Analysis of the Global LNG Markets and Policy Recommendations for Future of Iran

Abolfazl Zinati[1] – Abbas Maleki[2]

Abstract

According to the growing trend of the LNG markets in recent years, Iran can play an important role in the global LNG markets due to its significant reserves of Natural Gas, geopolitics and access to international waters. In this study, first global LNG markets and its future are studied. Then, the effective factors and driving forces on the future of LNG in Iran are determined by various studies. By using the Cross Impact Method (CIM) with the help of MICMAC software, the driving forces are analyzed, and the important driving forces in the future of LNG in Iran are determined. Finally, using ScenarioWizard, scenarios for the future of LNG in Iran are developed.

As a result, this study concludes the future of LNG in Iran, using the "Back to the boom", "An opening to hope", "Ambiguous fate" and "Decline neighborhood" scenarios. Finally, considering the above scenarios, the importance of LNG industry, and Iran's conditions in this area, recommendations will be provided in this regard.

Key words:
Liquefied Natural Gas (LNG), Global Gas Market, LNG industry in Iran, Cross impact method, Scenario planning.

1. Ph.D. Student, Department of Energy Engineering, Sharif University of Technology, Tehran, Iran, (abolfazl.zinati@energy.sharif.ir)
2. Associate Professor, Department of Energy Engineering, Sharif University of Technology, Tehran, Iran, (maleki@ sharif.ir)

مقاله علمی ـ پژوهشی

تاریخ دریافت ۱۴۰۱/۰۷/۲۳ **تاریخ پذیرش ۱۴۰۲ /۰۷/۰۴**

بررسی بازار جهانی LNG و توصیه‌های سیاستی برای آینده ایران

ابوالفضل زینتی[۱] ـ عباس ملکی[۲]

چکیده

با توجه به روند رو به رشد بازار LNG در سال‌های اخیر، کشور ایران با توجه به ذخایر قابل‌توجه گاز طبیعی، موقعیت استراتژیک مناسب و دسترسی به آب‌های بین‌المللی می‌تواند نقش مهم و مؤثری در بازار جهانی LNG داشته باشد. در این گزارش ابتدا وضعیت بازار جهانی LNG و آینده آن موردبررسی قرار گرفت؛ سپس عوامل مؤثر و نیروهای پیشران بر آینده LNG در ایران، با مطالعات مختلف استخراج و با استفاده از روش تحلیل اثرات متقابل و با کمک نرم‌افزار میک‌مک مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت و عوامل مؤثر کلیدی در آینده صنعت LNG در ایران، تعیین شد. در ادامه با استفاده از نرم‌افزار سناریوویزارد، سناریوهای مربوط به این موضوع استخراج شده است. سناریوهای بازگشت به رونق، روزنه‌ای به‌سوی امید، سرنوشت مبهم و همجواری افول، آینده صنعت LNG در ایران را توصیف می‌کنند. در انتها با توجه به سناریوهای حاصل شده و همچنین شرایط ایران در این حوزه و اهمیت صنعت LNG برای کشور، توصیه‌هایی در این رابطه بیان شد.

واژگان کلیدی: گاز طبیعی مایع شده (LNG)، بازار جهانی گاز، صنعت LNG در ایران، امنیت انرژی، تحلیل اثرات متقابل، سناریوسازی

۱. دانشجوی دکتری مهندسی سیستم‌های انرژی، گروه سیستم‌های انرژی، دانشکده انرژی، دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ایران. (abolfazl.zinati@energy.sharif.ir)

۲. دانشیار، گروه سیستم‌های انرژی، دانشکده انرژی، دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ایران (نویسنده مسئول). (maleki@sharif.edu)

مقدمه

کشور ایران، با برخورداری از ۳۲/۱ تریلیون مترمکعب ذخایر اثبات شده گاز، ۱۷/۱ درصد از کل ذخایر گازی جهان را در اختیار داشته و بعد از روسیه به‌عنوان دومین دارنده این ذخایر در جهان شناخته می‌شود (BP, 2021). میزان تجارت جهانی گاز در سال ۲۰۲۱، حدود ۱۰۲۱/۹ میلیارد مترمکعب بوده که حدود ۵۰/۵ درصد آن سهم LNG[1] از این بازار است. صادرات گاز ایران در این سال، حدود ۱۷/۳ میلیارد مترمکعب بوده که از طریق خط لوله به عراق، ترکیه، ارمنستان و هم‌چنین به‌صورت سواپ[2] به نخجوان صادر شده است (BP, 2022). با توجه به آمار فوق می‌توان دریافت که میزان صادرات گاز ایران حدود ۱/۷ درصد از کل تجارت گاز در دنیا بوده که این موضوع نشان‌دهنده وضعیت نامطلوب ایران در تجارت جهانی گاز است. همچنین مشاهده می‌شود که ایران با توجه به منابع و ظرفیت‌های موجود، سهمی از بازار LNG نداشته و این امر می‌تواند نتایج نامطلوبی برای این کشور به همراه داشته باشد. ازجمله این موارد می‌توان به ضعف رقابت ایران در بازارهای دوردست گاز و ورود LNG رقبای این کشور نظیر استرالیا، قطر و آمریکا به بازارهای احتمالی صادراتی گاز ایران از طریق خط لوله اشاره نمود.

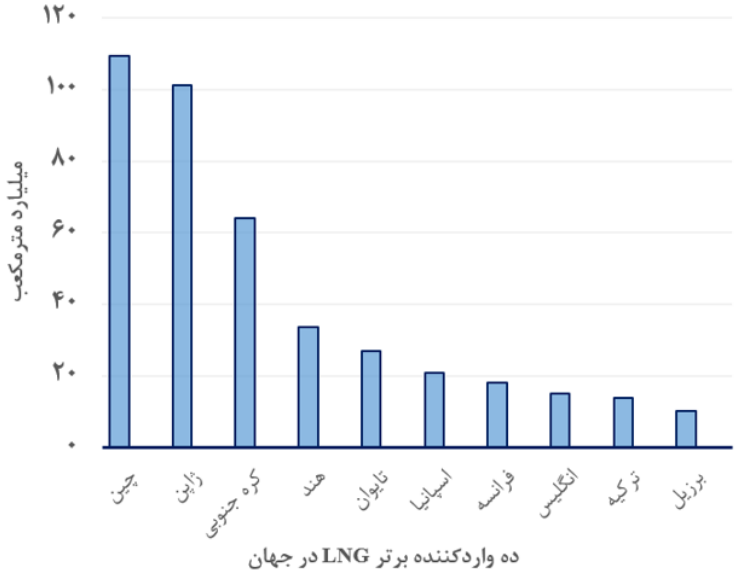
تجارت جهانی LNG در سال ۲۰۲۱ به ۵۱۶/۲ میلیارد مترمکعب رسیده است که ۵/۶ درصد نسبت به سال قبل از آن افزایش یافته است. در شکل ۱ ده کشور بزرگ واردکننده و صادرکننده LNG در جهان در سال ۲۰۲۱ نشان داده شده است. با توجه به شکل ۱ مشاهده می‌شود که چین، ژاپن و کره‌جنوبی هرکدام با واردات ۱۰۹/۵، ۱۰۱/۳ و ۶۴/۱ میلیارد مترمکعب بزرگترین واردکنندگان LNG در جهان هستند. در سال ۲۰۲۱ نسبت به سال پیش از آن، واردات به ژاپن ۰/۱ درصد کاهش و به چین و کره‌جنوبی به ترتیب، ۱۶/۸ و ۱۶ درصد افزایش یافته است. همچنین واردات LNG اروپا در این سال ۱۰۸/۲ میلیارد مترمکعب بوده است (BP, 2022).

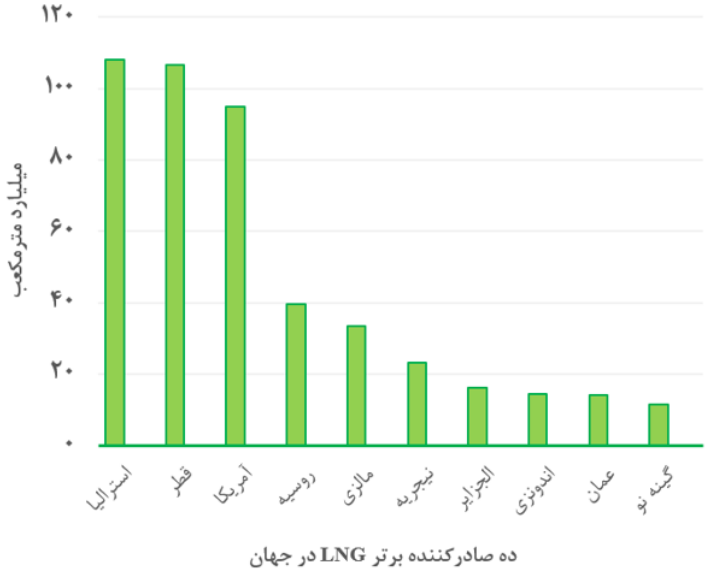
از سوی دیگر استرالیا، قطر و آمریکا هرکدام با صادرات ۱۰۸/۱، ۱۰۶/۸ و ۹۵ میلیارد مترمکعب بزرگترین صادرکنندگان LNG جهان در سال ۲۰۲۱ هستند که در این سال، حدود ۲۶/۱ میلیارد مترمکعب به ظرفیت تولید LNG جهان افزوده شده است (BP, 2022). در بین بزرگترین صادرکنندگان LNG، قطر یکی از پایین‌ترین هزینه‌های تولید LNG را در جهان دارد که این عامل در کنار موقعیت استراتژیک مناسب این

1 Liquefied Natural Gas
2 SWAP

شکل ۱. بزرگترین کشورهای واردکننده و صادرکننده LNG در جهان در سال ۲۰۲۱

(BP, 2022)

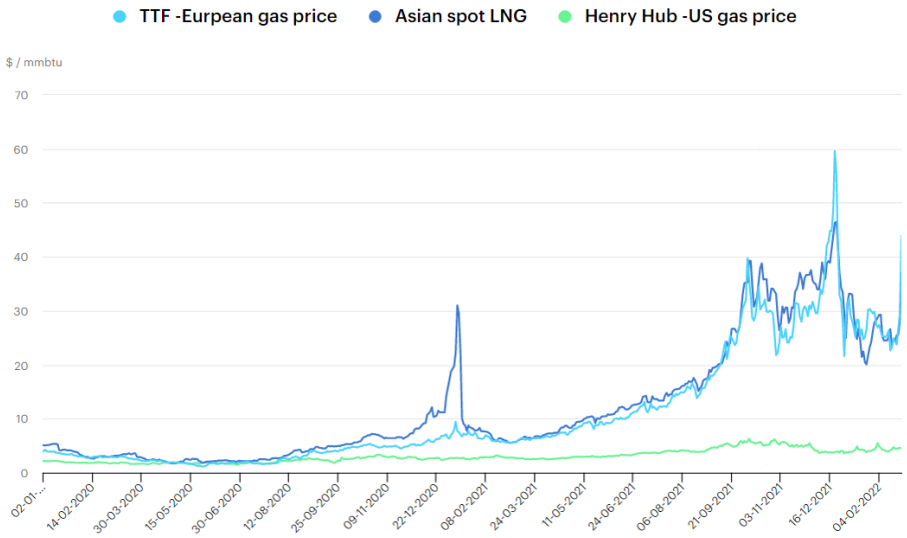




کشور، بازارهای جذابی را برای قطر به‌منظور صادرات LNG مهیا نموده است. کشور استرالیا از حدود یک دهه پیش شروع به تولید و رشد در صنعت LNG کرد و امروزه غرب این کشور بزرگترین منطقه صادرکننده LNG در استرالیا است. هم‌چنین با

توجه به رشد چشمگیر صنعت شیل[۱]، در سال‌های گذشته آمریکا از یک واردکننده LNG به یک صادرکننده بزرگ LNG تبدیل شده است (Vivoda, 2022). صادرات LNG آمریکا در سال‌های گذشته رشد بسیار قابل‌توجهی داشته است. صادرات LNG این کشور در سال ۲۰۲۰، رشد ۲۹ درصدی را تجربه نمود و در ادامه در سال ۲۰۲۱، صادرات LNG آمریکا ۵۵ درصد رشد را نسبت به میزان صادرات سال گذشته خود به ثبت رساند (BP, 2022). لازم به ذکر است که قیمت خرید LNG در دنیا متفاوت بوده و در سال‌های گذشته قیمت آن در آسیا و مخصوصاً ژاپن نسبت به کشورهای دیگر بیشتر بوده است. البته در ماه‌های ابتدایی سال ۲۰۲۲، قیمت LNG در اروپا به دلیل افزایش تنش بین روسیه و اوکراین و جنگ میان این دو کشور با افزایش چشمگیری نسبت به دوره‌های گذشته روبه‌رو شده است. در شکل ۲ نمودار قیمت LNG در آسیا، اتحادیه اروپا و آمریکا در سال‌های اخیر نشان داده شده است.

شکل ۲. روند تغییرات قیمت LNG در ژاپن، اتحادیه اروپا و آمریکا (IEA, 2022)



وضعیت صنعت LNG در ایران نسبت به سایر رقبای تولیدکننده گاز طبیعی در جهان متفاوت است. طرح‌های ایران LNG، پرشین LNG، پارس LNG، گلشن LNG و همچنین پروژه‌های LNG پارس شمالی طرح‌هایی بودند که برای دستیابی به هدف

۱. گاز شیل (Shale Gas)، گازی است محصور شده بین سنگ‌های سخت رسی که آزادسازی آن با استفاده از فناوری «شکست هیدرولیک» صورت می‌گیرد که شامل تزریق آب فراوان حاوی مواد شیمیایی درون سازه‌های گاز رسی با فشار بالاست. برای مطالعه بیشتر به (Stevens, 2012) مراجعه شود.

تولید سالانه ۱۰۰ الی ۱۰۲ میلیارد مترمکعب LNG در سال تعریف شده بودند که ساخت این طرح‌ها با توجه به وابستگی آن‌ها به فناوری و سرمایه‌گذاری خارجی، از اولویت شرکت ملی نفت ایران خارج شده است (Jalilvand, 2013). با توجه به تحلیل‌های اقتصادی می‌توان دریافت که هرچه مسافت انتقال گاز کوتاه‌تر باشد، به‌دلیل کمتر بودن سرمایه اولیه موردنیاز برای احداث خط لوله، انتقال گاز به این روش اقتصادی‌تر است. در مقابل، LNG در ابتدا هزینه سرمایه‌گذاری بالاتری نیاز دارد اما به دلیل حمل این محصول به‌وسیله کشتی، با افزایش مسافت، هزینه‌های انتقال آن نرخ افزایش کمی دارد (Hafner & Luciani, 2022)؛ بنابراین صادرات LNG از جهات مختلفی می‌تواند برای ایران اهمیت داشته باشد که در ادامه به برخی از این عوامل اشاره شده است (شیریجیان و فعلی، ۱۳۹۸):

- منابع گاز طبیعی در ایران: همان‌طور که اشاره شد، ایران دومین دارنده ذخایر اثبات شده گاز طبیعی در جهان است. این مسئله یکی از اصلی‌ترین انگیزه‌های کشور برای توسعه تولید و صادرات گاز بوده و این کشور برای استفاده از پتانسیل گازی خود در راستای منافع ملی کشور باید توجهات لازم را به صنعت LNG داشته باشد.
- تنوع بازار صادراتی گاز طبیعی ایران و نزدیکی به بازارهای هند و چین: با توجه به رشد تقاضای جهانی برای گاز طبیعی، کشورهای تولیدکننده این حامل انرژی نیازمند یک برنامه‌ریزی ویژه برای صادرات گاز طبیعی در هر دو زمینه خط لوله و LNG می‌باشند. افزایش امنیت تقاضای گاز طبیعی می‌تواند با تنوع‌بخشی به بازارهای صادراتی برای کشورهای صادرکننده این حامل انرژی ازجمله ایران میسر شود که در این راستا پتانسیل بازارهای گاز اروپا و آسیا یکی از انگیزه‌های ورود ایران به بازار LNG است. همچنین با ظهور قدرت‌های جدید اقتصادی مانند چین و هند در آسیا و رشد شتابان اقتصاد این کشورها، بازار گاز طبیعی آسیا بیش از پیش موردتوجه صادرکنندگان انرژی قرار گرفته است. ایران با توجه به نزدیکی به بازار هند و چین می‌تواند با حضور در این بازارها و با افزایش همبستگی اقتصادی و سیاسی خود با این دو کشور، امنیت تقاضای انرژی خود را نیز تأمین نماید.
- جذب سرمایه‌گذاری خارجی: پروژه‌های اجرایی صنعت نفت و گاز سرمایه‌بر بوده و برای کشورهای درحال‌توسعه مانند ایران تأمین مالی خارجی به روش‌های مختلف برای این بخش ضرورت دارد. کمبود سرمایه و منابع مالی لازم برای تأمین مالی پروژه‌های LNG نیز از مهمترین مسائل در احداث این پروژه‌ها است. سرمایه‌گذاران

خارجی به دلایلی نظیر عدم ثبات اقتصادی، مالی و مقرراتی در کشور، انگیزه لازم را برای سرمایه‌گذاری در ایران ندارند اما صنعت LNG در ایران و آینده آن می‌تواند انگیزه خوبی برای سرمایه‌گذاری برای سرمایه‌گذاران خارجی در این بخش باشد.

• افزایش تأثیرگذاری ایران در معادلات جهانی: گاز طبیعی یک کالای استراتژیک در جهان است و دارندگان منابع گازی می‌توانند از این کالا برای تأثیرگذاری بر معادلات سیاسی و اقتصادی جهان به نفع خود استفاده نمایند. پررنگ‌تر شدن نقش گاز طبیعی در سیستم‌های انرژی در جهان و گسترش مبادلات جهانی گاز به‌صورت خط لوله و LNG فرصت مناسبی را برای افزایش تأثیرگذاری کشورهای دارنده عمده ذخایر گاز جهان ازجمله ایران و روسیه در عرصه سیاست جهانی به وجود خواهد آورد.

در ادامه پیشینه پژوهش مطالعات انجام شده پیرامون این موضوع موردبررسی قرار می‌گیرد. نوهدانی و سپهر در سال ۲۰۲۰ به بررسی ژئوپلیتیک انرژی ایران با تأکید بر پتانسیل گاز ایران برای ارتقای امنیت انرژی در اروپا پرداختند. تأکید اروپا بر کاهش وابستگی در تأمین گاز طبیعی از روسیه بوده تا امنیت انرژی خود را افزایش دهد. با استفاده از یک رویکرد توصیفی مشخص گردید که ایران تنها کشوری است که می‌تواند سهم روسیه در تأمین گاز اروپا را کاهش دهد و امنیت انرژی اروپا را تضمین نماید (Nohadani & Sepehr, 2020).

نوروزی و همکاران در سال ۲۰۱۹ به بررسی ارزیابی ریسک صادرات ایران با در نظر گرفتن شاخص وابستگی کل گاز و عامل ژئوپلیتیک پرداخته‌اند. در این مقاله خط لوله و LNG در نظر گرفته شده و ۱۷ کشور مقصد صادرات ایران فرض شده است. در این پژوهش با در نظر گرفتن دو روش انتقال گاز، حداقل ریسک حدود ۶۳/۴ درصد برآورد شده است (Nowrouzi et al., 2019a). آن‌ها همچنین در پژوهش دیگری در سال ۲۰۱۹ به بهینه‌سازی سبد صادرات گاز طبیعی ایران با ارائه چارچوب مفهومی برای ریسک غیرسیستماتیک پرداختند. دو شاخص مورداستفاده در این تحقیق شاخص خطر وابستگی گاز طبیعی و شاخص خطر ژئوپلیتیک است. این پژوهش نیز برای خط لوله و LNG انجام شده است. نتایج نشان داد هنگامی‌که سبد صادرات گاز سهم قابل‌توجهی از روش انتقال LNG را تشکیل می‌دهد، می‌توان به حداقل سطح ریسک رسید (Nowrouzi et al., 2019b). رنجگری در سال ۲۰۱۸ به بررسی منافع ایران در ورود به بازار LNG چین با استفاده از نظریه بازی‌ها پرداخته است. در این پژوهش، ابتدا سیاست چین در تنظیم ترکیب واردات انرژی شبیه‌سازی شده و سپس با تحلیل آن به ارائه

سیاست‌هایی جهت تسهیل در ورود ایران به این بازار پرداخته شده است (رنجگری، ۲۰۱۸). حافظی و همکاران در سال ۲۰۱۷ امکان توسعه LNG در ایران را ارزیابی نموده و به تحلیل فناوری‌های فعلی تولید LNG پرداختند (Hafezi et al., 2017).

روش‌شناسی

هدف از این پژوهش بررسی آینده صنعت LNG در ایران و تدوین سناریوهای این حوزه برای کشور است. در این راستا از روش سناریونگاری و برنامه‌ریزی مبتنی بر آن استفاده شده است. سناریوها به‌عنوان روشی برای آینده‌پژوهی، ابزارهایی برای کمک در اتخاذ تصمیم‌های دورنگرانه همراه با عدم‌قطعیت هستند که امکان یکپارچه‌سازی آینده‌های میان‌مدت و بلندمدت را با برنامه‌ریزی‌های راهبردی کوتاه‌مدت و میان‌مدت فراهم می‌کنند (محروق و خوشکار، ۱۳۹۳). پیتر شوارتز، یکی از پیشگامان حوزه توسعه و تحول سناریو، هشت گام اساسی برای طراحی سناریو توصیف نموده است. این گام‌ها شامل شناسایی موضوع اصلی، شناسایی عوامل اثرگذار در محیط، تعیین عوامل محرک و پیشران، اولویت‌بندی براساس اهمیت و عدم‌قطعیت، انتخاب منطق سناریو، تدوین سناریوها، ارزیابی و تعیین شاخص‌های راهنما می‌شوند (Mietzner & Reger, 2004). بر این اساس برای انجام این پژوهش و سناریونگاری در این حوزه از روش‌های دلفی[1] و ماتریس اثرات متقابل[2] استفاده شده که در ادامه روش‌ها موردبررسی قرار می‌گیرند.

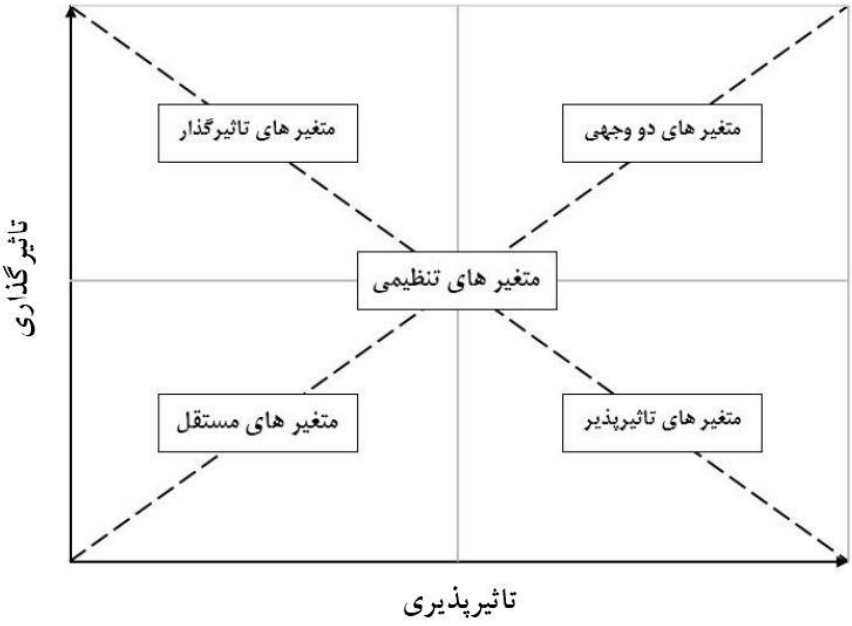
الف. روش دلفی: روش دلفی در نظر دارد نظر کارشناسانی را که در یک موضوع به توافق رسیده‌اند، استخراج نماید. فلسفه روش دلفی این است که جمع‌بندی نظر کارشناسان اعتبار بیشتری نسبت به نظر انفرادی آن‌ها دارد. (ملکی، ۱۳۹۲). این روش چارچوبی است که افراد مختلف با زمینه‌های متفاوت و از نقاط مختلف می‌توانند به‌صورت مشترک در مورد حل یک مسئله با یکدیگر همکاری نمایند. همچنین روش دلفی بی‌طرفی و ناشناس بودن کارشناس پاسخ‌دهنده را تأمین نموده و از نفوذ پاسخ‌دهندگان بر یکدیگر جلوگیری می‌کند. از معایب آن نیز می‌توان به وقت‌گیر و طولانی بودن این روش اشاره نمود (اصغرپور، ۱۳۹۳).

ب. روش ماتریس اثرات متقابل: با توجه به این‌که در واقعیت، بیشتر رویدادها و مسائل به‌گونه‌ای با دیگر رویدادها و مسائل مرتبط هستند، تحلیل این روابط اهمیت

1. Delphi
2. Cross Impact Analysis

ویژه‌ای دارد. موضوعات مختلف همچون مفاهیم اجتماعی و اقتصادی پیچیده و به هم وابسته بوده و یک روش برای تحلیل این موضوعات، روش تحلیل اثرات متقابل است. در این روش تأثیر یک متغیر بر متغیر دیگر توسط کارشناسان و خبرگان تعیین شده و مجموع اثرات متقابل آن‌ها محاسبه می‌شود (Amer et al., 2013). از روش تحلیل اثرات متقابل برای ارزیابی عوامل مؤثر بر موضوع موردنظر و شناسایی عوامل کلیدی برای سناریوسازی استفاده می‌شود. در این روش یک ماتریس تحت عنوان ماتریس اثرات متقابل برای عوامل مؤثر در پژوهش ایجاد شده و تأثیر هر عامل یا روند بر بقیه عوامل یا روندها مشخص می‌شود. این کار را می‌توان به کمک نرم‌افزار میک‌مک[1] انجام داد. در این نرم‌افزار میزان ارتباط بین متغیرهای سیستم، با اعداد بین صفر تا سه سنجیده شده و عدد صفر به‌منزله «بدون تأثیر»، عدد یک به‌منزله «تأثیر ضعیف»، عدد دو به‌منزله «تأثیر متوسط» و درنهایت عدد سه به‌منزله «تأثیر زیاد» است. در ادامه بر اساس میزان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری متغیرها می‌توان نمودار تأثیرگذاری برحسب تأثیرپذیری عوامل مؤثر را رسم نمود. در شکل ۳ این نمودار به‌طورکلی آورده شده است.

شکل ۳. نمودار تأثیرگذاری برحسب تأثیرپذیری (Godet, 2006)



1. MICMAC

با توجه به موقعیت قرارگیری هر متغیر در این نمودار، جایگاه هر متغیر موردبررسی قرار می‌گیرد. بر این اساس، ویژگی‌های انواع متغیرها در جدول ۱ توضیح داده شده است. پس از تعیین جایگاه هر متغیر در نمودار فوق، متغیرهای کلیدی تعیین شده و با استفاده از روش تحلیل اثرات متقابل متوازن[1] سناریوهای سازگار در آینده شناسایی می‌شوند.

جدول ۱. ویژگی‌های انواع متغیرها در تحلیل اثرات متقابل (زالی، ۱۳۸۸)

نام متغیر	مشخصات و ویژگی‌ها
متغیرهای تأثیرگذار	این متغیرها دارای تأثیرگذاری بالا و تأثیرپذیری پایینی هستند. آن‌ها در قسمت بالا و سمت چپ نمودار نمایش داده شده و می‌توانند موجب تغییرات سیستم شده و این متغیرها را تحت شرایطی می‌توان به‌عنوان متغیرهای ورودی در نظر گرفت. در میان این دسته متغیرها، اغلب متغیرهای محیطی را که به‌شدت بر سیستم تأثیرگذارند، می‌توان یافت.
متغیرهای دووجهی	این متغیرها در قسمت بالا و سمت راست نمودار قرار گرفته و به دلیل اثرگذاری و اثرپذیری بالای خود دارای عدم پایداری قابل‌توجهی هستند. هر تغییری بر روی این متغیرها، موجب تشدید یا میرایی اثر اولیه شده و تغییری بر دیگر متغیرها به دنبال خواهد داشت.
متغیرهای تأثیرپذیر	این متغیرها در قسمت پایین و سمت راست نمودار مشاهده شده، دارای تأثیرگذاری پایین و تأثیرپذیری بالایی بوده و نسبت به تکامل متغیرهای تأثیرگذار و دووجهی، حساس هستند و می‌توان آن‌ها را خروجی سیستم در نظر گرفت.
متغیرهای مستقل	این متغیرها در قسمت پایین و سمت چپ نمودار قرار دارند. متغیرهای مستقل از سایر متغیرهای سیستم تأثیر نپذیرفته و بر آن‌ها تأثیر هم ندارند. این متغیرها ارتباط کمی با سیستم دارند، زیرا نه باعث توقف یک متغیر اصلی و نه باعث تکامل و پیشرفت یک متغیر در سیستم می‌شوند.
متغیرهای تنظیمی	این متغیرها در نزدیکی مرکز نمودار قرار داشته و می‌توانند به‌صورت اهرم ثانویه، اهداف ضعیف و یا متغیرهای ریسک ثانویه عمل نمایند.

ج. روش تحلیل اثرات متقابل متوازن: در این روش پس از تعیین عوامل کلیدی مؤثر در آینده موضوع موردنظر، روندهای مختلف پیش‌بینی شده برای هر عامل با توجه به نظر خبرگان تعیین می‌شود. سپس تأثیر هر روند بر روی روندهای سایر عوامل

1. Cross Impact Balance Analysis

کلیدی توسط کارشناسان و نخبگان با عددی بین منفی سه تا سه تعیین می‌شود. بدین‌صورت که اگر روند الف بر روی روند ب تأثیر تقویت‌کننده و همسو داشته باشد با توجه به میزان تأثیر عددی بین یک تا سه (عدد یک به‌منزله تأثیر ضعیف، عدد دو به‌منزله تأثیر متوسط و عدد سه به‌منزله تأثیر زیاد) برای آن در نظر گرفته می‌شود و اگر روند الف بر روی روند ب تأثیر تضعیف‌کننده و ناهمسو داشته باشد با توجه به میزان تأثیر عددی بین منفی یک تا منفی سه به آن تعلق می‌گیرد. درصورتی‌که روند الف بر روی روند ب اثری نداشته باشد عدد صفر برای آن منظور می‌شود. در ادامه با توجه به داده‌های به‌دست آمده ماتریسی تشکیل شده و مقادیر سازگاری و اثرگذاری کل برای هر سناریو محاسبه می‌شود که با توجه به این مقادیر و تأکید بر مقدار سازگاری سناریوهای مختلف استخراج می‌شوند. برای انجام محاسبات این روش می‌توان از نرم‌افزار سناریوویزارد[1] استفاده نمود. این نرم‌افزار با انجام محاسبات مربوطه، سناریوهای با سازگاری قوی، سازگاری ضعیف و سناریوهای ناسازگار را برای موضوع موردنظر مشخص می‌کند.

یافته‌ها

برای انجام این پژوهش در ابتدا مطالعات کتابخانه‌ای و تحقیقات میدانی پیرامون بازار LNG در جهان و شرایط این صنعت در ایران انجام شد. سپس با توجه به مطالعات انجام شده عوامل مؤثر و نیروهای پیشران آینده LNG در ایران استخراج شد. در ادامه این عوامل با استفاده از روش ماتریس اثرات متقابل به کمک نرم‌افزار میک‌مک تحلیل شده و عوامل کلیدی برای سناریوسازی تعیین شد. با تعیین روندهای آینده هرکدام از عوامل کلیدی به‌دست آمده، تحلیل اثرات متقابل متوازن انجام شده و به کمک نرم‌افزار سناریوویزارد سناریوهای آینده صنعت LNG در ایران استخراج شده و سپس این سناریوها توسعه یافته و تکمیل گردیدند. لازم به ذکر است افق زمانی این پژوهش تا سال ۲۰۴۰ میلادی در نظر گرفته شده است. پس از انجام مطالعات مربوطه، عوامل مؤثر اولیه بر آینده صنعت LNG در ایران در چهار دسته کلی تقسیم‌بندی شده است. این تقسیم‌بندی شامل عوامل بین‌المللی (International [I])، فنی (Technology [T])، سیاست‌گذاری و مدیریت (Policy and Management [M]) و مالی و اقتصادی (Finance and Economy [F]) است. هرکدام از دسته‌های فوق شامل عواملی است که در جدول ۲ به معرفی آن‌ها پرداخته شده است.

1. ScenarioWizard

جدول ۲. عوامل مؤثر بر آینده صنعت LNG در ایران (یافته‌های پژوهش)

عوامل	عوامل مهم	نماد
بین‌المللی	وضعیت تحریم‌های اعمال شده از طرف مجامع جهانی بر کشور	I1
	میزان بهبود روابط مالی و اقتصادی با کشورهای مختلف و جذب به اقتصاد جهانی	I2
	چشم‌انداز تقاضای گاز طبیعی در جهان مخصوصاً کشورهای با مصرف بالای انرژی نظیر چین و هند	I3
	میزان رشد سهم LNG از تجارت جهانی گاز	I4
	فعالیت‌های سیاسی مخرب کشورهای بزرگ تولیدکننده LNG علیه ایران برای عدم ورود این کشور به این بازار	I5
فنی	وضعیت تکمیل و راه‌اندازی پروژه‌های تولید LNG در ایران	T1
	میزان توسعه میادین جدید گازی در کشور و کاهش افت فشار مخازن موجود	T2
سیاست‌گذاری و مدیریت	نحوه سیاست‌گذاری دولت و شرکت ملی نفت (NIOC) در رابطه با نفت و گاز طبیعی و صادرات این حامل‌های انرژی	M1
	میزان پتانسیل صادرات گاز طبیعی متناسب با میزان تولید این حامل انرژی و همچنین مصرف آن در داخل کشور	M2
مالی و اقتصادی	میزان سرمایه‌گذاری بخش خصوصی و یا سرمایه‌گذاری خارجی در بخش‌های مختلف صنعت نفت و گاز کشور	F1
	قیمت تمام شده LNG تولیدی در کشور در مقایسه با تولیدکنندگان بزرگ در این حوزه	F2
	قیمت LNG مبادله شده در بازار کشورهای مصرف‌کننده	F3

عوامل فوق نیروهای پیشران آینده صنعت LNG در ایران بوده و هرکدام از آن‌ها می‌تواند بر آینده این موضوع اثر بگذارد. در ادامه هرکدام از عوامل فوق به‌اختصار معرفی شده و توضیحاتی درباره آن‌ها ارائه شده است:

- وضعیت تحریم‌های اعمال شده از طرف مجامع جهانی بر کشور: این عامل به افزایش یا کاهش و یا ادامه روند فعلی در تحریم‌های اعمال شده بر کشور و تأثیر آن بر بخش‌های مختلف به‌خصوص صنعت نفت و گاز اشاره می‌کند.
- میزان بهبود روابط مالی و اقتصادی با کشورهای مختلف و جذب به اقتصاد جهانی: میزان ارتباط با اقتصاد جهانی و روابط مالی و اقتصادی با کشورهای مختلف می‌توانند بر این موضوع تأثیر داشته باشد.

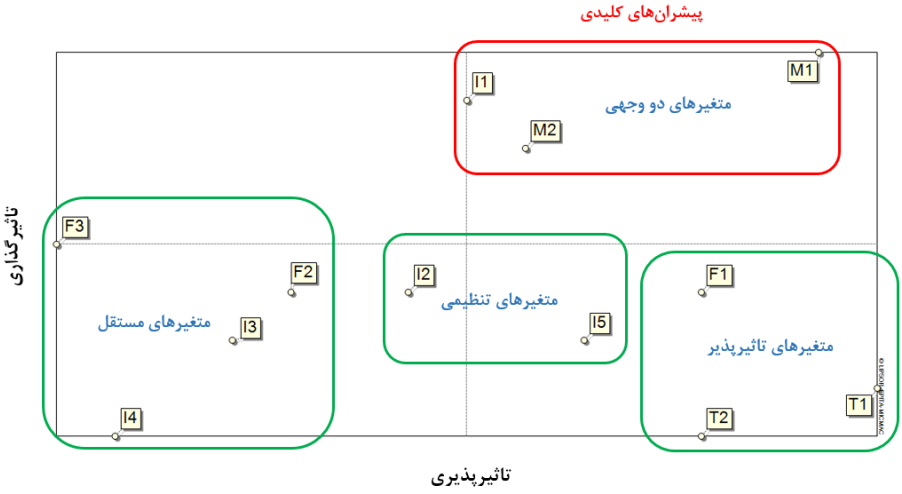
- چشم‌انداز تقاضای گاز طبیعی در جهان مخصوصاً کشورهای با مصرف بالای انرژی نظیر چین و هند: میزان توجه کشورهای مختلف ازجمله چین و هند و سایر مصرف‌کننده‌های بزرگ به گاز طبیعی به‌عنوان یک سوخت فسیلی نسبتاً پاک در قیاس با سایر سوخت‌های فسیلی و سهم این حامل انرژی در سبد انرژی اولیه آن‌ها حائز اهمیت است.
- میزان رشد سهم LNG از تجارت جهانی گاز: در سال‌های اخیر سهم LNG از تجارت جهانی گاز با سرعت قابل‌توجهی افزایش یافته است. میزان رشد این سهم در سال‌های آتی و سهم کلی مبادلات LNG از تجارت گاز بر موضوع این پژوهش مؤثر است.
- فعالیت‌های سیاسی کشورهای بزرگ تولیدکننده LNG علیه ایران برای عدم ورود این کشور به این بازار: با توجه به بازار جذاب LNG و افزایش جذابیت آن در آینده و همچنین پتانسیل ورود ایران به این بازار و عدم ارتباط مناسب ایران با جهان، احتمال فعالیت‌های سیاسی مخرب برخی از تولیدکنندگان بزرگ LNG برای جلوگیری از ورود ایران به این بازار وجود دارد.
- وضعیت تکمیل و راه‌اندازی پروژه‌های تولید LNG در ایران: برای حضور ایران در بازار LNG تکمیل پروژه‌های نیمه‌کاره در این حوزه و راه‌اندازی آن‌ها برای تولید LNG با ظرفیت مناسب ضروری است.
- میزان توسعه میادین جدید گازی در کشور و کاهش افت فشار مخازن موجود: توجه به توسعه میادین و تلاش‌هایی جهت کاهش افت فشار مخازن موجود می‌تواند ظرفیت گاز طبیعی تولیدی در کشور را افزایش داده و این موضوع تأثیر مثبتی بر پتانسیل صادرات در این حوزه خواهد داشت.
- نحوه سیاست‌گذاری دولت و شرکت ملی نفت ایران (NIOC) در رابطه با نفت و گاز طبیعی و صادرات این حامل‌های انرژی: دولت و شرکت ملی نفت با توجه به عوامل مختلفی، سیاست‌های متفاوتی در این حوزه می‌توانند اتخاذ نمایند. برای صادرات گاز طبیعی، احداث خط لوله از لحاظ تأمین امنیت تقاضا بسیار حائز اهمیت بوده و همچنین در فواصل نزدیک و کشورهای همسایه احداث خط لوله ارزان‌تر از صادرات به‌وسیله LNG است. از طرفی حضور در بازار LNG می‌تواند پای ایران را در بازارهای دوردست گاز طبیعی باز کرده و بتواند از این طریق با توجه به منابع گاز طبیعی خود، سهم قابل‌توجهی از این بازار به‌دست آورد.

- میزان پتانسیل صادرات گاز طبیعی متناسب با میزان تولید این حامل انرژی و همچنین مصرف آن در داخل کشور: برای بررسی صادرات گاز طبیعی لازم است در ابتدا وجود پتانسیل صادرات برای این حامل انرژی بررسی شود. پتانسیل صادرات به مقدار تولید گاز طبیعی و میزان مصرف آن در داخل کشور وابسته است. بدیهی است که در صورت افزایش تولید گاز طبیعی و کاهش مصرف داخلی آن، پتانسیل صادرات قابل‌توجهی برای این حامل انرژی وجود خواهد داشت.
- میزان سرمایه‌گذاری بخش خصوصی و یا سرمایه‌گذاری خارجی در بخش‌های مختلف صنعت نفت و گاز کشور: سرمایه‌گذاری در صنعت نفت و گاز کشور علی‌الخصوص توسعه میادین می‌تواند به افزایش توان تولیدی و درنتیجه افزایش پتانسیل صادرات منجر شود.
- قیمت تمام شده LNG تولیدی در کشور در مقایسه با تولیدکنندگان بزرگ در این حوزه: قیمت فروش LNG در نقاط مختلف دنیا متفاوت است. همچنین هزینه تولید آن نیز برای کشورهای مختلف تولیدکننده آن متفاوت است و هزینه تمام‌شده LNG تولیدی در کشور در مقایسه با سایر تولیدکنندگان می‌تواند بر سهم ایران در این بازار مؤثر باشد.
- قیمت LNG مبادله شده در بازار کشورهای مصرف‌کننده: قیمت LNG در کشورهای مختلف متفاوت بوده و در برخی از کشورها بازار جذابی برای تولیدکنندگان LNG ایجاد نموده است که این جذابیت می‌تواند بر حضور ایران در این بازار تأثیر داشته باشد.

پس از تعیین عوامل مؤثر بر آینده صنعت LNG در ایران، برای ارزیابی تأثیرگذاری و تأثیرپذیری متغیرها و تعیین نقش آن‌ها در این پژوهش، می‌توان نمودار تأثیرگذاری برحسب تأثیرپذیری برای عوامل موجود در این پژوهش رسم نمود. این نمودار دید بهتری را نسبت به تأثیر عوامل روی یکدیگر در اختیار قرار می‌دهد و می‌توان با استفاده از جایگاه عوامل در این نمودار انواع متغیرها در این پژوهش را بررسی نمود. در شکل ۴ این نمودار که توسط نرم‌افزار میک‌مک رسم شده است، قابل‌مشاهده است.

با توجه به پراکندگی متغیرها در نمودار تأثیرگذاری برحسب تأثیرپذیری می‌توان متغیرهای کلیدی این پژوهش را تعیین نمود. این متغیرها، متغیرهایی هستند که علاوه بر تأثیرگذاری زیاد بر سایر متغیرها، تأثیرپذیری زیادی نیز دارند و با توجه به مشخصه

شکل ۴. نمودار تأثیرات مستقیم عوامل مؤثر بر روی یکدیگر (یافته‌های پژوهش)



ذکر شده از ناپایداری نیز برخوردارند. با بررسی نمودار رسم شده و همان‌طور که در شکل فوق مشخص شده، پیشران‌های کلیدی برای سناریوسازی تعیین می‌شوند در ادامه روندهای هرکدام از عوامل کلیدی تعیین شده و با توجه به این روندها و ترکیب‌های متفاوت آن‌ها در آینده، تحلیل اثرات متقابل متوازن انجام شده است. سپس سناریوهای سازگار برای آینده صنعت LNG در ایران استخراج شده و این سناریوها موردبررسی و تجزیه‌وتحلیل قرار می‌گیرند. پیشران‌های کلیدی و روندهای آن‌ها در جدول ۳ به‌تفصیل بیان شده‌اند. همچنین در شکل ۵ اثرات متقابل روندهای متغیرهای کلیدی قابل‌مشاهده است.

جدول ۳. روندهای عوامل مؤثر کلیدی در آینده (یافته‌های پژوهش)

پیشران‌های کلیدی	روند	شرح روند
وضعیت تحریم‌های اعمال شده از طرف مجامع جهانی بر کشور	I11	مذاکرات انجام شده برای لغو تحریم‌ها و مذاکرات آتی در این راستا جواب مثبت داده و فشار تحریم‌های اعمال شده کمتر می‌شود.
	I12	مذاکرات انجام شده در راستای کاهش فشار تحریم‌ها اثر چندانی نداشته و وضعیت تحریم‌ها تغییر خاصی نمی‌کند.
	I13	با توجه به اختلافات ایران و برخی از قدرت‌های جهانی فشار تحریم‌ها علیه این کشور افزایش می‌یابد.
نحوه	M11	دولت و شرکت ملی نفت برای صادرات با توجه پتانسیل‌های موجود، علاوه

پیشران‌های کلیدی	روند	شرح روند
سیاست‌گذاری دولت و شرکت ملی نفت در رابطه با نفت و گاز طبیعی و صادرات این حامل‌های انرژی		بر تمرکز بر روی نفت و گاز (از طریق خط لوله)، نگاه ویژه‌ای به LNG در این زمینه دارد.
	M12	برنامه‌های دولت و شرکت ملی نفت برای صادرات بر روی نفت و گاز (از طریق خط لوله) متمرکز بوده ولی در راستای تولید و صادرات LNG اقداماتی نیز انجام می‌شود.
	M13	توجه دولت و شرکت ملی نفت برای صادرات بیشتر به نفت و گاز (از طریق خط لوله) معطوف بوده و توجه چندانی به LNG ندارد.
میزان پتانسیل صادرات گاز طبیعی متناسب با میزان تولید این حامل انرژی و همچنین مصرف آن در داخل کشور	M21	با توجه به توسعه مخازن گاز طبیعی و اقدامات انجام شده در راستای کاهش مصرف داخلی، پتانسیل صادرات قابل‌توجهی برای این حامل انرژی وجود دارد.
	M22	با توجه به اینکه توسعه مخازن گاز طبیعی در حد توان انجام شده ولیکن مصرف داخلی نیز با رشد همراه بوده و پتانسیل صادرات رشد قابل‌توجهی ندارد.
	M23	میزان رشد مصرف داخلی از میزان توسعه میادین گازی بیشتر بوده، به‌گونه‌ای که پتانسیل چندانی برای صادرات وجود ندارد و حتی ممکن است با این روند در ادامه کشور واردکننده گاز طبیعی شود.

شکل ۵. ماتریس اثرات روندهای متغیرهای کلیدی بر روی یکدیگر (یافته‌های پژوهش)

		II			M1			M2		
		I11	I12	I13	M11	M12	M13	M21	M22	M23
I1	I11				3	3	-2	1	0	-1
	I12				-2	-1	2	-1	1	2
	I13				-3	-2	1	-2	-2	2
M1	M11	1	0	-1				2	-1	-2
	M12	0	0	-1				1	0	-1
	M13	0	1	2				1	1	-1
M2	M21	1	-1	-2	3	2	-2			
	M22	0	0	-1	-1	1	2			
	M23	-1	1	3	-3	-2	1			

در انتها سناریوهای استخراج شده موردبررسی قرار گرفته، سناریوهای سازگار برای آینده صنعت LNG در ایران انتخاب شده و این سناریوها تدوین می‌گردند. سناریو اول بازگشت به رونق، سناریو دوم روزنه‌ای به‌سوی امید، سناریو سوم سرنوشت مبهم و سناریو چهارم همجواری افول نام گرفت. در ادامه سناریوهای تدوین شده به‌صورت کامل شرح داده شده‌اند:

- **سناریو بازگشت به رونق:** این سناریو همان‌طور که از نام آن پیداست وضعیت مطلوبی را در آینده برای ایران و صنعت LNG آن ترسیم می‌نماید. در این سناریو با توجه به تلاش‌ها و مذاکرات انجام شده، رفع تحریم به‌صورت مؤثری صورت گرفته و نتیجه آن تأثیر زیادی بر صنعت نفت و گاز ایران داشته است. با رفع تحریم سرمایه‌گذاری خارجی در بخش‌های مختلف بالادستی، میان‌دستی و پایین‌دستی این صنایع صورت گرفته و موجب افزایش ظرفیت تولید نفت و گاز شده است. از طرفی با کاهش فشارهای بین‌المللی و بهبود وضعیت اقتصادی کشور، دولت توانسته است مدیریت کارایی بر روی یارانه‌های انرژی و کاهش مصرف داخلی داشته باشد و کاهش مصرف داخلی و افزایش تولید، موجب افزایش پتانسیل صادرات کشور شده است. درنتیجه با یک برنامه‌ریزی مدون، ایران علاوه بر حضور جدی در بازار نفت و همچنین صادرات از طریق خط لوله، پا به بازار LNG نیز گذاشته و سهمی درخور خود در این بازار خواهد داشت.
- **سناریو روزنه‌ای به‌سوی امید:** در این سناریو با توجه به تلاش‌های انجام شده، رویکرد مثبتی در راستای کاهش و رفع تحریم‌ها مشاهده شده و فشار تحریم‌های اعمال شده کمتر می‌شود. از سوی دیگر دولت با توجه به برنامه‌ریزی‌های خود و ایجاد ارتباطات سیاسی و اقتصادی با قدرت‌های دیگر نظیر چین توانسته است در صنعت نفت و گاز به‌خصوص صنایع بالادستی سرمایه‌گذاری جهت توسعه میادین خود جذب نماید. همچنین با برنامه‌ریزی مدون تلاش می‌شود تا از رشد بی‌محابا مصرف داخل کاسته شده و با توجه به جذب سرمایه و توسعه میادین پتانسیل صادرات برای نفت و گاز وجود دارد. در این شرایط دولت در بخش گاز به دلیل تأمین امنیت تقاضا، اولویت خود را صادرات از طریق خط لوله قرار داده است ولی با توجه به سرمایه‌گذاری کشورهایی نظیر چین بخش LNG نیز فعال شده و ایران تا حدی با توجه به پتانسیل‌های خود در این بازار حضور خواهد داشت.
- **سناریو سرنوشت مبهم:** این سناریو تقریباً ادامه روند فعلی را در این حوزه

نشان می‌دهد. تحریم‌ها کماکان ادامه داشته و تغییر خاصی در جهت کاهش فشار آن‌ها مشاهده نمی‌شود. به دلیل مصرف داخلی بالا و همچنین سرمایه‌گذاری ناکافی در صنعت نفت و گاز علی‌الخصوص توسعه میادین پتانسیل صادرات قابل‌توجهی وجود ندارد و با توجه به پتانسیل صادرات محدود و همچنین تأمین امنیت تقاضا و کاهش فشار تحریم‌ها تمرکز دولت و شرکت ملی نفت بر روی صادرات از طریق خط لوله است. در این سناریو با توجه به عدم سرمایه‌گذاری کافی و پتانسیل صادرات کم توجه خاصی به بخش LNG نمی‌شود و آینده صنایع نفت و گاز و آینده کشور با این روند با ابهام نگران‌کننده‌ای همراه است.

- **سناریو همجواری افول:** در این سناریو نامطلوب‌ترین وضعیت برای کشور رخ داده است. با توجه به اختلافات ایران و برخی از قدرت‌های جهانی فشار تحریم‌ها علیه این کشور افزایش می‌یابد و میزان مصرف داخلی به‌صورت افسارگسیخته رشد نموده و هم‌چنین به دلیل فشار زیاد تحریم‌ها توسعه میادین به اندازه کافی صورت نمی‌پذیرد. درنتیجه پتانسیل چندانی برای صادرات وجود نداشته و احتمالاً با این روند در ادامه کشور واردکننده گاز طبیعی خواهد شد که یکی از چالش‌های پیشروی کشور تأمین کمبود گاز طبیعی با توجه به نیاز بالای مصرف داخلی خود خواهد بود.

بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش با رویکرد برنامه‌ریزی مبتنی بر سناریو و با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره[1]، آینده صنعت LNG در ایران موردبررسی قرار گرفت و با توجه به شرایط ایران در زمینه سوخت‌های فسیلی به‌خصوص گاز طبیعی، صنعت LNG و اهمیت آن برای کشور، چهار سناریو در این راستا استخراج شد و توسعه یافت. در قیاس با سایر مطالعات این حوزه که بیشتر به بررسی ریسک‌های صادرات گاز طبیعی، بهینه‌سازی سبد صادراتی کشور و راهکارهای بهبود امنیت انرژی در این حوزه پرداخته‌اند، این مطالعه یک دیدگاه کلان و سناریومحور به آینده گاز طبیعی و صنعت LNG در کشور داشته است و در این راستا تلاش شده است تا با در نظر گرفتن تصاویر مختلف از آینده LNG در ایران، مسیرهای مختلف برای رشد و پیشرفت کشور در این زمینه موردبررسی قرار گیرد. درنتیجه در راستای سیاست‌گذاری کلان این حوزه، پیشنهادات زیر در رابطه با صنعت LNG می‌تواند برای کشور مفید باشد:

1. Multiple Criteria Decision Making

- ایران در رابطه با این صنعت می‌تواند سه رویکرد مختلف داشته باشد. اولین رویکرد تولید و صادرات LNG است. رویکرد دوم تلاش برای توسعه خطوط لوله و تمرکز بر روی بازارهای کشورهای همسایه بوده و رویکرد سوم، مصرف مازاد گاز تولیدی کشور در داخل، از طریق تزریق آن به میادین نفتی جهت تولید صیانتی، تکمیل زنجیره ارزش در صنعت پتروشیمی و صادرات محصولات پتروشیمی به‌جای خام فروشی آن است؛ بنابراین لازم است در ابتدا عرضه و تقاضای آتی کشور پیش‌بینی شود و با کاهش مصرف داخلی و عزم کشور برای صادرات مازاد گاز طبیعی، با لحاظ اولویت‌های کشور در سیاست‌های کلان حوزه انرژی، برای تولید و صادرات LNG، صادرات مستقیم گاز طبیعی با خط لوله و تزریق مازاد گاز کشور به مخازن نفتی و افزایش برداشت نفت خام و صادرات نفت تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی صحیحی انجام شود.
- با توجه به روند رو به رشد صنعت LNG و سرعت بالای رشد آن، لازم است ایران با یک استراتژی کامل و مؤثر و با در نظر گرفتن سیاست‌های کلان کشور در حوزه انرژی، در این صنعت ورود کند و با تکمیل طرح‌های تولید LNG در کشور (که طرح ایران LNG با توجه به پیشرفت‌های انجام شده می‌تواند در اولویت باشد) وارد بازار LNG شده و از امکان صادرات آن بهره ببرد. همچنین با توجه به سند همکاری بین ایران و چین می‌توان از ظرفیت‌های همکاری بین دو کشور جهت جذب سرمایه برای تکمیل طرح‌های تولید LNG و جذب بازار چین برای فروش LNG به این کشور استفاده نمود.
- لازم به ذکر است افزایش سهم LNG در بازار جهانی گاز و ورود کشورهای جدید در این حوزه موجب رقابتی‌تر شدن قیمت آن در بلندمدت شده و شباهت هر چه بیشتر به بازار نفت خام خواهد شد. این موضوع از یک طرف برای کشورهای واردکننده گاز بسیار مطلوب است زیرا علاوه بر احتمال کاهش قیمت به دلیل افزایش عرضه، موجب تنوع سبد وارداتی و افزایش امنیت انرژی آن‌ها می‌شود اما از طرفی موجب می‌شود قدرت از دست عرضه‌کنندگان گاز خارج و در اختیار قدرت‌های جهانی قرار بگیرد که می‌تواند همانند بازار نفت امکان‌پذیری تحریم ایران در این بازار را افزایش دهد؛ اما با توجه به روند رو به رشد این صنعت لازم است ایران نیز به‌عنوان یک کشور دارای منابع عظیم گاز طبیعی در این بازار ورود کرده و سهم خود در این بازار و امنیت انرژی خود را افزایش دهد.
- ایران باید صادرات گاز از طریق خط لوله را توسعه دهد و با رفع موانع

موجود، تجارت گاز با کشورهای منطقه را در دستورکار خود قرار دهد. درنتیجه ایران می‌تواند ضمن حفظ ساختار منطقه‌ای بازار گاز طبیعی و با توجه به موقعیت استراتژیک خود به هاب گازی منطقه تبدیل شود. یکی از مواردی که در این زمینه می‌توان بررسی نمود خط لوله گاز ایران به چین است که می‌تواند در کنار خط لوله ترکمنستان بخشی از گاز مصرفی چین را تأمین نماید؛ بنابراین لازم است در این زمینه مطالعات بیشتری انجام بپذیرد.

منابع

اصغرپور، محمدجواد. (۱۳۹۳). *تصمیم‌گیری گروهی و نظریه بازی‌ها با نگرش تحقیق در عملیات*، موسسه انتشارات دانشگاه تهران.

رنجگری، حسین. (۲۰۱۸). *راهبردهای ایران برای دستیابی به بازار LNG در چین با تکیه بر نظریه بازی*، دانشگاه صنعتی شریف.

زالی، نادر. (۱۳۸۸). *آینده‌نگاری توسعه منطقه‌ای با رویکرد برنامه‌ریزی سناریو مبنا (نمونه موردی: استان آذربایجان شرقی)*، رساله دکتری، دانشگاه تبریز.

شیریجیان، محمد و ناصر فعلی. (۱۳۹۸). بررسی توسعه صنعت گاز طبیعی مایع شده در جهان و فرصت‌ها و تهدیدات اقتصادی ـ امنیتی آن برای ایران، *فصلنامه اقتصاد دفاع، دانشگاه و پژوهشگاه عالی دفاع ملی و تحقیقات راهبردی ـ گروه منابع و اقتصاد دفاع*، سال چهارم، شماره چهاردهم.

محروق، فاطمه و امیر عباسی خوشکار (۱۳۹۳). آینده پژوهشی، سناریونویسی و بایسته‌های درک پیچیدگی محیط بین‌الملل در پژوهش‌های روابط بین‌الملل، *سومین همایش ملی آینده‌پژوهی*.

ملکی، عباس. (۱۳۹۲) *آینده‌پژوهی و انرژی*. موسسه انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف.

Amer, M., Daim, T. U. and Jetter, A. (2013) '*A review of scenario planning*', *Futures*, 46, pp. 23–40.

Benzaghta, M. A. et al. (2021) '*SWOT analysis applications: An integrative literature review', Journal of Global Business Insights*, 6(1), pp. 55–73. doi: 10.5038/2640-6489.6.1.1148.

BP (2021) '*Statistical Review of World Energy, 2021 | 70th Edition'*.

BP (2022) '*Statistical Review of World Energy, 2022 | 71th Edition'*.

Godet, M. (2006) '*Creating Futures: Scenarios Planning as a Strategic Management Tool'*, *Economica*, p. 369.

Hafezi, R., Akhavan, A. and Pakseresht, S. (2017) '*State of LNG Development: Application of SWOT for Iran'*, *International Gas Union Research Conference*.

Hafner, M., & Luciani, G. (2022). *The Palgrave Handbook of International Energy Economics*

Jalilvand, D. R. (2013) '*Iran's gas exports: can past failure become future success'*, *The Oxford Institute for Energy Study*, p. 13.

Mietzner, D. and Reger, G. (2004) '*Scenario Approaches – History, Differences, Advantages and Disadvantages*', *International Journal of Technology Intelligence and Planning*, pp. 47–66.

Natural gas prices in Europe, Asia and the United States, Jan 2020-February 2022 – *Charts – Data & Statistics - IEA* (2022).

Nohadani, S. A. and Sepehr, A. G. (2020) '*Energy Geopolitics with Emphasis on Iran Gas Potential to Promote Europe Energy Security'*, *Geopolitics Quarterly*.

Nowrouzi, A. et al. (2019a) 'Iran's gas export portfolio risk analysis based on the development of dependency risk framework', *Energy & Environment*, 30(4).

Nowrouzi, A. et al. (2019b) 'Optimizing Iran's natural gas export portfolio by presenting a conceptual framework for non-systematic risk based on portfolio theory', *Energy Strategy Reviews*.

Stevens, P. (2012) The 'Shale Gas Revolution': Developments and Changes. Energy, Environment and Resources.

Vivoda, V. (2022). *LNG export diversification and demand security: A comparative study of major exporters. Energy Policy*.