

دانشکده مهندسی انرژی

موضوع :

Peak Oil & Peak Gas

تهیه کننده :

علیرضا فارسی

معین مهر افسر

نام استاد :

جناب آقای دکتر عباس رجبی

تاریخ :

بهمن ماه 1400

کلیات:

*مقدمه

*مفهوم پیک نفتی و پیک گازی

*سناریوهای مختلف در مورد زمان وقوع این پدیده

*عوامل تاثیرگذار بر زمان وقوع این پدیده

*موافقان پیک زود هنگام

*دلایلی که بر وقوع پیک زود هنگام اشاره میکنند؟

*چرا پیک نفتی مهم است؟ تاثیرات آن چه خواهد بود؟

*شناسایی اثرات بالقوه پیک نفت و گاز طبیعی

*پیامدهای اقتصادی نقطه اوج تولید نفت

*نتیجه گیری

مقدمه

سهم عظیم اقتصادی صنعت نفت و گاز در بسیاری از اقتصادهای ملی ، آینده آن را برای جامعه جهانی از اهمیت حیاتی برخوردار می کند . امروزه نفت و گاز طبیعی نقشی محوری در سیستم انرژی کنونی جهان ایفا می کند.

هدف از این مقاله بررسی یکی از چالش های بنیادی صنعت نفت و گاز به نام ((peack oil & peack gas)) می باشد. پیک نفت اصطلاحی است که توسط زمین شناس پوسته ای کینگ هابارد در دهه 1960 بیان شد.

نقطه اوج نفت و گاز یکی از مهم ترین مباحث حوزه اقتصاد انرژی است و بر این موضوع تاکید دارد که تولید و استخراج نفت و گاز در یک زمان به حداکثر مقدار خود می رسد و از آن نقطه به بعد تولید نفت و گاز ، روند نزولی خود را آغاز خواهد کرد . در اینجا سناریوها و پیش بینی های مختلفی که کارشناسان حوزه نفت و گاز برای زمان پیک نفت و گاز مطرح کرده اند را لیست کرده و دلایل عدم پیش بینی درست برخی از این سناریوها را بررسی می کنیم.

همچنین پیامدهای اقتصادی نقطه اوج نفت را بر اساس مدل سازی و سناریوهای مختلف بررسی خواهیم کرد و برخی از حوزه های عمده ای که ممکن است تاثیرات آن را تجربه کنند از قبیل مسکن ، غذا ، کاربری زمین ، حمل و نقل ، آموزش ، خدمات اجتماعی و را بررسی می کنیم.

دلایل متعددی که چرا باید این مسئله را جدی گرفت ؟ چه آینده ای پس از پیک نفتی و گاز در انتظارمان است ؟ تمديدات لازم که جامعه جهانی و کشورها باید به آن توجه کنند؟

جواب همه ی این سوالات را با توجه به مقالات معتبر خارجی و داخلی، نظرات کارشناسان در کنفرانس های بین المللی و آمار سازمان های جهانی به دقت در این مقاله مورد بررسی قرار خواهیم کرد.

آشنایی با مفهوم رسیدن به اوج تولید نفت (پیک نفتی)

نفت منبع انرژی محدود بوده و تشکیل آن صدها میلیون سال زمان می برد. پیک نفتی زمانی رخ می دهد که نرخ استخراج نفت به حداکثر رسیده و پس از آن شروع به کاهش می کند. این طور نیست که نفت و گاز در حال تمام شدن باشد، اما هر منبع نفت و گاز زمانی به حداکثر نرخ تولید خود رسیده و پس از آن شروع به کاهش می کند، و این موضوع برای تمامی کشورها صدق می کند. اصطلاح «پیک نفت» اشاره میکند به این ایده که میزان تولید جهانی نفت نزدیک به پیک خود است یا از آن عبور کرده است و به زودی کاهش طولانی مدت را آغاز خواهد کرد.

وقتی یک میدان نفتی توسعه یافته و تاسیس میشود، نرخ تولیدی حداکثری وجود دارد که می تواند بدون آسیب رساندن به زمین پایدار و ادامه دار باشد. اگر خیلی سریع پمپ شود ممکن است آب های زیرزمینی به آن نفوذ کند یا در غیر این صورت ممکن است ساختار درونی میدان در معرض خطر باشد. در نهایت این اتفاق زمانی رخ می دهد که حدود نیمی از نفت یک میدان استخراج شده باشد و پمپاژ در نقطه ای که نرخ تولید دیگر قابل نگهداری نباشد، شروع به کاهش میکند.

زمانی که تولید از تعداد زیادی از میادین به اوج خود رسید و شروع به افت کرد و میدان های جدید و بزرگ به اندازه کافی برای جبران تولید از دست رفته یافت نشده است، گفته می شود سیستم به اوج خود رسیده است. همانطور که با در میادین شخصی، انتظار می رود که این اتفاق زمانی رخ دهد که در نهایت نیمی یا کمی بیشتر از حد نفت قابل دریافت باشد تولید شده باشد.

اوج نفت به این معنا نیست که نفت دیگری وجود ندارد، بلکه به این معناست که ما در نقطه ای هستیم که تولید جهانی دیگر قابل حفظ یا افزایش نیست. به معنای دیگر تولید دیگر قادر به پاسخگویی به تقاضای رو به رشد مانند گذشته نیست و در عوض تولید سال به سال شروع به کاهش خواهد کرد و تقاضا باید با همان سرعت کاهش یابد و قیمت ها افزایش خواهد یافت و ما باید جایگزینی پیدا کنیم.

پیک نفت معمولاً ایده پیک گاز طبیعی را نیز در بر می گیرد. گاز طبیعی مرتبط یا غیر مرتبط با نفت پیدا میشود. هر دو کاربردهای مشابه زیادی دارند و نفت و گاز اغلب می توانند جایگزین یکدیگر شوند. نفت و گاز طبیعی با هم 65 درصد از انرژی اولیه مورد استفاده در ایالات متحده و سراسر جهان را تشکیل داده و گاز طبیعی مشابه نفت از منحنی تولید پیروی می کند. انتظار می رود گاز طبیعی جهان شاید یک یا دو دهه دیرتر از نفت به پیک خود برسد. با این حال، ایالات متحده انتظار میکشد که زودتر اثرات را تجربه کند.

تولید گاز آمریکای شمالی به نظر می رسد در چند سال گذشته به اوج خود رسیده است و بر خلاف نفت، دشوارتر و گران تر است که گاز طبیعی جایگزین از خارج از کشور وارد شود. چون برای حمل و نقل باید مایع شود و سپس مجدداً برای توزیع به گاز تبدیل می شود.

صحبت درباره این موضوع که چه زمانی جهان به اوج تولید نفت خواهد رسید، بحث جدیدی نیست. با این حال اخیراً به دلیل نوسان غیر عادی قیمت نفت خام، موضوع اوج تولید نفت به شدت مورد توجه قرار گرفته و گفت و گوهای بین صنعت نفت و ناظران تولید انرژی درباره آینده عرضه جهانی نفت تغییر کرده است.

اصطلاح «نقطه اوج تولید نفت» به معنای تمام شدن نفت نیست؛ احتمالاً ذخایر نفت به منظور استخراج برای نسل های آتی به مقدار کافی موجود خواهد بود. نقطه اوج تولید نفت به نقطه اجتناب ناپذیری اشاره دارد که در آن تولید انرژی جهان دیگر از حد مشخصی فراتر نرفته و تولید نفت وارد سیر نزولی خود می شود.

در نگاه اول موضوع بحث برانگیزی به نظر نمی رسد. با این وجود، از جنبه زمین شناسی این سوال پیش می آید که چه میزان نفت برای استخراج در ذخایر نفت زمین باقی مانده است؟ در سمت عرضه اختلاف نظرها حول محور محدودیت های اساسی ذخایر نفت زمین بوده و عوامل آن در سمت تقاضا است.

در سمت عرضه، شرکت های نفتی چه میزان روی ظرفیت باقی مانده ی نامعلوم نفت سرمایه گذاری خواهند کرد؟ فناوری استخراج و پالایش در چه جهتی پیشرفت خواهد کرد؟ یا چند طوفان یا جنگ در مناطق نفت خیز در انتظار رخ دادن خواهد بود؟ در سمت تقاضای رشد اقتصاد جهانی چقدر سریع خواهد بود؟ سیاست های زیست محیطی آینده چه تاثیری بر مصرف نفت خواهد داشت؟

ممکن است از خود پرسید که چه چیزی سبب شدن نفت شده است؛ چرا نفت را همانند سایر سوخت های تجدید ناپذیر فیزیکی در نظر نمی گیریم؟ اگر دقت کرده باشید طلا، الماس یا روی نیز همگی جزو کالاهای تجدید ناپذیر محسوب می شوند و با این وجود هیچگاه درباره زمان تمام شدن یا نابودی این کالاها صحبتی به میان نیامده است. پس اینهمه سر و صدا بر سر نفت برای چیست؟

تعداد بی شماری از کتاب ها، مقالات و وبلاگهای معروف تماماً به دنبال اثبات یا رد این نظریه هستند که تولید نفت جهان یا قبل از اوج خود رسیده یا به زودی به اوج خود خواهد رسید. با توجه به اینکه بحث ها در رابطه این موضوع این روزها بسیار داغ بوده و اغلب جنبه فاجعه بار و خطیری از خود بروز داده است، صرف ورود به مبحث نقطه اوج تولید نفت دشوار به نظر رسیده و از آنجایی که این مبحث با حس ترس همراه بوده و اغلب با احساسات عموم بازی می کند، شور و حرارت بیشتری به مشاجره می افزاید.

جالبی ماجرا اینجاست که دو طرف مورد مباحثه در طول تاریخ تغییر چندانی نکرده اند. بیش از نیم قرن است که دنیا در انتظار شنیدن این خبر است که تولید نفت به پایان خود نزدیک شده است. (به خاطر داشته باشید که استفاده صنعتی از نفت تنها حدود ۱۰۰ سال پیش آغاز شد.)

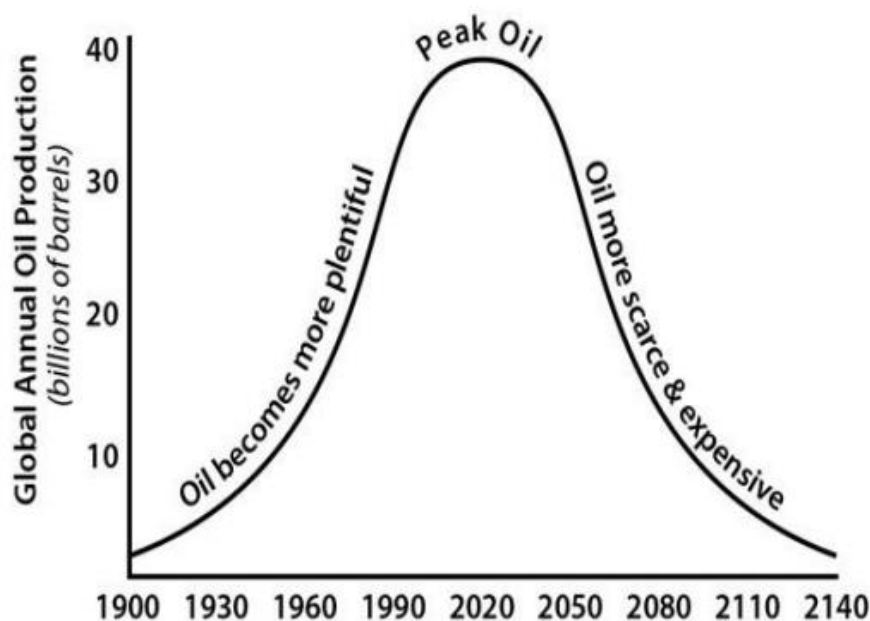
با وجود اینکه تازه در میانه راه این مبحث هستیم، نباید این موضوع را به حاشیه راند. شکل ۲ نشان می دهد که چگونه، با وجود افزایش بهره برداری از منابع غیرنفتی مانند گاز طبیعی و انرژی های تجدید پذیر، جهان همچنان به شدت برای بخش قابل توجهی از عرضه انرژی خود به تولید نفت متکی است. در واقع، سازمان اطلاعات انرژی (EIA) در چشم انداز بین المللی انرژی خود در سال ۲۰۰۹، پیش بینی می کند که تقاضای

جهانی انرژی بین سال های ۲۰۰۶ تا ۲۰۳۰ تقریباً با ۴۵ درصد رشد مواجه خواهد بود و حدود یک پنجم عرضه جدید می بایستی از راه تولید نفت تأمین شود (EIA 2009a, 1, 22)، بنابراین بدیهی است که درک بهتر از وضعیت عرضه نفت در آینده و خطرات مرتبط با آن یکی از مسائل مهم جهانی امروز بوده و در کوتاه مدت، میان مدت و بلندمدت جزء نگرانی اصلی جهانی باقی خواهد ماند.

اولین توسعه دهنده نظریه اوج نفت، ماریون کینگ هابرت، زمین شناس آمریکایی بود. او همچنین محقق شرکت نفت شل بود. او در دانشگاه استنفورد ژئوفیزیک خواند دانشگاه و سایر موسسات. او ابتدا شروع به صحبت از کاهش نفت کرد تولید در سال ۱۹۵۶، در جلسه یکی از شعبه های موسسه نفت آمریکا. هابرت مقاله خود را ارائه کرد که در آن تولید نفت توسط ایالات متحده را به تصویر کشیده بود که در اواخر قرن نوزدهم تولید نفت را از صفر شروع کرد، بین سال ۱۹۶۵ به اوج خود رسید. ۱۹۷۵، از ۲.۵ میلیارد بشکه به ۳ میلیارد بشکه در سال (تقریباً ۶.۸ میلیون تا ۸.۲ میلیون بشکه در روز) و پس از رشد آن، از سال ۱۹۷۶ کاهش یافت. او پیش بینی کرد که برای سال ۲۱۵۰، تولید نفت مانند قرن ۱۹ خواهد بود - صفر. در مورد کاهش در اعداد، او فرض می کند که در کل، ذخایر دست نخورده نفت ۱.۲۵ تریلیون بشکه است و با استفاده از نفت در حدود ۲۰۰۰ سال به اوج خود می رسد که از آن حدود ۱۲ میلیارد بشکه خواهد بود. استفاده در سال (حدود ۳۳ میلیون بشکه در روز). پس از کاهش سریع، نفت در نهایت خواهد شد در قرن ۲۲ ناپدید می شوند. به طور دقیق، نظریه هابرت و پیش بینی او درست از آب درآمد پس از اینکه تولید چاه نفت توسط ایالات متحده در سال ۱۹۷۰ در حدود ۹.۵۴ به اوج خود رسید میلیون بشکه نفت خام در روز در حالی که تنها ۶.۴ میلیون بشکه در روز در سال ۲۰۱۲ استفاده می شد.

تصور هابرت در مورد اوج تولید جهانی نفت خام موضوع بسیار بحث برانگیزی است تحلیلگران برخی از تحلیلگران استدلال می کنند که در اوایل دهه ۲۰۰۰ به اوج رسید. برخی دیگر استدلال می کنند که هابرت ذخایر نفت کشف نشده را به ویژه در قطب شمال، آمریکای جنوبی و زیر زمین دست کم گرفت. صحرای آفریقا آنها ثابت می کنند که روش های استخراج بهره وری را در طول دوره بهبود بخشیده است فرآیند تولید و تولید کنندگان را قادر ساخت تا نفت بیشتری را از چاه های رو به زوال استخراج کنند. پس آنها در مقابل که جهان هنوز به اوج تولید نفت نرسیده است. بر اساس بولتن انرژی، هابرت درست می گفت زیرا پیش بینی او درست شد درست باشد استدلال برای این یک واقعیت تاریخی در مورد تولید نفت ایالات متحده است که بین سالهای ۱۹۷۰ تا ۱۹۷۱ به اوج خود رسید و به ۱۱۲۹۷۰۰۰ بشکه در روز رسید. منحنی هابرتس هنوز پابرجاست - از جمله ایالات متحده، ۴۰ کشور در تولید داخلی نفت به اوج رسیده اند. درست است که نفت مناطق تولید کننده دقیقاً با منحنی زنگی شکل مطابقت ندارند، زیرا تولید نفت وابسته است بر روی عوامل مختلف زمین شناسی، اقتصادی و سیاسی، اما منحنی هابرت همچنان یک ابزار پیشبینی قدرتمند است. از آنجایی که هابرت مفهوم پیک نفت را معرفی کرد، پیش بینی کنندگان بی شماری از جهان صنعتی، دولتی و

دانشگاهی، سعی کردند با این موضوع موافقت کنند با پیش بینی هابرت مخالف است. کنت دفیس، زمین شناس، نویسنده کتاب «وقتی نفت». پیکد، اظهار داشت که اوج نفت در روز شکرگزاری سال 2005 اتفاق افتاده است. کالین زمین شناس نفت کمپیل، که همچنین بنیانگذار انجمن مطالعه نفت پیک (ASPO) است، تخمین زد اوج نفت در حدود سال 2010 رخ داد، اما نظر او پس از انتشار داده های جدید تغییر کرد.



Source: Explainingthefuture.com, 30 November 2019.

آلن کارول، زمین شناس در دانشگاه ویسکانسین مدیسون و نویسنده کتاب «ژئو سوختها» انرژی و زمین، گفت که هابرت در طول زندگی خود شهرت زیادی پیدا کرد و به درستی پیش بینی کرد. کارول همچنین خاطرنشان می کند که وضعیت مشابهی وجود داشت به بقیه جهان گسترش یافته است. پیش بینی های زیادی وجود دارد که تولید جهانی نفت را افزایش می دهد به اوج رسید، اما هنوز هیچ اتفاقی نیفتاده است. مشکل در تعیین زمان اوج نفت است رخ دهد، یا اگر قبلاً رخ داده باشد. در فرآیند تعیین قیمت نفت و ذخایر نفتی بسیار مهم هستند. ذخایر مقدار نفتی است که از قیمت های امروزی و امروزی استخراج می شود فن آوری. پیک نفت نیز به قیمت نفت و فناوری های موجود مانند شکستگی هیدرولیک، با نام مستعار فرکینگ و غیره.

بلک ویل و جنیفر هریس در کتاب خود «جنگ با ابزارهای دیگر» پیشنهاد می کنند که در اوایل در دهه 2000، نگرانی ها در مورد اوج نفت و وابستگی جدید به گاز طبیعی مایع وارداتی افزایش یافت. اما امروز دنیا تغییر کرده است. در طول هفت سال گذشته، منابع جدید انرژی بودند در سراسر جهان، از جمله آب های استرالیا، برزیل، آفریقا و شرق یافت می شود مدیترانه اسرائیل و قبرس)

نظریه اوج نفت نمی تواند به طور دقیق تاریخ دقیقی را که نفت به اوج خود رسیده یا زمانی که در حال رفتن است، تعیین کند به اوج رسیدن همچنین تصور آن از قیمت نفت با قیمت های تاریخی نفت مطابقت ندارد. بنابراین، بررسی و بررسی تئوری پیک نفت با اسناد اولیه و ثانویه ضروری است. در سال 2012، سازمان زمین شناسی ایالات متحده این تحقیق را پیشنهاد کرد که در آن ذخایر طبیعی منابع گاز و نفت در کل جهان محاسبه شد. این سازمان ادعا می کند که 65 درصد نفت و 81 درصد گاز طبیعی هنوز کشف نشده است.

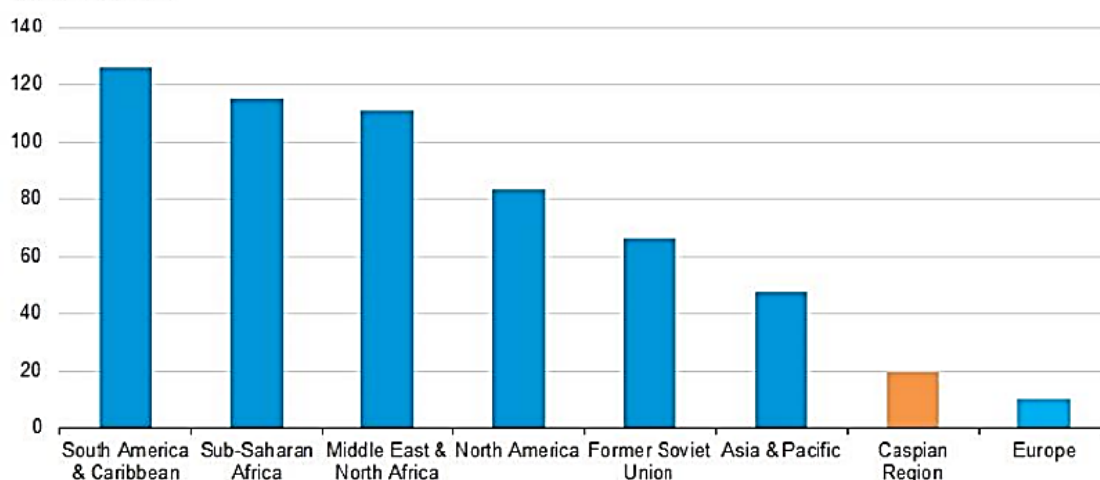
طبق آمار آنها بیشترین سهم از نفت کشف نشده در منطقه آمریکای جنوبی و کارائیب است که در آن بیش از 120 میلیارد بشکه های نفت کشف نشده وجود دارد. دومین سهم بزرگ نفت کشف نشده زیر صحرای آفریقا، جایی که آنها تقریباً 120 میلیارد بشکه نفت کشف نشده تخمین زده اند.

در خاورمیانه و شمال آفریقا با بیش از 110 میلیارد بشکه در جایگاه سوم قرار دارند نفت کشف نشده آمریکای شمالی با حدود 90 میلیارد بشکه نفت چهارمین منطقه است نفت کشف نشده در مورد سرزمین های اخیر کشورهای پس از شوروی (منظور تمام دریای خزر منابع منطقه به جز ایران) بیش از 60 میلیارد بشکه نفت کشف نشده در آنجا یافت می شود. آسیا و اقیانوسیه ششمین منطقه با ذخایر نفت کشف نشده - تقریباً 50 میلیارد بشکه است.

در کل منطقه دریای خزر 20 میلیارد بشکه نفت کشف نشده تخمین زده می شود و آخرین منطقه اروپا است که این سازمان تنها 10 میلیارد بشکه نفت را کشف نشده می بیند. وقتی هابرت نظریه اوج نفت را ایجاد کرد، این بود در آن زمان آماری وجود نداشت. در نتیجه، واقعیت امروز بسیار متفاوت است با پیش بینی هابرت.

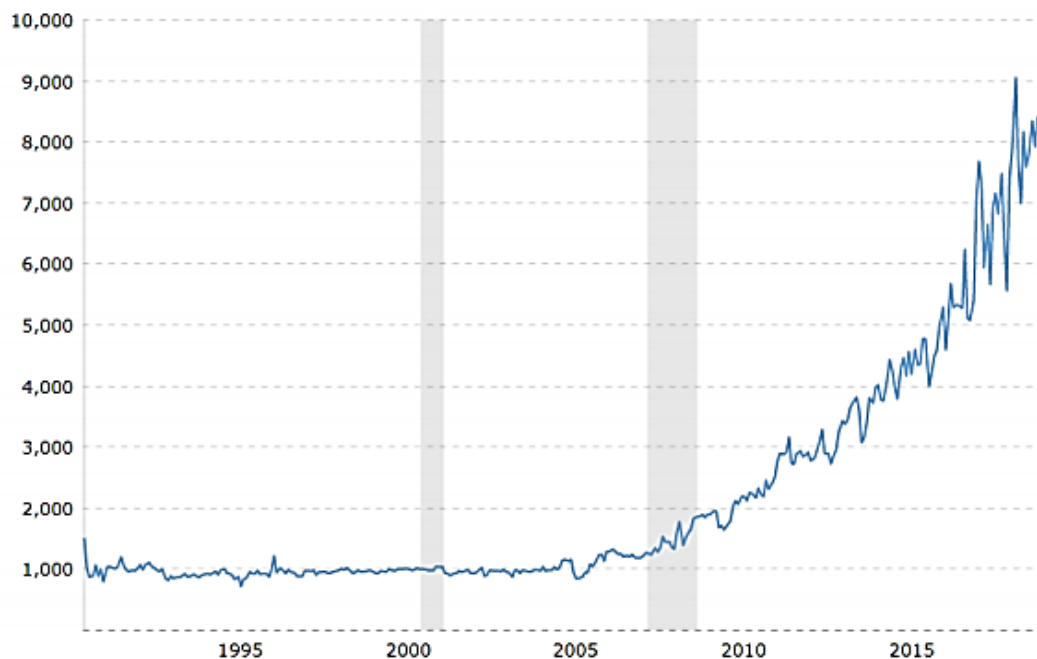
World's estimated undiscovered oil resources, 2012

billion barrels of oil



Source: U.S Energy Information Administration, 2013. Pg: 10.

در نتیجه، تصور هابرت در مورد اوج نفت در ایالات متحده معتبر نیست. قطعاً می‌توانیم بگوییم در مورد بقیه دنیا هم همینطور بهترین نمونه ایران است. در 10 نوامبر 2019، در آن در بخش جنوبی، ایران یک میدان نفتی جدید با بیش از 50 میلیارد بشکه نفت خام کشف کرد. به عنوان رئیس جمهور حسن روحانی گفت: منبع جدید نفتی می‌تواند ذخایر ثابت شده کشور را یک سوم افزایش دهد (رمان، 10 نوامبر 2019). آمار تولید و صادرات نفت ایالات متحده در زیر آمده است.



Source: Macrotrends, 30 November 2019.

نظریه پیک نفت نیز ثابت می‌کند که قیمت نفت خام رشد خواهد کرد که منجر به کاهش قیمت خواهد شد تقاضای نفت برای اثبات یا رد آن باید قیمت نفت را در طول تاریخ ببینیم، اگر رشد می‌کردند یا نه در سال 1987، متوسط قیمت پایانی هر بشکه (159 لیتر بشکه آمریکا) 19.20 دلار (1 لیتر - 0.12 سنت) بود. در سال 1995، متوسط قیمت پایانی هر بشکه 18.43 دلار (1 لیتر) بود. 0.11 سنت). در سال 2000، متوسط قیمت پایانی هر بشکه 30.38

دلار (1 لیتر 0.19 سنت) بود. در سال 2005، متوسط قیمت پایانی هر بشکه 56.64 دلار (1 لیتر 0.36 سنت) بود. در سال 2010 متوسط قیمت بسته شدن از هر بشکه 79.48 دلار (1 لیتر 0.49 سنت) بود. در سال 2013، متوسط قیمت پایانی هر بشکه بود بالاترین - 97.98 دلار 91 لیتر 0.62 سنت). در سال 2015، متوسط قیمت پایانی هر بشکه 48.72 دلار بود (1 لیتر 0.30 سنت). در سال 2019، متوسط قیمت پایانی هر بشکه 56.81 دلار (1 لیتر 0.35 سنت) است.

آمار قیمت نفت در زیر آمده است.



Source: Macrotrends, 30 November 2019.

پس از ناهماهنگی نظریه اوج نفت با ذخایر واقعی نفت و منابع نفتی کشف نشده، با قیمت تخمینی نفت نیز ناسازگاری وجود دارد. با وجود این، این واقعیت که مصرف کنندگان از نفت روز به روز کاهش می یابد - توجه ما را به خود جلب می کند. امروزه سازمان های بین المللی ترویج می کنند حمل و نقل سبز و اجرای مقررات ویژه در مورد خودروهای بنزینی که منجر به کاهش تقاضای نفت به عنوان مثال، در سال 2015، رهبران 193 کشور برنامه هایی را ایجاد کردند که به آن می گویند اهداف توسعه پایدار.

چقدر نفت باقی مانده است؟ کارشناسان همگی هم عقیده اند که تولید نفت - چه در زمینه ای متفاوت، یا برای یک کشور یا کل جهان - کم و بیش از یک منحنی زنگی پیروی می کند، اما شکل دقیق و عدم تقارن منحنی در این میان مبهم است: آیا زمانی که تولید نفت جهانی به اوج خود برسد، میزان تولید به آرامی کاهش می یابد یا برای سالهای متمادی به طور پیوسته نوسان خواهد داشت، یا به شدت کاهش می یابد؟

این موضوع زمانی جنجال برانگیزتر خواهد شد که تلاش می شود تا مشخص شود که میزان تولید جهانی نفت امروز در کجای منحنی قرار داشته و نقطه اوج این منحنی در آینده کجا خواهد بود. مبحث اصلی در ماهیت مبهم اطلاعاتی که در حاشیه این موضوع قرار دارد نهفته است.

مسائل ناشناخته ای در این میان وجود دارند که بر چشم انداز میزان انرژی تولیدی جهان سایه انداخته و موجب ترویج هرچه بیشتر تفسیرهای انعطاف پذیر از داده های عرضه نفت موجود می شوند. مسئله اول این است که منابع نفتی جهان اغلب در اعماق سطح زمین یافت شده و همین موضوع سبب می شود حتی دقیق ترین ارزیابی ها نیز نیازمند بازنگری های عمده ای باشند. برآوردهای رسمی از منابع باقیمانده نفت به ندرت شامل اعداد و ارقام مشخصی بوده و بیشتر در قالب طیفی از تخمین های مختلف می باشد که هر کدام احتمالات مختص به خود را دارند.

به عنوان مثال، سازمان زمین شناسی ایالات متحده (USGS) (دفتر وزارت کشور ایالات متحده)، با اطمینان ۹۵ درصد برآورد کرده است که نفت رایج کشف نشده جهان حداقل ۰.۴ تریلیون بشکه بوده و با اطمینان ۵ درصد تخمین می زند که منابع نفت کشف نشده حداقل ۱.۲ تریلیون بشکه می باشد، که برآورد میانگین آن چیزی در حدود ۰.۷ تریلیون بشکه کشف نشده را شامل می شود (USGS 2000، جدول AR-1). بنابراین، آمار و ارقامی در دسترس ما هستند که قابل تفسیر بوده و بسته به نحوه تجزیه و تحلیل آنها، می توان از این اطلاعات برای اثبات نکاتی از هر دو طرف بحث استفاده کرد. همین گستره ی تغییرات را در برآوردهای مرتبط با این موضوع که واقعا چه میزان از منابع نفتی زمین استخراج شده اند، شاهد هستیم. برخی از تحلیلگران تنها «ذخایر نفتی اثبات شده» یا آن دسته از ذخایر نفتی که احتمال ۹۰ درصد قابلیت استخراج دارند را در نظر می گیرند، در حالی که برخی دیگر معتقدند هر چه میزان برآوردها از ذخایر نفتی بیشتر باشد، احتمال کمتری برای استخراج نفت از آنها وجود دارد. کسانی نیز در میان وجود دارند که ارزیابی های خود را بر اساس شاخص های کاملاً متفاوتی از منابع باقی مانده زمین متمرکز می کنند.

عامل دیگری که موجب ابهام در چشم انداز عرضه نفت می شود این است که کشورها رویکردهای متفاوتی برای به اشتراک گذاشتن داده های خود در رابطه با میزان ذخایر نفت دارند. به عنوان مثال، سیاست ایالات متحده این است که برآوردهای خود از ذخایر نفت را به طور عمومی به اشتراک بگذارد، در حالی که عربستان سعودی، کشوری که تصور می شود بزرگترین ذخایر نفتی روی کره زمین را به خود اختصاص داده است، تلاش زیادی در محرمانه نگاه داشتن آمار ذخایر نفتی خود را دارد. این عمل باعث ایجاد شک و تردیدهای زیادی در رابطه با این موضوع دارد که آیا آمار و ارقام منتشر شده درباره میزان ذخایر نفت تحت تاثیر انگیزه های سیاسی است یا خیر.

بعلاوه این واقعیت که ارزیابی های تولید نفت می بایست تماماً بر اساس فرضیاتی مرتبط با عواملی که پیش بینی آنها دشوار است، عواملی همچون وضعیت فناوری، اقتصاد، محیط زیست، جغرافیای سیاسی و غیره تکیه کند. فضای بیشتری را برای حدس و گمان و سوگیری باقی می گذارد.

خوشبختانه، بیشتر مطالعات مرتبط با نقطه اوج تولید نفت، رقبای مشابه را شناسایی کرده و خطرات مشابه را نیز شامل می شوند. مناقشه از اینجا شروع به مطرح شدن می کند که برخی از مقالات تعاملات و آمارهای مشابه را تنها برای رسیدن به نتایج متضاد به میان می آورند. اگر مجموعه اصطلاحات علمی و فنی یکنواخت تر بود، بحث نقطه اوج تولید نفت بسیار واضح تر به نظر می رسید؛ چرا که اختلاط های تحلیلی ساده منجر به اختلافات زیادی در برآوردها می شوند.

زمان رسیدن به نقطه اوج تولید نفت نه تنها با توجه به میزان ذخایر زیرزمینی نفت و مقدار قابل استخراج آن، بلکه با توجه به تقاضای نفت در آینده نیز تعیین می شود، چرا که این موضوع بر سرعت تخلیه منابع قابل استخراج تأثیرگذار می باشد. همانگونه که تخمین های مرتبط با میزان کل منابع نفت زمین عمدتاً به شرایط فیزیکی زیر زمینی بستگی دارد، توانایی استخراج آن و مسیر تقاضای نفت در آینده نیز به همان اندازه تحت شرایط بالای زمین تعیین می شود.

قیمت های پایین نفتی که سبب دلسردی سرمایه گذاری در این عرصه می شود تنها نمونه ای از عوامل موجود در سطح زمین است که می تواند به اندازه عرضه فیزیکی بر مسیر تولید نفت تأثیر بگذارد. تکنولوژی در حال تحول، رشد اقتصادی، نظام های مالی، سیاست جغرافیایی، و ترجیحات و مقررات زیست محیطی همه عواملی هستند که به تعیین زمان اوج تولید نفت کمک می کنند.

به عنوان مثال، برخی ادعا می کنند به این دلیل که تقاضای جهانی انرژی قبل از عرضه جهانی به اوج خود خواهد رسید، موضوع رسیدن به نقطه اوج تولید نفت بحث برانگیز خواهد بود. پیروان این فلسفه اوضاع کساد اقتصادی، پیشرفت کارایی و یا کاهش مصرف در واکنش به تغییرات آب و هوایی را دلایلی عنوان می کنند که نشان می دهد چرا رسیدن به اوج تولید نفت بیش از هر چیزی ناشی از میزان تقاضا بوده تا میزان عرضه آن. همانطور که توصیفات ارائه شده درباره ذخایر انرژی نشان می دهد، شکاف عمیقی بین آنچه که تصور می شود کل ذخایر نفتی زمین بوده و بخشی از آن ذخایری که قابل بازیافت در نظر گرفته می شوند، وجود دارد. پیشرفت تکنولوژی نقش اساسی در کاهش این شکاف ایفا کرده است. زیرا نوآوری سبب شده تا نفت قابل استفاده بیشتری به شیوه های مقرون به صرفه تولید شود.

به عنوان مثال، با استخراج نفت، فشار داخل میدان نفتی کاهش یافته و سطح آب افزایش می یابد که این موضوع سبب کاهش نرخ تولید می شود. این کاهش تولید ناشی از افت فشار را می توان با تزریق گاز یا آب به مخزن برای افزایش فشار، گرم کردن نفت یا تزریق مواد شیمیایی برای کاهش ویسکوزیته آن، به تاخیر

انداخت یا کاهش داد. امروزه، این تکنیک های بهبود یافته بازیافت نفت (EOR) عموماً در میادین قدیمی به منظور افزایش میزان نفت قابل استخراج استفاده می شوند (وزارت انرژی ایالات متحده ۲۰۰۸). یکی دیگر از نوآوری های مهم فناوری برای تولید کنندگان نفت، تکنیک های حفاری پیشرفته ایست که امکان اکتشاف و توسعه چاه های دقیق تر را فراهم می کند. در حالی که مته های عمودی استاندارد تنها اجازه دسترسی از سطح زمین را به تولید کنندگان می دهند، چاه های جهت دار یا افقی تولید کنندگان را قادر می سازد تا به روشی بسیار انعطاف پذیرتر و کارآمدتر به مخازن زیرزمینی برسند (فیولت-میدریر ۲۰۰۷، ۹۰-۸۹).

فناوری های جدید همچنین امکان پیشرفت های عمده ای را در توانایی شرکت ها برای تولید نفت واقع در کف اقیانوس فراهم کرده است. فناوری های استخراج دریایی در نیم قرن گذشته از سکوهایی که به نفت در چند صد فوت زیر سطح آب و چند هزار فوت در کف اقیانوس می رسند به تأسیسات اصلی امروزی که قادر به حفاری ده ها هزار فوت هستند، تکامل یافته اند. این پیشرفت ها گستره های جدیدی از ذخایر هیدروکربنی، از جمله حوضچه های عمیق ذخایر نفت در خلیج مکزیک ایالات متحده و دریای شمال و سواحل برزیل و غرب آفریقا را باز کرده است.

پیشرفت ها در تکنیک های بازیابی انرژی، به همراه پیشرفت هایی در ابزارهایی که زمین شناسان برای دیدن آنچه در زیر پوسته زمین قرار دارد، استفاده می کنند، تولید حاصل از ذخایر غیرقابل دسترس (و کشف نشده) انرژی را قابل اتکاتر از قبل کرده و همین امر منجر به افزایش قابلیت اندازه گیری میزان ذخایر قابل بازیافت انرژی شده است. بسیاری از ناباوران به این نظریه که نفت در حال نزدیک شدن به نقطه اوج تولید است، استدلال می کنند که ذخایر نفت در طول زمان به رشد خود ادامه می دهند، زیرا تکامل فناوری قابلیت استخراج و تولید نفت از منابع به ظاهر خارج از دسترس را محتمل می سازد. مگوئری (۲۰۰۹) به این امر اشاره می کند که ۲.۳ تریلیون بشکه ذخایر نفت قطعی جهان (که یک تریلیون آن قبلاً مصرف شده است). تنها بخشی از ذخایر به اولیه نفت زمین را تشکیل می دهند. وی استدلال می کند که دلیل اینکه تنها بخشی از ذخایر اصلی زمین به عنوان ذخایر نفت در نظر گرفته می شوند این است که نفت متعارف و سهل الوصول، در بیشتر تاریخ صنعت به فراوانی یافت می شده و انگیزه کمی برای سرمایه گذاری قابل توجه در نوآوری تکنیک های تولید نفت غیرمتعارف ایجاد می کند. با این حال، مگوئری خاطر نشان می کند که افزایش مصرف نفت «دسترس پذیر»، پیشرفت فناوری را در پی خواهد داشت و با فعال شدن منابع حاصل از میادین ناشناخته و مناطقی قبلاً اکتشاف شده و منابع غیرمتعارف، ذخایر نفتی افزایش می یابند.

البته واقع بینانه به نظر نمی رسد که در مورد عرضه نفت در آینده با این فرض پیش برویم که برخی از فناوری هایی که هنوز ایجاد نشده اند، دسترسی به منابعی که امروزه به عنوان منابع غیرقابل دسترس و ناکارآمد تلقی می شوند، را فراهم خواهد کرد.

علاوه بر این ، کمبود فزاینده نفت متعارف و در کنار آن قیمت بالای نفت می تواند به راحتی سبب توجیه سرمایه گذاری در بخش انرژی های جایگزین و فناوری حفظ منابع طبیعی و همچنین پیشرفت در تکنیک های بازیافت نفت شود.

نگاهی به آینده: سرمایه گذاری در عرضه نفت و استنباط گزینه های آتی

قیمت های پایین انرژی که عموماً تصور می شود موجب پیشبرد رشد اقتصادی می شود، قادر است اثرات منفی طولانی مدتی نیز داشته باشد، زیرا تلاش ها برای حفظ و بهره وری انرژی را کاهش داده و مانع از شکل گیری پروژه های تولیدی آتی می شود. تأخیر در سرمایه گذاری ناشی از قیمت های انرژی سبک می تواند محیطی با تأخیر عرضه انرژی و افزایش قیمت ایجاد کند. این خطر به ویژه در مورد منابع غیرمتعارف و جایگزین به وضوح آشکار است چرا که تولید آنها نسبتاً هزینه بر می باشد. فاتح بیروول، اقتصاددان ارشد آژانس بین المللی انرژی، تخمین می زند که حدود ۱۰۰ میلیارد دلار پروژه در سال ۲۰۰۸ به دلیل ترکیبی از قیمت های پایین نفت و مشکلات دسترسی به اعتبار، به تعویق افتاده یا لغو شد (IEA 2009).

همانطور که می دانیم عرضه انرژی در مرحله گذار است. نفت متعارف «دسترس پذیر» امروزی که جهان به عنوان منبع اولیه انرژی به آن متکی است، رو به اتمام بوده، و صرف نظر از زمان دقیق رسیدن به نقطه اوج تولید نفت - چه در سال جاری یا چه پنجاه سال بعد - جهان را با چالش سازگاری با مدل جدید تامین انرژی مواجه می کند. اگرچه مطالعات مرتبط با رسیدن به نقطه اوج تولید نفت به شدت بر پیش فرض های این موقعیت در جهان متمرکز است، اما مسئله اصلی واقعی ترس از این است که گذار از نفت معمول به نفت جایگزین، روندی هزینه بر و پر هرج و مرج باشد و زمان کافی برای جایگزینی عرضه آن و انطباق با موقعیت جدید باقی نماند.

این فرایند انطباق - که شامل استفاده از منابع تجدیدپذیر بیشتر و حفاظت بیشتر منابع طبیعی و توسعه فناوری و فرایندی جدید برای دسترسی بهتر به ذخایر هیدروکربنی و استخراج و پالایش منابع غیرمتعارف با کارآمدتر است - قبلاً آغاز شده است. اما راه رسیدن به تعادل استفاده از انرژی در آینده - با مقادیر رو به کاهش نفت معمولی - هنوز ترسیم نشده است.

این امکان وجود دارد که موهبت عظیم منابع هیدروکربنی جهان برای پاسخ به این تقاضای فزاینده جهت یافتن جایگزینی برای عرضه نفت متعارف به شدت متکی باشد. با این حال، پتانسیلی برای آینده انرژی نیز وجود دارد که تا حد زیادی به دور از استفاده از هیدروکربن بوده و کاملاً متفاوت است. به احتمال زیاد، منابع انرژی آینده ترکیبی از این دو خواهند بود. شاید مطالعات آتی در زمینه رسیدن به نقطه اوج تولید نفت به جای بحث در مورد اختلافات موجود در زمینه اصطلاحات مرتبط با نفت، با راه حل محوری تر بودن و با تمرکز بر کشف بهترین راه برای گذار به دنیایی با نفت متعارف کمتر، بهتر به جامعه خدمت کند.

چه میزان از پیک نفت مطمئن هستیم؟

نفت یک منبع محدود و غیر قابل تجدید است. به عنوان یک منبع محدود، اجتناب ناپذیر است که توانایی استخراج آن در نهایت به اوج خود می رسد و شروع به کاهش می کند.

تنها سوال این است چه زمان؟ آن روز دور است یا نزدیک؟ آیا دلیلی برای نگرانی وجود دارد؟ در مورد اینکه چه زمانی تولید به اوج می رسد، نظرات متفاوت است. برخی از کارشناسان معتقدند که پیک نزدیک است یا قبلاً اتفاق افتاده است. برخی دیگر معتقدند که در 10 تا 15 سال آینده رخ خواهد داد. بیشترین نظرات خوش بینانه پیک را در حدود سال های 2030 تا 2040 قرار می دهد. تفاوت اصلی حول دو سوال است: تخمین مقدار نفت باقی مانده برای کشف و تخمین نهایت ذخایر قابل بازیافت از زمین. (بررسی ادبیات ما را به این نتیجه می رساند که اوج به احتمال زیاد زودتر از دیرتر رخ خواهد داد. هیچ مدرک قطعی واحدی وجود ندارد. بلکه شواهد فراوانی وجود دارد که منجر میشود به این نتیجه گیری. دلایل در زیر بیان شده است:

1- در دراز مدت، تولید نمی تواند از اکتشافات فراتر رود. تجربه نشان می دهد که تولید 25 تا 40 سال تاخیر در کشف به وجود آورده است. به عنوان مثال، در ایالات متحده، اکتشافات در اوایل دهه 1930 به اوج خود رسید و تولید در سال 1971 به اوج خود رسید.

2- اکتشافات جهانی نفت در اوایل دهه 1960 به اوج خود رسید و از آن زمان تاکنون کاهش یافته است.
3- اکتشافات برای اولین بار در اواسط دهه 1980 به کمتر از میزان تولید رسید و همچنان ادامه دارد. این بدان معناست که جهان در حال حاضر در حال کاهش ذخایر است. نسبت میزان کشف به تولید و مصرف یک بشکه به ازای هر 4 تا 6 بشکه است.

4- تکنیک مدل سازی که توسط زمین شناس نفتی ام کینگ هابرت در سال 1956 توسعه یافت، اوج تولید نفت آمریکا در سال 1970 را پیش بینی کرد. در حال حاضر این تکنیک به روز شده و نشان میدهد در این دهه به اوج خود می رسد. خود هوبرت پیش بینی کرد که نفت جهان در ابتدای دهه به اوج خود خواهد رسید.
5- اکتشافات جدید کمتر، کوچکتر، عمیق تر، دورتر و پرهزینه تر بوده اند و احتمالاً ابتدا ذخایر بزرگ و آسان بافت شده اند.

6- دانش در مورد جایی که ممکن است نفت در آن قرار داشته باشد یا نباشد، گسترده تر از همیشه است، زمین شناسان شناسایی کرده اند که چه نوع تشکیلات زمین شناسی احتمالاً نفت تولید و نگهداری می کنند و زمین شناسی زمین به طور گسترده نقشه برداری شده است. علاوه بر این، میلیون ها چاه بوده است که در پی نفت و منابع دیگر حفر شده اند. احتمال یافتن میادین جدید در مقایسه با کسانی که در عربستان سعودی، یا حتی ایالات متحده، ایران، مکزیک، کویت یا دریای شمال هستند، بسیار کم است.

7- اضافه شدن به ذخایر معمولاً ناشی از به روز رسانی تخمین های اکتشافات قدیمی است، نه از یافته های جدید

8- برآورد ذخایر موجود غیر قابل اعتماد است. برآورد ذخایر کشورهای عضو اوپک در اواخر دهه 1980 به دلایل سیاسی مربوط به تولید حدود 60 درصد افزایش یافت.

در دو سال گذشته، نفت شل و کویت برآوردهای اثبات شده خود را به ترتیب به 20 و 50 درصد کاهش دادند. 9- نسبت ذخایر به تولید (یعنی چند سال نفت باقی مانده است در همین سطح تولید حال حاضر) رو به کاهش بوده است.

10- حدود دو سوم کشورهای تولید کننده نفت در حال حاضر به پیک خود رسیده اند و در حال کاهش هستند. شامل ایالات متحده، مکزیک و دریای شمال (بریتانیا و نروژ).

11- حداقل دو میدان از پنج میدان بزرگ جهان که تا به حال کشف شده است - بورگان در کویت و کنترال در مکزیک به اوج خود رسیده و شروع به کاهش کرده است و این نگرانی وجود دارد که عربستان سعودی مشکلات حفظ تولید از بزرگترین میدان جهان، غوار، را دارد.

12- برآورد ذخایر قابل استخراج در نهایت در حدود 2 تریلیون بشکه یا کمی بیشتر به مدت پنجاه سال ثابت مانده است. جهان تا به امروز حدود 1 تریلیون بشکه استفاده کرده است. برآوردهای خوش بینانه مبنی بر اینکه زمین دارای 2 و نیم تا 3 تریلیون بشکه نفت قابل استخراج نیاز به تغییر روند اکتشاف و دو برابر شدن ذخایر باقی مانده دارد.

بحث و جدل علیه پیک نفت

بحث و جدل اصلی علیه پیک نفت با پاسخی مختصر در ادامه آمده است :

1- ذخایر در حال رشد بوده است. با این حال، همانطور که در بالا اشاره شد، شواهد حاکی از این است که ذخایر فعلی بیش از حد تخمین زده شده اند.

2- مشکلات کنونی ماهیت سیاسی دارند. درست است که مشکلات سیاسی در عراق، ایران، ونزوئلا و نیجریه ممکن است بر قیمت ها و تولید فعلی تأثیر بگذارند، اما آنها به روندهای بلند مدت در اکتشافات توجه نمیکنند. علاوه بر این، تا حدی که قیمت های فعلی تحت تأثیر ژئوپلیتیک قرار می گیرند، باید بپرسیم که این نیروهای ژئوپلیتیکی نیز تا چه اندازه تحت تأثیر نگرانی ها و کشمکش ها بر سر عرضه طولانی مدت نفت قرار گرفته اند.

3- "ما قبلاً این را شنیده ایم" در گذشته بارها ادعا شده بود که نفت در حال اتمام است بیشتر در دهه 1970، و هیچ کدام تحقق نیافته است. هر بار، منتقدان ادعا می کنند نشانه های قیمت باعث اکتشافات جدید شدند. با این حال، نگرانی های فعلی بر اساس داده ها و چشم انداز تاریخی بسیار بیشتر و ابزارها و روش های

تحلیلی بهت است. علاوه بر این، هیچ منبع عظیم خاورمیانه ای وجود ندارد که در حال حاضر انتظار بهره برداری مانند دهه 1970-1980 از آن باشد و قیمت های بالاتر و افزایش حفاری در سال های اخیر، کاهش بازده را نتیجه داده است.

ما می خواهیم در پیش بینی زمان اوج و کاهش تولید نفت جهان مراقب باشیم در حالی که ما به احتمال زیاد آن را باور نمی کنیم، ممکن است خوشبین ها درست باشند و اوج آن 15 سال دیگر یا بیشتر باشد. با این حال، حتی اگر خوشبین ها درست باشند و جهان 3 تریلیون بشکه حد نهایی استخراج را نگه دارد، در نرخ های فعلی مصرف و رشد به اوج می رسد و پیک فقط یک دهه یا کمی بیشتر به تاخیر می افتد.

صرف نظر از اینکه اوج چه زمانی اتفاق می افتد، پیامدها میتوانند به طور بالقوه بسیار عمیق هستند و بهتر است تلاش ها برای کاهش را آغاز کنیم، رابرت هیرش، یکی از نویسندگان گزارش بسیار مورد توجه قرار گرفته برای دولت ایالات متحده، "اوج تولید جهانی نفت: اثرات، کاهش و مدیریت ریسک" نتیجه می گیرد که اوج نفت قرار است اتفاق بیفتد، اگرچه زمان آن نامشخص است می تواند برای اقتصاد ایالات متحده هزینه گزافی داشته باشد. این گزارش همچنین نتیجه گیری می کند که داشتن تاثیر قابل توجه کاهش باید بیش از یک دهه قبل از آن آغاز شدن اوج گرفتن باشد. تلاش های کاهشی که زودتر از زمان لازم آغاز شده اند، ممکن است زودرس باشند اگر اوج گرفتن به تاخیر طولانی بیفتد. از سوی دیگر، اگر اوج گیری قریب الوقوع است، عدم شروع به موقع کاهش می تواند بسیار مضر باشد.

طرفداران پیک زودهنگام

دیدگاه بدبینانه تری توسط تعدادی از طرفداران ارائه شده است، بسیاری به دلیل دفاع سرسختانه خود از پیش بینی های پیک نفت معروف هستند. اگرچه اجماع واضحی وجود ندارد ولی بین تاریخ ها تا حدودی تایید وجود دارد.

Table 2

Summary of dates for early peak.

Sources: Varied given in references.

Peak oil date	Source and date of forecast
2005	Deffeyes (2010) Hallock (2013)
2006–2007	Bakhtiari (2004)
2006 on	Simmons (2006)
After 2007	Skrebowski (2004)
Soon after 2007	World Energy Council (2007)
2009–2031	Sorrell et al. (2009)
Before 2010	Goodstein (2004)
Around 2010	Campbell (2005)
Possibly 2010	Klare (2004)
2010	Aleklett et al. (2010)
After 2010	Skrebowski (2005)
2006–2017	Hiro (2007)
Soon after 2010	De Margerie, C., Total S.A. (Walt, 2010)
2008–2012	De Almeida and Silva (2009)
2012–2017	Koppelaar (2005, 2006)
2008–2018	Robelius (2007)
2014	Nashawi et al. (2010)
2015	Shell (2008)

پروفسور کن دیفیس (2010)، که به طور گسترده در مورد موضوع نوشته است. از محاسبات استفاده کرد تا نشان دهد که اوج سال 2005 در جهان تولید نفت هرگز پیشی نخواهد گرفت، اکنون توسط بررسی اخیر هالوک از مدل 2002 خود (2013) حمایت می شود. بختیاری (2004) از شبیه سازی ظرفیت تولید جهانی نفت استفاده کرد (WOCAP)

و پیشنهاد می کند تولید جهانی نفت از سال 2006 به 2007 اوج خود برسد. این موضوع توسط متیو متخصص سرمایه گذاری انرژی تقویت شد سیمونز (2006) که استدلال کرد که سیستم نفت و گاز فاقد ظرفیت مازاد بوده و هر حادثه جزئی در صنعت به احتمال زیاد باعث ایجاد یک بحران بزرگ می شود. حامی آن (WEC, 2007) شورای انرژی بود که که پیشنهاد کرد که ما در آن هستیم نیمه دوم عصر نفت که با کاهش عرضه مشخص می شود.

استفاده از تحقیق در مورد اکتشافات جدید مگا کریس اسکربوفسکی (2004)، کاهش در اکتشافات جدید بزرگ نفت پیک را 2007–8 قرار می دهد. با تحقیقات به روز شده او این را به بعد از 2010 اصلاح کرد. (Skrebowski, 2005)

این با یافته های تعدادی از ناظران مانند کالر (2004)، که کل ذخایر تاریخی جهانی را نصف می داند در سال 2010 و هیرو (2007)، با استفاده از داده های آماری بررسی انرژی جهانی (BP, 2006) برای استدلال برای قله دوقلوی از سال 2006 تا 2017.

گودشتاین (2004) وضعیت مشابهی را درک کرد به بحران های نفتی 1973 که باعث شد او سال 2010 را به عنوان تاریخ اوج پیشنهاد کند. این محققان تمایل داشتند با یکی از مدافعان کلیدی پیک زود هنگام موافق باشند، دکتر کالین کمپبل از انجمن برای مطالعه پیک نفت و گاز (ASPO).

نوشتن از دهه 1990 در مورد او از داده های جنگ خلیج فارس و بیان مجدد ذخایر شل توسط شل استفاده کرد تا حمایت کنند از سال 2010 به عنوان تاریخ اوج در کتاب او بحران نفت (2005). تحقیقات اخیر او اقتصاد جهانی را اکنون در اوج تقاضا قرار داده است (لوئیس، 2010). در ادامه تحت حمایت بیشتر از کریستف دی مارگری، مدیر عامل نفت شرکت توتال، پیشنهاد کرد که عرضه نفت نمی تواند به راحتی تقاضا را پوشش دهد، پس از سال 2010 و هزینه های افزایشی برای بازیابی در بر دارد (والث، 2010). این همچنین با تحقیقات الکلت و همکارانش مطابقت داشت که نگاه کرد داده های آژانس بین المللی انرژی.

دی المیدا و سیلوا (2009) به این نتیجه رسیدند که فعالان بازار (از جمله شرکت های نفتی) انتظار دارند، اوج خود از سال 2008 تا 2012 بر اساس مطالعه آتی نفت باشد.

تحلیل 47 کشور عمده تولید کننده نفت توسط سامی نشاوی و همکاران (2010) ذخایر نفت خام و باقیمانده نفت قابل استحصال جهان را تخمین زد و پیک تخمینی را در سال 2014 قرار داد.

کوپلر 2005-6 به این نتیجه رسید که نفت جهان در آن زمان در حدود سال 2012 به اوج خود خواهند رسید سپس افلات از سال 2010 تا 2016، احتمالاً بعداً در سال 2017 دوباره به اوج خود می رسد اگر نرخ بازیابی بهبود یافته است.

رو بلیوس در سال 2007 با استفاده از چهار مدل مختلف پیش بینی پیک را از 2008 تا 2018 قرار داد. در سناریوهای انرژی شل تا سال 2050 (2008). این شرکت اشاره کرد عرضه «در حال تلاش برای حفظ سرعت» است و تاریخ مشخصی را در سال 2015 ذکر کرد که این رقم در انتشارات بعدی وجود ندارد.

این مجموعه ای از تاریخ ها را از سال 2005 از اولین زمان پیک زود هنگام به دست می دهد تا مدافع "هرگز" از خوش بین ترین مدافع پیک دیر هنگام.

تغییرات جایگزین

یکی از جنبه های بحث در مورد اوج قراردادی منابع ، حول اندازه و کیفیت ذخایر موجود می چرخد. روش های مختلفی برای دسته بندی این موارد وجود دارد که معمولاً از آن استفاده می کنند، طبقه بندی های اثبات شده، محتمل و ممکن.

EIA ذخایر اثبات شده را به عنوان "مقادیر برآورد شده" تعریف می کند که ، داده های زمین شناسی و مهندسی نشان می دهد که می توان در سال های آینده از مخازن شناخته شده، با فرض فناوری موجود و شرایط فعلی اقتصادی و عملیاتی بازیابی کرد. این ذخایر اثبات شده اغلب برای اهداف مالی استفاده می شود با احتمال منطقی برای تولید، اغلب 90٪ احتمال، اگرچه این می تواند متفاوت باشد و معمولاً ذکر نمی شود. علاوه بر این، بیشتر نفت های اثبات شده در کشورهایی هستند که اطلاعات در آن ها توسط انحصارات دولتی تأمین می شود، که لزوماً نیازی نیست مطابق با رویه های صنعت (میچل، 2004).

ذخایر احتمالی آنهایی هستند که احتمالاً با فناوری فعلی یا قریب الوقوع تولید می شوند. با فرض اقتصادی مطلوب و عوامل سیاسی اینها هنوز ثابت نشده اند اما بیش از 50٪ احتمال توسعه پذیر بودن، دارند. گاهی اوقات ذخیره پی 50 نامیده می شود. هنگامی که با اثبات ترکیب می شوند به عنوان شناخته می شوند ثابت شد به علاوه محتمل با 2 پی.

ذخایر ممکن عموماً آنهایی هستند که 10 درصد اطمینان از توسعه دارند در شرایط مساعد. اینها اغلب برای اندازه گیری های 3 پی استفاده می شوند که نشان دهنده اثبات شده است به علاوه ذخایر احتمالی به علاوه ذخایر ممکن (گرافه 2009).

بدیهی است که مفروضات مربوط به فناوری و بازار فعلی شرایط و مبانی مختلف این اقدامات، تغییراتی را ایجاد می کند در نتایج و ممکن است باعث سردرگمی شود. ناظران می تواند به آن نگاه کنند که فیلد های یکسان با استفاده از تعاریف مختلف و با هم متفاوت هستند (اوون و همکاران، 2010). بنابراین نگرانی هایی وجود دارد که شرکت ها و کشورها ممکن است، سهواً یا عمداً بیش از حد گزارش دهند. کمتر گزارش دهید یا برآوردها را برای سالها بدون تغییر رها کنند. (کمیل، 2003).

گاهی اوقات ممکن است آمار ذخیره از 1 بی به 2 بی تنظیم شود افزایش آشکاری در اندازه میدان بدون تغییر واقعی ایجاد می کند، در نتیجه می توان استدلال کرد که ثابت شده که هرچند ذخایر احتمالی ممکن است تخمین بهتری از ذخایر ارائه دهد اینها به ندرت استفاده می شوند (بنتلی و همکاران، 2007)، حتی اگر شرکت ها و کشورها به همان طبقه بندی هایی که فقط ارقام هستند پایبند هستند برآوردهای مبتنی بر احتمال با مفروضات ذاتی در مورد تکنولوژی، شرایط عملیاتی و وضعیت اقتصادی. اگر هر یک از این عوامل باید تغییر کند، نتایج می تواند به طور قابل توجهی بازبینی شده با مقدار ذخیره واقعی (هوک، 2010)

Table 3

Middle East oil reserves (billion barrels).

Source: BP (2005) and OPEC (2012).

	1984	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Change 11/84 (%)
IR Iran	58.9	138.4	136.2	137.6	137.0	151.2	154.6	162.5
Iraq	65.0	115.0	115.0	115.0	115.0	143.1	141.4	117.5
Kuwait	92.7	101.5	101.5	101.5	101.5	101.5	101.5	9.5
Qatar	4.5	26.2	25.1	25.4	25.4	25.4	25.4	464.4
Saudi Arabia	171.7	264.3	264.2	264.1	264.5	264.5	265.4	54.6
UAE	32.5	97.8	97.8	97.8	97.8	97.8	97.8	200.9
Total	425.3	478.9	739.8	741.4	741.2	783.5	786.1	84.8

CERA بیان میکند نرخ جریان مهمتر از اندازه ذخیره است اما تحقیقات آن ها هنوز رقم ذخیره جهانی 3740 میلیارد بشکه را نشان می دهد، سال 2006. در پایگاه داده خود از زمینه جدید که مکان آن ها را در نظر دارند، پروژه هایی با سهم 75 میلیون بشکه در روز به آینده اضافه خواهد کرد، سال 2008.

به طور مشابه در سال EIA 2010 خوشبین است اکتشافات در سواحل غرب آفریقا باعث تقویت ذخایر نفت غیر اوپک شود. بر اساس ارزیابی توسط سازمان زمین شناسی ایالات متحده تخمین میانگین منابع کشف نشده پیش از 71 میلیارد بشکه نفت، اگرچه آنها می گویند که این رقم بی 3 است (کمتر احتمال بیش از 50 درصد)، با 21 میلیارد بشکه بی 1 (احتمال 95 درصد).

کوهن (2006) از استفاده "سرا" از مفروضات منابع ناشناخته انتقاد می کنند و اشاره می کند که از دهه 1960، اکتشافات نفتی معمولی کاهش یافته است. با تکرار دفیس (2010) که اهمیت یافته ها را به چالش می کشد، نشان می دهد که 95 درصد از ذخایر نفت جهان در حال حاضر پیدا شده است. هوک و همکاران (2009) استدلال می کنند که حتی اگر چنین ارقامی واقع بینانه باشد، آنها فروپاشی در میدان های بزرگ را متعادل نمی کنند. بنتلی و همکاران (2007) و هوک (2010) مشاهده می کنند که بسیاری از این اکتشافات مفروض اغلب به دلیل حرکت از معیارهای 1 بی به 2 بی است.

علاوه بر تغییرات در روش، با اختلافات سهوی، فشارهای سیاسی و مالی برای گزارش نادرست وجود دارد ارقام این امر منجر به تخمین های متناقض شده است (دانشگاه آکسفورد، 2010). به عنوان مثال، سهمیه اوپک درصد ذخیره معین است. بنابراین انگیزه اغراق در ارقام برای بهره مندی از نرخ جریان و در نتیجه درآمد وجود دارد. همانطور که در جدول 3 مشاهده می شود ارقام ثابت شده ذخایر نفت متعارف خاورمیانه ادعا کرد کشورهای عضو اوپک حدود 360 میلیارد بشکه افزایش یافتند بین سالهای 1984 و 2011 (نزدیک به 85 درصد) علیرغم تولید ثابت.

برجسته کردن مشکلات داده های اوپک، اسناد داخلی کویت بیان کرده که ذخایر واقعی واقعی نزدیک به 24 میلیارد بشکه است ولی 100 پیشنهاد کردند (PIW,2006).

سیمونز (2005)، گرافه (2009) و میکو (2010) نیز ارقام عربستان سعودی را به چالش می کشند، استدلال می کنند که ممکن است بیش از حد برآورد شوند و به زودی به اوج خود برسند. این با افزایش شگفت انگیز ذخایر از 165 میلیارد بشکه پشتیبانی می شود در سال 1982 به 260 در سال 1989، افزایش 57 درصدی و مجموع ذخایر منطقه از 388 میلیارد بشکه به 663 در همین دوره، به 70.7 درصدی افزایش یافته (اوپک، 2006).

هانس جود از بخش انرژی تجدید پذیر آلمان نشان می دهد که ذخایر عربستان حدود 170 میلیارد بشکه است (با 40-50 میلیارد باقیمانده) و کارکنان سابق آرامکو مانند عبید نواف و سداد الحسینی معتقدند عربستان سعودی بوده است نزدیک به حداکثر تولید از سال 2006 (باربیر و اولگیاتی، 2008).

اگرچه بخش کوچکی از این را می توان به اکتشافات نسبت داد و تغییراتی در روشهای برآورد مخازن وجود دارد ترس از اینکه ممکن است ذخایر نفت عربستان (و سایرین) حداقل 40 درصد بیش از حد برآورد شده باشد، وجود دارد. این را سداد الحسینی می پذیرد 300 میلیارد بشکه به حجم ذخایر اضافه کرده اند (ویدال، 2011)، رقمی که تقریباً با افزایش ذخایر اعضای اوپک دهه 1980، مطابقت دارد و حدود یک چهارم کل ذخایر گزارش شده را نشان می دهد در سال 2007 (بنتلی و همکاران، 2007). این ارقام اوپک به این ارقام مربوط می شود نشان می دهد که هر گونه خطا بر برآوردهای جهانی تأثیر می گذارد. (BP, 2012)

در بهترین حالت، ذخایر عربستان نزدیک به سررسید دیده می شود (هیرو، 2007). شاهد این امر این است که 7 میلیون بشکه آب دریا روزانه به میدان اصلی غوار تزریق می شود. این یک تکنیک برای حفظ فشار و تامین سریعتر نفت اما می تواند بهبودی نهایی را محدود کند و باعث تخلیه سریع می شود، به خصوص در زمینهای فرسوده (مورتون، 2006).

Table 4
OPEC members and reserves (1984 and 2011).
Sources: BP (2005) and OPEC (2011).

OPEC member	1984 Proven crude oil reserves (billion barrels)	2011 Proven crude oil reserves (billion barrels)	% of OPEC reserves
Algeria	9.0	12.20	1.0
Angola	2.1	9.50	0.8
Ecuador	1.1	7.21	0.6
Iran	58.9	151.17	12.7
Iraq	65	143.10	12.0
Kuwait	92.7	101.50	8.5
Libya	21.4	47.10	3.9
Nigeria	16.7	37.20	3.1
Qatar	4.5	25.38	2.1
Saudi Arabia	171.7	264.52	22.2
UAE	32.5	97.80	8.2
Venezuela*	28	(296.50)	(24.8)
*of which Orinoco belt extra-heavy oil	-	220	18.4
Total	503.6	1193.17	100

عربستان سعودی برای تولید اوپک حیاتی است و دومین رتبه در بزرگترین منابع تولید را دارد پس از ونزوئلا (جدول 4).

با این حال ونزوئلا از 1984 نیز افزایش یافته و نزدیک به 270 میلیارد بشکه به تولید خود اضافه کرده است. از جمله ذخایر اثبات شده پروژه ذخیره مگنا در کمربند اورینوکو که در سال 2008 به 94.1 میلیارد بشکه رسید. (اوپک، 2008، ص 17)، همه اینها نفت فوق سنگین است (گرافه، 2009)

ذخایر اوپک برای نفت جهانی حیاتی است و 72.4 درصد سهم دارد. بنابراین کشورهای غیر اوپک تنها 27.6 درصد را تشکیل می دهند و با توجه به آمارهای اخیر، کانادا بزرگترین تولیدکننده غیر اوپک است. سطح جهانی از سال 2001 نزدیک به 175 میلیارد بشکه بالا رفته (و کانادا این رقم به عقب افتاده است اکنون بیش از 40 میلیارد را نشان می دهد کمتر از 8 میلیارد بشکه).

فدراسیون روسیه هنوز هم بزرگترین تولید کننده نفت متعارف است، تقریباً نیمی از ذخایر شن های غیر قیر را تشکیل می دهد. با این حال، روسیه تمام داده های نفتی را یک وضعیت راز مانند اعلام کرد در سال 2004 که پیش بینی دقیق آنچه باقی می ماند را دشوار می کند.

برآوردهای مجله نفت و گاز 60 میلیارد بشکه برای پایان سال 2008 و 2009 (رادلر، 2010) WEC ولی رقم تخمینی را 77.4 میلیارد بشکه تصویب کرد در سال 2010.

این بسیار مهم است زیرا انتظار می رود خروجی روسیه به افزایش از 9.4 میلیون بشکه در روز در سال 2016 به 12.8 میلیون بشکه در سال 2035 برسد با پتانسیل آینده برای 15.7 میلیون بشکه در روز. منگ و بنتلی (2008) بیان کردند که ذخایر نفت روسیه با افزایش اندکی تولید به 10.38 میلیون رسیده در سال 2012 با وجود قیمت های بالا (رودنیتسکی، 2013). اگر داده های روسیه نادرست باشد، از موضع اوپک حمایت می کند و تامین کننده اصلی نفت، فشار بیشتری بر عربستان سعودی و ونزوئلا وارد می کند. در نتیجه داده های ذخیره با اقدامات مختلف مختل می شوند، تفسیر چهره ها و فشارهای سیاسی آمار را به نفع یک دیدگاه خص مشخص میکند. جالب اینکه، اگر ذخایر جهانی بیش از حد تخمین زده شود، همانطور که توسط برخی طرفداران پیک زودهنگام پیشنهاد شده است، این نشان می دهد که قیمت نفت به طور مصنوعی پایین تر است از آنچه که باید باشد و بازارها و سیاستمداران اطلاعات حیاتی برای تصمیمات سیاست انرژی انکار می کنند.

چرا مهم است؟ تاثیرات آن چه خواهد بود؟

نفت و گاز طبیعی حدود دو سوم مصرف انرژی ایالات متحده را تشکیل می دهند و نفت نیز 40 مورد مصرف را تشکیل می دهد و گاز طبیعی 23 درصد دیگر. زغال سنگ، که کربن در اکسید جذب کننده ی گرما بیشتری منتشر می کند نسبت به نفت یا گاز طبیعی به ازای هر واحد انرژی، 22 درصد دیگر را به خود اختصاص می دهد. در مجموع وابستگی کل ایالات متحده به این سوخت های فسیلی به بیش از 85 درصد رسیده است.

نفت و گاز طبیعی تقریباً در هر کاری که ما انجام می دهیم استفاده می شود و زیربنای اکثریت فعالیت اقتصادی ما هستند. حمل و نقل شخصی و باری تقریباً به طور کامل به نفت وابسته است. بین 7 تا 15 درصد از برق اورگان توسط گاز طبیعی تولید می شود. بسته به شرایط آبی نزدیک به نیمی از فضای ساختمان ما با گاز طبیعی گرم می شود نفت و گاز طبیعی مورد استفاده برای فرآیندهای صنعتی از جمله استفاده به عنوان ماده اولیه برای هزاران محصول مانند سفالت، کود، آفت کش، پلاستیک، مواد شیمیایی، رنگ، محصولات پزشکی، وینیل و کفش و لباس مورد استفاده قرار میگیرد. همانطور که نفت و گاز به طور فزاینده کمیاب و گران می شوند پیامدهایی برای اقتصاد و سبک زندگی ما بسیار عمیق خواهد شد.

یکی از وظایف اصلی این کار گروه شناسایی اثرات پیک نفت و گاز طبیعی در پورتلند است برای مقدمه ای برای طراحی استراتژی های مناسب برای آمادگی و کاهش اثرات .

با هر چیزی نزدیک به این تعداد نیروگاه در حال کار، ذخایر شناخته شده اورانیوم وجود خواهد داشت در کمتر از 20 سال تخلیه می شود. راکتور های پرورش دهنده می توانند چرخه عمر هسته ای را طولانی تر کنند اما ایمن. راکتور های مولد مقرون به صرفه در حال حاضر در دسترس نیستند. انرژی هسته ای نیز مشکلات دفع زباله های هسته ای و تکثیر سلاح های هسته ای را مطرح می کند و افزایش گسترش سلاح های هسته ای. اورگان مخالفت شدیدی با انرژی هسته ای داشت و تنها نیروگاه هسته ای اورگان به دلیل نشتی لوله های بخار زودتر تعطیل شد.

ماسه های نفتی در کانادا و ونزوئلا فراوان است. با این حال، نفت به شکل مایع نیست، اما بیشتر شبیه آسفالت آغشته به ماسه است. این باعث می شود استخراج ماسه های نفتی به زمین و آب فشار آورده ، آلاینده، و همراه انتشار کربن بالا.

علاوه بر این EROEI ، پایینی در حدود 3 به 1 دارد، یعنی حدود یک سوم انرژی موجود در ماسه های نفتی برای تولید آن نیاز است.

شیل نفتی بسیاری از مشکلات زیست محیطی مشابه ماسه های نفتی را دارد. علاوه بر این، نفت هرگز به صورت تجاری از شیل تولید نشده است.

بازیابی پیشرفته نفت شامل روش های پیشرفته برای استخراج نفت بیشتر از یک میدان است، مانند حفاری درون پر، حفاری افقی، شکستگی هیدرولیکی و تزریق حلال هایی مانند کربن دی اکسید نیتروژن تا نفت راحت تر حرکت کند. به دلیل هزینه ها، بازیابی افزایش یافته بعید است تا بر اوج یک میدان نفتی تأثیر بگذارد زیرا معمولاً تا زمانی که تولید به اوج نرسیده است اعمال نمی شود. مطالعات اخیر همچنین نشان می دهد که این روش ها به سادگی اجازه می دهند نفت کمی سریعتر استخراج شود و با مقدار کل نفت تولید شده از یک میدان تقریباً یکسان است.

سوخت های زیستی (بیودیزل و اتانول) به عنوان جایگزین نفت برای حمل و نقل بسیار مورد توجه قرار می گیرند. سوخت های زیستی، کربن خنثی هستند، به این معنی که کربن دی اکسید منتشر شده توسط آن ها با کربن دی اکسید مورد نیاز برای رشد متعادل می شود. با این حال، سوخت های زیستی با سایر کاربری های زمین مانند غذا، جنگل، فرسایش رقابت می کند. علاوه بر این، بیشتر اتانول در ایالات متحده اکنون از ذرت ساخته می شود که فشرده رشد می کند و در نتیجه بازده انرژی پایینی دارد و بهترین تجزیه و تحلیل EROEI را در حدود 1.67 به 1 برآورد می کند.

این امید وجود دارد که اتانول بتواند از گیاهان سلولزی مانند سوئیچ گراس که انرژی کمتری مصرف می کنند و در زمین های حاشیه ای کشت میشوند. با این حال، این هنوز در مرحله تحقیق است.

بیودیزل دارای یک EROEI

بهرتر (3 به 1 یا کمی بیشتر) از اتانول، اما احتمالاً به محصولات زراعی و زمین های زراعی اختصاصی نیاز دارد در نتیجه مقدار قابل تولید را محدود می کنند. در حالی که سوخت های زیستی بعید است که جایگزین بیش از سهم کوچکی از نفت پایه شوند که در حال حاضر از سوخت های مایع استفاده می شود.

هیدروژن اغلب توسط بسیاری به عنوان سوخت پاک و تجدید پذیر آینده معرفی می شود با این حال، هیدروژن یک حامل انرژی است نه منبع انرژی. امروزه بیشتر هیدروژن از گاز طبیعی تولید می شود. در دراز مدت، اگر قرار باشد از هیدروژن به عنوان سوخت حمل و نقل استفاده شود باید از آب با استفاده از انرژی تجدید پذیر الکترولیز شود.

اما به دلیل تلفات ترمودینامیکی در تولید و انتقال هیدروژن، ممکن است استفاده مستقیم از انرژی های تجدید پذیر کارآمدتر باشد. علاوه بر این، به دلیل حجم و تخلخل آن، ذخیره و توزیع هیدروژن دشوار است. ذخیره سازی و توزیع افعالی زیرساخت های گاز طبیعی و بنزین باید با هزینه های هنگفت با هیدروژن جایگزین شوند.

کلاتراتس بلورهای یخی حاوی متان (به عنوان مثال، گاز طبیعی هستند که در کف اقیانوس ها منبع بالقوه بسیار زیاد است. با این حال، متان گلخانه ای قوی تر است از کربن دی اکسید و انتشار حتی بخشی از این

متان می تواند باعث منفجر شدن گرمایش جهانی شود. در حال حاضر از نظر فنی امکان استفاده از متان برای تجاری بدون فرار قسمت زیادی از آن وجود ندارد.

انرژی های تجدیدپذیر (بادی، خورشیدی، زیست توده، نیروی موج) باید به حداکثر خود توسعه داده شوند و خوشبختانه اورگان از آنها برخوردار است. با این حال، جدا از سوخت های زیستی، بیشتر انرژی های تجدید پذیر برق یا نیروی حرارتی (گرما) تولید می کنند. برنامه های کاربردی آنها به ندرت شامل حمل و نقل می شود. مشخص نیست که چه مقدار از کل انرژی مورد نیاز ما توسط انرژی های تجدید پذیر برآورده میشود. نیاز فوری به انرژی های تجدید پذیر برای همراهی با رشد بار الکتریکی، سپس شروع به جایگزینی زغال سنگ و گاز طبیعی در تولید برق برای کاهش کربن دی اکسید است. علاوه بر این، سوخت های فسیلی برای تولید سیستم های انرژی های تجدید پذیر مورد نیاز است. ما باید از هم اکنون در حالی که نفت و گاز طبیعی ارزان است، ساخت زیرساخت ها را آغاز کنیم چون هنوز در دسترس هستند، وگرنه ساخت آنها گرانتر و دشوار خواهد بود.

بهبود کارایی نیز یک منبع مهم و ضروری است. آن ها می توانند تقاضا را کاهش دهند، که باعث می شود منابع فوق به راحتی نیازهای ما را برآورده سازند. حتی با ادامه رشد جمعیت تقاضا باید کاهش یابد در حالی که ما نمی توانیم راه خود را تا صفر حفظ کنیم، ما باید شدت انرژی اقتصاد خود را به میزان قابل توجهی کاهش دهیم.

شناسایی اثرات بالقوه پیک نفت و گاز طبیعی

برخی از تأثیرات عمده با بررسی محل قرارگیری نفت و گاز طبیعی که مستقیم استفاده می شود، به سرعت مشخص می شوند. تقریباً تمام حمل و نقل با سوخت نفتی تامین می شود. گاز طبیعی نیمی از خانه ها و مشاغل در اورگان را از جمله بیشتر خانه های جدید را گرم میکند و برای تولید بیش از 7 درصد برق اورگان استفاده می شود. نفت و گاز طبیعی گرمای فرایند را برای فرایندهای مختلف صنعتی فراهم می کند و حدود 10 درصد از هر سوخت به عنوان مواد اولیه برای تولید محصولات مانند مواد شیمیایی، کود، آسفالت و پلاستیک مصرف میشود. افزایش یا کاهش قیمت منابع کلیدی سوخت بر این فعالیت ها تأثیر می گذارد بسته به توانایی حفظ، یافتن جایگزین، یکی کردن و اولویت بندی مجدد فعالیت ها تأثیرات بر این فعالیت ها متفاوت خواهد بود. تأثیرات نیز ممکن است بر اساس درصد فعالیت های یک عملیات تجاری متفاوت که وابسته به منبع سوخت است متفاوت باشد. اگر چه در بسیاری از موارد منبع سوخت ممکن است حتی در درصد پایین عملیات کلی حیاتی باشد.

سایر تأثیرات ممکن است ثانویه باشند، یعنی ممکن است مستقیماً به نفت وابسته نباشند، در عوض روی محصولات یا خدماتی که مستقیماً تحت تأثیر قیمت یا در دسترس بودن نفت هستند، اثر بگذارد. به عنوان مثال، از آنجایی که نفت و گاز طبیعی گران تر یا کمتر در دسترس می شوند، سهم بیشتری از درآمد شخصی به سمت حمل و نقل و گرمایش می‌رود و فروش سایر محصولات و خدمات ممکن است آسیب ببیند. روش دیگر، الگوهای کاربری زمین ممکن است در پاسخ به مشکلات مربوط به هزینه و در دسترس بودن نفت به عنوان مشاغل و ساکنان تغییر کند. این به نوبه خود ممکن است بر خدمات عمومی تأثیر بگذارد.

حمل و نقل

نحوه و الگوهای حمل و نقل چگونه تحت تأثیر قرار خواهند گرفت؟ حمل و نقل هوایی احتمالاً یکی از اولین بخش‌هایی است که تحت تأثیر پیک نفت قرار گرفتند. چه تاثیری بر پورتلند خواهد گذاشت؟ چگونه راه‌ها و کشتیرانی بین قاره‌ای تحت تأثیر قرار می‌گیرد و این چه معنایی برای اقتصاد حوزه پورتلند خواهد داشت؟ حمل و نقل زمینی چگونه تحت تأثیر قرار خواهد گرفت؟ رفت و آمد؟ سفرهای بین شهری و منطقه‌ای؟ حمل و نقل طولانی مدت؟ باربری و توزیع کالا درون شهری؟ انبار داری و "تحويل به موقع"؟ آیا راه آهن، هم در مسیرهای طولانی و هم راه آهن سبک درون شهری، به کاهش اختلالات کمک میکند؟

کاربری زمین

علاوه بر جابجایی جمعیت، آیا تغییرات دیگری نیز در نحوه استفاده از زمین رخ خواهد داد؟ چه اتفاقی برای بازارهای منطقه‌ای و تحولات ماشین محور اتفاق می‌افتد؟ آیا افزایش فشار برای مصارف مختلط وجود خواهد داشت؟ محله‌ها چگونه تحت تأثیر قرار خواهند گرفت؟ آیا برخی مناطق خالی از سکنه خواهد شد؟ اگر بله بنابراین، با آنها چه باید کرد؟ پیامدهای آن بر جاده‌ها، حمل و نقل و ترافیک چیست؟ الگوها؟ طراحی شهری چگونه خواهد بود؟

مسکن

مسکن و الگوهای آن چگونه تحت تأثیر قرار خواهند گرفت؟ آیا ساخت و ساز جدید تحت تأثیر قرار خواهد گرفت از آن‌جا که مردم ترجیح می‌دهند خانه‌های موجود را تعمیر کنند؟ در دسترس بودن مصالح ساختمانی چگونه تحت تأثیر قرار خواهد گرفت؟ آیا مردم در تلاش برای کاهش هزینه‌ها به دنبال مسکن کوچکتر خواهند بود؟ آیا حرکتی به سمت توسعه داخلی، با تقسیم خانه‌های بزرگ به واحدهای کوچکتر وجود خواهد داشت؟ چگونه مشاغل در املاک و مستغلات و معاملات ساختمانی تحت تأثیر قرار می‌گیرد؟ گرمایش و حمل

و نقل با هزینه بیشتر مردم، تعمیر و نگهداری آسیب خواهد دید؟ بی خانمانی افزایش می یابد؟ آیا گروه های جمعیتی به خصوص آسیب پذیر وجود دارد؟

آموزش

پیامدهای پیک نفت برای آموزش چیست؟ نحوه ثبت نام در مدارس فردی بر اساس مهاجرت داخلی یا خارجی تحت تأثیر قرار می گیرند؟ آیا حضور در مدارس خصوصی افزایش می یابد یا کاهش؟ چه تاثیری بر توانایی مدارس در تأمین اتوبوس خواهد داشت؟ درآمد های دولت چگونه خواهد بود؟ برنامه درسی چگونه تحت تأثیر قرار می گیرد؛ یعنی شغل و حرفه چگونه تغییر خواهد کرد؟ انتخاب ها تحت تأثیر قرار می گیرند (با توسعه اقتصادی برنامه ریزی، بررسی کنید)؟ از نظر تحصیلات عالی، چگونه تحت تأثیر قرار خواهد گرفت؟ آیا فرصت های زیادی برای فارغ التحصیلان دانشگاه وجود خواهد داشت؟ کدام زمینه ها بحرانی باقی خواهد ماند (به عنوان مثال، دارو)؟ کدام ممکن است کنار برود؟ این چه تاثیری خواهد داشت بر ثبت نام؟ قیمت مقرون به صرفه چگونه تحت تأثیر قرار خواهد گرفت؟ این برای افراد کم درآمد و متوسط چه معنایی خواهد داشت؟ آیا افزایش یا کاهش نیاز به آموزش حرفه ای وجود خواهد داشت؟ در چه زمینه هایی؟

برق

در سمت عرضه، کمی بیش از 7 درصد از برق اورگان از گاز طبیعی تولید می شود. در صورت کمبود گاز طبیعی چه تاثیری بر تولید برق خواهد داشت؟ در طرف تقاضا، چه تاثیری خواهد داشت؟ آیا کاهش تقاضا به دلیل کاهش های درآمدی، از دست دادن شغل، و تأثیرات آن بر سایر مشاغل، وجود خواهد داشت؟ یا بار اضافی بر چیزی که اکنون توسط نفت و گاز وجود دارد از برق فراخوانده می شود؟

تولید

صنعت از نفت و گاز طبیعی هم به عنوان خوراک و هم برای تامین انرژی فرآیندهای مختلف صنعتی استفاده می کنند. در برخی موارد ممکن است این منابع حیاتی باشند، یعنی یافتن منابع کافی جایگزین ممکن است دشوار باشد. در موارد دیگر ممکن است عرضه تامین کننده آنها در معرض خطر باشد. هنوز تقاضا برای محصول دیگران ممکن است تحت تأثیر قرار گیرد. چگونه برخی از صنایع کلیدی و نگرانی های صنعتی در این منطقه است تحت تأثیر پیک نفت قرار می گیرد؟ این برای مشاغل چه معنایی خواهد داشت؟ درآمدهای مالیاتی؟

بحث: پیامدهای اوج گیری تولید نفت

دو دلیل نهایی برای جدی گرفتن اوج گیری تولید نفت وجود دارد که متفاوت از مبحث اصلی می باشد. اولین مورد شامل پیامدهای اقتصادی کمبود سوخت مایع برای جهانی است که با مصرف نفت، به ویژه برای رفع نیازهای حمل و نقل خو گرفته است؛ ثانیاً، اگرچه ممکن است به نظر برسد که کمبود سوخت های فسیلی مایع برای آب و هوای زمین نیز بهتر است اما ممکن است کاملاً برعکس این موضوع باشد.

اگر نزدیک اوج گیری تولید نفت باشیم، پویایی عرضه و تقاضا بدون شک قیمت نفت را به میزان قابل توجهی بالاتر خواهد برد. بلافاصله پس از آغاز رکود اقتصادی که در سال ۲۰۰۷ آغاز شد، گمانه زنی هایی در مورد رابطه بین قیمت بالای نفت (و سایر انرژی ها) و آن رکود اقتصادی وجود داشت. همپلتون این ارتباط را با استفاده از مثال هایی از افزایش قیمت نفت در گذشته و رکودهای بعدی بررسی کرد. شاید موضوع جالب تر اما تا حدودی ظریف تر این باشد که قیمت های بالای انرژی ممکن است با افزایش معوقات وام مسکن مرتبط باشد. حتی در حال حاضر، پس از پایان رسمی رکود، شاهد بوده ایم که بخش مسکن نقش کلیدی هم در حباب قبل از رکود و هم در عدم بهبود قابل توجهی از آن زمان داشته است. اگر این فرضیه حتی اندکی به این حقیقت نزدیک باشد که قیمت های بالای نفت را به مشکلات اقتصادی مرتبط می کند، واجب است که حتی احتمال کمی برای اوج گیری نفت را جدی بگیریم. جنبه های مختلفی از ارتباط بین عرضه نفت و اقتصاد، توسط چندین نویسنده ارائه شده است.

همبستگی تنگاتنگ بین مصرف نفت و رشد اقتصادی، که در بخش ۲ مورد بحث قرار گرفت، و پیامدهایی که به آنها اشاره شده یکی از حلقه های بازخوردی است که در قلب مدل اولیه محدودیت های رشد قرار دارد. سیستم های حمل و نقل ما در طول قرن گذشته به کندی توسعه یافته اند، به گونه ای که مشکلی ذاتی برای شکستن پیوند بین زیرساخت های موجود و سوختی که آن زیرساخت را تغذیه می کند، وجود دارد.

دومین تفسیر حاصل از چالش ناشی از اوج گیری تولید نفت، تغییر آب و هوا است. کمبود منابع سوخت فسیلی یا محدودیت های تولید در نگاه اول دقیقاً همان چیزی است که برای جلوگیری از انتشار دی اکسید کربن از تبدیل سیستم آب و هوا به یک وضعیت جدید بالقوه خطرناک لازم است. با این حال، حتی برآوردهای نسبتاً بدبینانه از منابع سوخت فسیلی قابل بازیافت، انتشار گاز دی اکسید کربن را به اندازه کافی محدود نکرده و از رسیدن دمای هوای کره زمین به بالاتر از شاخص ۲ درجه سانتی گراد افزایش متوسط جهانی با توجه به دمای پیش از انقلاب صنعتی (تقریباً ۴۵۰ ppmv غلظت 2CO اتمسفر) جلوگیری نخواهد کرد.

فراتر از این سوال که منبع گاز کربن دی اکسید چقدر می تواند بزرگ باشد، خطر ناشی از سوخت های جایگزینی است که بعدها برای آب و هوا مشکل ایجاد خواهد کرد. همانطور که نسبت انرژی تولید شده به مصرف شده (EROEI) برای نفت سبک کاهش می یابد، هر واحد نفت تولید شده، انتشار 2CO بیشتری

را نسبت به واحدهای قبلی از همان منبع انرژی در خود دارد. مهم تر از آن، با کمیاب تر شدن نفت سبک، منابع نفت سنگین از نظر اقتصادی مقرون به صرفه تر می شوند، به این معنا که قیمت های بالاتر بازار احتمالاً منجر به انتقال برخی منابع از دسته منابع به ذخایر می شود. همانطور که در مورد ماسه های نفتی در طول زمان اتفاق افتاده است. از سوی دیگر، قیمت های بالای انرژی، از جمله نفت، ممکن است محدودیت هایی را بر میزان سرمایه موجود برای ایجاد زیرساخت های جدید بزرگ در تولید نفت سنگین ایجاد کند. برخی از این منابع ممکن است منجر به انتشار گاز $2CO$ به طرز قابل توجهی بالاتر نشوند (به عنوان مثال، نفت شیل). اما برخی دیگر ممکن است تأثیر زیادی بر این موضوع داشته باشند باشند. یکی از نمونه های دسته دوم، صنعت ماسه های نفتی در کانادا است؛ مثال دیگر می تواند در مورد تبدیل زغال سنگ به سوخت مایع با افزایش همزمان در انتشار گازهای گلخانه ای در مقایسه با سوخت های نفت سبک باشد.

در هر یک از این موارد، اوج گیری تولید نفت سبک، که انتظار می رود منجر به کاهش کلی تقاضا برای سوخت های مایع شود، ممکن است همچنان تأثیر کمی در افزایش یا کاهش انتشار کربن داشته باشد که همین موضوع جهان را در برابر محدودیت دیگری برای رشد قرار می دهد: تلاش اتمسفر برای جذب کربن اضافی که ده ها میلیون سال در زمین مدفون شده بود، آن هم در یک دوره بسیار کوتاه که تنها در چند دهه اندازه گیری شده است.

چنانچه این فرض پذیرفته شود که تولید جهانی نفت در نقطه ی اوج خود می باشد، آنگاه با استفاده از روش تحلیل سناریو، اثرات اقتصادی ناشی از کمبود احتمالی عرضه و افزایش قیمت نفت در اقتصادهای بزرگ جهان از جمله آمریکا، آلمان، ژاپن، چین، روسیه با کشورهای عضو اوپک طی دهه ی آینده قابل ارزیابی است. آدر این مقاله سه سناریو مورد بررسی و مقایسه قرار گرفته است. سناریوی پایه در چارچوب سناریوی «سیاست جدید» برگرفته از گزارش آژانس بین المللی انرژی قرار دارد. آ؛ در سناریوی دوم عدم کشش قیمت و کمبود عرضه، منجر به افزایش شدید قیمت نفت می شود و طبعاً بر تولید ناخالص داخلی کشورهای مورد بررسی تأثیراتی خواهد داشت. این تحولات با اثرات ناشی از بحران مالی جهانی در سال های ۲۰۰۸ و ۲۰۰۹ قابل مقایسه خواهد بود. در این سناریو کشورهای صادرکننده ی نفت از افزایش قیمت نفت بهره مند می شوند، حال آن که تأثیر این موضوع بر کشورهای واردکننده ی نفت منفی خواهد بود. در سناریوی سوم، اثرات کمبود نفت به میزان قابل توجهی کمتر از سناریوی دوم است، در این سناریو اقداماتی نظیر افزایش بهره وری انرژی و جایگزینی منابع انرژی تجدید پذیر، وابستگی کشورها به واردات نفت و در نتیجه آسیب پذیری آن ها نسبت به شوکهای قیمت نفت در بازار جهانی را کاهش می دهد.

این مقاله بر اساس نتایج حاصل از یک مدل مبتنی بر تحلیل سناریو، پیامدهای اقتصادی ناشی از وقوع نقطه ی اوج نفت در مقطع کنونی و کاهش قابل توجه تولید نفت در سال های آینده را نشان می دهد. بدین منظور روند استخراج نفت و دیگر سوخت های فسیلی طبق گزارش LBST سال ۲۰۱۰ در مدل اقتصاد کلان جهانی

موسوم به جینفورس ((GINFORS اجرا شده است. همچنین ظرفیت های تکنولوژیکی بهره وری انرژی و قابلیت های انرژی های تجدید پذیر نیز در این سناریوها مدنظر قرار گرفته اند، گرچه نمی توان آنها را با استفاده از روش های اقتصادسنجی مرسوم پیش بینی کرد. در مدل جینفورس تقاضا و قیمت های جهانی انرژی به صورت درون زا تعیین می شود؛ به زبان مدل سازی، این بدان معناست که قیمت نفت تا زمانی که تقاضای نفت با عرضه ی آن برابر شود، افزایش می یابد. البته قیمت نفتی که با این روش به دست می آید به هیچ وجه نباید به عنوان قیمت نفتی که به احتمال زیاد به وقوع خواهد پیوست.

۱. ساختار مدل و سناریو

در مدل جینفورس اثرات کاهش عرضه ی نفت در اقتصاد کلان از طریق مقایسه ی عرضه و تقاضای جهانی نفت و تطبیق آن با قیمت های نفت مدل سازی شده است. چون مقالات محدودی پیرامون اثرات مستقیم کمبود نفت بر اقتصاد کلان وجود دارد، بنابراین مدل سازی از طریق افزایش قیمت نفت انجام شده است و به همین دلیل آثاری که ما در این فرآیند خواهیم دید مربوط به اثرات اقتصاد کلان قیمت نفت است.

برای بررسی ادبیات گسترده ی این موضوع، خواننده ی علاقه مند می تواند به هامیلتون (۲۰۰۵) و کیلیان (۲۰۰۷) مراجعه کند. طبق نظر جونز و همکاران (۲۰۰۴) اثرات شوک قیمت نفت در سطح اقتصاد کلان مثلاً تأثیر آن بر تولید ناخالص داخلی به سختی قابل مدل سازی است؛ لذا مناسب ترین مدل ها عبارتند از مدل های اقتصادسنجی بخشی و غیر تجمیعی (غیرکلان) مثل مدل «خودرگرسیونی برداری» و «مدل تصحیح خطای برداری» یا مدل هایی چون «مولتی مود» از صندوق بین المللی پول یا «مدل اینترلینک» از سازمان همکاری های اقتصادی و توسعه ، آن ها در تحقیق خود مروری کوتاه بر این نوع از مدل ها نیز داشته اند.

برای مدل سازی آثار اقتصاد کلان ناشی از کمبود نفت، ما از مدل جینفورس استفاده می کنیم؛ این مدل در واقع یک «مدل جهانی انرژی - اقتصاد - محیط» است که براساس بخش های اقتصادی و به تفکیک هر بخش و به صورت غیر تجمیعی تدوین و ارائه شده است. این مدل (که با استفاده از تحلیل های اقتصادسنجی و مدل های داده - ستانده در چارچوب اقتصاد کلان صورت بندی شده است) این اطمینان را ایجاد می کنند که ویژگیهای حسابداری حساب های ملی نیز حفظ شده است.

مدل جینفورس اخیراً برای پاسخ به مسائل مختلف اقتصادی از جمله موضوعاتی نظیر اصلاح مالیات زیست محیطی اروپا (لوتس و مایر، ۲۰۱۰؛ اکینس و اسپک، ۲۰۱۱) و اثرات زیست محیطی و اقتصادی

پیمان کیوتو (لوتس و مایر، ۲۰۰۹ b) و اثر تغییرات شدید قیمت های انرژی بر تجارت بین المللی (لوتس و مایر، ۲۰۰۹ a) مورد استفاده قرار گرفته است.

سناریوی پایه در این مقاله همان سناریوی «سیاست جدید» در چشم انداز جهانی انرژی سال ۲۰۱۰ آژانس بین المللی انرژی است. در سناریوی دوم به نام سناریوی «نقطه ی اوج نفت»، فرض بر این است که تولید جهانی نفت به نقطه ی اوج خود رسیده و در نتیجه، شکاف پیش بینی شده در چشم انداز جهانی انرژی سال

۲۰۱۰ میان تقاضای نفت و عرضه ی نفت تا سال ۲۰۲۰ وسیع تر می شود؛ نهایتاً سومین سناریوی این مقاله تحت عنوان «نقطه ی اوج نفت» EFF/RT طبق سناریوی ۴۵۰ppm آژانس بین المللی انرژی ارزیابی شده است. تقاضای انرژی در سناریوی «نقطه ی اوج نفت» (سناریوی دوم) معادل تقاضای انرژی در سناریوی پایه است. برای طرف عرضه، فرض بر این است که تولید جهانی نفت به اوج خود رسیده و در طول دهه ی آینده تا سال ۲۰۲۰ به میزان قابل توجهی کاهش می یابد و عرضه ی جهانی نفت دیگر با تقاضای نفت مطابقت نخواهد داشت. این موضوع در نمودار (۱) نشان داده شده است. این کمبود نه تنها می تواند به علت کاهش تولید نفت رخ دهد، بلکه به دلیل بی نظمی سیاسی یا درگیری های نظامی نیز می تواند ایجاد شود، مانند آنچه از اوایل سال ۲۰۱۱ در کشورهای خاورمیانه و شمال آفریقا آغاز شده است.

برای این مدل فرض می کنیم که تولید جهانی نفت در میان مدت از قیمت، مستقل و بعد از سال ۲۰۱۰ رو به کاهش است. فرض ثبات در عرضی نفت نیز برای کوتاه مدت تا میان مدت قابل توجیه است، زیرا ظرفیت افزایش تولید به دلیل نیاز به زمان و سرمایه گذاری با محدودیت مواجه است. در بلندمدت تولید نفت کمتر از کشش قیمتی است که پس از آن باید در نظر گرفته شود. کشش قیمت تقاضای نفت در مدل تخمین زده شده است. با استفاده از این نتایج، ممکن است قیمت نفت تا زمان کاهش تقاضای جهانی نفت و برابری آن با عرضه، افزایش پیدا کند. بنابر مفهوم کشش قیمت نسبت به تقاضا، قیمت نفت خام بعد از سال ۲۰۱۵ شدیداً افزایش خواهد یافت.

سومین سناریو در این مقاله تحت عنوان «نقطه ی اوج نفت EFF/RE» نام برده شده است، در این سناریو نیز رسیدن به نقطه ی اوج نفت مفروض می باشد و از سناریو ۴۵۰ ppm که توسط آژانس بین المللی انرژی طرح شده است (IEA، ۲۰۰۹) به عنوان یک راهنما برای توسعه ی طرف تقاضا استفاده می شود. در این سناریو مفروضات عبارتند از: افزایش بهره وری انرژی و استفاده ی گسترده از منابع انرژی تجدیدپذیر.

۲. نتایج مدل

تمام این سناریوها در مدل اقتصاد سنجی جینفورس اجرا شده است. تفاوت آنها فقط مربوط به پیش فرض های ارائه شده است و طبعاً تفاوت در نتایج، ناشی از تفاوت در فرضیات مربوط به عرضه و تقاضا است. نتایج حاصل از این تجزیه و تحلیل باید با استفاده از معادله ی شرطی «اگر آنگاه» تفسیر شوند و روابط به صورت نسبی و نه مطلق مشاهده گردند.

سه پرسش اساسی که این تحلیل می تواند به آنها پاسخ دهد عبارتند از:

- زمانی که تقاضا به تدریج در حال افزایش است، اثرات کمبود عرضه ی نفت در فضای کسب و کار چیست؟ (مقایسه ی سناریو «نقطه ی اوج نفت» با «سناریوی پایه»)

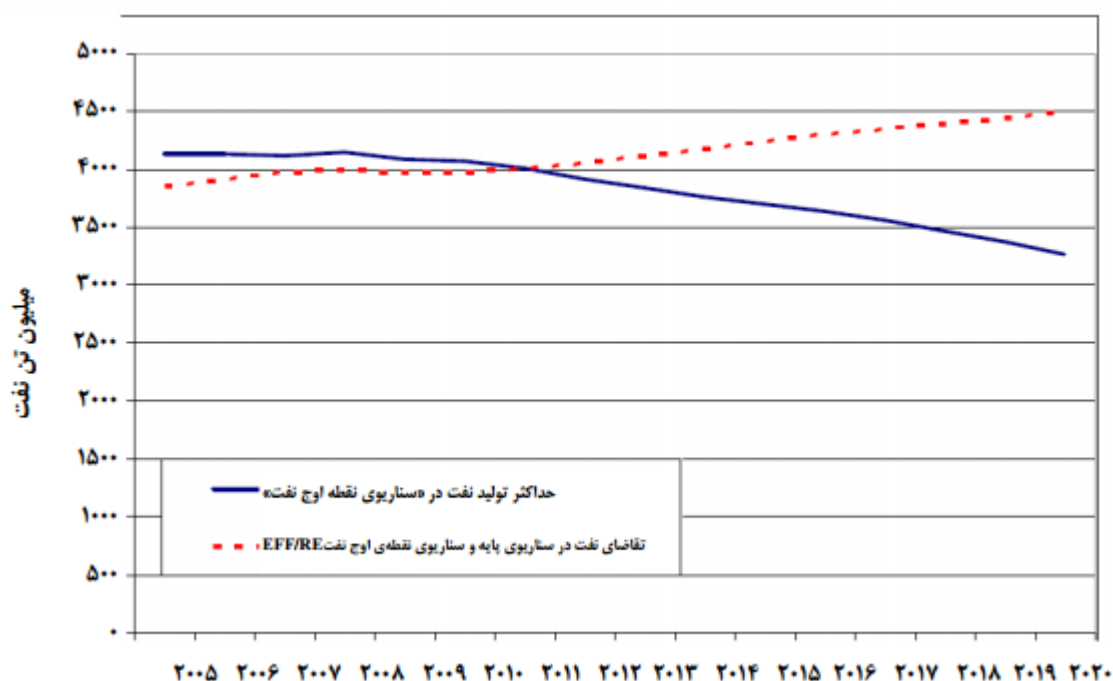
• پیامدهای کاهش تولید نفت هم زمان با اجرای برنامه ی جهانی حفاظت از آب و هوا، شامل بهبود بهره وری انرژی و توسعه ی انرژی های تجدید پذیر چیست؟ (مقایسه ی سناریوهای «نقطه ی اوج نفت» و «نقطه ی اوج نفت EFF/RE»)

• مزایای اقتصادی استفاده از برنامه ی جهانی حفاظت از آب و هوا هم زمان با کاهش عرضه ی نفت، در مقایسه با استمرار توسعه ی معمول کسب و کار چیست؟ (مقایسه ی سناریوی «نقطه ی اوج نفت EFF/RE» با «سناریوی پایه»)

1-2، قیمت نفت

کاهش عرضه ی نفت در دهه ی آینده همراه با افزایش تقاضا برای نفت تا سال ۲۰۲۰ به عنوان مفروضات سناریوی پایه منجر به افزایش شدید قیمت نفت می شود. تا زمانی که تقاضای نفت با عرضه نفت تعادل یابد. در سناریوی «نقطه اوج نفت» در صورت عدم بهبود بهره وری انرژی و بدون افزایش استفاده از انرژی های تجدید پذیر، کمبود عرضه از سال ۲۰۱۵ آشکار خواهد شد. به طوری که قیمت نفت به شدت افزایش خواهد یافت و تا ۶۰۰ دلار در هر بشکه در سال ۲۰۲۰ خواهد رسید. این مطلب در نمودار (۲) قابل مشاهده است. این قیمت برای کشور آلمان و بر اساس قیمت ثابت و با استفاده از شاخص قیمت این کشور، حدود ۴۲۰ دلار خواهد بود؛ در کشورهای دیگر این رقم به دلیل انتظارات تورمی بالاتر است. البته آژانس بین المللی انرژی (IEA، ۲۰۰۹) قیمت نفت برای سال ۲۰۲۰ را بین ۸۵ تا ۱۲۰ دلار به ازای هر بشکه در قیمت های ثابت پیش بینی کرده است.

نمودار ۱- عرضه و تقاضای جهانی نفت



قیمت اجتناب ناپذیر نفت در صورت برابری عرضه و تقاضا در سال ۲۰۲۰ در سناریو «نقطه ی اوج نفت EFF/R» تنها نیمی از قیمت در سناریوی «نقطه ی اوج نفت»، یعنی ۳۰۰ دلار فعلی با ۲۱۰ دلار به ازای هر بشکه در قیمت های ثابت است که در آن صورت نیز به طور قابل ملاحظه ای از گران ترین دوره یعنی سال ۲۰۰۸ که قیمت نفت ۱۵۰ دلار در هر بشکه بود، بالاتر است.

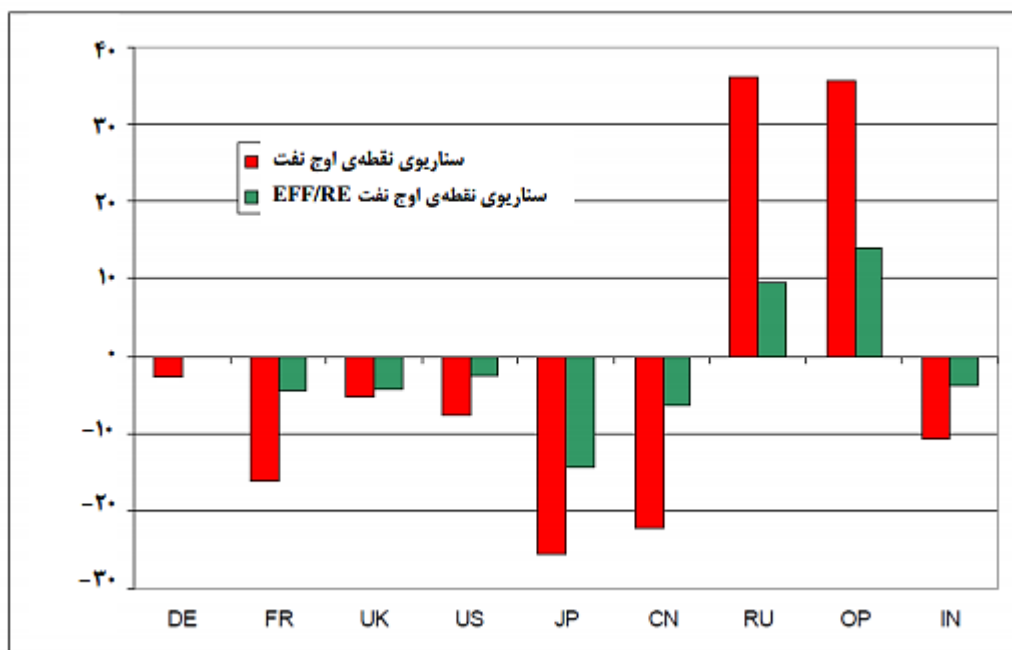
افزایش قیمت نفت خام، آثار مستقیم و غیرمستقیم بر قیمت سایر کالاها نیز دارد و میزان این تأثیر به وابستگی آن کالاها به نفت بستگی دارد. جینفورس قادر است این اثرات را با مدل داده - ستانده و تجارت دوجانبه نشان دهد، نتایج مربوط به آثار هر بخش نیز در صورت درخواست، توسط نویسندگان قابل ارائه است.

2-3. اثرات اقتصاد کلان

جینفورس، شاخص های تولید، قیمت و اشتغال را برای ۴۱ بخش اقتصادی در کشورهای عضو سازمان همکاری های اقتصادی و توسعه (OECD) مدل سازی کرده است. شاخص های اقتصاد کلان مانند تولید ناخالص داخلی، مصرف بخش خصوصی و عمومی، سرمایه گذاری، واردات، صادرات، اشتغال کل، شاخص قیمت با دستمزد ساعتی برای همه ی کشورها و مناطق به صورت تجمیع شده در دسترس است.

نمودار ۵- تولید ناخالص داخلی در سال ۲۰۲۰

تفاوت بین «نقطه ی اوج نفت»، «نقطه ی اوج نفت EFF/RE» و سناریوی پایه



افزایش بسیار زیاد قیمت نفت در سناریوی «نقطه ی اوج نفت» تأثیر شدیدی بر توسعه ی اقتصادی تک تک کشورها خواهد گذاشت. این پیامدها حتی با آثار بحران مالی و اقتصادی سال ۲۰۰۸/۲۰۰۹ قابل مقایسه

نیست کشورهای صادر کننده نفت از افزایش قیمت نفت به شدت بهره می برند، هرچند که حجم صادرات نفت آنها کاهش یابد؛ بر همین اساس، تولید ناخالص داخلی روسیه و کشورهای عضو اوپک بعد از «نقطه ی اوج نفت» حدود ۳۵ درصد افزایش خواهد یافت (به نمودار (۵) توجه نمایید). در این شرایط و با اعمال ضریب هم تراز، کاهش حجم صادرات نفت بیش از افزایش قیمت است. حتی اگر انگلستان و ایالات متحده ی آمریکا در سال ۲۰۲۰ فقط وارد کننده ی نفت باشند، به دلیل تولید داخلی نفت، تولید ناخالص داخلی آنها در «نقطه ی اوج نفت» نسبت به نقطه ی شروع مطالعه کاهش می یابد و اساساً کاهش تولید ناخالص داخلی این دو کشور، کمتر از کشورهایی مانند فرانسه، ژاپن و هند است، حتی اگر فقط کمی تولید نفت داخلی داشته باشند. کشور چین نیز هرچند که در میان ۱۵ کشور برتر صاحب ذخایر نفت (IEA، ۲۰۱۰) رتبه بندی شده است، اما به شدت از کاهش تولید نفت تأثیر منفی خواهد گرفت، زیرا با افزایش شدید تقاضای انرژی مواجه است و افزایش تولید نفت داخلی این کشور تکافوی آن را نخواهد کرد. با این حال، نرخ رشد تولید ناخالص داخلی در همه ی کشورها به غیر از ژاپن مثبت باقی می ماند. برنامه های افزایش بهره وری و رشد استفاده از انرژی های تجدید پذیر که در سناریوی «نقطه ی اوج نفت EFF/RE» مدل سازی شده است می تواند به میزان قابل توجهی روند افزایش قیمت نفت را کاهش و در نتیجه اثرات منفی اقتصادی را کنترل نماید. به طور کلی، نفوذ اقتصادی کشورهای صادر کننده نفت در بازارهای جهانی برخلاف سایر کشورها افزایش می یابد.

از سوی دیگر، تاثیرات نسبتاً کم بر اقتصاد آلمان را بایستی با برخی عوامل توضیح داد. آلمان از بهره وری بسیار بالای نفت برخوردار است و برای هر واحد تولید در مقایسه با آمریکا به حدود نیم واحد نفت و در مقایسه با چین یک چهارم واحد نفت نیاز دارد. این مقایسه در نمودار (۶) قابل مشاهده است. مشکل آلمان و کشورهای نظیر فرانسه، ژاپن، کره جنوبی و هند این است که هیچ گونه ذخایر نفتی داخلی در اختیار ندارند و از این رو به طور کامل به واردات نفت تکیه دارند و نفت نیز به نوبه ی خود به قیمت بسیار بالا و ناپایدار مورد معامله قرار می گیرد. از سوی دیگر آمریکا، انگلستان و چین مقداری نفت تولید داخلی دارند و از این رو وابستگی شدیدی به واردات نفت ندارند. با این حال، کاهش مصرف نفت برای کشورهای صنعتی مانند آلمان از اقتصادهای نوظهور هند و چین آسان تر است.

۳. نتیجه گیری

این تجزیه و تحلیل، اثرات اقتصادی احتمالی ناشی از کاهش قابل توجه تولید جهانی نفت طی دهه ی آینده را نشان می دهد. با فرض این که تقاضای جهانی برای نفت و فرآورده های نفتی استمرار می یابد، با توجه به کثش طبیعی قیمت در بازار نفت، قیمت نفت در کوتاه مدت تا میان مدت به شدت افزایش خواهد یافت. تنها با تغییری کوچک در عرضه و تقاضا، نوسانات شدیدی در قیمت نفت رخ می دهد. یافته های این تحقیق نشان می دهد که نوسانات شدید قیمت مانند تجربه ی سال گذشته به راحتی امکان پذیر است.

کمبود نفت ابتدا به شدت بر بخش حمل و نقل تاثیر می گذارد، اما بعد از آن دارای اثرات غیر مستقیم بر تمام بخش های دیگر زنجیره های اقتصادی تولید در جهان خواهد بود. واکنش میان مدت به کمبود نفت در سیستم انرژی جهان و افزایش قابل توجه در قیمت آن، می تواند منجر به صرفه جویی در انرژی و جایگزینی برای کاهش تقاضای جهانی انرژی گردد. پیامدهای اقتصاد کلان جهانی ناشی از افزایش قیمت نفت به اندازه ای زیاد است که تا حدودی فقط با اثرات بحران مالی و اقتصادی سال های ۲۰۰۸ و ۲۰۰۹ قابل مقایسه خواهد بود. تأثیر پذیری کشورها نیز از این روند بسیار متفاوت است، مثلاً کشورهای صادر کننده ی نفت، اهمیت بیشتری در اقتصاد جهانی می یابند در حالی که نفوذ کشورهای وارد کننده ی نفت کاهش می یابد.

مقایسه ی سناریوهای «نقطه ی اوج نفت» و «نقطه ی اوج نفت EFF/RE» نشان می دهد که پای بندی به برنامه ی جهانی حفاظت از آب و هوا می تواند اثرات منفی اقتصادی ناشی از کمبود عرضه ی نفت را به خوبی کاهش دهد و از افزایش شدید قیمت نفت جلوگیری نماید.

دلایل کمبود نفت، علاوه بر تحقق فرضیه ی نقطه ی اوج نفت، می تواند ناشی از اختلالات سیاسی، درگیری های نظامی و یا حملات تروریستی در کشورهای تولید کننده ی نفت نیز باشد؛ به عبارت دیگر برای تحلیل اثرات اقتصاد کلان ناشی از کمبود نفت، منشأ واقعی کمبود نفت و تطابق آن با افزایش قیمت نفت اهمیتی ندارد. این تجزیه و تحلیل نشان می دهد که بعد از نقطه ی اوج نفت نه تنها کاهش تولید گازهای گلخانه ای، بلکه کمبود سوخت های فسیلی به ویژه کمبود نفت و ضرورت تضمین امنیت انرژی، دلایل خوبی برای افزایش بهره وری انرژی و توسعه ی منابع انرژی تجدیدپذیر در چارچوب برنامه های جهانی برای حفاظت از آب و هوا است.

با اینکه در این مقاله شاخص های مختلفی برای کمبود منابع قابل استخراج ارائه شده است، اما هیچ شاخص واحدی نمی توان یافت که ثابت کند تولید نفت در حال نزدیک شدن به اوج خود است. با این حال، گردآوری چندین رشته شواهد به تثبیت این موضوع کمک می کند که این موضوع باید جدی گرفته شود چرا که احتمالاً عواقبی در بر خواهد داشت که می توان با برنامه ریزی قبلی کافی از آن جلوگیری کرد. گزارش مرکز تحقیقات انرژی بریتانیا در سال ۲۰۰۹ به شواهد کمی برای اثبات اوج گیری تولید نفت پس از سال ۲۰۳۰ دست پیدا کرد. پیش بینی می شود که با توجه به مقیاس های زمانی مورد نیاز برای انجام جایگزینی انرژی، تولید نفت بصورت کوتاه مدت در اوج خود باقی خواهد ماند. از آنجایی که تمرکز ما بر منابع نفتی سبک و تولید قابل قبول بوده است این احتمال وجود دارد که ناچاراً به جایگزینی نفت سبک با سوخت مایع دیگر و شاید برقی شدن بخش حمل و نقل در دراز مدت روی آوریم. در دهه ۱۹۵۰، همانطور که در مورد مالتوس در اوایل قرن نوزدهم اتفاق افتاد، زمانی که ام. کینگ هابرت برای اولین بار امکان اوج گیری تولید نفت ایالات متحده را مطرح کرد، و حتی در دهه ۱۹۷۰ پس از انتشار کتاب محدودیت های رشد، هنوز طرح این موضوع که منابع طبیعی ممکن است حد بالایی را برای رشد تصاعدی سیستم های اجتماعی- اقتصادی انسانی تعیین کند،

محبوبیتی ندارد. اگرچه موضوع این مقاله بررسی آماری محدودیت کوتاه مدت برای تولید نفت سبک است، اما موضوع گسترده تری را نیز بطور ضمنی در دست بررسی دارد. از آن جایی که سیستم انرژی ما محدود به منابع فسیلی بوده و همچنان بر این موهبت تکیه کرده و این منابع را استخراج می کنیم، اما لازم است بدانیم که برای هر واحد تولید انرژی نهایی به مقادیر فزاینده ای از منابع فرعی نیاز خواهیم داشت. به عنوان مثال، ورودی های انرژی به بخش استخراج همچنان افزایش یافته و در نتیجه منجر به کاهش نسبت انرژی تولید شده به مصرف شده (EROEI) می شود. بسیاری از منابع فسیلی نیز نیازمند استخراج آب هستند. بسته به منطقه در دسترس بودن آب می تواند شروع به ایجاد محدودیت هایی برای استخراج سوخت فسیلی و تولید برق کند. با افزایش سهم زیست توده مدرن در سیستم انرژی، نه تنها سبب آزادسازی مقادیر فزاینده ای گاز دی اکسید کربن را در جو زمین می شویم، بلکه

اثرات تغییرات آب و هوایی نیز شروع به ایجاد محدودیت هایی برای رشد بیشتر خواهد کرد. از یک جهت، بیشترین نگرانی ها دقیقاً در رابطه با زمان اوج گیری تولید نفت نبوده است. شاید سهم اصلی محدودیت ها در رشد تمرکز بر اهمیت حلقه های بازخورد به هم پیوسته بین تعداد زیادی از سیستم های طبیعی و اجتماعی- اقتصادی باشد. مفهوم اوج تولید نفت هرگز در مورد محدودیت مطلق برای استخراج آخرین گرم کربن از زمین نبوده است. بلکه در مورد الگوهای استخراج نفت سبک ارزان قیمتی است که ما به استفاده از آن خو گرفته ایم و عملاً با ترکیبی از عوامل موجود در سطح زمین محدود شده است.

این سوال که آیا محدودیت هایی بر سر راه رشد و تولید وجود خواهد داشت، ظاهراً در نهایت، تبدیل به یکی از موقعیت های اعتقادی اساسی خواهد شد. در یک طرف، کسانی هستند که احساس می کنند هیچ محدودیتی برای رشد و تولید وجود ندارد. آن هم به این دلیل که منابع سوخت های فسیلی تقریباً بی نهایت وجود داشته یا جوامع بشری همیشه جایگزین های لازم را به موقع پیدا خواهند کرد. این دیدگاه تا حد زیادی در تاریخ دو قرن گذشته یا بیشتر تایید شده است. با این حال، حتی دو قرن نیز در مقایسه با چندین هزاره ای که جامعه بشری طی آن توسعه یافته است، مدت زمان زیادی نیست بنابراین، کسانی که به محدودیت های توانایی انسان برای بهره برداری از سیستم های طبیعی، از جمله سوخت های فسیلی، آب و جو اشاره می کنند، اساساً معتقدند که ما در مقطعی به نیاز به بودجه متعادل خورشیدی باز خواهیم گشت. بسیاری از آژانس ها، دانشگاه ها و شرکت های بین المللی و ملی به ضرورت تغییر چشمگیر عادات قرن گذشته پی برده اند. این واقعیت که فشارهایی را که در حال حاضر، در نیمه اول قرن بیست و یکم بر چندین سیستم وارد می شود را مورد توجه قرار می دهیم، دقیقاً پیام کلیدی است که چهل سال پیش در کتاب محدودیت های رشد ارائه شده بود.

1- What is a peak oil and when is it going to happen? (November 2019)

Doi: 10.6084/m9.figshare.11312807

2- The peak oil debate (2009)

<http://hdl.handle.net/10419/57664>

3- Ten reasons to take peak oil seriously (February 2013)

Doi: 10.3390/su5020664

4- Peak oil an overview

John Kaufmann, Oregon Department of Energy

5- The end pf peak oil? Why this topic is still relevant despite recent denials (2013)

Doi: 10.1016/j.enpol.2013.05.010

6- Peak gas: Technology and environmental consequences (January 2013)

Doi: 10.1057/9781137349149_11

7- پیامد های اقتصادی نقطه اوج نفت (1392)

فصلنامه سیاست های راهبردی و کلان / سال یکم

8- Future of oil & gas (April 2016)

World Economic Forum

9- ویدئو های یوتیوب زیر:

<https://www.youtube.com/watch?v=hJwUeY63Ku8>
<https://www.youtube.com/watch?v=UUmwy0VTngM>
<https://www.youtube.com/watch?v=tOF38TXq5ek>
<https://www.youtube.com/watch?v=FiSwa8gOxT0>
<https://www.youtube.com/watch?v=K9WgrxJCQ8o>
https://youtu.be/PbAPW2o6_NY
<https://youtu.be/9Yq50vrRecE>
<https://youtu.be/UQwQBQfUA7w>
<https://youtu.be/Y4T-EhMs31U>

10- Peak Gas Is Coming to the U.S. Sooner Than Anyone Expected (October 2020)

<https://www.bloomberg.com/graphics/2020-natural-gas-demand-peak/>