



# جهان انرژی

دانشکده مهندسی انرژی

تفسیر هفت:

چشم انداز جایگاه هیدروژن در سبد انرژی مصرفی جهان

نویسندگان این شماره:

محمد سینا صلصالی، حسن راعی، عباس ملکی

۱۹ شماره ۱۴۰۲

BRENT Crude Oil (\$/b)		WTI Crude Oil (\$/b)	
01/03/2024 81.92	08/03/2024 83.40	01/03/2024 78.16	08/03/2024 79.44
<p>— Brent Crude</p>		<p>— WTI Crude</p>	
Henry Hub Natural Gas (\$/MMBtu)		Europe & Asia Natural Gas (\$/MMBtu)	
01/03/2024 1.87	08/03/2024 1.80	29/02/2024 7.81 8.37	06/03/2024 8.42 8.51
<p>— Natural Gas</p>		<p>— LNG Japan/Korea Marker — Dutch TTF Natural Gas</p>	

قیمت های نفت خام در دو ماه سال جاری میلادی به صورت کلی افزایش یافته است. نفت خام «برنت» دریای شمال در بازار بورس بین المللی لندن به ۸۲,۰۸ دلار به ازای هر بشکه فروخته شد. قیمت نفت برنت به تدریج به بالاترین سطح خود در سپتامبر ۲۰۲۱ نزدیک می شود. تصمیم اوپک به ادامه کاهش ۲,۲ میلیون بشکه ای تعهد شده در اجلاس نوامبر ۲۰۲۳ برای فصل دوم ۲۰۲۴ نیز باعث شد که قیمت نفت خام افزایش یابد.

نفت خام «وست تگزاس اینترمدییت» امروز به قیمت ۷۸,۰۱ دلار به ازای هر بشکه در بازار کاشینگ به فروش رسید. یعنی حدود ۳,۴ درصد از انتهای ژانویه سال جاری بیشتر و از روزهای گذشته کمتر است. اختلال در ارسال نفت خام توسط خط لوله کی استون در هفته گذشته باعث بیشتر شدن قیمت نفت تگزاس گردید. این قیمت در نزدیکی ۸۰ دلار هر بشکه قرار دارد که دارای تبعات روانی در بازار نفت خام است.

از سوی دیگر خاورمیانه مرکز تولید یک سوم از عرضه جهانی نفت خام همچنان با بحران روبرو است. حملات روزانه اسرائیل به غزه و کشته شدن مردم بیگناه همچنان ادامه داشته و تعداد قربانیان فلسطینی در غزه از ۳۰ هزار نفر فراتر رفته است. حملات گروه انصارالله به کشتی های اسرائیل و متحدانش نیز در دریای سرخ و خلیج عدن ادامه یافته و باعث بیشتر شدن هزینه حمل و نقل نفت خام و اشتیاق برای خرید نفتکش های جدید شده است. افزایش تنش مابین ایالات متحد و چین نیز به قیمت نفت قوت داد. آمریکا هر گونه خرید چین از ذخائر استراتژیک نفت خام ایالات متحده را ممنوع کرده است.

گاز طبیعی در هنری هاب در آمریکای شمالی به قیمت ۱,۸۰ دلار به ازای هر میلیون واحد حرارتی انگلیسی (بی تی یو) فروخته شد. بهای گاز طبیعی در روتردام هلند با افزایش قیمت به ۸,۵۱ دلار به ازای هر میلیون بی تی یو رسید. بهای همین مقدار از گاز طبیعی مایع شده در ساحل کره و ژاپن به ۸,۴۲ دلار به ازای هر میلیون بی تی یو افزایش یافت.

➤ **تشدید تنش‌های ایالات متحده و چین در بازار نفت خام:** لایحه بودجه ایالات متحده، چین را از خرید نفت از محل ذخیره‌سازی‌های راهبردی نفت این کشور منع می‌کند. به دنبال این اقدام در قانون بودجه ایالات متحده که رهبران کنگره از آن رونمایی کردند، چین دیگر قادر به خرید نفت از ذخیره‌سازی‌های نفت خام واشنگتن نخواهد بود. تمایل به موضع سخت در قبال چین یکی از معدود دیدگاه‌هایی است که هر دو حزب کنگره در این زمینه همگرایی دارند و قانونگذاران تاکنون ده‌ها لایحه را برای رسیدگی به رقابت با دولت چین ارائه کرده‌اند. موضوع فروش ذخیره‌سازی‌های نفت خام ایالات متحده به چین پس از آن داغ شد که «جو بایدن» رئیس جمهور ایالات متحده، سال ۲۰۲۲ میلادی از فروش ۱۸۰ میلیون بشکه نفت ذخیره‌سازی با هدف کاهش قیمت بنزین که پس از تنش‌های مسکو - کی‌یف افزایش یافت، خبر داد. در آن سال ایالات متحده یک میلیون بشکه نفت از ذخیره‌سازی‌های راهبردی را به «یونپیک آمریکا»، بازوی «سینوپک» چین مستقر در هیوستون، فروخت. در سال ۲۰۱۷، «دونالد ترامپ» رئیس جمهور پیشین ایالات متحده، مقداری نفت از ذخیره‌سازی‌های راهبردی به «پتروچاینا اینترنشنال»، یکی از شرکت‌های تابع شرکت نفت دولتی «پتروچاینا»، فروخت. حجم ذخیره‌سازی‌های راهبردی نفت ایالات متحده اکنون به بیش از ۳۶۰ میلیون بشکه رسیده، اما به دلیل فروش در سال ۲۰۲۲ میلادی به پایین‌ترین حد خود طی ۴۰ سال اخیر نزدیک شده است. شرکت‌های نفتی ایالات متحده در سال ۲۰۲۲ میلادی ۸۳ میلیون بشکه نفت از ذخیره‌سازی‌های خود را به چین فروختند. سنای ایالات متحده که اکثریت آن با دموکرات‌ها است در ژوئیه گذشته، لایحه‌ای را برای ممنوعیت صادرات نفت ذخایر استراتژیک به چین، تصویب کرد. «کریس مورفی»، سناتور دموکرات در آن زمان گفته بود این لایحه، توهم حل مشکل را ایجاد کرد در حالیکه تأثیر سیاسی چندانی نداشت و احتمالاً، ضرر آن بیشتر از فایده‌اش بوده است. شرکت‌های نفتی آمریکایی در سال ۲۰۲۲، حدود ۸۳ میلیون بشکه نفت به چین فروختند.

➤ **تمدید کاهش تولید نفت خام توسط «اوپک پلاس»:** اعضای ائتلاف «اوپک پلاس» در خصوص تمدید کاهش تولید نفت تا پایان سه ماهه دوم سال ۲۰۲۴ توافق کردند. عربستان سعودی اعلام کرد که کاهش یک میلیون بشکه در روز را تا پایان ماه ژوئن ادامه خواهد داد. بدین ترتیب، تولید نفت عربستان سعودی حدود ۹ میلیون بشکه در روز باقی خواهد ماند. خبرگزاری عربستان

سعودی گزارش داد که روند کاهش تولید نفت با توجه به شرایط بازار و به تدریج معکوس خواهد شد. «الکساندر نواک» معاون نخست وزیر روسیه هم اظهار کرد که طبق توافق میان کشورهای عضو ائتلاف «اوپک پلاس»، مسکو در سه ماهه دوم سال ۲۰۲۴ روزانه ۴۷۱ هزار بشکه دیگر از تولید خود را کاهش می‌دهد. برخی اعضاء «اوپک پلاس» در ماه نوامبر ۲۰۲۳، توافق کردند تا روزانه حدود ۲,۲ میلیون بشکه از تولید نفت خود را کاهش دهند. تا اواخر ماه ژوئن، امارات عربی متحده ۱۶۳ هزار بشکه، کویت ۱۳۵ هزار بشکه، الجزایر ۵۱ هزار بشکه، و عمان ۴۲ هزار بشکه از تولید روزانه نفت خود را کاهش می‌دهند. با افزایش تولید نفت ایالات متحده و برخی دیگر از کشورها و نگرانی نسبت به کاهش تقاضای برخی اقتصادهای بزرگ، اعضاء «اوپک پلاس» از اواخر سال ۲۰۲۲ تاکنون بارها تولید خود را کاهش داده و آن را تمدید کرده‌اند.

### ➤ **هشدار «اتحادیه اروپا» در خصوص توقف ترانزیت گاز طبیعی روسیه از مسیر اوکراین:**

براساس گزارش «پولیتیکو»، مقامات «اتحادیه اروپا» با مقامات کشورهای اروپایی در خصوص آماده شدن آن‌ها برای بدترین سناریوهای ممکن در صورت توقف ترانزیت گاز روسیه از اوکراین، دیدار کرده است. «اتحادیه اروپا» به صورت محرمانه به کشورهای اروپایی هشدار داده‌اند با اتمام مدت قرارداد ترانزیت گاز روسیه به اروپا از طریق خاک اوکراین، اعضاء «اتحادیه اروپا» در معرض ریسک قیمت‌های بالاتر انرژی در زمستان پیش‌رو است. مسکو و کی‌یف در سال ۲۰۱۹، یک قرارداد پنج ساله ترانزیت گاز طبیعی از طریق خط لوله امضاء کردند که با وجود دو سال جنگ در اوکراین، برای تأمین گاز به کشورهای «اتحادیه اروپا»، ادامه پیدا کرده است. اکنون، با پایان این قرارداد در ۳۱ دسامبر، اوکراین اعلام کرده به دنبال تمدید توافق مذکور نیست. «کادری سیمسون» کمیسر انرژی اتحادیه اروپا، با این تصمیم موافق بوده و اعلام کرده «کمیسیون اروپا» هیچ علاقه‌ای به تلاش برای تمدید این توافق ندارد. این اتفاق به معنای آن است که «اتحادیه اروپا»، به زودی حدود ۵ درصد از کل واردات گاز خود را که عمدتاً به مقصد کشورهای اروپای مرکزی و جنوب شرقی است را از دست خواهد داد. طبق سند داخلی تهیه شده توسط «کمیسیون اروپا»، اگر محروم شدن از این عرضه با یک سرمای طولانی همراه شود، می‌تواند بدترین سناریو را برای کشورهای متکی به ترانزیت گاز از طریق اوکراین ایجاد کند. به گفته «آئورا سبادوس» تحلیلگر ارشد شرکت اطلاعات بازار ICIS، چشم‌انداز این وضعیت، اضطرابی را در سراسر منطقه به پا کرده زیرا اتریش، مجارستان، و اسلواکی احتمالاً با پیامدهای منفی روبرو خواهند شد. تمامی کشورهای نامبرده می‌توانند در نهایت، گاز روسیه را از طریق آلمان، ایتالیا یا ترکیه وارد کنند، اما اقدام اخیر برلین برای اخذ مالیات یک‌جانبه بر صادرات گاز، چنین احتمالی را

پیچیده می‌کند. کارشناسان معتقدند این مالیات، انگیزه شرکت‌های انرژی در اروپای مرکزی برای سرمایه‌گذاری در تأمین گاز غیرروسی را کاهش می‌دهد.

➤ **رشد تقاضا برای گاز طبیعی مایع شده با محوریت چین و اروپا:** «توماس موریس»، نایب رئیس واحد اکتشاف و تولید شرکت توتال انرژی در منطقه آسیا، در یک رویداد صنعتی گفت: «ال.ان.جی. به رشد ادامه داده و چین به بازار برگشته است اما نه در سطحی که در سال ۲۰۲۱ مشاهده شده بود. اروپا هم بازار جدید و بزرگی است که تقاضای آن، همچنان رشد خواهد کرد.» بخش دوم این پیش‌بینی ممکن است چندان قطعی نباشد زیرا «کمیسون اروپا» اخیراً اعلام کرده که قصد دارد مصرف گاز طبیعی را زیر نظر داشته و آن را تا حد ممکن، پایین نگه دارد. «کمیسون اروپا» اخیراً پیشنهاد کرد کشورهای عضو «اتحادیه اروپا»، به‌صورت داوطلبانه تدابیر طراحی شده برای کاهش ۱۵ درصدی تقاضا برای گاز طبیعی در مقایسه با میانگین پنج ساله منتهی به مارس سال ۲۰۲۲ را اجرا کنند. این بلوک همچنان به تثبیت تأمین انرژی و گاز طبیعی خود ادامه می‌دهد. با این حال، شرکت «توتال انرژی»، جدیدترین شرکت بزرگ انرژی است که آینده روشنی را برای گاز طبیعی مایع شده پیش‌بینی می‌کند. شرکت «شل» در اوایل ماه میلادی جاری اعلام کرد انتظار دارد تقاضا برای ال.ان.جی. به میزان ۵۰ درصد در سال‌های منتهی به ۲۰۴۰ افزایش پیدا کند. «شل» اعلام کرد این رشد تقاضا توسط چین و سایر نقاط آسیا هدایت خواهد شد زیرا اقتصادهای نوظهور از زغال‌سنگ به گاز طبیعی روی می‌آورند. براساس گزارش «اوپل پرایس»، تقاضا برای ال.ان.جی. با پایین آمدن قیمت‌ها، اوج پیدا می‌کند که به نوبه خود، تحت تأثیر تقاضای ضعیف‌تر در بازارهای کلیدی آسیایی و اروپایی بوده است. تقاضای آسیا به قیمت ال.ان.جی.، حساس‌تر است زیرا خریداران این منطقه توان مالی ضعیف‌تری نسبت به خریداران اروپایی دارند. همانطور که دو سال گذشته نشان داد یک افزایش قیمت کافی است تا بسیاری از خریداران آسیایی در خصوص تقاضای خود برای ال.ان.جی.، تجدیدنظر کنند.

➤ **تشدید ابهامات پیرامون انفجار خطوط لوله «نورداستریم»:** «رابرت کندی جونیور» کاندیدای مستقل انتخابات ریاست جمهوری ایالات متحده، در یک برنامه تلویزیونی عنوان داشت که واشنگتن خطوط لوله گازی «نورداستریم» را منفجر کرده است. اظهارات کندی فرضیه دست داشتن ایالات متحده در انفجار خطوط لوله نورداستریم را مجدداً به صدر اخبار رساند.

➤ **تحولات عمده در بازار نفت خام و گاز طبیعی در سال ۲۰۲۴:** به گزارش مؤسسه «گلوبال دیتا»، بازار نفت و گاز در ۲۰۲۴ با تحولات عمده‌ای روبرو خواهد بود. مهم‌ترین آن‌ها تحولات ژئوپلیتیکی و تغییرات در پویایی‌های زنجیره عرضه خواهد بود. دو تحول عمده یعنی حمله روسیه به اوکراین و حمله اسرائیل به نوار غزه، در ۲۰۲۴ به‌صورت بالقوه موجب اختلال در بازارهای نفت و گاز

خواهند شد. خمیرمایه اساسی در این صنعت در ۲۰۲۴ به صورت دسته‌بندی شده در ۴ دسته فناوری، صنعت، کلان، و تم‌های مربوط به محیط‌زیست، جامعه، و حکمرانی (ESG<sup>1</sup>) در شکل زیر آمده است.

### The biggest themes driving growth in the oil & gas industry in 2024

TECHNOLOGY THEMES	INDUSTRY THEMES	MACRO THEMES	ESG THEMES
3D Printing	Carbon Capture & Storage	Global Macro Outlook	ESG - Environmental
Artificial Intelligence	Electric Vehicles	Geopolitics	ESG - Social
Big Data	Energy Storage	Inflation	ESG - Governance
Blockchain	Energy Transition	Demographics	
Cloud	Enhanced Oil Recovery (EOR)	Deal Making	
Cybersecurity	Gas Flaring	Supply Chain	
Future of Work	Hydrogen	Foreign Direct Investment	
Internet of Things	Innovation	Regulation	
Metaverse	Integrated Refineries	COVID-19	
Quantum Computing	LNG		
Robotics	Renewable Energy		
	Shale		

<sup>1</sup> Environment, Society, and Governance

➤ **ورود نفت خام ایران به بازار اروپا:** با وجود تحریم نفت ایران از سوی «اتحادیه اروپا» بلغارستان به عنوان عضو رسمی این اتحادیه از ایران نفت وارد کرده است. با وجود تحریم نفت ایران از سوی «اتحادیه اروپا»، بلغارستان به عنوان عضو رسمی این اتحادیه این اقدام را انجام داده است. هر چند میزان واردات نفت بلغارستان از ایران در سال ۲۰۲۳ رقم قابل توجهی نیست اما نشان دهنده فشار تحریم‌های ایران بر بخش انرژی اعضای «اتحادیه اروپا» و تمایل این کشورها برای نادیده گرفتن تحریم‌ها علیه ایران است. «یورو استات» پیش‌تر از واردات نفت یا فرآورده‌های نفتی ایران توسط آلمان برای نخستین بار از سال ۲۰۱۸ خبر داده بود که با رسانه‌ای شدن این خبر برلین مجبور به موضع‌گیری شد و مدعی شد این رقم به اشتباه در آمار واردات از ایران درج شده و در واقع آلمان از مکزیک این محموله نفتی را وارد کرده است. آمار «یورو استات» همچنین نشان می‌دهد گرجستان به عنوان عضو ناظر «اتحادیه اروپا» در سال ۲۰۲۳، نفت و فرآورده‌های نفتی از ایران وارد کرده است.

➤ **تلاش کشورهای غربی برای توقف جنگ غزه:** پس از نزدیک به پنج ماه از جنگ اسرائیل و حماس که منجر به ویرانی بخش بزرگی از غزه شده است، فشارهای بین‌المللی بر اسرائیل و حماس افزایش یافته تا به توافقی برسند که نبردها را متوقف کند و گروگان‌ها آزاد شوند. ایالات متحده، مصر، و قطر در تلاش برای میانجی‌گری توافقی هستند که درگیری‌ها را به مدت شش هفته متوقف می‌کند و شامل آزادی ۴۰ گروگان در غزه در ازای آزادی فلسطینی‌های زندانی در اسرائیل می‌شود. حماس اعلام کرده که بدون عقب‌نشینی کامل اسرائیل گروگان‌های باقیمانده را آزاد نمی‌کند. پیش‌بینی می‌شود که حماس حدود ۱۰۰ گروگان در اختیار داشته باشد. حماس همچنین خواهان آزادی شماری زیادی از زندانیان از جمله شماری از نیروهای ارشد خود است که در اسرائیل زندانی هستند. اسرائیل به طور علنی این درخواست‌ها را رد کرده است. گروه‌های امدادی می‌گویند که محاصره کامل غزه از سوی اسرائیل و درگیری‌های مداوم، ارسال تدارکات در بیشتر نقاط غزه را تقریباً



غیرممکن کرده است. از حدود ۳۰۰ هزار نفری که همچنان در شمال غزه زندگی می‌کنند بسیاری برای زنده ماندن به خوردن علوفه حیوانات روی آورده‌اند.

➤ **کم شدن رشد تقاضای نفت در چین:** اقتصاد چین در ادامه مسیر پرمصرف انرژی‌های فسیلی، به فاز رشد کمتر مقدار تقاضا برای نفت خام، گاز طبیعی و زغال سنگ رسیده است. این مسئله به دلیل سیاستگذاری‌های جدید چین در راستای کربن زدایی است. به گزارش انستیتو تحقیقات اقتصادی و فناوری وابسته به شرکت ملی نفت چین سیاستگذاری‌های جدید حزب کمونیست چین بر محورهای بیشتر استفاده کردن از خودروهای برقی، تجهیز خودروهای سنگین به استفاده از گاز طبیعی مایع شده استوار است. این کار موجب خواهد شد که از مصرف بنزین و گازوئیل کشور ۱۲ درصد و یا ۲۰ میلیون تن کاسته شود.

## چشم انداز جایگاه هیدروژن در سبد انرژی مصرفی جهان

از نظر فیزیکی و شیمیایی هیدروژن ساده‌ترین، سبک‌ترین، و فراوان‌ترین عنصر در عالم است؛ اما در زمین به ندرت به صورت خالص یافت می‌شود و بیشتر در اشکالی مانند آب و ترکیبات آلی وجود دارد. از نظر انرژی هیدروژن به خودی خود یک منبع انرژی نیست زیرا انرژی مورد نیاز برای تولید آن بیشتر از انرژی حاصل از سوختن آن است. در گزارش حاضر به بررسی چشم‌انداز جایگاه هیدروژن در سبد انرژی مصرفی جهان خواهیم پرداخت.

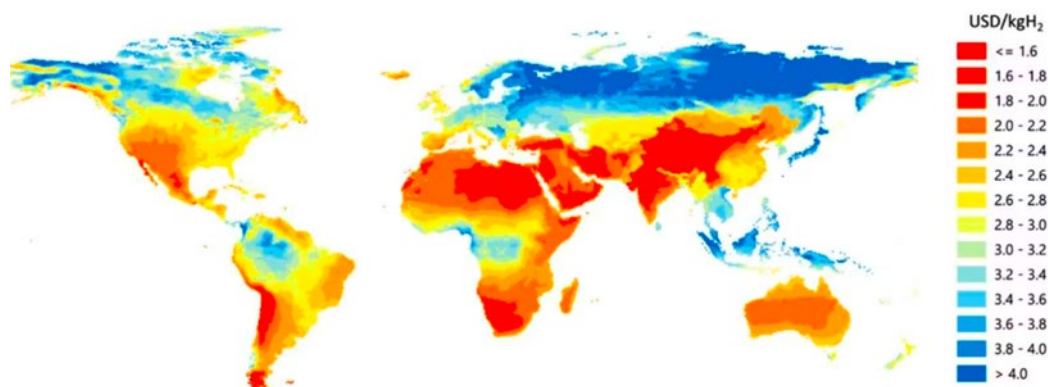
- ۱- از زمان اولین اکتشافات نفتی در اواسط قرن ۱۹ تا امروزه در قرن ۲۱ سوخت‌های فسیلی بیش از ۱۵۰ سال منبع اصلی تأمین انرژی بشر بوده‌اند اما به دلیل پایان‌پذیری و مسائل محیط‌زیستی و اقلیمی بسیاری از نهادها نظیر «آژانس بین‌المللی انرژی» بر این باور هستند قرن ۲۱ قرن پایان سوخت‌های فسیلی برای رسیدن به خالص انتشار صفر کربن است و انرژی‌های تجدیدپذیری مانند خورشیدی، بادی، و آبی جایگزین آن می‌شوند. اما این گذار مشکلاتی همچون عدم قطعیت تجدیدپذیرها یا جایگزینی حامل‌های فسیلی مانند بنزین و گازوئیل و سوخت‌های هوایی را به همراه دارد. در چنین شرایطی هیدروژن می‌تواند پاسخی برای این مشکلات به‌عنوان یک حامل پاک باشد.
- ۲- اصلی‌ترین کاربرد هیدروژن ذخیره انرژی و مقابله با عدم قطعیت تجدیدپذیرها است. ایران توانایی و ظرفیت بالایی برای تولید هیدروژن‌های خاکستری، آبی، فیروزه‌ای، و سبز دارد. انواع هیدروژن را براساس رنگ نامگذاری می‌کنند و منطق این رنگ‌ها به نوع تولید و میزان انتشار کربن آن‌ها ربط دارد که عبارتند از:

- خاکستری: هیدروژن تولید شده از گاز طبیعی توسط واکنش ریفورمینگ (رایج‌ترین نوع هیدروژن)
- قهوه‌ای: تولید شده از ذغال سنگ توسط واکنش گازی‌سازی
- آبی: تولید شده از سوخت‌های فسیلی که در آن دی اکسید کربن جذب و ذخیره یا تغییر کاربری داده می‌شود.
- فیروزه‌ای: تولید شده از گاز طبیعی توسط فرایند پیرولیز که کربن نهایی جامد دارد
- سبز: تولید شده توسط الکترولیز آب با منابع تجدیدپذیر
- صورتی/بنفش: تولید شده از واکنش‌های هسته‌ای یا الکترولیز با برق هسته‌ای
- زرد: تولید شده توسط الکترولیز با برق شبکه (فسیلی یا تجدیدپذیر)
- سفید: تولید شده به‌عنوان محصول فرعی فرآیندهای صنعتی

۳- در حال حاضر ۹۸ درصد از هیدروژن جهان از منابع فسیلی تأمین می‌شود. تقاضای کلی هیدروژن جهان برابر ۷۰ میلیون تن است که ۹۰ درصد آن در بخش‌های پالایشی سوخت‌های فسیلی و صنایع شیمیایی استفاده می‌شود. در برنامه‌ریزی‌های آینده براساس خالص انتشار صفر، هیدروژن نقشی مؤثر در حمل‌ونقل و تولید برق و گرمایش خواهد داشت. عمده‌ترین تولیدکنندگان هیدروژن در ایران نیز پالایشگاه‌ها هستند و عمده تولید آن‌ها از نوع خاکستری بوده اما چشم‌انداز آینده هیدروژن بیشتر معطوف به انواع سبز، آبی، و فیروزه‌ای است که کشور ایران ظرفیت فراوانی در زمینه تولید هر سه نوع دارد. هیدروژن خاکستری، آبی، و فیروزه‌ای به گاز طبیعی به‌عنوان خوراک نیاز دارد. از همین جهت ایران به‌عنوان دومین کشور دارنده بزرگ‌ترین ذخایر اثبات شده گاز طبیعی جهان می‌تواند نقش مؤثری در تولید این سه نوع هیدروژن داشته باشد.

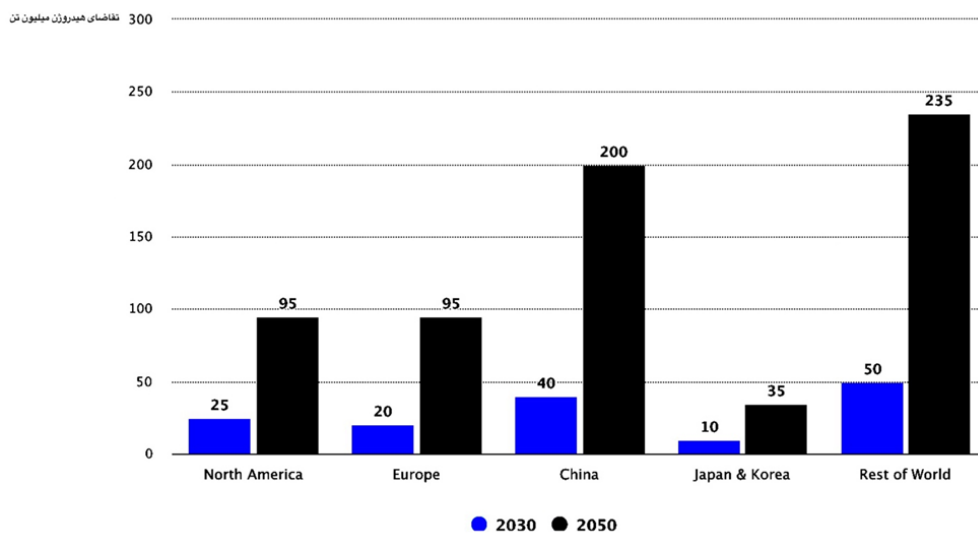
۴- هیدروژن می‌تواند در صنایع عمده ایران نظیر فولاد نقش مهمی داشته باشد. به‌عنوان مثال می‌تواند در فرایند احیاء آهن در صنایع آهن و فولاد به‌جای کک و گاز طبیعی انتشار این صنایع را کاهش دهد. همانطور که در شکل (۱) قابل مشاهده است ایران در زمینه تولید هیدروژن از تجدیدپذیرها از جمله ظرفیت خورشیدی از پتانسیل بالایی برخوردار بوده به‌نحوی که براساس گزارش «آژانس بین‌المللی انرژی» هزینه تولید هر کیلوگرم آن ۱,۶ دلار است. با این وجود یکی از مشکلات اساسی هیدروژن ایمنی آن است. زیرا هیدروژن بسیار واکنش‌پذیر بوده، به‌علاوه در مخازن فلزی مشکلاتی نظیر خوردگی دارد به همین دلیل مخازن و لوله‌های گران‌قیمتی دارد.

Hydrogen costs from hybrid solar PV and onshore wind systems in the long term



شکل ۱: هزینه تولید هیدروژن با استفاده از تجدیدپذیرها

۵- در سال‌های اخیر عزم جهان برای تولید انرژی‌های تجدیدپذیر بیش از هر زمانی دیگر جزم شده است، به‌گونه‌ای که بیشتر کشورهای توسعه‌یافته و حتی در حال توسعه، تمایل زیادی به جانشینی این نوع از انرژی با نفت و گاز پیدا کرده‌اند. آنچه مزید بر علت شده و کشورهای مختلف را به توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر سوق داده، مسائل زیست‌محیطی و گرمایش بیش از حد زمین بوده که دولت‌ها را به کنار گذاشتن انرژی‌های فسیلی ترغیب کرده است. شکل (۲) چشم‌انداز تقاضای جهانی هیدروژن را نشان می‌دهد. ایران می‌تواند نقش مؤثری در تأمین تقاضا در شرق آسیا و اروپا داشته باشد. در حال حاضر ایران هیچ برنامه راهبردی برای چشم‌انداز هیدروژن خود تعریف نکرده است.



شکل ۲: چشم‌انداز تقاضای هیدروژن

۶- در سال‌های اخیر چرخش کشورهای عربی از نفت به هیدروژن سبز آنقدر مشهود بوده است که برخی اعتقاد دارند خلیج فارس به‌عنوان قطب نفت دنیا، در آینده به صادرکننده انرژی پاک تبدیل می‌شود. در سال‌های اخیر چند کشور عربی از جمله مصر، عمان، امارات عربی متحده، عربستان سعودی، الجزایر و مراکش پروژه‌های جدید و جاه‌طلبانه‌ای را در حوزه تولید هیدروژن سبز آغاز کرده‌اند. این پروژه‌ها نشان‌دهنده اهمیت روزافزون منطقه خاورمیانه و شمال آفریقا در تولید و صادرات هیدروژن سبز جهانی در سال‌های آینده است.