

تحول انرژی و نقش هیدروژن در صنعت پتروشیمی کشورهای حوزه خلیج فارس

امروزه، هیدروژن عمدتاً در تولید آمونیاک، پالایش نفت و متانول مورد استفاده قرار می‌گیرد. پیل‌های سوختی ابزارهایی هستند که هیدروژن را مستقیماً به برق تبدیل می‌کنند. جهت حفظ محیط زیست و کاهش آلودگی ناشی از کربن، می‌توان از هیدروژن به عنوان سوخت خودروها و هواپیماها استفاده نموده و نیز با به‌کارگیری از این عنصر، برق مصرفی خانه‌ها و ادارات را تأمین کرد. سوخت هیدروژن مایع به طور سنتی با استفاده از سوخت های فسیلی نظیر نفت، گاز طبیعی یا زغال سنگ تولید می‌شود.

هیدروژن سبز^۱ از طریق الکترولیز آب با استفاده از برق حاصل از انرژی های تجدیدپذیر تولید می‌شود. دلیل آن که سبز نامیده می‌شود این است که هیچ گونه انتشار CO₂ در طول فرآیند تولید وجود ندارد. هیدروژن آبی^۲ از سوخت فسیلی عموماً از طریق ریفرمینگ گاز طبیعی تأمین می‌شود. با این حال، دی‌اکسید کربن آن جذب و ذخیره می‌شود. هیدروژن سیاه یا قهوه‌ای^۳ از زغال سنگ تولید می‌شود. رنگهای سیاه و قهوه‌ای به نوع زغال سنگ قیری (سیاه) و لیگنیت (قهوه‌ای) اشاره دارد. با این حال، این یک فرآیند بسیار آلوده کننده است و دی‌اکسید و مونوکسید کربن به عنوان محصولات جانبی تولید می‌شوند و به جو منتقل می‌شوند. همچنین به هیدروژن طبیعی، هیدروژن سفید^۴ گفته می‌شود.

از آنجایی که طی سالهای اخیر، کشورهای جهان در تکاپوی حفظ محیط زیست از طریق کنترل کربن و آلودگی های آن بوده و همچنین یکی از منابع تولید هیدروژن، منابع فسیلی به ویژه نفت و گاز هستند، کشورهای دارندگان این ذخایر طبیعی می‌توانند نقش مهمی در ایجاد تحول در تولید و مصرف حامل های انرژی داشته باشند. با توجه به این مطالب، کشورهای دارنده ذخایر نفت و گاز حوزه خلیج فارس به دلیل هزینه پایین استخراج نفت و وابستگی به دلارهای نفتی (برای تأمین بودجه خود) از یک سو و نیاز جهانی به هیدروکربن ها و نقش این کشورها در تأمین انرژی جهان از سوی دیگر، از جایگاه ویژه‌ای در بازار انرژی برخوردارند. توجه به تحولات انرژی در سراسر دنیا، این کشورها را ملزم می‌کند تا با تولید انرژی‌های تجدیدپذیر - از جمله هیدروژن - نقش جدیدی در بازار انرژی جهانی ایفا کنند. هزینه های پایین استحصال زمین، ظرفیت صنعتی موجود، نزدیکی جغرافیایی به بازارهای در حال رشد، منابع عالی خورشیدی و بادی که باعث افزایش قابلیت انرژی‌های تجدیدپذیر برای تولید هیدروژن سبز در این منطقه می‌شوند و همچنین دسترسی به گاز طبیعی ارزان قیمت و سهولت جذب، استفاده و ذخیره کربن (CCUS^۵) برای تولید مقرون به صرفه هیدروژن آبی، از جمله دلایلی هستند که در پایین تر بودن هزینه تولید هیدروژن در

^۱ Green Hydrogen

^۲ Blue Hydrogen

^۳ Black or Brown Hydrogen

^۴ White Hydrogen

^۵ Carbon Capture, Use and Storage

منطقه خلیج فارس نسبت به سایر مناطق از جمله اتحادیه اروپا، چین، ژاپن و استرالیا تاثیر قابل توجهی داشته و جذابیت بیشتری برای سرمایه‌گذاری در این منطقه ایجاد میکند. استفاده از هیدروژن از دو سال گذشته به عنوان جایگزین برای سوخت‌های فسیلی شتاب بیشتری به خود گرفته و باعث افزایش روزافزون عرضه و تقاضای جهانی این محصول شده است. در کشورهای دارای منابع غنی فسیلی، دولت و صنایع مربوطه به دنبال تکمیل زنجیره ارزش در صنعت پتروشیمی و تولید هیدروژن/ آمونیاک آبی^۶ هستند. با توجه به اینکه ۹۵٪ تولید هیدروژن فعلی در سطح جهان از طریق ریفرمینگ بخار آب متان^۷ (SMR) با گاز طبیعی به عنوان ماده اولیه یا از طریق گاز حاصل از زغال سنگ صورت می‌گیرد، بسیاری از کشورهای حوزه خلیج فارس که از تولیدکنندگان اصلی نفت و گاز بوده و دارای زیرساخت‌های این صنعت نیز می‌باشند، ترغیب شده‌اند به دلیل پایین تر بودن هزینه‌ها و استفاده بهینه از زنجیره تامین موجود (امکانات، فناوری و تجهیزات) گامی به سوی سوخت فسیلی بدون کربن، بردارند. به همین منظور کشورهای حوزه خلیج فارس پیشگام در این امر مورد بررسی قرار گرفته‌اند که به شرح وضعیت آنها پرداخته میشود:

عربستان: این کشور بعنوان یکی از پیشگامان در تحول انرژی به سوی سوخت‌های بدون کربن که طراح پروژه نئوم^۸ نیز بوده است، میتواند به عنوان یک منبع "پایدار" و "بلند مدت" هیدروژن آبی و آمونیاک آبی بالقوه محسوب شود. در حال حاضر، تولید هیدروژن در دستور کار و از اولویت‌های شرکت‌های نفت و گاز در منطقه نیست، بلکه بیشتر مورد توجه شرکت‌های برق و کارخانه‌های فولاد قرار گرفته است. با این حال، برخی از کشورهای دیگر به ویژه ژاپن، به پتانسیل هیدروژن منطقه علاقه نشان داده‌اند. از آنجایی که ژاپن بیش از یک سوم نفت مورد نیاز خود را از عربستان وارد می‌کند، شرکت نفتی ENEOS ژاپن با امضای یک تفاهم نامه با شرکت آرامکو عربستان به دنبال همکاری در مطالعات امکان‌سنجی برای ارزیابی تولید هیدروژن و آمونیاک آبی از هیدروکربورهای مانند گاز طبیعی و گاز مایع (LPG) در عربستان می‌باشد. طبق این سند این دو شرکت می‌خواهند حامل‌های مختلف شیمیایی هیدروژن، از جمله آمونیاک و متیل سیکلوهاگزان (MCH) را به منظور انتقال هیدروژن از عربستان به ژاپن و سایر بازارها ارزیابی کنند. عربستان (آرامکو و سابیک^۹) به دنبال مذاکراتی که با موسسه اقتصاد انرژی ژاپن داشته، به صورت آزمایشی حدود ۴۰ تن آمونیاک آبی را در سپتامبر سال ۲۰۲۰ با کشتی به ژاپن ارسال کرده است. هزینه این طرح آزمایشی حدود ۵ میلیارد دلار بوده که قطعا در محمولاتی با مقیاس بزرگتر، کاهش چشمگیری خواهند داشت. شبکه تامین که شامل زنجیره ارزش کامل^{۱۰} می‌باشد، تبدیل هیدروکربن به هیدروژن و آمونیاک و حذف دی اکسید کربن را در بر میگیرد. تجربه اخیر عربستان در این زنجیره با توجه به دسترسی این کشور به امکانات

^۶ Blue Ammonia

^۷ steam methane reforming (SMR)

^۸ احداث شهری در شمال غربی عربستان که بدون کربن و آلودگی خواهد بود.

^۹ Saudi Basic Industries Corp (SABIC)

^{۱۰} Full Supply Chain

یکپارچه پتروشیمی، میتواند نقش مهمی در تامین آمونیاک آبی جهان داشته باشد. آمونیاک و هیدروژن علاوه بر استفاده در نیروگاههای برق، در حمل و نقل، صنایع و ... می توانند نقش مهمی را ایفا کنند. با توجه به اثرات اقتصادی و کاهش هزینه های ناشی از صرفه جویی در مقیاس، ژاپن در نظر دارد مصرف ۵-۱۰ میلیون تن هیدروژن را در بخش تولید برق (سهم ۱۰ درصدی در منابع انرژی) برنامه ریزی کند و انتظار دارد هزینه استفاده از این حامل انرژی در صنعت برق از ۱۷۰ ین (در حال حاضر) به ۲۰ ین در هر متر مکعب (هیدروژن) در سال ۲۰۵۰ کاهش یابد.

عمان: شرکت هایی از عمان، هنگ کنگ و کویت با تشکیل کنسرسیومی به دنبال تولید برق از پروژه ای ۲۵ هزار مگاواتی با استفاده از انرژی های تجدیدپذیر بادی و خورشیدی هستند. برق تولید شده از این واحد برای شیرین سازی آب و الکترولیز در تأسیسات ساحلی استفاده می شود. محصولات دیگر این واحد ۱/۸ mt/y هیدروژن سبز و حدود ۱۰ mt/y آمونیاک سبز خواهد بود. کاهش هزینه های ناشی از صرفه ایجاد شده در مقیاس از یک سو و اهمیت روزافزون کاهش انتشار گازهای گلخانه ای از سوی دیگر، کشورهای متمرکز بر نفت و گاز خاورمیانه را به فکر گزینه هایی برای تولید هیدروژن و آمونیاک سوق داده است.

امارات: از آنجاییکه ادناک - شرکت ملی نفت ابوظبی^{۱۱} (بزرگترین تولید کننده انرژی امارات متحده عربی) به دنبال تبدیل شدن به یک پیشرو در محصولات انرژی پاک از جمله هیدروژن است، قصد تأسیس یک کارخانه تولید آمونیاک آبی با ظرفیت تولید ۱ میلیون تن در سال را دارد. در حال حاضر ۳۰۰ هزار تن هیدروژن توسط این شرکت تولید میشود و توافق نامه هایی در خصوص هیدروژن نیز با وزارت اقتصاد، تجارت و صنعت ژاپن (METI) و GS Energy کره جنوبی امضا شده است. وزارت انرژی امارات متحده عربی ADNOC،^{۱۲} ADQ و شرکت صندوق سرمایه گذاری ثروت دولتی مبادله^{۱۳} یک اتحادیه هیدروژن تشکیل داده اند تا تولید و استفاده از سوخت را در امارات متحده عربی و در نهایت به بازارهای صادراتی گسترش دهند. ادناک ۴۵ میلیارد دلار با شرکای خود برای توسعه فعالیت های پایین دستی از جمله توسعه پالایشگاه و ظرفیت پتروشیمی در قطب صنعتی Ruwais سرمایه گذاری کرده است.

قطر: قطر در ژوئیه ۲۰۱۷ با تحریم ریاض و دیگر دولت های شورای همکاری خلیج فارس^{۱۴} با اتهام ایجاد روابط با تروریسم مواجه شد. با این حال تغییرات ساختاری در بازارهای هدف و تمرکز بر صادرات بیشتر حاملهای انرژی به کشورهای آسیای شرقی، نقش اساسی در بازیابی اقتصاد این کشور داشته است.

^{۱۱} Abu Dhabi National Oil Co. (ADNOC)

^{۱۲} Abu Dhabi Development Holding Co.

^{۱۳} Sovereign Wealth Fund Mubadala Investment Co

^{۱۴} Gulf Cooperation Council (GCC)

تولید ۲۸۰ هزار بشکه آب شیرین در روز به عنوان یکی از محصولات جانبی کارخانه GTL در قطر، یک منبع بالقوه برای تولید هیدروژن از طریق الکترولیز آب محسوب میشود. وجود تاسیسات عظیم GTL، LNG و پتروشیمی در مقیاس بزرگ، هزینه تولید هیدروژن را تا حد زیادی در این کشور کاهش میدهد. هیدروژن می‌تواند به عنوان واسطه برای تولید طیف وسیعی از محصولات پتروشیمی مورد استفاده قرار گیرد و این پروژه زنجیره تأمین بهینه چنین محصولات با ارزش افزوده بالایی را توسعه دهد. استفاده از هیدروژن سبز یا آبی برای تولید محصولات با ارزش افزوده به رشد جایگاه صنعتی قطر کمک خواهد کرد.

اقتصاد مبتنی بر هیدروژن می‌تواند فرصتی عالی برای کشوری مانند قطر باشد تا کربن تولیدی را در چندین بخش از جمله حمل و نقل، کشتیرانی و دیگر بخش‌های صنعتی خود حذف نماید. با این وجود، هنوز برخی موانع برای تحقق اقتصاد مبتنی بر هیدروژن در این کشور وجود دارد از جمله: هزینه‌های تولید هیدروژن در مقیاس بزرگ، سرمایه‌گذاری‌های زیربنایی، ذخیره‌سازی عمده، حمل و نقل و توزیع، ملاحظات ایمنی و

وضعیت ایران در گذار یا تحول انرژی

ایران در زمینه تمام انرژی‌ها از نفت و گاز تا انرژی‌های تجدیدپذیر و هیدروژن، از ظرفیتی شگفت‌انگیز برخوردار است، اما در عملکرد، میان وضعیت فعلی و سطح آینده‌نگری با آنچه ایده‌آل کشور است، فاصله زیادی وجود دارد. متأسفانه از نظر شاخص گذار (تحول) انرژی^{۱۵} (ETI) ایران در بین ۱۱۵ کشور در جایگاه ۱۰۱ در سال ۲۰۲۰ قرار گرفته است^{۱۶}. به‌رغم وجود منابع طبیعی و اقتصادی قابل توجه در ایران، به دلایل حاشیه‌ای نظیر وجود محدودیت‌های بین‌المللی مربوط به تحریم و همچنین عدم توجه به استراتژی گسترش بازار انرژی، موضوع تحول انرژی مسأله‌ای است که به آن کمتر پرداخته شده است. برای حل این موضوع، آنچه که امروزه اهمیت دارد تمرکز روی توسعه و مدیریت مصرف انرژی با سیاست‌های صحیح مدیریتی می‌باشد.

یکی از اقدامات اخیر ایران تاسیس سازمان دولتی انرژی‌های تجدیدپذیر و بهره‌وری انرژی برق (ساتبا) وابسته به وزارت نیرو در سال ۱۳۹۵ بوده که وظیفه آن ارتقای بهره‌وری انرژی و استفاده از منابع تجدیدپذیر و پاک از طریق فراهم نمودن زیرساخت‌های لازم در کشور و کاهش تلفات انتقال می‌باشد. این سازمان فعالیتها و بررسی‌هایی در زمینه ایجاد نیروگاههای بادی، خورشیدی، زیست توده و ... انجام داده است. از دیگر اقدامات این سازمان انجام بررسی‌هایی جهت حمایت همه‌جانبه سازمان از توسعه هیدروژن و پیل سوختی به‌عنوان یکی از اشکال منابع پاک بر اساس خرید تضمینی با نرخ تشویقی می‌باشد. گروه صنعتی مپنا نیز به عنوان تولیدکننده بزرگ توربین‌های تولید برق در حال انجام اقدامات اولیه در خصوص تولید توربین‌های هیدروژن سوز می‌باشند.

^{۱۵} Energy Transition Index

^{۱۶} Fostering Effective Energy Transition ۲۰۲۰ edition- table ۱

هیدروژن مایع به عنوان یک سوخت، می تواند صنعت حمل و نقل و کشتیرانی و همچنین تجهیزات بنادر را به طور کلی متحول کند. استفاده از این سوخت علاوه بر کاهش آلودگی صوتی و گازهای آلاینده در مقایسه با سوخت های فسیلی، مزایای متعددی را برای صنعت دریانوردی و بنادر در تجهیزات حمل بار و کشتی ها و شناورهایی که از این سوخت در آینده استفاده می کنند، به همراه دارد.

با پیشروی به سوی آینده، تولید و صادرات هیدروژن در مقیاس وسیع از طریق جذب سرمایه گذاری و بهره گیری از پتانسیل داخلی، میتواند به عنوان یک نجات دهنده اقتصادی در زمینه انرژی برای ایران و سایر کشورهای حوزه خلیج فارس نقش مهمی ایفا کند، زیرا بازار جهانی انرژی پس از شیوع ویروس کووید -۱۹ تغییر شکل داده و در سراسر جهان به سمت کربن زدایی سوق پیدا میکند.

تهیه کننده: مریم ربیع گیلانی

منابع:

- Hydrogen in the GCC-۲۰۲۰ Qamar Energy
- www.naturalgasintel.com/Aramco Looking to Skip LNG Exports, Focus on Blue Hydrogen Transport-March ۲۲, ۲۰۲۱
- www.h۲-view.com/ENEOS, Saudi Aramco to develop blue hydrogen and blue ammonia supply chains- Mar ۲۶, ۲۰۲۱
- www.argusmedia.com/Oman to develop green hydrogen project-۱۸ May ۲۰۲۱
- www.spglobal.com/ADNOC to build blue ammonia facility in UAE in clean energy push-۲۴ May ۲۰۲۱
- The Oxford Institute for Energy Studies -The Role of Hydrogen in Japan's Energy Transition Towards ۲۰۵۰ Carbon-May ۲۰۲۱
- Fostering Effective Energy Transition ۲۰۲۰ edition- World Economic Forum
- آینده انرژی در ایران- خبرگزاری جمهوری اسلامی ایران ۱۲ بهمن ۱۳۹۹
- ورود ایران به چرخه تولید برق از هیدروژن- خبرگزاری جمهوری اسلامی ایران ۲۹ بهمن ۱۳۹۹
- با هیدروژن سبز و آبی به عنوان سوخت بنادر آشنا شوید- سازمان بنادر و دریانوردی- ۲ خرداد ۱۴۰۰