



چشم انداز منابع غیر متعارف در سبد جهانی انرژی

عبداله یونس آرا • کارشناس ارشد اقتصاد انرژی

مقدمه

توسعه منابع غیر متعارف نفت و گاز در سال‌های اخیر، تحولات عظیمی را در ابعاد مختلف صنعت نفت ایجاد کرده است. تغییر بازیگران عمده بازارهای جهانی این حامل‌های انرژی، تغییر جغرافیای تولیدات جهانی و تبعات سیاسی و اقتصادی حاصل از آن، بخشی از نتایج این تحولات در سطح بین‌المللی بوده است. اما موضوع عمده‌ی قابل توجه، به خصوص برای صادرکنندگان سنتی نفت و گاز به بازارهای جهانی که بخش مهمی از بازارهای خود در منطقه آمریکای شمالی را از دست داده و این روزها با تهدید رقابت از جانب نفت و گاز تولیدی از سوی ایالات متحده در بازارهای جهانی مواجه هستند، بازه زمانی است که طی آن اثرات تغییرات اخیر تداوم خواهد یافت؛ به این مفهوم که سهم و اثرگذاری تولیدات نفت و گاز از منابع غیر متعارف در بازارهای جهانی تا چه میزان و چه زمانی ادامه خواهد یافت.

منابع غیر متعارف نفت و گاز

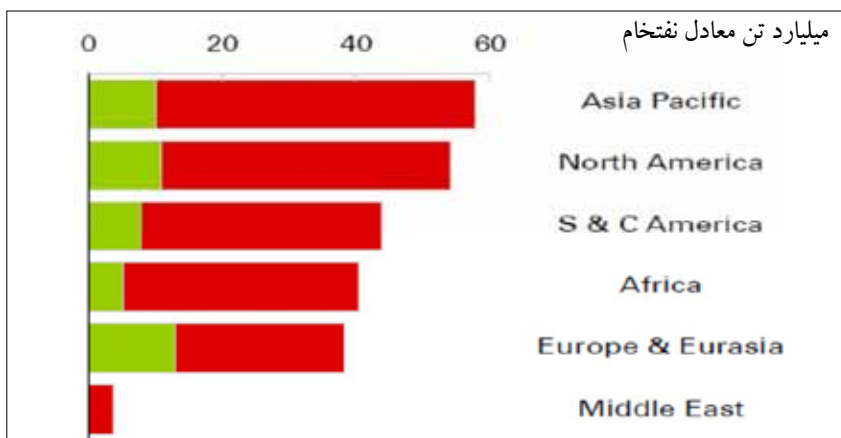
منابع غیر متعارف در یک تعریف عمومی شامل شیل‌های نفتی و گازی، ماسه‌سنگ‌های گازی، زغال‌سنگ محتوی متان، ماسه‌های نفتی و نفت‌های سنگین و فوق سنگین است که در مخازن دارای نفوذپذیری پایین با استفاده از حفاری افقی و شکست هیدرولیکی تولید می‌شوند. شیل نفتی^۱ سنگ رسوبی بسیار ریزدانه دارای مقداری مواد آلی^۲ است. شیل نفتی در واقع محتوی نفت نیست، بلکه از مواد

چاه به منظور ایجاد شکاف‌هایی در سنگ مخزن است. دانه‌های شن، شکاف‌ها را باز نگه داشته و امکان تداوم جریان نفت را می‌دهند. نفت تولیدی از این روش پس از خروج از چاه بدون فرآورش اولیه قابل انتقال به پالایشگاه خواهد بود. ایالات متحده بزرگ‌ترین تولیدکننده نفت خام‌های فشرده بوده و ساختارهای اصلی این نفت خام‌ها در شیل‌های بیکن^۸، بارنت^۹ و ایگل فورد^{۱۰} واقع شده است.

نفت خام‌های شیل جوان‌تر از ساختارهای شیل دارای نفت خام‌های فشرده هستند. این ساختارها دارای مواد ارگانیک غنی از هیدروژن بوده که به اسم کروژن شناخته می‌شوند. مواد مزبور پس از استخراج از زمین مستقیماً قابل احتراق است (مثلاً در نیروگاه‌های برق). ضمن اینکه امکان فرآورش و تبدیل به منظور تولید نفت شیل و سایر فرآورده‌های مفید را دارد. تبدیلات مزبور عمدتاً شامل فرایند کراکینگ است که در مرحله‌ی نخست، کروژن را برای

هیدروکربن مومی مانند به نام کروژن تشکیل یافته که معمولاً با عملیات شیمیایی پیرولیز^۳ به مواد نفتی تبدیل می‌شود. با افزایش دما به حدود ۴۸۰ درجه سانتی‌گراد، ترکیب جامد مزبور که مشتمل بر مخلوطی از مواد کربنی است، به هیدروکربن و پسماند کربنی تجزیه شده و پس از سرد شدن، هیدروکربن‌ها به شیل نفتی تبدیل می‌شود. منابع غیر متعارف گازی شامل چهار منبع عمده‌ی شن‌های فشرده^۴، متان معادن زغال‌سنگ^۵، شیل گازی^۶ و هیدرات‌های گازی^۷ است.

بر اساس تعاریف فوق، استخراج و تولید از منابع غیر متعارف نیازمند عملیاتی بیش از حفر چاه و دسترسی به منابع و انتقال آنها به پالایشگاه است. منابع مزبور معمولاً قبل از انتقال به پالایشگاه، نیازمند فرآورش اولیه‌ی مختلف و متفاوت بسته به نوع منابع هستند. تولید نفت خام از منابع شیل مستلزم پمپاژ مخلوطی از آب، مواد شیمیایی و سایر اجزا (عمدتاً شن) با فشار بالا به داخل



۱ | توزیع جغرافیایی ذخایر نفت و گازهای غیر متعارف در سطح جهانی [۲]

بزرگ‌ترین ذخایر شن‌های نفتی جهان هستند.

عموماً در مطالعات انجام شده در سال‌های اخیر در خصوص منابع غیرمتعارف، تمرکز اصلی بر روی دو حامل انرژی اصلی این منابع یعنی نفت‌خام‌های فشرده و شیل‌های گازی است.

بر اساس گزارش اداره اطلاعات انرژی آمریکا، ۱۳۷ سازند شیل در ۴۲ کشور جهان ۱۰ درصد از ذخایر نفت قابل استحصال جهان را با فناوری‌های موجود در خود جای داده‌اند [۱]، در حالی که ایالات متحده، عنوان بزرگ‌ترین تولید کننده از منابع مزبور را به خود اختصاص داده است. نیمی از ذخایر جهانی حامل‌های انرژی مورد اشاره، در روسیه، چین، آرژانتین و لیبی متمرکز شده است. ذخایر منابع غیرمتعارف (به‌طور کلی) به تفکیک مناطق پنجگانه جغرافیایی در شکل ۱- نشان داده شده است.

مشوق تولیدات جدید

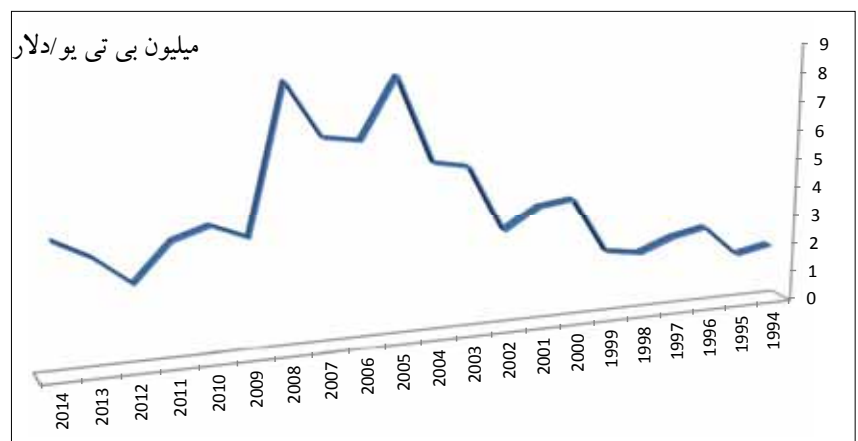
هرچند تولید از منابع غیر متعارف در دهه‌های گذشته در مناطق مختلف اتفاق افتاده، با این حال، روند اخیر افزایش تولید مبتنی بر تحولاتی اساسی در حوزه قیمت‌های نفت و گاز در دهه‌ی گذشته بوده است.

متوسط قیمت تک محموله گاز در فاصله سال‌های ۱۹۹۵-۱۹۹۹ در ایالات متحده حدود ۲/۲۳ دلار در هر میلیون بی‌تی‌یو بود، اما این رقم در فاصله سال‌های ۲۰۰۴-۲۰۰۰ به ۴/۶۸ دلار در هر میلیون بی‌تی‌یو رسید که رشدی معادل ۱۱۰ درصد را نشان می‌دهد [۳]. همان‌گونه که در شکل ۲- نشان داده شده، قیمت‌ها در دسامبر سال ۲۰۰۵ به ۱۵/۳۸ دلار در هر میلیون بی‌تی‌یو رسیده

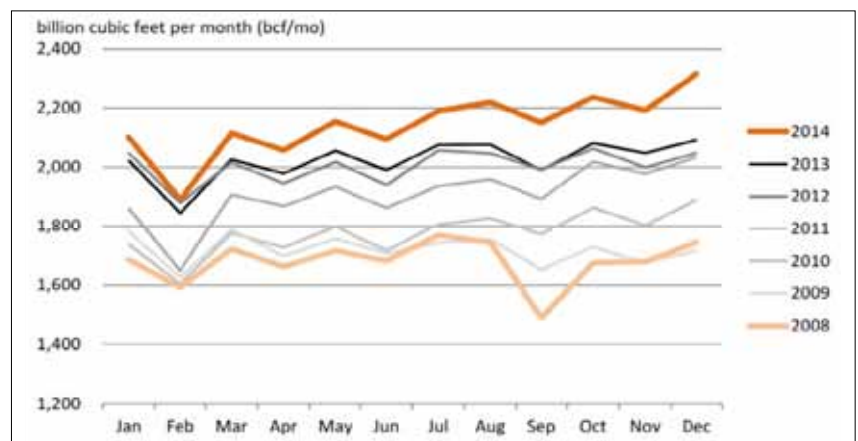
یا به خوراکی با عنوان نفت‌خام سنتتیک^{۱۱} برای انتقال به پالایشگاه‌ها رقیق شود. بزرگ‌ترین ذخایر نفت‌خام سنگین جهان در کمربند اورینوکو^{۱۲} در ونزوئلا و ایالات آلبرتا^{۱۳} و ساسکاچوان^{۱۴} در کانادا قرار دارد. شن‌های نفتی، ترکیبی از قیر طبیعی با گرانیروی نزدیک به صفر، گل، شن و آب است. قیر یا از طریق حفاری سطحی و فرآورش برای ذخایر سطحی و کم‌عمق و یا از طریق فرآورش در محل برای مخازن عمیق‌تر تولید می‌شود. سپس از طریق رقیق‌سازی یا افزایش کیفیت برای انتقال به پالایشگاه آماده می‌شود. ذخایر شن‌های نفتی در آتاباسکا^{۱۵} در آلبرتای کانادا

آزاد کردن هیدروکربن‌ها شکسته و در شکست‌های بعدی فرآورده‌های سبک‌تر تولید می‌کند.

نفت‌خام سنگین و فوق‌سنگین دارای گرانیروی بسیار بالا هستند. نفت‌خام سنگین دارای گرانیروی تا ۲۲ درجه API بوده و نفت‌خام فوق‌سنگین دارای گرانیروی کمتر از ۱۰ درجه API است. بخشی از این منابع می‌تواند به صورت سرد با استفاده از حفاری افقی و پمپاژ تولید شود، اما برای نرخ‌های بیشتر تولید، فرآورش حرارتی ضروری است. نفت‌خام فوق‌سنگین باید از طریق مخلوط کردن آن با میعانات گازی، نفت‌خام‌های سبک‌تر و یا نفتا رقیق شده و



شکل ۲ | روند تغییرات قیمت گاز تک‌محموله در منطقه آمریکای شمالی طی سال‌های ۱۹۹۴-۲۰۱۴ [۴]



شکل ۳ | روند تغییرات تولید گاز شیل در ایالات متحده آمریکا طی سال‌های ۲۰۰۸-۲۰۱۴ [۵]



اما به طور متوسط تا جولای ۲۰۰۸ همچنان در سطوح بالایی قرار داشته است. هم‌زمان با رشد قیمت‌ها، متوسط واردات گاز این کشور نیز در فاصله سال‌های مورد اشاره افزایش یافته است. این رقم در فاصله سال‌های ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۰ به میزان ۳۲ درصد و بین سال‌های ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۷ به میزان ۴۱ درصد بوده است.

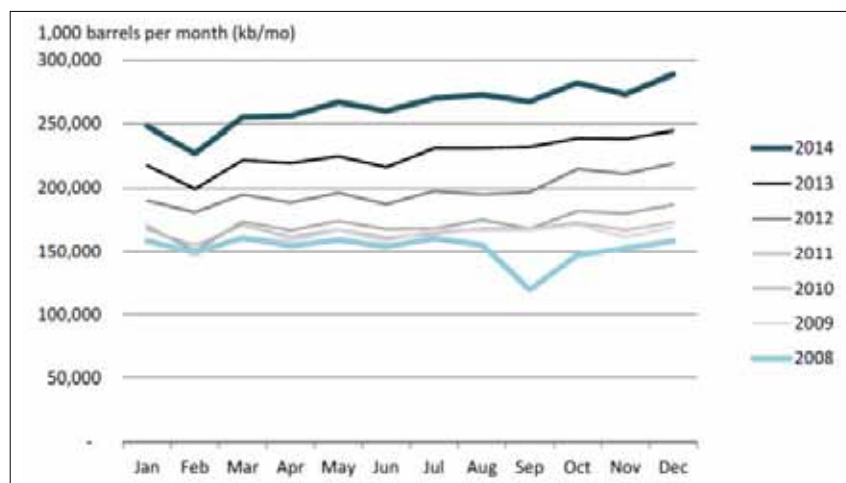
رشد روزافزون واردات گاز طبیعی، فعالان بخش بالادستی را به فکر بهره‌برداری از منابع گاز شیل انداخت. توسعه و تولید از این منابع در ابتدا هزینه‌های بسیار بالایی داشت، اما هزینه‌ها کاملاً با هزینه‌های واردات گاز از منابع خارجی به‌ویژه گاز طبیعی مایع (ال‌ان‌جی) قابل رقابت بود که حداقل نیاز به توسعه ظرفیت تأسیسات واردات ال‌ان‌جی داشتند. به‌منظور تأمین نیاز روزافزون وارداتی به گاز طبیعی، ۵۰ پروژه جدید برای تأسیسات واردات ال‌ان‌جی پیشنهاد شده بود. اداره اطلاعات انرژی آمریکا برای نخستین بار در سال ۲۰۰۷ تولید گاز از منابع شیل را به میزان ۷ درصد از مجموع تولید گاز ایالات متحده در همان سال ثبت کرد. در سال ۲۰۱۳ تولید شیل گاز حدود ۴۰ درصد از کل تولید گاز ایالات متحده را تشکیل داده است [۳].

در عین حال، قراردادهای عمده واردات ال‌ان‌جی این کشور از مبادی مختلف نیز متوقف شده و هم‌اکنون شرکت‌های مهندسی در حال طراحی مکانیزم‌هایی برای تبدیل این واحدها به واحدهای صادراتی هستند. روند رشد تولید گاز ایالات متحده طی سال‌های ۲۰۰۸-۲۰۱۴ در شکل ۳- نشان داده شده است.

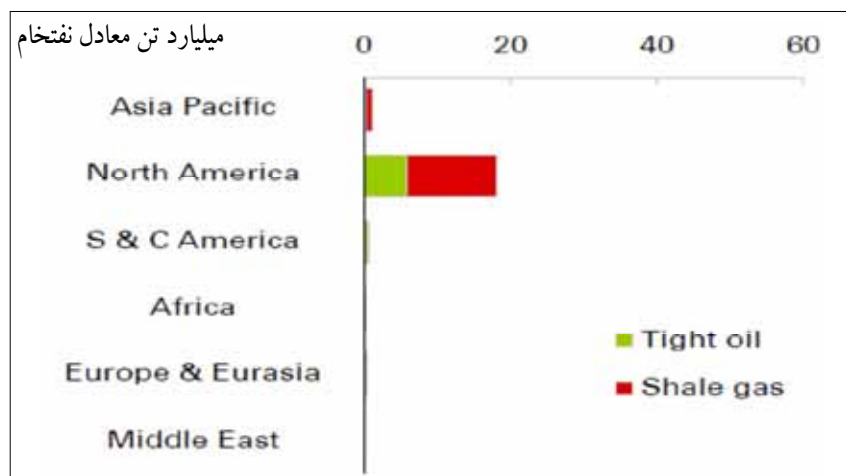
هم‌زمان با تولید گاز طبیعی و به‌موازات کاهش تدریجی قیمت گاز، شرکت‌های تولیدکننده تمرکز خود را بر افزایش تولید مایعات گازی^{۱۶} قرار دادند. به این ترتیب



شکل ۴ | مقایسه تغییرات قیمت‌های نفت خام، مایعات گازی و گاز در ایالات متحده طی سال‌های ۲۰۱۰-۲۰۱۴ [۴]



شکل ۵ | مقایسه تولید ماهانه نفت خام ایالات متحده طی ماه‌های مختلف سال‌های ۲۰۰۸-۲۰۱۴ [۵]



شکل ۶ | چشم‌انداز تولید جهانی نفت فشرده و گاز شیل تا سال ۲۰۳۵ [۶]

برآوردهای موجود نشان می‌دهد تداوم این شرایط با فرض تداوم سطح کنونی فناوری مورد استفاده در استخراج و تولید از منابع غیرمتعارف، می‌تواند چشم‌انداز نقش این حامل‌های انرژی را در سبد انرژی مصرفی جهانی با تردیدهایی روبه‌رو سازد. بر اساس گزارش‌های ارائه شده طی ماه‌های اخیر، حداقل ۴۰ شرکت فعال در توسعه بالادستی منابع غیرمتعارف در ایالات متحده اعلام ورشکستگی کرده‌اند و در نتیجه‌ی تداوم شرایط بازار، ۲۵۰ هزار فرصت شغلی در این بخش تنها در ایالات متحده از میان رفته است. در شرایطی که به نظر می‌رسد برخی تولیدکنندگان سنتی بازار، کمربندهای خود را برای بیرون راندن تولیدکنندگان غیرمتعارف به عنوان تازه واردهای بازار نفت و گاز محکم بسته‌اند، اما تنها راه تداوم حیات فعالان حوزه غیرمتعارف، تداوم ارتقای تکنولوژی با هدف کاهش هزینه‌های تولید و افزایش رقابت‌پذیری این حامل‌های انرژی با رقبای سنتی خود به خصوص در خاورمیانه و روسیه است. ■

مطالعات انجام شده، تولید انرژی اولیه تا سال ۲۰۳۵ به رشدی متوسط معادل ۱/۴ درصد در سال می‌رسد که در این میان، منابع انرژی تجدیدپذیر، شیل‌گازها و نفت خام فشرده و سایر منابع جدید انرژی دارای رشد سالانه‌ای معادل ۶ درصد خواهند بود. منابع انرژی مزبور تا سال ۲۰۳۵ سهمی معادل ۴۵ درصد از افزایش در تولید انرژی را به خود اختصاص خواهند داد. توزیع تولید تا سال ۲۰۳۵ از منابع غیر متعارف بر حسب مناطق پنجگانه‌ی جغرافیایی در شکل ۶- نشان داده شده است.

تحولات قیمتی

افت اخیر قیمت نفت در ماه‌های اخیر در بازارهای جهانی موجب شده است تا چشم‌انداز فعالیت‌های بازیگران منابع غیرمتعارف به‌ویژه در منطقه آمریکای شمالی با ابهامات جدی مواجه شود.

هرچند هنوز مطالعات جامعی در خصوص ارزیابی اثرات تداوم قیمت‌های پایین نفت بر تولیدکنندگان منابع غیرمتعارف صورت نگرفته است، اما

و با هدف تأمین هزینه‌های تولید و ایجاد تراز منطقی در صورت‌های مالی عملیات تولید، تمرکز تولید بر مناطق و نواحی‌ای که بیشتر دارای گاز مرطوب (گاز دارای NGL بیشتر) است، قرار گرفت. همچنین برخی شرکت‌ها در پرتفولیوی تولید خود سهم بیشتری را به تولید نفت از ذخایر نفت فشرده اختصاص دادند تا تجربه تولید از ذخایر شیل‌گاز را به صورت سودآورتری مورد استفاده قرار دهند و نهایتاً شرایط به‌گونه‌ای پیش رفت که گاز خشک که در ابتدا اصلی‌ترین هدف تولید از ذخایر غیرمتعارف بود، به فرآورده‌ی جانبی تولید نفت شیل و گاز مرطوب تبدیل شد (شکل ۴-).

به موازات این تحولات، تولید از منابع نفت فشرده (Tight Oil) نیز روند فزاینده‌ای را شاهد بوده است (شکل ۵-).

چشم‌انداز تولید از منابع غیرمتعارف

تولید از منابع غیرمتعارف در قالب مجموع تحولات تولید انرژی در سبد جهانی انرژی مصرفی قابل بررسی است. بر اساس

پانویس‌ها

1. Oil Shale
2. Kerogen
3. Pyrolyse
4. Tight Sands
5. Coalbed Methane
6. Gas Shale
7. Gas Hydrate
8. Bakken

9. Barnett
1. Eagle Ford
11. Synthetic
12. Orinoco Belt
13. Alberta
14. Saskatchewan
15. Athabasca
16. NGL

منابع

- | | |
|--|--|
| [1] Unconventional Oil , World Petroleum Council, 2015 | [4] BP Statistical Review of World Energy 2015, Natural Gas Prices |
| [2] BP Energy Outlook 2035, Feb 2015 | [5] US Energy Information Administration, eia.doe.gov |
| [3] An Overview of Unconventional Oil and Natural Gas: Resources and Federal Actions, Michael Ratner, April 22, 2015 | [6] Stung by Low Oil Prices, BP Will Cut 4,000 Jobs, NewYorkTimes, Jan12, 2016 |