

# آینده‌ی نفت و تأثیر آن بر امنیت اقتصادی جمهوری اسلامی ایران

فرهاد رهبر<sup>-</sup>

علی وطنی<sup>\*\*</sup>

فرزاد مخلص‌الائمه<sup>\*\*\*</sup>

## چکیده

منابع انرژی از مهم‌ترین موضوعات مرتبط با تمدن فعلی بشر محسوب می‌شود. در میان تمامی حامل‌های انرژی، منابع هیدروکربونی، جایگاه رقابت‌ناپذیری در سبد انرژی جهان دارند. تأثیر آینده‌ی بلندمدت نفت بر امنیت اقتصادی جمهوری اسلامی ایران به عنوان یکی از بزرگ‌ترین کشورهای دارنده‌ی ذخایر متعارف هیدروکربونی از یک‌سو و دارای اقتصاد وابسته به نفت از سوی دیگر حائز اهمیت است. تغییرات آب‌وهوایی، گذار انرژی و تغییر نقش نفت، مهم‌ترین کلان‌روندها و تغییرات فناوری مرتبط با انرژی‌های تجدیدپذیر، بهره‌وری انرژی، ازدیاد برداشت نفت و خودروهای برقی، افزایش تولید از منابع نامتعارف نفت و گاز و تحول دیجیتال پیشران‌های مؤثر و نیروهای عمده شکل‌دهنده به آینده نفت می‌باشند. آینده بلندمدت نفت با کلان‌روندها و پیشران‌های بیان شده، موجب تضعیف امنیت اقتصادی به عنوان یکی از ابعاد اصلی امنیت ملی خواهد شد. به منظور کاهش آثار منفی وابستگی اقتصاد به نفت و پایدارسازی اقتصاد کشور و با هدف تبدیل اقتصاد متکی به نفت به اقتصاد مبتنی به نفت، اتخاذ شش راه‌کار اولویت‌دار به ترتیب شامل اصلاح ساختار نظام بودجه‌ریزی در کشور، بهبود نظام یارانه انرژی، یکپارچه‌سازی نظام تصمیم‌گیری و سیاست‌گذاری در بخش انرژی، تکمیل و توسعه زنجیره ارزش، سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر و در نهایت افزایش تولید نفت به منظور تبدیل منابع زیرزمینی به روزمینی و خلق ثروت از صادرات نفت ضروری است.

واژه‌های کلیدی: آینده‌پژوهی، آینده نفت، امنیت اقتصادی، نیروهای پیشران

طبقه‌بندی JEL: F50, F52, Q4, Q42, Q47

frahbar@ut.ac.ir

avatani@ut.ac.ir

mokhles@isu.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۴/۱۶

\* استاد دانشکده اقتصاد دانشگاه تهران

\*\* استاد دانشکده مهندسی شیمی دانشگاه تهران

\*\*\* دانشجوی دکتری مدیریت آینده‌پژوهی (نویسنده مسئول)

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۲/۱۰

فصلنامه راهبرد اقتصادی، سال نهم، شماره سی‌وسوم، تابستان ۱۳۹۹، صص ۱۱۳-۱۵۶

## مقدمه

چنانچه اقتصاد یک کشور وابستگی شدیدی به منابع حاصل از نفت خام داشته باشد، آن‌گاه بخشی از امنیت ملی آن کشور در برابر تغییر شرایط حاکم بر صنعت نفت در آینده، آسیب‌پذیر خواهد بود. مقام معظم رهبری فرمودند: «یکی از سخت‌ترین آسیب‌های اقتصادی ما همین وابستگی به نفت است؛ این نعمت بزرگ خدادادی برای کشور ما در طول ده‌ها سال مایه‌ی فروریختگی‌های اقتصادی و فروریختگی‌های سیاسی و اجتماعی شد.»<sup>(۱)</sup> بر این مبنای و برای مقابله با این وابستگی و آسیب‌پذیری، ضرورت دارد نسبت به آینده‌ی نفت به عنوان یکی از اجزای اساسی و کلیدی اقتصاد ملی و جهانی شناخت کافی داشت تا بتوان با برنامه‌ریزی مناسب، اقتصاد کشور را در برابر آسیب‌های ناشی از اقتصاد تک محصولی، مقاوم نمود.

آینده‌ی بلندمدت نفت در جهان متضمن وقوع رویدادها و شکل‌گیری روندها و کلان‌روندهای خاص می‌باشد و طبعاً می‌تواند تأثیرات قابل‌توجهی بر ابعاد اقتصادی، سیاسی و اجتماعی جوامع مختلف بگذارد. بر این اساس، مقاله جاری به این مسأله می‌پردازد که امنیت اقتصادی جمهوری اسلامی ایران در مواجهه با آینده نفت با چه چالش‌هایی مواجه می‌شود؟

## ۱. پیشینه پژوهش

پیرامون آینده نفت، مطالعات و پژوهش‌های نسبتاً متنوعی به ویژه در منابع خارجی با محوریت پایان‌پذیری نفت انجام شده است، لیکن پیرامون آینده نفت و امنیت ملی جمهوری اسلامی ایران پژوهش‌های محدودی در دسترس می‌باشد.

نصری (۱۳۸۰) در «نفت و امنیت ملی جمهوری اسلامی ایران» و با رویکرد «اقتصاد سیاسی» و «گذشته‌نگر» نسبت بین امنیت ملی و درآمدهای نفتی در ایران برای یک دوره‌ی بیست‌ساله (۱۳۵۷-۱۳۷۸) و دلایل و نتایج امنیتی نفت را مورد بررسی قرار داده است. نگاه این پژوهش به مقوله‌ی امنیت در دو حیطه‌ی آسیب‌پذیری داخلی و تهدیدات خارجی می‌باشد و خطر واقعی را حاصل ترکیب دو عامل مذکور می‌داند و با تبیین راهبری فرآیند امنیت ملی در اقتصاد مبتنی بر نفت، نقش نفت در بی‌ثبات‌سازی جامعه را به تفصیل مورد بحث قرار داده است.<sup>(۲)</sup>

اطاعت و نصرتی (۱۳۹۰) در «نفت، ژئواکونومیک و امنیت ملی ایران» معتقدند موضوع نفت در دو بعد، با امنیت ملی ایران در ارتباط نزدیک است، نخست در بعد داخلی و نقشی که نفت و درآمدهای حاصل از آن در اقتصاد ایران دارد. در بُعد بین‌المللی، تأثیر نفت بر امنیت ملی در قالب وابستگی متقابل؛ یعنی نیاز کشورهای جهان به منابع انرژی ایران و نیاز ایران به ظرفیت‌های صنعتی، فناوری و اقتصادی کشورهای صنعتی آشکار می‌شود.

درخشان (۱۳۹۱) در «امنیت انرژی و تحولات آینده بازارهای نفت و گاز» وضعیت «امنیت انرژی» به عنوان یکی از مؤلفه‌های امنیت ملی را در کشورهای مختلف مطابق با تحولات آینده بازارهای نفت و گاز ارزیابی کرده است. ایشان معتقد است؛ امکان‌پذیری بهره‌برداری تجاری از ذخایر نفت و گاز نامتعارف مانند شیل‌های گازی ابعاد جدیدی در مسأله امنیت انرژی مطرح کرده و سیاست سرمایه‌گذاری کشورهای بزرگ مصرف‌کننده نفت خام در اکتشاف، توسعه و تولید در کشورهای صاحب ذخایر بزرگ به منظور تأمین امنیت عرضه‌ی نفت خام مورد نیاز، ناکارایی خود را نشان داده است.

صادقی و همکاران (۱۳۹۵) در مقاله «آثار اقتصاد سیاسی متکی بر نفت بر امنیت ملی ایران» معتقد هستند دستیابی به امنیت ملی در گروی بهبود وضعیت اقتصادی است و برآیند تمامی مؤلفه‌های امنیت ملی در امنیت اقتصادی متبلور است. با توجه به این مهم، چنین به نظر می‌رسد که متغیر نفت با امنیت ملی ایران

که اقتصاد آن در طی یک‌صد سال گذشته وابسته به درآمدهای ارزی حاصل از آن بوده، پیوندی عمیق یافته و نوسان‌های درآمدهای نفتی، امنیت اقتصادی ایران را به خصوص در پرتو تحریم‌های بین‌المللی یک دهه اخیر تضعیف نموده است.

صالح‌نیا و بختیاری (۱۳۹۷) در «اولویت‌بندی تهدیدات امنیت ملی جمهوری اسلامی ایران با روش تحلیل سلسله‌مراتبی»، فهرست بلندی از تهدیدات امنیت ملی کشور را شناسایی کرده‌اند. بر اساس این پژوهش با رویکرد تهدیدمحور به مفهوم امنیت ملی، جمهوری اسلامی ایران همواره در معرض انبوهی از تهدیدات ملی و فراملی است. در این مقاله، ابتدا تهدیدات پیرامونی جمهوری اسلامی در ابعاد مختلف نظامی - اطلاعاتی، سیاسی - فرهنگی، اقتصادی و محیطی و از جمله «بحران‌های ناظر بر منابع تجدیدنپذیر» احصا و دسته‌بندی و سپس وزن و اهمیت هرکدام از این تهدیدات مبتنی بر نظرات خبرگان مشخص شده است.

توجه به آینده بلندمدت نفت و تحلیل مؤلفه‌های ناظر به آینده نفت با رویکرد بومی، تمایز این پژوهش نسبت به سایر پژوهش‌های یافته شده، تلقی می‌گردد.

## ۲. نوع و روش پژوهش

مقاله حاضر از نوع کاربردی است. برای گردآوری داده‌ها در ابعاد کمی و کیفی از روش‌ها و ابزارهای ذیل استفاده شده است:

الف) کتابخانه‌ای؛ شامل مرور طرح‌های تحقیقاتی، کتاب‌ها و مقالات علمی و پژوهشی و گزارش‌های معتبر سازمان‌های بین‌المللی.

ب) میدانی؛ این روش بیشتر متکی بر پانل خبرگان<sup>(۳)</sup> و پرسشنامه برای جمع‌آوری دانش فردی و سازمانی می‌باشد.

جامعه آماری این بخش از پژوهش، شامل اعضای هیأت علمی دانشگاه‌ها، متخصصان حوزه‌های آینده‌پژوهی، اقتصاد انرژی، صنعت نفت و انرژی همچنین مدیران سطوح عالی بخش انرژی یا امنیت کشور می‌باشند.

در مقاله حاضر برای تعیین اعتبار و روایی پرسشنامه از روش آزمون خبره استفاده شد و از مجموع ۱۲۰ پرسشنامه توزیع شده تعداد ۹۰ پرسشنامه تکمیل

شد.<sup>(۴)</sup> همچنین برای تعداد پانل‌ها و مصاحبه‌ها حجم نمونه تا حد «اشباع نظری»<sup>۱</sup> تعیین و برای تحلیل داده‌ها نیز از روش‌های «تحلیل روند»<sup>۲</sup>، «تحلیل مضمون»<sup>۳</sup> و «تحلیل پیشران»<sup>۴</sup> استفاده شده است.

### ۳. مبانی نظری

انرژی بعد از انقلاب صنعتی یکی از عوامل مؤثر در مسایل داخلی و خارجی ملت‌ها بوده است. در میان حامل‌های انرژی، نفت به عنوان مهم‌ترین کالای راهبردی جهان از آغاز کشف و پیدایی تاکنون و به ویژه در قرن بیستم هرگز نه تنها از تاریخ جهان جدا نبوده، بلکه توانسته به این تاریخ شکل بدهد و در چگونگی زندگی بشر به نحوی تأثیر بگذارد.

«یرگین»<sup>۵</sup> (۲۰۰۹) صاحب‌نظر برجسته حوزه‌ی انرژی، انسان امروز را «انسان هیدروکربن»<sup>۶</sup> و «میچل»<sup>۷</sup> (۲۰۱۳) استاد مطالعات خاورمیانه، نظم کنونی جهان را «نظم زیست‌محیطی کربن‌سوز» و قدرت سیاسی در جهان امروز را «دموکراسی کربنی»<sup>۸</sup> می‌نامند. همچنین نام «انقلاب انرژی» بر «انقلاب صنعتی» نهاده‌اند، زیرا اقتصادهای صنعتی قرن نوزدهم بدون ظهور هم‌زمان اقتصاد انرژی (بر پایه سوخت فسیلی)، قادر به توسعه نبودند. (رابرتز، ۱۳۸۶، ص ۷۶)

وابستگی ایران به نفت نیز یک مسأله پیچیده و چندوجهی می‌باشد و این ماده‌ی بدبو و سیاه‌رنگ در اجزای موضوعات اجتماعی به حدی رسوخ کرده که نخبگان همواره نگران «ایران بدون نفت فردا»<sup>(۵)</sup> یا پیامدهای جهان بدون نیاز به نفت ایران بوده‌اند و حذف این وابستگی به یکی از آمال غیرقابل دسترسی شبیه

- 
1. Theoretical Saturation
  2. Trend Analysis
  3. Theme Analysis
  4. Drivers Analysis
  5. Yergin
  6. Hydrocarbon Man
  7. Mitchell
  8. Carbon Democracy

شده است و برخی محققین از نفت با استعاره «طلای سیاه یا بلای ایران»<sup>(۶)</sup> نام برده‌اند.

### ۳-۱. اهمیت نفت

اگرچه حامل‌های انرژی، از تنوع نسبی برخوردارند و منابع فسیلی (شامل نفت خام، گاز و زغال‌سنگ) با سهم نزدیک به هم، هرکدام بخش زیادی از سبد انرژی جهان را به خود تخصیص داده‌اند، لکن نفت حیاتی‌ترین منبع انرژی در جهان می‌باشد و سال‌ها است که حتی تحت خوشبینانه‌ترین مفروضات درباره آهنگ توسعه و صف‌آرایی سوخت‌های جایگزین به قوت خود باقی مانده است. (بهجت، ۱۳۹۷، ص ۲۵) به نظر می‌رسد مردم مایل به تغییر وضعیت زندگی خود به صورت داوطلبانه و کم کردن از وابستگی به نفت نیستند (ملکی، ۱۳۹۲، ص ۱۶۸) و از نیمه‌ی دوم سده‌ی نوزدهم میلادی که آن را سرآغاز بهره‌برداری از نفت دانسته‌اند تا روزگار معاصر، یعنی هزاره‌ی سوم میلادی، صنعت نفت با ژرفایی شگرف و شتابی چشمگیر همه‌ی شئون زندگی آدمیان را درنوردیده و استیلای خود را بر تمدن بشری قوام بخشیده است. (هوارث، ۱۳۸۵، ص ۷)

در ارتباط با اهمیت نفت و تفاوت‌های بنیادین آن با سایر کالاها، نکات فراوانی از زوایای مختلف سیاسی و اقتصادی قابل بحث است که از حوصله این مقاله خارج می‌باشد؛ لکن به چند نکته پیرامون رابطه نفت با قدرت اقتصادی به اجمال اشاره می‌شود:

۱- از نفت به مثابه‌ی جریان خون در اقتصاد مدرن یاد شده است. نای<sup>۱</sup> (۱۳۹۰) نظریه‌پرداز «قدرت نرم» در کتاب «آینده قدرت» می‌گوید برخلاف گذشته که قدرت از «لوله‌های تفنگ»<sup>۲</sup> بیرون می‌آمد، امروزه بسیاری معتقدند که قدرت از «بشکه‌های نفت»<sup>۳</sup> خارج می‌شود. او اشاره می‌کند که هر چند مواد اولیه در اقتصادهای به اصطلاح سبک‌وزن عصر اطلاعات کمتر از عصر صنعتی شدن،

1. Joseph Nye

2. Barrel of a Gun

3. Barrel of Oil

ارزش حیاتی دارند، اما وقتی نوبت به ایجاد قدرت اقتصادی می‌رسد، نفت و گاز همچنان اهمیت و جایگاه خود را حفظ می‌کنند.

۲- تأثیرات ناشی از تغییرات قیمت نفت به عنوان یکی از موضوعات چالش‌برانگیز پیش‌روی اقتصاددانان و سیاست‌گذاران مطرح است چرا که بسیاری از روابط جاری و عادی در اقتصاد کشورها متأثر از تکان‌های قیمت نفت است. (رجبی و کریمی، ۱۳۹۵، ص ۲۵۴) یکی از اقتصاددانان در پژوهش خود تأکید دارد که اکثر قریب به اتفاق رکودهای اقتصادی ایالات متحده از جنگ جهانی دوم تاکنون ناشی از افزایش قیمت نفت بوده است. (Hamilton, 2010. P 1)

۳- حامل‌های فسیلی سه گروه اصلی شامل زغال‌سنگ (جامد)، نفت خام (مایع) و گاز طبیعی (گاز) را در برمی‌گیرد که در سال ۲۰۱۹ حدود ۸۴ درصد نیازهای انرژی اولیه جهان را تأمین نموده‌اند. در این میان سهم منابع هیدروکربونی شامل نفت خام و گاز طبیعی که دارای خاستگاه و فرآیندهای تولید و تبادل مشابه هستند در سبد انرژی مصرفی جهان بیش از ۵۷ درصد بوده است. (BP, 2020. P10)<sup>(۳)</sup>

۴- بخش عمده‌ی نفت در حوزه‌ی حمل و نقل مصرف می‌شود که به هیچ‌وجه با هیچ انرژی دیگری قابل‌جایگزینی نیست<sup>(۴)</sup> (New Economics Foundation (NEF). 2012. P 22) و این بخش به عنوان یکی از مهم‌ترین زیرساخت‌های اقتصادی جهان، به شدت وابسته به نفت است. به تعبیر مؤسس انجمن تحقیقات انرژی دانشگاه کمبریج اگر نفت، شاه‌باشد، قلمروی سلطنت بی‌چون و چرای آن حمل و نقل جاده‌ای است. (یرگین، ۱۳۹۶، ص ۷۵۲). مطابق گزارش آژانس بین‌المللی انرژی<sup>(۵)</sup>، بالغ بر ۶۴/۵ درصد نفت جهان در بخش حمل و نقل استفاده می‌شود. (آژانس بین‌المللی انرژی، ۲۰۱۸، ص ۱۸-۱۹) در بسیاری از کشورهای توسعه‌یافته، حمل و نقل بین ۶ تا ۱۲ درصد از تولید ناخالص داخلی می‌باشد. با در نظر گرفتن یک سطح جامع‌تر، شامل هزینه‌های تدارکات، این سهم می‌تواند بین ۶ تا ۲۵ درصد از تولید ناخالص داخلی باشد. (Rodrigue, 2017. P 3)

۵- ذخایر نفت به شدت متمرکز است و بزرگ‌ترین سه شرکت نفت جهان (شرکت‌های نفت عربستان، ایران و قطر) بیش از ۴۰ شرکت نفت بزرگ‌تر بعدی، نفت خام دارند و ۱۲ شرکت بزرگ‌تر نفت حدود ۸۰ درصد ذخایر نفت را در کنترل خود دارند و همگی دولتی هستند. (سوواکول، ۱۳۹۱، ص ۷۳) همچنین فاصله‌ی زیادی بین مبادی عمده‌ی تولید و مناطق اصلی مصرف نفت در جهان وجود دارد و اساساً عدم تناسب توزیع جغرافیایی ذخایر نفت با نقاط مصرف، علت‌العلل همه‌ی مسایل نفتی دنیا است. (درخشان، ۱۳۷۹، ص ۲۱۰)

۶- جمهوری اسلامی ایران نیز از جنبه‌های مختلف به شدت به نفت وابسته است و اقتصاد ایران به معنای واقعی، یک اقتصاد نفتی است. برای اثبات این موضوع، نگاهی به سهم نفت در مقولاتی نظیر تولید ناخالص داخلی، صادرات، یارانه‌ها، سبد انرژی و سبد سوخت کشور و درآمدهای ارزی به خوبی گویای این امر است.

### ۳-۲. مؤلفه‌های مؤثر بر آینده نفت

برای تحلیل بهتر آینده نفت بایستی مؤلفه‌های اساسی آن را شناسایی کرد. در این قسمت مهم‌ترین مؤلفه‌های شکل‌دهنده آینده بلندمدت نفت مرور می‌شود.

#### ۳-۲-۱. روندها و عدم قطعیت‌ها

روند به معنای تغییرات منظم در داده‌ها و پدیده‌ها در خلال زمان، یکی از مفاهیم کلیدی و کاربردی در آینده‌پژوهی است؛ با این وصف گرچه فهم بسیاری از آینده‌ها در گروهی فهم گذشته و روندهای موجودی است که ریشه در گذشته دارند، اما تنها با تکیه بر روندها نمی‌توان آینده را به‌درستی فهم کرد.

#### الف) عرضه و تقاضا

مهم‌ترین روندهای ناظر به آینده نفت، عرضه و تقاضای جهانی آن است.<sup>(۹)</sup> طبق سخت‌گیرانه‌ترین سناریوی آژانس بین‌المللی انرژی موسوم به سناریوی ۴۵۰،<sup>(۱۰)</sup> سهم سوخت‌های فسیلی در سبد انرژی جهان در سال ۲۰۳۵ حداقل ۶۲ درصد و در دو سناریوی دیگر بیش از ۷۵ و ۸۰ درصد خواهد بود. مطابق چشم‌انداز



جهانی انرژی<sup>۱</sup> آژانس مذکور (۲۰۱۷) تقاضای انرژی جهانی گرچه آهسته‌تر از گذشته افزایش می‌یابد، اما تقاضا تا سال ۲۰۴۰ تا ۳۰٪ افزایش خواهد یافت. این به معنی اضافه کردن معادل مصرف چین و هند به تقاضای جهانی امروز است! روندهای تأمین انرژی در دنیا نسبت به ۲۵ سال گذشته تغییرات اساسی خواهد داشت و انرژی‌های پاک و کم‌کربن، رشد سریعی را تجربه خواهند نمود. مصرف زغال‌سنگ بیشتر به علت کنار گذاشته شدن از سبد انرژی چین، رو به کاهش خواهد بود.

آژانس بین‌المللی انرژی در گزارش «چشم‌انداز جهانی انرژی» (۲۰۱۸) نیز پیش‌بینی کرده است که تقاضای جهانی برای نفت سالانه یک‌میلیون بشکه در روز تا سال ۲۰۲۵ رشد خواهد کرد و سپس رشد تقاضا به ۰٫۲۵ میلیون بشکه در روز کاهش پیدا می‌کند.

گزارش چشم‌انداز جهانی نفت اوپک (۲۰۱۹) نیز به بررسی و ارزیابی چشم‌اندازهای میان‌مدت و بلندمدت صنعت نفت جهان تا سال ۲۰۴۰ پرداخته است و حساسیت‌های تأثیرگذار بر صنعت نفت در سال‌های پیش‌رو را تحلیل می‌کند. بر اساس این گزارش تقاضا برای انرژی از ۲۸۵/۸ میلیون بشکه معادل نفت در روز در سال ۲۰۱۸، به حدود ۳۵۷/۵ میلیون بشکه معادل نفت در سال ۲۰۴۰ خواهد رسید و پیش‌بینی می‌شود نفت، کماکان سوخت غالب بماند و میزان رشد تقاضا برای آن در سال ۲۰۴۰ نسبت به سال ۲۰۱۸ به ۱۰/۶ میلیون معادل بشکه افزایش یابد که البته این به معنی کاهش نیم درصدی رشد تقاضا تا بازه مذکور نیز می‌باشد.

مطابق چشم‌انداز سالانه اداره اطلاعات انرژی آمریکا<sup>۲</sup> (۲۰۱۸) نیز روند فزاینده مصرف نفت و برتری انرژی فسیلی تا سال ۲۰۴۰ با قدرت ادامه دارد و نفت پیشتاز آن خواهد بود و همچنین گاز طبیعی بر زغال‌سنگ پیشی خواهد گرفت.

---

1. World Energy Outlook (WEO)

2. Energy Information Administration (EIA)

## ب) نقطه‌ی اوج نفت

یکی از مباحث مهم اقتصاد منابع، موضوع کاهش و پایان‌پذیری منابع طبیعی است. تا قرن نوزدهم آنچه که بیشتر در اقتصاد مورد بحث قرار می‌گرفت، زمین و مستغلات بود اما به تدریج و پس از انقلاب صنعتی در اروپا و به خصوص پس از جنگ جهانی دوم برنامه‌ریزان متوجه شدند که هرگونه رشد اقتصادی با دسترس بودن منابع طبیعی ملازمه دارد؛ در حالی که منابع طبیعی محدود و پایان‌پذیر بودند. «هارولد هتلینگ»<sup>۱</sup>، ریاضی‌دان و اقتصاددان آمریکایی در سال ۱۹۳۱ طی مقاله‌ای با عنوان «اقتصاد منابع تمام‌شدنی»، اساس این نظریه را بنا نهاد و در مدت کوتاهی این اثر با استدلال‌ها و بنیادهای استوار به‌صورت متنی کلاسیک در آمد. (محتشمی، ۱۳۹۱، ص ۴۱)

از آغاز قرن بیست و یکم، هراسی در مورد دورنمای نفت شایع و موجب اضطراب درباره‌ی ثبات کلی جهانی شده است. ترس از اینکه نفت جهان رو به اتمام است با یک کلمه توأم است: «نقطه اوج نفت»<sup>۲</sup> (یرگین، ۱۳۹۶، ص ۲۵۵). نظریه‌ی «نقطه‌ی اوج نفت» در مقیاس خُرد به زمانی اشاره دارد که تولید نفت یک میدان<sup>۳</sup> به حداکثر میزان خود می‌رسد. (Herold, 2012. P 29) این نقطه در مقیاس کلان نیز یک زمان اجتناب‌ناپذیر است که در آن تولید نفت در جهان، دیگر افزایش نخواهد یافت، بلکه تولید ثابت مانده و یا رو به کاهش خواهد نهاد. (Graefe, 2009. P 1)

این نظریه نخستین بار در سال ۱۹۵۶ و زمانی مطرح شد که کینگ هوبرت<sup>۴</sup> زمین‌شناس دفتر شرکت شل<sup>۵</sup> در ایالت هوستون آمریکا اعلام کرد تا سال ۱۹۷۰ در پی وقوع یک پیک نفتی، تنزلی غیرقابل اجتناب، برگشت‌ناپذیر و قابل پیش‌بینی در روند تولیدات نفتی آمریکا رُخ خواهد داد. (Deffeyes, 2001. P 1) وقتی تولید نفت

---

1. Hotelling, Harold (1895-1973)

2. Peak Oil

3. Field

4. Hubbert, King (1903-1989)

5. Shell

آمریکا از سال ۱۹۷۰ رو به کاهش گذاشت، این نظریه که به نظریه‌ی هوبرت مشهور است، بازتاب گسترده‌ای در میان اقتصاددانان و زمین‌شناسان داشت. تا چند دهه پیش از آن، ایالات متحده، بزرگ‌ترین تولیدکننده‌ی نفت جهان بود و تا پایان دهه‌ی ۶۰ میلادی، ۹۰ درصد نیاز داخلی‌اش به نفت، از تولید داخلی تأمین می‌شد؛ اما از دهه‌ی ۷۰، آمریکا به یک واردکننده‌ی بزرگ نفت تبدیل شد.

بعد از هوبرت، مشهورترین نظریه‌پرداز این موضوع، کالین کمپل<sup>۱</sup> مؤسس «انجمن مطالعات نقطه اوج نفت»<sup>۲</sup> است که در سال ۱۹۹۸ با انتشار مقاله‌ی «پایان نفت ارزان»<sup>۳</sup>، نظریه‌ی هوبرت را توسعه و مدلی را برای تخمین صحیح پایان نفت ارائه داد. (Almeida & Silva, 2011. P 1046) یکی دیگر از مدافعان این نظریه، «سیمونز»<sup>۴</sup> همکار سابق هوبرت بود که در سال ۲۰۰۵ در کتابی با عنوان «غروب نفت در صحرا» اعلام کرد که عربستان به عنوان بزرگ‌ترین کشور صادرکننده‌ی نفت و مالک بزرگ‌ترین ذخایر نفتی جهان در مورد ظرفیت‌های تولیدی‌اش شفاف نیست<sup>(۱۱)</sup> و تولید این کشور به زودی کاهش می‌یابد و زمینه‌ساز صعود ناگهانی قیمت نفت در بازار جهانی خواهد شد. (سیمونز، ۱۳۸۶، صص ۱۰۸-۱۲۸).

در این ارتباط نظریه‌ی دیگری نیز توسط دانکن<sup>۵</sup> (۲۰۰۰) تحت عنوان «تئوری اولدوای»<sup>۶</sup> مطرح شد. تئوری اولدوای بر اساس نسبت تولیدات انرژی در هر سال به جمعیت بیان شده است و بر اساس داده‌های موجود و نرم‌افزارهای تحلیلی نشان داده است که سرانه تولید انرژی در سال ۱۹۳۰ تا سال ۱۹۷۹ افزایش و سپس از ۱۹۷۹ تا ۲۰۳۰ کاهش می‌یابد تا به مقداری که در سال ۱۹۳۰ بود نزدیک شود و سپس قحطی و کمبود منابع باعث کاهش شدید جمعیت و بازگشت جهان به دوران ماقبل صنعتی (از نظر تعادل با طبیعت) خواهد گردید.<sup>(۱۲)</sup>

- 
1. Campbell, Colin J.
  2. The Association for the Study of Peak Oil (ASPO)
  3. The end of cheap oil
  4. Simmons, Matthew (1943-2010)
  5. Duncan, Richard C. (1932-2016)
  6. Olduvai Theory

اهمیت نقطه‌ی اوج نفت در این است که هرگونه اختلال در تولید نفت، پیامدهای فراوانی برای اقتصاد جهانی به دنبال خواهد داشت.<sup>(۳)</sup> پژوهشگران مؤسسه‌ی تحقیقات ساختارهای اقتصادی آلمان<sup>۱</sup> معتقدند کمبود نفت بر اثر وقوع نقطه‌ی اوج نفت ابتدا به شدت بر بخش حمل و نقل و سپس بر تمام زنجیره‌ی اقتصاد جهان اثرگذار خواهد بود. پیامدهای کلان اقتصادی ناشی از افزایش قیمت نفت به اندازه‌ی زیاد است که تا حدودی فقط با اثرات بحران مالی و اقتصادی سال‌های ۲۰۰۸ و ۲۰۰۹ قابل مقایسه خواهد بود. (Lutz, 2012, P 6)

مطابق گزارش جامع آماری شرکت بریتیش پترولیوم با توجه به حجم ذخایر اثبات شده موجود<sup>۲</sup>، چنانچه روند تولید نفت جهان در میزان کنونی ثابت بماند، کل ذخایر قابل استحصال و مرسوم نفت تا ۴۹/۹ سال دیگر پایان خواهد یافت.<sup>(۴)</sup> (BP, 2020, P14)

اما در خصوص پیش‌بینی نقطه‌ی اوج نفت به علت اهمیت تاریخ وقوع این رویداد، مطالعات گسترده‌ای توسط پژوهشگران، شرکت‌های نفتی و مؤسسات بین‌المللی برای پیش‌بینی آن به عمل آمده است. به طور کلی در مورد وقوع نقطه‌ی اوج نفت کمتر تردیدی وجود دارد و آنچه محل مناقشه است، همانا زمان وقوع این رویداد می‌باشد که بیشتر حول دو محور متمرکز است:

الف) عوامل مؤثر بر عرضه‌ی نفت

ب) عوامل مؤثر در تقاضای نفت

خاطرنشان می‌سازد دیدگاه دیگری نیز در مقابل این نظریات مطرح شده است که تحت عنوان «خوش‌بینی منابع»<sup>۳</sup> شناخته می‌شود و موافقین آن معتقدند رشد خلاقیت و نوآوری در صنعت نفت عامل جبران تخلیه منابع طبیعی خواهد بود و قیمت و سودآوری منابع پایان‌پذیر در طی زمان کاهش خواهد یافت. (استیونس، ۱۳۹۰، ص ۷۴)

1. Institute of Economic Structures Research (GWSmbH)

2. Total Proved Reserves

3. Resource Optimism

### ۳-۲-۳. کلان‌روندها

کلان‌روندها<sup>۱</sup> جایگاه مهمی در آینده‌پژوهی دارند. «کلان‌روندها» یا «فراروندها» به روندهای پیشران و عمده‌ای اطلاق می‌شود که بر اساس آن بتوان بسیاری از روندها را طرح و تحلیل کرد. (مرکز آینده‌پژوهی علوم و فناوری دفاعی، ۱۳۹۰، ص ۷۶)<sup>(۱۵)</sup>

#### الف) تغییرات آب و هوا

تغییرات جهانی آب و هوا پدیده‌ای تازه نیست. طی ۵۰۰ هزار سال گذشته زمین شاهد چرخه‌ی منظم تغییرات آب و هوایی و به طور متناوب بین دوره‌های یخبندان و دوره‌های بین آن‌ها بوده است. (مابرو، ۱۳۸۹، ص ۲۲۵) با این وصف موضوع محیط‌زیست یکی از مهم‌ترین موضوعات مشترک آینده‌ی جوامع بشری و «تغییرات اقلیم»<sup>۲</sup> بی‌تردید یک از مهم‌ترین کلان‌روندهای ناظر به تمدن فعلی جهان است که تمام شئون زندگی بشر را تحت تأثیر قرار خواهد داد. این موضوع که تحت عنوان «گرمایش جهانی»<sup>۳</sup> نیز از آن یاد می‌شود مهم‌ترین موضوع علمی قرن بیست و یکم می‌باشد و کل ساختار جامعه جهانی را به چالش کشیده (ماسلین<sup>۴</sup>، ۱۳۹۲، ص ۱) و سیاست‌مداران جهان را درگیر خود کرده است.<sup>(۱۶)</sup> پروژه هزاره<sup>(۱۷)</sup>، این موضوع را در صدر ۱۵ چالش جهانی بشریت قرار داده است.<sup>(۱۸)</sup>

نوآم چامسکی<sup>۵</sup> فیلسوف و نظریه‌پرداز آمریکایی در گفتگو با یورونیوز (۲۰۱۵) اظهار می‌دارد «اگر نوه‌های ما بخواهند زندگی معقولی داشته باشند، بخش اعظم سوخت‌های فسیلی را باید دست نخورده در دل زمین باقی بگذاریم، اما ساختارهای نهادی جامعه ما به شدت فشار می‌آورند تا آخرین قطره این سوخت‌ها را استخراج کنیم. اثرات و عواقب انسانی و اثرات پیش‌بینی‌شده تغییرات آب و هوایی در آینده

---

1. Megatrends / Macrotrend

2. Climate Change

3. Global Warming

4. Mark Maslin

5. Noam Chomsky

نه‌چندان دور، فاجعه‌بار است و ما در مسابقه‌ای شرکت داریم که در انتها به پرتگاه می‌رسد». مارتین ویتزمن<sup>۱</sup> صاحب‌نظر اقتصاد محیط‌زیست در کتاب «صد سال دگر» می‌گوید «اگر پُلّی واقعی و طبیعی برای ایجاد ارتباط میان زمان حال و قرن آینده وجود داشته باشد، به‌نظم آن پُلّ تغییرات آب و هوایی است». (پالاسیوس هوئرتا، ۱۳۹۵، ص ۲۴۶) این موضوع در «روند ترکیب»<sup>۲</sup> مشهور واتسون<sup>۳</sup> (۲۰۰۹) آینده‌پژوه معاصر نیز به وضوح دیده می‌شود.

مطابق گزارش گروه بانگ جهانی<sup>۴</sup> (۲۰۱۶) تغییرات آب و هوا میلیون‌ها نفر را تحت تأثیر قرار می‌دهد، امنیت غذا و آب را به خطر می‌اندازد و زنجیره تأمین کشاورزی و بسیاری از شهرهای ساحلی را تهدید می‌کند.

به هر حال شاید کمتر پژوهش با رویکرد آینده‌پژوهی در خصوص روندهای راهبردی منتشر شود، مگر اینکه در رأس آن به موضوع تغییرات اقلیم پرداخته نشده باشد.<sup>(۹)</sup>

نکته حایز اهمیت آن که تغییرات آب و هوا ارتباط بسیار مستقیمی با موضوع سوخت‌های فسیلی دارد و هرگونه مواجهه با این کلان‌روند، مستلزم اعمال محدودیت‌های شدید بر مصرف سوخت‌های فسیلی از جمله نفت و فرآورده‌های نفتی است.

مبتنی بر دستاوردهای فلاوین<sup>۵</sup> و لنسن<sup>۶</sup> (۱۹۹۴) «از مؤسسه دیده‌بان جهان»<sup>۷</sup> در کتاب «شورش قدرت»<sup>۸</sup>، اقتصاد انرژی جهان در چند دهه‌ی آتی به منظور حفظ ثبات آب و هوای کره‌ی زمین، حرکتی سریع را به سوی سیستمی کاراتر و پاکیزه‌تر آغاز خواهد کرد و تغییرات بنیادین در آینده شکل خواهد گرفت. اینان

1. Martin Lawrence Weitzman

2. Trend Blend

3. Richard Watson

4. World Bank Group (WBG)

5. Cristopher Flavin

6. Nicholas Lenssen

7. WorldWatch Institute

8. Surge Power

دهه‌ی آشفته‌ای را پیش‌بینی می‌کند که در آن شرکت‌های عظیم انرژی فسیلی تلاش می‌کنند تا وضع موجود را حفظ کنند و شرکت‌های جدید فن‌آور به همراه متحدین زیست‌محیطی خود برای تغییر سیاست دولت‌ها مبارزه می‌کنند.

آژانس بین‌المللی انرژی و برنامه «پایش کربن»<sup>۱</sup> یک «بودجه کربن»<sup>۲</sup> برای کره‌ی زمین در نظر گرفته‌اند که برآورد می‌کند که جهان تنها می‌تواند یک‌پنجم نفت و گازی را بسوزاند که در حال حاضر در تملک شرکت‌های دولتی و خصوصی قرار دارد.<sup>(۳)</sup>

مک‌گلده<sup>۳</sup> و اکینس<sup>۴</sup> (۲۰۱۵) در یک پژوهش بدیع و مهم در مجله نیچر<sup>۵</sup> نشان می‌دهند اگر جهان می‌خواهد افزایش گرمای زمین را تا ۲ درجه سانتی‌گراد متوقف نماید، بسیاری از منابع سوخت‌های فسیلی باید دست‌نخورده باقی بمانند. بر این مبنا بیش از ۸۰ درصد منابع زغال‌سنگ، نیمی از منابع گاز و یک‌سوم منابع نفتی باید غیرقابل سوزاندن در نظر گرفته شوند.

نمایندگان کشورهای عضو اتحادیه اروپا ۹ اکتبر ۲۰۱۸ (۱۷ مهر) توافق کردند که در فاصله سال‌های ۲۰۲۰ تا ۲۰۳۰ میلادی میزان دی‌اکسیدکربن تولید شده در موتور خودروهای صفرکیلومتر را ۳۵ درصد کاهش دهند.<sup>(۴)</sup>

علاوه بر آلودگی اقلیمی ناشی از سوزاندن منابع فسیلی، خطر استفاده‌ی بیش از حد از پلاستیک با منشاء نفتی نیز جهان را تهدید می‌کند. به عنوان نمونه مجمع جهانی اقتصاد سال ۲۰۱۶ اعلام کرد تا سال ۲۰۵۰، میزان پلاستیک موجود در اقیانوس‌های جهان به لحاظ وزن از میزان ماهی‌ها بیشتر می‌شود.

(ب) گذار انرژی و تغییر نقش نفت

«گذار انرژی»<sup>۶</sup> اصطلاحی است که برای توصیف تغییرات بلندمدت در ساختار

- 
1. Carbon Monitoring
  2. Global Carbon Budget
  3. Christophe McGlade
  4. Paul Ekins
  5. Nature
  6. Energy Transition

(ترکیب) تأمین انرژی اولیه<sup>۱</sup> اطلاق می‌شود. گذاری که به صورت تدریجی و در طول زمان روی داده و مختص دوره زمانی حال حاضر نیست، بلکه رویدادی همیشگی بوده که در بازه‌های زمانی بلندمدت تغییراتی در شکل و کیفیت آن رخ می‌دهد. در مقاطع زمانی متفاوت این گذار، از نظر وجوه مختلفی همچون انگیزه‌ها، اهداف و پیشران‌ها متفاوت بوده است. در حقیقت، گذار انرژی فرآیندهای بنیادین در پس تحولات جوامع بشری است که پیشران تغییرات فنی، اقتصادی و اجتماعی بوده و هم از آن‌ها تأثیر می‌پذیرد. (Smil, 2010. P 40) نزدیک‌ترین مثال در این رابطه تغییر ترکیب تأمین انرژی جهان از منابع زیست‌توده<sup>۲</sup> (زایادات کشاورزی، جنگلی و فضولات حیوانی) به سوخت‌های فسیلی (همچون زغال‌سنگ، نفت و گاز طبیعی) است.

در مجموع با توجه به روندهای اشاره شده باید اذعان کرد، ترکیب تأمین منابع انرژی بعد از تجربه‌های بحران نفتی دهه ۷۰ میلادی و بحران انرژی سال ۲۰۰۸ و ۲۰۰۹، در حال تغییر بوده و غالب سناریوهای آینده نشان از کاهش نقش نفت به‌عنوان منبع تأمین انرژی دارند؛ بنابراین استفاده از نفت به‌عنوان منبع انرژی در آینده بلندمدت جهان رو به کاهش است، ولی از سوی دیگر با افزایش تقاضا برای محصولات که خوراک و پیش‌نیاز تولید آن‌ها منابع فسیلی هستند، تقاضای نفت همچنان رو به افزایش است.

آژانس بین‌المللی انرژی نیز در گزارش «آینده پتروشیمی» (۲۰۱۸) پیش‌بینی کرده است پلاستیک و سایر محصولات پتروشیمی از بخش حمل و نقل به‌عنوان بزرگ‌ترین پیشران تقاضا برای نفت سبقت خواهند کرد. این آژانس بر این باور است که اگرچه رشد فروش خودروهای برقی و بهینه‌سازی مصرف سوخت، تقاضا برای نفت را برای اکثر خودروها محدود خواهد کرد، اما تولید ترموپلاستیک<sup>(۳)</sup> در فاصله سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۵۰ بیش از دو برابر خواهد شد.

این حجم تقاضا برای پلاستیک به معنای آن است که پتروشیمی عامل بیش از

1. Primary Energy Supply

2. Biomass



یک‌سوم رشد تقاضای جهانی برای نفت تا سال ۲۰۳۰ و حدود نیمی از رشد تقاضا تا سال ۲۰۵۰ خواهد بود و حدود ۷ میلیون بشکه در روز تا اواسط قرن جاری به میزان مصرف نفت اضافه خواهد کرد. حتی با وجود ایجاد روندهایی در توسعه فناوری بازیافت پلاستیک و اعمال ممنوعیت‌ها و مقررات زیست‌محیطی در برخی کشورها در مصرف بی‌رویه پلاستیک، بدبینانه‌ترین پیش‌بینی‌ها حکایت از رشد حدود ۳ برابری تقاضای پلاستیک‌های پتروشیمیایی تا سال ۲۰۵۰ میلادی دارد. این موضوع در شکل زیر نشان داده شده است. (Barclays: 2018)

### ج) انرژی‌های تجدیدپذیر

انرژی‌های تجدیدپذیر کلان‌روند دیگری است که به سرعت در حال رشد است و در آینده به منبع تأمین مطمئن و پایدار در بسیاری از کشورها بدل خواهد شد. استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر مانند باد و خورشید به ویژه در بخش تولید برق در حال گسترش است، نیروگاه‌های برق‌آبی، زمین‌گرمایی و زیست‌انرژی در بسیاری از کشورهای جهان در حال اتصال به شبکه انرژی موجود هستند. تعدادی از کشورها به دنبال اتصال منابع تجدیدپذیر بیشتر به سامانه انرژی فعلی خود هستند. (انجمن جهانی سیاست‌گذاری انرژی‌های تجدیدپذیر، ۱۳۹۳، ص ۱۱۹)

گزارش ۲۰۱۷ وضعیت جهانی تجدیدپذیرهای رن<sup>۱</sup> نشان می‌دهد، گذاری جهانی در عرصه انرژی در حال رُخ دادن است. ثبت رکوردهای جدید در افزایش ظرفیت‌های نصب‌شده انرژی تجدیدپذیر، هزینه‌های رو به کاهش انرژی‌های خورشیدی فتوولتائیک<sup>(۳۳)</sup> و نیروگاه‌های بادی و منفک بودن رشد اقتصادی از روند رو به رشد انتشار گازهای گلخانه‌ای بخشی از این سیر تحول به حساب می‌آیند.

نگاهی به سبد تولید و مصرف انرژی در دنیا در چند سال گذشته به خوبی بیانگر این مسأله است که انرژی‌های تجدیدپذیر در حال جا باز کردن برای خود در بازار انرژی هستند و به تعبیری جنگ نفت و گاز با خورشید و باد آغاز شده است. بر اساس گزارش‌های اخیر اتحادیه اروپا، این اتحادیه توانست در سال ۲۰۱۷ یعنی یک سال زودتر به اهداف پیش‌بینی شده خود در چشم‌انداز ۲۰۱۸،

مبنی بر تأمین متوسط ۲۰ درصد از انرژی اتحادیه از انرژی‌های پاک را محقق کند. در گزارش انجمن جهانی سیاست‌گذاری انرژی‌های تجدیدپذیر (۱۳۹۳) با مروری بر نظر ۱۷۰ اندیشمند و ۵۰ سناریوی معتبر جهانی سهم آینده منابع تجدیدپذیر در سبد انرژی در سناریوهای بدبینانه، میانی و خوش‌بینانه به ترتیب ۱۵٪ تا ۲۰٪، ۳۰٪ تا ۴۵٪ و ۵۰٪ تا ۹۵٪ تعیین شده است، تأمین سهم عمده‌ای از انرژی الکتریکی از منابع تجدیدپذیر، آسان‌ترین بخش توسعه این منابع پنداشته می‌شود و این در حالی است که بهره‌برداری از آن‌ها برای تأمین بخش عمده انرژی مورد نیاز برای سرمایه‌گذاری و گرمایش، سخت‌ترین و برای حمل و نقل نامعلوم‌ترین گزینه‌ها معرفی شده‌اند.

در اواخر دهه ۹۰ و اوایل قرن ۲۱، از آنجا که رشد انرژی‌های تجدیدپذیر با سرعتی بیشتر از بسیاری از پیش‌بینی‌ها آغاز شد، سناریوهای جدیدی پدید آمدند که سهم منابع تجدیدپذیر در آن‌ها در بلندمدت، بسیار بیشتر از سناریوهای گذشته بود. در این میان، سناریوی «رشد پایدار» شرکت نفت شل که سهم انرژی‌های تجدیدپذیر را در تأمین انرژی جهان تا سال ۲۰۵۰، ۵۰٪ در نظر گرفته است. بسیار جالب توجه است، تصویری که در زمان انتشار، بسیاری را مهیوت کرد.

آژانس بین‌المللی انرژی نیز گزارشی را با عنوان «انرژی تا ۲۰۵۰ سناریوهای مختلف برای آینده‌ای پایدار» منتشر کرد که شامل سناریوی «توسعه پایدار» با ۳۵٪ سهم برای انرژی‌های تجدیدپذیر بود.

در دهه ابتدایی قرن ۲۱، سناریوهای متعددی ارائه شدند که سهم منابع تجدیدپذیر را در تأمین انرژی، ۳۰ تا ۵۰ درصد نشان می‌دادند. به عنوان نمونه برجسته از این سناریوها، می‌توان به سناریوهای موجود در ویرایش اول گزارش «دورنمای فناوری انرژی»<sup>۱</sup>، ارائه شده توسط آژانس بین‌المللی انرژی (سال ۲۰۰۶) اشاره کرد؛ که شامل مجموعه‌ای از سناریوهای «فناوری شتاب یافته» برای سال ۲۰۵۰ بود.

در سال ۲۰۰۴ نیز، انجمن ناظر بر تغییرات زیست‌محیطی در آلمان، سناریوی

«راه نمونه»<sup>۱</sup> خود را منتشر کرد که سهم منابع تجدیدپذیر را تا سال ۲۰۵۰، ۵۰ درصد بیان می‌کرد و در سال ۲۰۰۷ نیز در اولین ویرایش سناریوی تکامل انرژی که با همکاری سازمان غیردولتی «صلح سبز»<sup>۲</sup> و انجمن انرژی تجدیدپذیر اروپا<sup>۳</sup> منتشر شد، سهم منابع تجدیدپذیر تا سال ۲۰۵۰، ۵۰ درصد نشان داده شد. هیأت بین‌الدولی تغییر اقلیم نیز در سال ۲۰۱۱، با بررسی بیش از ۱۶۰ سناریوی مقابله با تغییرات آب و هوایی در گزارشی ویژه درباره انرژی‌های تجدیدپذیر، نشان داد که بیش از نیمی از آن‌ها سهم انرژی‌های تجدیدپذیر را تا سال ۲۰۵۰، بیش از ۲۷٪ اعلام کرده‌اند.

خاطر نشان می‌سازد امکان تأمین ۱۰۰٪ تقاضای انرژی دنیا از منابع تجدیدپذیر از موضوعات مورد مناقشه بین پژوهشگران می‌باشد. هرد<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۱۷) در یک پژوهش جنجالی اعلام کردند که شبکه‌های برق‌رسانی نمی‌توانند ۱۰۰ درصد به منابع تجدیدپذیر متکی باشند.<sup>(۲۴)</sup>

با وجودی که هرد و همکارانش به نگرانی‌های مهمی اشاره کرده بودند، دکتر توماس برون<sup>۵</sup> و همکارانش در مؤسسه فناوری کارلسروهه<sup>۶</sup>، با بررسی ده‌ها پژوهش توانستند پاسخ نسبتاً قانع‌کننده‌ای به نگرانی‌های مطرح شده در مقاله فوق‌الذکر بدهند.<sup>(۲۵)</sup> آن‌ها در مقاله پژوهشی خود نتیجه‌گیری کردند که هیچ‌چیز نمی‌تواند مانع از آینده‌ای شود که تمام انرژی آن به وسیله منابع تجدیدپذیر تأمین می‌شود و نشان داده‌اند که فناوری‌هایی که هم‌اکنون وجود دارند، می‌توانند تمامی انرژی مورد نیاز را تأمین کنند.

در جدیدترین گزارش «شبکه سیاستی انرژی‌های تجدیدپذیر قرن ۲۱» (۲۰۱۷) پیرامون آینده انرژی‌های تجدیدپذیر نیز با عنوان «مباحث بزرگ به سوی

- 
1. Exemplary path
  2. Greenpeace
  3. European Renewable Energy council (EREC)
  4. Ben Heard
  5. Thomas William Brown
  6. Karlsruhe Institute of Technology (KIT)

صدرصد انرژی تجدیدپذیر» با اخذ نظر ۱۱۴ متخصص و دانشمند جهانی نتایج جالبی به دست آمده است. از جمله بیش از ۷۰ درصد از کارشناسان مصاحبه شونده، انتقال جهانی به صدرصد انرژی تجدیدپذیر را امکان‌پذیر و واقع‌بینانه می‌دانند. این گزارش تأیید می‌کند شرکت‌ها، مناطق، جزایر و شهرهای متعدد به هدف صدرصد انرژی تجدیدپذیر نایل شده‌اند و تقریباً ۷۰ درصد از مصاحبه‌گران انتظار دارند که هزینه‌های انرژی‌های تجدیدپذیر همچنان پایین بیاید و طی ۱۰ سال بر تمام سوخت‌های فسیلی حاکم شود.

### ۳-۲-۳. پیشران‌ها

از جمله مؤلفه‌های مؤثر بر آینده بلندمدت پدیده‌ها و موضوعات راهبردی، می‌توان به کلان‌روندها<sup>۱</sup> و پیشران‌ها<sup>۲</sup> به‌عنوان اجزای اصلی سناریوهای ناظر به آینده اشاره کرد.

«پیشران‌ها» یا «نیروهای پیشران»، نیروهای بنیادین ایجاد تغییر یا جابه‌جایی در الگوها و روندها هستند. (وندرهیدن و همکاران، ۱۳۹۰، ص ۳۰۸) بر اساس واژه‌نامه آینده‌پژوهی، پیشران عبارت است از عوامل تأثیرگذار بر روندها و رویدادها و اقدام‌ها و تصاویر که ممکن است آینده‌های متمایزی پدید آورند. (گروه واژه‌گزینی فرهنگستان زبان و ادب فارسی، ۱۳۸۹، ص ۱۳)

احمدی (۱۳۹۴) اشاره می‌کند نیروهای پیشران شامل مجموعه یا دسته‌ای از عوامل سازنده و شکل‌دهنده آینده می‌باشد و احتمال زیاد بر این است که آینده را شکل می‌دهد؛ اما همواره تنها یک پیشران سازنده‌ی آینده یک موضوع نیست و پیشران‌های مختلفی متأثر از هم و اثرگذار بر هم در ساخت آینده سهم هستند و هر پیشران بنا به موقعیت‌های مختلف زمانی- مکانی می‌تواند دارای شدت و جهت اثرات متفاوتی باشد. در ضمن اینکه پیشران‌ها می‌توانند همدیگر را تقویت و خاصیت هم‌افزایی داشته یا ضد همدیگر باشند و یکدیگر را تخریب و تضعیف

---

1. Megatrends / Macrotrend

2. Driving Forces

کنند. البته شناسایی و نام‌گذاری نیروهای پیشران بسیار دشوار است، زیرا آن‌ها معمولاً از روابط متقابل موجود در تمامی محدوده‌ی مربوط به یک موضوع تأثیر می‌پذیرند و ممکن است تأثیرات آن‌ها برای سال‌ها و یا ده‌ها سال احساس نشود. (هاینز و بیشاپ، ۱۳۹۵، ص ۱۵۷)

گرچه تفکیک کلان‌روند از پیشران تا حدودی مشکل است، مهم‌ترین پیشران‌های مؤثر بر آینده نفت شامل دو مورد برمی‌شمرد:

#### الف) تغییرات فناوری

انرژی همواره یک تجارت علم و فناوری بوده است (یرگین، ۱۳۹۶، ص ۶۳۰) و با فناوری رابطه متقابل دارد؛ اولاً انرژی یکی از پیش‌نیازهای اصلی فناوری در جهان می‌باشد و ثانیاً تولید آن برای تأمین نیاز روزافزون بشر مستلزم فناوری‌های جدید است. رابطه فناوری با صنعت نفت نیز بسیار وثیق است چون دایره عمل آن چندین مرحله متفاوت شامل اکتشاف، حفاری، تولید، انتقال، تبدیل، مصرف، ذخیره‌سازی و غیره را در برمی‌گیرد. برخی فناوری‌ها در این حوزه از سوی صاحب‌نظران به دلیل تأثیرات و پیامدهای شگرف خود، فناوری «تحول‌آفرین»، «سامان‌گسل» یا «برهم‌زننده»<sup>۱</sup> نامیده شده‌اند.

مجموعه فناوری‌های پیشران آینده نفت در سه حوزه قابل بحث است:

الف) فناوری‌های ناظر به انرژی‌های تجدیدپذیر؛

ب) فناوری‌های ناظر به بهره‌وری انرژی؛

ج) فناوری‌های ناظر به افزایش تولید نفت.

مرور جامع و تبیین تمام فناوری‌هایی که حوزه‌ی نفت را در آینده‌ی تحت تأثیر قرار خواهند داد، از حوصله‌ی این مقاله خارج است، لیکن در اینجا به چند نکته اشاره می‌شود:

- فنون استخراج نفت همواره در حال پیشرفت است و پیشرفت‌های تکنولوژیکی شرکت‌های نفتی را قادر ساخته است تا نفت بیشتری از میادین موجود، استخراج و از حفاری ناموفق اجتناب کنند. (بهجت، ۱۳۹۷، ص ۲۸)

- گرچه در دو قرن اخیر با بهره‌گیری از فناوری جدید راه‌هایی برای استفاده بهتر و کشف منابع جدید انرژی یافته شده، اما همیشه پیشرفت فناوری و دستیابی به ذخایری که تاکنون کشف نشده از نظر زمانی پس از دوره‌هایی بوده که نگرانی در مورد کمبود انرژی وجود داشته است. (ملکی، ۱۳۹۳، ص ۲۰۲)

- پیشرفت فناوری می‌تواند باعث کاهش هزینه‌ها، افزایش عمر میدان، اقتصادی کردن میادین کوچک‌تر و نیز بازسازی میادینی شود که رها شده‌اند. (مابرو، ۱۳۸۹، ص ۲۰۱) البته همواره میان کاهش نفت و خلاقیت انسان، چالش وجود داشته است و برنده نهایی را هزینه‌ها تعیین خواهند کرد. (استیونس، ۱۳۷۹، ص ۲۹)

- شناخت بازیگران انتقال و توسعه فناوری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. به موازات رقابتی شدن بازار جهانی نفت و تخصصی‌تر شدن فرآیند عملیات در این صنعت، بازیگران جدیدی مانند پیمانکاران نفتی، شرکت‌های سازنده تجهیزات نفتی، شرکت‌های خدماتی-مشاوره‌ای و شرکت‌های مهندسی و ساخت در بخش بالادستی نفت فعالانه وارد این بازار شده‌اند به نحوی که امروزه برخی شرکت‌های نفتی بین‌المللی راهبرد «خرید» فناوری‌های پیشرفته را جایگزین راهبرد «ساخت» این فناوری‌ها کرده‌اند. (درخشان و تکلیف، ۱۳۹۴، ص ۷۹)

- در حوزه‌ی انرژی‌های تجدیدپذیر، انرژی خورشیدی، الکترونیامیک، شبکه‌های هوشمند ذخیره و دیجیتالی شدن به‌عنوان فناوری‌های پیش‌تاز احتمالاً می‌توانند مدل‌های موجود کسب و کار و تمامی سامانه‌ها را هم در تأمین برق و هم در حمل و نقل بی‌اعتبار کنند. (کهن‌هوش‌نژاد، ۱۳۹۷، ص ۲۴)

- خاطر نشان می‌سازد از آنجا که روندهای موجود در حوزه‌ی انرژی از نظر اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیست کاملاً ناپایدار می‌باشد، لذا آژانس بین‌المللی انرژی<sup>۱</sup> به‌عنوان یکی از مؤسسات وابسته به سازمان همکاری‌های اقتصادی و توسعه<sup>۲</sup> از سال ۲۰۱۰ به درخواست گروه هشت کشور صنعتی<sup>۳</sup> تدوین ره‌نگاشت

1. International Energy Agency (IEA)

2. OECD

3. Group of Eight (G8)

فناوری انرژی<sup>۱</sup> برای حوزه‌های گوناگون با هدف مقابله با چالش‌های جهانی امنیت انرژی، تغییرات آب و هوا و رشد اقتصادی را در دستور کار خود قرار داده و تا کنون بالغ بر ۲۰ ره‌نگاشت در حوزه‌ها و موضوعات متنوع برای افق زمانی ۲۰۵۰ منتشر کرده است.<sup>(۲۶)</sup>

#### ب) منابع نامتعارف نفت و گاز

امروزه وقتی درباره‌ی پیشران‌های ناظر به آینده‌ی انرژی فسیلی صحبت می‌شود، بحث پیرامون «منابع نامتعارف نفت و گاز»<sup>۲</sup> در کانون توجه قرار می‌گیرد. منابع نامتعارف نفت و گاز، طیف وسیعی از منابع هیدروکربونی شامل هیدرات‌ها،<sup>۳</sup> گاز همراه زغال‌سنگ،<sup>۴</sup> نفت و گاز سخت<sup>۵</sup> و گاز صخره‌های رُسی<sup>۶</sup> را در برمی‌گیرد. دو دسته‌ی اخیر یعنی نفت و گاز سخت و نفت و گاز رُسی (شیل)<sup>(۳۷)</sup> در حال حاضر علاقه محافل تجاری و رسانه‌ای را به خود جلب کرده و سر و صدای زیادی پیرامون آن‌ها برپا شده است.

انقلاب شیل<sup>۷</sup> اشاره به تحول اساسی در کشف و تولید این نوع از حامل‌های انرژی دارد و یکی از موضوعاتی است که از سوی صاحب‌نظران در مباحث انرژی به عنوان تغییردهنده‌ی بازی<sup>۸</sup> مطرح شده است.

این موضوع از یک سو موضوعی اقتصادی است که تأثیرات عظیمی بر بازار بین‌المللی تولید و مصرف منابع فسیلی می‌گذارد و از وی دیگر به دلیل الزامات تکنیکی پیشرفته و تمرکز توسعه‌ی علمی و اجرایی آن در ایالات متحده، پدیده‌ای عمیقاً سیاسی است که می‌تواند در راهبردهای انرژی کشورهای نظیر آمریکا به

- 
1. Energy Technology Roadmap
  2. Unconventional Resources
  3. Hydrates
  4. Coal-Bed Methane
  5. Tight Oil & Gas
  6. Shale Oil & Gas
  7. Shale Revolution
  8. Game Changer

عنوان یک ابزار برای تأثیرگذاری بر توزیع قدرت در سطح بین‌المللی و اعمال فشار بر دیگر کشورها مورد استفاده قرار گیرد. (جوان و جوکار، ۱۳۹۱، ص ۲) این نوع مخازن در آمریکا شامل مخازن توسعه یافته و مخازن اکتشاف نشده گسترده می‌باشند. حجم ذخایر شیل گازی در آمریکا در حدود ۵۰۰ تا ۷۸۰ تریلیون فوت مکعب برآورد می‌گردد. کارشناسان معتقدند که ذخایر شیل آمریکا این پتانسیل را دارد که ایالات متحده را در ۴۰ سال آینده به قله تولید جهانی نفت در جهان سوق دهد (اصغری و همکاران، ۱۳۹۱، ص ۲۰) و نشریه اکونومیست<sup>۱</sup> با تعبیر «آمریکای سعودی»<sup>۲</sup> از آن یاد می‌کند. (اکونومیست، ۲۰۱۴) اگرچه این مطلب اغراق‌آمیز به نظر می‌رسد، اما روند کاهنده‌ی تولید نفت و گاز آمریکا در چند سال اخیر متوقف گردیده و رو به رشد است. از سوی دیگر مدیر اجرایی وقت آژانس بین‌المللی انرژی در یک مصاحبه‌ی مهم با «کریستین ساینس مانیاتور»<sup>۳</sup> اشاره نمود که عمر این انقلاب بیش از یک دهه به طول نمی‌انجامد و امکان اجرای عملیات استخراج این نوع نفت در همه جای جهان نیز وجود ندارد. (Hoeven, 2014)

هدگارد<sup>۴</sup> کمیسر امور آب و هوا و محیط‌زیست اتحادیه اروپا تأکید دارد که با توجه به عوامل زمین‌شناسی و جغرافیایی مربوط به شیل اروپا، بهره‌برداری از آن در مقایسه با آمریکای شمالی مقرون به صرفه نیست. (پایگاه خبری یوراکتیو، ۲۰۱۳، ۱۶ می) البته این نگرانی در گزارش‌های اداره اطلاعات انرژی آمریکا هنوز آشکار نیست، اما در یکی از تحلیل‌های وابسته به این مجموعه روند تولید گاز از منابع غیرمتعارف تا سال ۲۰۴۰ فزاینده و روند تولید نفت از این منابع از سال ۲۰۲۰ به بعد کاهنده می‌باشد. (Sieminski, 2014. P 7-13)

از یک سو سازمان‌ها و مقامات متعددی از جمله «مؤسسه انرژی جهانی»<sup>۵</sup>

- 
1. Economist
  2. Saudi America
  3. Christian Science Monitor
  4. Hedegaard, Connie
  5. Global Energy Institute



(۲۰۱۸) منابع شیل را «دگرگون‌کننده‌ی بازی»<sup>۱</sup> می‌نامند و معتقدند به واسطه این منابع کشورهای نظیر آمریکا وارد عصر فراوانی انرژی شده‌اند. اما از سوی دیگر گروه‌ها و سازمان‌های مختلفی به مبارزه علمی یا حقوقی با برداشت از ذخایر نفت و گاز غیرمعارف پرداخته‌اند و حتی برخی نویسندگان همچون شولتز<sup>۲</sup> و آرمسترانگ<sup>۳</sup> (۲۰۱۴) منابع گاز شیل را در ردیف انرژی خورشیدی و نوآوری ذخیره‌سازی و غیره و تضمین‌کننده آینده انرژی ارزان قلمداد کرده‌اند. «مؤسسه پساکربن»<sup>۴</sup> (۲۰۱۸) اساساً از این منابع تحت عنوان «حباب شیل»<sup>۵</sup> نام می‌برد. دیال و مانی<sup>۶</sup> (۲۰۱۷) نیز در کتاب خود آخرین مطالعات انجام شده پیرامون اثرات اقتصادی و زیست‌محیطی منابع شیل را به تصویر کشیده‌اند.

گرچه شرکت‌های بزرگ نفتی تلاش دارند با توسعه فناوری‌های نوین، آسیب‌های زیست‌محیطی این فعالیت را کاهش دهند، ولی کماکان این نگرانی در سراسر جهان وجود دارد و مراکز علمی و تشکل‌های زیست‌محیطی و مستندسازان را به مقابله جدی با این جریان واداشته است. به‌عنوان نمونه، فیلم مستند «گس لند»<sup>۸</sup> که توسط «جاش فاکس»<sup>۹</sup> (۲۰۱۳) اثرات ناشی از شکست هیدرولیک را به لحاظ آسیب رساندن به محیط‌زیست و نادیده انگاشتن قانون حفاظت از منابع آب آشامیدنی به شدت مورد انتقاد قرار داده است.

هجز<sup>۱۰</sup> نویسنده و گزارشگر برجسته نشریات آمریکایی و برنده جایزه پولیتزر<sup>(۲۸)</sup> در پایگاه تحلیلی تروثدیگ<sup>۱۱</sup> (۲۰۱۵) تحت عنوان «مرگ به‌وسیله

1. Game Chenger
2. Shultz, George Pratt
3. Armstrong, Robert C.
4. Post Carbon Institute
5. Shalebubble
6. Dayal, Anurodh Mohan
7. Mani, Devleena
8. Gasland
9. Fox, Josh
10. Hedges, Chris
11. Truthdig newsletter

شکست هیدرولیکی<sup>۱</sup> تأثیرات صنعت شیل را معادل هولوکاست اعلام و اشاره می‌کند که توسعه‌ی صنعت نفت شیل، حرکت جنون‌آمیز انسان برای منقرض کردن گونه‌ی خود است.

خانم هاوتر<sup>۲</sup> (۲۰۱۶) بنیان‌گذار و مدیر اجرایی سازمان غیردولتی «دیده‌بان غذا و آب»<sup>۳</sup> در کتاب خود با عنوان «سوداگران شکست هیدرولیکی: نبرد برای آینده انرژی و محیط‌زیست»<sup>۴</sup> از «انقلاب شیل» به «انقلاب جعلی» یاد می‌کند و شرکت‌های نفتی و تجاری در این عرصه را «بارون‌های نفتی و گازی»<sup>۵</sup> می‌نامد که دموکراسی و زندگی در این سیاره را تهدید می‌کنند. در این کتاب پایه‌های سیاسی و پیامدهای زیست‌محیطی این انقلاب جعلی به تصویر کشیده شده است.<sup>(۲۹)</sup>

### ۳-۳. امنیت ملی

امنیت یک مفهوم چندوجهی است و به همین جهت درباره‌ی آن اختلاف نظر زیادی وجود دارد. (ماندل، ۱۳۸۷، ص ۳۸) از نظر برخی پژوهشگران، این مفهوم، پُردامنه، متناقض‌نما، زمان‌مند و مکان‌مند است و از این رو فاقد تعریفی عمومی است و صاحب‌نظران تا کنون در مورد آن به اجماعی نرسیده‌اند. (پورسعید، ۱۳۹۲، ص ۲۳)<sup>(۳۰)</sup>

روحانی (۱۳۹۲) در کتاب «امنیت ملی و نظام اقتصادی ایران»<sup>(۳۱)</sup> یازده تعریف برای امنیت ملی برشمرده و این تعریف را برگزیده است: «شرایط و فضایی (ملی و فراملی) که طی آن یک ملت قادر است از اهداف، ارزش‌ها و منافع حیاتی خویش در برابر تهدیدات بالقوه و بالفعل عوامل داخلی و خارجی، پاسداری و حفاظت نماید». در الگوی تدوین راهبرد امنیت ملی جمهوری اسلامی، تعریف جامع‌تری برای امنیت ملی بدین شرح ارائه شده است: «امنیت ملی یعنی دستیابی

1. Death by Fracking

2. Hauter, Wenonah

3. Food & Water Watch

4. Frackopoly: The Battle for the Future of Energy and the Environment

5. Oil & Gas Barons

به شرایطی که به یک کشور امکان می‌دهد از تهدیدهای بالقوه یا بالفعل خارجی و نفوذ سیاسی و اقتصادی بیگانگان در امان باشد و در راه پیشبرد امر توسعه‌ی اقتصادی، اجتماعی و انسانی و تأمین وحدت و موجودیت کشور و رفاه عامه، فارغ از مداخله‌ی بیگانه گام بردارد». (گروه مطالعاتی دانشگاه عالی دفاع ملی، ۱۳۹۲، ص ۱۶)

امنیت پژوهان، ابعاد امنیت ملی را با رویکردهای گوناگون تقسیم کرده‌اند و در سیر تحول تاریخی خود از بُعد نظامی در رویکرد کلاسیک به ابعاد نظامی، اقتصادی، سیاسی، اجتماعی، زیست محیطی و فرهنگی توسعه‌یافته است. این ابعاد جدا از یکدیگر عمل نمی‌کنند و هر یک از آن‌ها دارای کانون مهمی در درون مسأله امنیت هستند. (بوزان، ۱۳۷۸، ص ۳۴)

#### *الف) امنیت اقتصادی*

رونیس<sup>۱</sup> (۲۰۱۲) رییس دپارتمان مدیریت مدرسه عالی آینده بین‌الملل انگلیس، امنیت اقتصادی را بُعد فراموش شده امنیت ملی می‌نامد. این بُعد از امنیت ناظر بر فرایندهای اقتصادی و نهادهای تولید، توزیع و مصرف، حیات بنگاه‌های اقتصادی در بخش‌های عمومی، دولتی و خصوصی و تعامل سازنده با اقتصاد بین‌الملل و داد و ستد در بازار بین‌الملل می‌باشد. (مرادیان، ۱۳۹۱، ص ۲۴) بدون امنیت اقتصادی اجرای هرگونه برنامه‌ی میان‌مدت و بلندمدت امکان‌پذیر نمی‌باشد و این موضوع موجب عدم سرمایه‌گذاری و توقف شکوفایی اقتصادی می‌شود. (هزارجریبی و همکاران، ۱۳۸۶، ص ۵۵)

#### *ب) امنیت انرژی*

یکی از مهم‌ترین حلقه‌های زنجیره امنیت ملی که امروزه سایر ابعاد آن را تحت تأثیر خود قرار داده است، امنیت انرژی<sup>۲</sup> نام دارد و بر همین اساس بسیاری از کشورهای قدرتمند جهان راهبردهای کلان اقتصادی، سیاسی و حتی نظامی خود

---

1. Ronis, Sheila R.

2. Energy Security

را بر اساس این موضوع طراحی می‌نمایند. می‌توان امنیت انرژی را در صدر موضوعات «ژئوپلی‌نومیک»<sup>۱</sup> جهان قلمداد کرد و صرف‌نظر از اینکه چه تعریفی برای آن برگزیده شده باشد، بخش مهمی از امنیت اقتصادی کشورهای جهان شده است.

در حال حاضر تعاریف متعددی برای امنیت انرژی وجود دارد و هر کشور یا منطقه، متناسب با مختصات خود در شبکه تولید و مصرف انرژی و برخی سازمان‌های بین‌المللی متناسب با اهداف و مأموریت‌های خویش، تعریف خاصی برای آن ارائه داده یا برگزیده‌اند.

کتاب‌های «چالش‌های امنیت انرژی برای قرن بیست و یکم» اثر لوفت<sup>۲</sup> و کورین<sup>۳</sup> (۲۰۰۹) و «مرجع امنیت انرژی» اثر سوواکول<sup>۴</sup> (۲۰۱۱) و «راهنمای بین‌المللی امنیت انرژی» اثر دایر<sup>۵</sup> و ترومبتا<sup>۶</sup> (۲۰۱۳) و «امنیت و سیاست جهانی انرژی» اثر فیلیو<sup>۷</sup> و وودوریس<sup>۸</sup> (۲۰۱۳) از جمله برجسته‌ترین کتاب‌ها در این زمینه می‌باشند که مطالب نسبتاً جامعی را پیرامون مفهوم، ابعاد، شاخص‌ها، چالش‌ها و روش‌های بهبود امنیت انرژی ارائه نموده‌اند.

#### ۴. یافته‌های پژوهش

پس از بررسی ادبیات موضوع، پانل‌های خبرگان برگزار شد و گزاره‌های با معنی و مرتبط با موضوع مقاله در فرآیند تحلیل مضمون شناسایی و گدگذاری شدند و ارتباط آن‌ها با مضامین سازنده و مضامین فراگیر به همراه فراوانی هر مضمون در جدول ۱ مشاهده می‌شود.<sup>(۳۲)</sup>

1. Geopolinomic
2. Luft, Gal
3. Korin, Anne
4. Sovacool, Benjamin K.
5. Dyer, Hugh
6. Trombetta, Maria J.
7. Filho, Walter Leal
8. Voudouris, Vlasios

جدول ۱. نتایج تحلیل مضامین پانل‌های خبرگان

مضامین فراگیر	مضامین سازمان‌دهنده	مضامین پایه	فراوانی
کلان‌روند گذار انرژی	اهمیت روندهای کربن‌زدایی، تمرکززدایی و دیجیتالی شدن	سه بُعد گذار انرژی عبارت‌اند از: تمرکززدایی، کربن‌زدایی و دیجیتالی شدن.	۲
	روند توسعه هیدروژن به‌عنوان یکی از روندهای انرژی‌های تجدیدپذیر	روند توسعه انرژی حاصل از «هیدروژن» از روندهای عمده آینده جهان است.	۲
	گذار جهان از وابستگی به نفت در آینده بلندمدت	حرکت دنیا بر اساس پیش‌بینی‌ها و سناریوها به سمت گذار از وابستگی به نفت طی ۵۰ سال آینده است.	۴
	در نظر گرفتن توسعه تجدیدپذیرها به‌عنوان روندی ذیل کلان‌روند گذار انرژی	توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر بیشتر به‌عنوان یک روند آینده هستند نه یک کلان‌روند مؤثر	۳
	امکان دچار شدن به وضعیت ظرفیت‌های بلااستفاده در صورت عبور جهان از نفت در آینده	در صورت حفظ روندهای فعلی، ممکن است در آینده بلندمدت ظرفیت‌های بلااستفاده عرضه نفت داشته باشیم.	۱
	رُخداد قطعی گذار انرژی در ایران و جهان	گذار انرژی دنیا، در ایران هم به شکل‌های دیگری همچون افزایش سهم نیروگاه‌های تجدیدپذیر رخ خواهد داد.	۳
کلان‌روند تغییرات آب‌وهوایی	تغییرات آب‌وهوایی به‌عنوان یکی از اساسی‌ترین روندهای مؤثر بر آینده نفت	بیم دنیا از آثار منفی ادامه تغییرات آب‌وهوایی موجب رشد نگرانی‌ها و تلاش برای کاهش برونداهای منفی آن شده است.	۳
	تأثیر منفی کلان‌روند تغییرات آب و هوایی بر آینده نفت ایران	ادامه روندهای آب‌وهوایی احتمالاً منجر به سخت‌گیری‌ها برای ادامه تولید نفت در جهان خواهد شد.	۴
کلان‌روند تغییر نقش نفت	کلان‌روند گذار از کربن به‌مثابه منبع انرژی به کربن به‌مثابه منبع کالا	صورت استفاده از نفت در سید مصرفی دنیا تغییر خواهد کرد و در واقع تغییر کاربرد خواهد داشت.	۴
	عدم رخداد پایان نفت در عالم واقع	نفت در آینده بلندمدت پایان ندارد بلکه کمیت و کیفیت استفاده از آن دچار تحول خواهد شد.	۲
	کاهش سودآوری نفت در آینده، نتیجه قابل پیش‌بینی ادامه کلان‌روندهای فعلی	با روند فعلی و پیش‌بینی‌های موجود سودآوری نفت و گاز برای کشورهای صاحب منابع کاهش خواهد داشت.	۳
	تغییر جایگاه نفت و کاهش تأثیرگذاری آن بر مناسبات اقتصادی-سیاسی	ابزار کنترلی نفت در آینده بلندمدت از بین خواهد رفت و به‌عنوان یک کالای عادی خواهد بود.	۳
	فرصت‌های زیاد کلان‌روند تغییر نقش نفت برای ایران	تغییر نقش نفت از منبع انرژی به کالا سبب کاهش وابستگی کشور به منابع شده و کلان‌روند مثبتی برای ایران است.	۲
پیشران منابع	تأثیر منابع نامتعارف و توسعه	پیشران‌های عمده مؤثر بر آینده نفت	۳

نامتعارف پیشران توسعه خودرو برقی	خودروهای برقی به‌عنوان پیشران کلان‌روندهای موجود	عبارت‌اند از: منابع نامتعارف و برقی‌سازی <sup>۱</sup> به خصوص در بخش حمل‌ونقل	
پیشران فناوری هسته‌ای	تأثیر با اهمیت پیشران‌های فناوری همچون گداحت هسته‌ای	فناوری‌هایی مانند گداحت هسته‌ای می‌توانند کلان‌روند گذار انرژی را طی ۱۰ سال آتی دگرگون کنند.	۲
پیشران فناوری تجدیدپذیر	تأثیر با اهمیت پیشران فناوری تجدیدپذیر بر گذار انرژی	تغییرات فناوری مانند تجدیدپذیرها یا هیدروژن، اثری جدی بر کلان‌روندهای این حوزه خواهند داشت.	۳
پیشران فناوری ازدیاد برداشت	تأثیر با اهمیت پیشران‌های فناوری همچون ازدیاد برداشت و فناوری‌های ناظر به توسعه زنجیره ارزش	پیشران‌های فناوری در آینده بلندمدت عبارت‌اند از: فناوری‌های ازدیاد برداشت و فناوری‌های ناظر به تکمیل زنجیره نفت	۲
پیشران توسعه خودرو برقی	تأثیر با اهمیت پیشران‌های فناوری همچون ذخیره‌سازها و خودروی برقی	توسعه ذخیره‌سازها و خودرو برقی یکی از پیشران‌هایی است که از گسترش روندهای منفی تغییرات آب و هوایی می‌کاهد.	۳
پیشران تحول دیجیتال	تحول دیجیتال از پیشران‌های مؤثر بر کلان‌روندها	دیجیتالی شدن دنیا به‌عنوان یکی از پیشران‌های مؤثر بر کلان‌روندهاست.	۴
امنیت زیست‌محیطی و اجتماعی	تأثیر منفی روند انتشار آلاینده‌های محلی در کشور بر ابعاد زیست‌محیطی و اجتماعی امنیت ملی	در سطح منطقه‌ای افزایش آلاینده‌گی‌ها در آینده می‌تواند تأثیر منفی بر ابعاد مختلف امنیت ملی ما داشته باشد.	۲
امنیت انرژی و آینده تحولات	بازخورد مثبت بهبود امنیت بر آینده بلندمدت نفت	برون‌دادهای مثبت امنیت یقیناً در آینده بلندمدت نفت جهانی و ملی، تأثیرگذار خواهند بود.	۲
	تأثیر جدی آینده بلندمدت نفت بر امنیت انرژی	آینده بلندمدت نفت به‌ویژه بر امنیت انرژی تأثیر زیادی دارد.	۴
سناریوهای آینده نفت	گزینه‌های محتمل با ادامه روندهای فعلی	در کنار گزینه‌های مطرح‌شده برای آینده حضور ایران در بازار نفت دو گزینه دیگر نیز مطرح است: پایان امکان صادرات نفت و آغاز واردات نفت.	۱

مطابق آنچه در جدول فوق آمده، مهم‌ترین مضامین اشاره شده در جلسات برگزار شده مربوط به کلان‌روندهای مؤثر بر آینده بلندمدت نفت و بعد از آن راه‌کارهای کاهش آثار منفی تحولات آینده بر امنیت ملی جمهوری اسلامی ایران است. بر این اساس کلان‌روند گذار جهان از «وابستگی به نفت» به «تنوع در تأمین منابع انرژی»، «راهکارهای کاهش آثار منفی تحولات آینده نفت» و «کلان‌روند «تغییر

نقش نفت از منبع تأمین انرژی به منبع تولید کالا» بیشترین بسامد را در گفت‌وگوهای انجام شده داشتند.

به‌منظور درک بهتر روندها و نیز پیشران‌های مؤثر بر آن‌ها از روش «تحلیل تأثیر بر روند» و «تحلیل پیشران» بهره‌برداری و سؤالات به گونه‌ای طراحی شد که جهت و اندازه «تأثیر» پیشران‌های شناسایی شده بر «کلان‌روندها» در طیف لیکرت از سوی خبرگان و کارشناسان مورد ارزیابی قرار گیرد.

پیشران‌های شناسایی شده در سه دسته پیشران‌های فناوری، افزایش تولید منابع نامتعارف و تحول دیجیتال<sup>(۳۳)</sup> قرار گرفتند.

با توجه به گستردگی ابعاد موضوع و راه‌حل‌های موجود در این بخش از خروجی پانل‌های خبرگان بهره گرفته شده و در مجموع شش راه‌کار عملیاتی طرح شده از سوی خبرگان در قالب پرسشنامه به صاحب‌نظران ارایه و اولویت‌بندی این راه‌کارها مورد سؤال قرار گرفت.

#### ۴-۱. میزان تأثیر پیشران‌ها

در این قسمت سطح تأثیرگذاری پیشران‌ها به عنوان نیروهای شکل‌دهنده به آینده بر روندهای شناسایی شده مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. از این رو با دسته‌بندی روندهای شش‌گانه در سه دسته کلان‌روند مطرح در آینده بلندمدت نفت، اندازه و جهت تأثیر پیشران‌ها بر کلان‌روندها از خبرگان سؤال شد.

با بررسی پاسخ‌های دریافت شده و میانگین نتایج، پیشران با بیشترین اندازه تأثیر (فارغ از مثبت یا منفی بودن) بر کلان‌روندهای شناسایی شده، «تغییرات فناوری انرژی‌های تجدیدپذیر» می‌باشند. در رتبه‌های بعد پیشران‌های «تغییرات فناوری خودرو برقی» و «تغییرات فناوری بهبود بهره‌وری انرژی» دارای بیشترین اندازه تأثیر ارزیابی شده‌اند.

جدول ۲. اندازه و جهت تأثیر پیشران‌ها بر کلان‌روندهای آینده

پیشران‌های مؤثر بر آینده نفت	کلان‌روندها	میزان تأثیر
تغییرات فناوری انرژی‌های تجدیدپذیر	گذار انرژی	۰,۷۷
	تغییرات آب‌وهوایی	-۰,۵۵
	تغییر نقش نفت	۰,۵۳
تغییرات فناوری بهبود بهره‌وری انرژی	گذار انرژی	۰,۶۱
	تغییرات آب‌وهوایی	-۰,۱۳
	تغییر نقش نفت	۰,۳۹
تغییرات فناوری ازدیاد برداشت نفت	گذار انرژی	-۰,۲۷
	تغییرات آب‌وهوایی	۰,۱۵
	تغییر نقش نفت	۰,۱۹
تغییرات فناوری خودرو برقی	گذار انرژی	۰,۷۱
	تغییرات آب‌وهوایی	-۰,۱۹
	تغییر نقش نفت	۰,۴۰
افزایش تولید از منابع نامتعارف نفت و گاز	گذار انرژی	-۰,۰۴
	تغییرات آب‌وهوایی	۰,۲۲
	تغییر نقش نفت	-۰,۰۶
تحول دیجیتال	گذار انرژی	۰,۵۶
	تغییرات آب‌وهوایی	۰,۰۱
	تغییر نقش نفت	۰,۰۳

مطابق نتایج به دست آمده در جدول ۲، پیشران‌های «تغییرات فناوری انرژی‌های تجدیدپذیر»، «تغییرات فناوری بهبود بهره‌وری انرژی» و «تغییرات فناوری خودرو برقی»، تأثیری منفی بر کلان‌روند تغییرات آب‌وهوایی داشته و در واقع به مفهوم تضعیف روند افزایش سهم سوخت‌های فسیلی در انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌باشد.

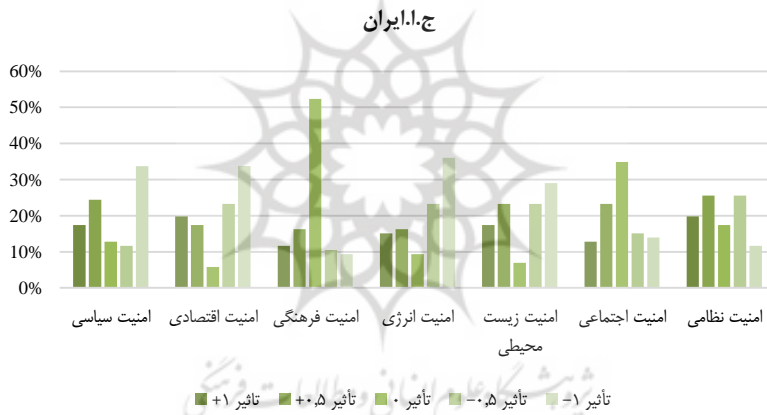
به جز پیشران «افزایش تولید از منابع نامتعارف نفت و گاز» سایر پیشران‌ها دارای تأثیری مثبت بر کلان‌روند «تغییر نقش نفت» هستند؛ به این مفهوم که این پیشران‌ها، روند تغییر نقش نفت از یک منبع انرژی به منبعی برای تولید کالاهای مختلف را تضعیف نمی‌کنند. همچنین پیشران «افزایش تولید از منابع نامتعارف نفت و گاز» دارای کم‌ترین سطح اثرگذاری بر کلان‌روندهای سه‌گانه تحقیق، ارزیابی شد.



#### ۴-۲. ارزیابی تأثیر آینده بلندمدت نفت بر امنیت اقتصادی

در بخشی از پرسشنامه بر اساس ارزیابی انجام شده از اهمیت و عدم قطعیت روندهای مؤثر بر آینده بلندمدت نفت و هم‌چنین جهت و اندازه تأثیر پیشران‌ها بر کلان‌روندها و در مجموع بر اساس تصویر ایجاد شده از آینده، جهت و اندازه تأثیر این آینده محتمل بر ابعاد مختلف امنیت ملی جمهوری اسلامی از مخاطب سؤالاتی پرسیده شد. مطابق پاسخ‌های دریافت شده از میان ابعاد مختلف امنیت ملی ابعاد «انرژی» و «اقتصادی» بالاترین تأثیرپذیری را از آینده بلندمدت نفت خواهند داشت. بر این اساس، آینده بلندمدت نفت با پیشران‌های بیان شده، موجبات تضعیف ابعاد سیاسی، اقتصادی، انرژی و زیست‌محیطی می‌شود. (نمودار ۱)

نمودار ۱. توزیع فراوانی گزینه‌های مختلف در خصوص تأثیر آینده بلندمدت نفت بر ابعاد امنیت ملی



#### نتیجه‌گیری و پیشنهاد

تضمین امنیت اقتصادی و منافع بلندمدت یک ملت نیازمند اشراف بر محیط آینده است. امنیت اقتصادی ایران به‌عنوان رکن مهم امنیت ملی از آینده بلندمدت نفت بسیار تأثیرپذیر و در صورت عدم برنامه‌ریزی و آینده‌نگاری مناسب از جهات مختلف آسیب‌پذیر خواهد شد.

سیاست‌های زیر برای کاهش آثار منفی احتمالی مؤلفه‌های شکل‌دهنده آینده نفت بر اساس یافته‌های این مقاله و مبتنی بر نظرات متخصصین توصیه می‌شود:

■ تنوع بخشی به منابع به عنوان راه حلی برای کاهش آثار منفی آینده بلندمدت؛

- توسعه زنجیره ارزش، راه کار کاهش آثار منفی تحولات آینده نفت؛
- طراحی بازارهای نوآورانه برای عبور از اتکای به نفت؛
- بهره گیری از فرصت همکاری با شرکای آسیایی؛
- لزوم صادرات خام نفت و گاز و استفاده از منابع برای توسعه زیرساخت های اساسی؛

- افزایش توان مقابله با تحریم از طریق افزایش صادرات نفت و گاز؛
- لزوم صادرات دانش فنی به جای صادرات نفت خام؛
- در اولویت بودن تبدیل نفت به ارزش افزوده در آینده میان مدت؛
- توسعه گسترده تجدیدپذیرها راه حلی برای مواجهه با آثار آینده نفت؛
- توسعه زنجیره ارزش و پتروشیمی راه کار مبتنی بر مزیت گاز در آینده



## پی‌نوشت‌ها

۱. بخشی از بیانات مقام معظم رهبری در جلسه تبیین سیاست‌های اقتصاد مقاومتی، مورخ ۱۳۹۲/۱۲/۲۰
۲. بهروزی‌فر (۱۳۸۳) در فصلنامه‌ی خاورمیانه این کتاب را نقد کرده و استفاده از رویکرد اقتصاد سیاسی را از نقاط قوت و عدم توجه به مباحث اقتصاد انرژی و عدم استفاده از اطلاعات دست اول و معتبر را از نقاط ضعف این پژوهش برشمرده است.
۳. در این گام در مجموع ۵ پانل خبرگان با حضور ۳۰ نفر برگزار گردید.
۴. ویژگی‌های جمعیت‌شناختی پاسخ‌دهندگان در اسناد پشتیبان مقاله موجود است.
۵. این استعاره برگرفته از نام کتاب یآوری (۱۳۸۴) است.
۶. این استعاره برگرفته از نام کتاب لسانی (۱۳۵۷) است.
۷. بر اساس گزارش چشم‌انداز جهانی انرژی آرانس بین‌المللی انرژی، حداقل تا سه دهه آینده زغال‌سنگ جزو مهم‌ترین منابع تأمین انرژی جهان باقی می‌ماند. بنجامین اسپورتون (۲۰۱۸) مدیر اجرایی انجمن جهانی زغال‌سنگ (WCA) نیز اعلام کرده است زغال‌سنگ همچنان نقش مهمی در سامانه انرژی جهان بازی خواهد کرد.
۸. مجموع ارزش وسایل حمل و نقل جهان که با سوخت پایه نفت کار در حال حاضر حدود ۳۰۰ تریلیون دلار تخمین زده می‌شود.
۹. پیش‌بینی این دو روند بیشتر توسط سازمان‌هایی همچون اوپک، شورای جهانی انرژی، اداره اطلاعات انرژی آمریکا و آرانس بین‌المللی انرژی و نیز برخی مؤسسات و شرکت‌های صاحب‌نام جهانی صورت می‌پذیرد.
۱۰. سناریوی ۴۵۰ بر مبنای توافقی است که در دسامبر ۲۰۰۹ مدون گردید و طی آن کشورهای عضو سازمان همکاری‌های اقتصادی و توسعه که بیشترین میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای را دارند به همراه سایر کشورهای متحد، متعهد شدند که تا سال ۲۰۳۵، حداکثر میزان افزایش ۲ درجه سانتی‌گراد را در روند افزایش دمای کره زمین (ناشی از فعالیت‌های صنعتی بر پایه سوخت‌های فسیلی) بپذیرند.
۱۱. «ویکی‌لیکس» چند سال قبل افشا کرد که یک مقام مسئول نفتی در عربستان به مقامات آمریکایی اعلام کرده است که وضعیت تولید در این کشور پایدار نیست

و عربستان در ذخایر نفت خود اغراق نموده و آن را ۳۰۰ میلیارد بشکه بیشتر اعلام کرده است. این رقم معادل ۴۰ درصد ذخایر نفت این کشور است! (گاردین، ۲۰۱۱). این مقام سعودی دکتر سداد الحسینی، نایب رییس سابق اکتشاف و تولید شرکت آرامکوی عربستان از سال ۱۹۹۲ تا ۲۰۰۴ است (یادگاری و یوسفی، ۱۳۹۳، ص ۱۷). این سند منتشر شده توسط ویکی لیکس به نوعی تأییدی بر یافته‌های سیمونز محسوب می‌شود.

۱۲. دانکن نام این نظریه را از «تنگ اولدوای» در پارک ملی «سرنگتی» (Serengeti) در شمال تانزانیا برگرفته است. این منطقه به سبب وجود سنگواره‌هایی کهن، نزد دیرین مردم‌شناسان شهرتی به سزا دارد؛ چنانچه آن را «گهواره‌ی بشریت» خوانده‌اند. او تأکید می‌کند این استعاره اشاره به زندگی پایدار و در حال تعادل با طبیعت در عصر حجر دارد. (Duncan, 2001. PP2-3)

۱۳. فرضیه پایان‌پذیری نفت به عنوان یک اصل قطعی در صدر سیاست‌های قدرت‌های بزرگ نیز می‌باشد. اوباما رییس جمهور پیشین آمریکا در سخنرانی معروف خود در دانشگاه جورج تاون اظهار داشت «ایالات متحده نمی‌تواند سعادت و امنیت بلندمدت خود را به منبعی گره بزند که روزی پایان خواهد یافت» (اوباما، ۲۰۱۱، ۱۰ مارس).

۱۴. این شاخص تحت عنوان نسبت ذخایر به تولید، از شاخص‌های مهم اقتصاد نفت است.

۱۵. این واژه توسط جان نایس‌بیت (John Naisbitt) از آینده‌پژوهان معاصر متداول شد و امروزه به صورت گسترده‌ای در تحلیل‌های راهبردی به کار می‌رود.

۱۶. موضوع تغییرات اقلیم علاوه بر آن که در قالب معاهدات بین‌المللی در کانون مسایل سیاست خارجی بسیاری از کشورها قرار دارد، به صورت ویژه و تخصصی توسط برخی سیاست‌مداران نیز دنبال می‌شود. مستند جنجالی «یک حقیقت تلخ» (An Inconvenient Truth) با تهیه‌کنندگی آل‌گور (Albert Arnold Gore) کاندید ریاست جمهوری آمریکا در سال ۲۰۰۰ و معاون رییس جمهور اسبق این کشور و کارگردانی گوگنهایم (Davis Guggenheim) یکی از جالب‌ترین فعالیت‌های علمی هنری یک سیاست‌مدار است که توانست این موضوع را مورد توجه قرار دهد. این فیلم در سال ۲۰۰۶ برنده جایزه اسکار بهترین فیلم مستند شد.

۱۷. «پروژه هزاره» (Millennium Project) نام یک اندیشکده غیرانتفاعی و مستقل بین‌المللی، متشکل از تعداد زیادی آینده‌پژوه و سیاست‌گذار از بخش‌های دولتی و غیردولتی است که در سال ۱۹۹۶، پس از یک مطالعه امکان‌سنجی سه‌ساله و با حمایت آژانس حفاظت از محیط‌زیست ایالات متحده، برنامه توسعه سازمان ملل و یونسکو تشکیل شد. این اندیشکده از سال ۱۹۹۷ تاکنون، با مشارکت بیش از ۳۵۰۰ عضو خود در سراسر جهان، به گردآوری و تحلیل اطلاعات آینده‌پژوهی می‌پردازد. یافته‌های این پژوهش که بزرگ‌ترین پروژه آینده‌پژوهی جهان لقب

- گرفته است، هر ساله در گزارشی به نام «وضعیت آینده» منتشر می‌شود.
۱۸. «پانزده چالش جهانی»، یک چارچوب برای ارزیابی چشم‌اندازهای جهانی و محلی را برای بشریت فراهم می‌کند. توصیف این چالش‌ها به همراه گستره وسیعی از دیدگاه‌ها و اقدامات متناسب با آن‌ها و بیانات صاحب‌نظران منطقه‌ای و ارزیابی پیشرفت‌ها در مقابله با هر چالش، از سال ۱۹۹۶ جمع‌آوری و به‌روزرسانی می‌گردد. این نمودار عیناً در گزارش «وضعیت آینده» در تارنمای پروژه هزاره قرار دارد و ترجمه‌ی نمودار از تارنمای مؤسسه افق آینده‌پژوهی راهبردی اقتباس شده است.
۱۹. از میان گزارش‌های متعددی که به تغییرات اقلیم به عنوان یک کلان‌روند تصریح دارند، می‌توان به این موارد اشاره کرد:
- الف) گزارش‌های مؤسسه خدمات مشاوره مدیریت «پرایس واتر هاوز کوپرز» (PwC) مانند «کلان‌روندهای خاورمیانه، دگرگونی در منطقه ما» (۲۰۱۶)، «پنج کلان‌روند و پیامدهای آن بر دفاع و امنیت جهانی» (۲۰۱۶) و «کلان‌روندهایی که زندگی ما را در آینده تغییر شکل خواهند داد» (۲۰۱۷).
- ب) گزارش مرکز توسعه، مفاهیم و دکترین وزارت دفاع انگلیس (DCDC) با عنوان «برنامه روندهای راهبردی» که از سال ۲۰۰۱ هر چند سال یک بار، کلان‌روندهای بلندمدت را پیش‌بینی و تحلیل می‌کند؛ گزارش پنجم آن با عنوان «روندهای راهبردی جهانی تا ۲۰۴۵» در سال ۲۰۱۸ منتشر شده است.
- ج) گزارش آژانس محیط زیست اتحادیه اروپا (EEA) با عنوان «ارزیابی کلان‌روندهای جهانی» (۲۰۱۴).
- د) گزارش مؤسسه بین‌المللی مشاوره مدیریت رولند برگر (Rolan Berger) با عنوان «کلان‌روندها» (۲۰۱۷).
- هـ) ادوارد کورنیش (۱۳۹۴) مؤسس «انجمن آینده جهان» و سردبیر دوماهنامه «فیوچریست» نیز در «کتاب آینده‌پژوهی پیشرفته» خود، «زوال محیط زیست» را یکی از شش کلان‌روندی می‌داند که آینده را شکل می‌دهند.
۲۰. مفهوم بودجه کربن [کربنی] به میزان دی‌اکسیدکربنی اشاره دارد که تا پیش از رسیدن دمای جهان به آستانه مجاز می‌توان در اتمسفر منتشر کرد.
۲۱. کمیسیون اتحادیه اروپا خواستار کاهش ۴۰ درصدی این‌گاز در خودروهای نسل جدید بود.
۲۲. ترموپلاستیک (Thermoplastic) یا گرمانرم به پلیمرهایی گفته می‌شود که با افزایش دما و بدون تغییر شیمیایی، ذوب می‌شوند. این پلیمرها را می‌توان به دفعات ذوب و دوباره جامد نمود. این ویژگی، گرمانرم‌ها را قابل بازیافت می‌سازد.
۲۳. فتولتائیک (Photovoltaics) یا به اختصار PV یکی از انواع سامانه‌های تولید برق از انرژی خورشیدی می‌باشد. در این روش با به‌کارگیری سلول‌های خورشیدی، تولید مستقیم الکتریسیته از تابش خورشید امکان‌پذیر می‌شود.

۲۴. هرد با بررسی و نقد ۲۴ گزارش پژوهشی و اتکا به برخی معیارهای عینی ادعا می‌کند که هیچ‌کدام از ۲۴ پژوهشی مورد بررسی، شواهد قانع‌کننده‌ای مبنی بر امکان جایگزینی کامل منابع سوخت فسیلی فراهم نکرده‌اند.
۲۵. پژوهشگران این تیم از پنج گروه تشکیل شده‌اند: مؤسسه فناوری کارلسروهه آلمان، شورای تحقیقات علمی و صنعتی آفریقای جنوبی، دانشگاه فنی لاپرانتا در فنلاند، دانشگاه صنعتی دلفت در هلند و دانشگاه آلبرگ در دانمارک.
۲۶. برای مشاهده این رهنگاشت‌ها ر.ک: [www.iea.org/roadmaps](http://www.iea.org/roadmaps)
۲۷. «شیل نفتی» در واقع حاوی نفت نیست، نوعی سنگ رسوبی بسیار دانه‌ریز است که از مواد هیدروکربن مومی مانند کروژن تشکیل یافته است و معمولاً با عملیات شیمیایی پیرولیز به مواد نفتی تبدیل می‌شوند. هنگامی که دما به حدود ۴۸۰ درجه سانتی‌گراد برسد، این کمپلکس جامد که شامل مخلوطی از ترکیبات کربنی است به مواد هیدروکربن و باقیمانده کربنی تجزیه و پس از سرد شدن، هیدروکربن‌ها به مایعی به نام نفت شیل تبدیل می‌گردد. (مؤسسه مطالعات بین‌المللی انرژی، ۱۳۸۸، ص ۱۶)
۲۸. Pulitzer Prize معتبرترین جایزه روزنامه‌نگاری در آمریکا است که هر ساله (از سال ۱۹۱۷) با نظارت دانشگاه کلمبیا به روزنامه‌نگاران (و نیز به نویسندگان و شاعران و موسیقی‌دانان) داده می‌شود.
۲۹. تبعات زیست‌محیطی فرآیند شکست هیدرولیکی همواره در کانون اعتراضات شکل‌های زیست‌محیطی کشورهای غربی بوده و تصاویر آن در شبکه‌های خبری در دسترس است.
۳۰. در فرهنگ فارسی، «امنیت» در لغت از مصدر «امن» به معنای بی‌بیم بودن، ایمن شدن، بی‌بیمی، بی‌ترسی، اطمینان، آرامش و آسایش است. (معین، ۱۳۷۷، ص ۳۵۴)
۳۱. این کتاب قبل از تصدی ریاست جمهوری حسن روحانی با همکاری برخی از دولتمردان فعلی تألیف گردیده و در این پژوهش به چاپ هفتم این کتاب (با ویرایش جدید) استناد شده است.
۳۲. پانل‌ها به ترتیب در مؤسسه مطالعات بین‌المللی انرژی با حضور ریاست محترم مؤسسه، پژوهشگاه نیرو و سازمان انرژی‌های تجدیدپذیر و بهره‌وری انرژی ایران (ساتبا) به صورت مشترک با حضور رؤسای محترم سابق و فعلی ساتبا، انستیتو مهندسی نفت دانشگاه تهران با حضور ریاست محترم انستیتو، سازمان بازرسی کل کشور با حضور کارشناسان کمیته انرژی مجمع تشخیص مصلحت نظام و پژوهشکده سیاست‌گذاری دانشگاه صنعتی شریف برگزار شد.
۳۳. تحول دیجیتال (Digital Transformation) که گاهی دگردیسی دیجیتال هم نامیده می‌شود به معنای مجموعه اقدامات سازمان‌ها برای به‌کارگیری فناوری‌های جدید دیجیتال و بهره‌برداری از منافع آن‌ها می‌باشد.

## منابع

- احمدی، کیومرث. ۱۳۹۴. آینده پژوهی سازمانی: ضرورت‌ها، مفاهیم، روش‌ها و روندها. تهران: نشر ترمه.
- استیونس، پل. ۱۳۹۰. اقتصاد انرژی. ترجمه‌ی علی طاهری‌فرد و همکاران. تهران: انتشارات دانشگاه امام صادق (ع).
- اسلاتر، ریچارد. ۱۳۹۰. دانش واژه‌ی آینده‌پژوهی. ترجمه‌ی عبدالمجید کرامت‌زاده و همکاران. تهران: مؤسسه آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاعی، مرکز آینده‌پژوهی علوم و فناوری دفاعی.
- اصغری، خیراله و همکاران. ۱۳۹۱. شیل گاز منبع انرژی آینده: اکتشاف و ارزیابی. ماهنامه اکتشاف و تولید. ۱۳۹۱ (۸۹)، صص ۲۰-۲۶.
- اطاعت، جواد و نصرتی، حمیدرضا. ۱۳۹۰. نفت، ژئواکونومیک و امنیت ملی ایران. فصلنامه فضای جغرافیایی. ۱۱ (۳۶)، صص ۶۵-۱۰۲.
- انجمن جهانی سیاست‌گذاری انرژی‌های تجدیدپذیر. ۱۳۹۳. آینده انرژی‌های تجدیدپذیر: با مروری بر نظر ۱۷۰ اندیشمند و ۵۰ سناریوی معتبر جهانی. ترجمه‌ی ناهید فرازمنند. تهران: انتشارات آریانا قلم.
- بوزان، باری. ۱۳۷۸. مردم، دولت‌ها و هراس. ترجمه‌ی پژوهشکده مطالعات راهبردی. تهران: انتشارات پژوهشکده مطالعات راهبردی.
- بهجت، جودت. ۱۳۹۷. امنیت انرژی (رویکرد میان‌رشته‌ای). ترجمه‌ی عسگر قهرمانپور و رحمن قهرمانپور. تهران: انتشارات دانشگاه امام صادق (ع).
- بهروزی‌فر، مرتضی. ۱۳۸۳. نفت و امنیت ملی جمهوری اسلامی ایران (معرفی و نقد کتاب). فصلنامه‌ی مطالعات خاورمیانه. ۱۱ (۲)، صص ۲۱۳-۲۲۳.
- پاشنگ، مریم. ۱۳۹۵. کتاب جامع امنیت انرژی (گردآوری و ترجمه). تهران: انتشارات ره‌نگاشت نوین.**
- پایگاه اطلاع‌رسانی (تارنما) پروژه بین‌المللی هزاره.
- پایگاه اطلاع‌رسانی (تارنما) دفتر حفظ و نشر آثار حضرت آیت‌الله‌العظمی سیدعلی خامنه‌ای.
- پایگاه اطلاع‌رسانی (تارنما) فرهنگستان زبان و ادب فارسی.

- پایگاه اطلاع‌رسانی (تارنما) مرکز الگوی اسلامی ایرانی پیشرفت.  
 پایگاه اطلاع‌رسانی (تارنما) مؤسسه افق آینده پژوهی راهبردی.  
 پورسعید، فرزاد. ۱۳۹۲. فرهنگ توصیفی اصطلاحات امنیت. تهران: پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی.
- جوان، افشین و جوکار، محمدصادق. ۱۳۹۱. گاز شیل و سیاست‌های بین‌المللی انرژی: دیپلماسی گاز شیل ایالات متحده آمریکا. نشریه‌ی ترسیم راهبردی. ۱ (۱). مؤسسه مطالعات بین‌المللی انرژی.
- خاکی، غلامرضا. ۱۳۹۲. روش تحقیق گراندی در مدیریت. تهران: نشر فوژان.  
 درخشان، مسعود و تکلیف، عاطفه. ۱۳۹۴. انتقال و توسعه فناوری در بخش بالادستی صنعت نفت ایران: ملاحظاتی در مفاهیم، الزامات، چالش‌ها و راهکارها.  
**پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران**. ۴ (۱۴)، صص ۳۳-۸۸.
- درخشان، مسعود. ۱۳۷۹. نگاهی به اقتصاد سیاسی نفت. فصلنامه‌ی روش‌شناسی علوم انسانی (حوزه و دانشگاه). ۶ (۲۴ و ۲۵)، صص ۲۰۸-۲۲۲.
- درخشان، مسعود. ۱۳۹۱. امنیت انرژی و تحولات آینده بازارهای نفت و گاز. فصلنامه‌ی راهبرد. ۲۱ (۶۴)، صص ۱۵۹-۱۸۸.
- رابرتز، پال. ۱۳۸۸. پایان نفت در آستانه جهان پرمخاطره نو. ترجمه‌ی احمد بلوریان عظیمی. تهران: انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور.
- رجبی، مصطفی و کریمی، محدثه. ۱۳۹۵. تحلیل اثرات تکانه‌های قیمت نفت بر فعالیت‌های اقتصادی و سیاست‌های پولی در اقتصاد ایران رویکرد الگوی خود توضیح برداری ساختاری. فصلنامه‌ی مطالعات اقتصادی کاربردی ایران. ۵ (۲۰)، صص ۲۵۳-۲۷۴.
- روحانی، حسن. ۱۳۹۲. امنیت ملی و نظام اقتصادی ایران. تهران: مرکز تحقیقات استراتژیک.
- رونیس، شیلا آر. ۱۳۹۷. امنیت اقتصادی: بُعد فراموش شده امنیت ملی. ترجمه‌ی حسین روزبه و ساسان زارع. تهران: مؤسسه چاپ و انتشارات دانشگاه امام حسین (ع).
- سیمونز، متیو آر. ۱۳۸۶. غروب نفت در صحرا: بحران آتی نفت در عربستان سعودی و اقتصاد جهانی. ترجمه‌ی همایون نسیمی. تهران: مؤسسه مطالعات بین‌المللی انرژی.
- صادقی، سید شمس‌الدین و همکاران. ۱۳۹۵. آثار اقتصاد سیاسی متکی بر نفت بر امنیت ملی ایران. در فصلنامه علمی تحقیقات سیاسی و بین‌المللی. ۸ (۲۷)، صص ۷۶-۱۰۰.
- صالح‌نیا، علی و بختیاری، حسین. ۱۳۹۷. اولویت‌بندی تهدیدات امنیت ملی جمهوری اسلامی ایران با روش تحلیل سلسله‌مراتبی. در فصلنامه مطالعات راهبردی سیاستگذاری عمومی. ۸ (۲۷)، صص ۲۵۵-۲۷۷.
- کورنیش، ادوارد. ۱۳۹۴. آینده پژوهی پیشرفته: نگاهی ژرف‌تر به اصول، مبانی و روش‌های



آینده‌پژوهی. ترجمه‌ی سیاوش ملک‌فر. تهران: اندیشکده صنعت و فناوری (آصف).

کهن‌هوش‌نژاد، روح‌اله. ۱۳۹۷. نگاهی به آینده‌ی صنعت جهانی انرژی در افق ۲۰۶۰. ماهنامه علمی-ترویجی اکتشاف و تولید نفت و گاز. ۱۳۹۷ (۱۵۴)، صص ۲۳-۳۰.

گروه مطالعاتی دانشگاه عالی دفاع ملی. ۱۳۹۲. الگوی تدوین راهبرد امنیت ملی جمهوری اسلامی ایران. تهران: انتشارات دانشگاه عالی دفاع ملی.  
گروه واژه‌گزینی فرهنگستان زبان و ادب فارسی. ۱۳۸۹. واژه‌های آینده‌پژوهی. تهران: فرهنگستان زبان و ادب فارسی.

لسانی، ابوالفضل. ۱۳۵۷. طلای سیاه یا بلای ایران. تهران: مؤسسه انتشارات امیرکبیر.  
مابرو، روبرت. ۱۳۸۹. نفت در قرن ۲۱: چالش‌ها و فرصت‌ها. ترجمه‌ی احمد جزایری. تهران: انتشارات یزدا.

ماسلین، مارک. ۱۳۹۲. گرمایش جهانی. ترجمه‌ی ماندانا فرهادیان. تهران: فرهنگ معاصر.  
ماندل، رابرت. ۱۳۸۷. چهره متغیر امنیت ملی. ترجمه‌ی پژوهشکده مطالعات راهبردی. تهران: پژوهشکده مطالعات راهبردی.

**محتشمی، مینا. ۱۳۹۱. سنجش و ارزیابی جامع امنیت انرژی برای کشورهای عضو اوپک و سازمان همکاری‌های اقتصادی و توسعه بر اساس شاخص‌های ترکیبی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه فردوسی مشهد. دانشکده علوم اداری و اقتصادی.**

مرادیان، محسن. ۱۳۹۱. مبانی نظری امنیت. تهران: دانشکده علوم و فنون فارابی.  
مرکز آینده‌پژوهی علوم و فناوری دفاعی. ۱۳۹۰. دانشنامه آینده‌پژوهی. ج ۲. تهران: مؤسسه آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاعی.

معین، محمد. ۱۳۷۷. فرهنگ فارسی. ج ۱. تهران: مؤسسه انتشارات امیرکبیر.  
ملکی، عباس. ۱۳۹۲. آینده‌پژوهی و انرژی. تهران: مؤسسه انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف.

ملکی، عباس. ۱۳۹۳. سیاست‌گذاری انرژی. تهران: نشر نی.  
مؤسسه مطالعات بین‌المللی انرژی. ۱۳۹۷. ترازنامه هیدروکربونی سال ۱۳۹۵ کشور. تهران: مؤسسه مطالعات بین‌المللی انرژی وزارت نفت.

میچل، تیموتی. ۱۳۹۵. دموکراسی کرینی: نفت و قدرت سیاسی در جهان امروز. ترجمه‌ی شهریار خواجه‌ان. تهران: نشر ققنوس.

نای، جوزف. ۱۳۹۰. آینده‌ی قدرت. ترجمه‌ی رضامراد صحرائی و همکاران. تهران: انتشارات حروفیه.

نصری، قدیر. ۱۳۸۰. نفت و امنیت ملی جمهوری اسلامی ایران. تهران: انتشارات پژوهشکده مطالعات راهبردی.

وندرهیدن، کیس و همکاران. ۱۳۹۰. حس ششم، تشدید یادگیری سازمانی با به‌کارگیری

- سناریوها. ترجمه‌ی مسعود منزوی. تهران: مؤسسه آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاعی، مرکز آینده‌پژوهی علوم و فناوری دفاعی.
- هاینز، اندی و بیشاپ، پیترو. ۱۳۹۵. تفکر درباره آینده: رهنمودهایی برای آینده‌نگاری راهبردی. ترجمه‌ی محمد مهدی ذوالفقارزاده و همکاران. تهران: انتشارات دانشگاه امام صادق (ع).
- هوارث، استیون. ۱۳۸۵. یک قرن با نفت: شرکت حمل و نقل و تجاری شیل. ترجمه‌ی بهرام نظام‌آبادی. تهران: سازمان چاپ و انتشارات وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی.
- هوئرتا، ایگناسیو پالاسیوس. ۱۳۹۵. صد سال دگر: اقتصاددانان پیشرو آینده را پیش‌بینی می‌کنند. ترجمه‌ی آرش پورا ابراهیمی. تهران: اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی تهران.
- یادگاری حسین و یوسفی مهدی. ۱۳۹۳. ذخایر و چشم انداز تولید نفت در عربستان سعودی. تهران: مؤسسه مطالعات بین‌المللی انرژی.
- یادگاری، حسین. ۱۳۹۴. نفت خام‌های غیرمرسوم: چشم‌انداز تولید و تأثیر آن بر بازار جهانی نفت. تهران: انتشارات هزاره سوم اندیشه.
- یاوری، منوچهر. ۱۳۸۴. شهر من مسجد سلیمان: (مسجد سلیمان امروز، ایران بدون نفت فردا). تهران: نشر اکنون.
- یرگین، دانیل. ۱۳۹۶. تلاش: انرژی، امنیت انرژی و بهینه‌سازی جهان امروزی. ترجمه‌ی مهرداد صمیمی. تهران: اقتصاد فردا.
- Almeida, P.de & Silva, P.D. 2011. Timing and future consequences of the peak of oil production. *Futures*. Vol 43. pp. 1044-1055.
- ASPO. 2013. <<http://www.peakoil.net>>. Homepage.
- B. Heard, B. Brook, T. Wigley, C. Bradshaw. 2017. "Burden of proof: a comprehensive review of the feasibility of 100% renewable-electricity systems", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 76. pp. 1122-1133.
- BP. 2020. *Statistical Review of World Energy*. 69th edition. London.
- Chomsky, Noam. 2015. <<https://fa.euronews.com/2015/04/17/chomsky-says-us-is-world-s-biggest-terrorist>>.
- Dayal, Anurodh Mohan & Mani, Devleena . 2017. *Shale Gas: Exploration and Environmental and Economic Impacts*.
- Deffeyes, Kenneth S. 2001. *Hubbert's Peak: The Impending World Oil Shortage*. New Jersey: Princeton University Press.
- Development, Concepts and Doctrine Centre (DCDC). 2018. *Global Strategic Trends out to 2045 (fifth edition)*. UK: Ministry of Defence.

- Economist. 2014. The economics of shale oil: Saudi America. The Economist Newspaper. Feb 15.
- European Environment Agency (EEA). 2015. *Assessment of Global Megatrends*. <[www.eea.europa.eu/soer-2015/global/action-download-pdf](http://www.eea.europa.eu/soer-2015/global/action-download-pdf)>.
- Fox, Josh (Director). 2010. Gasland [DVD - Documentary Film]. <[watchdocumentaries.com/gasland](http://watchdocumentaries.com/gasland)>.
- Global Energy Institute. 2018. [www.globalenergyinstitute.org/shale-gas-game-changer-us-energy-economy](http://www.globalenergyinstitute.org/shale-gas-game-changer-us-energy-economy).
- Graefe, Laurel. 2009. "The Peak Oil Debate". Economic Review. Vol.94. Federal Reserve Bank of Atlanta.
- Hamilton, James D. 2011. Historical Oil Shocks. Department of Economics University of California, San Diego.
- Hauter, Wenonah. 2016. Frackopoly: The Battle for the Future of Energy and the Environment. New Press.
- Hedegaard, Connie. 2013. Forget US-style shale gas revolution. EurActiv.com by Marc Hall. 16 May.
- Hedges, Chris. 2015. Death by Fracking. Truthdig newsletter. Oct 19.
- IEA. 2018. "The Future of Petrochemicals: Towards More Sustainable Plastics and Fertilizers."
- IEA. 2018. Key world energy statistics.
- IPCC. 2018. Global Warming of 1.5 °C. <<http://ipcc.ch/report/sr15/>>.
- Klein, Naomi. 2017. *No Is Not Enough: Resisting Trump's Shock Politics and Winning the World We Need*. Weekly Best Books.
- Lutz, Christian et al. 2012. "Economic Effects of Peak Oil". Energy Policy. Vol 48. pp. 829-834.
- McGlade, Christophe & Ekins, Paul . 2015. "The geographical distribution of fossil fuels unused when limiting global warming to 2 °C". Nature. Vol 517. pp. 187-190.
- Mitchell, Timothy. 2009. Carbon Democracy. Economy and Society. Vol. 38. Number 3. August. pp. 399-432.
- Mitchell, Timothy. 2013. Carbon Democracy: Political Power in the Age of Oil. Pub: Verso.
- PwC. 2016. Five Megatrends & Their Implications for Global Defense & Security.

- PwC. 2016. Middle East Megatrends: Transforming our region.
- PwC. 2017. Megatrends The five global shifts reshaping the world we live in. <[www.pwc.co.uk/issues/megatrends](http://www.pwc.co.uk/issues/megatrends)>.
- T.W. Brown, T. Bischof-Niemz, K. Blok, C. Breyer, H. Lund, B.V. Mathiesen. 2018. Response to 'Burden of proof: A comprehensive review of the feasibility of 100% renewable-electricity systems', Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol 92, September. pp. 834-847.
- Rodrigue, Jean-Paul. 2017. The Geography of Transport Systems. New York: Routledge.
- Roland Berger. 2017. Roland Berger Trend Compendium 2030.
- Russia Today. 2018. <[www.rt.com/business/442629-big-oil-carbon-tax](http://www.rt.com/business/442629-big-oil-carbon-tax)>. 30 Oct
- Shultz, George & Armstrong, Robert C. 2014. Game Changers: Energy on the Move. Kindle Edition.
- Sieminski, Adam. 2014. Outlook for U.S. shale oil and gas .U.S. Energy Information Administration. Independent Statistics & Analysis. <[www.eia.gov](http://www.eia.gov)>.
- Smil, V. 2010. Energy transitions: history, requirements, prospects. ABC-CLIO.
- Sovacool, BK. 2011. Routledge Handbook of Energy Security. London: Routledge.
- United Nations. 2019. World Population Prospects. Population Division of the Department of Economic and Social Affairs of the United Nations Secretariat.
- World Bank Group (WBG). 2016. Climate Change: Action Plan 2016–2020. Washington, DC.
- World Coal Association (WCA). <https://www.worldcoal.org>.
- WWW.POSTCARBON.ORG
- Yergin, Daniel. 2009. The prize: the epic quest for oil, money, and power. NewYork. FreePress.