



تحولات تکنولوژی در استخراج نفت و اثر آن بر قیمت نفت

تاریخ انتشار: شهریور ماه ۱۳۹۶	دفتر: معاونت پژوهشی، دفتر آمار و پایش اقتصادی	شناسنامه گزارش:
ناظران علمی: -	تهیه و تدوین: فاطمه رفیعی	

چکیده:

مهم‌ترین تحولات تکنولوژی در استخراج نفت و اثر آن بر قیمت نفت به شرح زیر است:

- پیشرفت دانش و بهبود تکنولوژی یکی از دلایل کاهش هزینه‌های تولید است. صنعت نفت نیز از این قاعده مستثنا نبوده و طی سال‌های اخیر بهبودهای فراوان در تکنولوژی استخراج نفت به ویژه در ذخایر شیل، ماسه‌های آغشته به نفت و آب‌های عمیق سبب کاهش نقطه سر به سری تولید از این ذخایر شده است. نقطه سر به سری تولیدات شیل ایالات متحده از ۸۰ دلار در سال ۲۰۱۳ به ۳۴ دلار در سال ۲۰۱۶ کاهش یافته است. هم‌چنین موسسه مطالعات انرژی وود مکنزی^۱ در گزارش اخیر خود اعلام کرد هزینه پروژه‌های گران‌قیمت ۲ نفت در آب‌های عمیق در حدود بیست درصد کاهش یافته است و سرمایه‌گذاری در برخی از این پروژه‌ها در قیمت‌های ۵۰ دلار در هر بشکه می‌تواند سودآور باشد.
- تولید نفت از ذخایر شیل، ماسه‌های آغشته به نفت و آب‌های عمیق در سال ۲۰۱۵ به ترتیب ۴،۹، ۲،۳۵ و ۹،۳ میلیون بشکه در روز بوده که تقریباً ۱۷ درصد از تولید جهانی نفت را به خود اختصاص داده است. با در نظر گرفتن کاهش نقطه سر به سری تولید از این ذخایر پیش‌بینی می‌شود تولید از این میادین تا سال ۲۰۴۰ به ترتیب به ۷،۷ و ۱۰ میلیون بشکه در روز برسد.
- در میان پروژه‌های نفت ذکر شده، شیل‌های نفتی از اهمیت بالایی برخوردارند. تولید نفت شیل در سال ۲۰۱۶، در حدود ۵ درصد از تولید جهانی بوده و عمدتاً در ایالات متحده صورت گرفته است. شاید در نگاه اول سهم ۵ درصدی این تولیدات، باعث این تصور شود که تولید شیل چندان هم زیاد نیست اما در واقع، بازار جهانی نفت تحت تأثیر این میزان کم تولید قرار گرفته است زیرا سبب تغییرات پایدار در این بازار شده است.

^۱ Wood Mackenzie

^۲ منظور، پروژه‌های استخراج نفت از ماسه‌های آغشته به نفت و آب‌های عمیق می‌باشد.



• قبل از وقوع انقلاب شیل در سال ۲۰۱۴، قیمت نفت به شدت تحت تاثیر تصمیمات اوپک بود و کاهش تولید اوپک، افزایش قابل توجه قیمت نفت در بازارهای جهانی را به دنبال داشت. چرا که استخراج نفت، مستلزم سرمایه-گذاری اولیه بسیار بالا و زمان طولانی است. بنابراین در صورت کاهش تولید نفت از سوی یک کشور، کشورهای دیگر نمی‌توانستند به سرعت تولید خود را افزایش دهند و از شرایط افزایش قیمت نفت سود ببرند. به عبارتی چاه‌های نفتی مانند یک خط تولید کارخانه نبود که با افزایش قیمت بتوان به سرعت تولید را افزایش داد.

• با ظهور شیل‌های نفتی، بازار نفت دچار تحول شده است. تولیدکنندگان شیل، شرکت‌های نفتی کوچکی هستند که با هزینه سرمایه‌گذاری پایین، قادرند با افزایش قیمت نفت به بالای نقطه سر به سری تولید آن‌ها، به سرعت، ظرف چند ماه تولید خود را افزایش داده و همچنین در صورت کاهش قیمت نفت به زیر نقطه سر به سری، تولید خود را به سرعت کاهش دهند. در نتیجه اگر تا قبل از ظهور شیل‌های نفت، عربستان سعودی با داشتن ظرفیت خالی خود می‌توانست بازار جهانی نفت را مدیریت کند و به عبارتی تولیدکننده شناور باشد اکنون دیگر شیل‌های نفتی تولیدکننده شناور هستند.

• اگرچه در سمت عرضه نفت، تحولات تکنولوژیکی در راستای کاهش هزینه‌های تمام شده تولید نفت بوده است اما برای به‌دست آوردن تصویری کامل‌تر از بازار انرژی به خصوص نفت می‌بایست تقاضای جهانی نیز در نظر گرفته شود. بر اساس پیش‌بینی شرکت بریتیش پترولیوم که در گزارش "چشم انداز بازار انرژی در سال ۲۰۱۷" منتشر شده است، تولید ناخالص جهان طی ۲۰ سال آینده دو برابر خواهد شد و بیش از دو میلیارد نفر از طبقه درآمدهای پایین خارج خواهند شد. این رونق اقتصادی، افزایش تقاضای جهانی انرژی را در پی خواهد داشت، اما بخش عظیمی از افزایش تقاضا با بهبود سریع کارایی انرژی جبران می‌شود و در نتیجه تقاضای جهانی انرژی تنها ۳۰ درصد افزایش خواهد داشت.

• بنابراین می‌توان گفت اثر برآیند بهبود تکنولوژی در سمت عرضه همزمان با افزایش تولید ناخالص جهان بر قیمت نفت در بلندمدت نامشخص است. پیش‌بینی ۱۸ مؤسسه بین‌المللی از قیمت نفت خام برنت حاکی از آن است که قیمت نفت تا سال ۲۰۲۱ به ۶۲ دلار در هر بشکه خواهد رسید.



۱- تحولات تکنولوژی در استخراج نفت

کاهش قیمت نفت که از میانه سال ۲۰۱۴ شروع شد و تا ابتدای سال ۲۰۱۶ ادامه یافت، سبب شد سرمایه‌گذاری در بالادستی نفت و گاز در سال‌های ۲۰۱۵ و ۲۰۱۶ سالانه ۲۶ درصد کاهش یابد، به طوری که طی این دو سال، ۳۴۵ میلیارد دلار از سرمایه‌گذاری در این حوزه کاسته شده است. با این حال آژانس بین‌المللی انرژی نیز اذعان دارد کاهش هزینه هر واحد سرمایه^۱ (هزینه مورد نیاز برای هر واحد تولید) به خصوص در بالادستی نفت و گاز مهم‌ترین دلیل کاهش کل سرمایه‌گذاری است. براساس محاسبه آژانس، هزینه بالادستی در سال ۲۰۱۶، به میزان ۱۶ درصد کاسته شده است که معادل دو سوم کاهش ۲۵ درصدی در سرمایه‌گذاری است.

به اعتقاد آژانس بین‌المللی انرژی، در بلندمدت صنعت نفت و گاز به سمت کاهش هزینه‌ها و توسعه تکنولوژی و کارایی اجرایی پروژه‌ها در حرکت خواهد بود که کاهش هزینه‌های سرمایه‌ای مورد نیاز و بهبود کارایی عملیاتی شرکت‌های نفت و گاز را می‌توان یک نقطه عطف و تغییر ساختاری برای این صنعت تلقی کرد. در این گزارش تلاش شده است کاهش هزینه‌های سرمایه‌ای به دنبال بهبودهای اخیر در تکنولوژی استخراج نفت بررسی شده و یک تصویر از آینده این بازار ارائه شود.

۱-۱. شیل‌های نفتی و پویایی جدید بازار نفت

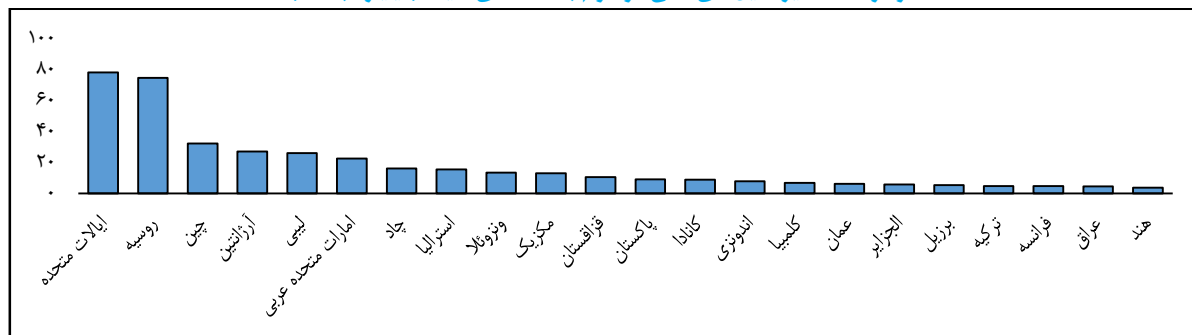
کارتل نفتی اوپک که تقریباً ۴۰ درصد تولید و ۶۰ درصد تجارت جهانی نفت را به خود اختصاص می‌دهد، با یک چالش اساسی رو به رو است و آن، ظهور و قدرت گرفتن تکنولوژی جدیدی برای استخراج نفت از ذخایر شیل‌های نفتی است. شیل‌های نفتی که ذخایری با نفوذپذیری بسیار کم هستند، در بسیاری از نقاط جهان وجود دارند (نمودار ۱) و استخراج از این ذخایر ممکن اما بسیار سخت است.

در طول سال‌های ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۴، که قیمت‌های جهانی نفت بالای ۱۰۰ دلار بود، برخی از شرکت‌های نفتی در ایالات متحده توانستند بانک‌ها را متقاعد کنند که استخراج نفت با هزینه تمام شده حدود ۸۰ دلار هم سودآور است و لذا آن‌ها وارد پروژه پرهزینه استخراج نفت از این ذخایر شدند و با گذشت زمان توانستند بهره‌وری خود را بالا برده و هزینه تمام شده را کاهش دهند. این شرکت‌ها به مرور تولید خود را افزایش دادند تا جایی که بسیاری از تحلیل‌گران یکی از عوامل افت ۵۰ درصدی قیمت نفت طی هشت ماه سال ۲۰۱۴ را به افزایش تولید نفت شیل ایالات متحده نسبت داده‌اند. (نمودار ۲)

^۱ Unit capital cost

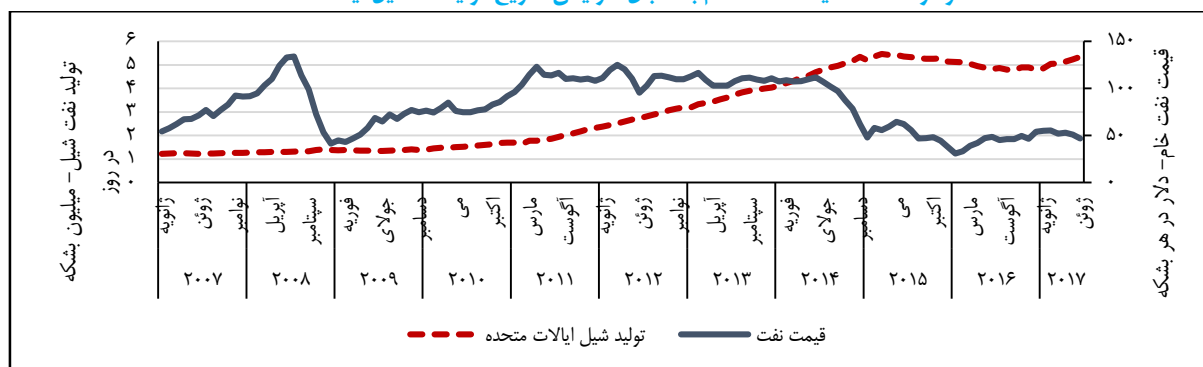


نمودار ۱- ذخایر شیل‌های نفتی موسوم به نفت‌های تایت (میلیارد بشکه)



منبع: اداره اطلاعات انرژی آمریکا

نمودار ۲- افت قیمت نفت خام به دنبال افزایش سریع تولیدات شیل ایالات متحده



منبع: بانک جهانی و اداره اطلاعات انرژی آمریکا

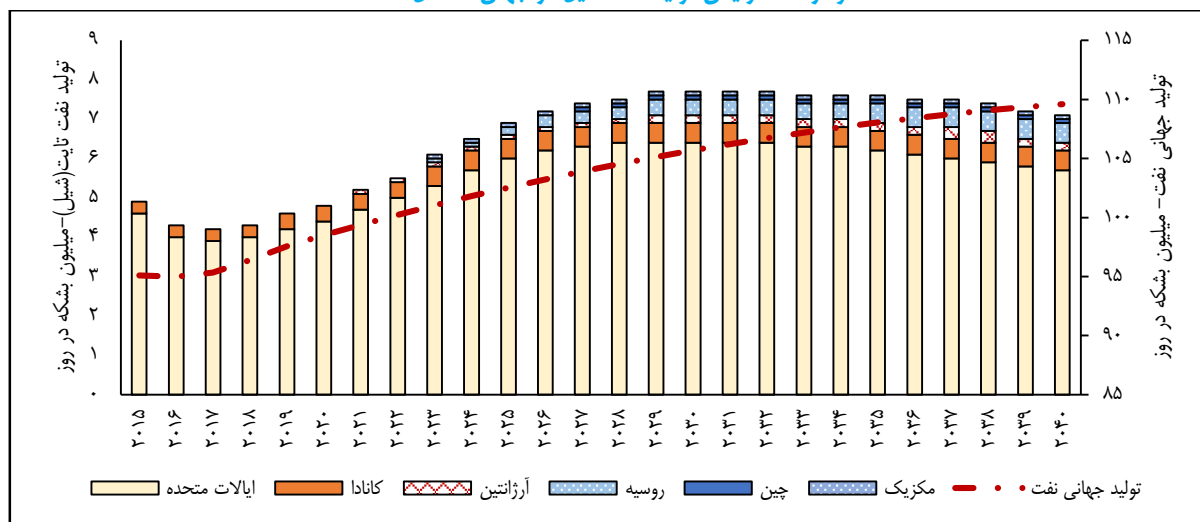
هم اکنون تولید نفت شیل عمدتاً در ایالات متحده صورت می‌گیرد و در حدود ۵ درصد از تولید جهانی را تشکیل می‌دهد. شاید در نگاه اول سهم ۵ درصدی این تولیدات، باعث این تصور شود که تولید شیل چندان هم زیاد نیست اما در واقع، بازار جهانی نفت تحت تأثیر این میزان کم تولید قرار گرفته و تغییرات پایدار در این بازار به وجود آمده است.

استخراج نفت متعارف مستلزم سرمایه‌گذاری اولیه بالا و زمان طولانی بوده و بنابراین به هنگام افزایش قیمت نفت، افزایش تولید در کوتاه‌مدت امکان‌پذیر نمی‌باشد؛ اما با ورود تکنولوژی استخراج نفت از ذخایر شیل‌های نفتی، امکان افزایش تولید نفت در کوتاه‌مدت و ظرف کمتر از یک سال فراهم شده است. در سال‌های گذشته که استخراج نفت شیل دارای توجیه اقتصادی نبود، قیمت نفت در بازار جهانی تحت تأثیر تصمیمات اوپک و کشورهای هم‌چون عربستان بود و کاهش عرضه از سوی این تولیدکنندگان، افزایش قابل توجه قیمت را به دنبال داشت. اما در نوامبر ۲۰۱۶ که اوپک در کنار برخی از کشورهای غیر اوپک تصمیم به کاهش تولید جهانی به میزان ۱,۴ درصد گرفتند، قیمت نفت تنها ۱,۴ درصد افزایش یافت و پس از هفت ماه قیمت دوباره به همان سطح نوامبر ۲۰۱۶ بازگشت. دلیل اصلی کاهش شدت تأثیرپذیری بازار نفت از تصمیمات اوپک، به شیل‌های نفتی نسبت داده می‌شود. چرا که با ظهور شیل‌های نفتی، بازار جهانی این محصول دچار تحول شد. اکنون با افزایش قیمت نفت به بالای نقطه سر به سری آن‌ها، تولیدکنندگان شیل به سرعت، ظرف چند ماه تولید خود را افزایش می‌دهند و همچنین قادر هستند که در صورت کاهش قیمت نفت به زیر نقطه سر به سری، تولید خود را کاهش دهند. به عبارتی اگر تا قبل از ظهور شیل‌های نفتی، عربستان سعودی با داشتن ظرفیت خالی خود می‌توانست بازار جهانی نفت را مدیریت کند و به عبارتی تولیدکننده شناور باشد، اکنون دیگر شیل‌های نفتی تولیدکننده شناور هستند.



اوپک در جدیدترین گزارش خود پیش‌بینی کرده است که تولید نفت شیل در جهان تا سال ۲۰۴۰ به ۷ میلیون بشکه در روز افزایش یابد که ۸۱ درصد آن در ایالات متحده تولید خواهد شد.

نمودار ۳- افزایش تولید نفت شیل در جهان تا سال ۲۰۴۰



منبع: اوپک

۲-۱. تکنولوژی استخراج نفت از ماسه‌های آغشته به نفت و آب‌های عمیق

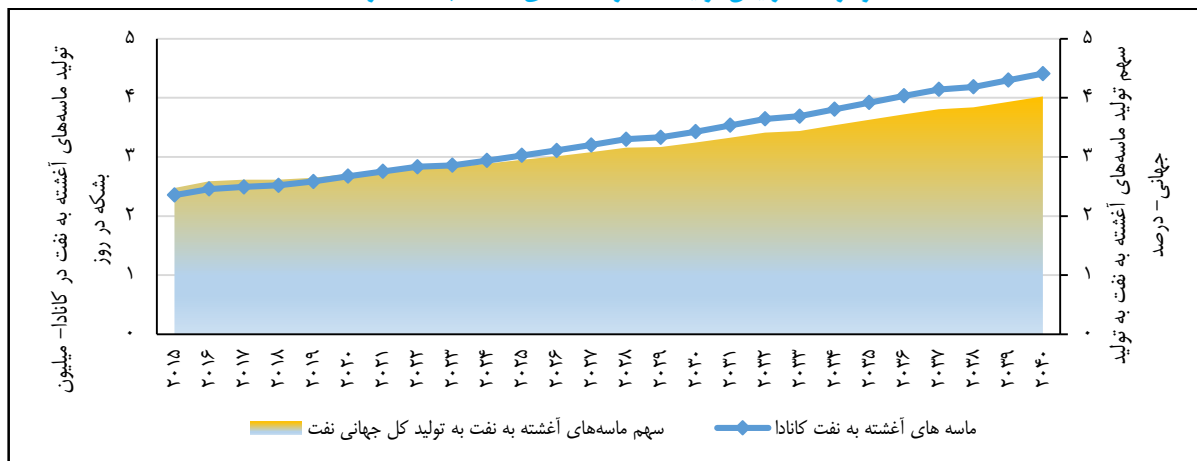
علاوه بر تولیدات شیل، یکی دیگر از انواع نفت غیرمتعارف که تولید آن با هزینه تمام شده بالا صورت می‌گیرد، ماسه‌های آغشته به نفت هستند. در سال ۲۰۱۶، تولید نفت از این ذخایر ۲٫۶ میلیون بشکه در روز بوده است (تقریباً ۲ درصد از تولید جهانی نفت). حجم عظیمی از ذخایر ماسه‌های آغشته به نفت در آلبرتا، کانادا، ونزوئلا و به میزان کمی در روسیه، قزاقستان و ایالات متحده وجود دارد.^۱ هم‌اکنون استخراج از ماسه‌های آغشته به نفت تنها در کشور کانادا صورت می‌گیرد. دو روش برای استخراج نفت از این نوع ذخایر وجود دارد. روش اول همانند بهره‌برداری از معادن معمولی است؛ ماسه‌های آغشته به نفت در نزدیکی سطح زمین قرار دارد که با برداشتن ماسه‌های نفتی از سطح زمین، این ماسه‌ها توسط کامیون به واحدهای جداسازی برده می‌شود و در آنجا نفت از ماسه جدا می‌شود. در سال ۲۰۱۶ هزینه تولید سر به سری نفت در این روش با کاهش ۶ درصدی نسبت به سال گذشته به ۷۰ دلار در هر بشکه رسید. در روش دوم با تزریق بخار به زمین در عمق کمتر از ۱۰۰ متر، نفت استحصال می‌شود که این روش متداول‌تر از روش قبلی بوده و در سال ۲۰۱۶ هزینه سر به سری آن در حدود ۴۳٫۳ دلار برای هر بشکه بوده که ۲۷ درصد نسبت به سال پیش از آن کاهش داشته است. براساس پیش‌بینی اوپک، تولید نفت از ماسه‌های آغشته به نفت در کانادا تا سال ۲۰۴۰، به ۴٫۴ میلیون بشکه در روز خواهد رسید و بر اساس پیش‌بینی شرکت اکسان موبیل^۲، تولید جهانی نفت از ماسه‌های آغشته به نفت تا سال ۲۰۴۰ به ۷ میلیون بشکه در روز خواهد رسید.

^۱ میزان ذخایر ماسه‌های آغشته به نفت کشورهای یادشده بیشتر از کل ذخایر نفت متعارف سایر کشورهای جهان است.

^۲ ExxonMobil



نمودار ۴- افزایش تولید نفت از ماسه‌های آغشته به نفت در کانادا



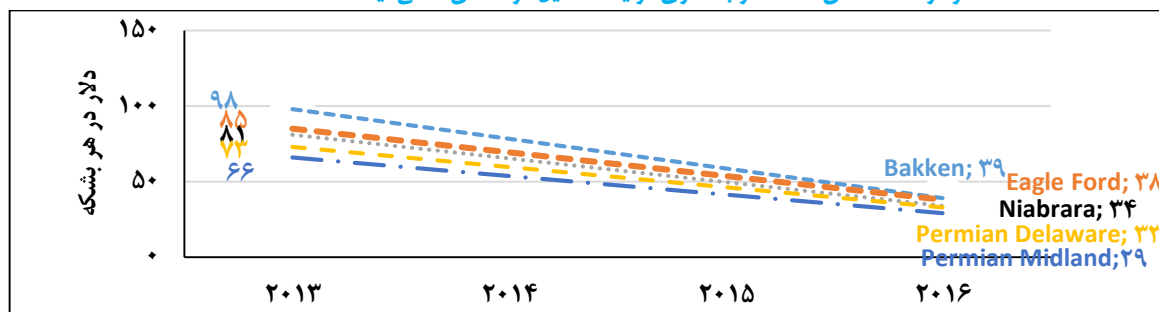
منبع: اوپک

هم‌چنین تولید از آب‌های عمیق و بسیار عمیق^۱ در حال افزایش است، به طوری که در سال ۲۰۱۵ تولید نفت در این مناطق به ۹,۳ میلیون بشکه در روز رسیده است که نسبت به دهه قبل ۲۵ درصد افزایش داشته است. پیشرفت در تکنولوژی حفاری، تجهیزات موقعیت‌یابی دینامیکی و واحدهای تولید و حفاری شناور سبب شده است اهدافی که قبلاً دست‌نیافتی بوده‌اند، در دسترس قرار گیرند. سهم عمده تولید از آب‌های عمیق و بسیار عمیق در برزیل، ایالات متحده آنگولا و نروژ است. موسسه مطالعات انرژی وود مکنزی در گزارش اخیر خود اعلام کرد هزینه‌های پروژه‌های بسیار بزرگ در آب‌های عمیق حدوداً بیست درصد کاهش یافته است و سرمایه‌گذاری در برخی از این پروژه‌ها در قیمت‌های ۵۰ دلار در هر بشکه می‌تواند سودآور باشد و براساس پیش‌بینی شرکت اکسان موبیل تولید جهانی نفت از آب‌های عمیق تا سال ۲۰۴۰ به ۱۰ میلیون بشکه در روز خواهد رسید.

۲. نقطه سر به سری و تاب‌آوری تولیدکنندگان نفت

یکی از متغیرهای کلیدی که تاب‌آوری تولیدکنندگان نفتی را در مقابل کاهش قیمت نفت نشان می‌دهد، "نقطه سر به سری تولید" است. در نمودار ۵، نقطه سر به سری تولیدات شیل ایالات متحده نشان داده شده است که به طور متوسط از ۸۰ دلار در سال ۲۰۱۳ به ۳۴ دلار در سال ۲۰۱۶ کاهش یافته است.

نمودار ۵- کاهش نقطه سر به سری تولیدات شیل در مناطق اصلی ایالات متحده



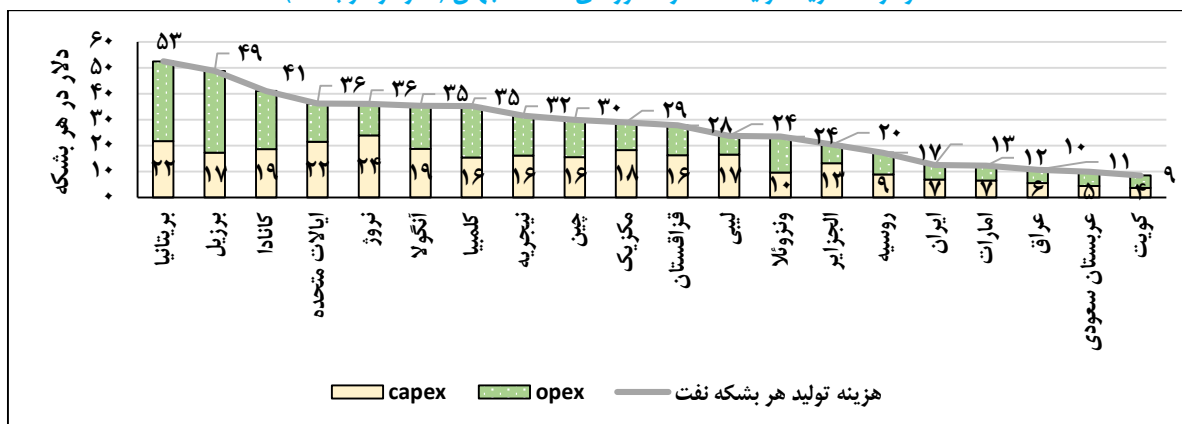
منبع: Rystad Energy

^۱ Deepwater And Ultra Deepwater



در مقابل، تولید نفت در کشورهای نظیر عربستان و روسیه به ترتیب با هزینه تولید ۱۱ و ۲۰ دلار برای هر بشکه امکان پذیر است. بنابراین می توان نتیجه گرفت که این کشورها در تولید نفت مزیت مطلق دارند.

نمودار ۶- هزینه تولید نفت در کشورهای مختلف جهان (دلار در هر بشکه)



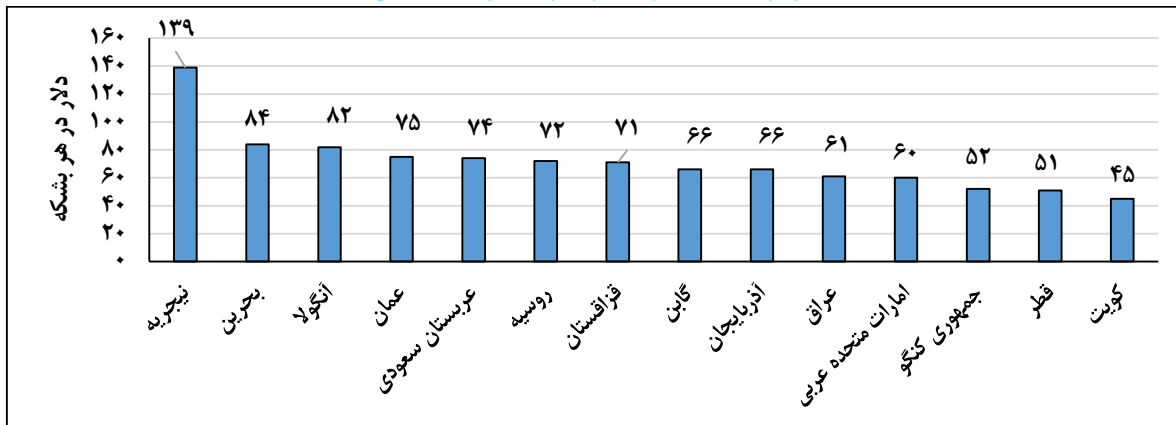
منبع: Rystad Energy

شاید بتوان ادعا کرد که عربستان و روسیه می توانند با داشتن مزیت مطلق در تولید نفت (پایین بودن هزینه تولید) شیل های نفتی را برای مدت طولانی از بازار خارج کنند، اما در این تحلیل یک نکته مغفول مانده است و آن هم این است که تولیدکنندگان شیل شرکت های نفتی کوچک خصوصی هستند که در صورت کاهش قیمت نفت به زیر نقطه سر به سری خود می توانند نیروهای خود را تعدیل کرده و تولید را محدود کنند یا نهایتاً این شرکت ها از بازار خارج می شوند.

در مقابل، دولت های نفتی به استخراج نفت متعارف می پردازند که انعطاف پذیری شیل های نفتی را ندارند، زیرا اگر قیمت ها کاهش یابد، کل اقتصاد آن ها متاثر می شود که اینک به دنبال کاهش قیمت نفت از سال ۲۰۱۴، ذخایر ارزی عربستان از آگوست ۲۰۱۴، تا می ۲۰۱۷ تقریباً ۳۳ درصد افت کرد و رشد اقتصادی آن ها از ۶٫۳ درصد در فصل اول ۲۰۱۴ به ۱٫۲ درصد در فصل چهارم ۲۰۱۶ کاهش یافت. متغیری که در خصوص دولت های نفتی مهم تر از نقطه سر به سری تولید است، "نقطه سر به سری بودجه" آن ها است که میزان تاب آوری دولت های نفتی را در قبال کاهش قیمت نفت نشان می دهد. نمودار زیر پیش بینی موسسه Fitch از نقطه سر به سری بودجه کشورهای نفتی را در سال ۲۰۱۷ نشان می دهد.



نمودار ۷- نقطه سر به سری بودجه دولت‌های نفتی



منبع: Fitch

۳. نتیجه‌گیری و پیشنهادات

با در نظر گرفتن افزایش بهره‌وری و کاهش نقطه سر به سری تولید شیل‌های نفتی، آیا می‌توان ادعا کرد دوران قیمت‌های بالای نفت به سر رسیده است؟ اگرچه در سمت عرضه نفت، تحولات تکنولوژیک در راستای کاهش هزینه‌های تمام شده تولید نفت بوده است، اما برای دستیابی به تصویری کامل‌تر از بازار انرژی به خصوص نفت می‌بایست تقاضای جهانی نیز در نظر گرفته شود. بر اساس پیش‌بینی شرکت بریتیش پترولیوم که در گزارش "چشم‌انداز بازار انرژی در سال ۲۰۱۷" منتشر شده است، تولید ناخالص جهانی در طول ۲۰ سال آینده دو برابر شده و بیش از دو میلیارد نفر از طبقه درآمدهای پایین خارج خواهند شد. گرچه به دنبال این رونق اقتصادی، تقاضای جهانی انرژی افزایش خواهد یافت، اما بخش عظیمی از افزایش تقاضا با بهبود سریع کارایی انرژی جبران می‌شود و در نتیجه تقاضای جهانی انرژی تنها ۳۰ درصد افزایش خواهد داشت. از طرف دیگر، به نقل از شرکت بریتیش پترولیوم، افزایش ۱,۵ میلیاردی جمعیت جهان تا سال ۲۰۳۵، افزایش رشد اقتصادی جهان و دسترسی بیشتر انسان‌ها به انرژی در کشورهای در حال توسعه سبب افزایش تقاضای نفت خواهد بود. بنابراین می‌توان گفت اثر برآیند بهبود کارایی انرژی در کنار افزایش تولید ناخالص جهان بر قیمت نفت در بلندمدت نامشخص است. پیش‌بینی ۱۸ مؤسسه بین‌المللی از قیمت نفت خام برنت حاکی از آن است که قیمت نفت تا سال ۲۰۲۱ به ۶۲ دلار در هر بشکه خواهد رسید. با در نظر گرفتن سهمیه تولید ایران در اوپک و متوسط میزان مصرف نفت خام در سال ۱۳۹۵ پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۲۱ درآمد صادراتی نفت خام ایران به ۴۹,۳ میلیارد دلار برسد.

جدول ۱- پیش‌بینی قیمت نفت خام برنت

۲۰۲۱	۲۰۲۰	۲۰۱۹	۲۰۱۸	۲۰۱۷	
۶۱,۹۴	۶۱,۴۳	۵۸,۲	۵۵,۲	۵۱,۹۲	میانگین قیمت نفت خام برنت-دلار بر هر بشکه
۷۸	۸۰	۷۶	۶۸	۶۰	حداکثر
۵۰	۵۰	۴۸,۷۵	۴۶,۰۸	۴۸	حداقل
۱۸	۲۴	۲۷	۳۴	۳۴	تعداد مؤسسه‌های پیش‌بینی کننده
۴۹,۳۱	۴۸,۹۰	۴۶,۳۳	۴۳,۹۴	۴۱,۳۳	درآمدهای صادراتی نفت خام ایران-میلیارد دلار

منبع: investing.com و محاسبات دفتر آمار و پایش اقتصادی مؤسسه عالی آموزش و پژوهش مدیریت و برنامه‌ریزی