



سال چهارم ■ شماره ۲۳ ■ پاییز ۱۴۰۰

ISSN: ۲۵۸۸-۵۲۸۶



زمستان سخت و بحرانی انرژی



«بحران گازی و زمستان سخت» عنوان پرونده ویژه دیگری است که به دلایل و عوامل افزایش قیمت‌های انرژی در زمستان امسال پرداخته است.

در این شماره، آینده انرژی و چالش‌های مهم دنیا از جمله کربن‌زدایی مورد بحث و بررسی قرار گرفته است.



فصلنامه صنعت نفت و انرژی

سال چهارم ■ شماره ۲۳ ■ پاییز ۱۴۰۰

صاحب امتیاز: مؤسسه باشگاه اندیشه‌ورزان نفت و نیروی ایرانیان

شورای سیاستگذاری: محمد آقائی تبریزی - محمدحسن پیوندی‌ثانی - فریدون ثقفیان - رکن‌الدین جوادی -

احمد داودی - بهمن مسعودی

مدیر مسئول: سید محمد صفی

سر دبیر: زهرا عرب‌نیا

همکاران این شماره: عبدالله آزادی - علی اسماعیلی - رضا بیدگلی - زهرا حسینی - محسن داوری - مجتبی کریمی -

مژگان محسنی - سارا نیکوپندار

ویراستار: سید محمدحسن مصطفوی

طراحی: استودیو آرنگ

نشانی: خیابان قائم مقام فراهانی، کوچه عرفان، پلاک ۲، واحد ۱۳ کد پستی: ۱۵۸۶۷۱۵۶۴۳

تلفن: ۷-۸۶۰۴۶۵۰۵ فکس: ۸۸۷۱۲۲۱۹

ایمیل: info@iranianenergyclub.ir

فهرست

نگاه

- در کنفرانس تغییرات اقلیمی گلاسکو چه گذشت؟..... ۵
- چشم‌انداز و چالش‌های کنونی صنعت نیرو..... ۸
- نقش نهاد تنظیم‌گر بخش برق در اصلاح نظام حکمرانی صنعت برق..... ۱۶

پرونده آینده نفت و گاز در جهان

- راهبردهای مهم انرژی در جهان و چالش‌های آینده ایران..... ۲۶
- تأثیر کربن‌زدایی بر آینده صنعت گاز..... ۴۵
- آینده آلان‌جی و توسعه فناوری‌های ذخیره‌سازی کربن..... ۵۲
- چشم‌انداز عرضه و تقاضای نفت جهان تا ۲۰۴۵..... ۵۷

پرونده بحران گازی و زمستان سخت

- دلایل افزایش شدید قیمت انرژی از نگاه آژانس بین‌المللی انرژی..... ۶۲
- آیا اروپا گاز کافی برای تأمین تقاضا دارد؟..... ۶۷
- بحران گازی اروپا از نگاه رهبران و مدیران اقتصاد و انرژی..... ۶۹
- آینده تقاضای گاز چین..... ۷۳

هوش مصنوعی در انرژی

- تأثیر دیجیتالی شدن بر کاهش هزینه‌ها..... ۷۸
- روند دیجیتالی شدن در صنعت نفت و گاز..... ۸۰

در کنفرانس تغییرات اقلیمی گلاسکو چه گذشت؟

توسعه یافته، البته در غیاب دو کشور مهم چین و روسیه برگزار شد. در کنفرانس تغییرات آب و هوایی در گلاسگو، کشورها سعی کردند از اقدامات جدید خود برای مقابله با بحران پیش‌رو بگویند.

یکی از طرح‌های کنفرانس تغییرات اقلیمی گلاسکو، مقابله با تخریب جنگل‌ها و احیای آن بود. جنگل‌ها می‌توانند تا یک - سوم گازهای گلخانه‌ای را جذب و بی‌اثر کنند.

در یک دهه گذشته، تخریب جنگل‌ها کاهش داشته است. یک گزارش از سال ۲۰۱۹ می‌گوید که در هر دقیقه در جهان، مساحتی به اندازه سی زمین فوتبال، جنگل از بین می‌رود.

آمریکا امسال پیشنهادی برای امضای پیمانی داد که طبق آن، جلوی نشت گاز متان گرفته شود. گاز متان که مصرف صنعتی و خانگی دارد، یکی از قوی‌ترین گازهای گلخانه‌ای است. این گاز ۸۰ برابر بیشتر از دی‌اکسید کربن در گرم کردن زمین تأثیر دارد. آمریکا می‌گوید، با تعمیرات تأسیسات نفت و گاز، نشت این گاز، به‌مقدار قابل توجهی کاهش می‌یابد.

«جو بایدن» رئیس جمهوری آمریکا به‌عنوان یکی از سخنران‌های کنفرانس تغییرات آب و هوایی سازمان ملل، گفت که دولت او برنامه‌های جدیدی برای مقابله با تغییرات آب و هوایی دارد.

نشست سالانه رهبران جهان درباره تغییرات آب و هوایی، امسال با عنوان «COP26» در شهر گلاسکو اسکاتلند با حضور ۲۵ هزار نفر از حدود ۲۰۰ کشور جهان برگزار شد.

میان دهه ۱۹۹۰ نشست تغییرات آب و هوایی آغاز شد تا کشورها درباره کاهش گازهای گلخانه‌ای و تغییرات آب و هوایی تصمیم‌گیری کنند.

برخی نشست‌های سالانه رهبران مثل اجلاس کیوتو ۱۹۹۷ و پاریس ۲۰۱۶، به‌دلیل تصمیمات مهم رهبران، مشهور شده‌اند. در نشست کیوتو در ژاپن، کشورهای صنعتی متعهد شدند که ظرف ده سال آینده، میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای خود را ۵ درصد کاهش دهند.

در نشست پاریس در سال ۲۰۱۶ نیز تقریباً همه کشورهای جهان، توافق برای کاهش گازهای گلخانه‌ای را امضا کردند. دانشمندان می‌گویند که با محدود کردن میزان گرم شدن جو زمین به ۱/۵ درجه سانتیگراد، زمین را از بدترین و خطرناک‌ترین آسیب‌های تغییرات اقلیمی نجات خواهد داد. برای رسیدن به این هدف، کشورهای جهان باید متعهد شوند که میزان آلاینده‌های جهان تا سال ۲۰۳۰، به میزان ۴۵ درصد کاهش پیدا کند و تا سال ۲۰۵۰ به صفر برسد.

امسال نیز این نشست با حضور اکثر کشورهای

او گفت: «ایالات متحده تا ۲۰۳۰ یک گیگاتن تولید گازهای گلخانه‌ای را کاهش می‌دهد».

وی همچنین آمادگی کشورش را برای کمک به کشورهای در حال توسعه اعلام کرد تا بیشتر به استفاده از انرژی‌های پاک روی بیاورند.

رئیس جمهوری آمریکا، از عدم حضور رهبران چین و روسیه در کنفرانس تغییرات اقلیمی گلاسکو، انتقاد کرد و گفت: «انتظار داشت، آنها با حضور در این نشست، برای کمک به حل مشکلات پیش‌رو کمک کنند».

وی همچنین گفت که آمریکا قصد دارد تا سال ۲۰۳۰، انتشار گازهای گلخانه‌ای خود را تا ۵۰ درصد کاهش دهد.

«بوریس جانسون» نخست وزیر بریتانیا، از اختصاص یک میلیارد پوند دیگر خبر داد. قبلاً بریتانیا گفته بود که ۲/۳ میلیارد در زمینه توسعه انرژی‌های پاک در جهان کمک می‌کند. کشورهای صنعتی چون در تولید گازهای آلاینده نقش داشته‌اند، به کشورهای در حال توسعه کمک خواهند کرد. رئیس جمهوری فرانسه نیز در این نشست گفت: «کشورهای فقیر، قربانی تغییرات اقلیمی هستند؛ چون این بحران توسط کشورهای توسعه یافته، شدت پیدا کرده است». او از همه کشورها خواست که کمک کنند تا با تغییرات آب و هوایی مقابله شود.

«نارندرا مودی»، نخست وزیر هند در کنفرانس تغییرات اقلیمی گلاسکو، گفت که این

کشور تا سال ۲۰۷۰، انتشار کربن خود را به صفر می‌رساند. هند تاکنون از برنامه‌های کاهش گازهای گلخانه‌ای عقب بود، اما تحلیلگران می‌گویند، این اعلام نخست وزیر هند، تصمیم مهمی است.

کشورهای غربی وعده داده‌اند تا به هند، برای انرژی‌های تجدیدپذیر به جای سوخت‌های فسیلی، کمک کنند.

چین گرچه از غایبان این نشست بود، اما اعلام کرده که حاضر نیست به طرح آمریکا و دیگر کشورها برای نگهداشتن گرمای زمین تا ۱/۵ درجه بپیوندد.

پیش‌تر در توافق پاریس، موافقت شده بود اقداماتی صورت بگیرد تا میانگین دمای زمین در چند دهه آینده، به نسبت دوران پیشاصنعتی، تنها ۲ درجه سانتیگراد گرم‌تر باشد. آمریکا و برخی کشورها، می‌خواهند این میزان را به ۱/۵ درجه کاهش دهند. چین می‌گوید، با همان توافق پاریس موافق است.

همزمان با برگزاری این کنفرانس، گروهی از فعالان مدافع محیط زیست، مقابل شعبه‌های چند بانک معروف جهانی در شهر گلاسکو تجمع کردند. آنها می‌گفتند، با وجود تلاش‌ها برای کاهش گازهای گلخانه‌ای، بانک‌ها همچنان برای کسب سود بیشتر، در پروژه‌های سوخت فسیلی سرمایه‌گذاری می‌کنند.

در کنفرانس جهانی اقلیمی در گلاسکو، ۲۴ کشور و ۶ شرکت بزرگ خودروسازی و

این فناوری، کماکان استفاده کنیم».

به گفته وزیر حمل و نقل و زیرساخت‌های دیجیتال آلمان، از آنجا که توافق پیش‌رو، پیش‌رانش با سوخت‌های ترکیبی را در نظر نگرفته است، این وزارتخانه با چنین توافقی، موافق نیست. شویر می‌گوید، نظر دولت کنونی آلمان نیز همین است.

اما امکان کوتاه آمدن آلمان در این ماجرا هم دور از انتظار نیست. این کشور، پس از روزها درنگ، بیانیه‌ای برای پایان دادن به تأمین مالی پروژه‌های نفت و گاز در خارج از آلمان را امضا کرد.

بخش حمل و نقل، به دلیل استفاده از سوخت‌های فسیلی، یکی از اصلی‌ترین تولیدکنندگان گازهای گلخانه‌ای است. کارشناسان بر این باورند که تغییری اساسی در این حوزه و استفاده از انرژی‌ها و فناوری‌های پاک در خودروسازی و صنعت حمل و نقل، برای رسیدن به اهداف اقلیمی در سطح بین‌المللی، گریزناپذیر است.

قرار بود، روز جمعه ۱۲ نوامبر با یک اعلامیه پایانی، کار نشست به پایان برسد، اما اختلاف نظر کشورها، خصوصاً مصرف‌کنندگان سوخت‌های فسیلی نظیر زغال سنگ و همچنین نحوه کمک مالی به کشورهای فقیرتر و چگونگی حذف یارانه‌های انرژی، باعث شد تا یک روز دیگر به زمان کنفرانس جهت رسیدن به توافق نهایی اضافه شود.

برخی شهرها و سرمایه‌گذاران، خواهان تعیین تاریخی مشخص برای توقف فروش خودروهای با موتور احتراقی شدند. جزئیات زیادی در مورد امضاکنندگان این درخواست منتشر نشده است. البته آلمان فعلاً آنها را همراهی نمی‌کند.

قصد دولت‌های امضاکننده، تلاش برای رسیدن به این هدف است که در بازارهای پیش‌تاز، حداکثر از سال ۲۰۳۵، تنها خودروها و مینی‌ون‌های عاری از آلایندگی به فروش برسد و در سراسر جهان نیز این هدف از سال ۲۰۴۰، محقق شود.

بر پایه گزارش‌های منتشر شده، مرسدس، فورد و جنرال موتورز، از جمله شرکت‌های امضاکننده این توافق‌اند. فولکس واگن، تویوتا، بی‌ام‌و و استلانتیس (چهارمین شرکت بزرگ خودروسازی جهان) ظاهراً حاضر به امضای چنین تعهدی نشده‌اند.

وزارت محیط زیست آلمان، اعلام کرده که در این مورد، هنوز تصمیم نهایی از سوی دولت آلمان گرفته نشده است. «آندریاس شویر»، از وزارت حمل و نقل آلمان پیش‌تر، مخالفت خود را با این ابتکار اعلام کرده بود.

شویر در استدلال این مخالفت گفته بود: «فناوری موتورهای احتراقی، پس از سال ۲۰۳۵، همچنان مورد استفاده قرار خواهد گرفت». شویر تأکید کرده است: «قصد ما این است که آنها را با استفاده از سوخت‌های ترکیبی از نظر آلاینده‌ها برای اقلیم، خنثی و از مزایای

چشم‌انداز و چالش‌های کنونی صنعت نیرو

رضا اردکانیان ✍

امروز در شرایطی هستیم که راندمان نیروگاهی‌مان با تبدیل نیروگاه‌های گازی به سیکل ترکیبی، در پایان سال گذشته از مرز ۳۹ درصد گذشت.

در بخش کاهش تلفات توزیع، انتهای سال ۹۸، به تلفات یک رقمی رسیدیم. با مجموعه کارهایی که انجام شد، از جمله تعویض شبکه هوایی، کابل‌های خودنگهدار، استفاده از ترانس‌های کم‌تلفات، تعویض کنتورهای معیوب و سایر اقدامات مرتبط، در تلفات شبکه توزیع، امروزه به ۹/۲ درصد رسیده‌ایم.

در گسترش امکان تبادل انرژی با همسایگان، فعالیت‌های خوبی انجام شده، و به مدد سرمایه‌گذاری‌ها و ارتباطات موجود برای تبادل انرژی، با همه کشورهایی که مرز زمینی داریم، امکان تبادل انرژی فراهم است. در سال ۹۸ سیستم برق ما با کشور همسایه عراق سنکرون شد. سنکرون کردن سیستم برق ما با روسیه از دو مسیر یکی، ارمنستان-گرجستان و دیگری، آذربایجان دنبال شد، که هر کدام زودتر به نتیجه برسد، همان را عملیاتی کنیم. مسیر ایران-آذربایجان-روسیه مسیر دست‌یافتنی‌تری است و با موافقت هر سه کشور، مهندس‌ان مشاور ایرانی برای مطالعات آن انتخاب شدند، و قرارداد مربوط، تنظیم و امضا گردید و در مسیر اجرا می‌باشد.

با کشور افغانستان با توجه به واگذاری مسئولیت

پرداختن به چالش‌ها، مستلزم ارائه یک تصویر اجمالی از وضعیت موجود است. برق به عنوان یکی از پایه‌های مهم اقتصادی، نه تنها در کشور ما بلکه در همه کشورها و مجامع مطرح، و در رشد اقتصادی و در رفاه کشور و مردم تأثیرگذار است. بحمدالله در کشور ما هم سرمایه‌گذاری‌های وسیعی انجام شده است، که اصلی‌ترین بخش آن، سرمایه‌گذاری منابع انسانی است.

بخشی از سرمایه انسانی این کشور، سال‌های عدیده‌ای از جوانی و عمر خود، و این سرمایه گران‌قدر تجدیدنپذیر را، چه در بخش تحقیق و پژوهش و چه، در بخش برنامه‌ریزی و اجرا و بهره‌برداری، در سازمان دولت و بیرون از سازمان دولت در این صنعت صرف کرده‌اند. این بزرگ‌ترین سرمایه‌گذاری این بخش است.

علاوه بر آن، منابع مالی وسیعی در طول چهار دهه، در این صنعت سرمایه‌گذاری شده است. امروز ما حدود یک میلیون کیلومتر شبکه‌های انتقال فوق توزیع و توزیع، حدود ۵۰۰ هزار مگاوات آمپر ظرفیت پست‌های فشار قوی و ضعیف، و حدود ۸۵ هزار مگاوات ظرفیت منصوبه نیروگاهی داریم. دستاوردهای خوبی حتی در شرایط مضیق و تنگنای ناشی از تحریم‌ها و جنگ اقتصادی در همین سال‌های اخیر هم فراهم آمده، و به اتکای مجموعه فعالیت‌های انجام شده در همه ادوار،

ارائه خدمات انجام، و در سال ۹۹ هم، اهداف مورد نظر به میزان قابل توجهی محقق شد. ارائه حدود ۴۰ خدمت به صورت الکترونیکی را در برنامه قرار دادیم، و با بهره‌گیری از فضای ملاحظات بهداشتی در شرایط کووید ۱۹، توانستیم به میزان زیادی، مراجعات مردم را کاهش دهیم.

در عرصه تجدیدپذیرها، وقوع تحریم‌ها و نوسانات شدید نرخ ارز، موجب شد آهنگ رو به رشد جلب سرمایه و حضور سرمایه‌گذاران داخلی و خارجی، با کندی و در بعضی از بخش‌ها با توقف مواجه گردد، ولی به هر صورت، همکاران ما به طرق مختلف، در تلاش هستند که برنامه دولت در بخش تجدیدپذیرها دنبال شود. الان حدود ۹۰۰ مگاوات ظرفیت نصب‌شده داریم.

خوشبختانه در لایحه بودجه ۱۴۰۰ و همچنین در خلال بحث‌ها و بررسی لایحه در کمیسیون تلفیق و در صحن مجلس محترم شورای اسلامی، تحولات خوبی به طور کلی برای عرصه آب و برق و بویژه برق صورت گرفت؛ به شکلی که همکاران‌مان با کمی اغماض، بودجه ۱۴۰۰ را از این حیث و به‌دلیل راهکارهای قانونی و احکامی که در اختیار صنعت برق قرار داده، بهترین بودجه ادوار اخیر می‌دانند.

در سرفصل تجدیدپذیرها، برای اولین بار در تبصره ۱۵، امکان ارائه حواله سوخت صرفه‌جویی‌شده را داریم. بحث ایجاد یک تحول دو منظوره، هم برای توسعه تجدیدپذیرها و هم، ساماندهی فعالیت‌هایی که این ایام برای استخراج

کمیسیون مشترک همکاری‌های اقتصادی ایران-افغانستان به وزارت نیرو، که البته تا حدودی همزمان با واگذاری مسئولیت مشابه در ارتباط با روسیه و عراق بود، مذاکراتی را با افغانستان شروع کردیم. پیشنهادهای ارائه، و پروژه‌هایی نیز تعریف شده است.

با همسایه دیگرمان در جنوب خلیج فارس، با دولت قطر پیگیری مذاکرات سال‌های قبل را انجام دادیم. مسئولیت کمیسیون مشترک همکاری‌های اقتصادی ایران و قطر هم، اخیراً به وزارت نیرو محول شده است.

ما در حال حاضر، قابلیت تبادل حدود ۳۵۰۰ مگاوات را با کشورهای همسایه داریم. با برنامه‌ریزی‌های انجام شده، این میزان تا ۱۰ هزار مگاوات قابل توسعه است. در سرفصل هوشمندسازی شبکه برق هم بحمدالله کارهای خوبی انجام شده است. در حال حاضر سیستم‌های کنترلی پیشرفته نیروگاهی و پست‌های فشار قوی را می‌توانیم در داخل بسازیم. مرکز پایش هوشمند شبکه‌های توزیع را مستقر کردیم. دیسپاچینگ جدید و پیشرفته‌ای آماده بهره‌برداری بوده، و در بحث دفاع سایبری در زیرساخت‌های برق نیز کارهای خوبی در حال انجام است.

سرفصل دیگری که جزو برنامه‌های مورد تأکید دولت بوده، تحقق دولت الکترونیک است، که کارهای خوبی آغاز شده و انشاءالله ادامه خواهد یافت. در سال ۹۸ با تمرکز بر این عرصه، اقداماتی از جمله حذف قبوض کاغذی و غیرحضور کردن

رمز ارزها صورت می‌پذیرد، مطرح شده، به نحوی که با یک همکاری نزدیک بین بخش‌های داخلی وزارت نیرو، این امکان فراهم است که سرمایه‌گذاران و یا دست اندرکاران نیروگاه‌های تجدیدپذیر، از تولیدشان برای تولید رمز ارزها استفاده کنند و شبکه سراسری در مواقعی که لازم است، انرژی مورد نیاز را در اختیارشان بگذارد و بعد در مواقع دیگری که شبکه نیاز دارد، انرژی از آنها دریافت کند.

امیدواریم این رویکرد، موجب توسعه تجدیدپذیرها شود و هم سامان دادن به یک برخورد و بهره‌برداری قانونی از این امکان را فراهم آورد و توسعه دهد.

بحث صادرات برق و تجدیدپذیرها نیز در دستور کار است. در عین حال که مضیقه‌هایی در این بخش ایجاد شد، اما به طرق دیگر و با ارائه حمایت‌ها و یا مشوق‌ها، امیدواریم با رفع تحریم‌ها، گشایش‌های چشمگیری نه تنها در این عرصه که در سایر عرصه‌ها، برای سرمایه‌گذاری بیشتر در تولید انرژی صورت گیرد.

اینها خطوط کلی وضع موجود است. پس از بیان این مقدمات، به پرسش اصلی می‌پردازیم. اصلی‌ترین چالش پیش‌روی صنعت برق به‌عنوان یک صنعت زیرساختی چیست؟ طبیعتاً امسال که سال رفع موانع و پشتیبانی از تولید است، صنعت برق هم باید پشتیبانی شود و هم، از بخش‌های مختلف تولیدی در کشور پشتیبانی کنیم.

چشم‌انداز ما بر اساس اسناد بالادستی، روشن

و هدف‌گذاری‌ها و سمت و سوی حرکت مشخص است؛ ولی چنانچه تغییر و تحولی در بازمینی‌ها در عرصه تحقق این چشم‌انداز صورت گیرد، نیازمند توجه به سه منبع است: یکی، منابع انسانی؛ دیگری، سرمایه و سومی، سازوکارها.

در ابتدا می‌خواهم به اجمال به سرمایه اشاره‌ای کنم و بعد، بیشتر به دو بخش دیگر بپردازم. درخصوص تأمین سرمایه، جهت‌گیری اصلی که وجود دارد، این است که بتوانیم از سرمایه‌های موجود کشور از طریق بازار سرمایه و سایر سازوکارهای قانونی، استفاده حداکثری داشته باشیم.

حمایت معنی‌دار از بخش غیردولتی و تشویق به سرمایه‌گذاری به این شکل، امسال می‌تواند در قالب مانع‌زدایی‌ها، بیشتر عیان شود و این نوید را بدهد که مسیر جلب و جذب سرمایه‌های اصولی را با سرعت و شدت بیشتری دنبال کنیم؛ بویژه در دولت سیزدهم، کسانی که مسئولیت خواهند داشت و در مصدر امور خواهند بود، بتوانند این مسیر را جدی‌تر و پررنگ‌تر دنبال کنند و کشور هم در شرایطی قرار گیرد که در آینده، این امکان به مراتب فراهم‌تر از امروز باشد.

در سال گذشته، انتشار اوراق مالی اسلامی را در بازار سرمایه به عنوان یک حرکت جدید آغاز کردیم و موفق شدیم که نزدیک به سه هزار میلیارد تومان در سال ۹۹ جذب کنیم. کماکان به موضوع تهاثر به عنوان یک راهکار کوتاه‌مدت و میان‌مدت توجه داریم.

نه تنها در صنعت برق بلکه در همه عرصه‌ها، می‌توانیم بگوییم که اصلی‌ترین ثروت ما منابع انسانی است، که یک منبع تجدیدپذیر بالقوه در شرایط بسیار خوبی است؛ اگرچه در بالفعل بودن آن بحث داریم. این منبع هم مانند هر منبع دیگری نیازمند اکتشاف، استخراج، پرداخت، پردازش، و هم نیازمند قرار گرفتن و استفاده در جای مناسب است. مانند یک سنگ قیمتی که هم باید معدن آن کشف، استخراج، پرداخت شود و هم، سنگ گران‌بها در محل و جای مناسب خود قرار گیرد، تا ارزش خود را بهتر نمایان کند.

البته به نگاهی کلی، شاید ما از نظر فرهنگی، اشکالاتی داشته باشیم؛ مثلاً نحوه توجه ما به عرصه‌های مختلف تحصیلی و تحقیق و پژوهش معمولاً اینگونه بوده، هم این ایام، هم قبل از پیروزی انقلاب، که خانواده‌ها بیشتر علاقه‌مند بودند که فرزندان‌شان با بهره‌های هوشی بالاتر، سراغ رشته‌های پزشکی و مهندسی بروند. البته هر قاعده‌ای استثنا دارد، و این قاعده هم از استثناء برخوردار است. ما ظرفیت‌های بسیار خوبی در شاخه علوم انسانی و اجتماعی و ... هم داریم، ولی روند کلی و عمومی این‌گونه بوده است.

چه بسا، برخی از کسری‌ها هم ناشی از این تعلق خاطر است؛ اما آنچه که برای بخش‌هایی نظیر صنعت برق و صنعت نفت ناشی از عدم توازن در مقایسه با جاهای دیگر دنیا حاصل شده، این است که این دو عرصه، بهره‌مندی بسیار بالایی از منابع انسانی توانمند دارد.

خوشبختانه با پیگیری‌هایی که در ماه‌های گذشته و به‌طور مشخص از دی ماه سال قبل شده بود، در شورای عالی هماهنگی اقتصادی با حضور سران سه قوه، به ثمر رسید و درخواست وزارت نیرو با حمایتی که از ناحیه سران قوا و اعضای این شورا و ظرفیت‌های جنبی که برای کار تخصصی و پشتیبانی و تصمیم‌سازی، چه در مجلس و چه در خود دولت فعال هستند، اجازه داده شد که شرکت توانیر بتواند تا سقف ۲ هزار میلیارد تومان بدهی‌ها و طلب خود را تهاتر کند.

از یک سو، با تولیدکنندگان تجهیزات و پیمانکاران که از توانیر طلبکار، و از سوی دیگر، با صنایع و مصرف‌کنندگان بزرگ انرژی که بدهکارند و در عین حال تولید کننده محصولاتی هستند، که آن محصولات، مورد نیاز طلبکاران توانیر است، سازوکار قانونی عبور از ماده ۳۹ قانون محاسبات عمومی تعبیه شد و منتظر هستیم، طبق روال کار این شورای عالی، بعد از طی مراحل نهایی، این مصوبه ابلاغ شود و در مسیر اجرا قرار گیرد.

در بهره‌گیری از فرصت‌های قانون بودجه ۱۴۰۰ هم مصمم بودیم و از ابتدای سال، می‌خواستیم که با سرعت دادن به نهایی کردن آیین‌نامه‌ها و دستورالعمل‌ها در دولت دوازدهم، حداکثر استفاده را بکنیم، که این اطمینان باشد که نه تنها امسال بازخورد خوبی از این احکام داشته باشیم، بلکه این عملکرد خوب، باعث شود که این احکام استمرار پیدا کند.

در بخش منابع انسانی، واقعیت این است که

شاید ناروا نباشد که بگوییم فعالان و مدیران این عرصه و متخصصان آن، چه در بخش خصوصی و چه، در سازمان دولت، یک مسئولیت و وظیفه نانوشته‌ای هم بر عهده دارند، که با سامان دادن عرصه کار خود، منشأ تحولاتی در سایر بخش‌های کشور هم بشوند، در تدوین سازوکارهای مناسب، در ابداع روش‌های بهتر برای حکمرانی، و به نوعی الگو باشند.

با توجه به شرایط اقلیمی ما که در یک بخش محدودی از کشور بارندگی داریم، و بخش‌های وسیعی از این حیث محرومند، منابع انسانی ما بتوانند ارزش افزوده‌ای را که در بخش‌های مورد علاقه‌شان مثل مهندسی عمران، مهندسی برق، مکانیک و مانند آن ایجاد کنند و تأثیر عملکردشان را در بخش‌های دیگر هم گسترش دهند و اثرگذار باشند.

این شرایط بالقوه ما است، ولی بالفعل که نگاه می‌کنیم، می‌بینیم ساختارهای ما، ساختارهای مناسبی نیست. لذا اگر شایسته‌ترین نیروهای خود را شناسایی کنیم، پرورش بدهیم و میدان هم در اختیارشان قرار دهیم تا خوب جانمایی شوند، نهایتاً مطلوبی خواهند بود که در آن، ساختارهای نه چندان کارا شکل ظرف را به خود می‌گیرند. این داستان قدیمی است، داستان جدید و حادثی نیست.

متأسفانه در هر بخش با نارسایی‌هایی مواجه می‌شویم که مواجه شده‌ایم، حداقل در این ۴۰ سال که بنده و هم‌سن و سال‌های من شاهد

هستند، می‌بینیم بیشتر برای ریشه‌یابی آن نارسایی و رفتن به سمت حل و فصل مشکلات، انگشت اشاره ما به جای ساختارها و سازوکارها، به سمت افراد است.

البته افراد مؤثر هستند، و باید شایسته‌ترین‌ها انتخاب شوند، پرورش پیدا کنند و به کار گرفته شوند، ولی وقتی سازوکارها، سازوکارهای کارآیی نباشند، افراد شایسته هم نمی‌توانند آن بهره‌وری که از ایشان انتظار است، داشته باشند.

نارسایی ما در ساختارها، ناشی از ایراداتی عمده است که بر یکدیگر تأثیرگذار است؛ مانند ساختارهایی شدیداً متمرکز و در عین تمرکز، شدیداً بخشی‌نگر است. ما کمترین تمرین را در مسائل بین بخشی داریم. هر وقتی هم از این نارسایی‌های بی‌تمرینی در کار بین بخشی که اساس دولت و هویت دولت، اصلاً به این نوع کارها است، به تنگ آمده‌ایم، راه‌حل را در ادغام و انتزاع‌ها دیده‌ایم. مدتی دنبال تجمیع رفتیم و بعد از مدتی وقتی دیدیم تجمیع‌ها به هدف نرسیده است، مجدداً دنبال تفکیک رفتیم. هیچ کجا هم، در هیچ پژوهشی، این هزینه‌های تجمیع و تفکیک‌ها یا انتزاع‌ها، برآورد و ثبت و ضبط نشده است. دلیل هم این است که کمتر به اشکالاتی که در ذات ساختارهای ما است، توجه کرده‌ایم.

این موضوعی است که در صنعت برق هم وجود دارد. ولی من الان در سر فصل منابع انسانی دارم عرض می‌کنم که ما می‌باید سرمایه‌گذاری قابل ملاحظه‌ای در این بخش داشته باشیم.

شایسته‌ترین‌ها، فارغ از بقیه برچسب‌هایی که می‌تواند وجود داشته باشد.

به‌علاوه، می‌باید به‌طور جدی به تمرکززدایی در بخش‌های مختلف بپردازیم. درباره برق صحبت می‌کنم. این را سطح توسعه یافته‌تری از مدیریت بدانیم که در عین تمرکز مسؤولیت در مدیران ارشد، این توانایی آنها است که اختیارات را توزیع کنند. چون تمرکز اختیارات، تحت عنوان برابری اختیار و مسؤولیت موجب می‌شود که در موضوع دوم، گرفتاری‌های ما شدیدتر شود و آن کار بین بخشی است، که می‌باید در بدنه سیستم، تکرار و تمرین شود. در وزارت نیرو، شرکت‌های مادر تخصصی متعددی داریم. در همین بخش برق هم هستند که اگر این تمرین نباشد، طبیعتاً بیرون از وزارت نیرو هم این مشکل، خود را حداقل در بزنگاه‌هایی نشان می‌دهد.

از موضوع منابع انسانی که عبور کنم و به همین اندازه اشاره کنم که توجه به اخلاق حرفه‌ای، پایبندی به قانون و شایسته‌گزینی، اصولی هستند که می‌باید در هر برنامه توسعه‌ای،

شاید فهرست کارهایی که در این عرصه نباید انجام دهیم، از لیست کارهایی که باید انجام دهیم، بلندتر باشد، یا حداقل تقدم دارد. اینکه نحوه انتخاب همکاران، مدیران و واگذاری مسؤولیت‌ها را چگونه انجام دهیم، در آنچه که به عنوان خروجی کار انتظار داریم، تأثیری مستقیم دارد. متأسفانه الان در این بخش، به میزان زیادی این تعبیر صدق می‌کند که واگن‌ها از ریل خودشان خارج شده‌اند. ما از اصلی‌ترین کاری که می‌بایست با گرانیهاترین سرمایه‌مان به نام منابع انسانی، که سرمایه تجدیدناپذیری هم هست، انجام می‌دادیم فاصله گرفته‌ایم.

باید اصل را بر انتخاب‌های صحیح بگذاریم، با هر هزینه و دشواری‌هایی که دارد. تحت عنوان تعامل در بخشی از امور، گرفتار نوعی داد و ستد نادرست شدیم، و متوجه هم نیستیم که مرز باریکی بین این تعامل و آن داد و ستد وجود دارد.

فکر می‌کنم که یکی از اصلی‌ترین چالش‌های پیش‌روی حکمرانی و نظام اداری ما، مسأله انتخاب‌های صحیح است، و برگماری

یکی از اصلی‌ترین چالش‌های پیش‌روی حکمرانی و نظام اداری ما، مسأله انتخاب‌های صحیح است، و برگماری شایسته‌ترین‌ها، فارغ از بقیه برچسب‌هایی که می‌تواند وجود داشته باشد. به‌علاوه، می‌باید به‌طور جدی به تمرکززدایی در بخش‌های مختلف بپردازیم. این را سطح توسعه یافته‌تری از مدیریت بدانیم که در عین تمرکز مسؤولیت در مدیران ارشد، این توانایی آنها است که اختیارات را توزیع کنند. چون تمرکز اختیارات، تحت عنوان برابری اختیار و مسؤولیت موجب می‌شود گرفتاری‌های ما شدیدتر شود.

با هر چشم‌اندازی و در هر بخشی از جمله بخش برق، ملاک عمل ما باشند؛ چرا که این رویکرد، عامل اصلی است که می‌تواند آن مجموعه‌های دیگر شامل فناوری و سرمایه و ... را به کار گیرد، و ما را به هدف برساند.

موضوع آخر یا چالش سوم، بحث ساز و کارها است. اینجا می‌باید یک نوع تغییر پارادایمی صورت پذیرد که شاید از سال‌ها قبل، باید تدارک می‌شد، ولی الان هم دیر نشده است. باید همه توان خود را به کار بگیریم. مخصوصاً متخصصانی که در زیر چتری شبیه این باشگاه می‌توانند به لحاظ چند وجهی بودن تخصص‌هایشان، همه وجوه و ابعاد مسأله را ببینند، تا ما یک حرکت بنیادی‌تر داشته باشیم برای اینکه عرضه آب و برق و ... از حالت خدمت، به عرضه یک کالای اقتصادی تبدیل شود. این تبدیل یکباره و آنی صورت نخواهد گرفت.

تا زمانی که عرضه آب و برق صرفاً خدمت است، در نتیجه، اصلی‌ترین کار سازمان دولت، وزارت نیرو و وزیر نیرو در بخش عرضه متمرکز خواهد شد؛ در حالی که سمت و سوی ما باید به گونه‌ای باشد، که زمانی که برنامه و پروژه‌ای طراحی و عرضه می‌شود، بخش عمده آن به جای ساخت و سازها، ناظر بر سازوکارها باشد.

سازوکاری که در سازمان دولت کار انحصاری ما است، امروز می‌توانیم به نام مانع‌زدایی از آن یاد کنیم و فردا می‌تواند اسامی دیگری داشته باشد. ساز و کارهایی که موجب تسهیل آن عرضه می‌شود، را خدمت بنامیم. یعنی در مقابل آن

عرضه کالا، این عرضه خدمت شود. متولیان عرضه کالا، می‌توانند به میزان بسیار زیادی خارج سازمان دولت باشند. تأمین‌کنندگان و تمهیدکنندگان خدمت و عرضه‌کنندگان خدمت، یعنی کسانی که ساز و کارهای عرضه کالا، تولید و توزیع را تسهیل می‌کنند، موانع را برمی‌دارند، تشویق‌ها را بیشتر می‌کنند، خدمت رسانی به مردم را توسعه می‌دهند، این‌ها می‌باید کار اصلی ما باشد و در ذهن ما جا بگیرد. این تغییر و تحول، صرفاً به استناد ماده‌ای در قانون برنامه ۵ ساله توسعه، یا قانون عادی، یا مصوبه هیأت وزیران به تنهایی شکل نخواهد گرفت. این تغییر مدل ذهنی باید در بنده و در همکاران بخش برق در شرکت توانیر، در ستاد وزارت نیرو، در برق حرارتی، در ساتبا و بعد سایر همکاران بیرون از این مجموعه شکل بگیرد؛ که کار اصلی خود را در این عرصه بدانیم.

ما برای اینکه شروع کرده باشیم، یا حداقل شروع قبلی را پررنگ‌تر ادامه دهیم، یک اسم رمز برای این کار انتخاب کردیم و آن اینکه به عنوان دولت، ما مسئولیت چگونگی مصرف را هم داریم. ما فقط یک بنگاه اقتصادی نیستیم. بنده به عنوان وزیر (دولت دوازدهم) در عین حالی که رئیس مجمع عمومی بنگاه‌های اقتصادی متعددی هستم، اینکه آنها چقدر در مقام یک بنگاه اقتصادی واقعی ظاهر می‌شوند، بحثی جدا است، ولی به عنوان عضوی از سیستم حکمرانی، نمی‌توانم خود را منفک از مسئولیت چگونگی مصرف بدانم. به

تابستان ۱۴۰۰، به یک کاهش ۱۰ درصدی بخش پرمصرف‌ها در بخش خانگی برسیم، تا حدودی نتیجه گرفتیم. امروز گزارشی که من دارم، این است که در همین چند ماه اجرای این طرح، تعداد مشترکان کم‌مصرف بخش خانگی، ۴/۷ درصد افزایش، و مشترکان پرمصرف هم، ۶/۱ درصد کاهش پیدا کرده است. این یک گام ساده اولیه است.

اقدامات متعددی در این زنجیره، قابل طراحی و تعریف است. مهم این است که، این را یک کار جنبی ندانیم؛ این را فقط کار واحد روابط عمومی و آگهی دادن ندانیم؛ بلکه این را کار دولت بدانیم. برنامه‌های دیگری هم در زیر سرفصل ارتباط با مصرف‌کننده و کارهای دیگری در این بخش سازوکارها در برنامه هست، مانند افزایش نیروگاه‌های سیکل ترکیبی، نیروگاه‌های بخار در حاشیه دریا که بتوانیم از سوختی که در آنجا مجاز است، استفاده کنیم.

به طور کلی در بخش سازوکارها، باید سهم و جای بیشتری را به سازوکارهایی بدهیم، که ما را به سمت اصلاح شیوه‌های مدیریتی می‌رساند. در عین حالی که وظیفه تولید بر عهده وزارت نیرو است، متناسب با آن، باید سازوکارهای ما تشویق‌کننده بخش خصوصی برای سهم بیشتر در تولید و ایفای نقش فعال‌تر باشد؛ این به معنای حل و فصل مشکلات فعلی است، و موانعی که الآن، بخش خصوصی ما با آن درگیر است.

تبع آن همکاران من باید بدانند که در قبال کیفیت مصرف، الگوی مصرف و اصلاح آن هم مسئولیت دارند.

این کار را در حد توان شروع کردیم. این بیشتر یک تغییر مدل ذهنی است، و خوشبختانه تا حدودی هم جای خود را باز کرده است؛ ولی در آغاز یک راه طولانی قرار داریم و - به‌عنوان مهندسان- نیازمند حضور متخصصان و کارشناسان عرصه علوم اجتماعی در کنارمان هستیم.

وقتی به عنوان دولت، مدیریت توامان عرضه و تقاضا، یا تولید و مصرف را وظیفه خود بدانیم، و باور کنیم که روند مصرف انرژی، برق، گاز و ... به شکل فعلی پایدار نیست و ما با مشکلات جدی مواجه خواهیم شد، این موضوع به این معنا است، که این را هم کار خودمان بدانیم و جزو اولویت‌های ما باشد.

بحمدالله سال‌های ۹۷، ۹۸ و ۹۹ در تابستان‌ها، توانستیم با تمهیداتی، رشد اوج بار را از متوسط ۵/۲ درصد ۱۰ سال قبل، ابتدا به نزدیک ۳ درصد، و بعد در دو سال اخیر به ۱ درصد برسانیم. البته بدون اشکال نبوده و طبیعی است، چون در ابتدای راه هستیم. اما اگر بتوانیم این مسیر را جلو برویم و این رشد را تثبیت کنیم، قدم بزرگی است.

در مورد برق، با این هدف که اصلاحی در شیوه مصرف صورت گیرد، و در ابتدای فصل گرم در

* این مطلب، برگرفته از سخنرانی ایشان در یکی از نشست‌های باشگاه نفت و نیرو، در اوایل سال ۱۴۰۰ و در آخرین روزهای دولت دوازدهم است.

نقش نهاد تنظیم‌گر بخش برق در اصلاح نظام حکمرانی صنعت برق

✍ اسدا... صبورى - پگاه پاشا، با همکاری سندی‌کای شرکت‌های تولیدکننده برق

و قیمت‌های پرداختی مصرف‌کنندگان را کاهش دهد و شفافیت بیشتری به همراه آورد، از جمله دشواری‌هایی بود که کشورها در این مسیر، با آن رو به رو شدند.

در چنین فضای پویایی، نقش نهاد رگولاتوری کارآمد به‌عنوان یکی از پیش‌شرط‌های اصلی موفقیت برنامه‌های خصوصی‌سازی و گسترش رقابت در این صنعت، در مطالعات مختلف، از جمله در آثار فرشتمن^۵ (۱۹۸۹)، دیواتری پونت و رولاند^۶ (۱۹۹۲)، رولاند (۱۹۹۴)، هیرشهاسن و اپتیز^۷ (۲۰۰۱)، ژانگ و همکاران^۸ (۲۰۰۵) و لاهینیک^۹ (۲۰۱۴)، تأیید شده است.

با این وجود، مطابق با نتایج مطالعه کرک پاتریک و پارکر^{۱۰} (۲۰۰۴) طراحی و پیاده‌سازی ساختار سازمانی که می‌باید یک نهاد رگولاتوری با کارکرد استاندارد و مناسب داشته باشد، یکی از دشوارترین مسائل صنعت برق است که اقتصادهای در حال گذار، در شرایط فعلی، با آن رو به رو هستند.

با علم به این نکات، این نوشتار با هدف تبیین نقش نهاد تنظیم‌گر بخش برق در اصلاح نظام حکمرانی این صنعت در ایران، ابتدا به بررسی وضعیت تنظیم‌گری بخش برق در ایران می‌پردازد.

تأمین برق پایدار، همواره یکی از دغدغه‌های برنامه‌ریزان بخش انرژی در کشورهای مختلف بوده است. از جمله تغییراتی که در دهه ۸۰ میلادی در برخی کشورها مانند شیلی و بریتانیا در ساختار صنعت برق ایجاد شد و بعد از آن در کشورهای زیادی از جمله آرژانتین، استرالیا، آلمان و سایر کشورها پی‌گیری گردید، ایجاد رقابت در تولید و توزیع، گسترش بازارهای عمده فروشی و خرده فروشی برق و ورود بخش خصوصی به این صنعت بود.

این سیاست‌ها که بر حسب تجربه کشورهای مختلف با تفاوت‌هایی به اجرا در آمده است، تحت عنوان تجدید ساختار در صنعت برق^۱ و گاه به اشتباه، مقررات‌زدایی صنعت برق^۲ شناخته شده، درحالی‌که هدف از این سیاست‌ها، ایجاد و تقویت رقابت و بهبود کارایی بازارها از طریق تغییر مقررات، و نه مقررات‌زدایی، بوده است (اندرسون^۳، ۲۰۰۹).

تغییرات مورد نیاز در مقررات و یا اصطلاحاً تنظیم‌گری^۴ در ساختار جدید صنعت برق، به‌طوری‌که به تعریف چهارچوبی صحیح برای رابطه میان دولت و بخش خصوصی فعال در این صنعت منجر شود، رقابت و کارایی را افزایش،

اعضاء با وظایف رگولاتوری، انتصاب اعضای دارای تضاد منافع، دوره کوتاهمدت فعالیت اعضا، نبود ساختار و تشکیلات (دبیرخانه) مناسب، نداشتن استقلال مالی و نبود منابع مالی مستقل، عدم ضمانت اجرای مصوبات و نبود نظارت از سوی هیأت تنظیم بازار برق (افشار، ۱۳۹۷).

ازجمله مصادیق ضعف در کارکرد هیأت تنظیم بازار برق، می‌توان به مصوبه شماره ۲۶۳ این هیأت در مرداد ۱۳۹۴ اشاره کرد که به موجب آن، نرخ پایه آمادگی با وجود الزام قانونی موجود در دستورالعمل بند «و» ماده ۱۳۳ قانون برنامه پنجم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی در دو سال پایانی برنامه، اصلاح و تعدیل نشد و ضمن ایجاد زیان مالی برای نیروگاه‌های تولیدکننده برق، به شکایت برخی نیروگاه‌ها به دیوان عدالت اداری و دریافت حکم قضایی توسط آنان منجر شد.

در نتیجه این موارد و نیز به دلایل زیر، ضرورت تأسیس نهاد تنظیم‌گر بخش برق مطرح شد:

- حضور همزمان دولت و بخش خصوصی در تولید برق (رقابت بر سر فروش برق)؛
- مالکیت انحصاری دولت بر شبکه انتقال به دلیل وجود انحصار طبیعی و الزام قانونی؛
- پیچیدگی‌های حقوقی در بخش توزیع برق؛^{۱۱}
- نقش همزمان حاکمیتی و تصدی‌گری وزارت نیرو (همزمانی قانون‌گذاری و اجرای قوانین در این وزارتخانه).

در «قانون اصلاح قانون اجرای سیاست‌های

شرح ویژگی‌های مورد نیاز برای موفقیت تنظیم‌گر بخش برق، با استفاده از مطالعات صورت گرفته در دنیا، تطبیق اساسنامه شورای رقابت برای نهاد تنظیم‌گر بخش برق، با موارد ذکر شده در شاخص رگولاتوری برق، در بخش‌های آتی نوشتار ملاحظه می‌شود و ارائه پیشنهادها، آخرین بخش را تشکیل می‌دهد.

بررسی وضعیت تنظیم‌گری بخش برق در ایران

پس از فرایند تجدید ساختار صنعت برق ایران، هیأت تنظیم بازار برق به‌عنوان تنظیم‌گر و با هدف هدایت بازار برق ایران، توسط وزارت نیرو ایجاد و اختیارات وزارت نیرو در حوزه تنظیم‌گری، به این هیأت واگذار شد.

به این ترتیب، هیأت مذکور، تحت مدیریت و نظارت کلی وزارت نیرو و در راستای سیاست‌های تعیین شده از سوی آن وزارت، فعالیت می‌نماید. ملاحظه شیوه تأسیس، نحوه انتخاب و ترکیب اعضا و عملکرد این هیأت طی سالیان گذشته، وابستگی هیأت به وزارت نیرو به عنوان یکی از کنش‌گران بازار برق را آشکار می‌کند.

لذا انتقاداتی به هیأت مذکور وارد است که از جمله مهم‌ترین آنها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

فقدان استقلال اعضای هیأت، ترسیم نشدن نقشه راه بازار برق از سوی هیأت تنظیم بازار، تمام وقت نبودن اعضا، عدم آشنایی برخی

کلی اصل چهل و چهار (۴۴) قانون اساسی مصوب ۱۳۹۷/۰۳/۲۲» به این مسأله پرداخته شد.

در ماده ۵۹ این قانون آمده است:

ماده ۵۹- شورای رقابت، مکلف است در حوزه کالاها و خدماتی که بازار آنها به تشخیص این شورا، مصداق انحصار بوده و نیازمند تأسیس نهاد مستقل (تنظیم‌گر) است، پیشنهاد تأسیس و اساسنامه نهاد (تنظیم‌گر بخشی) را به دولت ارسال نماید. هیأت دولت، مکلف است ظرف مدت سه ماه از دریافت پیشنهاد شورای رقابت، اقدام قانونی لازم را جهت تأسیس نهاد مزبور انجام دهد. تأسیس نهادهای تنظیم‌گر بخشی، تنها به موجب قانون و با رعایت احکام ذیل، امکان‌پذیر خواهد بود.

تبصره ۱- مرکز ملی رقابت، انجام وظایف دبیرخانه و پشتیبانی این نهادها را برعهده دارد.^{۱۲}

بر مبنای این بند قانونی، شورای رقابت با تشکیل جلسات متعدد و دعوت از صاحب‌نظران ازجمله نمایندگان بخش خصوصی و اتاق بازرگانی، اساسنامه رگولاتوری برق را تهیه، و در دی ماه ۱۳۹۷، به هیأت محترم وزیران و کمیسیون‌های مرتبط ارسال کرد.

درحالی‌که هیأت دولت طبق قانون، مکلف شده بود که ظرف مدت سه ماه از دریافت پیشنهاد شورای رقابت، اقدام قانونی لازم برای تأسیس نهاد مزبور را انجام دهد، با وقفه زمانی و در خرداد ۱۳۹۹، لایحه تأسیس این نهاد در دولت تصویب شد.

با این وجود، به‌رغم الزام قانونی ذکر شده در تبصره (۱) این ماده، مطابق لایحه مصوبه دولت، مقرر شده است دبیرخانه این نهاد با استفاده از ظرفیت‌های موجود، بدون گسترش تشکیلات جدید و در وزارت نیرو، استقرار یابد.

برای آنکه تأثیر احتمالی انحراف از قانون در مصوبه دولت در زمینه محل استقرار دبیرخانه این نهاد (که تأثیر مستقیم بر استقلال آن دارد)، مورد بررسی قرار گیرد، بخش بعدی، به معرفی ویژگی‌های کارآمدی نهاد رگولاتوری برق بر اساس گزارشی که بانک توسعه آفریقا در سال ۲۰۱۸ با عنوان «شاخص رگولاتوری برق»^{۱۳} منتشر کرده است، اختصاص می‌یابد.

ویژگی‌های نهاد کارآمد رگولاتور برق

■ شاخص رگولاتوری برق که به صورت مختصر «ERI» نوشته می‌شود، از سه زیرشاخص ساخته شده است که عبارتند از: RGI^{۱۴}؛ RSI^{۱۵} و ROI^{۱۶}.

■ RGI سطح توسعه قانونی کشور و دامنه قوانین، رویه‌ها، استانداردها و سیاست‌های حاکم بر بخش برق را ارزیابی می‌کند و بر اساس هشت مؤلفه زیر ساخته می‌شود:

۱. مجوزهای قانونی: منظور از این مؤلفه، شکل‌گیری نهاد رگولاتوری بر اساس قانون اساسی یا قوانین مرتبط دیگری است که به وضوح، قدرت تصمیم‌گیری مستقل و وظایف رگولاتور را مشخص سازند. زمانی که تنها با حکم مقام رئیس جمهور و یا بدون داشتن پشتوانه

منظور دستیابی به این هدف، تنظیم کننده، باید مکانیزم‌های واضحی را در مورد فرایندی که باید هنگام ایجاد یک تغییر و پس از آن، دنبال شود، طراحی کند. تصمیمات نظارتی باید تا حد ممکن، با تصمیمات قبلی سازگار باشند.

انطباق و قابلیت پیش‌بینی فضای فعالیت، به سرمایه‌گذاران اطمینان می‌دهد که تغییرات غیرمنتظره‌ای در محیط نظارتی روی نخواهد داد. این امر، تعهد آنها را به سرمایه‌گذاری‌های بلندمدت تقویت می‌کند.

۸. دسترسی آزاد به اطلاعات: دسترسی آزاد به اطلاعات، نیازمند این است که فعالان و ذی‌نفعان به دستورالعمل‌ها و روش‌های تنظیم تعرفه، قوانین اولیه و پایه‌ای برای فعالیت، مجوزها، اسناد مشاوره و پاسخ‌های رگولاتور به نظرات متقاضیان، دسترسی داشته باشند.

RSI میزان عملکرد رگولاتورهای بخش برق در انجام وظایف خود و اجرایی کردن عملکردهای تنظیم‌گری را ارزیابی می‌کند و از چهار مؤلفه زیر ساخته می‌شود:

۱. تنظیم‌گری اقتصادی: برای نیروگاه‌های برق متصل به شبکه، که این مؤلفه شامل توسعه دستورالعمل‌ها و روش‌های تنظیم تعرفه و انجام مطالعات تعیین تعرفه دسترسی به خدمات است. یک رژیم رگولاتوری اقتصادی توسعه، دستورالعمل‌های تعرفه برای سیستم‌های انرژی تجدیدپذیر و سیستم‌های خارج از شبکه را نیز بر عهده دارد. طراحی مکانیزم کارآمد تعرفه‌گذاری،

قانونی مستحکم، اقدام به تأسیس این نهاد شود، احتمال کسب نتیجه ایده‌آل، کاهش می‌یابد.

۲. نقش‌ها و اهداف: وظایف رگولاتور باید با آنچه به‌عنوان وظایف سایر نهادها یا وزارت‌خانه‌ها تعریف می‌شود، هم‌پوشانی نداشته و با اعتبار قانونی، و شفاف باشد و به اطلاع تمام ذی‌نفعان برسد.

۳. استقلال: رگولاتور باید در تصمیم‌گیری از دولت، مجلس، فعالان و بازیگران بازار مستقل باشد. همچنین استقلال رگولاتور، ابعاد مالی را نیز در بر می‌گیرد.

۴. پاسخگویی: رگولاتورها باید در برابر شیوه‌ها و بنیان‌های فکری تصمیم‌گیری خود، پاسخگو باشند؛ و به منظور حل اختلافات، باید نهادی مستقل و خارج از نهاد رگولاتوری تعریف شود و مکانیزم‌های جبران خسارت برای ذی‌نفعان در مواردی که رگولاتور از حیطه قانونی خود تخطی کند، تعریف شود.

۵. شفافیت: افزایش شفافیت می‌تواند با انتشار اطلاعات و ارائه منطق تصمیم‌گیری‌ها، از طریق ابزارهای مختلف ارتباطی با بازیگران فعال، صورت گیرد. عملکرد شفاف به ارتقاء مشروعیت رگولاتور کمک می‌کند.

۶. مشارکت: انتظار می‌رود چنانچه رگولاتورها به دریافت اطلاعات و دیدگاه‌ها از تمامی بازیگران فعال در بازار مبادرت ورزند، به کارآمدی تصمیمات آنها افزوده شود.

۷. پیش‌بینی‌پذیر بودن تغییرات: به

به سرمایه‌گذاران برای ورود به بخش برق و انجام پروژه‌های بلندمدت، انگیزه می‌بخشد.

۲. تنظیم گری فنی: این مؤلفه، مربوط به کارکرد رگولاتور در ایجاد و طراحی کدهای فنی و قوانینی است که دستورالعمل‌ها و رویه‌های مربوط به اتصال به شبکه برق را تعریف می‌کنند و یا به‌طور کلی، مجموعه دستورالعمل‌هایی است که امنیت و قابلیت اطمینان در شبکه را تضمین نمایند.

۳. ارائه چهارچوب تجاری: منظور تعریف چهارچوبی برای ارتباط عرضه‌کنندگان و مشتریان و همچنین چهارچوب پاسخگویی به پرسش‌های کاربران و مکانیزم‌های حل اختلافات توزیع‌کنندگان و مشتریان است.

۴. ارائه چهارچوب صدور مجوز: رگولاتور کارآمد، باید قادر به تفکیک دستورالعمل‌های مربوط به صدور مجوز برای نیروگاه‌ها به تفکیک نوع آنها و همچنین کاهش فرایندهای اداری برای دریافت مجوز باشد.

درنهایت، ROI از دیدگاه خدمات عمومی، به بررسی عواملی می‌پردازد که اثرگذاری مثبت یا منفی عملکرد تنظیم‌گر بخش برق را بر کل عملکرد بخش تعیین می‌کند و بر اساس چهار مؤلفه زیر محاسبه می‌شود:

۱. عملکرد مالی: موقعیت مالی یک شرکت فعال در بخش برق، به میزان زیادی بستگی دارد به اینکه کل درآمد حاصل از فروش برق برای پوشش هزینه‌های عملیاتی و تعمیر و نگهداری

و همچنین تعهدات مربوط به پرداخت بدهی آن شرکت کافی باشد که باید توسط رگولاتور، ارزیابی شود.

۲. عملکرد فنی: این مؤلفه، به ارزیابی رگولاتور از تلاش شرکت فعال در بخش برق، به منظور کاهش اختلالات قطعی برق، تنظیم فرکانس و سایر موارد فنی، مربوط می‌باشد.

۳. عملکرد تجاری: شامل عملکرد تنظیم‌گر در رصد کردن زمان پاسخگویی به درخواست مشتری برای اتصال به شبکه، دقت به نقطه نظرات مشتریان و زمان پاسخگویی به شکایات آنها، فرایند اندازه‌گیری و صدور صورت حساب و از این قبیل است.

۴. دسترسی به برق: رگولاتورها ملزم‌اند که به‌طور مرتب و پیوسته، تأثیرات اجتماعی عملکرد بخش برق را بر جامعه از طریق گزارش‌هایی که از متولیان و فعالان این بخش می‌گیرند، ارزیابی کنند.

مقایسه مفاد اساسنامه نهاد تنظیم‌گر

بخش برق و اجزای شاخص رگولاتوری برق
در این بخش، به منظور ارائه تصویری از میزان موفقیت اساسنامه تهیه شده شورای رقابت، برای نهاد تنظیم‌گر بخش برق در پوشش مؤلفه‌های ذکر شده برای کارآمدی این نهاد، مطابق آنچه در شاخص رگولاتوری برق آمده، مفاد مندرج در این اساسنامه، با مؤلفه‌های شاخص فوق مقایسه، و نتایج در جدول (۱) بیان شده است.

جدول ۱. مقایسه مفاد مندرج در اساسنامه نهاد تنظیم‌گر بخش برق و اجزای شاخص رگولاتوری برق

ردیف	مؤلفه‌های شاخص رگولاتوری برق	مواد و تبصره‌های اساسنامه نهاد تنظیم‌گر بخش برق در نسخه تهیه شده در شورای رقابت
۱	مجوزهای قانونی	ماده (۵۹): اصلاح قانون اجرای سیاست‌های کلی اصل ۴۴ قانون اساسی
۲	نقشها و اهداف	تبصره (۲) بند ۹ از ماده (۴) ۱۷
۳	استقلال	ماده (۲); ماده (۳); ماده (۵); ماده (۷)
۴	پاسخگویی	تبصره ماده (۱۰)
۵	شفافیت	ماده (۱۱)
۶	مشارکت	با توجه به تعریف بودجه مستقل برای دبیرخانه این نهاد، امکان پوشش این ویژگی از طریق ارتباط دبیرخانه با تشکل‌های مرتبط، کارشناسان، بازیگران بازار و ذی‌نفعان وجود دارد.
۷	پیش‌بینی‌پذیری تغییرات	ماده (۱۲)
۸	دسترسی آزاد به اطلاعات	ماده (۱۱)
۹	تنظیم‌گری اقتصادی	بند (۴) از ماده (۴)
۱۰	تنظیم‌گری فنی	—
۱۱	ارائه چهارچوب تجاری	بند (۴) از ماده (۴)
۱۲	ارائه چهارچوب صدور مجوز	بند (۶) از ماده (۴)
۱۳	عملکرد مالی	بند (۴) از ماده (۴)
۱۴	عملکرد فنی	—
۱۵	عملکرد تجاری	بند (۴) از ماده (۴)
۱۶	دسترسی به برق	با توجه به تعریف بودجه مستقل برای دبیرخانه این نهاد، امکان پوشش این ویژگی از طریق ارتباط دبیرخانه با سازمان‌های ذی‌ربط و تهیه گزارش‌های مربوط به آثار اجتماعی اقدامات بخش برق، وجود دارد.

مأخذ: یافته‌های گزارش ۳

جمع‌بندی و پیشنهاد

اساسنامه نهاد تنظیم‌گر برق که بعد از چند سال تلاش، همفکری و تعامل کارشناسان و متخصصان وزارت نیرو، شورای رقابت، کمیسیون‌های دولت و مجلس شورای اسلامی، جمع‌بندی و آماده شده و

در دستور کار صحن مجلس شورای اسلامی قرار گرفته بود و فقط چند روز تا تصویب فاصله داشت، به تقاضای وزیر جدید نیرو و موافقت هیأت وزیران دولت سیزدهم، در مهر ماه گذشته (۱۴۰۰) از مجلس بازگشت داده شد.

مختلف در صنعت برق، با قوانین ضد انحصار منافات داشته و از طرف دیگر، موجب نگرانی سرمایه‌گذاران از ورود به صنعت برق خواهد شد.

نتایج منفی عدم سرمایه‌گذاری در صنعت برق، با وقوع خاموشی‌های گسترده در تابستان ۱۴۰۰، بر همگان آشکار گردید.

به این ترتیب، پیشنهاد می‌شود که بدون فوت وقت، اساسنامه نهاد تنظیم‌گر بخش برق از طریق دولت به مجلس شورای اسلامی جهت تصویب ارائه و تمامی تلاش‌ها برای اجرای صحیح تأسیس این نهاد و انتخاب افراد واجد صلاحیت برای عضویت در آن، مصروف و متمرکز گردد.

این تصمیم وزارت نیرو، عملاً بازگشت به عقب و اقدامی در خلاف جهت ارتقاء صنعت برق تلقی می‌شود. هم‌اکنون نزدیک به دو دهه، در تأسیس و استقرار نهاد مستقل رگولاتوری برق تأخیر داریم و اقدام وزارت نیرو در استرداد لایحه، چند سال به این تأخیر اضافه خواهد نمود.

ادامه این وضعیت، کشور را از انجام و انباشت تجربه رگولاتوری بخش برق (که ایجاد آن نهایتاً اجتناب ناپذیر است)، محروم می‌نماید و مانع اصلاح و بهبود مناسبات بین بخش دولتی و بخش خصوصی صنعت برق خواهد گردید.

همچنین عدم استقرار نهاد تنظیم‌گر بخش برق با توجه به وجود انحصارات دولتی

تأمین برق پایدار، همواره یکی از دغدغه‌های برنامه‌ریزان بخش انرژی در کشورهای مختلف بوده است. از جمله تغییراتی که در دهه ۸۰ میلادی در برخی کشورها مانند شیلی و بریتانیا در ساختار صنعت برق ایجاد شد و بعد از آن در کشورهای زیادی از جمله آرژانتین، استرالیا، آلمان و سایر کشورها پی‌گیری گردید، ایجاد رقابت در تولید و توزیع، گسترش بازارهای عمده فروشی و خرده فروشی برق و ورود بخش خصوصی به این صنعت بود. تغییرات مورد نیاز در مقررات و یا اصطلاحاً تنظیم‌گری در ساختار جدید صنعت برق، به‌طوری‌که به تعریف چهارچوبی صحیح برای رابطه میان دولت و بخش خصوصی فعال در این صنعت منجر شود، رقابت و کارایی را افزایش و قیمت‌های پرداختی مصرف‌کنندگان را کاهش دهد و شفافیت بیشتری به همراه آورد، از جمله دشواری‌هایی بود که کشورها در این مسیر، با آن رو به رو شدند. پس از فرایند تجدید ساختار صنعت برق ایران، هیأت تنظیم بازار برق به‌عنوان تنظیم‌گر و با هدف هدایت بازار برق ایران، توسط وزارت نیرو ایجاد و اختیارات وزارت نیرو در حوزه تنظیم‌گری، به این هیأت واگذار شد.

منابع:

- ۱- مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی (۱۳۹۸). ضرورت تأسیس رگولاتور مستقل در صنعت برق. شماره مسلسل ۱۶۶۷۸.
- ۲- نشریه سندیکی شرکت‌های تولیدکننده برق؛ ویژه‌نامه رگولاتوری بخش برق (۱۳۹۷). نقدی بر ساختار هیأت تنظیم بازار برق.
- 3- African Development Bank Group (2018). Electricity Regulatory Index for Africa.
- 4- Anderson, J. A. (2009). Electricity restructuring: A review of efforts around the world and the consumer response. The Electricity Journal, Vol. 22, Issue 3.
- 5- Dewatripont, M. and Roland, G. (1992). Economic reform and dynamic political constraints. Review of Economic Studies, 59: 703-30.
- 6- Fershtman, C. (1989). The interdependence between ownership status and market structure: The case of privatization. Economica, 57: 319-28.
- 7- Hirschhausen, C. Von and Opitz, P. (2001). Power Utility Re-Regulation in East European and CIS Transformation Countries (1990-1999). Discussion Paper No. 246, Berlin: Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung.
- 8- Kirkpatrick, C. and Parker, D. (2004). Regulatory impact assessment and regulatory governance in developing countries. Public Administration and Development, Vol. 24, No. 4: 333-344.
- 9- Vlahinić, N. (2014). The Effects of Privatization in Electricity Sector: The Case of Southeast European Countries, Öffentliche Daseinsvorsorge in Deutschland und Ostmitteleuropa zwischen Daseinsvorsorge und Wettbewerb, Verlag Dr. Kovac, Stuttgart, Germany, Editors: G.G.Sander, L.Tichy:121-137.
- 10- Zhang, Y.; Parker, D. and Kirkpatrick, C. (2005). Competition, regulation and privatisation of electricity generation in developing countries: Does the sequencing of the reforms matter?. The Quarterly Review of Economics and Finance. Vol. 45, Issues 2-3: 358-379.

- | | | |
|----------------------------------|-----------------------|---------------------------------|
| 1 . Restructuring | 2 . Deregulation | 3. Anderson, 2009 |
| 4. Regulatory | 5. Fershtman, 1989 | 6. Dewatripont and Roland, 1992 |
| 7. Hirschhausen and Opitz, 2001 | 8. Zhang et al., 2004 | 9. Vlahinić, 2014 |
| 10. Kirkpatrick and Parker, 2004 | | |

۱۱. موضوع سهام شرکت‌های توزیع که مالک شبکه‌های توزیع برق در سراسر کشور هستند نیز درگیر پیچیدگی‌های حقوقی شده و درحال حاضر، دارای وضعیت مشخصی نیست (مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، ۱۳۹۸).

۱۲. برای مشاهده سایر تبصره‌ها، می‌توان به متن قانون مراجعه کرد.

- | | |
|----------------------------------|---------------------------------|
| 13. Electricity Regulatory Index | 14. Regulatory Governance Index |
| 15. Regulatory Substance Index | 16. Regulatory Outcome Index |

۱۷. با توجه به اینکه در قانون سازمان برق (۱۳۴۶) وزارت آب و برق، مسئولیت تأمین برق کشور را بر عهده دارد، اجرای درست این تبصره، نیازمند اصلاحاتی در قوانین مربوط به برق است.



چشم‌انداز ما بر اساس اسناد بالادستی، روشن و هدف‌گذاری‌ها و سمت و سوی حرکت مشخص است؛ ولی چنانچه تغییر و تحولی در بازمبنی‌ها در عرصه تحقق این چشم‌انداز صورت گیرد، نیازمند توجه به سه منبع است: یکی، منابع انسانی؛ دیگری، سرمایه و سومی، سازوکارها.

پرونده آینده نفت و گاز در جهان

راهبردهای مهم انرژی در جهان و چالش‌های آینده ایران

تأثیر کربن‌زدایی بر آینده صنعت گاز

آینده آلان‌جی و توسعه فناوری‌های ذخیره‌سازی کربن

چشم‌انداز عرضه و تقاضای نفت جهان تا ۲۰۴۵



راهبردهای مهم انرژی در جهان و چالش‌های آینده ایران

یداله سیوحی 

زیادی است که در طبیعت و جامعه بشری صورت می‌گیرد. منابع بسیار گسترده‌ای در حال خارج شدن از دسترس انسان است؛ به دلیل رفتارهایی که انسان‌ها در دنیا دارند. این مسأله باعث شده است که ظرفیت جذب این تخریب‌ها و این نابودی‌ها در دنیا بسیار محدود بشود. لذا ما با کمپایی منابع و محدودیت منابع طبیعی مواجه هستیم و از طرف دیگر، امکان زندگی انسان در کره زمین در حال سلب شدن است، و در این میان، بخش انرژی یک نقش اساسی و مهمی دارد. مورد سوم، دیجیتالی‌شدن است که تمام شئون اجتماعی و حتی زندگی فردی ما را دچار تغییر کرده، و در این فرایند، تحولات اساسی در نوع کسب و کار، نوع زندگی و رفتارهای ما در حال شکل‌گیری است و تأثیر بسیار عظیم و وسیعی بر بخش انرژی دارد.

مسأله دیگری که بویژه از سال ۱۹۸۰ شروع شد، مقررات‌زدایی^۱ در بخش انرژی بود که در این ۴۰ سال گذشته، تحولات بسیاری را به وجود آورده، و در عین حال، یک حکمرانی خاصی را در بخش انرژی شکل داده است و این تغییرات، تأثیر بسیار عظیمی بر زندگی اجتماعی در سطح کره زمین می‌گذارد. مسأله پنجمی که در دنیا با تحولاتی که شکل می‌گیرد، اتفاق افتاده، و همچنان گسترش می‌یابد، اقتصاد کم کربن است.

توجه ویژه به تحولات انرژی در جهان، یکی از مقدمات تحلیل انرژی در کشورمان است و مهمتر از آن، توجه به آنکه مجموعه این تحولات، چه سمت و سویی دارد و دنیا در حال حرکت به کدام جهت است، و ما از این حرکت، چه نتیجه‌ای می‌توانیم برای تدوین راهبردهای کشورمان بگیریم.

یک اشاره مختصری به روند رشد انرژی در ایران و چالش‌هایی که کشورمان در این مورد دارد و همچنین تهدیدها و فرصت‌هایی که ما در بخش انرژی با آنها مواجه هستیم، خواهم داشت. در اینجا توجه به مسائل بسیار عمده و اساسی است که برخورد با این چالش‌ها و حل این مسائل، می‌تواند راهگشایی برای ما باشد و بعد در نهایت، یک جمع‌بندی می‌کنم که راهبردهای بنیانی بخش انرژی ما چه چیزهایی می‌توانند باشند.

تحولات مهم دنیا در زمینه انرژی را می‌توان در ۶ مؤلفه خلاصه کرد: یکی، پویایی جمعیت در دنیا، و حرکت‌هایی که در جامعه بشری در حال اتفاق است و همچنین پویایی که در رشته‌های مختلف در نیروی کار داریم، و تحول در کسب و کارها، که دنیا با آن روبرو است و این تحولات، سهم وسیعی در تحولات بخش انرژی دنیا دارد. دومین مسأله‌ای که وجود دارد، تخریب‌های

که شکل گرفته بود و بویژه در کنفرانس پاریس در ۲۰۱۹ که روز بعد از کنفرانس، «الگور» در مقاله‌ای نوشت که پایان عصر نفت و زغال سنگ آغاز شده و خیلی شتاب گرفته است؛ به طوری که پیک نفت که قبلاً در حدود سال‌های ۲۰۳۵ تا ۲۰۴۰ برآورد می‌شد، الآن به حوالی سال ۲۰۳۰ ارجاع می‌شود. این روند، یک تغییر اساسی را در بخش انرژی دنیا به وجود می‌آورد، و تأثیر بسیار عمیق و گسترده‌ای بر کشور ما و درآمدهای ما و اقتصاد ما خواهد داشت.

در ادامه، در ارتباط با ۶ مفهوم عمده مطرح شده که تحت عنوان D۶ در دنیا مطرح می‌گردد، درباره‌ی سه مورد آن، شرح بیشتر، و در ارتباط با دورنمای تحولات انرژی در ایران، مطالبی ارائه می‌شود.

مفهوم تقلیل تخریب به سطح طبیعی، این است که در طبیعت، ما منابع انرژی داریم، که به طور طبیعی در حال تخریب شدن هستند و دوباره بازیافت می‌شوند و این سیکل تداوم پیدا می‌کند؛ مثل انرژی خورشیدی که اگر ما استفاده نکنیم یا نکنیم، پتانسیلی که در انرژی خورشیدی وجود دارد، بخش عمده‌اش می‌سوزد و بدون استفاده تخریب می‌شود. یا پتانسیل آبی را در نظر بگیرید، که چه استفاده کنیم و چه، نکنیم، تخریب می‌گردد، وقتی رودخانه از ارتفاعات بالا به سمت پایین سرازیر است. وقتی ما از این پتانسیل استفاده می‌کنیم، یعنی بدون تخریب، از طبیعت استفاده می‌کنیم.

بالاخره مسأله تاب‌آوری است که این تاب‌آوری از سال ۱۹۸۱ در بخش انرژی، موضوعیت پیدا کرد. از حادثه «تری مایل آیلند» که در آمریکا در زمینه انرژی هسته‌ای اتفاق افتاد، و در سال ۱۹۸۶ با حادثه «چرنوبیل» در اوکراین شوروی، این تاب‌آوری در بخش انرژی تشدید و تقویت شد. در سال ۲۰۱۱ حادثه «فوکوشیما»ی ژاپن، یک مورد بسیار جدی را بر جامعه ژاپن تحمیل کرد و مسأله تاب‌آوری، مجدداً در دستور کار بسیاری از کشورها قرار گرفت.

بالاخره «کووید ۱۹» که وضعیت بسیار بحرانی برای انرژی پیش آورد، که حتی قیمت هزینه نهایی نفت یا قیمت نفت در مقطعی منفی هم شد! در این مورد، یک مسأله دیگری که اتفاق افتاد و تأثیر بسیار عمیقی بر بهره‌برداری از منابع نفت و زغال سنگ خواهد گذاشت، این بود که در جریان کووید ۱۹، نشان داده شد که بخش فسیلی انرژی بویژه نفت، تاب‌آوری لازم را ندارد؛ و در یک شرایط بحرانی، با ضرر و زیان‌های بسیار عظیمی مواجه است. در صورتی که در قسمت‌های دیگر انرژی یعنی انرژی‌های تجدیدپذیر، چنین مسأله‌ای اتفاق نیفتاد و نشان داد که سهم آنها در تاب‌آوری سیستم انرژی، بسیار قابل توجه است.

بسیاری از شرکت‌های عظیم و عمده نفتی، به شدت در حال بازنگری بر سیاست‌های خود در بخش انرژی هستند، و در حقیقت می‌شود گفت که خروج نفت و زغال سنگ از بخش انرژی

باد هم همین‌طور است. وقتی ما از نفت استفاده می‌کنیم، یک پتانسیل شیمیایی را داریم تخریب می‌کنیم و از بین می‌بریم. به دلیل پایان‌پذیری این منابع، با کمبود این منابع روبرو می‌شویم، و از طرفی این تخریب‌ها، تخریب‌های زیست محیطی و سایر تخریب‌هایی که در جامعه شکل می‌گیرد را به دنبال دارد. ولی در مورد انرژی‌های تجدیدپذیر، این‌گونه نیست. تخریب‌ها دارد اتفاق می‌افتد، چه ما استفاده کنیم و چه نکنیم. ولی اگر از این پتانسیل‌ها بهره‌برداری کنیم، مفهومی این است که برخی تخریب‌ها را برای ارتقاء سطح زندگی و کار خودمان مورد استفاده قرار دادیم. اصل اول و دوم قانون ترمودینامیک به ما می‌گویند، هرچقدر این تخریب‌ها کمتر شود، افزایش آنتروپی هم کمتر خواهد شد. اینجا است که ما به سمت پایداری حرکت خواهیم کرد.

دومین مسأله‌ای که اتفاق افتاده، مقررات‌زدایی است. به دلیل مقررات‌زدایی، رقابت در بخش انرژی بسیار توسعه پیدا کرده است. اگر در دوران‌های قبلی در بخش برق و گاز طبیعی می‌گفتند که انحصار طبیعی یا فنی وجود دارد، اکنون این نظریه که در دهه ۶۰ و ۷۰ میلادی مطرح بود، کلاً به کنار رفته است. دولت به حکمرانی متوسل شده، به جای اینکه بنگاه‌داری کند؛ که در بخش انرژی، نمود بسیار بارزی پیدا کرده است، و باعث شده هزینه‌ها بسیار کاهش پیدا کند و دولت بتواند هزینه‌های اجتماعی انرژی را مدیریت کند و پایین بیاورد.

اتفاق دیگر اینکه، بازار خدمات انرژی شکل گرفته است. در سال‌های ۱۹۵۰ به بعد، انرژی به عنوان کالا وارد بازار شد، و «بازار اسپات» شکل گرفت و خرید و فروش حامل‌های انرژی بویژه نفت در کشورهای صنعتی متداول شد و بازار اثبات به‌وجود آمد.

از سال ۱۹۷۴ به بعد یک بحث اساسی مطرح شد، که آیا ما انرژی را به عنوان کالا لازم داریم یا خدمات انرژی را لازم داریم؟ این یک تحول مفهومی را به دنبال داشت. فرض کنید در بخش خانگی، نفت یا گاز و فرآورده‌های نفتی نیاز نداریم، بلکه دمای آسایش نیاز داریم. این دمای آسایش را می‌توانیم از طرق مختلف تأمین کنیم. می‌توانیم عایق‌سازی خوبی انجام دهیم، می‌توانیم از حرارت محیط استفاده کنیم و یا از انواع انرژی‌های دیگر بهره‌برداری کنیم. یا در بخش حمل و نقل، نفر-کیلومتر جابه‌جایی یا تن-کیلومتر جابه‌جایی را نیاز داریم، الزام نداریم حتماً نفت یا گاز داشته باشیم. این یک تحول بنیانی در بخش انرژی و مفاهیم انرژی به‌وجود آورد و باعث شد که بین انرژی اولیه و دانش و فناوری، رقابت اساسی شکل بگیرد.

توسعه دانش و فناوری‌های نوین، باعث شد به ازای سطح زیربنا یا به ازای نفر-کیلومتر حمل و نقل یا واحد تولید، مقدار انرژی نهایی که استفاده می‌شود، به‌شدت کاهش پیدا کند. این حاصل بازنگری در مفهوم انرژی بود و باعث شد از سال ۱۹۹۰ که کسب و کار خدمات انرژی

رقابت به سرعت گسترش پیدا کرده است؛ و سیستم‌های پراکنده و کوچک مقیاس، امروزه نقش بسیار بزرگی را در بخش انرژی دنیا ایفا می‌کنند. در گذشته اگر نیروگاه‌های هزار مگاواتی و پالایشگاه‌های چند هزار بشکه‌ای در روز، موضوع بحث بود، الآن واحدهای بسیار کوچکتر و توزیع شده در حال گسترش‌اند. تعداد عرضه کنندگان انرژی به سرعت افزایش پیدا کرده، که هر لحظه می‌توانند به بازار وارد و خارج بشوند و این روند در حقیقت، آن زیرساخت‌های لازم برای رقابت را شکل داده است.

دولت کاهش هزینه‌های اجتماعی را دنبال می‌کند، که یک تحول بسیار جدی در حاکمیت و بنگاه داری است. بنگاه اگر می‌خواهد هزینه‌های تولید خود را کاهش بدهد و از جمله مصرف منابع و از جمله انرژی را محدود کند، دولت با عهده دار شدن هزینه‌های اجتماعی ناشی از نابرابری‌ها، تخریب محیط زیست، و از بین رفتن تنوع محیطی، این مسئولیت و وظیفه خطیر را بر عهده گرفته است. بنابراین، نقش و مسئولیتی که دولت پیدا کرده، بسیار متفاوت از ۵۰ سال پیش و یا حتی از ۲۰ سال پیش است.

اصل اول اقتصاد کم‌کربن، بر بهینه‌سازی انرژی و مصرف منابع است. آب، انرژی، زمین و هوا، از جمله این موارد است و تأیید می‌کند که حتماً باید از منابع تجدیدپذیر استفاده شود؛ یعنی ما از تخریب‌های طبیعی بهره‌برداری نمی‌کنیم، به‌جای اینکه تخریب جدیدی را در طبیعت ایجاد کنیم.

شکل گرفت که امروزه یکی از مهم‌ترین کسب و کارهای دنیا است و تراکنش‌های عظیم مالی در این کسب و کار صورت می‌گیرد.

درحقیقت، این شرکت‌ها خدمات انرژی را تأمین می‌کنند نه برق یا فرآورده نفتی و گاز طبیعی، و این نقطه‌ای است که دانش و فناوری، نقش اساسی ایفا می‌کند.

سومین مقوله‌ای که بر کشور ما خیلی تأثیر خواهد گذاشت، اقتصاد کم کربن است. مهم‌ترین مؤلفه‌ای که در اقتصاد کم کربن در حال شکل‌گیری بوده، توسعه اقتصاد هیدروژن می‌باشد. در حقیقت، اقتصاد کم کربن ابعاد مختلفی دارد، ولی توسعه اقتصاد هیدروژن، یکی از مؤلفه‌های اساسی آن است. به تخریب منابع اشاره شد که باعث می‌شود، بهره‌برداری از منابع تجدیدپذیر شکل بگیرد.

توسعه اقتصاد چرخشی^۲، مفهوم جدیدی است، که به سرعت دارد در فعالیتهای اقتصادی گسترش پیدا می‌کند. انعطاف و تنوع در منابع اولیه و گذر از انرژی، به عنوان کالا و خدمات انرژی و گسترش بازار خدمات انرژی، شکل گرفته، و خدمات انرژی در رابطه با مقررات‌زدایی، ارتقای توان حاکمیتی در بخش انرژی و تغییر رویکردها اتفاق افتاده، شفاف‌سازی و تسریع دسترسی به اطلاعات بسیار وسیع صورت گرفته، و محدود بودن دیوان‌سالاری و توسعه سیستم‌های هوشمند جایگزین هزینه‌های بالاسری دیوان‌سالاری در بخش انرژی شده است.

تجهیزاتی است که در فرآورده‌های نفتی یا گاز طبیعی به کار می‌رود. حسن دیگری که دارد این است که در اینجا، فقط بخار به عنوان محصول جانبی تولید می‌شود. بخار را هم می‌توانیم میعان کنیم تا به آب تبدیل گردد. اینجا گاز گلخانه‌ای تولید نمی‌شود و این از مزایای اساسی زیست محیطی است، که هزینه را کم می‌کند، ولی آن ۵۰ سنت به معادل متر مکعب لیتتری که کاهش پیدا می‌کند، قدرت رقابتی بسیار بالایی را با فرآورده‌های نفتی و گاز پیدا می‌کند.

امروزه، فرآورده‌های نفتی که در بازارهای بزرگ مصرف‌کننده بیش از یک یورو، به فروش می‌رسد، وقتی که مصرف هیدروژن در سیستم حمل و نقل شود، گسترش یابد، نقش اساسی را در سیستم حمل و نقل دنیا ایجاد خواهد کرد. در سال ۲۰۱۶ یک هواپیمایی در جنوب غربی آلمان به صورت آزمایشی با هیدروژن برای یک ساعت پرواز کرد، و الان در آلمان در شهر هامبورگ، برلین و فرانکفورت، ایستگاه‌های هیدروژن وجود دارد.

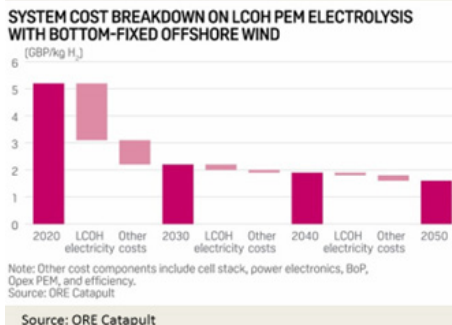
بی‌ام‌وی یکی از سازنده‌های بزرگ خودرو است، که در مورد هیدروژن تلاش‌های زیادی می‌کند. در این شرکت، بهره‌گیری از روش‌های احتراق و سلول سوختی، هر دو مطرح است. مطالعات بسیار جالبی که در آلمان صورت گرفت و «شرکت سامفایر» تکنولوژی‌اش را توسعه داد. در این سیستم، بخار با دمای ۱۵۰

ارتباط متقابل انرژی، آب، غذا با محیط زیست و بهینه کردن این ارتباط‌ها، یکی از موارد بسیار مهمی است که در اقتصاد کم کربن به شدت مورد توجه قرار گرفته است. چرخه‌های هوشمند کاربرد محصولات، استفاده مجدد از محصولات، بازچرخه^۲ و بازیابی محصولات و منابع از جمله ویژگی‌های اقتصاد کم کربن است، که به سرعت در حال توسعه در جهان است، و نقش اساسی را در فعالیتهای اقتصادی ایفا می‌کند.

مشارکت مردم در احیاء، حفاظت و بهره‌برداری از محیط زیست، منابع و تنوع طبیعی، یک ویژگی بسیار اساسی در اقتصاد کم کربن است. حفاظت از حقوق انسانی، اجتماعی و فردی، جامعه و محیط زیست از عوامل کلیدی در اقتصاد کم کربن است.

در اقتصاد کم کربن، "هیدروژن" نقش کلیدی پیدا می‌کند. در حال حاضر هزینه تولید هیدروژن ۹/۵ یورو به کیلوگرم است که مقدار مصرف برق و همه هزینه‌های سرمایه‌گذاری را دربر می‌گیرد. پیش‌بینی می‌شود در سال ۲۰۲۳، حدود ۴/۱۵ یورو به کیلوگرم و در سال‌های ۲۰۲۵-۲۰۲۴ یا ۲۰۲۶-۲۰۲۵، به حدود ۳/۲۰ یورو برسد و انتظار می‌رود که از سال ۲۰۳۰ به بعد، به ۱/۷۵ یورو به کیلوگرم برسد. هر کیلوگرم هیدروژن از نظر انرژی، معادل ۳/۶ متر مکعب گاز طبیعی است.

از سوی دیگر، بازده تجهیزاتی که هیدروژن را به کار می‌گیرند، بسیار بالاتر از بازده



نمودار ۱. میزان کاهش هزینه‌های انرژی در انگلستان

نمودار ۲، قیمت هیدروژن را در بازارهای مختلف، ارائه شده است. خط آبی که ملاحظه می‌شود، بازار هلند را نشان می‌دهد. هیدروژن به ازای هر کیلوگرم ۳ یورو معامله می‌شود. خطی که ملاحظه می‌گردد، مربوط به کالیفرنیا است که حدود ۴ یورو یا نزدیک ۴ یا ۵ دلار به کیلوگرم است. ژاپن بالاتر است، الان نزدیک به ۷ دلار است. یک تغییر ناگهانی در کالیفرنیا و ژاپن اتفاق افتاد، که یک پرش لحظه‌ای در قیمت هیدروژن، مشاهده می‌شود. ولی بعداً بویژه در کالیفرنیا به ۴ یورو رسید، ولی در هلند خیلی تغییر نکرد.

این نشان می‌دهد که بازار اسپات هیدروژن در دنیا الان به حدود ۳ یورو به ازای کیلوگرم کاهش پیدا کرده، یعنی به ازای معادل لیتر بنزین، کمتر از ۱ یورو شده است، و وقتی که هیدروژن در خودرو به جای بنزین استفاده می‌شود، اگر بازده بنزین حداکثر نزدیک به ۳۰ یا ۳۵ درصد برسد، هیدروژن حداقل ۶۰ درصد بازدهی دارد. بنابراین به ازای هر نفر-کیلومتر،

درجه همراه با برق مصرف می‌شود. فقط برق در الکترولیز مصرف می‌گردد و مصرف برق به ازای یک کیلوگرم هیدروژن به حدود ۳۸ کیلووات ساعت رسیده است. هزینه سرمایه‌گذاری بخار و غیره، حدود ۱ یورو بر کیلوگرم است، ولی هزینه برقی که استفاده می‌شود، نزدیک به ۴ یورو بوده، و از سال ۲۰۱۷ پیلوت‌های آن هم انجام، و تولید هیدروژن با بخار در صنعت فولاد بویژه، استفاده شده است.

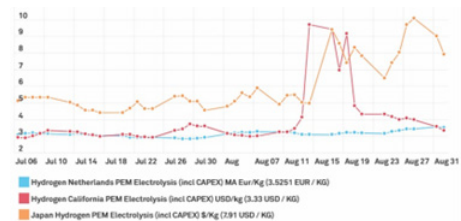
نمودار ۱ کاهش هزینه‌ها در انگلستان را نشان می‌دهد، که پیش‌بینی می‌شود از بالای ۵ پوند بر کیلوگرم در سال ۲۰۵۰، به زیر ۲ پوند بر کیلوگرم برسد. برنامه انگلستان این است که تا سال ۲۰۵۰، ۳۰۰ تراوات از طریق برق، هیدروژن تولید کند و این می‌تواند جایگزین اصطلاحاً هیدروژن آبی در سال ۲۰۳۰ بشود. هیدروژنی که از انرژی تجدیدپذیر تولید می‌گردد، اصطلاحاً به آن هیدروژن سبز می‌گویند، ولی به هیدروژنی که از گاز طبیعی تولید می‌شود، هیدروژن خاکستری می‌گویند.

در انگلستان، پیش‌بینی می‌کنند تا سال ۲۰۵۰، ارزش افزوده‌ای که مقدار صادرات و اقتصاد هیدروژن ایجاد می‌کند، نزدیک ۳۲۰ میلیارد پوند باشد، و در این زمینه، به‌طور وسیع سرمایه‌گذاری کرده است. پیش‌بینی می‌شود که ۱۲۰ هزار شغل از صنعت نفت و گاز انگلستان، به تولید هیدروژن (هم فناوری‌های تولید هیدروژن و هم خود تولید هیدروژن) منتقل شود.

یا تن-کیلو متر جابه جایی، هزینه هیدروژن به سرعت کاهش پیدا کرده است.

این یک تحول بسیار اساسی و جدی است که در دنیا با آن مواجه هستیم. اما غیر از خودرو، چه تحولات فنی در دنیا اتفاق می افتد که بسیار تأثیرگذار خواهد بود؟

یکی در زمینه روشنایی است. ما با تحول اساسی ال ای دی مواجه بودیم، ولی یکی از تکنولوژی هایی که در حال ظهور و به سرعت در حال گسترش و نیز ارزان شدن است، انتقال انرژی خورشیدی از طریق فیبر نوری به داخل فضای ساختمان می باشد. یعنی مستقیم در خانه است. از این فیبر نوری با ترکیب ال ای دی، در شب یا در هوای ابری، استفاده می شود.



نمودار ۲. قیمت هیدروژن در بازارهای مختلف

در حال حاضر، قیمت نوعی از ال ای دی هایی در حد ۹ وات به کمتر از ۱ یورو کاهش پیدا کرده است، و ال ای دی هایی در اروپا با کیفیت استانداردهای بالا و با طول عمر بالای ۲۰ هزار ساعت پدید آمده که قیمتشان در حدود ۸۰ سنت و در ایران، اکنون بیش از ۲۵ هزار تومان بوده، یعنی در اروپا با ارزش افزوده ۱۹ درصد، پایین تر از ایران است.

تحول اساسی دوم در شُرُف اتفاق، تأمین حرارت دمای پایین، بویژه در بخش خانگی که به سمت استفاده از حرارت محیط، زمین، انرژی تجدیدپذیر و بازیافت حرارت است. این بازیافت حرارت، بازیافت حرارت از زغال و گاز طبیعی یا فرآورده نفتی نیست، بلکه سلول سوختی یا CHP هیدروژنی است که هیدروژن استفاده می کند؛ که هم حرارتش برای گرما استفاده می شود، هم برق تولید می کند و بسیار کارآمد است.

اگرچه با اینکه هزینه بالایی دارد ولی به سرعت با تغییر هزینه هیدروژن و بهبود فناوری، جایگزین خیلی از تجهیزات تأمین حرارت در بخش بزرگی مثل خانگی و تجاری خواهد شد.

مورد دیگر، با سرعت بالای فراگیری، نیروی محرکه است که به طور عمده و اساسی در حمل و نقل و بعدها در صنعت و دیگر بخش ها استفاده می شود. برای نیروی محرکه از انرژی الکتریکی خودروهای الکتریکی، هیدروژن استفاده می شود، چه به صورت احتراق و چه به صورت پیل سوختی که در حال توسعه است؛ اما متانول هم از طریق به دام انداختن دی اکسید کربن، به هیدروژن تبدیل می شود.

هیدروژنی که از انرژی خورشیدی یا بادی یا پتانسیل آبی تهیه شده است، می تواند تبدیل به متانول برای صنعت حمل و نقل شود و مزیت اصلی آن این است که آلودگی ناشی از سوخت های کربنی وجود ندارد؛ بلکه از جنس سوخت های زیستی است، که بیوفیول ها توسعه می دهند.

گذاشته خواهد شد. فکر کنید که در خانه به سیم و کلید برق نیاز نباشد و یک تحول بسیار بنیانی در انتقال انرژی خواهد بود و نقش بسیار اساسی را در آینده ایفا خواهد کرد.

مورد بعدی، ذخیره‌سازی انرژی در لوله‌های نانوتیوب‌ها در گرافین بوده، که در حال پیشرفت است. در حال حاضر، نسبت جرم هیدروژن به جرم گرافین به حدود ۵ رسیده و احتمال دارد به زودی به ۶ یا ۶/۵ برسد، که اگر به ۶/۵ برسد، پیل سوختی و ذخیره هیدروژن بسیار ساده خواهد بود. در نتیجه می‌تواند در خودرو، در سیستم پیل سوختی خانگی و در بسیری از موارد دیگر، به راحتی استفاده بشود.

مدیریت انرژی از حالت سنتی و اندازه‌گیری‌های دستی خارج می‌شود و سیستم‌های هوشمند به طور گسترده رشد پیدا خواهد کرد.

مورد مهم دیگر، بازار انرژی خودگردان بلاک‌چین است که با سرعت بالایی در حال رشد و توسعه است. از سال ۲۰۱۸، شل، بی‌پی و اتریوم، یک کنسرسیومی با یک بودجه‌ای حدود ۴۵۰ میلیون یورو ایجاد کرده‌اند، که کاربرد بلاک‌چین براساس مفهوم «اگزرژی» و معامله انرژی را از طریق بلاک‌چین پیش ببرند، که اگر این پروژه در آینده نزدیک به ثمر برسد، یک تحول بسیار اساسی در معاملات انرژی دنیا خواهیم داشت.

بنابراین اگر نمودار مرجع انرژی دنیا را ترسیم کنیم، یک گذر از کربن به هیدروژن را

برای حرارت با دمای بالا، یک تحول بسیار عمده و اساسی صورت می‌گیرد. ما پنل‌های جدیدی را به زودی شاهد خواهیم بود که تحت عنوان سرب حرارتی است که حرارت تا ۸۰۰ درجه سانتیگراد را از انرژی خورشیدی می‌تواند تولید کند. همزمان با تولید حرارت، برق هم تولید می‌کند. بازده تولید انرژی الکتریکی بی‌پیل‌ها به ۳۵ درصد می‌رسد و بخشی از آن حرارت، با دمای بالا که از طریق نمک مذاب انتقال پیدا می‌کند، می‌تواند برای تولید برق دوباره استفاده بشود.

بنابراین، بازده انرژی خورشیدی به ۵۰ درصد برای الکتریکی می‌رسد و همچنین می‌تواند سرمایه‌ش و آب شیرین تولید کند. بازده انرژی این پنل‌های جدید که در حال توسعه است، اکنون به دلیل کاربردهای نظامی، یک مقدار تی‌بی‌بی‌ها محدود است. ولی به سرعت وارد بازار تجاری می‌شود که بازده انرژی خورشیدی که در پنل‌ها جذب می‌شود و در محیط مورد استفاده که قرار می‌گیرد، به بالای ۸۵ درصد خواهد رسید. در حال حاضر پتنت اولیه را آی‌بی‌ام در این زمینه، به ثبت رسانیده است.

مورد دیگر، تحول بزرگی است که در فناوری‌های انتقال انرژی در حال وقوع است، بویژه از سال ۲۰۱۷ دو شرکت در سلیکون‌ولی آن را به انجام رساندند و آن انتقال برق از طریق امواج و بدون سیم است. یعنی تمام فلزاتی که در انتقال برق استفاده می‌شود، عملاً کنار

سنگ و نفت خام کم‌کم از مدار خارج می‌شوند. با تحولاتی که در بازار هیدروژن و انرژی‌های تجدیدپذیر در حال شکل‌گیری است، احتمال خیلی زیادی دارد که این دو حامل انرژی که آلاینده مهمی به شمار می‌آیند، از بخش انرژی دنیا خارج بشوند.

چالش‌ها، فرصت‌ها

و تهدیدهای سیستم انرژی ایران

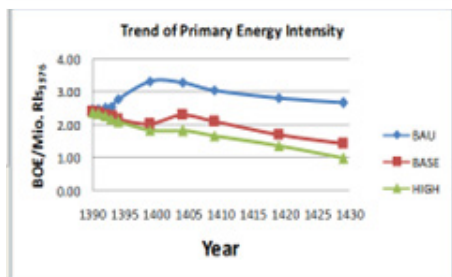
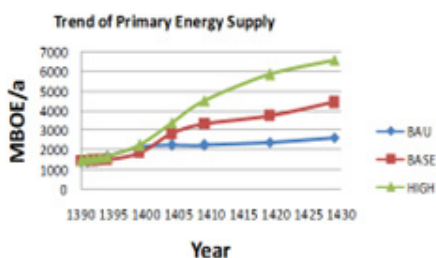
با توجه به دورنمایی که در دنیا وجود دارد، مناسب است که در بخش انرژی و روند توسعه سیستم انرژی کشورمان، چالش‌ها، تهدیدها و فرصت‌هایی که وجود دارد نیز مورد بحث و بررسی قرار گیرد و راهبردهای بنیانی مطرح شود. در کشورمان، سهم بسیار بالای تولید و مصرف را نفت خام و گاز طبیعی دارند. انرژی‌های تجدیدپذیر هم به مقدار خیلی کمی وارد بخش انرژی می‌شوند، که الان خود نیروگاه خورشیدی و غیره که رقم حدود ۳۰۰ تا ۴۰۰ مگاوات را

داریم. این گذر از کربن به هیدروژن در سال ۱۹۷۸ مطرح شد، که ما از کربن که اوایل قرن بیستم مورد استفاده زیادی قرار می‌گرفت، و نقش مهمی در بخش انرژی داشت، به تدریج به هیدروکربورهای نفتی عبور کردیم؛ که ترکیب کربن و هیدروژن با سهم کربن نسبتاً بالایی است. بعداً وزن گاز طبیعی در این جریان انرژی سنگین‌تر شد که سهم هیدروژن نسبت به کربن بالا رفت، و الان داریم به سمت هیدروژن خالص می‌رویم، که کلیه معایب و مسائلی که در رابطه با کربن وجود دارد، حذف بشود.

بنابراین به تدریج، به سمتی می‌رویم که اگرچه تنوع در منابع اولیه انرژی وجود دارد، ولی تمرکز اصلی در حامل انرژی روی "برق" خواهد بود که اساس آن را هیدروژن و سوخت‌های مبتنی بر هیدروژن و زیست توده یا بیوفیول‌ها تشکیل می‌دهند و استفاده بسیاری در صنعت حمل و نقل خواهند داشت. در این تنوع منابع، طبیعتاً زغال

اگر نمودار مرجع انرژی دنیا را ترسیم کنیم، یک گذر از کربن به هیدروژن را داریم. این گذر از کربن به هیدروژن در سال ۱۹۷۸ مطرح شد، که ما از کربن که اوایل قرن بیستم مورد استفاده زیادی قرار می‌گرفت، و نقش مهمی در بخش انرژی داشت، به تدریج به هیدروکربورهای نفتی عبور کردیم؛ که ترکیب کربن و هیدروژن با سهم کربن نسبتاً سهم بالایی است. بعداً وزن گاز طبیعی در این جریان انرژی سنگین‌تر شد که سهم هیدروژن نسبت به کربن بالا رفت، و الان داریم به سمت هیدروژن خالص می‌رویم، که کلیه معایب و مسائلی که در رابطه با کربن وجود دارد، حذف بشود.

حتی گاز طبیعی نمی‌توانیم با این روندهایی که شکل گرفته است، برای ارتقاء فعالیت‌های اقتصادی و رشد اقتصادی بهره‌برداری کنیم. تنها محرک اصلی ما، ارتقاء بهره‌وری کل اقتصاد است و یکی از شاخص‌های بسیار اساسی ارتقاء بهره‌وری کل، همان بهره‌وری انرژی است که اگر آن را بالفعل نکنیم، واقعاً با مشکلات و چالش‌های بسیار عظیم اقتصادی مواجه خواهیم شد.



نمودار ۳. روند مصرف انرژی اولیه کشور

در حال حاضر با توجه به امکاناتی که کشور دارد، نزدیک به ۳۵ الی ۴۰ درصد انرژی کشور باید از انرژی خورشیدی تأمین بشود. در غیر این صورت، چه در مورد نفت و چه در مورد گاز طبیعی، دچار چالش خواهیم بود. بنابراین، یکی از مسائل مهمی که ما با

دارد، باد هم همین‌طور در حدود ۳۰۰ مگاوات و بقیه پتانسیل‌های محلی، که مجموعاً خیلی محدود هستند. ولی بخش اساسی انرژی ما نفت خام و گاز طبیعی است. انواع حامل‌های انرژی که در بخش مصرف‌کننده استفاده می‌کنیم، گاز طبیعی، فرآورده‌های نفتی و بعد برق که مهم‌ترین انرژی‌های نهایی است که برای تأمین حرارت، روشنایی و نیروی محرکه استفاده می‌کنیم.

نمودار ۳، روند مصرف انرژی اولیه کشور را براساس امکانات موجود نشان می‌دهد. در این سناریو، نرخ رشد اقتصادی ۴ تا ۴/۵ درصد در سال را منعکس می‌کند. تا ۱۴۲۹ که همان ۲۰۵۰ می‌شود، در اینجا نرخ رشد اقتصادی حدود ۷ درصد است. در حال حاضر، نزدیک به ۲ میلیارد بشکه معادل نفت انرژی در حال استفاده است. اگر رشد اقتصادی ۴ درصد داشته باشیم، به بیش از ۴ میلیارد بشکه معادل نفت در ۳۰ سال آینده می‌رسد؛ و به شرطی می‌تواند تحقق پیدا کند که شدت انرژی بسیار کاهش پیدا کند.

اگر شدت انرژی کاهش نیابد، رشد اقتصادی ۴ درصد هم غیرممکن خواهد بود. تنها شرط توسعه اقتصادی کشور، این است که شدت انرژی به سرعت کاهش پیدا کند و به ارتقاء بهره‌وری کل اقتصاد کمک شود و در نتیجه، نرخ رشد ۴ درصد را داشته باشیم. بهره‌وری در حال حاضر تنها محرک توسعه اقتصادی ما است. به هیچ وجه دیگر از نفت یا

آن مواجه هستیم، اینکه دیگر نمی‌توانیم روی هیدروکربورها خیلی حساب باز کنیم. محدودیت منابع داریم. محدودیت‌های مختلف مالی داریم و تنها آلترناتیوی که برای کشور در حال شکل‌گیری است و ادامه خواهد یافت، انرژی‌های تجدیدپذیر و بویژه انرژی خورشیدی بوده، چون پتانسیل انرژی خورشیدی ما، بسیار بالا است.

جایگاه هیدروژن در سبد انرژی ایران

هم‌اکنون البته، هیدروژن تولید و استفاده می‌کنیم، در فولاد، در پتروشیمی‌ها، در پالایشگاه، در روغن‌ها، در بخش خانگی و تجاری، هیدروژن تولید می‌شود. فرض کنید یکی از مسائل اساسی هیدروکراکینگ، داشتن هیدروژن است؛ یا پتروشیمی، در آمونیاک احتیاج داریم، در فولاد برای احیاء، مبتنی بر گاز طبیعی است، که گاز طبیعی در حقیقت ریفرمینگ بخاری است، و از آن طریق، هیدروژن و گاز سنتز تولید می‌کنیم.

هزینه هیدروژن از طریق ریفرمینگ، هزینه عملیاتی و هزینه سرمایه‌گذاری با هم براساس گاز طبیعی با قیمت گاز ۱۵ سنت به متر مکعب حدوداً ۱۱/۳ یورو به کیلوگرم می‌شود. اگر متان کراکینگ اتفاق بیفتد، یعنی گاز طبیعی را به کربن و هیدروژن تبدیل کنیم، در این حالت، یک کیلوگرم هیدروژن ۶/۴ یورو هزینه خواهد داشت. یعنی به جای اینکه گاز طبیعی را بسوزانیم، ما گاز طبیعی را کراکینگ حرارتی، و در نتیجه،

هیدروژن را از کربن جدا کنیم، کربن به عنوان ماده اولیه در پتروشیمی و غیره استفاده گردد، و یا تولید محصولات خیلی جدید و مهم و هیدروژن آن برای انرژی یا احیا در واحدهای صنعتی به کار گرفته شود، ۶/۴ یورو به کیلوگرم هزینه خواهد داشت. اگر از ارتقای کارایی انرژی و بازیافت حرارتی که در صنعت‌مان تلف می‌شود، بتوانیم هیدروژن تولید کنیم، هزینه تولید آن ۳/۱ یورو به کیلوگرم خواهد شد. اگر از انرژی‌های خورشیدی متداول که ۵۵ تا ۶۰ کیلو وات ساعت برق برای تولید هیدروژن لازم دارد، هیدروژن تولید کنیم، هزینه آن به ۲/۵ یورو نزدیک خواهد شد.

در حال حاضر در بعضی واحدها، هیدروژن برای کاربردهای خاصی در کشور تولید می‌شود. هیدروژنی که الان به کیلوگرم در ایران -که برق صنعتی‌اش هم خیلی ارزان است- بدون کپسول‌هایش، بیش از یک میلیون تومان می‌فروشد؛ یعنی حدود ۴۰ یورو، درحالی‌که در دنیا ۳ یورو است!

یکی از چالش‌های مدیریتی جامعه ما همین است. تکنولوژی که با بخار دمای پایین برای سلول‌های خورشیدی استفاده می‌کنیم، در سال ۲۰۲۰ هزینه‌اش برای ایران ۲/۱ یورو به کیلوگرم است، که این می‌تواند در ایران تا حدود ۱/۴ یورو کاهش پیدا کند و می‌تواند یک تحول بسیار اساسی در کشور ما باشد.

یکی از مسائل مهمی که در اروپا پیگیری می‌شود و در ۲۰۱۷ هم پایلوت آن در آلمان

احیاء، آب برای خنک کردن استفاده می‌شود؛ اما اگر هیدروژن استفاده کنیم، دیگر آبی نیاز نداریم، وقتی که هیدروژن برای احیاء می‌رود، در حقیقت بعد از احیاء به بخار آب تبدیل می‌شود و می‌تواند میعان، و به آب تبدیل شود و دوباره برای تولید هیدروژن از طریق انرژی خورشیدی بازچرخانی گردد.

این یک مسأله بسیار اساسی برای کشور ما است که آب دیگر تولید نمی‌کنیم. ما دیگر گاز دی‌اکسید کربن تولید نمی‌کنیم و فولادی است که کاملاً تمیز است. در حال حاضر، سرمایه‌گذاری برای استفاده از هیدروژن در فولاد، یکی از موارد مهم سرمایه‌گذاری است. از ۲۰۱۷ یک پایلوتی برای استفاده از هیدروژن در صنعت فولاد احداث کردند، که تا کنون این پایلوت، حدود ۱۰ هزار ساعت کاملاً کار کرده است و مشکلی هم نداشته است.

جدول ۱، پتانسیل جایگزینی هیدروژن به جای سوخت‌های فسیلی را نشان می‌دهد. اگر فرض کنیم، همین سوخت‌های فسیلی که امروزه در حمل و نقل، در فولاد، در پتروشیمی استفاده می‌کنیم، را با هیدروژن جایگزین کنیم، با همین کیفیت پایی که انجام می‌شود، حجم یا جرم هیدروژنی که لازم خواهیم داشت، ۱۱/۵ میلیون تن در سال است و اگر بر اساس هیدروژنی که در ایران می‌تواند از انرژی خورشیدی تولید شود، حجم هیدروژن را محاسبه نماییم، فقط هزینه تولید هیدروژن، ۲۴ میلیارد یورو در سال می‌شود.

انجام شد، این بود که برای احیا به جای گاز طبیعی، از هیدروژن استفاده کنند؛ و هیدروژن از طریق انرژی خورشیدی تولید شود.

در حال حاضر، در مورد تولید فولاد هم حدود ۳۰ میلیون تن فولاد بر اساس احیاء مستقیم و از طریق گاز طبیعی صورت می‌گیرد. فقط برای ذوب آهن است که از کوره بلند استفاده می‌شود. هزینه یک تن آهن اسفنجی با گاز طبیعی برای مبارکه، که بهترین واحد تولیدی در صنعت فولاد است، حدود ۱۲۸ یورو به تن آهن اسفنجی است. اگر ترمال کراکینگ انجام دهیم، و از هیدروژن آن استفاده کنیم، رقم خیلی بالا می‌رود که بدون در نظر گرفتن قیمت کربن است. ولی اگر از بازیافت انرژی برای تولید هیدروژن استفاده کنیم و آن را برای احیا به کار بگیریم، هزینه آن ۱۸۶ یورو می‌شود و اگر از تکنولوژی برتر الکترولیزی و انرژی خورشیدی استفاده کنیم برای تولید، یک تن آهن اسفنجی ما ۱۲۵ یورو خواهد شد. یعنی هزینه، ۳ یورو نسبت به تکنولوژی موجود کمتر خواهد شد و این یک تحول اساسی است. این یک مسأله خیلی جدی است که پتانسیل کاربرد هیدروژن در کشور را نشان می‌دهد، که اقتصاد کم‌کربن، چقدر می‌تواند در کشور مزایا داشته باشد.

در فولاد الآن که ریفرمینگ صورت می‌گیرد، به ازای هر تن آهن اسفنجی، ۱/۲ متر مکعب آب مصرف می‌کنیم. یعنی در مبارکه نزدیک به ۱۳۰۰-۴۰۰ متر مکعب در ساعت برای واحد

جدول ۱. پتانسیل جایگزینی سوخت فسیلی با هیدروژن

Assumption: H_2 Production Costs = 2.1 €/kg Nat. Gas = 0.15 €/m ³ Petroleum products for Transportation = 0.40 €/l		
Conversion of System to H_2 Based	Mio. t/a	Economic Value Mrd. €/a
Steel Industry	1.5	3.1
Oil Refineries and Petrochemicals	2	4.2
Transportation	8	16.8
Total Demand	11.5	24.1

آن را برای حمل و نقل بررسی می‌کند، حدود ۶۰ میلیارد یورو بوده، که ۲۳ هزار کیلومتر هم خط لوله انتقال هیدروژن است و اینکه هزینه انتقال هم، به شدت پایین می‌آید.

اگر فناوری‌هایی که بتوانند از سوخت استفاده کنند، بهبود یابند و بتوانند از هیدروژن خالص استفاده کنند، یک تحولی است که می‌تواند خط لوله‌ها با یک سری تغییرات و اصلاحاتی به خط لوله‌های مربوط به هیدروژن تبدیل شود، و ۲۳ هزار کیلومتری که احداث آن، پیش‌تر آغاز شده و پیش‌بینی می‌شود که تا ۲۰۴۰ این ۲۳ هزار کیلومتر کاملاً در دسترس باشد، حجم عظیمی از هیدروژن را منتقل خواهد کرد.

اگر مقدار ۱۰ درصد پتانسیل گاز طبیعی صادراتی به ترکیه را که حدود ۳۰ میلیارد متر مکعب در سال است، به تزریق هیدروژن تخصیص دهیم، یعنی معادل ۳ میلیارد متر مکعب را با هیدروژن جایگزین کنیم، درآمد صادراتی ما از بابت آن، یک میلیارد یورو در سال خواهد بود. اگر ۳ درصد انرژی خورشیدی کشور را برای

مطالعاتی که اخیراً در اروپا انجام شده است، نشان می‌دهد که به ازای هر کیلوگرم در هزار کیلومتر حمل و نقل، هیدروژن بین ۹ تا ۱۷ یورو سنت خواهد بود. یعنی اگر به ازای معادل متر مکعب گاز طبیعی حساب کنیم، برای هزار کیلومتر، نزدیک به ۲/۵ تا ۵ سنت خواهد بود. این نیز یک تحول بسیار اساسی است که در حال رخ دادن است.

الآن خط لوله هیدروژن به سرعت در اروپا گسترش پیدا کرده است، و از سال ۲۰۱۴، هیدروژن را از طریق باد تولید، و به خط لوله گاز تزریق می‌کنند و امروزه تا سقف ۱۰ درصد برای آن، در نظر گرفته‌اند. سقفی که انگلستان از ۲۰۳۰ به بعد گذاشته است ۳۵ درصد است، یعنی ۳۵ درصد خط لوله‌های گاز، هیدروژن خواهد بود و این خط لوله که از شمال آفریقا از طریق ایتالیا وارد اروپا می‌شود. در اروپا هم خط لوله‌ها نصب، و از طرف شرق هم به ترکیه وارد می‌شود.

۷۵ درصد خط لوله‌ها براساس زیرساخت‌های گاز طبیعی شکل می‌گیرد. مقدار سرمایه‌گذاری خط لوله گاز هیدروژن که کمیسیون انرژی اروپا

در حقیقت ما قیمت انرژی را به صورت مفهوم واقعی اقتصادی نداریم، بلکه تغییرات دستوری قیمت حاکم است؛ یعنی عملکرد سازوکار بازار را به شدت در کشور مسدود می‌کند، و تأمین تعادل در بازار انرژی، همواره از طریق توسعه ظرفیت عرضه انرژی است. نفت استخراج می‌کنیم، پالایشگاه و نیروگاه به هر قیمتی می‌سازیم که تقاضای انرژی را تأمین کنیم! و با چه هزینه‌های اجتماعی، این کار را انجام می‌دهیم، در محاسبات ما جایگاهی ندارد. سهم بسیار بالای منابع فسیلی در سبد انرژی اولیه و ترکیب در گازرسانی به هر قیمتی. روستاها منابع محلی خیلی خوبی‌اند، و می‌توانسته‌اند اشتغال‌زایی و کار کنند، ولی روستاها را گازکشی می‌کنیم، بعد از چند سال روستاها تخلیه می‌شود؛ و شبکه لوله‌های گاز زیر خاک مانده‌اند.

۲. تأثیر مخرب بخش انرژی بر محیط زیست در عسلویه، خوزستان و ... آب شورهایی که ویران شده‌اند، واحدهای نم‌زدایی که حوضچه‌های نم‌زداها که چه فاجعه‌ای در

تولید هیدروژن به کار بگیریم، می‌توانیم در سال ۱۰۰ میلیون تن تولید و صادر کنیم که درآمد صادراتی آن، ۴۰۰ میلیارد یورو در سال خواهد بود. در مقایسه با صادرات نفت خام که اگر حداکثر صادرات را ۲/۵ میلیون بشکه در نظر بگیریم، با قیمت ۶۰ دلار، نزدیک به ۴۵ تا ۵۰ میلیارد دلار خواهد بود. ولی هیدروژن اگر از طریق انرژی خورشیدی تولید شود، می‌تواند درآمد صادراتی معادل ۴۰۰ میلیارد یورو برای کشور داشته باشد (جدول ۲).

چالش‌های مهم

پیش روی بخش انرژی ایران

هم‌اکنون، چالش‌های بخش انرژی چیست؟ با توجه به تحولاتی که در دنیا صورت می‌گیرد، پتانسیلی که ما داریم با چه تهدیدها و فرصت‌هایی مواجه است؟ عوامل ناکارآمدی در بخش انرژی یکی از چالش‌های اساسی کشور ما است. ۱. یکی از این عوامل ناکارآمدی، تسلط انحصار دولتی بر بازار و حجم گسترده یارانه انرژی است.

جدول ۲. پتانسیل تولید و صادرات هیدروژن در ایران

Assumption: H ₂ Costs = 4 €/kg			
Injection Volume	Mrd. Nm ³ /a	kt/a	Export Value Mio. €/a
10% Export Volume to Turkey	3	250	1,000
H ₂ Pipeline	Mio. t/a	Economic Value Mrd. €/a	
Export Volume Medium Term	2.5	10	
Export Volume Long Term	100	400	

خوزستان ایجاد کرده‌اند، و بقیه بخش‌های کشور در شهرها از طریق خودروها و حمل و نقل شخصی و عمومی و ... فاجعه‌های زیست محیطی در کشورمان را رقم زده‌اند!

۳. هزینه بالای مدیریت و تصمیم‌گیری در بخش انرژی.

منظور از هزینه بالا چیست؟ سال‌ها قبل کارشناسان تأکید جدی داشتند که باید در پالایشگاه‌ها تغییر فنی انجام دهید. وقتی که گاز توسعه پیدا می‌کند، اولین کاری که اتفاق می‌افتد، نفت کوره و نفت سفید جایگزین می‌شوند. ما اگر در ساختار فنی تغییرات ایجاد نکنیم، با عدم کارآیی مواجه می‌شویم.

هم اکنون ما یک الگوی تولید پالایشگاهی داریم، یک الگوی مصرف فرآورده‌های نفتی داریم، و با هم توافق کردیم که نسبت بازارهای خلیج فارس را محاسبه کنیم، هزینه قیمت متوسط یک واحد بشکه فرآورده‌های نفتی براساس الگوی تولید ۱/۴ قیمت نفت خام است، ولی هزینه الگوی مصرف ما ۱/۲۹ قیمت نفت خام است. سالانه به دلیل عدم تغییر فناوری و ساختار فنی پالایشگاه‌ها، نزدیک به ۵ تا ۶ میلیارد یورو به اقتصاد کشور آسیب وارد می‌شود. یعنی وقتی مدیریت ما در تصمیم‌گیری و در اقدامات تعلل می‌کند، هزینه‌های بسیار کلانی بر اقتصاد تحمیل می‌کند. در بخش انرژی، چالش‌های نهادی داریم. مدیریت دولتی ما مدیریت بنگاهی است.

حاکمیت و مدیریت ما بنگاهی است و بر فعالیت‌های اجرایی متمرکز است. کسی که فعالیت اجرایی خوب انجام بدهد، مثل پیمانکار به دسته‌های بالایی مدیریتی ارتقاء پیدا می‌کند. حاکمیت و حکمرانی، جایگاه بسیار ضعیفی در کشور ما دارد. راهبردهای مشخصی برای تحول ساختاری در بخش انرژی نداریم.

۴. نقش گسترده مستقیم و غیرمستقیم دولت

در تأمین تعادل انرژی عرضه کننده انرژی کشور ما، دولت است و مثل بنگاه‌های بزرگ نفتی و برق‌رسانی، انرژی توزیع می‌کند. انگیزه‌ای برای بخش خصوصی و مصرف‌کنندگان انرژی که تعادلی در مصرفشان ایجاد کنند، یا بهینه‌سازی انجام بدهند، وجود ندارد. بخش خصوصی هم اصلاً انگیزه و اجازه ورود به بخش انرژی را ندارد. بالطبع ما این تقاضای بهینه‌سازی انرژی را نداریم.

وقتی دولت قیمت‌ها را و همه چهارچوب‌های اجرایی را تعیین می‌کند، بخش خصوصی نمی‌تواند نوآوری داشته باشد، فعالیت کند و به منابع اطلاعات، فناوری، دانش فنی دسترسی محدودی دارد و به دلیل محدود شدن تعاملات بین‌المللی ما، این محدودیت‌ها بسیار سخت‌تر شده است. چه منابع سرمایه، اطلاعات، فناوری را در نظر بگیرید، هیچ امکان‌پذیر نیست که ما دانش و تجربیات بین‌المللی را به کشور وارد کنیم. حتی ممکن است کوچک‌ترین فعالیت تحقیقاتی علمی ما، با چالش‌های امنیتی مواجه شود.

فرصت‌ها و تهدیدهای انرژی

در ایران

در سطح کلان، تداوم انحصار دولتی بر بازار داخلی انرژی، یک تهدید بسیار اساسی به‌شمار می‌رود، ولی از طرف دیگر، اسناد بالادستی و جامعه برای کاهش انحصار دولتی تأکید دارد؛ که یک فرصت تلقی می‌شود. یعنی ذهنیت جامعه برای این تحول آماده است، اما مدیریت دولتی اجازه نمی‌دهد. ذهنیت مدیریت دولتی تداوم وضع موجود است، ولی اسناد بالادستی و جامعه، خلاف این را می‌خواهند، و این از ناسازگاری و تضادی که بین تصمیم‌گیری در سطح بالا و خرد شکل گرفته، حاصل شده است. در سطح بازارهای بین‌المللی، جهان برای کاهش سهمیه نفت در سبد انرژی حرکت می‌کند، که می‌تواند فرصت مناسبی را برای ما پدید آورد؛ چون تولید نفت ما ارزان تمام می‌شود و در کنار اقتصادهای کمتر توسعه یافته، هنوز جایگاه خواهد داشت، که می‌تواند برای ما یک فرصت باشد.

تداوم سهم پایین ایران در بازارهای نفت یک، چالش اساسی برای ما است، و ما می‌توانیم مصرف فرآورده نفتی در داخل را گسترش بدهیم و فعالیت‌ها در اقتصادهای رو به رشد را در کشورهای مجاور بویژه فعال کنیم.

تأکید بر توسعه گازرسانی به هر قیمتی و فاجعه، آن وقت شروع می‌شود که وقتی ما نمی‌توانیم به دلایل سیاسی نفت صادر کنیم و مشکلات اساسی در منابع ما به وجود می‌آید.

تداوم سیاست‌های تحریمی و بین‌المللی

ما اینجا به دیپلماسی فعال انرژی نیاز داریم که در این جهت خیلی محدود هستیم و تلاش جدی هم صورت نمی‌گیرد. حضور ایران در مجامع جهانی و منطقه‌ای به عنوان قطب انرژی خاورمیانه، بسیار کاهش پیدا کرده است. در حال حاضر، رویدادی در اروپا شکل گرفته که توسعه و صادرات هیدروژن را از جاهایی که انرژی خورشیدی بالایی دارند، به اروپا بیاورند. دومی مرکز ثقل فعالیت این رویداد شده است که کشورهای آفریقایی در آن عضو هستند و عربستان خود را به عنوان یکی از تولیدکنندگان عمده هیدروژن مطرح کرده و سرمایه‌گذاری بسیار کلانی را برای آن انجام داده است، که از طریق کشتی به اروپا بفرستند. در صورتی که اگر ما صادرات هیدروژن را داشته باشیم، زیرساخت‌های ما بسیار قوی‌تر است و می‌توانیم بسیار ارزان‌تر صادر کنیم.

یکی از چالش‌هایی که در عدم حضور در بازار مهم هیدروژن اروپا داریم، آن است که گویا باید وظیفه صادرات را کلاً دولت برعهده بگیرد. دولت وقتی صادر کننده می‌شود، مدام بزرگ فکر می‌کند؛ صدها هزار و میلیون‌ها بشکه در روز؛ ولی اگر ما در منطقه همجوار به بخش خصوصی کوچک‌مان اجازه می‌دادیم این فعالیت را انجام دهد و از مزیت‌های نسبی انرژی کشور استفاده کند، می‌توانستیم اصلاً وارد بازارهای منطقه بشویم. اگر دولت درایت

حضور پررنگ‌تر بخش خصوصی در منابع تجدیدپذیر است؛ زیرا همان‌طور که پیش‌تر هم اشاره شد، وسعت منابع تجدیدپذیر ما در خاورمیانه خیلی عظیم است.

یکی دیگر از چالش‌های مهم در بخش انرژی ایران، عدم بهره‌برداری از فناوری کارآمد است. بیشتر فناوری‌های ما منسوخ شده است و سطح پایین کارایی را دارند. ما به ایجاد توسعه زنجیره فناوری احتیاج داریم.

راهبردهای اصلی

در مواجهه با تهدیدها چیست؟

براساس تحولاتی که در دنیا صورت می‌گیرد، اصلی‌ترین و مهم‌ترین راهبردی که نیاز داریم، ایجاد تحول ساختاری در بازار انرژی، و شکل‌دهی بازار خدمات انرژی است. اگر این اتفاق نیفتد، ما به هیچ جایی نخواهیم رسید، بلکه با بحران‌های شدیدی مواجه خواهیم شد.

منظور از تحول ساختاری چیست؟ منظور آنکه نظام حکمرانی کشور اصلاح شود، و از بنگاه‌داری به حکمرانی عبور کنیم. تصمیم‌گیران بالای ما، باید بنگاه‌داری را کنار بگذارند. توسعه فعالیت بخش خصوصی مد نظر ما است. اگر رقابت در بازار شکل نگیرد، شما هرچقدر تعرفه‌ها و قیمت‌های انرژی را بالا و پایین ببرید، فقط کسری بودجه‌ها و عدم کارایی دولت را پوشش می‌دهید. هیچ تحولی در بازار انرژی شکل

کامل را به کار گیرد، این را به یک فرصت برای توسعه بخش خصوصی جهت صادرات تبدیل می‌کند.

در ۳۰ سال گذشته، برخی سیاست‌های داخلی را اجرا کرده‌ایم، ولی الان با بحران‌های اساسی مواجه هستیم و بنابراین، نیاز به یک تحول ساختاری در سیاست انرژی داریم. تجربه ۳۰ سال باید به ما نشان دهد که راه را درست نرفته‌ایم. باید بازنگری اساسی بکنیم. این بازنگری مستلزم آن است که تصمیم‌گیران کلان باید خودمحوری را کنار بگذارند و اجازه فعالیت و رشد به نیروهای اصلی جامعه را بدهیم و از توانمندی جامعه استفاده کنیم.

سطح پایین توان بخش خصوصی

وقتی بخش خصوصی اجازه رشد ندارد، نتیجه آن است که تضعیف می‌شود، و این ضعف، یک چالش اساسی است. اگر کشور بخواهد در بخش انرژی رقابت ایجاد کند، باید به بخش خصوصی کوچک بها بدهد. آن زمانی در بخش انرژی دنیا، رقابت خیلی توسعه پیدا کرد و هزینه‌ها بسیار پایین آمدند، جایی بود که سیستم‌های تولید برق یا موارد دیگر انرژی کوچک، شکل گرفتند. الان در اروپا به جای اینکه چند شرکت بزرگ برق‌رسانی داشته باشند، هزاران شرکت کوچک دارند. اینجا است که به رقابت کامل، نزدیک‌تر می‌شوند.

یکی از ملزومات تحول در سبد انرژی کشور،

کارت انرژی و این نوع سیاست‌ها باید عبور کنیم، و اجازه دهیم مدیریت حرفه‌ای در کشور شکل بگیرد، و تصمیم‌گیری‌ها، حرفه‌ای و مطابق با مسائل و منافع ملی باشد. توسعه زیرساخت‌های فنی خیلی مهم است. شکل‌گیری بازارهای دانش، فناوری و خدمات انرژی هم همینطور. اگر ما این رقابت را ایجاد کنیم سه بازار به هم تنیده برای ارتباط با دیگرکشورها شکل می‌گیرد.

بازار خدمات انرژی نیاز به فناوری دارد. تقاضای فناوری این بازار را کارآمد می‌کند و شرکت‌های دانش بنیان فعال می‌شوند. شرکت‌های دانش بنیان برای اینکه فناوری کارآمدی را به بازار تحویل بدهند، باید دانش آن را داشته باشند. اینجا است که بازار دانش باید شکل بگیرد و دانشگاه‌ها به عنوان تولیدکنندگان دانش وارد می‌شوند. باید شبکه‌های مراکز تحقیقاتی، شرکت‌های توسعه فناوری و خدمات انرژی شکل بگیرد. این را نباید دولت انجام بدهد. دولت باید محیط و چهارچوب‌ها را فراهم کند، که مردم و شرکت‌های خصوصی، آن را شکل بدهند. با دستورات مقامات بالا یا صندوق نوآوری و از این قبیل، اینها اتفاق نمی‌افتد.

تسهیل دسترسی به اطلاعات فناوری: شفاف‌سازی در اطلاعات، یک اصل برای رقابت است. حتی ترازنامه کلی انرژی کشور هم، بعضی

نمی‌گیرد. قیمت را نباید دولت تعیین کند، باید حاصل تعامل عوامل در بازار، کمیابی منابع و هزینه‌های اجتماعی باشد. وقتی دولت قیمت را تعیین کند، کلاً بازار و کارآیی را از بین می‌برد. ارتقاء بهره‌وری و کارآیی انرژی: جهت ارتقاء بهره‌وری، نیاز است تا سازمان مربوط اصلاح شود. لذا تا سازمان کار اصلاح نشود، ما نمی‌توانیم کارآیی‌مان را بالا ببریم. همچنین فناوری‌های ما باید به‌روز شوند، و می‌باید «زیست بوم نوآوری» ایجاد شود.

زیست بوم نوآوری از بالا و از طریق دولت ایجاد نمی‌شود. زیست بوم نوآوری وقتی شکل می‌گیرد که رقابت وجود داشته باشد. بنابراین، ما نمی‌توانیم بودجه بدهیم، وام بدهیم، و تخفیف مالیاتی به شرکت‌های دانش بنیان بدهیم، این برای کشور فاجعه است؛ و هیچ وقت هم زیست بوم نوآوری شکل نخواهد گرفت.

زیست بوم نوآوری تنها زمانی که رقابت در بخش بازار انرژی شکل بگیرد، اتفاق می‌افتد. انگیزه برای فعالیت بخش خصوصی ایجاد می‌شود. وقتی که صادرات انرژی صرفه‌جویی شده، از طرف مقامات بالا محدود، و جلوی این کار گرفته می‌شود، انگیزه‌ای برای فعالیت بخش خصوصی شکل نمی‌گیرد.

توسعه با کاربرد فناوری نوین و گذر به مدیریت حرفه‌ای است. ما از مدیریت سلیقه‌ای در بخش‌های انرژی باید عبور کنیم. ما از سروصداهای برق رایگان و

می‌شود که فردا وقتی که هنگام استخراج یک بشکه نفت، گاز هم فلر بشود، برایش مهم نیست. مهم این است که سریع صادر کند و ارز بگیرد.

ولی چرا در کشورهای دیگر گاز فلر نمی‌شود؟ برای اینکه دولت وظیفه کاهش هزینه‌های اجتماعی را به عهده دارد. دولت تولید کننده نیست. اینجا است که تضاد منافی وجود ندارد، بلکه دولت در جایگاه خود، کار می‌کند و تولید کننده هم در جایگاه خود و ملزم به رعایت مسائل محیط زیستی است، یا هزینه اجتماعی را کاهش بدهد. ولی در خوزستان و عسلویه، مگر می‌شود آلودگی محیط زیست را کنترل کرد؟

وقت‌ها محدود می‌کند. با تداوم این وضع، هیچوقت رقابت شکل نمی‌گیرد.

تسهیل دسترسی به منابع اقتصادی سرمایه: این مسأله خیلی جدی و در ارتباط با توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر و بهره‌برداری از منابع محلی است. بهره‌برداری از منابع محلی بویژه در روستاها، توسعه سیستم‌های پراکنده و زنجیره توسعه و کاربرد فناوری‌های انرژی‌های تجدیدپذیر است؛ کاهش آلودگی محیط زیست و توسعه اقتصاد سبز است؛ گذر به سیستم انرژی کم‌کربن و اقتصاد انرژی سبز است.

کاهش تولید انتشار آلاینده‌های محلی: یک مسأله اساسی که در کشور ما وجود دارد، تضاد منافع در کشور است. چگونه؟ وقتی شرکت ملی نفت ایران به عنوان یک نهاد دولتی، هم استخراج کننده، و هم فروشنده باشد، اینگونه

1. Deregulation
2. Circular economy
3. Fuel cell

بسیاری از شرکت‌های عظیم و عمده نفتی، به شدت در حال بازنگری بر سیاست‌های خود در بخش انرژی هستند، و در حقیقت می‌شود گفت که خروج نفت و زغال سنگ از بخش انرژی که شکل گرفته بود و بویژه در کنفرانس پاریس در ۲۰۱۹ که روز بعد از کنفرانس، «الگور» در مقاله‌ای نوشت که پایان عصر نفت و زغال سنگ آغاز شده و خیلی شتاب گرفته است؛ به طوری که پیک نفت که قبلاً در حدود سال‌های ۲۰۳۵ تا ۲۰۴۰ برآورد می‌شد، الان به حوالی سال ۲۰۳۰ ارجاع می‌شود. این روند، یک تغییر اساسی را در بخش انرژی دنیا به وجود می‌آورد، و تأثیر بسیار عمیق و گسترده‌ای بر کشور ما و درآمدهای ما و اقتصاد ما خواهد داشت. توسعه فناوری‌های نوین، باعث شد به‌ازای واحد تولید، مقدار انرژی نهایی که استفاده می‌شود، به‌شدت کاهش پیدا کند. این حاصل بازنگری در مفهوم انرژی بود و باعث شد از سال ۱۹۹۰ کسب و کار خدمات انرژی شکل گیرد که امروزه یکی از مهمترین کسب و کارهای دنیا است.

تأثیر کربن‌زدایی بر آینده صنعت گاز

زهرا حسینی 

در ابتدا، در حالی که شرکت‌های نفت و گاز، از انگیزه‌های یکسانی برای کاهش انتشار گازهای محدوده ۱ و ۲ (عملیات و خرید سوخت) برخوردارند، در عین حال با فشارهای فزاینده‌ای برای رسیدگی به انتشار گازهای محدوده ۳ (محصولات) روبرو هستند.

علاوه بر این، تغییر مقررات و تحولات سریع مشتریان و انتظارات اجتماعی پیرامون انرژی پاک، تعیین اینکه کدام دارایی در طول فرایند تولید باید از فناوری‌های جدید برای کربن‌زدایی استفاده کند و کدام باید کنار گذاشته شود، دشوار می‌گردد.

با این وجود، شرکت‌های گاز و ال‌ان‌جی که به‌طور مستقیم با انتقال انرژی روبرو می‌شوند، از مزایای اقتصادی و زیست محیطی برخوردار خواهند بود. شرکت‌ها باید یک استراتژی ۵ تا ۱۰ ساله روشن ارائه دهند که جزئیات اقدامات قاطع و جسورانه‌ای را که امروز می‌توان انجام داد - به‌جای اعلام اهداف بلندمدت که در کوتاه‌مدت نادیده گرفته می‌شوند - ارائه دهد.

این مطلب انعطاف‌پذیری گاز طبیعی و ال‌ان‌جی را بررسی می‌کند و سه استراتژی کلیدی برای مدیریت کربن‌زدایی را شرح می‌دهد: کاهش میزان کربن‌زدایی‌ها و مشتریان، مدیریت ریسک با ادغام هزینه‌های انتشار در تصمیمات تجاری و افزایش تاب‌آوری سبد سهام.

ترکیب انرژی، در حال تغییر در صنایع است. تدوین استراتژی ۵ تا ۱۰ ساله، می‌تواند به شرکت‌های نفت و گاز در بازه زمانی بلندمدت کمک کند.

ضرورت کاهش اثرات منفی تغییرات آب و هوایی جهانی، هر روز بیش از پیش، ضروری می‌شود. در نتیجه، تعداد فزاینده‌ای از کشورها و شرکت‌ها متعهد شده‌اند تا سال ۲۰۵۰، «کربن-صفر» شوند و عرضه و تقاضای سوخت‌های فسیلی بویژه در نفت و گاز کاهش می‌یابد.

از بین این دو، به نظر می‌رسد که گاز در سال‌های آینده، شرایط بهتری را دارا است، بخصوص گاز طبیعی مایع؛ اما به‌هرحال، حتی ال‌ان‌جی در نهایت، با منابع انرژی تجدیدپذیر جایگزین می‌شود و یا لازم است تا شرایط کاهش گازهای گلخانه‌ای را برآورده می‌کند تا الزامات مسیر ۱/۵ درجه را برآورده کند.

جهان به‌طور فزاینده‌ای به یک مسیر ۱/۵ درجه متعهد است، که به کاهش تغییرات آب و هوایی از طریق کربن‌زدایی، اشاره دارد تا گرمایش را تا سال ۲۰۵۰، تا ۱/۵ درجه سانتیگراد محدود کند. در همین حال، اقدام جامع و جهانی برای کاهش انتشار دی‌اکسید کربن و متان در همه صنایع، از جمله نفت و گاز مورد نیاز است. با این وجود، نخست، صنعت باید چالش‌های مهمی را برطرف کند.

بخش انرژی در حال تغییر است

در سال‌های اخیر، بخش انرژی، تمرکز خود را بر دارایی‌های پایدار و مقاوم و منابع انرژی تجدیدپذیر به شدت افزایش داده است. در نتیجه، چندین تغییر اساسی، آینده بلندمدت شرکت‌ها را در کل زنجیره ارزش، تغییر می‌دهد.

برای شروع، ترکیب انرژی در حال تغییر است. جهان به طور فزاینده‌ای در حال الکتریسیته شدن است و انتظار می‌رود منابع انرژی تجدیدپذیر تا سال ۲۰۵۰ تا ۸۰ درصد از تقاضای جهانی را تأمین کند. تاکنون، سرمایه‌گذاری در انرژی پاک نسبتاً ثابت (در کل ۳۰ تا ۳۷ درصد) بوده است. بازارهای سرمایه نیز به رشد مورد انتظار در تجدیدپذیرها پاداش می‌دهند و سرمایه‌گذاران، نگران ریسک‌های گذار و دارایی‌های سرگردان، شروع به واگذاری از سوخت‌های فسیلی می‌کنند. سرمایه‌گذاری‌های زیست محیطی و اجتماعی، که تقریباً ۳۰ درصد از دارایی‌های تحت مدیریت را تشکیل می‌دهند، معیارهای خود را محکم کرده‌اند، در حالی که سرمایه‌گذاری فعالان از طریق تصمیمات هدفمند، تأثیر خود را افزایش می‌دهد.

در پاسخ، ذی‌نفعان به طور فزاینده‌ای خواستار تعهداتی برای کاهش انتشار و برنامه‌ریزی گذار برای اطمینان از ثبات عرضه در آینده هستند. برخی از دولت‌ها و نهادهای نظارتی، از قدرت سیاست خود استفاده می‌کنند تا به جای تکیه بر مقررات مستقیم، بر تقاضا تأثیر بگذارند و

کربن‌زدایی را تحت تأثیر قرار دهند. مالیات کربن در نروژ تنها یک مثال است.

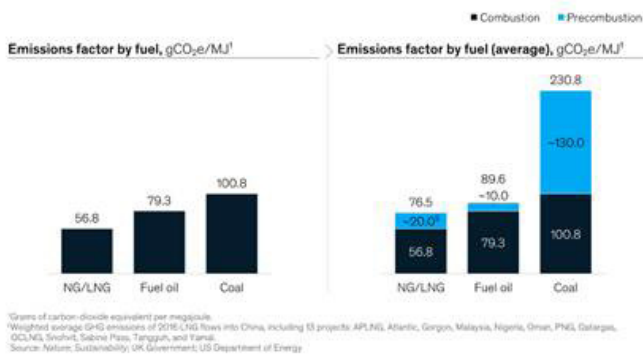
سرانجام، آگاهی زیست محیطی بسیار گسترده‌تر، و در بسیاری از بازارها، وارد جریان اصلی سیاسی شده است. بسیاری از مشتریان، بر این باورند که فعالیت‌های سنتی نفت و گاز، با آگاهی زیست محیطی مطابقت ندارد. در نتیجه، سازمان‌هایی که تمایلی به سازگاری با فرهنگ و شیوه‌های کاری شرکت خود ندارند، ممکن است که در جذب استعدادهای مورد نیاز خود، با چالش‌های گسترده‌ای مواجه شوند.

انعطاف‌پذیری گاز طبیعی و آلان‌جی

در مواجهه با تغییر چشم‌اندازهای مربوط به سوخت‌های فسیلی و افزایش برق‌رسانی، صنعت نفت و گاز باید اقدامات فوری را برای آمادگی برای سال‌های آینده انجام دهند. یکی از این اقدامات، افزایش سهم گاز طبیعی در سبد سهام است.

گاز، برخلاف سایر سوخت‌های فسیلی، تقاضای رو به رشد را تا اواسط دهه ۲۰۳۰ تجربه خواهد کرد. در سناریوی مسیر آب و هوایی ۱/۵ درجه، گاز طبیعی ۵ تا ۱۰ سال دیگر، مقاوم‌تر از سایر سوخت‌های فسیلی خواهد بود. این امر در درجه اول، به این دلیل است که گاز طبیعی جزو پاک‌ترین سوخت‌های فسیلی بوده و بنابراین، آخرین گازهایی است که به عنوان بخشی از انتقال انرژی جایگزین می‌شود (نمودار ۱).

Natural gas and LNG are among the cleanest fossil fuels, even when accounting for precombustion emissions.



نمودار ۱. مقایسه میزان آلاینده‌ی سوخت‌های فسیلی

حرارتی انگلیس (MMBTU) در سال ۲۰۱۹ بود، در مقایسه با ۴/۲۶ دلار در سال ۲۰۱۴.

در حالی که تغییر از زغال سنگ به گاز، عمدتاً توسط عوامل اقتصادی پیش برده شده است، اما همچنین تأثیر ملموسی بر کربن‌زدایی گاز به برق بین سال‌های ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۹ در ایالات متحده ۷۰ درصد افزایش یافته، اما در همان دوره، کاهش ۱۴ درصدی در کل انتشار دی‌اکسید کربن در بخش برق مشاهده شده است.

● رشد سریع تقاضای کلی انرژی

در بازارهای آسیایی
آسیا شاهد افزایش سریع تقاضای بخش برق و صنعت بوده است. در بخش اول، شاهد تعویض قابل ملاحظه‌ای از زغال سنگ به گاز و همچنین گاز و تجدیدپذیرها به عنوان فناوری‌های مکمل خواهیم بود. و بخش دوم، به زیرساخت‌های جدید برای پاسخگویی به تقاضای صنعتی گاز، نیاز دارد.

سایر عوامل مؤثر در انعطاف‌پذیری گاز طبیعی، شامل موارد زیر است:

● شدت کربن کمتر و انتشار ذرات کمتر

گاز در هر واحد انرژی، کمتر از زغال سنگ یا نفت، قبل و در حین احتراق، آلاینده‌ی تولید می‌کند. در چین، دیگ‌های بخار زغال سنگ در نزدیکی شهرها با دیگ‌های گاز جایگزین شده‌اند تا آلودگی، و نگرانی‌های بهداشت عمومی را کاهش دهند.

● قیمت پایین گاز در بازارهای کلیدی

هزینه گاز در بازارهای کلیدی (بوئیه آمریکای شمالی)، بیشتر از سوخت‌های فسیلی رقیب کاهش یافته، و به گاز کمک کرده است تا رقابت‌پذیری خود را حفظ کند و سهم بازار خود را در بخش برق، بوئیه در رابطه با زغال سنگ، افزایش دهد. به عنوان مثال، متوسط قیمت گاز «هنری هاب» ۲/۵۳ دلار در هر میلیون واحد

بازارهای جنوب و جنوب شرقی آسیا که در آن، تولید داخلی در حال کاهش است، برسد، دارای مزیت قوی است و انتظار می‌رود تا اواسط دهه ۲۰۴۰، شاهد رشد مداوم باشد.

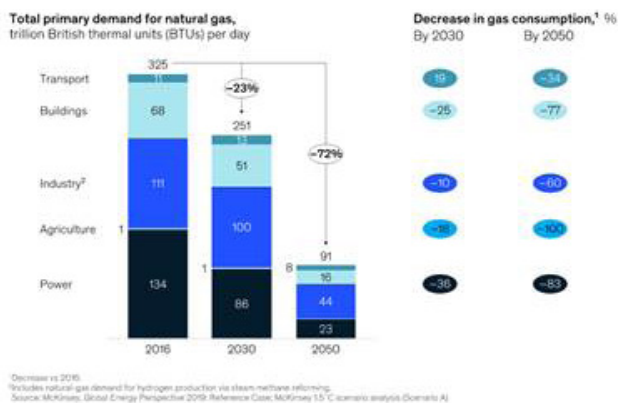
اما در نهایت، نیاز به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای بر همه سوخت‌های فسیلی، از جمله گاز و ال‌ان‌جی، تأثیر می‌گذارد که در نتیجه، تقاضا کاهش می‌یابد (نمودار ۲).

با این وجود، یک الگوی ثابت در پیش‌بینی‌ها ظاهر می‌شود: تقاضای گاز در اواسط تا اواخر دهه ۲۰۳۰ و تقاضای ال‌ان‌جی حدود یک دهه بعد، به اوج خود می‌رسد. شرکت‌های گاز طبیعی و ال‌ان‌جی که این الگو را درک می‌کنند، فرصت بیشتری خواهند داشت تا نه تنها خود را برای اثرات کربن‌زدایی آماده کنند، بلکه از صنایع دیگری که قبلاً تأثیرگذاری انرژی را تجربه کرده‌اند نیز درس بگیرند.

هر دو را می‌توان با سرعت، مقیاس‌بندی کرد و به بهره‌گیری از فناوری‌های جدید توسعه داد. به عنوان مثال، تولید انرژی بادی خشکی و دریایی و فتوولتائیک‌های خورشیدی، متناوب هستند و اغلب توسط نیروگاه‌های گازی، پشتیبانی می‌شوند تا شبکه را در شرایط کم باد یا ابری تغذیه کنند. ● سهم تقاضای گاز از مواد اولیه «سخت برای برقی شدن» یا کاربردهای حرارت بالا

برآوردهای ما نشان می‌دهد که بخش شیمیایی، تقریباً یک - چهارم رشد تقاضای گاز را تا سال ۲۰۳۵ دربر می‌گیرد. مواد شیمیایی به همراه سایر بخش‌های صنعتی، تقریباً ۵۰ درصد رشد را تشکیل می‌دهند.

به نظر می‌رسد، ال‌ان‌جی حتی از کل گاز نیز انعطاف‌پذیرتر است. این فناوری انتقال گاز به عنوان یک مکانیزم تحویل، که می‌تواند به بازارهای زیرساخت‌های واردات خط لوله محدود و همچنین



نمودار ۲. میزان استفاده از سوخت‌های فسیلی در صنایع مختلف

هستند: فقدان داده‌های جامع در مورد انتشار گاز متان و عدم وجود مقررات روشن برای تعیین استانداردهای گزارش.

با توجه به چالش اول، متان به دلیل عمر کوتاه جوی و جذب گرمای زیاد، تأثیر بزرگی در مسیر گرم شدن در کوتاه مدت دارد. غلظت متان در اتمسفر، امروزه ۲/۴ برابر بیشتر از سطوح قبل از صنعت است، اما انتشارات در سطح محلی یا جهانی، کنترل و تنظیم نمی‌شود. به‌طور معمول، انتشار گازهای متان پراکنده و دوره‌ای است، که نظارت، تنظیم و کاهش آنها را دشوار می‌کند.

بهره‌گیری از فناوری «Tropospheric Instrument Monitoring» بر روی ماهواره P5 Sentinel در سال ۲۰۱۷، تصویری واقعاً جهانی از انتشار گازهای متان را فراهم کرد. همچنین بازبینی‌های روزانه، امکان نظارت و اندازه‌گیری نشت‌های بزرگ متان از عملیات نفت و گاز را میسر ساخت.

ماهواره‌های اضافی پرتاب شده توسط GHGSat وضوح فضایی بیشتری از منابع و همچنین توانایی تشخیص نشت‌های کوچک و متوسط را فراهم کرده‌اند. در همین حال، راه‌حل‌های موجود در حال تکثیر هستند و هزینه آنها کاهش می‌یابد. در ۱۸ ماه گذشته، شاهد افزایش شتاب، حول ال‌ان‌جی کربن‌دار یا سبز بوده‌ایم، با تعدادی از معاملات لحظه‌ای که انتشار مربوط به محموله ال‌ان‌جی، با اعتبارات کربن داوطلبانه جبران شده است. در حالی که در هم‌اکنون، هیچ کارخانه

کاری که شرکت‌های گاز و ال‌ان‌جی می‌توانند انجام دهند

غلبه بر عدم قطعیت برای حفظ مزیت رقابتی در سال‌های آینده، کلیدی خواهد بود و اگرچه بسیاری از اهداف مربوط به انتشار گازهای گلخانه‌ای در آینده ۲۰ یا ۳۰ سال است، اما شرکت‌های گاز و ال‌ان‌جی، باید اقدامات فوری انجام دهند.

یک استراتژی روشن ۵ تا ۱۰ ساله، می‌تواند به رهبران، در تعیین مراحل بعدی و همچنین اولویت‌ها در بلندمدت کمک کند. با در نظر گرفتن این موضوع، رهبران باید بر سه اولویت زیر تمرکز کنند:

۱. ارزیابی، گزارش و کاهش انتشار کربن

انتظار می‌رود که امروزه، شرکت‌ها مسئولیت کامل انتشار گازهای دارایی در طول چرخه عمر آن را بر عهده بگیرند و به‌طور عمومی متعهد شوند که با ذی‌نفعان گسترده‌تر، از جمله مشتریان، برای کمک به فعالیت‌های کربن‌زدایی همکاری کنند؛ بدان معنا که میزان انتشار باید در هر مرحله از زنجیره ارزش، کنترل، و در محدوده ۱، ۲ و ۳ طبقه‌بندی شود. شرکت‌ها همچنین باید بین گازهای مختلف گلخانه‌ای مانند دی‌اکسید کربن و متان، تمایز قائل شوند. پیگیری انتشار گازهای گلخانه‌ای، دشوار و حیاتی بوده، بویژه در مورد متان، اما این یک گام ضروری در کربن‌زدایی این صنعت است. در این زمینه، شرکت‌ها با دو چالش اصلی روبرو

الان جی نمی‌تواند ادعا کند که تولید و فروش الان جی بدون کربن را انجام می‌دهد.

تعدادی از فعالان صنعت، اقداماتی را برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای از طریق CCUS و انرژی‌های تجدیدپذیر اعلام کرده‌اند. این توسعه بازار، روشن‌ترین نشانه تا به امروز است که صاحبان و اپراتورهای کارخانه، چرخه کامل و شدت کربن کارخانه‌های خود را به عنوان یک عامل خطر اضافی ارزیابی می‌کنند و به‌طور بالقوه، حتی راهی برای کسب درآمد از پروژه‌های با شدت کمتر کربن از طریق حق بیمه قیمت است.

شرکت‌های بالادستی گاز، می‌توانند در فناوری‌های کربن‌زدایی، سرمایه‌گذاری کنند که از نظر هزینه یا دانش، مزیت فعلی را دارند. به عنوان مثال، در حالی که فناوری‌های CCUS هنوز اقتصادی نیستند، اما برای شرکت‌های بالادستی با میادین و مخازن تخلیه شده، این پتانسیل را نشان می‌دهند که هزینه‌های پیش‌بینی شده را کاهش داده، عملیات موجود را کربن‌زدایی کنند و منابع جدید ارزش را توسعه دهند.

۲. هزینه‌های انتشار را در تصمیمات

تجاری ادغام کنید

شرکت‌ها باید خطرات ناشی از انتشار گازهای گلخانه‌ای را در محاسبه بازده سرمایه‌گذاری پروژه پذیرفته و تصدیق کنند؛ بدین معنی که به سرمایه‌گذاری‌های جدید از منظر هزینه و انتشار گازهای گلخانه‌ای نگاه کنند.

از نظر تاریخی، شرکت‌های نفت و گاز، فقط به نرخ بازدهی توجه داشتند؛ در حالی که این‌ها هنوز مهم هستند، و تأثیر اقتصادی انتشارات نیز باید در نظر گرفته شود. به عنوان مثال، ارزیابی استرس، ارزیابی اقتصادی تحت سناریوهای مختلف نظارتی و صراحتاً ترجیحات مشتری در ارزیابی را شامل می‌شود.

همچنین شرکت‌ها باید مقررات ریسک پایین‌دست را از دیدگاه مشتری، آزمایش کرده و نقش کاهشی برخی محصولات را در بازارهای خاص، ارزیابی کنند. بسته به نحوه وضع مقررات در بازارهای پایین‌دستی، محصولاتی که استانداردهای مشخص انتشار گازهای گلخانه‌ای را رعایت نمی‌کنند، ممکن است ممنوع یا مشمول مالیات شوند؛ هزینه‌ای که احتمالاً بر عهده تأمین‌کننده خواهد بود.

بنابراین بسیاری از شرکت‌ها، بحث در مورد نحوه حرکت به سمت انتشار خالص صفر را آغاز کرده‌اند و اکنون باید دارایی‌های خود را یک به یک بررسی کنند؛ نه تنها بر اساس هزینه، بلکه بر اساس شدت انتشار.

۳. یک نمونه کار مقاوم بسازید

شرکت‌ها باید از باورهای خود در جهت صنعت، حمایت کنند و با محدود کردن تقاضا در آینده و اتخاذ فناوری‌های جدید برای کاهش مواجهه خود با بخش‌های پرمصرف کربن، انعطاف‌پذیری خود را افزایش دهند. برای شروع، سرمایه‌گذاری‌های انجام شده

کربن زدایی، می‌توانند تقاضا را در بازه‌های زمانی طولانی‌تر تأمین، و بازده بالاتری کسب کنند. علاوه بر این، شرکت‌ها می‌توانند محصولات جدیدی مانند گاز «سبز» و ال‌ان‌جی را تولید کنند که شامل کاهش کربن و جبران آن برای کاهش انتشار کلی، کمک به آنها در برآوردن نیازهای خریداران و رقابت در مناقصات ال‌ان‌جی و اطمینان از انعطاف‌پذیری طولانی مدت تقاضا است.

سرانجام، شرکت‌ها باید از تغییر به سمت منابع تجدیدپذیر انرژی استقبال کرده و در سبدهای مختلف، تنوع ایجاد کنند تا در مورد بکارگیری فناوری‌های امیدوار کننده مانند CCUS و سایر منابع انرژی مانند هیدروژن و بیوگاز، اقدامات جدی‌تر و اثربخش‌تری صورت گیرد.

■ منبع:

<https://www.mckinsey.com/industries/oil-and-gas/our-insights/the-impact-of-decarbonization-on-the-gas-and-lng-industry>

امروز، باید به منظور کاهش هزینه‌های تولید باشد. وقتی تقاضا برای گاز کاهش یابد، منابع گران‌قیمت، بی‌رقیب می‌شوند و درنهایت، اولین کسانی هستند که عرضه مشتریان را متوقف می‌کنند. در عین حال، کاهش شدت انتشار نسبی یک پروژه، همچنین در صورت کاهش مالیات کربن و کاهش هزینه‌ها، مفید خواهد بود. دستیابی به قطعیت در تقاضای آینده را می‌توان با تمرکز بر مناطق جغرافیایی به دست آورد که انتظار می‌رود که تقاضای گاز در جابه‌جایی زغال سنگ، نقش داشته باشد و در بلندمدت بویژه در آسیا، به رشد خود ادامه دهد.

این امر، همچنین شامل بخش‌هایی می‌شود که در آنها، گاز در کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای از فناوری‌های موجود نقش دارد، مانند انبارداری ال‌ان‌جی، و همچنین جابه‌جایی گازها، مانند برخی از فعالیت‌های صنعتی، مشکل است. با تراز کردن مشوق‌ها بین تأمین‌کنندگان و مشتریان پایین‌دستی، از طریق ابتکارات

در مواجهه با تغییر چشم‌اندازهای مربوط به سوخت‌های فسیلی و افزایش برق‌رسانی، صنعت نفت و گاز باید اقدامات فوری را برای آمادگی برای سال‌های آینده انجام دهند. یکی از این اقدامات، افزایش سهم گاز طبیعی در سبد سهام است. گاز، بر خلاف سایر سوخت‌های فسیلی، تقاضای رو به رشد را تا اواسط دهه ۲۰۳۰ تجربه خواهد کرد. در سناریوی مسیر آب و هوایی ۱/۵ درجه، گاز طبیعی ۵ تا ۱۰ سال دیگر، مقاوم‌تر از سایر سوخت‌های فسیلی خواهد بود. این امر در درجه اول، به این دلیل است که گاز طبیعی جزو پاک‌ترین سوخت‌های فسیلی بوده و بنابراین، آخرین گازهایی است که به عنوان بخشی از انتقال انرژی جایگزین می‌شود.

آینده ال ان جی و توسعه فناوری‌های ذخیره‌سازی کربن

رضا بیدگلی

فیزیکی، با شدت بالای انتشار گازهای گلخانه‌ای در بخش نفت و گاز هستند، لذا در حال حاضر، بسیاری از شرکت‌ها به‌طور فعالانه در تلاشند تا میزان انتشار کربن سبد واحدهای ال ان جی خود را کاهش دهند.

در کنار طیف وسیعی از ابتکارات دیگر، فناوری ذخیره‌سازی کربن، دارای نقش مهمی برای دستیابی به این مهم و اطمینان از رقابت‌پذیری پروژه‌های آینده دارد، زیرا ذی‌نفعان به‌طور فزاینده، اقدامات بیشتری را در مورد کنترل و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای درخواست می‌کنند.

در ادامه، به ارزیابی این مؤسسه مشاور برای درک اینکه چگونه ذخیره‌سازی کربن می‌تواند در تضمین ماندگاری بلندمدت پروژه‌های ال ان جی نقش داشته باشد، پرداخته شده است.

چگونه ذخیره‌سازی کربن،

پروژه‌های ال ان جی را در آسیا و اقیانوسیه

کاهش می‌دهد؟

پوشیده نیست که صنعت ال ان جی، مشکل انتشار کربن دارد و ترکیبی از فرآوری گاز، تخلیه دی‌اکسید کربن در هوا و فرایند مایع‌سازی گاز، در این انتشار نقش دارند. در عین حال، مصرف‌کنندگان انرژی در سراسر آسیا به‌طور

در شرایط فشار برای دستیابی به "کربن صفر"، فناوری جذب کربن، یک قطعه حیاتی از این پازل خواهد بود. پروژه‌های متعدد جذب و ذخیره‌سازی کربن (CCS) در سراسر جهان در حال اجرا می‌باشد؛ با هدف کاهش قابل توجه انتشار کربن، نه تنها در تأسیسات صنعت نفت و گاز، بلکه در تولید برق و بخش‌های صنعتی انرژی‌بر مانند سیمان و فولاد که کربن‌زدایی در آنها دشوار است.

در مورد کارآمدی فناوری CCS بسیار صحبت می‌شود و «مؤسسه مشاور وودمکنزی» تخمین می‌زند که حدود یک-سوم کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای مورد نیاز برای دستیابی به "کربن صفر" جهان تا سال ۲۰۵۰، می‌تواند از طریق جذب کربن انجام شود؛ اما این موضوع دور از دسترس است، زیرا این سهم در حال حاضر، کمتر از یک درصد است. تثبیت سهم یک - سوم کاهش انتشار، نه تنها مستلزم کاهش عمده هزینه‌های فناوری و پیشرفت مستمر در این فناوری است، بلکه نیاز به سیاست‌گذاری و حمایت از قیمت کربن برای اقتصادی شدن این فناوری دارد.

تولیدکنندگان ال ان جی، در خط مقدم تأثیرپذیری از این صنعت هستند. با توجه به اینکه پروژه‌های ال ان جی از جمله دارایی‌های

انتشار کربن در پروژه‌های ال‌ان‌جی برای میادین با نرخ انتشار کربن بیش از ۱۱ درصد را به میزان ۲۵ تا ۵۰ درصد کاهش دهد.

در حال حاضر، دی‌اکسید کربن پس از احتراق گاز طبیعی به‌عنوان نیروی محرکه توربین‌های مورد استفاده در فرایند مایع‌سازی، معمولاً جذب نمی‌شود و در هوا انتشار می‌یابد.

اگرچه میزان جذب کربن در پروژه‌های مختلف بسیار متغیر است، اما استفاده از فناوری جذب و ذخیره دی‌اکسید کربن پس از احتراق، می‌تواند نرخ انتشار گازهای گلخانه‌ای در فرایند مایع‌سازی گاز طبیعی را در پروژه‌های ال‌ان‌جی تا ۹۰ درصد کاهش دهد.

همچنین یکی از مزایای ذخیره‌سازی کربن، این است که نیازی به محدود کردن کربن در خود پروژه ال‌ان‌جی نیست. اگر تولیدکنندگان ال‌ان‌جی، بتوانند از مزایای مبادله تجاری کربن استفاده کنند، قادر خواهند شد که کربن را از منبع ارزان‌تری به سبد تولید خود تزریق کرده و از اعتبارات آن برای جبران انتشار گازهای گلخانه‌ای تولید ال‌ان‌جی استفاده کنند. در سطح جهانی، برآورد می‌شود که تأثیر چنین ترتیبات مبادله‌ای، می‌تواند از پروژه‌های ذخیره‌سازی کربن مخزن و پس از احتراق، فراتر رود.

آیا ذخیره‌سازی کربن در همه پروژه‌های

ال‌ان‌جی مناسب است؟

هیچگاه دو پروژه ال‌ان‌جی یکسان نیستند،

فزاینده، به‌دنبال توسعه ال‌ان‌جی با انتشار کمتر کربن هستند که با این راهبرد، تغییرات سیاستی داخلی و تمایل مصرف‌کنندگان نهایی، ال‌ان‌جی سبز تشویق شده است.

صنعت ال‌ان‌جی با تلاش‌های فزاینده کاهش کربن، از جمله توسعه فناوری ذخیره‌سازی کربن، به این درخواست‌ها پاسخ می‌دهد. اگرچه این اقدام مثبت است، اما نیاز به بررسی واقعیت‌های اجرایی دارد: سرعت تغییرات در فناوری‌های کاهش انتشار کربن، هنوز بسیار کند است و باید کارهای بیشتری انجام شود.

فناوری ذخیره‌سازی کربن، به‌تنهایی شاه کلید کاهش نرخ انتشار کربن برای صنعت ال‌ان‌جی نیست و جذب کربن، تنها بخشی از راه حل است. طیف وسیعی از فناوری‌های دیگر، از جمله انرژی‌های تجدیدپذیر، برقی‌سازی، افزایش ظرفیت تولید و بهره‌برداری از باتری‌ها، برای کاهش مؤثر انتشار کربن در پروژه‌های ال‌ان‌جی، مورد نیاز است.

فناوری ذخیره‌سازی کربن می‌تواند انتشار گازهای گلخانه‌ای در صنعت ال‌ان‌جی را در هر دو مرحله استخراج از چاه و مایع‌سازی گاز طبیعی، کاهش دهد. پروژه‌های ذخیره‌سازی کربن مخازن (reservoir CCS)، می‌تواند دی‌اکسید کربن تولیدی میدان‌های با نرخ انتشار بالای کربن را جذب کرده و آن را به مخزن تزریق کند و از این طریق، به‌کارگیری فناوری ذخیره‌سازی کربن در مخزن، می‌تواند شدت

هزینه و پایداری پشتیبانی فناوری، رقابتی‌تر است.

البته، فقدان رقابت‌پذیری فناوری ذخیره‌سازی کربن، به معنی عدم امکان کربن‌زدایی در پروژه‌های ال‌ان‌جی نیست. در حال حاضر، سرمایه‌گذاری در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر برای جایگزینی گاز در تولید برق، تعویض موتورهای تولید برق به موتورهای با کارایی بالاتر که در آن نیروگاه‌ها می‌توانند به منابع تولید برق با نرخ کم انتشار، دسترسی داشته باشند و به‌کارگیری باتری‌ها برای کاهش نیاز مستمر به گاز طبیعی در تأمین برق، در تعدادی از پروژه‌های جهان، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

کشور پیشرو در به‌کارگیری فناوری

ذخیره‌سازی کربن در آسیا و اقیانوسیه

استرالیا، مبتکر و پیشتاز توسعه و کاربرد فناوری ذخیره‌سازی کربن در منطقه آسیا و اقیانوسیه است؛ درحالی‌که مشکلات فنی وجود داشته و دارد، پروژه ذخیره‌سازی کربن با ظرفیت جذب سالانه ۴ میلیون تن کربن توسط شرکت «شورون گورگن» در سال ۲۰۱۹ آغاز شد و قرار است که بیش از ۱۲۰ میلیون تن دی‌اکسیدکربن را در طول عمر این کارخانه به مدت ۳۱ سال و تا سال ۲۰۵۰ تزریق کند و شدت انتشار کربن پروژه گورگن را تا ۳۰ درصد کاهش دهد.

در دیگر مناطق استرالیا، «شرکت ال‌ان‌جی

و بنابراین، هر کدام مشخصات انتشار کربن منحصر به‌فرد خود را دارند.

دلیل این موضوع فناوری‌های متفاوت مایع‌سازی گاز طبیعی و کیفیت متفاوت گاز طبیعی خوراک در مناطق مختلف است. به این ترتیب، مؤثرترین و کارآمدترین روش برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای از کارخانه‌ای به کارخانه دیگر متفاوت است و عوامل متعددی تعیین می‌کنند که آیا فناوری ذخیره‌سازی کربن، برای یک پروژه مشخص، راه‌حل بهینه‌ای است یا خیر.

واضح است که هزینه سرمایه‌گذاری، عامل اساسی است و ذخیره‌سازی کربن در حال حاضر، ارزان نیست. افزودن ذخیره‌سازی کربن به پروژه‌های جدید، در مقایسه با تجهیز تأسیسات موجود، دارای مزایای عمده‌ای است و اجرای یک پروژه جدید مجهز به ذخیره‌سازی کربن، پس از احتراق تا ۸۰ درصد، ارزان‌تر از تجهیز یک پروژه موجود است.

علاوه بر این، جذب دی‌اکسیدکربن مخازن، نسبت به افزودن فناوری ذخیره‌سازی کربن برای حذف کربن ناشی از احتراق گاز در فرایند مایع‌سازی گاز طبیعی، هزینه کمتری دارد.

در دسترس بودن یک مخزن مناسب با زیرساخت‌های موجود نیز بر قابلیت پروژه ذخیره‌سازی کربن مخزن تأثیر می‌گذارد، درنتیجه، تزریق دی‌اکسیدکربن به یک مخزن در خشکی در مقایسه با مناطق دریایی، از نظر

اکنون که هدف‌گذاری "کربن صفر" تا سال ۲۰۵۰ به استاندارد صنعت تبدیل شده است، مشتریان به‌طور فزاینده‌ای از عرضه‌کنندگان در این زمینه، مطالبه بیشتری دارند. در پاسخ به این تقاضا، تولیدکنندگان ال‌ان‌جی، ناچارند بلندپروازتر باشند و فناوری ذخیره‌سازی کربن را به‌طور جدی برای محافظت از پروژه‌های خود، اجرایی کنند، زیرا قیمت کربن افزایش می‌یابد و تمایل مشتریان نیز بیشتر به سمت "کربن صفر" خواهد بود.

فشار برای کربن‌زدایی از واحدهای ال‌ان‌جی، همچنین باید همکاری بیشتر در صنعت را تشویق کند و نیاز به حمایت قانونی بهینه را برانگیزد. همکاری با یکدیگر برای توسعه مراکز ذخیره‌سازی کربن در آسیا و اقیانوسیه، مانند آنچه در شن‌های آغشته به نفت کانادا مشاهده می‌شود، کاملاً منطقی است، زیرا خوشه‌های متمرکز انتشار کربن از ال‌ان‌جی در استرالیا به همان اندازه برای ایجاد چنین مراکزی در موقعیت مناسبی قرار دارند.

دولتها می‌توانند کارهای بیشتری برای توسعه این فناوری انجام دهند.

تولیدکنندگان ال‌ان‌جی در سراسر منطقه آسیا و اقیانوسیه، خواهان اعمال سیاست‌های حمایتی دولت‌های منطقه برای به‌کارگیری فناوری ذخیره‌سازی کربن در پروژه‌های خود هستند. مشوق‌های مالیاتی، مانند معافیت‌های مالیاتی Q45 در ایالات متحده (معافیت‌هایی که باعث

سانتوس» در حال تصمیم‌گیری برای سرمایه‌گذاری نهایی در به‌کارگیری فناوری ذخیره‌سازی کربن در «پروژه مومبا» (در حوضه نفت و گاز کوپر Cooper Basin) است، تا با استفاده از اعتبار کربن این پروژه تزریق دی‌اکسیدکربن، راهی برای جبران انتشار گازهای میادین ال‌ان‌جی «باروسا و داروین» بیابد.

علاوه بر این، «شرکت نفت و گاز وودساید» پیشنهاد کرده است که میدان گازی «آنجل» در منطقه دریایی شمال غربی استرالیا، می‌تواند برای ذخیره‌سازی کربن استفاده شود.

پروژه‌های دیگری در آسیا تحت بررسی است. «شرکت بی‌پی» تزریق دی‌اکسیدکربن را برای افزایش بازیابی در پروژه «تانگه» در اندونزی پیشنهاد کرده است؛ در همین حال، «شرکت توتال»، به‌کارگیری فناوری ذخیره‌سازی کربن را برای پروژه ال‌ان‌جی «پاپوا»، با استفاده از دی‌اکسیدکربن در حال انتشار از میادین نفت و گاز «ای‌ال‌کی و آنته‌لوپ» در نظر گرفته است.

پروژه‌های آتی فناوری ذخیره‌سازی کربن در حوزه ال‌ان‌جی در آسیا و اقیانوسیه

با توجه به قابلیت عملیاتی، زیرساخت‌های موجود و تخصص فعالیت زیرسطحی، به‌نظر می‌رسد صنعت ال‌ان‌جی، موقعیت مناسبی دارد تا بتواند پروژه‌های ذخیره‌سازی کربن را به پیش ببرد. اما در سراسر منطقه، سرعت سرمایه‌گذاری بسیار کند خواهد بود.

گلخانه‌ای در فرایند مایع‌سازی گاز طبیعی را تا ۹۰ درصد کاهش دهد. عوامل متعددی، تعیین‌کننده امکان استفاده از فناوری CCS به‌عنوان راه‌حل بهینه برای یک پروژه مشخص ال‌ان‌جی هستند که مهمترین آنها، هزینه و در دسترس بودن یک مخزن مناسب با زیرساخت‌های موجود است.

استرالیا پیش‌تاز توسعه و کاربرد فناوری ذخیره‌سازی کربن در منطقه آسیا و اقیانوسیه می‌باشد. با توجه به قابلیت عملیاتی، زیرساخت‌های موجود و تخصص فعالیت زیرسطحی، به‌نظر می‌رسد صنعت ال‌ان‌جی، موقعیت مناسبی دارد تا بتواند پروژه‌های ذخیره‌سازی کربن را به پیش ببرد؛ اما باید در نظر داشت که سرعت سرمایه‌گذاری در منطقه آسیا و اقیانوسیه در سال‌های آینده، بسیار کند خواهد بود.

در هر حال، در پاسخ تقاضای مشتریان، تولیدکنندگان ال‌ان‌جی ناچارند بلندپروازتر باشند و فناوری ذخیره‌سازی کربن را به‌طور جدی برای محافظت از پروژه‌های خود، اجرایی کنند، بویژه که قیمت کربن در آینده، افزایش خواهد یافت.

■ منبع:

Gavin Thompson, Asia Pacific Vice Chair,
"Carbon capture and the future of LNG in Asia",
Wood Mackenzie, September, 2021.

ایجاد تمایل در شرکت‌های انرژی آمریکا برای به‌کارگیری فناوری جذب دی‌اکسیدکربن شد، به رقابتی‌شدن پروژه‌های ذخیره‌سازی کربن کمک خواهد کرد.

با توجه به اینکه دی‌نفعان اعم از سرمایه‌گذاران و مصرف‌کنندگان، خواستار اقدام سریع در زمینه کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای هستند، تولیدکنندگان ال‌ان‌جی در آسیا و اقیانوسیه، نمی‌توانند به بهانه بالا بودن هزینه‌های اولیه ذخیره‌سازی کربن، از پیگیری اقدامات لازم طفره روند؛ به‌طوری‌که تلاش برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای از طریق ذخیره‌سازی کربن و سایر فناوری‌ها برای جلب رضایت سرمایه‌گذاران و مشتریان درخصوص "کربن صفر" در صنعت ال‌ان‌جی ضروری است.

جمع‌بندی

فناوری جذب و ذخیره‌سازی کربن (CCS) می‌تواند انتشار گازهای گلخانه‌ای در صنعت ال‌ان‌جی را در هر دو مرحله استخراج از چاه و مایع‌سازی گاز طبیعی کاهش دهد. همچنین، به‌کارگیری فناوری CCS مخزن، می‌تواند شدت انتشار کربن در پروژه‌های ال‌ان‌جی برای میادین با نرخ انتشار کربن بیش از ۱۰ درصد را به میزان ۲۵ تا ۵۰ درصد کاهش دهد.

همین‌طور، فناوری جذب و ذخیره دی‌اکسیدکربن پس از احتراق در پروژه‌های ال‌ان‌جی، می‌تواند نرخ انتشار گازهای

چشم‌انداز عرضه و تقاضای نفت جهان تا ۲۰۴۵

علی اسماعیلی

■ در طول دوره پیش‌بینی (۲۰۲۰-۲۰۴۵)، متوسط رشد اقتصادی جهان، ۳/۱ درصد پیش‌بینی شده است. رشد اقتصادی از ۳/۸ درصد در میان‌مدت (۲۰۲۰-۲۰۲۶) به ۲/۷ درصد طی دوره ۲۰۴۵-۲۰۳۵ کاهش خواهد یافت.

■ فرض شده که در سال ۲۰۲۶، قیمت اسمی نفت‌خام شاخص برنت موعدها به ۷۲ دلار در هر بشکه یا برحسب قیمت واقعی، به ۶۵ دلار در هر بشکه (برحسب دلار سال ۲۰۲۱) برسد. در بلندمدت و تا سال ۲۰۴۵، قیمت اسمی نفت، ۱۳۵ دلار و قیمت واقعی (دلار ۲۰۲۱)، ۸۰ دلار در هر بشکه در نظر گرفته شده است.

■ این چشم‌انداز، ضمن توجه به ماهیت تکاملی سیاست‌ها و برنامه‌ریزی‌ها، سیاست‌های انرژی مصوب و اعلام شده را در نظر می‌گیرد. اجرای این سیاست‌ها که به‌طور مشخص، معطوف به اهداف موافقت‌نامه پاریس هستند، به انتقال منابع انرژی تجدیدپذیر و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای منجر می‌شوند. با وجود این، سیاست‌های انرژی در کشورها و در واکنش به شرایط متغیر، متفاوت است.

■ هر فناوری فعلی و آینده، نقش بسزایی در شکل‌گیری چشم‌انداز انرژی در بلندمدت، خواهند داشت.

گزارش چشم‌انداز جهانی نفت^۱، تحلیل‌ها و پیش‌بینی‌های میان‌مدت و بلندمدت اوپک برای اقتصاد جهان، تقاضای نفت و انرژی، عرضه مایعات هیدروکربوری و پالایش نفت و همچنین سیاست‌های مرتبط و مسائل فناوری را ارائه می‌دهد.

این گزارش، شامل تجزیه و تحلیل پیوندهای مختلف صنعت انرژی و پویایی تغییرات آن است. دوره پیش‌بینی در پانزدهمین نسخه از گزارش چشم‌انداز جهانی نفت، از سال ۲۰۲۱ تا سال ۲۰۴۵ بوده، و چکیده گزارش مدیریت کل اوپک و روابط با مجامع انرژی در ادامه ارائه شده است.

فروض جمعیت، رشد اقتصادی، قیمت نفت و سیاست‌ها

■ پیش‌بینی می‌شود، جمعیت جهان با ۱/۷ میلیارد نفر افزایش، به ۹/۵ میلیارد نفر در سال ۲۰۴۵ برسد که بیش از ۹۰ درصد این رشد، در کشورهای درحال توسعه بویژه در منطقه خاورمیانه و آفریقا خواهد بود. با وجود افزایش ۹۳۲ میلیون نفری جمعیت در سن کار جهان، سهم آن در جمعیت از ۶۵ درصد کنونی به ۶۳ درصد در سال ۲۰۴۵ کاهش می‌یابد. نرخ شهرنشینی جهان با ۱۰ درصد افزایش، به ۶۶ درصد در سال ۲۰۴۵ می‌رسد.

می‌رود، سهم این کشورها در تقاضای انرژی اولیه طی دوره یاد شده، از ۶۳/۱ درصد به ۷۱ درصد افزایش یابد.

ترکیب انرژی مصرفی جهان

با وجود رشد تجدیدپذیرها، انتظار می‌رود در افق ۲۰۴۵، همچنان سوخت‌های فسیلی سهم غالب را در ترکیب انرژی جهان داشته باشند. پیش‌بینی می‌شود که در سال ۲۰۴۵، سهم سوخت‌های فسیلی در ترکیب تقاضای انرژی جهان، ۶۹/۹ درصد باشد که ۱۰ درصد کمتر از سال ۲۰۲۰ خواهد بود. در سال ۲۰۴۵، نفت با ۲۸/۱ درصد، گاز طبیعی با ۲۴/۴ درصد و زغال‌سنگ با ۱۷/۴ درصد، بیشترین سهم را در ترکیب تقاضای انرژی‌های اولیه خواهند داشت. سهم انرژی‌های

توسعه و پیاده‌سازی فناوری‌های چندوجهی، به ایجاد زمینه برای تحقق سناریوی مرجع کمک می‌کند.

■ هیدروژن در چهارچوب انتقال انرژی، به‌عنوان راه‌حلی برای برخی از چالش‌های پیش‌رو، در نظر گرفته می‌شود و نقش حامل انرژی را به‌عنوان جایگزینی برای سوخت‌های فسیلی، ایفا خواهد کرد.

تقاضای انرژی‌های اولیه

پیش‌بینی می‌شود، تقاضای جهانی انرژی، از ۲۷۵ میلیون بشکه معادل نفت خام در روز در سال ۲۰۲۰، به ۳۵۲ میلیون بشکه معادل نفت خام در روز در سال ۲۰۴۵ افزایش یابد. حدود ۹۵ درصد این افزایش، مربوط به کشورهای درحال توسعه است و انتظار

انتظار می‌رود که تقاضای جهانی نفت، از ۹۰/۶ میلیون بشکه در روز (م ب ر) در سال ۲۰۲۰، به سطح ۱۰۴/۴ م ب ر در سال ۲۰۲۶ افزایش یابد. بعد از این سال، روند رشد تقاضا به‌طور فزاینده‌ای، کاهنده شده و در سال ۲۰۴۰، تقاضای جهانی نفت، به ۱۰۸/۱ م ب ر خواهد رسید. در پنج سال آخر دوره، پیش‌بینی رشد تقاضای نفت محدود بوده و در سال ۲۰۴۵، در حدود ۱۰۸/۲ م ب ر خواهد بود. پیش‌بینی می‌شود، تقاضای جهانی انرژی، از ۲۷۵ میلیون بشکه معادل نفت خام در روز در سال ۲۰۲۰، به ۳۵۲ میلیون بشکه معادل نفت خام در روز در سال ۲۰۴۵ افزایش یابد. حدود ۹۵ درصد این افزایش، مربوط به کشورهای درحال توسعه است و انتظار می‌رود، سهم این کشورها در تقاضای انرژی اولیه طی دوره یاد شده، از ۶۳/۱ درصد به ۷۱ درصد افزایش یابد.

پیش‌بینی می‌شود، عرضه غیراوپک در سال ۲۰۲۶، به ۷۰/۴ م ب ر برسد که ۷/۵ م ب ر، بیشتر از سال ۲۰۲۰ خواهد بود.

تایت آمریکا» با افزایش کمی روبرو خواهد شد و در اواخر دهه ۲۰۲۰، در سطح ۱۵/۲ م ب ر تثبیت می‌شود.

در مجموع، انتظار می‌رود که عرضه غیروپیک، از ۷۱/۰ م ب ر در سال ۲۰۳۰، به ۶۵/۵ م ب ر در سال ۲۰۴۵ کاهش یابد که تقریباً با سطح عرضه غیروپیک در سال ۲۰۱۹ برابر خواهد بود. فقط تعداد کمی از تولیدکنندگان غیروپیک شامل کانادا، قطر، قزاقستان، برزیل و گویان، پس از سال ۲۰۲۶، رشد عرضه خواهند داشت.

عرضه نفت اوپک

عرضه اوپک در سال ۲۰۲۰، به ۳۰/۷ م ب ر رسید و با بهبود تقاضا، به‌طور متوسط طی سال‌های ۲۰۲۶-۲۰۲۳ حدود ۳۴ م ب ر خواهد بود و پس از آن، تا پایان دهه ۲۰۲۰، رشدی نخواهد داشت؛ اما با حداکثر شدن تولید غیروپیک از سال ۲۰۳۰، مجدداً افزایش خواهد یافت؛ به‌طوری‌که انتظار می‌رود، تولید مایعات هیدروکربوری اوپک از ۳۵/۷ م ب ر در سال ۲۰۳۰، به ۴۲/۷ م ب ر در سال ۲۰۴۵ افزایش یابد.

در نتیجه، سهم اوپک در بازار از ۳۳ درصد در سال ۲۰۲۰، به ۳۹ درصد در سال ۲۰۴۵ افزایش خواهد یافت. پیش‌بینی می‌شود که عرضه نفت خام اوپک نیز از ۲۵/۶ م ب ر در سال ۲۰۲۰، به ۳۵/۱ م ب ر در سال ۲۰۴۵ برسد.

تجدیدپذیر جدید شامل انرژی خورشیدی و باد، از ۲/۵ درصد کنونی، به ۱۰/۴ درصد (چهار برابر) در سال ۲۰۴۵ افزایش می‌یابد.

تقاضای جهانی نفت

انتظار می‌رود که تقاضای جهانی نفت، از ۹۰/۶ میلیون بشکه در روز (م ب ر) در سال ۲۰۲۰، به سطح ۱۰۴/۴ م ب ر در سال ۲۰۲۶ افزایش یابد. بعد از این سال، روند رشد تقاضا به‌طور فزاینده‌ای، کاهنده شده و در سال ۲۰۴۰، تقاضای جهانی نفت، به ۱۰۸/۱ م ب ر خواهد رسید.

در پنج سال آخر دوره، پیش‌بینی رشد تقاضای نفت محدود بوده و در سال ۲۰۴۵، در حدود ۱۰۸/۲ م ب ر خواهد بود.

عرضه نفت غیروپیک

عرضه نفت غیروپیک در سال ۲۰۲۲، به سطح قبل از شیوع کرونا، خود برمی‌گردد. پیش‌بینی می‌شود، عرضه غیروپیک در سال ۲۰۲۶، به ۷۰/۴ م ب ر برسد که ۷/۵ م ب ر، بیشتر از سال ۲۰۲۰ خواهد بود. از این میزان افزایش، ۴۳ درصد مربوط به افزایش تولید نفت فشرده و سخت آمریکا است.

عرضه نفت فشرده آمریکا که ماهیتاً به روند قیمت‌ها حساسیت بیشتری دارد، پس از بهبود شرایط بازار بعد از رفع بحران کووید ۱۹ تا سال ۲۰۲۶، با افزایش ۳/۳ م ب ر، به ۱۴/۸ م ب ر افزایش خواهد یافت. پس از آن، عرضه «نفت

نیازهای سرمایه‌گذاری

هزینه‌های سرمایه‌ای مورد نیاز بخش بالادستی نفت جهان تا سال ۲۰۴۵، برای تأمین تقاضای پیش‌بینی شده نفت، ۹/۲ تریلیون دلار (به دلار ثابت سال ۲۰۲۱) برآورد می‌شود. نیازهای سرمایه‌گذاری بخش پایین‌دستی نفت، ۱/۵ تریلیون دلار و در بخش میان‌دستی، ۱/۱ تریلیون دلار خواهد بود. بدین ترتیب، مجموع برآورد سرمایه‌گذاری مورد نیاز صنعت نفت جهان تا سال ۲۰۴۵، به ۱۱/۸ تریلیون دلار می‌رسد.

ظرفیت پالایشی

برآورد می‌شود که ظرفیت پالایشی در میان‌مدت (تا سال ۲۰۲۶) ۶/۹ م ب ر، و در بلندمدت حدود ۱۴ م ب ر افزایش یابد و عمده افزایش در کشورهای در حال توسعه بویژه در منطقه خاورمیانه و آسیا - پاسیفیک خواهد بود.

تجارت نفت

بعد از کاهش تجارت جهانی نفت خام و میعانات گازی بین مناطق عمده در سال ۲۰۲۰، طی سال‌های ۲۰۲۵ و ۲۰۳۰، به حدود ۳۸ م ب ر و تا سال ۲۰۳۵، به تدریج به بیش از ۴۰ م ب ر، افزایش می‌یابد. صادرات منطقه خاورمیانه تا سال ۲۰۲۵، به ۱۸ م ب ر و تا سال ۲۰۴۵، به ۲۳ م ب ر،

افزایش خواهد یافت. منطقه آسیا - پاسیفیک، بیشترین واردات را از این منطقه خواهد داشت و حجم واردات از ۱۸ م ب ر در سال ۲۰۱۹، به ۲۳ م ب ر در سال ۲۰۴۵، افزایش می‌یابد.

عدم قطعیت‌ها

چالش تغییر اقلیم، همه‌گیری کرونا و بحران اقتصادی مرتبط و تغییر رفتار مصرف‌کننده، از جمله عدم اطمینان‌های چشم‌انداز تقاضا و عرضه نفت است. دو سناریوی جایگزین برای رشد اقتصادی، نشان می‌دهد که دامنه تقاضای جهانی نفت در سال ۲۰۴۵، می‌تواند تا ۶ میلیون بشکه در روز متغیر باشد.

به علاوه، اتخاذ سیاست‌های سخت‌گیرانه‌تر انرژی و نفوذ سریع‌تر فناوری‌های مرتبط با مصرف انرژی، می‌تواند این دامنه را تا ۸ میلیون بشکه در روز افزایش دهد. در سمت عرضه، دامنه تقریباً مشابهی از عدم اطمینان در مورد چشم‌انداز تولید نفت غیرواپک در میان‌مدت و بلندمدت وجود دارد که مسیرهای متفاوتی از تولید غیرواپک را می‌توان پس از بهبودی از همه‌گیری کرونا تصور کرد.

اختلاف دو حالت عرضه بالاتر و پایین‌تر غیرواپک، می‌تواند تا ۱۰ میلیون بشکه در روز، افزایش یابد.

پرونده بحران گازی و زمستان سخت

دلایل افزایش شدید قیمت انرژی از نگاه آژانس بین‌المللی انرژی

آیا اروپا گاز کافی برای تأمین تقاضا دارد؟

بحران گازی اروپا از نگاه رهبران و مدیران اقتصاد و انرژی

آینده تقاضای گاز چین



دلایل افزایش شدید قیمت انرژی از نگاه آرانس بین‌المللی انرژی

سارا نیکوپندار ✍

از رکود در ۸۰ سال اخیر، زمستان سرد و طولانی در نیمکره شمالی و ... افزایش ضعیف‌تر از حد انتظار عرضه، قیمت گاز طبیعی بیشترین افزایش را داشته است، به طوری که قیمت‌های معیار اروپایی و آسیایی هفته گذشته، به رکورد تاریخی - تقریباً ۱۰ برابر سال قبل - رسید.

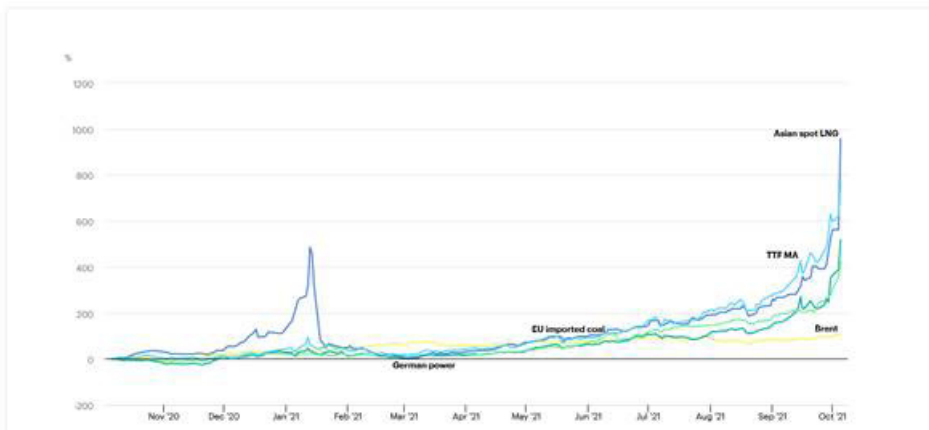
قیمت گاز طبیعی آمریکا در ماه آینده، نسبت به اکتبر ۲۰۲۰، بیش از ۳ برابر شده و به بالاترین سطح خود از سال ۲۰۰۸ رسیده است. همچنین قیمت‌های بین‌المللی زغال سنگ، ۵ برابر سطح سال قبل آن است.

افزایش شدید قیمت گاز طبیعی، باعث شده است که برای تولید برق در بازارهای اصلی، از جمله ایالات متحده، اروپا و آسیا، استفاده از

قیمت گاز، زغال سنگ و برق در هفته‌های اخیر، به بالاترین سطح خود در چند دهه گذشته رسیده است؛ که به دلیل ترکیبی از عوامل ایجاد شده، اما اینکه مسؤولیت را بر روی انتقال انرژی پاک قرار دهیم، چندان دقیق نبوده و چه بسا گمراه کننده است.

در این نوشتار، مروری بر عوامل اصلی افزایش قیمت فعلی و پیامدهای کوتاه مدت آنها را ارائه می‌دهیم.

سقوط تاریخی مصرف جهانی انرژی در ماه‌های اولیه بحران کووید ۱۹ در سال گذشته، قیمت بسیاری از سوخت‌ها را به پایین‌ترین سطح خود در دهه‌های اخیر رساند. اما از آن زمان به بعد، عمدتاً در نتیجه بهبود فوق‌العاده سریع اقتصاد جهانی (امسال در مسیر سریع‌ترین رشد پس



شکل ۱. میزان افزایش قیمت‌های سوخت

آسیب‌پذیر، انجام داده‌اند.

در اروپا، بسیاری از مشاغل، به دلیل افزایش هزینه‌های مربوط به انرژی خانوارها، با تأثیر مضاعف افزایش هزینه‌های انرژی مواجه خواهند شد.

افزایش قیمت برق در حال حاضر، بر عملیات صنایع پرمصرف برق تأثیر گذاشته است و چندین شرکت به طور موقت تولید آمونیاک و کود را متوقف کرده و دلیل آن را افت شدید حاشیه سود به دلیل افزایش شدید قیمت گاز، اعلام کرده‌اند.

در چین، تعرفه‌های سختگیرانه برق، از افزایش زیاد قیمت زغال سنگ تبعیت نکرده است. در نتیجه، تولیدکنندگان زغال سنگ، زغال سنگ کافی در اختیار ندارند و خاموشی‌های ناهم‌واری در دو-سوم استان‌های چین رخ داده است. صنایع بزرگ انرژی‌زا - از جمله فولاد، آلومینیوم و سیمان - به‌ناچار به سمت کاهش تولید سوق پیدا کرده‌اند.

هنوز تأثیر زنجیره تأمین جهانی مشخص نیست. در استان‌های شمال شرقی «هیلونگ جیانگ»، «جیلین» و «لیائونین»، حتی خانوارها نیز از قطع برق رنج می‌برند، که احتمالاً پیامدهای سیاسی دارد.

در هند، بهبود اقتصادی و افزایش تقاضای انرژی مرتبط با آن، باعث کمبود زغال سنگ می‌شود. معادن زغال سنگ داخلی هند که ۸۰ درصد عرضه این کشور را تشکیل می‌دهد، نتوانسته است با تقاضا همگام باشد و قیمت‌های بین‌المللی بالاتر، واردات را غیر اقتصادی می‌کند.

زغال سنگ، جایگزین گاز طبیعی شود. افزایش استفاده از زغال سنگ به نوبه خود، باعث افزایش انتشار دی‌اکسید کربن از تولید برق در سطح جهان می‌شود.

افزایش قیمت گاز و زغال سنگ، همراه با افزایش قیمت کربن در اروپا، به افزایش قیمت برق منجر شده است. در آلمان، قیمت برق در ماه گذشته، به بالاترین سطح خود رسید که بیش از ۶ برابر نسبت به سال قبل است. در اسپانیا، جایی که تولید برق از طریق گاز، نقش مهمی در تعیین قیمت برق دارد، این افزایش حتی بیشتر بود. در هفته‌های اخیر، تولید کمتر از حد انتظار برق حاصل از انرژی بادی، باعث افزایش فشار بیشتری بر روی سیستم تأمین برق شده است.

در همین حال، تقاضای جهانی نفت، از پایین‌ترین سطح خود در سال ۲۰۲۰، بهبود می‌یابد و قیمت‌ها در بسیاری از کشورها در بالاترین سطح خود در سال‌های اخیر، یا نزدیک به آن، قرار دارد. انتظار می‌رود که شرکت‌های سراسر جهان تا پایان سال جاری، از ذخایر نفت خود برای کمک به تأمین تقاضا استفاده کنند.

همین‌طور، انتظار می‌رود که افزایش قیمت، به فشار شدید بر قبوض انرژی خانوارها منجر شود و همچنین خطرات گسترده‌تری را برای فعالیت‌های اقتصادی، بویژه برای بخش‌هایی که مستقیماً در معرض افزایش قیمت هستند، ایجاد کند. بسیاری از دولت‌ها، اقداماتی را برای کاهش مبلغ قبوض برق، بویژه برای مصرف‌کنندگان

نیروگاه‌هایی که بر زغال سنگ وارداتی متکی هستند، عملیات خود را کند یا حتی متوقف کرده و برخی از نیروگاه‌هایی که به زغال سنگ داخلی متکی هستند، سوخت‌شان در حال تمام شدن است. به‌رغم تلاش‌های دولت برای رفع کمبودها، چندین ایالت هند در روزهای اخیر، دچار کمبود جدی برق شده‌اند که بر مشتریان مسکونی و صنعتی تأثیر می‌گذارد.

قیمت‌های کنونی بالای زغال سنگ و گاز، نتیجه یک "اتفاق ناگهانی و شوک‌آور" در طرف تقاضا یا عرضه نیست، بلکه ناشی از ترکیبی از عوامل عرضه و تقاضا بوده، که به تدریج بازارها را در طول چند ماه و حتی سال‌ها تحت تأثیر قرار داده است.

سرمایه‌گذاری در نفت و گاز طبیعی در سال‌های اخیر، به دلیل سقوط دو قیمت کالا- در سال‌های ۲۰۱۴-۲۰۱۵ و ۲۰۲۰ کاهش یافته است. این امر، باعث آسیب بیشتر عرضه در برابر شرایط استثنایی شده که امروزه شاهد آن هستیم.

در عین حال، دولت‌ها، سیاست‌های قوی کافی برای افزایش منابع و فناوری‌های انرژی

پاک برای پر کردن شکاف را دنبال نکرده‌اند. در برابر این زمینه، تقاضای زغال سنگ و گاز طبیعی در نیمه اول سال ۲۰۲۱، با رونق اقتصاد جهانی، در بازارهای کلیدی، افزایش چشمگیری داشته است.

برآوردهای اولیه نشان می‌دهد که مصرف گاز طبیعی و زغال سنگ در این بازارهای کلیدی، به ترتیب، ۸ و ۱۱ درصد افزایش را در مقایسه با نیمه اول سال ۲۰۲۰ تجربه کرده‌اند. در کنار بهبود شرایط اقتصاد جهانی، این افزایش‌ها ناشی از حوادث مربوط به آب و هوا بود؛ از جمله، زمستان سرد در نیمکره شمالی، خشکسالی‌هایی که تولید برق آبی را در برزیل و دیگر مناطق محدود کرد و تولید باد در اروپا که از میزان متوسط، کمتر است.

از نظر تأمین، گاز طبیعی و زغال سنگ با محدودیتهایی روبرو شده‌اند. قرنطینه کرونایی، برخی از کارهای تعمیر و نگهداری را که می‌بایست از سال ۲۰۲۰ تا ۲۰۲۱ انجام می‌گرفت را متوقف کرد و طبیعتاً بر میزان

قیمت گاز طبیعی آمریکا، نسبت به اکتبر ۲۰۲۰، بیش از ۳ برابر شده و به بالاترین سطح خود از سال ۲۰۰۸ رسیده است. همچنین قیمت‌های بین‌المللی زغال سنگ، ۵ برابر سطح سال قبل آن است. افزایش شدید قیمت گاز طبیعی، باعث شده است که برای تولید برق در بازارهای اصلی، از جمله ایالات متحده، اروپا و آسیا، استفاده از زغال سنگ، جایگزین گاز طبیعی شود. میزان عرضه جهانی الان‌جی متأثر از خاموشی‌ها در ۹ ماهه اول سال ۲۰۲۱، در مقایسه با میانگین مدت مشابه در سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۰، ۲۷ درصد افزایش یافته، در حالی که اکثر خاموشی‌ها، بدون برنامه‌ریزی انجام شده است.

«گازپروم» روسیه، ضمن احترام به قراردادهای بلندمدت خود در عرضه، میزان فروش خود را در کوتاه مدت کاهش داده و مکان‌های ذخیره‌سازی خود در اروپا را به میزان سال‌های گذشته پر نکرده است. منابع گاز از میدان‌های «گرونینگن» در هلند، که در سال ۲۰۲۲ تعطیل هستند، طبق برنامه کاهش می‌یابد.

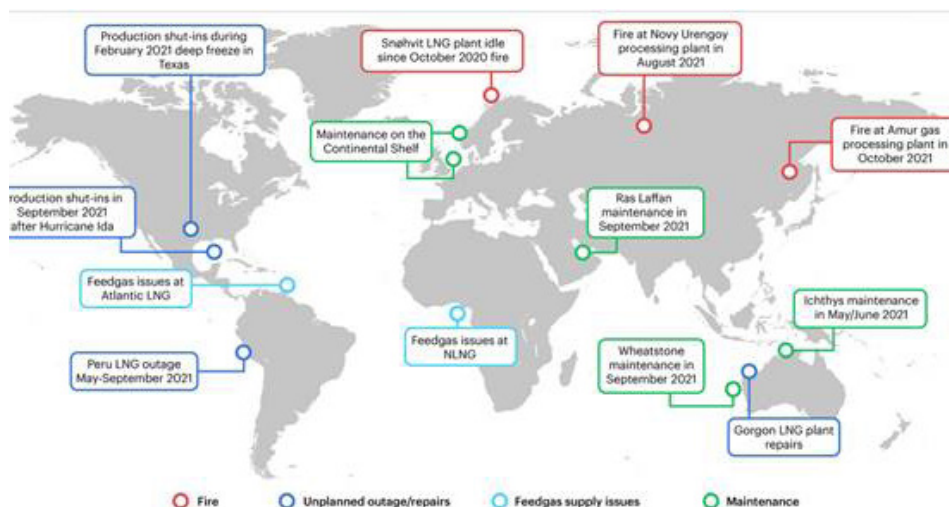
تخمین زده می‌شود که تقاضای زغال سنگ در چین در نیمه اول سال ۲۰۲۱، بیش از ۱۰ درصد نسبت به مدت مشابه سال قبل افزایش یافته، اما تولید زغال سنگ کمی بیش از ۵ درصد افزایش داشته است؛ که قیمت‌ها را افزایش می‌دهد.

با توجه به اینکه چین بزرگترین مصرف کننده زغال سنگ در جهان بوده، و قیمت بازارهای جهانی زغال سنگ را تعیین کرده است،

عرضه در زمانی که تقاضا در حال بهبود بود، تأثیر گذاشت.

این تأثیر بویژه در مناطق انگلستان و نروژ در فلات قاره دریای شمال ملموس بود. علاوه بر این، خاموشی‌های برنامه‌ریزی نشده در کارخانه‌های مایع‌سازی ال‌ان‌جی، مسائل مربوط به عرضه در بالادست، تعمیرات پیش‌بینی نشده و تأخیرهای پروژه، همگی بازار جهانی گاز را تحت‌الشعاع قرار داد.

میزان عرضه جهانی ال‌ان‌جی متأثر از خاموشی‌ها در ۹ ماهه اول سال ۲۰۲۱، در مقایسه با میانگین مدت مشابه در سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۰، ۲۷ درصد افزایش یافته، در حالی که اکثر خاموشی‌ها، بدون برنامه‌ریزی انجام شده است.



شکل ۲. گسترده‌ی تولید و مصرف ال‌ان‌جی در جهان

قیمت‌های بین‌المللی، از قیمت‌های چین پیروی کرد. اختلال بین صادرکنندگان عمده - بویژه اندونزی، بزرگترین صادرکننده زغال سنگ حرارتی در جهان، و تا حدی کمتر استرالیا و آفریقای جنوبی - قیمت‌ها را بیشتر افزایش داد. قیمت بالای گاز طبیعی، رقیب اصلی زغال سنگ در بازارهای برق، نیز از قیمت زغال سنگ پشتیبانی می‌کند. به دلیل رشد شدید تقاضا و عرضه کمتر از حد انتظار، سطح ذخیره گازهای زیرزمینی اروپا در پایان ماه سپتامبر، ۱۵ درصد کمتر از سطح متوسط ۵ ساله خود بود. انتظار می‌رود سطوح ذخیره سازی پایین، وابستگی اروپا به واردات گاز را در طول فصل گرما بیشتر کند. در برزیل، خشکسالی طولانی مدت، باعث شد که سطح مخازن عظیم آب این کشور تا ابتدای اکتبر، ۲۵ درصد کمتر از میانگین ۵ ساله خود باشد، که می‌تواند به افزایش تقاضا برای واردات آلان‌جی در ماه‌های آینده منجر شود. چشم‌اندازهای بازار زغال سنگ، با موجودی کم در آستانه فصل زمستان، نه تنها در چین بلکه در همه مناطق مصرف‌کننده کلیدی، کمی بهتر است. پویایی‌های فعلی بازار (منحنی‌های پیش‌رو از ابتدای اکتبر)، نشان می‌دهد که معیارهای اروپایی برای گاز طبیعی (TTF) و زغال سنگ (زغال سنگ روتردام) همچنان بالا خواهند ماند و به طور میانگین ۳۰ دلار در مگابایت بر متر و ۱۹۰ دلار در تن، در طول فصل گرمایش ۲۰۲۱-۲۰۲۲ به‌دست می‌آید.

در سطح جهانی، محرک‌های کلیدی پویایی بازار انرژی در ماه‌های آینده، شدت زمستان نیمکره شمالی، قدرت روندهای رشد اقتصادی و میزان قطع ناخواسته عرضه خواهد بود. قیمت گاز طبیعی و برق در اروپا بسته به درجه حرارت، و بسیاری عوامل دیگر در نوسان خواهد بود. از این نظر، شرایط آب و هوایی از دو طرف تقاضا و عرضه بر بازارها تأثیر خواهد گذاشت. این نوسانات، ممکن است که با کاهش سطوح ذخیره‌سازی گاز طبیعی تشدید شود، زیرا این روند، باعث سطوح فشار پایین‌تری می‌شود که بر توانایی خروج گاز از محل‌های ذخیره‌سازی در دوره‌های با تقاضای زیاد، تأثیر می‌گذارد. از این رو، روند کاهش دما در این زمستان، فاکتور تعیین‌کننده برای بازارها خواهد بود. و لازم است که کشورها اقدامات اضطراری مانند معافیت موقت از برخی مالیات‌ها یا هزینه‌ها را برای کاهش بار مصرف‌کنندگان، بویژه اقشار آسیب‌پذیرتر، در دوران آشفتگی کوتاه مدت بازار انجام دهند. اما این اقدامات، باید به‌گونه‌ای اجرا شوند که محیط سرمایه‌گذاری برای منابع و فناوری‌های کم کربن - مانند تجدیدپذیرها، بهره‌وری انرژی، شبکه‌های برق، انرژی هسته‌ای و سوخت‌های زیستی پایدار - و همچنین سیستم‌های انرژی پاک‌تر و مقاوم‌تر که برای انتقال به منابع حیاتی هستند، بدتر نکنند.

■ منبع:

<https://www.iea.org/commentaries/what-is-behind-soaring-energy-prices-and-what-happens-next>

آیا اروپا گاز کافی برای تأمین تقاضا دارد؟

مژگان محسنی

واردات بیشتر از الجزایر و آذربایجان، عرضه نیازهای زمستانی را در مقایسه با تابستان، افزایش می‌دهد. قیمت بالای گاز بر متقاضیان فشار وارد می‌آورد که استفاده از زغال سنگ برای تولید برق را تشویق، و برخی از تقاضای صنعتی پر مصرف را محدود کنند.

با فرض اینکه روسیه از تمام ظرفیت موجود خود، از جمله از طریق «نورد استریم»^۱، «Yamal-Europe»، «ترک استریم»^۲ و «اوکراین» استفاده کند، اروپا برای تأمین تقاضا، به حدود ۵۸ میلیارد متر مکعب فضای ذخیره‌سازی نیاز دارد. با این عملکرد، تا پایان ماه مارس، حدود ۲۹ میلیارد متر مکعب گاز در انبار ذخیره می‌شود که این میزان، کمتر از سطح متوسط ۵ سال گذشته است. در شرایط عادی آب و هوا، احتمالاً قیمت گاز کاهش می‌یابد.

شرایط زمستانی اروپا

یک زمستان سرد اروپایی همراه با یک زمستان سرد آسیایی، می‌تواند به این معنی باشد که گاز کافی برای پاسخگویی به تقاضا وجود ندارد، مگر اینکه ظرفیت خط لوله بیشتری از روسیه در دسترس باشد؛ که می‌تواند تقاضای گرمایش در اروپا را تا ۲۰ میلیارد متر مکعب افزایش دهد، در حالی که یک زمستان سرد آسیایی، می‌تواند تا ۷/۵

زمستان سرد، هم در اروپا و هم، در آسیا، می‌تواند سطح ذخیره‌سازی اروپا را به صفر برساند. قیمت‌های بالا و بی‌ثباتی‌هایی که در بازار گاز اروپا مشاهده می‌کنیم، فراتر از تنگنای فعلی بازار است و این نگرانی را دارد: آیا در زمستان امسال، گاز کافی برای پاسخگویی به تقاضا وجود دارد؟

و پاسخ این است: بستگی دارد!

عوامل زیادی بر تعادل بازار اروپا در زمستان امسال تأثیر می‌گذارد، از جمله، میزان گاز طبیعی مایع (الان‌جی) در دسترس، واردات از طریق لوله و ذخیره داخلی در اروپا، نحوه پاسخگویی تقاضا به این قیمت‌های جدید، میزان ظرفیت و عرضه واقعی در دسترس از روسیه.

عامل اصلی تعیین کننده برآوردن تقاضا، پویایی آب و هوا است، نه تنها در اروپا، بلکه در آسیا و روسیه.

در شرایط عادی آب و هوای زمستانی در نیمکره شمالی، اروپا مشکلی در تأمین تقاضا نخواهد داشت. ذخیره‌سازی تنها تا پایان ماه اکتبر به ۷۸ درصد از ظرفیت یا ۸۷ میلیارد متر مکعب^۱ می‌رسد که کمترین میزان است. واردات الان‌جی در زمستان امسال محدود می‌شود، زیرا تقاضای کشورهای آسیایی، همچنان قوی است. اما افزایش تولید انگلستان و نروژ، همراه با

اما سطوح ذخیره‌سازی پایین و تقاضای زیاد در زمستان، باعث می‌شود که پتانسیل صادراتی آن به اروپا در زمستان، به ۱۰۶ میلیارد متر مکعب برسد. زمستان سرد، هم در اروپا و هم، در آسیا، می‌تواند سطح ذخیره‌سازی اروپا را به صفر برساند و اروپا را به تأیید به موقع نورد استریم ۲ یا متمایل نمودن روسیه برای ارسال گاز بیشتر از طریق اوکراین در صورت اجتناب از کاهش تقاضا، وابسته کند. زمستان سرد در روسیه، توانایی گازپروم را در حمایت از صادرات اضافی از طریق نورد استریم ۲ و اوکراین محدود می‌کند (اگرچه چنین چیزی هرگز محتمل نبوده است). شرایط جوی، می‌تواند باعث قیمت بسیار بالای گاز اروپا در زمستان امسال باشد.

■ منبع:

<https://www.woodmac.com/news/opinion/does-europe-have-enough-gas-to-meet-demand>

1. Bcm
2. Nord Stream
3. Turk Stream

میلیون تن (یا ۱۰/۵ میلیارد متر مکعب) تقاضای ال‌ان‌جی در چین، ژاپن، کره جنوبی و تایوان را افزایش دهد. این امر ۱۰/۵ میلیارد متر مکعب از واردات ال‌ان‌جی را از بازار اروپا دور می‌کند. «نورد استریم ۲»، می‌تواند به بازار اروپا کمی مهلت دهد و تا زمستان، ۱۲/۵ میلیارد متر مکعب تحویل نماید؛ اما این تبادل هنوز نامشخص بوده و ممکن است خیلی دیر تحقق یابد تا بازار تحت پویایی هوای سرد، تثبیت شود. در نتیجه، اروپا همچنین باید در طول زمستان، از ظرفیت ۱۲ میلیارد متر مکعب اضافی از طریق اوکراین - بالاتر از توافق نامه فعلی - استفاده کند. روسیه تاکنون این موضوع را رد کرده است، اما تعهد ولادیمیر پوتین، رئیس جمهور روسیه برای ایجاد ثبات در بازار، می‌تواند به معنای تحقق برخی تبادلات بیشتر، از طریق اوکراین باشد. زمستان سرد روسیه، به این معنا است که «گازپروم» فقط حجم کافی برای تأمین صادرات اضافی از طریق یکی از دو مورد نورد استریم ۲ یا اوکراین (بالاتر از قرارداد کشتی یا دستمزد) را دارد، نه برای هر دو. روسیه می‌تواند روی عرضه داخلی بیشتر، در زمستان امسال حساب کند،

یک زمستان سرد اروپایی همراه با یک زمستان سرد آسیایی، می‌تواند به این معنی باشد که گاز کافی برای پاسخگویی به تقاضا وجود ندارد، مگر اینکه ظرفیت خط لوله بیشتری از روسیه در دسترس باشد؛ که می‌تواند تقاضای گرمایش در اروپا را تا ۲۰ میلیارد متر مکعب افزایش دهد.

بحران گازی اروپا از نگاه رهبران و مدیران اقتصاد و انرژی

زهرا حسینی ✍

پایداری بازار گاز

به صورت جادویی اتفاق نمی افتد!

«محمد سانوسی بارکیندو»، دبیرکل سازمان کشورهای صادرکننده نفت (اوپک) در یک نشست تخصصی با عنوان «دستیابی به هدف صفر کردن انتشار کربن: هدایت انتقال انرژی جهانی» و با حضور «سهیل المزروعی»، وزیر انرژی و زیرساخت امارات، «سعد الکعبی»، وزیر انرژی قطر و مدیرعامل «شرکت قطر پترولیوم»، «آلپارسلان»، معاون وزیر انرژی و منابع طبیعی ترکیه و «عارفین تصریف»، وزیر انرژی و منابع معدنی اندونزی گفت: «قیمت گاز به دلیل تلاش برای انتقال به سوی منابع تجدیدپذیر انرژی، در حال افزایش است».

وی تصریح کرد: «بحران گاز اروپا، بیانگر این است که باید سرمایه گذاری بیشتری در سوخت های فسیلی کرد، دولت ها باید متوجه شوند که انتقال به سوی انرژی های پاک تر، به آرامی اتفاق می افتد».

در ادامه، وزیر انرژی امارات اعلام کرد که قیمت های پایین گاز طبیعی، پایدار نبودند و افزایش اخیر، نمایانگر بنیان های بازار و نتیجه کاهش سرمایه گذاری های لازم در بخش بالادستی صنعت گاز است.

وی افزود: «قیمت ۲ یا ۳ دلاری گاز پایدار

قیمت گاز در اروپا، امسال و تاکنون ۲۸۰ درصد افزایش یافته است و این مسأله، خطر افزایش قیمت سوخت زمستانی و زیان در مصرف و تورم کوتاه مدت را بیشتر می کند.

رئیس جمهوری روسیه معتقد است که فرایند انتقال به سوی انرژی های پاک، عامل اصلی بحران گازی اخیر در اروپا است. «ولادیمیر پوتین» فرایند انتقال به سوی انرژی سبز و سرمایه گذاری اندک در صنایع استخراج را عامل تشنج و سردرگمی بازارهای اروپایی دانست که سبب روند افزایشی قیمت انرژی در این قاره شده است.

وی گفت: «بسیار مهم است که فرایند انتقال به سوی انرژی های سبز، بدون مشکل انجام شود» و از آنچه تصمیم های نامتعادل و اقدام های شدید نامید، انتقاد کرد.

رئیس جمهوری روسیه افزود: «برخی درباره مسائل مربوط به تغییرات آب و هوایی گمانه زنی می کنند، برخی افراد بعضی از مسائل را دست کم می گیرند و برخی، سرمایه گذاری در بخش بالادستی و استخراج را کاهش می دهند، در حالی که، روند انتقال انرژی باید آهسته و تدریجی باشد».

پوتین خواستار توسعه پایدار بخش های نفت، گاز و زغال سنگ شد و بر اهمیت توجه به این بخش ها تأکید کرد.

نبود، باید سرمایه‌گذاری‌های تازه رخ دهد و باید متوجه بود که پایداری بازار به‌صورتی جادویی اتفاق نمی‌افتد! و قیمت‌ها تا زمان رسیدن بازار به قیمت مناسب، نوسان خواهد داشت».

المزروعی تصریح کرد: «تداوم قیمت‌های کنونی، بار سنگینی برای بسیاری از کشورها ایجاد می‌کند و بازار در بلندمدت، آمادگی پذیرش چنین قیمت‌هایی را ندارد».

در همین حال، سعدالکعبی، وزیر انرژی قطر هم با وجود اینکه معتقد است، سطح بالای کنونی قیمت‌های گاز طبیعی، نشان‌دهنده کمبود سرمایه‌گذاری و کمبود عرضه است، اوضاع را بحرانی نمی‌داند.

وی تأکید کرد: «تقاضای زیادی از سوی همه مشتریانمان وجود دارد و متأسفانه نمی‌توانیم همه را برآورده کنیم، و با تأسف، به نظر من، این مشکل به‌دلیل نبود سرمایه‌گذاری کافی بازار در این صنعت، پیش آمده است».

وزیر انرژی قطر درباره اینکه آیا انتظار می‌رود، قیمت‌های بالا ادامه یابد، گفت: «امیدواریم که ادامه نیابد. این قیمت‌های بالا را نمی‌خواهیم؛ فکر نمی‌کنیم برای مصرف‌کنندگان خوب باشد؛ ۲ دلار نمی‌خواهیم؛ ۲۰ دلار هم نمی‌خواهیم؛ می‌خواهیم قیمت مناسبی داشته باشیم که پایدار باشد».

کعبی که مدیریت بزرگ‌ترین شرکت تأمین‌کننده گاز طبیعی مایع شده (الان‌جی) جهان را نیز برعهده دارد، گفت: «این شرکت،

در بازه زمانی سال‌های ۲۰۲۵ و ۲۰۲۷، ۶۴ میلیون تن الان‌جی روانه بازار خواهد کرد؛ که ۱۵ درصد تولید جهانی کنونی است».

در این میان، آژانس بین‌المللی انرژی، از روسیه خواسته تا گاز طبیعی بیشتری به اروپا برساند و اعلام کرده که این بحران انرژی، فرصتی برای این کشور است تا نشان دهد "تأمین‌کننده قابل اعتمادی" است.

این نهاد، اعلام کرد که روسیه، به تعهدات قراردادی‌اش برای ارسال گاز به اروپا پایبند بوده، اما صادرات این کشور به قاره سبز، هنوز در مقایسه با سطح آن در سال ۲۰۱۹ و پیش از ویروس کرونا، کاهش یافته است. بالا رفتن مقدار واردات گاز از شرق به اروپا، کمک می‌کند تا پیش از زمستان، ذخیره‌سازی‌ها افزایش یابد.

از تولید تا صادرات هیدروژن با خط لوله

«پرویز شهبازوف»، وزیر انرژی آذربایجان هم گفت: «آذربایجان می‌تواند تا پایان این دهه، هیدروژن آبی تولید و با خط لوله به اروپا صادر کند».

وی افزود: «آذربایجان در حال بررسی تولید هیدروژن سبز با استفاده از باد است».

«ژائو گالامبا»، وزیر امور خارجه پرتغال نیز در نشست مشترک با آذربایجان، اظهار کرد که این کشور و جنوب اروپا، ظرفیت تولید هیدروژن را دارند که می‌تواند به مناطق شمالی قاره سبز فروخته شود.

بحران انرژی قیمت نفت را

به ۱۰۰ دلار می‌رساند

«بانک آو آمریکا» اعلام کرد که بحران انرژی موجود، ممکن است قیمت نفت را به ۱۰۰ دلار برای هر بشکه برساند و سبب بحران اقتصادی شود.

بانک آو آمریکا، اعلام کرد که افزایش قیمت‌های گاز طبیعی، زمستانی سرد و ازسرگیری سفرهای هوایی بین‌المللی، می‌تواند قیمت نفت را به ۱۰۰ دلار برای هر بشکه برساند و سبب بحران اقتصادی بعدی شود.

این بانک، ماه گذشته، اعلام کرده بود که اگر زمستان امسال سردتر از حد معمول باشد که مهم‌ترین عامل تأثیرگذار بر بازارهای انرژی در ماه‌های آینده خواهد بود، قیمت نفت در ۶ ماه آینده، می‌تواند افزایش یابد و به ۱۰۰ دلار برای هر بشکه برسد.

به اعتقاد بانک آو آمریکا، رسیدن قیمت نفت به ۱۰۰ دلار برای هر بشکه، ممکن است به‌دلیل

وی تصریح کرد: «سطح بالای قیمت گاز، به صنایع کشور آسیب می‌رساند و این مسأله سیگنالی برای پرتغال است تا انتقال از سوخت‌های فسیلی را تسریع کند».

«دیدیه هولو»، نایب رئیس «شرکت انرژی فرانسوی انجی»، گفت: «اکنون نمی‌توان درباره قیمت بالای گاز کاری کرد، زیرا ماه‌ها زمان می‌برد تا اقدامات اصلاحی، تأثیر بگذارد».

وی افزود: «امیدواریم آغاز زمستان در نیمکره شمالی، خیلی سرد نباشد، در غیر این صورت، با مشکل روبه‌رو می‌شویم».

«نیک دن هولاندر»، مدیر تجاری «شرکت یونیپیر» آلمان هم اعلام کرد که خطرهای اعتباری بیشتری، این صنعت را تهدید می‌کند و ممکن است که شرکت‌های بیشتری با مشکلات نقدینگی روبه‌رو شوند.

وی گفت: «نشانه‌های کمی از خودداری روسیه برای عرضه گاز به اروپای غربی وجود دارد».

شرکت‌های حفاری نفت خام و گاز طبیعی که با سقوط بی‌سابقه تقاضا در سال گذشته میلادی، فعالیت خود را متوقف کرده بودند، با وجود رشد اخیر قیمت‌ها و احیای بازار، فعالیت‌های حفاری خود را آنچنان بیشتر نکردند؛ در حالی که قیمت نفت خام بین‌المللی و گاز آمریکا، به ترتیب، بیش از ۵۰ و ۱۲۰ درصد در سال جاری میلادی افزایش یافته است، و پیش‌بینی می‌شود که هزینه‌های حفاری، تنها ۸ درصد در سطح جهان افزایش یابد. شرکت‌های نفت و گاز، ۳۵۲ میلیارد دلار برای حفاری و فعالیت‌های مرتبط هزینه خواهند کرد. اگر آنها این رقم را به ۵۴۲ میلیارد دلار برسانند، بالاترین رقم از سال ۲۰۱۵ در جهان خواهد بود.

افزایش فشار تورمی، سبب بحرانی جهانی شود. بانک آو آمریکا در یادداشتی که در «خبرگزاری بلومبرگ» منتشر شد، اعلام کرد که روی آوردن از گاز به نفت، به دلیل افزایش کم سابقه قیمت گاز طبیعی، می تواند سبب افزایش تقاضای نفت و بویژه گازوئیل شود. سپس زمستانی سردتر، تقاضای انرژی و قیمت ها را بسیار بالاتر می برد. همزمان بازگشایی مرزهای آمریکا برای سفر بین المللی هم، تقاضای سوخت جت را افزایش می دهد.

بانک آو آمریکا با توجه به سرمایه گذاری ناکافی در تولید جدید، به دلیل تأثیر بحران سال گذشته و تعهد شرکت های انرژی و دولت ها برای حذف انتشار کربن، نه تنها در کوتاه مدت، بلکه در بلندمدت هم، به نفت خوش بین است.

نیاز ۵۰۰ میلیارد دلاری صنعت نفت دنیا

«مؤسسه مودیز» اعلام کرد که صنعت نفت برای جلوگیری از بحران های عرضه در آینده، به ۵۰۰ میلیارد دلار سرمایه گذاری نیاز دارد.

این مؤسسه اعتبارسنجی، اعلام کرد که شرکت های حفاری نفت، باید بودجه حفاری را ۵۴ درصد افزایش دهند و آن را به بیش از نیم تریلیون دلار برسانند تا از کمبود قابل توجه عرضه در چند سال آینده، جلوگیری شود.

این مؤسسه در گزارشی اعلام کرد: «شرکت های حفاری نفت خام و گاز طبیعی

که با سقوط بی سابقه تقاضا در سال گذشته میلادی، فعالیت خود را متوقف کرده بودند، با وجود رشد اخیر قیمت ها و احیای بازار، فعالیت های حفاری خود را آنچنان بیشتر نکردند؛ در حالی که قیمت نفت خام بین المللی و گاز آمریکا، به ترتیب، بیش از ۵۰ و ۱۲۰ درصد در سال جاری میلادی افزایش یافته است، و پیش بینی می شود که هزینه های حفاری، تنها ۸ درصد در سطح جهان افزایش یابد».

تحلیلگران در این گزارش نوشتند: «این مقدار، برای جایگزینی آنچه در سال ۲۰۲۲ تولید می شود، بسیار ناچیز است و زمینه را برای سناریوهای محدودیت بیشتر عرضه فراهم می کند. هرگونه فشاری از این دست، بر بحران های کنونی می افزاید و اقتصادهای آسیایی و اروپایی را درگیر تلاش برای افزایش ذخیره سازی سوخت با نزدیک شدن به زمستان کرده و سبب افزایش تقریباً روزانه بی سابقه قیمت ها شده است.

مودیز، با استناد به برآوردهای آژانس بین المللی انرژی افزود: «شرکت های نفت و گاز، ۳۵۲ میلیارد دلار برای حفاری و فعالیت های مرتبط هزینه خواهند کرد. اگر آنها این رقم را به ۵۴۲ میلیارد دلار توصیه شده توسط این مؤسسه اعتبارسنجی برسانند، بالاترین رقم از سال ۲۰۱۵ در جهان خواهد بود».

آینده تقاضای گاز چین

مژگان محسنی 

برای تنوع بخشیدن به ترکیب زغال سنگ، بهبود کیفیت هوا، و توسعه کم کربن، مطابقت دارد.

چین برای برآوردن تقاضای روزافزون خود، تولید داخلی را افزایش داده، مشکلات زیرساخت‌ها را مرتفع کرده، منابع واردات را متنوع نموده، و اصلاحات بازارگرا را ایجاد کرده است. در سناریوی پایه، انتظار است که تقاضا به طور متوسط، سالانه ۵/۵ درصد بین سال‌های ۲۰۲۰ تا ۲۰۳۰ رشد کند. پس از ۲۰۳۰، رشد، کندتر می‌شود، اما تا سال ۲۰۵۰، تقاضای گاز چین می‌تواند به ۶۶۰ میلیارد متر مکعب برسد.

افزایش تقاضا با تغییرات ساختاری همراه است. از نظر تاریخی، استفاده از گاز در بخش صنعتی (به‌عنوان سوخت و مواد اولیه) بر تقاضای کلی گاز در چین غالب بود و حدود ۵۰ درصد از بازار را تشکیل می‌داد. این سهم در سال ۲۰۲۰ به ۴۲ درصد کاهش یافت. تقاضای گاز صنعتی، همچنان در حال رشد است، زیرا پتانسیل تبدیل سوخت از زغال سنگ به گاز در مناطق ساحلی، همچنان چشمگیر است.

دولت‌ها در استان‌های ساحلی، این بخش را برای کاهش مصرف زغال سنگ و بهبود کیفیت هوا، هدف قرار داده‌اند. با این حال، با نزدیک شدن به اوج تقاضای انرژی صنعتی چین، نرخ رشد کندتر می‌شود.

چگونه گاز به چین کمک می‌کند تا ترکیب انرژی خود را متنوع نماید، کیفیت هوا را بهبود بخشد و توسعه کم کربن را دنبال کند؟

پس از کاهش همه‌گیری، به نظر می‌رسد تقاضای چین برای گاز، بیشتر از قبل شده است. در نیمه نخست سال ۲۰۲۱، تقاضای گاز چین با افزایش ۱۶ درصدی نسبت به سال قبل مواجه شد که به تقاضای بالا در بخش صنعتی منجر گردید. عملکرد ضعیف نیروگاه‌های آبی در جنوب غربی چین، عرضه محدود زغال سنگ همراه با قیمت بالای زغال سنگ در سراسر کشور و دمای بالای تابستان، محرک جدی برای تولید برق از سوخت گاز به‌شمار می‌رود. رشد اقتصادی، ناشی از صادرات و احیای مصرف داخلی به نفع کل تقاضای انرژی از جمله گاز طبیعی بود.

تاکنون، تقاضای گاز چین از حد انتظار فراتر رفته است و اینک انتظار می‌رود که تقاضای گاز سالانه در سال ۲۰۲۱، ۱۳ درصد یا ۴۲ میلیارد متر مکعب افزایش یابد. اما این روند، تا کجا می‌تواند پیش برود و رسیدن به هدف "کربن صفر" چگونه می‌تواند در اثرگذاری نقش گاز در چین تأثیر بگذارد؟

دلایل زیادی وجود دارد که تقاضای گاز، هنوز- برای گسترش بیش از سطح فعلی- فضای وسیعی دارد. گاز طبیعی در استراتژی‌های چین

(GW) برسد؛ به این دلیل که سیاست‌های زیست محیطی سخت‌گیرانه چین، باعث ایجاد نیروگاه‌های برق گازمحور می‌شود.

با این حال، پروژه‌های بلندمدت و یکپارچه تجدیدپذیر به‌علاوه ذخیره‌سازی، یکی از چالش‌های رشد گاز خواهد بود. این انتظار وجود دارد که ساعات استفاده سالانه از برق گازمحور با کاهش ظرفیت نیروگاه‌های گازی، کاهش یابد. تا سال ۲۰۵۰، تقاضای گاز برای صنعت نفت و نیرو، ۱۹ درصد از کل تقاضای گاز را تشکیل خواهد داد، در حالی که این میزان در سال ۲۰۲۰، تنها ۱۸ درصد بود. بخش حمل و نقل، مابقی نیاز را تشکیل می‌دهد و تقاضا برای آن، بیشتر از کامیون‌های سنگین با سوخت ال‌ان‌جی تأمین می‌شود.

با افزایش تقاضای گاز، انتظار می‌رود تولید داخلی به‌طور متوسط، سالانه ۴/۶ درصد بین سال‌های ۲۰۲۰ تا ۲۰۳۰ افزایش یابد.

البته وجود منابع و ذخایر زیرزمینی قابل توجه باقی‌مانده، افزایش سرمایه‌گذاری‌های اکتشاف و توسعه و دستیابی به فناوری‌های پیشرفته‌تر، شرایط را برای تولید تسهیل کرده است.

در استان‌های داخلی، گاز برای افزایش سهم خود در جایی که زغال سنگ، ستون اصلی اقتصادهای محلی است، دچار مشکل می‌شود. تا سال ۲۰۵۰، تقاضای گاز صنعتی، ۳۴ درصد از کل تقاضای گاز را تشکیل خواهد داد.

تقاضای مسکونی، تجاری و گرمایش فضا (RCH) به سرعت در حال افزایش بوده، و تغییر از منبع زغال سنگ به گاز در این سه بخش، قبلاً تقاضای زمستانی چین را افزایش داده است.

روند شهرنشینی، مقرون به صرفه بودن گاز، توسعه توزیع‌کنندگان گاز در پروژه‌های گاز شهری جدید و نیاز بیشتر به سوخت‌های زمستانی کمتر آلاینده، دسترسی گاز به جمعیت بیشتری را فراهم می‌کند. ارتقاء تأسیسات ذخیره‌سازی گاز و منابع تأمین انعطاف‌پذیر مانند ال‌ان‌جی، دستیابی به این هدف را تسهیل می‌کند. تا سال ۲۰۵۰، تقاضای گاز در سه بخش RCH، می‌تواند ۴۰ درصد از کل تقاضای گاز را تشکیل دهد.

از منظر هزینه سوخت خالص، برق تولیدی از گاز نمی‌تواند با زغال سنگ رقابت کند. با این وجود، کل ظرفیت تولید برق از گاز، می‌تواند تا سال ۲۰۵۰ تقریباً ۴ برابر شود و به ۳۹۲ گیگاوات

چین برای برآوردن تقاضای روزافزون خود، تولید داخلی را افزایش داده، مشکلات زیرساخت‌ها را مرتفع کرده، منابع واردات را متنوع نموده، و اصلاحات بازارگرا را ایجاد کرده است. در سناریوی پایه، انتظار است که تقاضا به‌طور متوسط، سالانه ۵/۵ درصد بین سال‌های ۲۰۲۰ تا ۲۰۳۰ رشد کند. پس از ۲۰۳۰، رشد، کندتر می‌شود، اما تا سال ۲۰۵۰، تقاضای گاز چین می‌تواند به ۶۶۰ میلیارد متر مکعب برسد.

و عدم قطعیت تولید است. در جنوب چین، که از حوضه‌های تولید گاز در خشکی دور است، الان‌جی، هم تقاضای پایه و هم، نیاز در پیک (اوج) را تأمین می‌کند. در شمال چین، الان‌جی یک منبع مهم انرژی باقی خواهد ماند. پیش‌بینی می‌شود که تقاضای الان‌جی از ۶۷ تن در سال ۲۰۲۰، به ۱۱۲ میلیون تن در سال ۲۰۳۰ افزایش یابد.

چین متعهد شده است که تا سال ۲۰۶۰، تولید کربن را به صفر برسد. برای رسیدن به این بلندپروازی، نیاز به یک تغییر زیرساختی در ترکیب انرژی، فناوری و زنجیره‌های تأمین آن است. در سناریوی "کربن صفر"، تمام هیدروکربن‌ها باید کاهش یابد. با این حال، مشاهده می‌شود که تقاضای گاز نسبت به تقاضای زغال سنگ و نفت مقاوم‌تر است.

قبل از سال ۲۰۳۰، رشد تقاضای گاز در مقایسه تا حد زیادی دست نخورده خواهد ماند. پس از سال ۲۰۳۰، انتظار می‌رود که تقاضای گاز پایدار شده و کاهش تدریجی آن آغاز گردد. با این وجود، تقاضای گاز در سال ۲۰۵۰، بیشتر از سطح فعلی خواهد بود، بویژه اینکه گاز می‌تواند به چین در دستیابی به هدف صفر خالص در بخش‌های تولید کربن و از طریق هیدروژن آبی کمک کند.

■ منبع:

<https://www.woodmac.com/news/opinion/the-future-of-chinas-gas-demand/>

شرکت‌های ملی نفت چین در دهه گذشته، ۶/۸۵ تریلیون متر مکعب از منابع گاز طبیعی را کشف کرده‌اند که ۴۵ درصد از کل منابع افزایشی از زمان تأسیس جمهوری خلق چین است.

این شرکت‌های نفتی به برنامه ۷ ساله خود (۲۰۲۵-۲۰۱۹) پایبند خواهند بود و در پاسخ به درخواست دولت برای تقویت استقلال انرژی به‌عنوان استراتژی دیرینه، بویژه هنگامی که تنش‌های ژئوپلیتیکی بالا می‌رود، سعی دارند که به اکتشافات بالادستی سرعت بخشند. تولید داخلی، به منزله ستون فقرات تأمین‌کننده کلیدی گاز در هنگامه رشد کلی تقاضای گاز است.

تقاضای فزاینده گاز چین فراتر از واردات است و از این رو، لازم است تا با تولید داخلی، شکاف بین تقاضا و عرضه کاهش یابد. این کشور در حال حاضر، بزرگترین وارد کننده گاز جهان است. در سال ۲۰۲۰، واردات گاز خط لوله ۴۸ میلیارد متر مکعب، و واردات الان‌جی، ۹۳ میلیارد متر مکعب (یا ۶۷ میلیون تن) بود. در نیمه اول سال ۲۰۲۱، چین از ژاپن به عنوان بزرگترین واردکننده الان‌جی در جهان پیشی گرفت و انتظار است واردات الان‌جی چین در کل سال ۲۰۲۱ نیز از ژاپن بیشتر شود.

با وجود افزایش بیشتر واردات خط لوله، الان‌جی برای برآورده ساختن آرزوهای گازی چین بسیار مهم خواهد بود. تا زمانی که ظرفیت ذخیره‌سازی به اندازه کافی توسعه نیابد، الان‌جی انعطاف‌پذیرتر از گاز خط لوله برای مقابله با تقاضا



عوامل زیادی بر تعادل بازار اروپا در زمستان امسال تأثیر می‌گذارد، از جمله، میزان گاز طبیعی مایع (الان‌جی) در دسترس، واردات از طریق لوله و ذخیره داخلی در اروپا، نحوه پاسخگویی تقاضا به این قیمت‌های جدید، میزان ظرفیت و عرضه واقعی در دسترس از روسیه.

هوش مصنوعی در انرژی

تأثیر دیجیتالی شدن بر کاهش هزینه‌ها
روند دیجیتالی شدن در صنعت نفت و گاز



تأثیر دیجیتالی شدن بر کاهش هزینه‌ها

✍ مترجم: محسن داوری

در صنایع نفت و گاز، ارزش دارایی‌ها بسیار زیاد است؛ لذا ارزش بلندمدت دارایی‌ها مورد توجه قرار می‌گیرد.

با توجه به سرمایه‌گذاری‌های جدید، رهبران تلاش می‌کنند که در چهارچوب هزینه سرمایه‌گذاری، مجموع هزینه‌ها را به صورت قابل تحقق تعیین نمایند. کاهش هزینه‌های تعمیر و نگهداری، کاهش زمان‌های توقف عملیات برنامه‌ریزی نشده و یا پایین آوردن میزان انرژی مصرفی در فرایند تولید، تعدادی از راهکارها می‌باشد.

با بهره‌گیری از دیجیتالی شدن، می‌توان در جهت کاهش هزینه‌های عملیاتی در دوره عمر دارایی‌ها و ایجاد فرصت برای سرمایه‌گذاری‌های جدید، اقدام کرد.

راهبرد کاهش هزینه در مقایسه با سایر راهبردهای مدیریت دارایی‌ها، از کارایی بیشتری برخوردار است. در ادامه، با سه دستاورد دیجیتالی شدن در کاهش هزینه‌ها آشنا می‌شویم:

۱. نگهداری پیش‌گیرانه

شرکت‌های نفت و گاز، دارایی‌های زیادی دارند که شامل ماشین آلات دوار و ثابت، تجهیزات و ابزارها است. در تأسیسات نفت، خرابی یک قطعه، می‌تواند نتایج فاجعه‌آمیزی در جریان نقدی پروژه - و حتی زیان روزانه صدها هزار دلاری - داشته باشد. اگر بتوان از این خرابی‌ها جلوگیری کرد،

صنعت نفت و گاز در مقایسه با سایر صنایع دنیا، با بیشترین پیامدها روبرو شده است. با خروج تدریجی کشورها از سیاست قرنطینه، صنعت نفت به سوی قدرتمند شدن گام برمی‌دارد. قیمت نفت بهبود یافته و تقاضای نفت، در حال عادی شدن است.

در حالی که دلایلی برای عادی شدن وجود دارد، رهبران صنعت نفت، معتقدند که می‌توان از فرصت کنونی برای بهبود کسب و کار و تثبیت شاخص‌های مالی برای سال‌های فرارو، بهره برد. تمرکز کنونی شرکت‌ها بر استفاده از گذار دیجیتال، به عنوان یک کاتالیزر، جهت عبور از ثبات مالی به سودآوری بیشتر است. به دلیل شرایط عدم اطمینان نسبت به درآمدهای آینده، تمرکز اصلی بر بهبود شاخص‌های مالی و استفاده از دیجیتالی شدن برای کاهش هزینه‌ها است.

به سوی کاهش هزینه‌ها

اگرچه پس از همه‌گیری ویروس کرونا، شرکت‌های نفتی، به سرعت در جهت کاهش هزینه‌ها گام برداشتند، اما مدیران صنعت نفت، به تصویر بزرگتری می‌نگرند. آنها با نگاهی بلندمدت‌تر، به ارزش آفرینی و کسب سود توجه دارند. در الگوی جدید، عوامل مختلف هزینه در دوره عمر پروژه، شامل هزینه سرمایه‌گذاری و هزینه عملیاتی، مورد توجه قرار می‌گیرد.

۳. تجهیزات هوشمند

شرکت‌های نفت و گاز، دارای تجهیزات متنوع ساخته شده توسط تولیدکنندگان مختلف هستند. هزینه‌های نگهداری این تجهیزات، هنگفت و چشمگیر است. با فناوری دیجیتال، می‌شود تجهیزات تولیدکنندگان مختلف را به صورت یکپارچه، راهبری کرد. همچنین پایش تجهیزات، با کارایی بالایی انجام خواهد شد. بدین ترتیب، با انجام تعمیرات پیش‌گیرانه، از خرابی غافل‌گیرانه تجهیزات و توقف عملیات در تأسیسات نفتی و ایجاد هزینه‌های بالا، جلوگیری به‌عمل خواهد آمد.

افق‌های نو در توسعه دیجیتال

برای بهبود شاخص‌های اقتصادی پروژه‌ها، فناوری دیجیتال، یک ابزار مناسب محسوب می‌شود. دیجیتالی شدن، می‌تواند در بهینه کردن استفاده از کارکنان و ارزش آفرینی بیشتر دارایی‌ها، نقش آفرینی کند. دهه ۲۰۲۰ میلادی، دوره‌ای کلیدی در جهت‌گیری آینده صنعت نفت و گاز خواهد بود. انتخاب‌های مدیران، نقشی کلیدی در سودآوری طرح‌ها را دارا است. نیاز امروز، داشتن دیدگاهی همه‌جانبه‌نگر و دقیق در مورد انتخاب بهترین گزینه‌ها و راهکارهای دیجیتال، برای بهبود شاخص‌های مالی پروژه‌های جدید در همه بخش‌های دوره عمر آنها است.

■ منبع:

<https://www.oilfieldtechnology.com/digital-oilfield/19072021/how-digital-transformation-drives-cost-reduction/>

بازگشت سرمایه، بهبود چشمگیری خواهد یافت. اکثر شرکت‌ها، گام‌هایی به سوی نگهداری پیش‌گیرانه برداشته‌اند؛ اما با توسعه توانمندی‌های آنها بویژه در بخش هوش مصنوعی و یادگیری ماشینی، منافع بیشتری به دست می‌آید. شرکت‌ها با جمع‌آوری بیشتر داده، می‌توانند از مدل‌های پیش‌بینی بهتری برخوردار شوند و دارایی‌های آنها، کارایی بالاتری خواهند داشت و از خرابی‌های غیرمنتظره، جلوگیری خواهد شد.

در این حوزه، سرمایه‌گذاری در دیجیتالی شدن، می‌تواند بازگشت سریع هزینه‌ها را با جلوگیری از توقف برنامه‌ریزی نشده و برنامه‌ریزی بهتر فعالیت‌های تعمیراتی، به دنبال داشته باشد.

۲. افزایش مهارت کارگران

یکی از ویژگی‌های صنعت نفت و گاز، قابلیت کنترل از راه دور دارایی‌ها است. شرکت‌های نفتی دارای فعالیت‌های حفاری و تولید، می‌توانند از دفاتر مرکزی و مراکز کنترل مرکزی، این اقدامات را پایش کنند. نگهداری این تأسیسات به دلیل نیاز به کارکنان متخصص، می‌تواند چالش آفرین باشد. یکی از مسائلی که شرکت‌های دارای گستره جغرافیایی فعالیت‌ها، با آن روبرو هستند، کمبود کارکنان متخصص در زمان‌های مختلف است. با آموزش کارکنان دارای چند مهارت و ایجاد بانک اطلاعات کارکنان، می‌شود این چالش را به فرصت تبدیل کرد. به دلیل دشواری یافتن و توسعه توانایی‌های افراد متخصص، می‌توان از روش واقعیت مجازی نیز بهره برد.

روند دیجیتالی شدن در صنعت نفت و گاز

✍ مترجم: محسن داوری

در ادامه، با مهمترین یافته‌های این گزارش آشنا می‌شویم:

گذار از برنامه‌ریزی، ورود به اجرا

۹۹ درصد پاسخ‌دهندگان معتقدند، فناوری و نوآوری برای تداوم کسب و کار آنها ضروری است. ۵۵ درصد آنان اعتقاد دارند، گام‌های کلیدی در مسیر دیجیتالی شدن را برداشته‌اند. شرکت‌های آمریکای شمالی و برزیل در این مسیر پیشرو بوده و شرکت‌های اروپایی و خاورمیانه، عقب مانده‌اند.

۸۹ درصد پاسخ‌دهندگان، اعلام کرده‌اند که در سال گذشته، سرمایه‌گذاری در حوزه دیجیتالی شدن را افزایش داده‌اند. آنها ۱ تا ۵ درصد بودجه خود را در این بخش، هزینه می‌کنند. ۴۵ درصد پاسخ‌دهندگان بر این نظرند که امنیت سایبری، مهمترین مانع سرمایه‌گذاری در فناوری‌های دیجیتال است. ۴۱ درصد پاسخ‌دهندگان نیز معتقدند، فقدان زیرساخت‌های فناوری اطلاعات برای مدیریت داده‌ها از موانع فراروی آنها است.

از سوی دیگر، ۶۱ درصد آنان، از فقدان تخصص‌های مورد نیاز در شرکت‌ها و یا مقاومت فرهنگ سازمانی در برابر نوآوری فنی، به عنوان یک مشکل، یاد کرده‌اند. تعداد قابل توجهی از

«آکسورا»^۱، یکی از بازارهای راهکارهای دیجیتالی برای نوآوران صنعتی در گزارش جدید خود، روند دیجیتالی شدن و مهمترین عوامل پیشبرد آن در صنعت نفت و گاز را ارائه داده است.

در این گزارش، با پیمایش آماری، و دریافت نظرات ۱۵۰ نفر از تصمیم‌گیران کلیدی جهان و انجام مصاحبه با مدیران شرکت‌های بزرگ و کوچک نفتی، تصویری از روندهای دیجیتالی شدن صنعت نفت و گاز ارائه شده است. این یافته‌ها، نشان می‌دهد با وجود پیشرفت در توسعه دیجیتالی شدن، همچنان اقدامات قابل توجهی در مسیر گذار انرژی باید انجام گردد.

«ریتز استیتلر»^۲، مدیر عامل آکسورا می‌گوید: با خروج صنعت نفت از سایه ویروس کرونا، جنگ قیمت‌ها و حملات سایبری، اهمیت گذار دیجیتالی، بیش از همیشه مشخص شده است. این گزارش، تصویری از اقدامات انجام شده در شرکت‌های بزرگ، متوسط و کوچک نفتی نظیر کاربرد هوش مصنوعی و میادین نفتی دیجیتال را نشان می‌دهد. بدین ترتیب، مدیران صنعت نفت، می‌توانند بر اقدامات دیجیتال پس از فروکش کردن بحران اقتصادی کرونا و افزایش تقاضا برای به صفر رساندن انتشار کربن تمرکز کنند.

۷۶ درصد پاسخ‌دهندگان، از آغاز توسعه فناوری رایانش ابری در شرکت‌های خود خبر داده‌اند. فعالیت‌های بالادستی، با بیشترین سهم سرمایه‌گذاری در این فناوری، روبرو بوده است. تجهیزات کنترل و بازرسی از راه دور، در رتبه بعدی قرار دارد.

پیوستن شرکت‌های متوسط به روند دیجیتال، فرصت برای شرکت‌های کوچک

شرکت‌های متوسط با ۲۵۰ تا ۹۹۹ کارمند، برندگان توسعه فناوری‌های دیجیتال هستند. ۳۸ درصد کارکنان این شرکت‌ها، از منافع مالی دیجیتالی شدن سخن گفته‌اند. کارکنان شرکت‌های بزرگ، معتقدند دستاوردهای این فناوری، محدود بوده است.

شرکت‌های اروپایی با این چالش روبرو بوده‌اند. شرکت‌ها در فرایند دیجیتالی شدن، می‌باید با ارزش‌آفرینی در مسیر گذار انرژی، گام بردارند.

پایداری تجاری، یکی مهمترین نگرانی مدیران شرکت‌ها در سه سال آینده به شمار می‌رود. در سه تا پنج سال آینده، سرمایه‌گذاری در فناوری دیجیتال، به اولویت اکثر شرکت‌های نفتی تبدیل خواهد شد. با این افزایش اهمیت، همزمان، گذار شرکت‌های صنعت انرژی به منابع پاک‌تر روی خواهد داد.

در سه تا پنج سال فرارو، ایجاد میادین نفتی دیجیتال، افزایش تملک‌های تجاری و استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، به مهمترین اولویت‌های شرکت‌های صنعت نفت و گاز تبدیل خواهد شد.

با خروج صنعت نفت از سایه ویروس کرونا، جنگ قیمت‌ها و حملات سایبری، اهمیت گذار دیجیتالی، بیش از همیشه مشخص شده است. مدیران صنعت نفت، می‌توانند بر اقدامات دیجیتال پس از فروکش کردن بحران اقتصادی کرونا و افزایش تقاضا برای به صفر رساندن انتشار کربن تمرکز کنند. پایداری تجاری، یکی مهمترین نگرانی مدیران شرکت‌ها در سه سال آینده به شمار می‌رود. در سه تا پنج سال آینده، سرمایه‌گذاری در فناوری دیجیتال، به اولویت اکثر شرکت‌های نفتی تبدیل خواهد شد. با این افزایش اهمیت، همزمان، گذار شرکت‌های صنعت انرژی به منابع پاک‌تر روی خواهد داد. در سه تا پنج سال فرارو، ایجاد میادین نفتی دیجیتال، افزایش تملک‌های تجاری و استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، به مهمترین اولویت‌های شرکت‌های صنعت نفت و گاز تبدیل خواهد شد.

«جک اینگرام»^۵، معاون توسعه تجاری در انرژی «کنسول»^۶ می‌گوید: با داشتن راهبردهای مناسب و منطبق شده با الگوی کسب و کار شرکت‌های نفتی، می‌توان راه دستیابی به موفقیت تجاری را هموار کرد. شرکت‌های مشاوره دیجیتالی شدن، می‌توانند افق‌های جدیدی به‌روی شرکت‌های نفتی در این مسیر و معرفی ظرفیت‌های موجود توسعه، بگشایند.

استیتر می‌گوید: همه شرکت‌های نفتی، راه خود برای تحول دیجیتال را آغاز کرده‌اند. پژوهش‌های ما، نشان می‌دهد که مشارکت و تبادل اطلاعات برای کاهش ریسک، ضروری است.

■ منبع:

<https://www.engineerlive.com/content/digital-trends-oil-gas>

1. ITU
2. ISO
3. IEC

«سرگئی سوشننسوف»^۲، مدیر عامل بی‌سی‌جی دیجیتال ونچرز^۴ می‌گوید: شرکت‌های متوسط، از چالاک‌ی و انعطاف‌پذیری بالایی برخوردار هستند. این شرکت‌ها، فاقد لایه‌های متعدد تصمیم‌گیری بوده و با سرعت بیشتری در مسیر دیجیتالی شدن گام برمی‌دارند.

هوش مصنوعی، بزرگترین فرصت شرکت‌های صنایع نفت و گاز

۵۵ درصد تصمیم‌گیران کلیدی شرکت‌های نفتی، اعتقاد دارند که فناوری هوش مصنوعی، از بیشترین رشد در پنج سال آینده برخوردار خواهد بود. شرکت‌های دارای ۲۵۰ تا ۴۹۹ کارمند، بیشترین استقبال از هوش مصنوعی را خواهند داشت.

فرصت مشارکت

در پیشبرد دیجیتالی شدن

۷۳ درصد پاسخ‌دهندگان معتقدند، با مشارکت یک شرکت همکار، می‌توانند روند دیجیتالی شدن را بهتر پیش ببرند.



