WORLD POLITICS

Homepage: https://interpolitics.guilan.ac.ir/

Print Issn: 2383-0123
Online Issn: 2538-4899

The impact of the Ukraine crisis on the Russia's hydrogen industry

Khodayar Barari Reykandeh *corresponding author*, Assistant Professor of Russian Studies, Department of European Studies, Faculty of World Studies, University of Tehran, Tehran, Iran. E-mail: khbarari@ut.ac.ir

Parisa Sabri PhD Candidate in Russian Studies, Department of European Studies, Faculty of World Studies, University of Tehran, Tehran, Iran. E-mail: parisa.sabri@ut.ac.ir

Article Info

Article Type:
Reserch Article

Keywords:
Ukraine Crisis,
Russia,
Renewable Energy,
Hydrogen,
Western Sanctions

Article history:
Received 2025-8-1
Received in revised form 2025-10-4
Accepted 2025-11-11
Published Online 2025-11-24

ABSTRACT

Fossil fuel scarcity and climate change have further increased the importance of renewable and clean sources of energy. Even major fossil fuel exporters, such as Saudi Arabia and Russia, are exploring renewable energy options to diversify their energy mix. Hydrogen is a promising alternative source of energy that can help reduce greenhouse gas emissions, contribute to de-carbonization, and enhance energy security. The primary method of industrial hydrogen production currently involves the use of natural gas. As the world's largest owner of natural gas resources, Russia intends to dominate the future global hydrogen market. However, the industrial-scale expansion of renewable sources of energy necessitates significant investments and advanced technology. This study aims to analyze the effects of Western sanctions on Russia's strategies and plans for the renewable energy sector, specifically in hydrogen production, amidst the escalating tensions between Russia and the West resulting from the Ukrainian crisis and Russia's invasion of Ukraine on February 24, 2022. This qualitative, descriptive-analytical study employs desk studies as the data collection tool...

Cite this Article: Barari Reykandeh, K. and Sabri, P. (2025). The Impact of the Ukraine Crisis on the Russia's Hydrogen Industry. *World Politics*, *14*(3), 69-88. doi: 10.22124/wp.2025.25523.3251

© Author(s)
Publisher: University of Guilan
DOI: 10.22124/wp.2025.25523.3251

1. Introduction

According to the Energy Strategy of the Russian Federation for the period up to 2035 (ES-2035), Russia seeks to contribute 20% of the global hydrogen exports by 2035. The hydrogen roadmap released by the Russian government in 2020 indicates that this country plans to export approximately 200,000 tons of hydrogen by the end of 2024. Before Russia invaded Ukraine, the Russian government had projected that the country could export around 33.4 million tons of hydrogen annually by 2050, resulting in an estimated annual revenue of $100 billion. However, revised assessments conducted by the Russian government in 2022 suggest that the country's hydrogen export capacity may range between 2 and 12 million tons by 2035, with projections indicating a potential increase to approximately 15 to 50 million tons by 2050. Alexander Novak, Russia's Deputy Prime Minister, declared the conclusion of an agreement with Gazprom and Rosatom for the hydrogen roadmap in February 2023, one year after Russia invaded Ukraine. Novak also revealed the government's decision to invest 9.3 billion rubles in the hydrogen production sector by the end of 2024.

2. Theoretical Framework

The theoretical framework in this research is predominantly rooted in Structural Realism (Neorealism), viewing energy security as a fundamental element of power politics and national interest within an anarchic international system. This perspective emphasizes the inherent competition and potential conflict over the access and control of scarce energy resources. Furthermore, the present study incorporates a nuanced Realist perspective to argue that states may strategically pursue cooperation in order to enhance mutual security. Ultimately, the core determinants for a state's capacity to develop energy security are identified as traditional Realist components: economic power, military strength, and geographical position.

3. Methodology

This descriptive-analytical study employed desk studies (review of articles, books, and reliable internet sources) to explain the research problem and find answers to the research questions.

4. Results and Discussion

The Ukraine crisis and the subsequent military attack by Russia in February 2022 significantly escalated tensions between Russia and the West. Consequently, Western countries imposed severe sanctions on Russia. The sanctions and the withdrawal of Western companies have significantly affected Russia's economy, especially regarding its reliance on foreign capital and access to Western technologies. Additionally, the ongoing conflict with Ukraine and the associated costs of a prolonged war have further complicated Russia's ability to pursue various industrial projects, including those in the renewable energy sector. These challenges forced Russia to reassess its objectives and plans regarding the development of its

hydrogen export capacity. This reevaluation encompasses the period until 2035 and extends to 2050. The issue that Russia is dealing with extends beyond the mere development of production capacity. The hydrogen industry in Russia is currently in its early stages of development, necessitating substantial investment. Although Russia may progressively obtain the necessary technologies, it remains uncertain whether it can establish a market for its hydrogen in Western countries. Russia currently possesses sufficient gas reserves for export to Europe, as well as the necessary infrastructure for this purpose. However, Europe's reluctance to purchase Russian gas, coupled with the imposition of sanctions and refusal to import gas from Russia, has posed a significant challenge to Russia's energy security despite the demand for Russian energy resources. Consequently, as the tension between Russia and Western countries continues, the Russian government faces the significant challenge of finding a reliable market for goods exports, alongside the need to obtain the capital and technology required to advance hydrogen production capabilities.

5. Conclusions & Suggestions

In addition to Europeans, Japan and South Korea, part of the East Asian sphere, represent potential markets for Russia's energy resources. However, they align with Western policies opposing Russia, in conjunction with the US. Therefore, the sanctions-drive limitations may compel Russia to compete with other exporters within the energy market of China and India. Concurrently, China is actively and significantly investing in the development and expansion of the renewable energy sector to reduce dependence on external energy sources. The key conclusion is that the geopolitical shifts following the Ukraine crisis have created a dual strategic dilemma for Russia's hydrogen ambitions: first, securing the necessary capital and technology due to Western sanctions, and second, facing heightened competitive pressure within the pivotal Asian markets of China and India, particularly since China is concurrently focusing on energy self-sufficiency through massive renewable energy investments. This necessitates a fundamental strategic shift in Russia's energy diplomacy away from traditional Western dominance toward competing in these rapidly changing Eastern energy landscapes.

.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

سیاست جهانی
شاپا چاپی: ۰۱۲۳-۲۳۸۳
شاپا الکترونیکی: ۴۸۹۹-۲۵۳۸
Homepage: https://interpolitics.guilan.ac.ir/

تاثیر بحران اوکراین برصنعت هیدروژن روسیه

خدایار براری ریکنده *نویسنده مسئول*، استادیار روابط بین الملل، مطالعات روسیه دانشکده مطالعات جهان، دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: khbarari@ut.ac.ir

پریسا صبری، دانشجوی دکتری رشته مطالعات روسیه، دانشکده مطالعات جهان، دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: parisa.sabri@ut.ac.ir

درباره مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

کلیدواژه‌ها:
بحران اوکراین،
روسیه،
انرژی تجدیدپذیر،
هیدروژن،
تحریم‌های غرب.

تاریخچه مقاله
تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۵/۱۰
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۷/۱۲
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۸/۱۶
تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۹/۳

چکیده

محدودیت مصرف سوخت‌های فسیلی و انتشار بی رویه گازهای گلخانه¬ای، کشورها را به سوی جایگزین کردن سوختهای فسیلی با منابع انرژی تجدیدپذیر و سازگار با محیط زیست سوق داده است. به طوری که حتی کشورهایی که صادرکننده عمده نفت و گاز هستند، از جمله رقبای اصلی ایران، عربستان و روسیه نیز در صدد بهره برداری از انرژی های تجدیدپذیر هستند. یکی از منابع جایگزین، هیدرژون است که «سوخت پاک» محسوب می شود. روسیه که با داشتن ذخایر عظیم نفت و گاز خود را ابرقدرت انرژی می داند و رقیب ایران در بازار انرژی محسوب می شود، می خواهد تا در عرصه تولید و صادرات هیدروژن نیز بتواند یکی از بازیگران اصلی در بازار انرژی باشد. اصلی‌ترین منبع تولید صنعتی هیدروژن در حال حاضر گاز طبیعی است و روسیه بیشترین سهم از میادین گازی جهان را در اختیار دارد. اما بهره برداری از انرژی های تجدیدپذیر در مقیاس بزرگ و صنعتی به سرمایه گذاری و فناوری های پیشرفته نیاز دارد که از این نظر روسیه به غرب متکی بوده است. با در نظر گرفتن تشدید تنش‌ها بین روسیه و غرب در نتیجه بحران اوکراین و «عملیات نظامی ویژه» روسیه در فوریه سال ۲۰۲۲ میلادی، این پژوهش بر آن است تا به این پرسش پاسخ دهد که بحران اوکراین و تحریم‌های غربی مرتبط با آن علیه روسیه چه تاثیری بر اهداف و طرح های روسیه در حوزه تولید هیدروژن داشته است؟ روش پژوهش در این نوشتار تحلیل محتوای کیفی است. داده ها از طریق مطالعات کتابخانه ای گردآوری و تحلیل شده است..

استناد به این مقاله: براری ریکنده, خدایار و صبری, پریسا . (۱۴۰۴). تاثیر بحران اوکراین بر صنعت هیدروژن روسیه. سیاست جهانی, ۱۴(۳), ۶۹-۸۸. doi: 10.22124/wp.2025.25523.3251

© نویسنده(گان)
ناشر: **دانشگاه گیلان**

مقدمه

در فوریه ۲۰۲۲، زمانی که جهان در شرایط بازسازی آسیب‌های ایجاد شده ناشی از کووید ۱۹ به سر می‌برد، جنگ روسیه با اوکراین آغاز شد. این بحران، تنش‌های میان غرب و روسیه را تشدید کرده است و اقتصاد جهانی را با بحران مواجه ساخت. اگرچه سیستم اقتصاد جهانی در نتیجه این جنگ که در روسیه از آن به عنوان «عملیات نظامی ویژه» یاد می کنند، آسیب جدی ندیده است، اما برخی متغیرها همچون رشد اقتصادی جهانی تحت تاثیر این بحران قرار گرفته‌اند. پس از کاهش ۳/۴ درصدی به دلیل بحران کرونا در سال ۲۰۲۰، تولید ناخالص داخلی واقعی جهان به میزان ۵/۷ درصد در سال ۲۰۲۱ افزایش یافت که سریع‌ترین رشد سالانه از سال ۱۹۷۳ تاکنون بوده است. بر اساس ارزیابی های صندوق بین‌المللی پول در سال ۲۰۲۲، حمله روسیه به اوکراین و تداوم همه‌گیری کووید-۱۹ همگی بر دورنمای رشد جهانی تأثیر گذاشته‌اند. بر این اساس، پیش‌بینی شده است که رشد جهانی از ۶ درصد در سال ۲۰۲۱ به ۲/۷ درصد در سال ۲۰۲۳ کاهش یابد. این مقدار ضعیف‌ترین شاخص رشد از سال ۲۰۰۱ به استثنای بحران مالی جهانی و مرحله حاد همه گیری کووید-۱۹ محسوب می‌شود.

مسئله دیگری که به موازات تشدید تنش های میان روسیه و غرب از زمان انضمام کریمه به خاک روسیه در سال ۲۰۱۴ تا کنون به وجود آمده است، تسریع گذار به انرژی‌های تجدیدپذیر و پاک است. مناقشه روسیه و اوکراین یکی از مهم‌ترین مواردی است که امنیت انرژی کشورهای واردکننده سوخت از روسیه را به خطر انداخته است. اتحادیه اروپا اعلام کرده است که قصد دارد تا پیش از سال ۲۰۳۰ به طور کامل از وابستگی به سوخت‌های فسیلی روسیه رهایی یابد. در این راستا، اتحادیه اروپا در نظر دارد تا واردات گاز طبیعی، گاز طبیعی مایع شده (LNG) و نیز «سوخت پاک» مانند هیدروژن را از کشورهایی غیر از روسیه افزایش دهد. هیدروژن می تواند به عنوان یک سوخت سازگار با محیط زیست در بلندمدت نقشی که در حال حاضر گاز و زغال سنگ در اقتصاد جهانی دارند را داشته باشد. طبق ارزیابی مرکز تحقیقات مالی انرژی‌های جدید بلومبرگ که در سال ۲۰۲۱ انجام شد، یک چشم انداز بلندمدت مبتنی بر سه سناریوی مختلف را می توان در نظر گرفت. سه سناریو اقلیمی ارائه شده در پیش بینی مرکز مذکور که مطابق با توافقنامه پاریس (۲۰۱۵) و دستیابی به انتشار صفر گازهای گلخانه‌ای تا سال ۲۰۵۰ است، عبارتند از: بر اساس "سناریوی سبز"، تقاضا برای هیدروژن در مقیاس جهانی در سال ۲۰۵۰ ممکن است به ۱۳۱۰ میلیون تن برسد، یعنی ۲۲٪ از کل مصرف انرژی نهایی (که در حال حاضر۰/۰۰۲٪ است). "سناریوی خاکستری" تقاضا برای هیدروژن را در سطح ۱۹۰ میلیون تن پیش بینی می‌کند و

"سناریوی قرمز" استفاده گسترده از انرژی هیدروژن را پیش‌بینی نمی‌کند. در همین راستا، برنامه‌ریزی شده است تا نیروگاه‌های هسته‌ای با رآکتورهای ویژه‌ای راه اندازی شوند که هیدروژن قرمز را تولید می‌کنند. همچنین، طبق پیش بینی آژانس بین المللی انرژی، تا سال ۲۰۳۰ تقاضای هیدروژن بیش از یک و نیم برابر نسبت به سال ۲۰۲۲ (که حدود ۹۵ میلیون بود) افزایش می یابد و به بیش از ۱۵۰ میلیون تن می رسد که نزدیک به ۳۰ درصد از این تقاضا ناشی از کاربردهای جدید خواهد بود.

تحولات سیاسی اقتصادی سالهای اخیر بسیاری از کشورها را ناگزیر ساخته تا در سیاست های انرژی خود بازنگری کنند. در نگاه اول، شاید اینطور به نظر برسد که گذار انرژی شاید مساله کشورهای واردکننده است و نه کشورهای صادرکننده نفت و گاز. اما بررسی ها نشان می دهد که حتی کشورهای صادرکننده نفت و گاز چون عربستان و روسیه که رقیب سنتی ایران در بازار انرژی محسوب می شوند نیز در صدد هستند تا با نظرداشت این واقعیت که به مرور گذار به انرژی های تجدیدپذیر و استفاده از سوخت هایی مثل هیدروژن جزو اولویت های کشورها خواهد شد، اهداف و سیاست انرژی خود را با توجه به این چشم انداز تنظیم کنند. عربستان تولید بیش از دو میلیون تن هیدروژن را تا سال ۲۰۳۰ هدف گذاری کرده است. مقامات فدراسیون روسیه نیز در زمینه تولید هیدروژن اهداف بلندپروازانه ای در سر دارند. اما با وجود تحریم های سنگین غرب علیه روسیه بعد از جنگ ۲۰۲۲ روسیه و اوکراین، این برنامه ها قابلیت اجرا خواهد داشت و روسیه خواهد توانست ظرفیت های هدف گذاری شده در شرایط قبل از جنگ را محقق سازد؟ برای بررسی این موضوع و ارزیابی تاثیر بحران اوکراین و تحریم های غربی بر صنعت هیدروژن روسیه، این سوال مطرح می شود که بحران اوکراین و تحریم‌های غربی مرتبط با آن علیه روسیه چه تاثیری بر اهداف و طرح های روسیه در حوزه تولید هیدروژن داشته است؟ در این مقاله پس از بحث نظری در چارچوب واقع گرایی، ادبیات موضوع مورد بررسی قرار گرفته و سپس، تاثیر بحران اوکراین و پیامدهای آن بر راهبرد و اهداف روسیه برای تبدیل شدن به یکی از بازیگران کلیدی بازار جهانی هیدروژن تحلیل می شود.

اهمیت بررسی موضوع این مقاله را می توان از دو جهت برشمرد:

الف) ضرورت مطالعات بیشتر در زمینه انرژی های تجدیدپذیر با توجه به تحولات دوره گذار انرژی

ب) ضرورت آگاهی از سیاست های کلان و راهبردهای رقبای جمهوری اسلامی ایران در بازار انرژی.

از نظر روش، همانطور که در چکیده نیز اشاره شد، این تحقیق با بهره‌گیری از روش تحلیل محتوای کیفی و از طریق مطالعات کتابخانه ای، داده های مورد نیاز را از اسناد بالادستی روسیه، مقالات علمی،

کتب و منابع معتبر اینترنتی مرتبط با موضوع به زبان های روسی و انگلیسی گردآوری و تحلیل کرده است.

۱. چارچوب نظری؛ رویکرد واقع گرایانه به امنیت انرژی

امنیت انرژی یکی از مهم‌ترین مفاهیم سیاست قدرت است که به توضیح توزیع منابع محدود و پیامدهای آن می‌پردازد. در رویکرد واقع‌گرایانه، منابع انرژی ملی در معیارهای ارزیابی منافع ملی و مفاهیم قدرت گنجانده شده است. مسلماً مفاهیمی که زیربنای رویکردهای رئالیستی و نئورئالیستی هستند مانند امنیت، منافع ملی و قدرت به فراخور زمان قابل بحث هستند. مفهوم امنیت را می‌توان برای انرژی نیز در نظر گرفت. بر اساس واقع‌گرایی ساختاری، به دلیل فضای رقابتی، نامطمئن و ناامن بین‌المللی، همکاری میان دولت‌ها به سختی قابل دستیابی است. واقع‌گرایان ساختاری نسبت به موفقیت همکاری بین‌المللی آینده‌نگر بدبین هستند و قویاً بر این باورند که رقابت بین قدرت‌های بزرگ در سیستم طبیعی، ذاتی است. اما گلاسر[1] (۱۹۹۴)، در مقاله‌ای که رویکرد بدبینانه رئالیسم ساختاری را مورد انتقاد قرار می‌دهد، جایگزین‌هایی را برای دولت‌ها در جهت توسعه سیاست‌های مشترک بر اساس نیاز به همکاری با استفاده از رئالیسم توجیه می‌کند و استدلال می‌کند که همکاری، امنیت را افزایش می‌دهد (Glaser, 1994: 50-90). عوامل متعدد باعث افزایش امنیت انرژی می شود؛ عواملی نظیر ایجاد تنوع منابع انرژی، سرمایه گذاری در زیرساختها، بهره وری و پیشرفت های فناوری، میزان ذخایر انرژی، تدوین سیاستهای متنوع انرژی پایدار، ظرفیت مالی و ایجاد ثبات در برابر شوکها. بنا بر این، گسترش استفاده از انرژهای پاک و تجدیدپذیر با متنوع سازی انرژی و کمک به کاهش انتشار کربن نقش موثری در افزایش امنیت انرژی دارد.(Golestaneh, Seifipour, Mehrabiyan & khosravinejad, 2024: 190)

به طور کلی عناصر ژئوپلیتیک و قدرت ملی متغیرهای تعیین کننده سیاست های انرژی هستند. کار[2] (۲۰۱۶)، سیاست را به عنوان سیاست قدرت تعریف کرده است و تأکید می‌کند که هر موضوعی که به قدرت یک دولت معین در رابطه با دولت دیگر مربوط شود و دربردارنده آن باشد، همیشه یک موضوع سیاسی محسوب می‌شود. با توجه به سیاست‌های انرژی بین‌المللی از منظر رویکرد واقع‌گرا، می‌توان بیان کرد که انرژی یک موضوع سیاسی است، زیرا دسترسی کشورها به منابع انرژی و کنترل آن نقش

[1] Glaser
[2] Carr

بسزایی در سیاست قدرت دارد (Carr, 2016: 10). به عقیده فرانکل[1] (۱۹۷۹)، ظرفیت دولت‌ها برای توسعه سیاست‌های امنیت انرژی خود به شدت به قدرت آن‌ها برای تأثیرگذاری بر سیاست‌های دولت-های دیگر از موقعیت‌های اقتصادی، نظامی و جغرافیایی مرتبط است (Frankel, 1979: 101). بر اساس رویکرد واقع‌گرایی، توزیع جغرافیایی نیرو و موقعیت جغرافیایی منابع، عناصر ثابت امنیت انرژی هستند. همکاری‌های جهانی و منطقه‌ای بر تنش و درگیری‌ها و بحران‌های بین‌دولتی ناشی از امنیت انرژی متمرکز است. در ادبیات امنیت انرژی، مفروضات دیدگاه واقع‌گرایانه به این صورت خلاصه می شود: ۱. دسترسی به کنترل منابع طبیعی انرژی که عناصر کلیدی در قدرت ملی و منافع ملی هستند، امکان پذیر است. ۲. منابع انرژی به تدریج کمیاب و ناامن می‌شوند. ۳. افزایش رقابت‌پذیری ناشی از دسترسی و کنترل کشورها بر منابع انرژی است. ۴. جنگ و آشفتگی، بیشتر بر سر منابع انرژی پدیدار می‌شود (Dannreuther, 2010: 3). این رویکرد که دارای وزن سیاسی/امنیتی است، طرح کلی واضحی را برای مطالعات امنیت انرژی بر اساس شکل (۱) معرفی می‌کند. توانایی توسعه امنیت انرژی با قدرت اقتصادی، قدرت نظامی، منطقه جغرافیایی، منابع طبیعی و دیپلماسی مرتبط است.

شکل (۱). مولفه های رئالیسم برای قابلیت توسعه امنیت انرژی

با مقایسه مدل توسعه امنیت انرژی فدراسیون روسیه با مولفه‌های رئالیسم در شکل (۱)، می‌توان گفت در درجه اول مدل اقتصادی روسیه تک محصولی و انرژی‌محور است و از همین رو قدرت اقتصادی این کشور نیز تحت تاثیر مستقیم قیمت منابع انرژی قرار دارد. اما قدرت نظامی روسیه سهم بیشتری را

[1] Frankel

در اختیار خود قرار داده است و از تمامی جنبه‌ها تقویت شده است. فدراسیون روسیه وسعت پهناوری را به خود اختصاص داده است و به دلیل غنی بودن منابع طبیعی انرژی نیز توانایی توسعه امنیت انرژی برای واردکنندگان و مصرف‌کنندگان آن را دارد. اما در درجه نهایی، علیرغم اینکه روسیه از اهرم انرژی در سیاست خارجی خود جهت اعمال فشار بر کشورهای واردکننده استفاده ابزاری کرده است، در بحث مولفه توانایی تاثیرگذاری بر سیاست دیگر دولت‌ها در برخی موارد موفق عمل نکرده است. به عبارتی دیگر می‌توان گفت بحران اوکراین پازل توسعه امنیت انرژی روسیه را برهم زده است. اگرچه واردکنندگان و صادرکنندگان منابع انرژی برداشت متفاوتی از مفهوم امنیت انرژی دارند، اما در هر صورت، چه در زمانی که جنگ و رقابتها بر سر سوختهای فسیلی بوده و چه در دوران گذار به انرژی های تجدیدپذیر و رقابت بر سر بازار سوختهای جایگزین، امنیت انرژی همچنان یکی از مهمترین اولویت های سیاست خارجی دولت هاست. سیاست فدراسیون روسیه نیز از این امر مستثنی نبوده و راهبردهای مبتنی بر واقع گرایی این کشور در زمینه انرژی های تجدیدپذیر در راستای تقویت امنیت و تامین منافع خود در شرایط در حال تغییر نظام بین الملل ارزیابی می شود.

۲. ادبیات موضوع

از میان انواع سوخت‌های جایگزین، هیدروژن یکی از مناسب‌ترین سوخت‌ها برای صنعت، حمل و نقل و به طور کلی اقتصاد محسوب می‌شود. مرحله کنونی توسعه صنعت هیدروژن، چه در مقیاس جهانی و چه در سطح کشورها را تنها می‌توان آغاز عصر هیدروژن در جهان در نظر گرفت. در حالت آزاد، هیدروژن به تنهایی عملاً هرگز روی زمین یافت نمی‌شود و تنها در ترکیب با برخی گازهای آتشفشانی، گازهای مرتبط با چاه‌های نفت و غیره یافت می‌شود. می‌توان گفت تقریباً هیچ هیدروژن آزادی در جو زمین وجود ندارد، زیرا این ماده به راحتی به فضا می‌گریزد. هیدروژن مانند بسیاری از عناصر شیمیایی دیگر دارای ایزوتوپ‌های متعددی است که هسته‌های آن در ترکیب هیدروژن یک پروتون در هر هسته دارد و از نظر تعداد نوترون‌ها متفاوت است. بشر با دانستن خواص شیمیایی و فیزیکی هیدروژن، سال‌هاست که انواع مختلف این ماده که در جدول شماره (۱) توضیح داده شده را تولید کرده و در زمینه‌های مختلف استفاده می‌کند (Kaplienko & Gabaraev, 2022: 29-30).

جدول (۱): طیف رنگی هیدروژن بر اساس روش تولید

طیف رنگ هیدروژن	روش کلی تولید
هیدروژن خاکستری	تولید هیدروژن از گاز طبیعی بدون استفاده از فناوری جذب و ذخیره سازی کربن
هیدروژن سیاه یا قهوه ای	تولید هیدروژن از زغال سنگ بدون استفاده از فناوری جذب و ذخیره سازی کربن
هیدروژن آبی	تولید هیدروژن از گاز طبیعی با استفاده از فناوری جذب و ذخیره سازی کربن
هیدروژن سبز	هیدروژن تولیدشده در فرآیند الکترولیز آب با استفاده از برق تجدیدپذیر
صورتی یا بنفش یا قرمز	هیدروژن تولیدشده با استفاده از برق هسته ای

منبع: Azimi, 2021

بر اساس داده‌های مرکز «منابعی برای آینده»[1]، بیش از ۹۵ درصد از تولید هیدروژن مربوط به تغییر شکل متان بخار یا تبدیل به گاز زغال سنگ است که این فرآیند به اصطلاح منجر به تولید هیدروژن خاکستری و قهوه‌ای می‌شود. با جذب کربن در فرآیند تبدیل سوخت‌های فسیلی با استفاده از فناوری‌های هیدروژن خاکستری و قهوه‌ای، امکان تولید هیدروژن آبی با استفاده از فناوری سازگارتر با محیط زیست نیز وجود دارد. بر اساس اطلاعاتی که آژانس بین‌المللی انرژی‌های تجدیدپذیر[2] در مورد تولید سوخت هیدروژن اعلام کرده است، مناسب‌ترین و سازگارترین راه برای به دست آوردن هیدروژن (سبز) که دوستدار محیط زیست نیز محسوب می‌شود، فناوری الکترولیز آب[3] است که انرژی الکتریکی آن از منابع انرژی تجدیدپذیر به دست می‌آید. اما هزینه تولید هیدروژن سبز در حال حاضر ۳-۶ برابر گران‌تر از تولید هیدروژن خاکستری و قهوه‌ای است. به همین دلیل به گفته فریدمن و همکاران، امروزه هیدروژن سبز، تنها ۵ درصد از کل تولیدات هیدروژن را به خود اختصاص داده است(Friedman et al., 2019).

پس از آغاز جنگ روسیه و اوکراین، در کشورهای مختلف افراد انتظار رشد اقتصادی کمتر و تورم بالاتری را داشته‌اند. ضمنا، اگر کشوری وابستگی بیشتری به واردات انرژی داشته باشد، این تأثیر را بیشتر احساس خواهد کرد (Depalo, 2022). در نتیجه کشورهای واردکننده توسعه بهره برداری از انرژی تجدیدپذیر را اولویت خود قرار داده‌اند. وابستگی بالای اروپا به روسیه، تلاش‌های اروپا برای مقابله با روسیه در سال ۲۰۲۲ با تحریم‌ها را مختل کرده است. به همین دلیل نیز اروپا خواستار افزایش انرژی‌های

[1] Resourses for the Future
[2] International Renewable Energy Agency (IRENA)
[3] Water electrolysis

تجدیدپذیر برای کاهش وابستگی خود به روسیه شده است. بر اساس گزارشات اس اند پی گلوبال[1] (۲۰۲۲)، در حالی که روسیه به عنوان یکی از تولیدکنندگان اصلی گاز طبیعی قصد دارد تا سال ۲۰۳۰، ۲۰ درصد از بازار صادرات جهانی هیدروژن را تصاحب کند، اروپا برنامه "شتاب دهنده هیدروژن" [2] توسط کمیسیون اروپا برای تشویق زیرساخت‌های ذخیره سازی، بندری و حمل و نقل بیشتر برای سوخت هیدروژن ایجاد شده است. در این برنامه، ۱۵ میلیون تن هیدروژن سبز اضافی تا سال ۲۰۳۰ علاوه بر ۵ میلیون تنی که قبلاً برنامه ریزی شده بود، در دسترس قرار خواهد گرفت. از سوی دیگر آژانس انرژی‌های تجدیدپذیر استرالیا[3] (۲۰۲۲)، اعلام کرده است که استرالیا به دلیل پتانسیل عظیمی که برای انرژی‌های تجدیدپذیر دارد، این قابلیت را دارد که به یکی از تولیدکنندگان اصلی هیدروژن سبز تبدیل شود. صنعت هیدروژن استرالیا با همکاری خود با دولت آلمان یک پله صعود کرده است. دو کشور تصمیم گرفته‌اند تا در جهت به حداقل رساندن هزینه تولید هیدروژن سبز و سرعت بخشیدن به فرآیند نوآوری در هر دو کشور با یکدیگر همکاری کنند. در این زمینه دولت استرالیا علاوه بر آلمان، با بریتانیا، ژاپن، کره جنوبی و سنگاپور نیز قرارداد امضا کرده است.

بحران اوکراین موجب شده روند توسعه و گذار به فناوری‌های سبز به ویژه در اروپا تسریع شود. بریتانیا استراتژی جدیدی برای توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر تنظیم کرده است. آلمان آخرین مهلت برای گذار کامل به انرژی های تجدیدپذیر در بخش تولید برق خود را تا سال ۲۰۳۵ تعیین کرده است. ایتالیا مذاکراتی را برای واردات هیدروژن سبز از تاسیسات خورشیدی که در کشورهایی مانند الجزایر و لیبی راه اندازی شده اند، آغاز کرده است. در اسپانیا نصب تاسیسات انرژی‌های تجدیدپذیر با سرعت قابل‌توجهی به رشد خود ادامه داده است و برنامه‌ریزی شده است تا به بیش از ۵۰ درصد تولید برق برسد (Ibar-Alonso et al., 2022: 3).

روسیه نیز اگرچه صادرکننده سوخت های فسیلی است، به دنبال توسعه نیروگاه های انرژی های تجدیدپذیر و افزایش ظرفیت تولید و صادرات هیدروژن است. اولین تجربه روسیه برای تولید و بهره برداری از هیدروژن به دوره شوروی برمی گردد. تحقیقات در این حوزه در روسیه از سالهای ۱۹۳۰ آغاز شد. نمونه‌هایی از استفاده هیدروژن به عنوان سوخت موتور در طول جنگ جهانی دوم در روسیه استفاده می شد (Mastepanov, 2020; Ponomarev, 2020; Dyatel, 2020). پس از فروپاشی

[1] S&P Global
[2] Hydrogen Accelerator
[3] Australian Renewable Energy Agency

شوروی، سیاست تولید هیدروژن در فدراسیون روسیه در ژوئن ۲۰۲۰، ابتدا تحت عنوان راهبرد انرژی روسیه تا سال ۲۰۳۵[1] تصویب شد که هدف آن توسعه تولید و مصرف هیدروژن در فدراسیون روسیه و تضمین ورود روسیه به صف رهبران جهانی در تولید و صادرات هیدروژن است. اهداف اصلی این استراتژی شامل عبارتند از: ایجاد زیرساخت برای تامین حمل و نقل و استفاده از هیدروژن خالص به عنوان بخشی از ترکیب‌های مختلف، توسعه تولید هیدروژن از گاز طبیعی با استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر و نیروگاه‌های هسته‌ای، توسعه بیشتر فن‌آوری‌های تولید هیدروژن کم کربن، گسترش بازار داخلی، بهبود چارچوب قانونی و نظارتی در زمینه هیدروژن و توسعه همکاری‌های بین‌المللی و دسترسی به بازارهای خارجی. آنطور که در سند «راهبرد انرژی فدراسیون روسیه تا سال ۲۰۳۵ » هدف گذاری شده، این کشور در صدد است تا بتواند ۲۰ درصد از صادرات جهانی هیدروژن را تا سال ۲۰۳۵ به خود اختصاص دهد. بر اساس «نقشه راه» توسعه صنعت هیدروژن که دولت روسیه در سال ۲۰۲۰ منتشر کرد، این کشور برنامه ریزی کرد که تا پایان ۲۰۲۴ بتواند حدود ۲۰۰ هزار تن هیدروژن صادر کند (Mamonova, 2022). ۲۳ نوامبر ۲۰۲۱، سه ماه قبل از آغاز حمله به اوکراین و تشدید تحریم ها علیه روسیه، ولادیمیر پوتین از الکسی میلر، مدیرعامل شرکت گازپروم، سرگی لاوروف، وزیر امور خارجه روسیه و الکساندر نواک، معاون نخست وزیر روسیه خواست تا امکان صادرات هیدروژن به صورت ترکیبی از متان و هیدروژن از طریق خطوط لوله موجود بین روسیه و اروپا را مورد مطالعه قرار دهند (Kremlin.ru, 2021).

طبق داده های منتشر شده توسط وزارت انرژی روسیه[2]، دولت این کشور برنامه‌ریزی کرده است تا صادرات هیدروژن روسیه از ۰/۲ میلیون تن در سال ۲۰۲۴ به ۲ میلیون تن در سال ۲۰۳۵ افزایش یابد. در آگوست ۲۰۲۱، سند توسعه انرژی هیدروژن در فدراسیون روسیه[3] به تصویب رسید. این سند، اهداف روسیه در زمینه توسعه صنعت هیدروژن و اقدامات کلیدی در این زمینه برای دوره‌های میان مدت (تا سال ۲۰۲۴) و بلند مدت (تا سال ۲۰۳۵) و همچنین برخی از دستورالعمل‌های اساسی برای بلند مدت (تا سال ۲۰۵۰) را تعریف کرده است. بازیگران کلیدی در برنامه‌های توسعه صنعت هیدروژن فدراسیون روسیه عبارتند از (Zabanova & Westphal, 2021):

[1] Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2035 года (Energy strategy of the Russian Federation for the period up to 2035)
[2] https://minenergo.gov.ru/node/19194
[3] Концепция развития водородной энергетики в российской федерации (The concept of the development of hydrogen energy in the Russian Federation)

گازپروم: با توجه به کاهش تقاضای مورد انتظار آینده برای گاز طبیعی در اتحادیه اروپا، صادرات هیدروژن کم کربن تولید شده از گاز طبیعی می‌تواند راه نجات بالقوه برای مدل تجاری گازپروم در نظر گرفته شود. گازپروم در حال حاضر به عنوان یکی از تولیدکنندگان عمده هیدروژن در روسیه به میزان حدود ۳۶۰۰۰۰ تن در سال است. لازم به ذکر است که بیشتر محصول تولیدی این شرکت هیدروژن خاکستری است. در اواخر سال ۲۰۲۰، گازپروم از ایجاد یک شرکت جدید تحت عنوان «گازپروم هیدروژن» خبر داد که مسئولیت پیشبرد تجارت هیدروژن گازپروم را بر عهده خواهد داشت.

روس اتم: این شرکت به عنوان یکی از پیشرفته‌ترین شرکت‌های بزرگ از نظر فناوری هسته‌ای روسیه، قصد دارد به عنوان یکی از سرمایه‌گذاران و توسعه‌دهندگان فناوری هیدروژن تبدیل شود. در حال حاضر، روس اتم در حال انجام مطالعات امکان سنجی بر روی دو طرح تولید هیدروژن در جزیره ساخالین است که انتظار می‌رود به اولین خوشه هیدروژن در روسیه تبدیل شود.

نُوا تِک: یکی از شرکت‌های مستقل گاز و یکی از تولیدکنندگان پیشرو گاز طبیعی مایع (LNG) در روسیه است. در ژانویه ۲۰۲۱، نواتک و یونیپر[1] تفاهم‌نامه‌ای را در مورد تامین هیدروژن آبی و سبز به نیروگاه‌های یونیپر در روسیه و اروپا امضا کردند.

دولت روسیه طرح‌های توسعه صنعت هیدروژن خود را در سه مرحله تنظیم کرده است؛ گام اول (۲۰۲۱–۲۰۲۴) شامل ارتقای پروژه‌های خوشه‌ای و آزمایشی برای صادرات و سیاست حمایتی ملی مورد نیاز برای تولید حداکثر ۲۰۰۰۰۰ تن هیدروژن تا سال ۲۰۲۴ است. مرحله دوم (۲۰۲۵–۲۰۳۵) شامل دستیابی به هدف حجم صادرات و آغاز اولین پروژه تولید هیدروژن تجاری است. یکی از اهداف روسیه صادرات تا دو میلیون تن هیدروژن تا سال ۲۰۳۵ (هدف بهینه ۱۲ میلیون تن) تعیین شده است و این کشور قصد دارد مرکز بزرگ تولید هیدروژن برای صادرات ایجاد کند و در عین حال پروژه‌ای آزمایشی برای استفاده از هیدروژن در بازار داخلی با استفاده از فن‌آوری‌های داخلی انجام دهد. مرحله سوم (۲۰۳۶–۲۰۵۰) شامل توسعه تولید هیدروژن در مقیاس بزرگ است. این کشور علاوه بر هدف دستیابی به ۱۵ میلیون تن عرضه هیدروژن به بازار جهانی تا سال ۲۰۵۰، قصد دارد با کاهش شدید هزینه تولید هیدروژن، به قیمت فروش ۲ دلار در هر کیلوگرم نیز دست پیدا کند. آنچه در مرحله سوم قابل توجه است، طرح تبدیل به تولید هیدروژن بر اساس انرژی های تجدیدپذیر است. هدف گام سوم تبدیل شدن به یکی از

[1] Uniper

بزرگترین صادرکنندگان هیدروژن و سوختهای مبتنی بر هیدروژن و همچنین محصولات صنعت هیدروژن به آسیا و اقیانوسیه و اتحادیه اروپا است.

۳. روسیه و بحران اوکراین

جنگ روسیه و اوکراین از دیدگاه‌های متفاوتی توضیح داده شده و مواضع مختلفی از جمله روس‌گرا و غرب‌گرا در مورد آن شکل گرفته است. به گفته برخی پژوهشگران همچون مالیارنکو و ولف[1] (۲۰۱۸)، هریس[2] (۲۰۲۰) و بریثویت[3] (۲۰۲۲)، بحران اوکراین مسئله جدیدی محسوب نمی‌شود، زیرا عملاً با انحلال اتحاد جماهیر شوروی آغاز شده است و تا به امروز نیز ادامه پیدا کرده است و طیفی از موضوعات مختلفی مانند سیاسی، ملی‌گرایانه و مذهبی را در برگرفته است. برخی پژوهشگران مانند بارینگتون[4] (۲۰۲۲) استدلال کرده‌اند که مسائل زبان، قومیت، شکاف‌های منطقه‌ای و سایر عوامل جمعیت شناختی در نگرش‌های سیاسی نسب به اوکراین موجب پدید آمدن این بحران شده است. ایبارا[5] (۲۰۲۲) در مقاله خود به استدلال بحران اوکراین از دیدگاه طرفداران حمله روسیه به این کشور اشاره کرده است. به گفته او حمله به اوکراین واکنشی است به کنترل اعمال شده توسط قدرت‌های غربی، همراه با بدرفتاری و نسل‌کشی نسبت به ساکنان مناطق تحت کنترل روسیه توسط دولت اوکراین. دولت روسیه مدعی شده است که هدف اوکراین برای عضویت در ائتلاف نظامی ناتو یک تهدید وجودی برای امنیت ملی روسیه محسوب می‌شود. به همین دلیل، دولت روسیه اعلام کرده است که اگر چنین آرزویی محقق شود، روسیه را با خطر وجودی مواجه خواهد کرد. علاوه بر این، این امر نفوذ غرب به روسیه را آسان‌تر می‌کند که امنیت شهروندان این کشور را به خطر می‌اندازد. بنابراین، دولت روسیه مدعی است که این دو مسئله این کشور را به دخالت نظامی در اوکراین سوق داده است.

روسیه پیش از آغاز عملیات نظامی خود مدعی شد که راه‌حل‌های ممکنی برای جلوگیری از این بحران وجود دارد، اما انتخاب استراتژیک روسیه شامل حمله به اوکراین برای سرنگونی دولت طرفدار غرب در کیف، انتصاب دولت جدید و امضای معاهده صلح با دولت جدید اوکراین بوده است (Blanchard & Pisani-Ferry, 2022). روسیه این اقدامات را برای دستیابی به اهداف خود برای ایجاد یک دولت

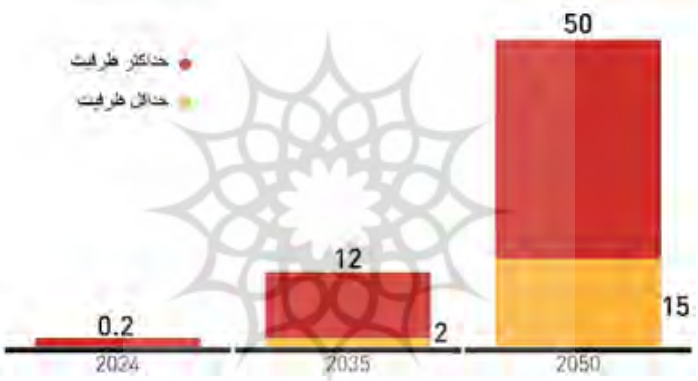
[1] Malyarenko and Wolff
[2] Harris
[3] Braithwaite
[4] Barrington
[5] Ibarra

جدید و توافق با اوکراین انجام می‌داد. زیرا در نتیجه توافق صلح، محدودیت‌هایی برای اوکراین در ارتباط با پیوستن به ناتو یا اتحادیه اروپا اعمال خواهد شد.(Ozili, 2020; UN, 2022).

۴. تاثیر تحریم های غرب بر صنعت هیدروژن در روسیه

پیش از وقوع جنگ اوکراین، دولت روسیه پیش بینی می کرد که این کشور تا سال ۲۰۵۰ بتواند به صادرات حدود 33.4 میلیون تن هیدروژن در سال دست یافته و از این محل سالانه حدود ۱۰۰ میلیارد دلار درآمد داشته باشد، طبق بازبینی هایی که در سال ۲۰۲۲ توسط دولت روسیه انجام شد و در نمودار شماره (۲) قابل مشاهده است، ظرفیت صادرات هیدروژن از این کشور تا سال ۲۰۳۵ ممکن است بین ۲ تا ۱۲ میلیون تن باشد و در سال ۲۰۵۰ به حدود ۱۵ تا ۵۰ میلیون تن برسد. (Mamonova, 2022)

نمودار (۲): ظرفیت صادرات هیدروژن از روسیه، (میلیون تن)



منبع: بر اساس داده های سند توسعه صنعت هیدروژن روسیه، روزنامه راسپسکایا گازیه تا

در فوریه ۲۰۲۳، یک سال پس از شروع حمله روسیه به اوکراین، الکساندر نواک، معاون نخست وزیر روسیه در مقاله اش از امضای توافق نامه ای بین دولت و شرکت های گازپروم و روس اتم برای عملیاتی کردن نقشه راه توسعه صنعت هیدروژن و نیز تصمیم دولت برای سرمایه گذاری 9.3 میلیارد روبل تا پایان سال ۲۰۲۴ در بخش تولید هیدروژن خبر داد. (Novak, 2023)

روسیه برای توسعه صنعت هیدروژن، به فناوری و سرمایه‌گذاری مدرن غربی نیاز دارد. برای مثال، طبق گزارش روزنامه روسی «نوویه ایزوستیا (اخبار جدید)»[1]، فناوری‌های الکترولیز آب، ساخت توربین‌های بادی و نصب پنل‌های خورشیدی که برای تولید هیدروژن سبز ضروری هستند، در روسیه توسعه پیدا نکرده است. میزان سرمایه‌گذاری‌های لازم برای اجرای این پروژه‌ها بیش از ۲۰ میلیارد دلار برآورد شده

[1] Новые известия (Novye Izvestia)

است (Novye Izvestia, 2022). پیش از آغاز عملیات ویژه در اوکراین، فرض بر این بود که شرکای غربی فناوری را به اشتراک بگذارند و بخشی از این پروژه‌ها را تامین مالی کنند، اما تحریم‌های اعمال شده علیه روسیه ایجاد چنین همکاری را غیرممکن کرده است. بنابراین، روسیه برای اجرای چنین پروژه‌هایی نیاز به توافقات اولیه با خریداران آتی را دارد. در سال ۲۰۲۱، اتحادیه اروپا، ژاپن و کره جنوبی به عنوان بازارهای اصلی هیدروژن روسیه در نظر گرفته شدند، اما جنگ انرژی علیه اوکراین و اروپا، از روسیه برای غرب تامین کننده ای غیرقابل اعتماد ساخته است.

علاوه بر تحریم‌ها، جنگ با اوکراین یکی دیگر از مزیت‌های رقابتی روسیه را نیز از بین برده است. برای حمل و نقل هیدروژن، تجهیز مجدد خطوط لوله گاز روسیه از نقطه نظر فناوری نسبتاً راه آسان‌تری محسوب می‌شد که می‌توانست هزینه هیدروژن روسیه را برای مصرف کننده نهایی در اروپا به طور قابل توجهی کاهش دهد. اما اکنون خطوط لوله گاز در جریان این حمله نظامی آسیب دیده و احتمال اینکه روسیه بتواند این پروژه‌ها را بدون فناوری و سرمایه‌گذاری غربی اجرا کند، کم است.

بر اساس گزارشات ری راشا[1] (۲۰۲۲)، کارشناسان GMF هشدار داده‌اند که عدم امکان توسعه صنعت هیدروژن در روسیه در شرایط ژئوپلیتیک فعلی دو چالش جدید برای اقتصاد جهانی ایجاد خواهد کرد. اولین چالش، کاهش سرعت انتقال انرژی در اروپا و جهان است. امتناع از واردات گاز ارزان روسیه توسط اروپا، توسعه فناوری‌های هیدروژن را گران‌تر ولی جذاب‌تر خواهد کرد. توسعه اقتصاد سبز بدون همراهی روسیه مستلزم زمان و منابع بیشتری است. ثانیاً، عدم حضور روسیه در این بازار، نقش چین را افزایش می‌دهد که به طور فعال در توسعه انرژی هیدروژن سرمایه‌گذاری خواهد کرد و می‌تواند به تولیدکننده اصلی نوع جدیدی از سوخت در جهان (از جمله با دریافت گاز ارزان از روسیه) تبدیل شود. به عقیده کارشناسان GMF ، اتحادیه اروپا و آمریکا باید توان خود را برای توسعه تولید مشترک هیدروژن به منظور کاهش وابستگی خود در آینده به چین با یکدیگر متحد کنند.

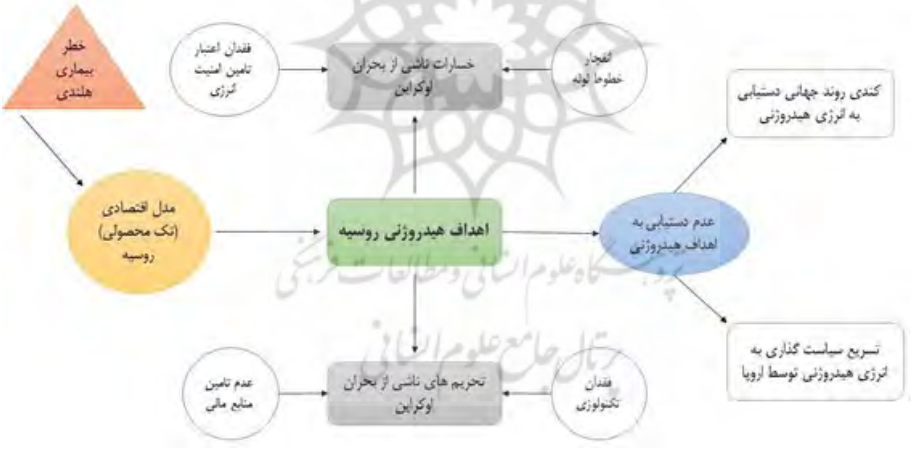
به عقیده نویسندگان گزارش ماه اکتبر آژانس بین المللی انرژی[2] (۲۰۲۲)، بحران جهانی انرژی که توسط روسیه تشدید شده است، فرآیند گذار به منابع تجدیدپذیر را تسریع خواهد کرد، زیرا قیمت‌های بالای سوخت‌های فسیلی موجب ترغیب کشورها به سرمایه‌گذاری در فناوری‌های سبز می شود. در نتیجه این تغییرات، جهان در زمان کمتری از قله‌های تقاضا برای سوخت‌های سنتی – نفت، گاز و زغال سنگ

[1] Re-Russia
[2] October report of the International Energy Agency (IEA)

عبور خواهد کرد. بنابراین، صادرات سوخت فسیلی روسیه هرگز به سطحی که در سال ۲۰۲۱ رسیده بود، باز نخواهد گشت و کاهش درآمد روسیه از فروش محصولات انرژی فسیلی بسیار شدیدتر از آنچه قبلا تصور می‌شد، خواهد بود. آژانس بین‌المللی انرژی بر این باور است که افزایش قیمت سوخت‌های فسیلی باعث افزایش سرمایه‌گذاری در انرژی پاک و تسریع روند گذار انرژی خواهد شد.

در پاسخ به این سوال که بحران اوکراین چگونه اهداف روسیه در زمینه تولید هیدروژن را در ابعاد مختلف تحت تاثیر قرار داده، می‌توان در قالب مدلی مفهومی به این مسئله پرداخت. همانطور که در شکل (۲) قابل مشاهده است، پیش از اینکه روسیه مراحل گذار به سوی تولید و صادرات هیدروژن را آغاز کند، ناگزیر است که مدل اقتصادی متکی به نفت و گاز خود را تا حد ممکن اصلاح کند و به مدلی فراتر از اقتصاد تک محصولی روی آورد. در غیر این صورت بیماری هلندی گریبان‌گیر روسیه خواهد شد و بحرانی دیگر را برای این کشور رقم خواهد زد. در وهله دوم، شوک های خارجی است که در این پژوهش به تاثیر پیامدهای جنگ روسیه و اوکراین به عنوان شوک خارجی پرداخته شد.

شکل (۲). تاثیرپذیری صنعت هیدروژن روسیه از بحران اوکراین و جنگ ۲۰۲۲.



منبع: نویسندگان.

بر اساس شکل (۲)، این بحران همزمان از دو جهت برنامه های روسیه برای تولید هیدروژن را تحت تاثیر قرار داده است؛ در درجه اول بحران اوکراین خسارت‌های جبران‌ناپذیری همچون انفجار خطوط لوله گاز روسیه به اروپا که می‌توانست برای انتقال انرژی هیدروژن نیز مورد استفاده قرار بگیرد و از بین بردن زیرساخت‌های انتقال انرژی و در پی آن، از بین رفتن اعتبار جهانی روسیه در بحث تامین امنیت

انرژی برای کشورهای وارد کننده؛ در درجه دوم، تحریم‌های اعمال شده علیه روسیه توسط آمریکا و متحدانش امکان توافق در مورد انتقال تکنولوژی لازم برای تولید صنعتی هیدروژن به روسیه را به صفر رسانده است. از طرفی روسیه فرصت تامین منابع مالی و احداث زیرساخت‌های مربوطه را نیز تحت تاثیر تحریم‌های غرب از دست داده است.

با در نظر گرفتن ابعاد مختلف ذکر شده در شکل (۲) می‌توان انتظار داشت که به دو دلیل عمده روسیه نتواند به ظرفیت های هدف گذاری شده برای تولید هیدروژن و همچنین نقش رهبری جهانی تولید هیدروژن تا ۲۰۳۰ دست پیدا کند. یکی از مهم‌ترین دلایل آن را می‌توان به دلیل عدم دستیابی به تکنولوژی و سرمایه‌گذاری کشورهای غربی در این حوزه در روسیه دانست که منجر به جلوگیری از ایفای نقش رهبری روسیه در تولید هیدروژن شده و نیز روند گذار روسیه به انرژی‌هایی مانند هیدروژن را با اختلال مواجه می‌کند. دلیل دیگر آن را نیز می توان سیاست های اتحادیه اروپا در زمینه کاهش وابستگی به نفت و گاز روسیه و در پی آن تسریع روند گذار به انرژی‌های تجدیدپذیر در اروپا دانست.

نتیجه‌گیری

داده های این تحقیق گویای آن است که گذار به انرژی های تجدیدپذیر را باید به عنوان یک حقیقت پذیرفت. در سالهای اخیر، تشدید پیامدهای تغییرات اقلیمی ناشی از انتشار بی رویه گازهای گلخانه ای و گرمتر شدن زمین و نیز به چالش کشیده شدن امنیت انرژی بسیاری از کشورها در نتیجه بحران اوکراین، یافتن سوختهای جایگزین و پاک را به یک ضرورت تبدیل کرده است. در نگاه اول، این گذار انرژی شاید مساله کشورهای واردکننده حامل های انرژی تصور شود و نه کشوری مثل ایران و روسیه که از ذخایر عظیم نفت و گاز برخوردار هستند. اما یافته های این پژوهش نشان می دهد که حتی عربستان و روسیه به عنوان رقبای مهم ایران در بازار سوختهای فسیلی، در سالهای اخیر به دنبال توسعه صنعت هیدروژن هستند تا در آینده نیز بتوانند همچنان از بازیگران اصلی بازار جهانی انرژی باشند. با در نظر گرفتن اهمیت آگاهی از سیاست های رقبای ایران، در این تحقیق سیاست و اهداف روسیه در حوزه تولید و صادرات هیدروژن و تاثیر بحران اوکراین بر راهبرد انرژی روسیه در این زمینه مورد بررسی قرار گرفته است. روسیه به عنوان صادر کننده انرژی، در شرایط عادی و به صورت بالقوّه، دارای مزیت‌های رقابتی در این حوزه است؛ از جمله: وجود منابع عظیم انرژی در این کشور، وجود ظرفیت‌های تولید، نزدیکی جغرافیایی به کشورهای واردکننده انرژی و همچنین، وجود زیرساخت ها برای انتقال که ممکن است به روسیه این امکان را بدهد که در آینده بتواند جایگاه پیشرو در بخش تولید و عرضه

هیدروژن به بازار جهانی را داشته باشد. بنا بر این، دستور کار "سبز" کشورهای واردکننده، به صورت بالقوه هم چالش‌های جدید و هم فرصت‌های جدیدی برای روسیه می تواند ایجاد کند. فدراسیون روسیه از سال ۲۰۲۰ تصمیم گرفته است تا به یکی از تولیدکنندگان و صادرکنندگان اصلی سوخت هیدروژن تا سال ۲۰۲۴ در جهان تبدیل شود. اما با تشدید تنش ها بین روسیه و غرب در نتیجه بحران اوکراین از سال ۲۰۱۴ و آغاز «عملیات نظامی ویژه» این کشور در فوریه ۲۰۲۲، شدیدترین تحریم ها از سوی غرب علیه روسیه اعمال شده است. جنگ با اوکراین پیامدها و خسارات زیادی را برای روسیه به همراه داشته است و تصویر جهانی این کشور را نیز مخدوش ساخته است. با توجه به نیاز روسیه به سرمایه خارجی و فناوری های غربی، تحریم ها و خروج کمپانی های غرب از یک سو و هزینه جنگ طولانی با اوکراین، توسعه طرح های صنعتی از جمله در حوزه انرژی های تجدیدپذیر را با مشکل مواجه کرد و باعث شد روسیه با در نظر گرفتن موانع و محدودیت‌های ایجاد شده برای این کشور، در اهداف و برنامه های خود در زمینه توسعه ظرفیت صادرات هیدروژن تا سال ۲۰۳۵ و ۲۰۵۰ بازبینی کند.

باید در نظر داشت که در مورد روسیه مساله فقط توسعه ظرفیت تولید نیست. صنعت هیدروژن در روسیه نوپا است و توسعه آن به سرمایه گذاری نیاز دارد. به عقیده نویسندگان این تحقیق، اگر روسیه نه در زمینه تولید هیدروژن سبز که گرانتر است و به فناوری های پیچیده تری نیاز است، بلکه در زمینه هیدروژن آبی و خاکستری که از گاز طبیعی تولید می شوند و از این نظر روسیه مزیت نسبی دارد نیز به تدریج بتواند به سرمایه و فناوری های مورد نیاز و میزان تولید هدف گذاری شده دست یابد، باید دید که آیا می تواند در غرب نیز بازاری برای محصول خود پیدا کند یا خیر. در غیر این صورت، روسیه برای صادرات هیدروژن نیز با همین موانعی مواجه می شود که برای صادرات نفت و گاز خود پس از حمله به اوکراین با آن مواجه شد. در حال حاضر، روسیه هم به اندازه کافی گاز برای صادرات به اروپا در اختیار دارد و هم زیرساخت های لازم برای صادرات آن فراهم است، اما اروپا گاز روسیه را نمی خرد و علی رغم نیاز به منابع انرژی روسیه، با تشدید تحریم ها و امتناع از واردات گاز از این کشور، چالش جدی برای امنیت انرژی روسیه ایجاد کرده است. بنا بر این، چنانچه روسیه بدون برطرف شدن موانع ناشی از بحران اوکراین تصمیم به اجرایی کردن سیاست‌ها و اهداف خود در زمینه تولید هیدروژن داشته باشد، ناگزیر به بازبینی مجدد برنامه ها و اهداف سند سیاست انرژی خود خواهد شد.

تا زمانی که بحران اوکراین و تحریم ها علیه روسیه ادامه داشته باشد، دولت روسیه علاوه بر مساله یافتن سرمایه و فناوری لازم جهت توسعه صنعت انرژی‌های تجدیدپذیر و افزایش ظرفیت تولید هیدروژن، با

چالش یافتن بازار مطمئن جهت صادرات نیز مواجه خواهد بود. مخصوصا که علاوه بر اروپا، در شرق آسیا نیز کشورهای ژاپن و کره جنوبی که می توانند بازار خوبی برای منابع انرژی روسیه باشند، همسو با آمریکا از سیاست های غرب علیه روسیه حمایت می کنند. بنا بر این، روسیه در شرایط تحریم همچنان ناگزیر خواهد بود که بر سر بازار انرژی چین و هند با دیگر صادرکنندگان رقابت کند؛ آن هم در شرایطی که چین با سرمایه گذاری های عظیم در بخش انرژی های تجدیدپذیر به دنبال کاهش وابستگی خود به منابع انرژی خارجی است.

References

Australian-German hydrogen program opens for business - Australian Renewable Energy Agency. (2022). URL: https://arena.gov.au/blog/australian-german-hydrogen-program-opens-for-business/

Azimi S., (2021) Investigating the development of clean hydrogen trade in the world. *Ministry of Petroleum of Iran*. [In Persian]

Baldwin, D. A. (1997). The Concept of Security. *Review of International Studies*, 23 (1): 5-26.

Barrington, L. (2022). A new look at region, language, Ethnicity and civic national identity in Ukraine. *Europe-Asia Studies*, 74(3), 360-381.

Blanchard, O., Pisani-Ferry, J. (2022). Fiscal Support and Monetary Vigilance: Economic Policy Implications of the Russia-Ukraine War for the European Union. *Bruegel: JSTOR, Policy Contribution*. Available at: https://www.jstor.org/stable/resrep41304

Braithwaite, R. (2022). Hope Deferred: Russia from 1991 to 2021. *Survival*, 64(1), 29-44.

Carr, E, H. (2016). The Twenty Years' Crisis: 1919–1939. London: *Palgrave Macmillan Press*.

Dannreuther, R. (2010). International Relations Theories: Energy, Minerals and Conflict, *Polinares EU Policy on Natural Resources Working Paper 8*, https://studylib.net/doc/8824990/international-relations-theories--energy--minerals

Depalo, D. (2022). Gloomy Expectations after the Invasion of Ukraine. Available at: https://ssrn.com/abstract=4141374

Dyatel, T. (2020). Hydrogen at the Gate. How Russia is Trying to Enter a New Market. *Коммерсантъ, №184*, 08.10.2020. (Водород у ворот. Как Россия пытается выйти на новый рынок.) Available at: https://www.kommersant.ru/doc/4521376. [In Russian]

Energy strategy of the Russian Federation for the period up to 2035 (ES – 2035). *Ministry of Energy of the Russian Federation*. Available at: https://minenergo.gov.ru/node/1026. [In Russian]

Frankel, Joseph. (1979). International Relations in a Changing World. New York, *Oxford University Press*.

Friedman, S.J., Fan, Z., Tang, K. (2019). Low-carbon Heat solutions for Heavy industry: sources, options, and costs today. New York: *Columbia University, Center on Global Energy Policy*. URL: https://www.energypolicy.columbia.edu/sites/ default/files/file-uploads/LowCarbonHeat-CGEP_Report_ 100219-2_0.pdf.

Glaser, Ch. L. (1994). Realists as Optimists: Cooperation as Self-Help. *International Security*, 19 (3): 50–90.

Golestaneh, M., Seifipour, R., Mehrabiyan, A., & khosravinejad, A. A. (2024). Comparison of energy security index in selected developed and developing countries (2000-2020). *World Politics*, 13(3), 175-204. doi:10.22124/wp.2024.26531.3310

Harris, E. (2020). What is the role of nationalism and ethnicity in the Russia-Ukraine crisis? *Europe-Asia Studies*, 72(4), 593-613.

Hydrogen Insight, (2023) Saudi Aramco struggling to find buyers for its blue hydrogen due to high costs. 10 May 2023. Available at: https://www.hydrogeninsight.com/production/saudi-aramco-struggling-to-find-buyers-for-its-blue-hydrogen-due-to-high-costs/2-1-1449004

Ibar-Alonso, R., Quiroga-García, R., & Arenas-Parra, M. (2022). Opinion Mining of Green Energy Sentiment: A Russia-Ukraine Conflict Analysis. Mathematics, 10(14), 25-32.

Ibarra, B.A. (2022). The Economic and Financial Effects on Latin America and the Caribbean of the Conflict between the Russian Federation and Ukraine. Santiago de Chile: *ECLAC - Economic Commission for Latin America.* Available at: https://www.cepal.org/en/ publications/47832-economic-and-financial-effects-latin-americaand- caribbean-conflict-between

Insight from Moscow: Russia aiming to take major role in global hydrogen markets. *S&P Global Commodity Insights*. (2022). URL: https://www.spglobal.com/commodity-insights/en/market-insights/blogs/natural-gas/012022-russia-hydrogen-gas-reserves

International Energy Agency (2023). URL: https://www.iea.org/energy-system/low-emission-fuels/hydrogen

International Energy Agency. Russia's invasion of Ukraine has sparked a global energy crisis. (2022). URL: https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2022/executive-summary

International Monetary Fund. Inflation and uncertainty. (2022). URL: https://www.imf.org/en/Publications/WEO/Issues/2022/10/11/world-economic-outlook-october-2022

International Renewable Energy Agency (IRENA). (2020). Green Hydrogen: a guide to policy making, vol. 52. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency. https://www. irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Nov/IRENA_Green_hydrogen_policy_2020.pdf.

Kaplienko A., Gabaraev B. (2022). Prospects for Russian nuclear energy in the hydrogen economy. (Перспективы российской атомной энергетики в водородной экономике.) *Scientific and analytical journal ОБОЗРЕВАТЕЛЬ–OBSERVER*, (9-10 (392–393)), 29-39. [In Russian]

Kremlin.ru (2021) List of instructions following a meeting with Government members. (Перечень поручений по итогам совещания с членами Правительства о мерах по

реализации климатической политики.) URL:http://kremlin.ru/acts/assignments/orders/67240. [In Russian]
Malyarenko, T., Wolff, S. (2018). The logic of competitive influenceseeking: Russia, Ukraine, and the conflict in Donbas. Post-Soviet Affairs, 34(4), 191-212.
Mamonova E., (2022) Russia has set a goal to occupy 20% of the global hydrogen market by 2050. What has already been done and what is yet to come. (В России поставили цель занять 20% мирового рынка водорода к 2050 году. Что уже сделано, а что только предстоит.) *Rossiyskaya Gazeta*, №204(8852). Available at: https://rg.ru/2022/09/13/vodorod-pojdet-na-eksport.html. [In Russian]
Mastepanov, A. (2020). Hydrogen Power Engineering in Russia: State and Prospects. (Водородная энергетика России: состояние и перспективы.) *Energy Policy*, 12, 54–65. [In Russian]
New Energy Outlook. (2021). Bloomberg New Energy Finance. Available at: https://about.bnef.com/new-energyoutlook/
Novak A., (2023) Russian Fuel and Energy Complex 2022: Challenges, Outcomes and Prospects. (Российский ТЭК: вызовы, итоги и перспективы.) *Energy Policy*, 02/13/2023. Available at: https://energypolicy.ru/rossijskij-tek-2022-vyzovy-itogi-i-perspektivy/business/2023/12/13/. [In Russian]
Novye Izvestia (daily newspaper) (21/11/2022). No gas, no hydrogen. Russia may be late with the transition to green energy. (Ни газа, ни водорода. Россия может опоздать с переходом на зеленую энергетику.) Available at: https://newizv.ru/news/2022-11-22/ni-gaza-ni-vodoroda-rossiya-mozhet-opozdat-s-perehodom-na-zelenuyu-energetiku-373796. [In Russian]
Ozili, P.K. (2022). Global Economic Consequence of Russian Invasion of Ukraine. *SSRN Electronic Journal*, 1-27.
Ponomarev-Stepnoy, N. (2020). Hydrogen is a New Key Product of Rosatom: Lecture. *Atomic Expert*. Available at: https://atomicexpert.com/hydrogen_project_rosatom
Re-Russia. (2022). A Shot in Both Legs: war and sanctions deprive the Russian economy of the opportunity to adapt to the energy transition, China will take advantage of Russia. URL: https://re-russia.net/en/review/129/
Resources for the Future. (2019). Investment tax Credits for hydrogen storage. URL: https://www.rff.org/publications/issuebriefs/investment-tax-credits-hydrogen-storage/.
UNCTAD. (2022). Gross domestic product. URL: https://hbs.unctad.org/gross-domestic-product/#Ref_ZJVYPJEW
UNFCCC. United Nations Framework Convention on Climate Change. (2015). The Paris Agreement. Available at: http://unfccc. int/files/essential_background/convention/application/pdf/english_paris_agreement.pdf
United Nations. (2022). Global Impact of the War in Ukraine: Billions of People Face the Greatest Cost-of-Living Crisis in a Generation. No. 2. New York: United Nations. Available at: https://unsdg.un.org/sites/default/files/2022-06/GCRG_2nd-Brief_Jun8_2022_ FINAL.pdf
World bank. (2023). Sharp Slowdown in Growth Could be Widespread, Increasing Risks to Global Economy | World Bank Expert Answers. URL:

https://www.worldbank.org/en/news/video/2023/01/10/global-economic-prospects-slowdown-growth-risks-economy-expert-answers
Zabanova, Y., Westphal, K. (2021). Russia in the Global Hydrogen Race. Advancing German-Russian Hydrogen Cooperation in a Strained Political Climate. URL: https://www.swp-berlin.org/en/publication/russia-in-the-global-hydrogen-race.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی