

مجله اقتصادی

شماره‌های ۷ و ۸، مهر و آبان ۱۳۹۶، صفحات ۱۲۴-۱۰۷

ارزیابی بازار جهانی انرژی و چشم‌انداز آینده

زینب کسرائی

دکتری علوم اقتصادی

kasraei.z@gmail.com

برای ایران به‌عنوان یکی از غنی‌ترین کشورها از لحاظ منابع انرژی، ارزیابی وضعیت بازار جهانی انرژی و عوامل تأثیرگذار و پیش‌بینی شرایط آینده به‌منظور سیاست‌گذاری بسیار حائز اهمیت است. در سال ۲۰۱۶، نفت خام، زغال‌سنگ و گاز طبیعی بیشترین سهم را در تأمین انرژی اولیه جهان به خود اختصاص داده‌اند. زغال‌سنگ با کاهش تقاضا مواجه شده و سهم انرژی‌های تجدیدپذیر افزایش یافته است. ایران به‌عنوان بزرگ‌ترین دارنده ذخایر گازی جهان، سهم مناسبی از تجارت جهانی گاز را در اختیار ندارد و بخش قابل توجهی از گاز طبیعی را به مصرف داخلی می‌رساند. در مورد نفت خام، ایران با وجود سهم ۹/۳ درصدی از ذخایر اثبات‌شده، ۵ درصد از تولید و ۱/۹ درصد از مصرف را در اختیار دارد و تنها حدود ۲ درصد از انرژی‌های مصرفی ایران از انرژی‌های تجدیدپذیر تأمین می‌شود. رشد کمتر تولید ناخالص داخلی در جهان، انتقال سریع‌تر به دنیای با کربن کمتر و پتانسیل بیشتر برای نفت و گازهای غیرمتعارف از جمله مهم‌ترین عوامل عدم اطمینان در آینده بازار جهانی انرژی هستند. با توجه به وضعیت بازار جهانی انرژی، شناخت عوامل عدم اطمینان و چشم‌انداز آینده انرژی برای ایران به‌عنوان بزرگ‌ترین دارنده منابع گازی و چهارمین دارنده ذخایر نفتی جهان، ضروری به نظر می‌رسد.

واژگان کلیدی: بازار انرژی، نفت خام، گاز طبیعی، انرژی‌های تجدیدپذیر، انتشار کربن.

۱. مقدمه

بازار جهانی انرژی متأثر از عوامل متعددی است که علاوه بر میزان عرضه و تقاضا، می‌توان به عوامل سیاسی، فنی و تکنولوژیکی، تعاملات متقابل کشورها و نهادهای بزرگ تأثیرگذار و همچنین عوامل زیست‌محیطی اشاره کرد. نقش و اهمیت انرژی در توسعه اقتصادی کشورها بسیار پررنگ بوده و تصمیمات درباره سرمایه‌گذاری، سیاست‌های قیمت‌گذاری، تحقیق و توسعه انرژی، تولید، تبدیل و انتقال انرژی از دیگر چالش‌های موجود است. طی سال‌های اخیر و با توجه به عوامل زیست‌محیطی و مبحث کارایی انرژی، جایگزینی انرژی بسیار جدی دنبال شده و تقاضای انرژی به‌ویژه در کشورهای توسعه‌یافته به سمت استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر سوق یافته است.

برای ایران به‌عنوان یکی از غنی‌ترین کشورها از لحاظ منابع انرژی، ارزیابی وضعیت بازار جهانی انرژی و عوامل تأثیرگذار و همچنین پیش‌بینی شرایط آینده به‌منظور سیاست‌گذاری بسیار حائز اهمیت است. در این مقاله ضمن بررسی وضعیت بازار جهانی انرژی و ملاحظه جایگاه ایران، چشم‌انداز آتی این بازار مدنظر قرار گرفته و عوامل کلیدی عدم اطمینان و چگونگی مواجهه با آن‌ها مورد ارزیابی قرار گرفته است.

۲. وضعیت بازار جهانی انرژی در سال ۲۰۱۶

در سال ۲۰۱۶، رشد مصرف انرژی‌های اولیه^۱ در جهان همچنان پایین بوده و ترکیب سوخت مصرفی از زغال‌سنگ به سمت سوخت‌های با کربن کمتر انتقال یافته است. مصرف جهانی انرژی اولیه در سال ۲۰۱۶ تنها یک درصد افزایش یافته که در ادامه رشد ۰/۹ درصدی سال ۲۰۱۵ و کمتر از میانگین ۱۰ ساله (۱/۸ درصد) بوده است. به غیر از رکود اقتصادی سال ۲۰۰۹، طی سه سال اخیر، پایین‌ترین رشد مصرف جهانی از سال ۱۹۹۸ میلادی به ثبت رسیده است. برای تمام مناطق به‌جز

۱. در صورتی که انرژی از ذخیره یا منبعی طبیعی استخراج شده یا هیچ‌گونه تبدیلی به‌جز جداسازی و پاک‌سازی بر روی آن صورت نگرفته باشد، انرژی اولیه نامیده می‌شود. به‌عنوان مثال می‌توان به زغال‌سنگ، نفت خام، گاز طبیعی و انرژی خورشیدی اشاره نمود. در مقابل، انرژی ثانویه به انرژی‌هایی اطلاق می‌شود که از یک منبع انرژی اولیه با استفاده از فرایندهای تبدیل یا انتقال به‌دست آمده باشد. بنابراین، فرآورده‌های نفتی که تولید آن‌ها نیازمند پالایش است و یا الکتریسیته که با استفاده از ژنراتور برق تولید می‌گردد، نمونه‌هایی از انرژی‌های ثانویه هستند.

اروپا و اوراسیا، رشد مصرف کمتر از میانگین ۱۰ ساله بوده است و به‌جز نفت و انرژی هسته‌ای، سایر سوخت‌ها رشد کمتر از مقدار متوسط را تجربه کرده‌اند.

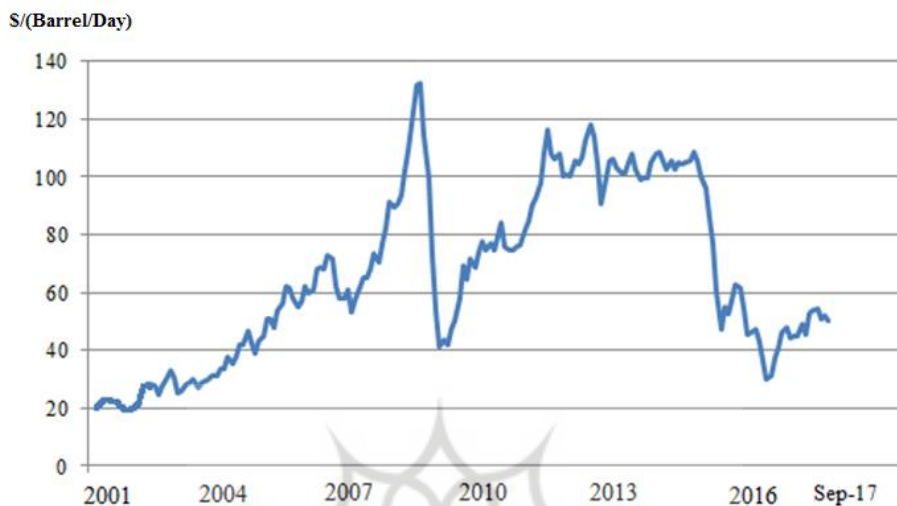
هرچند در سال ۲۰۱۶ استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر^۱، ۱۴/۱ درصد رشد داشته است، اما همچنان از متوسط ۱۰ ساله کمتر بوده است. این در حالی است که مصرف جهانی گاز طبیعی رشد ۱/۵ درصدی را تجربه کرده و مصرف زغال‌سنگ طی دو سال متوالی کاهش رشد مصرف داشته است. انتشار جهانی گاز CO₂ ناشی از مصرف انرژی، در سال ۲۰۱۶، ۰/۱ درصد رشد داشته است. طی سال‌های ۲۰۱۴ تا ۲۰۱۶، متوسط رشد انتشار کربن در مقایسه با دوره‌های سه ساله از ۸۳-۱۹۸۱ به بعد کمتر بوده است. در ادامه این گزارش، وضعیت تولید و مصرف منابع انرژی در مناطق مختلف از جمله ایران مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

۲-۱. نفت خام

طی نیم قرن اخیر، نفت خام بیشترین سهم را در تأمین انرژی اولیه جهان داشته است و بر اساس پیش‌بینی‌ها، نقش غالب خود را همچنان حفظ خواهد کرد. همان‌گونه که در نمودار (۱) ملاحظه می‌شود، قیمت نفت در دهه اخیر با فراز و نشیب‌های زیادی مواجه بوده است. بحران مالی جهانی (۲۰۰۸-۲۰۰۷) قیمت نفت را به شدت افزایش داده و پس از کاهش قیمت در سال ۲۰۱۰، با بروز حوادث مربوط به بیداری اسلامی و اختلال در عرضه نفت توسط کشورهای لیبی و عراق (۲۰۱۴-۲۰۱۲)، کاهش عرضه توسط ایران به دلیل تحریم‌های اعمال‌شده و در نتیجه کاهش عرضه اوپک، نهایتاً با افزایش برنامه ریزی نشده عرضه توسط برخی اعضای اوپک از جمله عربستان سعودی، در اواسط ۲۰۱۴ و ۲۰۱۵ کاهش شدیدی یافت. در سال ۲۰۱۵، متوسط قیمت نفت خام برنت به بشکه‌ای ۵۲/۳۹ دلار رسید که نسبت به سطح قیمت ۲۰۱۴، کاهشی ۴۶/۵۶ دلاری داشته است که از لحاظ درصد کاهش، این مقدار از سال ۱۹۸۶ بی‌سابقه بوده است. در سال ۲۰۱۶، متوسط قیمت نفت خام ۴۳/۷۳ دلار بوده است که نسبت به متوسط سال ۲۰۱۵ کاهشی ۹/۲۴ درصدی داشته و پایین‌ترین قیمت از سال ۲۰۰۴ بوده است. مصرف جهانی نفت در سال ۲۰۱۶، رشد ۱/۶ میلیون بشکه در روز (b/d)^۲ معادل ۱/۶ درصد داشته که برای دومین سال پیاپی بالاتر از میانگین ده ساله (۱/۲ درصد) بوده است.

۱. شامل انرژی باد، خورشید، زمین‌گرمایی، زیست‌توده و سوخت‌های زیستی

۲. Barrel/day



نمودار ۱. روند قیمت نفت خام طی سال‌های ۲۰۱۷-۲۰۰۰

در سال ۲۰۱۶، نفت خام در مصرف جهانی انرژی، سوخت پیشرو باقی مانده است و بعد از ۱۵ سال کاهش از ۱۹۹۹ تا ۲۰۱۴، بالاترین سهم بازار جهانی را برای دومین سال متوالی کسب کرده است. چین و هند بالاترین میزان افزایش در مصرف را به خود اختصاص داده‌اند (بی پی، ۲۰۱۷).

در سال ۲۰۱۶، تولید جهانی نفت با افزایش ۰/۴ میلیون بشکه در روز، کمترین رشد را از سال ۲۰۱۳ داشته است. تولید نفت در خاورمیانه ۱/۷ میلیون بشکه در روز افزایش داشته که سهم ایران از افزایش تولید ۷۰۰ هزار بشکه در روز و سهم عراق و عربستان سعودی ۴۰۰ هزار بشکه در روز بوده است. همچنین، تولید نفت در خارج از خاورمیانه، ۱/۳ میلیون بشکه در روز کاهش یافته است که بیشترین کاهش به ترتیب مربوط به ایالات متحده آمریکا، چین و نیجریه بوده است.

در پایان سال ۲۰۱۶، کل ذخایر اثبات شده نفت خام ایران ۱۵۸/۴ میلیارد بشکه بوده که با سهم ۹/۳ درصدی، رتبه چهارم ذخایر اثبات شده جهان را به خود اختصاص داده است. از لحاظ تولید نفت، ایران با ۴/۶ میلیون بشکه در روز سهم ۵ درصدی از کل تولید و رتبه چهارم را نصیب خود کرده است. این در حالی است که در سال ۲۰۱۵، رتبه ایران در تولید نفت خام هفتم بوده است. از لحاظ مصرف، ایران با ۱/۸۴۸ میلیون بشکه در روز و سهم ۱/۹ درصدی، رتبه سیزدهم را در اختیار

1. Source: <https://tradingeconomics.com>

دارد. در جدول (۱)، میزان و سهم ذخایر اثبات‌شده، تولید و مصرف نفت خام در ایران با اوپک و OECD^۱ مقایسه شده است.

جدول ۱. مقایسه ذخایر، تولید و مصرف نفت در ایران، اوپک و کشورهای عضو OECD در سال ۲۰۱۶

منطقه/کشور	ذخایر اثبات‌شده		تولید		مصرف	
	میزان	سهم	میزان	سهم	میزان	سهم
	(میلیارد بشکه)	از کل	(میلیون بشکه در روز)	از کل	(میلیون بشکه در روز)	از کل
ایران	۱۵۸/۴	۹/۳٪	۴/۶	۵٪	۱/۸۴۸	۱/۹٪
اوپک	۱۲۲۰/۵	۷۱/۵٪	۳۹/۳۵۸	۴۲/۷٪	-	-
OECD	۲۴۴	۱۴/۳٪	۲۳/۱۲۲	۲۵/۱٪	۴۶/۲۱۷	۴۷/۹٪

Source: BP Statistical Review of World Energy, June 2017

۲-۲. گاز طبیعی

استفاده از گاز طبیعی در سال‌های اخیر به دلایلی چون وجود منابع عظیم گاز طبیعی، رشد تقاضای انرژی و نیاز روزافزون به سوخت‌های پاک و با آلاینده‌گی کمتر زیست‌محیطی، افزایش یافته است. گاز طبیعی علاوه بر اینکه به‌عنوان انرژی اولیه و خوراک صنایع پتروشیمی مورد استفاده قرار می‌گیرد، می‌تواند برای تولید برق نیز به کار گرفته شود. همچنین، با استفاده از تبدیلات فیزیکی و شیمیایی، قابلیت تبدیل گاز به مواد با ارزش افزوده بالاتر وجود دارد که موجبات سهولت حمل‌ونقل آن را فراهم می‌آورد. بر این اساس، نقش گاز طبیعی به دلیل انعطاف مصرف، کاهش هزینه‌های استحصال و پیشرفت‌های فنی در انتقال آن به نقاط دور (به‌ویژه با توسعه صنعت گاز طبیعی مایع‌شده (LNG)^۲) در عرصه انرژی جهان در حال افزایش است.

در سال ۲۰۱۶، مصرف گاز طبیعی جهان ۶۳ میلیارد مترمکعب معادل ۱/۵ درصد افزایش یافته است، درحالی‌که این مقدار نسبت به متوسط ۱۰ ساله (۲/۳ درصد) کمتر بوده است. رشد مصرف اتحادیه اروپا ۷/۱ درصد بوده است که بالاترین رشد را از سال ۲۰۱۰ نشان می‌دهد. مصرف گاز

1. The Organization for Economic Co-operation and Development (OECD)
2. Liquefied Natural Gas

طبیعی در روسیه با $3/2$ - درصد، بیشترین کاهش را در میان تمامی کشورها به ثبت رسانده است. در مقابل، این کشور افزایش قابل توجهی در استفاده از انرژی برق آبی داشته است.

تولید جهانی گاز طبیعی در سال ۲۰۱۶، تنها $0/3$ درصد رشد داشته است. کاهش تولید در آمریکای شمالی، رشد قابل توجه در استرالیا و ایران را جبران نموده است.

تجارت جهانی گاز طبیعی در سال ۲۰۱۶، رشد $4/8$ درصدی را تجربه کرد. تجارت جهانی LNG (صادرات و واردات)، افزایش $6/2$ درصدی داشته است. بیشترین رشد خالص صادرات LNG مربوط به استرالیا (۱۹ میلیارد مترمکعب از مجموع ۲۱ میلیارد مترمکعب) بوده است. صادرات LNG ایالات متحده از $0/7$ میلیارد مترمکعب در سال ۲۰۱۵ به $4/4$ میلیارد مترمکعب در سال ۲۰۱۶ افزایش یافت.

در پایان سال ۲۰۱۶، ایران با $33/5$ تریلیون مترمکعب ذخیره گاز طبیعی اثبات شده، ۱۸ درصد از کل ذخایر جهان و رتبه اول ذخایر جهانی گاز را به خود اختصاص داده است. تولید گاز طبیعی ایران در سال ۲۰۱۶، $202/4$ میلیارد مترمکعب معادل $5/7$ درصد از تولید جهانی بوده و مصرف در این سال، $200/8$ میلیارد مترمکعب، معادل $5/7$ درصد از کل مصرف جهانی گاز بوده است.

۲-۳. زغال سنگ

در سال ۲۰۱۶، مصرف جهانی زغال سنگ $1/7$ درصد کاهش یافت که این کاهش برای دومین سال متوالی بوده است. بیشترین کاهش مصرف زغال سنگ مربوط به آمریکا معادل $8/8$ درصد و برای چین $1/6$ درصد بوده است. در انگلستان، مصرف زغال سنگ با $52/5$ درصد کاهش، رکورد پایین ترین سطح مصرف را به ثبت رسانده است.

تولید زغال سنگ جهانی نیز در این سال $6/2$ درصد کاهش یافت. در مجموع، سهم زغال سنگ از مصرف انرژی اولیه جهانی به $28/1$ درصد در سال ۲۰۱۶ رسید که پایین ترین سهم از سال ۲۰۰۴ است. تولید زغال سنگ در چین $7/9$ درصد و در ایالات متحده ۱۹ درصد کاهش یافته است.

۲-۴. انرژی‌های تجدیدپذیر^۱

علی‌رغم مصرف گسترده سوخت‌های فسیلی در دهه‌های گذشته، طی سال‌های اخیر، ترکیب سوخت‌های مصرفی به‌طور قابل‌توجهی به سمت مصرف بیشتر انرژی‌های تجدیدپذیر تغییر یافته است، بدین ترتیب که مجموع سهم زغال‌سنگ و نفت کاهش یافته و در مقابل، مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر افزایش یافته است.

در سال ۲۰۱۶، استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر ۱۴/۱ درصد رشد داشته که کمتر از متوسط ۱۰ ساله بوده است. انرژی باد بیش از نیمی از رشد انرژی‌های تجدیدپذیر را به خود اختصاص داده است. تولید جهانی انرژی هسته‌ای در سال ۲۰۱۶، ۱/۳ درصد افزایش یافته است. بخش زیادی از این رشد خالص، به چین اختصاص یافته که بین کشورهای مختلف از سال ۲۰۰۴ بی‌سابقه بوده است. تولید انرژی برق آبی در سال ۲۰۱۶، ۲/۸ درصد افزایش یافته که چین و ایالات متحده به ترتیب بیشترین افزایش را تجربه کرده‌اند.

۳. انتشار آلاینده‌های زیست‌محیطی

انتشار انواع آلاینده‌های زیست‌محیطی در نتیجه تولید و مصرف سوخت‌های فسیلی، یکی از معضلات اصلی دهه‌های اخیر بوده است. انتشار گازهایی از جمله مونوکسید کربن، دی‌اکسید کربن، متان، دی‌اکسید گوگرد و اکسیدهای نیتروژن غالباً با به‌کارگیری زغال‌سنگ و نفت ایجاد شده و با حرکت به سمت استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر، سهم این گازها در تخریب محیط‌زیست کمتر می‌شود. در اکثر کشورهای جهان به‌ویژه کشورهای توسعه‌یافته، با وضع قوانین و مقررات، محدودیت‌های زیادی بر فعالیت‌های صنایع استفاده‌کننده از سوخت‌های فسیلی اعمال می‌شود که این کار به‌منظور کاهش آلاینده‌گی، کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و حفظ کیفیت هوا به کمک فناوری‌های جدید انجام می‌شود.

۱. انرژی تجدیدپذیر عبارت است از انرژی اولیه‌ای که به‌طور مداوم از جریان قابل‌دسترس انرژی به دست می‌آید و از انواع آن می‌توان به انرژی خورشیدی و همچنین انرژی بادی اشاره نمود. در مقابل، یک منبع اولیه انرژی که از ذخیره محدودی به دست آمده و با مصرف یک واحد بیشتر از آن، واحدهای کمتری برای استفاده آینده باقی می‌ماند، یک منبع تجدیدناپذیر است. نفت خام یا زغال‌سنگ که در دوره‌های پیشین زمین‌شناسی در زیر پوسته زمین تشکیل شده‌اند، از جمله انرژی‌های تجدیدناپذیرند.

بر این اساس، در کشورهای مختلف برای انتشار آلاینده‌ها که مهم‌ترین آن گاز دی‌اکسید کربن است، مالیات وضع می‌شود که تحت عنوان «مالیات کربن»^۱ از آن نام برده می‌شود. انتشار کربن در سال ۲۰۱۶ نسبت به سال‌های قبل ثابت بوده است. این سومین سال متوالی است که رشد انتشار کربن بسیار پایین و یا تقریباً مشابه سال قبل از آن بوده است. این ثبات، در مقایسه با ۱۰ سال قبل از آنکه رشد انتشار گازهای گلخانه‌ای تقریباً ۲/۵ درصد در سال بوده، بسیار قابل توجه است.

یکی از دلایل این کاهش، رشد ضعیف تولید ناخالص داخلی است، اما دلیل اصلی، کاهش سریع میزان شدت کربن نسبت به تولید ناخالص داخلی (متوسط میزان کربن انتشار یافته در هر واحد تولید ناخالص داخلی) است که از ارتقای کارایی انرژی و تغییر در ترکیب سوخت از سوخت‌های فسیلی به سمت انرژی‌های غیر فسیلی و تجدیدپذیر حاصل می‌شود.

میزان انتشار دی‌اکسید کربن در سال ۲۰۱۶ به ترتیب در کشورهای چین، ایالات متحده، هند و روسیه بیشترین مقدار بوده است. ایران با انتشار ۶۱۰ میلیون تن CO₂ در رتبه هفتم بیشترین میزان انتشار کربن قرار دارد. برای اولین بار از سال ۱۹۹۸، انتشار آلاینده‌ها در چین در سال ۲۰۱۵ کاهش یافته است و انتظار می‌رود این کاهش طی سال‌های آتی ادامه یابد.

۴. چشم‌انداز آتی بازار جهانی انرژی

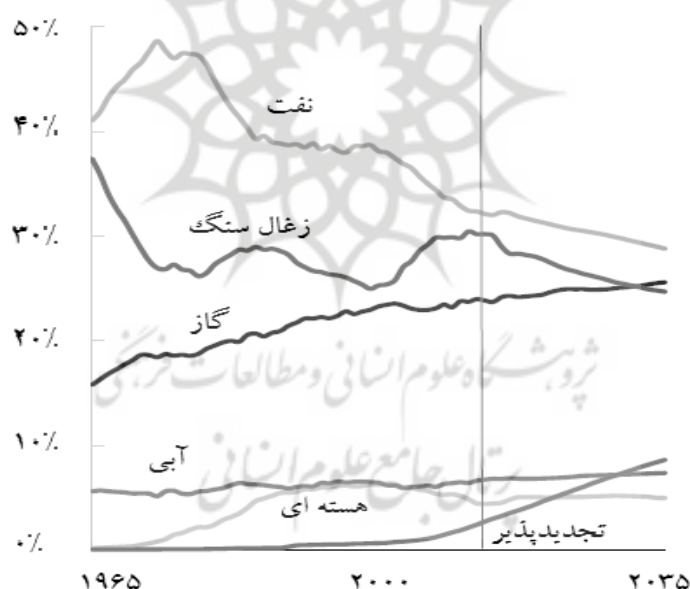
با توجه به ارزیابی‌های صورت گرفته توسط نهادهای بین‌المللی، طی سال‌های آتی سوخت‌های فسیلی منبع غالب تأمین انرژی مورد نیاز اقتصاد جهانی باقی خواهند ماند؛ به گونه‌ای که تقریباً سه چهارم عرضه جهانی انرژی در سال ۲۰۳۵ میلادی به نفت، گاز و زغال‌سنگ اختصاص خواهد یافت. در این میان، گاز به دلیل افزایش قابل توجه عرضه به ویژه «گازهای نامتعارف»^۲ توسط آمریکا، افزایش تقاضا برای گاز طبیعی مایع شده و همچنین اعمال سیاست‌های زیست‌محیطی، با رشد ۱/۶ درصدی در سال سریع‌ترین رشد را در بین سوخت‌های فسیلی به خود اختصاص خواهد داد و به تدریج سهم آن در بین انرژی‌های اولیه افزایش خواهد یافت.

بر مبنای چشم‌انداز ترسیم شده توسط BP، تقاضای نفت به‌طور پیوسته (۰/۷ درصد در سال) رشد خواهد کرد و تا سال ۲۰۳۵ در حدود ۲۰ میلیون بشکه در روز افزایش خواهد یافت که بخش

1. CO2 tax
2. Shale gases

حمل و نقل منبع اصلی رشد تقاضا خواهد بود. بازار نفت با سطح پایین کنونی قیمت‌ها و در نتیجه افزایش تقاضا و کاهش عرضه، به تدریج به سمت تعادل پیش می‌رود.

ادامه اصلاحات اقتصادی در چین باعث کاهش رشد تقاضای انرژی خواهد شد که وزن این کاهش برای زغال‌سنگ جهانی شدت بیشتری خواهد داشت. با این حال چین همچنان بیشترین رشد بازار انرژی را به خود اختصاص خواهد داد. پیش‌بینی می‌شود رشد مصرف زغال‌سنگ به سرعت کاهش یابد، به طوری که تا سال ۲۰۳۵ سهم آن در بین انرژی‌های اولیه به پایین‌ترین مقدار خود طی سال‌های اخیر برسد. این در حالی است که تا سال ۲۰۳۵ میلادی، تقاضای انرژی‌های تجدیدپذیر به همراه انرژی هسته‌ای و برق آبی، نیمی از اضافه تقاضای انرژی مورد نیاز را تأمین خواهد کرد.



نمودار ۲. سهم انرژی اولیه و چشم‌انداز آن تا سال ۲۰۳۵

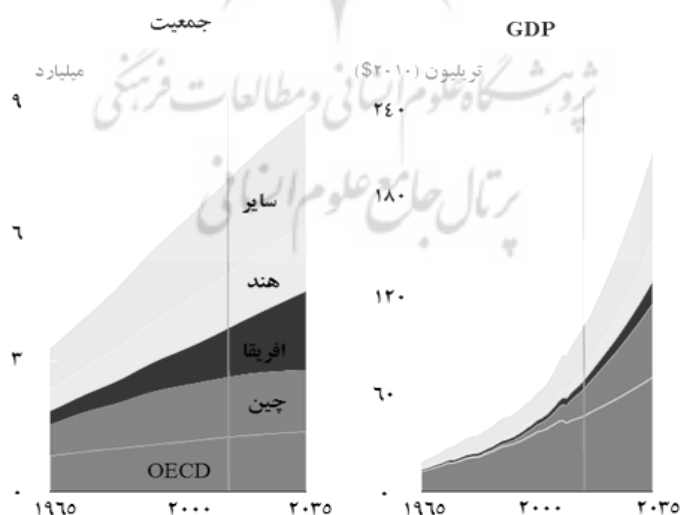
انرژی‌های تجدیدپذیر (از جمله سوخت‌های زیستی) با رشد بسیار سریع (۷/۱ درصد در سال) سهم خود را در بین انرژی‌های اولیه از حدود ۳ درصد در سال ۲۰۱۵ به ۱۰ درصد تا سال ۲۰۳۵ افزایش خواهند داد.

بر اساس نظر کارشناسان شرکت بین‌المللی BP، چشم‌انداز بازار جهانی انرژی طی سال‌های آتی تحت تأثیر عوامل مؤثر بر تقاضای انرژی، شدت انرژی و همچنین انتشار آلاینده‌های ناشی از مصرف خواهد بود که در این بخش، مورد ملاحظه قرار می‌گیرند.^۱

۵. عوامل مؤثر بر تقاضای انرژی

جمعیت و درآمد، از جمله مهم‌ترین تعیین‌کننده‌های تقاضای انرژی هستند. افزایش رشد اقتصاد جهانی و در عین حال افزایش جمعیت، نیاز بیشتر به انرژی را فراهم می‌نماید. بر اساس پیش‌بینی‌ها، تا سال ۲۰۳۵ جمعیت جهان با افزایش ۱/۵ میلیارد نفری به ۸/۸ میلیارد نفر خواهد رسید و انتظار می‌رود در این دوره GDP بیش از دو برابر شود که یک‌چهارم از این افزایش ناشی از رشد جمعیت و سه‌چهارم آن ناشی از ارتقای بهره‌وری خواهد بود.

سهم قابل توجهی از رشد انتظاری GDP ناشی از رشد اقتصادهای نوظهور^۲ خواهد بود و چین و هند نیمی از آن را به خود اختصاص خواهند داد. کشورهای آفریقایی تقریباً باعث نیمی از افزایش جمعیت خواهند شد، در حالی که در کمتر از ۱۰ درصد از رشد GDP نقش خواهند داشت.



نمودار ۳. GDP و جمعیت در مناطق و کشورهای جهان ۱۹۶۵-۲۰۳۵^۳

1. BP Energy Outlook to 2035, 2017
 2. Emerging Economies
 3. BP Energy Outlook to 2035, 2016

رشد بیشتر اقتصاد جهانی به معنای نیاز بیشتر به انرژی است. هرچند این افزایش، با کاهش شدت انرژی (انرژی مورد استفاده به ازای هر واحد تولید ناخالص داخلی) کمتر خواهد شد. بر اساس پیش‌بینی‌ها، در حالی که GDP جهانی دو برابر خواهد شد، تقاضای انرژی تنها ۳۰ درصد افزایش می‌یابد. همچنین رشد پیش‌بینی شده مصرف انرژی نسبت به سال‌های گذشته کندتر خواهد شد؛ ۱/۳ درصد در سال در مقابل ۲/۲ درصد در سال (در فاصله سال‌های ۱۹۹۵ و ۲۰۱۵).

پیش‌بینی کاهش سریع شدت انرژی با تعدیل مجدد اقتصاد چین همراه بوده و توجه جهانی را به ارتقای کارایی انرژی جلب کرده است. رشد تقاضای انرژی از رشد سریع اقتصادهای نوظهور ناشی می‌شود که چین و هند نیمی از این سهم را به خود اختصاص خواهند داد. با توجه به سهم فراوان افزایش GDP در رشد تقاضای انرژی، در نمودار (۴) روند آن‌ها در سال‌های گذشته و چشم‌انداز آینده قابل مشاهده است.



نمودار ۴. رابطه بین GDP و تقاضای انرژی در ۱۹۶۵-۲۰۳۵

۶. شدت انرژی^۲

شدت انرژی که نسبت انرژی به محصول نیز نامیده می‌شود، انرژی مورد نیاز برای دستیابی به یک متغیر اقتصادی (به عنوان مثال تولید ناخالص ملی، ارزش افزوده و غیره) را اندازه‌گیری می‌کند. مصرف انرژی ممکن است به نوع خاصی از انرژی یا مجموع انرژی‌های مختلف اختصاص یابد.

1. BP Energy Outlook to 2035, 2016

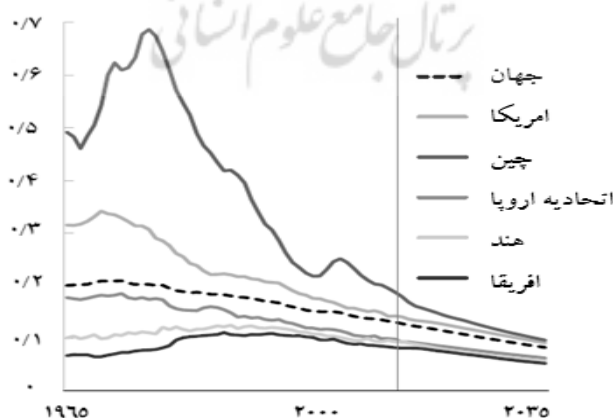
2. Energy Intensity

به منظور محاسبه شدت انرژی، نسبت تقاضای انرژی به ازای هر واحد محصول اقتصادی را به دست می‌آوریم. شدت انرژی (برای یک انرژی واحد) با استفاده از رابطه (۱) قابل محاسبه است.

$$EI_t = \frac{E_t}{I_t} \quad (1)$$

در رابطه فوق، بسته به هدف مورد بررسی متغیر اقتصادی I را می‌توان ارزش افزوده یک بخش اقتصادی (صنعت، کشاورزی یا خدمات)، تمامی بخش‌های اقتصادی و یا تولید ناخالص داخلی در نظر گرفت. شدت انرژی به عنوان مقیاسی از عملکرد نسبی اقتصاد مورداستفاده قرار می‌گیرد و به هر عاملی که باعث تغییر در صورت کسر (مصرف انرژی) و یا مخرج آن شود بسیار حساس است. تولید ناخالص داخلی محصول کل اقتصاد یک کشور را اندازه‌گیری می‌کند و تمامی کالاها و خدمات تولید شده در داخل مرزهای جغرافیایی یک کشور را مورد محاسبه قرار می‌دهد. این شاخص به سه روش استاندارد «مجموع ارزش افزوده بخش‌های مختلف اقتصادی»، «مجموع پرداختی‌های اتفاق افتاده به بخش‌های درآمدزای یک اقتصاد» و «مجموع هزینه‌های نهایی بخش‌های مختلف که نشان‌دهنده تقاضای نهایی کل است» محاسبه می‌شود.

با رشد اقتصاد جهان، انرژی بیشتری برای افزایش سطح فعالیت‌های اقتصادی مورد نیاز است. با این حال، پیشرفت‌های سریع در کاهش شدت انرژی به این معنی است که تقاضای انرژی با سرعت بسیار کمتر از تولید ناخالص داخلی جهانی رشد می‌کند.



نمودار ۵. شدت انرژی بر اساس منطقه^۱

1. Source: BP Energy Outlook to 2035, 2016

پیش‌بینی شده است که تا سال ۲۰۳۵ شدت انرژی جهانی به اندازه ۲ درصد در سال کاهش یابد که سریع‌تر از تمامی دوره‌های ۲۰ ساله در داده‌های موجود از سال ۱۹۶۵ بوده و به‌طور قابل‌توجهی سریع‌تر از نرخ متوسط در طول ۲۰ سال گذشته (کاهش ۱/۴ درصد) بوده است. در سال ۲۰۱۷، شدت انرژی در ایران برحسب تولید ناخالص داخلی برابر با ۰/۲۰۶ بوده است که رتبه هفتم جهان را از این حیث به خود اختصاص داده است.^۱ علی‌رغم میزان بالای مصرف انرژی در کشور باید توجه داشت که شدت بالای انرژی ناشی از فعالیت‌های انرژی‌بر و ترکیب انرژی مصرفی است که سهم قابل‌ملاحظه‌ای از فعالیت‌های اقتصادی کشور به آن‌ها اختصاص دارد، درحالی‌که فعالیت‌های اقتصادی گردشگری، تجاری و خدماتی که سهم آن‌ها در کشورهای توسعه یافته بیشتر است، به مصرف انرژی کمتری نیاز دارند.

۷. چشم‌انداز انتشار آلاینده‌های زیست‌محیطی و بهبود تکنولوژی

در چشم‌انداز ترسیم‌شده، انتظار می‌رود که نرخ رشد انتشار کربن نسبت به ۲۰ سال گذشته به بیش از یک‌سوم کاهش یابد (۰/۶ درصد در سال در مقابل ۲/۱ درصد در سال). پیش‌بینی اینکه تولید ناخالص داخلی تنها کمی کندتر از روند تاریخی رشد خواهد کرد، نشان‌دهنده درجه جدایی قابل‌ملاحظه انتشار کربن از تولید ناخالص داخلی و در عین حال منعکس‌کننده سرعت کاهش شدت انرژی مورد انتظار و شدت کربن (انتشار کربن در واحد مصرف انرژی) است. با این اوصاف به نظر می‌رسد که جهان در حال انتقال به مرحله سیستم انرژی با کربن کمتر است.

نوآوری‌های تکنولوژیکی و بهره‌وری‌های به‌وجودآمده، منابع عظیمی از ذخایر نفت و گاز غیرمتعارف را به روی جهانیان گشوده است که باعث تجدیدنظر در چشم‌انداز تولید نفت و گاز برای کشورهای دارنده آن از جمله آمریکا شده است. علی‌رغم کاهش سرمایه‌گذاری در این نوع ذخایر طی دو سال اخیر به دلیل قیمت پایین نفت، کشورهایی چون آمریکا با استفاده از ظرفیت‌های تکنولوژیکی در پی توسعه این ذخایر بوده‌اند و پیش‌بینی شده است که در دهه ۲۰۳۰، تقریباً ۴۰ درصد از کل تولید نفت ایالات متحده (معادل ۸ میلیون بشکه در روز) از این‌گونه ذخایر نفتی

1. Global Energy Statistical Year book, 2017

استحصال شود. در عین حال، انتظار می‌رود که حدود سه چهارم از کل تولید گاز ایالات متحده در سال ۲۰۳۵ و تقریباً ۲۰ درصد از تولید جهانی، حاصل ذخایر گازی غیرمتعارف این کشور باشد. در طول دوره چشم‌انداز، انتظار می‌رود تولید گازهای نامتعارف در جهان با رشد ۵/۲ درصد در سال، بخش قابل توجهی از عرضه گاز را به خود اختصاص دهد. تا سال ۲۰۳۵، گازهای نامتعارف حدود یک چهارم از تولید جهانی گاز را به خود اختصاص خواهد داد و چین به‌عنوان دومین عرضه‌کننده این نوع گازها مطرح خواهد بود. در عین حال به دلیل انقلاب گازهای نامتعارف از سال ۲۰۱۱ در ایالات متحده، پیش‌بینی‌ها حاکی از افزایش قابل توجه سهم گاز در تأمین جهانی انرژی است.^۱

۸. برخی عوامل کلیدی عدم اطمینان در بازار جهانی انرژی

از جمله مهم‌ترین عوامل عدم اطمینان در آینده بازار جهانی انرژی عبارتند از:

- رشد کمتر تولید ناخالص داخلی در جهان؛
- انتقال سریع‌تر به دنیای با کربن کمتر؛
- پتانسیل بیشتر برای نفت و گازهای غیرمتعارف.

سرعت رشد اقتصادی در چین و سایر اقتصادهای نوظهور، منبع مهم عدم اطمینان برای رشد GDP جهانی و تقاضای انرژی است. در سناریوی محتمل ترسیم‌شده برای رشد اقتصادی آینده جهان توسط کارشناسان BP، تقاضای انرژی سالانه یک درصد افزایش خواهد یافت. بر اساس چشم‌انداز، رشد کمتر GDP بر مصرف تمامی سوخت‌ها اثر گذاشته و در میان سوخت‌های فسیلی، تقاضای زغال‌سنگ بیشترین کاهش را نشان می‌دهد؛ پس از آن گاز و نفت به ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار می‌گیرند. این اثرات، منعکس‌کننده تغییر در الگوی رشد مصرف سوخت در کشورهای نوظهور آسیاست. کاهش تقاضای انرژی نسبت به تغییر ترکیب سوخت از اهمیت بیشتری برخوردار بوده است. انتشار کربن در ۲۰۳۵، به ۳۷/۷ میلیارد تن خواهد رسید. بین سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۳۵، رشد سالانه انتشار کربن ۰/۶ پیش‌بینی شده است که نسبت به دوره ۲۰ ساله ۲۰۱۵-۱۹۹۵ (۲/۱ درصد) کاهش انتشار فراوانی را نشان می‌دهد.

1. Global Energy Statistical Year book, 2017

سرعت انتقال به یک سیستم انرژی با تولید کمتر کربن از دیگر منابع کلیدی عدم اطمینان مؤثر بر چشم‌انداز است. انتقال سریع‌تر به سمت سیستم با کربن کمتر بر مبنای این ملاحظات صورت می‌گیرد:

- تعیین استانداردهای سخت‌تر بر تولید CO₂ خودرو، سیاست‌های تشویقی برای خرید وسایل نقلیه کوچک‌تر، استفاده اجباری از ترکیب سوخت‌های زیستی، توسعه حمل‌ونقل عمومی و همچنین برنامه‌ریزی شهری برای کاهش مسافت پیموده شده؛
 - حصول اطمینان از اینکه ۸۰ درصد از پتانسیل برآوردشده برای افزایش بهره‌وری انرژی در صنعت و ساختمان تا سال ۲۰۳۵ محقق شده باشد (چشم‌انداز انرژی BP تا ۲۰۳۵، ۲۰۱۷).
- بر این اساس، پیش‌بینی می‌شود که شدت انرژی جهانی و شدت کربن با نرخ بی‌سابقه‌ای بهبود یابند و «حد اکثر انتشار»^۱ کربن در اوایل دهه ۲۰۲۰ و در سال ۲۰۳۵، حدود ۱۲ درصد کمتر از سطح سال ۲۰۱۵ باشد.

علی‌رغم تمایل به استفاده از سوخت‌های غیرفسیلی در تأمین انرژی جهانی، طی سال‌های آتی سهم سوخت‌های فسیلی در تقاضای انرژی کمی کاهش خواهد داشت و از ۸۵ درصد امروز به حدود ۸۰ درصد در سال ۲۰۳۵ خواهد رسید. گاز طبیعی و نفت کمی بیشتر از نصف کل عرضه انرژی را در سال ۲۰۳۵ تأمین خواهند کرد. در مقابل، به نظر می‌رسد که انرژی‌های تجدیدپذیر ۱۰ درصد از انرژی اولیه را در سال ۲۰۳۵ تأمین کنند. این در حالی است که بر اساس پیش‌بینی‌ها تا سال ۲۰۳۵، به ترتیب ۷ و ۵ درصد از مصرف انرژی اولیه به انرژی برق آبی و هسته‌ای اختصاص خواهد یافت.

رشد مداوم ذخایر نفت و گاز غیرمتعارف به‌ویژه در ایالات متحده و گسترش آن در خارج آمریکا، از ابهامات مهم در چشم‌انداز جهانی انرژی هستند. به نظر می‌رسد که افزایش این نوع نفت و گاز طی سال‌های آتی می‌تواند جایگزین نفت و گاز متعارف و سایر سوخت‌ها شود. بر اساس پیش‌بینی‌ها، جایگزینی سوخت بیشتر در بخش تولید برق خواهد بود و به نظر می‌رسد گاز در رقابت با سایر سوخت‌ها از جمله زغال‌سنگ و انرژی‌های تجدیدپذیر، شانس بیشتری داشته باشد.

1. Emissions Peak

جدول ۲: مقایسه متغیرهای کلان، جمعیت، شدت انرژی و انتشار کربن در سال‌های ۲۰۱۵-۲۰۳۵

سطح		تغییر (مطلق)		تغییر (درصد)		رشد سالانه (درصد)	
۲۰۱۵	۲۰۳۵	-۱۹۹۵	-۲۰۱۵	-۱۹۹۵	-۲۰۱۵	-۱۹۹۵	-۲۰۱۵
۲۰۱۵	۲۰۳۵	۲۰۱۵	۲۰۳۵	۲۰۱۵	۲۰۳۵	۲۰۱۵	۲۰۳۵
GDP (تریلیون US\$)		۵۳	۱۰۰	۱۰۴	۹۵	۳/۶	۳/۴
جمعیت (میلیارد)		۱/۶	۱/۵	۲۸	۲۰	۱/۲	۰/۹
شدت انرژی (تن معادل نفت به ازای هر میلیون دلار)		-۴۲	-۴۲	-۲۵	-۳۳	-۱/۴	-۲
خالص انتشار CO ₂ (میلیارد تن دی‌اکسید کربن)		۳۷/۷	۱۱/۳	۴/۲	۵۱	۲/۱	۰/۶

Source: BP Energy Outlook to 2035, 2017 edition

۹. نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادها

در سال ۲۰۱۶، نفت خام، زغال‌سنگ و گاز طبیعی بیشترین سهم را در تأمین انرژی اولیه جهان به خود اختصاص داده و سوخت‌های فسیلی به‌طور کلی کاهش قیمت را تجربه کرده‌اند که این امر همراه با تداوم رشد اقتصاد جهانی، افزایش مصرف را نسبت به سال گذشته برای نفت خام و گاز طبیعی موجب شده است. در این میان، سهم اقتصادهای نوظهور به‌ویژه چین در تقاضای انرژی بسیار پررنگ بوده و ایران در رشد مصرف گاز طبیعی در میان اقتصادهای نوظهور جزء کشورهای پیشرو بوده است. زغال‌سنگ به دلایل زیست‌محیطی با کاهش تقاضا مواجه بوده و در مقابل سهم انرژی‌های تجدیدپذیر افزایش یافته است.

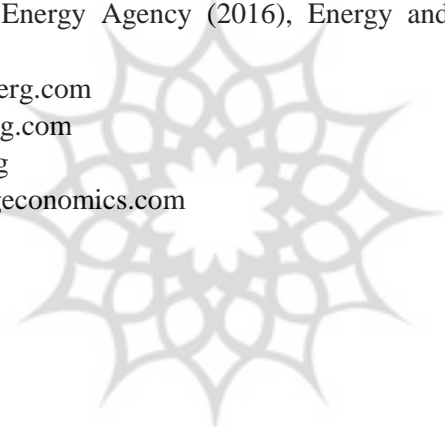
بر اساس چشم‌انداز جهانی انرژی تا سال ۲۰۳۵:

- افزایش تقاضای جهانی انرژی به‌منظور تأمین سطح فعالیت‌های موردنیاز، با شیب کمتری نسبت به رشد اقتصاد جهانی ادامه خواهد یافت. رشد بیشتر اقتصاد جهانی به معنای نیاز بیشتر به انرژی است، هرچند این افزایش، با کاهش شدت انرژی کمتر خواهد شد. بر اساس پیش‌بینی‌ها، درحالی‌که GDP جهانی تا سال ۲۰۳۵ دو برابر خواهد شد، تقاضای انرژی تنها ۳۰ درصد افزایش می‌یابد.

- تغییرات قابل توجهی در ترکیب سوخت‌های مصرفی به وجود خواهد آمد؛ به این ترتیب که سهم زغال‌سنگ کاهش یافته و در مقابل، تقاضا برای منابع تجدیدپذیر انرژی افزایش خواهد یافت و نفت و گاز ثبات نسبی را تجربه خواهند کرد.
- با توجه به وضع قوانین و مقررات لازم و اعمال محدودیت‌های زیست‌محیطی، نرخ رشد انتشار کربن در چشم‌انداز ترسیم‌شده کاهش خواهد یافت که البته این امر بدون سیاست‌گذاری‌های مناسب در تمامی کشورها قابل دستیابی نیست.
- با توجه به بحث کارایی انرژی، تقاضای انرژی با سرعت بسیار کمتر از تولید ناخالص داخلی جهانی رشد خواهد کرد که این امر کاهش شدت انرژی را موجب می‌شود. تا سال ۲۰۳۵، شدت انرژی جهانی به اندازه ۲ درصد در سال کاهش خواهد یافت که به‌طور قابل توجهی سریع‌تر از نرخ متوسط کاهش ۱/۴ درصدی در طول ۲۰ سال گذشته است.
- در فاصله سال‌های ۲۰۱۵ و ۲۰۳۵، مصرف انرژی اولیه حدود ۳۱ درصد افزایش خواهد یافت که این رشد مصرف انرژی پیش‌بینی‌شده، نسبت به رشد سال‌های گذشته کندتر خواهد بود.
- با توجه به وضعیت بازار جهانی انرژی و چشم‌انداز آینده انرژی، ملاحظه موارد زیر در ایران ضروری به نظر می‌رسد:
 - لزوم سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه انرژی به‌منظور تولید محصولات با ارزش افزوده بالاتر؛
 - حرکت به سمت اصلاح الگوی مصرف انرژی، بهره‌وری انرژی و کاهش شدت انرژی؛
 - برنامه‌ریزی بلندمدت برای جایگزینی سوخت‌های فسیلی با انرژی‌های تجدیدپذیر به‌ویژه در تولید برق؛
 - وضع قوانین، مقررات و اعمال برخی محدودیت‌ها بر صنایع آلاینده به‌منظور کاهش انتشار آلاینده‌های زیست‌محیطی به‌ویژه کربن؛
 - به‌کارگیری فناوری‌های نوین به‌منظور توسعه و بهسازی صنایع نفت و گاز و دستیابی به سایر منابع انرژی؛
 - تعاملات سازنده با کشورهای مختلف و نهادهای بین‌المللی در راستای تأمین انرژی موردنیاز آن‌ها با توجه به مزیت نسبی کشور در ذخایر نفت و گاز.

منابع:

- **Bhattacharyya, Subhes. C.** (2011), “Energy Economics, Concepts, Issues, Market and Governance”, Springer.
- BP Statistical Review of World Energy, June 2017.
- BP Statistical Review of World Energy, June 2016.
- BP Energy Outlook to 2035, 2017 edition.
- BP Energy Outlook to 2035, 2016 edition.
- Energy Information Administration (2016), What Drives Oil Prices, Washington, DC.
- Global Energy Statistical Yearbook, 2017.
- International Energy Agency (2016), Energy and Air Pollution, Special Report.
- www.bloomberg.com
- www.investing.com
- www.opec.org
- <https://tradingeconomics.com>



پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
رتال جامع علوم انسانی