

Investigating the Impact of Sanctions on the Supply Chain of Iran's Oil Industry with a Systems Dynamics Approach

Abbas Ayanan¹ – Mehdi Fadaei (author in charge)²
Mehdi Homayun Far³ – Hossein Amouzad Khalili⁴

Abstract

Any kind of disturbance in extraction, sale, import and export of oil and gas has an undeniable role in the economic stability of the country. Therefore, in this research, using a systems dynamics model, the impact of sanctions on the supply chain of Iran's oil industry has been investigated. The subsystems diagram and the cause and effect diagram have been compiled by considering the variables identified with the help of foundation data theory, and the effect of importing raw materials on capacity development and the effect of increasing the cost of raw materials on the localization of raw material production in the oil industry has been modeled. The results showed that the effort to neutralize the sanctions of the oil industry with the help of knowledge-based companies can increase the income by 418% within the next ten years, but by investing in the development of the production capacity of petroleum products, it can increase the income by 27% and make the country against Resist sanctions.

Keywords:

Oil Sanctions, Supply Chain of National Company for Southern Oilfields, System Dynamics

1. PhD Candidate, Department of Industrial Management, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran ayaan.iecee@yahoo.com

2. Assistant Professor, Department of Industrial Management, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran fadaei@iaurasht.ac.ir

3. Assistant Professor, Department of Industrial Management, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran homayounfar@iaurasht.ac.ir

4. Assistant Professor, Department of Industrial Engineering, Nowshahr Branch, Islamic Azad University, Nowshahr, Iran amoozad92@yahoo.com



بررسی تأثیر تحریم‌ها بر زنجیره تأمین صنعت نفت ایران با رویکرد پویایی‌شناسی سیستم‌ها

عباس ایاران^۱ - مهدی فدایی^{۲*} - مهدی همایون‌فر^۳ - حسین عموزاد خلیلی^۴

چکیده

هر نوع اختلال در استخراج، فروش، واردات و صادرات نفت و گاز نقش انکار نشدنی در ثبات اقتصادی کشور دارد؛ بنابراین در این تحقیق، با استفاده از یک مدل پویایی‌شناسی سیستم‌ها به بررسی نحوه تأثیر تحریم‌ها بر زنجیره تأمین صنعت نفت ایران پرداخته شده است. نمودار زیرسیستم‌ها و نمودار علت و معلولی با در نظر گرفتن متغیرهایی که با کمک نظریه داده‌بنیاد شناسایی شده‌اند، تدوین شده و تأثیر واردات مواد اولیه مصرفی بر روی توسعه ظرفیت و تأثیر افزایش هزینه مواد اولیه بر بومی‌سازی تولید مواد اولیه در صنعت نفت مدل‌سازی شده است. نتایج نشان داد تلاش جهت خنثی‌سازی تحریم‌های صنعت نفت با کمک شرکت‌های دانش‌بنیان، می‌تواند در عرض ده سال آینده درآمد را تا ۴۱٪ افزایش دهد اما با سرمایه‌گذاری جهت توسعه ظرفیت تولید فرآورده‌های نفتی می‌تواند تا ۲۷٪ افزایش درآمد را متأثر سازد و کشور را در مقابل تحریم مقاوم نماید.

کلیدواژه‌ها: تحریم‌های نفتی، زنجیره تأمین شرکت صنعت نفت، پویایی‌شناسی سیستم‌ها

۱. دانشجوی دکتری، گروه مدیریت صنعتی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران
ayaran.ieee@yahoo.com

۲. استادیار، گروه مدیریت صنعتی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران (* نویسنده مسئول)
fadaei@iaurasht.ac.ir

۳. استادیار، گروه مدیریت صنعتی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران
homayounfar@iaurasht.ac.ir

۴. استادیار، گروه مهندسی صنایع، واحد نوشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، نوشهر، ایران
amoozad92@yahoo.com

مقدمه

در سال‌های اخیر ایران تحت شدیدترین تحریم‌ها قرار گرفته است و این تحریم‌ها علاوه بر متأثر ساختن متغیرهای اقتصادی و اجتماعی با تحت تأثیر قرار دادن صادرات، تکنولوژی استخراج و تأمین مالی خارجی (Nakhli, et al, 2021)، منجر به افزایش قیمت کالاهای وارداتی، کاهش صادرات نفت و فراورده‌های نفتی و عدم دستیابی ایران به منابع حاصل از فروش نفت شده است. (Barazandeh et al, 2016) علاوه بر آن هم‌زمانی تأثیر تحریم‌ها، انتشار کرونا و نوسانات بازارهای مالی منجر به عدم اطمینان سرمایه‌گذاران در ایران شده است. (Samadi et al, 2021) نظر به جایگاه ویژه ایران در حوزه انرژی در خاورمیانه و جهان و همچنین اهمیت منابع هیدروکربوری، مدیریت صحیح این منابع در فرایند تولید تا مصرف در کشور از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. (آناهیده، ۱۳۹۱) انرژی در حیات اقتصاد صنعتی جوامع، نقش زیربنایی ایفا نموده، به این معنا که هرگاه انرژی به مقدار کافی و به‌موقع در دسترس باشد، توسعه اقتصادی نیز میسر خواهد بود. (دلوری، علیخانی و نادری، ۱۳۹۲) در این بین نفت خام به‌عنوان اصلی‌ترین نوع انرژی، منبع اصلی درآمد کشورهای اوپک از جمله ایران را تشکیل می‌دهد. در ایران قبل از اعمال تحریم‌ها، حدود ۶۰ درصد درآمدهای دولتی و ۹۰ درصد درآمدهای صادراتی کشور را درآمدهای حاصل از فروش منابع نفت و گاز تشکیل می‌داده است (Farzanegan et al, 2011)؛ بنابراین عواملی که منجر به ایجاد نوسان درآمدهای نفتی می‌شوند از جمله تغییر قیمت و یا تحریم‌ها، تأثیر زیادی بر اقتصاد کشور خواهند گذاشت (مهرآرا و نیکی‌اسکویی، ۱۳۸۵) و اقتصاد ایران با شدت نسبتاً بالایی در معرض ضربه‌های ناشی از تغییرات درآمدهای نفتی قرار دارد. تحریم‌های ظالمانه شریان حیاتی کشور را متأثر کرده و زندگی تک‌تک افراد جامعه را تحت تأثیر خود قرار داده است. تاکنون تحقیقاتی در حوزه تأثیرات تحریم نفت بر زنجیره صنعت نفت ایران انجام شده است. برخی از تحقیقات سرمایه‌گذاری بین‌المللی و تحریم‌های نفتی را از جمله متغیرهایی عنوان کرده‌اند که بر میزان درآمد حاصل از فروش نفت و متغیرهای اقتصادی بسیار مؤثرند (صمدی فروشانی و همکاران، ۱۳۹۸؛ Farzanegan & Hayo, 2019) و برخی دیگر افزایش قیمت فراورده‌های نفتی به سمت قیمت بین‌المللی آن‌ها و سرمایه‌گذاری در حوزه‌های با ارزش‌افزوده بیشتر در صنعت نفت را از جمله سیاست‌هایی عنوان کرده‌اند که منجر به افزایش منافع ملی حاصل از صنعت نفت می‌شود. (حسینی و همکاران، ۱۳۹۷) فرخانی و همکاران (۱۳۹۷) به

تشریح بندهای اقتصاد مقاومتی که مرتبط با صنعت نفت و گاز است، پرداخته‌اند. آن‌ها نقش انکارناپذیر صنعت نفت و گاز در درآمدزایی، تأمین امنیت داخلی و بین‌المللی و رشد و پیشرفت اقتصادی کشور به‌ویژه در دوران کنونی را ازجمله دلایل توجه ویژه بندهای اقتصاد مقاومتی به این بخش دانسته‌اند. رضوی و زین‌الدینی (۱۳۹۷) با مطالعه تطبیقی تحریم‌های اقتصادی اعمال‌شده در فاصله سال‌های ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۲، فرصت‌ها و تهدیدهای پیش روی صنعت نفت و گاز و اقتصاد ایران در برخورد با اعمال دوباره تحریم‌های ثانویه آمریکا شناسایی کرده و از این طریق، به ارائه راهکار برای پیشگیری و کاهش آثار منفی تحریم‌های ثانویه اقتصادی جدید پرداخته است.

مرزبان و استاذزاده (۱۳۹۴) نشان دادند اثر تحریم‌های نفتی بر روی رفاه اجتماعی محسوس است و در صورتی که ترکیبی از تحریم‌های فروش نفت و کالاهای مصرفی، واسطه‌ای و سرمایه‌ای اعمال شود تأثیر تحریم‌ها به مراتب وسیع‌تر خواهد بود. رصاف و همکاران (۱۴۰۰) نشان دادند ایران تسلیم تحریم‌های نفتی اعمال‌شده نخواهد شد و به دنبال یافتن راهی برای کم اثر کردن تحریم‌ها خواهد بود، چراکه می‌تواند با این کار وضعیت رفاهی خود را بهبود بخشد. به علت وجود هزینه‌های اقتصادی ناشی از تحریم‌های نفتی علیه ایران، عدم تفاهم کامل بین آمریکا و اروپا و تلاش ایران برای دور زدن تحریم‌ها به نظر می‌رسد که آمریکایی‌ها نتوانند صادرات نفت ایران را به صفر برسانند.

(Rafieisakhaei et al, 2016)، دینامیک عرضه و تقاضای نفت خام جهان را با کمک متدولوژی پویایی‌شناسی سیستم‌ها مورد بررسی قرار داده‌اند. آن‌ها یکی از عامل‌های نوسان در قیمت نفت خام را تحریم‌های ظالمانه علیه ایران می‌دانند. تحریم‌ها عرضه نفت خام ایران را کاهش داده و قیمت نفت خام تحت تأثیر قرار می‌گیرد. لذا لزوم برنامه‌ریزی جهت کاهش آسیب‌پذیری از این ناحیه اهمیت ویژه داشته و دارد. توسعه زیرساخت‌های مورد نیاز جهت تکمیل زنجیره ارزش صنعت نفت یکی از راهکارهایی است که می‌تواند آسیب‌پذیری کشور را در برابر تکانه‌های داخلی و خارجی کاهش دهد. تاکنون تحقیقی با کمک پویایی‌شناسی سیستم‌ها به بررسی تأثیر تحریم‌ها بر زنجیره تأمین صنعت نفت نپرداخته است و با علم به اهمیت موضوع تأثیرپذیری صنعت نفت از تحریم‌ها و این‌که تاکنون مطالعات و منابع فراوانی جنبه‌های مختلف این موضوع را بررسی کرده‌اند، هدف از این تحقیق شناسایی سازوکار اثرگذاری تحریم‌ها بر روی صنعت نفت ایران با کمک پویایی‌شناسی سیستم‌ها است. در این تحقیق مبتنی بر

راهبردها و متغیرهای استخراج شده در تحقیق پیشین محقق (ایران، فدایی، همایون فر و عموزادخلیلی، ۱۴۰۰) که با کمک روش نظریه داده‌بنیاد انجام شده به شناسایی مقوله‌های اصلی و فرعی دخیل در سیستم اثرگذاری تحریم‌ها بر روی صنعت نفت ایران پرداخته است. سپس نمودار زیرسیستم‌ها که چارچوب متغیرها را نشان می‌دهد، ارائه شده و با کمک متدولوژی پویایی‌شناسی سیستم‌ها به ارائه نمودار علت و معلولی، جریان انباشت پرداخته شده و پس از فرموله سازی و اعتبارسنجی مدل به ارزیابی راهبردها در حوزه صنعت نفت پرداخته شده است.

روش‌شناسی

پژوهش حاضر، از نظر هدف، کاربردی و از نظر ماهیت، اکتشافی - شبیه‌سازی است که بر مبنای پویایی‌شناسی سیستم‌ها انجام شده است. موارد زیر گام‌های این تحقیق که بر مبنای کتاب استرمن تدوین شده است را نشان می‌دهد. (Sterman, 2001)

گام اول، چارچوب مسئله: در این گام ابتدا مسئله موردنظر به صورت دقیق تعریف شده و پس از شناخت دقیق آن، با مطالعه منابع موجود و نظرات صاحب‌نظران و بهره‌گیری از نظریه داده‌بنیاد، متغیرها و راهبردهای مسئله از مجموعه یافته‌های پژوهش ایران و همکاران (۱۴۰۰)، شناسایی شده‌اند. در این گام افق زمانی شبیه‌سازی و رفتارهای مرجع مدنظر نیز تشریح شده است.

گام دوم، تدوین فرضیات پویا: فرضیات دینامیکی پس از شناسایی زیرسیستم‌ها، متغیرها و بازخوردهایی که در هر زیرسیستم وجود دارند، استخراج می‌شود. در این مرحله مدل علی - معلولی سیستم با استفاده از متغیرها و حلقه‌های شناسایی شده، ایجاد می‌شود. در این گام حلقه‌ها و بازخوردها با علامت مثبت و منفی در شکل نشان داده می‌شوند و همچنین علامت کمان‌ها به لحاظ اثرگذاری مثبت یا منفی تعیین می‌شود. همچنین در این گام نمودار جریان انباشت نیز ترسیم می‌شود.

گام سوم، فرموله کردن مدل: در این گام روابط ریاضی بین متغیرها، با استفاده از منطق روابط، داده‌های موجود و نظر خبرگان تعیین می‌شود.

گام چهارم، شبیه‌سازی و اعتبارسنجی: در این گام مدل ریاضی با استفاده از نرم‌افزارهایی که باهدف شبیه‌سازی مدل‌های سیستمی وجود دارند، شبیه‌سازی می‌شود. در این مقاله از نرم‌افزار Vensim PLE استفاده شده است. به‌منظور ایجاد اطمینان از این که مدل، واقعیات درون سیستم را به‌خوبی مدل‌سازی کرده است، اعتبارسنجی صورت

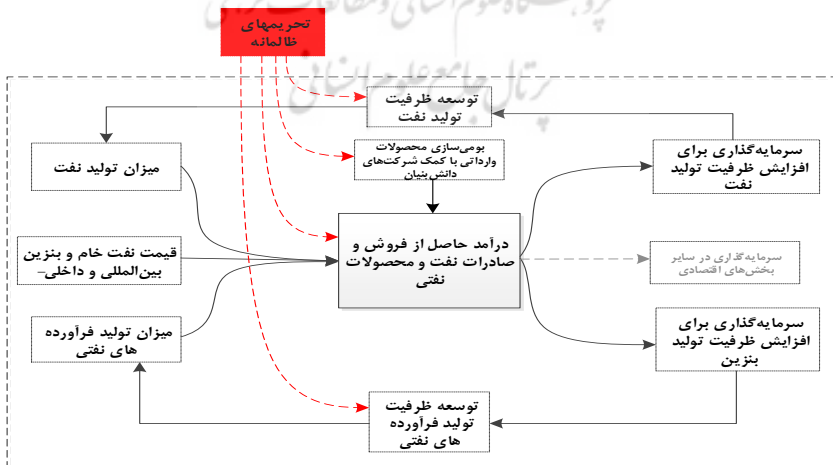
می‌گیرد. برای اعتبارسنجی از آزمون‌هایی مانند رفتار مرجع، آزمون ساختاری، آزمون رفتار ساختاری، آزمون رفتار حدی و... استفاده شده و اعتبار مدل مورد بررسی قرار می‌گیرد.

گام پنجم، طراحی و ارزیابی سیاست‌ها: در این گام به منظور بررسی پیامدهای حاصل از راهبردهایی که با استفاده از نظریه داده‌بنیاد شناسایی شده‌اند، با کمک مدل به کمی‌سازی تأثیر این راهبردها پرداخته می‌شود.

یافته‌ها

شکل زیر نمودار زیرسیستم‌ها در مدل‌سازی این مطالعه را نشان می‌دهد. به‌طور کلی مدل ارائه‌شده در این تحقیق شامل ۱. بخش توسعه ظرفیت نفت و اکتشاف چاه‌های نفت و بهره‌برداری از آن‌ها، ۲. بخش توسعه ظرفیت پالایشگاه‌ها و پتروشیمی‌ها و تولید آن‌ها، ۳. درآمد حاصل از فروش و صادرات نفت خام و درآمد حاصل از فروش و صادرات فرآورده‌های نفتی است. زیرسیستم دیگری که تأثیر بسیار زیادی بر این چرخه می‌گذارد مربوط به اثر تحریم‌های بین‌المللی است که از خارج سیستم و به‌صورت برون‌زا^۱ به سیستم وارد می‌شود. تحریم‌های ظالمانه امکان صادرات نفت و فرآورده‌های نفتی را با مشکل مواجه می‌سازد و از طرفی با برون‌رفت شرکت‌های پیمانکار خارجی توسعه ظرفیت‌ها را در کوتاه‌مدت با مشکل مواجه می‌سازد.

شکل ۱. نمودار زیرسیستم‌ها



1. Exogenous variables

در این بخش نمودار علی معلولی به تفکیک هر قسمت از مدل تبیین شده و بازخوردهای اصلی تشریح شده است. درآمد حاصل از فروش نفت و فراورده‌های نفتی از دو طریق شکل می‌گیرد، یکی فروش داخلی که دارای قیمت مصوب است و توسط دولت تعیین می‌شود و دیگری فروش در بازار جهانی است که قیمت جهانی، قیمت فروش را تعیین می‌کند. هرچه درآمد حاصل از فروش نفت و فراورده‌های نفتی بیشتر باشد، بخشی از این درآمد به صنعت نفت اختصاص یافته و بودجه صنعت نفت بیشتر شده و با افزایش بودجه، با تأخیری که به‌صورت ذاتی وجود دارد توسعه زیرساخت‌های نفتی اعم از اکتشاف و بهره‌برداری از چاه‌ها و میدان‌های نفتی جدید، توسعه ظرفیت پالایشگاه‌ها و پتروشیمی‌ها افزایش خواهد یافت. با افزایش یافتن این ظرفیت‌ها تولید نفت و فراورده‌های نفتی افزایش یافته و با این افزایش صادرات و فروش داخلی نفت افزایش می‌یابد که این موضوع درآمدهای حاصل از صنعت نفت را بالاتر می‌برد. در حقیقت این چرخه یک چرخه فزاینده^۱ است. بازخورد دیگری که حائز اهمیت است و به‌صورت یک چرخه متعادل‌کننده تولید نفت خام را کنترل می‌نماید، مربوط به محدودیت‌های تولید و بهره‌برداری صیانتی است که در تدوین مدل تحقیق حاضر لحاظ شده است.

بازخورد دیگری که در مسئله تحقیق مؤثر است، مربوط به تأمین مواد مصرفی وارداتی است. هرچه ظرفیت تولید نفت و ظرفیت تولید فراورده‌های نفتی بالاتر رود، به طبع مواد مصرفی وارداتی نیز افزایش یافته و در نتیجه هزینه تولید افزایش خواهد یافت. (Manesh, & Eslamifar, 2018) حلقه دیگری که در صنعت نفت و گاز مشهود است مربوط به تأثیر هزینه مواد وارداتی مورد استفاده بر بومی‌سازی تولید این مواد در داخل کشور است. همان‌طور که در حلقه زیر مشاهده می‌شود، هرچه این هزینه‌ها افزایش یابد، این حلقه فعال شده و مواد مصرفی در داخل کشور تولید خواهد شد.

مسئله تحقیق که از پیوند سه فرضیه اصلی تبیین شده است، اما یکی از مهم‌ترین عواملی که در این پژوهش به دنبال بررسی آن هستیم تأثیر تحریم‌ها بر روی این سیستم است. در این پژوهش نشان داده شد که تحریم‌ها چگونه و از طریق کدام متغیرها می‌توانند بر روی زنجیره تأمین شرکت ملی نفت تأثیرگذار باشند. تحریم‌ها از چند جهت بر روی سیستم زنجیره تأمین تبیین شده، تأثیرگذار است، (Manesh & Eslamifar, 2018) اولین تأثیر تحریم‌ها کاهش سرمایه‌گذاری‌های خارجی در توسعه ظرفیت تولید نفت خام و توسعه

ظرفیت پالایشگاه‌های نفتی است. تأثیر دوم تحریم‌ها بر روی کیفیت و قیمت مواد مصرفی وارداتی است که هرچه تحریم‌های بیشتری علیه صنعت نفت اعمال شود، کیفیت مواد مصرفی کاهش و قیمت این مواد افزایش می‌یابد. تأثیر سوم تحریم‌ها که بیشترین تأثیر را بر اقتصاد کشور اعمال می‌کند، بر روی صادرات نفت و فراورده‌های نفتی است که در این شرایط کشورهای خارجی تمایل خود را نسبت به مصرف نفت ایران کاهش می‌دهند.

در این قسمت به شبیه‌سازی مدل جریان - انباشت پرداخته شده است. مدل از زمان ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۰ با گام‌های زمانی ۰.۰۶۲۵ و به‌صورت سالیانه شبیه‌سازی شده است و پارامترهای لحاظ شده به شرح زیر است. برخی از روابط ریاضی در نظر گرفته‌شده در شبیه‌سازی مدل نیز به شرح زیر است:

$$\begin{aligned} & \text{صادرات نفت} \times \text{قیمت بین‌المللی نفت} = \text{درآمد صنعت نفت} \\ & \text{صادرات فراورده‌های نفتی} \times \text{قیمت بین‌المللی فراورده‌های نفتی} + \\ & \text{فروش فراورده‌های نفتی در داخل} \times \text{قیمت فراورده‌های نفتی در داخل کشور} \end{aligned} \quad \text{معادله ۱}$$

هزینه صنعت نفت شامل هزینه استفاده از نفت خام در پالایشگاه‌ها، هزینه تولید نفت خام و هزینه خرید مواد مورد استفاده وارداتی است.

$$\begin{aligned} & \text{استفاده از نفت خام در پالایشگاه‌ها} \times \text{قیمت بین‌المللی نفت} = \text{هزینه صنعت نفت} \\ & \text{میزان تولید نفت خام} \times \text{هزینه تولید نفت خام} + \\ & \text{هزینه خرید مواد مورد استفاده وارداتی} + \end{aligned} \quad \text{معادله ۲}$$

در مدل با توجه به داده‌های تاریخی موجود فرض شده است که هر ساله ۱۴ درصد از درآمد حاصله به صنعت نفت اختصاص می‌یابد.

$$\text{معادله ۳} \quad (\text{هزینه صنعت نفت} - \text{درآمد صنعت نفت}) \times \text{سهم بودجه صنعت نفت از درآمد} = \text{بودجه صنعت}$$

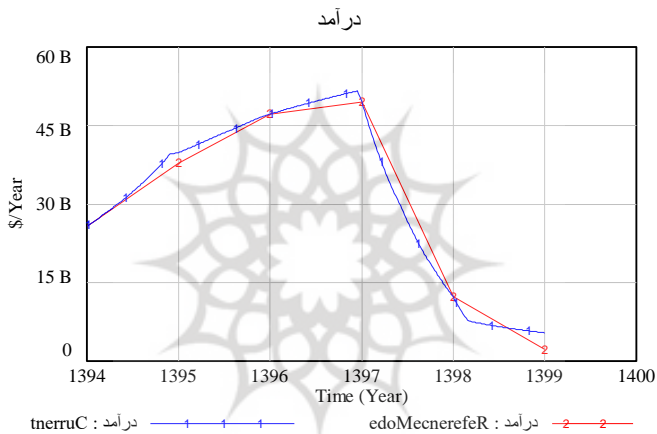
نرخ احداث هر چاه نفتی نیز مطابق با فرمول زیر محاسبه می‌شود.

$$\text{معادله ۴} \quad \frac{\text{بودجه توسعه ظرفیت تولید نفت خام}}{\text{متوسط هزینه احداث هر چاه نفتی}} = \text{نرخ احداث چاه نفت}$$

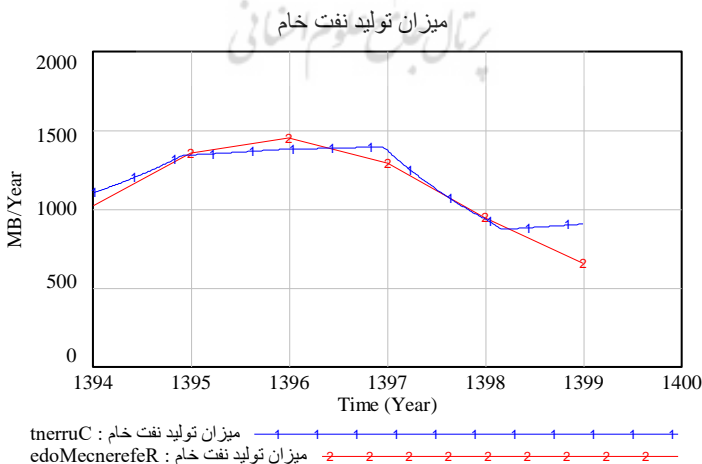
نتایج شبیه‌سازی در خصوص درآمدهای نفتی کشور از سال ۱۳۹۴ تا ۱۴۰۰ در مقایسه با مقدار واقعی آن به شرح زیر است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود مدل توانسته تأثیر تحریم‌ها بر صنعت نفت را به‌خوبی شبیه‌سازی نماید. متغیر دیگری که در مدل

رفتار نتایج شبیه‌سازی آن با داده تاریخی آن انطباق دارد، مربوط به میزان تولید نفت خام است. در اواسط سال ۱۳۹۷ تحریم‌های ظالمانه علیه صنعت نفت ایران وضع شد. نتایج شبیه‌سازی نشان داد مدل می‌تواند تأثیر تحریم‌ها را به خوبی بر روی میزان تولید نفت نشان دهد. همچنین مدل مقدار متغیر صادرات نفت خام را نیز منطبق بر داده‌های تاریخی شبیه‌سازی کرده است. صادرات نفت خام از اواسط سال ۱۳۹۷ با افت قابل توجهی مواجه شده که مدل می‌تواند این رفتار را به خوبی شبیه‌سازی نماید.

شکل ۲. مقایسه نتایج حاصل از شبیه‌سازی مدل و داده‌های تاریخی در خصوص میزان درآمد نفت

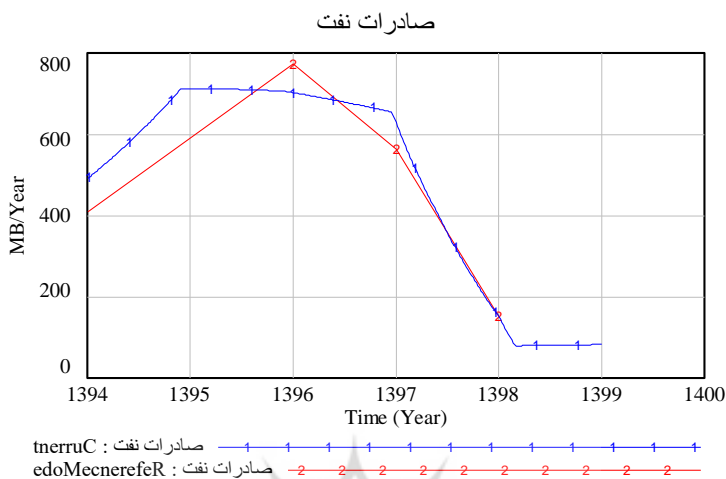


شکل ۳. نتایج حاصل از شبیه‌سازی مدل و داده‌های تاریخی برای میزان تولید نفت خام



شکل ۴. نتایج حاصل از شبیه‌سازی مدل و داده‌های تاریخی برای میزان صادرات نفت

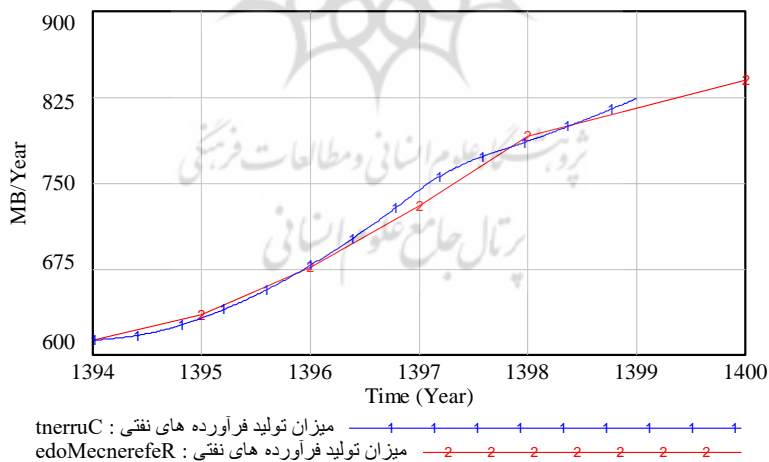
خام



شکل ۵. نتایج حاصل از شبیه‌سازی مدل و داده‌های تاریخی برای میزان تولید

فراورده‌های نفتی

میزان تولید فراورده های نفتی

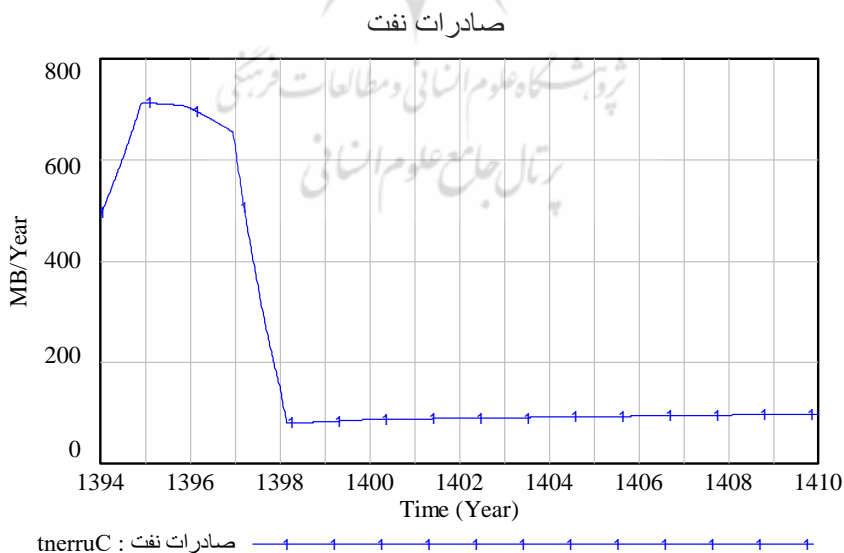


از دیگر روش‌هایی که اعتبار مدل را مورد تأیید قرار می‌دهد مربوط به ارزیابی ساختاری مدل است. اعتبار این مدل از نظر ساختاری، با توجه به نظرات خبرگان این حوزه که در شرکت ملی مناطق نفت‌خیز جنوب کشور فعالیت دارند، نیز مورد تأیید قرار گرفته است. همچنین نرم‌افزار ونسیم نیز با توجه به قواعدی که برای ارزیابی مدل‌ها

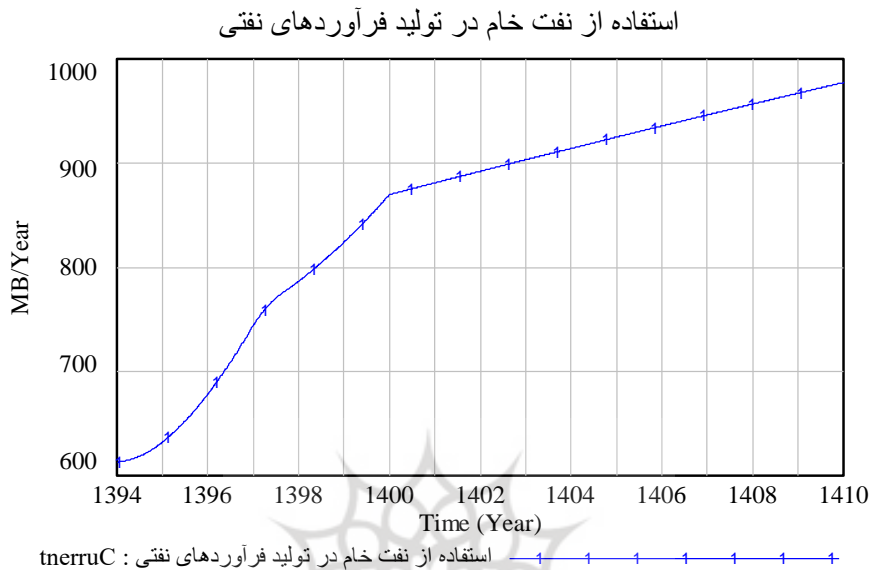
تعریف کرده است، این مدل را مورد ارزیابی قرار می‌دهد که نتایج آن نشان‌دهنده تأیید اعتبار مدل بود.

در صورتی که تحریم‌های صنعت نفت همانند سال‌های ۱۳۹۸ تا ۱۴۰۰ ادامه یابد، رفتار متغیرهای مربوط به صنعت نفت به شرح زیر خواهد بود. صادرات نفت خام همان‌طور که از سال ۹۷ کاهش یافته به روند کاهشی خود ادامه خواهد داد. در این سناریو شیب تند افزایش ظرفیت تولید فراورده‌های نفتی کاهش پیدا کرده و لذا روند استفاده از نفت خام در تولید فراورده‌های نفتی نیز متأثر می‌شود. همچنین از آنجاکه ظرفیت ذخیره‌سازی نفت خام محدود است و صادرات نفت خام کاهش یافته و شیب استفاده از نفت خام در پالایشگاه‌ها نیز کاهش می‌یابد، میزان تولید نفت خام نیز همانند دو سال گذشته پایین خواهد بود اما به واسطه افزایش تولید نفت خام در تولید فراورده‌های نفتی، تولید نفت خام با شیب نسبتاً پایینی افزایش خواهد یافت. در سناریوی اول میزان صادرات فراورده‌های نفتی نیز کاهش یافته و از آنجاکه هم صادرات نفت و هم صادرات فراورده‌های نفتی کاهش یافته، میزان درآمد صنعت نفت نیز پایین خواهد ماند و با افزایش تولید و صادرات فراورده‌های نفتی با شیب کم افزایش خواهد یافت.

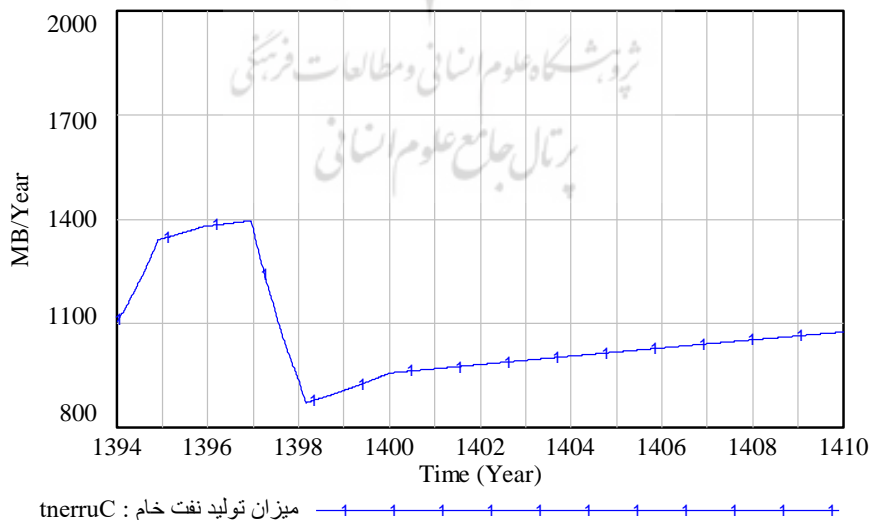
شکل ۶. نتایج حاصل از اعمال سناریوی شرایط جاری بر روی میزان صادرات نفت



شکل ۷. نتایج حاصل از اعمال سناریوی شرایط جاری بر روی میزان استفاده از نفت در تولید فراورده‌های نفتی

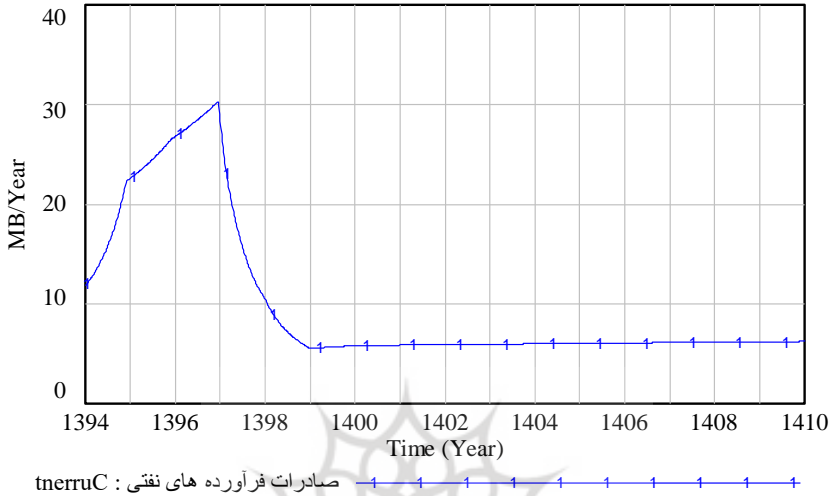


شکل ۸. نتایج حاصل از اعمال سناریوی شرایط جاری بر روی میزان تولید نفت خام



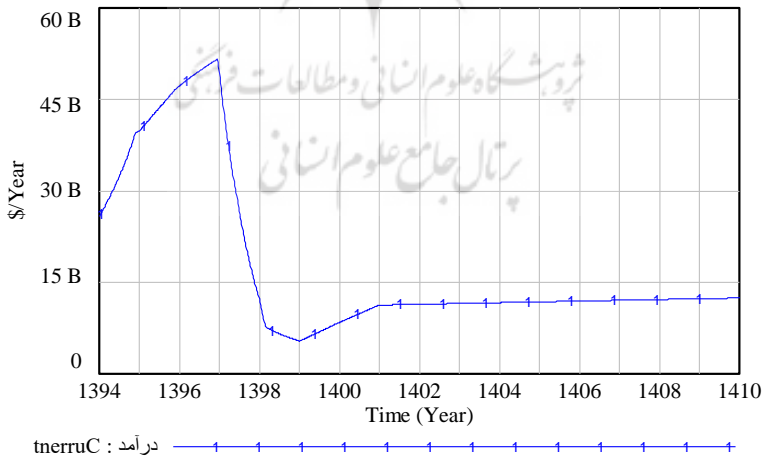
شکل ۹. نتایج حاصل از اعمال سناریوی شرایط جاری بر روی میزان صادرات فراورده‌های نفتی

صادرات فرآورده های نفتی



شکل ۱۰ نتایج حاصل از اعمال سناریوی شرایط جاری بر روی میزان درآمد از صنعت نفت

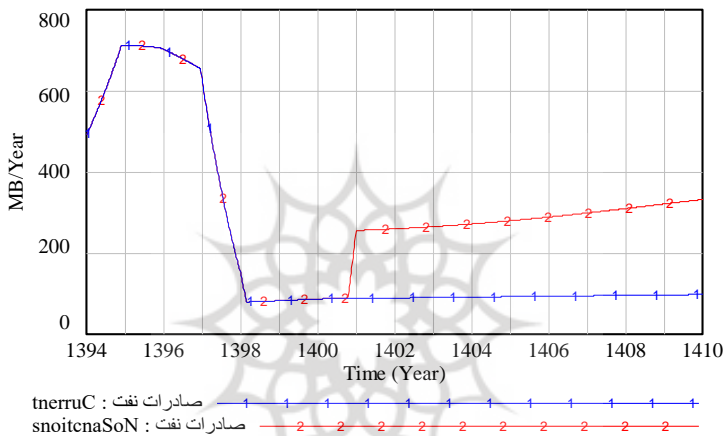
Selected Variables



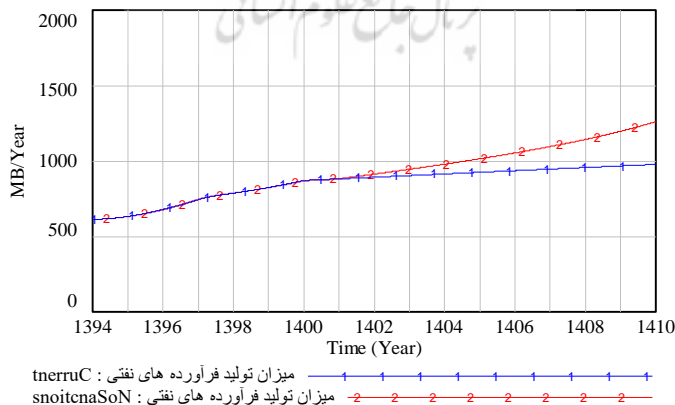
در صورتی که تحریم‌های نفتی ایران از سال ۱۴۰۱ به شرایط سال ۱۳۹۶ بازگردد و هیچ‌گونه وابستگی به قطعات و تجهیزات اکتشاف و بهره‌برداری خارجی نباشد و

تمامی این موارد توسط شرکت‌های دانش‌بنیان داخلی تأمین شود، نتایج حاصل از شبیه‌سازی مدل به شرح زیر خواهد بود. صادرات نفت مطابق با شکل زیر با یک جهش به حدود ۳۰۰ میلیون بشکه در سال افزایش می‌یابد. لازم به ذکر است در این سناریو استفاده از نفت خام در تولید فراورده‌های نفتی افزایش یافته، سهم صادرات نفت خام و خام فروشی با یک شیب نسبتاً کم افزایش خواهد یافت.

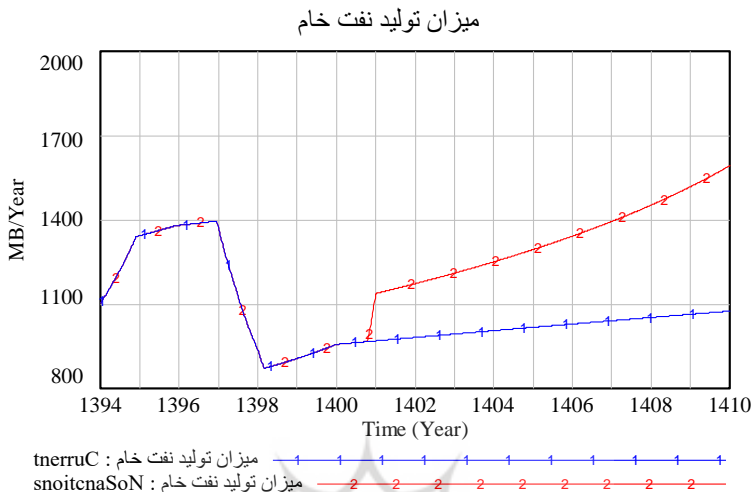
شکل ۱۱. نتایج حاصل از اعمال سناریوی برداشته شدن تحریم‌ها بر روی میزان صادرات نفت



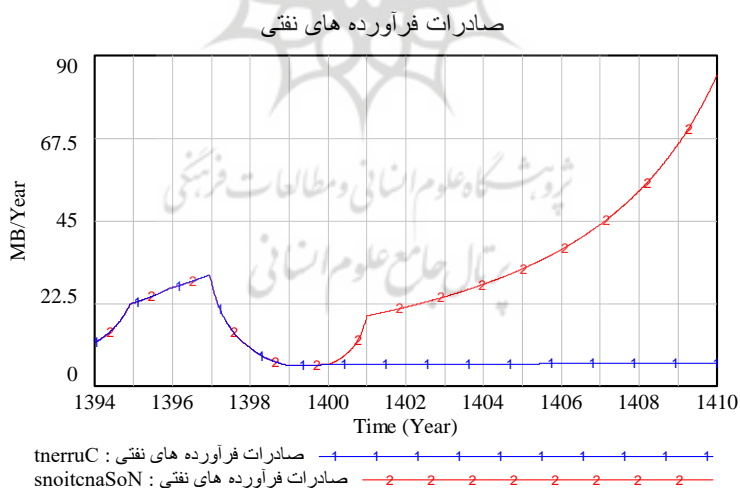
شکل ۱۲. نتایج حاصل از اعمال سناریوی برداشته شدن تحریم‌ها بر روی میزان تولید فراورده‌های نفتی



شکل ۱۳. نتایج حاصل از اعمال سناریوی برداشته شدن تحریم‌ها بر روی میزان تولید نفت خام



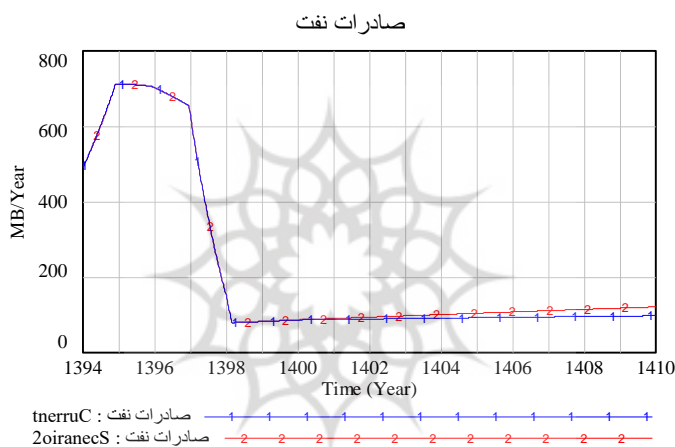
شکل ۱۴. نتایج حاصل از اعمال سناریوی برداشته شدن تحریم‌ها بر روی میزان صادرات فرآورده‌های نفتی



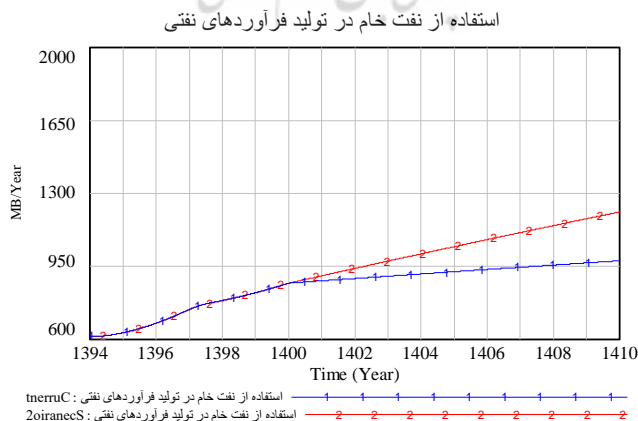
در این سناریو فرض شده است تحریم‌ها به قوت خود باقی بمانند اما دولت سالانه مبلغ ۵۰۰ میلیون دلار جهت توسعه ظرفیت تولید فرآورده‌های نفتی هزینه نماید. در این شرایط رفتار متغیرها نسبت به حالتی که تحریم‌ها باقی بماند و تلاشی

جهت توسعه ظرفیت تولید فراورده‌های نفتی صورت نگیرد، ارائه شده است. در این شرایط صادرات نفت تغییر قابل‌ملاحظه‌ای نخواهد داشت؛ اما از آنجاکه ظرفیت تولید فراورده‌های نفتی افزایش یافته، استفاده از نفت خام در تولید فراورده‌ها افزایش می‌یابد. در نتیجه میزان تولید نفت خام نیز افزایش یافته اما نه به اندازه شرایطی که تحریم‌ها لغو شود. در شرایط تبیین شده در این سناریو، میزان صادرات فراورده‌های نفتی و تولید آن افزایش خواهد یافت.

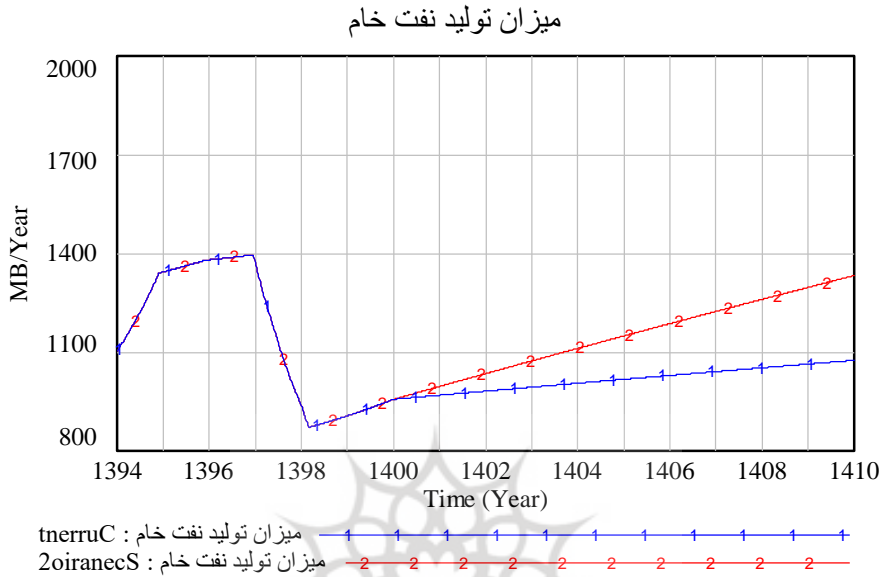
شکل ۱۵. نتایج اعمال سناریوی باقی ماندن تحریم‌ها و حمایت دولت در تولید فراورده‌های نفتی بر روی میزان صادرات نفت



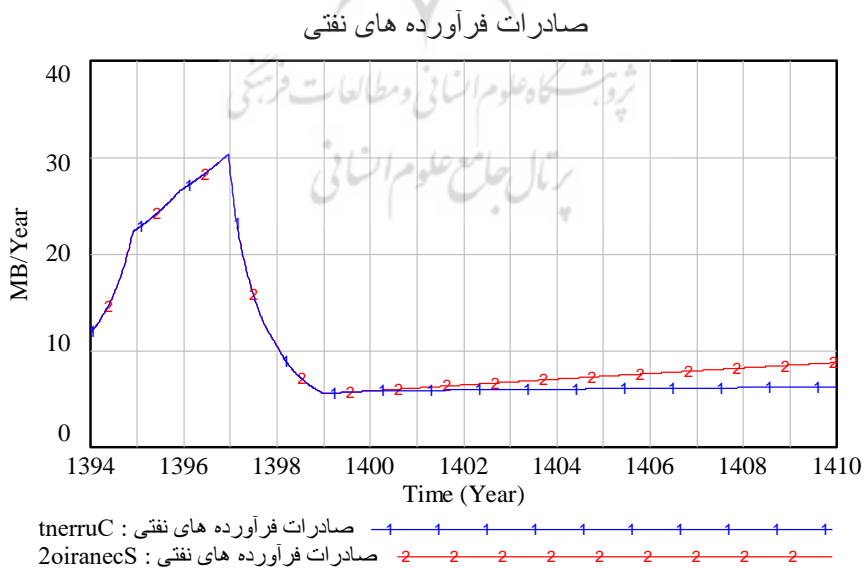
شکل ۱۶. نتایج اعمال سناریوی باقی ماندن تحریم‌ها و حمایت دولت در تولید فراورده‌ها بر روی میزان استفاده از نفت خام در تولید فراورده‌ها



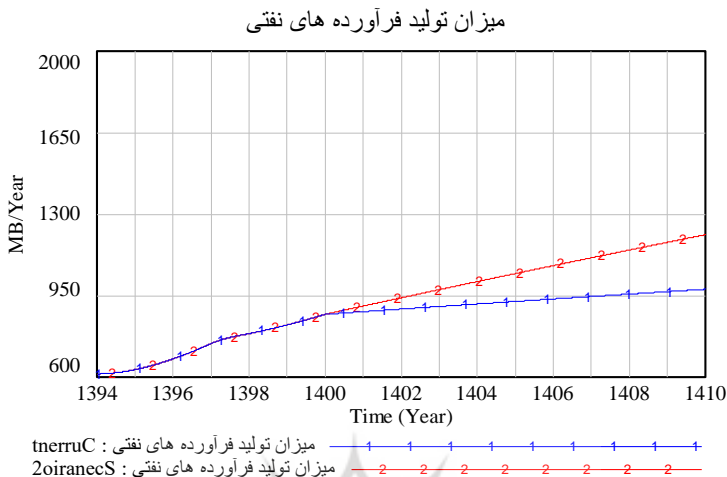
شکل ۱۷. نتایج اعمال سناریوی باقی ماندن تحریم‌ها و حمایت دولت در تولید فراورده‌های نفتی بر روی تولید نفت خام



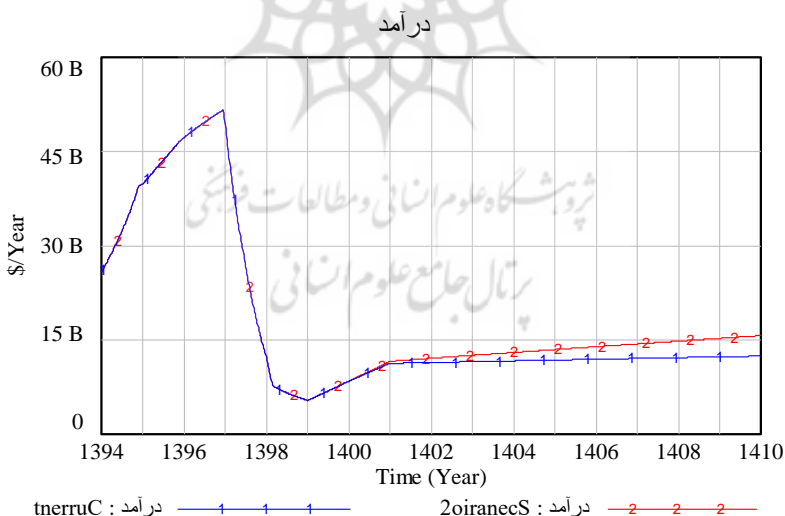
شکل ۱۸. نتایج اعمال سناریوی باقی ماندن تحریم‌ها و حمایت دولت در تولید فراورده‌های نفتی بر روی صادرات فراورده‌های نفتی



شکل ۱۹. نتایج اعمال سناریوی باقی ماندن تحریم‌ها و حمایت دولت در تولید فراورده‌های نفتی بر روی میزان تولید فراورده‌های نفتی



شکل ۲۰. نتایج اعمال سناریوی باقی ماندن تحریم‌ها و حمایت دولت در تولید فراورده‌های نفتی بر روی میزان درآمد از صنعت نفت



نتایج کمی اعمال سناریوهای ۱. ادامه شرایط جاری، ۲. برداشته شدن تحریم‌های نفتی از سال ۱۴۰۰ به بعد، ۳. باقی ماندن تحریم‌ها و حمایت دولت جهت توسعه ظرفیت تولید فراورده‌های نفتی در جدول زیر خلاصه شده است.

جدول ۱. نتایج حاصل از اعمال سناریوی باقی ماندن تحریم‌ها و حمایت دولت در تولید فراورده‌های نفتی بر روی میزان درآمد از صنعت نفت

سناریو	صادرات نفت (MB/Year)		استفاده از نفت خام در تولید فراورده‌های نفتی (MB/Year)		میزان تولید نفت خام (MB/Year)		صادرات فراورده‌های نفتی (MB/Year)		درآمد (B\$/Year)	
	درصد	مقدار	درصد	مقدار	درصد	مقدار	درصد	مقدار	درصد	مقدار
سناریوی اول: ادامه شرایط جاری	-	۹۷/۶	-	۹۷۷	-	۱۰۷۵	-	۱۲/۴	٪۲۵	
سناریوی دوم: خنثی‌سازی تحریم‌های نفتی از سال ۱۴۰۰ به بعد با استفاده از شرکت‌های دانش‌بنیان	٪۲۳۸	۳۳۱	٪۲۹	۱۲۶۰	٪۴۸	۱۵۹۲	-	۸۴	٪۴۱۸	۶۴/۲
سناریوی سوم: باقی ماندن تحریم‌ها و حمایت دولت جهت توسعه ظرفیت تولید فراورده‌های نفتی	٪۲۴	۱۲۱	٪۲۴	۱۲۱۱	٪۲۴	۱۳۳۳	-	۹	٪۲۷	۱۵/۷

بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش، با کمک ابزار پویایی‌شناسی سیستم‌ها ارتباطات دوطرفه بین مقوله‌ها در قالب نمودار زیرسیستم و تصویر بزرگ از این سیستم ارائه شد. سپس فرضیه‌های دینامیکی که در سیستم زنجیره تأمین صنعت نفت ایران اثرگذارند در قالب نمودار علت و معلولی ارائه شد. نتایج نشان داد بازخوردهای ارتباطات دوطرفه بین درآمد صنعت و توسعه ظرفیت نفت و فراورده‌های نفتی، تأثیر واردات مواد اولیه مصرفی بر روی توسعه ظرفیت و تأثیر افزایش هزینه مواد اولیه بر بومی‌سازی تولید مواد اولیه در صنعت نفت اثرگذارند که تحریم‌ها بر روی متغیرهای سرمایه‌گذاری خارجی در صنعت نفت و فراورده‌های نفتی، قیمت مواد مصرفی واردات، کیفیت پیمانکاران خارجی و صادرات نفت و فراورده‌های نفتی تأثیر مستقیم گذاشته‌اند. بر مبنای یافته‌های به دست آمده، دولت

می‌تواند در جهت سه راهبرد ادامه شرایط جاری، خنثی‌سازی تحریم‌های نفتی از سال ۱۴۰۰ به کمک شرکت‌های دانش‌بنیان و حمایت دولت جهت توسعه ظرفیت تولید فراورده‌های نفتی (سرمایه‌گذاری سالانه ۵۰۰ میلیون دلار) را در پیش گیرند. در این صورت درآمد دولت سالانه به ترتیب، ۲۵، ۴۱۸ و ۲۷ درصد در طی ده سال افزایش خواهد یافت؛ بنابراین بهترین اقدام دولت تلاش جهت کم اثر کردن تحریم‌ها هم‌زمان با توسعه ظرفیت‌های تولیدی فراورده‌های نفتی با رویکرد سرمایه‌گذاری و استفاده از شرکت‌های دانش‌بنیان برای مقاوم‌سازی صنعت نفت از تحریم‌های ظالمانه است. همچنین در جدول ۲، یافته‌های این پژوهش با سایر پژوهش‌های دیگر مورد مقایسه قرار گرفته است:

جدول ۲. مقایسه نتایج فعلی با پژوهش‌های پیشین

نام نویسنده	سال	عنوان	یافته	هم‌راستایی یا عدم هم‌راستایی
قادری‌مقدم و همکاران	۱۴۰۱	ارزیابی اثرگذاری نااطمینانی ناشی از تورم و رشد اقتصادی بر مصرف نفت و گاز در ایران	نااطمینانی درک شده بابت اثرات تحریم‌ها موجب بالا رفتن سطح مخاطرات صنعت نفت کشور شده است و موجب مصرف بی‌رویه نفت و گاز کشور خواهد شد.	این پژوهش، به آسیب‌شناسی شرایط موجود پرداخته است و صرفاً گزارشی از وضعیت فعلی و خطراتی که تحریم‌ها ایجاد کرده‌اند پرداخته است، فرصت‌های تحریم، نادیده گرفته شده است و به نظر می‌رسد با سناریوی اول این پژوهش، در یک راستا باشد.
رضوی و پیرانی	۱۴۰۰	بررسی راهبردها و سیاست‌های ضدتحریمی تجارت نفت ونزوئلا و مقایسه آن با راهبردهای ایران	نتایج پژوهش نشان می‌دهد با توجه به تحریم‌های هوشمند فعلی باید در عرصه فنی از راهبردهای سوآپ نفت، بلندینگ نفت، ساخت پالایشگاه‌های کوچک و پتروپالایشگاه در کشورهای تحریم شده، ساخت مخازن ذخیره‌سازی در داخل و خارج از کشور، بورس نفت داخل کشور و پروژه‌های توسعه‌ای کشور توسط شرکت‌های خارجی با بهره‌مندی از درآمدهای نفتی برای مقابله با تحریم استفاده شود.	نتایج این پژوهش، دقیقاً منطبق بر سناریوی دوم پژوهش فعلی مبنی بر خنثی‌سازی تحریم‌ها با خوداتکایی به صنایع دانش‌بنیان صنعت نفت است که در دانشگاه‌های صنعت نفت، شکل گرفته‌اند.

نام نویسنده	سال	عنوان	یافته	هم‌راستایی یا عدم هم‌راستایی
کریم‌پور و همکاران	۱۴۰۰	تأثیر تحریم‌های اقتصادی ایران بر تجارت نفت خام ایران و کشورهای عضو اوپک: کاربرد مدل جاذبه تعمیم‌یافته	با توجه به تأثیر معنی‌دار تحریم‌های اقتصادی بر صادرات نفت ایران و نیز سهم بالایی درآمدهای نفتی در تولید ناخالص داخلی، توجه به کاهش تنش‌های سیاسی، بهبود روابط منطقه‌ای و بین‌المللی برای افزایش تنوع شرکای تجاری و افزایش سهم در شبکه تجارت جهانی و همچنین اتخاذ راهبردهای کاهش اتکاء به درآمدهای نفتی در بلندمدت می‌تواند ضمن کاهش آسیب‌پذیری اقتصاد ایران، زمینه افزایش و پایداری رشد اقتصادی کشور را فراهم نماید.	نتایج این پژوهش، صرفاً یک توصیف از وضعیت موجود است و راهکاری ارائه شده در انتهای مقاله، صرفاً موارد کلی است که قبل از انجام این پژوهش نیز مشخص بود، به نظر می‌رسد نتایج این پژوهش با سناریوی اول این پژوهش در یک راستا قرار دارد.
شهباز و نادری اصل	۱۳۹۹	اولویت‌بندی تأثیرات تحریم‌های نفتی بر امنیت ملی جمهوری اسلامی ایران با روش تحلیلی سلسله مراتبی	افزایش خوداتکایی در صنعت نفت و تولیدات استراتژیک نوین نفتی از بعد اقتصادی می‌تواند راهی مانا و جایگزین با درآمد حاصل از فروش نفت باشد.	نتایج این پژوهش، با سناریوی سوم پژوهش حاضر مبنی بر باقی ماندن تحریم‌ها و حمایت دولت از ظرفیت تولید فرآورده‌های نفتی در یک راستا قرار دارد. البته در خصوص تولید محصولات نوین استراتژیک، نیز می‌توان اظهار کرد که سناریوی دوم مبنی بر استفاده از شرکت‌های دانش‌بنیان، برای تولید این‌گونه محصولات را نیز حمایت می‌کند.
پورعبادالهیان کویچ و همکاران	۱۳۹۸	تأثیر تحریم‌های بین‌المللی بر صادرات زیربخش‌های صنعتی ایران	یافته‌ها نشان می‌دهد که کلیه صنایع سبک و سنگین مرتبط به صنعت نفت از تحریم‌ها، اثر منفی دریافت کرده‌اند، بهتر است استراتژی مقابله با تحریم‌ها، تمرکز و توسعه صنایعی باشد که کمترین تأثیر را دریافت کرده‌اند.	نتایج این پژوهش، با سناریوی اول پژوهش حاضر مبنی بر ادامه تحریم‌ها در یک راستا قرار دارد، با تفاوت این‌که پیشنهاد شده است صنایعی که تأثیر کمتری دریافت کرده‌اند بیشتر مورد سرمایه‌گذاری و توسعه قرار بگیرند.

نام نویسنده	سال	عنوان	یافته	هم‌راستایی یا عدم هم‌راستایی
توفیق و متین	۱۳۹۵	بررسی آثار تحریم‌های نفتی بر رشد بخش‌های اقتصادی ایران با استفاده از الگوی متغیر مختلط داده - ستانده	یافته‌ها نشان می‌دهد که با کاهش اقتصاد وابسته به نفت، بهبود ظرفیت داخلی و افزایش موافقتنامه تجاری می‌توان اثر تحریم‌ها را خنثی کرد.	در خصوص استفاده از ظرفیت داخلی (شرکت‌های دانش‌بنیان و شرکت‌های فعال در حوزه صنعت نفت و انرژی)، نتایج این پژوهش، با پژوهش فعلی در یک راستا قرار دارد.

منابع

- ایران، عباس؛ فدایی اشکیکی، مهدی؛ همایون‌فر، مهدی؛ عموزاد خلیلی، حسین (۱۴۰۰)، ارائه مدل چگونگی تأثیر تحریم‌ها بر زنجیره سرمایه‌گذاری تا بهره‌برداری صنعت نفت ایران با روش نظریه داده‌بنیاد، نشریه دانش سرمایه‌گذاری، پذیرفته شده جهت انتشار.
- پورعبادالهیان کویچ، محسن؛ پناهی، حسین؛ جوادزاده، لیلا (۱۳۹۸)، تأثیر تحریم‌های بین‌المللی بر صادرات زیربخش‌های صنعتی ایران، فصلنامه پژوهش‌های اقتصاد صنعتی، ۳(۹)، ۵۵-۶۸.
- توفیق، فیروز؛ متین، شهاب (۱۳۹۵) بررسی آثار تحریم‌های نفتی بر رشد بخش‌های اقتصادی ایران با استفاده از الگوی متغیر مختلط داده - ستانده، فصلنامه اقتصاد دفاع، ۱(۲)، ۱۱۱-۱۳۳.
- حسینی، سیدحسین؛ شکوری‌گنجوی، حامد؛ کاظمی، عالیه (۱۴۰۰) مدلی برای افزایش منافع ملی حاصل از سیستم عرضه نفت ایران در بازار جهانی (رویکرد سیستمی) پژوهش‌های مدیریت در ایران، ۲۲(۳)، ۱۳۳-۱۵۸.
- گاز و نفت قیمت اثرات دلآوری، مجید؛ علیخانی، نادیا؛ نادری، اسماعیل (۱۳۹۲)، تجزیه و تحلیل متانول، فصلنامه اقتصاد مالی، شماره موردی ایران: مطالعه پتروشیمی محصولات بر طبیعی ۲۴، تابستان ۹۲.
- رصاف، مرضیه؛ رستم‌زاده، پرویز؛ اسلاملوئیان، کریم؛ هادیان، ابراهیم (۱۴۰۰)، اثرات جهانی تحریم نفتی ایران: کاربردی از نظریه بازی‌ها، تحقیقات مدل‌سازی اقتصادی، ۱۲ (۴۳): ۱۳۳-۱۷۵.
- رضوی، سیدعبداله؛ پیرانی، شهره (۱۴۰۰)، بررسی راهبردها و سیاست‌های ضدتحریمی تجارت نفت ونزوئلا و مقایسه آن با راهبردهای ایران، فصلنامه علمی پژوهشی راهبرد اقتصادی، ۱۰(۳۷)، ۳۵۱-۳۸۶.

- رضوی، سید محمدحسن؛ زین‌الدینی، فاطمه (۱۳۹۷)، اثر بازگشت تحریم‌های ثانویه آمریکا بر صنعت نفت و گاز ایران: فرصت‌ها و تهدیدها، *مطالعات حقوق انرژی*، ۴(۱)، ۳۷-۶۰.
- سلیمانی، علیرضا (۱۳۹۳)، تأثیر تحریم بر صنعت نفت ایران، *پایان‌نامه کارشناسی ارشد حقوق تجارت بین‌الملل*، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد دامغان، دانشکده حقوق.
- شهباز، حسن؛ نادری‌اصل، سعید (۱۳۹۹) اولویت‌بندی تأثیرات تحریم‌های نفتی بر امنیت ملی جمهوری اسلامی ایران با روش تحلیل سلسله مراتبی، *فصلنامه سیاست خارجی*، ۳۴(۱)، ۹۷-۱۲۶.
- صمدی فروشانی، محمد؛ حسین زاده، مهدی؛ مهرگان، مهدی (۱۳۹۸)، تحلیل دینامیکی مدیریت درآمد نفت ایران با تأکید بر کیفیت نهاد حاکمیت کاربردی از رویکرد پویایی سیستم، *دومین کنفرانس ملی انجمن ایرانی پویایی‌شناسی سیستم‌ها*، تهران.
- ضیائی‌سیستانی، سیدحسین؛ حسنی، علیرضا (۱۳۹۵)، تأثیر تحریم بر صنعت نفت ایران، انتشارات کتاب آوا، تهران.
- فتح‌الهی، عبدالرحمن (۱۳۹۹)، خیز تحریم‌ها برای صنعت پتروشیمی، *مجله خبری آنلاین دیپلماسی ایرانی*، کد خبر: ۱۹۹۵۰۸۰.
- فرخانی، هدایت؛ ابراهیمی، سیدنصرالله؛ کاظمی، میلاد (۱۳۹۷)، بررسی سیاست‌های اقتصاد مقاومتی و جایگاه و چگونگی اجرای این سیاست‌ها در صنعت نفت و گاز ایران، *پژوهشنامه دانش حقوق مالیه*.
- قادری‌مقدم، رضا؛ باصری، بیژن؛ فلیحی، نعمت؛ عباسی، غلامرضا (۱۴۰۱)، ارزیابی اثرگذاری ناپایمانی ناشی از تورم و رشد اقتصادی بر مصرف نفت و گاز در ایران، *اقتصاد مالی*، ۱۶(۵۹)، ۴۷-۷۴.
- کریم پور، ساناز؛ قاسمی، عبدالرسول؛ محمدی، تیمور (۱۳۹۹)، تأثیر تحریم‌های اقتصادی ایران بر تجارت نفت خام ایران و کشورهای عضو اوپک: کاربرد مدل جاذبه تعمیم‌یافته، *پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران*، ۹(۳۴)، ۱۴۳-۱۷۲.
- گزارش راهبردی (۱۳۹۱)، اثرات کوتاه‌مدت و بلندمدت تحریم‌های بین‌المللی نفتی بر بخش انرژی ایران، معاونت پژوهش‌های اقتصادی، مرکز تحقیقات استراتژیک، شماره ۱۵۵، مهر ۱۳۹۱.
- متغیرهای بر آن پویای اثرات و نفتی محسن؛ نیکی اسکویی، کامران (۱۳۸۵)، تکانه‌های مهرآرا، ۳۲-۹. صفحات شماره ۴۳، *مجله پژوهشنامه بازرگانی*، اقتصادی، کلان
- Barazandeh, B., Rafieisakhaei, M., Moosavi, A., & Bastani, K. (2016). Effect of localization on the car market under intense sanctions; a system dynamics approach. In *The 34rd International Conference of the System Dynamics Society*.

- Esfahani, H. S., Mohaddes, K., & Pesaran, M. H. (2014). An empirical growth model for major oil exporters. *Journal of Applied Econometrics*, 29(1), 1-21.
- Farzanegan, M.R., (2011); Oil Revenue Shocks And Government Spending Behavior In Iran, *Energy Economics*, Vol. 33, PP. 1055–1069.
- Kelishomi, A. M., & Nisticò, R. (2022). Employment effects of economic sanctions in Iran. *World Development*, 151, 105760.
- Nakhli, S. R., Rafat, M., Dastjerdi, R. B., & Rafei, M. (2021). Oil sanctions and their transmission channels in the Iranian economy: A DSGE model. *Resources Policy*, 70, 101963.
- Rafieisakhaei, M., Barazandeh, B., Moosavi, A., Fekri, M., & Bastani, K. (2016). Supply and demand dynamics of the oil market: A system dynamics approach. In *The 34rd International Conference of the System Dynamics Society* (Vol. 1).
- Roman, D. J., Osinski, M., & Erdmann, R. H. (2017). The construction process of grounded theory in administration. *Contaduría y administración*, 62(3), 985-1000.
- Samadi, A. H., Owjimehr, S., & Halafi, Z. N. (2021). The cross-impact between financial markets, Covid-19 pandemic, and economic sanctions: The case of Iran. *Journal of policy modeling*, 43(1), 34-55.
- Sterman, J. D. (2001). System dynamics modeling: tools for learning in a complex world. *California management review*, 43(4), 8-25.
- Strauss, A., & Corbin, J. M. (1997). *Grounded theory in practice*. Sage.

