شماره بیست و دوم

موسسه مطالعات بین المللی انرژی
وابسته به وزارت نفت

مهرماه ۱۴۰۱

ماهنامه تخصصی

فناوری های انرژی ۲۲

EnerTech

پژوهشکده مطالعات راهبردی فناوری انرژی

بسم الله الرحمن الرحیم

ماهنامه تخصصی فناوری های انرژی
Professional Monthly Journal of Energy Technologies

شماره ۲۲ - مهر ماه ۱۴۰۱

رویدادهای فناوری

۲ سخنی با مخاطب

۳ عمان در مسیر هیدروژن و آمونیاک سبز پیش می رود
حوزه: نظم نوین آینده انرژی

۳ راهکار بریتانیا برای ذخیره سازی انرژی فراساحلی؛ پروژه های SubSeaV و FLASC
حوزه: نظم نوین آینده انرژی

۴ رویکرد آرامکو در انرژی پاک : تاسیس مرکز تحقیقات با هدف توسعه راهکارهای کم کربن
حوزه: نظم دوره گذار انرژی

۵ تعریف حالت استراحت (خواب) برای انرژی اشیاء منجر به کارآمدتر شدن اینترنت انرژی می شود
حوزه: نظم دوره گذار انرژی

۵ سهم ۱۴ درصدی انرژی پاک در سبد انرژی دبی تا پایان سال ۲۰۲۲
حوزه: نظم دوره گذار انرژی

۶ تصمیم آلمان برای ساخت ترمینال دریافت LNG ؛ در راستای قطع وابستگی به گاز طبیعی روسیه
حوزه: نظم کنونی انرژی

۷ طی مسافت ۶۳۰ کیلومتر توسط یک خودرو با یک باتری شارژ کامل در کره جنوبی
حوزه: نظم کنونی انرژی

گزارش های تحلیلی

۸ راهبردهای هیدروژن جهان؛ فرصت‌های پیش روی ایران
حوزه: نظم نوین آینده انرژی

۱۱ روندهای فناوری از دید مکنزی ۲۰۲۲ (قسمت دوم)؛ تاثیرسنجی صنعت نفت و گاز جمهوری اسلامی
حوزه: نظم نوین آینده انرژی

۱۶ کاربرد اینترنت اشیا در صنعت نفت و گاز
حوزه: نظم دوره گذار انرژی

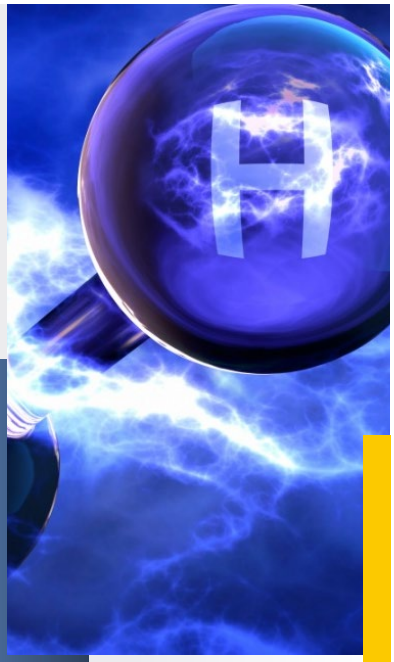
۲۱ بررسی روند شدت مصرف انرژی کشور از هدف‌گذاری تا واقعیت
حوزه: نظم کنونی انرژی

۲۹ راهبردهای انرژی عربستان همزمان با بحران انرژی اروپا
حوزه: نظم کنونی انرژی

شناسنامه :

مدیر مسئول: عقیل براتی
ناظران علمی: عرفان ریاحی
سردبیر: قاسم توتونچی
همکاران این شماره: سیدصادق ضرغامی، صدیقه جوادپور، بهاره فرهمندپور، پیمان نیلچی پور، قاسم توتونچی

هیات تحریریه: عقیل براتی، غلامعلی رحیمی، عباس زراء نژاد، عباس یعقوبی، قاسم توتونچی، امیرحسین هوشمند، امیرحسین فاکهی، اعظم محمدباقری، صدیقه جوادپور، شیرین رضایی عدل، بهاره فرهمندپور، سید صادق ضرغامی، طاهر خرم روز، مهدی کربلایی، پیمان نیلچی پور
طراحی و صفحه آرایی: مرجان بهرامی، نازنین شاهین
ناشر: موسسه مطالعات بین المللی انرژی
تارنما: iies.ac.ir iies.mop.ir



سخنی با مخاطب؛

بنام خدا

با درود و عرض ادب

در این شماره از ماهنامه ی تخصصی، گزارش های تحلیلی با موضوعات "روندهای فناوری در سال ۲۰۲۲ از دید مکنزی و تاثیرسنجی آن در نفت و گاز ایران-بخش دوم"، "راهبردهای هیدروژن جهان؛ فرصت‌های پیش روی ایران"، "راهبردهای انرژی عربستان در دوران بحران انرژی اروپا"، "مطالعه ی یک روند فناوری؛ کاربرد اینترنت اشیا در صنعت نفت و گاز"، "بررسی روند شدت مصرف انرژی کشور از هدف‌گذاری تا واقعیت" و نیز رویدادهای فناوری اخیر تقدیم گردیده است که امید است مورد توجه واقع شود.

با آرزوی توفیق و سلامتی و شادکامی

سردبیر

عمان در مسیر هیدروژن و آمونیاک سبز پیش می رود

اداره عمومی مناطق ویژه اقتصادی و آزاد عمان (Opaz) قرارداد اجاره زمین را با یک نهاد بریتانیایی – نروژی با نام هیدروژن و مواد سبز[1]، برای توسعه فاز اول یک کارخانه ۲/۵ میلیارد دلاری جهت تولید هیدروژن و آمونیاک، به عنوان حامل هیدروژن، امضاء کرد. انتظار می رود فاز اول این تاسیسات سالانه ۱۰۰/۰۰۰ تن آمونیاک سبز با بهره مندی از ۸۰۰ مگاوات انرژی خورشیدی تولید کند. پس از راه اندازی کامل، این مرکز ظرفیت تولید سالانه ۱/۲ میلیون تن آمونیاک سبز را خواهد داشت.

به گفته منابع نزدیک به این طرح، تامین سرمایه ای و فناوری انرژی خورشیدی این پروژه توسط هلدینگ ACME Solar هند به انجام رسیده است.

تاسیسات قرار است در منطقه صنعتی دقم عمّان و با هدف تامین آمونیاک سبز صادراتی به مقاصد اروپا، آمریکا و آسیا توسعه یابد.

همچنین تفاهم نامه ی همکاری بین مجری پروژه و شرکت مرافیق، که تامین برق محلی را به عهده دارد، برای تامین برق در ساعات غیرآفتابی مبادله گردیده است.

راهکار بریتانیا برای ذخیره سازی انرژی فراساحلی؛ پروژه های SubSea7 و FLASC

دو پروژه ی بزرگ Subsea7 و FIASC، از دولت بریتانیا حمایت مالی قابل توجهی بابت پیاده سازی نوآورانه ی سیستم ذخیره سازی انرژی فراساحلی دریافت خواهند کرد.

این حمایت مالی (پاداش گونه)، در راستای ذخیره سازی انرژی باد فراساحل است و مشوق راهکارهایی به مراتب ایمن تر، طولانی مدت تر و منعطف تر از ذخیره سازی توسط باطری است.

روش فناورانه و نوآوری Subsea7، با استفاده ی ترکیبی از هیدرولیک و پنوماتیک، یک راه حل ذخیره سازی انرژی دریایی به صورت مقیاس پذیر ارائه می دهد.

مدیریت Subsea 7، اعتقاد دارد چنین راهکارهایی که توسط دولت بریتانیا نیز به رسمیت شناخته شده اند، نقش موثری در آینده ی انرژی های تجدیدپذیر غیرمداوم مانند باد و همچنین کربن زدایی از صنعت نفت و گاز خواهد داشت.

1.green hydrogen & chemical company

رویکرد آرامکو در انرژی پاک : تاسیس مرکز تحقیقات با هدف توسعه راهکارهای کم کربن

شرکت نفت عربستان سعودی (آرامکو) یک مرکز تحقیقاتی راه اندازی نموده است که هدف آن استقرار سامانه های تجزیه و تحلیل پیشرفته جهت یافتن راه حل های کم کربن برای صنعت انرژی است.

مراسم افتتاحیه این مرکز در دانشگاه علم و صنعت ملک عبدالله درشمال جده، که مرکز مذکور در آن قرار دارد، برگزار شد.

بر اساس اعلام این شرکت، محققان بر جذب، ذخیره و باز استفاده ی کربن، هیدروژن/آمونیاک کم کربن، سوخت های سنتزی (مصنوعی)[1]، مایعات و مواد شیمیایی خاص و فناوری های حمل و نقل پیشرفته تمرکز خواهند کرد. آنها هوش مصنوعی و یادگیری ماشینی را برای پیشبرد نوآوری در این زمینه ها به کار خواهند گرفت.

مدیر ارشد فناوری آرامکو، در مراسم افتتاحیه و این مرکز، بر هدف شرکت برای رسیدن به انتشار خالص صفر تا سال ۲۰۵۰ تاکید کرد.

او گفت: «مرکز تحقیقات آرامکو فرصتی منحصر به فرد برای تقویت همکاری ما با دانشگاه و سرعت بخشیدن به توسعه فناوری های پیشرفته که به آینده ای کم کربن کمک می کند، ارائه می دهد».

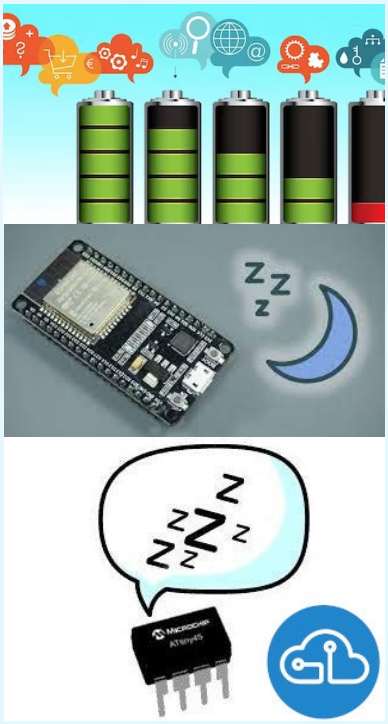
آرامکوسعودی تا سال ۲۰۳۵ روی ۱۲ گیگاوات ظرفیت خورشیدی و بادی سرمایه گذاری می کند. این شرکت در اولین گزارش سالانه پایداری خود نشان داد که به عنوان بزرگترین شرکت نفتی جهان، تا سال ۲۰۳۵ در پروژه های خورشیدی و بادی فتوولتائیک (PV) سرمایه گذاری گسترده ای خواهد کرد.

این گزارش همچنین هدف این شرکت نفتی را برای کاهش ۱۵ درصدی شدت کربن بخش بالادستی خود تا سال ۲۰۳۵ بیان کرد. این شرکت بزرگ انرژی همچنین قصد دارد سالانه ۱۱ میلیون تن آمونیاک آبی تولید کند. آرامکو همچنین برنامه هایی را برای کاهش بیش از ۵۰ میلیون تن معادل دی اکسید کربن در سال تنظیم کرده است و در نظر دارد تا سال ۲۰۳۵ سالانه ۱۱ میلیون تن معادل CO_2 را جذب، استفاده یا ذخیره کند.

رئیس آرامکو در این گزارش گفته است: کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از تولید و استفاده از انرژی، در عین حال که نیازهای رو به رشد انرژی جهان را برآورده می‌کند، بزرگترین چالش دوگانه پیش روی صنعت است.

1.e-fuels or synthetic fuels

تعریف حالت استراحت (خواب) برای انرژی اشیاء منجر به کارآمدتر شدن اینترنت انرژی می شود



تولید گسترده برق مبتنی بر انرژی های تجدیدپذیر برای مبارزه با بحران آب و هوا و تغییر اقلیم ضروری شده است. یک راه حل برای ایجاد تعادل بین تولید و مصرف برق، اینترنت انرژی است که مانند اینترنت اطلاعات عمل می کند، با این تفاوت که بر دریافت داده و مدیریت هوشمند توزیع شده و غیرمتمرکز انرژی از مبادی تولید و مصرف برق مبتنی بر فناوری محاسبات لبه و اشتراک ابری تشکیل شده است.

گروهی از دانشمندان در دانشگاه ناگویای، ژاپن، راه حلی ممکن برای یکی از بزرگترین مشکلات اینترنت انرژی، یعنی بهره وری انرژی، ایجاد کرده اند. آنها این راهکار را با ایجاد یک کنترلر انجام دادند که حالت خواب یا استراحت دارد و فقط در صورت نیاز انرژی مصرف می کند. خاطر نشان می‌سازد این مفهوم با یک کنترلر همیشه فعال، که مدار الکترونیکی اینترنت اشیاء یا اینترنت انرژی را به حالت استراحت می برد، متفاوت و بسیار کارآمدتر است.

یکی از مشکلات پیش روی استفاده از انرژی تجدیدپذیر، راه حل های فعلی، مانند باتری های ذخیره سازی یا خازن ها هستند، سیستم را پیچیده کرد و کارایی آن را کاهش می دهد. راه حل جایگزین، استفاده از کنترلرهایی است که خود و مدار الکترونیکی حامل خود را در مواقع غیر ضروری به حالت استراحت ببرد که در این حالت و تجهیزات اینترنت انرژی برای مدت زمان بسیار طولانی بدون نیاز به تعویض باتری یا خازن و سرویس های تعمیرات و نگهداشت، قادر به عملکرد خواهند بود. تسرّی مفهوم حالت خواب یا استراحت به منظور کارآمدی در مصرف انرژی از مدارهای الکترونیکی به قطعات الکترونیکی و حوزه ی لایه نازک، ابتکار و نوآوری این فناوری می باشد.

سهم ۱۴ درصدی انرژی پاک در سبد انرژی دبی تا پایان سال ۲۰۲۲

اداره برق و آب دبی اعلام کرد که ظرفیت کل تولید انرژی آن اکنون ۱۴/۱۲ گیگاوات است. این در حالی است که سهم انرژی پاک در ترکیب انرژی آن به ۱۱/۵ درصد رسیده و انتظار می رود تا پایان سال ۲۰۲۲ به ۱۴ درصد برسد.

بر اساس استراتژی انرژی پاک ۲۰۵۰، دبی قصد دارد تا سال ۲۰۳۰، به میزان ۲۵ درصد انرژی مورد نیاز خود را از منابع تجدیدپذیر و تا سال ۲۰۵۰، تمام ۱۰۰ درصد مورد نیاز خود را از این محل تولید کند.

امارات متحده ی عربی، پیشرفت مداومی در گسترش سهم انرژی های تجدیدپذیر داشته است که تا سال ۲۰۱۸ حدود ٤ درصد از تولید برق آن را تشکیل می داد. دستاوردهای آن تا حد زیادی از توسعه ی مداوم در مزارع خورشیدی به دست آمده است، جایی که سلول های فتوولتاییک اکنون ظرفیت ۱/٦ گیگاوات را فراهم آورده اند و قرار است در سال ۲۰۳۰ به ظرفیت ۵ گیگاوات برسد. این فرایند رشد هنگامی سرعت گرفت که فازهای اولیه فتوولتائیک ۸۰۰ مگاواتی پارک خورشیدی در سال ۲۰۱٦ موفق شدند در مناقصات به کمترین هزینه الکتریسیته در آن زمان دست یافته و تا آستانه ۲/۹۹ سنت در هر کیلووات ساعت برسد.

فاز چهارم این مزرعه خورشیدی، تاسیسات ۹۵۰ مگاواتی بوده که ترکیبی از فتوولتاییک مرسوم و یک مجتمع CSP شامل یک تاسیسات سهموی و یک برج خورشیدی ۲٦۲ متری است. بخش CSP با استفاده از مایع سیال نمک مذاب، ذخیره سازی انرژی حرارتی را فراهم نموده و به آن اجازه می دهد تا ظرفیت ذخیره سازی ۱۵ ساعت انرژی خورشیدی ایجاد و در شب قابل بهره برداری باشد.

فاز پنجم به ظرفیت ۹۰۰ مگاوات، که با سرمایه‌گذاری ۵۰۰ میلیون دلاری در حال توسعه است، از جدیدترین فناوری‌های دو وجهی فتوولتائیک خورشیدی استفاده می‌کند و به سلول های خورشیدی اجازه می‌دهد با ردیابی محوری و قرارگیری محور کانونی در بهترین زاویه و موقعیت، دریافت بهینه رخ بدهد.

تصمیم آلمان برای ساخت ترمینال دریافت LNG در راستای قطعی وابستگی به گاز طبیعی روسیه

آلمان با مشارکت کمپانی های COBRA و SENER، تصمیم به ساخت یک ترمینال دریافت LNG داشته و این پروژه ی راهبردی را هم برای آلمان و هم به عنوان معبری برای انتقال انرژی به اروپا تلقی می کند. این ترمینال که در شمال کشور، در دهانه رودخانه البه در دریای شمال واقع شده است، دارای دو مخزن ذخیره سازی ۱۶۵۰۰۰ مترمکعبی و ظرفیت تولید تا ۸ میلیارد مترمکعب گاز طبیعی خواهد بود که می تواند به حداقل ۱۰ میلیارد متر مکعب در سال افزایش یابد. این پایانه مجهز به دو اسکله، بازوهای تخلیه، مخازن ذخیره، سیستم‌های گازی‌سازی مجدد و مکانیسم های انتقال و توزیع گاز طبیعی، سیستم بازیابی گاز، مدیریت فلر، سیستم‌های پشتیبانی و عملیاتی خواهد بود.

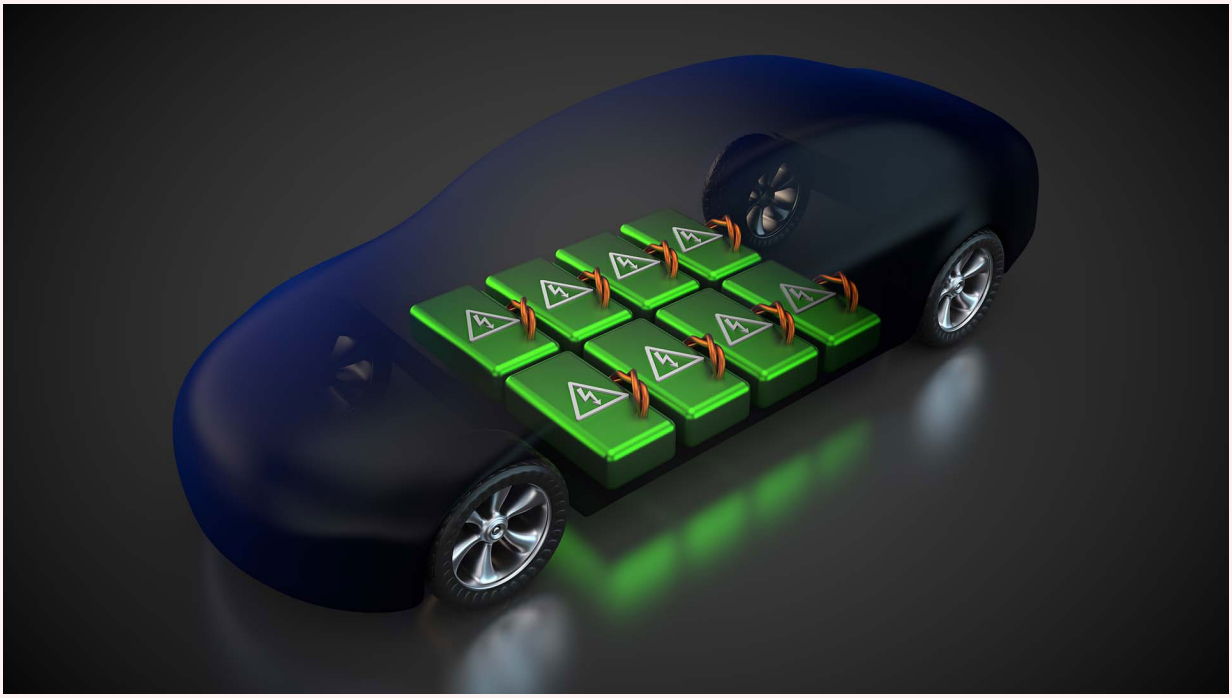
قرار است این ترمینال خدمات مختلفی را ارائه نماید که اهمّ آن، بارگیری و تخلیه حامل انرژی در قالب LNG، ذخیره سازی LNG، گازی سازی مجدد، تزریق به شبکه گاز طبیعی آلمان و توزیع LNG از طریق تانکرها و واگن های تانکر راه آهن می باشد.

ترمینال جدید جایگزینی برای گاز طبیعی وارداتی از طریق زمینی ارائه خواهد کرد. در همین راستا آلمان اعلام نموده که این ترمینال کمک قابل توجهی به امنیت تامین انرژی در آلمان و اروپا خواهد داشت.

این قرارداد EPC ادامه کار مهندسی است که توسط کنسرسیومی متشکل از COBRA و SENER انجام می‌شود. همین کنسرسیوم قبلاً تجارب موفقی در کشورهای اروپایی پیشرو در LNG همانند اسپانیا، هلند، فرانسه و بلژیک داشته است.

مقرر است برخی کارهای اولیه که ۹ تا ۱۵ ماه طول می کشد، با بخشی از عملیات ساخت و ساز به صورت موازی در یک دوره ۴۲ ماهه انجام شود. درشرایط فعلی، انتظار تکمیل در سال ۲۰۲۶ واقع بینانه است. با این حال، همه طرف های درگیر در تلاش هستند تا پروژه را با رعایت تمام الزامات تسریع بخشند.

طی مسافت ۶۳۰ کیلومتر توسط یک خودرو با یک باتری شارژ کامل در کره جنوبی



محققان دانشگاه علم و صنعت پوهانگ، یک الکترود با پوشش لایه رسانای یونی متشکل از پلیمر پلی اتیلن نقره، نمک لیتیوم و کربن سیاه بر روی سطح یک کلکتور جریان مس ساخته اند. بستر رسانای یونی ساخته شده به این روش می تواند باتری را با دریافت و رهاسازی موثر یون های لیتیوم در حین شارژ و دشارژ، فعال نماید.

شایان توجه است که تعداد خودروهای برقی تازه ثبت نام شده در کره جنوبی، در سال گذشته از ۱۰۰/۰۰۰ دستگاه فراتر رفت. نروژ تنها کشور دیگری است که با چنین اعداد و ارقامی رقابت دارد. مواد اصلی که عمر باتری و سرعت شارژ خودروهای الکتریکی رایج را تعیین می‌کنند، مواد آندی هستند. صنعت باتری داخلی کره جنوبی، متعهد به یافتن راه‌های اساسی فناور و نوآور برای افزایش ظرفیت باتری با معرفی فناوری‌های جدید یا سایر مواد آندی است. روند تحقیقات به سمت و سوی باتری های لیتیومی بدون آند که بتوانند عمر کارکرد باطری در یک بار شارژ را افزایش دهند، پیش می رود.

باتری بدون آند توسعه یافته دارای چگالی انرژی حجمی ۹۷۷ وات ساعت بر لیتر است که ۴۰ درصد بیشتر از باتری های معمولی با ظرفیت ۷۰۰ است. این بدان معناست که باتری با یک بار شارژ کامل می تواند ۶۳۰ کیلومتر کار کند.

باتری ها معمولاً ساختار مواد آند را با جریان یافتن یون های لیتیوم، به و از الکترود، در طول شارژ و دشارژ، مکرراً تغییر می دهند. به همین دلیل ظرفیت باتری با گذشت زمان کاهش می یابد.

برای غلبه بر این مشکل، تیم تحقیقاتی موفق به توسعه یک باتری بدون آند در یک الکترولیت مایع متداول مبتنی بر کربنات با افزودن یک بستر رسانای یونی شدند.

این مطالعه نشان می دهد که باتری ظرفیت بالای ۴/۲ میلی آمپر ساعت در سانتی متر مربع و چگالی جریان بالا ۲/۱ میلی آمپر در سانتی متر مربع را برای مدت طولانی در الکترولیت مایع مبتنی بر کربنات حفظ کرده است.

علاوه بر این، آنچه که توجه بیشتری را به خود جلب می کند این است که این تیم با استفاده از الکترولیت جامد مبتنی بر سولفید، نیمه سلول های حالت جامد را با موفقیت ارائه دادند. پیش بینی می‌شود که این روند، تجاری سازی باتری های غیر قابل انفجار را تسریع کند؛ زیرا ظرفیت بالایی را برای مدت طولانی تری حفظ می کند.

گزارش تحلیلی

نظم نوین آینده انرژی

راهبردهای هیدروژن جهان؛ فرصت‌های پیش روی ایران

بخش اول

پیمان نیلچی پور؛ پژوهشگر موسسه ی مطالعات بین المللی انرژی

مقدمه

هیدروژن نقش مهمی در کربن‌زدایی از ترکیب منابع انرژی ایفا خواهد کرد، اما نیل به این هدف مستلزم سرمایه‌گذاری و توسعه در طول زنجیره‌ی تأمین آن است.

در سال‌های اخیر، علاقه به بهره‌برداری از هیدروژن و فعالیت‌ها در این حوزه افزایش یافته است، اما استفاده از هیدروژن به‌عنوان یك حامل انرژی ایده‌ی جدیدی نیست. این ایده از دهه‌ی ۱۹۷۰ تاکنون بارها مطرح شده است. بااین‌حال، علی‌رغم توجه به آن و تحقیق در این زمینه طی دهه‌های گذشته، هنوز موانع بسیاری در مسیر توسعه‌ی بازار هیدروژن وجود دارد.

در حال حاضر، هیدروژن تنها یك درصد از ترکیب مصرف انرژی را تشکیل می‌دهد و غالباً با استفاده از سوخت‌های فسیلی پرکربن تولید و عمدتاً در محل تولید به مصرف می‌رسد.

هیدروژن برای ایفای نقش در گذار انرژی باید به‌اندازه‌ی کافی و با قیمت رقابتی در دسترس قرار گیرد و شدت کربن در زنجیره‌ی تأمین آن کاهش یابد. برای این منظور، سراسر زنجیره‌ی تأمین هیدروژن باید توسعه و گسترش یابد.

سناریوهای مختلف پیش‌بینی تقاضا نشان می‌دهند که مصرف هیدروژن تا سال ۲۰۵۰ تا ۶ برابر افزایش خواهد یافت (تقاضا برای هیدروژن «کم‌کربن» تا ۵۰۰ الی ۶۰۰ برابر افزایش خواهد یافت).

چنین رشدی، این امکان را که هیدروژن طی دهه‌های پیش رو به‌عنوان یك کالای تجاری در سطح بین‌المللی مورد استفاده قرار گیرد به‌طور روزافزون محتمل می‌سازد. آگاهی از مسیرهای ممکن و عوامل پیشبرد این فناوری به سمت بلوغ، در جهت کاهش ریسك و جذب سرمایه‌گذار و اخذ حمایت از سوی دولت ها بسیار اساسی است.

برای دست‌یابی به ظرفیت‌های هیدروژن، اقدامات سیاستی قاطع لازم است و توسعه‌ی آن مستلزم سرمایه‌گذاری چشم‌گیر در زیرساخت‌ها است. برای استفاده از هیدروژن در راستای کربن‌زدایی از بخش برق باید ظرفیت بهره‌برداری از منابع تجدیدپذیر برای تولید آن به‌طور اساسی توسعه یابد.

اتصال منابع تولید و ذخیره‌سازی هیدروژن به مصرف‌کننده‌گان نهایی مستلزم گسترش شبکه‌های توزیع هیدروژن در مقیاس وسیع است. توسعه‌ی زنجیره‌ی تأمین، هزینه‌های تأمین هیدروژن را کاهش و امنیت آن را افزایش می‌دهد؛ ایجاد بازارهای رقابتی را ممکن و تجارت بین‌المللی آن را تسهیل می‌سازد.

شرایط بازار هیدروژن در یك نگاه

- تقاضا برای هیدروژن در سال ۲۰۲۰ به ۸۱ میلیون تن بالغ شد که فقط ۱ درصد از ترکیب انرژی جهان را تشکیل می‌دهد.
- در حال حاضر، فرآورده های نفتی و گاز ۹۶ درصد از تقاضای انرژی را تشکیل می‌دهند.
- چین حدوداً ۲۵ درصد از تولید و مصرف جهانی هیدروژن را در اختیار دارد.
- در حال حاضر منشأ تولید هیدروژن عمدتاً سوخت‌های فسیلی پرکربن است.
- بخش عمده هیدروژن در محل، تولید، مصرف می‌شود.
- نقل‌وانتقال هیدروژن از طریق خطوط لوله و حمل‌ونقل زمینی صورت می‌گیرد.
- امکانات ذخیره‌سازی محدود است.
- قیمت‌گذاری شفاف نیست.

چشم انداز جهانی بازار هیدروژن و راهبردهای پیشنهادی

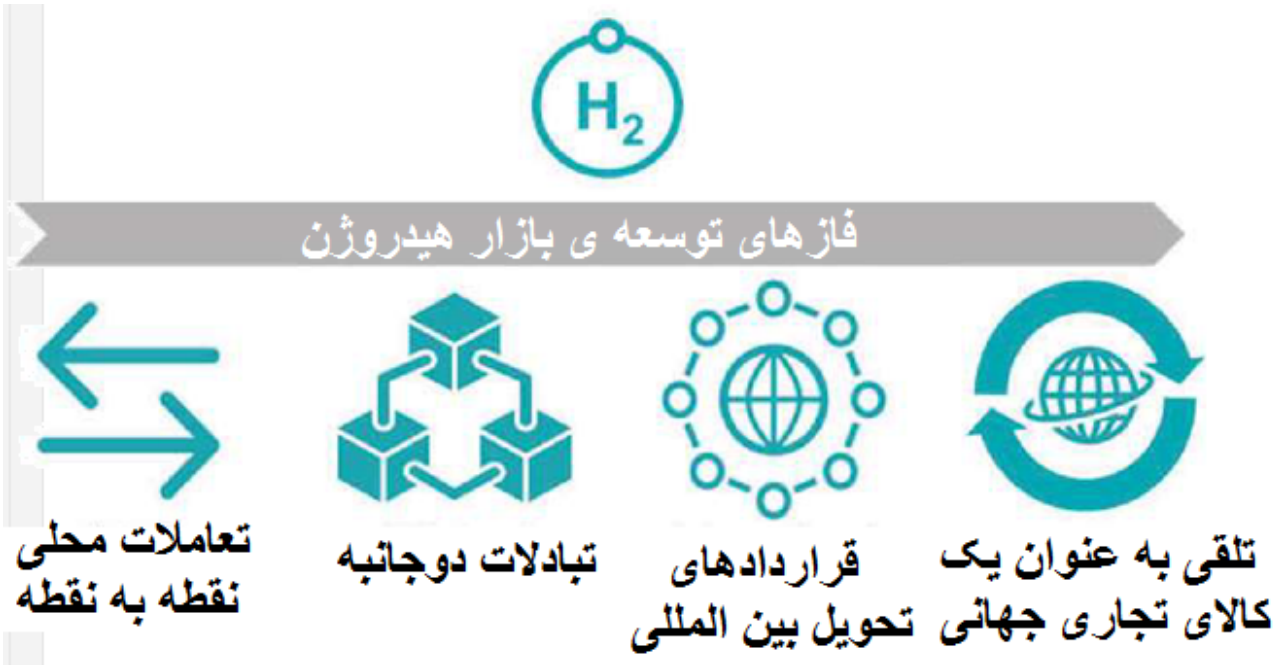
منابع و حامل‌های کم‌کربن انرژی طی گذار انرژی باید برای تأمین تقاضای رو به رشد انرژی جایگزین منابع و حامل‌های پرکربن شوند. در بسیاری از پیش‌بینی‌های صورت گرفته انتظار می‌رود هیدروژن نقشی حیاتی در کربن‌زدایی از سیستم‌های انرژی ایفا کند، به‌ویژه در بخش‌هایی که کاهش انتشار در آن‌ها دشوار است یا برقی سازی در آن‌ها غیرممکن است، ازجمله در فرایندهای صنعتی انرژی بر، حمل‌ونقل سنگین جاده‌ای و کشتیرانی. همچنین انتظار می‌رود هیدروژن به‌عنوان یك منبع انعطاف‌پذیر، در بخش تولید برق نیز نقش ایفا کند.

بحران جاری انرژی احتمالاً موجب تسریع در تحول بازار هیدروژن خواهد شد. اروپا به‌عنوان بخشی از راهبرد خود برای کاهش وابستگی به گاز طبیعی روسیه در برنامه‌ی REPowerEU هدف تأمین هیدروژن کم‌کربن خود را برای سال ۲۰۳۰ به چهار برابر افزایش داده و آن را از ۵/۶ میلیون تن در سال به ۲۰/۶ میلیون تن در سال رسانده است. بیش از ۵۰۰ پروژه‌ی مقیاس بزرگ در چند سال گذشته آغاز شده است که حدود ۵۰ درصد از آن‌ها در ۱۲ ماه گذشته اعلام شده اند.

بازار هیدروژن احتمالاً در چندین فاز و طی چند دهه توسعه خواهد یافت؛ این بازار از مرحله‌ی ۱) راه‌حل‌های پراکنده‌ی محلی به ۲) مشارکت‌های دوجانبه و سپس به ۳) قراردادهای بزرگ بین‌المللی و نهایتاً ۴) به یك تجارت جهانی توسعه خواهد یافت. سیر حرکت این بازار از سطح محلی به منطقه‌ای و سپس بین‌المللی خواهد بود، اما سرعت توسعه‌ی آن در مناطق و بخش‌های مختلف تفاوت خواهد داشت.

بااین‌حال، هیدروژن علی‌رغم نقشی که ایفا خواهد کرد، یك راه‌حل معجزه‌آسا برای دست‌یابی به اهداف کربن‌زدایی یا امنیت انرژی نخواهد بود. در بسیاری از موارد، این فناوری راه‌حلی با اولویت دوم خواهد بود. برقی سازی مستقیم در بسیاری از کاربردها از بهره‌وری بیشتری برخوردار است. سیاست‌ها و مدل‌های کسب‌وکار باید به دنبال ایجاد زنجیره‌های تأمینی باشند که ازنظر فنی و مالی معقول و منطقی هستند.

مطالعه‌ی روند توسعه‌ی مدل‌های کسب‌وکار در بخش‌های



تجدیدپذیر و ال.ان.جی بسیار ارزشمند است. درس‌ها و تجربیات حاصل از تحولات و تکامل این بخش‌ها را می‌توان برای حمایت از توسعه‌ی فناوری هیدروژن استفاده کرد و به‌عنوان یک مدل برای تدوین قراردادهای بلندمدت اولیه به کار بست؛ ازجمله اعمال تعهد به پرداخت جریمه لغو خرید محصول برای حمایت از تولیدکنندگان در برابر افزایش هزینه‌های سرمایه‌ای. این اقدامات موجب ایجاد شفافیت در توسعه‌ی بازار هیدروژن می‌شود.

علی‌رغم هم‌راستایی میان بازار هیدروژن و مسیرهای توسعه در بازارهای دیگر (نظیر گاز طبیعی یا ال.ان.جی)، قوانین و مقررات آن نباید به همان شیوه‌ها تدوین و اعمال شود؛ به‌ویژه در مراحل اولیه‌ی توسعه. در حال حاضر هنوز فضا برای انجام نوآوری‌های بیشتر در فناوری هیدروژن و مدل‌های کسب‌وکار آن وجود دارد که قوانین و مقررات بیش‌ازحد و دست و پاگیر مانع بروز آن‌ها خواهد شد. قوانین و مقررات «متناسب با هدف» موجب کاهش ریسک‌های ذاتی در ایجاد یک بازار جدید می‌شوند. ایجاد اطمینان و قطعیت در قوانین و مقررات برای جذب سرمایه در مراحل اولیه یک امر اساسی است. درعین‌حال، برای تقویت حضور هیدروژن در گذار انرژی، هم ایجاد یک توازن دقیق لازم است و هم تضمین رقابت‌پذیری و صرفه‌ی اقتصادی آن.

سیاست‌های انرژی باید بر پایه‌ی انتخاب آزادانه و مستقل فناوری (technology-neutral) اتخاذ شوند تا به شتاب‌دهنده‌ها امکان تقویت تأمین مالی عمومی را بدهند و آن را تسهیل کنند. تأمین مالی بر اساس انتخاب آزاد فناوری راه‌اندازی بازار را تسریع می‌کند و امکان تأمین مقرون‌به‌صرفه و بلندمدت را مهیا می‌سازد.

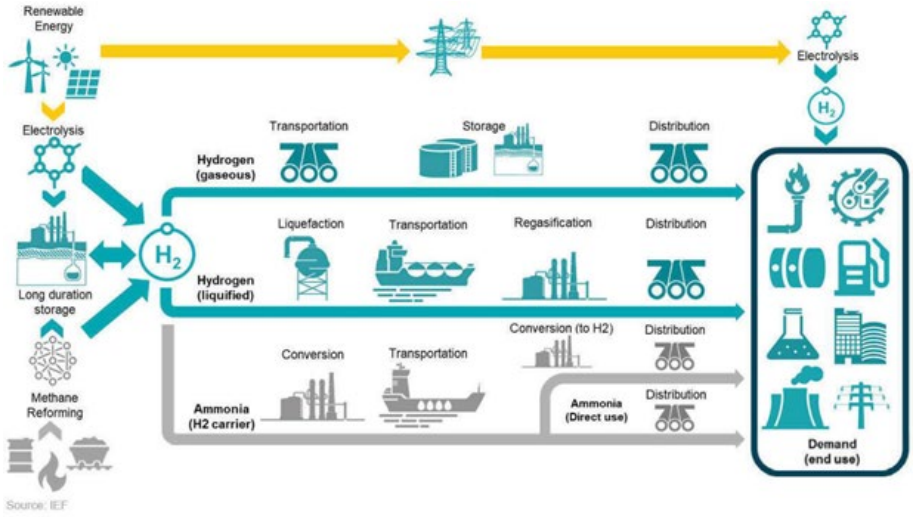
از طرفی هیدروژن می‌تواند دارایی‌های به‌گل‌نشسته‌ی انرژی، ازجمله سایت‌های منابع انرژی تجدیدپذیر دورافتاده و متروک مانده را به راه اندازد. این ماده می‌تواند مکان‌های تأمین منابع فراوان انرژی‌های تجدیدپذیر را که ابزار مؤثری برای انتقال این منابع به بازار در اختیار ندارند به مراکز متمرکز تقاضا متصل سازد. ایجاد این فرصت‌های کسب سود چندگانه مستلزم توسعه‌ی زیرساخت‌های لازم برای انتقال هیدروژن خواهد بود.

داده‌های بازار هیدروژن در حال حاضر محدود و از تعاریف و قواعد استاندارد کمی برخوردار است. تحلیل و تصمیم‌گیری آگاهانه از سوی سیاست‌گذاران، سرمایه‌گذاران و تحلیل‌گران مستلزم شفافیت و استاندارد سازی بیشتر داده‌های این بازار است.

راهبردهای پیشنهادی

بازار هیدروژن هنوز در دوره‌ی آغازین خود است و باید در سراسر زنجیره‌ی تأمین آن توسعه صورت پذیرد. تولید هیدروژن کم‌کربن و بهره‌برداری از آن باید تا سال ۲۰۵۰ از حدود یک‌میلیون تن در سال کنونی به صدها میلیون تن در سال افزایش یابد. رشد بازار مستلزم گسترش و توسعه در تولید، توسعه، ذخیره‌سازی و مصرف نهایی است. رشد و افزایش ظرفیت تولید هیدروژن مستلزم تجدید مدل‌های کسب‌وکار، قیمت‌گذاری‌ها، قراردادها، قوانین و مقررات، استانداردها، مجوزها و سیاست‌ها است.

هزینه‌ی بالای هیدروژن نسبت به گزینه‌های جایگزین دیگر مهم‌ترین مانع در توسعه‌ی بازار کنونی آن است. هزینه‌ها باید طی دهه‌های پیش رو به‌طور چشمگیر کاهش یابند. هزینه‌ی تولید هیدروژن از منابع تجدیدپذیر در حال حاضر حدود ۳ تا ۸ دلار به ازای هر کیلوگرم است (معادل ۲۶ تا ۷۰ دلار به ازای هر یک‌میلیون واحد بریتانیایی حرارت (mmBtu)، با توجه به ارزش حرارتی. حمایت سیاستی برای کاهش هزینه‌های تولید و تشویق مصرف‌کننده‌ها به تغییر جهت به سمت هیدروژن بسیار مهم است. ابزارهای متفاوتی در اختیار سیاست‌گذاران قرار دارد، ازجمله تامین و پرداخت مابه‌التفاوت، تسهیلات مالیاتی تولید، قیمت‌گذاری کربن و تعیین اهداف کربن صفر برای بخش‌های خاص.



مشارکت‌های بین‌المللی بخشی اساسی از توسعه‌ی اقتصادی فناوری هیدروژن است که اطمینان از تجارت هیدروژن را مهیا می‌سازد و توسعه‌ی آن را مقدور می‌کند. همکاری در سطوح بین‌المللی در سراسر صنایع و میان دولت‌ها باید در کنار تعهد به سرمایه‌گذاری و اشتراک منابع و فناوری‌ها صورت پذیرد. علاوه بر این، مشارکت‌ها موجب تسهیل در عقد قراردادهای بلندمدت می‌شوند؛ این امر در افزایش ظرفیت تولید، دسترسی به منابع مالی و استقرار مدل‌های کسب‌وکار اثبات‌شده بسیار مهم است.

توسعه‌ی فناوری هیدروژن در درجه‌ی اول ابزاری برای حمایت از روند کربن‌زدایی است. شدت کربن در هیدروژن و مشتقات و هرگونه حامل آن باید در تشکیل بازارهای آتی هیدروژن و وضع قوانین و مقررات تجارت آن در نظر گرفته شود. بازار هیدروژن بر اساس شدت کربن در طول زنجیره‌ی ارزش آن تشکیل خواهد شد نه بر اساس تعریف «کد رنگی» برای آن. بنابراین، سنجش و رصد شدت کربن باید استانداردسازی شود و صدور گواهی‌های مبدأ از عناصر اساسی در ایجاد امکان تجارت بین‌المللی هیدروژن خواهد بود.

فوری‌ترین گام، جایگزینی هیدروژن پرکربن تولیدشده از سوخت‌های فسیلی با هیدروژن کم‌کربن است. این اقدام، چالش ایجاد تقاضا و کاهش انتشارات دی‌اکسید کربن در تولید هیدروژن را برطرف می‌سازد.

فرصت ها و تهدیدهای پیش روی ایران

ایران در قلب خاورمیانه از بهترین موقعیت هم ازنظر منابع تجدیدپذیر تأمین انرژی برای تولید هیدروژن و هم موقعیت جغرافیایی منحصربه‌فرد برای نقل‌وانتقال هیدروژن به مراکز تقاضای هیدروژن برخوردار است. علاوه بر این منابع گاز فراوان برای تولید هیدروژن کم‌کربن نیز بر ظرفیت‌های ایران در ایفای نقش محوری در بازار هیدروژن می‌افزاید. با این شرایط در برهه‌ی کنونی ایران بایست جزو مراکز شناخته‌شده و مطرح تأمین هیدروژن در میان دیگر مراکز پیشرو در منطقه معرفی می‌شد، ولی جای خالی ایران در نقشه‌ی پراکندگی مراکز تأمین و عرضه‌ی هیدروژن هشداری است برای عقب ماندن از قافله‌ی بازار جهانی هیدروژن در دوره‌ی حساس گذار انرژی. حال این سؤال مطرح است که چرا ایران با توجه به ظرفیت‌های فوق و همچنین توان دانشی مراکز علمی و دانشگاهی و آگاهی متصدیان بخش انرژی کشور از لزوم توجه و اتخاذ سیاست‌های حمایتی و انجام اقدامات عملی در این حوزه، هنوز نه‌تنها نقشی اساسی در این عرصه نیافته، بلکه حتی رد پایی نیز از خود در این بازار پراهمیت به جا نگذاشته است. این در حالی است که رقبای سنتی ایران نه‌تنها در منطقه بلکه در سطح جهانی خود را به‌عنوان هاب تأمین هیدروژن جهان مطرح کرده‌اند.

با توجه به روند گذار انرژی و گزارش‌های متعدد مراکز مطرح رصد، تحلیل و گزارش دهی جهانی در حوزه‌ی انرژی ازجمله آژانس بین‌المللی انرژی و مجمع جهانی انرژی و دیگر مؤسسات معتبر، هیدروژن به‌زودی به یکی از مهم‌ترین و راهبردی‌ترین منابع تأمین انرژی جهان تبدیل خواهد شد و با توجه به روند تمرکززدایی از مراکز تأمین انرژی در آینده‌ی جهان، مراکز تأمین هیدروژن متعدد و به‌طور یکنواخت در سطح جهان پراکنده خواهند بود. این موضوع رقابت میان تأمین‌کنندگان را شدت خواهد بخشید و عقب ماندن از رقبای منطقه‌ای چه در حوزه‌ی سیاست‌گذاری، تنظیم قوانین و مقررات و تدوین راهبرد و چه در زمینه‌ی تجهیز به فناوری‌های روز و اقدام به تحقیق و توسعه، تهدید بزرگی برای ایران خواهد بود که عدم پرداختن به آن‌ها منجر به ایجاد چالش از دست رفتن فرصت و منابع درآمدی در آینده خواهد شد. لذا به نظر می‌رسد در اولین اقدام، تدوین سند ملی راهبرد هیدروژن کشور و بررسی ظرفیت‌های همکاری بین‌المللی با صاحبان فناوری ازجمله کشورهای دارای منافع مشترک، نقطه‌ی شروع مناسبی برای حرکت اساسی ایران به سمت ورود به بازار جهانی هیدروژن باشد.

منبع :

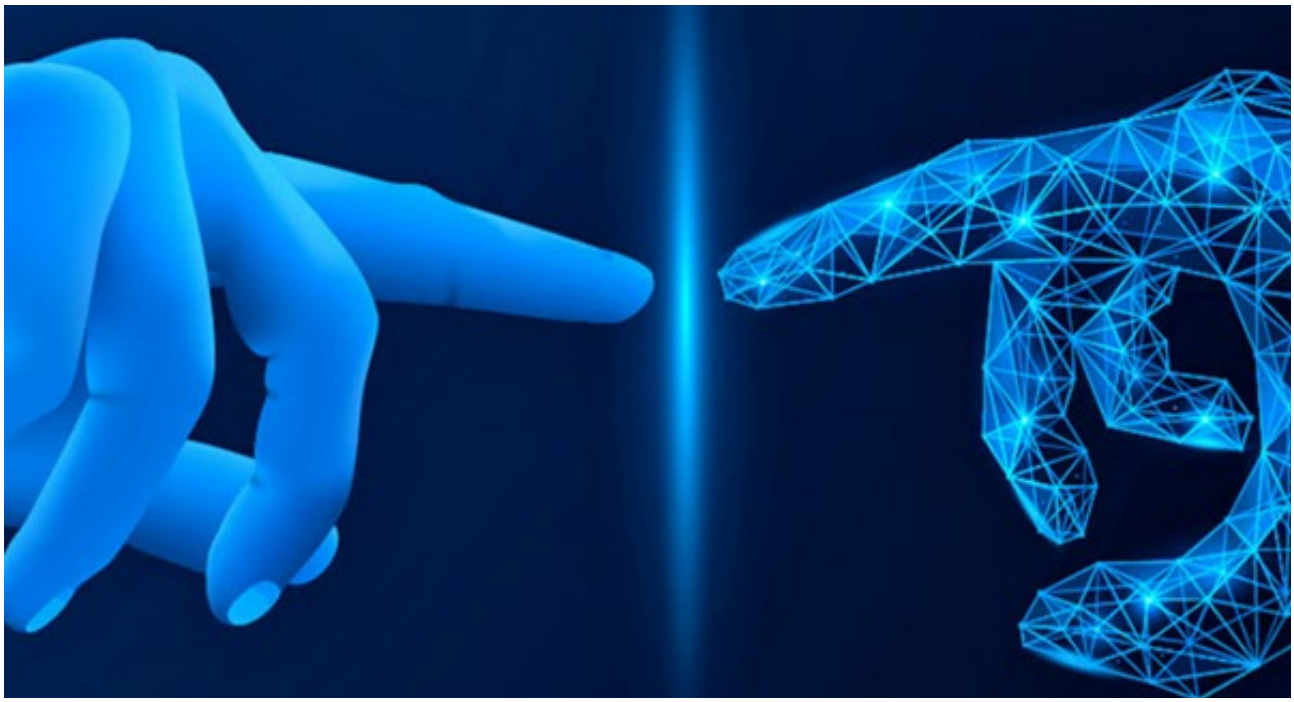
گزارش ویژه‌ی مجمع جهانی انرژی در خصوص چشم‌انداز توسعه‌ی بازار هیدروژن
https://www.ief.org/programs/hydrogen-market-pathways

گزارش تحلیلی

نظم نوین آینده انرژی

روندهای فناوری از دید مکنزی ۲۰۲۲؛ تاثیرسنجی صنعت نفت و گاز جمهوری اسلامی ایران

قاسم توتونچی – پژوهشگر موسسه ی مطالعات بین المللی انرژی

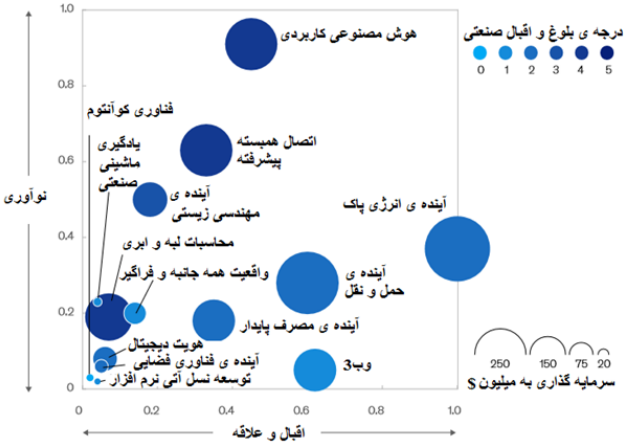


مقدمه:

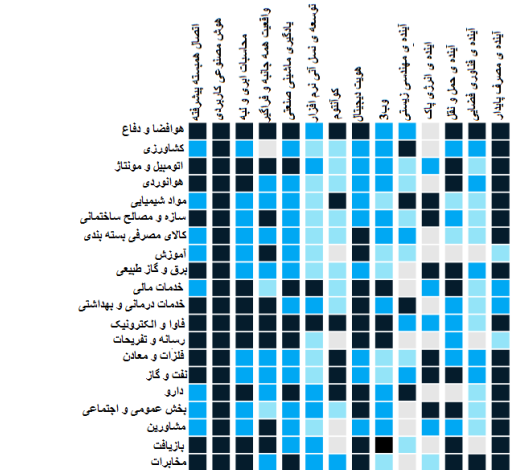
در شماره ی قبل ماهنامه ی تخصصی فناوری‌های انرژی (EnerTech)، هفت عنوان از مجموع ۱۴ روند فناوری که مکنزی و کمپانی در سال ۲۰۲۲ این عناوین را منتشر نموده است، بررسی گردید و با توجه به پارامترهایی نظیر میزان اقبال و اعتماد صنایع به بلوغ روند فناوری، میزان سرمایه گذاری، سطح تحقیقات، تعداد اختراعات ثبت شده و حجم درگیر شدن مخاطبین با این روندهای فناوری در موتورهای جستجو، وضعیت هر یک از عناوین تشریح شد. همچنین تاثیرسنجی روند فناوری بر صنعت نفت و گاز کشور به اختصار مرور گردید. در این شماره از ماهنامه، هفت عنوان باقی مانده مورد مطالعه قرار می گیرد. اما برای شروع، نگاهی به دو نمودار کلیدی زیر خالی از لطف نیست. نمودار شماره ۱ وضعیت این ۱۴ روند را بر مبنای جایگاه آنها در میزان سرمایه گذاری، پذیرش در صنایع، میزان ماهیت نوآورانه وعلاقه، تاکید و تمایل به روند فناوری نمایش داده است. به عنوان مثال هوش مصنوعی کاربردی بیشترین نوآوری را به خود اختصاص داده است. از سویی دیگر انرژی های پاک در آینده، بیشترین سرمایه گذاری و بیشترین تمایل را به خود اختصاص داده است.

نمودار شماره ۲، تلاش دارد ارتباط تاثیرپذیری گروهی از صنایع و حوزه‌های کاربردی را با ۱۴ روند فناوری، که معرفی می شوند، بیان نماید. این ۱۴ روند در دو گروه دیجیتال (با ۹ روند فناوری و کاربردی) و ملموس و فیزیکی (با ۵ روند) تفکیک شده اند.

صنعت برق و گاز طبیعی، به شدت از کلان روندهایی مانند اتصال همبسته ی پیشرفته، هوش مصنوعی کاربردی، آینده ی انرژی پاک، آینده ی حمل و نقل و آینده ی مصرف پایدار تاثیرپذیر خواهد بود. در صنعت نفت با ماهیت فسیلی، آینده ی انرژی پاک تاثیر نسبی



نمودار ۱ : مقایسه‌ی ۱۴ روند فناوری از دید سرمایه– نوآوری– پذیرش در صنعت– تمایل وتاکید و علاقه



نمودار ۲: تاثیرپذیری صنایع و حوزه های کاربردی از ۱۴ روند فناوری موضوع گزارش

متوسط خواهد داشت؛ اما تکنولوژی کوانتوم در صنعت نفت مطرح گردیده است. در ادامه مروری بر هفت عنوان دیگر از مجموع ۱۴ کلان روند برتر ۲۰۲۲ از دید مکنزی خواهیم داشت.

۱-هویت دیجیتال و فناوری اعتماد و دسترسی:

به مرور زمان حریم خصوصی افراد و سازمان ها و نیز اهمیت روزافزون داده‌ها و اطلاعات دستخوش تغییر شده است. میزان دسترسی و حد نفوذ در سیستم‌ها برای افراد مجاز و ایجاد مانع برای دسترسی، ماجراجویی، کنجکاوی و دستبرد افراد غیر مجاز، که بخشی از اقدامات امنیت سایبری محسوب می گردد، یکی از جدی ترین روندهای فناوری شده است.

صنعت نفت ایران با توجه به تهدیدات بالقوه و بالفعل موجود، و وجود سامانه های مبتنی بر فاوا که عملیات مهمی را به عهده دارند، مخاطب جدی این کلان روند فناوری است. روال سنتی مدیریت دسترسی فیزیکی و سایبری افراد به بخش‌ها و داده‌های کلیدی سازمان‌ها، در آینده مخاطرات جدی‌تری را در بر خواهد داشت. همچنین ثبت و ضبط و لاگ گیری هرگونه اقدام و فعالیت کاربر با برچسب زمان، نیازمند هویت دیجیتال و غیرقابل فریب ایشان می باشد. به غیر از حوزه ی امنیت، صنعت نفت کشور در زمینه ی ایمنی و ایجاد محدودیت‌های تردد و دسترسی بر مبنای مبانی ایمنی، نیازمند روندی جدید در هویت دیجیتال افراد و فناوری اجرایی بر اساس این هویت جدید می باشد.

نرخ پذیرش صنعتی این کلان روند دو از پنج و سرمایه گذاری در آن طی سال ۲۰۲۱ بالغ بر ۳۴ میلیارد دلار بوده است. در شکل ۱ امتیازات حوزه های پنج گانه سرمایه گذاری، اختراعات، تحقیقات، اخبار و رویداد و موتورهای جستجو مربوط به این کلان روند ایفاد شده است.

شکل ۱ : امتیازات حوزه های پنج گانه کلان روند فناوری هویت دیجیتال و اعتماد دسترسی؛ سرمایه گذاری بر اساس اختراعات با حداقل نیاز به تحقیقات مکمل دانشگاهی

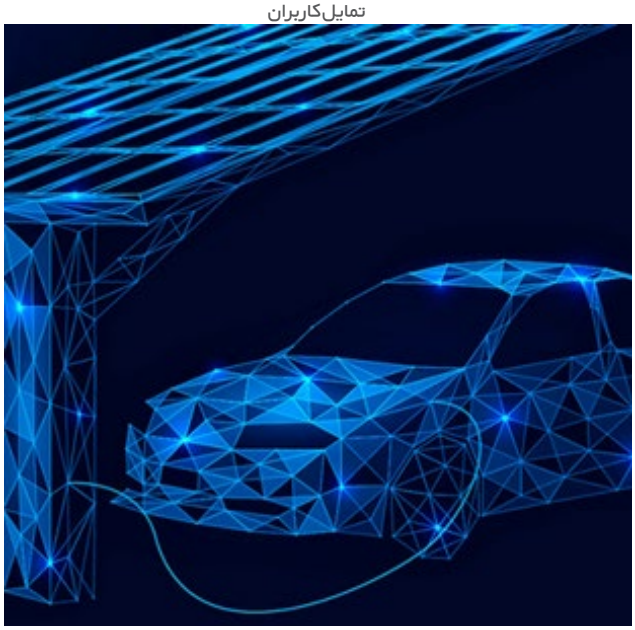
۲-Web۳:

تغییر تدریجی کاربری روزمره ی کاربران از اینترنت و لزوم معماری جدید برای غیرمتمرکز نمودن و توزیع بیشتر مالکیت و کنترل بر داده های دیجیتال، این روند فناوری را مطرح نموده است. مالکیت دارایی های دیجیتال، همزمان با مطرح شدن رمزارزها و خودمختاری توزیع شده و امن برای اعمال مدیریت بر آن از ویژگی‌های وب۳ می باشد.

بعید به نظر می رسد صنعت نفت ایران در آینده‌ی نزدیک تعاملی با این روند فناوری داشته باشد.

نرخ پذیرش صنعتی این کلان روند یک از پنج و سرمایه گذاری در آن طی سال ۲۰۲۱ بالغ بر ۱۱۰ میلیارد دلار بوده است. در شکل ۲ امتیازات حوزه های پنج گانه سرمایه گذاری، اختراعات، تحقیقات، اخبار و رویداد و موتورهای جستجو مربوط به این کلان روند ایفاد شده است.

شکل ۲ : امتیازات حوزه های پنج گانه کلان روند فناوری web۳ ؛ سرمایه گذاری جزئی و تمایل کاربران



۳-آینده‌ی مهندسی زیستی:

مکنزی اعتقاد دارد مهندسی زیستی در حوزه‌های مختلف با بیش از ۴۰۰ کاربرد، در بازه ی زمانی سال ۲۰۳۰ الی ۲۰۴۰، سبب ایجاد بازار ۲ تا ۴ هزار میلیارد دلاری خواهد شد. یکی از زمینه‌های اصلی مهندسی زیستی، متوجه انرژی پایدار خواهد بود.

صنعت نفت ایران مخاطب مستقیم مهندسی زیستی، سوخت زیستی یا بایوانرژی نیست. اما با توجه به ظرفیت قابل توجه زیست توده در کشور، صنعت نفت ایران در جایگاهی حمایتی، می تواند در راستای بهینه سازی مصرف سوخت از آینده ی مهندسی زیستی استقبال نماید. این فعالیت هنگامی الزام و ارزش بیشتری می یابد که کشور با جدیت دوچندان در مسیر گذار انرژی قدم بردارد.

نرخ پذیرش صنعتی این کلان روند سه از پنج و سرمایه گذاری آن درسال ۲۰۲۱ بالغ بر ۷۲ میلیارد دلار بوده است. درشکل ۳ امتیازات حوزه های پنج گانه سرمایه گذاری، اختراعات، تحقیقات، اخبار و رویداد و موتورهای جستجو مربوط به این روند ایفاد شده است.

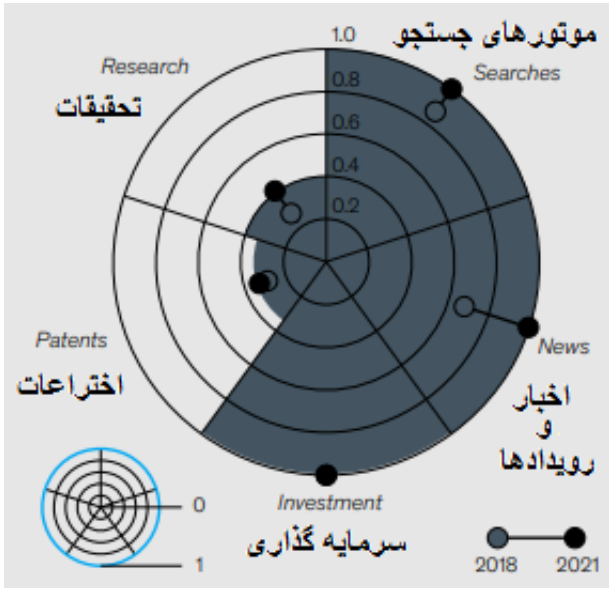
شکل۳: امتیازات حوزه های پنج گانه کلان روند فناوری آینده‌ی مهندسی زیستی؛ مهندسی زیستی هنوز در مرحله‌ی تحقیقات است.

٤-آینده‌ی انرژی پاک:

تعریف مسیر انتشار صفر کربن، در پیگیری هدف محدود نمودن افزایش دمای زمین به ۱/۵ درجه‌ی سانتیگراد، در کل زنجیره ی ارزش انرژی به شکل جهانی مطرح است. از تولید انرژی، انتقال، ذخیره سازی، توزیع و مصرف، تحت الشعاع این روند فناوری است. منابع تجدیدپذیر نظیر انرژی خورشیدی و انرژی بادی، هیدروژن به عنوان سوخت مکمل و عامل ذخیره‌ساز انرژی، سیستم‌های ذخیره‌ساز باتری برای مدت طولانی و شبکه‌های هوشمند از جمله‌ی زیربخش‌های این کلان روند فناوری هستند. مکنزی اعتقاد دارد تا سال ۲۰۳۵ سرمایه گذاری در تولید و عرضه‌ی انرژی، با رویکرد غیرفسیلی و کربن زدایی دو برابر خواهد شد. برقی‌سازی، کانون جدی این تغییر خواهد بود.

در حال حاضر، صنعت نفت ایران مخاطب مستقیم آینده‌ی انرژی پاک نیست. وزارت نفت متولی استخراج نفت و گاز و تولید سوخت فسیلی است. اما بررسی و تحلیل راهبردی عملکرد بزرگ‌ترین شرکت‌های نفت و گاز جهان گویای این است که چرخش جدی و سرمایه گذاری هنگفت در زمینه ی آینده‌ی انرژی پاک به موازات فعالیت روی سوختهای فسیلی داشته‌اند. لذا چنانچه کشور تصمیم به طی مسیر گذار انرژی و عدم اتکاء کامل به انرژی فسیلی داشته باشد، ظرفیت فوق العاده کشور در زمینه های انرژی خورشیدی، بادی، هیدروژن و ... مخاطب جدی این کلان روند فناوری خواهد بود. هر چند اقدام همزمان و مشارکتی وزارت نیرو و وزارت نفت ضروری است چرا که همانگونه که ذکر گردید، برقی سازی محور اصلی همگرایی آینده‌ی انرژی پاک خواهد بود. صنعت نفت کشور می تواند پیشگام در پایلوت های موفق هیدروژن سبز با استفاده از انرژی پاک در سواحل مکران و الکترولیز آب خلیج فارس و دریای عمان باشد.

نرخ پذیرش صنعتی این کلان روند دو از پنج و سرمایه گذاری در آن طی‌سال ۲۰۲۱ بالغ بر ۲۵۷ میلیارد دلار بوده است. درشکل ۴ امتیازات حوزه های پنج گانه سرمایه گذاری، اختراعات، تحقیقات، اخبار و رویداد و موتورهای جستجو مربوط به این کلان روند ایفاد شده است.



شکل۴: امتیازات حوزه های پنج گانه کلان روند فناوری آینده‌ی انرژی پاک؛ نیاز جهانی، انرژی پاک را در کانون جستجو و اخبار قرار داده و سرمایه گذاران را با حداقل تحقیقات و اختراعات مجذوب کرده است.

۵-آینده‌ی حمل و نقل:

با گذشت یک قرن از کاربرد اتومبیل و تولید انبوه آن، با مطرح شدن سناریوهای بالفعل خودمختار و الکتریکی یا هیدروژنی بودن خودروها، روند به شدت متغیر و متفاوتی نسبت به رژیم فعلی حاکم بر حمل و نقل به نظر می رسد. کانون توجه حمل و نقل خودرویی (در بخش انرژی) است که سیستم توزیع بهبود یافته الکتریکی، چرخش منعطف به برقی سازی، شبکه های هوشمند برق، باتری های جدید و خاص مانند فلز – هوا، بازیافت فلزات کمیاب و گران مانند لیتیوم و کبالت از باتری های مستعمل و ... را می طلبد. زمینه های حمل و نقل دریایی و هوایی، با سرعت تغییر کمتری دنباله‌رو هستند. خصوصاً مسائل ایمنی در هوانوردی و حمل و نقل هوایی، سرعت تغییر در روند فناوری را کند نموده است.

در این مقطع زمانی خاص که به دلیل عدم سرمایه گذاری در احداث و توسعه پالایشگاه، کشور با موازنه ی تقریبی روزانه ی تولید و مصرف سوخت خودرویی مواجه است و بنزین، علاوه بر از دست رفتن قابلیت صادرات، کفاف مصرف داخلی خصوصاً در پیک های مصرف را نداده، برای وزارت نفت ایجاب می کند اقدامات حمایتی در زمینه ی توسعه‌ی حمل و نقل غیرفسیلی بدون اتکاء به بنزین را مبذول دارد. خودروهای اقتصادی برقی، هم در اولویت گذاری واردات و هم در فرایند کسب فناوری و تولید داخل، می تواند مورد تاکید و جهت دهی از جانب وزارت نفت واقع شود.

نرخ پذیرش صنعتی این کلان روند دو از پنج و سرمایه گذاری ۲۰۲۱ بالغ بر ۲۳۶ میلیارد دلار بوده است. در شکل ۵ امتیازات حوزه های پنج گانه سرمایه گذاری، اختراعات، تحقیقات، اخبار و رویداد و موتورهای جستجو مربوط به این کلان روند ایفاد شده است.

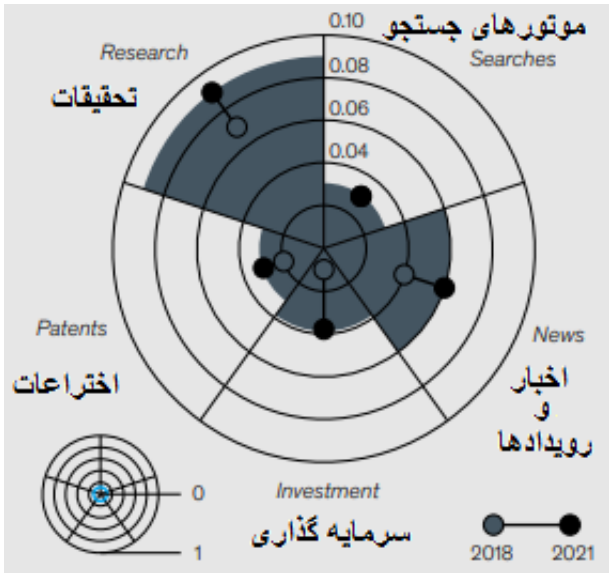
شکل ۵: امتیازات حوزه های پنج گانه کلان روند فناوری آینده‌ی حمل و نقل؛ کاربران در جستجو و کاوش و اعلام نیاز و سرمایه گذاران در حال سرمایه گذاری هستند. تحقیقات و اختراعات در رفع موانع نسل آینده‌ی حمل و نقل کند هستند.

۶-آینده‌ی فناوری فضایی:

فناوری‌های مرتبط با فضا از دهه‌های قبل سرعت گرفته و این روند ادامه دارد. مقیاس پذیر و ماژولار شدن پرتابه‌های فضایی، ساخت و سازه مستقر در مدار، پیشرانش‌های نوین و مساله تامین توان الکتریکی و ... از سرفصل‌های این روند فناوری می باشند. سنجش از راه دور، تله متری، اهداف امنیتی و اطلاعاتی و جاسوسی، عواید مخابراتی و ارتباطات از محرک‌های روند فناوری می باشند.

صنعت نفت ایران مخاطب مستقیم آینده‌ی فناوری فضایی نیست. از جمله‌ی کاربردهای محرک صنایع فضایی برای حوزه ی نفت کشور، ایجاد سامانه‌ی بومی موقعیت یابی جهانی مستقل از جی.پی.اس آمریکا، گالیله ی اروپا، گلوناس روسیه و بیدوی چین می باشد تا تمام کاربردهای ماهواره‌ای صنعت نفت از قبیل تعیین موقعیت نفتکش‌ها و تنظیم ساعت دقیق سیستم‌ها مستقل صورت پذیرد.

نرخ پذیرش صنعتی این کلان روند دو از پنج و سرمایه گذاری در ۲۰۲۱ آن بالغ بر ۱۲ میلیارد دلار بوده است. در شکل ۶ امتیازات حوزه های پنج گانه سرمایه گذاری، اختراعات، تحقیقات، اخبار و رویداد، موتورهای جستجو مربوط به این کلان روند ایفاد شده است.



شکل ۶: امتیازات حوزه های پنج گانه کلان روند فناوری آینده‌ی فناوری فضایی؛ عمق دانشی مورد نیاز، تحقیقات دانشگاهی را مطرح نموده و سرمایه گذاران به موازات پیشرفت این تحقیقات، هزینه می کنند.

۷-آینده‌ی فناوری‌های مصرف پایدار:

در کنار تعبیر انرژی پایدار، مفهوم پایداری در مصرف و فناوری‌های وابسته به آن تبدیل به یک روند فناوری شده است. اثرات محیط زیستی، کاهش شدت مصرف انرژی منجر به تولید کالای مصرفی، کم کربن بودن فرایند خدمات، استفاده حداکثری از عمر مفید کالا، فناوری های مرتبط با احیا و بازیافت مجدد به جای تولید (اقتصاد چرخشی) و ... از سرفصل‌های این روند فناوری هستند.

از دید مکنزی، یکی از مصادیق بارز مصرف پایدار و فناوری توانمندساز ذیل آن، استفاده ی بازیافتی از کربن در قالب دی اکسید کربن برای ازدیاد برداشت بهبود یافته و احیای چاه های نفت توسعه یافته می باشد که مساله ی روز، چالشی و فرصت زا برای صنعت نفت جمهوری اسلامی ایران بوده که همزمان هم فناوری

شکل ۷: امتیازات حوزه های پنج گانه کلان روند فناوری آینده‌ی مصرف پایدار؛ نیاز کاربران و هیاهوی رسانه‌ای برای جذب سرمایه کافی بوده است. اختراعات و تحقیقات به کندی پیشرفت می کند

CCUS و هم تکنولوژی تزریق به منظور ازدیاد برداشت نفت را در بر می گیرد. توصیه برای راهکارهای ازدیاد برداشت میادین گازی، مستلزم مطالعات تکمیلی است.

نرخ پذیرش صنعتی این کلان روند دو از پنج و سرمایه گذاری آن در سال ۲۰۲۱ بالغ بر ۱۰۹ میلیارد دلار بوده است. در شکل ۷ امتیازات حوزه های پنج گانه سرمایه گذاری، اختراعات، تحقیقات، اخبار و رویداد و موتورهای جستجو مربوط به این کلان روند ایفاد شده است.

جمع بندی، تحلیل و نظریه ی کارشناسی:

کلان روندهای فناورانه ی ۱۴گانه مطروحه در گزارش ۲۰۲۲ مکنزی، مشخص نمود صنعت نفت جمهوری اسلامی ایران در مواجهه با اکثر این روندهای تکنولوژی، تاثیرپذیر و دارای فرصت یا چالش می باشد. تصمیم سازی های راهبردی اقتصادی و تخمین صحیح، سامانه‌های هوشمند نفتی، ازدیاد برداشت، اکتشاف و استخراج بهبودیافته، تعامل، مدیریت، رگولاتوری و حاکمیت انرژی در تعامل با مردم، امنیت و ایمنی در دسترسی فیزیکی و اسنادی و سایبری، انرژی پاک و تجدیدپذیر، موقعیت یابی جهانی خودکفا و ... حداقل حوزه هایی هستند که ساز و کار صنعت نفت را در دهه‌های آتی در مواجهه با این کلان روندهای فناوری و سیگنال‌های ضعیف تکنولوژی روبرو خواهد کرد.

منبع :

McKensey & Company Technology Trends Outlook 2022

گزارش تحلیلی

نظم دوره گذار انرژی

کاربرد اینترنت اشیا در صنعت نفت و گاز

صدیقه جوادپور؛ پژوهشگر موسسه مطالعات بین المللی انرژی

اینترنت اشیا چیست؟

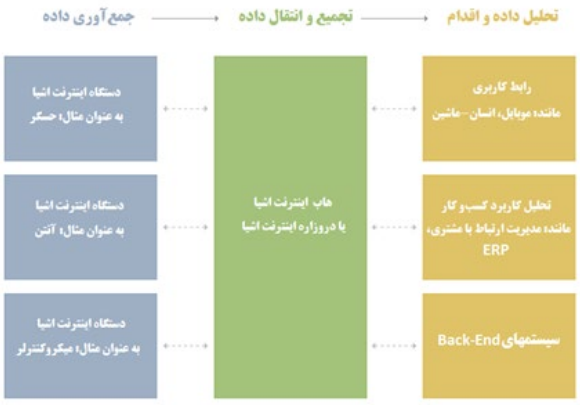
اینترنت اشیا (IoT) بیانگر سیستمی از دستگاه‌های محاسباتی، ماشین‌های مکانیکی و دیجیتال، اشیاء، حیوانات یا افراد به هم مرتبط است که با شناسه‌های منحصربه‌فرد[1] و توانایی انتقال داده‌ها از طریق شبکه بدون نیاز به تعامل انسان با انسان یا انسان با کامپیوتر، شبکه‌ای از اشیاء فیزیکی را تشکیل می‌دهند. یک شیء در اینترنت اشیا می‌تواند فردی با کاشت مانیتور قلب، یک حیوان مزرعه با یک ترانسپوندر بیوچیپ، خودرویی که دارای حسگرهای داخلی هشدار به راننده در صورت پایین آمدن فشار باد لاستیک یا هر چیز طبیعی یا مصنوعی دیگری باشد. شیئی که می‌توان به آن آدرس پروتکل اینترنت (IP) اختصاص داد، قادر به انتقال داده‌ها از طریق شبکه است. امروزه سازمان‌ها در صنایع مختلف به طور فزاینده‌ای، از اینترنت اشیا برای عملکرد کارآمدتر، درک بهتر مشتریان برای ارائه خدمات به آنها، بهبود تصمیم‌گیری و افزایش ارزش کسب‌وکار استفاده می‌کنند.

یک اکوسیستم اینترنت اشیا متشکل از دستگاه‌های هوشمند مبتنی بر وب است که از سیستم‌های تعبیه‌شده مانند پردازنده‌ها، حسگرها و سخت‌افزار ارتباطی برای جمع‌آوری، ارسال و اقدام بر روی داده‌هایی که از محیط خود به دست می‌آورند، استفاده می‌کنند. دستگاه‌های اینترنت اشیا داده‌هایی که از حسگر جمع‌آوری می‌کنند را با اتصال به دروازه اینترنت اشیا یا سایر دستگاه‌های لبه به اشتراک می‌گذارند، به گونه‌ای که در آن، داده‌ها به ابر داده[2] ارسال می‌شوند تا تجزیه و تحلیل شوند. گاهی اوقات، این دستگاه ها با سایر دستگاه‌های مرتبط ارتباط برقرار می‌کنند و بر اساس اطلاعاتی که از یکدیگر دریافت می‌کنند، عمل می‌کنند. بیشتر دستگاه‌ها در اکوسیستم اینترنت اشیا، کار را بدون دخالت انسان انجام می‌دهند، اما افراد می‌توانند با دستگاه‌ها تعامل داشته باشند ـ برای مثال، آنها را راه‌اندازی کنند، به آنها دستورالعمل‌ها بدهند یا به داده‌های جمع‌آوری شده توسط آنها دسترسی پیدا کنند.

اینترنت اشیا به مردم کمک می‌کند هوشمندتر زندگی و کار کنند و همچنین بر زندگی خود کنترل بیشتری داشته باشند. علاوه بر توانایی دستگاه‌های هوشمند برای خودکارسازی خانه‌ها، اینترنت اشیا در تجارت ضروری است. اینترنت اشیا به کسب‌وکارها توان داشتن نگاهی بی‌درنگ به نحوه عملکرد سیستم‌هایشان فراهم می‌کند و لذا در مورد همه چیز از عملکرد ماشین‌ها گرفته تا زنجیره تامین و عملیات لجستیک، بینش‌هایی مورد نیاز برای تصمیم‌سازی ارائه می‌دهد.

اینترنت اشیا شرکت ها را قادر می‌سازد تا فرآیندهای کاری خود را خودکار کرده و هزینه‌های نیروی انسانی را کاهش دهند. همچنین ضایعات را کاهش داده و ارائه خدمات را بهبود می‌بخشد، تولید و تحویل کالا را کم‌هزینه‌تر کرده و شفافیت را در معاملات مشتری افزایش می‌دهد که رضایتمندی مشتری را در بر خواهد داشت. به این ترتیب، اینترنت اشیاء یکی از مهم‌ترین فناوری‌های زندگی روزمره است و همچنان که کسب‌وکارهای بیشتری از پتانسیل دستگاه‌های هوشمند استفاده می‌کنند فضای کار رقابتی‌تری را تجربه خواهند کرد.

مثالی از یک سیستم اینترنت اشیا



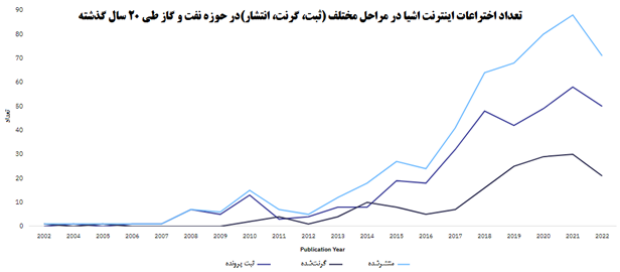
اینترنت اشـیا در صنعت نفت و گاز

اینترنت اشیا در صنعت نفت و گاز شبکه‌ای از اشیاء فیزیکی متصل به اینترنت است. دستگاه‌های پوشیدنی، وسایل نقلیه، تجهیزات، ساختمان‌ها و تقریباً هر چیز دیگری را می‌توان با اتصال به وسایل الکترونیکی، نرم‌افزارها و حسگرها در این شبکه گنجاند. گلوبال دیتا پیش‌بینی می‌کند که درآمد بازار جهانی اینترنت اشیا تا سال ۲۰۲۴ به ۱/۱ تریلیون دلار برسد. در حالی که هنوز چند سالی با فراگیر شدن اینترنت اشیا فاصله داریم، فناوری فراساحلی استفاده از اینترنت اشیاء و تکامل آن در نفت و گاز را زیر نظر دارد.

برای ردیابی بهینه ظهور و استفاده از اینترنت اشیا (IoT) در صنعت نفت و گاز، شبکه تکنولوژی فراساحلی[3] ثبت اختراعات، اعطای امتیازات و همچنین شرکت‌هایی را که بیشترین اختراعات را در زمینه IoT دارند رصد می‌کند. بر اساس آمار در دسترس این شبکه، درخواست ثبت اختراعات، اختراعات ثبت شده و حمایت های مالی اعطا شده به اختراعات اینترنت اشیا در حوزه نفت و گاز در دو دهه گذشته به شرح ارائه شده در نمودار است. آمارهای ثبت اختراع و پژوهشهای انجام شده مبین این موضوع است که استقبال از اینترنت اشیا در صنعت نفت و گاز رو به افزایش است.

1. UID, unique identifier
2. data cloud
3. Offshore-technology.com شبکه اي با بيش از ۳۰ وب سايت اختصاصی B2B، كه طيق ادعاي خود مخاطبان جهاني، شامل تصميم‌گيرندگان فعال، تأثيرگذاران و رهبران فكري در سراسر جهان، سالانه ۵۵ ميليون خواننده حرفه‌اي صنعت دارد و به عنوان بخشي از GlobalData، به بيش از ۱ ميليارد نقطه داده‌اي از جمله شركت‌ها، معاملات، پروژه‌ها و پيش‌بيني‌ها و روندها دسترسي دارد.

استفاده ازIoT در صنعت نفت و گاز به طور بالقوه درآمد را با کاهش برخی هزینه‌ها و بهبود فرآیندها تا ۱/۲ درصد افزایش می‌دهد که رقم چشمگیری است. شرکت‌های پیشرفته‌تر پا را فراتر گذاشته



و علاوه بر استفاده از ادوات هوشمند اینترنت اشیاء مانند حسگرها و سایر دستگاه‌ها تمرکز خود را به سمت راه‌اندازی رویکردهای جسورانه‌ی استفاده از داده‌های ارائه‌شده از این دستگاه‌ها و حس‌گرها، برای ایجاد مدل‌های تجاری هوشمندتر سوق داده‌اند. از جمله موارد استفاده از اینترنت اشیا در صنعت نفت می‌توان موارد زیر را نام برد:

۱. تعمیرات نگهداریِ پیش‌بین تجهیزات و دارایی‌ها

رصد تجهیزات و دارایی‌ها در صنعت نفت و گاز، تصویر دقیقی از فرآیندهای عملیاتی روزانه را فراهم می‌کند و همچنین به شرکت‌ها در حفظ اطلاعات وضعیت به روز برای عملیات کارآمد و ایمن کمک می‌کند. هنگامی که دستگاه‌های IoT به ماشین‌آلات نفت و گاز متصل می‌شوند، زمان نیاز به تعمیر و نگهداری را پیش‌بینی می‌کنند، بنابراین می‌توان تعمیرات را مدت‌ها قبل از خرابی آن‌ها برنامه‌ریزی کرد تا از خرابی طولانی مدت جلوگیری و ایمنی کارکنان تضمین شود. تعمیر و نگهداری پیش‌بین دارایی‌ها نیاز به توقف برنامه‌ریزی نشده عملیات را به شدت کاهش داده و در عین حال هزینه‌های عملیات و نگهداری را نیز کاهش می‌دهد. الگوریتم‌های یادگیری می‌توانند با تحلیل داده‌های بزرگ دریافتی از دستگاه‌ها و حسگرهای تجهیزات نفت و گازی، زمان انجام تعمیرات پیش‌بینی‌کننده و پیشگیرانه این تجهیزات گران‌قیمت را تعیین کنند. علاوه بر این، سنسورهای هوشمند به روز شده بر روی صدها تجهیز مختلف، متغیرهای عملیاتی حیاتی را گزارش می‌کنند و به بررسی شرایط غیرعادی که می‌تواند منجر به توقف عملیات یا خطر شود، می‌پردازند. این امر به بهره برداران اجازه می‌دهد تا قبل از هر اتفاق ناگواری، تکنسین‌های بازرسی و نگهداری به‌موقع واکنش داشته باشند وزمان توقف تولید را به حداقل برسانند و استفاده از تجهیز و دارایی مورد نظر را بهینه کنند.

۲. بهره‌وری نیروی کار

اینترنت اشیا در صنعت نفت و گاز قصد دارد شکاف‌های ارتباطی بین عملیات و ستاد را پر کند و ایمنی و بهره‌وری نیروی کار را افزایش دهد. نصب دستگاه‌های اینترنت اشیا مانند حسگرها، پهپادها و ربات‌ها، ایمنی جمع‌آوری داده‌ها را امکان‌پذیر می‌کند و نیاز به افراد در محل عملیات را برای عمل گردآوری داده در حین تولید، برطرف می‌کند. اینترنت اشیا و کلان داده برای مدیریت انرژی و کمک خارجی برای کارهای فیزیکی به منظور هدایت و بهینه سازی استفاده از تجهیزات با هم کار می کنند. فناوری اینترنت اشیاء امکان ارتباط کارگران میادین نفتی را فراهم می‌کند و لذا باعث افزایش بهره‌وری می‌شود.

۳. بهینه‌سازی پشتیبانی عملیات در صنعت نفت و گاز

استفاده از دستگاه‌های IoT می‌تواند با ایجاد ارتباطات پیشرفته و پشتیبانی در سرتاسر زنجیره ارزش، مواردی چون عملیات و تامین در صنعت نفت، مدیریت عرضه و تقاضا، ردیابی شفاف موجودی مواد یا تجهیزات و ... بهبود بخشد. با برقرار شدن ردیابی شفاف و مدیریت فعال مواد و تجهیزات، هزینه‌های مرتبط تا ۱۰% کاهش می‌یابد. در سایت‌های اکتشاف نفت که به دلیل وجود مخاطرات، نظارت بر عملیات دشوار است، اینترنت اشیاء انجام نظارت بدون دخالت انسان را ممکن می‌سازد.

۴. ریسک و اطلاعات عملیات

بیشترین هزینه تولید نفت و گاز یعنی در حدود ۲۰ تا ۳۰ درصد از کل هزینه تولید را حفاری به خود اختصاص می‌دهد. استفاده از دستگاه‌های اینترنت اشیا در این بخش از تولید، با بهینه‌سازی هوشمند مصرف آب، مواد شیمیایی و شن، بهره‌وری عملیاتی را افزایش می‌دهدو لذا بازدهی بالاتری را با بهبود شیوه انجام کار در زمان مؤثر ایجاد می‌کند. تحقیقات نشان می‌دهد که انجام تجزیه و تحلیل های پیشرفته بر داده‌های دریافتی از دستگاه‌های IoT، می‌تواند به طور ایده‌آل زمان عملیات حفاری را به نصف کاهش دهد. به طور مشابه، استقرار عملیات میدانی نیمه خودکار، ریسک پرسنل و لذا هزینه کارکنان را کاهش می‌دهد.

۵. مدیریت موجودی در صنعت نفت و گاز

با انجام تمهیدات لازم شامل نشان‌گذاری انواع نفت تولید شده، و استفاده از حس‌گرهای IoT مرتبط، با اطلاعات جمع‌آوری‌شده توسط این حسگرها، پالایشگاه‌ها می‌توانند از نوع نفت تحویل‌شده مطلع شوند. این آگاهی به شرکت‌های نفتی اجازه می‌دهد تا در خصوص تولید، موجودی و عملیات تصمیمات لازم را اتخاذ کنند. اینترنت اشیا و اتصالات پیشرفته مرتبط با آن می‌توانند موجودی هر نوع نفت را در زمان واقعی ارائه دهند که به ایجاد یک زنجیره تامین ساده و پویا در صنعت نفت و گاز کمک می‌کند.

علاوه بر این با استفاده از دستگاه‌های دیگری مانند تراشه‌های شناسایی فرکانس رادیویی، GPS و دستگاه‌های هوشمند، دستگاه‌های IoT می‌توانند با نظارت دقیق و با در دست داشتن اطلاعات مکان موجودی و میزان ذخیره‌سازی ، نحوه توزیع را کارآمدتر نمایند. کلان داده‌های دریافتی از این دستگاه‌ها، باعث کاهش خطا در الگوریتم‌های یادگیری ماشین مرتبط شده و در فرآیندهای مرتبط، اتلاف را به حداقل ممکن می‌رساند. بدلیل دریافت اطلاعات در زمان واقعی که با ردیابی مداوم محقق می‌شود، تلفات و آسیب در تجهیزات نیز کاهش پیدا می‌کند.

۶. بهینه‌سازی تولید

استقرار اینترنت اشیا در فرآیند تولید نفت و گاز به افزایش توان تولید و کاهش مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای در فرآیند تولید کمک می‌کند. این استقرار در سراسر سیستم تولید، با تجزیه و تحلیل‌های پیشرفته داده‌های دریافتی تحت الگوریتم‌های مبتنی بر حسگرهای اینترنت اشیا امکان کنترل تولید بلادرنگ که در آن

فرآیندها با کمک خروجی الگوریتمها بهینه و تنظیم می‌شوند، فراهم و تقویت می‌شود.
اینترنت اشیا شرکتهای نفت و گاز را قادر می‌سازد تا فرآیند تولید را از راه دور کنترل کنند و نیروی کار مورد نیاز در تولید را کاهش دهد. از آنجایی که دستگاه ها و حسگرهای IoT داده‌های بیشتری را به الگوریتم‌های یادگیری وابسته به تولید می‌خورانند، این الگوریتمها هوشمندتر شده و بازده تولید را بالاتر برده و احتمال خطای انسانی را کاهش می‌دهند.

۷. تشخیص نشت خط لوله

مهمترین علت نشت خطوط لوله‌های نفت و گاز خوردگی است و نظارت بر خطوط لوله در این صنعت امری حیاتی است چراکه بر تولید اثرگذار است. قبلاً تمرکز بیشتر روی ساختمان و توسعه خط لوله بود و بازرسی خطوط لوله هر چند وقت یکبار انجام می‌شد. سیستم هشدار بی‌درنگ و تشخیص نشت که با اینترنت اشیا در دسترس خواهد بود کاملا مقرون‌به‌صرفه و ضامن امنیت در خطوط لوله است.
اینترنت اشیا از فناوری حسگر برای نظارت بر فشار، جریان گاز، محیط کمپرسور، غلظت، دما و سایر متغیرها برای پیش‌بینی نشت استفاده می‌کند. با استقرار سیستم هشدار، اقدام فوری برای جلوگیری از نشت قابل اجرا است.

۸. کنترلر مبتنی بر اینترنت اشیا و دروازه برای پالایشگاه نفت

برای جمع‌آوری اطلاعات از دارایی‌ها، ماشین‌ها یا هر تجهیزی در یک پالایشگاه، می‌توان از نصب دستگاه‌های فیزیکی تله‌متری مانند سنسورها، اندازه‌گیرها، دروازه‌ها و غیره استفاده کرد. داده‌هایی چون سطح روغن از مخازن، اطلاعات پارامتری از ماشین‌ها، قرائت‌های مصرف انرژی یا میزان سوخت در دسترس در مجموعه مخازن، برای ردیابی عملکرد یا دریافت اعلان‌ها در خصوص و هرگونه اختلاف در فرآیند پالایش، رصد می‌شود. در آینده نه چندان دور، نحوه ارزیابی داده‌های جمع آوری شده تحت ابزار IoT، در حوزه تصمیم‌گیری هوشمندانه و بهبود فرآیندها و کارایی، مبنای ارزیابی پالایشگاه‌ها خواهد بود.

۹. رصد مجازی دکل

پیشرفت جدید در ارتباط بین اشیا در اینترنت اشیا، شبکه‌های کم‌مصرف و گسترده (LPWAN)[1] است، که در صنعت نفت و گاز بسیار نقش تعیین کننده‌ای دارد. معماری هیبریدی ماهواره‌ای LPWAN یک رویکرد مقرون به صرفه و قوی برای نظارت و مدیریت فعال دکلهای حفاری است. ردیابی بی‌درنگ سازه‌های دکل، داده‌های مهمی مانند تنش و کرنش، لرزش، و صداهای ترک را در دسترس قرار می‌دهد و امکان محاسبه یکپارچه و قابل اعتمادی در پیش‌بینی هر گونه آسیب را فراهم می‌کند.

۱۰. رصد سایت از راه دور

برای بهینه‌سازی کارایی و امنیت کارکنان عملیاتی در بالادست صنعت نفت و گاز به نظارت مداوم بر عملکرد تجهیزات و پارامترهای مختلف نیاز است. اجرای نظارت از راه دور به تیم‌های تعمیر و نگهداری اجازه می‌دهد تا واکنش بهینه داشته باشند و در عین حال ایمنی کارکنان عملیاتی با خودکارسازی برخی امور تضمین شود. استقرار اینترنت اشیا نه تنها به جایگزینی نیروی کار ماهر با راه حل‌های مقرون به صرفه کمک می‌کند، بلکه باعث جذب نیروی متخصص بیشتری می‌شود، زیرا با استفاده از اینترنت اشیا این امکان فراهم می‌شود که کارکنان عملیاتی در محیط‌های با امنیت بالاتری دور از منطقه عملیات کار کنند و نیاز به کار اقماری کاهش یافته و سلامت جسم و روان آنها بیشتر تامین گردد.

۱۱. ردیابی حمل و نقل در زمان واقعی

اتصال پیشرفته بین اجزای تولید تا تقاضا با اینترنت اشیا می‌تواند سرتاسر زنجیره تامین را با بهبود مدیریت تقاضا و ردیابی شفاف مواد و تجهیزات پشتیبانی کرده و عملیات مذکور در صنعت نفت و گاز را متحول کند. ردیابی بلادرنگ محموله‌ها، به شرکت‌های نفت و گازی این امکان را می‌دهد تا با در دست داشتن زمان دقیق برای نظارت بر صحت حمل و نقل بین شرکای زنجیره تامین، مرسوله ارسالی را ردیابی کنند. این امر امکان زمان‌بندی دقیق ارسال و دریافت محموله‌ها را فراهم کرده وبا شناسایی هرگونه تاخیر و تنگنا، ریسک ضرر ناشی از تاخیر را کاهش می‌دهد.
اتصال دستگاه‌های IoT حاوی GPS به کانتینرها یا بخش‌هایی از محموله، امکان به‌روزرسانی‌های آنی دقیق محل محموله را فراهم می‌کند. به عنوان مثال، یک شرکت نفت و گاز با استفاده از یک برنامه کاربردی تحت وب که بستر تعامل دو سویه بین ارسال و دریافت کننده محموله را فراهم می‌کند، این امکان را می دهد که هر دو طرف، محموله در حال حرکت در زنجیره تامین را ردیابی کنند. ردیابی شفاف و مدیریت فعال مواد و تجهیزات در حال حرکت، هزینه را حدود ۱۰ درصد کاهش خواهد داد.

۱۲. فعال‌سازی میدان موبایل

کار در میادین نفتی خطر ایمنی بالایی را برای کارکنان به همراه دارد و به همین دلیل، شرکت‌های بزرگ نفت و گاز به دنبال گزینه‌هایی هستند که محیط کار ایمن را برای کارکنان خود فراهم کنند. اینترنت اشیا یکی از ابزارهایی است که ایمنی را افزایش می‌دهد و در عین حال امکان دریافت اطلاعات بی‌درنگ در مورد عملیات را فراهم می‌کند. با استفاده از دستگاه‌هایی چون تبلت‌ها و موبایلهایی که به صورت بی‌سیم به دستگاه‌های IoT تجهیزات عملیات متصل هستند، کارکنان عملیاتی می‌توانند بدون در نظر گرفتن مکان، به اطلاعات مورد نیاز برای انجام کارهای عملیاتی ساده یا پیچیده مربوطه دسترسی داشته باشند. همچنین برنامه‌های کاربردی و تخصصی مرتبط این امکان را برای مهندسان میدانی در محل فراهم می‌کند که از راه دور، به آموزش و بهبود بهره‌وری کارکنان در محل کمک کنند. همانطور که پیشتر گفته شد، ارائه اطلاعات بی‌درنگ و نزدیک به زمان واقعی از تجهیزات و پرسنل می‌تواند به طور قابل توجهی سلامت و ایمنی کارکنان را بهبود بخشد.

۱۳. پایش سلامت خط لوله

داده‌های دریافتی از حسگرهای اینترنت اشیا، با کمک به تجزیه و تحلیل آنها و درک رفتارهای خط لوله تحت شرایط مختلف خارجی

1. LPWAN، یک نوع فناوري شبکه گسترده مخابراتی بی سیم است که براي ارتباطات دوربرد با نرخ بیت کم بین چیزها (اشیاء متصل)، مانند حسگرهایی که با باتری کار می کنند، طراحی شده است.

مانند بارهای ساختاری، تغییرات آب و هوا، ویژگی‌های خاک، رطوبت و سطوح pH، در بهبود روش‌های مهندسی و ساخت آینده و بهینه‌سازی عمر خطوط لوله، نقش حیاتی بازی می‌کنند. علاوه بر این، داده‌های حسگرها، قابلیت اطمینان لوله‌های قدیمی‌تر را که برای چندین دهه در حال خدمت دهی هستند، بررسی می‌کند تا از ادامه عملیات ایمن اطمینان حاصل شود. حسگرهای اولتراسونیک و آکوستیک، در کنار لایه‌برداری، احتمال شروع و رشد ترک را با شناسایی امواج صوتی غیرعادی گزارش می‌کنند. سنسورهای مغناطیسی، همچنین به تشخیص تغییر ضخامت دیواره خط لوله به دلیل خوردگی کمک می‌کنند.

۱۴. خودکارسازی پالایشگاه

اینترنت اشیا می تواند برای تجزیه و تحلیل عواملی مانند ضخامت لوله، سرعت جریان، فشار لوله و موارد دیگر مورد استفاده قرار گیرد. به جای کار دستی، می توان از این دستگاه ها برای اندازه گیری زمان واقعی استفاده کرد. مهم ترین مزیت استفاده از دستگاه های اینترنت اشیا، ایجاد الگوریتم های سفارشی برای به دست آوردن نتیجه مطلوب است.

با در نظر گرفتن کلان داده ها و حسگرهای اینترنت اشیا، می توان به اتوماسیون دستور داد تا کارایی را افزایش دهد. این فرآیند نظارت را بسیار آسان‌تر و راحت‌تر می‌کند، زیرا کارکنان فقط به دلیل یک خطای خارجی نادر باید وارد عمل شوند. در غیر این صورت، کل فرآیند برای نتیجه بهینه و حداقل آسیب به طور خودکار انجام می شود

۱۵. نظارت بر تانکر

برای مایعات صنعتی و سایر مواد خطرناک، نظارت بر مخزن را می‌توان از راه دور و به طور منظم با استفاده از دستگاه‌های اینترنت اشیا و بدون نیروی کار در محل انجام داد. دستگاه‌های اینترنت اشیا همچنین می‌توانند با اندازه گیری فشار آب و سایر کمیت های مهم نظارتی چاه نفت را نیز امکان پذیر کنند. چنین راه حل‌هایی با توجه به نیاز شرکت‌های نفت و گاز به صورت سفارشی تهیه می‌شوند. این راه‌حل‌ها به سنسورهای بسیار دقیق، یک واحد کنترل و یک سیستم نظارت بر مخزن از راه دور نیاز دارد که جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل داده‌های دریافتی را نیز شامل می شود و در نهایت باعث افزایش طول عمر ماشین آلات و همچنین کاهش قابل توجه هزینه‌های تعمیر و نگهداری مربوطه می‌شود.

۱۶. دوقلوهای دیجیتال در صنعت نفت و گاز (تجهیزات، دارایی‌ها و پروژه‌ها)

دوقلوهای دیجیتالی، شبیه‌سازی تجهیزات را برای بهینه‌سازی ارزش دارایی‌های نفت و گاز، انجام می‌دهند. کپی دیجیتالی یک تجهیز یا دارایی در حال ساخت این قابلیت را فراهم می‌کند که به صورت مجازی برای به دست آوردن گزارش‌ها و جمع‌آوری دانش در مورد وضعیت هر جزء از طراحی، به دقت اقدام شود. اطلاعات در زمان واقعی به داشبوردی داده می‌شود که داده‌های دریافتی را با داده‌های گذشته تجزیه و تحلیل می‌کند. این کار باعث افزایش سرعت و کیفیت پروژه و در عین حال بهبود طراحی می‌شود. به طور مشابه، دوقلوهای دیجیتال تجهیزات و دارایی‌ها، عملیات تعمیر و نگهداری را با پیش‌بینی مسائل احتمالی و با تدوین برنامه تعمیرات و نگهداری، بهبود می‌بخشند. همچنین می‌توانند عملکرد یك دارایی یا تجهیز را با سایر دارایی‌ها مقایسه کنند.

۱۷. اکتشاف نفت لرزه‌ای

حسگرهای منفرد اینترنت اشیاء را می‌توان برای اکتشاف ارسال کرد، این حسگرها که به کابل‌های فیبر نوری متصل هستند برای نقشه‌برداری مکان‌های حفاری زیرسطحی و کشف مکانهای حفاری جدید که حداکثر بازدهی را فراهم می‌کنند مورد استفاده قرار می‌گیرند. هنگامی که این حسگرهای ارزه ای به اینترنت متصل می‌شوند، خوانش‌هایشان را به سروری ارسال می‌کنند که تصویری از سایت حفاری را ترسیم می‌کند. سپس یک الگوریتم یادگیری ماشین، داده‌های دریافتی را برای انتخاب بهترین محل حفاری تجزیه و تحلیل می‌کند. این تکنیک زمان مورد نیاز برای انتخاب مکان را کاهش داده و بهره وری دکل حفاری جدید و فعلی را افزایش می‌دهد.

۱۸. کنترل انتشار کربن

راه‌حل‌های IoT در صنایع نفت و گاز برای اهداف محیطزیستی نیز مفید هستند، چراکه هرچه بازدهی نیروگاه بیشتر باشد، انتشار کربن کمتری به نسبت تولید وجود خواهد داشت. همچنین، حسگرهای تشخیص نشت، اطمینان می‌دهند که هیچ ماده مضری در محیط منتشر نمی‌شود. بنابراین، شرکت‌ها می‌توانند در راستای مسئولیت اخلاقی خود در به حداقل رساندن انتشار کربن، با استفاده از اینترنت اشیا مدیریت مؤثر و بهره‌ور داشته باشند.

۱۹. مدیریت خطر و ایمنی کارکنان

یکی از انگیزه‌های حیاتی که باعث پذیرش اینترنت اشیا در صنعت نفت و گاز می‌شود، کاهش خطر تصادفات و تضمین ایمنی است. نصب این دستگاه‌ها نیاز به حضور کارکنان در شرایط خطرناک را برای اطمینان از کارکرد مناسب تجهیزات و عملیات مرتفع می‌کند. این فناوری، آنها را قادر می‌سازد تا از راه دور کار کنند و عملیات را، عمدتاً خودکار نظارت کنند و در شرایط اضطراری نادر، با دریافت یک سیگنال فوری از این حسگرها، اقدامات مورد نیاز برای محافظت از کارگران و جلوگیری از بلایا صورت گیرد.

در حال حاضر شرکت‌های نوپا و استارت‌آپهای زیادی در جهان در حوزه IoT فعالیت می‌کنند که این تعداد روز به روز در حال افزایش است. بعنوان نمونه استارت‌آپهای Sensital استرالیا و Zyfra فنلاند در حوزه نفت و گاز ارائه خدمت می‌کنند.

Sensital پلتفرم نظارت در زمان واقعی را فراهم می‌کند. این استارت‌آپ استرالیایی راه‌حل‌هایی ارائه می‌کند که برای بسیاری از صنایع از جمله نفت و گاز حداکثر استفاده و کسب ارزش از بستر اینترنت اشیا فراهم شود. پلتفرم IoT این شرکت به نام iBOTics امکان کنترل خودکار را فراهم می‌کند و کارکنان صنایع مختلف با بهره‌برداری از این پلتفرم می‌توانند عملیات واحد خود را از راه دور نظارت کرده و در صورت لزوم تیکت تعمیر و نگهداری را صادر نمایند. همچنین این پلتفورم نظارت بر ایمنی، قابلیت اطمینان و کارایی چاه ها، خطوط لوله و تجهیزات صنعتی را بهبود داده و به اپراتورهای نفت و گاز کمک می‌کند تا هزینه عملیاتی کل (OPEX) را به حداقل رسانده و بازگشت سرمایه (ROI) را به حداکثر برسانند.

Zyfra راه‌حل‌های دیجیتال صنعت نفت و گاز خود را از طریق پلتفرم اختصاصی IoT مبتنی بر ابر (Cloud) ارائه می‌کند. محصول این

استارت‌آپ برای نفت و گاز در حوزه بالادست پلتفرم توسعه میدان Geonaft است که از حفاری دقیق، برنامه‌ریزی تولید، بالابر مصنوعی و تعمیرات و نگهداری پیش‌بین و غیره پشتیبانی می‌کند. راه‌حل‌های ارائه شده توسط این شرکت نوپا، اغلب آگاهی در لحظه مورد نیاز صنعت نفت و گاز را فراهم کرده و کارایی و ایمنی کارکنان واحدهای عملیاتی این صنعت را بهبود می‌بخشد.

جمع بندی و پیشنهاد:

با توجه به تجربه‌های موفق کاربردهای اینترنت اشیا در صنعت نفت و گاز و بستر و تخصص فناوری اطلاعات و اینترنت اشیا موجود در کشور، همچنین مغزافزار محور بودن این حوزه و وابستگی کم آن به اقلام وارداتی و ابزارآلات پرهزینه، فراهم کردن زمینه فعالیت شرکت‌های نوپا و دانش‌بنیان در این زمینه و سوق دادن استارت‌آپهای حوزه نفت و گاز به سمت اینترنت اشیا در حوزه نفت و گاز می‌تواند در آینده صنعت نفت و گاز کشور اثر بهینه داشته باشد. همچنین با توجه به فراهم بودن امکان تعامل نزدیک صنعت نفت و روند فناوری اینترنت اشیاء در کشور با وجود پارک علم و فناوری صنعت نفت، توسعه راه‌حل‌های IoT نه تنها می‌تواند بهبود فرآیندهای عملیاتی در صنعت نفت و گاز را فراهم آورد بلکه زمینه‌ساز صادرات محصولات اینترنت اشیا تولید ایران به کشورهای دارای صنعت نفت و گاز باشد.

لازم به ذکر است که با توجه به اینکه اینترنت اشیاء یکی از راههای تولید داده های بزرگ است که گاها این داده ها از مبادی / اشیاء دارای اطلاعات محرمانه دریافت می شوند (باتوجه به حساسیت و اهمیت شیء مورد نظر)، توجه به امنیت و زیرساختهای ایمن در برابر نفوذ بیگانه از اهمیت بالایی برخوردار است که شایسته است مورد توجه تصمیم گیران کلان در صنعت قرار گیرد.

منابع:

1.www.techtarget.com/iotagenda/definition/Internet-of-Things-IoT

2.www.offshore-technology.com/the-internet-of-things-iot-in-oil-gas

3.www.birlasoft.com/articles/Iot-Use-Cases-In-Oil-And-Gas-Industry

4.www2.deloitte.com/us/en/pages/consulting/articles/iot-digital-oil-and-gas.html

5.www.offshore-technology.com/buyers-guides/leading-iot-companies-oil-and-gas

6.https://www.startus-insights.com/innovators-guide/top-10-oil-gas-industry-trends-innovations-in- 2021

. . . گزارش تحلیلی . . .

نظم کنونی انرژی

بررسی روند شدت مصرف انرژی کشور از هدف‌گذاری تا واقعیت

بهاره فرهمندپور؛ پژوهشگر موسسه مطالعات بین المللی انرژی

چکیده:

هدف‌گذاری کاهش شدت انرژی از مهم‌ترین اهداف بهبود کارایی انرژی در قوانین، سیاست‌ها و اسناد بالادستی کشور است. لیکن هدایت شدت انرژی در طول زمان دستخوش تغییراتی از سوی نهادهای مختلف بوده و متأسفانه تاکنون به راهبردی منطقی جهت تحقق کاهش شدت انرژی منتج نشده است. در این گزارش ابتدا انواع شاخص‌ها و سیاست‌های کشورهای مختلف در راستای بهبود کارایی انرژی مرور شده و پس از نگاهی اجمالی به اهداف تعیین‌شده در قوانین و اسناد بالادستی در کشور ایران، به تبیین وضعیت فعلی و آینده عرضه انرژی اولیه کشور پرداخته می‌شود. در ادامه دلایل عدم تحقق و انحراف اهداف تعیین‌شده، مورد بررسی قرار می گیرد و در خاتمه راهبردهای اصلاحی پیشنهاد می‌گردد.

اهمیت تعیین اهداف افزایش کارایی انرژی در سیاست‌ها و برنامه‌های توسعه کشورها

هدف‌گذاری ارتقاء کارایی انرژی امری دشوار است. به این دلیل که تغییرات جمعیت، ساختار فعالیت‌های اقتصادی، سیاست‌ها و عوامل دیگر باعث ایجاد تغییرات در مصرف انرژی می‌گردند. در بسیاری از کشورها، سناریوهای مختلف در زمینه انتخاب شاخص مناسب و تعیین مقدار برای هدف‌گذاری، یکی از موارد مطرح در تدوین برنامه‌های ملی بوده و اهداف کمی و کیفی در دو بخش متفاوت موردبررسی و ارزیابی قرار می‌گیرد. دولت‌ها دلایل متعددی برای توسعه اهداف بهره‌وری انرژی و اجرای راهبردهای بهره‌وری دارند. هدف‌گذاری، مبنا و انگیزه‌ای را برای دولت فراهم می‌کند که با توجه به سیاست‌ها، برنامه‌ها یا مکانیسم‌هایی که در نظر گرفته شده‌اند اقدامات را به سمت بهبود بهره‌وری انرژی هدایت کند. اهداف ارتقاء کارایی انرژی متناسب با اجرای سه عملکرد ذیل قابل تحقق است:

۱. اجباری نمودن اقدامات در کنار تشویق بخش‌های اقتصادی برای دستیابی به نتایج معین توسط دولت.

۲. ردیابی پیشرفت ـ سیاست‌ها و اقدامات را می‌توان متناسب با هدف تعیین‌شده، نظارت و ارزیابی کرد.

۳. افزایش تأمین مالی – با افزایش تأمین مالی پیام روشنی به سرمایه‌گذاران ارائه می‌شود که بهره‌وری انرژی در اولویت است.

هدف‌گذاری باید بلندپروازانه (ambitious)، واقع‌بینانه (realistic) و همراه با چارچوب حمایتی و معتبر باشد و حرکت را به سمت موفقیت سوق دهد. همچنین باید قابل‌درک (understandable) باشد و به‌وضوح (clearly) منتقل شود و به اقدامات خاص در مناطق جغرافیایی یا زیربخش اقتصادی منتج گردد.

در جدول (۱) دسته‌بندی اهداف افزایش کارایی انرژی به همراه تعاریف، مزایا و معایب هر یک و در جدول (۲) مثال‌هایی از تعیین این اهداف در کشورهای مختلف ارائه شده است.

جدول ۱ : دسته‌بندی هدف‌های افزایش کارایی انرژی

۱ـ شدت انرژی (ENERGY INTENSITY):

هدف: کاهش مصرف انرژی به ازای واحد مشخصی از فعالیت اقتصادی (نظیر تولید ناخالص داخلی)

مزایا:

- دسترسی آسان به داده‌ها
- کمیت دارای بعد و قابل‌فهم

معایب: لزوماً اهداف شدت انرژی باعث کاهش مصرف انرژی نمی‌شوند و در مواردی شدت بهبود می‌یابد اما مصرف کلی انرژی افزایش یابد.

۲ـ مصرف انرژی (ENERGY CONSUMPTION):

هدف: کاهش مصرف انرژی مصرفي نسبت به سال پایه، معیار (benchmark) یا روند پیش‌بینی‌شده

مزایا: هدف کاهش مصرف انرژی را می‌توان با اهداف کاهش انتشار مرتبط دانست.

معایب: دستیابی به هدف ممکن است نتیجه بهبود در بهره‌وری انرژی به‌تنهایی نباشد، زیرا تغییرات فعالیت‌های اقتصادی، جمعیت و ساختار اقتصادی نیز می‌تواند تقاضای انرژی را کاهش دهد.

هدف کاهش تقاضا نسبت به سال پایه می‌تواند با اهداف اقتصادی به‌ویژه در کشورهای درحال‌توسعه در تضاد باشد؛ به همین دلیل در بسیاری از کشورها که کاهش مصرف انرژی را هدف‌گذاری کرده اند، هدف را بر اساس کاهش تقاضای انرژی در سناریوي پیش‌بینی‌شده ادامه روند موجود تعیین کرده‌اند تا زمینه افزایش مصرف انرژی را برای رشد اقتصادی فراهم کنند.

۳ـ پیشرفت سیاست (POLICY PROGRESS):

هدف: افزایش تأثیر خط مشی‌ها و سیاست‌های بهره‌وری انرژی(شاخص پیشرفت سیاست بهره وری)
Efficiency Policy Progress Index (EPPI)

مزایا: مشوقی مناسب جهت تدوین سیاست‌ها و رهبری قوی

معایب: مشکل در اندازه‌گیری و کمی سازی

سیاست، محرک اصلی بهبود بهره‌وری انرژی است و شامل اقداماتی مانند تدوین استانداردهای عملکرد انرژی برای دستگاه‌ها یا طرح‌های تعهدی برای شرکت‌ها است. اهداف پیشرفت مانند افزایش سهم مصرف انرژی تحت پوشش سیاست یا افزایش تأثیر اقدامات سیاست کارایی، می‌توانند مؤثر باشد. بااین‌حال، ارزیابی تأثیر سیاست‌ها نیاز به داده‌های خوب و تجزیه‌وتحلیل دقیق دارد.

۴ـ بهره‌وری انرژی (ENERGY PRODUCTIVITY):

هدف: افزایش سطح فعالیت به ازای واحد مشخصی از انرژی مصرفی
(معکوس شدت انرژی)

مزایا: مشابه اهداف شدت انرژی (دسترسی به داده‌ها و کمیت قابل‌فهم و دارای بعد) - منافع خوبی برای سهامداران به همراه دارد.

معایب: لزوماً اهداف بهره‌وری انرژی باعث کاهش مصرف انرژی نمی‌شوند و در مواردی بهره‌وری بهبود می‌یابد اما مصرف کلی انرژی افزایش یابد.

۵ـ کشش انرژی (ENERGY ELASTICITY):

هدف: کاهش نسبت رشد مصرف انرژی به رشد فعالیت اقتصادی یا به عبارتی دیگر «درصد تغییر در مصرف انرژی برای دستیابی به ۱ درصد تغییر در تولید ناخالص ملی»

مزایا: حتي در صورت عدم وجود داده‌ها یا پیش‌بینی‌های دقیق، امکان هدف‌گذاری است. با استفاده از این نسبت امکان توصیف رشد پایدار در کشورهای درحال‌توسعه با توجه به امنیت عرضه انرژی و محدود کردن انتشار گازهای گلخانه‌ای وجود دارد.

هدف کشش می‌تواند برای کشورهایی مناسب باشد که می‌خواهند بهره‌وری انرژی را بهبود بخشند اما کمبود داده‌های تفکیک‌شده در مورد مصرف انرژی دارند و قادر به توسعه پیش‌بینی‌های دقیق نیستند.

معایب: کمیت بدون بعد و در مواردی غیرقابل فهم

درک یک هدف کشش، کمتر از درک مفهوم شدت و یا بهره‌وری انرژی است؛ همچنین، دستیابی به آن متأثر از تغییرات در فعالیت و ساختار اقتصادی است. درنتیجه عدم پیشرفت در بهره‌وری انرژی را پنهان می‌کند

۶ـ تبادلي یا تعاملي (TRANSACTIONAL):

هدف: گسترش خدمات و کالاهایی با بهره‌وری انرژی بالا

انرژي تعامل پذير به تكنيك هاي نظارتي و اقتصادي اشاره مي كند كه براي مديريت جريان يا تبادل انرژي تحت سيستم انتقال برق موجود، با در نظر گرفتن مقادير استاندارد انرژي مبتني بر بازار و صرفه ي اقتصادي استفاده مي شوند.

مزایا: مشوقی برای فروش بیشتر کالاها و خدمات با بهره‌وری بالای انرژی است. اهداف تراکنش انرژی به دنبال افزایش جذب کالاها یا خدمات انرژی کارآمد هستند و به‌طور هدفمند هدایت‌کننده اقدامات ارتقاء کارایی انرژی می‌باشند.

معایب: این گسترش لزوماً منجر به کاهش مصرف انرژی نمی‌گردد. این اهداف فقط بخشی از انرژی مربوط به بازار بهره‌وری را جذب می‌کنند و به‌این‌ترتیب اغلب زیرمجموعه‌ای از یک هدف گسترده‌تر ملی برای بهره‌وری انرژی هستند.

Ref: Setting energy efficiency targets, IEA, ۲۰۲۲

جدول ۲: نمونه اهداف تعیین‌شده افزایش کارایی انرژی در کشورهای مختلف جهان

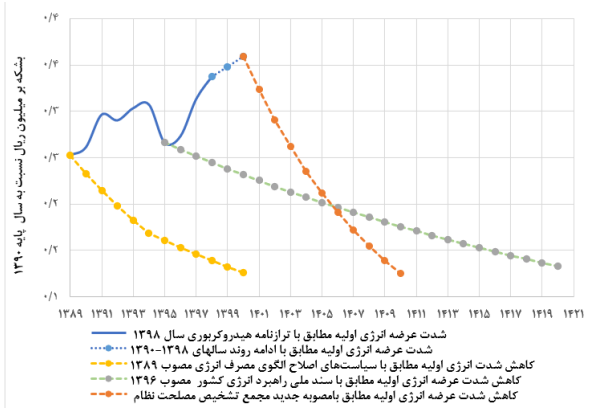
نوع هدف	کشور	توضیحات
شدت انرژی	چین	سیزدهمین برنامه پنج‌ساله توسعه ملی اقتصادی و اجتماعی جمهوری خلق چین هدف این برنامه کاهش شدت انرژی به میزان ۴۴% کمتر از سطح ۲۰۰۵ تا سال ۲۰۲۰ با کاهش ۱۵% بین ۲۰۱۵ و ۲۰۲۰ بود.
	تایلند	طرح توسعه بهره‌وری انرژی تایلند که هدفی برای کاهش ۳۰% شدت انرژی در سال ۲۰۳۶ در مقایسه با سال ۲۰۱۰ را دنبال می کند.
بهره‌وری انرژی	استرالیا	برنامه ملی بهره‌وری انرژی استرالیا که در سال ۲۰۱۵ توسط شورای ایالتهای استرالیا تصویب شد، این برنامه یک چارچوب و یک برنامه کاری اولیه در کل اقتصاد برای ۴۰% بهبود در بهره‌وری انرژی استرالیا تا سال ۲۰۳۰ ارائه می‌دهد. (سال پایه ۲۰۱۵)
	آمریکا	دو برابر کردن بهره‌وری انرژی تا سال ۲۰۳۰ نسبت به سال پایه ۲۰۱۰
مصرف انرژی	اتحادیه اروپا	دستورالعمل بهره‌وری انرژی، کشورهای عضو اتحادیه اروپا را ملزم به اجرا و ارائه مدرک در خصوص اقداماتی می کند که منجر به کاهش ۲۰ درصدی مصرف انرژی اولیه و نهایی در سال ۲۰۳۰ می‌شود.
	فرانسه	کاهش مصرف انرژی نهایی به ۱۳۱/۴ Mtoe (به‌استثنای سفرهای هوایی بین‌المللی) و کاهش مصرف انرژی اولیه به ۲۱۹/۹ Mtoe در سال ۲۰۲۰ (به‌استثنای مصرف غیر انرژی و سفرهای هوایی بین‌المللی)
	آلمان	برنامه اقدام ملی آلمان در مورد کارایی انرژی نمونه‌ای از یک سیاست در سطح ملی است که با هدف کاهش ۲۰ درصدی مصرف انرژی اولیه تا سال ۲۰۲۰ و کاهش ۵۰ درصدی برای سال ۲۰۵۰ نسبت به سال پایه ۲۰۰۸ برنامه‌ریزی شد.
	انگلیس	کاهش مصرف انرژی نهایی به ۱۲۹/۲ Mtoe. کاهش ۱۸ درصدی مصرف انرژی نهایی مطابق با سناریوی ادامه روند معمول در سال ۲۰۲۰ نسبت به سال ۲۰۰۷
	اتحادیه اروپا	بسته «انرژی پاک برای همه اروپایی‌ها» در ۳۰ نوامبر ۲۰۱۶ توسط کمیسیون اروپا تصویب شد شامل اصلاحاتی در دستورالعمل قبلی موجود برای بهره‌وری انرژی است. این اصلاحات شامل هدف صرفه‌جویی انرژی اتحادیه اروپا برای کاهش ۳۰ درصدی مصرف انرژی اولیه پیش‌بینی‌شده در سال ۲۰۳۰، بر اساس پیش‌بینی‌های پایه انجام‌شده در سال ۲۰۰۷ است.
	کره	کاهش ۱۳ درصدی مصرف انرژی نهایی در سناریوی ادامه روند موجود تا سال ۲۰۳۵ نسبت به سال ۲۰۱۴.
	جنوب آفریقا	کاهش ۱۲% در تقاضای نهایی انرژی پیش‌بینی‌شده در سال ۲۰۱۵ (بر اساس سطوح ۲۰۰۰) که شامل اهداف صنعت و معدن (۱۵%)، تجاری و ساختمان‌های عمومی (۱۵%)، مسکونی (۱۰%) و حمل‌ونقل (۹%) است.
	چین	سیزدهمین برنامه پنج‌ساله توسعه ملی اقتصادی و اجتماعی جمهوری خلق چین در سال ۲۰۱۵ سقف مصرف انرژی در چین را در سال ۲۰۲۰ معادل ۳۵۰۰ میلیون تن نفت تعیین می‌کند.
کشش انرژی	اندونزی	سیاست ملی انرژی که توسط دولت اندونزی در برنامه ملی انرژی این کشور در سال ۲۰۱۴ تصویب شد شامل هدف کاهش کشش انرژی به‌عنوان تابعی از تولید ناخالص داخلی به زیر یک درصد تا سال ۲۰۲۵ است.
پیشرفت سیاستی	مکزیک	افزایش میزان مصرف انرژی نهایی تحت پوشش مقررات از ۴۶ درصد در سال ۲۰۱۲ به ۵۱ درصد در سال ۲۰۱۸
	اتحادیه اروپا	کشورهای عضو باید اطمینان حاصل کنند که تأمین‌کنندگان انرژی و توزیع‌کنندگان درنتیجه سیاست‌هایی مانند تعهد طرح‌ها یا اقدامات جایگزین ۱/۵% صرفه‌جویی انرژی در هر سال ایجاد نمایند.
تراکنش انرژی	ژاپن	چهارمین برنامه انرژی استراتژیک ژاپن اهداف تجاری زیر را مشخص کرده است: - افزایش نفوذ نورپردازی با راندمان بالا به ۱۰۰ درصد فروش تا سال ۲۰۲۰ و ۱۰۰ درصد موجودی تا سال ۲۰۳۰ بهبود روشنایی بسیار کارآمد تجهیزات (به‌عنوان‌مثال LED و روشنایی EL ارگانیک) - افزایش سهم فروش خودروهای نسل بعدی به ۵۰ تا ۷۰ درصد تا سال ۲۰۳۰ - افزایش استفاده بهینه و کارآمد از انرژی و افزایش قابلیت مشاهده داده‌های مصرف انرژی سال ۲۰۳۰ نسبت به ۲۰۱۳

Ref: Setting energy efficiency targets, IEA, ۲۰۲۲

اهـداف افزایش کارایی انرژی در سیاسـت‌ها و برنامه‌های توسعه ایران

در ایران، شاخص‌های مورداستفاده در زمینه ارتقاء کارایی انرژی در قوانین، سیاست‌ها و برنامه‌ها، شاخص شدت انرژی است. این در حالی است که هدف‌گذاری میزان و چگونگی هدایت شدت انرژی در طول زمان دستخوش تغییراتی از سوی نهادهای مختلف بوده و منتج به راهبردی منطقی مبتنی بر واقعیت کشور نشده است. در قوانین تدوین‌شده با رویکرد اصلاح کارایی انرژی، به‌ندرت اهداف کمی به‌عنوان ابزاری برای پایش و ارزیابی قوانین و مقررات موردتوجه قرار گرفته است. برنامه‌ها با اهداف هماهنگ نبوده و درنهایت این روند نشان از ضعف سیستمی در مصرف انرژی، از هدف‌گذاری تا واقعیت دارد. در یک جمع‌بندی کلی اهداف یادشده در قوانین را می‌توان به شرح زیر خلاصه کرد:

- نخستین هدف‌گذاری در سال ۱۳۸۹ و در قالب سیاست‌های اصلاح الگوی مصرف تدوین و ابلاغ شد. براساس بند هفتم این سیاست، صرفه‌جویی در مصرف انرژی با اعمال مجموعه‌ای متعادل از اقدامات قیمتی و غیرقیمتی به‌منظور کاهش مستمر «شاخص شدت انرژی» کشور به حداقل دوسوم میزان کنونی آن زمان (سال ۱۳۸۹) تا پایان برنامه پنجم توسعه (۱۳۹۴) و به حداقل یک‌دوم میزان کنونی آن زمان (۱۳۸۹) تا پایان برنامه ششم توسعه (۱۴۰۰) هدف‌گذاری شد.
- در قانون اصلاح الگوی مصرف انرژی مصوب سال ۱۳۹۰ مجلس شورای اسلامی، هدف کمی مشخص تعیین نشد و فقط دولت مکلف شد هرسال نسبت به کاهش مصرف ویژه انرژی برای بخش‌های صنعت و کشاورزی، حمل‌ونقل عمومی، تجاری و خانگی اقدام کند.
- در سند ملی راهبردی انرژی کشور مصوب سال ۱۳۹۶، کاهش شدت مصرف انرژی به نصف میزان کنونی تا پایان افق چشم‌انداز (۱۴۲۰) هدف‌گذاری شده است.
- سندهای اخیر شورای عالی انرژی کشور شامل سند تراز تولید و مصرف گاز طبیعی و سند تأمین انرژی بخش حمل‌ونقل کشور تا افق ۱۴۲۰ نیز منطبق بر سیاست کاهش شدت انرژی در سند ملی راهبردی انرژی کشور می‌باشد.
- اخیراً مجمع تشخیص مصلحت نظام در جلسه فوق‌العاده مورخ ۱۱ مرداد ۱۴۰۱، پس از بحث درباره لزوم اصلاح الگوی مصرف انرژی، «کاهش شدت مصرف انرژی به میزان متوسط سالانه ده درصد با رعایت بند هفتم سیاست‌های کلی اصلاح الگوی مصرف» را از تصویب گذراندند.
- روند تغییرات شدت انرژی بر اساس اهداف اسناد بالادستی کشور را در شکل (۱) ملاحظه می‌نمایید

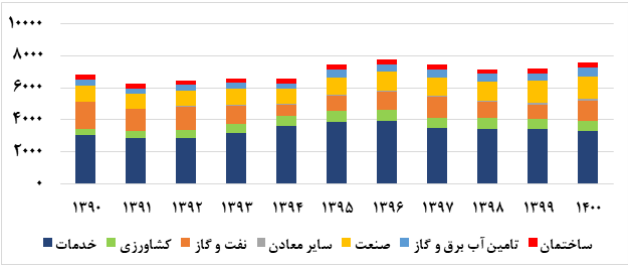


شکل ۱ : روند تغییرات شدت انرژی هدف‌گذاری شده مطابق با اهداف، سیاست‌ها و اسناد بالادستی کشور

تبیین وضع موجود

روند تغییرات تولید ناخالص داخلی و عرضه انرژی اولیه کشور طی سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۸ در جدول (۳) ارائه شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌نمایید شدت انرژی کشور طی سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۸ روندی صعودی داشته است و کاهش شدت انرژی در سال ۱۳۹۵ به دلیل افزایش تولید ناخالص داخلی در این سال و کاهش ناچیز در عرضه انرژی اولیه بود ولیکن مصرف انرژی نهایی در سال ۱۳۹۵ نسبت به سال ۱۳۹۴ در همه بخش‌های مصرف‌کننده رشد داشته است.

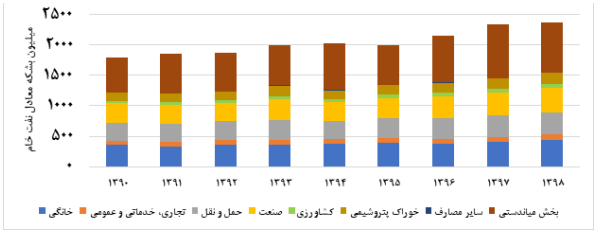
همچنین بر اساس اطلاعات مرکز آمار ایران، تولید ناخالص داخلی در سال‌های ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ به ترتیب ۷۲۵۴ و ۷۵۶۹ هزار میلیارد ریال به قیمت‌های ثابت سال ۱۳۹۰ بود. درواقع رشد متوسط سالانه تولید ناخالص داخلی در دهه گذشته (۱۳۹۰ تا ۱۴۰۰) کمتر از ۱ درصد بوده است. ساختار تولید ناخالص داخلی به تفکیک بخش‌های مختلف اقتصادی را در نمودار شکل (۲) ملاحظه می‌نمایید که بخش‌های صنعت و خدمات بیشترین سهم را از تولید ناخالص داخلی کشور دارند.



شکل ۲ : تولید ناخالص داخلی کشور به تفکیک بخش‌های مختلف در دهه گذشته (مرکز آمار)

در شکل (۳) عرضه انرژی اولیه کشور به تفکیک بخش‌های مختلف در طی سال‌های ۱۳۹۸-۱۳۹۰ نمایش داده‌شده است. بخشی از انرژی تولیدی کشور، صادرشده و یا برای مواردی نظیر سوخت کشتی‌های بین‌المللی، تزریق گاز، گازهای قابل جمع‌آوری و ذخیره در مخازن، به مصرف می‌رسد و نزدیک به ۷۰٪ انرژی تولیدی به‌صورت انرژی اولیه عرضه می‌گردد. در سطح بعدی انرژی عرضه‌شده با کسر انرژی مصرفی در بخش میان‌دستی تحویل مصرف‌کنندگان نهایی می‌گردد. مصارف بخش میان‌دستی شامل تلفات پالایش نفت، پالایش گاز، نیروگاه، مصارف داخلی و عملیاتی، تلفات انتقال و توزیع، ذخیره در مخازن، اختلافات آماری و گازهای گم‌شده بوده و نزدیک به ۶۰٪ مصارف میان‌دستی مربوط به تلفات بخش فراورش و تبدیل می‌باشد که عمده تلفات مربوط به بخش نیروگاهی است. درواقع به‌طور میانگین در دهه گذشته حدود ۶۵٪ عرضه انرژی اولیه به مصرف‌کننده نهایی انرژی در کشور تحویل شده و مابقی در بخش میان‌دستی مصرف یا بخشی از آن ذخیره شده است. همان‌طور که در شکل ملاحظه می شود کاهش جزئی عرضه انرژی اولیه در سال ۱۳۹۵ نسبت به ۱۳۹۴ مربوط

به تغییرات مصرف در بخش میان‌دستی است و ربطی به کاهش مصرف نهایی انرژی کشور و اقدامات بهینه‌سازی انرژی ندارد.



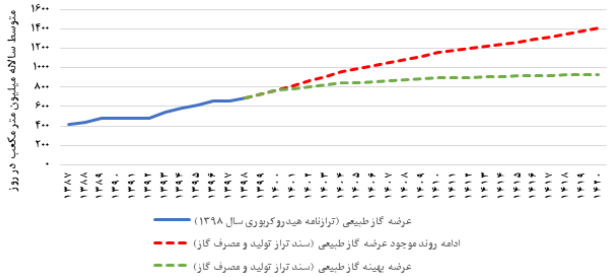
شکل۳: عرضه انرژی اولیه کشور به تفکیک بخش‌های مختلف در طی سال‌های ۱۳۹۸ – ۱۳۹۰
(ترازنامه هیدروکربوری ۱۳۹۸)

با عنایت به این مهم که گاز طبیعی و بنزین مهم‌ترین حامل‌های مصرف انرژی کشور هستند، توجه به دو سند بسیار مهم زیر که در سال ۱۳۹۹ به تصویب شورای عالی انرژی کشور رسید بسیار حائز اهمیت است.

۱. سند تراز تولید و مصرف گاز طبیعی در کشور بر اساس گزینه‌های بهینه‌سازی (غیرقیمتی و قیمتی) در ماه‌های سرد و عادی سال تا افق ۱۴۲۰

۲. سند تأمین انرژی بخش حمل‌ونقل کشور تا افق ۱۴۲۰ با تأکید بر کارایی/بهینه‌سازی مصرف سوخت

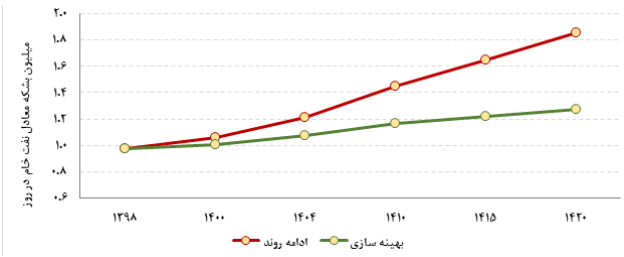
شکل (۴) روند عرضه گاز طبیعی کشور در دو سناریوی ادامه روند موجود و بهینه‌سازی را تا افق سال ۱۴۲۰ مطابق سند تراز تولید و مصرف گاز طبیعی نشان می‌دهد. همان‌طور که در شکل ملاحظه می‌گردد روند عرضه گاز طبیعی حتی در حالت بهینه و انجام کلیه اقدامات ارتقاء کارایی انرژی، در مطالعات پشتیبان این سند با رشد



شکل ۴: روند عرضه گاز طبیعی کشور در دو سناریوی ادامه روند موجود و بهینه‌سازی تا افق سال ۱۴۲۰
(منبع: سند تراز تولید و مصرف گاز طبیعی کشور مصوب شورای عالی انرژی)

سالانه حداقل حدود ۱% ، صعودی پیش‌بینی شده است.

شکل (۵) روند عرضه فرآورده بخش حمل‌ونقل کشور (معادل بنزین) در دو سناریوی ادامه روند موجود و بهینه‌سازی را تا افق سال ۱۴۲۰ مطابق سند تراز فرآورده حمل‌ونقل نشان می‌دهد. همان‌طور که در شکل ملاحظه می‌گردد روند عرضه فرآورده بخش



شکل ۵: روند عرضه فرآورده معادل بنزین در دو سناریوی ادامه روند موجود و بهینه‌سازی تا افق سال ۱۴۲۰
(منبع: سند فرآورده حمل‌ونقل مصوب شورای عالی انرژی)

حمل‌ونقل حتی در حالت بهینه، با رشد سالانه حداقل ۱%، صعودی پیش‌بینی شده است.

بخش صنعت (به‌جز نفت و گاز، معادن و ساختمان) بیش از ۱۸% از تولید ناخالص داخلی در سال ۱۴۰۰ را به خود اختصاص دادند. از طرفی ۲۳% ارزش‌افزوده بخش صنعت مربوط به صنایع پتروشیمی و حدود ۲۰% آن مربوط به تولید فلزات پایه می‌باشد. پیش‌بینی می‌گردد با بهره‌برداری از طرح‌های جدید در دست احداث صنایع پتروشیمی و آهن و فولاد، سهم بخش صنعت در تولید ناخالص داخلی افزایش یابد. از طرفی با توجه به انرژی بر بودن این صنایع، با بهره‌برداری از طرح‌های جدید، میزان انرژی اولیه نیز به مقدار قابل‌ملاحظه‌ای افزایش خواهد یافت. برای مثال تغییرات ظرفیت برخی از محصولات انرژی بر در طرح‌های جدید توسعه کشور به شرح جدول (۴) می‌باشد.

درنتیجه وضعیت سیستم انرژی کشور حاکی از ادامه روند رشد عرضه انرژی اولیه در سال‌های آتی می‌باشد و انجام اقدامات ارتقاء کارایی انرژی می‌تواند منجر به کاهش میزان روند رشد و محدود نمودن آن از میزان رشد متوسط سالانه بالای ۳% به ماکزیمم ۱% گردد و این موضوع به‌خوبی در دو سند اخیر مصوب شورای عالی انرژی نمایان شده است.

جدول۳: تولید ناخالص داخلی، عرضه و شدت انرژی کشور طی سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۸

	۱۳۹۰	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۴	۱۳۹۵	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۸	رشد متوسط ۱۳۹۰ ۱۳۹۸
تولید ناخالص داخلی (هزار میلیارد ریال*)	۶۸۶۷	۶۲۸۰	۶۴۳۵	۶۵۸۱	۶۵۷۸	۷۵۰۹	۷۸۷۰	۷۴۸۳	۷۰۲۸	۰/۲۹
عرضه انرژی اولیه (معادل میلیون بشکه نفت خام)	۱۷۹۳	۱۸۶۱	۱۸۶۴	۱۹۹۷	۲۰۲۲	۱۹۹۷	۲۱۴۹	۲۳۴۳	۲۳۶۵	۳/۵۲
شدت انرژی اولیه (بشکه به میلیون ریال)	۰/۲۶۱	۰/۲۹۶	۰/۲۹	۰/۳۰۳	۰/۳۰۷	۰/۲۶۶	۰/۲۷۳	۰/۳۱۳	۰/۳۳۷	۳/۲۲

* به قیمت‌های ثابت سال ۱۳۹۰

مرجع: ترازنامه هیدروکربوری سال ۱۳۹۸

جدول۴: مشخصات ظرفیت‌های توسعه در برخی از محصولات انرژی بر بخش صنعت

	شاخص مصرف ویژه انرژی (معادل گاز طبیعی بر تن محصول)	ظرفیت کنونی (میلیون تن در سال)	ظرفیت پیش‌بینی‌شده پس از بهره‌برداری کامل از طرح‌های فعلی توسعه (میلیون تن در سال)
آهن اسفنجی	ـ روش احیاء مستقیم: ۳۷۰ ـ روش کوره بلند: ٤٤٠	۳۸	٦١
فولاد خام*	ـ روش قوس الکتریکی:۱۰۰ ـ روش کنونتور اکسیژنی:۲۰	۳٤	٤٧
متانول	۷۸۳	١٤	٤٢
آمونیاک	۸۲۳	٦/٥	۹
اتیلن	٥۳۱	۷/۸	۲۱

* در طرح جامع فولادکشور، چشم‌انداز تولید ۵۵ میلیون تن فولاد تا سال ۱۴۰۴ برنامه‌ریزی شده است

جمع‌بندی و نظرات کارشناسی

معیار شدت انرژی ازجمله شاخص‌های مهم استراتژیک در کشورهای توسعه‌یافته است. لیکن هدف‌گذاری کاهش این شاخص در قوانین و اسناد بالادستی انرژی کشور، به دلایل مختلفی که مهم‌ترین آن‌ها وابستگی آن به تولید ناخالص داخلی می‌باشد، تاکنون به نتیجه مطلوبی منجر نشده است. از دیگر دلایل عدم تحقق شاخص شدت انرژی می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- سهم قابل‌توجه بخش غیر مولد و بخش میان‌دستی از عرضه انرژی اولیه کشور ـ درواقع بخش قابل‌توجهی از صورت کسر، منتج به افزایش تولید ناخالص داخلی در مخرج کسر نمی‌گردد.
- سهم قابل‌توجه صنایع انرژی بر در تولید ناخالص داخلی بخش صنعت ـ برنامه توسعه بخش صنعت کشور مبتنی بر توسعه این صنایع و عدم تغییر در بهره‌وری انرژی بخش صنعت است؛ درحالی‌که در بسیاری از کشورهای پیشرو، مواد اولیه انرژی‌بر موردنیاز خود را از کشورهای دیگر خریداری و با بهره‌گیری از فناوری‌های انرژی کارآمد، محصولات نهایی باارزش افزوده بالا تولید می‌نمایند.
- تأثیرات ناشی از تصمیمات ناهماهنگ و برنامه‌ریزی‌های نامنسجم، غیرواقع بینانه و غیر هدفمند گذشته
- عدم کارایی اقتصاد انرژی به دلیل وجود رانت انرژی و یارانه‌های پنهان و تخصیص ناکارآمد انرژی
- سطح پایین فناوری‌های به کار گرفته‌شده در جریان انرژی
- تسلط رویکرد مدیریت عرضه انرژی بر مدیریت تقاضای انرژی
- تمرکز دولت بر تأمین انرژی و عدم توجه به خصوصی‌سازی
- وابستگی شدید به منابع هیدروکربوری و عدم توجه به تولید انرژی از سایر ظرفیتهای موجود در کشور
- عدم تخصیص منابع مالی لازم در بودجه سنواتی جهت نوسازی و بازسازی واحدهای نیروگاهی، پالایشگاهی و سایر بخش‌های عملیاتی، فراورشی و انتقال و توزیع (بخش میان‌دستی)
- عدم تأمین اعتبار پروژه‌های ارتقاء کارایی انرژی مطابق با ماده ۷۳ قانون اصلاح الگوی مصرف
- فقدان زیرساخت‌های حقوقی، بیمه، بانک اطلاعاتی و تأمین مالی از طریق سرمایه‌گذاری‌های خطرپذیر
- فقدان سازوکار بازاری مناسب جهت خریدوفروش انرژی (سوخت، برق و حرارت)
- فقدان آیین‌نامه‌های مناسب یا عدم تدقیق آیین‌نامه‌های موجود جهت اجرای مصوبات قانونی و اسناد راهبردی

با عنایت به موارد فوق‌الذکر، به‌منظور بهبود فرآیند تصمیم‌گیری و هدف‌گذاری ارتقاء کارایی انرژی در کشور و حصول نتیجه، راهبردهای ذیل پیشنهاد می‌گردد:

◀ هدف‌گذاری شاخص ارتقاء کارایی انرژی، تنها به شاخص شدت انرژی محدود نمی‌شود و مطابق جداول ۱ و ۲ بسته به ساختار سیستم انرژی، اقتصادی و سیاسی هر کشور می‌توان از انواع شاخص‌ها و اهداف بهره برد. تعیین اهداف کمی مناسب در قالب بسته‌های جامع می‌تواند منتج به بهبود کارایی انرژی، کاهش انتشار کربن، توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر و توسعه فناوری‌های انرژی کارآمد و سازگار با محیط‌زیست گردد.

درواقع انتخاب شاخص‌های مناسب و تعیین اهداف کمی ارتقاء کارایی انرژی نیازمند بررسی و پژوهش مستقل با بهره‌گیری کامل از نظرات خبرگان حوزه انرژی و اقتصاد است. شفافیت، عقلانیت و بهره‌گیری از خرد جمعی و نیز شنوا بودن نسبت به نقدهای مطرح‌شده و اصلاح رویه‌های معیوب گذشته موجب شکوفایی و تقویت نظام تصمیم‌گیری در این حوزه خواهد شد.

◀ در کنار تعیین اهداف ارتقاء کارایی انرژی، جهت تحقق آن‌ها اجرای نظام‌مند و هدفمند ۳ عملکرد ذیل ضروری می نماید:

۱. سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی یکپارچه و هدفمند و تعیین اقدامات اجباری ـ تدوین بسته‌های جامع از سیاست‌های قیمتی و غیر قیمتی و تعیین نوع اقدامات ارتقاء کارایی انرژی به تفکیک بخش‌های مختلف مصرف‌کننده انرژی و اجباری نمودن آن‌ها (تعیین و ابلاغ شرح وظایف و مسئولیت‌ها)

۲. ردیابی پیشرفت ـ متناسب با اهداف تعیین‌شده، می‌بایست سیاست‌ها و اقدامات را نظارت و ارزیابی نمود و در صورت نیاز، اهداف مورد بازبینی قرار گیرند.

بدیهی است تعیین اهداف، بدون وجود نهادی برای ارزیابی عملکرد قوانین و پایش و رصد اهداف کمی بی‌معنی خواهد بود؛

به‌عنوان‌مثال و با توجه به روند تغییرات شدت انرژی و انحراف آن از اهداف تعیین‌شده، لازم است یک نهاد برای بررسی علل این انحراف وجود داشته باشد تا با شناسایی مشکلات، نسبت به رفع یا تغییر در مقادیر هدف‌گذاری شده اقدام کند.

۳. بودجه‌ریزی مناسب و افزایش تأمین مالی طرح‌های ارتقاء کارایی انرژی– با افزایش تأمین مالی پیام روشنی به سرمایه‌گذاران ارائه می‌شود که بهره‌وری انرژی در اولویت است.

درواقع برنامه‌ریزی و تدوین استراتژی بهبود کارایی انرژی فرآیندی مستمر، منعطف و سیستماتیک به‌منظور دستیابی به مجموعه‌ای از راه‌حل‌های مناسب برای رسیدن به اهداف کمی تعیین شده است. استراتژی ملی انرژی کشور باید سه حوزه کلان نگری، همه‌جانبه نگری و آینده‌نگری را در بر بگیرد و تجمیع کلیه فعالیت‌های برنامه‌ریزی، مدیریت و راهبری بخش انرژی کشور در یک ساختار متمرکز امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر است. نیاز به ایجاد ساختار متمرکز مدیریت و راهبری بخش انرژی در کوتاه‌مدت منجر به ایجاد شورای عالی انرژی شده و برای اینکه شورای عالی انرژی توفیق یابد، این شورا باید لزوما در حد شورای عالی امنیت ملی فعال گردد و مکانیسم‌های نظارتی بر نحوه اجرای مصوبات ابلاغی توسط شورا کاملاً شفاف و نهادهای متولی و مسئول حاکمیتی جهت رگولاتوری و نظارت مشخص گردند. درنهایت با توجه به گزارش‌های سالانه دریافتی از نهادهای متولی نظارت، نسبت به رفع موانع، ارائه راهبردها و در صورت نیاز اصلاح مصوبات در شورای مربوطه اقدام گردد.

◄ توجه ویژه به مفهوم بهره‌وری سبز در برنامه هفتم توسعه کشور

در ماده ۷۹ قانون برنامه پنجم توسعه، تدوین برنامه جامع بهره‌وری کشور در اولویت قرار گرفت؛ اما توجهی به بررسی بهره‌وری انرژی– زیست‌محیطی نشد. مفهوم بهره‌وری سبز که به‌طور هم‌زمان متضمن ارتقا بهره‌وری انرژی و حفاظت از محیط‌زیست است باید در برنامه هفتم توسعه موردتوجه قرار گیرد.

دراین‌ارتباط، باید ابتدا کلیه اهداف و مکانیسم‌های کنترل رفتاری در بهبود راندمان انرژی و شاخص‌های زیست‌محیطی که به‌طورکلی شامل قوانین و مشوق‌ها می‌باشد، تعریف شوند.

در مورد قوانین، هدف بهبود کارایی انرژی به کمک رویکردهای دستوری محقق می‌شود. شامل: تدوین استانداردهای معیار مصرف انرژی، استانداردهای انتشار آلودگی و قوانین و مقررات و آیین‌نامه‌های زیست‌محیطی

اما در رویکردهای مبتنی بر مشوق‌ها، ابزارهای اقتصادی گوناگونی مطرح می‌باشند که تحت عنوان نگرش‌های بازار محور یا «استراتژی‌های حداقل هزینه» باید در کنار رویکردهای مبتنی بر کنترل و نظارت، موردتوجه قرار گیرند. این رویکردها شامل موارد ذیل می‌باشد:

۱. استفاده از ابزارهای مالی شامل اعطای یارانه بر بهره‌وری انرژی به بخش‌های اقتصادی

۲. استفاده از ابزارهای تنبیهی مانند جرائم ماده ۲۶ قانون اصلاح الگوی مصرف انرژی و مالیات بر انتشار آلودگی و مالیات بر مصرف سوخت که به‌طور مستقیم بر کاهش مصرف انرژی و آلودگی مؤثرند. در این زمینه با توجه به تبصره ۱ و ۲ ماده ۱۹۲ برنامه پنجم توسعه، دولت مکلف است ارزش اقتصادی منابع زیست‌محیطی را در حساب‌های ملی ملحوظ نماید و هزینه‌های ناشی از آلودگی و تخریب محیط‌زیست در فرآیند توسعه را با کمک کلیه واحدهای تولیدی، صنعتی، عمرانی و خدماتی، به طور زیربنایی برآورد نماید. در صورت تحقق این امر، امکان وضع مالیات بر انتشار آلودگی میسر خواهد شد زیرا وضع این‌گونه مالیات‌ها ازنظر علمی مستلزم تخمین مستقیم آلودگی ایجادشده در بخش‌های مختلف و سپس تعیین سطح بهینه مالیات (بر مبنای هزینه نهایی تخریب محیط زیستی بخش‌های مختلف) است.

۳. ایجاد بازار و تعریف مجوزهای قابل‌مبادله برای صرفه‌جویی مصرف انرژی یا کاهش انتشار آلودگی که مجموعه‌ای از برنامه‌های تجارت انتشار داخلی و بین‌المللی، بازارهای مبتنی بر اعتبارات، مکانیسم‌های پروژه محور و بازارهای تجارت داوطلبانه را شامل می‌شود. در این زمینه توجه ویژه به سازوکارهای «بازار انرژی و محیط‌زیست» لازم است. ویژگی اصلی این بازارها در انعطاف‌پذیری به لحاظ نوع مکانیسم اختیار شده توسط هر بخش برای کاهش آلودگی و افزایش کارایی انرژی است؛ به‌گونه‌ای که هر بنگاه آلوده‌کننده به اختیار خود تصمیم می‌گیرد که میزان آلودگی ایجادشده توسط واحد خود را به‌واسطه بهبود کارایی انرژی کاهش داده و مجوزهای کسب‌شده را بفروشد و یا جرائم تعیین‌شده را به علت عدم رعایت تعهداتش بپردازد.

۴. استفاده از فرصت‌های جذب منابع مالی خارجی شامل تسهیلات و وام‌های کم‌بهره در توافقات بین‌المللی تغییر اقلیم و ...

۵. ایجاد کارگروه‌های استانی بهینه‌سازی مصرف انرژی به‌منظور تعریف، بسترسازی و زمینه‌سازی جهت اجرای پروژه‌های مرتبط با کاهش مصرف سوخت، ارتقاء شاخص‌های بهره‌وری انرژی و متنوع سازی سبد عرضه و تقاضای استان در حوزه‌های حمل‌ونقل، ساختمان، صنایع، کشاورزی، امور تحقیقاتی، پژوهشی و فرهنگ‌سازی

۶. ایجاد زیرساخت‌های حقوقی، بیمه، بانک اطلاعاتی و تأمین مالی از طریق سرمایه‌گذاری‌های خطرپذیر برای طرح‌های بهینه‌سازی مصرف انرژی

۷. سازمان‌دهی استقرار صنایع کشور و شکل‌دهی به زنجیره فعالیت‌های صنعتی و تغییر رویکرد در توسعه صنایع از صنایع به‌شدت انرژی بر باارزش افزوده پایین به صنایع باارزش افزوده بالا و مصرف انرژی پایین‌تر

مراجع:

۱. سند تراز تولید و مصرف گاز طبیعی در کشور بر اساس گزینه‌های بهینه‌سازی (غیرقیمتی و قیمتی) در ماه‌های سرد و عادی سال تا افق ۱۴۲۰، مصوب شورای عالی انرژی، ۱۳۹۹

۲. سند تأمین انرژی بخش حمل‌ونقل کشور تا افق ۱۴۲۰ با تأکید بر کارایی/ بهینه‌سازی مصرف سوخت، مصوب شورای عالی انرژی، ۱۳۹۹

۳. ترازنامه هیدروکربوری انرژی وزارت نفت، سال ۱۳۹۸

۴. سایت مرکز آمار www.amar.org.ir

۵. سایت آژانس بین‌المللی انرژی https://www.iea.org/IEA،

۶. سرمقاله «شدت مصرف انرژی از هدف‌گذاری تا واقعیت»، رضا پدیدار- رئیس کمیسیون انرژی و محیط‌زیست اتاق تهران، ۱۳۹۸

۷. الزامات تشکیل وزارت انرژی، معاونت پژوهش‌های زیربنایی و امور تولیدی، دفتر مطالعات انرژی، صنعت و معدن، تیرماه ۱۳۹۷

. . . گزارش تحلیلی . . .

نظم کنونی انرژی

راهبردهای انرژی عربستان همزمان با بحران انرژی اروپا

سید صادق ضرغامی – پژوهشگر موسسه ی مطالعات بین المللی انرژی

مقدمه:

کشور عربستان بعنوان بزرگترین صادرکننده نفت خام در جهان، نقش تعیین کننده‌ای در بازار جهانی انرژی دارد. کاهش شدید صادرات انرژی به کشورهای اروپایی از طرف روسیه بدلیل مناقشه آن کشور با اوکراین و تحریم آن توسط اروپا، سبب شده است که کشورهای اروپایی با مشکلات زیادی مانند افزایش نرخ برق و سایر حامل‌های انرژی و نیز نرخ تورم، روبرو گردند و بدنبال جایگزینی سریع انرژی مورد نیاز از سمت کشورهای دارای منابع غنی فسیلی باشند. یکی از این کشورها عربستان است که راهبردهای انرژی آن تاثیر بسزایی بر سیاست‌های انرژی اروپا می‌گذارد. در حال حاضر، این کشور بدلیل فشار کشورهای غربی سعی در افزایش صادرات نفت جهت پوشش قسمتی از تقاضای انرژی اروپا خصوصا در کوتاه مدت دارد، زیرا فصل زمستان در پیش است و تقاضای انرژی در اروپا خصوصا در بخش خانگی افزایش قابل توجهی خواهد داشت. از طرفی، میزان تولید نفت عربستان محدود است و این کشور نیز تعهدات صادراتی خود را دارد. بنابراین یا باید به توسعه سایر منابع انرژی بپردازد و یا اینکه واردات انرژی خود را افزایش داده و معادل آن را به کشورهای اروپایی صادر نماید. از طرفی، پیمان‌های بین‌المللی زیست محیطی نیز سبب جهت‌دهی به سیاست گذاری انرژی کشورها به سمت انرژی‌ها و سوخت های پاک می‌گردد. حال باید دید با شرایط موجود، عربستان بدنبال تدوین چه راهبردهایی است.

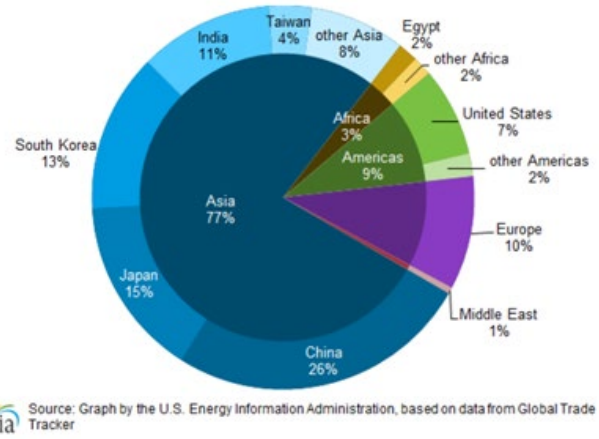
ارزیابی بخش انرژی عربستان [1]

کشور عربستان سعودی سهم ۳۱% از ذخایر اثبات شده نفت در خاورمیانه (۱۵% از ذخایر اثبات شده جهانی) را در اختیار دارد و بزرگترین صادرکننده نفت جهان است. این کشور، بزرگترین تولید کننده نفت در اوپک و دومین تولید کننده بزرگ میعانات نفتی در جهان بعد از آمریکا است. صادرات نفتی سهم بزرگی در اقتصاد عربستان دارد و حدود ۷۰% کل ارزش صادرات این کشور و ۵۳% درآمدهای دولتی آن را شامل می‌شود.

عربستان دومین کشور بزرگ مصرف کننده انرژی در خاورمیانه پس از ایران و یازدهمین کشور بزرگ مصرف کننده انرژی در دنیا است. نفت ۶۲% و گاز طبیعی ۳۸% از مصرف انرژی اولیه در این کشور را دارند.

منطقه آسیا سهم ۷۷% از صادرات نفت خام و یک سوم فرآورده‌های نفتی عربستان را در اختیار دارد. سهم سایر مناطق از صادرات نفت خام این کشور شامل اروپا ۱۰%، آمریکا ۹%، آفریقا ۳% و بقیه کشورهای خاورمیانه ۱% می‌باشد.

۷۵% از صادرات فرآورده‌های نفتی عربستان به قاره‌های اروپا و

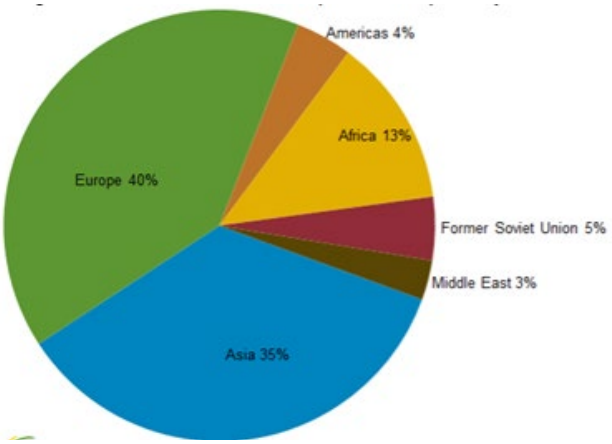


شکل ۱: سهم مناطق و کشورهای مختلف از صادرات نفت خام عربستان سعودی

آسیا (بمیزان ۹۰۰ هزار بشکه در روز در سال ۲۰۲۰) اختصاص یافته است.

این کشور ششمین کشور بزرگ از نظر ذخایر اثبات شده گاز طبیعی پس از روسیه، ایران، قطر، آمریکا و ترکمنستان است. عربستان واردات و صادرات گاز طبیعی ندارد و تمامی تولیدات آن به مصرف داخلی می‌رسد. سهم عمده گاز طبیعی تولید شده دراین کشور به مصرف بخش تولید برق و بخش صنعت که عمدتا پتروشیمی است، می‌رسد. سوخت نیروگاه‌های برق عربستان از گاز طبیعی با سهم ۶۱% و نفت خام با سهم ۳۹% تامین می‌شود. ظرفیت عرضه و فرآوری گاز طبیعی از سال ۲۰۱۵ میلادی افزایش، یافته است که این اقدام سبب شده تا سهم قابل توجهی از گاز طبیعی جایگزین نفت در سبد سوخت نیروگاهی گردد.

میزان تولید برق این کشور در سال ۲۰۱۹ از سایر کشورهای خاورمیانه بیشتر بوده است. در سال ۲۰۲۰ میزان تولید برق به میزان ۱% کاهش یافت که دلیل آن رکود اقتصادی حاصل از شیوع ویروس کرونا بود. در این دوران میزان مصرف برق خانگی افزایش ولی میزان



شکل ۲: سهم مناطق مختلف دنیا از صادرات فرآورده های عربستان

۱. آمار و اطلاعات مربوط به سال ۲۰۲۰ میلادی است

مصرف برق تجاری و دولتی کاهش یافت.

اهداف انرژی عربستان تا در چشم انداز ۲۰۳۰

عربستان در نظر دارد جهت افزایش صادرات نفت خام و کاهش آلاینده‌ها به سبد سوخت نیروگاهی تنوع ببخشد. سهم مصرف گاز در نیروگاه‌ها از ۴۲% در سال ۲۰۱۰ به ۶۱% در سال ۲۰۲۰ افزایش یافته‌است که این بدلیل توسعه ظرفیت نیروگاه‌های گازی و افزایش تولید گاز طبیعی بوده است. این کشور در نظر دارد در کوتاه مدت، سوخت اغلب نیروگاه‌های برق مبتنی بر نفت خام و دیزل را با گاز طبیعی و نفت کوره جایگزین نماید تا بتواند صادرات نفت خام بیشتری داشته باشد.

اگرچه در حال حاضر برق خورشیدی سهم ناچیزی در کل تولید برق این کشور دارد، تعدادی پروژه بزرگ نیروگاهی خورشیدی در حال توسعه هستند. دولت عربستان قصد دارد طی دهه آینده نیروگاه‌های برق خورشیدی و بادی را توسعه دهد. چالشهای توسعه این نیروگاه‌ها شامل رقابت هزینه‌ای آن نسبت به هزینه نیروگاه‌های فسیلی، سیاست‌های قیمت‌گذاری دولت و سرمایه‌گذاری‌های کافی جهت توسعه نیروگاه‌ها، می‌باشد. برخی از مناطق کشور در دوردست واقعند و به شبکه گاز شهری متصل نیستند و در این مناطق از نیروگاه‌های نفتی جهت تامین برق استفاده می‌شود که دولت قصد دارد آنها را با نیروگاه‌های تجدیدپذیر (اغلب خورشیدی) جایگزین نماید.

عربستان در نظر دارد تا سال ۲۰۳۰، ۵۰% برق مورد نیاز خود را از انرژی‌های تجدیدپذیر و مابقی را از گاز طبیعی تامین نماید و بدین ترتیب نفت خام را از سبد سوخت نیروگاهی خود حذف نماید. در همین راستا، پروژه نیروگاه خورشیدی سودیر[1] در شمال ریاض، با ظرفیت ۱۵۰۰ مگاوات در حال احداث می‌باشد که می تواند برق ۱۸۵۰۰۰ واحد مسکونی را تامین نماید و حدود ۲/۹ میلیون تن انتشار سالیانه آلاینده‌ها را کاهش دهد.

این کشور، همچنین قصد دارد بمیزان ۳۶ میلیارد دلار سرمایه‌گذاری برای توسعه هیدروژن جذب نماید. این سرمایه‌گذاری‌ها بر روی بخش‌های مختلف زنجیره ارزش هیدروژن شامل تولید، صادرات، مصرف، زیرساخت و حمل و نقل، انجام خواهد شد. برای اجرای پروژه‌ها نیز تمرکز این کشور بر روی پنج فعالیت اولویت دار خواهد بود که عبارتند از: تسهیل مشارکت و همکاری بین المللی، امکان سنجی توسعه زیرساخت برای صادرات، ایجاد ساختار رگولاتوری‌ها، تدوین استانداردها و گواهی نامه‌ها و شتاب‌دادن به سرمایه‌گذاری‌های مرتبط با هیدروژن. در همین راستا، یک کارخانه تولید هیدروژن سبز با استفاده از برق خورشیدی و بادی در حال توسعه می‌باشد. تولید این کارخانه به میزان ۶۶۰ تن هیدروژن در روز خواهد بود. قرار است هیدروژن تولید شده به آمونیاک مایع تبدیل شده و سپس به کشورهای آسیایی؛ عمدتا کره جنوبی و ژاپن، صادر گردد. توسعه نیروگاه‌های اتمی با ظرفیت ۱۷ گیگاوات، از دیگر برنامه های کشور عربستان است.

بحث و نتیجه‌گیری

با مرور اهداف انرژی عربستان در می‌یابیم که این کشور قصد دارد علاوه بر افزایش امنیت انرژی و همراستایی با پیمان‌های جهانی زیست‌محیطی در بلند مدت توسط افزایش سهم‌انرژی‌های تجدیدپذیر و انرژی هسته‌ای در سبد عرضه و تقاضای انرژی، در میان و کوتاه مدت نیز، بحران انرژی در اروپا را با افزایش صادرات نفت خام توسط افزایش سهم گاز طبیعی و نفت کوره در سبد سوخت نیروگاهی، کاهش دهد. انرژی خورشیدی بالاترین پتانسیل رشد در عربستان را بدلیل تابش مناسب خورشید در این منطقه دارد. ولی توسعه آن زمان بر است و بنابراین برای جایگزینی در کوتاه مدت مناسب نیست. برای کاهش سهم نفت خام در سبد سوخت نیروگاهی بمنظور افزایش صادرات آن نیز، این کشور می‌تواند واردات نفت کوره را افزایش داده و همزمان میزان تولید گاز طبیعی را بالا ببرد. این کشور، همچنین باید سیاست‌های افزایش بهره‌وری انرژی را اجرا نماید. البته در شرایط بحرانی فعلی، عوامل مختلفی مانند عوامل سیاسی، اقتصادی، اجتماعی، فنی و زیست محیطی، می‌توانند بر راهبردهای انرژی عربستان اثرگذار باشند. بنظر می‌رسد عوامل سیاسی بیشترین وزن را در این شرایط داشته‌باشند. آمریکا و متحدانش از یکطرف تمایل به افزایش تولید انرژی حداکثری عربستان دارند تا بحران فعلی را کمرنگ نمایند و از طرف دیگر، روسیه تمایل به فشار حداکثری به اتحادیه اروپا و آمریکا برای رفع تحریم های سیاسی را دارد. آنچه مسلم است عربستان نیز بدنبال دستیابی به حداکثر منافع برای کشور خود است.

منابع:

Global electricity review, EMBER, 2021

KAPSARC, the economics and resource potential of hydrogen production in Saudi Arabia, 2021

International Energy Agency (IEA), Saudi Arabia, 2021

U.S. Energy Information Administration (EIA), Country analysis, Saudi Arabia, 2020

1.Sudair

EnerTech

Professional Monthly Journal of Energy Technologies (EnerTech)

Institute For International Energy Studies

www.iies.ac.ir
www.iies.mop.ir