

## نگاهی به تولید و مصرف برق در جهان

دفتر تحقیقات و سیاست‌های تولیدی

منیژه طیبی<sup>۱</sup>

برق یکی از حامل‌های انرژی با کاربردهای گسترده است که نسبت به سایر حامل‌ها پاک‌تر بوده و امکان دسترسی به آن بیشتر می‌باشد. از این‌رو، کاربرد آن در جهان بصورت فزاینده‌ای در حال افزایش است و در حال حاضر پس از نفت بیشترین سهم را در سبد مصرف انرژی جهان داراست. در این گزارش وضعیت جهانی مصرف، تولید، تجارت و ترکیب مصرف سوخت نیروگاهی برق در جهان در دو مقطع ۱۹۷۳ و ۲۰۰۸ مورد مقایسه قرار گرفته است.

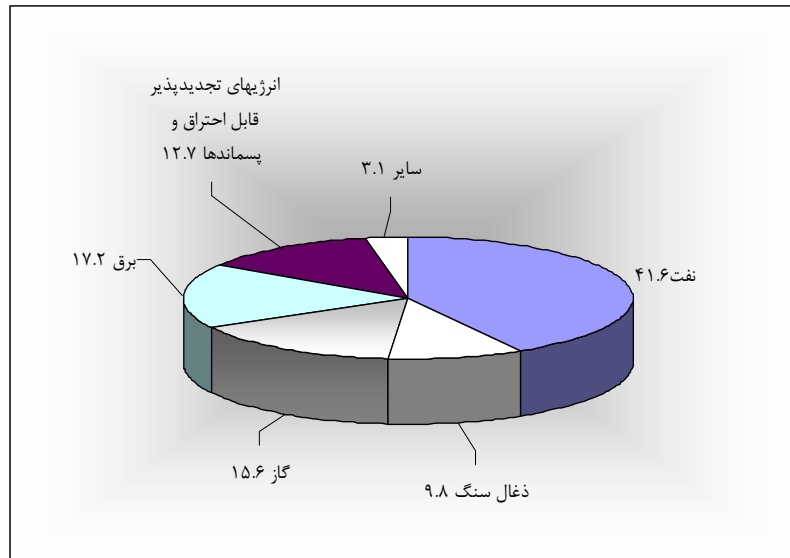
### سهم برق در سبد مصرفی انرژی جهان

مجموع مصرف برق در جهان همسو با افزایش تولید از ۴۳۹ میلیون بشکه معادل نفت خام در سال ۱۹۷۳ به ۱۴۴۶ میلیون بشکه در سال ۲۰۰۸ افزایش یافته است.<sup>۲</sup> کل مصرف انرژی در جهان طی سال ۲۰۰۸ معادل ۸۴۲۸ میلیون تن معادل نفت خام بوده که از این میزان ۱۷/۲ درصد آن را انرژی الکتریکی تشکیل داده است.

manijehtabibi@yahoo.com

۱. کارشناس ارشد انرژی.

۲. شایان توجه است که برق برخلاف بسیاری از حامل‌های انرژی قابل ذخیره‌سازی نیست و از این‌رو، تناسبی یک به یک بین تولید و مصرف آن وجود دارد.



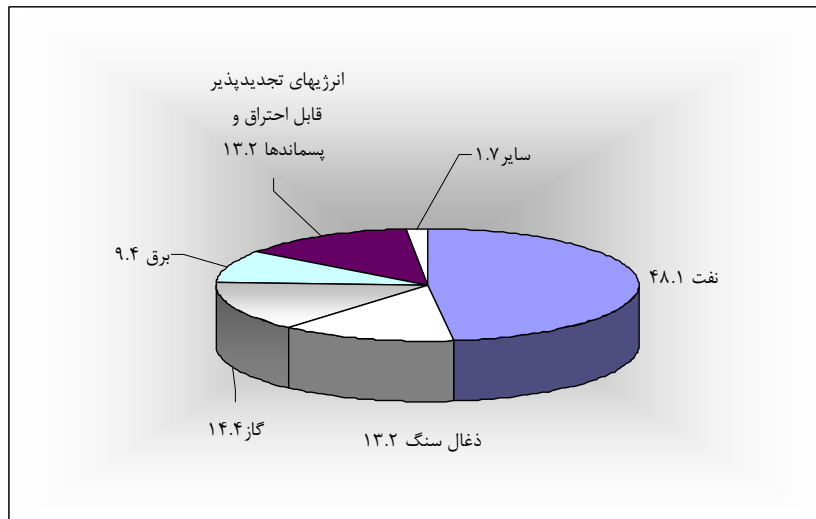
\* منظور از سایر در نمودارهای فوق انرژی زمین گرمایی، خورشیدی، بادی و موارد مشابه می‌باشد.

Source: www.iea.org - key word energy statistical, 2010.

#### نمودار ۱. سبد مصرف انرژی در جهان در سال ۲۰۰۸

این در حالی است که در سال ۱۹۷۳ سهم برق در مصرف انرژی جهان تنها ۹/۴ درصد بوده

است.



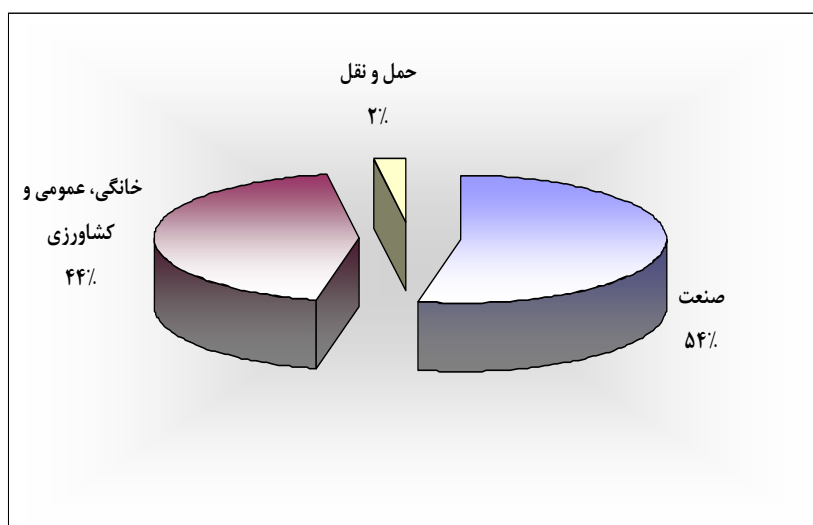
Source: www.iea.org - key word energy statistical, 2010.

#### نمودار ۲. سبد مصرف انرژی در جهان در سال ۱۹۷۳

این امر حاکی از روند رو به رشد سهم برق در سبد مصرف انرژی جهان طی ۳۵ سال گذشته می‌باشد، به طوری که در سال ۲۰۰۸، برق پس از نفت بیشترین سهم را در مصرف انرژی جهان دارا بوده است.

### مصرف برق در بخش‌های صنعت، حمل و نقل و خانگی

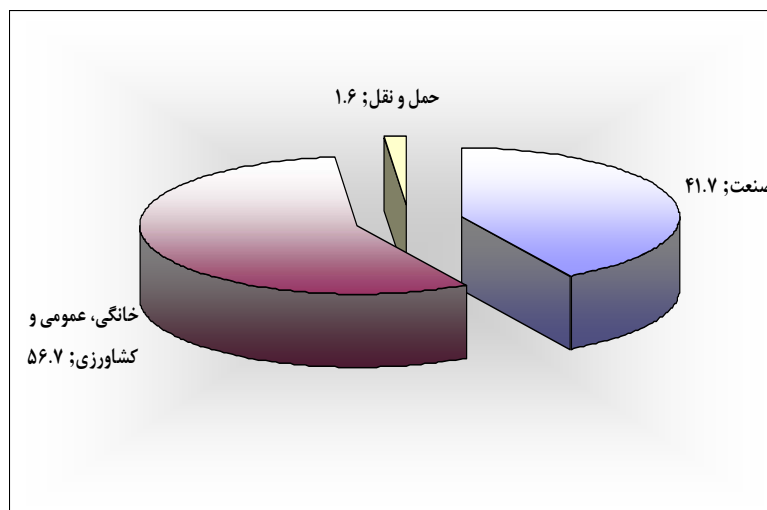
با رشد روز افزون جمعیت، توسعه کلاس‌شهرها و تولید فزاینده لوازم خانگی برقی روند مصرف برق در بخش خانگی بصورت فزاینده‌ای افزایش یافته است. مقایسه ترکیب مصرف برق در ۳ بخش صنعت، حمل و نقل و خانگی بیانگر آن است که اگرچه بخش صنعت با ۵۳/۴ درصد بیشترین سهم را در مصرف برق در سال ۱۹۷۳ داشته، اما این سهم به ۴۱/۷ درصد در سال ۲۰۰۸ کاهش یافته است.



Source: www.iea.org - key word energy statistical, 2010.

نمودار ۳. سهم بخش‌های عمده اقتصادی از مصرف برق در سال ۱۹۷۳

به همین ترتیب، سهم بخش حمل و نقل نیز طی ۳۵ سال گذشته از ۲/۴ درصد به ۱/۶ درصد کاهش یافته، این در حالی است که سهم سایر بخش‌ها شامل خانگی، کشاورزی و عمومی (که در یک بخش گنجانده شده) از ۴۴/۲ به ۵۶/۷ درصد افزایش یافته است.



Source: www.iea.org - key word energy statistical, 2010.

نمودار ۴. سهم بخش‌های عمده اقتصادی از مصرف برق در سال ۲۰۰۸

### تولید برق حسب کشورهای عمده تولیدکننده

مجموع تولید برق از ۶۱۱۶ تراوات<sup>۱</sup> ساعت در سال ۱۹۷۳ به ۲۰۱۸۱ تراوات ساعت در سال ۲۰۰۸ افزایش یافته یعنی طی ۳۵ سال ۳/۳ برابر شده است. این امر بدان معناست که تولید برق در جهان بطور متوسط سالانه ۳/۴۷ درصد افزایش یافته است.

ده کشور نخست تولیدکننده جهان به ترتیب ایالات متحده، چین، ژاپن، روسیه، هند، کانادا، آلمان، فرانسه، برزیل و کره جنوبی می‌باشند. این در حالی است که تنها دو کشور ایالات متحده و چین ۳۸/۵ درصد تولید برق جهان را به خود اختصاص می‌دهند که خود نیز مهم‌ترین مصرف‌کنندگان برق در جهان به حساب می‌آیند.

### جدول ۱. ده کشور نخست تولیدکننده برق در سال ۲۰۰۸

(تراوات ساعت)

کشور	آمریکا	چین	ژاپن	روسیه	هند	کانادا	آلمان	فرانسه	برزیل	کره جنوبی	دیگر کشورها	کل
تولید برق	۴۳۴۴	۳۴۵۷	۱۰۷۵	۱۰۳۸	۸۳۰	۶۵۱	۶۳۱	۵۷۰	۴۶۳	۴۴۴	۶۶۷۸	۲۰۱۸۱
درصد از کل	۲۱/۵	۱۷/۱	۵/۳	۵/۱	۴/۱	۳/۲	۳/۱	۲/۸	۲/۳	۲/۲	۳۳/۳	۱۰۰

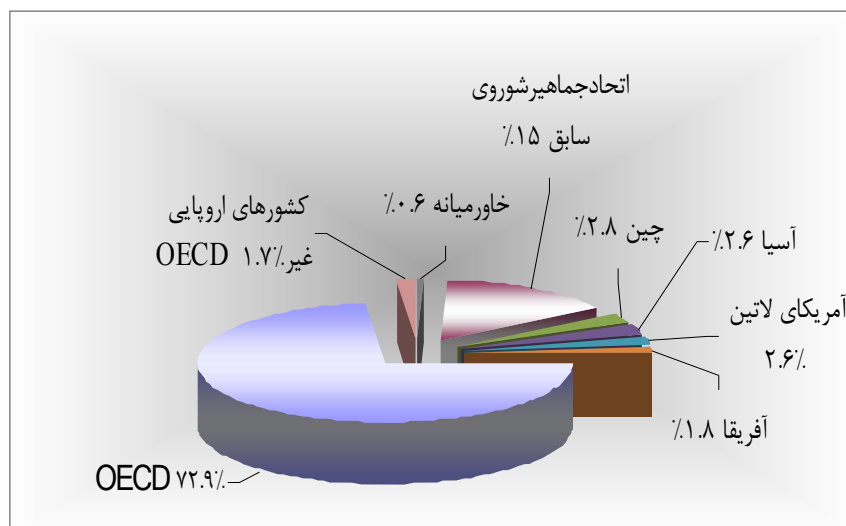
Source: www.iea.org - key word energy statistical, 2010.

۱. هر تراوات ساعت یک میلیارد کیلو وات ساعت است.

چنانچه مشاهده می‌گردد، آمریکا با تولید ۴۳۴۴ تراوات ساعت برق ۲۱/۵ درصد از کل تولید برق جهان را در اختیار دارد. نکته قابل توجه اینکه ۶۶/۷ درصد از کل برق جهان را ده کشور معرفی شده در جدول فوق تولید می‌کنند.

### تولید برق حسب مناطق عمده تولید

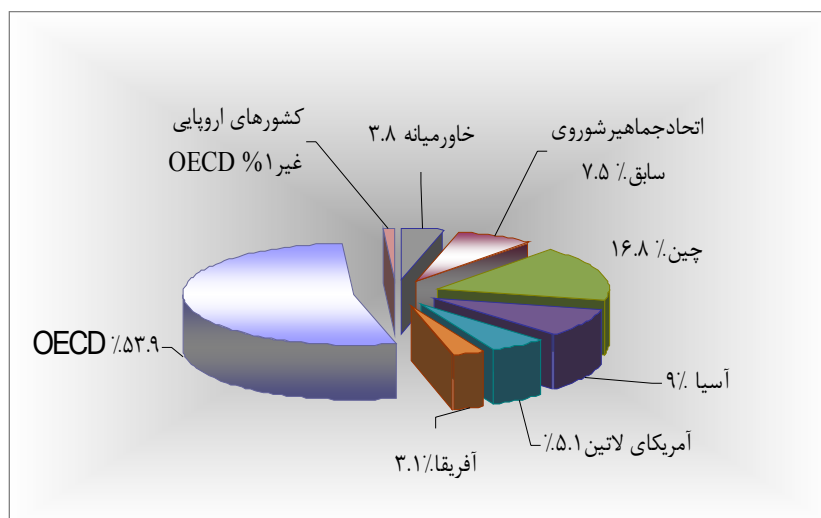
بررسی تولید برق طی دو دوره زمانی ۱۹۷۳ و ۲۰۰۸ برای هشت منطقه شامل کشورهای عضو OECD، آفریقا، آمریکای لاتین، آسیا، چین، کشورهای اروپایی غیر OECD، کشورهای عضو اتحاد جماهیر شوروی سابق و خاورمیانه نشان می‌دهد سهم کشورهای OECD به طور قابل ملاحظه‌ای از ۷۲/۵ درصد به ۵۲/۵ درصد کاهش یافته است. سهم کشورهای عضو اتحاد جماهیر شوروی سابق در تولید برق در سال ۲۰۰۸ نیز به نصف این رقم در سال ۱۹۷۳ رسیده است. در این میان چین و خاورمیانه سهم خود را طی این دوره زمانی به بیش از ۶ برابر افزایش داده‌اند.



Source: www.iea.org - key word energy statistical, 2010.

نمودار ۵. سهم مناطق مختلف جهان در تولید برق در سال ۱۹۷۳

به گونه‌ای که سهم چین از ۲/۸ به ۱۷/۳ و خاورمیانه از ۰/۶ به ۳/۸ رسیده است. شایان توجه است که تولید برق در مناطق آفریقا، آسیا و آمریکای لاتین نیز از رشد مناسبی برخوردار بوده است.



Source: www.iea.org - key word energy statistical, 2010.

نمودار ۶. سهم مناطق مختلف جهان در تولید برق در سال ۲۰۰۸

### تجارت برق

عمده مصرف کنندگان برق تولید کنندگان آن می‌باشند و سهم تجارت برق از کل تولید محدود می‌باشد، به طوری که در سال ۲۰۰۸ تنها ۱/۳ درصد از تولید برق جهان صادر شده است. بر اساس آمار موجود فرانسه با ۴۸ و برزیل با ۴۲ تراوات ساعت به ترتیب بزرگترین صادر کنندگان و وارد کنندگان برق در سال ۲۰۰۸ بوده‌اند.

جدول ۲. ده کشور نخست صادر کننده برق در سال ۲۰۰۸ میلادی

(تراوات ساعت)

کشور	فرانسه	پاراگوئه	کانادا	آلمان	روسیه	نروژ	چین	چک	اسپانیا	اوکراین	دیگر کشورها	کل
صادرات برق	۴۸	۴۶	۳۲	۲۰	۱۸	۱۴	۱۳	۱۱	۱۱	۷	۴۹	۲۶۹
سهم از کل	۱۷/۸	۱۷/۱	۱۱/۹	۷/۴	۶/۷	۵/۲	۴/۸	۴	۴	۲/۶	۱۸/۲	۱۰۰

Source: www.iea.org - key word energy statistical, 2010.

جدول ۳. ده کشور نخست واردکننده برق در سال ۲۰۰۸

(تراوات ساعت)

کشور	برزیل	ایتالیا	آمریکا	هلند	فنلاند	انگلستان	بلژیک	پرتغال	هند	هنگ کنگ	دیگر کشورها	کل
واردات برق	۴۲	۴۰	۳۳	۱۶	۱۳	۱۱	۱۱	۹	۹	۸	۷۵	۲۶۷
سهم از کل	۱۵/۷	۱۴/۹	۱۲/۳	۵/۹	۴/۸	۴/۱	۴/۱	۳/۳	۳/۳	۲/۹	۲۸	۱۰۰

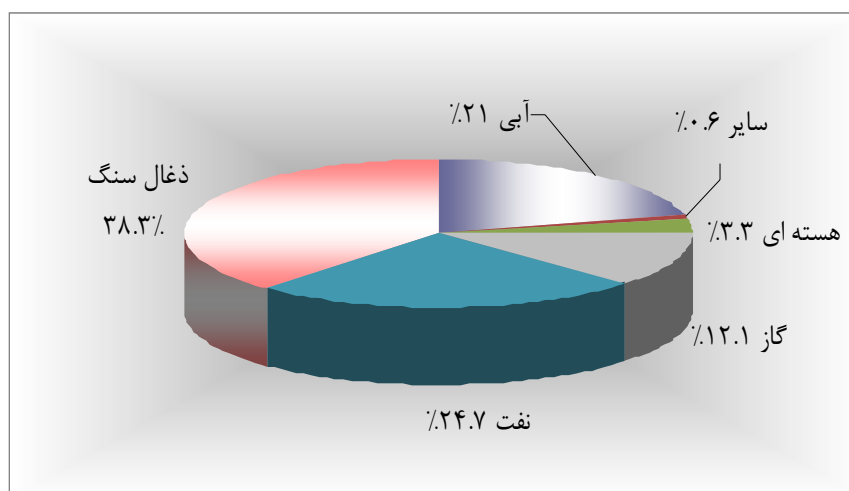
Source: www.iea.org - key word energy statistical, 2010.

### ترکیب مصرف سوخت در نیروگاه‌های جهان

به طور معمول برای تولید برق ترکیبی از انواع سوخت‌ها بکار برده می‌شود.<sup>۱</sup> زیرا تنوع در منابع تولید برق ضمن اثرگذاری بر امنیت انرژی و در نتیجه امنیت اقتصادی و سیاسی، قیمت تمام شده برق را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد. مضاف بر اینکه توجه به توسعه پایدار و آلودگی محیط‌زیست بیش از پیش جامعه جهانی را به سمت استفاده از سوخت‌های پاک سوق داده است.

از این رو، تغییر ترکیب مصرف سوخت نیروگاه‌های تولید برق از سال ۱۹۷۳ تا ۲۰۰۸ مشهود

است.

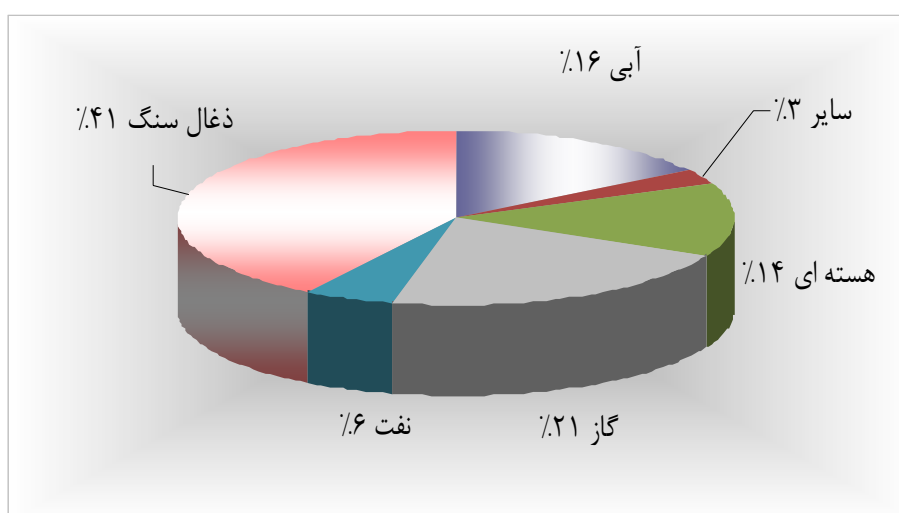


Source: www.iea.org - key word energy statistical, 2010.

### نمودار ۷. تولید انرژی الکتریکی جهان بر اساس نوع سوخت در سال ۱۹۷۳

۱. برق به صورت انرژی اولیه و ثانویه تولید می‌شود. برق اولیه از منابع طبیعی مانند آب، باد، خورشید، جزر و مد و امواج دریا به دست می‌آید. برق ثانویه از حرارت شکافت سوخت‌های هسته‌ای، حرارت زمین گرمایی (ژئوترمال)، حرارت خورشیدی و از سوزاندن سوخت‌های قابل احتراق اولیه مانند زغال سنگ، گاز طبیعی، نفت و انرژی‌های تجدیدپذیر و پسماندها تولید می‌شود.

در مقطع زمانی ۱۹۷۳ سهم سوخت حرارتی شامل نفت، گاز و زغال سنگ در تولید برق بیش از ۷۵ درصد می‌باشد. سهم سایر سوخت‌های پاک بجز برق آبی که رقم قابل ملاحظه ۲۱ درصد را به خود اختصاص داده است بسیار ناچیز می‌باشد.



Source: www.iea.org - key word energy statistical, 2010.

#### نمودار ۸. تولید انرژی الکتریکی جهان بر اساس نوع سوخت در سال ۲۰۰۸

اگرچه در سال ۲۰۰۸ نیز سوخت‌های فسیلی بیشترین سهم را در تولید برق داشته‌اند، اما نوع ترکیب سوخت فسیلی از نفت به سمت گاز (که سوخت تمیزتری محسوب می‌گردد) چرخش داشته است. به گونه‌ای که سهم نفت از ۲۴/۷ به ۶ درصد کاهش نشان می‌دهد. شایان توجه است که سهم سوخت هسته‌ای با افزایش چشمگیری از ۳/۳ درصد به ۱۳/۸ درصد رسیده است. در حالی که علیرغم رغبت کشورهای در حال توسعه در دهه‌های اخیر به کاربرد آب در تولید برق، سهم آن از ۲۱ درصد در سال ۱۹۷۳ به ۱۵/۶ درصد در سال ۲۰۰۸ کاهش یافته است. دلیل این امر را می‌بایست در اشباع تولید برق آبی در کشورهای توسعه یافته و کاهش منابع آبی جهان جستجو کرد.

#### زغال سنگ

زغال سنگ عمده‌ترین منبع انرژی برای تولید برق محسوب می‌شود. اگرچه زغال سنگ قیمت بالاتری نسبت به نفت خام دارد با این حال مصرف آن برای تولید برق همگام با رشد تولید برق

جهان رشد کرده و تقریباً سهم ثابتی طی ۳۵ سال به خود اختصاص داده است. علت این امر به ذخایر بسیار غنی زغال‌سنگ و نیز پراکندگی آن در سطح جهان باز می‌گردد.

جدول ۴. ده کشور نخست تولیدکننده برق از زغال‌سنگ در سال ۲۰۰۸

(تراوات ساعت)

کشور	چین	آمریکا	هند	آلمان	ژاپن	آفریقای جنوبی	استرالیا	روسیه	کره	لهستان	سایر	کل
تراوات ساعت	۲۷۳۳	۲۱۳۳	۵۶۹	۲۹۱	۲۸۸	۲۴۱	۱۹۸	۱۹۷	۱۹۲	۱۴۳	۱۲۷۸	۸۲۶۳

Source: www.iea.org - key word energy statistical, 2010.

چین و آمریکا در مجموع بیش از ۵۸ درصد برق تولیدی از زغال‌سنگ در جهان را تولید نموده‌اند. در واقع، پنج کشور نخست تولیدکننده برق از زغال‌سنگ بالغ بر ۷۳ درصد از کل تولید از این بابت را در اختیار دارند.

## نفت

طی سال ۱۹۷۳ حدود  $\frac{1}{3}$  برق جهان از نفت تأمین می‌شد، اما تحت تأثیر عوامل متعدد از جمله شوک قیمت‌های نفتی و آلودگی فزاینده آن سهم نفت تا ۶ درصد در سال ۲۰۰۸ تنزل یافت.

جدول ۵. ده کشور نخست تولیدکننده برق از نفت در سال ۲۰۰۸

(تراوات ساعت)

کشور	ژاپن	عربستان	آمریکا	مکزیک	اندونزی	عراق	کویت	ایران	هند	پاکستان	سایر	کل
تراوات ساعت	۱۳۹	۱۱۶	۵۸	۴۹	۴۳	۳۶	۳۶	۳۶	۳۴	۳۲	۵۳۲	۱۱۱۱

Source: www.iea.org - key word energy statistical, 2010.

در حالی که ژاپن ۱۲/۵ درصد از برق جهان را از نفت تولید می‌کند، عربستان بعنوان دارنده بزرگترین ذخایر نفت جهان تنها حدود ۱۰ درصد از کل برق تولید شده از نفت را در اختیار دارد.

## گاز

یکی دیگر از منابع تولید برق، گاز است که گرچه عمر ذخایر آن کمتر از سایر سوخت‌های فسیلی است، اما بکارگیری آن به ویژه در تولید برق رشد چشمگیری داشته است به طوری که در سال

۲۰۰۸ پس از زغال‌سنگ مهم‌ترین منبع اولیه تولید برق محسوب می‌شود. قیمت مناسب، راحتی حمل، آلودگی اندک و قابلیت تبدیل به صورت مایع (LNG) از عوامل مؤثر در رسیدن به سهم ۲۱ درصدی گاز در تولید برق می‌باشد.

#### جدول ۵۶.۶ کشور نخست تولیدکننده برق از گاز در سال ۲۰۰۸

(تراوات ساعت)

کشور	آمریکا	روسیه	ژاپن	انگلستان	ایران	ایتالیا	مکزیک	اسپانیا	تایلند	ترکیه	سایر	کل
تراوات ساعت	۹۱۱	۴۹۵	۲۸۳	۱۷۷	۱۷۳	۱۷۳	۱۳۱	۱۲۲	۱۰۲	۹۹	۱۶۳۵	۴۳۰۱

Source: www.iaea.org - key word energy statistical, 2010.

حدود نیمی از برق تولیدشده از گاز طی سال ۲۰۰۸ در پنج کشور ایالات متحده، روسیه، ژاپن، انگلستان و ایران صورت گرفته است.

#### جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

مصرف انرژی در جهان بطور فزاینده‌ای روبه افزایش است. رشد جمعیت و روند رشد اقتصادی کشورها نیازهای انرژی را افزایش داده است. در این میان، برق به دلایل متعدد از جمله پاک بودن، سهولت مصرف و امکان تبدیل به انواع دیگر انرژی با رشد چشمگیری طی ۳۵ سال (۲۰۰۸-۱۹۷۳) ۳/۳ برابر شده است. به گونه‌ای که سهم برق در سبد مصرف انرژی جهان از ۹/۴ درصد در سال ۱۹۷۳ به ۱۷/۲ درصد در سال ۲۰۰۸ رسیده است.

ایالات متحده و چین بزرگترین تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان برق می‌باشند و با ۷۸۰۱ تراوات ساعت ۳۸/۶ درصد کل تولید برق جهان را در اختیار دارند. شایان ذکر است سوخت‌های فسیلی نقش برجسته‌ای در تولید برق این دو کشور دارند. به گونه‌ای که ایالات متحده ۷۱/۴ درصد از برق تولیدی خود را از سوخت‌های فسیلی تأمین می‌کند و چین تنها با زغال‌سنگ ۷۹ درصد از برق کشورش را تولید می‌کند.

با توجه به ویژگی‌های خاص برق بعنوان یک کالا، سهم تجارت برق اندک و کمتر از ۲ درصد تولید می‌باشد. لازم به توضیح است تجارت برق در سطح منطقه‌ای بسیار حائز اهمیت است. با عنایت به موضوع گرم شدن کره زمین و لزوم کاهش آلاینده‌ها نوع ترکیب سوخت مصرفی نیروگاه‌ها طی دوره زمانی ۳۵ سال به تدریج به سمت سوخت‌های پاکتر در حال حرکت است. از

نگاهی به تولید و مصرف برق در جهان ۱۲۳

آن جمله می‌توان به دو برابر شدن سهم گاز، هسته‌ای و انرژی‌های نو اشاره نمود که از ۱۶ درصد در سال ۱۹۷۳ به ۳۸ درصد در سال ۲۰۰۸ رسیده است.

### منابع

راهنمای کار انرژی، سازمان همکاری و توسعه اقتصادی، آژانس بین‌المللی انرژی، وزارت نیرو (۱۳۸۹).  
[www.iea.org-key word energy stastical2010](http://www.iea.org-key-word-energy-stastical2010).

