



BRENT Crude Oil (\$/b)		WTI Crude Oil (\$/b)	
14/07/2023 81.38	21/07/2023 80.23	14/07/2023 76.96	21/07/2023 76.26
Henry Hub Natural Gas (\$/MMBtu)		Europe & Asia Natural Gas (\$/MMBtu)	
14/07/2023 2.55	21/07/2023 2.74	12/07/2023 8.70 11.98	19/07/2023 8.86 10.75

پویانی های بازار

بهای حامل‌های انرژی از افزایش اندکی در روزهای اخیر حکایت دارد. امروز صبح قیمت نفت خام برنت دریای شمال مجدداً به کانال ۸۰ دلار هر بشکه بازگشته و در لندن به قیمت ۸۱,۰۷ دلار معامله شد که حدود ۲ درصد افزایش نسبت به هفته قبل دارد. رفتار روسیه در ماه‌های اخیر در بازار نفت در راستای تعهداتش نسبت به ائتلاف اوپک پلاس صادقانه‌تر بوده و کاهش قابل توجهی در صادرات نفت آن کشور را نشان می‌دهد. نفت خام وست تگزاس اینترمدییت با افزایش ۲ درصدی به قیمت هر بشکه ۷۷,۰۷ دلار در بازار کاشینگ به فروش رفت. برخی از پالایشگاه‌های آمریکای شمالی در حال تعمیرات سالیانه بوده و بازار اشتغال در ایالات متحده نشانه‌هایی از تقویت را همراه دارد. در بازار گاز طبیعی در منطقه هنری هاب یک میلیون واحد حرارتی انگلیسی (بی تی یو) به قیمت ۲,۷۱ دلار معامله شد. همین مقدار از گاز طبیعی مایع شده در بازار روتردام در اروپا به قیمت ۸,۸۶ دلار به فروش رسید. در شرق دور همین مقدار گاز طبیعی به ۱۰,۷۵ دلار هر میلیون بی تی یو معامله گردید.

عوامل افزایش قیمت

➤ **کاهش صادرات نفت روسیه:** براساس آمار رصد نفتکش‌ها که توسط «بلومبرگ» گردآوری شده صادرات نفت روسیه در مدت چهار هفته منتهی به ۱۶ ژوئیه، به ۳,۱ میلیون بشکه در روز کاهش پیدا کرد و ۷۸۰ هزار بشکه در روز در مقایسه با اوج خود در مدت ۲۸ روز منتهی به ۱۴ مه، کمتر است. میزان صادرات همچنین ۲۷۰ هزار بشکه در روز کمتر از سطح صادرات فوریه است که مبنای دولت روسیه برای کاهش تولید به اجرا درآمده در مارس ۲۰۲۳ است. روسیه در ابتدا اعلام کرده بود که به تلافی تحریم‌ها و سقف قیمت اعمال شده بر فروش نفت این کشور تولید نفت را به میزان ۵۰۰ هزار بشکه در روز کاهش خواهد داد اما متعاقب آن، صادرات این کشور به بازارهای خارجی افزایش یافت. اما پس از آنکه کرملین اعلام کرد صادرات نفت را به میزان ۵۰۰ هزار بشکه در روز در ماه اوت کاهش می‌دهد، این کاهش اکنون قابل مشاهده است. کاهش صادرات روسیه مورد استقبال «عبدالعزیز بن سلمان» وزیر انرژی عربستان سعودی قرار گرفت که از مسکو خواسته بود

شفافیت بیشتری درباره صادرات نفت خود فراهم کند. اقدام به کاهش صادرات، در مناسبترین لحظه ممکن برای مسکو هنگامی روی داد که تعمیرات بهاره پالایشگاه‌های داخلی روسیه پایان یافته و تولید میعانات در افت فصلی تولید گاز طبیعی، کاهش پیدا کرد. از آنجائیکه خریداران چندانی در اروپا نمانده است تأثیر صادرات کمتر در ارسال محموله‌ها به آسیا ملموس می‌شود که به پایین‌ترین حد خود از اواسط ژانویه نزول کرد. حجم کمتر صادرات، درآمد کرملین از مالیات صادرات را در این مدت به پایین‌ترین میزان از ماه آوریل رساند. قیمت خرید نفتی اورال روسیه، سقف تعیین شده توسط گروه هفت برای فروش نفت روسیه را شکست و این مسئله ممکن است صادرات روسیه را دشوار کند. محموله‌های نفت روسیه به شرطی می‌توانند از خدمات بیمه و حمل‌ونقل غربی استفاده کنند که بالاتر از سقف قیمت ۶۰ دلار در هر بشکه فروخته نشوند. قیمت بالاتر از ۶۰ دلار خریداران را ناچار می‌کند از ناوگان کشتی‌های معروف به «اشباح» استفاده کنند که بدون استفاده از بیمه یا خدمات دیگر کشورهای غربی، فعالیت می‌کنند. از سوی دیگر براساس گزارش «بلومبرگ» افزایش قیمت و کاهش تخفیف نفت روسیه نسبت به قیمت پایه بازار بین‌المللی، جذابیت نفت روسیه را برای پالایشگاه‌های هندی کمتر کرده و باعث شده است خریداران هندی سراغ صادرکنندگان خاورمیانه‌ای بروند زیرا واردات نفت روسیه، مزیت قیمتی خود را از دست داده است. روسیه قصد دارد صادرات نفت خود در سه ماهه سوم سال جاری میلادی را کاهش دهد که در راستای عمل به وعده این کشور برای کاهش صادرات به میزان ۵۰۰ هزار بشکه در روز در ماه اوت است. همچنین وزارت انرژی روسیه اعلام کرد مسکو صادرات از بنادر غربی و همچنین از طریق خط لوله را کاهش خواهد داد.

➤ **هشدار گازی آژانس بین‌المللی انرژی به اروپا:** «آژانس بین‌المللی انرژی» در گزارشی اعلام کرد که ابهامات بزرگ در آستانه فصل سرد آینده، به قوت خود باقی مانده‌اند. زمستان سرد به همراه قطع کامل عرضه گاز روسیه از طریق خط لوله به اروپا در ابتدای فصل گرم می‌تواند به راحتی تنش‌های بازار را تجدید کند. با وجود اینکه قیمت گاز از رکورد بالای سال گذشته میلادی، به میزان قابل ملاحظه‌ای کاهش پیدا کرده است اما قراردادهای گاز برای فصل زمستان ممکن است با قیمت بالاتری نسبت به قیمت معاملات کوتاه‌مدت، فروخته شوند که نشان‌دهنده شکننده بودن بازار و احتمال بروز دوباره کمبود عرضه در اواخر سال

میلاادی جاری است. بانک «مورگان استنلی» اوایل ماه میلاادی جاری هشدار داده بود اگر اروپا به مدت طولانی، سرمای منجمدکننده‌ای را تجربه کند و تجدیدپذیرها نتوانند انرژی کافی تولید کنند، قیمت گاز ممکن است به ۱۰۰ یورو (۱۱۳ دلار) به ازای هر مگاوات ساعت برسد. از سوی دیگر، اگر دمای هوا در زمستان، ملایم باشد قیمت گاز ممکن است در حدود ۱۵ یورو کاهش پیدا کند. «آژانس بین‌المللی انرژی» سناریوهای متعددی دارد که شامل دمای بالاتر از حد معمول و واردات فراوان گاز طبیعی مایع شده (LNG) است که به اروپا کمک می‌کند از واردات گاز روسیه بی‌نیاز شود. با این حال، تقاضای آسیا برای گاز طبیعی مایع شده هم یک عامل تأثیرگذار است و هرگونه اختلال غیرمنتظره، می‌تواند توازن عرضه جهانی گاز در سال میلاادی جاری را برهم بزند.

➤ **کاهش صادرات نفت عربستان سعودی:** اطلاعات مؤسسه «جودی» نشان می‌دهد صادرات نفت خام عربستان سعودی در ماه مه به پایین‌ترین رقم طی ۱۹ ماه گذشته رسیده و دلیل آن تمایل بسیاری از خریداران آسیایی به نفت ارزان قیمت روسیه بوده است. میزان صادرات نفت بزرگ‌ترین صادرکننده نفت دنیا تا ۶,۹۳ میلیون بشکه در روز در ماه مه سقوط کرده است یعنی پایین‌ترین رقم از اکتبر ۲۰۲۱ و ۵,۳ درصد کمتر از ۷,۳۲ میلیون بشکه در روز که در آوریل صادر شده بود. تولید نفت خام عربستان ۵۰۲ هزار بشکه در روز نسبت به ماه آوریل کاهش یافته و در ماه مه به ۹,۹۶ میلیون بشکه در روز رسیده است. این در حالی است که ذخایر نفت این کشور ۱,۱۶ میلیون بشکه در روز پایین آمده و به ۱۴۸,۲۴ میلیون بشکه رسیده است. پالایشگاه‌های داخلی عربستان سعودی ۱۰۰ هزار بشکه در روز نفت خام کمتری پالایش کرده‌اند، یعنی ۲,۵۹ میلیون بشکه در روز و ۸۹ هزار بشکه در روز نفت خام بیشتری را به صورت مستقیم سوزانده‌اند. صادرات فرآورده‌های نفتی عربستان سعودی نیز ۱۷۴ هزار بشکه در روز در ماه مه کاهش یافته و به ۱,۳۷ میلیون بشکه در روز رسیده است. واردات نفت هند از روسیه به یک رکورد جدید در ماه مه رسید و سهم نفت خاورمیانه و آفریقا را از سبد واردات این کشور کمتر کرد. واردات نفت چین از روسیه هم در ماه مه رکورد جدیدی ثبت کرد. پالایشگاه‌های خصوصی چین واردات نفت تحریم شده و ارزان قیمت اسپو و اورال روسیه را افزایش داده‌اند. ریاض در اوایل ماه جاری میلاادی کاهش تولید داوطلبانه یک میلیون بشکه‌ای خود را در ماه اوت تمدید کرد و روسیه و الجزایر هم داوطلب شدند تولید و صادرات نفت خود را به ترتیب

۵۰۰ هزار و ۲۰ هزار بشکه در روز پایین بیاورند. از سوی دیگر «آژانس بین‌المللی انرژی» در گزارش ماهانه خود اعلام کرد که روسیه در آستانه سبقت گرفتن از عربستان سعودی و تبدیل شدن به بزرگ‌ترین تولیدکننده نفت در جهان است. تولید نفت ریاض بین ماه جولای و اوت به ۹ میلیون بشکه در روز کاهش یافته و دلیل آن هم تصمیم این کشور برای کاهش داوطلبانه تولید نفت بوده است. این رقم تولید نفت عربستان سعودی، کمترین میزان تولید این کشور در دو سال گذشته است و روسیه را به بزرگ‌ترین تولیدکننده نفت در میان کشورهای عضو گروه اوپک پلاس تبدیل کرده است.

عوامل کاهش قیمت

➤ **پیشنهاد ایجاد ذخایر راهبردی گاز توسط ژاپن:** براساس گزارش «بلومبرگ» دولت ژاپن پیشنهادی را در دست بررسی دارد که به موجب آن از «آژانس بین‌المللی انرژی» درخواست می‌شود ساختار ذخیره‌سازی گاز برای کشورهای عضو ایجاد کند. «آژانس بین‌المللی انرژی» در حال حاضر، کشورهای عضو از جمله ایالات متحده و ژاپن را ملزم کرده است ذخایر اضطراری نفت معادل ۹۰ روز واردات را داشته باشند و پیشنهاد ژاپن، ایجاد یک راهبرد مشابه برای گاز را مدنظر دارد. براساس گزارش «بلومبرگ» کشورهای عضو «اتحادیه اروپا» در حال حاضر ذخیره‌سازی گاز طبیعی را دنبال می‌کنند اما یک چارچوب جهانی در این خصوص هنوز وجود ندارد. ذخیره‌سازی سوخت برای مدت طولانی برای کشورهای آسیایی نظیر ژاپن و کره جنوبی که معمولاً گاز طبیعی را به شکل گاز طبیعی مایع شده دریافت می‌کنند، می‌تواند چالش برانگیز باشد.

➤ **افزایش تولید نفت ایران:** اداره «اطلاعات انرژی ایالات متحده» وابسته به وزارت انرژی این کشور در جدیدترین گزارش خود از سلسله گزارش‌های چشم‌انداز کوتاه‌مدت انرژی جهان از افزایش ۲۴۰ هزار بشکه‌ای تولید روزانه نفت ایران طی نیمه نخست سال جاری میلادی خبر داده است. براساس گزارش مذکور در سال ۲۰۲۳ تولید نفت ایران به‌طور پیوسته روندی صعودی را طی کرده و از ۲,۵۵ میلیون بشکه در روز در ماه ژانویه به ۲,۶ میلیون بشکه در روز در ماه فوریه، ۲,۶۵ میلیون بشکه در روز در ماه مارس، ۲,۶۸ میلیون بشکه در روز در ماه آوریل، ۲,۷۵ میلیون بشکه در روز در ماه مه، و ۲,۷۸ میلیون بشکه در روز در ماه ژوئن افزایش یافته است. بر این اساس طی شش ماه گذشته تولید نفت ایران ۲۴۰

هزار بشکه در روز و در مجموع ۱۰ درصد افزایش داشته است. متوسط تولید نفت ایران در سال میلادی گذشته ۲,۵۴ میلیون بشکه در روز گزارش شده بود. ایران با این افزایش تولید توانسته است با کنار زدن کویت در جایگاه چهارمین تولیدکننده بزرگ اوپک قرار گیرد و فاصله خود با امارات عربی متحده به عنوان سومین تولیدکننده بزرگ اوپک را به حداقل برساند. تولید نفت ابوظبی در ماه ژوئن ۲,۹ میلیون بشکه در روز اعلام شده که از تولید نفت تهران در این ماه تنها ۱۲۰ هزار بشکه در روز بیشتر است. عربستان سعودی با تولید ۱۰,۰۵ میلیون بشکه‌ای همچنان بزرگ‌ترین تولیدکننده اوپک در ماه ژوئن بوده و عراق با ۴,۲۵ میلیون بشکه در روز در رتبه دوم از این نظر قرار داشته است. کویت با تولید روزانه ۲,۵۵ میلیون بشکه در روز پایین‌تر از ایران در رتبه پنجم اوپک از نظر میزان تولید نفت در ژوئن ۲۰۲۳ قرار گرفته است. روند صعودی تولید نفت ایران علیرغم خواست مقامات آمریکایی و با وجود حفظ تحریم‌های غیرقانونی این کشور علیه ایران محقق شده است. در جدیدترین تلاش‌های مقامات آمریکایی علیه ایران یک گروه از سناتورهای جمهوریخواه با ابراز نگرانی از تداوم فروش نفت ایران به رغم تحریم‌های ایالات متحده از دولت «جو بایدن» خواستند کار بیشتری برای توقف صادرات انرژی ایران به‌ویژه به مقصد چین انجام دهد. این ۸ تن از سناتورهای آمریکایی در طی نامه‌هایی به «آنتونی بلینکن» وزیر امور خارجه و «جنت یلن» وزیر خزانه‌داری از دولت بایدن خواستند تحریم‌های بیشتری علیه اشخاص و نهادهای چینی که در تجارت نفت و پتروشیمی ایران دخیل هستند، اعمال کند. به عقیده تحلیلگران با گذشت ۵ سال از سیاست فشار به اصطلاح حداکثری ایالات متحده، تحریم‌ها علیه ایران در حال رنگ باختن است. اقتصاد جهانی تاب و تحمل خود در برابر اقدامات محدودیت‌زای ایالات متحده را از دست داده است. به‌ویژه اینکه جنگ اوکراین معادلات ژئوپلیتیک در جهان را تغییر داده و سیاست عربستان سعودی در کاهش عرضه نیز زمینه را برای افزایش صادرات نفت ایران فراهم کرده است.

تفسیر منته - هیدروژن و آینده آن در عمل و نقل

انرژی یکی ارکان اصلی پیشرفت و رفاه بشر بوده و در اجرای اصولی برنامه‌های بهینه‌سازی مصرف حامل‌های انرژی در سطح ملی و بین‌المللی نقش مهمی خواهد داشت. مصرف روز افزون سوخت‌های فسیلی اگرچه رشد سریع اقتصادی جوامع پیشرفته صنعتی را به همراه داشته اما انتشار مواد آلاینده ناشی از احتراق موجب افزایش دی اکسید کربن و دیگر گازهای گلخانه‌ای در اتمسفر شده و پیامدهای آن جهان را با چالش‌های روز افزونی مواجه نموده که افزایش دمای کره زمین، تغییر اقلیم، بالا آمدن سطح آب دریاها، و در نهایت تشدید منازعات بین‌المللی از جمله این پیامدها محسوب می‌شوند. از سوی دیگر محدود بودن منابع انرژی فسیلی و انحصار آن در برخی نقاط جهان، موجب ناپایداری و به خطر افتادن سیستم انرژی در جهان شده است. لذا جایگزینی سیستم انرژی فعلی امری حیاتی و پراهمیت تلقی شده و در نتیجه گذار به سمت منابع جدید انرژی امری اجتناب‌ناپذیر است. فناوری‌های جدید انرژی در آینده باید متکی بر تغییرات ساختاری و بنیادی باشد که در آن منابع انرژی بدون کربن همچون انرژی خورشیدی، بادی، زمین گرمایی، و زیست‌توده مورد استفاده قرار گیرند و توان موردنیاز از روش‌ها و انرژی‌های پاک تأمین شود. این گزارش به توضیح چند نکته در ارتباط با نقش هیدروژن و چشم‌انداز آن در سیستم انرژی جهان می‌پردازد.

۱- هیدروژن به‌عنوان حامل انرژی آینده معرفی می‌شود. این حامل از روش‌ها و منابع انرژی مختلفی تولید و در زمینه‌های مختلف مصرف می‌شود. هیدروژن یک ترکیب پرمصرف در فرآیندهای مختلف صنعتی همچون واحدهای پالایشگاهی، پتروشیمی، فرآیندهای فولادی در واحدهای احیاء، صنایع غذایی، و دارویی است. از هیدروژن مایع به‌دلیل ارزش گرمایی بالا و مقدار بالای انرژی تولیدی آن، به‌عنوان سوخت موشک نیز استفاده می‌شود. از دیگر مصارف جدید هیدروژن می‌توان به روشی جهت ذخیره‌سازی انرژی‌های تجدیدپذیر با استفاده از فرآیند الکترولیز و تولید برق در پیل سوختی و توربین‌های هیدروژنی اشاره نمود.

۲- در سال‌های اخیر بسیاری از دولت‌ها، صندوق‌های اختصاصی توسعه هیدروژن را ایجاد کرده‌اند. قرارداد سبز اخیر اروپا و تعهدات خالص انتشار صفر منجر به مقررات و مشوق‌هایی شده است که بخش‌های حمل‌ونقل را به سمت هیدروژن سوق می‌دهد.

طرح‌های مبادله مالیات و انتشار گازهای گلخانه‌ای، هزینه‌های حمل‌ونقل سنتی مبتنی بر سوخت فسیلی را افزایش می‌دهد. تولیدکنندگان، تأمین‌کنندگان هیدروژن، شرکت‌های انرژی، و اپراتورهای حمل‌ونقل در حال سرمایه‌گذاری در کاربردهای هیدروژن در مقیاس بزرگ، افزایش تولید، بهینه‌سازی پیل‌های سوختی، و کاهش هزینه‌ها هستند.

۳- مقدار کمی هیدروژن به‌صورت طبیعی در طبیعت وجود دارد و می‌توان آن را با روش‌های مختلف و از سایر منابع انرژی همچون گاز طبیعی، آب، زغال‌سنگ، و خورشید تولید نمود. در حال حاضر فرآیند حلقه‌های هیدروکربنی نظیر ریفورمینگ متان و اکسیداسیون جزئی از روش‌های متداول تولید هیدروژن هستند. از آنجائیکه از هیدروژن به‌عنوان سوخت پاک یاد می‌شود، قرار است در ابعاد وسیع‌تری برای رسیدن به اهداف کربن صفر تا سال ۲۰۵۰ از آن به‌عنوان سوخت جایگزین استفاده کرد. تولید این حجم هیدروژن با استفاده از هیدروکربن‌ها از اهداف موردنظر به‌دور بوده و موجب استفاده بیشتر از منابع انرژی فسیلی و در نهایت انتشار بیشتر کربن دی‌اکسید در اتمسفر می‌شود. لذا این روش‌ها در ابعاد گسترده، چندان اقتصادی و محیط‌زیستی نخواهد بود و با اهداف اقتصاد سبز و توسعه پایدار مغایرت دارد.

۴- براساس گزارش «آژانس بین‌المللی انرژی»، هیدروژن را می‌توان در دامنه وسیعی از اهداف و برنامه‌ریزی‌ها، در همه بخش‌ها، مانند حمل‌ونقل (برای فواصل دور در خودروها، کشتی‌ها، و هواپیماها)، صنعت، و بخش خانگی جهت گرمایش محیط و ذخیره‌سازی انرژی مازاد تولید شده استفاده نمود. از سوی دیگر هیدروژن به پشتوانه تمایل جهانی به کربن‌زدایی از سوی نهادهای دولتی، سیاست‌گذاری، نظارتی، سرمایه‌گذاران، و مصرف‌کنندگان در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است. در ابتدای سال ۲۰۲۱، بیش از ۳۰ کشور نقشه‌راه هیدروژن خود را منتشر کرده و بیش از ۲۰۰ پروژه هیدروژن و طرح سرمایه‌گذاری بلندپروازانه در این صنعت ارائه شده است. دولت‌ها در سراسر جهان، بیش از ۷۰ میلیارد دلار در صندوق‌های سرمایه‌گذاری دولتی در این زمینه سرمایه‌گذاری کرده‌اند. این تحرك در زنجیره ارزش هیدروژن اتفاق افتاده که باعث افزایش سرعت کاهش هزینه‌های تولید، انتقال، توزیع، خرده‌فروشی، و بخش مصرف‌نهایی شده است. به همین ترتیب پس از سال ۲۰۲۰ با افزایش اعضای شورای جهانی هیدروژن^۱، از ۶۰ به ۱۰۰ عضو، این شورا در حال حاضر بانی بیش از ۶,۶ تریلیون دلار سرمایه‌گذاری در بازار و نماینده بیش

¹ Council Hydrogen

از ۶,۵ میلیون نفر نیروی کار در سراسر جهان است.

۵- روش‌های تولید هیدروژن بسته به منبع هیدروژن و کاربرد موردنظر متفاوت است. از جمله:

- **اصلاح متان بخار (SMR):** این روش رایج‌ترین روش برای تولید هیدروژن است که بیشترین تولید هیدروژن صنعتی را امروزه به خود اختصاص می‌دهد. SMR شامل واکنش متان (گاز طبیعی) با بخار آب در حضور یک کاتالیزور برای تولید هیدروژن و مونو اکسید کربن است. سپس مخلوط گاز حاصل برای جداسازی هیدروژن پردازش می‌شود.

- **الکترولیز:** الکترولیز فرآیندی است که در آن از الکتریسیته برای تقسیم مولکول‌های آب به هیدروژن و اکسیژن استفاده می‌شود. الکترولیز آب می‌تواند توسط منابع انرژی تجدیدپذیر مانند خورشیدی یا باد تأمین شود، که آن را به روشی پایدار و محیط‌زیستی برای تولید هیدروژن تبدیل می‌کند.

- **گازی‌سازی زغال‌سنگ:** در این روش زغال‌سنگ با مقدار کنترل شده‌ای از بخار آب در یک گازساز در دماهای بالا واکنش نشان می‌دهد. در این واکنش زغال‌سنگ جامد به مخلوطی از گاز سنتز که حاوی هیدروژن و کربن مونو اکسید است، تبدیل می‌شود.

- **گازی‌سازی زیست توده:** در این فرآیند، زیست توده در یک محیط کنترل شده گرم می‌شود و به مخلوطی از هیدروژن، مونو اکسید کربن و سایر گازها تبدیل می‌شود.

۶- در حالیکه هیدروژن خود یک گاز بی‌رنگ است، اغلب یک رنگ به آن نسبت داده می‌شود که نشان‌دهنده منبع انرژی و روش تولید هیدروژن است.

- **هیدروژن خاکستری:** به هیدروژن تولید شده با استفاده از گاز طبیعی و روش اصلاح بخار متان، هیدروژن خاکستری گفته می‌شود. دی اکسید کربن تولید شده در فرآیند جذب نشده و در اتمسفر رها می‌شود. در حال حاضر، رایج‌ترین نوع هیدروژن است.

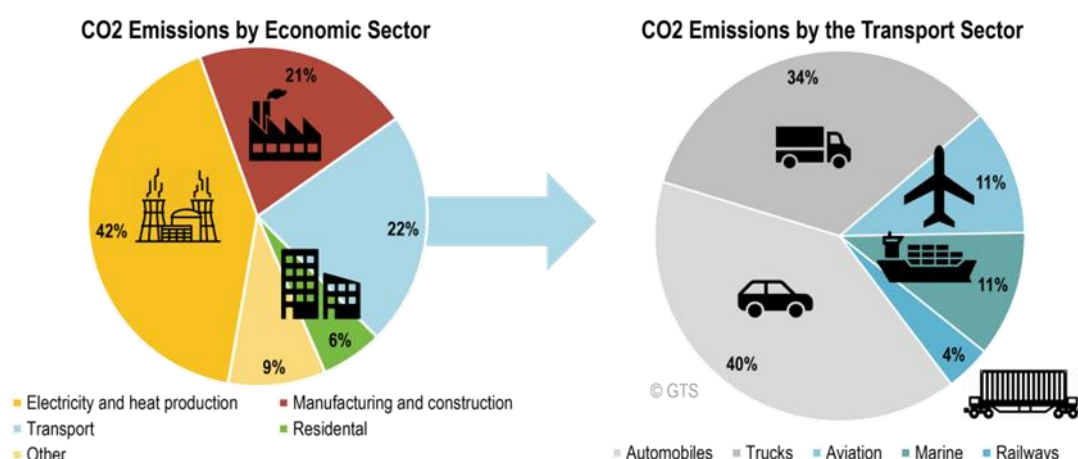
- **هیدروژن آبی:** در واقع همان هیدروژن خاکستری است با این تفاوت که دی اکسید کربن تولید شده در فرآیند، جذب و ذخیره شده و به اتمسفر وارد نمی‌شود. هیدروژن آبی گاهی اوقات به‌عنوان «هیدروژن کم کربن»^۳ شناخته می‌شود.

² Steam Methane Reforming

³ Low Carbon Hydrogen

- **هیدروژن سبز:** هیدروژن سبز با استفاده از الکتریسیته مازاد تولید شده از منابع انرژی تجدیدپذیر، مانند انرژی خورشیدی یا باد، و الکترولیز آب تولید می‌شود. در این فرآیند دی اکسید کربن منتشر نمی‌شود.

۷- براساس گزارش «آژانس بین‌المللی انرژی»، همانطور که در شکل (۱) قابل مشاهده است حمل‌ونقل حدود ۲۰ درصد از انتشار گازهای گلخانه‌ای را به خود اختصاص می‌دهد. حمل‌ونقل جاده‌ای حدود ۷۵ درصد و حمل‌ونقل هوایی و دریایی هر کدام ۱۱ درصد از انتشار این بخش را به خود اختصاص می‌دهند. هریک از روش‌های اصلی حمل‌ونقل به راهبردی برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای نیاز دارد. چنانچه پیش‌تر اشاره شد هیدروژن کم‌کربن می‌تواند به‌عنوان حامل انرژی پاک راه حل کلیدی کربن‌زدایی از این بخش باشد زیرا ظرفیت چشمگیری در کاهش آلودگی هوا و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در این بخش دارد.



شکل ۱: انتشار جهانی گازهای گلخانه‌ای توسط بخش حمل‌ونقل

۸- پیل سوختی یکی از مهم‌ترین مبدل‌های انرژی در آینده است که موجب شده تا در چند دهه اخیر هیدروژن را به‌عنوان سوخت آینده معرفی شود. در پیل‌های سوختی، هیدروژن خالص به‌عنوان خوراک ورودی استفاده می‌شود. تبدیل انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی در پیل‌های سوختی فرایندی مستقیم، بدون ایجاد آلودگی‌های زیست‌محیطی و صوتی تنها با تولید برق و آب است. همین مزایا هیدروژن را به گزینه‌ای سازگار با محیط‌زیست تبدیل کرده زیرا هیدروژن می‌تواند با راندمان بالا در سیستم‌های تولید توان متحرک و یا

ساکن، مورد مصرف قرار گیرد و برای حرکت به سمت اهداف توسعه پایدار به عنوان سوخت پاک مورد استفاده قرار گیرد.

۹- خودروهای پیل سوختی (FCV)^۴ هیدروژنی دارای برد رانندگی چشمگیری هستند و اغلب با ۱ کیلوگرم هیدروژن می‌توان حدود ۱۰۰ کیلومتر را طی نمود. این در حالی است که برای طی کردن چنین مسافتی با خودروهای موتور احتراق داخلی، حدود ۹ لیتر بنزین مورد نیاز است. لذا خودروهای پیل سوختی می‌توانند مسافت‌های طولانی‌تری با سوخت‌گیری کمتر طی کنند. لذا برای سوخت تریلرها، تراکتورهای سنگین، و اتوبوس‌های حمل‌ونقل عمومی که صدها کیلومتر را طی می‌کنند ایده‌آل هستند. همچنین سوخت‌گیری یک خودروی پیل سوختی هیدروژنی، همچون خودروهای موتور احتراق داخلی تنها چند دقیقه طول می‌کشد که این موضوع مزیت قابل توجهی نسبت به وسایل نقلیه الکتریکی با باتری دارد که اغلب به زمان شارژ طولانی نیاز دارند. از سوی دیگر موتورهای احتراق داخلی در مقایسه با خودروهای پیل سوختی، سنگین‌تر و کارآیی کمتری دارند. در حالیکه خودروهای پیل سوختی سبک‌تر بوده و می‌توانند دو تا سه برابر کارآمدتر از موتورهای احتراق داخلی باشند. یکی از چالش‌های اصلی پیشروی خودروهای پیل سوختی، نبود زیرساخت لازم جهت برای پشتیبانی از آنها است. تعداد محدودی از ایستگاه‌های سوخت‌گیری هیدروژن در دنیا وجود دارد که پیدا کردن مکان مناسب برای سوخت‌گیری را برای رانندگان دشوار می‌کند. لذا این موضوع نیازمند تحقیق، توسعه، و سرمایه‌گذاری بیشتر است.

۱۰- چندین خودروساز در خط مقدم توسعه خودروهای پیل سوختی هیدروژنی قرار دارند.

- **تویوتا:** یکی از اولین شرکت‌هایی است که خودرو پیل سوختی هیدروژنی به نام Mirai را به تولید انبوه عرضه کرد. این خودروساز ژاپنی همچنان متعهد به پیشرفت فناوری پیل سوختی هیدروژنی و گسترش خط تولید خودروهای هیدروژنی خود است.
- **هوندا:** پیل سوختی کلاریتی هوندا یکی دیگر از خودروهای قابل توجه هیدروژنی است. این شرکت به سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه پیل سوختی ادامه می‌دهد و در تلاش برای ایجاد خودروهای هیدروژنی کارآمدتر و مقرون به صرفه‌تر است.

⁴ Fuel Cell Vehicles

- هیوندای: Hyundai's Nexo یک خودروی پیل سوختی هیدروژنی به روز و با فناوری بالا است. این خودروساز کره جنوبی فعالانه روی بهبود فناوری پیل سوختی هیدروژنی و گسترش حضور خود در این بازار کار می‌کند.

۱۱- دولت‌ها در سرتاسر جهان ظرفیت خودروهای پیل سوختی را به رسمیت می‌شناسند و سیاست‌ها و مشوق‌هایی را برای تشویق به پذیرش آن‌ها اجرا می‌کنند. این اقدامات شامل معافیت‌های مالیاتی، تخفیف در خرید، و تأمین مالی برای توسعه زیرساخت‌ها است. با این وجود همچنان در مسیر پذیرش عمومی این خودروها چالش‌هایی در جوامع وجود دارد.

- توسعه زیرساخت‌ها: برای اطمینان از تبدیل خودروهای پیل سوختی به گزینه‌ای مناسب برای مصرف‌کنندگان، سرمایه‌گذاری قابل توجه در توسعه زیرساخت‌ها ضروری است. سرمایه‌گذاری موردنیاز شامل ساخت تأسیسات تولید، ذخیره، انتقال و تأسیس شبکه گسترده‌ای از ایستگاه‌های سوخت‌گیری می‌شود.

- تولید هیدروژن سبز: به منظور استفاده از مزایای زیست‌محیطی خودروهای پیل سوختی، هیدروژن مورد استفاده باید به روشی پایدار تولید شود. اما روش‌های تولید هیدروژن سبز، نظیر الکترولیز با استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر همچنان نیاز به توسعه بیشتر دارند.

۱۲- خودروهای پیل سوختی هیدروژنی راه‌حلی نوآورانه و امیدوارکننده برای حمل‌ونقل پایدار هستند و علیرغم چالش‌هایی که با آن روبرو هستند، ظرفیت آن‌ها برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، کاهش اثرات تغییر اقلیم، و بهبود کیفیت هوا غیرقابل انکار است. از سوی دیگر با پیشرفت فناوری و حمایت دولت‌ها از پذیرش آن‌ها، دور از تصور نخواهد بود خودروهای پیل سوختی هیدروژنی به بازیگر اصلی حمل‌ونقل در آینده تبدیل شوند.

همکاران این شماره: تبسم میرشکارزاده، سن راعی، و عباس ملکی