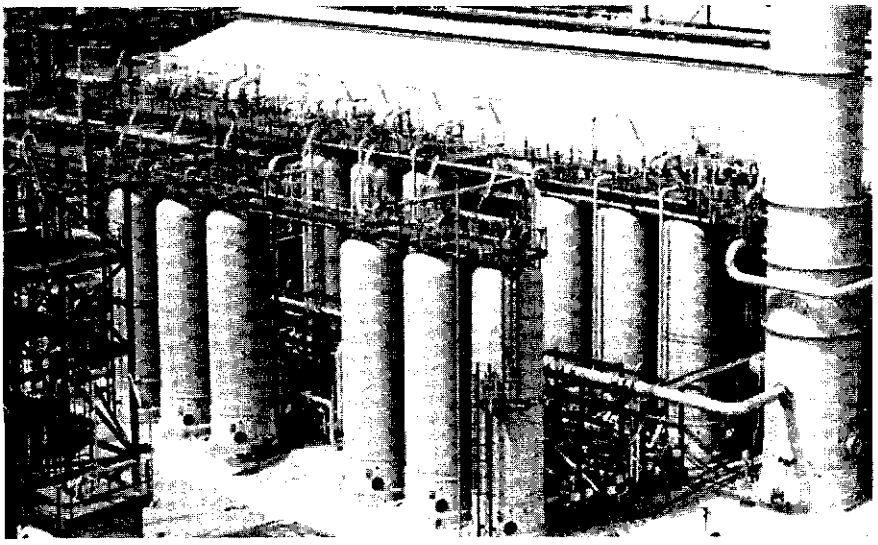


هیدروژن، سوخت آینده

مسعود بینش
شرکت ساپکو

وجه مثبت و مفید هیدروژن تنها در حدود سه دهه است که آشکار گشته است. آنچه این جنبه را شاخص ساخته، قابلیت هیدروژن در جایگزینی منابع سوختی فسیلی و غیرفسیلی است. در دهه‌های آینده، هیدروژن به عنوان یک سیستم انرژی، جای واقعی خود را پیدا خواهد کرد. معایب و محدودیت‌ها و مسایلی که در مورد سوخت‌های فسیلی وجود دارد باعث گرایش بشر به سمت استفاده از این سوخت ثانوی و واسطه شده است. نگرانی از اتمام منابع سوخت‌های فسیلی مشکلات و معضلات آلودگی هوا و محیط‌زیست ناشی از محصولات احتراق آنها و حتی توزیع غیریکنواخت این منابع - مثل نفت - که تنش‌های سیاسی و اقتصادی جهانی را دامن می‌زند، همگی جاذبه‌های موثر تلاش برای تحقق ایده جدید "سیستم انرژی هیدروژنی" به شمار می‌رود. افزایش سهم هیدروژن در تولید انرژی جهانی در سال‌های اخیر، از گام‌های عملی در این زمینه محسوب می‌شود. کارایی هیدروژن در جایگزینی منابع سوختی رایج، حیطه وسیعی از نیازهای بشر را در زمینه‌های مصارف صنعتی، شهری و خانگی نظیر تولید الکتریسیته، حمل و نقل، سرماسازی برای نگهداری مواد غذایی، پخت و پز، تهویه مطبوع، گرم کردن و پمپاژ آب و... در بر می‌گیرد. در این مقاله که در اولین همایش سراسری فن‌آوری پیل‌های سوختی (یازدهم و دوازدهم مهر ماه سال ۱۳۸۰، دانشگاه صنعتی شریف) ارایه شده است، فن‌آوری هیدروژن در این حوزه‌ها بررسی شده است.

مقدمه

گرچه امروزه حدود ۸۰ درصد نیاز بشر به انرژی از طریق سوخت‌های فسیلی برآورده می‌شود، اما براساس تخمین‌های قابل اعتماد، ذخیره سوخت‌های فسیلی به زودی رو به کاهش می‌رود. بدین جهت سرعت تولید سوخت‌های فسیلی در دنیا رو به افول دارد. (شکل ۱)، به گونه‌ای که انتظار می‌رود این کاهش، تأثیرات خود را از سال ۲۰۳۰ میلادی به شدت نشان دهد. بنابراین مهم‌ترین مساله در مورد سوخت‌های فسیلی پایان‌پذیری و تجدیدناپذیری آنهاست. طبیعت میلیون‌ها سال برای تهیه آن وقت گذرانده و بشر در یک قرن یا بیشتر آن را مصرف می‌کند. علاوه بر آن آلودگی‌زایی محصولات احتراق فسیلی معضل بزرگ اجتماع امروز بشری است.

محدودیت‌ها و مضرات و مسایل منابع انرژی فسیلی و غیرفسیلی، نیاز روز افزون به استفاده از یک سیستم انرژی واسطه برای تشکیل حلقه اتصال این قبیل منابع با مراکز مصرف را شدت بخشیده است. این سیستم انرژی نه تنها باید معایب و مشکلات منابع انرژی فسیلی و غیرفسیلی را نداشته باشد، بلکه باید جاذبه‌های ارزشمندی در رفع احتیاجات بشر از خود بروز دهد: قابل حمل و نگهداری و ذخیره باشد، آلودگی‌زا نباشد، قابل تجدید باشد، تهیه آن به صرفه باشد، به منابع انرژی اولیه غیرفسیلی که با زمان و مکان تغییر می‌کند وابسته نباشد تا دست نخورده باقی بماند و... در میان سوخت‌های مصنوعی مدعی در این حوزه، هیدروژن بهتر و بیشتر از بقیه نیازهای فوق را برآورده می‌سازد و پاسخگوی احتیاجات بشری در زمینه مصارف شهری و خانگی است.

تولید الکتریسیته

هیدروژن مناسب‌ترین سوخت برای تولید الکتریسیته است که می‌تواند با بازدهی بیش از سایر سوخت‌ها در باطری‌های سوخت به الکتریسیته تبدیل شود. با استفاده از دو روش می‌توان عمل کرد؛ روش اول بکارگیری یک باطری سوخت هیدروژنی است (شکل ۲). این باطری دارای دو الکترود است که توسط یک الکترولیت از یکدیگر جدا می‌شوند. الکترولیت ممکن است یک محلول بازی (مثل هیدروکسید پتاسیم یا سدیم) یا یک محصول اسیدی (مثل اسید سولفوریک)، سرامیک جامد یا پلیمرهای جامد باشد که جریان الکتریکی را به شکل یون‌های هیدروژن یا هیدروکسیل حمل می‌کند. واکنش گاز هیدروژن در آند به تولید یون‌های مثبت هیدروژن و الکترون‌ها منجر می‌شود.الکترون‌ها از مدار خارجی رانده می‌شوند و برق DC تولید می‌شود. واکنش هیدروژن در کاتد با اکسیژن - از هوا یا یک منبع اکسیژن و الکترولیت، یون‌های منفی هیدروکسیل OH را تولید می‌کند. در الکترولیت نیز یون‌های هیدروکسیل و یون‌های هیدروژن،

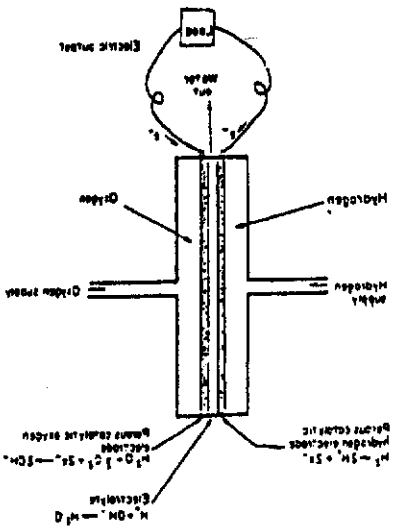
آب خـــالص تـــولید مـــی‌کند کـــه از بـــاطری تخلیه‌می‌شود. از آب خالص به عنوان مـحصول جانبی می‌توان نیازهای آب نوشیدنی و مصارف پخت و پز را تأمین کرد.

امروزه باطری‌های خانگی با قدرت KW ۴۰ و بازده ۸۰ درصدمورد مصرف قرار گرفته‌اند. یک باطری سوخت قادر است کـلیه نـیازهای بـرقی خانه را تأمین بکند و بـنابرایـن بـه سـیستم‌های پـیچیده و گـران و سـنگین حـمل و تـوزیع الکتریسیته احتیاجی نیست.

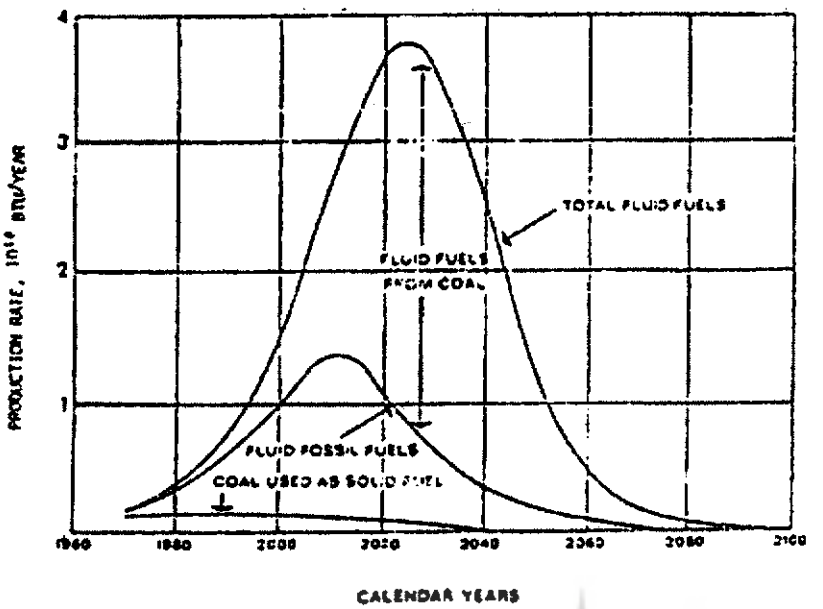
روش دیگر تولید الکتریسیته بـا اسـتفاده از هیدروژن، بهره‌گیری از خواص هیدروی آن، بـه ضمیمه یک منبع حرارتی نظیر حرارت خورشید است. حرکت هیدروژن از یک تانک هـیدرو بـه تانک دیگر، اگر با عبور از درون یک توربین یـا موتور انبساطی همراه باشد، نیروی الکتریکی و مکانیکی تولید می‌کند.

تهویه مطبوع

با تولید الکتریسیته از باطری‌های سوخت یا طـرح‌های دیگـر، مـی‌توان از آن در گـرم کـردن گرمکن‌های مقاومتی و سرد کردن سـیستم‌های مـعمولی تـصفیه هـوا و گـرم و سـرد کـردن سیستم‌های تهویه مطبوع بهره جست. راه دیگر، استفاده از هیدروژن به جای گاز طبیعی در ایـن قبیل سیستم‌هاست. تنها باید مشعل‌ها را به طور مناسب و مطلوب تنظیم کرد. برای تهیه بخار در گردش از طریق دیگ‌های بخار برای گرم کـردن فضا، می‌توان هیدروژن رابه جای گاز طبیعی بکار گرفت. با استفاده از نوع خاصی از ژنراتور بخار،



شکل ۲ـ یک باطری هیدروژنی



شکل ۱ـ سرعت تولید سوختهای فسیلی در جهان

هیدروژن با اکسیژن می‌سوزد و در دماهای بسیار بالا، بخار خالص تولید می‌کند. به منظور حفاظت از مواد دیگ، لوله و اتصالات، با افزودن مـقدار مناسبی آب بـه بـخار آب، دمـای آن را کـاهش می‌دهند. این یک راه موثر برای تولید بـخار آب است چرا که گازهای شعله با نرفتن به دودکش، از هدر رفتن ۳۵-۲۵ درصد حرارت جلوگیری به عمل می‌آورد.

راه دیگـر گـرم کـردن فـضا، اسـتفاده از محفظه‌های احتراق کاتالیزوری هـیدروژن است که در آن هیدروژن بـا اکسـیژن در حـضور یک کاتالیزور - مثل پالادیم یا پلاتین - در طی یک واکنش گرمازای بدون شعله ترکیب می‌شود. در این حالت، یک قسمت نقش پخش کننده گاز را به عهده دارد و دیگری بستر کـاتالیزوری است. عبور یک جریان تنظیم شده هیدروژن به وسیله جابجایی اجباری از کنار دو صفحه، باعث انجام واکنش در یک لایه مشخص از سطح خـارجـی صفحه با اتمسفر اکسیژن می‌شود. گرمای واکنش از طریق تشعشع و جابجایی به مـحیط اطـراف انتقال می‌یابد. سرعت احتراق در دمای حـاصله بـه سـطح فـعال کـاتالیزور و سرعت اعـمال هیدروژن بستگی دارد. بازده حرارتی کاتالیزور تا حدود ۱۰۰ درصد هم می‌رسد.

پمپاژ آب

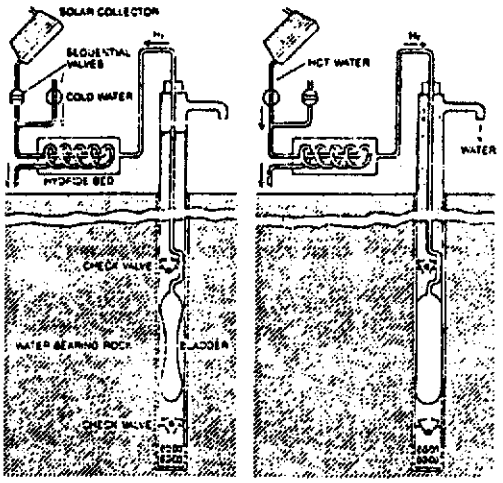
یکی از مبرم‌ترین نیازهای زندگی بشـر، آب است. اگر آب شهری موجود نباشد، مـعمولاً از آب زیرزمینی استفاده مـی‌شود. هـیدروژن را بـه طرق مختلف در پمپ کـردن آب زیـرزمینی بـه بیرون بکار می‌گیرند. یک راه استفاده از آن برای تولید برق بـا یک پـمپ آب مـعمولی است. راه دیگر یک زوج پمپ معمولی برای موتور درون سـوز هـیدروژنی است. اگـر گـرمای خـورشید مناسب باشد، یک سیستم هیدروژن - هیدرور را می‌توان برای پمپاژ آب بکار برد(شکل ۳).

آب گرم تهیه شده به وسیله گرمای خورشید و آب سرد به دست آمده از چاه متناوباً به وسیله شیرهایی به یک مبدل حرارتی در یک بستر فلز - هیدرور اعمال می‌شود. گاز هیدروژن آزاد شده در طـی فـاز حـرارتـی سـیکل، یک بـادکنک لاستیکی را در چاه متورم مـی‌کند و آب از شـیر کنترل بالایی خارج می‌شود. آب زیرزمینی پس از عبور از شیر کنترل پایینی به داخل چـاه جـریان می‌یابد و بادکنک را متورم می‌سازد و در طی فاز سرد شدن با فشار، هیدروژن را به بستر هیدرور بر می‌گرداند و سیستم به حالت اولیه بر می‌گردد.

پخت و پز

برای تهیه انرژی مورد نیاز در ایـن زمـینه بـا بکارگیری هیدروژن، سه راه ممکن وجود دارد:

روش اول استفاده از هـیدروژن بـجای گـاز طبیعی در وسایل پخت و پز گاز معمولی است. در مشعل‌های چنین وسایلی تمام هـوای مـورد



شکل ۳ـ سیستم پمپاژ آب هیدروژن – هیدروری

نیاز جهت احتراق از محیط گرفته می‌شود و هیدروژن در فشار نسبتاً پایین اعمال می‌شود و گاز هیدروژن با عبور از درون یک سوراخ، شتاب می‌گیرد. وقتی هیدروژن به لوله مخلوط کننده وارد می‌شود هوا را از یک سری سوراخ‌های نزدیک پایه مشعل می‌گیرد و پس از اختلاط از روزنه‌های مشعل عبور می‌دهد. با خروج گاز مخلوط شده از روزنه، احتراق صورت می‌گیرد و شعله ظاهر می‌شود.

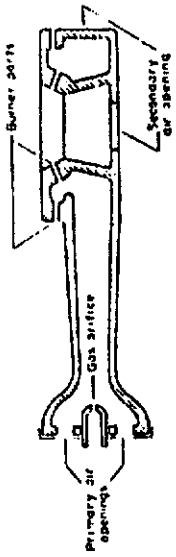
روش دیگر استفاده از مشعل‌های اتمسفری‌هیدروژنی است (شکل ۴). با مسدود کردن تمام هوای اولیه، از اختلاط هوا – هیدروژن جلوگیری شده و سپس یک شبکه سیمی فولاد ضدزنگ اطراف روزنه‌های مشعل جاسازی می‌شود. جاسازی مناسب این شبکه سیمی، به مخلوط هیدروژن و هوا اجازه گذر تدریجی از مشعل‌ها را می‌دهد. یک منطقه غنی از هیدروژن در مجاورت مشعل وجود دارد که با دور شدن از آن، غلظت اکسیژن افزایش می‌یابد. اگر جنس فولاد ضد زنگ درست انتخاب شود، در اطراف دهانه مشعل یک منطقه در برگیرنده غلظت هیدروژن غیرقابل اشتعال وجود خواهد داشت. طراحی مناسب مشعل، منطقه محدود غیرقابل اشتعال را همواره در خارج از محیط فولاد ضد زنگ نگاه می‌دارد. در دمای بالا، فولاد ضد زنگ یک کاتالیزور عالی برای احتراق هیدروژن محسوب می‌شود.

سومین روش استفاده از احتراق کاتالیزوری هیدروژن در تهیه انرژی حرارتی برای پخت و پز است. فایده اولیه احتراق کاتالیزوری آن است که می‌تواند بدون شعله انجام پذیرد. در این حالت محدوده‌دما سریع‌تر است و می‌توان یکنواخت‌تر آن را در سطح مشعل تنظیم و از این راه حرارت بیشتری رابه غذا منتقل کرد. بازده محفظه‌های احتراق کاتالیزوری هیدروژنی (۸۵ درصد) بیش از مشعل‌های شعله‌ای (۶۰ درصد) است.

وسایل نقلیه

هیدروژن یک سوخت تمیز و کارا برای تهیه نیروی مکانیکی از موتورهای درون سوز بشمار می‌آید. تحقیقات بسیاری در مورد استفاده از موتورهای درون سوز با سوخت هیدروژن در ماشین‌ها، اتوبوس‌ها، تراکتورها و... صورت گرفته است. در این تحقیقات روش‌های مختلف نگهداری هیدروژن نظیر گاز تحت فشار، هیدروژن مایع و هیدرورهای فلزی مورد توجه واقع شده است. با توجه به اینکه هیدروژن می‌تواند در شرایط مخلوط فقیر سوخت – هوا به خوبی مخلوط غنی بسوزد، در اتومبیل رانی شهری که توقف و حرکت زیاد است، در مقایسه با سوخت‌های فسیلی که تنها می‌تواند در مخلوط غنی بسوزد برتر می‌نماید.

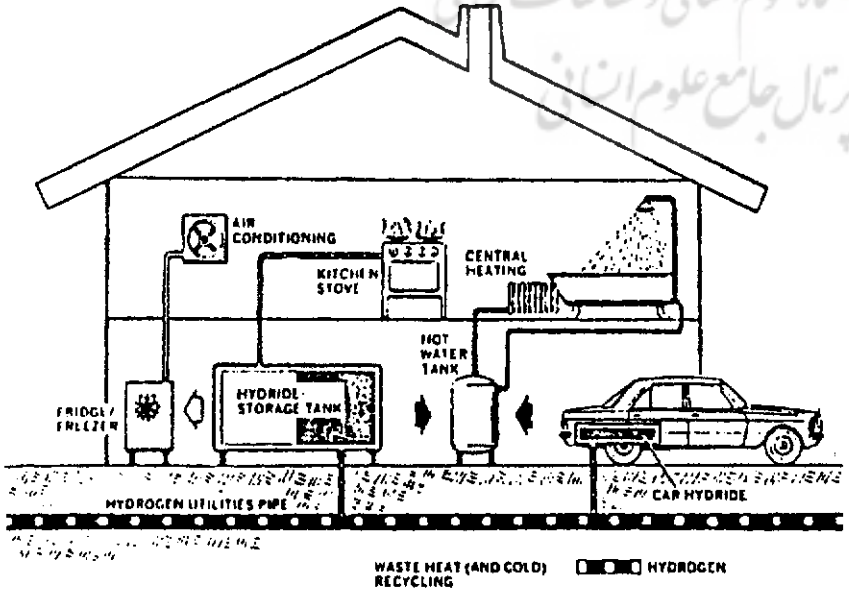
علاوه بر بازده بالاتر هیدروژن در موتورهای درون سوز نسبت به سوخت‌های فسیلی، سبکی هیدروژن نسبت به سوخت جت، چشم‌انداز استفاده از آن را به عنوان سوخت در هواپیما روز به روز امیدوار کننده‌تر کرده است. کاهش مصرف انرژی در هواپیماهای مسافر بری به ۱۹ درصد و می‌رسد. شکل (۵) یک سیستم انرژی هیدروژن – هیدرور خانگی را نشان داده است.



شکل ۴ـ طرح یک مشعل اتمسفری هیدروژن

آلودگی و ایمنی

درمقایسه هیدروژن و سایر سوخت‌ها، تردیدی باقی نمی‌ماند که هیدروژن یکی از تمیزترین و ایمن‌ترین سوخت‌هاست. موتورهای با سوخت هیدروژن به طرح‌های مربوط به کنترل آلودگی نیاز ندارند چراکه محصول احتراق آنها بخار آب است که خطری برای لایه ازن ندارد در مقابل، از نقایص عمده سوخت‌های فسیلی، آلودگی‌زایی محصولات احتراق آن‌هاست. سالانه میلیون‌ها تن NO_X,SO_2 ,CO ,CO_2 دوده و خاکستر از این طریق وارد اتمسفر می‌شود اما محصول احتراق هیدروژن یعنی بخار آب، سمی و آلودگی زا نیست. تنفس آن نیز ضرری ندارد و همین مساله استفاده از آن را در مصارف خانگی مناسب می‌سازد.



شکل ۵ ـ سیستم انرژی هیدروژن – هیدرور خانگی

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

از نظر مسایل ایمنی نیز، آتش هیدروژن خطر کمتری از آتش سوخت‌های فسیلی دارد،چرا که درخشش شعله و تشعشع حرارتی آن کمتر است و بنابراین اشیایی که بسیار نزدیک شعله سوخت‌های فسیلی باشند به شدت می‌سوزند و صدمه می‌بینند. دمای شروع احتراق هیدروژن نیز بالاست. درمورد هیدروژن تنها یک مساله وجود دارد. هیدروژن عنصری سبک است و به همین خاطر بسیار ساده‌تر و سریع‌تر از بنزین و گاز طبیعی نشت می‌کند گر چه پیشرفت فن‌آوری در زمینه سیستم انرژی هیدروژنی روز به روز بشر را به احاطه کامل بر این سیستم نو رهنمون می‌شود.

نتیجه‌گیری

با توجه به وضعیت و موقعیت سوخت‌های فسیلی و مسایل و مشکلاتی که در زمینه مصرف این نوع سوخت‌ها وجود دارد، بدون تردید در آینده‌ای نه چندان دور تحول چشمگیری در عرصه شناخت و مصرف آنها بروز خواهد کرد. بسیاری از محققین بر این باور هستند که سیستم انرژی هیدروژنی به خوبی می‌تواند حلقه اتصال منابع جدید انرژی و مراکز مصرف را تشکیل دهد. دامنه استفاده از این سیستم به مصارف صنعتی محدود نمی‌ماند و از هم اکنون زمینه‌های متعددی رادر مصارف شهری و خانگی نظیر تولید الکتریسیته، تهویه مطبوع، پمپاژ آب، پخت و پز وسایل نقلیه و... در حوزه نفوذ خود در آورده است. گر چه هنوز محدودیت‌هایی در بکارگیری فراگیر این سیستم وجود دارد اما پیشرفت فن‌آوری درباره انرژی هیدروژنی روز به روز بشر را به احاطه کامل بر این سیستم رهنمون خواهد شد.

مراجع:

۱- "4 th. International Conference Of Hydrogen & Materials, "China, 1988.

۲- T.N Veziroglu, "International Jornal Of Hydrogen & Energy :, Vol. 12, No. 2,1987

۳- H.Wenzl, "International Metals Reviews", Vol 27, No 3,1982.

۴- C.Marchetti, "International Journal Of Hydrogen & Energy".Vol 12, No 2, 1987.

■

بقیه از صفحهٔ ۳۱

دارای منابع طبیعی نفت خام سنگین وترش هستند و از سوی دیگر سرمایه‌گذاری خارجی در این کشورها به دلیل ارسال علایم گیج‌کننده متوقف مانده است. جایگاه عربستان ما بین این دو گروه است. این کشور دارای پتانسیل‌هایی برای تولید نفت خام سبک و شیرین بیشتری است. در حقیقت جای شگفتی نخواهد داشت، اگر ظرف پنج سال آینده شاهد تغییرات در نوع و کیفیت نفت خام‌های تولید شده توسط عربستان باشیم.

موضوع دیگری که ممکن است ذکر آن حائز اهمیت باشد، مساله ادغام عمودی است؛ به این ترتیب هنگامی که محتمل‌ترین راه برای نزدیک کردن دو سیستم قیمت‌گذاری به یکدیگر سرمایه‌گذاری در بخش پالایش محسوب می‌شود، ممکن است به نفع کشورهای عضو اوپک باشد که در بخش پایین دستی صنعت نفت سرمایه‌گذاری کنند.

در نتیجه، از سودهای کوتاه‌مدت بهره ببرند و در ضمن، نفت‌خام‌های سنگین و ترش خود را ارزانتر از نفت خام‌های شاخص شیرین نفروشند. روزی که چنین شود، اوپک عملکرد مؤثرتری خواهد داشت.

نظریه کارشناسی

به دلیل آنکه شاخص سبد اوپک تمایل به نفت‌خام‌های سبک دارد، در زمان افزایش قیمت سبد لزوماً کلیه نفت‌خام‌های کشورهای عضو به یک نسبت افزایش نمی‌یابند و بالعکس تأثیر شرایط کاهش قیمت نیز بر اعضا متفاوت است، در نتیجه افزایش یا کاهش درآمدها، کشورهای عضو را با درجات متفاوتی متأثر می‌کند.

در شرایط کاهش تولید اوپک عمدتاً اختلاف قیمت نفت‌خام‌ها دستخوش تغییرات می‌شود زیرا کشورهای عضو اوپک سعی می‌کنند از سطح تولید نامرغوب‌ترین نفت خود بکاهند در نتیجه اختلاف قیمت معمولی نفت‌خام‌های سبک و سنگین - شیرین و ترش دستخوش تغییرات می‌شود بنابراین چنانچه اوپک بتواند در شرایط کاهش تولید، کیفیت کاهش تولید را نیز هدایت کند، از آشفتگی در اختلاف قیمت نفت‌خام‌های سبک و سنگین جلوگیری خواهد شد و با اینکه اوپک با هدف بهره‌برداری از دیفرانسیل قیمت‌های کمیت و کیفیت تولید خود را هدایت کند.

پی‌نوشت:

۱-Reference Price

۲-Target Price

۳- نحوه طبقه‌بندی گروه‌های کیفی در تمام نقاط جهان یکسان نیست، ولی طبقه بندی به کارگرفته شده در این مقاله دارای این مشخصات است: نفت خام شیرین دارای کمتر از ۰/۸ درصد وزنی سولفور است. هر نفت خامی که بیش از ۰/۸ درصد از وزن آن را سولفور تشکیل دهد، ترش محسوب می‌شود. میعانات گازی عموماً دارای API ۶۰ درجه و یا بالاتر هستند. API نفت سبک ۳۵ الی ۵۹ درجه، نفت متوسط معادل ۳۱ الی ۳۴ درجه و نفت سنگین معادل ۲۱ الی ۳۰ درجه است. نفت فوق سنگین دارای API کمتر و یا معادل ۲۰ درجه است.

۴-USGC =United States Gulf Coast

۵-Marginal Quality Economics

۶-Quality Premium

۷-Auto Oil Air Quality Improvement Research Program-Volume III

(این برنامه ۹ کشور اتحادیه اروپایی EU را در بر می‌گیرد. نسخه نهایی برنامه Auto Oil III در سال ۱۹۹۹ توسط این کشورها برای بهبود وضعیت سوخت در بخش حمل و نقل و کاهش میزان تولید آلاینده‌ها توسط خودروها تدوین و پس از برگزاری چند نشست اجرای مفاد آن در این کشورها لازم‌الاجرا شد.

۸-Phase II of Reformulated Gasoline

۹-Hybrid

منبع:

بولتن شماره ۴۲ تحولات بازار نفت - موسسه مطالعات بین‌المللی انرژی

■