳۵۵, 2010.