

بررسی تحولات آینده انرژی

معاونت پژوهش‌های زیربنایی و امور تولیدی
دفتر مطالعات انرژی، صنعت و معدن

کد موضوعی: ۳۱۰
شماره مسلسل: ۱۶۷۸۷
دی‌ماه ۱۳۹۸

فهرست مطالب

چکیده	۱
مقدمه	۳
۱. تاریخچه تأمین انرژی در سال‌های گذشته	۴
۲. منابع انرژی و سیر تحول آنها	۷
۲-۱. انرژی‌های پایان‌پذیر	۷
۲-۱-۱. نفت خام	۸
۲-۱-۲. گاز طبیعی	۱۰
۲-۱-۳. زغال‌سنگ	۱۲
۲-۱-۴. انرژی هسته‌ای	۱۴
۲-۲. انرژی‌های تجدیدپذیر	۱۵
۳. بررسی تحولات آینده انرژی	۱۶
تحولات آینده انرژی	۱۶
الف) سناریوها	۱۶
ب) بررسی تحولات تقاضای انرژی اولیه	۲۰
ج) مصرف انرژی در بخش‌های مختلف	۲۰
د) مصرف انرژی در مناطق مختلف	۲۶
هـ) بررسی عرضه و تقاضای حامل‌های انرژی	۲۹
و) عرضه و تقاضای نفت خام	۳۰
ز) عرضه و تقاضای گاز طبیعی	۳۳
ح) عرضه و تقاضای زغال‌سنگ	۳۶
ط) عرضه و تقاضای انرژی‌های تجدیدپذیر	۳۷
نتیجه‌گیری	۴۰
منابع و مأخذ	۴۰



بررسی تحولات آینده انرژی

چکیده

در این گزارش با مرور سیر تحولات انرژی جهان در سالیان گذشته، تحولات آینده انرژی در دنیا مورد بررسی قرار گرفته است. بدین منظور حامل‌های انرژی از جمله، نفت خام، گاز طبیعی، زغال‌سنگ، انرژی هسته‌ای و انرژی‌های تجدیدپذیر به تفکیک مورد بررسی قرار گرفتند.

مهم‌ترین تغییرات تاریخی در تولید و مصرف نفت خام شامل موارد زیر است:

- افزایش میزان تولید نفت خام از سال ۱۹۷۱ تا سال ۲۰۱۶ از حدود ۲۵۰۰ به حدود ۴۳۰۰ میلیون تن در سال.

- تولید اغلب نفت خام دنیا در کشورهای خاورمیانه (۳۳,۶ درصد) و کشورهای عضو سازمان توسعه اقتصادی (۲۴,۵ درصد) در سال ۲۰۱۶.

- رشد ۴ برابری مصرف نفت خام در بخش حمل و نقل نسبت به سال ۱۹۷۱ در شرایطی که مصرف در سایر بخش‌ها نظیر صنعت، بخش خانگی و غیره تغییر چندانی نداشته است.

مهم‌ترین تغییرات تاریخی در تولید و مصرف گاز طبیعی شامل موارد زیر است:

- افزایش تولید گاز طبیعی از سال ۱۹۷۱ تا سال ۲۰۱۶ از حدود ۱۰۰۰ به حدود ۳۵۰۰ میلیارد مترمکعب در سال.

- تولید اغلب گاز طبیعی در کشورهای سازمان توسعه اقتصادی (۳۶,۲ درصد)، کشورهای اروپایی غیر عضو سازمان توسعه اقتصادی (۲۴,۲ درصد) و کشورهای خاورمیانه (۱۶,۲ درصد) در سال ۲۰۱۶.

- رشد مصرف گاز طبیعی در بخش خانگی از ۲۲,۸ درصد در سال ۱۹۷۳ به ۳۰ درصد در سال ۲۰۱۵ در مقابل کاهش مصرف در بخش صنعتی از ۵۴,۶ درصد به ۳۷,۷ درصد.

مهم‌ترین تغییرات تاریخی در تولید و مصرف زغال‌سنگ شامل موارد زیر است:

- افزایش تولید زغال‌سنگ از سال ۱۹۷۱ تا سال ۲۰۱۶ از حدود ۳۰۰۰ به حدود ۷۲۰۰ میلیون تن در سال.

- افزایش سهم کشور چین در تولید زغال‌سنگ جهان از ۱۳,۶ درصد به ۴۴,۵ درصد.

- بیشترین مصرف زغال‌سنگ در بخش تولید آهن و فولاد (۲۹,۳ درصد) در سال ۲۰۱۶.

مهم‌ترین تغییرات تاریخی در تولید و مصرف انرژی هسته‌ای شامل موارد زیر است:

- افزایش تولید برق از انرژی هسته‌ای از سال ۱۹۷۳ تا سال ۲۰۱۵ از حدود ۲۰۰ به حدود ۲۵۰۰ تراوات ساعت در سال.

- تولید بخش اعظمی از انرژی هسته‌ای جهان در کشورهای عضو سازمان توسعه اقتصادی (۷.۷۶ درصد) در سال ۲۰۱۶.

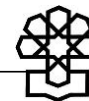
- افزایش قابل توجه سهم کشور چین در تولید برق هسته‌ای از سال ۱۹۷۳ تا سال ۲۰۱۵ از حدود صفر به ۶,۶ درصد.

انرژی‌های تجدیدپذیر برخلاف انرژی‌های فسیلی و هسته‌ای می‌توانند در یک بازه زمانی کوتاه به وجود آیند. این انرژی‌ها شامل انرژی آبی، بادی، خورشیدی، زمین‌گرایی و زیست‌توده هزینه عملیاتی کمتری نسبت به سوخت‌های تجدیدناپذیر دارند اما به علت محدودیت‌هایی چون هزینه سرمایه‌گذاری بالاتر و عدم قطعیت‌های موجود در استفاده از آن‌ها کماکان نقش کم‌رنگی در برابر انرژی‌های تجدیدناپذیر دارند. هرچند در سالیان اخیر با توجه به مزایای انرژی‌های نو همچون کاهش تولید گازهای آلاینده و نامحدود بودن این منابع، توجه بیشتری به آن‌ها شده است.

در ادامه این گزارش بر مبنای سناریوی گذار تکامل یافته که در آن فرض می‌شود سرعت رشد تکنولوژی، نحوه مصرف و سیاست‌های حوزه انرژی همانند سال‌های قبل بوده و یا با همان نرخ رشد پیدا کنند، سیر تحولات آینده انرژی، بررسی شده‌اند. بر این اساس، تغییرات زیر تا سال ۲۰۴۰ در مورد انرژی رخ خواهد داد:

- افزایش مقدار کل انرژی مصرفی در جهان به میزان سی درصد تا سال ۲۰۴۰
- اختصاص بیشترین سهم در افزایش مصرف انرژی به کشورهای در حال توسعه (به گونه‌ای که چین، هند و کشورهای در حال توسعه آسیایی بیش از دوسوم افزایش مصرف انرژی را شکل می‌دهند)
- ثبات میزان مصرف انرژی کشورهای توسعه‌یافته
- بیشترین رشد مصرف، مربوط به انرژی‌های تجدیدپذیر در میان سایر انواع انرژی
- بیشترین رشد مصرف، مربوط به گاز طبیعی در میان سوخت‌های فسیلی
- کند شدن رشد تقاضا در بخش‌های صنعت و حمل‌ونقل. یکی از اصلی‌ترین عوامل این موضوع، رشد سریع اقتصادی کشور چین در سال‌های اخیر و اتمام این رشد سریع در سال‌های آتی است.
- افزایش نرخ مصرف انرژی در هند و کشورهای آفریقایی به علت رشد اقتصادی سریع‌تر این کشورها.

- بیشترین افزایش سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در چین و کشورهای توسعه‌یافته.
- افزایش تقاضای انرژی جهان از ۴۰۰ اکسازول در سال ۲۰۱۶ به ۴۷۰ اکسازول در سال ۲۰۳۰ و کاهش تقاضا به ۴۵۰ اکسازول در سال ۲۰۵۰.



- افزایش عرضه اولیه انرژی در جهان از ۵۸۱ اکسازول در سال ۲۰۱۶ به ۶۲۲ اکسازول در سال ۲۰۳۲ کاهش عرضه به ۵۸۶ اکسازول در سال ۲۰۵۰.
- تبدیل انرژی الکتریکی تا سال ۲۰۵۰ به بزرگ‌ترین حامل انرژی در بخش مصرف نهایی و سهم ۴۵ درصدی آن از کل تقاضای جهانی انرژی.
- افزایش تقاضای نفت و سوخت‌های مایع در جهان از حدود ۱۴ میلیون تن در روز در سال ۲۰۱۶ به حدود ۱۶ میلیون تن در روز در سال ۲۰۴۰ (از ۹۵ میلیون بشکه در روز به ۱۱۰ میلیون بشکه در روز)
- افزایش تقاضای گاز طبیعی در جهان از حدود ۹,۹ میلیارد متر مکعب (۳۵۰ میلیارد فوت مکعب) در روز در سال ۲۰۱۶ به حدود ۱۴,۱ میلیارد متر مکعب (۵۰۰ میلیون فوت مکعب) در روز در سال ۲۰۴۰.
- کاهش سهم اتحادیه اروپا در تولید گاز طبیعی و افزایش سهم روسیه در آن.
- ثبات مصرف زغال‌سنگ بر خلاف دیگر حامل‌های انرژی تا سال ۲۰۴۰؛ این ثبات در کشورهای اروپایی به دلیل مسائل زیست‌محیطی و در آمریکا به علت مزیت رقابتی گاز طبیعی است.
- توجه ویژه به محدودیت‌های محیط زیستی و کاهش تولید کربن و در نتیجه افزایش قابل توجه مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر تا سال ۲۰۴۰ به خصوص در تولید برق.

مقدمه

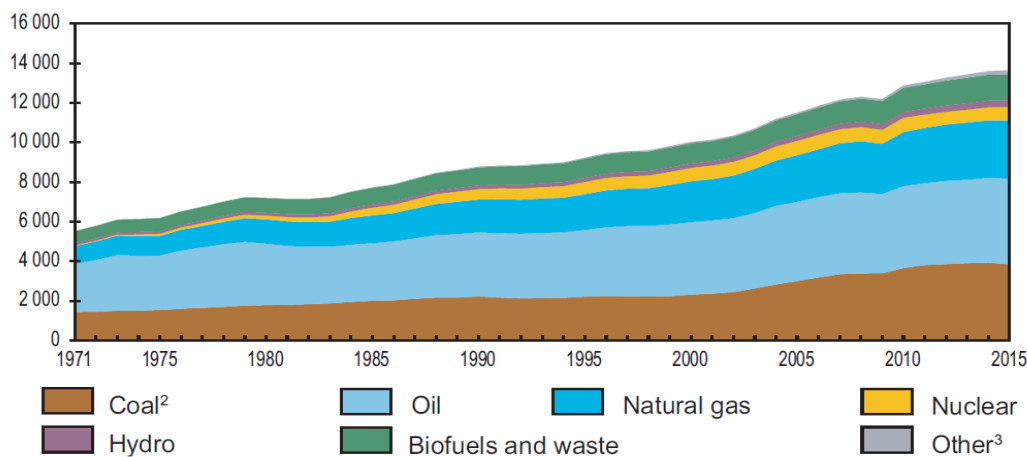
با توجه به رخداد تحولات جهانی در حوزه انرژی چون تغییرات ژئوپلیتیک در خاورمیانه، محدودیت‌های محیط‌زیستی، افزایش اختلافات بین روسیه و اتحادیه اروپا و غیره لازم است سیاستگذاری‌های مناسبی در حوزه انرژی انجام شود. بررسی دقیق آینده تحولات انرژی در سطح جهانی می‌تواند سیاستگذاران و پژوهشگران هر کشور را در اتخاذ تصمیمات صحیح کمک نماید. در این جهت پژوهشگران با ارائه سناریوهای مختلف از تحولات آینده انرژی تلاش می‌کنند این تحولات را پیش‌بینی کنند و با توجه به آن راهکارهای مناسب ارائه نمایند. این تصمیم‌گیری‌ها با توجه به شرایط اقتصادی، سیاسی و اجتماعی هر کشور متفاوت می‌باشد. در این پژوهش تلاش خواهد شد با مطالعه اسناد بین‌المللی در حوزه انرژی و سناریوهای مختلف آن در آینده، تحولات آینده انرژی در جهان پیش‌بینی گردد. بدین منظور ابتدا سیر تاریخی استفاده از منابع مختلف انرژی‌های تجدیدناپذیر از جمله نفت، گاز، زغال‌سنگ و انرژی هسته‌ای و همچنین انرژی‌های تجدیدناپذیر از جمله انرژی آبی، بادی، خورشیدی، زمین‌گرمایی و زیست‌توده بررسی می‌گردد. سپس با بررسی تحولات سال‌های اخیر استفاده از این منابع انرژی و در نظر گرفتن سناریوهای مختلف به پیش‌بینی میزان تولید و تقاضای هر یک از آن‌ها در سال‌های آتی پرداخته می‌شود.

۱. تاریخچه تأمین انرژی در سال‌های گذشته

روش‌های مختلفی برای تأمین انرژی از سال‌های گذشته وجود داشته و از تکنولوژی‌ها و حامل‌های انرژی مختلفی برای تأمین انرژی نهایی در بخش‌های مختلف استفاده می‌شود. به منظور تأمین انرژی اولیه در سال‌های بسیار دور، انسان‌ها از موادی چون چوب استفاده می‌کردند. در چند دهه اخیر با رشد تکنولوژی، حامل‌هایی چون نفت خام، گاز طبیعی و زغال‌سنگ جایگزین این مواد شدند و با توجه به ارزش حرارتی بالای خود، سهم عمده‌ای در تأمین انرژی بخش‌های مختلف بر عهده داشته‌اند. البته در سال‌های اخیر با توجه به رشد تکنولوژی‌های نو مانند فناوری‌های خورشیدی، زیست‌توده و غیره، این تکنولوژی‌ها توانسته‌اند سهم قابل توجهی از انرژی را در جهان تأمین کنند. در ادامه به بررسی دقیق‌تر این تکنولوژی‌ها و کاربردهای هر یک پرداخته می‌شود.^[۱]

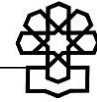
در شکل ۱ عرضه انرژی اولیه در جهان به تفکیک نوع سوخت از سال ۱۹۷۱ تا سال ۲۰۱۵ نشان داده شده است. عرضه کل انرژی اولیه در جهان از کمتر از ۶ میلیارد تن معادل نفت خام در سال ۱۹۷۱ به ۱۳/۶ میلیارد تن معادل نفت خام در سال ۲۰۱۵ رسیده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، نفت، گاز طبیعی و زغال‌سنگ سهم بیشتری در تأمین انرژی در این سال‌ها داشته‌اند.

شکل ۱. عرضه کل انرژی اولیه در جهان به تفکیک نوع سوخت (میلیون تن معادل نفت خام)^[۱]

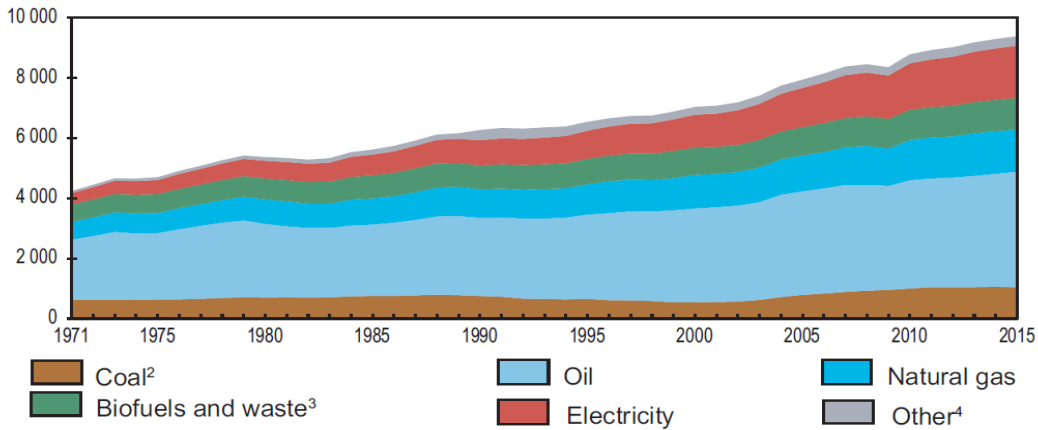


Source: "Key world energy statistics", International Energy Agency, 2017.

در سمت انرژی نهایی، مصرف نهایی کل انرژی در جهان از حدود ۴ میلیارد تن معادل نفت خام در سال ۱۹۷۱ به ۹/۴ میلیارد تن معادل نفت خام در سال ۲۰۱۵ رسیده است. نفت، گاز طبیعی، برق و زغال‌سنگ بیشترین سهم را در مصرف انرژی نهایی دارند. شکل ۲ سیر تغییرات مصرف انرژی نهایی را در بخش‌های مختلف نشان می‌دهد.



شکل ۲. مصرف نهایی کل انرژی در جهان به تفکیک نوع سوخت (میلیون تن معادل نفت خام) [۱]

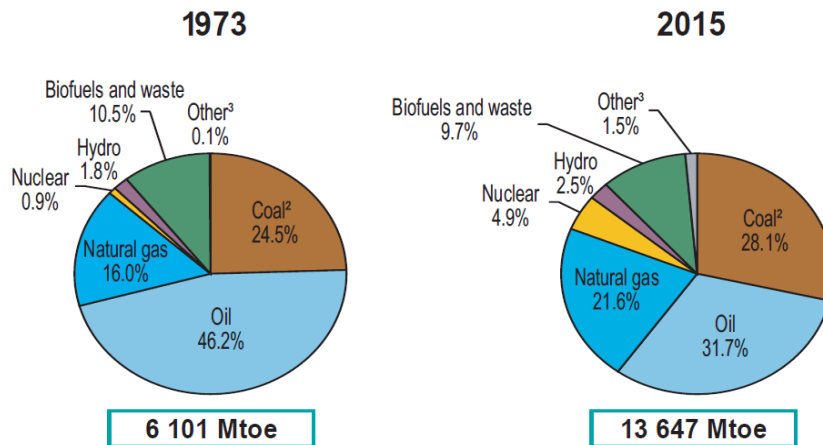


Source: “Key world energy statistics”, International Energy Agency, 2017

در ادامه و در شکل‌های ۳ و ۴ سهم هر یک از حامل‌ها در عرضه کل انرژی اولیه و مصرف نهایی کل انرژی در سال‌های ۱۹۷۳ و ۲۰۱۵ نشان داده شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، در بخش عرضه سهم انرژی هسته‌ای، گاز طبیعی و زغال‌سنگ نسبت به قبل افزایش و سهم نفت کاهش داشته است. در بخش مصرف نهایی انرژی نیز سهم برق حدوداً دو برابر شده است.

شکل ۳. سهم هر یک از سوخت‌ها از عرضه کل

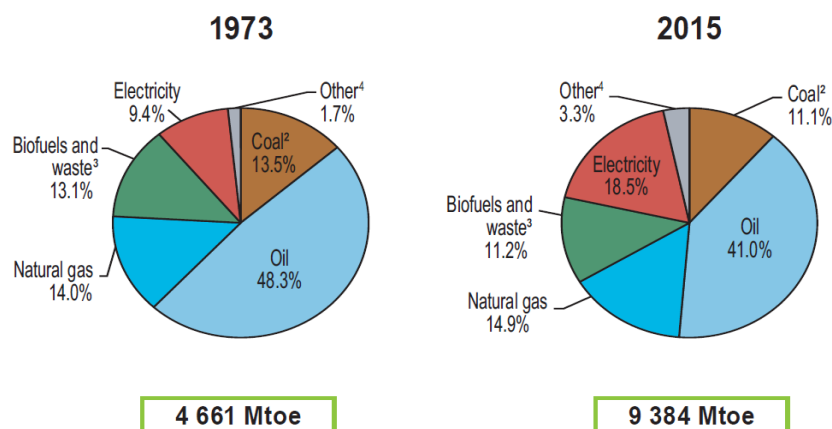
انرژی اولیه در سال‌های ۱۹۷۳ و ۲۰۱۵ [۱]



Source: “Key world energy statistics”, International Energy Agency, 2017.

شکل ۴. سهم هر یک از سوخت‌ها از مصرف نهایی

کل انرژی در سال‌های ۱۹۷۳ و ۲۰۱۵ [۱]

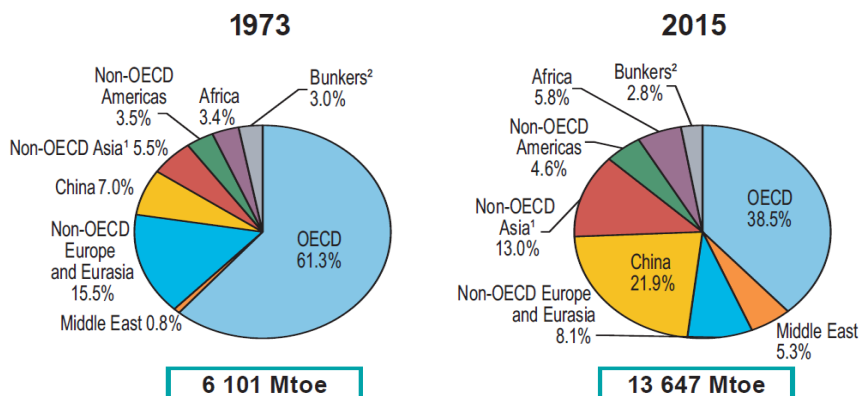


Source: “Key world energy statistics”, International Energy Agency, 2017.

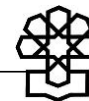
دو شکل ۵ و ۶ به ترتیب بیانگر سهم مصرف نهایی انرژی و عرضه انرژی اولیه در مناطق مختلف دنیا در سال‌های ۱۹۷۳ و ۲۰۱۵ هستند. همان گونه که مشاهده می‌شود در هر دو بخش، کاهش قابل توجهی در سهم کشورهای پیشرفته و افزایش محسوسی در کشورهای در حال توسعه نظیر چین وجود دارد.

شکل ۵. سهم هر یک از مناطق از مصرف نهایی

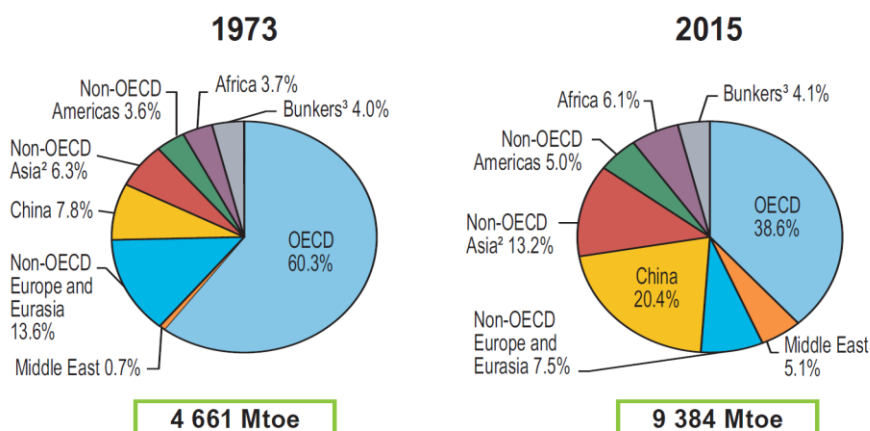
کل انرژی در سال‌های ۱۹۷۳ و ۲۰۱۵ [۱]



Source: “Key world energy statistics”, International Energy Agency, 2017.



شکل ۶. سهم هر یک از مناطق از عرضه کل انرژی اولیه در سال‌های ۱۹۷۳ و ۲۰۱۵^{۱)}



Source: "Key world energy statistics", International Energy Agency, 2017

۲. منابع انرژی و سیر تحول آنها

در این بخش به معرفی منابع تأمین انرژی و ویژگی‌های هر کدام پرداخته می‌شود. منابع انرژی را می‌توان به دو بخش انرژی‌های تجدیدپذیر و پایان‌پذیر (فسیلی) تقسیم‌بندی کرد. انرژی‌های پایان‌پذیر شامل نفت خام، گاز طبیعی، زغال‌سنگ و هسته‌ای بوده و انرژی‌های تجدیدپذیر شامل انرژی‌های آبی، بادی، خورشیدی، زمین‌گرمایی و زیست‌توده است.

۲-۱. انرژی‌های پایان‌پذیر

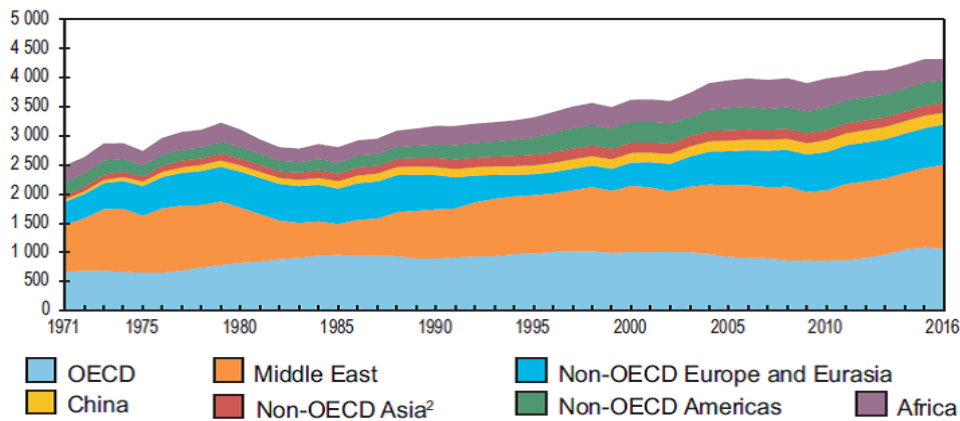
نفت خام، گاز طبیعی و زغال‌سنگ از جمله منابع پایان‌پذیر انرژی هستند. این حامل‌های انرژی به صورت مایع، گاز و جامد وجود داشته و به عنوان سوخت‌های فسیلی شناخته می‌شوند. این مواد از گیاهان و حیواناتی تشکیل شده‌اند که میلیون‌ها سال پیش زندگی می‌کردند. باقی‌مانده جانوران و گیاهانی (اعم از جلبک‌ها و مرجان‌ها) که میلیون‌ها سال قبل (قبل از پدید آمدن دایناسورها) در محیط دریا زندگی می‌کرده‌اند، طی این مدت در رسوبات مدفون شده و تحت فشار و دمای بالا، نبود اکسیژن و مدت زمان طولانی تبدیل به نفت و گاز شده‌اند. لذا منشأ تشکیل نفت، گیاهان و موجودات آلی موجود در اقیانوس‌ها هستند.

از این سوخت‌ها و انرژی هسته‌ای به عنوان منابع انرژی پایان‌پذیر یاد می‌شود. زیرا آنها را نمی‌توان در مدت کوتاهی دوباره به دست آورد. محدودیت این منابع از مهم‌ترین معایب آنهاست. در ادامه به معرفی بیشتر این حامل‌ها پرداخته می‌شود.

۲-۱-۱. نفت خام

در سال ۱۸۵۸ میلادی اولین چاه نفت در آمریکای شمالی در کانادا و در ایالت انتاریو^۱ حفر شد. در سطح جهانی، نفت در مناطق مختلفی در جهان مانند خاورمیانه، روسیه، ونزوئلا و غیره موجود است. در کشورهایی چون کشورهای آمریکا و کانادا نیز مقدار قابل توجهی نفت وجود دارد. همچنین نفت شیل در این مناطق به وفور یافت می‌شود. در شکل ۷ می‌توان سیر تغییرات میزان تولید نفت خام در جهان را در سالیان گذشته به تفکیک منطقه مشاهده کرد. همان طور که مشخص است کشورهای خاورمیانه و کشورهای عضو سازمان توسعه و همکاری‌های اقتصادی^۲ بیشترین تولید نفت را طی سالیان اخیر داشته‌اند.

شکل ۷. سیر تغییرات میزان تولید نفت خام (میلیون تُن)^[۱]



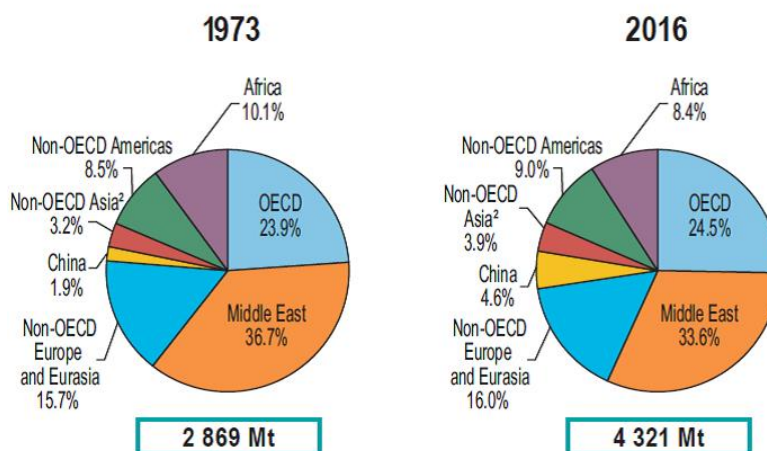
Source: "Key world energy statistics", International Energy Agency, 2017.

در شکل ۸ سهم نفت تولیدی هر یک از مناطق در سال‌های ۱۹۷۳ و ۲۰۱۶ نشان داده شده است. همان گونه که مشاهده می‌شود، تغییرات اندکی در سهم مناطق مختلف وجود دارد.

1. Ontario State
2. OECD



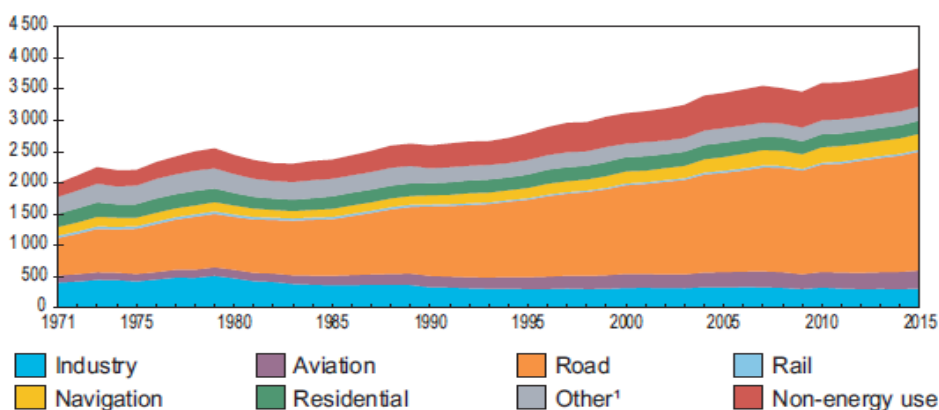
شکل ۸. سهم هر یک از مناطق در تولید نفت خام در سال‌های ۱۹۷۳ و ۲۰۱۶^[۱]



Source: “Key world energy statistics”, International Energy Agency, 2017.

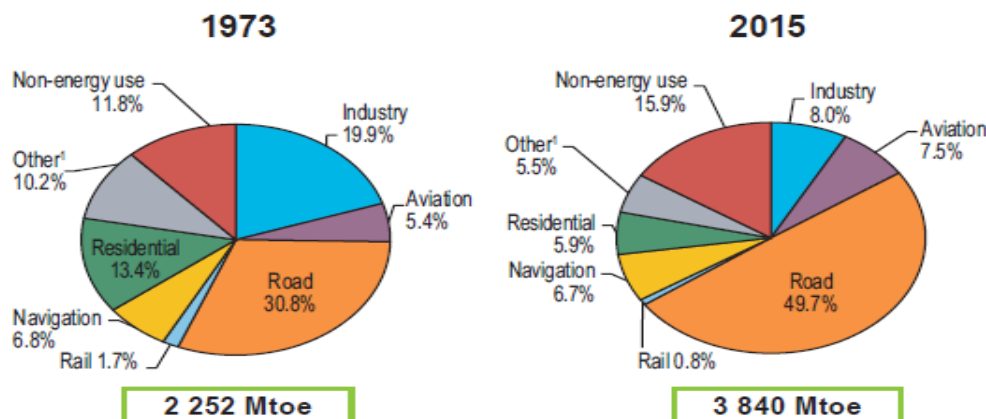
در بخش مصرف نفت خام می‌توان در شکل‌های ۹ و ۱۰ به ترتیب سیر تغییرات میزان مصرف هر یک از بخش‌های مختلف را بین سال‌های ۱۹۷۱ تا ۲۰۱۵ و سهم مصرف هر یک از بخش‌ها را در سال‌های ۱۹۷۳ و ۲۰۱۵ ملاحظه کرد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود سهم مصرف نفت خام در بخش حمل‌ونقل جاده‌ای رشد قابل توجهی در مقایسه با دیگر بخش‌ها داشته است. در مقابل، سهم مصرف نفت خام در بخش خانگی کاهش حدوداً ۵۰ درصدی داشته است.

شکل ۹. سیر تغییرات میزان مصرف نهایی نفت خام در بخش‌های مختلف (میلیون تن)^[۱]



Source: “Key world energy statistics”, International Energy Agency, 2017.

شکل ۱۰. سهم هر یک از بخش‌های مختلف در مصرف نفت خام در سال‌های ۱۹۷۳ و ۲۰۱۵ [۱]

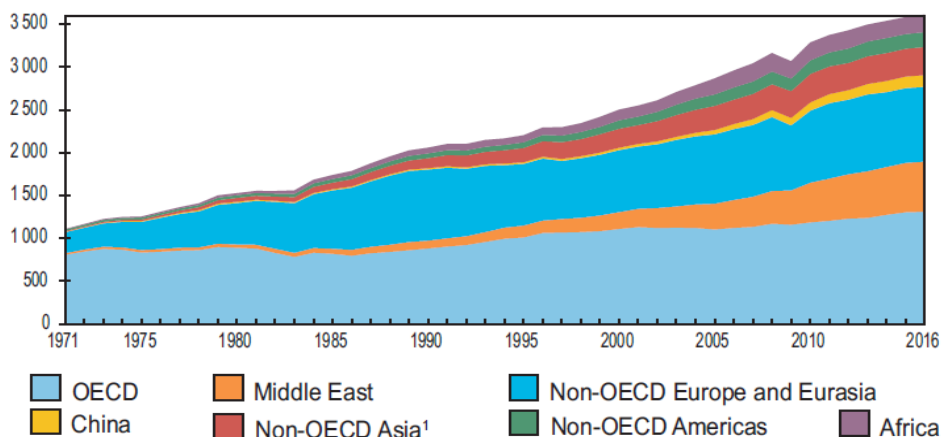


Source: "Key world energy statistics", International Energy Agency, 2017.

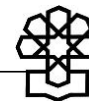
۲-۱-۲. گاز طبیعی

برای اولین بار چینی‌ها حدود ۳۰۰۰ سال قبل از گاز برای تبخیر آب نمک استفاده کرده‌اند. این گاز بنا بر شواهد تاریخی از عمق ۳۰۰ تا ۶۰۰ متری زمین خارج شده و مورد استفاده قرار می‌گرفته است؛ اما استفاده صنعتی از گاز به اوایل قرن هجدهم می‌رسد. در بین سال‌های ۱۸۰۲ تا ۱۸۰۴ در انگلیس برای اولین بار شخصی به نام مرداک از گاز حاصل از زغال‌سنگ برای روشنایی در فضای باز استفاده کرد. در سطح جهانی و در بخش تولید گاز طبیعی، سیر تغییرات میزان تولید گاز طبیعی و سهم تولیدکنندگان در سال‌های ۱۹۷۳ و ۲۰۱۶ به تفکیک مناطق مختلف، به ترتیب در شکل‌های ۱۱ و ۱۲ ارائه شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، خاورمیانه رشد قابل توجهی در تولید گاز طبیعی در این سال‌ها داشته و سهم کشورهای توسعه‌یافته کاهش قابل ملاحظه‌ای داشته است.

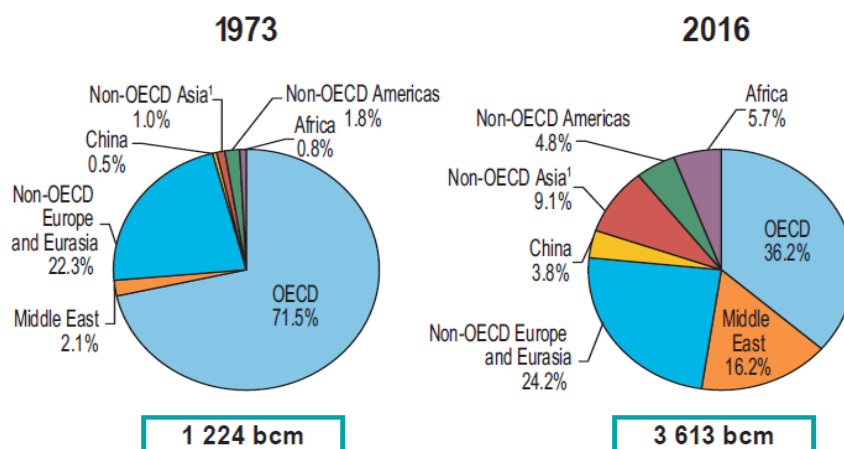
شکل ۱۱. سیر تغییرات میزان تولید گاز طبیعی (میلیارد مترمکعب) [۱]



Source: "Key world energy statistics", International Energy Agency, 2017.



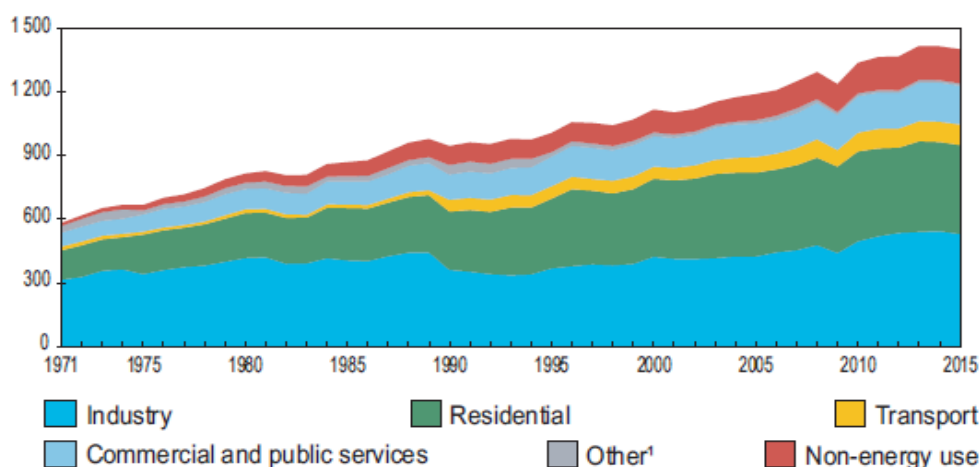
شکل ۱۲. سهم هر یک از مناطق در تولید گاز طبیعی در سال‌های ۱۹۷۳ و ۲۰۱۶^[۱]



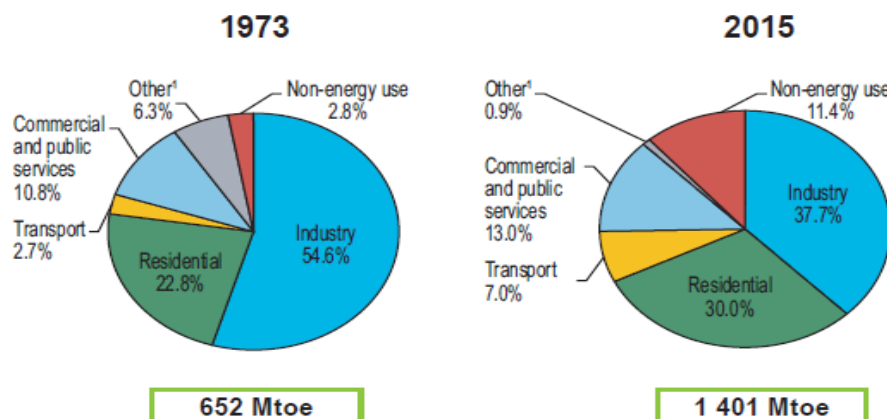
Source: “Key world energy statistics”, International Energy Agency, 2017.

در بخش مصرف گاز طبیعی، سیر تغییرات میزان مصرف بخش‌های مختلف و سهم هر یک در سال‌های ۱۹۷۳ و ۲۰۱۶ به ترتیب در شکل‌های ۱۳ و ۱۴ نشان داده شده است. همان گونه که مشاهده می‌شود، مصرف گاز طبیعی در بخش خانگی و حمل‌ونقل، رشد قابل توجهی در سال‌های گذشته داشته است. همچنین با توجه به ظهور استفاده از گاز طبیعی در بخش‌های غیر انرژی و تجاری سهم درصدی صنعت در مصرف گاز طبیعی کاهش قابل توجهی یافته است.

شکل ۱۳. مصرف نهایی گاز طبیعی در جهان به تفکیک بخش (میلیون تن معادل نفت خام)^[۱]



Source: “Key world energy statistics”, International Energy Agency, 2017.

شکل ۱۴. سهم هر یک از بخش‌ها در مصرف گاز طبیعی در سال‌های ۱۹۷۳ و ۲۰۱۵^[۱]

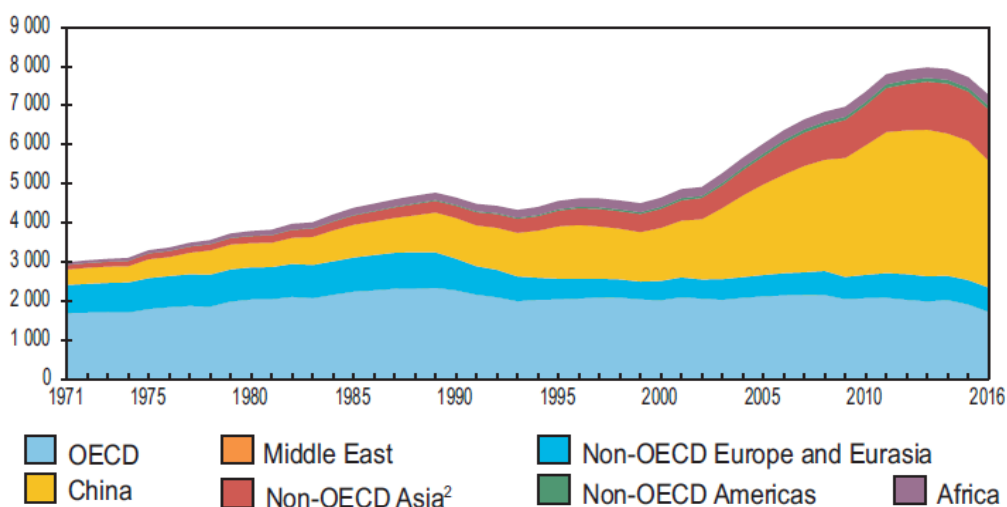
Source: "Key world energy statistics", International Energy Agency, 2017.

۲-۱-۲. زغال سنگ

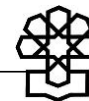
بیش از دو هزار سال پیش، در چین، یونان و ایتالیا زغال سنگ به عنوان یک ماده سوختی مورد استفاده قرار می‌گرفت. البته استخراج آن از معدن در حدود قرن دهم میلادی در آلمان آغاز شد.^[۱۶] در سطح جهانی تولید زغال سنگ در سال‌های گذشته تغییرات بسیاری کرده است. در دو شکل ۱۵ و ۱۶ سیر تغییرات تولید زغال سنگ در جهان و همچنین سهم هر یک از مناطق برای تولید زغال سنگ نشان داده شده است. همان گونه که مشاهده می‌شود علاوه بر افزایش مصرف زغال سنگ در سطح دنیا، سهم تولید کشور چین رشد بسزایی یافته است.

شکل ۱۵. تولید زغال سنگ در جهان به تفکیک منطقه

(میلیون تُن)^[۱]

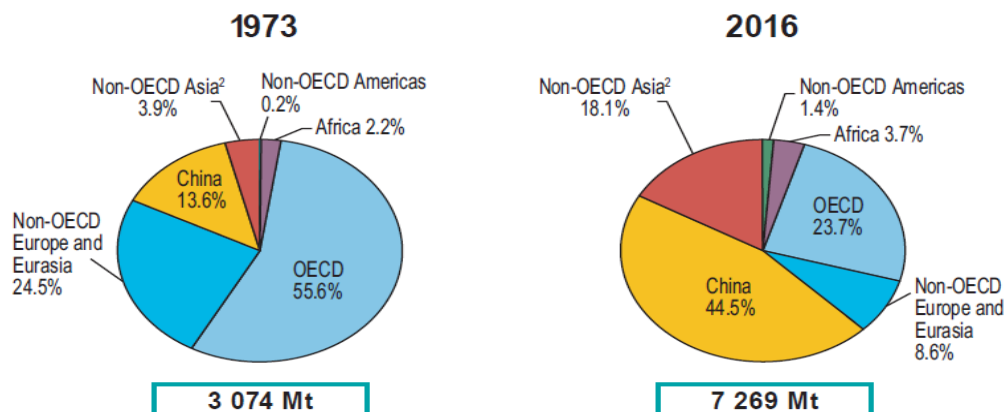


Source: "Key world energy statistics", International Energy Agency, 2017.



شکل ۱۶. سهم هر یک از مناطق در تولید زغال سنگ

در سال‌های ۱۹۷۳ و ۲۰۱۶^[۱]

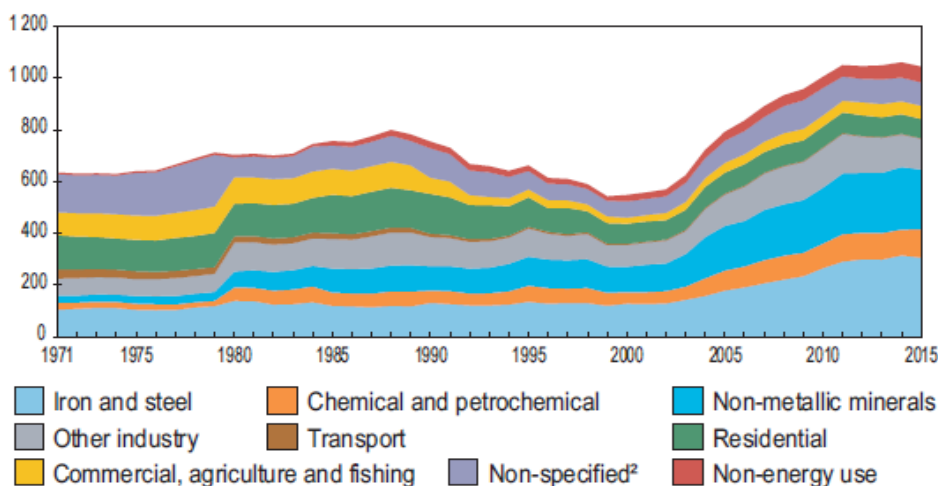


Source: “Key world energy statistics”, International Energy Agency, 2017.

در بخش مصرف نهایی زغال سنگ در بخش‌های مختلف، در شکل‌های ۱۷ و ۱۸ سیر تغییرات مصرف نهایی و سهم مصرف آنها ارائه شده است. همان طور که مشخص است استفاده نهایی زغال سنگ بیشتر معطوف به صنعت است و در بخش‌های مسکونی و حمل و نقل کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرد.

شکل ۱۷. مصرف نهایی زغال سنگ در بخش‌های مختلف

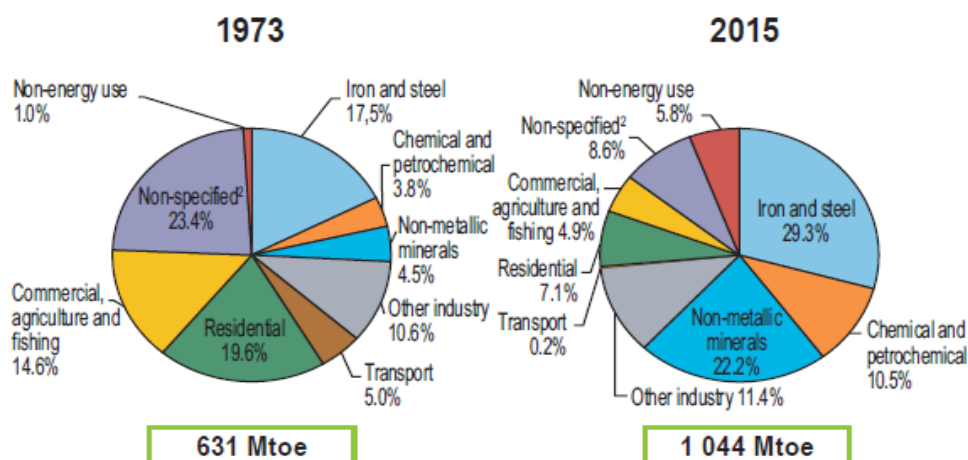
(میلیون تن معادل نفت خام)^[۱]



Source: “Key world energy statistics”, International Energy Agency, 2017

شکل ۱۸. سهم هر یک از بخش‌ها در مصرف زغال سنگ

در سال‌های ۱۹۷۳ و ۲۰۱۵^[۱]



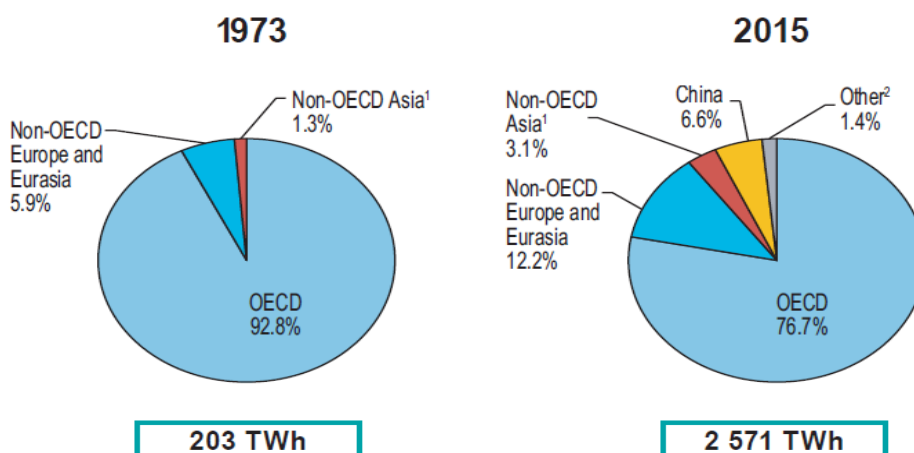
Source: “Key world energy statistics”, International Energy Agency, 2017.

۲-۱-۴. انرژی هسته‌ای

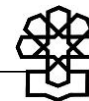
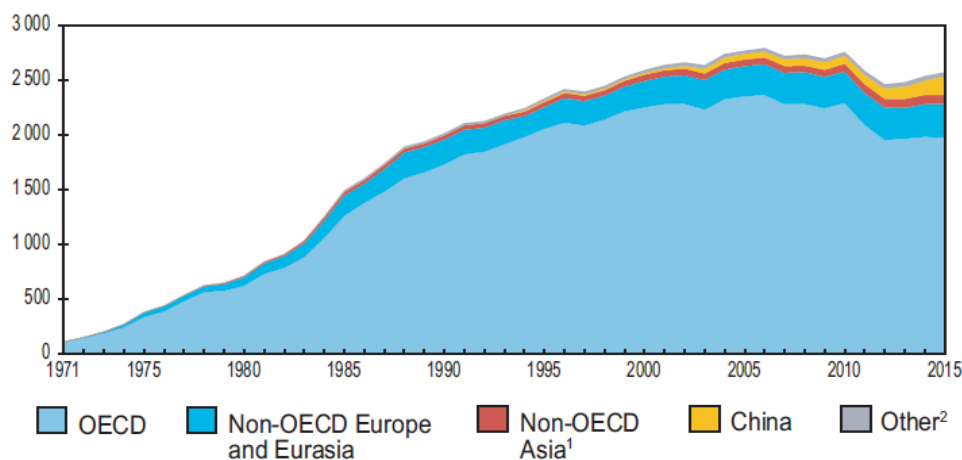
در شکل ۱۹ سهم هر یک از مناطق مختلف دنیا در تولید برق از انرژی هسته‌ای نشان داده شده است. سیر تغییرات تولید برق از انرژی هسته‌ای در جهان را می‌توان مطابق شکل ۲۰ مشاهده کرد. همان گونه که مشاهده می‌شود درصدی کشورهای عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (OECD) از سال‌های گذشته کاهش یافته و دیگر کشورها سهم بیشتری از تولید برق توسط انرژی هسته‌ای را دارا هستند.

شکل ۱۹. سهم هر یک از مناطق در تولید برق از انرژی هسته‌ای

در سال‌های ۱۹۷۳ و ۲۰۱۵^[۱]



Source: “Key world energy statistics”, International Energy Agency, 2017.

شکل ۲۰. تولید برق از انرژی هسته‌ای در جهان به تفکیک منطقه (تراوات ساعت) ^[۱]

Source: "Key world energy statistics", International Energy Agency, 2017.

۲-۲. انرژی‌های تجدیدپذیر

انرژی‌های تجدیدپذیر به انواعی از انرژی گفته می‌شود که منبع تولید آن، برخلاف انرژی‌های تجدیدناپذیر (فسیلی)، قابلیت این را دارد که توسط طبیعت در یک بازه زمانی کوتاه، مجدداً به وجود آمده یا به عبارتی تجدید شود. انواع انرژی‌های تجدیدپذیر عبارتند از:

- انرژی آبی (نیروی برق آبی)
- انرژی بادی
- انرژی خورشیدی
- انرژی زمین‌گرمایی
- انرژی زیست‌توده (زیست‌سوخت)

انرژی‌های تجدیدپذیر می‌توانند هزینه عملیاتی^۱ کمتری را نسبت به سوخت‌های تجدیدناپذیر داشته باشند؛ اما با توجه به محدودیت‌های خاص کماکان مورد استفاده قرار نمی‌گیرند. از جمله این محدودیت‌ها می‌توان به عدم قطعیت‌های موجود در برخی از فناوری‌های تجدیدپذیر چون فناوری‌های بادی و خورشیدی اشاره کرد. همچنین انرژی‌های تجدیدپذیر با توجه به تکنولوژی جدیدتر خود نیاز به هزینه‌های سرمایه‌گذاری بیشتر دارند. توجیه‌پذیری انرژی‌های تجدیدپذیر در قبال سوخت‌های فسیلی در گرو کاهش عدم قطعیت و هزینه‌های سرمایه‌گذاری است.

۱. هزینه عملیاتی هزینه‌های مربوط به فعالیت عادی و مستمر یک کسب و کار است. این هزینه‌ها شامل بهای تمام شده کالا یا خدمات فروش رفته، هزینه فروش، هزینه‌های عمومی، اداری و مدیریتی، نگهداری و تحقیق و توسعه هستند.

۳. بررسی تحولات آینده انرژی

تحولات آینده انرژی

برای بررسی تحولات آینده انرژی، رویکردها و سناریوهای مختلفی ارائه می‌شود. این سناریوها تحولات احتمالی در حوزه انرژی را بررسی کرده و راهکارهای لازم را به متخصصان این حوزه ارائه می‌کنند. در ادامه به بررسی جزئی‌تر این سناریوها پرداخته خواهد شد.

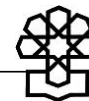
الف) سناریوها

سناریوهای مختلفی با هدف بررسی تحولات حوزه انرژی تدوین شده است. این سناریوها وجه اشتراک بسیاری مانند در نظر گرفتن افزایش شدید تقاضا در بخش‌های مختلف و کاهش تولید کربن را در بر می‌گیرد. وجه تمایز این سناریوها عموماً به سیاست‌های متفاوت و رشد تکنولوژی‌های مختلف طی زمان مربوط است. از جمله مهم‌ترین سناریوهای ارائه شده برای سال‌های آینده می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- گذار تکامل یافته^۱
- محدودسازی ماشین‌های احتراق داخلی (محدودیت آژانس بین‌المللی انرژی)^۲
- کاهش رشد مصرف گاز طبیعی^۳
- استفاده بیشتر از انرژی‌های تجدیدپذیر^۴
- گذار سریع‌تر^۵
- گذار خیلی سریع‌تر^۶

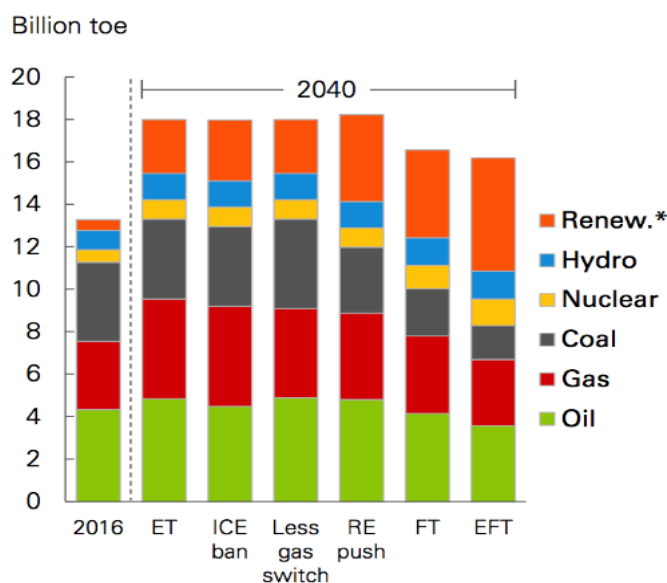
هر یک از سناریوهای مختلف، ویژگی‌های خاص خود را دارند. در سناریو گذار تکامل یافته فرض می‌شود که سرعت رشد تکنولوژی، نحوه مصرف و سیاست‌های حوزه انرژی همانند سال‌های قبل بوده و یا با همان نرخ، رشد پیدا کنند. البته در این سناریو اهداف توافق شده در پیمان پاریس^۷ در نظر گرفته نشده و تولید کربن در سال‌های آتی مطابق با حد تعیین شده توسط این پیمان نخواهد بود. دیگر سناریوهای معرفی شده متمرکز بر یکسری سیاست‌های خاص همچون محدود کردن فروش ماشین‌های احتراق داخلی، افزایش فشار برای گسترش انرژی‌های تجدیدپذیر و تمایل کمتر به استفاده از گاز طبیعی به جای زغال سنگ است.

-
1. Evolving Transition
 2. Internal Combustion Engine Ban (ICE ban)
 3. Less Gas Switching
 4. Renewables Push (RE push)
 5. Faster Transition (FT)
 6. Even Faster Transition (EFT)
 7. Paris Agreement



دو سناریو گذار سریع‌تر و گذار خیلی سریع‌تر مسیر مشخصی در مورد تحولات آینده انرژی را مدنظر گرفته و بر کاهش تولید کربن در سال‌های آینده تمرکز دارند که این مورد تفاوت اصلی این دو سناریو با سناریو گذار تکامل‌یافته است. این دو سناریو در صورتی محقق خواهند شد که خسارت تولید کربن بالاتر رود؛ در نتیجه تمایل مردم به سمت بالا بردن بازدهی انرژی و استفاده بیشتر از سوخت‌های با تولید کربن کمتر مثل گاز طبیعی خواهد رفت. لذا در این دو سناریو در عین رشد تقاضای انرژی در آینده، سرعت این رشد رو به کاهش خواهد بود که این مسئله ناشی از افزایش بهره‌وری انرژی است. در سناریو گذار خیلی سریع‌تر نسبت به سناریو گذار سریع‌تر، سیستم‌های جذب کربن و ذخیره‌سازی آن در صنعت رشد بسزایی داشته و تولید کربن به شدت در آینده کاهش پیدا خواهد کرد. برای معرفی بیشتر این سناریوها، در شکل ۲۱ مقدار مصرف انرژی اولیه در سال ۲۰۱۶ و مقایسه آن با سال ۲۰۴۰ برای ۶ سناریو معرفی شده به تفکیک نوع سوخت، مشاهده می‌شود.

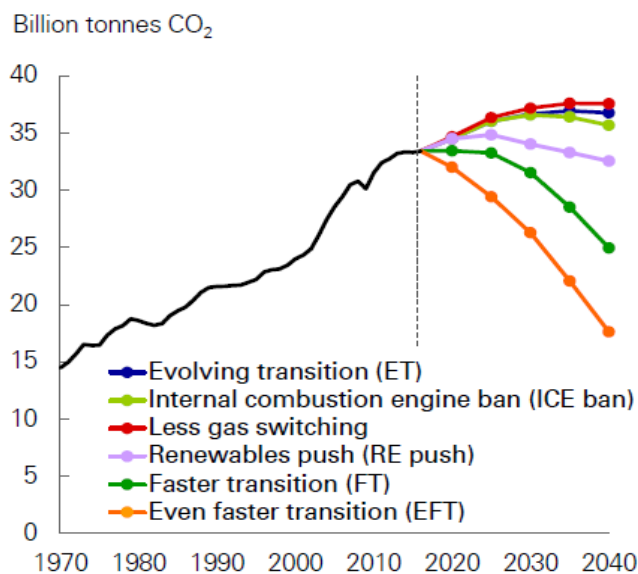
شکل ۲۱. مصرف انرژی اولیه به تفکیک سوخت‌های مختلف [۱۸]



Source: "BP energy outlook, 2018 edition", The British Petroleum Company, 2018.

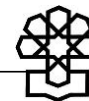
شکل ۲۲ مقدار انتشار کربن دی‌اکسید از سال ۱۹۷۰ الی ۲۰۱۶ و از ۲۰۱۶ الی ۲۰۴۰ را با توجه به سناریوهای فوق‌الذکر نشان می‌دهد.

شکل ۲۲. مقدار انتشار کربن دی‌اکسید تا سال ۲۰۴۰ [۱۸]

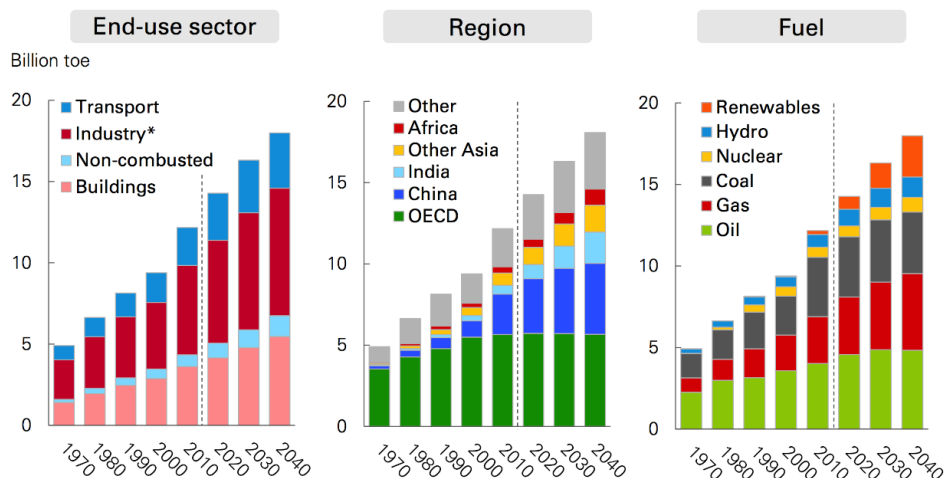


Source: "BP energy outlook, 2018 edition", The British Petroleum Company, 2018.

در ادامه سناریو گذار تکامل یافته به عنوان مهم‌ترین و محتمل‌ترین سناریو با جزئیات بیشتر بررسی می‌شود. مصرف نهایی انرژی بین سال‌های ۱۹۷۰ تا ۲۰۴۰ بر طبق این سناریو به سه صورت (به تفکیک بخش مصرف‌کننده، منطقه و نوع سوخت) در شکل ۲۳ نشان داده شده است. مقدار کل انرژی مصرفی در جهان به میزان ۳۰ درصد تا سال ۲۰۴۰ افزایش خواهد یافت. کشورهای در حال توسعه بیشترین سهم را در افزایش مصرف انرژی دارند، به گونه‌ای که چین، هند و کشورهای در حال توسعه آسیایی بیش از دو سوم افزایش مصرف انرژی را شکل می‌دهند. در مقابل میزان مصرف انرژی کشورهای توسعه یافته، حدوداً ثابت خواهد بود. از منظر نوع سوخت، انرژی‌های تجدیدپذیر بیشترین رشد را به همراه داشته و در میان سوخت‌های فسیلی، گاز طبیعی رشد بیشتری را در مقایسه با نفت و زغال سنگ خواهد داشت. بیشترین مصرف انرژی تا سال ۲۰۴۰ به ترتیب مربوط به بخش‌های صنعت، ساختمان و حمل و نقل می‌باشد.



شکل ۲۳. تغییرات مصرف انرژی تا سال ۲۰۴۰ در بخش‌های مختلف [۱۸]

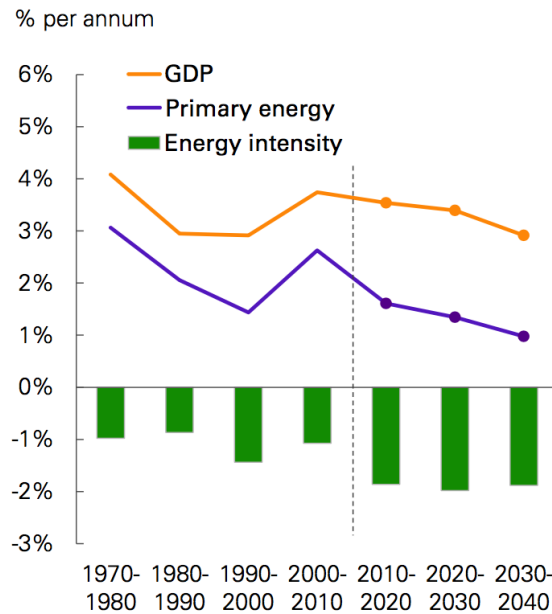


Source: "BP energy outlook, 2018 edition", The British Petroleum Company, 2018.

در شکل ۲۴ می‌توان پیش‌بینی تغییرات پارامترهای تولید ناخالص ملی،^۱ انرژی اولیه و شدت انرژی^۲ را مشاهده کرد. عوامل اقتصادی یکی از مهم‌ترین موارد تأثیرگذار بر مصرف انرژی هستند. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، رشد پارامترهای تولید ناخالص ملی و انرژی اولیه در سال‌های آتی مثبت بوده، اما این رشد طی زمان کاهش پیدا خواهد کرد؛ ولی نرخ کاهش شدت انرژی در حال افزایش است که این موضوع بیانگر سریع‌تر بودن تغییرات افزایشی تولید ناخالص ملی در مقایسه با تغییرات مصرف انرژی اولیه است.

1. Gross Domestic Product
2. Energy Intensity

شکل ۲۴. تغییرات تولید ناخالص ملی، انرژی اولیه و شدت انرژی در دنیا^[۱۸]



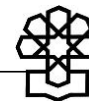
Source: "BP energy outlook, 2018 edition"., The British Petroleum Company, 2018

ب) بررسی تحولات تقاضای انرژی اولیه

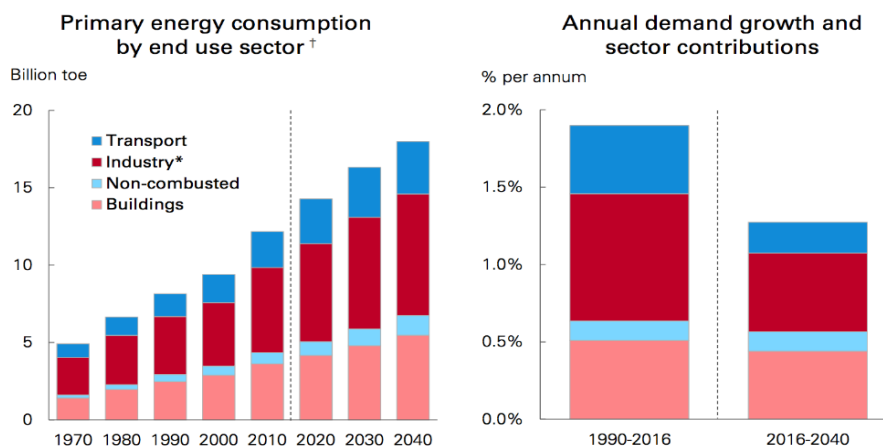
تقاضای انرژی اولیه یکی از مهم‌ترین پارامترها در تحلیل سیستم‌های انرژی در آینده است. تحلیل صحیح تقاضای انرژی اولیه می‌تواند اطلاعات وسیعی به متخصصان این حوزه برای تصمیم‌گیری‌های آینده ارائه کند. این تحلیل تقاضا عموماً برای بخش‌های مختلف و قاره‌های متفاوت توسط نهادهای مختلفی انجام می‌گیرد. در ادامه به بررسی این تحولات در بخش‌ها و مناطق مختلف پرداخته خواهد شد.

ج) مصرف انرژی در بخش‌های مختلف

پیش‌بینی می‌شود مقدار مصرف انرژی در سال‌های آتی رو به افزایش باشد. البته در بخش‌های صنعت و حمل‌ونقل، این رشد تقاضا کندتر خواهد شد. در بخش ساختمان، مصرف انرژی با رشد تقریباً ثابتی افزایش خواهد یافت. این تغییرات در شکل ۲۵ نشان داده شده است.



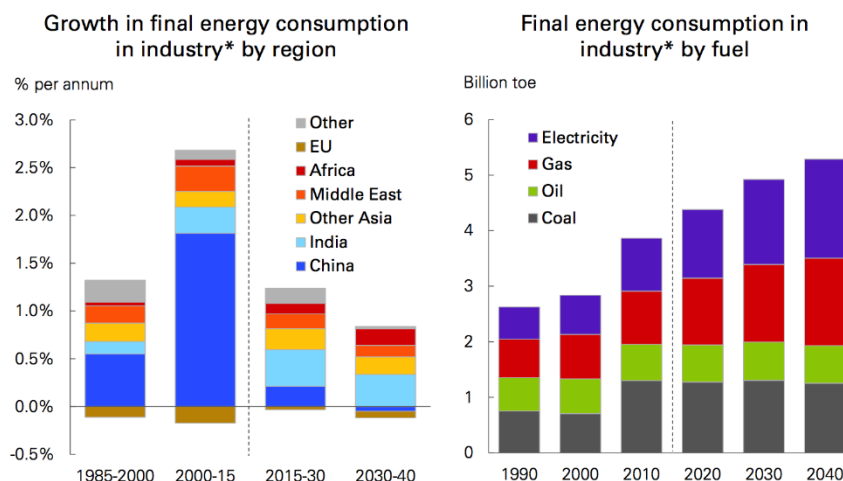
شکل ۲۵. رشد مصرف انرژی و تغییرات آن در بخش‌های مختلف تا سال ۲۰۴۰ [۱۸]



Source: “BP energy outlook, 2018 edition”., The British Petroleum Company, 2018.

همان گونه که اشاره شد در بخش صنعت رشد مصرف انرژی کندتر خواهد شد. یکی از اصلی‌ترین عوامل در کاهش مصرف در بخش صنعت، رشد سریع اقتصادی کشور چین در سال‌های اخیر و اتمام این رشد سریع در سال‌های آتی است. کشور چین در ۱۵ سال اخیر رشد اقتصادی چشمگیری داشته؛ به گونه‌ای که مصرف انرژی آن سه برابر شده است، اما در سال‌های آتی این رشد اقتصادی به تکامل خود رسیده و پیش‌بینی می‌شود به یک روند تقریباً ثابت برسد. در شکل ۲۶ درصد رشد سالیانه مصرف انرژی در بخش صنعت به تفکیک مناطق و تغییرات میزان مصرف آن به تفکیک نوع سوخت نشان داده شده است.

شکل ۲۶. تغییرات مصرف انرژی نهایی در بخش صنعت [۱۸]



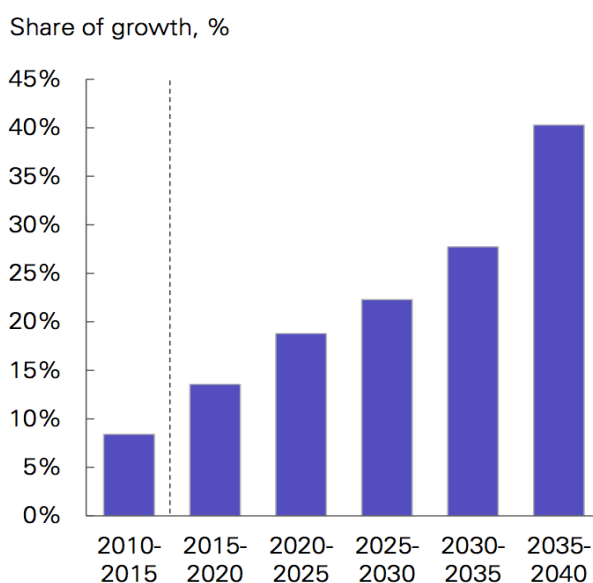
Source: “BP energy outlook, 2018 edition”., The British Petroleum Company, 2018.

البته در برخی کشورها چون هند و کشورهای در حال توسعه، روند رو به افزایش رشد انرژی برای سال‌های آتی پیش‌بینی شده است.

از دیگر تحولات آینده در بخش مصرف انرژی مربوط به تغییر سهم مصرف نفت و گاز طبیعی از مصرف به صورت احتراق مستقیم، به سمت استفاده در مواد اولیه پالایشگاه‌ها، تولید بیتومن^۱ و روغن است. سهم تغییر کاربری نفت و گاز طبیعی در شکل ۲۷ نشان داده شده است.

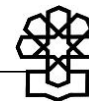
شکل ۲۷. رشد سهم مصرف نفت و گاز طبیعی به صورت

غیر احتراقی در سال‌های آینده^[۱۸]

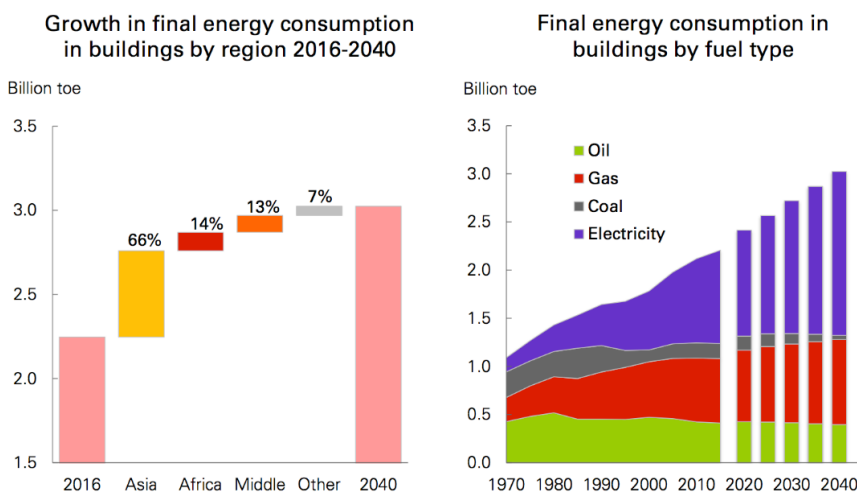


Source: "BP energy outlook, 2018 edition", The British Petroleum Company, 2018.

در بخش ساختمان، مصرف انرژی تا سال ۲۰۴۰ رشد قابل توجهی را تجربه خواهد کرد. بیشترین افزایش را مصرف برق داشته و مصرف نفت و زغال سنگ با کاهش روبه‌رو خواهد بود. روند تغییرات مصرف انرژی در بخش ساختمان به تفکیک مناطق و نوع سوخت مصرفی در شکل ۲۸ نشان داده شده است. بیشترین سهم افزایش مصرف را کشورهای آسیایی دارند که دلیل آن، افزایش جمعیت و رشد رفاه اجتماعی این کشورهاست.



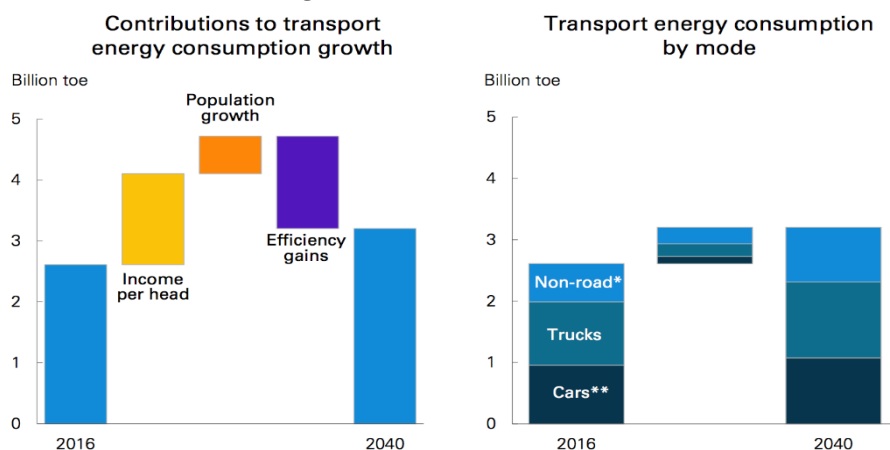
شکل ۲۸. تغییرات مصرف انرژی در بخش ساختمان [۱۸]



Source: "BP energy outlook, 2018 edition", The British Petroleum Company, 2018.

مصرف انرژی در بخش حمل و نقل، با رشد کندتری ادامه پیدا خواهد کرد. افزایش رفاه اجتماعی و افزایش جمعیت باعث افزایش تقاضا در این بخش می شود. از سوی دیگر افزایش بهره‌وری انرژی از مقدار انرژی مصرفی در این حوزه به صورت قابل توجهی خواهد کاست. این تغییرات به همراه سهم بخش حمل و نقل به تفکیک نوع وسیله نقلیه، در شکل ۲۹ نشان داده شده است.

شکل ۲۹. تغییرات مصرف انرژی در بخش حمل و نقل [۱۸]

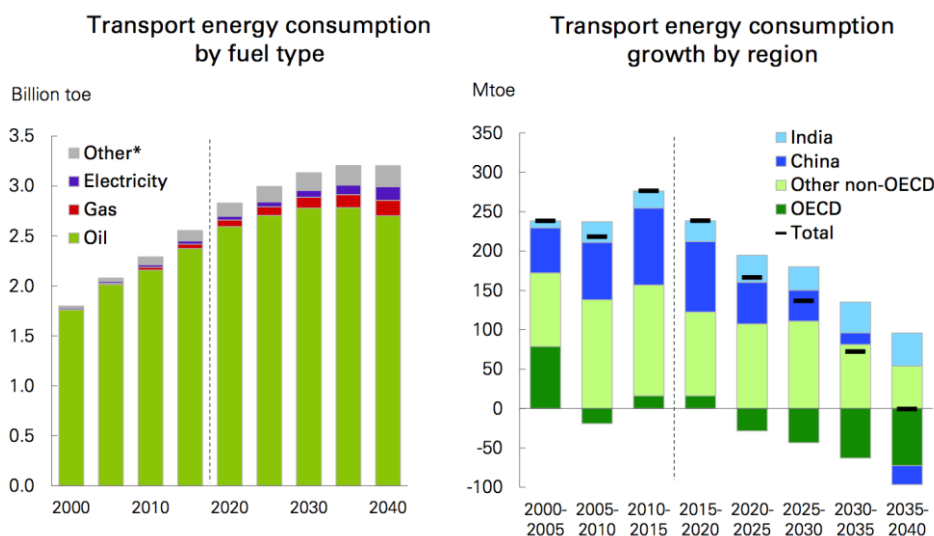


Source: "BP energy outlook, 2018 edition", The British Petroleum Company, 2018.

نفت در بخش حمل و نقل سهم اصلی مصرف انرژی را در بر دارد. البته سهم انرژی‌های دیگر چون برق و گاز طبیعی رو به افزایش خواهد بود. در شکل ۳۰ روند تغییرات مصرف انرژی در بخش حمل و نقل به تفکیک نوع مصرف و میزان رشد آن به تفکیک مناطق مختلف نشان داده شده است. همان گونه که

مشاهده می‌شود که به مرور زمان از روند افزایش مصرف انرژی در بخش حمل‌ونقل کاسته می‌شود. در آستانه سال ۲۰۲۰ مصرف انرژی در بخش حمل‌ونقل در کشورهای توسعه‌یافته به دلیل افزایش بهره‌وری انرژی رو به کاهش خواهد بود. قابل توجه است که رشد مصرف انرژی در بخش حمل‌ونقل در سال‌های ۲۰۳۵ الی ۲۰۴۰ برای کل جهان منفی خواهد بود.

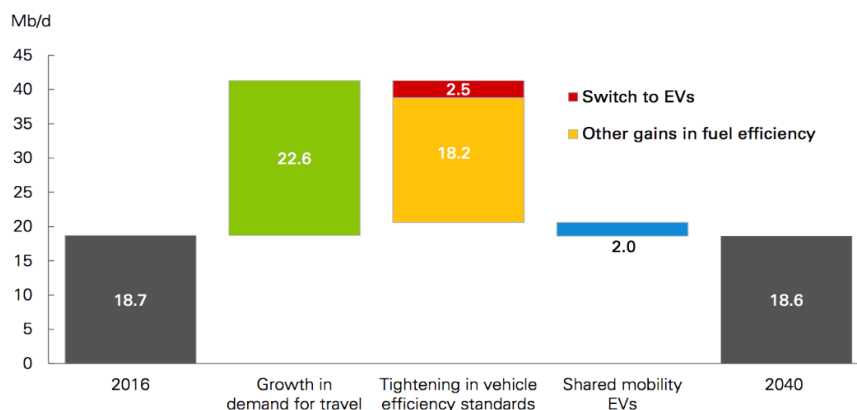
شکل ۳۰. تغییرات مصرف سوخت‌های مختلف در بخش حمل‌ونقل [۱۸]



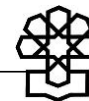
Source: “BP energy outlook, 2018 edition”, The British Petroleum Company, 2018.

نکته قابل توجه در مصرف سوخت‌های مایع در جهان، ثابت بودن مقدار تقاضای آن در سال ۲۰۴۰ در مقایسه با حال است. دلیل این مسئله بهبود تکنولوژی و بهره‌وری انرژی در سال‌های آتی و در برگرستن سهمی از بازار توسط خودروهای الکتریکی است. در شکل ۳۱ این موضوع نشان داده می‌شود.

شکل ۳۱. روند تغییر مصرف سوخت‌های مایع در خودروها [۱۸]



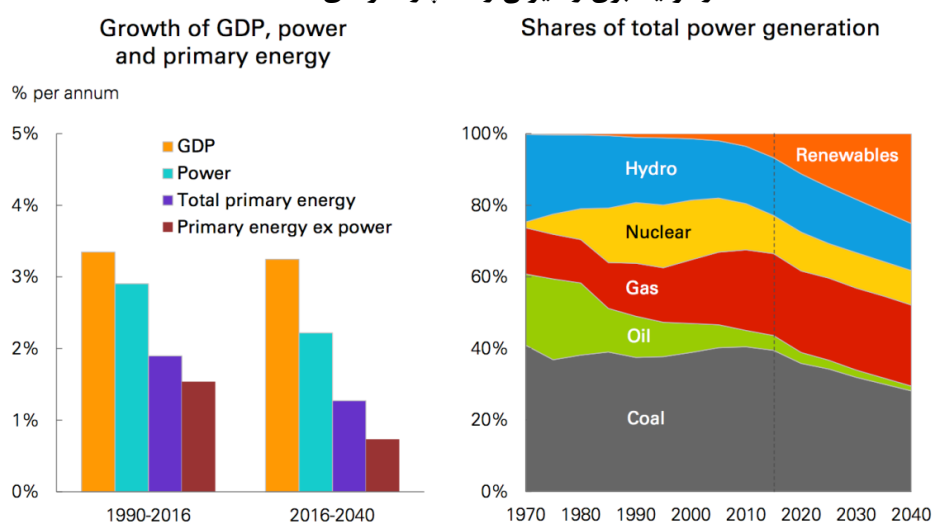
Source: “BP energy outlook, 2018 edition”, The British Petroleum Company, 2018.



در بخش صنعت برق، مصرف این حامل انرژی در حال رشد است. درصد سالیانه رشد مصرف برق، انرژی اولیه و درآمد ناخالص داخلی در شکل ۳۲ نشان داده شده است. همچنین در این شکل سهم سوخت‌های مختلف در تأمین انرژی طی سالیان گذشته و پیش‌بینی آن تا سال ۲۰۴۰ نشان داده می‌شود. همان گونه که مشاهده می‌شود انرژی‌های تجدیدپذیر رشد قابل توجهی در تولید انرژی الکتریکی خواهند داشت. سهم نفت در تأمین انرژی الکتریکی مورد نیاز رو به کاهش و نزدیک به صفر خواهد بود.

شکل ۳۲. تغییرات مصرف حامل‌های مختلف انرژی

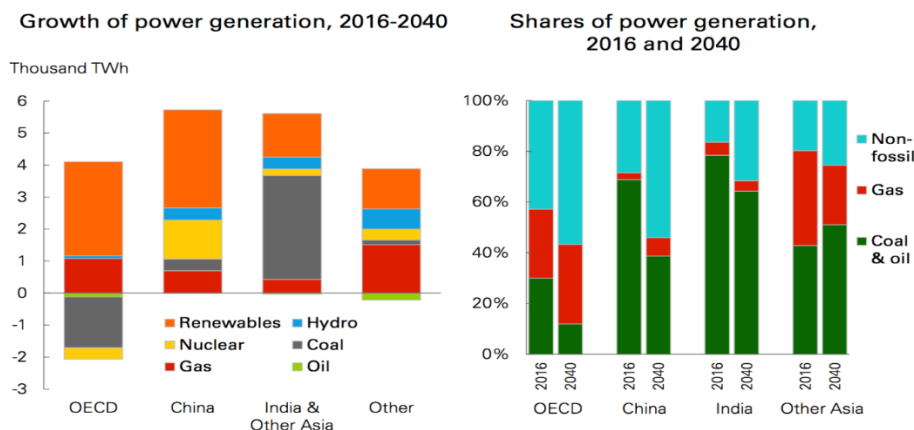
در تولید برق و میزان رشد پارامترهای مختلف^[۱۸]



Source: "BP energy outlook, 2018 edition", The British Petroleum Company, 2018.

در مورد انرژی‌های تجدیدپذیر و سهم آنها در تولید برق، توجه کشورهای توسعه‌یافته و چین به استفاده از این تکنولوژی‌ها بسیار حائز اهمیت است. در شکل ۳۳ می‌توان رشد تولید برق در مناطق مختلف دنیا را به تفکیک تکنولوژی‌های مختلف مشاهده کرد. همان گونه که مشاهده می‌شود چین و کشورهای توسعه‌یافته با رشدی نزدیک به ۳ درصد بیشترین رشد را در توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر خواهند داشت. همچنین در این شکل مقایسه سهم تولید برق در سال‌های ۲۰۱۶ و ۲۰۴۰ در این مناطق نشان داده شده است.

شکل ۳۳. سهم تولید انرژی الکتریکی از طریق تکنولوژی‌های مختلف [۱۸]

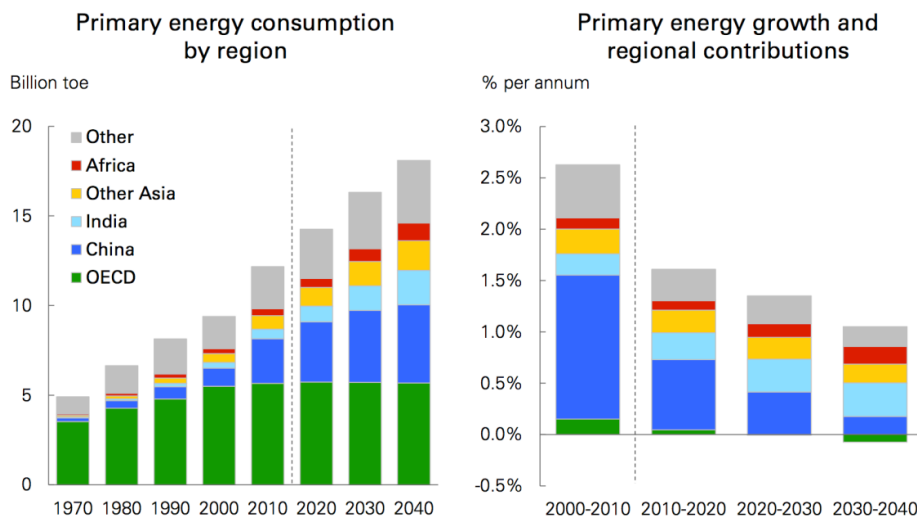


Source: “BP energy outlook, 2018 edition”., The British Petroleum Company, 2018.

د) مصرف انرژی در مناطق مختلف

در این بخش به بررسی بیشتر مصرف انرژی در مناطق مختلف پرداخته خواهد شد. مصرف انرژی با توجه به رشد سریع کشورهای آسیایی، در این قاره بیشترین رشد را خواهد داشت. این افزایش مصرف انرژی در شکل ۳۴ نشان داده شده است. همان گونه که مشاهده می‌شود کشورهای آسیایی از جمله هند رشد بسزایی در افزایش مصرف انرژی دارند. قابل توجه است که نرخ رشد مصرف انرژی در جهان در سال‌های آتی کاهش پیدا خواهد کرد. از دلایل مهم این کاهش نرخ، کاهش نرخ رشد مصرف انرژی چین است. البته بر خلاف دیگر کشورها، نرخ افزایش مصرف انرژی در هند و کشورهای آفریقایی در سال‌های آتی افزایش پیدا خواهد کرد. دلیل اصلی این مسئله رشد اقتصادی سریع‌تر این کشورهاست.

شکل ۳۴. میزان و درصد رشد مصرف انرژی در مناطق مختلف [۱۸]



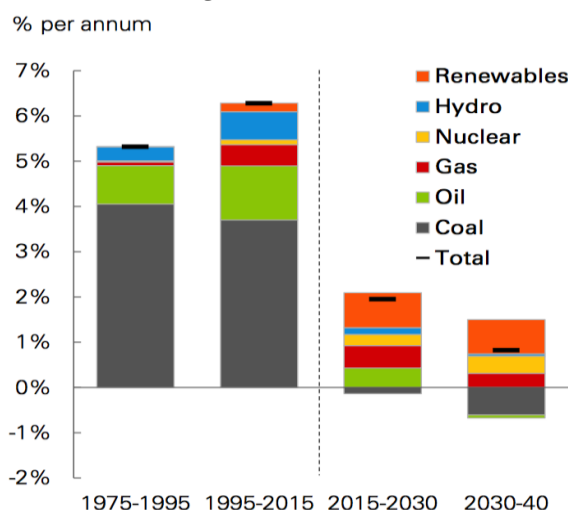
Source: “BP energy outlook, 2018 edition”., The British Petroleum Company, 2018.



در ادامه به بررسی جزئی‌تر تغییرات انرژی در دو کشور چین و هند به عنوان پُرجمعیت‌ترین کشورها و قدرت‌های اقتصادی آینده و همچنین آمریکا به عنوان یکی از تأثیرگذارترین کشورهای توسعه‌یافته در زمینه مصرف و تقاضای انرژی پرداخته می‌شود. همان‌گونه که گفته شد به دلیل کاهش رشد اقتصادی کشور چین و رسیدن به حد نهایی خود در سال‌های آتی، مصرف انرژی در این کشور با روند کندتری ادامه خواهد یافت. در شکل ۳۵ درصد رشد تقاضای حامل‌های مختلف در چین مشاهده می‌شود. نکته قابل توجه، کاهش رشد سهم زغال‌سنگ و افزایش سهم انرژی‌های تجدیدپذیر، هسته‌ای و برق‌آبی است. با توجه به کاهش رشد تقاضای زغال‌سنگ و سوخت‌های فسیلی در کشور چین انتظار می‌رود در اواسط دهه ۲۰۲۰ میلادی مقدار تولید کربن در این کشور به حد بیشینه خود رسیده و بعد از آن سیر نزولی پیدا کند.

شکل ۳۵. درصد رشد تقاضای انرژی به تفکیک

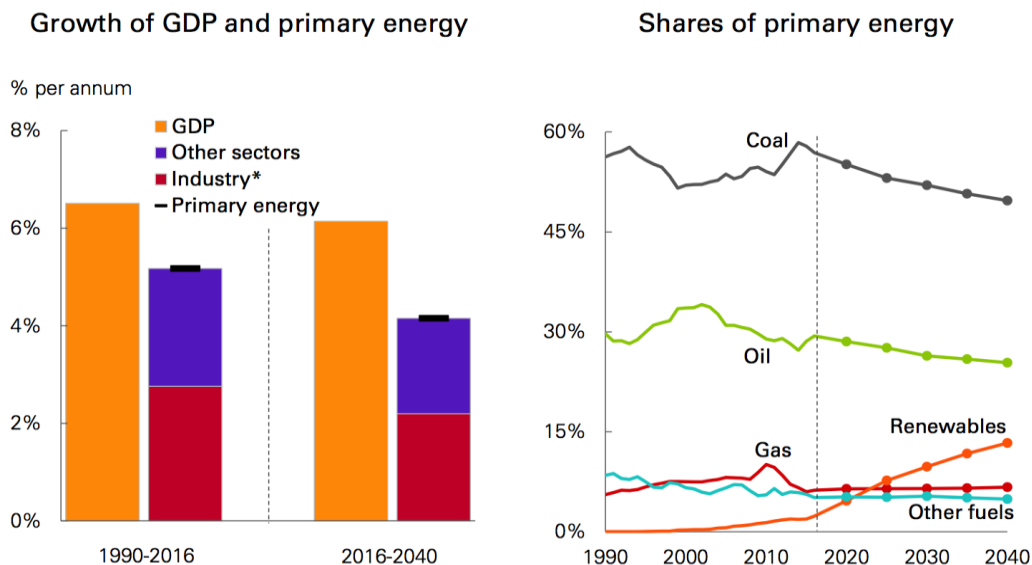
حامل‌های مختلف در چین [۱۸]



Source: "BP energy outlook, 2018 edition", The British Petroleum Company, 2018.

برخلاف کاهش رشد اقتصادی چین، هند در سال‌های آتی به رشد اقتصادی خود ادامه خواهد داد. البته درصد رشد مصرف انرژی در این کشور در سال‌های آتی با شیب ملایمی کم خواهد شد. از این‌رو این کشور می‌تواند به عنوان یک بازار مهم از لحاظ انرژی شناخته شود. در شکل ۳۶ رشد اقتصادی و مصرف انرژی در بخش‌های صنعت و دیگر بخش‌ها در هند نشان داده شده است. نکته دیگر در مورد مصرف انرژی در هند، افزایش رشد انرژی‌های تجدیدپذیر در سهم انرژی اولیه در این کشور است. در شکل ۳۶ تغییرات سهم هر یک از حامل‌های مختلف نیز نشان داده شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، نفت در سال‌های آتی سهم تقریباً ثابتی در تأمین انرژی اولیه در کشور هند دارد و با توجه به رشد تقریباً ۴ درصدی مصرف انرژی در این کشور، بازار قابل توجهی برای کشورهای صادرکننده نفت خواهد بود.

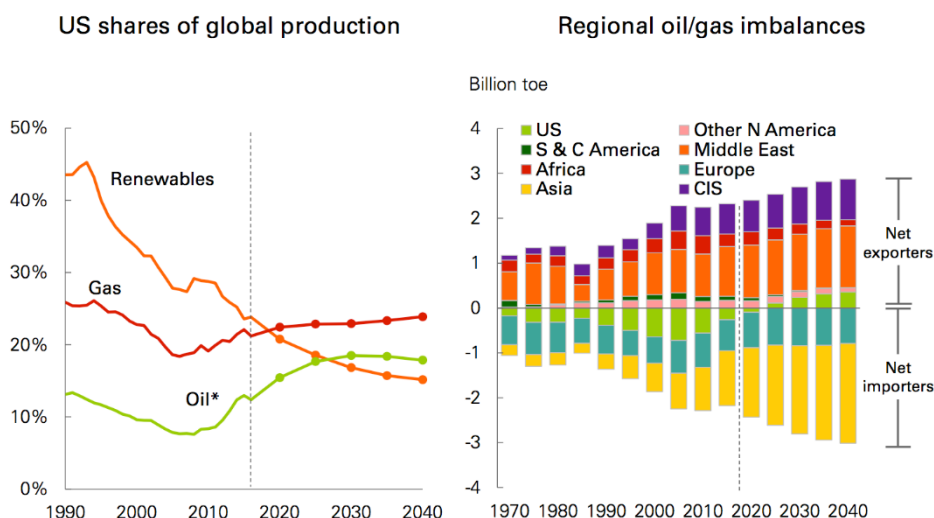
شکل ۳۶. رشد اقتصادی، رشد مصرف انرژی اولیه و تغییرات سهم حامل‌های مختلف در هند [۱۸]



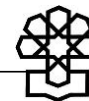
Source: “BP energy outlook, 2018 edition”, The British Petroleum Company, 2018.

در شکل ۳۷ سهم تولید آمریکا از حامل‌های انرژی در کل دنیا تا سال ۲۰۴۰ نشان داده شده است. همان گونه که مشاهده می‌شود سهم تولید نفت و گاز در آمریکا با یک شیب ملایم افزایش خواهد یافت و در مقابل، سهم انرژی‌های تجدیدپذیر کاهش قابل توجهی خواهد داشت. همچنین در شکل ۳۷ تراز مبادلات واردات و صادرات مناطق مختلف دنیا برای حامل‌های گاز طبیعی و نفت نشان داده شده است. همان گونه که مشاهده می‌شود ایالات متحده از اواسط دهه آتی از یک کشور واردکننده به یک کشور صادرکننده تبدیل خواهد شد.

شکل ۳۷. وضعیت انرژی ایالات متحده تا سال ۲۰۴۰ [۱۸]

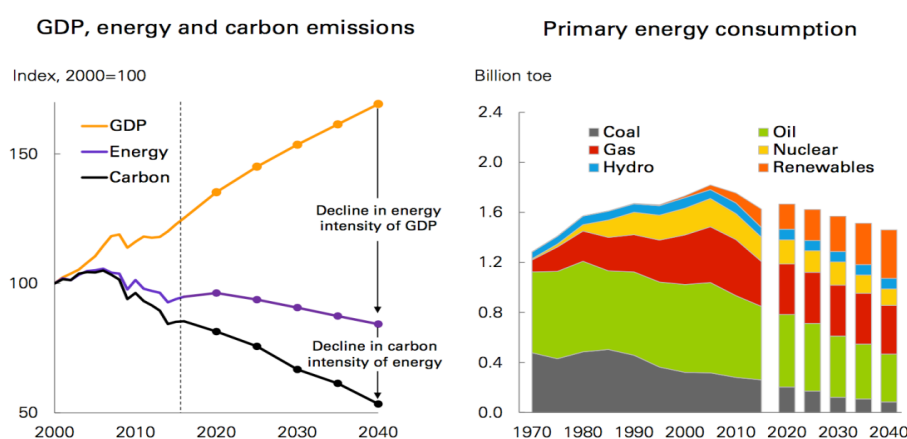


Source: “BP energy outlook, 2018 edition”, The British Petroleum Company, 2018.



در اتحادیه اروپا نیز با توجه به پیش‌بینی رشد اقتصادی بالا، درآمد ناخالص اتحادیه رو به افزایش خواهد بود. با وجود این، با توجه به سیاست‌های کاهش کربن و افزایش بهره‌وری انرژی، امید می‌رود مقدار مصرف انرژی و تولید آلاینده‌ها در اتحادیه روند کاهشی داشته باشند. در شکل ۳۸ روند تغییر درآمد ناخالص داخلی، مصرف انرژی و تولید آلاینده‌ها تا سال ۲۰۴۰ نشان داده شده است. همچنین در این شکل، سهم حامل‌های انرژی مختلف در تأمین انرژی اولیه نشان داده شده است. نکته حائز اهمیت در مورد مصرف انرژی در سال ۲۰۴۰ در اتحادیه اروپا برابری مقدار آن با مقدار انرژی مصرفی در سال ۱۹۷۵ است.

شکل ۳۸. تحولات انرژی در اتحادیه اروپا تا سال ۲۰۴۰ [۱۸]



Source: "BP energy outlook, 2018 edition", The British Petroleum Company, 2018.

ه) بررسی عرضه و تقاضای حامل‌های انرژی

در این بخش به بررسی تحولات آینده انرژی در بخش عرضه و تقاضای حامل‌های مختلف انرژی پرداخته می‌شود. در ابتدا لازم است به صورت کلی به موارد زیر اشاره شود:

- تقاضای انرژی جهان از ۴۰۰ اکسازول در سال ۲۰۱۶ به ۴۷۰ اکسازول در سال ۲۰۳۰ رسیده و به حداکثر خود می‌رسد. پس از آن تقاضای انرژی کاهش یافته و تا سال ۲۰۵۰ به ۴۵۰ اکسازول خواهد رسید.
- عرضه اولیه انرژی در جهان از ۵۸۱ اکسازول در سال ۲۰۱۶ به ۶۲۲ اکسازول در سال ۲۰۳۲ رسیده و به حداکثر خود می‌رسد. پس از آن عرضه انرژی کاهش یافته و تا سال ۲۰۵۰ به ۵۸۶ اکسازول خواهد رسید.
- سهم سوخت‌های فسیلی از کل عرضه انرژی جهان از مقدار فعلی ۸۱٪ کاهش یافته و به ۵۰٪ در سال ۲۰۵۰ خواهد رسید.
- سرمایه‌گذاری سالیانه در بخش انرژی جهان با ۳۳٪ افزایش از ۴٫۵ تریلیون دلار در سال ۲۰۱۶ به ۶ تریلیون دلار در سال ۲۰۵۰ خواهد رسید.

- سرمایه‌گذاری در بخش انرژی فسیلی از ۳,۴ تریلیون دلار در سال ۲۰۱۶ به ۲,۱ تریلیون دلار در سال ۲۰۵۰ کاهش خواهد یافت.

- مجموع سرمایه‌گذاری در بخش انرژی تجدیدپذیر و شبکه نسبت به کل سرمایه‌گذاری جهانی در بخش انرژی از ۱۷٪ در سال ۲۰۱۶ به ۴۷٪ در سال ۲۰۵۰ افزایش خواهد یافت.

- تا سال ۲۰۵۰، علیرغم رشد ۳۰ درصدی اقتصاد جهانی، سهم هزینه انرژی از ۵,۵٪ به ۳,۱٪ کاهش خواهد یافت.

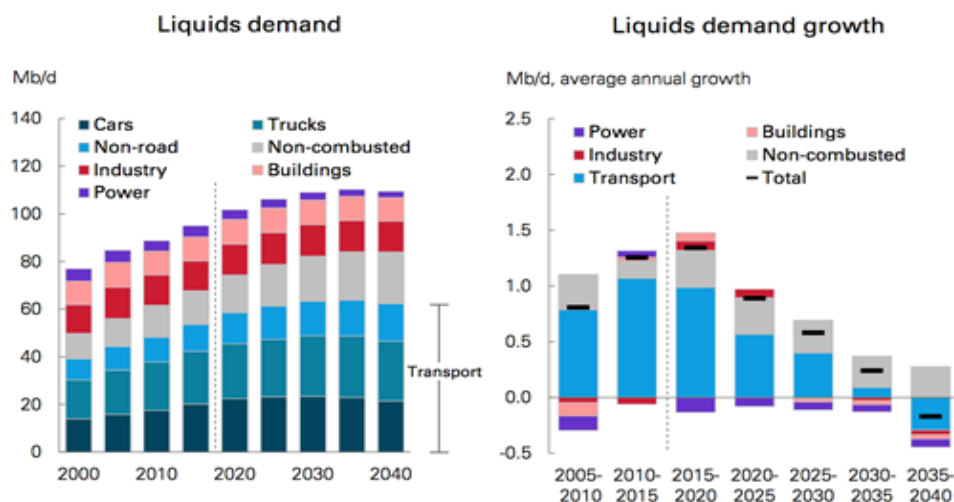
- تا سال ۲۰۵۰، آلاینده‌گی بخش انرژی به میزان ۵۰٪ کاهش یافته و از ۳۲ گیگاتن در سال ۲۰۱۶ به ۱۸ گیگاتن در سال ۲۰۵۰ خواهد رسید.

(و) عرضه و تقاضای نفت خام

حامل‌های انرژی مایع شامل حامل‌های مختلفی چون نفت، ال‌ان‌جی و غیره هستند. با توجه به سهم حداکثری نفت در این بخش، بررسی تحولات این حامل ارزشمند تأثیر بسزایی در چشم‌انداز انرژی در کوتاه‌مدت و بلندمدت خواهد داشت. بیشترین سهم تقاضای نفت از سمت کشورهای در حال توسعه است. در شکل ۳۹ میزان و درصد رشد تقاضا برای حامل‌های مایع در سال‌های آتی تا سال ۲۰۴۰ ارائه شده است. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، درصد این رشد برای سال‌های آتی رو به کاهش است.

بخش حمل‌ونقل کماکان در آینده بیشترین مصرف حامل‌های انرژی مایع را دارد. البته رشد مصرف این حامل انرژی در سال‌های دور کند و تثبیت خواهد شد. دلیل این مسئله افزایش بهره‌وری در بخش حمل‌ونقل است. شایان ذکر است که مصرف حامل‌های مایع علاوه بر بخش حمل‌ونقل در کاربردهای غیراحتراقی نظیر خوراک اولیه پتروشیمی‌ها افزایش می‌یابد.

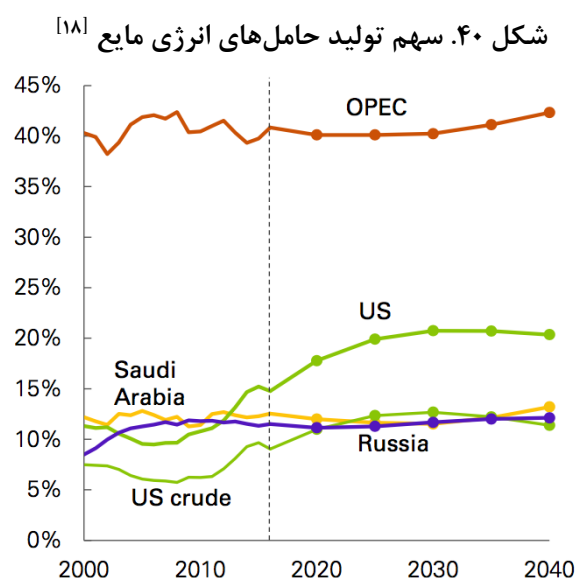
شکل ۳۹. میزان تقاضا و درصد رشد تقاضای حامل‌های انرژی مایع تا سال ۲۰۴۰ [۱۸]



Source: "BP energy outlook, 2018 edition", The British Petroleum Company, 2018.



در بخش عرضه حامل‌های انرژی مایع در دنیا کماکان کشورهای عضو اوپک بیشترین سهم را خواهند داشت. همچنین سهم این کشورها از عرضه رو به افزایش خواهد بود. بعد از کشورهای عضو اوپک، آمریکا بیشترین سهم در تأمین حامل‌های مایع را بر عهده دارد. در شکل ۴۰ می‌توان روند تغییر سهم عرضه حامل‌های انرژی مایع را توسط کشورهای مختلف مشاهده کرد. همان گونه که مشاهده می‌شود در قسمت اول چشم‌انداز (تا ۲۰۳۰) تولید آمریکا افزایش چشمگیری خواهد داشت، به طوری که دوسوم افزایش عرضه از طریق این کشور انجام می‌شود. در نیمه دوم چشم‌انداز پیش‌بینی می‌شود کشورهای اوپک رشد چند درصدی در زمینه تولید داشته باشند. کشورهای عضو اوپک در نیمه دوم چشم‌انداز با توجه به ازدیاد منابع نفتی تلاش بر تغییر ساختار اقتصادی خود و کاهش وابستگی به این حامل خواهند داشت.

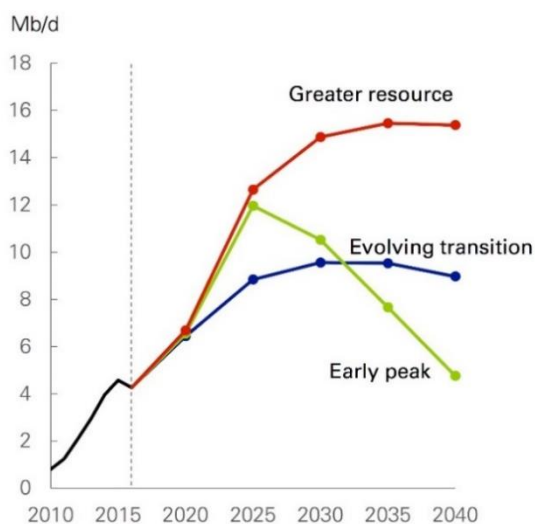


Source: "BP energy outlook, 2018 edition", The British Petroleum Company, 2018

آنچه گفته شد روند تغییرات مصرف حامل‌های انرژی مایع در سال‌های آینده متناسب با سناریو گذار تکامل یافته است. با توجه به وجود عدم قطعیت‌های فراوان در بخش‌های مختلف صنعت نفت لازم است که سناریوهای مختلف برای این عدم قطعیت‌ها در نظر گرفته شود. از مهم‌ترین عدم قطعیت‌های موجود در عرضه نفت، وضعیت تولید نفت شیل^۱ است. از مهم‌ترین این عدم قطعیت‌ها مباحث تأمین مالی و هزینه‌ای این حامل‌هاست. در سناریو گذار تکامل یافته، نرخ برداشت نفت شیل به مقدار ۱۰ میلیون بشکه در روز خواهد رسید و بعد از آن روند کاهشی را در پی خواهد گرفت. در مورد برداشت

نفت شیل دو سناریو دیگر توسط متخصصان ارائه شده است. نتایج حاصل از این دو سناریو با نام‌های پیک زودهنگام^۱ و منابع بیشتر^۲ در کنار سناریو گذار تکامل یافته در شکل ۴۱ نشان داده شده است. در سناریو پیک زودهنگام با توجه به وجود تسهیلات و منابع تأمین مالی مناسب، رشد قابل توجهی در تولید این منابع رخ خواهد داد. این رشد باعث رسیدن تولید از این منابع به حد پیک ۱۲ میلیون بشکه در روز خواهد رسید. در سناریو منابع بیشتر در صورت افزایش ذخایر کشف شده نفت شیل، مقدار تولید نفت شیل در چشم‌انداز بلندمدت به دو برابر مقدار آن در سناریو گذار تکامل یافته خواهد رسید.

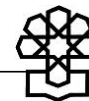
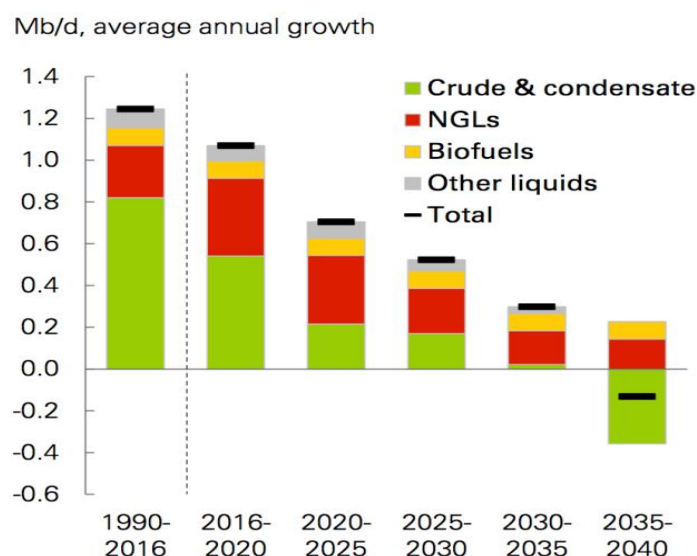
شکل ۴۱. تولید نفت شیل مطابق سناریوهای گذار تکامل یافته، پیک زودهنگام و منابع بیشتر^[۱۸]



Source: "BP energy outlook, 2018 edition", The British Petroleum Company, 2018

در بخش عرضه نفت می‌توان مطابق با سناریو گذار تکامل یافته میانگین رشد سالیانه را به تفکیک در شکل ۴۲ مشاهده کرد. همان گونه که مشاهده می‌شود، رشد تولید آن‌جی‌ال و بیوسوخت‌ها در مقابل دیگر حامل‌ها چون نفت پایداری بیشتری را دنبال می‌کند.

1. Early Peaks
2. Greater Resources

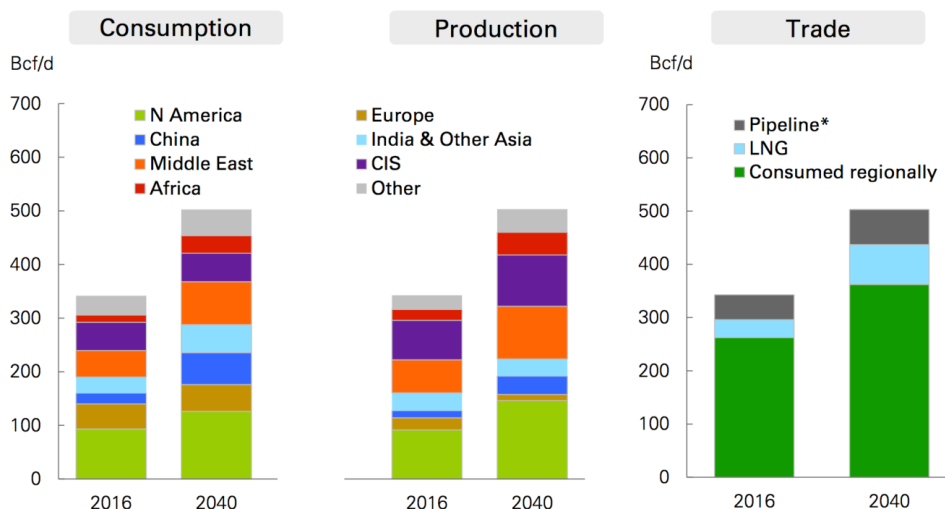
شکل ۴۲. رشد عرضه حامل‌های انرژی مایع به تفکیک نوع آنها^[۱۸]

Source: "BP energy outlook, 2018 edition", The British Petroleum Company, 2018

ز) عرضه و تقاضای گاز طبیعی

گاز طبیعی بعد از حامل‌های انرژی مایع یکی از مهم‌ترین و اساسی‌ترین منابع تأمین انرژی است. همچنین متخصصان حوزه انرژی آینده بسیار مهمی را برای این حامل انرژی در نظر دارند. در شکل ۴۳ می‌توان روند تغییرات تولید، مصرف و نوع مبادلات گاز طبیعی در سال ۲۰۱۶ و ۲۰۴۰ را مشاهده کرد. همان گونه که مشاهده می‌شود گاز طبیعی نقش بسیار مهمی را در بخش انرژی ایفا خواهد کرد و در مبادلات گاز طبیعی، ال‌ان‌جی رشد تقریباً دو برابری را تجربه خواهد کرد. دلیل این مسئله صنعتی شدن و افزایش تقاضای برق در کشورهای در حال توسعه آفریقایی و آسیایی و تمایل به استفاده از زغال سنگ نسبت به گاز طبیعی در کشورهای مختلف (برای مثال چین) است. در مورد نحوه مبادلات گاز طبیعی، بیشترین سهم از طریق خطوط لوله است، ولی نکته قابل ذکر، افزایش چشمگیر انتقال از طریق ال‌ان‌جی است. توسعه انتقال از این طریق موجب افزایش سطح دسترسی به گاز طبیعی در سراسر دنیا می‌شود. قابل توجه است که طبق برنامه‌ریزی‌های انجام گرفته، بیش از ۴۰ درصد از افزایش ظرفیت انتقال گاز طبیعی در پنج سال آینده از طریق ال‌ان‌جی رخ خواهد داد.

شکل ۴۳. تغییرات مصرف، تولید و نوع مبادلات گاز طبیعی در جهان [۱۸]



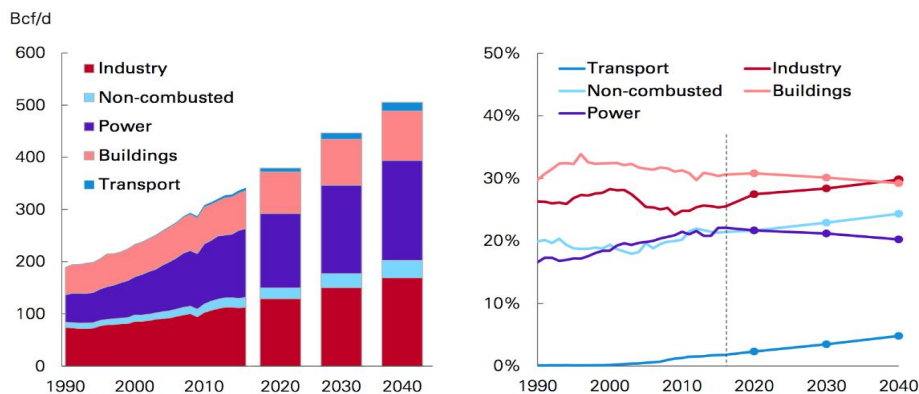
Source: "BP energy outlook, 2018 edition", The British Petroleum Company, 2018.

در بخش عرضه گاز طبیعی، بیشترین رشد در بخش‌های صنعت و تولید برق خواهد بود. در بخش تولید برق، به دلیل افزایش تقاضای جهانی برق، مصرف گاز طبیعی نیز افزایش خواهد یافت. البته به دلیل افزایش سهم رقابتی تولیدات تجدیدپذیر و زغال سنگ در تولید برق، این روند افزایشی با شیب ملایم ادامه خواهد یافت. نکته قابل توجه در مورد مصرف گاز طبیعی در بخش‌های مختلف می‌تواند ثابت بودن تقریبی مصرف گاز طبیعی در بخش خانگی باشد. ثابت بودن مصرف گاز طبیعی در این بخش حاکی از این مسئله است که افزایش مصرف انرژی در بخش خانگی بیشتر برای برق در جهت تأمین سرمایش و تجهیزات برقی است. نکته قابل توجه در مورد روند افزایشی استفاده از گاز طبیعی، در بخش‌های صنعت، حمل‌ونقل و استفاده‌های غیراقتصادی است. روند تغییرات مصرف گاز طبیعی در بخش‌های مختلف در شکل ۴۴ نشان داده می‌شود.

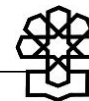
شکل ۴۴. روند تغییرات مصرف گاز طبیعی و سهم بخش‌های مختلف آن [۱۸]

Gas consumption by sector

Gas share by sector

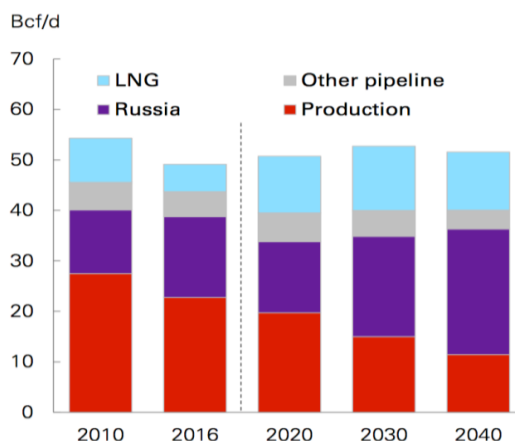


Source: "BP energy outlook, 2018 edition", The British Petroleum Company, 2018



در مورد سهم مصرفی اروپا از گاز طبیعی می‌توان به شکل ۴۵ توجه کرد. همان گونه که مشاهده می‌شود سهم تولید گاز طبیعی در اتحادیه اروپا رو به کاهش خواهد رفت و روسیه نقش پُررنگ‌تری در تأمین گاز طبیعی اتحادیه اروپا خواهد داشت.

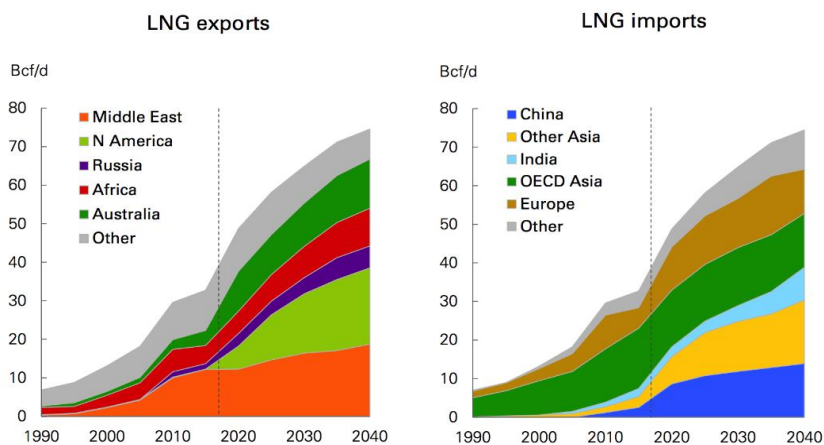
شکل ۴۵. تأمین گاز طبیعی اتحادیه اروپا [۱۸]



Source: "BP energy outlook, 2018 edition", The British Petroleum Company, 2018

پیش‌تر در مورد اهمیت ال‌ان‌جی و رشد قابل توجه آن در مبادلات گاز طبیعی صحبت شد. در شکل ۴۶ می‌توان سهم مناطق مختلف در واردات و صادرات ال‌ان‌جی را مشاهده کرد. همان گونه که مشاهده می‌شود آمریکا و قطر بیشترین سهم را از ال‌ان‌جی دنیا دارند. قابل توجه است که آمریکا در وضعیت کنونی حجم بسیار اندکی را در تولید ال‌ان‌جی داشته و در بلندمدت سهم قابل توجهی از بازار را تسخیر خواهد کرد. در سمت تقاضای ال‌ان‌جی بسیاری از کشورهای آسیایی رشد تقاضای بسیاری را خواهند داشت. رشد ال‌ان‌جی و حمل‌ونقل آن در سراسر دنیا باعث خواهد شد قیمت این حامل در سطح دنیا یکنواخت‌تر شود.

شکل ۴۶. روند صادرات و واردات ال‌ان‌جی [۱۸]

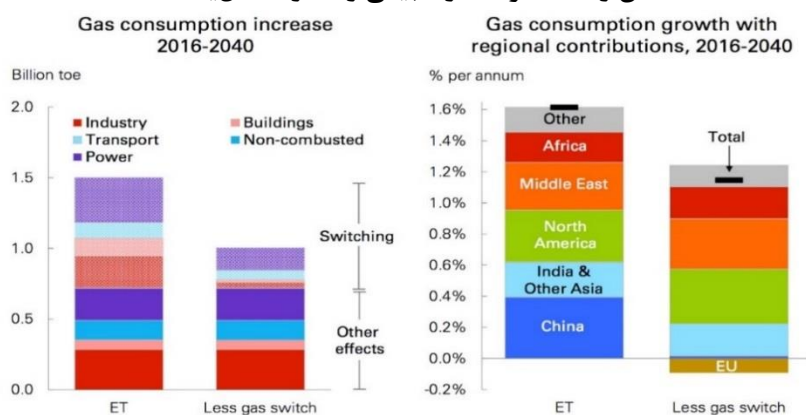


Source: "BP energy outlook, 2018 edition", The British Petroleum Company, 2018.

همانند نفت، بررسی تحولات گاز طبیعی در آینده توسط سناریوهای مختلفی انجام می‌شود. آنچه در مورد تحولات گاز طبیعی در آینده گفته شد به سناریو گذار تکامل یافته مربوط بود. با توجه به عدم قطعیت‌های موجود لازم است که تغییرات پارامترهای دخیل بیشتر مورد بررسی قرار گیرد. در صورت تمایل کمتر دولت‌ها به استفاده از زغال سنگ به جای گاز طبیعی، رشد عرضه و تقاضای گاز طبیعی کندتر خواهد شد. یکی از راه‌های بررسی تغییرات عرضه و تقاضای گاز طبیعی، جداسازی رشد مصرف گاز طبیعی به دو بخش است: بخش اول ناشی از تمایل استفاده از گاز طبیعی نسبت به دیگر حامل‌ها و بخش دوم ناشی از دیگر پارامترها چون رشد اقتصادی است. در شکل ۴۷ مقدار افزایش تقاضا برای گاز طبیعی به تفکیک بخش‌ها و مناطق مختلف در دو سناریو کاهش رشد مصرف گاز طبیعی و گذار تکامل یافته نشان داده شده است.

شکل ۴۷. مقایسه تغییرات مصرف گاز طبیعی در دو سناریو

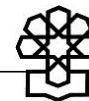
کاهش رشد مصرف گاز طبیعی و گذار تکامل یافته^[۱۸]



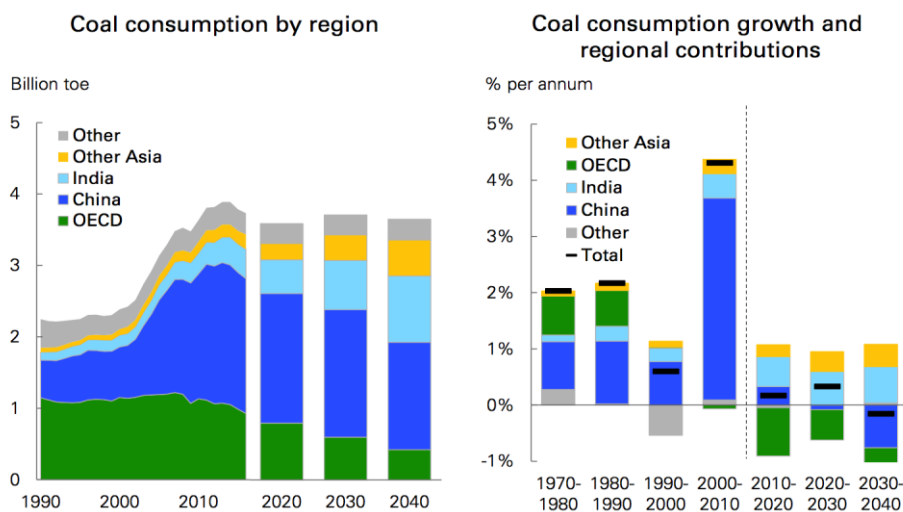
Source: "BP energy outlook, 2018 edition", The British Petroleum Company, 2018

ح) عرضه و تقاضای زغال سنگ

زغال سنگ یکی از حامل‌های انرژی پُر کاربرد در زمان‌های دور بوده است. در شکل ۴۸ می‌توان روند تغییر مصرف زغال سنگ و تغییرات رشد آن را در سال‌های آتی به تفکیک مناطق مشاهده کرد. همان گونه که مشاهده می‌شود بر خلاف دیگر حامل‌های انرژی، زغال سنگ رشد قابل توجهی در سمت مصرف انرژی نخواهد داشت و رشد سال‌های قبل را تجربه نخواهد کرد. همچنین در این شکل سهم مناطق مختلف در رشد مصرف زغال سنگ نشان داده شده است. در کشورهای توسعه یافته مصرف زغال سنگ کاهش خواهد یافت، ولی در کشورهایی چون هند و دیگر کشورهای در حال توسعه، مصرف زغال سنگ رو به افزایش خواهد بود. کاهش مصرف در کشورهای اروپایی به دلیل مسائل زیست‌محیطی بوده، اما در آمریکا به علت مزیت رقابتی گاز طبیعی است.



شکل ۴۸. روند تغییرات مصرف زغال سنگ [۱۸]

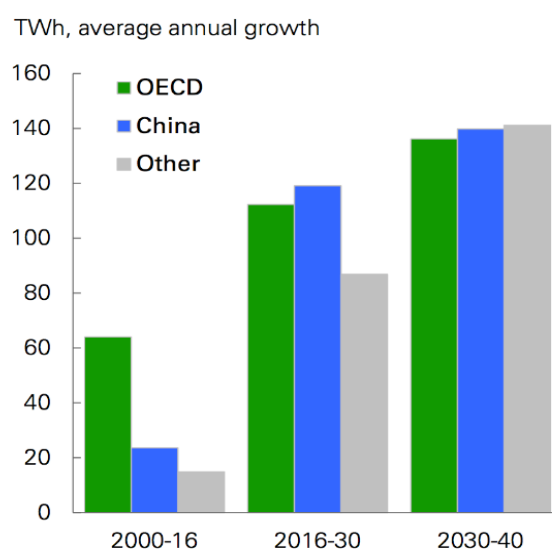


Source: "BP energy outlook, 2018 edition", The British Petroleum Company, 2018

ط) عرضه و تقاضای انرژی‌های تجدیدپذیر

انرژی تجدیدپذیر در سال‌های آتی بیشترین رشد را خواهد داشت. بیشترین سهم انرژی‌های تجدیدپذیر برای تولید برق است. روند رشد انرژی‌های تجدیدپذیر در شکل ۴۹ به تفکیک مناطق نشان داده شده است. در این شکل رشد منابع انرژی تجدیدپذیر به صورت سالیانه برای کشورهای پیشرفته، چین و دیگر کشورها نشان داده می‌شود. در سناریو گذار تکامل یافته پیش‌بینی می‌شود با توجه به محدودیت‌های محیط زیستی و کاهش تولید کربن، توجه به سمت بهره‌برداری از انرژی‌های تجدیدپذیر به شدت رشد داشته باشد.

شکل ۴۹. روند رشد منابع انرژی تجدیدپذیر در مناطق مختلف [۱۸]

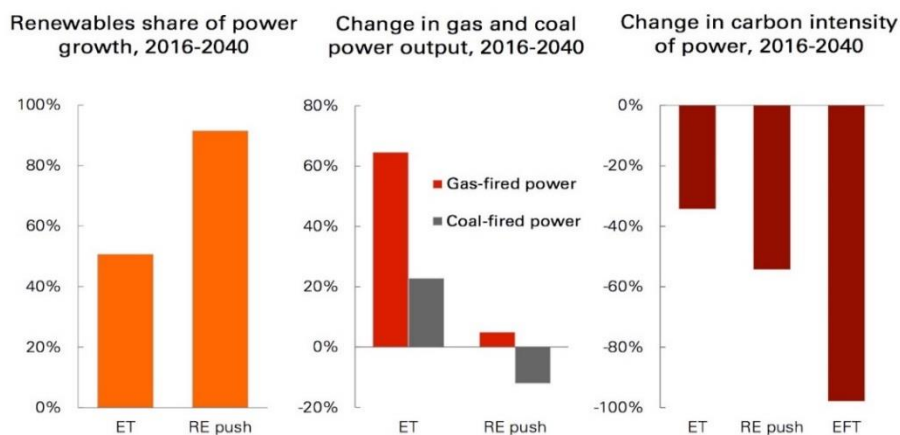


Source: "BP energy outlook, 2018 edition", The British Petroleum Company, 2018

علاوه بر سناریو گذار تکامل یافته در مورد رشد روزافزون انرژی‌های تجدیدپذیر، پیش‌بینی می‌شود حمایت‌های دیگری در مورد انرژی‌های تجدیدپذیر در آینده انجام گیرد. در واقع رشد انرژی‌های تجدیدپذیر وابستگی زیادی به حمایت دولت‌ها در سرمایه‌گذاری در این حیطه دارد. از این رو سناریو دیگری برای رشد بیشتر انرژی‌های تجدیدپذیر ارائه شده است. در این سناریو^۱ پیش‌بینی می‌شود انرژی‌های تجدیدپذیر با توجه به حمایت‌های انجام گرفته رشد ۹۰ درصدی در تأمین تقاضای برق داشته باشند. در این سناریو شدت تولید کربن در مقایسه با سناریو گذار تکامل یافته کاهش خواهد یافت. در شکل ۵۰ می‌توان روند تغییرات سهم انرژی‌های تجدیدپذیر را طبق دو سناریو استفاده بیشتر از انرژی‌های تجدیدپذیر و گذار تکامل یافته مشاهده کرد.

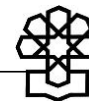
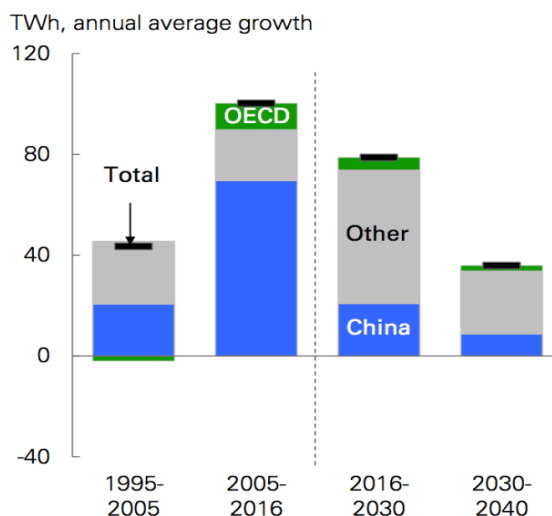
شکل ۵۰. تغییر سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در سناریو استفاده

بیشتر از انرژی‌های تجدیدپذیر در مقایسه با گذار تکامل یافته^[۱۸]



Source: "BP energy outlook, 2018 edition", The British Petroleum Company, 2018.

نکته مهم در مورد انرژی برق‌آبی، کاهش روند رشد تولید برق با استفاده از این تکنولوژی در آینده است. دلیل این مسئله استفاده حداکثری از ظرفیت‌های آبی در کشورهاست. سهم کشورهای در حال توسعه در افزایش تولید برق با استفاده از نیروگاه‌های برق‌آبی نسبت به کشورهای عضو سازمان توسعه و همکاری‌های اقتصادی به طور قابل ملاحظه‌ای بیشتر است. در شکل ۵۱ می‌توان رشد تولید از نیروگاه‌های آبی را مشاهده کرد.

شکل ۵۱. میانگین رشد تولید برق از نیروگاه‌های برق آبی^[۱۸]

Source: "BP energy outlook, 2018 edition", The British Petroleum Company, 2018.

- به دلیل اهمیت فوق‌العاده نقش انرژی الکتریکی در آینده جهان در این قسمت، تغییرات این انرژی به طور خاص بررسی می‌شود.
- انرژی الکتریکی تا سال ۲۰۵۰ به بزرگ‌ترین حامل انرژی در بخش مصرف نهایی تبدیل شده و ۴۵٪ از کل تقاضای جهانی انرژی را به خود اختصاص می‌دهد.
 - تولید انرژی الکتریکی با رشدی برابر ۱۶٪ از ۲۵ هزار تراساعت در سال ۲۰۱۶ به ۶۶ هزار تراساعت در سال ۲۰۵۰ می‌رسد.
 - تا سال ۲۰۵۰ انرژی تجدیدپذیر بیش از دو سوم کل انرژی الکتریکی تولیدی در جهان را به خود اختصاص خواهد داد. از این میان سهم انرژی خورشیدی ۴۰٪ و سهم انرژی بادی ۲۹٪ خواهد بود.
 - در این دوره ظرفیت نصب شده انرژی خورشیدی ۶۵ برابر (به ۱۹ تراوات) و انرژی بادی ۱۵ برابر (به ۷,۲ تراوات) افزایش خواهد یافت.
 - از آنجا که در تولید برق تجدیدپذیر حرارت تولید نمی‌شود، از بازدهی بسیار بالایی برخوردار است. در نیروگاه‌های حرارتی معمولاً ۳۰ تا ۴۰٪ انرژی ورودی به برق تبدیل می‌شود.
 - تا سال ۲۰۵۰ با استفاده از فناوری دیجیتال و مدیریت بهتر استفاده از ظرفیت شبکه برق، تلفات بخش انتقال و توزیع ۲۵٪ کاهش خواهد یافت.
 - علی‌رغم ۶۷٪ افزایش در تعداد ناوگان زمینی از سال ۲۰۱۶ تا سال ۲۰۵۰، پیش‌بینی می‌شود که میزان مصرف انرژی این ناوگان ۲۷٪ کاهش یابد. از آنجا که بازدهی خودروهای برقی ۳ تا ۴ برابر خودروهای با موتور با احتراق داخلی است، مهم‌ترین دلیل افزایش بازدهی در حمل و نقل به دلیل توسعه استفاده از خودروهای برقی خواهد بود.

نتیجه‌گیری

با توجه به افزایش حدود ۲ برابری میزان تولید و مصرف نفت خام، افزایش حدود ۳,۵ برابری تولید و مصرف گاز طبیعی و افزایش ۲,۵ برابری تولید و مصرف زغال‌سنگ در دنیا از سال ۱۹۷۱ تا سال ۲۰۱۶، و از طرفی محدودیت این منابع، و همچنین با توجه به افزایش ۳۰ درصدی تقاضای انرژی تا سال ۲۰۴۰، بایستی به دنبال راهکارهایی برای تأمین انرژی مورد نیاز بود. لازم به ذکر است که بخش اعظمی از این افزایش تقاضای انرژی مربوط به کشورهای در حال توسعه همچون هند و کشورهای آفریقایی است.

افزایش استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر از جمله انرژی آبی، بادی، خورشیدی، زمین‌گرمایی و زیست‌توده راهکار مؤثری برای تأمین انرژی مورد نیاز دنیا در سالیان آتی است. البته در استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر بایستی ملاحظات را در نظر گرفت که مهم‌ترین آنها عدم قطعیت‌های موجود در استفاده از انرژی‌های بادی، خورشیدی و زمین‌گرمایی است. انرژی آبی نیز با توجه به محدودیت ظرفیت، امکان افزایش قابل توجهی را در سالیان آتی نخواهد داشت. همچنین باید به این نکته اساسی اشاره کرد که هزینه سرمایه‌گذاری برای استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر به مراتب بالاتر از سوخت‌های فسیلی است. اما با توجه به محدودیت‌های اعمال شده در حوزه محیط زیست نظیر معاهده‌های اقلیمی بین‌المللی که توجه ویژه‌ای به جلوگیری از افزایش گرمای زمین، کاهش تولید گازهای آلاینده و کاهش تولید کربن دارند، افزایش استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر ناگزیر خواهد بود.

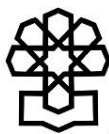
علاوه بر این، استفاده از انرژی هسته‌ای می‌تواند راهکاری برای تأمین انرژی مورد نیاز جهان باشد. این نوع از انرژی طی سالیان اخیر رشد قابل توجهی داشته و سهم مهمی در تأمین انرژی به خصوص در کشورهای توسعه یافته داشته است. همچنین مواردی از قبیل افزایش بهره‌وری انرژی با شکل‌گیری و استفاده از بازارهای بهره‌وری و گواهی‌نامه‌های سبز راهکار موثر دیگری است که منجر به کاهش مصرف انرژی در بخش‌های مختلف علی‌الخصوص بخش‌های خانگی، صنعت و حمل و نقل می‌شود.

منابع و مآخذ

۱. «و داستان نفت این گونه آغاز شد»، شبکه اطلاع‌رسانی نفت و انرژی شانا، ۵ خرداد ۱۳۹۳.
۲. «تاریخچه اکتشاف نفت در ایران»، سایت دانشنامه رشد.
۳. «تاریخچه گاز»، وبسایت شرکت پالایش گاز شهید هاشمی نژاد، ۷ آذر ۱۳۹۴.
۴. «تاریخچه گاز در ایران و تأسیس شرکت ملی گاز»، سایت شبکه اطلاع‌رسانی نفت و انرژی شانا، ۴ مرداد ۱۳۹۶.
۵. «زغال سنگ»، سایت دانشنامه رشد.
۶. «زغال سنگ تولید، توسعه و چالش‌ها»، روزنامه دنیای اقتصاد، ۱۳ آبان ۱۳۹۶.
۷. «تاریخچه انرژی هسته‌ای»، سایت تبیان، ۲۰ آذر ۱۳۸۶.
۸. «معرفی انواع انرژی تجدیدپذیر»، سایت برق نیوز، ۳۰ خرداد ۱۳۹۴.



۹. «تاریخچه استفاده از انرژی آب»، سایت پرتال جامع انرژی، ۲۳ آذر ۱۳۹۳.
۱۰. «نیروگاه‌های برق‌آبی چند درصد برق مورد نیاز کشور را تولید می‌کنند؟»، خبرگزاری تسنیم، ۳ آذر ۱۳۹۵.
۱۱. «انرژی بادی»، شرکت توسعه منابع انرژی.
۱۲. «یزد مهد تولید انرژی خورشیدی»، روزنامه دنیای اقتصاد، ۳۰ مهر ۱۳۹۶.
۱۳. «انرژی زمین گرمایی چیست؟»، سایت سازمان انرژی‌های تجدیدپذیر و بهره‌وری انرژی برق (ساتبا).
۱۴. «انرژی زیست توده»، سایت انجمن بهینه‌سازی مصرف انرژی ایران.
۱۵. «معرفی انرژی زیست توده Biomass و تاریخچه و کاربردهای آن»، سایت برق نیوز، ۲۳ اسفند ۱۳۹۳.
۱۶. «تاریخچه زیست توده در جهان»، سایت سازمان انرژی‌های تجدیدپذیر و بهره‌وری انرژی برق (ساتبا).
17. "BP energy outlook, 2018 edition.", The British Petroleum Company, 2018.
18. "Key world energy statistics", International Energy Agency, 2017.



مرکز پژوهش‌ها
مجلس شورای اسلامی

شماره مسلسل: ۱۶۷۸۷

شناسنامه گزارش

عنوان گزارش: بررسی تحولات آینده انرژی

نام دفتر: مطالعات انرژی، صنعت و معدن (گروه انرژی)

مدیر مطالعه: میثم پیله‌فروش

تهیه و تدوین: سعید ودادی کلانتر

اظهار نظر کنندگان: سجاد پادام، زهرا جعفری

ناظران علمی: حسین افشین، علی اصغر اژدری، فریدون اسعدی

ویراستار تخصصی: _____

ویراستار ادبی: _____

واژه‌های کلیدی:

۱. تحولات آینده

۲. انرژی

تاریخ انتشار: ۱۳۹۸/۱۰/۳

