شماره بیست و پنجم

موسسه مطالعات بین المللی انرژی
وابسته به وزارت نفت

دی ماه ۱۴۰۱

ماهنامه تخصصی
فناوری های انرژی
۲۵
EnerTech

پژوهشکده مطالعات راهبردی فناوری انرژی

بسم الله الرحمن الرحیم
ماهنامه تخصصی فناوری های انرژی
Professional Monthly Journal of Energy Technologies
شماره ۲۵ - دی ماه ۱۴۰۱

رویدادهای فناوری

سخنی با مخاطب ۲

وب‌بات استخراج قیمت متوسط ماهیانه مولفه های تاثیرگذار بر تولید انرژی های تجدیدپذیر ۳

افزایش کارایی ده برابری شکست خورشیدی آب به هیدروژن و اکسیژن با استفاده از کاتالیست جدید ۵
حوزه: نظم نوین آینده انرژی

نسخه ی آزمایشی سیستم دریافت و ارسال انرژی خورشیدی فضایی به زمین ۵
حوزه: نظم نوین آینده انرژی

پیشرفت مداوم مفهوم فتوولتاییک درون خانه و فضای مسقف (Indoor) ۶
حوزه: نظم نوین آینده انرژی

پایلوت موفق پرواز یک هواپیمای ۱۹ نفره با یک موتور هیدروژنی ۶
حوزه: نظم نوین آینده انرژی

تولید سلول های فتوولتاییک با ظاهر سنتی و مطابق با بافت شهری سنتی پمپئی ایتالیا ۷
حوزه: نظم دوره گذار انرژی

جزایر فتوولتاییک شناور ۷
حوزه: نظم دوره گذار انرژی

همکاری شورون و قطرانرژی در زمینه مجتمع عظیم پتروشیمی ۸
حوزه: نظم کنونی انرژی

تولید ربات های زیر دریایی شرکت آمریکایی ناتیکوس برای عملیات نگهداشت، تعمیرات و جمع آوری داده های فراساحلی ۸
حوزه: نظم کنونی انرژی

گزارش های تحلیلی

راهبردهای هیدروژن جهان، فرصت‌های پیش روی ایران ۹
حوزه: نظم نوین آینده انرژی

وسایل نقلیه خودران و چالش های توسعه آنها ۱۳
حوزه: نظم نوین آینده انرژی

سناریونگاری در شرکت شل ۱۵
حوزه: نظم دوره گذار انرژی

بررسی اقدامات فناورانه بخش انرژی کشورهای آسیای میانه و نگاهی به پروفایل انرژی آنها ۲۲
حوزه: نظم کنونی انرژی

مدیریت مشعل‌سوزی (فلرینگ) و فناوری‌های کاهش گاز فلر ۲۶
حوزه: نظم کنونی انرژی

شناسنامه :

مدیر مسئول: علی اصغر رجبی
ناظران علمی: عرفان ریاحی
سردبیر: قاسم توتونچی
همکاران این شماره: سید صادق ضرغامی، امیرحسین فاکهی، پیمان نیلچی پور، سمانه سنجری، قاسم توتونچی
هیات تحریریه: علی اصغر رجبی، غلامعلی رحیمی، عباس زراء نژاد، عقیل براتی، 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 "راهبردهای هیدروژن جهان، فرصتهای پیش روی ایران- بخش چهارم"، "وسایل نقلیه خودران و چالش های توسعه آنها"، "سناریونگاری در شرکت شل"، "بررسی اقدامات فناورانه بخش انرژی کشورهای آسیای میانه و نگاهی به پروفایل انرژی آنها - بخش نخست: تاجیکستان"، "مدیریت مشعل سوزی (فلرینگ) و فناوریهای کاهش گاز فلر- بخش اول"، و نیز رویدادهای فناوری اخیر تقدیم گردیده است که امید است مورد توجه واقع شود. همچنین از این شماره ی ماهنامه ی تخصصی، برخی مولفه های فنی اقتصادی انرژی غیرفسیلی به صورت آماری و در مقایسه با ماه قبل ایفاد می گردد.

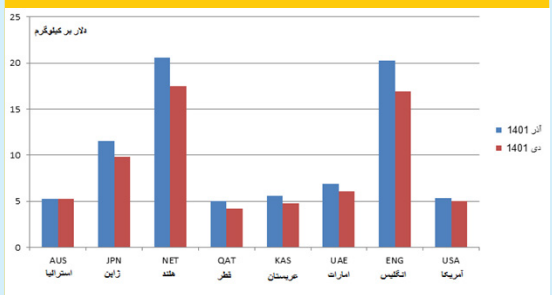
با آرزوی توفیق و سلامتی و شادکامی

سردبیر

وب‌بات استخراج قیمت متوسط ماهیانه مولفه های تاثرگذار بر تولید انرژی های تجدیدپذیر

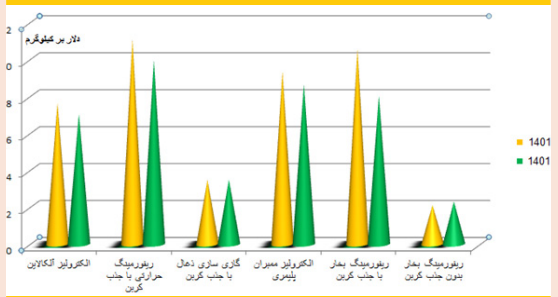
همانگونه که مخاطبین محترم ماهنامه ی تخصصی استحضار دارند استخراج، انتشار و تحلیل مولفه های انرژی فسیلی مانند قیمت نفت و فراورده های نفتی، گاز، ذغالسنگ و ... مسبوق به سابقه بوده و از طرق مختلف منتشر می گردد. از سوی دیگر به نظر می رسد مولفه های غیرفسیلی انرژی نیز حائز اهمیت باشد که کمتر مورد توجه قرار گرفته و انتشار روند و تحلیل آن مغفول بوده است. در همین راستا هیات تحریریه نسبت به توسعه وب‌بات لازم برای استخراج میانگین ماهیانه ی مولفه هایی نظیر قیمت تمام شده ی تولید هیدروژن به تفکیک کشورهای هدف، قیمت تمام شده ی تولید هیدروژن به تفکیک فناوری، قیمت لیتیوم، شاخص انرژی باد، شاخص انرژی خورشیدی، شاخص انرژی هسته ای و قیمت کربن مجاز اتحادیه اروپا و ... اقدام نموده اند که در ادامه ایفاد می گردد.

ردیف	مولفه انرژی غیرفسیلی (دلار بر کیلوگرم)	میانگین ماه آذر ۱۴۰۱	میانگین ماه دی ۱۴۰۱
۱	قیمت میانگین تولید هیدروژن استرالیا با انواع فناوری	۵/۲۵	۵/۲۳
۲	قیمت میانگین تولید هیدروژن ژاپن با انواع فناوری	۱۱/۵۵	۹/۸۶
۳	قیمت میانگین تولید هیدروژن هلند با انواع فناوری	۲۰/۵۵	۱۷/۴۷
٤	قیمت میانگین تولید هیدروژن قطر با انواع فناوری	۵/۰۱	٤/۲۲
۵	قیمت میانگین تولید هیدروژن عربستان با انواع فناوری	۵/۵۹	٤/۸۱
۶	قیمت میانگین تولید هیدروژن امارات با انواع فناوری	۶/۹۰	۶/۱۱
۷	قیمت میانگین تولید هیدروژن انگلیس با انواع فناوری	۲۰/۲۷	۱۶/۹
۸	قیمت میانگین تولید هیدروژن آمریکا با انواع فناوری	۵/۳۲	٤/۹۸



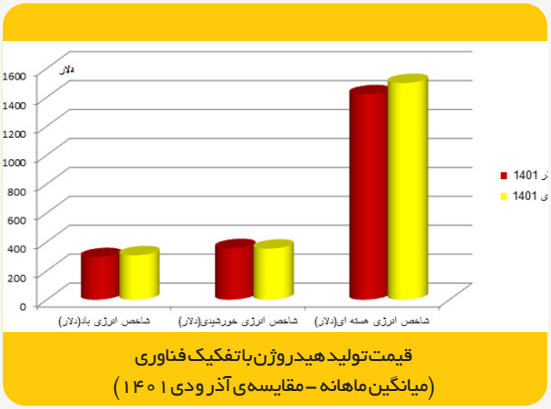
قیمت تولید هیدروژن در کشورهای هدف
(میانگین ماهانه – مقایسه‌ی آذر و دی ۱۴۰۱)

ردیف	مولفه انرژی غیرفسیلی (دلار بر کیلوگرم)	میانگین ماه آذر ۱۴۰۱	میانگین ماه دی ۱۴۰۱
۹	قیمت میانگین تولید هیدروژن با فناوری الکترولیز آلکالاین در کشورهای مختلف	۷.۶۵	۷/۰۶
۱۰	قیمت میانگین تولید هیدروژن با فناوری ریفورمینگ حرارتی با جذب کربن در کشورهای مختلف	۱۱/۱۱	۹/۹۷
۱۱	قیمت میانگین تولید هیدروژن با فناوری گازی سازی ذغالسنگ با جذب کربن در کشورهای مختلف	۳/٤۸	۳/۵۰
۱۲	قیمت میانگین تولید هیدروژن با فناوری الکترولیز الکترولیت ممبران پلیمری در کشورهای مختلف	۹/۳۵	۸.۶۶
۱۳	قیمت میانگین تولید هیدروژن با فناوری ریفورمینگ بخار با جذب کربن در کشورهای مختلف	۱۰/۵۹	۸/۰۵
۱٤	قیمت میانگین تولید هیدروژن با فناوری ریفورمینگ بخار بدون جذب کربن در کشورهای مختلف	۲/۱۱	۲/۳۱



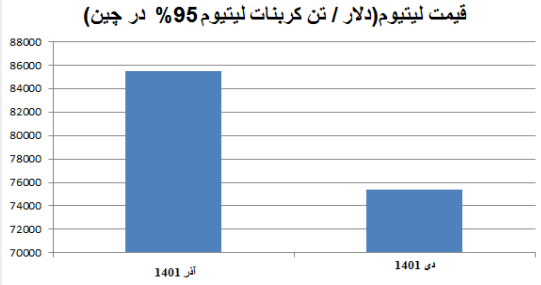
قیمت تولید هیدروژن با تفکیک فناوری
(میانگین ماهانه – مقایسه‌ی آذر و دی ۱۴۰۱)

ردیف	مولفه انرژی غیرفسیلی	میانگین ماه آذر ۱۴۰۱	میانگین ماه دی ۱۴۰۱
۱۵	شاخص انرژی باد (دلار)	۲۹۴/۴۲	۳۰۷/۴۰
۱۶	شاخص انرژی خورشیدی (دلار)	۳۵۶/۶۲	۳۵۳/۱۶
۱۷	شاخص انرژی هسته ای (دلار)	۱۴۲۱/۲	۱۴۹۸/۸

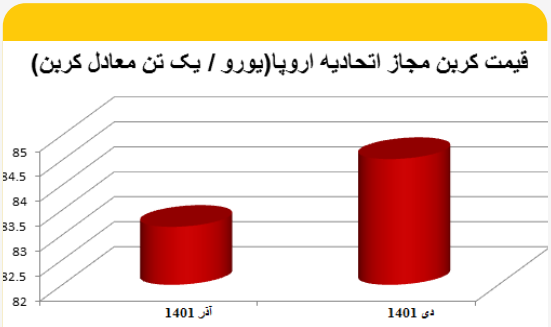


قیمت تولید هیدروژن با تفکیک فناوری
(میانگین ماهانه – مقایسه‌ی آذر و دی ۱۴۰۱)

ردیف	مولفه انرژی غیرفسیلی	میانگین ماه آذر ۱۴۰۱	میانگین ماه دی ۱۴۰۱
۱۸	قیمت لیتیوم (دلار / تن کربنات لیتیوم ۹۵٪ در چین)	۸۵۴۷۱	۷۵۳۷۵



ردیف	مولفه انرژی غیرفسیلی	میانگین ماه آذر ۱۴۰۱	میانگین ماه دی ۱۴۰۱
۱۹	قیمت کربن مجاز اتحادیه اروپا (یورو / یک تن معادل کربن)	۸۳/۱۶۲	۸۴/۵۲



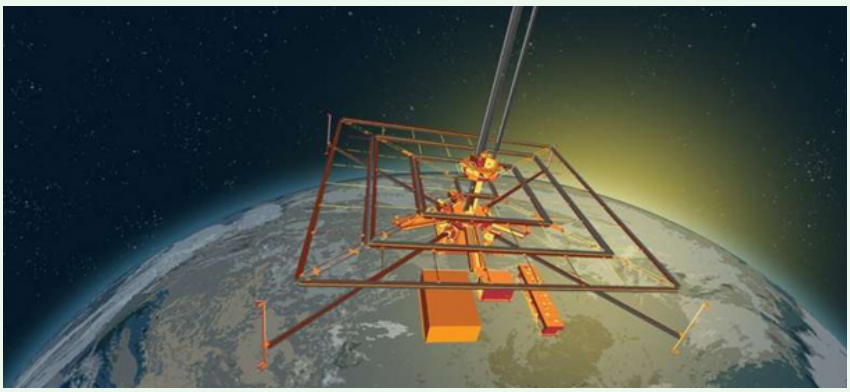
رویدادهای فناوری

نظم نوین آینده انرژی

افزایش کارایی ده برابری شکست خورشیدی آب به هیدروژن و اکسیژن با استفاده از کاتالیست جدید

محققین دانشگاه میشیگان با الهام گیری از فتوسنتز طبیعی، موفق به طراحی و ساخت دستگاه شکست و مبدل آب به هیدروژن شده اند که بدون الکترولیز آب، تا میزان ۹% استحصال هیدروژن از آب را در حضور یک کاتالیست نیمه هادی جدید ممکن می‌سازد. این میزان حدود ده برابر بیش از بازدهی قبلی در چنین رویکردی می باشد. گیاهان هیدروژن مورد نیازشان را مستقیماً از آب و در حضور نور خورشید استحصال می نمایند و این موضوع، مسیر جدیدی را برای تولید هیدروژن مطرح می کند. دستگاه تولید شده، هم از نظر نحوه ی متمرکز کردن نور خورشید بر روی نیمه هادی موجود بدون آسیب به آن و هم در استفاده از طیف نور خورشید، منحصر به فرد است. کاتالیست نیمه هادی به کار برده شده از طیف بالای نور خورشید برای شکست آب به هیدروژن استفاده نموده و از طیف پایین تر نور خورشید و حرارت، صرفاً به عنوان تسریع بخشی به فرایند بهره می برد. کاتالیست نیمه هادی، نیترید گالیوم ایندیوم است که بر روی یک سطح سیلیکونی رشد یافته و با گلوله های فلزی نانو با ابعاد یک تا دو هزارم میلی متر پوشش داده شده است. این ساختار در دمای ۷۵ درجه سانتی گراد، شکست آب به هیدروژن را به میزان ۹% سبب گردیده است. گام های بعدی این پژوهش، افزایش خلوص دریافت هیدروژن و نیز افزایش مقیاس تولید می باشد.

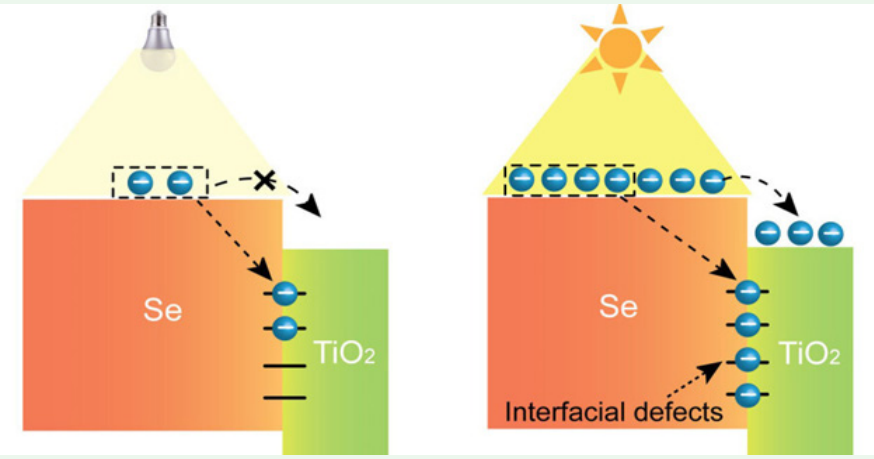
نسخه ی آزمایشی سیستم دریافت و ارسال انرژی خورشیدی فضایی به زمین



شرکت Caltech نسخه ی پایلوت سیستم دریافت انرژی خورشیدی فضایی در مدار زمین و ارسال پرتوی آن به زمین را در اوایل ۲۰۲۳ به فضا پرتاب کرد.

در نگاه اول چنین پروژه و پایلوتی کم اثر و اندکی تخیلی می نماید. اما با توجه به اینکه با استقرار چنین سیستمی بر روی مدار زمین، دائماً مستقل از روز و شب و فصول و لایه های ابری مانع نور، منبع لایزال خورشیدی در اختیار است، اهمیت این تلاش مشخص می گردد. یک صورت فلکی گسترده و مقیاس پذیر از اتصال همبند این سلول های خورشیدی فضایی، انرژی زیادی را دریافت و به الکتریسیته تبدیل می نماید. به موازات این تحقیقات، ارسال بدون سیم انرژی الکتریکی نیز در حال رشد و بلوغ است و به این ترتیب، انرژی خورشیدی فضایی، با زاویه، سمت و فراز مناسب بصورت انرژی برق بدون سیم به نقطه ی مورد نظر در سطح زمین می رسد. آزمایش افزایش اتوماتیک ابعاد سازه از چند فوت به چند ده متر و نیز امتحان کردن ۲۲ نوع فتوولتاییک برای تشخیص نوع بهینه از اهداف این پایلوت می باشد. نمونه ی اولیه ای از امواج مایکروویو برای ارسال توان به زمین نیز تعبیه گردیده است. جالب توجه اینکه مدیر این پروژه، یک دانشمند ایرانی است.

پیشرفت مداوم مفهوم فتوولتاییک درون خانه و فضای مسقف(Indoor)



محققین برای پیاده‌سازی ماژول های مدرن‌سازه های مسکونی، تجاری و صنعتی نظیر اینترنت اشیاء و کاربردهای مشابه کم توان، به منظور پرهیز از کابل کشی، در تلاش برای پیشبرد بیشتر IPV یا فتوولتاییک های داخل سازه ای هستند که با طول موج و طیف نور روشنایی مصنوعی داخل‌سازه و یا بازتابش نورخورشید درون‌سازه، توان الکتریکی را در روز و شب (ترجیحاً بدون باتری ذخیره ساز)، تامین نمایند. محققین چینی با ترکیبات سلنیوم، به چنین ماژول هایی دست یافته اند و توانسته اند آنها را درون برچسب های RFID پراکنده، جانمایی نمایند. نکته ی مهم در طراحی چنین ماژول های IPV، عمر مفید و تداوم کار آنهاست. سلولهای فتوولتاییک معمولی، در بازه ی غروب تا طلوع خورشید نوعی استراحت و ترمیم ساختاری خود را دارند، اما سلولهای فتوولتاییک داخل سازه ای، هزاران ساعت در معرض تابش دائمی نور مصنوعی یا بازتابیده ی طبیعی خواهند بود و این تداوم تابش و فعالیت، عمر مفید آنها را می کاهد. گام های بعدی این پژوهش، افزایش ضریب توان در واحد مساحت این ماژول ها و نیز افزایش چشم گیر عمر مفید آنها خواهد بود.

پایلوت موفق پرواز یک هواپیمای ۱۹ نفره با یک موتور هیدروژنی

شرکت آمریکایی ـ بریتانیایی زیروایویا (ZeroAvia) موفق شد با استفاده از موتور هیدروژنی، به عنوان یکی از دو موتور مورد نیاز، یک هواپیمای ۱۹ نفره را به پرواز در آورد. این بزرگترین هواپیمای تست شده با سوخت هیدروژن می باشد. این هواپیما حدود ۵ تن وزن دارد و به مدت ۱۰ دقیقه تا ارتفاع ۲۵۰۰ متر اوج گرفت و به سرعت ۲۲۵ کیلومتر در ساعت رسید. در عین حال تست محافظه کارانه بوده است؛ چرا که همان میزان که موفقیت پایلوت نقطه ی عطفی محسوب می شود، سقوط این هواپیما در اطراف لندن یا شکست آزمون، ضربه ی مهمی به فرایند توسعه حمل و نقل هیدروژنی محسوب می‌شد. موتور بال راست با سوخت فسیلی و موتور بال چپ، با نیرو محرکه الکتریکی تعبیه شد که نیمی از توان خود را از باتری و نیمی دیگر را از پیل سوختی دریافت می کند. طراحان این تست، هدف اصلی خود را شناسایی رفتار پیل سوختی هیدروژنی در حین پرواز اعلام نموده اند. بر روی زمین، تست موتور مذکور برای ۲۵ دقیقه تداوم داشته است. در تست پروازی، مخزن هیدروژن در کابین و نزدیک خلیان جانمایی شد که البته متولیان این فرایند، در تلاش برای جانمایی هیدروژن در مخزن بیرونی، حذف کامل موتور فسیلی و عدم نیاز به باتری می باشد.

رویدادهای فناوری | نظم دوره گذار انرژی

تولید سلول های فتوولتاییک با ظاهر سنتی و مطابق با بافت شهری سنتی پمپئی ایتالیا

صنعتگران حوزه ی انرژی های نو، برای کاهش مقاومت و مخالفت معماران شهری و مدافعین حفظ زیبایی سنتی شهرهای باستانی، سلول های فتوولتاییک با ظاهر سفال های سقفی ساختند. این محصول در ایتالیا، هلند، کرواسی و پرتغال متقاضایان جدی یافته است. احتمالاً توجه هیچ یک از ۳/۵ میلیون توریستی که سالیانه بقایای فوران آتش فشان پمپئی در سال ۷۹ پس از میلاد را به نظاره می نشینند، به تفاوت سفال های سقفی این شهر که ماژول های فتو ولتاییک شده اند، جلب نگردیده است. همچنین این ابتکار از حجم زیادی کابل کشی، که خود مستلزم دست خوردگی محیط حفاظت شده ی گردشگری است، اجتناب نموده است. این پوشش پلیمری، احتمالاً در آینده بتواند شکل و رنگی شبیه به آجر یا سنگ را نیز به خود بگیرد و بعنوان پوشش دیوارها یا سقف های غیر سفالی نیز استفاده شود.

جزایر فتوولتاییک شناور

در جهان منابع و ذخائر عظیم آبی برای تولید برق آبی وجود دارد. با توجه به محصور بودن این ذخائر (دریاچه های پشت سد) بین دره ها و کوه ها، امکان تموّج و تلاطم بر روی سطح آنها در مقایسه با دریاها و اقیانوس ها کمتر است. در عین حال در برخی نقاط جهان، تبخیر سطحی از همین منابع ذخیره شده ی آب، سهم جدی داشته و قابل تامل است. از این رو محققین بر این باور هستند که همزمان پیاده سازی توزیع شده ی فتوولتاییک خورشیدی، به همراه اینورتر و ذخیره ساز محلی و نگهداشت مورد نیاز، در کنار پوشاندن سطوح آبی مجتمع های برق آبی می تواند راهگشا و نقطه ی عطف تلقی گردد. وجود یک مزرعه ی عظیم فتوولتاییک به صورت متمرکز و شناور روی سطوح آب سدها، ضمن خروجی انرژی برق همیشگی، از تبخیر آب جلوگیری نموده و با توجه به هم جواری با تاسیسات برقی سدها، امکان نگهداشت و تعمیرات کم هزینه تر را فراهم می سازد. همچنین با توجه به اتصال به شبکه همجوار برق آبی، امکان سنجی پیاده سازی بدون ذخیره ساز نیز وجود دارد. در این خصوص تنظیم دبی خروج آب در روز و شب با توجه به میزان توان الکتریکی دریافتی از مزارع شناور جزیره ای فتوولتاییک، کارساز خواهد بود. این روش تجربه ای از متعادل سازی تقاضا بین دو منبع تجدیدپذیر بدون نیاز به ذخیره ساز انرژی خواهد بود.

همکاری شِورون و قطرانرژی در زمینه مجتمع عظیم پتروشیمی

دو شرکت شِورون و قطرانرژی تفاهم نامه ای برای احداث و بهره برداری از یک مجتمع کراکر اتان و دو زنجیره ی ارزش پلی اتیلن مرتبط تا سال ۲۰۲۶ منعقد نموده اند.

ظرفیت مجتمع ۲/۱ میلیون تن اتیلن در سال تخمین زده می شود که سبب می شود این مجتمع بزرگترین در نوع خود در خاورمیانه و یکی از بزرگترین مجتمع های جهان محسوب گردد. قطری ها این سرمایه گذاری را بزرگترین سرمایه گذاری مستقیم حوزه ی پتروشیمی خود می دانند. از نکات قابل توجه این تفاهم نامه، پیوست محیط زیستی و توسعه پایدار شهر راس لافان قطر می باشد.

تولید ربات های زیر دریایی شرکت آمریکایی ناتیکوس برای عملیات نگهداشت، تعمیرات و جمع آوری داده های فراساحلی

کمپانی ناتیکوس ناوگان نگهداشت دریایی خود شامل شناور پشتیبان برای آشیانه و شارژ ربات های زیرسطحی، و ۲۰ جفت ربات زیرسطحی برای عملیات نظارت، بازرسی، نگهداشت، تعمیرات و جمع آوری داده تاسیسات فراساحلی نفتی و گازی را برای فصل اول ۲۰۲۳ آماده ی تحویل نموده است و مشتریانی در نروژ، برزیل، مکزیک و انگلستان یافته است. این ناوگان با عملیات مشابه فعلی، سبب کاهش ۹۰% پرسنل، کاهش ۹۰% مصرف انرژی و تولید کربن و کاهش ۵۰% در کل هزینه ها خواهد شد. ربات ها مجهز به هوش مصنوعی بوده و به صورت منفرد، جفت و در مواردی به صورت گروهی و گله ای، می توانند امور محوله را به انجام برسانند. هماهنگی و سنکرون شدن عملیات بازوهای رباتیک در ربات های جداگانه از امتیازات این ناوگان است. ارتباطات شبکه ای به صورت سونار زیرآبی تنظیم شده و ربات های زیرسطحی پس از عملیات، به کشتی پشتیبان برای آشیانه یابی، شارژ، تعمیرات و نگهداشت باز می گردند.

گزارش تحلیلی
نظم نوین آینده انرژی

راهبردهای هیدروژن جهان، فرصت‌های پیش روی ایران

بخش چهارم

(راهبردهای هیدروژن روسیه و چین)

پیمان نیلچی پور؛ پژوهشگر موسسه ی مطالعات بین المللی انرژی

۱. راهبرد هیدروژن روسیه

روسیه در راستای روند جهانی کاهش اتکا به منابع انرژی هیدروکربنی (سوخت‌های فسیلی)، که بر محیط‌زیست و آب‌وهوا اثرات منفی می‌گذارند، برای تولید و صادرات هیدروژن اقدام به برنامه‌ریزی کرده است. از طرفی نیز، کنار گذاشتن منابع هیدروکربنی امنیت انرژی روسیه را به‌عنوان یکی از بزرگ‌ترین تأمین‌کنندگان نفت و گاز و زغال‌سنگ جهان تهدید می‌کند. به همین دلیل دولت روسیه به دنبال توسعه‌ی فناوری هیدروژن به‌عنوان جایگزینی برای منابع سنتی انرژی از سال ۲۰۲۲ به بعد است.

وزارت انرژی روسیه در اواخر ژوئیه ۲۰۲۰ نقشه‌ی راهی را جهت توسعه‌ی انرژی هیدروژنی برای دوره‌ی زمانی ۲۰۲۰ تا ۲۰۲۴ تهیه و آن را به دولت فدرال ارائه کرد. این برنامه شامل حمایت از پروژه‌های آزمایشی در بخش تولید و همچنین بهبود چهارچوب‌های قانونی و قوانین و مقررات مربوط به تولید، حمل‌ونقل و استفاده از هیدروژن است. در آوریل ۲۰۲۱، دولت روسیه یک نقشه‌ی راه بلندمدت نیز برای توسعه‌ی انرژی هیدروژنی تا سال ۲۰۵۰ به تصویب رساند.

در برنامه‌ی کوتاه‌مدت، پیش‌بینی شده است که تا سال ۲۰۲۲ مشوق‌هایی برای صادرکنندگان و خریداران هیدروژن تعیین شود. شرکت‌های گازپروم (Gazprom) و روس اتم (Rosatom) به‌عنوان اولین تولیدکنندگان هیدروژن در این برنامه تعیین شده‌اند. این دو شرکت کارخانه‌های آزمایشی تولید هیدروژن را تا سال ۲۰۲۴ در نیروگاه‌های اتمی، تأسیسات تولید گاز و کارخانه‌های فراوری مواد اولیه به راه خواهند انداخت. گازپروم برنامه‌ریزی کرده است تا یک توربین گازی را که با سوخت متان/هیدروژن کار می‌کند راه‌اندازی و تا سال ۲۰۲۴ بر روی استفاده از سوخت هیدروژن و متان/هیدروژن به‌عنوان سوخت موتور در تأسیسات گاز (برای مثال موتورهای توربینی گازی و بویلرهای گازی) و همچنین انواع مختلف حمل‌ونقل هیدروژن تحقیق نماید.

شرکت روس اتم برای ساخت یک مسیر آزمایشی حمل‌ونقل ریلی تا سال ۲۰۲۴ برنامه‌ریزی کرده است که در موتور قطار آن از هیدروژن به‌عنوان سوخت استفاده خواهد شد. شرکت‌های راه‌آهن روسیه، روس اتم و ترنسمش هلدینگ (Transmashholding) در سال ۲۰۱۹ اعلام کردند که موفق به ساخت موتور قطاری شده‌اند که با استفاده از پیل سوختی کار می‌کند. علاوه بر این، شرکت گازپروم به دنبال آن است که در آینده از خطوط لوله‌ی انتقال گاز پروژه‌های نورد استریم ۱ و ۲ به‌عنوان شبکه‌ی حمل‌ونقل هیدروژن استفاده کند. (البته این گزینه تنها در صورت رفع تحریم های فعلی اجرایی به نظر می رسد) شرکت روس اتم نیز برای تولید هیدروژن بدون کربن با استفاده از روش الکترولیز آب برنامه‌ریزی کرده است و برای این منظور از برق هسته‌ای استفاده خواهد کرد که در کشورهای دیگر انجام نمی‌شود. در نقشه‌ی راه هیدروژن روسیه فقط از دو شرکت مذکور به‌عنوان تولیدکننده‌های هیدروژن نام برده شده است، هرچند شرکت نواتکیس (Novatekis) هم علاقه‌مند به ورود به کسب‌وکار هیدروژن است. این شرکت در حال تحقیق در مورد هیدروژن موسوم به هیدروژن آبی، انتشارات دی‌اکسید کربن و دفع آن است. مشکل مهم در این مسیر، فقدان قانون‌گذاری و نظارت در رسیدگی به موضوع انتشار گازهای گلخانه‌ای در روسیه است. شرکت نواتکیس همچنین معتقد است که انجام پروژه‌ی مذکور بستگی به تقاضای بازار دارد.

دولت روسیه طرح‌های توسعه‌ی انرژی هیدروژنی خود را در سه مرحله برنامه‌ریزی کرده است: مرحله‌ی اول (از سال ۲۰۲۱ تا سال ۲۰۲۴) شامل راه‌اندازی پروژه‌های آزمایشی برای صادرات و

تدوین جزئیات سیاست‌های ملی حمایتی لازم برای تولید ۲۰۰۰۰۰ تن هیدروژن تا سال ۲۰۲۴ است. مرحله‌ی دوم (از سال ۲۰۲۵ تا سال ۲۰۳۵) شامل شروع اولین پروژه‌ی تولید تجاری هیدروژن و دستیابی به اهداف صادراتی است. روسیه برنامه‌ریزی کرده است تا سال ۲۰۳۵ تأسیسات بزرگی را برای تولید هیدروژن جهت صادرات راه‌اندازی و تا ۲ میلیون تن هیدروژن صادر کند (هدف نهایی در این پروژه، تولید ۱۲ میلیون تن هیدروژن است). این کشور همچنین راه‌اندازی یك پروژه‌ی آزمایشی برای استفاده از هیدروژن در بازارهای داخلی خود با استفاده از فناوری‌های بومی را در دستور کار قرار داده است. مرحله‌ی سوم، (از سال ۲۰۳۶ تا سال ۲۰۵۰) شامل توسعه در مقیاس وسیع است. روسیه در این مرحله برای صادرات ۱۵ میلیون تن هیدروژن به بازارهای جهانی هدف‌گذاری کرده است و قصد دارد برای رسیدن به قیمت ۲ دلار به ازای هر کیلوگرم هیدروژن، هزینه‌های تولید را تا حداکثر ممکن کاهش دهد. موضوع موردتوجه در این مرحله، برنامه‌ریزی این کشور برای تغییر روش تولید هیدروژن و حرکت به سمت تولید با استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر است. هدف مرحله‌ی سوم، تبدیل روسیه به یکی از بزرگ‌ترین صادرکنندگان هیدروژن و حامل‌های انرژی هیدروژن محور به منطقه‌ی آسیای میانه، کشورهای عضو اتحادیه‌ی اروپا و تأمین‌کنندگان دیگر است.

فرصت‌ها و تهدیدهای پیش روی ایران

با بررسی راهبردهای روسیه برای توسعه‌ی فناوری هیدروژن می‌توان قدم‌های تدریجی و حساب‌شده‌ی دولت این کشور برای رسیدن به اهداف راهبردی بلندپروازانه را ملاحظه کرد. اجرای طرح‌ها و پروژه‌های آزمایشی در کوتاه‌مدت، برنامه‌های توسعه‌ی زیرساختی در میان‌مدت، توجه به ایجاد تقاضا و توسعه‌ی بازار، اهمیت به همکاری بین‌المللی و حمایت‌های مالی و سیاستی از تحقیق و توسعه و اولویت‌دهی به صادرات همگی نشان از هدف‌گذاری روسیه برای تبدیل‌شدن به قطب تأمین هیدروژن در سطح بین‌المللی دارد.

تعامل ایران با روسیه در زمینه‌ی هیدروژن را می‌توان در دو سناریو بررسی کرد: ۱. سناریوی رقابت ۲. سناریوی همکاری.

سناریوی رقابت: با نگاه به نقشه‌ی اهداف صادراتی و چینش خوشه‌های تولید هیدروژن در راهبردهای اعلام‌شده‌ی روسیه می‌توان دریافت که هدف‌های اصلی صادرات روسیه بازار اروپا و شرق آسیا هستند. با توجه به این موضوع، می‌توان رقابت ایران با این کشور را در کسب سهم بازار هیدروژن در بازارهای مذکور متصور شد، چراکه از نظرگاه جغرافیایی و منابع تولید هیدروژن، دو کشور از شرایط تقریباً مشابهی برخوردار هستند، البته بیشتر در مورد بازار اروپا. حال اگر ایران بخواهد وارد این رقابت شود در درجه‌ی اول باید تأخیر در برنامه‌ریزی‌های راهبردی خود را جبران کند و سریعاً به تدوین راهبردها و تعیین سیاست‌های توسعه‌ی فناوری هیدروژن بپردازد. با فرض بر این‌که تأخیر مذکور جبران شود و ایران در سال‌های آتی به آمادگی برای صادرات هیدروژن برسد، از هم‌اکنون باید نوع تعامل با روسیه را به‌عنوان رقیب جدی خود در این حوزه تعیین و برای آن برنامه‌ریزی کند که البته پیچیدگی‌های خاص خود را دارد و احتمالاً شرایط حاکم بر صادرات منابع هیدروکربنی را در رقابت

ابتکار عمل‌ها و سیاست‌های روسیه برای توسعه‌ی اقتصاد هیدروژنی

۱	ایجاد خوشه‌های تولید هیدروژن	• اتخاذ راه‌حل‌های توسعه‌ی زیرساختی فناوری هیدروژن • به‌کارگیری کارشناسان خبره‌ی مهندسی و صنعتی حوزه‌ی هیدروژن • تولید هیدروژن با هدف صادرات
۲	ایجاد زیرساخت‌های علمی و فناورانه	• تحقیق و توسعه در زمینه‌ی فناوری انرژی هیدروژنی • ایجاد چهارچوب‌های قانونی و نظارتی برای اقتصاد هیدروژنی • انتقال دانش فنی از مراکز تحقیق و توسعه‌ی دولتی به شرکت‌ها
۳	مکانیسم‌های حمایت دولتی	• مشوق‌های سرمایه‌گذاری برای تأسیسات جدید تولید هیدروژن • مشوق‌های تحقیق و توسعه در زمینه‌ی فناوری هیدروژن • تشویق استفاده از هیدروژن به‌عنوان حامل انرژی و سوخت کم‌کربن در بازار روسیه • ایجاد چهارچوب‌های قانونی و نظارتی برای توسعه‌ی اقتصاد هیدروژنی و مدیریت انتشار گازهای گلخانه‌ای
٤	بهره‌برداری از انرژی‌های تجدیدپذیر	• افزایش ظرفیت‌های تجدیدپذیر برای تولید هیدروژن سبز • کاهش هزینه‌های سرمایه‌ای و عملیاتی در بهره‌برداری از منابع انرژی تجدیدپذیر و قیمت‌های برق تجدیدپذیر
۵	همکاری بین‌المللی در تجارت هیدروژن	• همکاری با واردکنندگان هیدروژن، با حذف موانع تجارت بین‌المللی هیدروژن • توسعه‌ی اقتصاد عمومی هیدروژن و تعیین استانداردهای فناوری هیدروژن • انتقال دانش و حمایت از دارایی‌های فکری

با روسیه در مورد هیدروژن نیز می‌توان متصور بود. نکته‌ی حائز اهمیت، ظرفیت‌های طبیعی ایران در استفاده از منابع تجدیدپذیر در تولید هیدروژن سبز است که در مقایسه با روسیه برای ایران مزیت رقابتی ایجاد می‌کند. از طرف دیگر شکاف فناوری کفه‌ی ترازو را به نفع روسیه تغییر می‌دهد. لذا اولویت دیگر ایران باید تمرکز به انتقال فناوری و گسترش تحقیق و توسعه در مدت باقی‌مانده تا ظهور بازار هیدروژن در دوره‌ی گذار انرژی باشد.

سناریوی همکاری: ایران و روسیه به‌واسطه‌ی همسایگی و موقعیت راهبردی دو کشور به‌عنوان بزرگ‌ترین منابع تأمین انرژی جهان، در طول تاریخ برای حفظ منافع ملی خود ناگزیر به تعامل بوده‌اند. در رقابت ذاتی که همواره بین دو کشور در کسب سهم از بازارهای مشترک وجود داشته است، اتخاذ سیاست‌های راهبردی برای تقویت نقاط مشترک و حرکت از رقابت به سمت همکاری برای رسیدن به شرایط برد، برد در حفظ منافع ملی دو طرف حائز اهمیت فراوان بوده است.

در مورد فناوری هیدروژن بدون شك مزایا و ضعف‌هایی نزد دو طرف وجود دارد که با همکاری و هم‌افزایی می‌توانند آن‌ها را به مزیت رقابتی تبدیل و با تشکیل یك ائتلاف راهبردی بهره‌ی لازم از درآمد حاصل از یك بازار مشترك صادراتی را به‌ویژه در اروپا مهیا کنند. با توجه به روند گذار انرژی به سمت اهداف کربن صفر و نیاز به توسعه‌ی فناوری‌های تولید هیدروژن آبی و سبز، ایران و روسیه در صورت همکاری و تبادل ظرفیت‌های مزیتی ازجمله تولید مشترك هیدروژن کم‌کربن با استفاده از منابع فراوان گاز طبیعی دو کشور و همکاری در توسعه‌ی تولید هیدروژن سبز در مناطق پرظرفیت تأمین برق تجدیدپذیر در ایران می‌توانند قدرتمندتر در بازارهای مشترك صادراتی حضور یابند.

علاوه بر این با توجه به نقشه‌ی اهداف صادراتی روسیه و محدودیت‌های دسترسی این کشور به بازارهای دورتر، بیشترین توجه این کشور به بازار اروپا و شرق آسیا به‌ویژه ژاپن و کره‌ی‌جنوبی معطوف گشته است. از طرفی موقعیت ایران در منطقه، برای انتقال هیدروژن به نقاط مصرف ازجمله خاورمیانه، جنوب آسیا و شمال آفریقا مناسب است که در صورت همکاری و سرمایه‌گذاری مشترك با روسیه مناطق مذکور نیز در سبد مشترك صادرات هیدروژن دو کشور قرار خواهند گرفت.

با توجه به جمیع شرایط، به نظر می‌رسد درصورتی‌که ایران با تدوین یك راهبرد قدرتمند به سمت انتقال فناوری هیدروژن از صاحبان برتر این فناوری حرکت کند و قبل از از دست رفتن فرصت‌ها خود را به این فناوری راهبردی بازار آینده‌ی انرژی جهان مجهز کند، در تعامل با قدرتی مانند روسیه در همسایگی خود می‌تواند با توجه به برخورداری از منابع طبیعی فراوان و موقعیت ژئوپلیتیکی حیاتی، قدرتمند ظاهر شود.

۲. راهبرد هیدروژن چین

چین تا سال ۲۰۲۵ یك سیستم نسبتاً کامل توسعه‌ی صنعت انرژی هیدروژنی را در این کشور مستقر خواهد کرد. این اقدام با حمایت فراوان از نوآوری و تسلط بر فناوری‌های محوری و فرایندهای تولید هیدروژن طبق برنامه‌های مشترك کمیسیون توسعه و اصلاحات ملی و سازمان ملی انرژی این کشور صورت خواهد پذیرفت.

انتظار می‌رود برای تأمین بخش قابل‌توجهی از مصرف جدید انرژی هیدروژنی تا سال ۲۰۲۵ و دستیابی به هدف کاهش انتشار دی‌اکسید کربن از ۱ میلیون تن در سال به ۲ میلیون تن، تولید سالانه‌ی هیدروژن از انرژی تجدیدپذیر به ۱۰۰ تا ۲۰۰ هزار تن برسد چین برای رسیدن به حد نهایی انتشار کربن تا سال ۲۰۳۰ به دنبال استقرار یك طرح صنعتی منطقی و منظم و تولید هیدروژن با استفاده از انرژی تجدیدپذیر خواهد بود.

تا سال ۲۰۳۵، سهم هیدروژن حاصل از انرژی تجدیدپذیر در مصرف نهایی انرژی چین به‌طور چشم‌گیری افزایش خواهد یافت که نقش حمایتی مهمی در گذار انرژی سبز این کشور طبق برنامه‌ریزی‌های انجام‌شده خواهد داشت.

چین در حال حاضر با تولید حدود ۳۳ میلیون تن هیدروژن در سال، بزرگ‌ترین تولیدکننده‌ی هیدروژن در جهان است اما بیشتر این هیدروژن حاصل از سوخت‌های فسیلی است.

درواقع صنعت انرژی هیدروژنی چین در دوران ابتدایی خود به سر می‌برد و با مسائلی نظیر ضعف در نوآوری، تجهیزات فنی سطح پایین و عدم‌حمایت اساسی از توسعه‌ی این صنعت روبه‌رو است.

طبق برنامه، تولید هیدروژن فسیلی باید به سمت هیدروژن تجدیدپذیر تغییر جهت یابد. با توجه به این‌که چین از بزرگ‌ترین ظرفیت نصب‌شده‌ی برق تجدیدپذیر در جهان برخوردار است، ظرفیت عظیمی برای تأمین هیدروژن سبز در این کشور وجود دارد. ظرفیت تولید برق خورشیدی و بادی چین در سال ۲۰۲۱ به ۶۳۴ گیگاوات رسید و انتظار می‌رود تا سال ۲۰۳۰ به ۱۶۰۰ و تا سال ۲۰۶۰ به ۶۶۰۰ گیگاوات برسد.

بر اساس برنامه‌های راهبردی اعلام‌شده، تقاضای بازار داخلی چین باید با سیاست‌های حمایتی دولت تا سال ۲۰۳۰ افزایش فراوانی یابد. طبق برآوردها، حجم تقاضا در بازار هیدروژن چین تا سال ۲۰۳۰ به ۴۳ میلیون تن خواهد رسید و سهم هیدروژن سبز از کل تولید از ۱ درصد در سال ۲۰۱۹ به ۱۰ درصد افزایش خواهد یافت و مقیاس بازار آن تقریباً ۳۰ برابر خواهد شد.

چین برای تحقق اهداف راهبرد هیدروژن خود همکاری‌های بین‌المللی و سرمایه‌گذاری مشترك در این حوزه را در دستور کار خود قرار داده است. طبق برنامه‌ها تا سال ۲۰۲۳ بین ۵ تا ۸ شرکت بین‌المللی در حوزه‌ی انرژی هیدروژنی در پایتخت این کشور راه‌اندازی خواهد شد.

طبق برنامه‌های راهبردی، تولید خودروهای مجهز به پیل سوختی و زیرساخت‌های توزیع هیدروژن نیز باید به‌سرعت توسعه یابند. برای نمونه تا سال ۲۰۳۰ تنها در شانگهای نزدیك به ۱۰۰۰۰ خودروی هیدروژنی تولید و ۱۰۰ جایگاه سوخت‌گیری هیدروژن ساخته خواهد شد.

در بلندمدت تقاضای هیدروژن چین تا سال ۲۰۶۰ به ۱۳۰ میلیون تن خواهد رسید که ۷۷ درصد از آن را هیدروژن سبز تشکیل خواهد داد. در این مسیر تا سال ۲۰۳۰، هزینه‌ی تولید هیدروژن سبز در چین به زیر ۲ دلار به ازای هر کیلوگرم کاهش خواهد یافت و ظرفیت الکترولیز این کشور به ۸۰ گیگاوات خواهد رسید.

کاهش قیمت و افزایش ظرفیت تولید داخل از اساسی‌ترین

سیاست‌های راهبردی برنامه‌ی راهبرد هیدروژن چین است. برای تحقق اهداف این سیاست‌ها، چین بر افزایش ظرفیت الکترولایزرهای ساخت داخل خود و پرهیز از واردات هیدروژن تأکید دارد.
دستیابی به اهداف سیاست‌های فوق نهایتاً به جایگزینی هیدروژن به‌جای سوخت‌های فسیلی و کاهش وابستگی این کشور به واردات نفت، گاز و ال.ان.جی خواهد انجامید. این شرایط در ایجاد تنش‌های ژئوپلیتیک و اصطکاک‌های تجاری جهانی در آینده نقش مهمی خواهد داشت.

فرصت‌ها و تهدیدهای پیش روی ایران

آنچه مسلم است و از برنامه‌ی راهبرد هیدروژن چین بر می‌آید، چین به جدیت به دنبال جایگزینی هیدروژن به‌جای سوخت‌های فسیلی و رهایی از وابستگی به واردات آن‌ها است و در این حرکت از ابتدا به دنبال پیش‌گیری از وابستگی به واردات هیدروژن در آینده است.
با توجه به سیاست‌های خودکفایی و تولید داخل در برنامه‌ی راهبرد هیدروژن چین و تلاش این کشور به ایجاد توازن بین عرضه و تقاضای هیدروژن، برنامه‌ریزی برای واردات و صادرات انبوه هیدروژن به این کشور دور از ذهن است.
این سیاست‌ها زنگ خطری برای صادرکنندگان سوخت‌های فسیلی به چین است. ایران هم از این قاعده مستثنی نیست و از هم‌اکنون باید به فکر بازارهای جایگزین چین به‌عنوان یکی از اصلی‌ترین مقاصد صادرات نفت خود باشد.
از سوی دیگر تلاش چین برای دست‌یابی به فناوری‌های به‌روز تولید هیدروژن سبز، فرصت‌های تحقیقاتی خوبی برای ایران در همکاری‌های راهبردی دو کشور ایجاد می‌کند.
چین به دنبال تبدیل‌شدن به قطب تولید خودروهای هیدروژنی جهان است و ایران با توجه به تداوم سیاست‌های تقویت صنعت خودروسازی خود نیاز به دست‌یابی به فناوری‌های روز تولید خودروهای هیدروژنی در آینده دارد و در همکاری مشترک با چین می‌تواند به این فناوری‌ها دست یابد و خود را به‌عنوان قطب تولید خودروهای هیدروژنی در منطقه معرفی کند.
در دیگر صنایع نیز ایران ناگزیر به حرکت به سمت کاهش انتشار کربن و عمل به تعهدات بین‌المللی و پیوستن به گذار انرژی خواهد بود و برای این منظور دست‌یابی به فناوری‌های هیدروژن چه در سمت تولید و چه در سمت مصرف ضرورت دارد. لذا از هم‌اکنون باید در برنامه‌های راهبردی خود به دنبال انتقال فناوری و دانش فنی لازم باشد و برای این مهم می‌تواند از ظرفیت‌های همکاری با چین بهره ببرد.

منابع:

روسیه:

https://unece.org/sites/default/files/12-2021/REA20%-20%Dec2%208%C202021%.pdf

https://www.mdpi.com/127/1/15/1073-1996

https://www.csis.org/analysis/russias-hydrogen-energy-strategy

چین:

https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/ghwb/202203P020220323314396580505.pdf

https://www.china-briefing.com/news/chinas-hydrogen-energy-industry-government-policies-foreign-investment-outlook/

http://www.chinadaily.com.cn/a/23/202203WS623aab28a310fd2b29e52c61.html

وسایل نقلیه خودران و چالش های توسعه آنها

سیدصادق ضرغامی؛ پژوهشگر موسسه ی مطالعات بین المللی انرژی

مقدمه

بدنبال پیشرفت سریع فناوری ها و ورود به پارادایم های نوین همراستا با توسعه پایدار، وسایل نقلیه خودران با کمک فناوری های هوش مصنوعی در حال گسترش می باشند. چالش اصلی توسعه این نوع وسایل، حفظ امنیت مسافران و مردم در مسیر حرکت آنها می باشد که هنوز در مرحله تحقیق و توسعه قرار دارد. تحقیقات گسترده جهت مقابله با چالشهای توسعه این نوع خودروها در صنایع خودروسازی بزرگ در حال انجام است. برخی از شرکت های معظم و تاثیرگذار فعال در این زمینه شامل: آئودی، بی ام و، فورد، گوگل، جی ا.م، تسلا و ولکس واگن، می باشند. بررسی ویژگی های زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی خودروهای خودران در تصمیم گیری کشورها جهت توسعه آنها بسیار موثر است. در این گزارش به بررسی برخی از این ویژگی ها می پردازیم.

آشنایی با خودروهای خودران

خودروهای خودران[1] ترکیبی از حس گرها، دوربین ها، رادارها و فناوری های هوش مصنوعی جهت پردازش اطلاعات، تصمیم گیری، و کنترل و هدایت خودرو می باشند.

فرآیند هدایت وسایل نقلیه خودران را می توان با چهار مرحله اصلی نمایش داد که در شکل ۱ نمایش داده شده است. در مرحله اول اطلاعات محیطی توسط تجهیزات مختلف دریافت می شوند. در مرحله دوم اطلاعات هدف و مسیر کاربر پیش بینی می گردد. در مرحله بعد، اطلاعات دریافت شده مورد پردازش قرار گرفته و برنامه ریزی های مسیر ، نحوه عملکرد در مسیر، و نحوه حرکت خودرو، انجام می شود. در مرحله آخر نیز نحوه کنترل خودرو در مواجهه با شرایط مختلف مورد بررسی قرار می گیرد.

شکل ۱ : فرآیند هدایت و حرکت خودروهای خودران طی چهار مرحله اصلی

سطوح مختلف استقلال در خودروهای خودران:

۱. کنترل غیرهمزمان فرمان، ترمز و شتاب. این سطح شامل اتومبیل‌هایی با قابلیت کروز کنترل، کمک به نگه داشتن ترمز و کمک به پارک می‌باشد. هنوز مسئولیت بیشتر عملیات وسیله نقلیه بر عهده راننده است.

۲. کنترل همزمان فرمان، ترمز و شتاب. در این سطح وارد مرحله عدم مداخله راننده می‌شویم. در اینجا رانندگان از طریق فرمان، فقط چرخ‌ها را کنترل می کنند. گزینه اتو پایلوت(Autopilot) خودروسازی تسلا نمونه ای از اجرای فناوری در سطح ۲ می باشد.

۳. انجام تمام وظایف رانندگی در شرایط مشخص. این سطح نشانگر تکامل از توانایی‌های رانندگی خودران است. در این سطح راننده فقط در صورت بروز اتفاق یا موارد اضطراری کنترل خودرو را در دست می گیرد. اولین خودرو دارای استقلال سطح ۳ خودروی آودی (Audi A۸ ۲۰۱۹ که تنها در اروپا توزیع می‌شود) است. این خودرو می تواند کنترل کامل وسیله نقلیه را در مسیرهای ترافیکی تا سرعت ۶۰ کیلومتر بر ساعت بر عهده گیرد.

۴. انجام تمام وظایف رانندگی و رصد محیط جهت راندن در شرایط خاص بدون نیاز به راننده. در سطح ۴ دیگر نیاز به حضور راننده در اتومبیل نیست. در صورت نیاز به تعامل راننده، وسیله نقلیه باید بتواند در مکان مناسب بایستد تا راننده سوار خودرو شود.

۵. انجام تمام وظایف رانندگی و رصد محیط جهت راندن در تمام شرایط بدون نیاز به راننده. این سطح، سطح پیشرفته فناوری خودران است. در این سطح به هیچگونه تعامل انسانی احتیاج نیست و وسیله نقلیه نیازی به فرمان یا هر نوع تجهیزات متعارف فعلی ندارد.

منظور از خودروهای خودران در این گزارش سطوح ۴ و ۵ می باشند که در آن راننده حضور نداشته و کنترل کاملا بر عهده خودرو می باشد.

چالش ها

- امکان تداخل فرکانس های رادیویی و تعیین محدوده آنها
- عملکرد خودرو در شرایط جوی مختلف در جاده ها
- تصمیم گیری در شرایط اضطراری
- نحوه اقدام هنگام مواجهه با دخالت پلیس در شرایط اضطراری
- دخالت هکرها
- هزینه های بالای راه اندازی اولیه
- افزایش بیکاری رانندگان
- مسائل امنیتی خودرو و سرنشینان در صورت مواجهه با حملات انسانی

مزایا

- کاهش هزینه های تصادفات، زیرا درصد بالایی از تصادفات شدید بدلیل خطای انسانی مانند سرعت بالای، رانندگی تحت تاثیر دارو، بی توجهی، خستگی، و نظایر آن، رخ می دهند.
- کاهش مشکلات سلامت رانندگان، زیرا وظایف رانندگان تا حد زیادی کاهش یافته و یا بطور کلی حذف می گردند. رانندگی در مسافت های طولانی و زمان زیاد بدون استراحت، سبب ایجاد آسیب های جدی در نواحی کمر و گردن می گردد.
- بهینه سازی مصرف سوخت
- دسترسی بیشتر و بهتر به حمل و نقل مسافر و کالا
- کاهش آلایندگی

1. autonomous

◄ کاهش هزینه های جابجایی بدلیل حذف راننده و کاهش مصرف سوخت

می توان موارد استفاده از خودروهای خودران را با توجه به نوع کاربری و محیط حرکت آنها مورد بررسی قرار داد (شکل۲). در محیط های بسته معمولا نوع عملیات مشخص است و حمل و نقل بار یا مسافر با پیچیدگی کمتری صورت می پذیرد. ولی در محیط های باز، عوامل بسیار زیادی باید توسط سیستم های هوشمند خودرو مورد بررسی قرار گیرند تا مسیریابی درست انجام پذیرفته و در مواقع بحرانی تصمیمات درست اتخاذ گردند.

شکل۲: موارد استفاده از خودروهای خودران بر اساس کاربری و محیط عملیاتی

ویژگی های خودروهای خودران

همانطور که ذکر شد مزایای مهم این خودروها شامل کاهش میزان مصرف انرژی، کاهش آلایندگی ها، و افزایش بهره وری اقتصادی می باشد.

عوامل مختلفی به بهبود مصرف سوخت وسایل نقلیه خودران کمک می کنند. با استفاده از نرم افزارهای هوشمند، می توان سرعت و مسیر مناسب را با توجه به عوامل مختلف محیطی و داخلی مانند مقاومت باد، مقاومت چرخشی، وزن، شیب جاده، و شرایط ترافیکی، جهت مصرف بهینه سوخت و کاهش آلایندگی بدست آورد. وسعت دید در این خودروها بدلیل استفاده از سنسورها در اطراف خودرو بیشتر است، و با استفاده از نقشه موجود در این نوع خودروها، تعیین شیب جاده و وضعیت فیزیکی جاده ها نیز امکان پذیر است. نوع کاربری خودروهای خودران درمیزان مصرف انرژی اهمیت بسزایی دارد. مثلا استفاده شخصی از این نوع خودروها بدلیل اینکه برای افراد بدون گواهینامه رانندگی نیز قابل استفاده می باشند، سبب افزایش ترافیک و بنابراین افزایش مصرف سوخت می گردد. اما استفاده از خودروی خودران برای حمل و نقل خصوصا حمل بار در مسافت های طولانی توصیه می شود. زیرا در این نوع کاربری، رانندگی کار خسته کننده و طاقت فرسایی است و رانندگان سهم قابل توجهی از درآمد را به خود اختصاص داده اند و نحوه برنامه ریزی جهت حمل درست و به موقع با توجه به شرایط محیطی نیز در میزان مصرف سوخت بسیار اهمیت دارد.

برای پی بردن به اهمیت فناوری خودران، کشورهای آمریکا و چین که جزو بزرگترین تولید کنندگان و مصرف کنندگان انرژی در جهان هستند، در خصوص میزان کاهش مصرف انرژی و کاهش آلایندگی در حمل و نقل سنگین خودران مورد بررسی قرار گرفتند (شکل ۳).

در شکل ۳ فرض بر این است که فناوری های خودران در نیمی از خودروهای سنگین بکار گرفته شده و میزان کاهش مصرف سوخت

شکل۳: پیش بینی میزان کاهش مصرف سوخت، کاهش انتشار گازهای گلخانه ای و جلوگیری از جنگل زدایی، با بکارگیری فناوری خودران در حمل و نقل سنگین در کشورهای آمریکا و چین

در آنها ۱۰% می باشد. در این صورت، میزان کاهش مصرف سالیانه سوخت بمیزان ۴/۴ و ۱۴/۳ میلیارد لیتر به ترتیب در آمریکا و چین پیش بینی شده است. همچنین میزان کاهش انتشار کربن، ۱۱/۵ و ۳۷/۷ میلیون تن در سال به ترتیب در آمریکا و چین پیش بینی می شود. با فرض مذکور، میزان کاهش جنگل زدایی برای کشورهای آمریکا و چین به ترتیب ۱ و ۳/۴ میلیون هکتار خواهد بود.

حال به بررسی اقتصادی در خصوص حمل و نقل بار و مسافر توسط خودروهای خودران می پردازیم. بطور متوسط، حدود ۲۰ الی ۳۰ درصد هزینه های حمل با وسایل نقلیه موتوری، هزینه سوخت در نظر گرفته می شود. هزینه رانندگی نیز در حمل مسافر یا بار ، بین ۴۰% الی ۴۲% کل هزینه ها می باشد. در حمل و نقل خودران، میزان کاهش هزینه سوخت ۱۰% در نظر گرفته شده و هزینه رانندگی نیز حذف می گردد، بنابراین شاهد کاهش قابل توجهی در هزینه ها خواهیم بود.

بحث و نتیجه گیری

وسایل نقلیه خودران می توانند سبب کاهش قابل ملاحظه مصرف سوخت، کاهش آلایندگی، افزایش بهره وری اقتصادی، و افزایش رفاه اجتماعی گردند، و بنابراین به توسعه پایدار در کشورها کمک شایانی می نمایند. مطالعه در خصوص انتخاب نوع کاربری و توسعه زیرساخت ها پیش از توسعه این نوع وسایل برای هر کشور ضروری است. سیاست گذاری های مناسب، مشوق های مالی و تخصیص بودجه کافی، می تواند گسترش این فناوری را تسریع بخشد. بطور کلی توسعه این نوع خودروها جهت حمل بار و مسافر در مسیرهای مشخص جزو اولویتهای اول بنظر می رسد. توسعه همزمان وسایل نقلیه خودران و منابع و سوخت های پاک مانند انرژی های تجدید پذیر و هیدروژن، سبب کاهش قابل ملاحظه آلاینده های زیست محیطی خواهد گردید. مساله امنیت مسافران و مردم در مسیر حرکت خودروهای تمام خودکار(سطوح ۴ و ۵)، هنوز جزو چالشهای اصلی توسعه این نوع خودروها می باشد که در مرحله تحقیق و توسعه قرار دارد.

منابع

Heading to a future with driverless freight transportation, BCG, August 2021
ENERGY IMPLICATIONS OF SELF-DRIVING VEHICLES, Lee and Kockelman, 2019
Autonomous Vehicles and Energy Impacts, Ross and Guhathakurta, 2017

نظم دوره گذار انرژی

گزارش تحلیلی

سناریونگاری در شرکت شل

سمانه سنجری؛ پژوهشگر حوزه ی انرژی

پیشگفتار

- شل بیش از ۴۰ سال است که از سناریونگاری برای تعمیق تفکر استراتژیک خود استفاده می‌کند.
- سناریوهای شل مجموعه وسیع‌تری از پیشران‌ها را نسبت به اسناد چشم‌انداز سنتی انرژی (اوتلوک‌ها) پوشش می‌دهند.
- سناریوهای لنز جدید شل (Shell's New Lens Scenarios) از فوریه ۲۰۱۳ منتشر شده و به روند اقتصاد، سیاست و انرژی در طی قرن پیش رو نگاه می‌کنند.
- سیاست‌های هماهنگ برای برآوردن نیازهای رو به رشد انرژی جهان ضروری هستند.

شل بیش از چهل سال است که از برنامه‌ریزی بر اساس سناریونگاری برای کمک به تعمیق تفکر استراتژیک خود استفاده می‌کند. توسعه و به‌کارگیری سناریوها بخشی از فرآیندی مداوم در شل است که تصمیم‌گیرندگان را به کشف ویژگی‌ها، عدم‌قطعیت‌ها و مرزهای چشم‌انداز آینده تشویق کرده و باعث می‌شود آنها با دیدگاه‌های جایگزین درگیر شوند.

سناریوهای شل فراتر از اسناد چشم‌انداز مرسوم انرژی (اوتلوک‌ها) بوده و روندهای بلندمدت در اقتصاد، عرضه و تقاضای انرژی، تغییرات ژئوپولیتیک و تغییرات اجتماعی را در نظر می‌گیرند. آن‌ها براساس فرضیات محتمل و کمی نوشته شده و شامل بررسی تاثیر الگوهای مختلف انتخاب‌های فردی و جمعی بر آینده این شرکت هستند.

آخرین گزارش های مرتبط با سناریوهای شل، سناریوهای لنز جدید هستند که از سال ۲۰۱۳ منتشر شده و تجزیه و تحلیل عمیقی از نحوه عملکرد نیروهای اقتصادی، اجتماعی و سیاسی در طول قرن بیست و یکم و همچنین پیامدهای آن‌ها برای سیستم انرژی جهانی و محیط‌زیست ارائه می‌کنند.

مقدمه

رویدادهای موجود در جهان ابهامات بسیاری را در مورد این که جهان چگونه نیازهای رو به رشد انرژی خود را تامین خواهد کرد، به وجود آورده‌است. در حالی که رویدادها، تیترهای خبری را به خود اختصاص می‌دهند، در مسیر روندهای بی وقفه آینده انرژی جهانی ما را نیز شکل خواهند داد.

بحران مالی جهان طلیعه‌دار دوره‌ای از نوسانات اقتصادی کلان بود و تغییرات را از غرب تا شرق تسریع کرد. با افزایش سطح ثروت در اقتصادهای در حال ظهور، صدها میلیون نفر در حال رهایی از فقر هستند و پیش‌بینی می‌شود جمعیت جهانی، که روزانه بیش از ۲۰۰۰۰۰ نفر در حال رشد است، تا سال ۲۰۵۰ به بیش از ۹ میلیارد نفر برسد. این مثل اضافه‌کردن یک چین و هند دیگر به دنیا است، با نیازهای اساسی برای غذا، آب و انرژی که لازم است برآورده شوند. در عین حال، بسیاری از کشورها در حال سفر از جوامع روستایی به جوامع شهری‌اند. براساس یک طرح، جهان معادل یک شهر جدید ۱/۳ میلیون نفری را هر هفته در طی ۴۰ سال آینده خواهد ساخت .

نتیجه این روندها چه خواهد بود؟ تقاضای انرژی مازاد و استرس محیطی رو به رشد. اگر ما به استفاده از انرژی به همان روشی که امروز انجام می شود ادامه دهیم، نیازهای انرژی جهان می‌تواند در نیمه اول این قرن سه برابر شود. در عین حال، بسیاری از دانشمندان با این نظر موافق هستندکه اگر بخواهیم از تغییرات خطرناک در آب و هوای جهانی جلوگیری کنیم، لازم است انتشار دی‌اکسیدکربن در اواسط قرن نصف شود.

البته، در طول دهه‌های آینده، ما قطعا راه‌های خلاقانه‌تری برای بهبود بهره‌وری انرژی خودروها، خانه‌ها و کارخانه‌هایمان پیدا خواهیم کرد و تکنولوژی به ما کمک خواهد کرد تا منابع انرژی بیشتری را آزاد کنیم. اما این منافع هنوز هم ممکن است برای حفظ سرعت رشد تقاضای اساسی انرژی جهان کافی نباشند.

بستن این شکاف در عرضه/ تقاضای انرژی به یک افزایش چشمگیر در تولید انرژی یا یک تعدیل شدید در استفاده از انرژی یا به احتمال زیاد، ترکیبی از هر دو را نیاز خواهد داشت. اما اینکه چگونه می‌توان به این هدف دست یافت، نامشخص باقی می‌ماند و منجر به ایجاد ناحیه‌ای از عدم قطعیت خواهد شد. این می‌تواند بسته به اینکه دنیا چگونه واکنش نشان می‌دهد، به یک منطقه مشکلزا و یا فرصتی فوق‌العاده تبدیل شود.

برای بیش از چهار دهه است که شرکت شل به عنوان بخشی از تفکر استراتژیک خود، سناریوهایی را توسعه داده و به کار گرفته‌است تا به مقابله با این عدم قطعیت‌ها کمک کند. اکثر شرکت‌ها بر تغییرات در محیط کسب‌وکار خود نظارت می‌کنند، اما شرکت شل یکی از معدود شرکت‌هایی است که به صورت روتین از چشم‌اندازهای جایگزین به عنوان یک ابزار استراتژیک اصلی خود استفاده می‌کند. با توجه به طول عمر طولانی سرمایه‌گذاری در صنعت انرژی، تصمیماتی که امروزه گرفته می‌شوند، پیامدهایی برای دهه‌های آینده دارند. ملاحظات بر اساس سناریوهای بلندمدت، در شکل دادن به این تصمیمات بسیار مفید هستند.

موفقیت سناریوها تنها توانایی آن‌ها برای ارائه بینش استراتژیک نیست، بلکه رویکرد آن‌ها برای توسعه و به اشتراک‌گذاری این بینش‌ها با دیگر ذینفعان است. آن‌ها به تصمیم‌گیرندگان شرکت این امکان را می‌دهند تا در مورد پیامدهای گسترده‌تر و طولانی‌تر روندها و انحرافات بالقوه فکر کنند. آن‌ها طرز تفکر افراد درگیر را بسط داده و به بهبود چشم‌انداز شرکت، نه تنها از طریق غنی‌کردن زمینه‌های تصمیم‌گیری، بلکه با توسعه مجموعه رهبرانی که نسبت به تغییرات در محیط خارجی حساس‌تر است، کمک خواهند کرد.

سناریوها در شل

از ابتدای عملیاتی‌شدن کار سناریوپردازی در شرکت شل، توسعه‌دهندگان سناریو، لزوم توجه به شهود، عدم قطعیت و انجام تعاملات لازم جهت این کار را پذیرفتند. آن‌ها از صحبت‌کردن در مورد چیزی که غیرقابل‌تصور به نظر می‌رسد، خجالت نمی‌کشیدند. ساخت سناریو با ایجاد پیش‌بینی‌هایی نه چندان سفت و سخت و خیال‌پردازی‌های نه چندان دور از ذهن، پدیده‌ای است که ارزش تجاری واقعی برای شل داشته است.

دکتر آنجلا ویلکینسون[1] از دانشکده تجارت و محیط‌زیست اسمیت دانشگاه آکسفورد، که قبلا در تیم سناریوی شل کار می‌کرد و در تالیف کتابی در مورد این موضوع نیز همکاری داشته‌است می‌گوید: «در حالی که ما نمی‌توانیم آینده را پیش‌بینی کنیم، تفکر خلاق مبتنی بر علم می‌تواند سرنخ‌هایی به ما بدهد».

تحلیل سناریوی شل بر چهار حوزه اصلی اقتصاد، مسائل جغرافیای سیاسی و اجتماعی فرهنگی، انرژی و محیط‌زیست تمرکز کرده تا درک کند که چگونه مصرف‌کنندگان، دولت‌ها، تولیدکنندگان انرژی و رگولاتورها با احتمال بیشتری در دهه‌های پیش رو رفتار کرده و به تغییرات پاسخ می‌دهند.

سازندگان سناریوهای امروز نیز از مدل‌سازی‌های اقتصاد سنجی پیچیده و روش‌های پیچیده برای کارشان استفاده می‌کنند. فرآیند توسعه سناریوها شامل بررسی بسیاری از پرتره‌های کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت از تحولات جهانی انرژی، تجزیه و تحلیل‌های کشوری و توجه به روندهای عمده در حوزه‌هایی مانند بهداشت عمومی و شهرنشینی است. سناریوها می‌توانند دیدگاه جهانی داشته باشند یا بر مسائل خاص در کشورهایی خاص، مانند آینده دموکراسی‌های در حال ظهور در کشورهای خاورمیانه تمرکز کنند. آن‌ها اغلب به دهه‌های پیش رو نگاه می‌کنند، اما همچنین می‌توانند تمرکز کوتاه‌مدت‌تری نیز داشته باشند.

هدف نهایی سناریوها برای شل تشویق و تجهیز تصمیم‌گیرندگان این کسب‌وکار برای در نظر گرفتن عواملی است که انتخاب‌های آنها را در زمان حاضر شکل می‌دهند. این امر برای صنعتی که سرمایه‌گذاری یک میلیارد دلاری در زیرساخت‌هایش لازم داشته و می‌تواند برای چند دهه عمل کند، بسیار مهم است. سناریوهای امروز همچنین بر تفکر در سراسر شرکت، از هیات مدیره گرفته تا کمیته اجرایی در سرتاسر کسب‌وکارهای عملیاتی تاثیر می‌گذارند.

بسیاری از تصمیمات استراتژیک مهم اتخاذشده در طول چهار دهه گذشته اثر انگشت فعالیت سناریونگاری را بر خود دارند. البته، تمام انتخاب‌های اصلی شامل ورودی‌های چندگانه از افراد بسیاری است، اما سناریوها به صراحت تهدیدها و فرصت‌های خاص را مشخص کرده‌اند یا اغلب، به طور ضمنی موارد مهم را به مجموعه‌های ذهنی اساسی زیربنای تصمیم‌گیری‌ها اطلاع داده‌اند.

سناریوهایی که در سال ۱۹۷۳ مورد بررسی قرار گرفتند، برای اولین بار شهرت شل در استفاده از این رویکرد آکادمیک برای اطلاع‌رسانی برنامه‌ریزی تجاری استراتژیک را تثبیت کردند. زمانی که جنگ یوم‌کیپور[2] (جنگ اعراب و اسرائیل سال ۱۹۷۳) در اکتبر همان سال آغاز شد، حمایت غرب از اسرائیل خشم کشورهای غنی از نفت عرب را برانگیخت و باعث تحریم نفتی شد. کمبود سوخت استارت رکود جهانی را زده و باعث سقوط گسترده بازار سهام شد. دنیا چرخید. اما تصمیم‌گیرندگان شرکت شل از نظر ذهنی برای بدترین شرایط آماده بودند، زیرا آن‌ها قبلا چنین سناریویی را تصور کرده بودند. این امر به این شرکت کمک کرد تا نوسانات اقتصادی دهه ۱۹۷۰ را تحمل کند و به لطف پیکربندی مجدد یا فروش پالایشگاه‌ها و تاسیسات یا تصمیماتی که نباید جایگزین می‌شدند، به میلیاردها دلار سود مالی برسد.

سهم این سناریوها در تفکر استراتژیک شل به این شرکت کمک کرد تا در سال ۱۹۷۹ یک شوک نفتی دیگر را پیش‌بینی کرده و به شکلی سازگار و به آن واکنش نشان دهد. همچنین این شرکت را برای افزایش نگرانی‌های زیست‌محیطی مرتبط با دی‌اکسیدکربن در دهه ۱۹۹۰ و بررسی پویایی رکود و بازگشت در دهه ۲۰۰۰ آماده کرد. در چند دهه گذشته نیز، سناریوها به آماده‌سازی شرکت برای رویارویی با اثرات فن‌آوری، تروریسم و جهانی‌شدن در جهانی که به سرعت در حال تغییر است کمک کرده‌است.

خیلی قبل از فروریزی دیوار برلین در سال ۱۸۹۸ ورکشاپ‌های سناریوپردازی، فرصت‌های جدید بالقوه در بازارهای جدید را نه تنها در اتحاد جماهیر شوروی بلکه در کل اروپای شرقی برای شرکت شل متصور شده بود. با استفاده از این سناریوها، شل نه تنها پالایشگاه‌هایی در اروپای شرقی افتتاح کرد، بلکه برخی از آنچه داشت را در اروپای غربی فروخت.

در دهه ۱۹۹۰، تنش‌های اجتماعی و محیطی در حال رشد بیشتر شدند و به شل در توسعه نگرشی سازنده و فعال نسبت به تهدید تغییر آب و هوایی کمک کردند.

در سال ۲۰۰۵، سناریوها احتمال وجود شکاف میان تقاضای فزاینده جهان برای انرژی و منابع جهانی را گزارش داد و بر اهمیت گاز طبیعی در ترکیب انرژی این شرکت تاکید کرد.

چند سال بعد نیز آن‌ها بر ترکیبی از شرایط تاکید کردند که باعث شد سوخت‌های زیستی پایدار فرصت تجاری جذابی به نظر برسند. در سال ۲۰۱۱، شل به سمت تولید بیواتانول کم کربن از نیشکر برزیل حرکت کرد.

در نشریه سال ۲۰۱۱ شل به نام سیگنالز اند ساین‌پستس[3] ، یکی از عوامل کلیدی ظهوریافته، تاثیر افزایش تنش سیاسی در جهان در حال توسعه بود. در اوایل سال ۲۰۱۱، بهار عربی جهان را با شورش مردمی سرنگونی حاکمان مصر و تونس و کاشت بذر اصلاحات در سراسر خاور میانه غافلگیر کرد. اگرچه سناریوهای شل نمی‌توانند تاریخ دقیق قیام‌ها در خاور میانه و شمال آفریقا را پیش‌بینی کنند، اما آن‌ها شرایطی را کشف کردند که این شورش‌ها را به طور فزاینده‌ای محتمل می‌ساخت: خشم رو به رشد، جمعیت جوان با فرصت کم برای استخدام، نوسانات اقتصادی و افزایش بیکاری و تورم.

1. Dr. Angela Wilkinson
2. Yom Kippur War
3. Signals & Signposts

شرکت شل حداقل شش سناریوی جهانی گسترده را با جهان از دهه ۱۹۹۰ به اشتراک گذاشته‌است و تاثیر پیشرفت‌های عمیق مانند سقوط پرده آهنی برلین و جنگ در عراق و همچنین تکامل منابع انرژی جایگزین مانند سوخت‌های زیستی، گاز شیل و باد، خورشید و دیگر منابع انرژی تجدید پذیر را مورد بررسی قرار داده‌است. از سال ۲۰۱۳ نیز خلاصه‌ای از کارهای شل در این زمینه با عنوان «سناریوهای لنز جدید[4] » منتشر شده‌اند[5] (شکل‌های ۴-۱).

سناریوها و تصمیم‌گیری‌های اجرایی

استفاده از دانش شبکه‌ای از متخصصان هم در داخل و هم در خارج از شرکت در فرآیند ساخت سناریوها نقش محوری دارند. اما درگیر کردن مدیران اجرایی شرکت در طول فرآیند توسعه سناریوها، برای اثرگذاری این سناریوها ضروری‌اند.

سناریوها بینش و زبانی کمی‌شده برای مدیران اجرایی فراهم می‌کنند تا هنگامی که با شرایط به طور فزاینده ناآشنا و چالش برانگیز دست به گریبان می‌شوند، مورد استفاده قرار گیرند. هدف آن‌ها این است که چالش برانگیز برانگیز و در عین حال قابل‌قبول بوده و مسائل را در پیش‌زمینه درنظرگرفته و همچنین، به طور جدی، تحولاتی که لازم است مورد توجه قرار گیرند، برجسته کنند. این دیدگاه‌های جایگزین که به طور موثر مورد استفاده قرار می‌گیرند، می‌توانند به سازمان‌ها کمک کنند تا به مسائل دشواری بپردازند که لازم است به صورت مشارکتی بررسی شوند، حتی اگر نظرات عمیقا متفاوتی در مورد آن‌ها وجود داشته باشد.

چنین رویکردی همچنین تصمیم‌گیرندگان را با ایجاد آگاهی عمیق‌تری از دیدگاه‌های بسیار متفاوتی که دیگران ممکن است داشته باشند، نیاز به تعامل موثر با این دیدگاه‌ها و آگاهی از اهمیت آن‌ها برای آینده‌شان کمک می‌کند. به این معنا، سناریوها عمیقا نوعی رابطه هستند، چون آن‌ها بر مردم و رفتار آن‌ها تمرکز می‌کنند و نه تنها بر نیروهای به ظاهر غیرشخصی اقتصادی، سیاسی و اجتماعی.

سناریوی کیمیاگری همان طور که ما در شرکت شل تجربه کرده‌ایم ترکیبی از نوعی فرآیند تفکر استراتژیک، تجزیه و تحلیل، فرآیند اجتماعی تعامل و نفوذ و در قدرتمندترین حالت، نوعی توانمندساز برای اکتشافات فردی و گروهی است.

حداقل یکی از کارکردهای سناریو به زبان وزیر دفاع سابق ایالات‌متحده دونالد رامسفلد، گردهم‌آوردن مردم برای کشف حوزه‌ها به روشی است که ناشناخته‌ترین ناشناخته‌ها آشکار شوند. این اکتشاف در درجه اول برای تولید کتابچه‌ها و گزارش‌های جذاب در نظر گرفته نشده است، اگرچه می‌تواند خوب باشد. از همه مهم‌تر، کمک به مردم برای سفرکردن در آینده است که آن‌ها را براساس ملاحظات غنی‌تر جهان اطراف خود به سمت انتخاب‌های بهتری هدایت کنند.

این سفر می‌تواند دشوار باشد. همان طور که شوپنهاور فیلسوف اشاره کرد، حقایق جدید در ابتدا نادیده گرفته می‌شوند یا مورد تمسخر قرار می‌گیرند، سپس به شدت با آن‌ها مخالفت می‌کنند، و در نهایت، بدیهی تلقی می‌شوند، بنابراین در برهه‌های مختلف، سناریوهای خاص ممکن است بی‌ربط، احمقانه، آزار دهنده یا حتی غیر ضروری در نظر گرفته شوند. با این حال، تجربه شرکت شل باور به ارزش این سفرها را عمیق‌تر کرده‌است.

چنین سفری هرگز ساده یا خطی نیست. دیدگاه‌های تازه به ندرت از مطالعه یک گزارش و یا حضور در یک سخنرانی، صرف‌نظر از اینکه چقدر عالی است، ایجاد می‌شوند. درک این حقیقت باعث اجتناب از داشتن نگاه ناامید کننده به رویکردهای سناریو می‌شود، رویکردی که از بررسی‌های استراتژیک یک سازمان جدا هستند. در حالی که چنین بررسی‌هایی به طور کلی در فرآیندهای استراتژیک رسمی شرکت جای می‌گیرند، بازتاب و تاثیر زیاد آنها از طریق کانال‌های موازی نیز رخ می‌دهد. در شرکت شل، فعالیت سناریونگاری به طور ذاتی با ارزیابی مداوم سیگنال‌های اقتصادی، سیاسی و بازار و مکالمات استراتژیکی که حول این موارد صورت می‌گیرد، پیوند دارد. صدها گفتگو، که اغلب غیررسمی هستند، با مدیران تصمیم‌گیری در طول چندین ماه، زمینه مناسبی را برای تبلور دیدگاه‌ها نسبت به سناریوها فراهم کرده و همچنین درک این مساله را شکل می‌دهند که چگونه سناریوها می‌توانند بهترین شکل ممکن برای تاثیرگذار بودن باشند.

سناریوهای لنز جدید شرکت شل نشان می‌دهد که پرداختن به چالش‌های قرن بیست و یکم دشوار و اغلب ناراحت‌کننده خواهد بود. شاید لازم باشد که بسیاری از مردم و سازمان‌ها در منافع خود تجدید نظر کنند، شراکت‌های نوآورانه ایجاد کنند، و به سمت تطبیق موثرتر منافع دیگران به عنوان یک مولفه ضروری از شکوفایی خود حرکت کنند. برخی از سناریوهای لنز جدید این شرکت در دسترس است (شکل ۱).

شکل ۱: سناریوهای لنز جدید شل

به جز گزارش اصلی لنز جدید، برخی گزارش‌های ضمیمه نیز موجودند که ممکن است برای برخی از خوانندگان مفید فایده باشد (شکل ۲)

4. New Lens Scenarios
5. www.shell.com/scenarios

شکل۲: ضمیمه‌های سناریوهای لنز جدید شل

سناریوهای شـــل چه چیزهایی هستند؟

شرکت شل از اوایل دهه ۱۹۷۰ در حال توسعه دیدگاه‌های ممکن در مورد آینده بوده‌است، که به نسل‌های رهبران، دانشگاهیان، دولت‌ها و شرکت‌ها کمک می‌کند تا روش‌های پیش رو را کشف کنند و تصمیمات بهتری بگیرند. سناریوهای شل این سوال را می‌پرسند که «چه می‌شود اگر؟» و رهبران را ترغیب می کنند تا وقایعی را در نظر بگیرند که تنها ممکن است جزو احتمالات دور بوده و باعث توسعه تفکر آنها شود.

از ســـناریوهای شل چگونه استفاده می‌شود؟

وسعت و عمق دیدگاه به‌دست‌آمده از سناریوهای شل همچنان الهام‌بخش بسیاری از مشارکت‌ها و ابتکارات موفق در سراسر جهان، در سطوح منفرد کشورها و همچنین سطوح منطقه‌ای و جهانی است. شرکت شل تقریبا ۵۰ سال است که در داخل خود در حال توسعه سناریوها است. آن‌ها توصیفات قابل‌قبول و چالش برانگیزی از چشم‌انداز آینده هستند. آن‌ها تفکر این شرکت را بسط داده و کمک می‌کنند تا انتخاب‌های مهمی را در زمان عدم قطعیت و انتقال داشته باشند چون شرکت شل در حال دست و پنجه نرم کردن با مسائل سخت انرژی و زیست‌محیطی است.

سناریوهای شل در عمل (حال حاضر)

در اینجا فقط برخی از پروژه‌هایی که تیم سناریوپردازی شل اخیرا با آن‌ها درگیر بوده‌است آورده شده‌است.

الف) کشورچین / توسعه گاز طبیعی در چین

تیم سناریونگاری شل یک مطالعه مشترک با مرکز تحقیقات توسعه شورای دولتی چین انجام داد تا بررسی کند که چگونه گاز طبیعی می‌تواند به عنوان یک منبع اصلی انرژی در چین تکامل یابد.

گاز طبیعی یک جایگزین ایده‌آل برای زغال‌سنگ است چون پاک تر، کارآمدتر و آسان‌تر برای حمل و نگهداری است. اگرچه استفاده از آن در سطح جهان در طول یک یا دو دهه گذشته به سرعت افزایش‌یافته است، اما پیش از آنکه بتواند به یکی از اجزای اصلی سیستم انرژی چین تبدیل شود، لازم است بر زغالسنگ غلبه کند.

مطالعه شرکت شل یک هدف استراتژیک برای افزایش سهم گاز در ترکیب انرژی به ۱۰ % در سال ۲۰۲۰ و ۱۵ % در سال ۲۰۳۰، نسبت به ۵ / ۸ % در سال ۲۰۱۴ را نشان می‌دهد. این نشان‌دهنده اهدافی است که در برنامه پنج ساله دوازدهم چین و قرارداد پاریس در مورد تغییرات آب و هوایی ۲۰۱۶ تعیین شده‌است.

بازارها به تنهایی قادر به ارائه این افزایش در سهم گاز نخواهند بود و چارچوب‌های سیاستی و مشوق‌های اضافی مورد نیاز خواهد بود. براساس مدل‌سازی اقتصادی دقیق، این مطالعه مشترک، توصیه‌هایی را برای تقویت مقررات زیست‌محیطی از جمله قیمت‌گذاری موثر کربن ارائه کرده‌است. این مطالعه همچنین اصلاح جامع مکانیسم‌های بازار گاز و همچنین اصلاح مقررات از جمله رقابت بیشتر در اکتشاف گاز بالا دست را توصیه کرده است. این مطالعه یک ورودی کلیدی در برنامه سیزدهم پنج ساله چین بود (شکل ۳)

شکل۳: استراتژی‌های توسعه صنعت گاز در چین

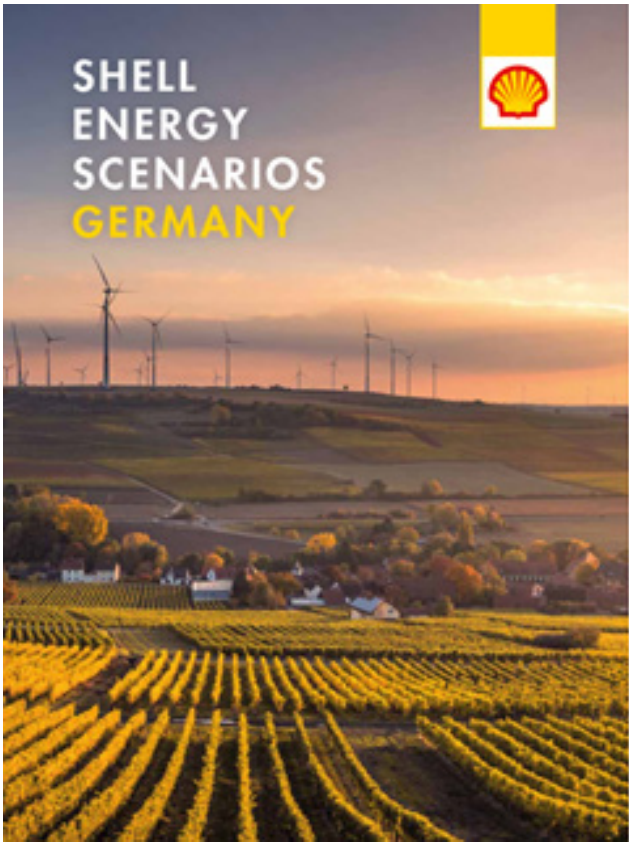
ب) کشورآلمان/ بررسی مسیرهای انرژی آلمان

شرکت شل از مدت‌ها پیش اهمیت چالش آب و هوایی جهانی را درک کرده‌است. از قرارداد ۲۰۱۵ پاریس، که یک برنامه عملی جهانی برای قرار دادن جهان در مسیر جلوگیری از تغییرات آب و هوایی خطرناک با محدود کردن گرمایش جهانی به کم‌تر از ۲ درجه سانتی گراد است، کارهای سختی در حال توسعه بوده و تکامل نقشه‌های راه برای ساخت سیستم‌های انرژی ایمن، مقرون‌به‌صرفه و پایدار در دست تهیه می‌باشد.

تمرکز اصلی در ابتدا بر درک چگونگی تکامل سناریوهای انرژی خاص آلمان و سپس درک چالش‌ها و فرصت‌ها بود. بزرگ‌ترین پیشرفت تاکنون در این اقتصاد بسیار صنعتی، تولید برق بوده‌است و اکنون به طور فزاینده‌ای بر حمل‌ونقل و گرمایش متمرکز شده‌است.

پس از شناسایی بزرگ‌ترین محرک‌های بالقوه تبدیل انرژی بین‌بخشی، یک تیم مشترک سناریوی شل و آلمان با هم‌کاری کارشناسان خارجی، دو سناریوی انتقال انرژی ممکن را توسعه دادند: «برنده شدن در ماراتون» و «آهسته‌کردن مومنتوم».

این سناریوها به چگونگی تکامل مسیرهای انرژی آینده آلمان در پاسخ به تغییرات اجتماعی، اقتصادی، سیاسی و تکنولوژیکی نگاه می‌کنند. آن‌ها برای کمک به جامعه آلمان و دولت برای کشف تمام مفاهیم و حمایت از تصمیمات کلیدی انرژی در سال‌های آینده طراحی شده‌اند (شکل ۴)



شکل۴: سناریوهای انرژی در آلمان

افریقا/ بهبود پاسخ به ایدز (۲۰۰۵)

کار سناریوهای شل همچنین توصیه به نهادهای عمومی، موسسات و دولت‌ها در سراسر طیف وسیعی از بخش‌ها مفید است، چرا که تخصص افراد در بخش سناریونگاری شل، تعداد زیادی از رشته‌ها را کنار هم قرار می‌دهد. این مساله در مورد سلامت جامعه، عمدتا در کشورهای در حال توسعه نیز صادق است.

در آفریقا، با استفاده از تجربیات به‌دست‌آمده از طریق عملیات این شرکت در کشورهای جنوب صحرای آفریقا، جایی که ایدز یک نگرانی عمده بهداشتی است، این شرکت با UNAIDS کار کرده تا سناریوهایی را برای راه‌هایی که این بیماری می‌تواند در آینده گسترش یابد، بررسی گردد.

در حالی که ممکن است تعداد موارد جدید ایدز در حال کاهش باشد، تنها در سال ۲۰۰۹، ۱/۸ میلیون نفر به تازگی در این منطقه آلوده شده‌اند. سازمان ملل از رویکرد شل به سناریوها برای تدبیر سه نسخه از آینده که پیامدهای اقدامات مختلف دولت را بررسی می‌کند، استفاده کرد.

این سناریوها به هدایت واکنش رهبران به این اپیدمی کمک کرد و نشان داد که کدام واکنش به بحران بهترین نتیجه را برای آفریقا و بقیه جهان تا سال ۲۰۲۵ ایجاد خواهد کرد. این کار همچنین به سازمان ملل و دیگر نهادها کمک کرد تا اقدامات مورد نیاز برای پاسخ مناسب به شرایط مختلف را شناسایی کنند (شکل ۵).

شکل۵: سناریوهای ایدز در آفریقا

سناریوهای تحول انرژی شرکت شل

جهان آشفته و پر از عدم قطعیت باقی می‌ماند، اما بحران‌های موجود در جهان ممکن است انگیزه‌ای برای تغییر سریع‌تر باشند. انتخاب‌های امروز، چشم‌انداز جهانی آینده و سیستم انرژی را برای دهه‌های آینده شکل خواهند داد. در همه سناریوی جدید شل سیستم انرژی تغییر می‌کند، اما مساله سرعت است. سناریوهای

جدید در این گزارش به نام‌های بادها، جزایر و آسمان نتایج انتخاب های کوتاه‌مدت را بررسی می‌کنند. برای رعایت توافقنامه پاریس، سرعت موردنیاز برای تغییرات در حوزه انرژی بسیار بالا بوده، اما از نظر تکنیکی قابل دستیابی است.انجام اقدامات عملی امروز ممکن است پیشرفت را در این زمینه تندتر نماید که این موضوع در گزارش مربوطه در شرکت شل نشان داده شده است (شکل ۶).

شکل۶: سناریوهای تحول انرژی شرکت شل

سناریوی اسکای

سناریوی اسکای یک مسیر از لحاظ فنی ممکن اما چالش برانگیز برای جامعه برای دستیابی به اهداف توافقنامه پاریس است. اسکای براساس انتشار سناریوهای قبلی شل ساخته شده‌است و خوش بینانه ترین سناریو از نظر نتایج آب و هوایی است. یک سیستم انرژی جدید در حال ظهور است. توافقنامه پاریس پیامی به سراسر جهان ارسال کرده‌است: تغییر آب و هوا یک مساله جدی است که دولت‌ها مصمم به رسیدگی به آن هستند. تا سال ۲۰۷۰ پتانسیل ظهور یک سیستم انرژی بسیار متفاوت وجود دارد. سناریوی اسکای یک مسیر تکنولوژیکی، صنعتی و اقتصادی ممکن رو به جلو است و مطابق با محدود کردن افزایش دمای متوسط جهانی به کم‌تر از ۲ درجه سانتیگراد از سطوح پیش صنعتی است. این امر پتانسیل ظهور یک سیستم انرژی را نشان می‌دهد که انرژی مدرن را برای همه در جهان به ارمغان می‌آورد (شکل ۷).

مدل عرضه جهانی

چگونه می‌توانیم تولید نفت و گاز آینده را در جهان در حال تغییر مدل‌سازی کنیم؟ با پیچیده‌تر شدن چشم‌انداز انرژی جهانی، تیم

شکل۷: سناریوی اسکای

سناریوپردازی شل مدل تامین جهانی (GSM) را برای ایجاد یک دیدگاه از پتانسیل تولید جهانی آینده توسعه داده‌است.

نقش نفت و گاز در حال تغییر است، اما با وجود نرخ رشد بالای انرژی‌های تجدید پذیر، نفت و گاز در دهه‌های آینده به عنوان منابع انرژی حیاتی باقی خواهند ماند.

شکل۸: مدل عرضه جهانی

ابزار مدل عرضه جهانی شل (GSM) به تیم سناریوی شل اجازه می‌دهد تا پتانسیل تولید نفت و گاز آینده را تا سال ۲۱۰۰ بررسی کنند. این ابزار که توسط طیف وسیعی از متخصصان رشته‌های مختلف طراحی شده‌است، این امکان را می‌دهد تا عدم قطعیت‌های کلیدی در حوزه‌هایی مانند نوآوری تکنولوژی و فشارهای ژئوپولیتیکی را بررسی کنند.

GSM سه جز اصلی دارد: تعریف مبنای منبع، بازاریابی و تولید. داده‌ها ابتدا از منابع داخلی و خارجی جمع‌آوری می‌شوند، سپس سناریوهای تولید با در نظر گرفتن نواحی عدم قطعیت و ریسک ایجاد می‌شوند. این تغییرات شامل تحولات ژئوپولیتیکی و افزایش منابع تامین غیر متعارف مانند استخراج نفت و گاز شیل است.

سپس تصمیم‌گیرندگان می‌توانند با استفاده از این سناریوها به کشف طیف وسیعی از سیگنال‌های تقاضا از استراتژی‌های ممکن بپردازند، رویکردی که به طور فزاینده‌ای با رشد چشم‌انداز انرژی جهانی در حال مهم شدن است (شکل ۸).

مدل جهانی انرژی

جهان در آینده چقدر انرژی مصرف خواهد کرد و چه اشکالی خواهد داشت؟ این سوال در قلب کار سناریوهای شل نهفته‌است. این تیم، مدل جهانی انرژی (WEM) را برای بررسی چگونگی تحول تقاضای انرژی در کشورها و بخش‌های مختلف توسعه داده‌است.

با استفاده از طیف وسیعی از داده‌ها، تیم می‌تواند مهم‌ترین عوامل در سیاست، تکنولوژی و انتخاب مشتری را ترسیم کند. این مدل تمام بخش‌های اقتصاد را همراه با تمام فن‌آوری‌های انرژی قابل‌پیش‌بینی پوشش می‌دهد. این برنامه تمام جهان را در سطحی دقیق از کشور پوشش می‌دهد که تا سال ۲۱۰۰ ادامه خواهد داشت.

شل این کار را در یک چارچوب پویا، سازگار و جامع انجام می‌دهد به این معنی که تغییرات در یک مکان می‌تواند بر دیگران تاثیر بگذارد. این یک ابزار مفید برای بررسی روندهای کوتاه‌مدت و همچنین چگونگی تکامل آن‌ها در تبدیل طولانی‌مدت سیستم انرژی

شکل۹: مدل جهانی انرژی

جهانی است.

WEM سه جز اصلی را در مورد انرژی محاسبه می‌کند: تقاضا، انتخاب و عرضه. برای رسیدن به این محاسبات که سپس به سناریوهای مدل تغذیه می‌شوند، سیستم به شش محرک کلیدی سیستم انرژی نگاه می‌کند: جمعیت، رشد اقتصادی، فشارهای محیطی، فن‌آوری، در دسترس بودن منابع و انتخاب‌های مصرف‌کننده.

این یک سیستم پیچیده است که برای آوردن درجه جدیدی از عمق و وضوح به تصمیم‌گیری انرژی ما با ارائه طیف وسیعی از آینده‌های محتمل طراحی شده‌است (شکل ۹).

مراجع:

https://www.shell.com/energy-and-innovation/the-energy-future/scenarios/the-energy-transformation-scenarios.html
https://www.shell.com/energy-and-innovation/the-energy-future/scenarios/what-are-scenarios.html
https://www.shell.com/energy-and-innovation/the-energy-future/scenarios/shell-scenario-sky.html
https://www.shell.com/energy-and-innovation/the-energy-future/scenarios/shell-scenarios-energy-models/global-supply-model.html
https://www.shell.com/energy-and-innovation/the-energy-future/scenarios/shell-scenarios-energy-models/world-energy-model.html
https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421513008124

. . . گزارش تحلیلی . . .

نظم کنونی انرژی

بررسی اقدامات فناورانه بخش انرژی کشورهای آسیای میانه و نگاهی به پروفایل انرژی آنها

. . . بخش نخست تاجیکستان . . .

قاسم توتونچی – پژوهشگر موسسه مطالعات بین المللی انرژی

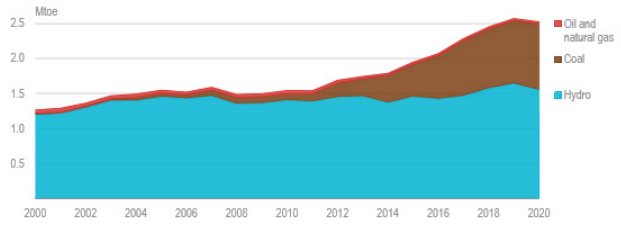
مقدمه:

کشورهای آسیای میانه خصوصاً در شمال شرقی ایران، هم از بعد فرهنگی و تاریخی و حتی گویش فارسی و آداب و رسوم مشترک و هم از بعد انرژی اشتراکات زیادی با جمهوری اسلامی ایران دارند. با وجود نداشتن مرز زمینی مشترک، زبان فارسی در تاجیکستان و بخش هایی از ازبکستان (مانند سمرقند، بخارا و خوارزم) معمول است. پایتختی حاکمان ایرانی مانند اسماعیل سامانی و تیمور گورکانی، حضور شاعران و دانشمندان ایرانی مانند رودکی و غیاث الدین جمشید کاشانی و درصد بالای نفوذ اسلام به عنوان دین غالب این مناطق، علقه ها و گره های مشترک زیادی را حاصل نموده است. علیرغم اینکه کشورهایی مانند تاجیکستان، ازبکستان، قرقیزستان و قزاقستان هنوز متاثر از فرهنگ روسی می باشند، به گونه ای که حتی گویش فارسی در آنجا با خط سیریلیک روسی نوشته می‌شود. ازسوی دیگر اشتیاق وافری برای ارتباط با دنیای فرا– روسی، به ویژه غرب، در این کشورها مشهود است. در این بین ایران به عنوان یک سرزمین مادری و دست کم دارای اشتراکات بیشمار، می تواند از این فرصت حسن استفاده نموده و ارتباطات موثرتری برقرار نماید. حوزه ی انرژی یکی از علاقه مندی های این کشورهاست، چرا که برخی از فقدان منابع انرژی رنج میبرند، یا چالش هایی در تبادل انرژی داشته و دارند، یا برسرسرزمین های دارای منابع انرژی مناقشات مرزی کمی دارند و برخی نیز دارای منابع کلان سوخت و انرژی می باشند. از این رو در این سلسله گزارش های تحلیلی، نسبت به مرور پروفایل انرژی کشورهای مورد اشاره اقدام و سپس شاخص ترین اقدام دارای نقشه راه فناوری هر یک از کشورها، به گزارش آژانس بین المللی انرژی، تبیین و تشریح خواهدشد. در گزارش پیش رو، کشور تاجیکستان مورد توجه قرار دارد. درشماره های آتی، کشورهای ازبکستان، قرقیزستان و قزاقستان مرور می گردد.

پروفایل انرژی تاجیکستان:

انرژی در تاجیکستان در راستای برنامه EU4Energy مورد علاقه و توجه آژانس بین المللی انرژی می باشد. از این رو اطلاعات معتبر و مفیدی در خصوص انرژی تاجیکستان در دسترس می باشد. انرژی تاجیکستان بیش از هر چیز به برق آبی وابسته است و منابع هیدرو (آبی) برای تولید برق، به گونه ای انحصار منبع را در اختیار دارند و اگر محدودشدن جریان های آبی در پاییز و زمستان، یکی از مهم ترین چالش های تاجیکستان، نبود، شاید هیچگاه به سراغ ذغالسنگ نمی رفتند. همین منابع آبی بعد از تولید برق، منبع تامین آب کشاورزی سرشار برای مردم تاجیکستان می گردد. تاجیکستان یکی از اصلی ترین مبادی تولید پنبه در جهان است. تاجیک ها حدود ۱۰ میلیون نفر جمعیت دارند که ۷۰% آنها در روستا به کشاورزی اشتغال دارند و آبیاری برای آنها بسیار حائز اهمیت است. به همین جهت یکی از بزرگ ترین چالش ها و تهدیدات تاجیکستان، تغییرات آب و هوایی و بلایای طبیعی ناشی از تغییر اقلیم است. تاجیکستان احداث و به روزآوری نیروگاه های آبی قدیمی ساخته شده در زمان شوروی را در دستور کار دارد و با جدیت بر روی طرح CASA–۱۰۰۰ که به تسرّی و اتصال شبکه های برق آسیای مرکزی و جنوبی می پردازد، متمرکز است. این خط ۵۰۰ کیلوولتی، امکان صادرات برق مازاد بهاری – تابستانی تاجیکستان (و قرقیزستان) را فراهم می کند. مقاصد این برق، پاکستان، افغانستان، ازبکستان، قزاقستان خواهد بود. رودخانه ها، دریاچه ها و یخچال های طبیعی متعدد و وافر در تاجیکستان، امکان تولید برق آبی مازاد بر نیاز را فراهم آورده است. تخمین زده می‌شود این منابع ۵۲۷ تراوات ساعت برق آبی را تولید کنند و این در حالی است که تاجیک ها حدود ۴% این میزان را به تولید عملی رسانیده اند و مابقی ظرفیت، بلااستفاده مانده است. در هر حال در فصول سرد به دلیل کم شدن جریانات آبی، تا ده درصد، مردم تاجیکستان از کمبود یا نبود برق به صورت مقطعی رنج می برند. در تاجیکستان تلفات برق حدود ۱۵/۵ درصد بوده که این میزان خود را در فصول سرد بیشتر نشان میدهد. این میزان تلفات بیش از هر چیز متوجه قدیمی بودن برخی زیرساخت ها بوده وسبب آسیب پذیری و تلفات می گردد. شایان ذکر است برخی مشتریان خارجی برق تاجیکستان، تا شش نوبت قطعی در ماه را تجربه می کنند.

ازبکستان سبب تغییراتی در پروفایل انرژی تاجیکستان گردید و شاید یکی از مهمترین عوامل ورود ذغالسنگ به سبد انرژی تاجیک ها باشند. درسال ۲۰۰۹ ازبکستان ارتباط تاجیکستان با CAPS یا سیستم برق آسیای مرکزی را قطع نمود. درسال ۲۰۱۳ صادرات گاز ازبک ها به تاجیک ها متوقف شد. این دو رخداد سبب شد تاجیکستان ذغالسنگ را به سبد انرژی خود وارد کند و این مصرف رو به افزایش است و نگرانی های اندکی را برای ناظرین تغییر اقلیم فراهم کرده است. هرچند با توجه به وسعت کشور و جمعیت اندک، سرانه آلایندگی اندک است. هرچند در

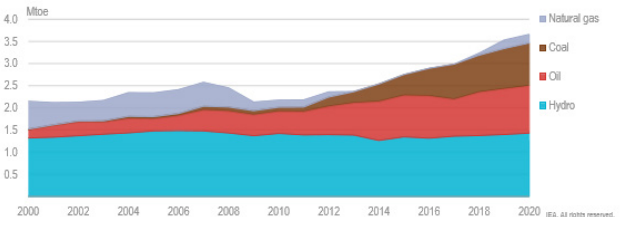


شکل ۱: افزایش ملموس ذغالسنگ در سبد انرژی تاجیک ها

سال ۲۰۱۸ مسائل بین دو کشور حل و فصل شد و اتصال مجدد تاجیک ها به CASP تا ۲۰۲۳ دور از ذهن نیست، لیکن ذغالسنگ در سبد انرژی تاجیک ها ماندگار شد. در شکل ۱ تغییرات مصرف ذغالسنگ در تاجیکستان نمایش داده شده است.

در هر حال مهمترین شاخصه ی امنیت انرژی تاجیکستان، تمرکز بر برق صادراتی و توسعه صنعت آلومینیوم با برق تولید داخل است. رفتار دوگانه ی محیط زیستی در اقبال به تجدیدپذیرهای بادی و خورشیدی در کنار ۱۰ برابر شدن مصرف ذغالسنگ مشهود است. تقریباً تمام نفت و گاز مورد نیاز وارداتی است. جهت افزایش امنیت انرژی در فصول سرد، حدود ۶% ظرفیت برق از آب به ذغالسنگ وابسته شده است. عدم پیشرفت تجدیدپذیرها و نیز افزایش بهره وری انرژی در تاجیکستان، متوجه نبود بودجه های دولتی مکفی، نبود دانش فنی و عدم بلوغ بنگاه های کوچک و متوسط (SME)[1] ها تلقی می شود. تاجیک ها از پروژه های عبور خط لوله نفت و گاز از کشور خود به عنوان کریدور یا معبر استقبال می کنند و در حال مذاکره برای خط D انتقال گاز آسیای میانه به چین می باشند. همچنین طرح مهم ملی با نام ۱۰۰۰-۱۰۰-۱۰ را دنبال می کنند که در آن، ۱۰ گیگا وات ظرفیت برق آبی بیشتر، ۱۰ تراوات ساعت برق صادراتی بیشتر سالیانه، ۱۰ درصد برق با منابع غیرآبی مانند ذغالسنگ و تجدیدپذیرها، و ۱۰% حداکثر تلفات برق هدف گذاری شده است. پروژه های ملی هوشمندسازی کنتورها در دوشنبه و خجند در دستور کار دولت است. حاکمیت با قیمت گذاری پایین تعرفه ی برق یارانه ای و استفاده ی کنترل نشده از منابع طبیعی در سرما در نبود برق آبی دست و پنجه نرم می کند. دولت باید ساختار و زیرساخت های انرژی (دست کم برق) خود را به روز نموده و تعرفه های یارانه ای برق را اصلاح کند تا انگیزه ی سرمایه گذاران خارجی تامین شود. این سرمایه گذاری با تسهیل صادرات برق، بازگشت خوبی را متصور می سازد. دولت باید ملاحظات محیط زیستی استفاده روز افزون ذغالسنگ را مدنظر داشته و به رویکرد ذخیره سازی نفت و فراورده های نفتی برای نیروگاه های حرارتی به عنوان آلترناتیو در فصول سرد جهت تامین رفاه مردم اقبال نشان دهد. دولت تاجیکستان بایستی در انتشار آمار و اطلاعات شفاف کوشاتر بوده و در افزایش بهره وری انرژی، توسعه ی تجدیدپذیرها و بالغ سازی SME ها کوشش کند.

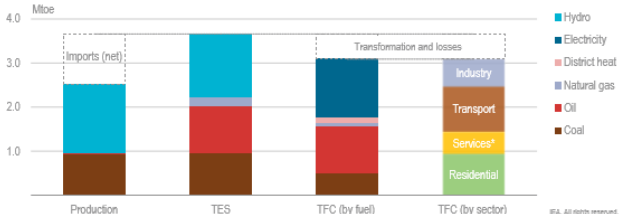
منابع انرژی مورد نیاز تاجیک ها به شامل ۳۹% هیدرو (آبی)، ۲۹% نفت، ۲۷% ذغالسنگ و ۵% گاز طبیعی است که در این بین، داشته های واقعی تاجیکستان، ۶۲% انرژی هیدرو، ۳۷% منابع ذغالسنگی، تنها ۱ درصد نفت بوده و هیچ گاز طبیعی ندارند. در شکل ۲ تامین نفت و گاز وارداتی به عنوان خلاء انرژی تاجیکستان نشان داده شده است. این واردات چاره ای جز جبرانسازی با صادرات برق مازاد آبی ندارد. تاجیک ها نقشه راهی برای صادرات برق به ایران نیز دارند. این در حالی است که ترکمنستان از ۲۰۰۳ از CAPS خارج شد و ترجیح داد به موازات ایران



شکل ۲: تامین خلاء سبد انرژی تاجیک ها با واردات نفت و گاز

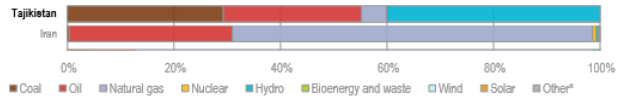
کار کند. همچنین ایران (شرکت سنگوب) تجربه مشارکت در پروژه های برق آبی تاجیکستان را دارد.

در شکل ۳ میزان تولید انرژی، میزان واردات خالص مورد نیاز، مقدار نفت و گاز وارداتی و تفکیک تقریباً متقارن مصرف انرژی در صنعت، حمل و نقل، منازل و خدمات نشان داده شده است.



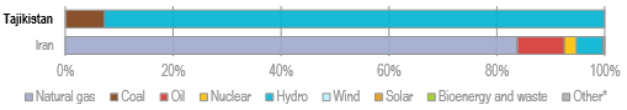
شکل ۳: نمودار تولید، واردات، مصرف و تفکیک سبد انرژی تاجیکستان

پروفایل منابع انرژی ایران و تاجیکستان، بسیار متفاوت است. همانگونه که در شکل ۴ مشاهده می شود، سبد انرژی تاجیک ها مبتنی بر برق آبی و ذغالسنگ بوده و خلاء نفت و گازی وارد می شود. اما در ایران، حامل غالب گاز طبیعی بوده و باقی نیاز از منابع نفتی تامین می گردد.



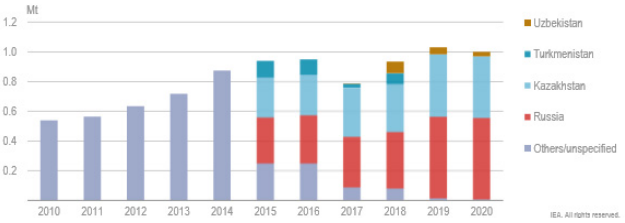
شکل ۴: منابع تامین انرژی کشورهای ایران و تاجیکستان در مقایسه با هم

در این بین داشته های انرژی دو کشور ایران و تاجیکستان نیز بسیار متفاوت است. به گونه ای که مطابق شکل ۵ عمده ی داشته بالفعل تاجیک ها، منابع هیدرو (آبی) و ذغالسنگ بوده، حال اینکه ایران سرشار از منابع گاز و نفت و دارای ظرفیت های قابل تامل برق آبی و هسته ای می باشد.



شکل ۵: داشته های انرژی کشورهای ایران و تاجیکستان

تاجیکستان نفت و گاز مورد نیاز خود را عمدتاً از روسیه و قزاقستان وارد می کند. ازبکستان، سهم اندکی داشته و ترکمنستان تقریباً بازار تاجیک ها را از دست داده است (شکل ۶).

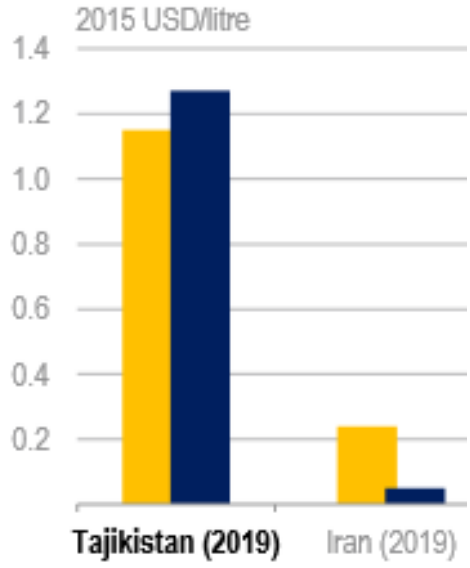


شکل ۶: تامین کنندگان نفت و گاز وارداتی تاجیکستان

اختلاف بسیار فاحش قیمت فراورده های نفتی در ایران و تاجیکستان به شرح شکل ۷ به چشم می خورد. با توجه به نبود مرز مشترک زمینی و در عین حال وجود مسیر های ریلی ترانزیتی، در کنار این اختلاف قیمت می تواند محرک انگیزه های صادراتی باشد. پالایشگاه دانگارا با ظرفیت ۱۲۰۰ تن در سال، که در سال ۲۰۱۸ تکمیل شد، تحت رقابت ایران،

1. Small & medium enter prises

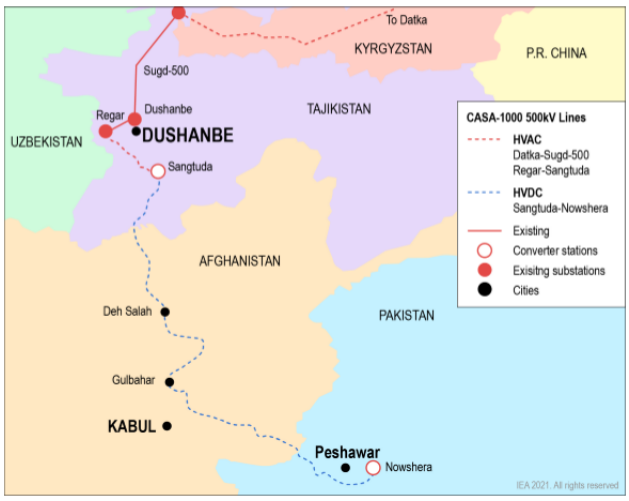
قزاقستان و روسیه برای تامین خوراک و عملیات بهره برداری است.



شکل۷: اختلاف قیمت فرآورده های نفتی در ایران و تاجیکستان

اقدام حوزه فناوری انرژی تاجیکستان(دارای نقشه راه):
تجارت فرامرزی برق آبی:

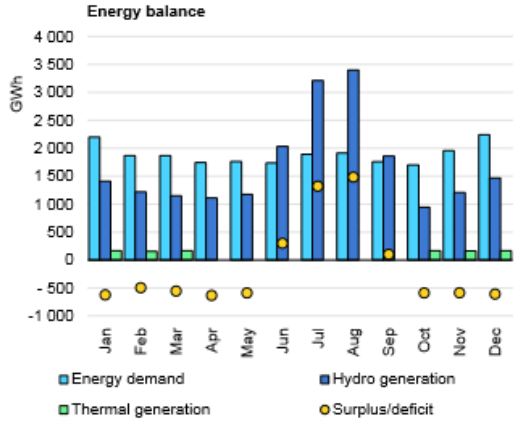
تاجیکستان برای تجارت فرامرزی برق خود نقشه راه دارد و از بعد فناوری (ظرفیت خطوط، قابلیت نزدیک شدن هارمونیک ها، یکسان سازی استانداردها، قابلیت دسترسی میترینگ شخص ثالث، معبر تبادل اطلاعات و ...) نیز به آن پرداخته است. به یاد داشته باشیم



شکل۸: عبور خط CASA از جنوب دوشنبه، افغانستان (نزدیک کابل)، ورود به پیشاور پاکستان

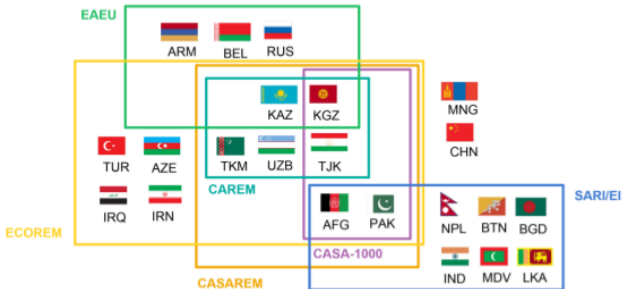
تاجیکستان هشتمین کشور جهان در ظرفیت تولید برق آبی است و تنها ۴% این ظرفیت محقق و عملیاتی شده است. تاجیک ها تصمیم دارند تا ۲۰۳۰، سالیانه ۱۰ تراوات ساعت برق صادر کنند و از محل این صادرات، ضمن توسعه طرح های برق آبی، واردات سوخت مورد نیاز خود را تامین ارز کنند. یکی از اصلی ترین محورهای این نقشه ی راه، طرح CASA است که به پیاده سازی خط ۵۰۰ کیلوولتی در کشورهای مسیر و مقصد (پاکستان) وابسته است. مقصد نهایی این خط و این طرح، پیشاور پاکستان است (شکل ۸). این خط ظرفیت دریافت برق آبی مازاد قرقیزستان را نیز دارد.

تاجیکستان در چهار ماه گرم سال برق مازاد نسبی، و در دو ماه از آن، ظرفیت مازاد مطلق دارد و همسایگان تاجیکستان و بازار هدف آن، در همین ماه های سال نیاز مبرم به برق و کمبود آن را لمس می کنند. از سوی دیگر در ۸ ماه سال تاجیک ها به ارز برای واردات سوخت یا استخراج ذغالسنگ برای جبران کمبود انرژی خود نیاز دارند (شکل ۹).



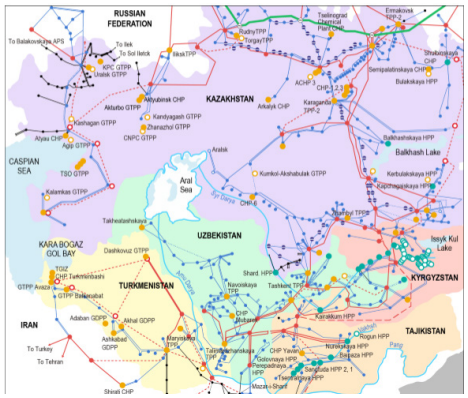
شکل۹: نمودار تراز انرژی تاجیکستان در ماه های سرد و گرم سال

از ویژگی های این نقشه راه، جامعیت و بلند پروازانه بودن آن است به گونه ای که تمام کشورها به شرح شکل ۱۰، در اهداف این نقشه ی راه میگنجد. البته اولویت و امکان سنجی تحقق این بازارها با یکدیگر متفاوت است.



شکل۱۰: کشورهای هدف نقشه راه تجارت برق آبی تاجیکستان

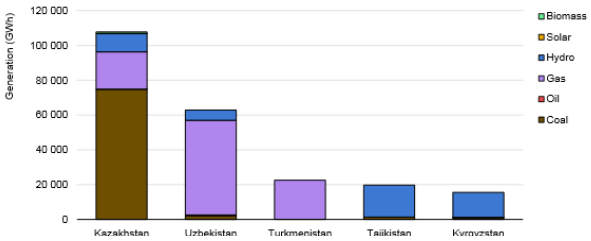
طبق شکل ۱۱، با توجه به CASP و شبکه ی به هم تنیده ی برق آسیای مرکزی، امکان سنجی صادرات ترانزیتی برق قرقیزستان به تاجیکستان،



شکل۱۱: شبکه ی به هم تنیده CASP و ظرفیت های صادرات برق تاجیک به غیر آسیای میانه

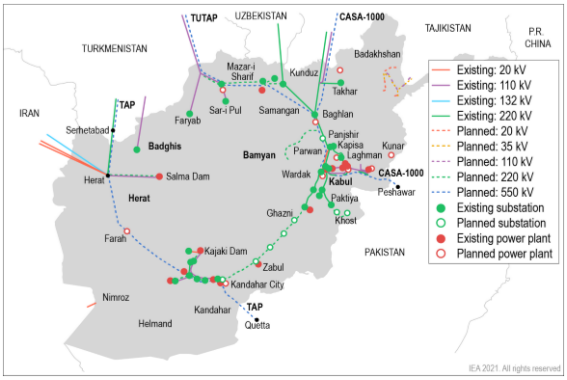
و صادرات هاب گونه ی تاجیک ها به ازبکستان، قزاقستان، روسیه، افغانستان و پاکستان مثبت تلقی می‌شود. شایان ذکر است تاجیکستان برنامه هایی هم برای صادرات برق به هند و چین در نقشه ی راه خود ترسیم کرده است. یکی از مشکلات تاجیک ها در تعامل با ایران و ترکیه و عراق، وجود ترکمنستان در مسیر ترانزیت است که از CASP خارج شده و ترجیح داده به موازات شبکه ی برق ایران فعالیت نماید. این سبب می گردد هزینه های ترانزیت برق به خاور میانه برای تاجیک ها افزایش یابد.

قرقیزستان بیش از هر کشور همسایه تاجیکستان، به CASA-1000 امیدوار است. نگاهی به نحوه ی تولید برق کشورهای آسیای میانه (شکل ۱۲) نشان می دهد قرقیزها همانند تاجیک ها ظرفیت تولید برق آبی بالایی داشته و از این جهت مشابهت دارند. ازسوی دیگر سهم گاز طبیعی در برق ترکمنستان تقریباً فراگیر، و در ازبکستان نزدیک به تمام است. قزاق ها البته در کنار ذغالسنگ، که منبع عمده ی تولید برق است، از گاز طبیعی و برق آبی سود می جویند.



شکل ۱۲ : نمودار منابع انرژی برق کشورهای آسیای میانه

یکی از ارکان برنامه نقشه راه CASA، افغانستان است. برنامه های CASA و نیز TUTAP (ترکمنستان – ازبکستان – تاجیکستان – افغانستان – پاکستان) خطوط انتقال برق ۵۰۰ کیلو ولت را در دستور کار دارند که باید دید کدام یک با توجیه اقتصادی و امنیتی بیشتر و قابلیت اجرایی نهایی روبرو خواهد بود. آنچه مسلم است گزینه های تامین برق افغان ها برای همه ی کشورهای همسایه میسر است (شکل ۱۳)، اما چنانچه هدف بازار برق پاکستان باشد، گزینه CASA از تاجیکستان کوتاهترین و ممکن ترین مسیر است. در خصوص افغانستان باید دانست ایران و ترکمنستان، سهم ثابت و نه چندان زیادی در تامین دارند که بیش از هر چیز وابسته به منابع گازی آنها است. به عبارتی ایران و ترکمنستان نقش حاشیه اطمینان ساز برای برق افغان ها را دارند تا تاجیک ها (به نمایندگی از ازبک ها و قرقیزها از طریق CASA) در فصول گرم به صورت منعطف برق خود را بفروشند. در این بین قیمت گذاری برق گازی ایران و برق آبی تاجیکستان برای افغان ها قابل تامل و بررسی است و یک ارزش یکسان ندارد.



شکل ۱۳ : افغانستان به عنوان بازار و معبر عبور CASA

توصیه های سیاستی برای جمهوری اسلامی ایران:

- بازار فراورده ی نفتی و ساخت و عملیات پالایشگاهی، در تاجیکستان برای ایران مثبت ارزیابی می‌شود.
- انتقال دانش و تاسیس SME های دانش بنیان، در صورت حمایت دولت تاجیک، دارای زمینه ی مثبت است.
- چنانچه بازار برق افغانستان برای ایران راهبردی است، ممکن است با پیشرفت CASA دستخوش تاثیر گردد.
- با توجه به نقش توازن ساز برق گازی ایران برای افغانها، قیمت گذاری آن با برق آبی تاجیک ها نباید یکسان و نزدیک باشد.
- تعامل گازی ایران با تاجیک ها به دلیل نبود ظرفیت LNG فاقد هر گونه توجیه اقتصادی است.
- حفظ توازی فعالیت ترکمنستان با ایران در هارمونی های برقی (خروج از CASP) برای ایران راهبردی است.
- تلاش ایران برای کم اثر ترشدن تحریم ها در مسیر تبدیل شدن به هاب برقی منطقه، فرصت فوق العاده ای در تامین کسری برق تابستانی با برق آبی ماز اد تاجیک ها می باشد.
- بازار پروژه های مهندسی فناور در زمینه ی پالایش و نیروگاهی در خاک تاجیکستان برای ایران مثبت است.

منبع: آژانس بین المللی انرژی

مدیریت مشعل‌سوزی (فلرینگ) و فناوری‌های کاهش گاز فلر

. . . بخش اول . . .

امیر حسین فاکهی - پژوهشگر موسسه مطالعات بین المللی انرژی

مقدمه

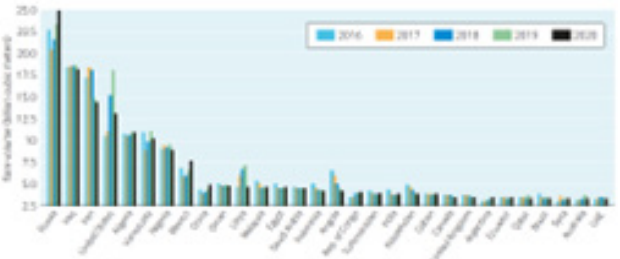
مدیریت مشعل سوزی یا فلرینگ یکی از موضوعات مهم فناورانه در کاهش انتشار کربن و افزایش بهره وری صنعت نفت و گاز محسوب می شود. گزارش مطالعاتی در دو بخش ایفاد خواهد شد. در بخش پیش رو آشنایی با مبانی فلر و موانع توقف، چرایی وقوع و نحوه ی دسته بندی آن بیان می گردد. درشماره ی آتی، گزینه های عرضه به بازار، مبانی فنی اقتصادی، بررسی فلرینگ در ایران و نهایتاً توصیه های سیاستی تقدیم خواهد شد.

گاز همراه، به گاز طبیعی‌ای گفته می‌شود که به عنوان محصول مشترک با نفت در حین استخراج نفت تولید می‌شود. حجم قابل توجهی از گازهای همراه سالانه در سایت‌های تولید نفت در سراسر جهان در فلرها شعله‌ور می‌شود که به انتشار CO_2 و CH_4 و در نتیجه تغییرات اقلیمی منجر می‌شود.

بیشتر این مشعل‌سوزی‌ها به صورت یک روال متداول و معمولاً پیوسته انجام می‌شود. مشعل‌سوزی، همچنین گاهی به دلیل رویدادهایی انجام می‌شود که ماهیت غیر معمول دارند و منجر به وقفه‌های پیش‌بینی نشده در فرآیندهای استخراج، فرآورش، انتقال و عملیات پایین دستی گاز طبیعی (مانند مایع‌سازی) می‌شوند. بخشی از مشعل‌سوزی‌ها را نیز به می‌توان حوادث اضطراری یا مسایل ایمنی منتسب کرد. مشعل‌سوزی منابع انرژی ارزشمندی را از بین می‌برد که می‌توانستند انرژی لازم برای تداوم رشد اقتصادی در بسیاری از نقاط جهان را فراهم کنند و به جوامع کمک کنند تا در جهت دستیابی به اهداف توسعه پایدار گام بردارند. درعین حال، مشعل‌سوزی فرآیندیست که نسبت به رهاسازی گازها بدون‌سوزاندنشان (که گاهی به آن تخلیه سرد یا Cold venting گفته می‌شود) ارجح است چرا که انتشار گاز طبیعی بدون سوزاندن آن علاوه بر نگرانی‌های ایمنی و احتمال انفجار، به دلیل ترکیب بسیار بالای هیدروکربور متان موجود در گاز، تغییرات اقلیمی را با شدتی بسیار بیشتر از انتشار گاز دی‌اکسیدکربن تسریع می‌کند.

درسراسر جهان، کشورها و شرکت‌ها میزان مشعل‌سوزی را در عملیات بالادستی را به طور ویژه کاهش داده‌اند. هرچند این موضوع به لحاظ حفظ محیط زیست و محیط کسب و کار، خوشایند به نظر می‌رسد، اما همچنان حجم قابل توجهی از مشعل‌سوزی‌های گاز همراه بصورت متداول (روتین) درسطح بین المللی در حال انجام است. درشکل (۱) میزان مشعل‌سوزی برای ۳۰ کشور دارای بالاترین مشعل‌سوزی را مشاهده می‌کنید.

شکل (۱) حجم مشعل‌سوزی (فلرینگ) برای ۳۰ کشور دارای بالاترین رتبه درسال های ۲۰۱۶ تا ۲۰۲۰ به صورت مرتب‌سازی شده براساس حجم مشعل را نمایش می‌دهد.



شکل ۱: احجام مشعل‌سوزی در ۳۰ کشور دارای بیشترین رتبه مشعل‌سوزی در سال‌های ۲۰۱۶ تا ۲۰۲۰ (واحد ارقام: میلیارد متر مکعب)

تخمین زده می‌شود که میزان مشعل‌سوزی جهانی از ۱۵۰ میلیارد مترمکعب درسال ۲۰۱۹ به ۱۴۲ میلیون مترمکعب درسال ۲۰۲۰ کاهش یافته باشد. این حجم از گاز، برای برق‌رسانی به صحرای آفریقا کفایت می‌کند اگر این مقدار از گاز برای تولید برق به کار گرفته شود می‌تواند ۷۵۰ میلیارد کیلووات‌ساعت برق تولید کند که از مقدار سالانه تقاضای انرژی در کشورهای آفریقایی بیشتر است.

موانع توقف مشعل‌سوزی

موانع گسترده‌ای بر سر راه توقف مشعل‌سوزی و کاربرد گاز برای مقاصد کارآمدتر وجود دارد. به عنوان مثال یکی از عوامل کمبود زیرساخت‌ها و یا فاصله زیاد بین بازار تقاضای گاز و محل مشعل‌سوزی می‌باشد. یکی از عوامل مهم دیگر، کمبود حمایت دولتی از پروژه های کاهش مشعل‌سوزی می‌باشد. در عین حال، در شرایطی که بخش خصوصی به همراه بخش دولتی با یکدیگر همکاری کنند تا بر این موانع فائق شوند مشعل‌سوزی می‌تواند به طور موثری کاهش پیدا کند. در این مقاله سعی خواهیم داشت که برخی از این موانع را شناسایی کرده و همچنین روش هایی که می‌تواند باعث کاهش مشعل‌سوزی و استفاده موثرتر از گاز طبیعی همراه باشد و همچنین فرصت هایی که این کار می‌تواند به لحاظ اقتصادی برای جوامع به همراه داشته باشد، مورد بررسی قرار دهیم.

مبانی مشعل‌سوزی گاز (فلرینگ)

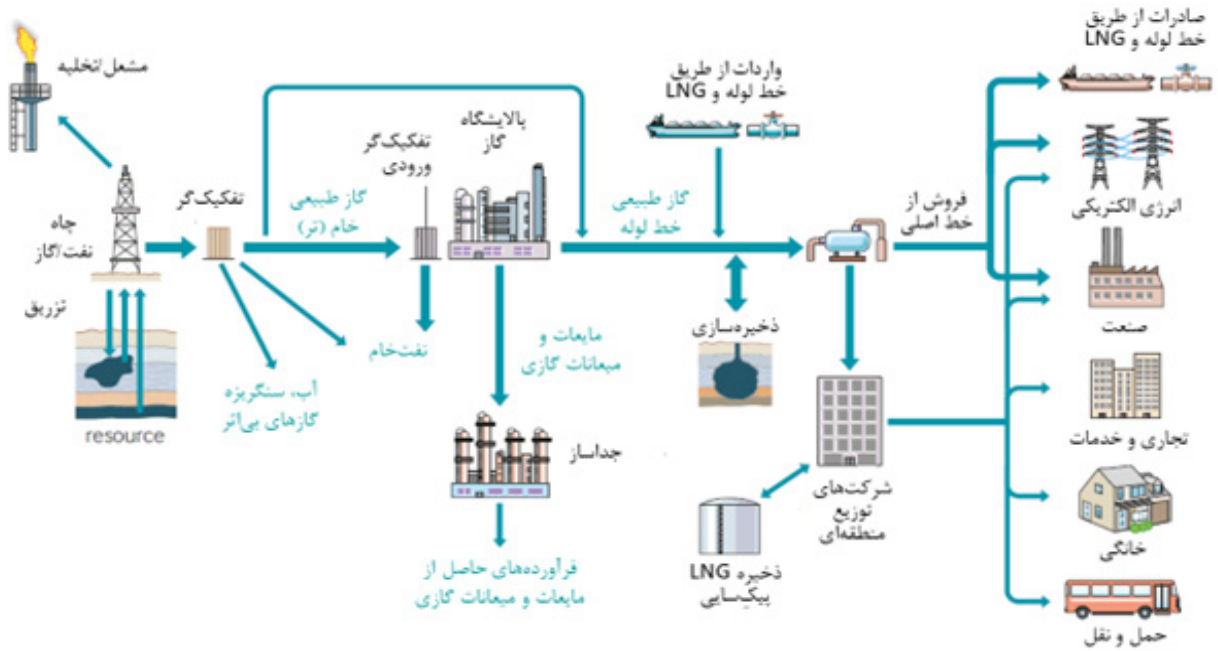
برخی از مهمترین سرفصل‌های مرتبط با مشعل‌سوزی گاز شامل موارد زیر می باشد:

- زنجیره ارزش گاز طبیعی و دلایل مختلفی که مشعل‌سوزی در برخی از بخش‌های این زنجیره اتفاق می‌افتد
- کسب درآمد از گازهای همراه و چشم انداز و مسائل کلیدی مرتبط با نقش هر یک از این اجزا در فرایند تصمیم‌سازی
- گزینه‌های فناورانه برای کاهش مشعل‌سوزی و عوامل موثر در بازار که باید در این پروژه‌ها مورد توجه قرار بگیرد
- سرفصل‌بندی پروژه های گاز همراه شامل عوامل محرک فنی و اقتصادی به همراه مسائل اجتماعی و زیست محیطی مرتبط با زنجیره ارزش گاز طبیعی

برای در نظر گرفتن فرصت های بالقوه در جهت کاربرد بهتر گاز طبیعی همراه، بسیار مهم است که بدانیم گاز طبیعی چگونه از چاه و تجهیزات سرچاهی به مصرف کننده منتقل می‌شود. شکل (۲) جریان گاز طبیعی از چاه تا مصرف کننده را نشان می‌دهد که در طول آن، زنجیره ارزشی از عملیات‌های مختلف قرار گرفته است که شامل فرآورش گاز، انتقال گاز طبیعی، مایع‌سازی یا تبدیل گاز طبیعی به سایر سوخت‌ها و یا سایر مواد شیمیایی ارزشمند در پتروشیمی‌ها می‌باشد.

فراتر از حرکت منطقی محصول (از چپ به راست تصویر شکل ۲)، چندین ویژگی وجود دارد که باید در نظر گرفته شود:

- غالباً، مالکیت منابع هیدروکربنی بالادستی با یک طرف یا شرکت مجزا از بهره‌بردار است که آن منبع را فرآورش و تولید می‌کند.



شکل۲: زنجیره ارزش گاز طبیعی

■ با توجه به تفاوت ذاتی بین قیمت هیدروکربورهای مایع با هیدروکربورهای گازی ـ حتی بر اساس انرژی معادلشان ـ مالک منبع و بهره‌بردار، ممکن است برای تولید نفت خام، در مقایسه با گاز همراه تولیدشده وسایر محصولات جانبی آن، اولویت بیشتری قائل شوند (و در اغلب موارد اینگونه عمل می‌شود).

■ واسطه‌ها در بخش میانی زنجیره ارزش، از تفکیک‌گرهای ورودی تا کارخانجات و پالایشگاه‌های فرآورش گاز همراه وشبکه توزیع به مشتری نهایی، از طریق فرآورش، ارتقاء، انتقال و توزیع گاز طبیعی یا تولید محصولات مشتق‌شده از گاز، ایجاد ارزش افزوده می‌کنند. به طور کلی، صنایع و زیرساخت‌های مربوط به این بخش از جریان میانی زنجیره ارزش، بسیار سرمایه‌بر، دارای محدودیتهای گوناگون، ظرفیت محدود و مستقر در نقاط مشخص جغرافیایی هستند.

■ معمولاً قراردادها، توافق‌نامه‌ها و ترتیبات تجاری بین طرفین عرضه و تقاضای گاز طولانی‌مدت است و شامل مقررات حقوقی پیچیده برای مقابله با ریسک‌های مربوط به قطعیت عرضه و جلوگیری از نوسان در قیمت‌ها می‌باشد.

■ برای همه مشتریان، به ویژه برای صنایع یوتیلیتی (آب، برق و بخار جانبی) و نیروگاه‌های تولیدکننده برق و صادرکنندگان، بدلیل اتکاء بسیاری از تجهیزات و فرآیندهای صنعتی به گاز طبیعی، حامل انرژی جایگزین مناسب و مقرون به صرفه دیگری نسبت به گاز طبیعی وجود ندارد.

■ اغلب مداخلات قابل توجه دولتی در این زنجیره ارزش از طریق وضع مقررات، اعمال مالیات‌ها و یارانه‌ها، صدور مجوزهای دسترسی به زمین و در برخی حوزه‌ها، از طریق مشارکت در قراردادها صورت می‌گیرد. این اقدامات حاکمیتی می‌تواند عوامل مشوق یا بعضاً بازدارنده در زمینه حذف یا کاهش مشعل‌سوزی گاز باشد.

هریک از این عوامل بسته به‌شرایط موجود در هرمنطقه، می‌تواند نقش مهم و تعیین‌کننده‌ای در تعریف گزینه‌های ممکن برای کسب درآمد و ارزش افزوده از گازهای همراه را داشته باشند. در عملیات بالادستی، طیفی از عوامل ممکن است بر ظرفیت بالقوه مشعل‌سوزی تأثیر بگذارند، از محدودیت‌های زیرساختی برای عملیات گاز همراه گرفته تا قابلیت اطمینان بالاتر تجهیزات مربوط به بهره‌برداری از گازهای مستقل در مقایسه با گازهای همراه. در عملیات گازهای همراه، شرکتهای بهره‌بردار در مناطق خشکی معمولاً به دلیل سهولت نسبی افزودن صنایع فرآورش، امکان بیشتری برای افزایش ظرفیت و رشد تولید را نسبت به شرکت‌های بهره‌بردار در مناطق دریایی را دارند. [۱]

در فراساحل، به دلیل چالش‌های قابل توجهی که در مسائل مدیریت ریسک، تأمین تجهیزات و قطعات، ساخت وساز و ایمنی وجود دارد، فرآیندها گرانتر و پیچیده‌تر انجام می‌شود. در هر صورت، از آنجا که نرخ تولید گاز همراه ممکن است قبل از شروع عملیات به طور دقیق مشخص و تثبیت‌شده نباشد، توسعه زیرساخت های انتقال گاز می‌تواند با تأخیر انجام‌شود یا پس از توسعه این زیرساخت‌ها محدودیت‌های ظرفیت ایجادشود یا اساساً پروژه‌های جمع‌آوری گازهای همراه دریایی از نظر مالی جذاب نباشند. در نتیجه، پیدا کردن راه حل‌های اقتصادی مناسب خصوصاً در پروژه‌های دارای نسبت گاز به نفت (نسبت GOR) پایین با توجه به حجم کم گاز تولیدشده با چالش‌های فراوانی روبرو می‌باشد.

پیشرفت‌های اخیر در تولید از میادین نفتی تایت خشکی و مخازن نفت شیل، که در آن از روش‌های حفاری افقی وشکست هیدرولیکی استفاده می‌شود، چالش‌های خاصی را در مدیریت گازهای همراه ایجاد می‌کند. در تولید گاز مستقل، که در آن تولید بر جریان گاز طبیعی به عنوان محصول اصلی استوار است نیز مجموعه‌ای از چالش‌ها ممکن است به مشعل‌سوزی گاز منجر شود.

این چالش‌ها می‌تواند شامل برخی اختلالات عملیاتی، مانند فشار بیش از حد در تجهیزات یا خطوط لوله، خاموشی یا خرابی تجهیزات و محدودیت های ظرفیت پایین دستی، مانند از مدار خارج شدن پالایشگاه‌های فرآورش باشد. با وجود اینکه این اختلالات معمولاً روال‌های غیر معمول هستند، یعنی رویدادهای موقتی و غیرپیوسته هستند، اما می‌توانند منجر به احجام زیادی از مشعل‌سوزی گذرا شوند. چنین چالش‌هایی

ممکن است در سایر بخش‌های زنجیره ارزش گاز طبیعی در پایین دست مرحله تولید، از جمله فراورش گاز، انتقال، تولید مشتقات پایین دستی (مانند گاز طبیعی مایع (LNG) و گاز طبیعی فشرده (CNG)) و مصارف نهایی نیز وجود داشته باشند.

چرا مشعل‌سوزی گاز؟

مشعل‌سوزی گاز می‌تواند به دلایل زیادی رخ دهد، از مسائل فنی (مانند تست راه اندازی اولیه تاسیسات، خرابی های برنامه‌ریزی نشده تجهیزات، و غیره) تا عوامل بازار (مانند تقاضای ناکافی، قیمت‌های پایین گاز و غیره).

در عین حال، به عنوان یک منبع انرژی اولیه در دنیایی که تقاضای انرژی به طور مداوم در حال رشد است، گاز همراه یک منبع دارای ارزش ذاتی است، چه به عنوان گاز طبیعی قابل مصرف تجاری از طریق خط لوله، چه به صورت سایر محصولات مشتق‌شده. ارزش بازار گاز همراه به عوامل متعددی بستگی دارد که در طول زنجیره ارزش بین تولید کننده و مصرف کننده قرار دارند. جدول ۱ این عوامل به همراه برخی مثال‌ها را نشان می دهد.

تحلیل‌های مختلفی در مورد چگونگی کسب درآمد از گاز همراه انجام شده است. این مطالعات، تعدادی از این عوامل را شناسایی کرده‌اند که شرکت‌ها را به تصمیم برای مشعل‌سوزی سوق می‌دهد.

در مجموع، این چالش‌ها نشان می‌دهند که یک شکست اساسی در بازار انرژی و در زمینه همسو کردن حجم کامل گاز همراه با مجموع تقاضای جهانی انرژی وجود دارد. هرچند هر تصمیمی که توسط هر یک از شرکت‌های نفت و گاز برای مشعل‌سوزی گاز همراه برای حفظ تولید نفت و هیدروکربورهای مایع اتخاذ می‌شود، منعکس کننده‌ی تصمیم‌گیری بهینه در سطح آن بنگاه برای تولید ارزش افزوده است، اما مجموع همه این تصمیمات منجر به یک نتیجه غیربهینه برای جامعه به عنوان یک کل می‌شود. این نتیجه – یعنی اتلاف عمدی و مداوم گازهای همراه از طریق مشعل‌سوزی‌های متداول ـ یک "هزینه فرصت" اقتصادی ایجاد می‌کند که شامل منابع انرژی از دست رفته و تولید گازهای گلخانه ای و سایر انتشارات آلاینده زیست‌محیطی است.

نهادهای دولتی نقش مهمی در زمینه اصلاح این عدم بهینگی اقتصادی در سیستم زنجیره ارزش گاز دارند. اقدامات آنها در چهار حوزه کلیدی تأثیر دارد: قوانین/ مقررات بالادستی نفت و گاز. قانون تجارت و رویه های

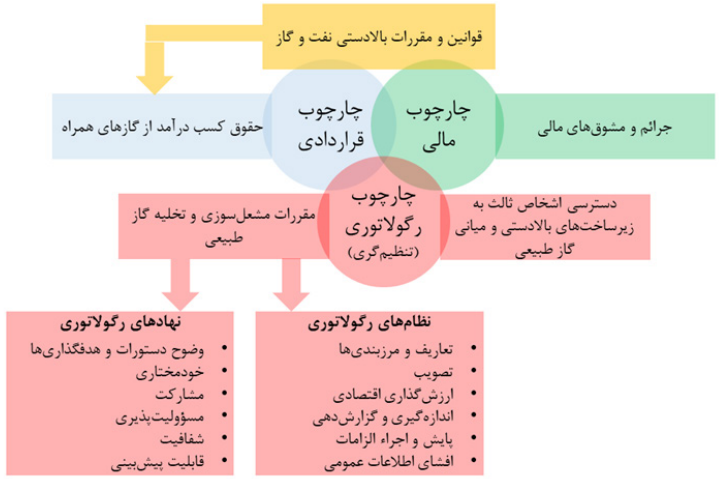
جدول ۱ : عوامل مشعل‌سوزی به همراه برخی از مثال‌های آن

علت ریشه‌ای	مثال‌هایی از این که چرا فلرینگ انجام می‌شود
محدودیت های دسترسی به بازار	• فاصله میدان تولید گاز تا بازارها می‌تواند گزینه‌های ارزش‌آفرینی گاز همراه را محدود کند و پالایش، تقویت فشار، انتقال و توزیع گاز طبیعی با کیفیت تجاری یا ساخت تأسیسات تولید و انتقال برق را از منظر اقتصادی غیر موجه کند. • دسترسی به خطوط لوله انتقال با مسافت طولانی می‌تواند مستلزم زمان‌های طولانی باشد و ریسک قابل توجهی را به پروژه به دلیل چالش‌های قانونی نظیر تملک زمین و/یا فرآیندهای اخذ مجوزهای قانونی تحمیل کند. • در مواردی هم که میدان تولید گاز همراه نزدیک و در مجاورت یک بازار محلی باشد، ممکن است این بازار برای توسعه زیرساخت های فرآورش و توزیع گاز همراه بسیار کوچک و از نظر اقتصادی غیر موجه باشد. • همچنین در برخی کشورها، گازهای همراه به دلیل ساختار بازارهای انحصاری که سرمایه گذاری‌های جدید یا حق استفاده از زیرساخت های موجود را محدود می‌کنند، راهی مشعل می‌شوند.
محدودیت های زیرساختی	• در مواردی که زیرساخت‌های فرآورش و انتقال گاز موجود باشد، سیستم ممکن است در ظرفیت نهایی خود مشغول به کار باشد، یا دارای تجهیزات (مانند کمپرسورهای) غیرقابل اطمینان از نظر افزایش ظرفیت باشد ، یا مشمول محدودیت‌های قراردادی باشد که عرضه‌های جدید گاز همراه را با زیان اقتصادی یا سایر زیان‌ها مواجه می‌کنند. • ممکن است باعث رخداد خرابی در زیرساخت های اشخاص ثالث شود (به عنوان مثال به دلیل ناپایداری شبکه ملی یا زیرساخت های توزیع گاز خانگی).
محدودیت های حجم گاز	• برای برخی از عملیات چرخه کوتاه (short-cycle)، مانند نفت شیل تولید شده از طریق حفاری افقی و شکست هیدرولیکی، تولید می‌تواند تغییرات قابل توجهی را به دلیل نرخ تولید اولیه بالا و به دنبال آن کاهش شدید از خود نشان دهد. این امر توجیه اقتصادی تأسیسات انتقال گاز پایین دستی را که باید در ابعاد و اندازه‌هایی برای مدیریت اوج تولید ساخته شوند، با چالش مواجه می‌کند.
محدودیت های سرمایه‌گذاری	• معمولاً تولیدکنندگان به دلیل بازده بالاتری که از افزایش تولید نفت و میعانات حاصل می‌شود، سرمایه‌گذاری در حوزه تولید نفت خام و هیدروکربورهای مایع اضافی را نسبت به پروژه‌هایی جمع‌آوری و ارزش‌آفرینی از گازهای همراه ترجیح می‌دهند. این موضوع می‌تواند تخصیص منابع سرمایه‌ای در دسترس به پروژه‌های مرتبط با بهره‌برداری از گازهای همراه را محدود کند.

علت ریشه‌ای	مثال‌هایی از این که چرا فلرینگ انجام می‌شود
عوامل محدودکننده دولتی	• فقدان یک چارچوب قانونی، نظارتی و مالی کارآمد و مؤثر یا یک مرجع قدرتمند جهت اجرای مقررات کاربردی می‌تواند نشان دهنده عدم تعهد دولت برای حمایت از بازاری باشد که سرمایه‌گذاران را برای جایگزین‌کردن فلرینگ ترغیب نماید. • دولت‌ها الزامی ندارند یا در پیشنهادات جدید خود قید نمی‌کنند که برنامه‌های توسعه برای میادین نفتی جدید باید شامل استفاده پایدار یا بهینه‌سازی مصرف گاز همراه آن میدان بدون مشعل‌سوزی‌های متداول باشد. • حق تقدم دولت‌های میزبان در مالکیت گازهای همراه تولید شده می‌تواند انگیزه‌های سرمایه گذاران و تولیدکنندگان بالادستی یا سایر اشخاص ثالث در ایجاد جایگزین‌هایی برای مشعل‌سوزی گازهای همراه را تضعیف کند. • قیمت‌گذاری مصنوعی و پایین‌تر از نرم منطقه‌ای برای حامل‌های گاز طبیعی یا برق که توسط دولت‌ها تحمیل می‌شود، می‌تواند انگیزه سرمایه گذاری خصوصی در جایگزین های مشعل‌سوزی را از بین ببرد. • انحصارهای ناشی از تحریم‌های دولتی در بخش نفت و گاز می‌توانند دسترسی شخص ثالث به خطوط لوله گاز، پالایشگاه‌های فرآورش، شبکه های توزیع گاز یا تأسیسات صادراتی را محدود کنند.
شرایط عملیاتی	• مشعل‌سوزی مبتنی بر ایمنی به دلایل مختلفی رخ می‌دهد، از جمله اختلال در عملکردهای فرآیندی، خاموش شدن اضطراری به دلیل افزایش فشار بیش از حد و غلظت بالای مواد خطرناک (به عنوان مثال سولفید هیدروژن) در ترکیب گاز • با توجه به ماهیت مخزن نفت، تزریق مجدد گاز همراه همیشه یک گزینه فنی امکان‌پذیر و/یا اقتصادی برای افزایش تولید نفت نیست. • فلرینگ اولیه در طول مراحل تحویل و راه اندازی یک پالایشگاه یا واحد فرآیندی جدید، زمانی که گاز و مایعات به تاسیسات و تجهیزات جدید برای آزمایش تولید وارد می‌شوند، رخ می‌دهد. • فلرینگ غیرپیوسته و برنامه‌ریزی شده ممکن است به دلیل خاموش شدن تجهیزات در زمان تعمیرات و نگهداری برنامه ریزی شده، تکمیل چاه، تخلیه بار و تخلیه مایعات و غیره رخ دهد. • فلرینگ غیرپیوسته برنامه‌ریزی نشده ضمن تولید ممکن است ناشی از خرابی تجهیزات مکانیکی، خرابی ابزار دقیق، مشکل در راه اندازی مجدد تولید چاه و سایر مسائل بهره‌برداری باشد. • در برخی مناطق، ناآرامی های سیاسی که منجر به خرابکاری زیرساخت‌ها می‌شود نیز ممکن است رخ دهد و منجر به فلرینگ شود.

قراردادی؛ چارچوب مالی (به عنوان مثال حق امتیاز، مالیات، یارانه و سایر مشوق ها و جریمه های مالی)؛ و مقررات زیست محیطی و ایمنی.

شکل ۳ نقش نهادهای دولتی در زنجیره ارزش گاز و تسهیل گری در زمینه سودآوری طرح های جمع‌آوری فلرینگ را به اختصار نمایش می‌دهد.



شکل۳: نقش دولت در زنجیره ارزش گاز و سودآوری طرح‌های جمع‌آوری مشعل‌ها

فلرینگ چگونه دسته بندی می‌شود؟

مجموعه‌ای از تعاریف برای مشعل‌سوزی توسط نهادهای تخصصی از جمله انجمن GGFR ایجاد شده است که در جدول ۲ خلاصه شده است. همانطور که نشان داده شده است، مشعل‌سوزی روال یا مداوم (Routine flaring) که می‌تواند پیوسته یا متناوب باشد، در طول عملیات عادی تولید نفت زمانی رخ می‌دهد که زیرساخت ها، تاسیسات کافی برای استفاده از گاز همراه در محل یا ارسال آن به بازار وجود نداشته باشد، یا زمین‌شناسی میدان برای تزریق مجدد گاز همراه تولیدشده سازگار نباشد. مشعل‌سوزی ایمنی شامل تمام موقعیت‌هایی است که از فلر برای حفظ عملکرد ایمن تاسیسات تولید نفت و گاز استفاده می‌شود. مشعل‌سوزی غیر روال یا غیر مداوم (Non-routine flaring) به مابقی فلرینگ‌ها بجز فلرینگ مداوم و ایمنی گفته می‌شود که می‌تواند برنامه ریزی‌شده/زمان‌بندی‌شده باشد، (مانند رویداد تعمیرات و نگهداری دوره‌ای)، یا برنامه ریزی نشده/فاقد زمانبندی باشد، (مانند فلرینگ ناشی از خرابی تجهیزات).

تمایز مشعل‌سوزی ایمن و غیر مداوم از فلرینگ معمول برای کاهش حجم کلی مشعل‌سوزی گاز بسیار مهم است، زیرا در سطح جهانی، بخش بزرگی از مشعل‌سوزی‌ها به صورت معمول و به دلیل شرایط و انتخاب‌های اقتصادی رخ می‌دهد، نه به دلایل ایمنی.

جدول۲: دسته‌بندی انواع مشعل‌سوزی به همراه مثال‌هایی از آن

دسته‌بندی	تعریف	مثال‌هایی از آن
مشعل‌سوزی مداوم (روتین)	فلرینگ مداوم گاز در تاسیسات تولید نفت، مشعل‌سوزی‌هایی است که در طول عملیات معمولی تولید نفت و در غیاب تجهیزات کافی یا زمین شناسی قابل قبول که امکان تزریق مجدد گاز همراه، استفاده در محل آن یا ارسال آن به بازار را فراهم کند، صورت می‌گیرد. مشعل‌سوزی مداوم شامل مشل‌سوزی ایمنی نمی‌شود، حتی زمانی که بصورت پیوسته و مداوم باشد.	• مشعل‌سوزی در تفکیک‌گرهای نفت/گاز • مشعل‌سوزی بدلیل تولید گاز بیش از ظرفیت زیرساخت موجود • مشعل‌سوزی در واحدهای فرآیندی مانند مخازن ذخیره نفت، واحدهای تصفیه گاز انتهایی[1] (Tail Gas) تأسیسات آبگیری گلیکول و تأسیسات تصفیه آب تولید شده، به جز در مواردی که به دلایل ایمنی لازم باشد.
مشعل‌سوزی ایمنی (Safety)	مشعل‌سوزی ایمنی گاز عبارت است از مشعل‌سوزی گاز که برای اطمینان از عملکرد ایمن تاسیسات انجام می‌شود.	• گاز ناشی از رویداد یا حادثه ای که عملکرد ایمن تاسیسات را به خطر می‌اندازد • گاز ناشی از Blow-down (کاهش فشار گاز) پس از خاموش شدن اضطراری واحدها برای جلوگیری از اعمال فشار بیش از حد به تمام یا بخشی از سیستم فرآیند • گاز مورد نیاز برای نگهداری سیستم فلر در شرایط ایمن و آماده (purge gas/make-up gas/ fuel gas) • گاز مورد نیاز برای شعله پیلوت فلر • گاز تولید شده در نتیجه عملیات خاص مرتبط با ایمنی، مانند آزمون‌های ایمنی، آزمون نشت یا آزمون خاموش شدن اضطراری • گاز اسیدی حاوی H_2S، از جمله حجم گاز اضافه شده برای اطمینان از انتشار و احتراق خوب • گازهای حاوی سطوح بالایی از ترکیبات آلی فرار به غیر از متان
مشعل‌سوزی غیر مداوم (Non-routine)	مشعل‌سوزی غیر مداوم گاز، همه مشعل‌سوزی‌ها بغیر از مشعل‌سوزی‌های مداوم و ایمنی را شامل می‌شود.	• خرابی موقت تجهیزات سمت مشتری به‌گونه‌ای که جلوی دریافت گاز را بگیرد • راه اندازی اولیه پالایشگاه/میدان قبل از رسیدن فرآیند به شرایط عملیاتی ثابت و/یا قبل از راه اندازی کمپرسورهای گاز • راه اندازی پس از خاموش شدن تاسیسات • نگهداری و بازرسی پیشگیرانه و برنامه‌ریزی شده • فعالیت های اصلاحی و ساختمانی، مانند تغییر اتصالات، تغییر شرایط عملیاتی، اصلاحات طراحی در کارخانه • آشفتگی‌های فرآیندی هنگامی که پارامترهای فرآیند خارج از محدوده مجاز عملیاتی یا طراحی قرار می‌گیرند، فرآیند به هم می‌ریزد و برای تثبیت فرآیند، به مشعل‌سوزی نیاز است. • فعالیت‌های نگهداری میدان یا چاه مانند اسیدی شدن، مداخلات سیمی در چاه‌ها (wireline interventions) • آزمون چاه‌های اکتشافی، آزمایشی یا تولیدی یا پاکسازی‌های پس از حفاری چاه

۱. مقداری گاز حاوی ترکیبات گوگردی که در انتهای فرایندهای فرآورش باقی می‌ماند و به گاز انتهایی یا Tail Gas معروف است

EnerTech

Professional Monthly Journal of Energy Technologies (EnerTech)

Institute For International Energy Studies

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