

تولید منابع غیرمتعارف گازی در آمریکا و به محاق رفتن اقتصاد پروژه‌های صادرات گاز طبیعی



علی خواجوی

معاونت برنامه‌ریزی وزارت نفت

به عبارت دیگر، نفت غیرمتعارف عبارت از نفتی است که با استفاده از روش‌های غیرمعمول در مقایسه با چاه‌های نفتی دیگر، تولید و یا استخراج می‌شوند. تولید از منابع نفتی غیرمتعارف نسبت به منابع نفتی متعارف معمولاً با راندمان پایین‌تری صورت می‌پذیرد. منابع غیرمتعارف در جهان عبارت از شیل نفتی، ماسه نفتی، مایعات تولیدی از زغال‌سنگ، مایعات تولیدی از بایومس و مایعات حاصل از فرآیند شیمیایی گاز طبیعی می‌باشند. مهم‌ترین منابع نفت غیرمتعارف موجود در جهان عبارتند از: شن‌های آغشته به نفت کانادا، مخازن نفت فوق سنگین^۲ و رسوبات قیری^۳ ونزوئلا.

در همین حال، در سال گذشته تولید گاز از شیل‌های گازی^۴ در آمریکا حدود ۸۰ میلیارد متر مکعب اعلام شده است که این میزان برابر تولید از این منابع در سال ۲۰۰۰ می‌باشد. افزایش تولید از این منابع، سبب کاهش شدید واردات گاز طبیعی آمریکا در طی سال‌های گذشته شده به طوری که میزان واردات گاز طبیعی آمریکا با ۱۸ درصد کاهش، از ۱۳۰ میلیارد متر مکعب در سال ۲۰۰۷ به ۱۰۶ میلیارد متر

استفاده از منابع غیرمتعارف نفت و گاز در جهان طی دو سال گذشته سبب ایجاد تحولاتی شگرف در بازارهای جهانی نفت و گاز شده است. اجرای پروژه‌های متعدد در «کمبرند اورینوکو» جهت تبدیل نفت خام فوق سنگین ونزوئلا به نفت خام سبک که تا پیش از این جزء منابع غیرمتعارف محسوب می‌شدند و تولید بیش از ۴۰۰ هزار بشکه در روز از این میدان، سبب شد تا اخیراً در بولتن آماری اوپک، ذخایر این میدان نیز در زمره ذخایر قابل استحصال ونزوئلا محسوب گردند و لذا این کشور با در اختیار داشتن ۱۷۲/۳ میلیارد بشکه، جایگاه دوم ذخایر نفت خام را در میان کشورهای عضو اوپک از آن خود کند و جایگاه دومی ایران با ۱۳۷/۶ میلیارد بشکه به مقام سوم تنزل یابد.

در واقع منابع نفتی غیرمتعارف به نفت‌هایی اطلاق می‌شود که نحوه تشکیل آن‌ها در طبیعت و همچنین روش‌های فرآورش و تصفیه آن‌ها نسبت به نفت‌های معمولی متفاوت می‌باشد.

جدول ۱. واردات گاز به آمریکا طی سال‌های ۹-۲۰۰۵

سال	۲۰۰۵	۲۰۰۶	۲۰۰۷	۲۰۰۸	۲۰۰۹
کل واردات	۱۲۲/۹	۱۱۸/۶	۱۳۰	۱۱۳	۱۰۶
واردات از طریق خط لوله	۱۰۵/۱	۱۰۲	۱۰۹	۱۰۳	۹۳/۳
واردات از طریق ال ان جی	۱۷/۸۸	۱۶/۵۳	۲۱/۸	۹/۹۶	۱۲/۸

منبع: WWW.EIA.DOE.GOV

طبق بررسی‌های انجام شده، پیش‌بینی می‌شود در سال ۲۰۳۰ معادل ۷ درصد از تولید گاز طبیعی جهان از این منابع تأمین گردد.^۸ در برخی دیگر از بررسی‌ها پیش‌بینی شده است که تا سال ۲۰۲۰ بیش از نیمی از تولید گاز منطقه شمال آمریکا از منابع شیلی تأمین گردد.^۹ به‌طوری که سهم تولید گاز آمریکا از شیل‌های گازی از ۴۲ درصد در سال ۲۰۰۷ به ۶۴ درصد در سال ۲۰۲۰ افزایش پیدا خواهد کرد.^{۱۰} مطالعات دانشگاه رایس هم در خصوص پتانسیل آتی تولید از شیل‌های گازی بیان می‌کند که افزایش در تولید این میدان، مانعی جدی در برابر افزایش قیمت‌های صادراتی گاز روسیه و کشورهای حوزه خلیج فارس به اروپا خواهد شد.^{۱۱}

تولید از شیل‌های گازی به دلیل تراوایی بسیار پایین و عدم تحرک سیال در مخزن نیاز به ایجاد شکاف و ترک‌هایی جهت ایجاد حرکت گاز به سمت دیواره چاه دارد. تمایل به تولید و استفاده از این منابع در سال‌های اخیر موجب شده، تکنولوژی‌های نوینی چون روش شکاف‌های هیدرولیکی (Hydraulic Fracturing) برای ایجاد شکاف‌های مصنوعی در نزدیکی دیواره چاه در این میدان بکار گرفته شوند. همچنین استفاده از حفاری افقی (Horizontal Drilling) نیز جهت افزایش سطح تماس مخزن با دیواره چاه در

جدول ۲. میزان و توزیع گازهای غیرمتعارف در جهان

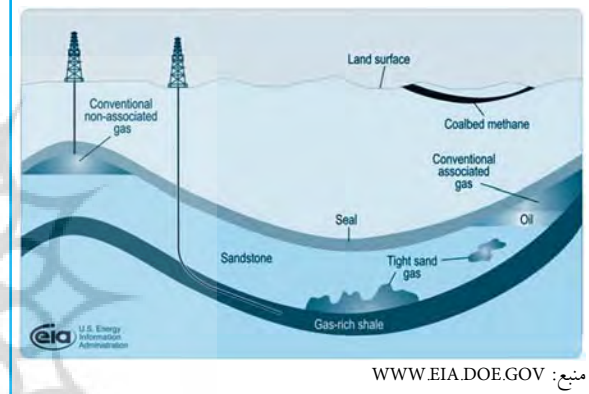
مناطق جغرافیایی	متان حاصل از ذغال سنگ	شیل‌های گازی	مخازن ثابت گاز	کل
آمریکای شمالی	۳۰۱۷	۳۸۴۲	۱۳۷۱	۸۲۲۸
آمریکای لاتین	۳۹	۲۱۱۷	۱۲۹۳	۳۴۴۸
اروپای غربی	۱۵۷	۵۱۰	۳۵۳	۱۰۱۹
اروپای مرکزی و شرقی	۱۱۸	۳۹	۷۸	۲۳۵
فدراسیون روسیه	۳۹۵۷	۶۲۷	۹۰۱	۵۴۸۵
خاورمیانه و شمال آفریقا	۰	۲۵۴۸	۸۲۳	۳۳۷۰
آفریقای مرکزی و جنوبی	۳۹	۲۷۴	۷۸۴	۱۰۹۷
آسیای مرکزی و چین	۱۲۱۵	۳۵۲۸	۳۵۳	۵۰۹۴
آسیا OECD	۴۷۰	۲۳۱۳	۷۰۵	۳۴۸۷
سایر کشورهای آسیا پاسیفیک	۰	۳۱۴	۵۴۹	۸۶۲
آسیای جنوبی	۳۹	۰	۱۹۶	۲۳۵
جهان	۹۰۵۱	۱۶۱۱۲	۷۴۰۶	۳۲۵۶۰

منبع: UNCONVENTIONAL GAS, The University of Texas

مکعب در سال ۲۰۰۹ رسیده است. همچنین واردات LNG آمریکا با ۴۲ درصد کاهش از ۲۱/۸ میلیارد مترمکعب در سال ۲۰۰۷ به ۱۲/۸ میلیارد مترمکعب در سال ۲۰۰۹ رسیده است. (جدول ۱) همان طور که در جدول (۱) مشاهده می‌شود، حدود ۸۸ درصد از گاز وارداتی آمریکا در سال ۲۰۰۹ از طریق خط لوله تأمین شده است. کانادا

و مکزیک صادرکنندگان گاز طبیعی از طریق خط لوله به آمریکا می‌باشند که البته حجم صادرات مکزیک بسیار ناچیز بوده و کانادا به تنهایی معادل ۹۹ درصد از گاز وارداتی از طریق خط لوله به آمریکا را تأمین می‌نماید.

شکل ۱. الگوی شماتیک زمین‌شناسی منابع گازی



منبع: WWW.EIA.DOE.GOV

همچنین سهم و مبادی مختلف صادراتی LNG به آمریکا در سال ۲۰۰۹ عبارتند از: ترینیداد (۵۲/۲ درصد)، مصر (۳۵/۵ درصد)، نروژ (۶/۵ درصد)، نیجریه (۳ درصد) و قطر (۲/۸ درصد). برآوردها

حاکمی از اینست که ۳۲۵۶۰ تریلیون فوت مکعب (TCF) ذخایر غیرمتعارف گاز در جهان وجود دارد که از این میزان ۱۶۱۱۲ تریلیون فوت مکعب (TCF) شیل‌های گازی، ۷۴۰۶ تریلیون فوت مکعب (TCF) مخازن ثابت گاز و ۹۰۵۱ تریلیون فوت مکعب (TCF) متان حاصل از زغال‌سنگ می‌باشد. میزان و توزیع گازهای غیرمتعارف جهان در جدول (۲) آورده شده است. همان طور که مشاهده می‌شود آمریکای شمالی، چین و فدراسیون روسیه بیشترین میزان از ذخایر نامتعارف گازی را در جهان دارا هستند.

شیل‌های گازی یکی از انواع مخازن گازی غیرمتعارف در جهان می‌باشند. سایر منابع گازی غیرمتعارف عبارتند از: متان لایه‌های زغال سنگ، متان هیدرات^۶ و گاز موجود در مخازن تایت.^۷ (شکل ۱)

جدول ۳. قیمت گاز وارداتی به آمریکا طی سال‌های ۲۰۰۴-۲۰۰۹

واحد: دلار در هر میلیون بی‌تی‌یو

سال	۲۰۰۴	۲۰۰۵	۲۰۰۶	۲۰۰۷	۲۰۰۸	۲۰۰۹
میانگین کل	۵/۸۱	۸/۱۲	۶/۸۸	۶/۸۷	۸/۷	۴/۱۹
خط لوله	۵/۸	۸/۰۹	۶/۸۳	۶/۸۳	۸/۵۷	۴/۱۳
مکزیک	۵/۸	۸/۰۹	۶/۸۳	۶/۸۳	۸/۵۸	۴/۱۳
کانادا	---	۸/۴۶	۵/۶۵	۶/۵۵	۷/۶۲	۳/۹۱
LNG	۵/۸۲	۸/۲۶	۷/۱۹	۷/۰۷	۱۰/۰۳	۴/۵۹
الجزایر	۵/۸۲	۸/۸۶	۸/۴۸	۷/۱۷	---	---
استرالیا	۶/۴۷	---	---	---	---	---
مصر	---	۱۰/۸۸	۶/۸	۶/۸۳	۹/۰۱	۳/۹۴
گینه	---	---	---	۶/۳۲	---	---
مالزی	۴/۹۳	۹	---	---	---	---
نیجریه	۶/۲	۱۰/۱۱	۶/۷۸	۷/۰۵	۹/۵۶	۳/۵۶
نروژ	---	---	---	---	۹/۵۶	۴/۴۵
عمان	۵/۵۹	۵/۷۲	---	---	---	---
قطر	۵/۶۸	۵/۹۷	---	۷/۲۶	۱۵/۸۵	۴/۴۷
ترینیداد	۵/۸۴	۷/۶۸	۷/۳۲	۷/۱۴	۱۰/۲۲	۵/۱۲
سایر	۵/۵۲	---	---	---	---	---

منبع: WWW.EIA.DOE.GOV

این میداین کاربرد بسیاری دارد و گاه تا ۳۰۰۰ متر حفاری در راستای جانبی جهت نیل به اهداف تولید صورت می‌پذیرد.

البته تولید از شیل‌های گازی بیش از صد سال است که در حوضه‌های Illinois و Appalachian آمریکا در جریان می‌باشد و از لحاظ اقتصادی نیز این منابع دارای حاشیه سود قابل قبولی می‌باشند. اما افزایش قیمت‌های جهانی گاز طبیعی در سال‌های اخیر موجب گردید، استفاده از روش‌هایی چون شکاف‌های هیدرولیکی و حفاری افقی در این میداین اقتصادی شود و لذا سوددهی تولید گاز از شیل‌های گازی را افزایش دهد، اگرچه هزینه‌های تولید از این میداین هنوز هم نسبت به تولید گاز از مخازن مرسوم بالاتر است.

از آنجایی که توسعه و تولید از میداین غیرمتعارف گازی، نیاز به حفر ده‌ها هزار چاه دارد به‌نظر می‌رسد کمتر کشوری به غیر از آمریکا توان انجام این مهم را داشته باشد. در شکل ۲ توزیع منابع شیل‌های گازی در آمریکا نشان داده شده است.

علاوه بر بحران مالی حاکم بر اقتصاد جهانی که سبب کاهش در تقاضا و لذا افت شدید قیمت‌های گاز طبیعی شده است، افزایش تولید گاز آمریکا از شیل‌های گازی و در نتیجه آن کاهش واردات بزرگترین واردکننده گاز جهان نیز عامل دیگری در این راستا تلقی می‌شود. به‌طوری‌که در جدول (۳) ملاحظه می‌گردد، میانگین قیمت واردات گاز طبیعی آمریکا از طریق خط لوله و LNG در سال ۲۰۰۹ نسبت به سال ۲۰۰۸ معادل ۵۲ درصد کاهش پیدا کرده است. در این میان قیمت‌های LNG معادل ۵۴/۳ درصد و قیمت‌های خط لوله

معادل ۵۱/۸ درصد کاهش داشته است.

در میان کشورهای صادرکننده گاز به آمریکا، بیشترین کاهش در قیمت LNG را کشورهای قطر (۷۱ درصد) و نیجریه (۵۶ درصد) نسبت به سال ۲۰۰۸ دارا بودند. به‌طوری‌که قیمت LNG صادراتی قطر به آمریکا در سال ۲۰۰۸ معادل ۱۵/۸۵ دلار بر میلیون بی‌تی‌یو بوده که در سال ۲۰۰۹ به ۴/۴۷ دلار کاهش پیدا کرده است.

کشور آمریکا علاوه بر این‌که بزرگترین واردکننده گاز جهان می‌باشد، خود یک صادرکننده گاز نیز محسوب می‌گردد. به

طوری‌که آمریکا در سال ۲۰۰۹ معادل ۲۵/۳ میلیارد مترمکعب گاز صادرات داشته که از این میزان حدود ۲۴/۵ میلیارد متر مکعب (معادل ۹۷ درصد) از طریق خط لوله به کشورهای کانادا و مکزیک گاز صادر کرده است. (جدول ۴) بررسی قیمت‌های گاز صادراتی آمریکا نیز نشان‌دهنده این امر است که در سال ۲۰۰۹ بر خلاف سال‌های پیش که اکثراً قیمت LNG صادراتی کمتر از قیمت LNG وارداتی بوده است، در این سال قیمت LNG صادراتی حدود ۳ دلار در هر میلیون بی‌تی‌یو بیشتر از قیمت LNG وارداتی به آمریکا بوده است. (جدول ۵)

مقایسه قیمت‌های جهانی نفت خام و LNG نشان‌دهنده این موضوع می‌باشد که قیمت‌های

شکل ۲. موقعیت جغرافیایی شیل‌های گازی در آمریکا



منبع: WWW.EIA.DOE.GOV

۴۷ درصد افزایش، بیشترین سهم را در راه‌اندازی پروژه‌های جدید خواهد داشت.

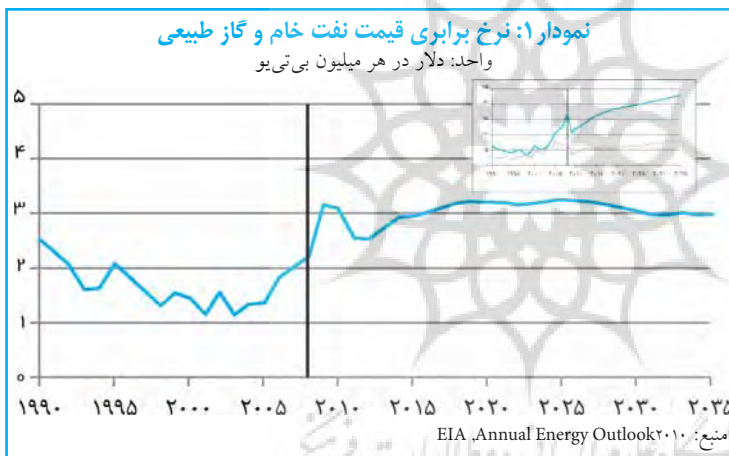
در این میان با توجه به افت قیمت گاز طبیعی در جهان و پیش‌بینی‌ای که از آینده آن توسط منابع مختلف و معتبر جهانی صورت پذیرفته است، اجرای پروژه‌های صادرات گاز و به‌خصوص LNG که با هزینه‌های بسیار به بهره‌برداری می‌رسند، در مناطق مختلف جهان به‌خصوص ایران که هنوز در ابتدای این راه قرار دارد نیاز به بررسی و مطالعات دقیق‌تری خواهد داشت. در واقع این سؤال همچنان پابرجاست که با توجه به گزینه‌های متعدد استفاده از گاز طبیعی در ایران (به‌ویژه تزریق گاز به مخازن

نفتی، تخصیص خوراک به صنایع پتروشیمی با ارزش‌افزوده بالا و تولید برق)، صادرات گاز طبیعی در رتبه چندم اولویت‌های

این دو کالا که طی سال‌های ۱۹۹۰-۲۰۰۵ به سمت برابری پیش می‌رفته است از سال ۲۰۰۵ به این سو با نوساناتی به سمت افزایش

قیمت نفت‌خام حرکت کرده است. به‌طوری که پیش‌بینی‌های انجام شده در افق سال ۲۰۳۵ نیز حکایت از استمرار روند افزایش قیمت‌های جهانی نفت‌خام در برابر LNG دارد. (نمودار ۱)

کاهش تقاضای جهانی گاز طبیعی، افزایش تولید از شیل‌های گازی در کنار افزایش ظرفیت تولید LNG این گمان را تقویت می‌کند که سوددهی پروژه‌های صادرات گاز به‌خصوص پروژه‌های LNG طی ۱۰ تا ۱۵ سال آینده با اما و اگرهای جدی مواجه باشد. طبق برآوردهای انجام شده طی سال‌های ۲۰۰۹-۱۴ معادل ۸۸ میلیون تن، ظرفیت تولید LNG در جهان افزوده خواهد شد و کل ظرفیت تولید LNG



در جهان به ۲۶۹ میلیون تن در سال خواهد رسید. از این میزان قطر با کشور می‌باشد؟ همچنین مطالعه دقیق بازار منطقه‌ای و جهانی گاز

طبیعی جهت رصد نمودن کلیه تحولات و در نظر گرفتن بهترین شرایط برای عقد قراردادهای صادرات گاز ضروری بنظر می‌رسد. ■

پی‌نوشت:

۱. زمین‌شناسی زاگرس، همایون مطیعی
۲. Extra-heavy crude oil
۳. Bitumen deposits
۴. Shale gas reservoir
۵. coalbed methane
۶. methane hydrates
۷. tight reservoir
۸. "Gas At the Crossroads", MEES, Vol LIII No. ۱۵, ۱۲ April ۲۰۱۰
۹. Shaun Polczer, "Shale expected to supply half of North America's gas", Calgary Herald, ۹ April ۲۰۰۹, accessed ۲۷ August ۲۰۰۹
۱۰. http://www.api.org/policy/exploration/hydraulicfracturing/shale_gas.cfm
۱۱. Rice University, News and Media Relations (۸ May ۲۰۰۹): US-Canadian shale could neutralize Russian energy threat to Europeans, accessed ۲۷ May ۲۰۰۹

جدول ۴. میزان صادرات گاز طبیعی آمریکا طی سال‌های ۲۰۰۴-۹

واحد: میلیارد مترمکعب

سال	۲۰۰۴	۲۰۰۵	۲۰۰۶	۲۰۰۷	۲۰۰۸	۲۰۰۹
کل صادرات	۲۰/۱	۱۷/۲	۱۷/۱	۱۹/۴	۲۳/۷	۲۵/۳
خط لوله	۱۸/۷	۱۵/۶	۱۵/۶	۱۸/۳	۲۲/۵	۲۴/۵
کانادا	۹/۳	۸/۴	۸	۱۱/۴	۱۳/۹	۱۶/۵
مکزیک	۹/۴	۷/۲	۷/۶	۶/۹	۸/۶	۸
LNG	۱/۵	۱/۵	۱/۴	۱/۱	۱/۲	۰/۸
کانادا	۰	۰	۰	۰/۰۰۰۰۵	۰	۰
ژاپن	۱/۵	۱/۵	۱/۴	۱/۱	۱/۲	۰/۷
مکزیک	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
روسیه	۰	۰	۰	۰/۰۴	۰	۰

منبع: WWW.EIA.DOE.GOV

جدول ۵. قیمت گاز صادراتی آمریکا طی سال‌های ۲۰۰۴-۹

واحد: دلار در هر میلیون بی‌تی‌یو

سال	۲۰۰۴	۲۰۰۵	۲۰۰۶	۲۰۰۷	۲۰۰۸	۲۰۰۹
میانگین کل	۶/۰۹	۷/۵۹	۶/۸۳	۶/۹۲	۸/۶	۴/۴۷
خط لوله	۶/۱۸	۷/۷۷	۶/۹	۶/۹۶	۸/۶۵	۴/۳۴
کانادا	۶/۴۷	۷/۸	۷/۳۲	۷/۱۷	۸/۸۹	۴/۵۹
مکزیک	۵/۸۹	۷/۷۴	۶/۴۶	۶/۶	۸/۲۵	۳/۸۳
LNG	۴/۹۶	۵/۷۹	۶/۰۲	۶/۲۳	۷/۷۳	۸/۴
کانادا	---	---	---	۱۲/۰۷	---	---
ژاپن	۴/۹۴	۵/۷۷	۶	۵/۹۷	۷/۷۲	۸/۵۹
مکزیک	۸/۱۹	۱۱/۸۷	۱۳/۴	۱۳/۳	۱۲/۷۶	۷/۹۷
روسیه	---	---	---	۱۲/۱۲	---	---

منبع: WWW.EIA.DOE.GOV