The Foresight of Iran's heavy crude oil export in ۰۰۰۰: a scenario writing approach

Soleyman Ghasemian
PHD Student,economics faculty, Allameh Tabatab'I university, Tehran, Iran, s_ghasemian@atu.ac.ir

Ali faridzad
assistance professor, department of energy, agricultural and environment economics, faculty of economics, Allameh Tabatab'I university, Tehran, Iran. ali.faridzad@atu.ac.ir

Abdolrasoul Ghasemi
assistance professor, department of energy, agricultural and environment economics, faculty of economics, Allameh Tabatab'I university, Tehran, Iran. a.ghasemi@atu.ac.ir

Abstract

Heavy oil as an unconventional oil resource contains ۱۵ and ۱۰,۵ percentage of global hydrocarbon proven reserves and production respectively. Since the share of conventional and tight oil in world oil pr

oduction is dwindling, it is expected that heavy oil play an important role in global market in the long-term. Therefore, countries with massive heavy oil reserve such as Iran would be significant players in the future.

This paper aims to identify the national and global key factors and driving forces which play significant roles in reshaping the Iran's heavy oil future, then presents Iran's heavy oil export plausible scenarios by ۲۰۴۰.

The ۲۷ key factors were extracted using the Delphi method through questionnaires and environment scanning based on the STEEP framework using quantitative and qualitative methods and mathematical and statistical analysis. In the next step, the application of Cross impact analysis identifies the ۱۶ driving forces of the Iran's future heavy oil export using the MicMac software.

Then based on academic literature and expert panel, ۶۰ variants identified for all descriptors. In the next step, ۱۶ consistence and plausible scenarios have been chosen using scenario wizard software. At the end, after evaluating and endorsing all the ۱۶ scenarios by the expert panel, ۵ final scenarios named “In the Sanction’s Labyrinth”, “East Without West”, “The Great Virus”, “The bond with the World” and “The Lost Opportunities” have been written.

Keywords: Scenario, Heavy Oil, Cross Impact Analysis, Driving Force, IRAN

JEL Classification: Q۴۱, Q۴۲, Q۴۷

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

آینده نگاری صادرات نفت خام سنگین ایران در افق ۲۰۴۰ با رویکرد سناریونویسی[۱]

سلیمان قاسمیان
دانشجوی دکتری اقتصاد نفت و گاز، دانشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران
s_ghasemian@atu.ac.ir
علی فریدزاد
نویسنده مسئول، دانشیار گروه اقتصاد انرژی، کشاورزی و محیط زیست، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران ali.faridzad@atu.ac.ir
عبدالرسول قاسمی
دانشیار گروه اقتصاد انرژی، کشاورزی و محیط زیست، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران
a.ghasemi@atu.ac.ir

چکیده

نفت‌سنگین درحال حاضر ۱۵ درصد از ذخایر اثبات شده و ۱۰٫۵ درصد از تولید مایعات هیدروکربوری جهان را تشکیل می‌دهد. با توجه به کاهش تدریجی سهم نفت‌های متعارف و نفت شیل از کل تولید نفت جهان، نفت‌سنگین تا افق ۲۰۴۰ نقش برجسته‌ای در بازار جهانی نفت ایفا خواهد کرد و کشورهای دارنده ذخایر قابل توجه نفت‌سنگین نظیر ایران از موقعیت ویژه‌ای برخوردار خواهند بود. مقاله حاضر می‌کوشد با شناسایی عوامل کلیدی و نیروهای پیشران ملی و جهانی، سناریوهای محتمل صادرات نفت‌سنگین ایران تا افق ۲۰۴۰ را ارائه نماید.

داده‌های این مطالعه شامل ۲۷ عامل کلیدی است که به روش پویش محیطی و نظرات خبرگان طی دو مرحله از طریق پرسشنامه بدست آمد. در ادامه پس از شناسایی تاثیرات متقابل عوامل کلیدی بر یکدیگر و تحلیل آن با نرم افزار میک مک[۲]، ۱۶ توصیفگر که بیشترین تاثیر را در آینده صادرات نفت‌سنگین ایران ایفا می‌کنند، شناسایی شدند. سپس با تکیه به منابع علمی و نظرات خبرگان، ۶۰ وضعیت برای

---

۱ مطالعه حاضر از رساله دکتری آقای سلمیان قاسمیان، دانشجوی دکتری اقتصاد نفت و گاز در دانشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبائی استخراج شده است.

۲ MicMac software

توصیفگرها تبیین گردید و با استفاده از نرم افزار سناریو ویزارد[1] ، تعداد ۱۶ سناریو با سازگاری بالا (سناریوهای باورکردنی) بدست آمد که در نهایت پس از صحه‌گذاری و اعتبارسنجی توسط خبرگان پنج سناریوی "در هزار توی تحریم"، " شرق‌بدون-غرب"،" ویروس بزرگ"، "پیوند با جهان" و "فرصتهای از دست رفته" تدوین شد.

واژگان کلیدی : سناریو، نفت‌سنگین، تحلیل اثرات متقابل، نیروهای پیشران، ایران

طبقه بندی JEL : Q۴۱, Q۴۲, Q۴۷

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۱/۲۲ تاریخ بازبینی: ۱۴۰۱/۰۳/۰۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۰۸

فصلنامه راهبرد اقتصادی، سال ۱۱، شماره ۴۰، بهار ۱۴۰۱، صص ۱۷۷- ۲۱۱

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

[1] Scenario Wizard Software

مقدمه

طی دو دهه اخیر تحولات شگرفی در بازارهای جهانی نفت بوقوع پیوسته است که ماهیت بازار را دگرگون و پیش‌بینی چشم‌انداز آن را پیچیده‌تر ساخته است. در طرف عرضه در پی ارتقای فناوری‌های بهره‌برداری از منابع نفتی نامتعارف[1]، بازیگران جدیدی نظیر ایالات‌متحده و کانادا به جمع تولیدکنندگان سنتی حوزه خاورمیانه، اوراسیا، آمریکای‌جنوبی و آفریقا پیوستند. در طرف تقاضا، قطب مصرف نفت از کشورهای توسعه‌یافته و صنعتی به اقتصادهای نوظهور (حوزه آسیاپاسفیک) بویژه چین و هند تغییر یافته است. اگرچه پاندمی کووید ۱۹ در ابتدای سال ۲۰۲۰ میلادی شوک بزرگی به بازارهای انرژی جهان وارد ساخت و اقبال به سرمایه‌گذاری در انرژی های تجدید پذیر دوچندان گردید، اما یافته های مطالعات معتبر آینده پژوهی انجام شده در سطح بین‌المللی نشان می‌دهد که نفت خام همچنان نقش مهمی در سبد انرژی اولیه جهان تا افق ۲۰۴۰ ایفا خواهد کرد (BP, Energy Outlook, ۲۰۲۱). مطالعات چشم‌انداز بازار نفت تا سال ۲۰۱۵ حاکی از ایفای نقش محوری نفت‌سنگین در سبد نفت تولیدی جهان در بلندمدت بود (IEA WEO, ۲۰۱۶).

---

[1] Unconventional Oil

در طرف عرضه بازار نفت، هرچند رشد چشمگیر تولید نفت شیل، جایگاه نفت سنگین را به چالش کشیده است، اما در بلندمدت به دلیل افت تولید نفت شیل و توسعه فناوری‌های بهره‌برداری از منابع نفت سنگین، به تدریج سهم آن از کل نفت تولیدی افزایش خواهد داشت که برای کشورهای دارای ذخایر قابل توجه این نوع نفت نظیر ایران از اهمیت زیادی برخوردار است. در طرف تقاضا، بسیاری از پالایشگاههای جهان بویژه در اقتصادهای نوظهور نظیر چین و هند طی دو دهه اخیر به سمت تغییر الگوی پالایش خود برای دریافت نفت‌های سنگین متمایل شده‌اند و این روند در بلندمدت همچنان ادامه خواهد داشت(Blazev, Anco S., ۲۰۱۶).

باتوجه به پر رنگ شدن نقش نفت سنگین در تولید جهانی نفت در بلندمدت و قرارداشتن ایران در رتبه دوم جهان به لحاظ برخورداری از ذخایر نفت سنگین[۱]، شناسایی عوامل کلیدی و نیروهای پیشران تاثیرگذار بر آینده صادرات نفت سنگین ایران و تدوین سناریوهای محتمل آن در افق ۲۰۴۰ از اهمیت حیاتی برخوردار است.

به دلیل ویژگی ماهوی بازار نفت از حیث برخورداری از عدم اطمینان بالا و عدم امکان پیش‌بینی دقیق تحولات آن در بلندمدت، شرکتها و نهادهای معتبر بین‌المللی استقبال زیادی از روش‌های نوین آینده پژوهی نظیر برنامه‌ریزی بر پایه سناریو برای شناخت آینده‌های محتمل در بلندمدت داشته‌اند. در همین راستا، در این نوشتار با شناسایی عوامل کلیدی و نیروهای پیشران تاثیرگذار بر آینده صادرات نفت سنگین ایران، سناریوهای باورکردنی صادرات نفت سنگین ایران در افق ۲۰۴۰ استخراج می‌گردد.

۱-مروری بر ادبیات موضوع

۱-۱-تعاریف و پیشینه سناریونویسی

سناریونویسی، سناریوسازی یا سناریونگاری به طور مشخص به منظور پرداختن به چندگانگی و پیش‌بینی ناپذیر بودن آینده طراحی شده است. مزیت این روش، توانایی شناخت آینده‌های درازمدت بسیار متفاوت با امروز و همچنین انتخاب راهبردهایی بر پایه این شناخت است.

---

۱ Unconventional Petroleum Geology, (۷۱۱۷), p ۳۵۹

سناریو یک توصیف از وضعیت آینده و یکی از مفاهیم پایه‌ای آینده‌پژوهی است(Schoemaker ,۱۹۹۱). سناریونویسی[۱] یک روش موثر برای شرکتها و موسسات صاحبنام بین‌المللی در جهت آماده شدن برای مواجهه با آینده‌های ممکن است. (Mietzner and Reger,۲۰۰۵). سناریوها شرح و ضعیت آینده را ارائه می‌دهند و در ایجاد و ترسیم راهی که ما را از دنیای کنونی بسوی آینده مورد نظر می برد، نقش کلیدی ایفا می‌کنند(Pillkahn, ۲۰۰۸).

کاهن (Kahn H., A.J. Wiener, ۱۹۶۷) سناریو را "مجموعه‌ای از رویدادهای فرضی که در آینده قرار دارند و به منظور شفاف سازی یک زنجیره از رویدادهای علّی و نقاط تصمیم گیری درباره آنها ساخته شده اند "تعریف کرده است. از دیدگاه گادت (Godet ,۲۰۰۰)، سناریوها توصیفی از وضعیت آینده و دوره‌ای از رویدادها هستند که به فرد اجازه می‌دهند از وضعیت فعلی به وضعیت آینده گام بردارد.

سناریونویسی نخستین بار بعد از جنگ جهانی دوم در دهه ۱۹۵۰ توسط وزارت دفاع آمریکا در مؤسسه رند[۲] به عنوان روشی برای برنامه‌ریزی در بخش دفاعی-نظامی مطرح شد. مؤسسهٔ تحقیقاتی استنفورد[۳] در سال‌های ۱۹۶۸ تا ۱۹۶۹ روش های گوناگونی را برای خلق سناریوها دربارهٔ نظام آموزش و پرورش ایالات متحده تا سال ۲۰۰۰ بکار برد. در دهه ۱۹۷۰گروه برنامه‌ریزی شرکت شل به ریاست پیر واک ابعاد جدیدی به برنامه‌ریزی بر پایه سناریو افزود. آنها توانستند با شناسایی روندهایی نظیر کاهش ذخایر نفت آمریکا و عزم کشورهای عرب و مسلمان عضو اوپک برای مقابله با اسرائیل، دو سناریو برای آینده بازار نفت طراحی کنند. این سناریوها در شوک نفتی اکتبر سال ۱۹۷۳ که به شش برابر شدن قیمت نفت انجامید به این شرکت امکان داد تا موفق به ارتقای جایگاه خود از رتبه هفتم در بین شرکت های نفتی به رتبه دوم از لحاظ اندازه و رتبه اول از لحاظ سوددهی شود(Jefferson,۲۰۱۲).

مرور ادبیات سناریو نویسی نشان می‌دهد که تقریباً نیمی از تعاریف موجود، از سال ۱۹۹۷ به بعد ارائه شده‌اند. لذا افزایش اخیر در ادبیات علمی سناریونویسی حاکی از توسعه و تکامل این روش است(Linneman, Klein,۱۹۷۹).

---

۱ Scenario Building
۲ RAND corporation
۳ SRI

۱-۲-طبقه بندی مکاتب سناریونویسی به لحاظ تکنیکی

مکاتب سناریونویسی ازنظر تکنیکی عبارتند از: مکتب منطق شهودی[۱]، مکتب روندهای تعدیل شده احتمالی[۲] و مکتب فرانسوی آینده‌نگر[۳](Huss et al,۱۹۹۸).

الف) مکتب منطق شهودی

رویکرد منطق شهودی در دهه ۱۹۶۰ در موسسه رند توسط هرمان کان پیشنهاد شد. این رویکرد توسط پیر واک و همکاران او در شرکت رویال داچ شل مورد استفاده قرار گرفت(Wack ,۱۹۸۵). بنابراین، از این تکنیک به عنوان" رویکرد شـــل" به سناریوها یاد می شود. رویکرد منطق شهودی بر این فرض استوار است که تصمیمات تجاری برا ساس مجموعه پیچیده‌ای از روابط میان عوامل اقتصادی، سیاسی، فنی، اجتماعی و زیست محیطی اتخاذ می‌شوند. روش شناسی موسسه تحقیقات بین‌المللی استنفورد، نیز در این مکتب قرار می‌گیرد (Huss and Honton , ۱۹۸۷).

ب) مکتب روندهای اصلاح شده احتمالی

این رویکرد، ریشه در کار هلمر و گوردون[۴] در موسسه رند آمریکا دارد (Bishop and Collins,۲۰۰۷). این مکتب، بر پایه روش شناسی‌های تحلیل اثرات روند (TIA)[۵] و تحلیل اثرات متقابل[۶](CIA) تشکیل شده‌است. اصل اساسی برای توسعه مدل CIA این بود که پیش‌بینی یک رویداد بدون توجه به وقوع سایر رویدادهای کلیدی غیر واقعی اســـت. تحلیل اثرات متقابل برای یافتن روابط متقابل میزان عوامل کلیدی تاثیر گذار استفاده می‌شود (Gordon,۱۹۹۴) .

ج) مکتب فرانسوی : آینده نگر یا La prospective

در اواخر دهه ۱۹۷۰ موسسه دولتی برنامه‌ریزی و توسعه منطقه‌ای فرانسه[۷] نقشی حیاتی برای توسعه این رویکرد ایفا کرد. این رویکرد، سناریوهایی هنجاریو ایده آل از

---

۱ Intuitive logics methodology
۲ Probabilistic modified trends methodology
۳ French school- La prospective methodology
۴ Olaf Helmer and Ted Gordon
۵ Trend Impact Analysis
٦ Cross Impact Analysis
۷ DATAR

آینده می‌ســـازد. از این رویکرد، اغلب برای برنامه‌ریزی در بخش عمومی اســـتفاده می‌شود. گودت پروژه‌های سناریویی بسیاری را برای مؤسسات ملی فرانسه اجرا کرد و ابزارهای تولید شده توسط وی تحت عنوان مکتب فرانسوی آینده‌نگر شهرت یافتند.

۲-پیشینه پژوهش

مطالعات انجام شده در داخل از کشور

مطالعات انجام شده داخلی را می‌توان در ۲ گروه اصلی شامل "سناریوهای آینده انرژی ایران" و " سناریوهای تولید، مصرف، صادرات و بهای نفت " دسته‌بندی کرد.

چهارســـوقی و همکاران(۱۳۹۱) در مقاله "آینده‌پژوهی در حوزه انرژی و ارزیابی راهبردهای مدیریت انرژی کشور با استفاده از برنامه‌ریزی سناریو، سه عدم قطعیت "ســـیاســـت خارجی کشـــور و روندهای حاکم بر بازارهای بین‌المللی"، "جذب ســرمایه‌گذاران خصـوصـی داخلی و خارجی" و "وضـع قوانین و مقررات در مقابل مخاطرات زیست محیطی" در زمینه مدیریت انرژی را شناسایی و بر اساس ترکیب این عدم قطعیت‌ها سه سناریو "فن سالار"، "رکود" و "خودکفایی" را استخراج نموده و بر مبنای آنها راهبردهای کلان تو سعه بخش انرژی(بند ج ماده ۱۵۵ قانون برنامه چهارم توســعه) را مورد ارزیابی قرار داده‌اند. نتایج نشـــان می‌دهد که همه راهبردها در سناریو رکود عملکرد ضعیفی خواهند داشت و صرفاً در سناریو فن سالار است که راهبردها قوی ظاهر می‌شوند. بنابراین بازنگری و تدوین مجدد راهبردها، به منظور مدیریت بهینه انرژی در کشور ضروری است.

چهار سوقی و همکاران(۲۰۱۵) در مقاله " سناریوهای انرژی ایران در یک چ شم انداز ۲۰ ســـاله"[۱]، با تاکید بر جایگاه انرژی‌های تجدیدپذیر در شـــکل‌گیری آینده بازارهای انرژی جهان، ضمن تشریح قابلیتهای بالای توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران، با اســـتفاده از روش برنامه‌ریزی بر پایه ســـناریو،۴ ســـناریو تحت عناوین "راه سبز"، "استاندارد سازی"، "انرژی فسیلی" و "یارانه غیر هدفمند"برای آینده انرژی ایران ترسیم کرده است.

در مطالعه آزادی و یارمحمد (۲۰۱۱) تحت عنوان "تحلیل ظرفیت صادرات نفت خام ایران"، پس از بررسـی تقاضـای انرژی کشـور و شـرایط تولید نفت خام، افزایش

---

۱ Iran’s energy scenarios on a ۲۰-year vision

مورد نیاز تولید برای حفظ سطح صادرات محاسبه شده‌است. در این بررسی، آینده صادرات نفت در ایران در سه سناریو خوش بینانه، مرجع و بدبینانه ارائه شده‌است.

آزادی و همکاران (۲۰۱۶) در مطالعه خود با عنوان "آینده نفت ایران و پیامدهای اقتصادی آن"، به بررسی وضعیت آتی تولید و صادرات نفت خام ایران و درآمدهای حاصل آن پرداختند. در این مطالعه با درنظر گرفتن ۹۸ میدان نفتی، ابتدا چهار پارامتر تأثیرگذار بر ظرفیت تولید نفت خام ایران شامل نرخ سالانه افت تولید، بهره وری چاه های جدید، کاهش سالیانه میانگین بهره وری جدید چاه و رشد تولید نفت خام ناشی از تزریق گاز طبیعی تعیین و سپس ظرفیت تولید نفت خام ایران در چهار سناریو ارائه شد. طبق نتایج این مطالعه ظرفیت تولید نفت خام ایران به بیش از ۴,۴ میلیون بشکه در روز تا سال ۲۰۳۰ افزایش و سپس روند آن کاهشی خواهد بود.

علی‌پور و دیگران (۲۰۱۷) با بهره‌گیری از روش سناریونویسی، به ترسیم آینده های محتمل تولید نفت ایران در پسا برجام پرداختند. در این مقاله ابتدا مولفه‌های تاثیرگذار با کمک سازوکار STEEP شناسایی شدند. سپس با استفاده از روش CIA از میان عوامل کلیدی، عوامل پیشران با کمک نرم افزار میک مک استخراج شدند. در خاتمه با بهره‌گیری از تکنیک نقشه شناختی فازی[1] (FCM)، چهار سناریو ارائه شدند.

بر اساس نتایج این بررسی، تنها در سناریوی بدبینانه (Dark down the road) به دلیل عدم جذب سرمایه گذاری خارجی، عدم بهبود در روابط ایران و غرب و همکاری‌های محدود با برخی کشورهای شرق آسیا ، روند تولید نزولی خواهد بود.

در سناریوی (Superego meets stability) روند تولید رشد اندکی دارد که مبتنی بر همکاری با شرکتهای نفتی مطرح شرق آسیاست. در این سناریو تحول خاصی در روابط ایران با شرکتهای اروپایی و امریکایی حاصل نمی‌شود و در عین حال ثبات نسبی در روابط خارجی ایران با غرب برقرار است.

در سناریوی (Fatigued horse) تنش جدی میان ایران و کشورهای غربی وجود ندارد اما عمدتا به دلیل عدم ثبات لازم در منطقه خاورمیانه بهای نفت افزایش یافته و روند تولید نفت ایران نسبت به سناریوی قبلی افزایش بیشتری را تجربه می‌کند. در نهایت سناریوی (After the storm) آینده‌ای را ترسیم می‌کند که همه شرکتهای نفتی بین‌المللی وارد ایران شده و اقدام به سرمایه‌گذاری در بخش

---

[1] Fuzzy Cognitive Map

بالادستی نفت ایران می‌کنند، در این سناریو روند تولید رشد قابل ملاحظه‌ای را تجربه می‌کند.

رهبر و همکاران (۱۳۹۶) در مقاله خود در مرحله نخست به شناسایی کلان روندهای تاثیرگذار بر آینده بازار جهانی نفت و بطور مشخص قیمت نفت پرداختند. داده‌های این مقاله شامل ۶۸ عامل بود که با روش روش دلفی بد ست آمد و طی دو مرحله عوامل ا صلی م شخص، ا صلاح شد. در نهایت ۴۰ عامل م شخص و از طریق پر سشنامه، تأثیرات متقابل آنها جمع‌آوری و با نرم افزار میک مک داده‌ها تحلیل شد. سرانجام ۶ عامل پی شران دارای بی شترین تاثیر بر بهای آتی نفت خام با ۲۴ و ضعیت محتمل شناسایی گردید. سپس با کمک نرم افزار سناریو ویزارد از میان ۳۳۷۵ آینده ممکن چهار سناریوی باورکردنی برای بهای نفت تا افق ۱۴۱۰ تحت عناوین نهنگ آبی، طوفان ال نینو، سرزمین الدورادو و اف سانه سه برادر به صورت تو صیفی ارائه گردید.

مطالعات انجام شده در خارج از کشور

شرکت شل (۲۰۱۸)[۱] در مطالعه خود سناریوی جدیدی تحت عنوان Shell Sky را ارائه کرد که یک سناریوی بسیار خو شبینانه با فروض مختلفی چون اجرایی شدن توافق پاریس، رشد قابل توجه انرژی های تجدیدپذیر، رشد فناوری های ذخیره سازی انرژی و ر شد چ شمگیر کارایی انرژی، همکاری های گ سترده بین المللی و ... است. این سناریو برخلاف دو سناریوی Scramble و Blueprint که از نوع اکت شافی بودند، ماهیتاً یک سناریوی هنجاری ا ست. در این سناریو مقدار تقا ضای جهانی انرژی برای سال ۲۰۴۰ کمتر از دو سناریوی Scramble و Blueprint پیشین خود، پایین تر از سناریوی STEPS و بالاتر از سناریوی توسعه پایدار (SDS) آژانس بین المللی انرژی و کمتر از سناریوهای مرجع اگزان موبیل و بی پی است.

بندیکت[۲] (۲۰۱۷) در بررسی خود با عنوان" مزایای استفاده از برنامه‌ریزی بر پایه سناریو در تو سعه بخش انرژی"، منافع ا ستفاده از برنامه ریزی مبتنی بر سناریو در تصمیم گیری های بخش انرژی اعم از سیا ست‌گذاری، تعریف فرآیندها و یا طراحی

---

۱ Shell, Sky Scenario, (۲۰۱۸)
۲ Benedict, Barry A.,

آنها بر مبنای سناریوهای محتمل را بر شمرده است بر اساس یافته‌های وی، تعداد شرکتهای بین‌المللی که از این ابزار استفاده می کنند رو به افزایش است، اما در حوزه تدوین استراتژی و نظارت در سطوح کلان و نهاد های سیاستگذاری چندان تاکنون این روش آنچنان که باید مورد توجه قرار نگرفته است.

انصاری و هولز[۱] (۲۰۱۹) در مطالعه خود به ترسیم آینده‌های محتمل بازارهای انرژی، تغییرات آب و هوا و سیاستگذاری جهانی در افق ۲۰۵۵ با استفاده از روشهای کمی- کیفی پرداختند. در این بررسی از سازوکار +STEMPLE[۲] برای یافتن عوامل کلیدی و از رو شهای کیفی نظیر پنل خبرگان و رو شهای کمی برای طراحی سناریوها استفاده شد.

یونا و ییشنگ[۳] (۲۰۱۴) در بررسی خود به وضعیت بازار گاز شیل در چین و سناریوهای احتمالی توسعه این بخش با استفاده از روش برنامه‌ریزی سناریو و مدل ۵ نیروی پورتر پرداختند. ماتسوموتو و وودوریس[۴] (۲۰۱۵) در مقاله خود آثار احتمالی توسعه منابع نفت نامتعارف بر کشورهای اصلی صادرکننده نفت را در سناریوهای مختلف مورد بررسی قرار دادند. گیلن و دیگران[۵] (۲۰۱۹) به بررسی نقش و جایگاه انرژی‌های تجدیدپذیر در گذار جامعه جهانی به دوران اقتصاد کم کربن پرداخته و سناریوهای محتمل پیش رو در بلندمدت را ارائه کرده‌اند.

دسنا و دیگران[۶] (۲۰۱۳) در مطالعه خود نقش و جایگاه ونزوئلا در تولید نفت فوق سنگین و سنگین جهان در دهه‌های آینده را مورد بررسی قرار داده‌اند. در بررسی سانتوس و دیگران[۷] (۲۰۱۴) بر نقش نفت سنگین در بازار جهانی نفت و اقبال شرکت‌های نفتی ملی و بین‌المللی به سرمایه‌گذاری در توسعه و بهره‌برداری از میادین نفت سنگین برای جبران افت تولید نفت متعارف تاکید شده است. در این مقاله ضمن مقایسه حجم ذخایر نفت متعارف و نامتعارف و میزان ذخایر نفت سنگین

---

۱ Ansari, A and F, Holz (۲۰۲۰)
۲ Social, Technological, Economic, Military (Security), Political, Environmental, and Cultural Framework
۳ Yunna, Yisheng (٤١١٤)
٤ Matsumoto, Voudouris (۲۰۱٥)
٥ D.Gielen, et al.
٦ De Sena, M. F. M., et al. (۲۰۱۳)
۷ Santos, R. G. et al., (۲۰۱٤)

و بیتومن در مناطق مختلف جهان، ویژگی‌های انواع نفتهای نامتعارف و مواد تشکیل دهنده نفت سنگین مورد بررسی قرار گرفت.

وانگ و دیگران (۲۰۱۵)[۱] در مقاله خود به بررسی میزان ذخایر نفت نامتعارف چین و چشم انداز تولید نفت نامتعارف این کشور در دو سناریوی حداکثری با فرض تولید بر اساس کل ذخایر قابل استحصال از لحاظ فنی و سناریوی به تولید رسیدن بخشی از ذخایر قابل استحصال (سناریوی حداقلی) پرداختند.

هانگ جون و دیگران (۲۰۱۶) [۲] در مطالعه خود ضمن مقایسه مشخصات انواع نفت‌های متعارف و نامتعارف به بررسی حجم ذخایر نفت نامتعارف از چهار نوع نفت شیل، نفت سنگین، ماسه‌های نفتی یا بیتومن و نفت کروژن در مناطق مختلف جهان و کشورهای دارنده ذخایر عمده پرداختند. بر اساس یافته‌های این بررسی، آمریکای جنوبی، آمریکای شمالی، خاورمیانه و آسیا عمده ذخایر نفت سنگین جهان را در اختیار دارند. ایالات متحده و کانادا در آمریکای شمالی، ایران، عراق و عربستان در خاورمیانه دارای ذخایر قابل توجهی هستند.

مطالعه کاپوستین و گروشونکو[۳] (۲۰۱۸) معطوف به بررسی دورنمای تولید نفت‌های نامتعارف در جهان تا افق ۲۰۴۰ است. در این بررسی بر اهمیت رو به رشد نفتهای نامتعارف در بلندمدت برای تامین امنیت عرضه نفت جهان اشاره شده است. بر اساس نتایج این مطالعه، نفت شیل و نفت سنگین به ترتیب از بیشترین نقش در کل عرضه نفت‌های نامتعارف در بلندمدت برخوردارند.

بررسی مطالعات انجام شده در ایران نشان می‌دهد تاکنون آینده نفت سنگین به عنوان یک بخش تعیین کننده از ذخایر هیدروکربوری کشور با رویکرد سناریو نویسی مورد بررسی قرار نگرفته است. از مجموع مطالعات صورت گرفته در خارج از کشور نیز تنها در برخی از آنها دورنمای تولید نفت سنگین در ونزوئلا و چین مورد توجه قرار گرفته که در آنها روش تحقیق متفاوت بوده است.

۳-روش پژوهش:

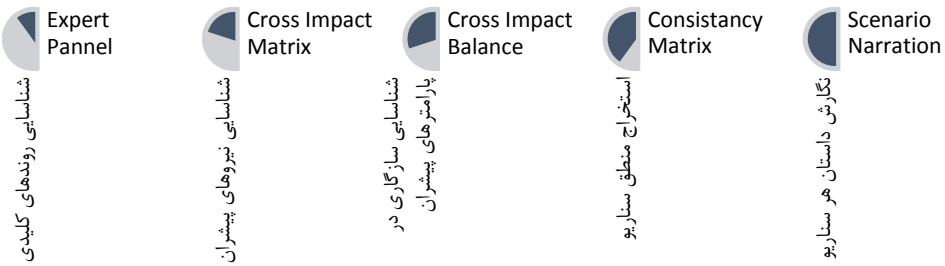
روش شناسی این مقاله در ۵ مرحله زیر تعریف شده است.

---

۱ J. Wang et al. (۲۱۱۵)

۲ Hongjun, W. et al., (۲۰۱۶)

۳ Nikita O. Kapustin, Dmitry A. Grushevenko (۲۰۱۸)



شکل ۱: خلاصه روش‌شناسی مقاله

منبع: یافته‌های پژوهش

مرحله ۱ : پویش محیطی و شناسایی روندهای کلیدی

روندهای کلیدی، شامل روندهایی می شود که بالاترین اثرگذاری را در بین سایر روندها بر موضوع اصلی سناریو دارند. برای شناسایی و تأیید روندها از انتخاب منابع مطالعاتی از طریق پیمایش کتابخانه‌ای، اخذ نظرات خبرگان به صورت پرسشنامه در چارچوب استانداردSTEEP [۱]، تشکیل پانل خبره[۲] به روش دلفی براساس استاندارد ECA و اجرای پانل و شناسایی عوامل کلیدی (Key Factor) استفاده شده است.

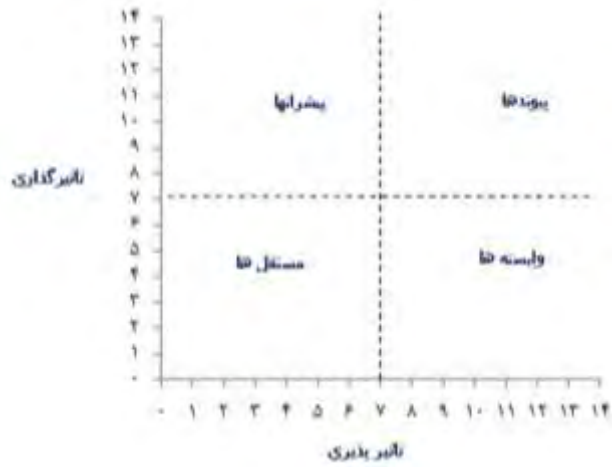
مرحله ۲ : شناسایی نیروهای[۳] پیشران و توصیفگرها (Di) در تشکیل ماتریس اثر متقابل و شناسایی نیروهای پیشران از نرم افزار Mic-Mac استفاده شده است. در این نرم افزار اثر متقابل روندها مورد بررسی قرار می‌گیرد. سپس میزان وابستگی روندها و پیشران بودن آنها به عنوان خروجی در اختیار قرار می‌گیرد.

---

۱ Social, Technological, Economic, Environmental, Political Analysis

۲ Expert Panel

۳ آن دسته از عوامل کلیدی که کمترین تاثیر پذیری و بیشترین تاثیرگذاری را دارند



شکل۲ : تعیین روابط بین متغیرها

مرحله ۳ : شناسایی سازگاری در روندهای پیشران

در این مرحله، نخست متغیرهای حالت[۱] هر یک از نیروهای پیشران تبیین می شود. برای این منظور از روش ماتریس اثر متوازن[۲] توسط نرم افزار سناریو ویزارد برای یافتن سناریوهای سازگار استفاده شده است. نرم افزار سناریو ویزارد در سال ۲۰۰۸ در دانشگاه اشتوتگارت آلمان، توسط دکتر ولفگانگ ویمر طراحی شده است (Weimer-Jehle, ۲۰۰۸).

در این مرحله به منظور تشکیل ماتریس اثرات متقابل ضروری است تا نحوه و شدت تاثیرگذاری این عوامل بر یکدیگر با کمک کمیته راهبری از طریق پرسشنامه شناسایی شود. در پرسشنامه، نوع اثر هریک از توصیفگرها بر یکدیگر به طور دو به دو مورد بررسی قرار می‌گیرد. در روش CIB هر توصیفگر بر دیگری می‌تواند دارای اثر مثبت (تقویت کننده)، اثر منفی (محدود کننده) و یا بدون تاثیر باشد.

---

۱ Variants (Vi)
۲ Cross Impact Balance

مرحله ۴: استخراج منطق سناریو

با توجه به اینکه در روش تحلیل اثر متوازن این کار براساس سازگاری بین حالت‌های مختلف و ترکیب توصیفگرها صورت می‌گیرد، در نهایت ترکیب‌هایی که سازگار هستند به عنوان منطق اصلی سناریوها قابل بهره‌برداری می‌باشند.

مرحله ۵ : سناریونگاری

در این مرحله "ماتریس اثرات متقابل" به شیوه CIB[۱] تشکیل می شود و با وارد نمودن این مدل به نرم‌افزار سناریو ویزارد، سناریوهای سازگاری که شامل توصیف‌هایی از آینده‌اند تدوین می‌شوند.

۴-وضعیت بازار جهانی نفت سنگین و جایگاه ایران

نفت خام از لحاظ میزان سولفور به نفت خام شیرین (سولفور کم) و ترش(سولفور زیاد) و از لحاظ شاخص API به انواع فوق سبک، سبک، متوسط یا نیمه‌سنگین، سنگین و فوق‌سنگین و همچنین به دو دسته کلی متعارف و نامتعارف تقسیم می‌شود[۲].

برا ساس تعریف آژانس بین‌المللی انرژی، انجمن نفت آمریکا[۳] و شرکتهای معتبر بین‌المللی نظیر توتال و اگزان‌موبیل، نفت متعارف ترکیبی هیدروکربنی است که در شرایط معمول سطح زمین به شکل مایع است و نفت نامتعارف به آن دسته از نفت ها اطلاق می‌شود که با تکنیک‌های پیچیده و غیرمرسوم، تولید شده و بدون گرما دادن یا رقیق کردن نمی‌توان آن را استخراج نمود[۴]. از دیدگاه این مراجع نفت‌هایی با API زیر ۲۲، چگالی بیشتر از ۹۳۴ Kg/m^3 و ویسکوزیته بالاتر از ۱۰۰ Cp نامتعارف در نظر گرفته می شوند[۵].

طبق طبقه‌بندی این مراجع، نفت‌سنگین به نفتی اطلاق می‌شود که API آن بین ۱۰ تا ۲۲,۳ ، دامنه چگالی ۹۳۴ تا ۱۰۰۰ Kg/m^3 و ویسکوزیته در محدوده ۱۰۰ تا ۱۰۰۰۰Cp داشته باشد.[۶] عموما" بخش عمده نفت‌سنگین دارای ویژگی فوق نیازمند

---

۱ Cross Impact Ballance
۲ Clark, M.W., et al., ۲۰۱٤, p ۳۱٥
۳ American Petroleum Institute
٤. IEA, WEO, ۲۱۱۱ ٤
٥ K. Guo et al. (۲۰۱٦)
٦ Færgestad, Schlumberger (۲۰۱٦)

ا ستفاده از رو شهای غیرمر سوم و پیچیده برای ا ستخراج همانند نفت فوق سنگین[۱]، ما سه‌های نفتی یا بیتومن[۲]، نفت شیل[۳] و نفت کروژن[۴] بوده و نامتعارف مح سوب می شوند. اما بخش اندکی از نفت سنگین دارای API نزدیک به ۲۲ به رو شهای مر سوم نیز قابل تولید می باشند و از این لحاظ می توان این بخش محدود را متعارف نامید.

نفت سـنگین ۲۷ درصـد از کل ذخایر مایعات هیدروکربوری قابل اسـتحصـال و ۱۰,۵ درصد از تولید مایعات هیدروکربوری جهان را تشکیل می‌دهد[۵]. باتوجه به داده های مراجع علمی معتبر، از کل ۶۵,۸ میلیارد تن ذخایر نفت سـنگین جهان، ۶۱ در صد آن در منطقه آمریکای جنوبی واقع شده ا ست. خاورمیانه در رتبه دوم ذخایر نفت‌سـنگین قرار دارد که بخش عمده آن در منطقه مشـترک مرزی ایران عراق در غرب کارون و بخشی نیز در منطقه مشترک میان کویت و عربستان واقع شده است.

جدول ۱: پراکندگی جغرافیایی ذخایر نفت‌سنگین در مناطق مختلف جهان (میلیارد تن)

نام منطقه	آمریکای جنوبی	خاورمیانه	آمریکای شمالی	جنوب و شرق آسیا	روسیه و آسیای مرکزی	آفریقا	اروپا	کل جهان
میزان ذخایر	۴۰۲,۶	۱۱۸,۵	۵۳,۵	۴۴,۸	۲۰,۳	۱۰,۹	۷,۴	۶۵۸
سهم از جهان (درصد)	۶۱,۲	۱۸	۸,۱	۶,۸	۳	۱,۶	۱,۱	۱۰۰

Source: Unconventional Petroleum Geology, (۲۰۱۷), p ۳۵۹

۱۰ ک شور ونزوئلا، ایران، کانادا، عراق، ایالات متحده، عرب ستان سعودی، مکزیک، رو سیه، چین و برزیل به ترتیب دارای بالاترین مقدار ذخایر نفت سنگین می‌با شند و مجموع سهم آنها از ذخایر نفت سنگین جهان حدود ۹۴ درصد است و دیگر کشورها مجموعاً حدود ۶ درصـد باقیمانده را تشـکیل می‌دهند. آنگولا، اکوادور، قزاقسـتان و

---

۱ Extra-heavy oil (Bitumen)
۲ Oil sands
۳ Tight oil
٤ Kerogen oil (Oil shale)
٥ USGS, DOE & BP, (۲۰۲۰)

اندونزی از دیگر دارندگان ذخایر نفت سنگین جهان به شمار می‌روند. بخش عمده نفت سنگین ونزوئلا که به تنهایی نیمی از ذخایر نفت سنگین جهان را در اختیار دارد از نوع نامتعارف است.

جدول ۲: کشورهای دارنده بیشترین ذخایر نفت‌سنگین در جهان

نام منطقه	ونزوئلا	ایران	کانادا	عراق	ایالات متحده	عربستان سعودی	مکزیک	روسیه	چین	برزیل	سایر کشورها
میزان ذخایر (میلیارد بشکه)	۲۴۶	۴۲	۳۴	۳۲	۲۸	۲۲	۲۰	۱۲	۱۰	۶	۲۸
سهم از جهان (درصد)	۵۱,۲	۸,۷	۷	۶,۶	۵,۸	۴,۶	۴,۱	۲,۵	۲	۱,۲	۵,۸

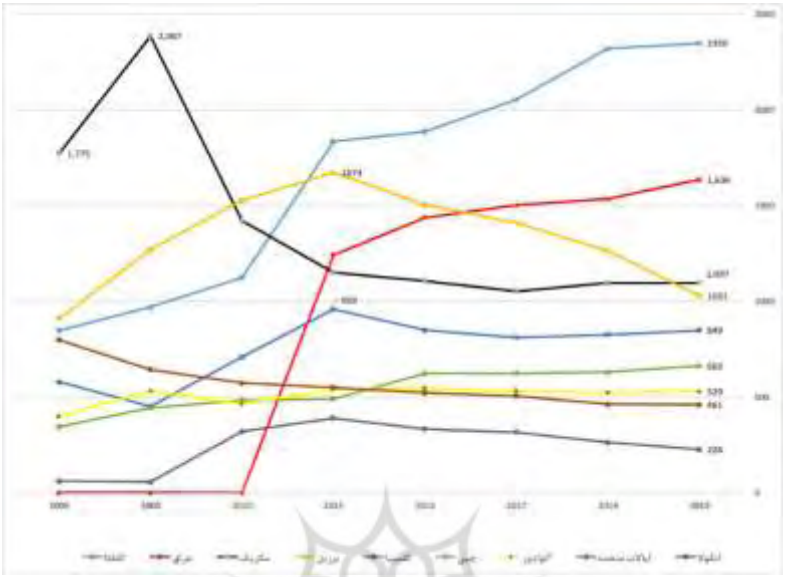
ماخذ : گردآوری شده از منابع مختلف

از کل عرضه نفت جهان در سال ۲۰۱۹ که معادل ۹۷,۸ میلیون بشکه در روز بوده است، ۵۴,۷ میلیون بشکه در روز مربوط به نفت‌های متعارف، ۱۰,۳ میلیون بشکه در روز نفت‌سنگین، ۷,۷ میلیون بشکه در روز نفت شیل، ۳,۷ میلیون بشکه در روز فوق سنگین و بیتومن، ۱۸,۲ میلیون بشکه در روز NGL، ۰,۸ میلیون بشکه در روز کروژن و ۲,۳ میلیون بشکه در روز ناشی از فرآیندهای پالایشی بوده است (ENI, ۲۰۲۰).

بر اساس بررسی داده‌های آماری شرکت انی[۱]، بیشترین سهم از تولید جهانی نفت‌سنگین به ترتیب مربوط به آمریکای شمالی و جنوبی و خاورمیانه با ۶۷,۵ و ۱۷,۲ درصد است. کانادا، عراق، مکزیک، برزیل، کلمبیا، چین، اکوادور، ایالات متحده و آنگولا تولیدکنندگان اصلی نفت‌سنگین جهان می‌باشند و ۸۶ درصد تولید این نفت را در اختیار دارند (شکل ۳).

۱ ENI

شکل ۳. تولیدکنندگان مهم نفت سنگین جهان طی دو دهه اخیر (هزاربشکه در روز)



منبع: محاسبات پژوهش بر اساس گزارش سالهای مختلف شرکت انی

عراق مهمترین عرضـــه‌کننده کنونی نفت‌ســـنگین خاورمیانه با تولید ۱۶۳۶ هزار بـشکه در روز ا ست. ایران با وجود دارا بودن ذخایر نفت سنگین بی شتر از عراق، تنها ۱۳۰ هزار بشکه در روز نفت‌سنگین تولید کرده است. حوزه آسیا و آفریقا به ترتیب با محوریت چین و آنگولا در رتبه‌های بعد قرار دارند. تولید نفت سنگین اروپا، رو سیه و آسیای مرکزی نیز در سطح پایینی می‌باشد (ENI, ۲۰۲۰).

بر اســاس تعاریف مراجع معتبر بین المللی، حدود ۲۷ درصـد از کل ذخایر اثبات شده مایعات هیدروکربروی ایران از نوع نفت سنگین است. درحال حاضر نفت‌سنگین تولیدی از میادین ایران به طور متو سط دارای API معادل ۲۰ و سولفور ۳,۵ در صد می‌باشد. بررسی برنامه جامع توسعه میادین نفتی کشور نشان می‌دهد، ظرفیت تولید از مخازن نفت‌ســـنگین کشــور در صــورت توســعه کامل در بلندمدت در حدود ۱,۸ میلیون بشکه در روز است (یافته های پژوهش).

۵-نتایج پژوهش

معرفی پانل خبره

پانل خبره این پژوهش ۴۰ نفر از صاحبنظران حوزه‌های اقتصاد انرژی، ژئوپلتیک انرژی، متخصصان بخش بالادست و پایین‌دست صنعت نفت، کارشناسان حوزه محیط‌زیست و مسایل اجتماعی شامل اساتید دانشگاه، مدیران و کارشناسان سازمان‌های دولتی و غیردولتی و مجامع بین‌المللی انرژی می‌باشند. ۳۰ تن از اعضای پانل دارای مدرک دکتری و مابقی آنها دارای مدرک کارشناسی ارشد می‌باشند.

در این مطالعه پس از بررسی منابع مختلف مجموعاً ۵۰ عامل در پنج حوزه اجتماعی، فناوری، زیست محیطی، اقتصادی و سیاسی شناسایی شد و پس از بررسی توسط کمیته راهبری که متشکل از ۷ نفر از اعضای پانل می باشد، ۴۴ عامل جهت ارائه به پانل خبره در قالب پرسشنامه تعیین شد. پرسشنامه اول طی دو مرحله اصلاح و نهایتا" با ۷۷ پرسش طراحی و برای تعیین عوامل کلیدی برای اعضای پانل ارسال شد.

نتایج پرسشنامه ها

پرسشنامه این پژوهش براساس روش آزمون شخصیت مایرز-بریگز[۱] طراحی شده است که مبتنی بر تئوری‌های تیپ شخصیتی است. پاسخ ها به دلیل تمایل داوطلبان به طرح کمی موضوعات از طیف ۱ تا ۱۰ نمره‌بندی شده است. پاسخهای بدست آمده براساس نرم افزار SPSS مورد تحلیل قرار گرفت و بر اساس متوسط امتیازات بدست آمده برای عوامل پرسش شده، ۲۷ عامل به عنوان عوامل کلیدی شناسایی شدند.

شناسایی نیروهای پیشران نتایج نرم افزار میک مک

سپس نظرات پانل خبره در خصوص میزان تاثیرگذاری ۲۷ عامل کلیدی بر یکدیگر در چارچوب تحلیل اثرات متقابل دریافت و در نرم افزار میک‌مک وارد گردید. خروجی نرم افزار میک‌مک در قالب نقشه تاثیرگذاری– وابستگی مستقیم[۲] به صورت

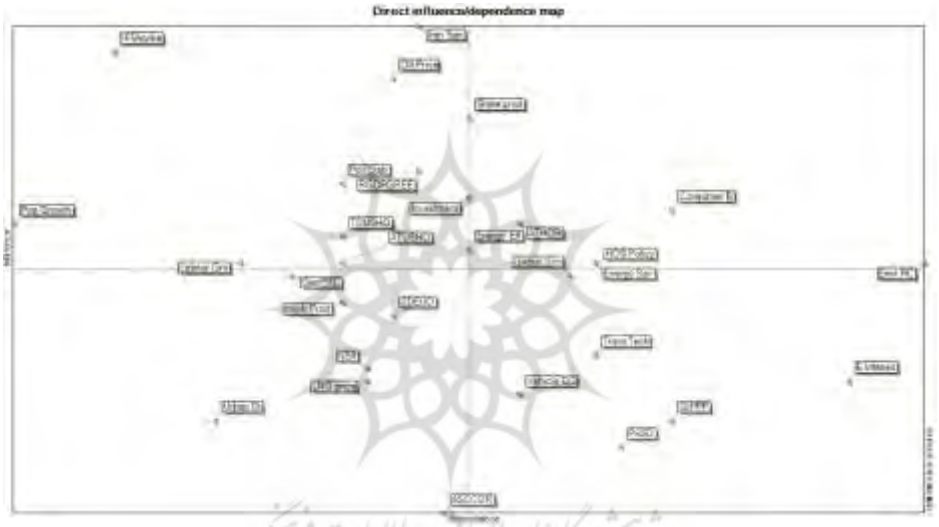
---

۱ Myers-Briggs Type Indicator
۲ Direct Influence/ Dependance Map

شکل زیر نشان داده شده است. عوامل کلیدی که در ربع ۱ قرار می‌گیرند در واقع بیشترین تاثیرگذاری بر سایر عوامل و کمترین تاثیرپذیری را دارند و به عنوان نیروهای پیشران شناخته می‌شوند.

ربع دوم هم در برگیرنده عوامل با تاثیرگذاری بالا و همزمان تاثیرپذیری بالا می‌باشند. از دیدگاه برخی صاحبنظران حوزه آینده‌نگاری، به دلیل نقش مکمل و قابل اعتنای این عوامل در ترسیم آینده های محتمل، از این عوامل نیز علاوه بر نیروهای پیشران در مرحله تدوین سناریو می‌توان استفاده کرد.

شکل ۴. نقشه پراکندگی عوامل و جایگاه آن ها در محور تاثیرگذاری- تاثیرپذیری



نتایج بدست آمده حاکی از شناسایی ۱۲ نیروی پیشران و ۵ مولفه پیوندی یا مکمل بوده است.۱۲ نیروهای پیشران[۱] شناسایی شده عبارتند از :

رشد جمعیت، توسعه فناوری‌های بهره‌برداری از نفت سنگین در سطح جهان، دسترسی ایران به فناوری‌های توسعه بالادستی نفت سنگین، رشد نیروی کار ماهر، میزان سرمایه گذاری در زیرساختهای انرژی، نرخ رشد تولید ناخالص داخلی اقتصادهای نوظهور بویژه چین و هند، قیمت نفت، رشد کارایی انرژی، رشد تولید نفت شیل و تحریم ایران، شوکهای جهانی نظیر بحرانهای مالی بین‌المللی یا شیوع بیماریهای فراگیر، ثبات سیاسی کشورهای صادرکننده نفت.

---

۱ Driving force

۵ عامل پیوندی یا مکمل[۱] شناسایی شده نیز عبارتند از :

الگوی مصرف، توسعه فناوری‌های صرفه جویی انرژی، دسترسی ایران به فناوری‌های پالایش نفت سنگین، سیاست کشورهای تولیدکننده نفت سنگین، ملاحظات زیست محیطی و تعهد جامعه جهانی به مدیریت انتشار کربن.

شناخت حالات محتمل نیروهای پیشران

با مشارکت پانل خبره این پژوهش، ۴۶ حالت مختلف برای ۱۲ نیروی پیشران و ۱۷ حالت مختلف برای ۵ عامل کلیدی مکمل و در مجموع ۶۳ حالت مختلف برای توصیفگرها به شرح جدول ۱ تبیین گردید.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

۱ Relay Factor

جدول ۳ : مجموع حالات یا وضعیت های احتمالی آینده عوامل کلیدی (نیروهای پیشران و عوامل مکمل)

تعداد	توصیفگرها	حالت ۱	حالت ۲	حالت ۳
	Descriptors	Variant [1]	Variant [2]	Variant [3]
1	(A) نرخ رشد جمعیت ایران تا افق ۲۰۴۰	(A1) نرخ رشد پایین (حدود ۰.۵ درصد نرخ رشد سالانه)	(A2) نرخ رشد متوسط (حدود ۰.۸ درصد نرخ رشد سالانه)	(A3) نرخ رشد متوسط (حدود ۱.۱ درصد نرخ رشد سالانه)
2	(B) توسعه فناوری‌های بالادستی بهره‌برداری از منابع تفت سنگین	(B1) ضعیف	(B2) متوسط	(B3) بالا
3	(C) قیمت نفت در افق ۲۰۴۰	(C1) پایین (محدوده ۳۰ تا ۵۰ دلار در هر بشکه)	(C2) متوسط / مرجع (محدوده ۵۰ تا ۷۰ دلار در هر بشکه)	(C2) بالا (محدوده ۷۰ تا ۹۰ دلار در هر بشکه)
4	(D) متوسط نرخ رشد اقتصادی چین و هند (در دوره ۲۰۱۵– ۲۰۴۰ بر اساس شاخص برابری قدرت خرید)	(D1) پایین (کمتر از ۴.۵ درصد)	(D2) متوسط (محدوده ۴.۵ تا ۶ درصد)	(D2) بالا (بیش از ۶ درصد)
5	(E) دسترسی ایران به فناوری‌های بالادستی بهره‌برداری از منابع تفت سنگین	(E1) عدم دسترسی	(E2) دسترسی محدود امکان بهره‌برداری از برخی روشهای حرارتی و غیر حرارتی متعارف	(E2) دسترسی نامحدود امکان بهره‌برداری از همه روشهای حرارتی و غیر حرارتی روز جهان
6	(F) رشد نیروی کار ماهر	(F1) پایین	(F2) متوسط	(F3) بالا
7	(G) میزان سرمایه‌گذاری در زیرساختهای مرتبط با نفت سنگین تا افق ۲۰۴۰	(G1) اندک کمتر از یک میلیارد دلار در سال	(G2) متوسط محدوده یک تا دو میلیارد دلار در سال	(G3) زیاد بیش از دو میلیارد دلار در سال
8	(H) رشد کارایی انرژی در ایران	(H) رشد کم (وضع موجود)	(H) رشد زیاد	
9	(I) میزان تولید نفت شیل	(I1) اندک محدوده ۷ تا ۹ میلیون بشکه در روز	(I2) متوسط محدوده ۹ تا ۱۱ میلیون بشکه در روز	(I3) زیاد محدوده بالای ۱۱ میلیون بشکه در روز
10	(J) بحرانهای بین‌المللی تظیر بحرانهای مالی بین‌المللی یا شیوع بیماریهای همه گیر و...	(J1) بحرانهای جهانی با تاثیر کوتاه مدت و میان مدت	(J1) بحرانهای جهانی با آثار بلندمدت	
11	(K) ثبات سیاسی کشورهای صادرکننده نفت	(K1) بی ثباتی کامل	(K1) ثبات نسبی	(K1) ثبات کامل
12	(L) تحریم ایران	(L1) عدم تحریم	(L2) تحریم چند جانبه	(L3) تحریم همه جانبه
			(تحریم ایالات متحده و هم پیمانان)	(تحریم های همه جانبه سازمان ملل)
13	(M) دسترسی ایران به فناوری‌های پایین دستی بالایش نفت سنگین	(M1) عدم دسترسی	(M1) دسترسی محدود به تکنولوژی های متعارف و مرسوم HCC، RFCC کوکینگ و غیره	(M1) دسترسی تا محدود به آخرین تکنولوژی های HCC، RFCC کوکینگ و غیره
14	(N) توسعه فناوری‌های ذخیره سازی انرژی	(N1) پایین (وضع موجود)	(N2) بالا (سطح استانداردهای جهانی)	
15	(O) رفتار مصرف کننده (الگوی مصرف)	(O1) غیر بهینه عدم تغییر در تفکر و رفتار های هوشمندانه در استفاده بهینه از انرژی و کاهش انتشار کربن (تظیر استفاده اندک از تجهیزات با مصرف انرژی بالا و...)	(O2) بهینه تغییر اساسی در تفکر و رفتار های هوشمندانه در استفاده بهینه از انرژی و کاهش انتشار کربن (تظیر استفاده اندک از تجهیزات با مصرف انرژی بالا و...)	
16	(P) ملاحظات زیست محیطی و انجام تعهدات بین‌المللی	(P1) رفتار انفعالی در قالب پایبندی به تعهدات الزام آور و اجتناب تایید بر بین‌المللی مربوط به انتشار کربن مطابق اسلاس پاریس ۲۰۱۵ و...	(P2) مشارکت فعالانه و استفاده حداکثری از سازوکارهای تامین مالی مربوط به کاهش انتشار کربن تظیر CDM, H2020, JICA, JCM	
17	(Q) سیاست کشورهای اصلی تولیدکننده نفت سنگین	(Q1) تولید پایین نفت سنگین (تولید کمتر از ۲۵ درصد ظرفیت تولید نفت سنگین جهان به دلیل محدودیتهای فنی، مالی و مسایل ژئوپلیتیک)	(Q2) تولید متوسط نفت سنگین (تولید حدود ۵۰ درصد ظرفیت تولید نفت سنگین جهان)	(Q3) تولید بالای نفت سنگین (تولید بیش از ۷۵ درصد ظرفیت تولید نفت سنگین جهان) با نقش محوری ونزوئلا، عراق، کانادا و...

منبع: یافته های پژوهش

با طراحی وضعیتها و تهیه ماتریس ۶۳*۶۳ مجدداً پرسشنامه ۲ تهیه و در اختیار پانل خبره قرار گرفت. خبرگان با طرح این سوال که "اگر هریک از وضعیتهای ۶۳ گانه اتفاق بیفتد چه تاثیری بر وقوع و یا عدم وقوع سایر وضعیتها خواهد داشت؟" به تکمیل پرسشنامه براساس سه ویژگی توانمندساز، بی‌تاثیر و محدودیت ساز اقدام کردند و با درج ارقامی بین ۳- و ۳+ میزان تاثیرگذاری هر کدام از وضعیتها را بر سیستم مشخص کردند. با جمع‌آوری داده‌ها که توسط صاحبنظران فراهم گردید، امکان استفاده از نرم‌افزار سناریو ویزارد فراهم گردید (جدول ۴).

جدول ۴ : ماتریس اثرات متقاطع حاصل از نظرات خبرگان

منبع: یافته های پژوهش

باتوجه به نظر کمیته راهبری و با اتکا به ادبیات علمی سناریونویسی، مؤلفه نرخ رشد جمعیت از نوع مؤلفه‌های روندی بوده و لذا از مجموع توصیفگرها حذف گردید. لذا نهایتاً ۱۶ توصیفگر با ۶۰ حالت برای استخراج سناریوها وارد نرم افزار سناریو ویزارد شده است.

خروجی نرم افزار سناریو ویزارد با درنظر گرفتن حداقل شاخص ناسازگاری سناریوها (نا سازگاری صفر)[1] و بالاترین سطح شاخص امتیاز مجموع تأثیرات[2] ۱۶ سناریو می‌باشد.

معرفی سناریوها: داستان سناریوها

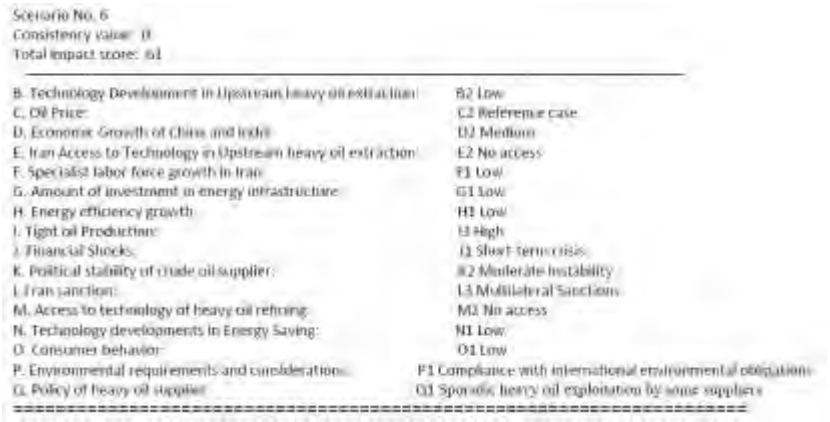
با بررسی۱۶ سناریوی نهایی و پس از صحه‌گذاری و اعتبارسنجی آنها، پنج سناریو دارای بالاترین سطح سازگاری و بیشترین امتیاز مجموع تاثیرات انتخاب گردید و داستان سناریو به شرح زیر نگاشته شد.

به منظور کمی‌سازی تولید و صادرات نفت‌سنگین کشور در هریک از سناریوها، با تکیه به نظرات خبرگان فروض زیر درنظر گرفته شده است:

- میزان تولید نفت سنگین ایران در افق ۲۰۴۰ در سناریوهای ۵گانه متفاوت از یکدیگر، حداقل در سطح سال ۲۰۲۰ (۱۳۰ هزار بشکه) و حداکثر ۱,۸ میلیون بشکه در روز خواهد بود.
- مجموع مجوزهای اعطاشده برای احداث پالایشگاههای نفت سنگین معادل ۱,۲ میلیون بشکه در روز می باشد که به‌عنوان سقف ظرفیت پالایش نفت سنگین تعیین شد.
- در سناریوهای "شرق‌بدون‌غرب"، "فرصتهای ازدست‌رفته" و "پیوند با جهان" به ترتیب ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ درصد ظرفیت تولید و پالایش نفت سنگین محقق خواهدشد.

سناریوی ۱: "در هزارتوی تحریم"

این سناریو آینده‌ای را ترسیم می‌کند که در آن با برطرف شدن اثر بحران کرونا بر بازارهای انرژی و اقتصاد کشورها در کوتاه مدت، قیمت نفت در محدوده مرجع (متوسط) ۵۰ تا ۷۰ دلار در هر بشکه قرار می‌گیرد. همچنین باتوجه به تحریم همه جانبه صنعت نفت ایران، عملاً دسترسی به فناوری بهره‌برداری از مخازن نفت سنگین و پالایش آن در ایران وجود نخواهد داشت. تولید بالای نفت شیل ایالات متحده، ثبات نسبی کشورهای تولیدکننده نفت متعارف، رشد اندک فناوری‌های بالادستی بهره‌برداری از نفت سنگین در جهان اقبال به سرمایه‌گذاری در این حوزه را کاهش داده و عرضه نفت سنگین توسط کشورهای دارنده ذخایر عظیم این نوع نفت نیز در سطح پایینی است. در این سناریو، تولید نفت سنگین ایران در افق ۲۰۴۰ عملاً در سطح سال ۲۰۲۰ و حدود ۱۳۰ هزار بشکه در روز پیش‌بینی می شود و با توجه به عدم امکان ایجاد واحدهای پالایش نفت‌سنگین در این سناریو، میزان صادرات نیز در همین سطح خواهد ماند. در نتیجه افزایش خاصی در صادرات نفت سنگین ایران بوقوع نخواهد پیوست.



Scenario No. 6
Consistency value: 0
Total impact score: 61

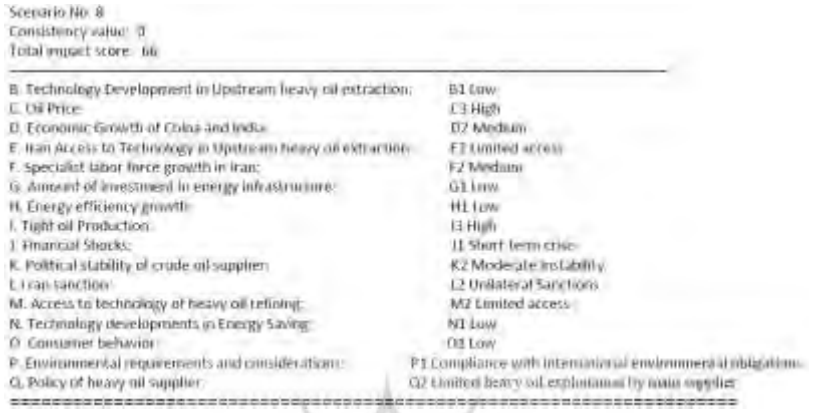
B. Technology Development in Upstream heavy oil extraction:	B2 Low
C. Oil Price:	C2 Reference case
D. Economic Growth of China and India:	D2 Medium
E. Iran Access to Technology in Upstream heavy oil extraction:	E2 No access
F. Specialist labor force growth in Iran:	F1 Low
G. Amount of investment in energy infrastructure:	G1 Low
H. Energy efficiency growth:	H1 Low
I. Tight oil Production:	I3 High
J. Financial Shocks:	J1 Short-term crisis
K. Political stability of crude oil supplier:	K2 Moderate instability
L. Iran sanction:	L3 Multilateral Sanctions
M. Access to technology of heavy oil refining:	M2 No access
N. Technology developments in Energy Saving:	N1 Low
O. Consumer behavior:	O1 Low
P. Environmental requirements and considerations:	P1 Compliance with international environmental obligations
Q. Policy of heavy oil supplier:	Q1 Sporadic heavy oil exploitation by some suppliers

سناریوی ۲ : "شرق بدون غرب"

این سناریو آینده‌ای را ترسیم می‌کند که در آن با برطرف شدن اثر بحران کرونا بر بازارهای انرژی و اقتصاد کشورها در میان مدت، قیمت نفت در بازارهای جهانی در محدوده ۷۰ تا ۹۰ دلار در هر بشکه قرار خواهد داشت. به دلیل قیمت بالای نفت خام، رشد اقتصادی چین و هند و سایر اقتصادهای نوظهور در سطح متوسط خواهد بود و تولید نفت شیل در سطح بالایی خواهد بود. میزان تولید نفت سنگین در کشورها نسبت به سناریو قبل شرایط بهتری دارد و تقریباً نیمی از ظرفیت تولید نفت سنگین جهان وارد بازار خواهد شد. در عین حال، به دلیل اقبال به سرمایه‌گذاری در بخش انرژی‌های تجدیدپذیر و سوختهای پاک، افت محسوس سرمایه‌گذاری در بخش بالادستی نفت و گاز و تاخیر در اجرای طرحهای بالادستی و پایین‌دستی نفت مشهود خواهد بود.

در این سناریو، ایران تحت تحریم‌های چندجانبه از سوی ایالات متحده و برخی هم پیمانان او قرار خواهد داشت اما فشارهای سیاسی و محدودیت‌های ایجاد شده برای ایران کمتر از سناریوی اول است. ایران برای برون رفت از شرایط سخت اقتصادی و سیاسی تحریم، سیاست چرخش به شرق و تعامل با چین را در پیش گرفته است. به دلیل وجود تحریم‌های ایالات متحده و نگرانی شرکتهای چینی از پیامدهای منفی حضور در صنعت نفت ایران، تعامل با چین از حیث سرمایه‌گذاری در بخش بالادست و پایین‌دست صنعت نفت دستاورد محدودی برای ایران دارد. همکاری با چین منجر به رشد محدود تولید و صادرات نفت سنگین ایران خواهد شد. بر اساس فرض اساسی این سناریو انتظار می‌رود ظرفیت تولید و پالایش نفت سنگین

به‌ترتیب به ۴۵۰ و ۳۰۰ هزار بشکه در روز افزایش یابد. لذا تمام نفت سنگین تولیدی یا معادل ۱۵۰ هزار بشکه در روز (درصورت احداث پالایشگاه نفت‌سنگین با مشارکت شرکتهای چینی)، قابل صادرات خواهد بود.


Scenario No: 8
Consistency value: 0
Total impact score: 66

B. Technology Development in Upstream heavy oil extraction:	B1 Low
C. Oil Price:	C3 High
D. Economic Growth of China and India:	D2 Medium
E. Iran Access to Technology in Upstream heavy oil extraction:	E2 Limited access
F. Specialist labor force growth in Iran:	F2 Medium
G. Amount of investment in energy infrastructure:	G1 Low
H. Energy efficiency growth:	H1 Low
I. Tight oil Production:	I3 High
J. Financial Shocks:	J1 Short term crisis
K. Political stability of crude oil supplier:	K2 Moderate Instability
L. Iran sanction:	L2 Unilateral Sanctions
M. Access to technology of heavy oil refining:	M2 Limited access
N. Technology developments in Energy Saving:	N1 Low
O. Consumer behavior:	O3 Low
P. Environmental requirements and considerations:	P1 Compliance with international environmental obligations
Q. Policy of heavy oil supplier:	Q2 Limited heavy oil exploitation by main supplier

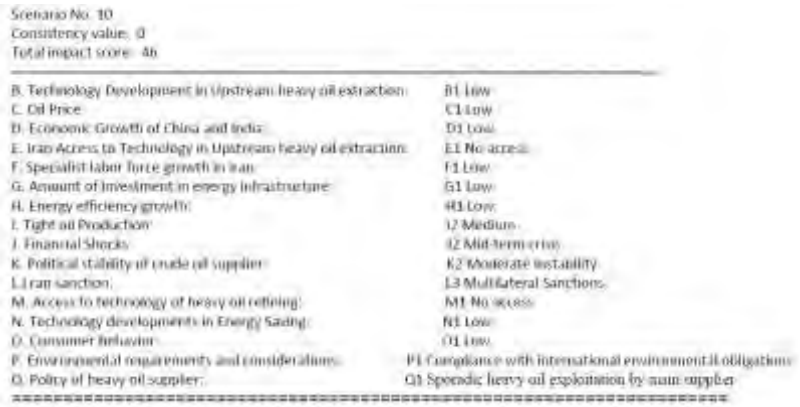
سناریوی ۳: "ویروس بزرگ"

این سناریو آینده‌ای را تر سیم می‌کند که در آن به دلیل جهش‌های مختلف و متوالی ویروس کووید ۱۹، بازارهای جهانی انرژی درگیر پیامدهای این بحران در بلندمدت خواهد بود که بطور مستمر سرمایه‌گذاری در بخش نفت را تحت تاثیر قرار خواهد داد. کشورها و شرکت‌های مختلف بین‌المللی سرمایه‌گذاری گسترده در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر انجام داده‌اند و سـرمایه‌گذاری در بخش نفت جزو اولویتهای شرکت‌های بین‌المللی صاحبنام نیست.

باتوجه به رشد اندک تقاضا، قیمت نفت در سطح پایین (محدوده ۳۰ تا ۵۰ دلار) قرار دارد و به دلیل وجود ظرفیت مازاد عرضه نفت‌خام متعارف و نفت شیل، توسعه فناوری‌های بهره‌برداری از منابع نفت سنگین در سطحی پایین و تولید این نوع نفت کمتر از دو سناریوی قبل خواهد بود. به دلیل ادامه‌دار شدن بحران کرونا، نرخ رشد اقتصادی چین و هند بر خلاف دو سناریوی پیشین در کمترین حالت خواهد بود.

ایران همچنان تحت تحریم‌های چندجانبه مشابه سال ۲۰۲۰ است. تحریمهای ایالات متحده و ادامه تنش‌های سیاسی با غرب و ادامه دار شدن بحران کووید ۱۹ و اقبال فزاینده به سـوی انرژی های تجدیدپذیر نیز ایران را در جذب سـرمایه‌گذاری خارجی در صنعت نفت با مشکلات جدی مواجه ساخته است. درنتیجه دستیابی ایران به فناوری‌های توسعه منابع نفت سنگین و احداث واحدهای پالایشی این نوع

نفت بسیار سخت و غیرممکن است. در این سناریو میزان تولید و صادرات نفت سنگین نسبت به سال ۲۰۲۰ تفاوت محسوسی نخواهد داشت.


Scenario No. 10
Consistency value: 0
Total impact score: 46

B. Technology Development in Upstream heavy oil extraction:	B1 Low
C. Oil Price:	C1 Low
D. Economic Growth of China and India:	D1 Low
E. Iran Access to Technology in Upstream heavy oil extraction:	E1 No access
F. Specialist labor force growth in Iran:	F1 Low
G. Amount of investment in energy infrastructure:	G1 Low
H. Energy efficiency growth:	H1 Low
I. Tight oil Production:	I2 Medium
J. Financial Shocks:	J2 Mid-term crisis
K. Political stability of crude oil supplier:	K2 Moderate instability
L. Iran sanction:	L3 Multilateral Sanctions
M. Access to technology of heavy oil refining:	M1 No access
N. Technology developments in Energy Saving:	N1 Low
O. Consumer Behavior:	O1 Low
P. Environmental requirements and considerations:	P1 Compliance with international environmental obligations
Q. Policy of heavy oil supplier:	Q1 Sporadic heavy oil exploitation by main supplier

سناریوی۴: "پیوند با جهان"

این سناریو آینده‌ای را ترسیم می‌کند که به دلیل تاخیر در اجرای پروژه‌های نفتی ناشی از بحران کرونا و کاهش ظرفیت عرضه از یکسو و بازگشت فعالیتهای اقتصادی به شرایط قبل از بحران، بهبود رشد اقتصاد جهان و افزایش تقاضای نفت از سوی دیگر، سطح قیمت نفت در محدوده ۷۰ تا ۹۰ دلار در هر بشکه قرار خواهد داشت. همچنین رشد اقتصادی چین و هند و سایر اقتصادهای نوظهور در سطح متوسط قرار دارد. باتوجه به سیاست ایالات متحده برای تولید حداکثری نفت خام، تولید نفت شیل در سطح بالایی قرار دارد. سرمایه‌گذاری جهانی در نفتهای نامتعارف به نفت شیل محدود نشده و نفتهای سنگین نیز با اقبال سرمایه‌گذاران مواجه می‌شود. بنابراین فناوری‌های بهره‌برداری از منابع نفت سنگین دارای رشد قابل توجهی است و به تبع آن تولید نفت سنگین در کشورهای دارنده نفت سنگین افزایش می‌یابد.

تحریمهای بین‌المللی یکجانبه و چندجانبه وضع شده علیه ایران مرتفع می‌گردد. درنتیجه سرمایه‌گذاری در صنعت نفت افزایش و دسترسی کامل به فناوری‌های روز دنیا جهت بهره‌برداری از منابع نفت سنگین و ایجاد مجتمع‌های پالایش این نوع نفت محقق می‌شود.

با بهبود سطح تقاضای انرژی در سطح جهان، رفع تحریمها و مدیریت مصرف داخلی نفت و گاز و آزاد شدن ظرفیتهای جدید برای صادرات، شرایط برای کسب سهم حداکثری ایران از بازار نفت با تکیه به ظرفیت تولید از میادین نفت سنگین فراهم است. در این سناریو، انتظار می‌رود ظرفیت تولید نفت‌سنگین ایران به ۱,۸ میلیون بشکه در روز افزایش یابد. با فرض تحقق تمام ۱,۲ میلیون بشکه در روز ظرفیت پالایش نفت‌سنگین به عنوان سناریوی خوشبینانه، میزان صادرات نفت سنگین در این سناریو به ۶۰۰ هزار بشکه در روز خواهد رسید. در این سناریو، سطح تولید و صادرات نفت سنگین ایران در بالاترین سطح خود در افق ۲۰۴۰ خواهد بود.

Scenario No. 11
Consistency value: 0
Total impact score: 45

B. Technology Development in Upstream heavy oil extraction:	B2 Medium
C. Oil Price:	C3 High
D. Economic Growth of China and India:	D3 Medium
E. Iran Access to Technology in Upstream heavy oil extraction:	E3 Full access
F. Specialist labor force growth in Iran:	F3 High
G. Amount of investment in energy infrastructure:	G3 High
H. Energy efficiency growth:	H3 High
I. Tight oil Production:	I3 High
J. Financial Shocks:	J1 Short-term crisis
K. Political stability of crude oil supplier:	K2 Moderate instability
L. Iran sanction:	L1 No Sanctions
M. Access to technology of heavy oil refining:	M3 Full access
N. Technology developments in Energy Saving:	N3 High
O. Consumer behavior:	O3 High
P. Environmental requirements and considerations:	P2 Full development of carbon emissions management
Q. Policy of heavy oil supplier:	Q2 Limited heavy oil exploitation by main suppliers

سناریوی ۵ : "فرصتهای از دست رفته"

در این سناریو تمرکز شرکت‌های نفتی بین‌المللی بر سرمایه‌گذاری در زمینه سوختهای پاک و انرژی‌های تجدیدپذیر و مدیریت انتشار کربن است و بخش بالادست نفت از جذابیت گذشته برخوردار نیست. قیمت نفت خام در محدوده ۵۰ تا ۷۰ دلار قرار دارد و وضعیت نرخ رشد اقتصادی هند و چین در محدوده متوسط است. ایالات متحده به تولید حداکثری نفت شیل مبادرت ورزیده و با رشد تولید نفت عربستان، عراق، برزیل، امارات متحده عربی، کانادا، روسیه و ... نفت کافی در بازار وجود دارد.

با رفع تحریمها، ایران قادر به جذب سرمایه‌های خارجی در صنعت نفت می‌باشد. اما به دلیل تجربه خروج ایالات متحده از توافق هسته‌ای با ایران، شرکت‌های تراز اول

بین‌المللی حاضر به ریسک سرمایه‌گذاری قابل توجه در مگاپروژه‌های نفتی ایران نظیر توسعه مخازن نفت سنگین یا احداث واحدهای پالایشی نفت سنگین نخواهند شد.

به دلیل رشد بسیار اندک فناوری‌های توسعه منابع نفت سنگین در این سناریو، تولید کشورهای دارای منابع نفت سنگین نیز از وضعیت قابل قبولی برخوردار نیست و سطح تولیدات پایین است.

به دلیل اقبال جهانی به مدیریت تقاضای انرژی و کاهش انتشار کربن و عدم تحریم ایران، بهینه سازی م صرف انرژی و سطح کارایی انرژی در سطح قابل قبولی است. مدیریت تقاضای سوخت و بهبود وضعیت کارایی انرژی در کنار دسترسی محدود به فناوری‌های بالادستی و پایین‌دستی برخی شرکت‌های بین‌المللی، وضعیت صادرات نفت سنگین را در مقایسه با سال پایه ۲۰۲۰ در شرایط بهتری قرار داده است.

در این سناریو، با فرض تحقق ۵۰ درصد ظرفیت تولید و پالایش نفت سنگین، تولید و پالایش این نوع نفت‌خام حدود ۹۰۰ و ۶۰۰ هزار بشکه در روز خواهدشد. درنتیجه میزان صادرات نفت سنگین کشور در سطح ۳۰۰ هزار بشکه پیش‌بینی می‌شود.

Scenario No: 14
Consistency value: 0
Total impact score: 47

B. Technology Development in Upstream heavy oil extraction:	B1 Low
C. Oil Price:	C2 Reference
D. Economic Growth of China and India:	D2 Medium
E. Iran Access to Technology in Upstream heavy oil extraction:	E2 Limited access
F. Specialist labor force growth in Iran:	F1 Low
G. Amount of investment in energy infrastructure:	G1 Low
H. Energy efficiency growth:	H1 Low
I. Tight oil Production:	I3 High
J. Financial Shocks:	J1 Short-lasting crisis
K. Political stability of crude oil supplier:	K2 Moderate instability
L. Iran sanction:	L1 No Sanctions
M. Access to technology of heavy oil refining:	M2 Limited access
N. Technology developments in Energy Saving:	N2 Medium
O. Consumer behavior:	O2 Medium
P. Environmental requirements and considerations:	P1 Compliance with international environmental obligations
Q. Policy of heavy oil suppliers:	Q3 Sporadic heavy oil exploitation by some suppliers

جمع بندی و نتیجه گیری

سناریونویسی یکی از روشهای متداول و مهم آینده‌نگاری است که به دلیل ماهیت بازارهای انرژی، در دهه های اخیر با استقبال ویژه‌ای از سوی شرکتها و سازمانهای معتبر بین‌المللی مواجه شده است. مطالعات انجام شده و تجارب شرکت‌های موفقی نظیر شل و موسساتی نظیر آژانس بین‌المللی انرژی در زمینه آینده نگاری حاکی از ضرورت استفاده از روشهای کمی – کیفی بجای روشهای صرفاً کیفی و صرفاً کمی در حوزه انرژی در بلندمدت است. بر این اساس در این مقاله برای تدوین سناریوهای محتمل صادرات نفت سنگین ایران در افق ۲۰۴۰ از روش تحلیل اثرات متقابل که رو شی کمی – کیفی ا ست، ا ستفاده شده ا ست. هدف ا صلی روش تحلیل اثرات متقابل، تحلیل شبکه‌ای از اثرات با ترکیب روشهای کیفی (هنگام شنا سایی عوامل کلیدی، تو صیفگرها، حالتها و اثرات متقابل آنها) و رو شهای کمی (روشهای حل ماتریسی و شاخصهای شبکه ای و تحلیل قضاوتهای خبرگان و تبدیل آن به سناریوهای با ناسازگاری صفر) است که در آن تلاش می‌شود روابط بین عوامل مختلف در شبکه تأثیرات شناسایی شود تا تصویری سازگار از رفتار شبکه بدست آید.

در این پژوهش ۴۴ عامل با روش پویش محیطی شناسایی شد که در ادامه با دریافت آرای خبرگان طی دو مرحله نهایتاً ۲۷ عامل کلیدی احصاء گردید. با کمک نرم افزار میک‌مک ۱۲ عوامل کلیدی به عنوان نیروهای پیشران و ۵ عامل کلیدی به عنوان مولفه های مکمل توصیفگر آینده شناسایی شدند. در ادامه با اتکا به ادبیات علمی و کمک خبرگان، ۶۰ حالات محتمل و منطقی برای ۱۶ توصیفگر تبیین شد، سپس با استفاده از پرسشنامه نحوه تاثیرگذاری هریک از حالات توصیفگرها بر حالات دیگر توصیفگرها تحلیل و از طریق نرم افزار سناریو ویزارد نهایتاً ۱۶ سناریوی قوی با سازگاری بالا (سناریوهای باورکردنی) استخراج گردید. پس از صحه گذاری و اعتبار سنجی تو سط خبرگان پنج سناریو با عناوین "در هزار توی تحریم"، " شرق بدون غرب" ،" ویروس بزرگ "، "پیوند با جهان" و "فرصتهای از دست رفته" بدست آمد.

در سناریوهای "در هزار توی تحریم" و "ویروس بزرگ" تحریمها در حالت همه جانبه است، دسترسی به فناوری‌های نوین استخراج و بهره برداری از منابع نفت سنگین و احداث پالایشگاههای نفت سنگین محتمل نیست. تفاوت این دو سناریو در

قیمت نفت، وضعیت تولید نفت شیل، اثرات بحران کرونا بر بازارهای جهانی نفت و ... است. صادرات نفت‌سنگین در این دو سناریو رشدی نخواهد داشت.

در سناریوی "شرق بدون غرب"، وضعیت تحریم بصورت یکجانبه از سوی ایالات متحده است و اجماع جهانی علیه ایران وجود ندارد. امیدهای صنعت نفت به تعامل با چین برای سرمایه‌گذاری در بخش بالادست و پایین دست نفت سنگین به پشتوانه سند همکاری راهبردی بلندمدت دو کشور، نتایج محدودی در پی خواهد داشت.

باتوجه‌به وجود تحریمهای ایالات‌متحده، چین صرفاً اقدام به تامین فاینانس برخی پروژه های نفتی ایران خواهد نمود. در این سناریو در صورت برداشت نفت توسط شرکتهای چینی به‌عنوان بازپرداخت، عملاً تنها بازار نفت سنگین صادراتی ایران، چین خواهد بود. درصورتی که ایران در این سناریو در بلندمدت موفق به راه‌اندازی پتروپالایشگاهها با قابلیت دریافت نفت سنگین با مشارکت شرکتهای چینی شود، ۳۰۰ هزار بشکه از ۴۵۰ هزار بشکه نفت سنگین تولیدی قابل تبدیل به محصولات پتروشیمی و فرآورده‌های نفتی است. به دلیل وجود تحریم‌ها، نفت سنگین باقیمانده نیز برای صادرات راهی بازار چین می‌شود.

در دو سناریوی "پیوند با جهان" و "فرصتهای از دست رفته"، ایران از فضای تحریم‌های بین‌المللی به طور کامل خارج شده است. در سناریوی "پیوند با جهان"، با حضور فعال شرکت‌های بین‌المللی و انجام سرمایه‌گذاری و انتقال دانش فنی حجم تولید و صادرات نفت سنگین جهش چشمگیری خواهد داشت و انتظار می رود تمام ظرفیت تولید و پالایش نفت سنگین کشور به ترتیب به میزان ۱,۸ و ۱,۲ میلیون بشکه در روز محقق گردد. در این سناریو میزان نفت سنگین دردسترس برای صادرات حدود ۶۰۰ هزار بشکه در روز پیش بینی می‌شود. اما در سناریوی "فرصتهای از دست رفته"، به دلیل اقبال نظام بین‌المللی به توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر، جذب سرمایه‌گذاری و انتقال دانش فنی تولید و پالایش نفت سنگین با محدودیت هایی مواجه خواهد شد و نتیجتاً تولید و پالایش نفت سنگین به ترتیب در حدود ۹۰۰ و ۶۰۰ هزار بشکه در روز و ۵۰ درصد سناریو "پیوند با جهان" خواهد بود. در این سناریو میزان نفت سنگین دردسترس برای صادرات حدود ۳۰۰ هزار بشکه در روز می‌باشد.

منابع

- رهبر، فرهاد؛ سیف الدین اصل، امیرعلی ؛ شاه حسینی، محمدعلی و نیازی، عیسی (۱۳۹۶). سناریونویسی بهای نفت خام بر اساس شناسایی عوامل کلیدی و تجزیه و تحلیل فعل و انفعالات بازیگران. بهبود مدیریت، سال یازدهم، شماره۴ ، پیاپی ۳۸، صص ۹۱- ۱۳۵.
- قا سمیان، سلیمان، (۱۳۹۳)، "چ شم انداز بازار نفت فوق سنگین و راهبردهای پیشنهادی برای صنعت نفت کشور"، ماهنامه اکتشاف و تولید نفت و گاز، ۱۱۸.
- علیزاده، عزیز و وحید وحیدی مطلق. امیر ناظمی(۱۳۸۷) ؛ ســـناریونگاری یا برنامه‌ریزی بر پایه سناریوها، تهران. مؤسسه مطالعات بین المللی انرژی.
- چهار ســوقی، ســید کمال؛ رحمتی، مهرداد؛ معمارپور، مهدی؛ رجب زاده قطری، علی (۱۳۹۱). آینده پژوهی در حوزه انرژی و ارزیابی راهبردهای مدیریت انرژی کشور با استفاده از برنامه‌ریزی سناریو. بهبود مدیریت. شماره ۴. صص ۵-۳۳

- Alipour, M., R. Hafezi, M. Amer and A. N. Akhavan (۲۰۱۷). "A new hybrid fuzzy cognitive map-based scenario planning approach for Iran's oil production pathways in the post–sanction period." Energy ۱۳۵: ۸۵۱-۸۶۴.
- Amer M, Daim TU, Jetter A (۲۰۱۳) A review of scenario planning. Futures ۴۶:۲۳–۴۰
- Ansari, D. and F. Holz (۲۰۱۹). "Anticipating global energy, climate and policy in ۲۰۵۵: Constructing qualitative and quantitative narratives." Energy Research & Social Science ۵۸: ۱۰۱۲۵۰.
- Azadi, A.K., Yarmohammad, M.H., ۲۰۱۱. Analysis of Iran's crude oil export future capacity. Energy Policy ۳۹ (۶), ۳۳۱۶e۳۳۲۶.
- Benedict, B. A. (۲۰۱۷). "Benefits of Scenario Planning Applied to Energy Development." Energy Procedia ۱۰۷: ۳۰۴-۳۰۸.
- Bentham, J. (۲۰۱۴). "The scenario approach to possible futures for oil and natural gas." Energy Policy ۶۴: ۸۷-۹۲.
- Bishop, P. (۲۰۰۷). "The current state of scenario development: an overview of techniques." Foresight ۹(۱): ۵-۲۵.
- Blazev, A. S. (۲۰۱۶). Global Energy Market Trends, Fairmont Press, Incorporated, CRC Press, Taylor & Francis Group.

- BP (۲۰۲۱). BP Energy Outlook, British Petroleum.
- Bradfield, R., G. Wright, G. Burt, G. Cairns and K. Van Der Heijden (۲۰۰۵). "The origins and evolution of scenario techniques in long range business planning." Futures ۳۷(۸): ۷۹۵-۸۱۲.
- Chaharsooghi, S., M. Rezaei, M. J. I. j. o. e. s. Alipour and technology (۲۰۱۵). "Iran's energy scenarios on a ۲۰-year vision." ۱۲(۱۱): ۳۷۰۱-۳۷۱۸.
- ENI (۲۰۲۰), world oil report
- EIA (۲۰۱۶). International Energy Outlook ۲۰۱۶, U.S. Energy Information Administration.
- Fahey, L. and Robert M. R. (۱۹۹۸); "Learning from the future, competitive foresight scenarios ",Canada: John wiley & sons Inc.
- Ghasemian, S. Faridzad, A. Abbaszadeh, P. Taklif, A. Ghasemi, A, Hafezi, R. An overview of global energy scenarios by ۲۰۴۰: identifying the driving forces using cross-impact analysis method, International Journal of Environmental Science and Technology, April ۲۰۲۰, https://doi.org/۱۰,۱۰۰۷/s۱۳۷۶۲-۰۲۰-۰۲۷۳۸-۵.
- Glenn, J. C. and T. J. Gordon (۲۰۰۹). Futures Research Methodology-Version ۳-۰, Editorial desconocida.
- Godet, M. (۲۰۰۰). "The Art of Scenarios and Strategic Planning: Tools and Pitfalls." Technological Forecasting and Social Change ۶۵(۱): ۳-۲۲.
- Gordon, T. J. (۱۹۹۴). Cross-impact method, American Council for the United Nations University.
- IEA (۲۰۱۵). World Energy Outlook Special Report, International Energy Agency.
- IEA (۲۰۲۱). World Energy Outlook Special Report, International Energy Agency.
- IHS (۲۰۲۰), global petroleum database
- Jefferson, M. (۲۰۱۲). "Shell scenarios: What really happened in the ۱۹۷۰s and what may be learned for current world prospects." Technological Forecasting and Social Change ۷۹(۱): ۱۸۶-۱۹۷.
- Kahn, H. A.J. Wiener, (۱۹۶۷). The Year ۲۰۰۰: A Framework for Speculation on the Next Thirty-Three Years, The Macmillan, New York.
- Miller, K.D.,Waller G.H., "Scenarios, real options and integrated risk management", Long Range Planning ۳۶, ۲۰۰۳; p.۹۳–۱۰۷.

- Mietzner, D. and G. Reger (۲۰۰۵). "Advantages and disadvantages of scenario approaches for strategic foresight." International Journal Technology Intelligence and Planning ۱(۲): ۲۲۰-۲۳۹.
- Pillkahn, U. (۲۰۰۸). Using trends and scenarios as tools for strategy development: shaping the future of your enterprise, John Wiley & Sons.
- Ringland, G. (۱۹۹۸). Scenario planning: Managing for the future. New York: Wiley.
- Schoemaker, P. J. (۱۹۹۱). "When and how to use scenario planning: a heuristic approach with illustration." Journal of forecasting ۱۰(۶): ۵۴۹-۵۶۴.
- Schoemaker, P. J. (۱۹۹۵). "Scenario planning: a tool for strategic thinking." Sloan management review ۳۶(۲): ۲۵-۵۰.
- Wack, P. (۱۹۸۵). "Ж scenarios: uncharted waters ahead." Harvard Business Review September–October.
- Weimer-Jehle, W. (۲۰۰۶); "Cross impact (CIB)", science direct, Technological forecasting & social change, vol ۷۳, pp۳۳۴-۳۶۱.
- Weimer-Jehle, W. (۲۰۰۸); "Scenariowizard Basic۲,۳", Manual, university of Stuttgart.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی