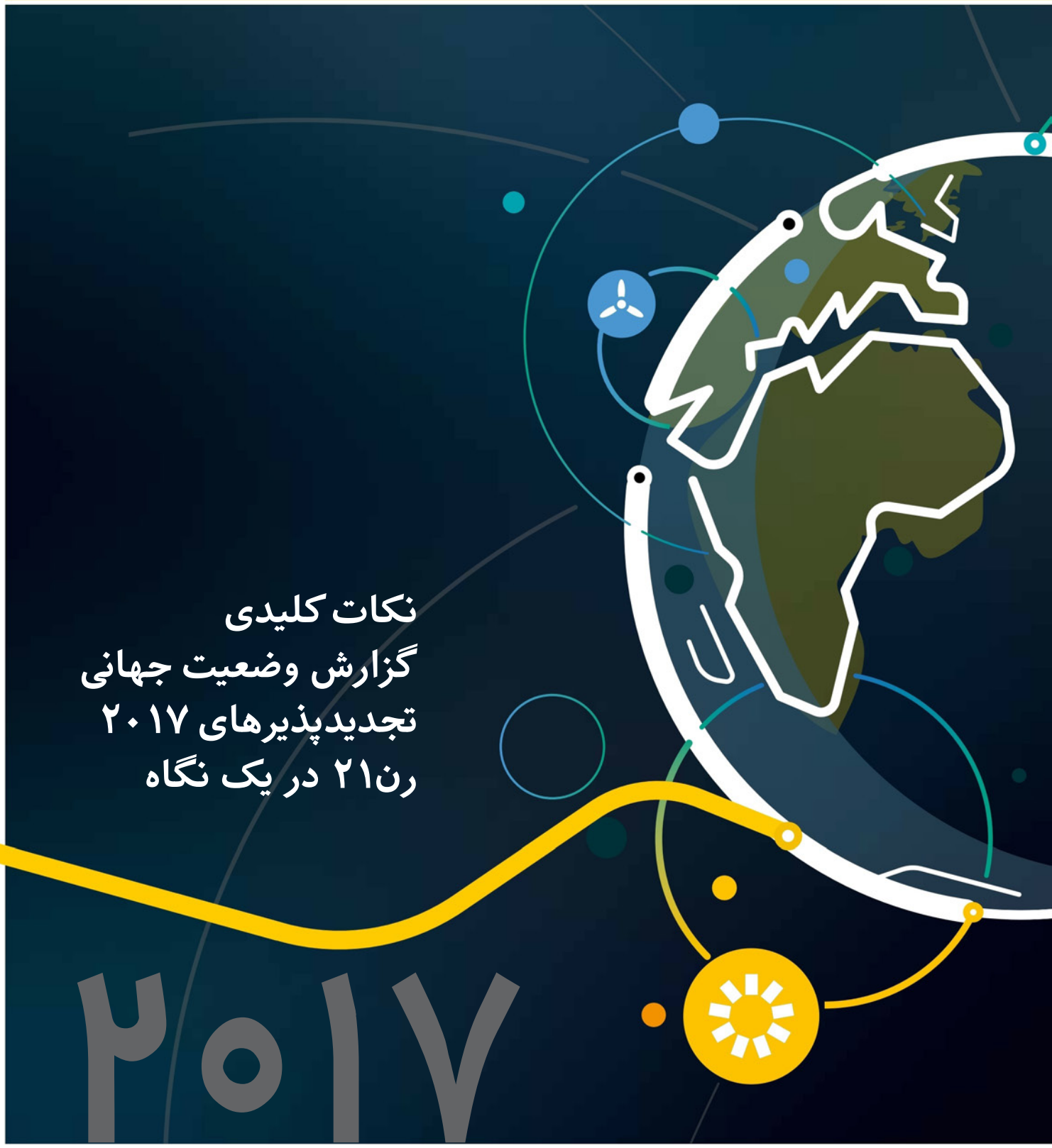
REN21 Renewable Energy Policy Network for the 21st Century

پیشبرد گذار جهانی انرژی تجدیدپذیر



نکات کلیدی
گزارش وضعیت جهانی
تجدیدپذیرهای ۲۰۱۷
رن۲۱ در یک نگاه

۲۰۱۷

گروه ترجمه: جواد عبداللهی سروی | محمدحسین سیدان | مریم سیدان

شبکهٔ سیاستی انرژی تجدیدپذیر برای قرن بیست‌ویکم

رِن۲۱ (REN21) یک شبکهٔ سیاستی چندذینفعی و جهانی برای انرژی تجدیدپذیر است که طیف وسیعی از بازیگران کلیدی را به یکدیگر پیوند می‌دهد. هدف رن۲۱ آن است که تبادل دانش، توسعهٔ سیاست‌ها و نیز اقدام مشترک در راستای گذار سریع جهانی به انرژی تجدیدپذیر را تسهیل کند.

رن۲۱ دولت‌ها، سازمان‌های غیردولتی، مؤسسه‌های تحقیقاتی و دانشگاهی، سازمان‌های بین‌المللی و صنعت را برای آموختن از یکدیگر و پی نهادن موفقیت‌هایی که انرژی تجدیدپذیر را ترقی می‌بخشند، گرد هم می‌آورد. رن۲۱ برای کمک به تصمیم‌گیری در سیاست‌ها، اطلاعات با کیفیت را فراهم، بحث‌ها و مناظره‌ها را تسریع، و از توسعهٔ شبکه‌های مرتبط با موضوع حمایت می‌کند.

رن۲۱ گردآوری اطلاعات جامع و به‌هنگام در زمینهٔ انرژی تجدیدپذیر را تسهیل می‌کند. این اطلاعات دیدگاه‌های گوناگون بازیگران هر دو بخش خصوصی و دولتی را بازتاب می‌دهد؛ که به رفع باورهای غلط در مورد انرژی تجدیدپذیر کمک کرده و تغییر سیاست‌ها را سرعت می‌بخشد. رن۲۱ این مهم را از طریق شش محصول محقق می‌کند:

گزارش وضعیت جهانی:
انتشار سالانه از ۲۰۰۵

انتشارات رن۲۱:

۲۰۰۴

۲۰۰۵
انتشار نخستین گزارش وضعیت جهانی یا جی‌اس‌آر (GSR)

۲۰۰۶

۲۰۰۷

۲۰۰۸
گزارش وضعیت انرژی تجدیدپذیر چین

۲۰۰۹
گزارش وضعیت انرژی تجدیدپذیر هند
نقشهٔ تعاملی تجدیدپذیرها

۲۰۱۰

رویدادهای رن۲۱:

۲۰۰۴، تجدیدپذیرهای بن

۲۰۰۵
کنفرانس بین‌المللی انرژی تجدیدپذیر بیجینگ (BIREC)

۲۰۰۸
کنفرانس بین‌المللی انرژی تجدیدپذیر واشنگتن (WIREC)

۲۰۱۰
کنفرانس بین‌المللی انرژی تجدیدپذیر دهلی (DIREC)

محصولات رن۲۱

گزارش وضعیت جهانی تجدیدپذیرها (جی‌اس‌آر / GSR)

گزارش «وضعیت جهانی تجدیدپذیرها»ی رن۲۱ برای اولین بار در ۲۰۰۵ منتشر شد. سپس این گزارش توسعه یافت و به تلاشی مشترک و واقعی بدل گشت؛ تا آنجا که امروز شبکه‌ای بین‌المللی با بیش از ۸۰۰ نفر دست‌اندرکار، مؤلف و ویراستار را به یکدیگر نزدیک کرده است. در حال حاضر، گزارش وضعیت جهانی تجدیدپذیرها، پرمراجعه‌ترین گزارش در زمینهٔ روندهای بازار، صنعت، و سیاست‌های انرژی تجدیدپذیر است.

گزارش‌های منطقه‌ای

این گزارش‌ها، جزئیات توسعهٔ انرژی تجدیدپذیر در یک منطقهٔ خاص را شرح می‌دهند. همچنین، انتشار آن‌ها از فرآیندهای جمع‌آوری اطلاعات منطقه‌ای و تصمیم‌گیری آگاهانه حمایت می‌کند.

نقشهٔ تعاملی تجدیدپذیرها

نقشهٔ تعاملی تجدیدپذیرها ابزاری است تحقیقاتی برای رصد کردن توسعهٔ انرژی تجدیدپذیر در سرتاسر دنیا. این نقشه با تهیهٔ اینفوگرافی‌هایی از گزارش‌ها و همچنین تهیهٔ بسته‌های اطلاعاتی مبسوط و قابل ارائه از کشورها، چشم‌انداز و یافته‌های گزارش‌های جهانی و منطقه‌ای رن۲۱ را کامل می‌کند.

گزارش‌های آیندهٔ جهانی (جی‌اف‌آر / GFR)

رن۲۱ به تهیهٔ گزارش‌هایی می‌پردازد که ضمن آن، احتمالات باورپذیر در مورد آیندهٔ تجدیدپذیرها در موضوعات مشخص، به تصویر کشیده می‌شود.

فرهنگستان تجدیدپذیرها

فرهنگستان تجدیدپذیرهای رن۲۱ امکان تبادلات فعال در میان مجموعهٔ در حال رشد دست‌اندرکاران رن۲۱ را فراهم می‌آورد. این فرهنگستان، در واقع اتاق فکری است برای دستیابی به راه حل‌های سیاستی آینده‌نگرانه در این زمینه، که به شرکت‌کنندگان اجازه می‌دهد تا فعالانه در مورد مسائلی با محوریت گذار به انرژی تجدیدپذیر همکاری کنند.

کنفرانس‌های بین‌المللی انرژی تجدیدپذیر (IRECS)

کنفرانس‌های بین‌المللی انرژی تجدیدپذیر، مجموعه‌ای از کنفرانس‌های سیاسی با درجهٔ عالی به شمار می‌روند. دوسالانهٔ بین‌المللی انرژی تجدیدپذیر، که منحصراً به تجدیدپذیرها اختصاص دارد، به میزبانی دولت‌ها و توسط رن۲۱ برگزار می‌شود.

گزارش‌های منطقه‌ای

نقشه تعاملی
www.ren21.net/map

گزارش آیندهٔ جهانی

REN21
Renewables Academy

آکادمی تجدیدپذیرهای رن۲۱

کنفرانس‌های بین‌المللی انرژی تجدیدپذیر

۲۰۱۱ — گزارش وضعیت جهانی با موضوع سیاست‌های محلی انرژی تجدیدپذیر

۲۰۱۲

۲۰۱۳ — گزارش آیندهٔ جهانی
گزارش وضعیت انرژی تجدیدپذیر خاورمیانه و شمال آفریقا (منا MENA)
کنفرانس بین‌المللی انرژی تجدیدپذیر ابوظبی (ADIREC)

۲۰۱۴ — گزارش وضعیت انرژی تجدیدپذیر و کارایی انرژی جامعهٔ اقتصادی کشورهای غرب آفریقا (اکوواس ECOWAS)
نخستین جلسهٔ فرهنگستان تجدیدپذیرهای رن۲۱، بن

۲۰۱۵ — گزارش وضعیت انرژی تجدیدپذیر و کارایی انرژی جامعهٔ توسعهٔ جنوب آفریقا (SADC) و کمیسیون اقتصادی سازمان ملل متحد برای اروپا (UNECE)
نوسازی نقشهٔ تعاملی تجدیدپذیرها
کنفرانس بین‌المللی انرژی تجدیدپذیر آفریقای جنوبی (SAIREC)

۲۰۱۶ — گزارش وضعیت انرژی تجدیدپذیر و کارایی انرژی جامعهٔ شرق آفریقا (EAC)
نخستین مایکروسایت جی‌اس‌آر

۲۰۱۷ — گزارش آیندهٔ جهانی ۱۰۰٪ تجدیدپذیر
گزارش وضعیت انرژی تجدیدپذیر UNECE
توانمندسازی جوامع و مناقصات انرژی تجدیدپذیر
کنفرانس بین‌المللی انرژی تجدیدپذیر مکزیک (MEXIREC)
۱۳-۱۱ سپتامبر ۲۰۱۷

اعضای رن۲۱

انجمن‌های صنعتی

ائتلاف برق‌رسانی روستایی (ARE)
شورای آمریکایی انرژی تجدیدپذیر (ACORE)
انجمن انرژی تجدیدپذیر کشورهای لوسوفون (ALER)
انجمن صنایع انرژی تجدیدپذیر چین (CREIA)
شورای انرژی پاک (CEC)
فدراسیون انرژی‌های تجدیدپذیر اروپا (EREF)
انجمن جهانی روشنایی جدا از شبکه (GOGLA)
شورای جهانی خورشیدی (GSC)
شورای جهانی انرژی بادی (GWEC)
فدراسیون انرژی تجدیدپذیر هند (IREF)
انجمن بین‌المللی زمین‌گرمایی (IGA)
انجمن بین‌المللی برق‌آبی (IHA)
انجمن انرژی تجدیدپذیر پرتغال (APREN)
راه‌حل‌های انرژی تجدیدپذیر برای منطقه مدیترانه (RES4MED)
انجمن جهانی زیست‌انرژی (WBA)
انجمن جهانی انرژی بادی (WWEA)

سازمان‌های بین‌المللی

بانک توسعهٔ آسیایی (ADB)
مرکز تحقیقات انرژی آسیا اقیانوسیه (APERC)
مرکز انرژی تجدیدپذیر و کارایی انرژی اکوواس (ECREEE)
کمیسیون اروپا (EC)
تسهیلات محیط‌زیست جهانی (GEF)
آژانس بین‌المللی انرژی (IEA)
آژانس بین‌المللی انرژی تجدیدپذیر (IRENA)
مرکز منطقه‌ای انرژی تجدیدپذیر و کارایی انرژی (RCREEE)
برنامهٔ توسعهٔ ملل متحد (UNDP)
برنامهٔ محیط‌زیست ملل متحد (UNEP)
سازمان توسعهٔ صنعتی ملل متحد (UNIDO)
بانک جهانی (WB)

سازمان‌های مردم‌نهاد

شبکه اقدام آب و هوایی (CAN)
شورای انرژی، محیط‌زیست و آب (CEEW)
بنیاد انرژی‌های تجدیدپذیر (FER)
ائتلاف جهانی خوراک‌پزهای پاک (GACC)
انجمن جهانی انرژی پایدار (GFSE)
صلح سبز بین‌الملل
دولت‌های محلی برای توسعهٔ پایدار (ICLEI)، آسیای جنوبی
مؤسسهٔ سیاست‌های انرژی پایدار (ISEP)
مرکز مردمی مالی (MFC)
مشارکت برای حمل‌ونقل کم‌کربن و پایدار (SLoCaT)
مؤسسهٔ انرژی تجدیدپذیر (REI)
شورای جهانی انرژی تجدیدپذیر (WCRE)
شورای آیندهٔ جهانی (WFC)
مؤسسهٔ منابع جهانی (WRI)
صندوق حیات وحش جهانی (WWF)

نمایندگان

مایکل اکارت
محمد اِلعشری
دیوید هیلز
کریستی همیلتون
پیتر ری

دولت‌های ملی

افغانستان
برزیل
دانمارک
آلمان
هند
نروژ
آفریقای جنوبی
اسپانیا
امارات متحده عربی
بریتانیا
ایالات متحده آمریکا

نهادهای علمی و دانشگاهی

بنیاد باریلوچه (FB)
مؤسسهٔ بین‌المللی تحلیل کاربردی سیستم‌ها (IIASA)
جامعهٔ بین‌المللی انرژی خورشیدی (ISES)
آزمایشگاه ملی انرژی تجدیدپذیر (NREL)
مؤسسهٔ ملی توسعهٔ انرژی آفریقای جنوبی (SANEDI)
مؤسسهٔ انرژی و منابع (TERI)

مدیر

آرتوروس زِرووس
دانشگاه صنعتی ملی آتن (NTUA)

دبیر اجرایی

کریستین لینز
رن۲۱

جامعهٔ رن۲۱

رن۲۱ یک شبکهٔ چندذینفعی است که بخش‌های دولتی و خصوصی را به یکدیگر پیوند می‌دهد. این شبکه که از متخصصان انرژی تجدیدپذیر، دسترسی به انرژی و کارایی انرژی تشکیل شده است، دانش و بینش خود را به اشتراک می‌گذارد و به دبیرخانهٔ رن۲۱ کمک می‌کند تا گزارش سالانهٔ وضعیت جهانی تجدیدپذیرها و همچنین گزارش‌های منطقه‌ای را تهیه نماید. این شبکه، امروز بیش از ۸۰۰ همکار و مرورگر فعال دارد.

این متخصصان در فرآیند تهیهٔ جی‌اس‌آر شرکت می‌جویند؛ آنان وقت خود را در اختیار می‌گذارند، داده‌های مورد نیاز را تهیه می‌کنند و در فرایند بازخوانی گزارش به تصحیح و تنقیح آن می‌پردازند. حاصل این همکاری، نشریهٔ سالانه‌ای است که جایگاه خود را به عنوان پرمراجعه‌ترین گزارش دنیا در زمینهٔ بازار، صنعت و دورنمای سیاستی انرژی تجدیدپذیر تثبیت کرده است.

دنبال کردن **۱۵۵** کشور

پوشش **۹۶%** از جی‌دی‌پی جهان

نمایش **۹۶%** از جمعیت جهان

REN21 Renewable Energy Policy Network for the 21st Century

گذاری جهانی در عرصهٔ انرژی در حال روی‌دادن است

پیشبرد گذار جهانی انرژی تجدیدپذیر:
نکات کلیدی گزارش وضعیت جهانی
تجدیدپذیرهای ۲۰۱۷
رن۲۱ در یک نگاه

ویرایش ۲۰۱۷ گزارش وضعیت جهانی تجدیدپذیرهای رن۲۱ (جی‌اس‌آر) نشان می‌دهد که گذاری جهانی در عرصهٔ انـرژی در حـال روی دادن است: ثبت رکوردهای جدید در افزایش ظرفیت‌های نصب‌شدهٔ انـرژی تجدیدپذیر، هزینه‌های به سرعت رو به کاهش بـه‌خصـوص در مـورد خورشیدی فتوولتاییک و برق بـادی، و جـدا بـودن رشـد اقتصـادی از انتشار دی‌اکسیدکربن مرتبط با حامل‌های انرژی بـرای سـومین سـال متوالی، همگی حکایت از این رویداد مهـم دارد. روش‌هـای خلاقانـه و پایدارتر تأمین نیازهای انرژی بشـر - از طریـق برنامـه‌ریـزی بخشـی یکپارچه‌تر، اتخاذ مدل‌های کسب‌وکار جدید و انگیزه‌بخـش، و اسـتفادهٔ خلاقانه‌تر از فناوری‌های کلیدی - در حال شتاب بخشـیدن بـه تغییـر الگوی وابستگی دنیا به سوخت‌های فسیلی است.

نکات کلیدی ۲۰۱۷

■ **در ۲۰۱۶ رکوردهای تازه‌ای در ظرفیت نصب‌شدهٔ جدید برق تجدیدپذیر به دست آمد.** در این سال با اضافه‌شدن ۱۶۱ گیگاوات، مجموع ظرفیت برق تجدیدپذیر در جهان ۹ درصد نسبت به ۲۰۱۵ افزایش یافت. خورشیدی فتوولتاییک با در بر گرفتن حدود ۴۷ درصد از کل این افزایش خوش درخشید و پس از آن برق بادی ۳۴ درصد و برق‌آبی ۱۵/۵ درصد از این افزایش را در سال ۲۰۱۶ به خود اختصاص دادند. برای پنجمین سال متوالی، سرمایه‌گذاری در ظرفیت جدید برق تجدیدپذیر (شامل همهٔ برق‌آبی‌ها) تقریباً دو برابر سرمایه‌گذاری در ظرفیت جدید سوخت‌های فسیلی بود و به ۲۴۹/۸ میلیارد دلار رسید. اکنون ظرفیت برق تجدیدپذیری که هر سال به جهان اضافه می‌شود بیش از ظرفیت خالص جدید همهٔ سوخت‌های فسیلی است.

■ **هزینه‌ی تولید برق از خورشیدی فتوولتاییک و بادی به سرعت رو به کاهش است.** مناقصات بی‌سابقه‌ای در زمینهٔ خورشیدی فتوولتاییک در آرژانتین، شیلی، هند، اردن، عربستان سعودی و امارات متحدهٔ عربی برگزار شد که قیمت‌های پیشنهادی در برخی بازارها کمتر از ۰/۰۳ دلار به ازای هر کیلووات‌ساعت بود. پیشرفت‌های مشابه در بخش برق بادی موجب ثبت قیمت‌های پیشنهادی پایین در کشورهایی چون شیلی، هند، مکزیک و مراکش شد. ثبت کمترین قیمت پیشنهاد شده تا به امروز در مناقصات برق بادی فراساحلی در دانمارک و هلند، صنعت اروپا را به هدف خود برای تولید برق بادی فراساحلی ارزان‌تر از زغال‌سنگ در ۲۰۲۵ نزدیک‌تر کرد.

■ **در ۲۰۱۶ برای سومین سال پیاپی - به رغم رشد ۳ درصدی اقتصاد جهانی و تقاضای فزاینده برای انرژی - انتشار CO_2 مرتبط با سوخت‌های فسیلی و صنعت ثابت ماند.** این امر می‌تواند به طور عمده به علت کاهش مصرف زغال‌سنگ و به‌علاوه، رشد ظرفیت انرژی تجدیدپذیر و پیشرفت در کارایی انرژی باشد. جدا کردن رشد اقتصادی و میزان انتشار CO_2 از یکدیگر، قدم اولیهٔ بسیار مهمی در جهت کاهش چشمگیر انتشار گازها به منظور محدود کردن افزایش دمای جهانی تا کمتر از ۲ درجهٔ سلیسیوس است.

■ **نیاز به برق فسیلی و هسته‌ای برای تأمین بار پایه در هنگام نتابیدن خورشید و یا نوزیدن باد افسانه‌ای بیش نیست.** در ۲۰۱۶ دانمارک و آلمان، در بالاترین میزان، موفق به تولید به‌ترتیب ۱۴۰ درصد و ۸۶/۳ درصد از تولید برق از منابع تجدیدپذیر شدند. در چند کشور (برای نمونه، پرتغال، ایرلند و قبرس) رسیدن به سهم سالانهٔ تأمین ۲۰ تا ۳۰ درصدی برق از تجدیدپذیرهای مختلف بدون ذخیره‌سازی اضافی در حال عملی‌شدن است. مهم‌ترین درسی که برای ادغام کردن سهم بالای تولید از تجدیدپذیرهای متغیر باید آموخت، اطمینان پیدا کردن از حداکثر انعطاف‌پذیری در سیستم برق است.

■ **تعداد شهرها، ایالت‌ها، کشورها و شرکت‌های بزرگ که متعهد به تأمین ۱۰۰ درصدی انرژی از تجدیدپذیرها شده‌اند، افزایش یافته است؛** زیرا برآوردن این هدف، علاوه بر داشتن منافع اقلیمی، محیط‌زیستی و سلامت عمومی، توجیه اقتصادی و تجاری دارد. ۳۴ بنگاه تجاری دیگر در ۲۰۱۶ به آرای ۱۰۰ (RE100)، که جنبشی جهانی برای کسب‌وکارها به منظور تأمین ۱۰۰ درصدی عملیاتشان از برق تجدیدپذیر است، پیوستند. تا پایان ۲۰۱۶ در جهان، تعداد شهرهای متعهد به گذار به ۱۰۰ درصد انرژی تجدیدپذیر در مجموع مصرف انرژی یا در بخش برق، به رشد خود ادامه داد. برخی شهرها و جوامع (برای نمونه، بیش از ۱۰۰ شهر و روستا در ژاپن) پیش‌تر به این هدف دست یافته بودند. بر اساس پیمان شهرداران برای اقلیم و انرژی، بیش از ۷۲۰۰ شهر و روستا، با مجموع جمعیت ۲۲۵ میلیون نفر، متعهد به کاهش ۴۰ درصدی انتشار CO_2 از طریق افزایش کارایی انرژی و گسترش انرژی تجدیدپذیر تا ۲۰۳۰ شده‌اند. علاوه بر شرکت‌ها و کنشگران فرومللی که به دنبال گذار ۱۰۰ درصدی به تجدیدپذیرها هستند، در کنفرانس اقلیم در مراکش در نوامبر ۲۰۱۶، رهبران ۴۸ کشور در حال توسعه متعهد به تلاش در راستای رسیدن به تأمین ۱۰۰ درصدی انرژی تجدیدپذیر در کشورهای خود شدند.

■ **الگوی تأمین دسترسی به برق در جهانِ درحال‌توسعه در حال تغییر است.** در این کشورها که میلیاردها انسان به برق (حدود ۱/۲ میلیارد نفر) و/ یا تسهیلات پخت‌وپز (حدود ۲/۷ میلیارد نفر) دسترسی ندارند، فرایند پرمشقت تأمین دسترسی به برق از طریق توسعهٔ شبکه، در حال منسوخ شدن است. چرا که فناوری‌ها و مدل‌های کسب‌وکار جدید، توسعهٔ بازارهای جدا از شبکه را امکان‌پذیر ساخته است. بازار شبکه‌های کوچک و سیستم‌های خوداتکا، به سرعت در حال رشد است. بنگلادش با ۴ میلیون واحد نصب‌شده و عمدتاً با استفاده از طرح‌های اعتباردهی خرد، دارای بزرگ‌ترین بازار سیستم‌های خورشیدی خانگی است. مدل‌های کسب‌وکار «پرداخت در حین استفاده» که با فناوری تلفن همراه پشتیبانی می‌شوند (برای نمونه استفاده از تلفن‌های همراه برای پرداخت قبض) در حال گسترش هستند. در ۲۰۱۲، سرمایه‌گذاری در شرکت‌های «پرداخت در حین استفاده»ی خورشیدی تنها ۳ میلیون دلار بود. این مقدار تا ۲۰۱۶ به ۲۲۳ میلیون دلار افزایش یافته است (افزایش از ۱۵۸ میلیون دلار در سال ۲۰۱۵). این روند در شرق آفریقا آغاز شد و به‌سرعت در حال گسترش به غرب آفریقا و همچنین جنوب آسیا است. بازار سالانهٔ شبکه‌های کوچک اکنون بالغ بر ۲۰۰ میلیارد دلار است. در ۲۰۱۶، بیش از ۲۳ مگاوات پروژهٔ شبکه‌های کوچک مبتنی بر خورشیدی فتوولتاییک و برق بادی اعلام شد.

■ **این تصور که تنها کشورهای ثروتمند از عهدهٔ تأمین هزینه‌های انرژی تجدیدپذیر برمی‌آیند، صحیح نیست.** بیشتر ظرفیت جدید انرژی تجدیدپذیر، در کشورهای در حال توسعه و عمدتاً در چین در حال نصب است. چین در هشت سال گذشته منحصراً بزرگ‌ترین توسعه‌دهندهٔ برق و گرمایش تجدیدپذیر جدید بوده است. با موفقیت تحولات صنعت خورشیدی در هند و با متعهد شدن ۴۸ کشور در حال توسعه به این هدف که ۱۰۰ درصد انرژی مورد استفادهٔ آن‌ها تجدیدپذیر باشد، سهم کشورهای در حال توسعه از مجموع ظرفیت انرژی تجدیدپذیر در جهان احتمالاً بیش از این افزایش خواهد یافت. به‌علاوه در ۲۰۱۵، اقتصادهای در حال توسعه و نوظهور برای اولین بار کشورهای صنعتی را در زمینهٔ سرمایه‌گذاری در تجدیدپذیرها پشت سر گذاشتند (هرچند علیرغم این‌که چین منحصراً بزرگ‌ترین سرمایه‌گذار بوده است، کشورهای صنعتی در ۲۰۱۶، مجدداً در جایگاه اولیهٔ خود قرار گرفتند). این افسانه که انرژی تجدیدپذیر بیش از حد گران‌قیمت است یا اینکه تنها تعداد انگشت‌شماری از کشورهای متمول در این زمینه پیشتازی می‌کنند، دیگر اعتباری ندارد. دربسیاری موارد، اکنون برق تجدیدپذیر، کم‌هزینه‌ترین گزینه است.

■ **حتی در بخش حمل‌ونقل که مسلّماً در مسیر گذار به سوی آینده‌ای با انرژی تجدیدپذیر، با بیشترین چالش‌ها مواجه است، تغییرات عمده‌ای در حال انجام است.** هرچند حمایت‌های سیاستی برای استفاده از انرژی تجدیدپذیر در بخش حمل‌ونقل، همچنان به طور عمده بر ترکیب زیست‌سوخت‌ها تمرکز دارد، سیاست‌های تشویق به خرید وسایل نقلیهٔ برقی در حال شکل‌گیری است. این آغاز راه موفقیت است. استفاده از وسایل نقلیهٔ برقی برای حمل‌ونقل جاده‌ای و به‌خصوص وسایل نقلیهٔ مسافری در سال‌های اخیر به‌سرعت رشد یافته است. در ۲۰۱۶، فروش جهانی وسایل نقلیهٔ برقی مسافری ۷۷۵,۰۰۰ دستگاه تخمین زده شد و تا پایان این سال، بیش از ۲ میلیون وسیلهٔ نقلیه در سرتاسر دنیا در جاده‌ها بودند.

با این حال، ارتباط مستقیم بین انرژی تجدیدپذیر و وسایل نقلیهٔ الکتریکی محدود است. به غیر از نروژ که در آن برق وسایل نقلیهٔ الکتریکی از برق‌آبی تأمین می‌شود، برق بسیاری از وسایل نقلیهٔ الکتریکی هنوز از سوخت‌های هسته‌ای یا فسیلی تأمین می‌شود. با وجود این، نشانه‌های نویدبخشی دیده می‌شود. مثلاً در بریتانیا و هند، شرکت‌های اجاره‌دهندهٔ اتومبیل برای سوخت‌گیری وسایل نقلیه با برق تجدیدپذیر، امتیازاتی در نظر می‌گیرند. هرچه سهم تجدیدپذیرها در شبکهٔ برق بیشتر شود، سهم تجدیدپذیرها در حمل‌ونقل برقی بیشتر خواهد شد. این امر نشان می‌دهد ارتباط میان بخش‌های برق و حمل‌ونقل به برنامه‌ریزی قاعده‌مند و طرح‌ریزی سیاستی نیاز دارد.

در مورد حمل‌ونقل ریلی که حدود ۲ درصد از کل انرژی مصرفی در بخش حمل‌ونقل را به خود اختصاص می‌دهد نیز تجدیدپذیرها در حال ورود به عرصه هستند. در ۲۰۱۶، تعدادی از خطوط ریلی - به‌ویژه در هند و مراکش - پروژه‌های جدیدی برای تأمین برق مورد نیاز خود از تجدیدپذیرها اجرا کردند (برای نمونه، می‌توان به توربین‌های بادی در اراضی محدودهٔ خطوط آهن و صفحات خورشیدی در ایستگاه راه‌آهن اشاره کرد).

■ **گرچه در بخش گرمایش‌وسرمایش، رشد به کندی صورت گرفته، اما در عین حال، پیشرفت‌های مثبتی حاصل شده است.** استفاده از فرایند گرمایش خورشیدی همچنان در صنعت غذا و نوشیدنی و نیز در صنایع معدنی بیشتر شد و به صنایع دیگر نیز تعمیم یافت. گرمایش خورشیدی با چندین پروژهٔ بزرگ در بعضی کشورهای اروپایی - که در حال حاضر دانمارک در رأس آن‌ها است - در مقیاس چشمگیری در حال تبدیل شدن به بخشی از سیستم‌های گرمایش محله‌ای است. برخی کشورهای اروپایی استفاده از طرح‌های گرمایش محله‌ای زمین‌گرمایی را نیز گسترش داده‌اند. به‌علاوه، تمایل به استفاده از گرمایش محله‌ای برای تأمین انعطاف‌پذیری شبکهٔ برق از طریق تبدیل برق تجدیدپذیر به گرما در حال افزایش است.

■ **در نهایت، فناوری‌های کلیدی در حال تسهیل و پیشبرد گسترش انرژی تجدیدپذیر هستند** (و به دلیل نقش بسیار مهم آن‌ها، در گزارش وضعیت تجدیدپذیرهای ۲۰۱۷ برای اولین بار در مورد آن‌ها بحث شده است). فاوا (فناوری اطلاعات و ارتباطات)، سیستم‌های ذخیره‌سازی، وسایل نقلیهٔ الکتریکی و پمپ‌های حرارتی، تنها بخشی از فناوری‌هایی هستند که گسترش انرژی تجدیدپذیر را تسهیل کرده‌اند و آن را پیش می‌برند. این فناوری‌ها توانایی فوق‌العاده‌ای در تسهیل یکپارچه‌سازی بیشتر سیستم‌ها و پاسخ مؤثرتر به تقاضا از خود نشان می‌دهند، اگرچه در اصل، از توسعهٔ آن‌ها چنین هدفی دنبال نمی‌شده است.

ذخیره‌سازی، به دلیل قابلیتی که در ایجاد انعطاف‌پذیری بیشتر در سیستم برق دارد، توجه زیادی را به خود جلب کرده است. این فناوری در معدودی از بازارها به موفقیت رسیده است، اما میزان آن هنوز کم است. در ۲۰۱۶، تقریبا ۰/۸ گیگاوات از ظرفیت جدید غیرتلمبه‌ذخیره‌ای - که عمدتاً شامل ذخیره‌سازی انرژی با باتری (الکتروشیمیایی) و همچنین مقدار کمتری ذخیرهٔ انرژی حرارتی سی‌اس‌پی بود - به بهره‌برداری رسید که مجموع ظرفیت را تا پایان سال، تخمیناً به ۶/۴ گیگاوات رساند. این میزان، ظرفیت ۱۵۰ گیگاواتی تلمبه ذخیره‌ایِ در حال بهره‌برداری در دنیا را تکمیل خواهد کرد. به لطف نوآوری‌هایی که راهبری آن معمولاً با صنعت وسایل‌نقلیهٔ برقی بود، بالاترین میزان پیشرفت در ذخیره‌سازی انرژی با باتری (الکتروشیمیایی) صورت پذیرفت. سیستم‌های ذخیره‌سازی به طور فزاینده‌ای در حال ادغام شدن در پروژه‌های نیروگاهی هستند؛ به علاوه، مصرف‌کنندگان خانگی به منظور ذخیره‌سازی برق تولیدشده از سیستم‌های فتوولتاییک خورشیدی پشت‌بامی، از آن‌ها استفاده می‌کنند.

انگیزه‌های گسترش انرژی تجدیدپذیر

کاهش شدت تغییر اقلیم، منطق اصلی دعوت به آینده‌ای با ۱۰۰ درصد انرژی تجدیدپذیر بوده است. اما مزیّت تجدیدپذیرها در کاهش CO_2، به هیچ وجه تنها انگیزهٔ موجود برای گسترش آن‌ها نیست.

در بسیاری از کشورها، حل مشکلات سلامتی که از آلودگی هوا ناشی می‌شود و **کاهش آلودگی هوای محلی**، یک انگیزهٔ کلیدی است. برای نمونه، چین در ابتدای ۲۰۱۷ اعلام کرد که با توجه به مشکلات کلان آلودگی هوا در کلان‌شهرها - که ناشی از نیروگاه‌های زغال‌سنگی است - تا سال ۲۰۲۰، ۲/۵ تریلیون یوان (۳۶۰ میلیارد دلار) در تجدیدپذیرها سرمایه‌گذاری خواهد کرد.

انگیزهٔ مهم دیگر، **امنیت انرژی** است. برای نمونه، مقامات ارشد نظامی ایالات متحده، به عنوان یک مسئلهٔ امنیت ملی و برای امنیت عملیات نظامی، دعوت به استفادهٔ بیش از پیش از برق و سوخت‌های تجدیدپذیر کرده‌اند. همچنین، امنیت انرژی در زمینهٔ افزایش تاب‌آوری سیستم انرژی در مواجهه با آثار پیش‌بینی‌شدهٔ تغییر اقلیم، گسترده‌تر از قبل مورد توجه قرار گرفته است.

هزینه‌های بعضی از فناوری‌های تجدیدپذیر به‌ویژه در بخش برق به‌سرعت رو به کاهش است. برای نمونه، نوآوری‌ها در تولید و نصب خورشیدی فتوولتاییک، بهبود در جنس و طراحی توربین‌ها و پیشرفت در ذخیره‌سازی انرژی گرمایی در سی‌اس‌پی، در کاهش کلی هزینه‌ها نقش داشته‌اند. امروزه، در بسیاری از کشورها، تجدیدپذیرها از نظر هزینه با سوخت‌های فسیلی و منابع هسته‌ای جدید رقابت‌پذیرند و با لحاظ نمودن یارانه‌های فریب‌دهندهٔ آن‌ها (تجدیدپذیرها تنها یک‌چهارم یارانه‌ای را دریافت می‌کنند که به سوخت‌های فسیلی داده می‌شود) این رقابت‌پذیری بیشتر هم می‌شود.

دست‌آخر، گسترش تجدیدپذیرها باعث ایجاد **مشاغل و ارزش‌های محلی** می‌شود. با رشد پایینی که اقتصادها در سراسر دنیا با آن مواجه‌اند، بخش انرژی تجدیدپذیر راهی است برای افزایش درآمد، بهبود تراز تجاری، مشارکت در توسعهٔ صنعتی و ایجاد شغل. تحلیل‌ها نشان می‌دهد کشورهایی که چارچوب سیاستی پایداری در انرژی تجدیدپذیر داشته‌اند از ارزش محلی تولیدشدهٔ این بخش بیشترین بهره را می‌برند.

«در سال ۲۰۱۶، سرمایه‌گذاران توانستند با صرف هزینهٔ کمتر ظرفیت بیشتری از انرژی تجدیدپذیر به دست آورند.»

اما گذار انرژی با سرعت کافی صورت نمی‌پذیرد

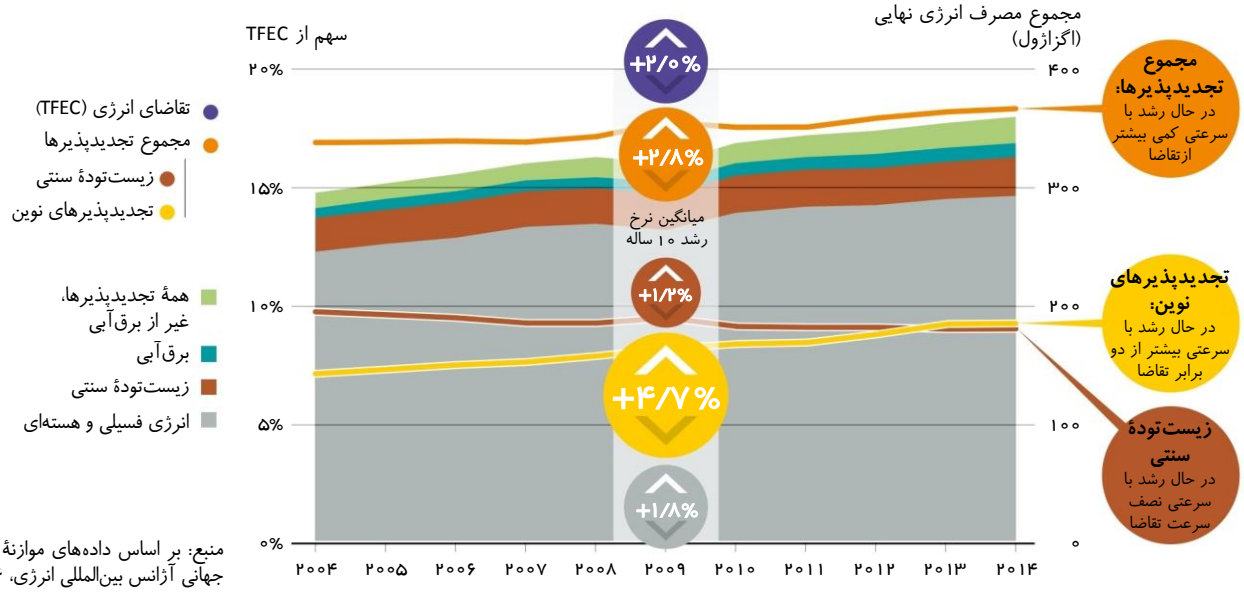
به رغم این روندهای مثبت، سرعت گذار برای رسیدن به اهداف مقرر در دسامبر ۲۰۱۵ در توافق پیشگامانهٔ پاریس، مناسب نیست. توافق پاریس، دولت‌ها را به صورت دسته‌جمعی متعهد به محدودکردن گرم شدن کرهٔ زمین تا کمتر از ۲ درجهٔ سلسیوس (نسبت به سطح آن پیش از صنعتی شدن) می‌کند و هدفش نگه‌داشتن آن در محدودهٔ ایمن‌تر ۱/۵ درجهٔ سلسیوس است. برای دست‌یابی به این مقصود، در سال ۲۰۱۶، ۱۱۷ کشور برنامه‌های مشارکت ملی (NDCs) را به کار گرفتند که از میان آن‌ها ۵۵ کشور روی اهداف انرژی تجدیدپذیر و ۱۰۷ کشور روی اهداف کارایی انرژی تمرکز داشتند. با این حال، مجموع تعهدات ملی هنوز ما را ورای آستانهٔ ۲ درجهٔ سلسیوس قرار می‌دهد که بهترین تخمین‌ها در این خصوص، بین ۲/۳ تا ۳/۵ درجهٔ سلسیوس است.

با به کار بستن سیاست‌های صحیح، بخش برق می‌تواند تا اواسط سدهٔ حاضر، به بخشی بدون آلودگی تبدیل شود. اما در گفتمان عمومی، اغلب «برق» با «انرژی» اشتباه گرفته می‌شود؛ در واقع بازار انرژی از سه بخش اصلی تشکیل شده است: برق، حمل‌ونقل و گرمایش‌وسرمایش. پیشرفت در بخش‌های حمل‌ونقل و گرمایش‌وسرمایش در مقایسه با رشد چشمگیر تجدیدپذیرها در بخش برق، عقب‌تر است.

جنبش انرژی پایدار برای همه (SEforALL) هدف خود را تأمین دسترسی به انرژی پایدار برای همهٔ مردم، دو برابر کردن سهم تجدیدپذیرها (از ۱۸ درصد در ۲۰۱۰ به ۳۶ درصد در ۲۰۳۰) و دو برابر کردن نرخ جهانی بهبود کارایی انرژی تا ۲۰۳۰ (نسبت به ۲۰۱۰) قرار داده است. به بیان ساده، اگر پیشرفت‌های چشمگیری در کارایی انرژی رخ ندهد، رسیدن به آینده‌ای با انرژی تجدیدپذیر ممکن نخواهد بود. خوشبختانه، تدابیر اعمال‌شده در خصوص کارایی انرژی در ۲۵ سال گذشته باعث صرفه‌جویی میزان انرژی معادل مجموع تقاضای کنونی کشورهای چین، هند و اروپا شده است. از ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۴، شدت انرژی اولیهٔ جهانی با نرخ متوسط سالانه ۱/۵ درصد کاهش یافت و تا ۲۰۱۵، شدت انرژی ۳۰ درصد کمتر از مقدار مشابه آن در ۱۹۹۰ بود.

در ۲۰۱۵ – که در زمان انتشار گزارش حاضر، آخرین سالی است که داده‌های آن موجود است – شدت انرژی اولیهٔ جهانی نسبت به سال قبل از آن، ۲/۶ درصد بهبود یافت و به این ترتیب، نرخ بهبود متوسط سالانهٔ ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۵ به ۲/۱ درصد رسید. این یک دستاورد مهم بود، اما برای رسیدن به اهداف کارایی انرژی تعیین شده از سوی جنبش *انرژی پایدار برای همه*، ضروری است که از ۲۰۱۷، شدت انرژی سالانه به میزان ۲/۶ درصد (به طور میانگین) بهبود یابد. هرگاه از این نرخ متوسط پایین‌تر باشیم، لازم است در سال‌های بعد، با نرخ‌های بالاتر جبران کنیم.

سهم انرژی تجدیدپذیر از مجموع مصرف انرژی نهایی (TFEC) ۲۰۰۴ تا ۲۰۱۴



منبع: بر اساس داده‌های موازنهٔ انرژی جهانی آژانس بین‌المللی انرژی، ۲۰۱۶

شاخص‌های انرژی تجدیدپذیر ۲۰۱۶

		۲۰۱۵	۲۰۱۶
سرمایه‌گذاری			
سرمایه‌گذاری جدید (سالانه) در برق و سوخت‌های تجدیدپذیر[۱]	میلیارد دلار	۳۱۲/۲	۲۴۱/۶
برق			
ظرفیت برق تجدیدپذیر (در مجموع، غیر از برق‌آبی)	گیگاوات	۷۸۵	۹۲۱
ظرفیت برق تجدیدپذیر (در مجموع، شامل برق‌آبی)	گیگاوات	۱٬۸۵۶	۲٬۰۱۷
ظرفیت برق‌آبی[۲]	گیگاوات	۱٬۰۷۱	۱٬۰۹۶
ظرفیت زیست‌برق	گیگاوات	۱۰۶	۱۱۲
تولید زیست‌برق (سالانه)	تراوات‌ساعت	۴۶۴	۵۰۴
ظرفیت برق زمین‌گرمایی	گیگاوات	۱۳	۱۳/۵
ظرفیت خورشیدی فتوولتاییک	گیگاوات	۲۲۸	۳۰۳
ظرفیت برق حرارتی خورشیدی متمرکز	گیگاوات	۴/۷	۴/۸
ظرفیت برق بادی	گیگاوات	۴۳۳	۴۸۷
گرما			
ظرفیت آب‌گرم خورشیدی[۳]	گیگاوات-حرارتی	۴۳۵	۴۵۶
حمل‌ونقل			
تولید اتانول (سالانه)	میلیارد لیتر	۹۸/۳	۹۸/۶
تولید زیست‌دیزل (سالانه)	میلیارد لیتر	۳۰/۱	۳۰/۸
سیاست‌ها			
کشورهای دارای اهداف سیاستی	#	۱۷۳	۱۷۶
ایالت‌ها/استان‌ها/کشورهای دارای سیاست‌های خرید تضمینی (اف‌آی‌تی)	#	۱۱۰	۱۱۰
ایالت‌ها/استان‌ها/کشورهای دارای سیاست‌های سهمیه‌ای/سبد تجدیدپذیر استاندارد (آرپی‌اس)	#	۱۰۰	۱۰۰
کشورهای دارای سیاست‌های برگزاری مناقصه/مناقصهٔ رقابتی عمومی[۴]	#	۱۶	۳۴
کشورهای دارای ضوابط اجباری/الزامی برای گرمایش	#	۲۱	۲۱
ایالت‌ها/استان‌ها/کشورهای دارای ضوابط الزامی برای زیست‌سوخت‌ها[۵]	#	۶۶	۶۸

[۱] داده‌هایی که سرمایه‌گذاری را گزارش می‌کنند، از *تأمین مالی انرژی‌های نو بلومبرگ* بوده و پروژه‌هایی را که شامل می‌شود عبارتند از: تمامی پروژه‌های برق بادی، زمین‌گرمایی و زیست‌تودهٔ بزرگتر از ۱ مگاوات؛ تمامی پروژه‌های برق‌آبی بین ۱ تا ۵۰ مگاوات؛ تمامی پروژه‌های برق خورشیدی، که پروژه‌های کوچکتر از ۱ مگاوات به صورت جداگانه برآورد شده‌اند؛ تمامی پروژه‌های انرژی اقیانوسی؛ و تمامی پروژه‌های زیست‌سوخت با ظرفیت تولید سالانه ۱ میلیون لیتر یا بیشتر.

[۲] جی‌اس‌آر ۲۰۱۶، مجموع ظرفیت جهانی برق آبی در پایان ۲۰۱۵ را ۱٬۰۶۴ گیگاوات گزارش کرده بود. مقدار ۱٬۰۷۱ گیگاوات نشان داده شده در این جدول، بیانگر تفاوت بین ظرفیت در پایان ۲۰۱۶ (۱٬۰۹۶ گیگاوات) و ظرفیت جدیدی که در طول ۲۰۱۶ نصب شد (۲۵ گیگاوات) می‌باشدبخشی از تفاوت‌ها به دلیل میزان نامعین نیروگاه‌هایی است که هر ساله از مدار خارج می‌شوند یا بازتوانی می‌شوند. به علاوه، جی‌اس‌آر تلاش می‌کند تا ظرفیت خالص تلمبه‌ذخیره‌ای را از داده‌های ظرفیت برق‌آبی حذف نماید.

[۳] داده‌های مربوط به ظرفیت آب‌گرم خورشیدی فقط کلکتورهای آبی را دربرمی‌گیرد. عدد مربوط به ۲۰۱۶ یک تخمین اولیه است.

[۴] داده‌های مربوط به برگزاری مناقصه/مناقصه رقابتی عمومی، تعداد کشورهایی را نشان می‌دهد که در هر زمان تا سال مورد نظر مناقصه‌هایی را برگزار کرده‌اند.

[۵] سیاست‌های مربوط به زیست‌سوخت‌ها، هم سیاست‌هایی که در ستون ضوابط اجباری/الزامی زیست‌سوخت‌ها در جدول ۳ (سیاست‌های حمایتی انرژی تجدیدپذیر) آمده، و هم آن‌هایی که در جدول مرجع آر۲۵ (R25) (ضوابط الزامی ملی و ایالتی/استانی ترکیب زیست‌سوخت‌ها) آمده، را شامل می‌شود.

توجه: تمامی مقادیر به سمت اعداد صحیح گرد شده‌اند به غیر از اعداد کوچکتر از ۱۵، زیست‌سوخت‌ها و سرمایه‌گذاری، که با یک رقم اعشار گرد شده‌اند.

و نه در سریع‌ترین حالت ممکن

سرمایه‌گذاری‌ها پایین بودند

اگرچه سرمایه‌گذاری جهانی در ظرفیت‌های جدید برق و سوخت تجدیدپذیر تقریباً دو برابر سوخت‌های فسیلی بود، اما سرمایه‌گذاری در احداث سیستم‌های تجدیدپذیر جدید ۲۳ درصد نسبت به ۲۰۱۵ کمتر بود. در میان کشورهای دارای بازار نوظهور و در حال توسعه، سرمایه‌گذاری در انرژی تجدیدپذیر با ۳۰ درصد کاهش به ۱۲۵ میلیارد دلار رسید. سطح پایین سرمایه‌گذاری‌ها در ۲۰۱۶ تا حد زیادی به دلیل کاهش حجم سرمایه‌گذاری در بازارهای چین و ژاپن و دیگر اقتصادهای نوظهور به‌ویژه هند و آفریقای جنوبی بود (مورد اخیر به طور عمده به علت به تأخیر افتادن مزایده‌های انرژی تجدیدپذیر بود).

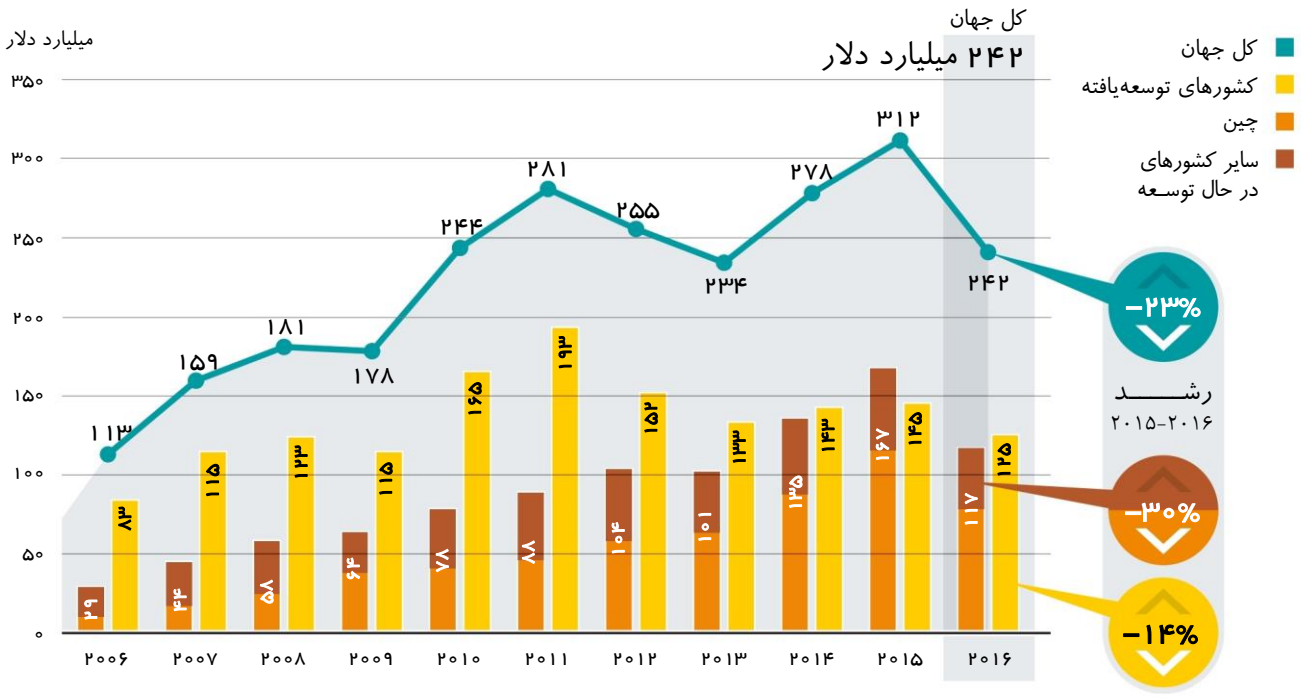
چین همچنان بیشترین سطح سرمایه‌گذاری را دارا است (۳۲ درصد از کل تأمین مالی انرژی تجدیدپذیر در جهان، به غیر از پروژه‌های برق‌آبی بزرگ‌تر از ۵۰ مگاوات). اما پس از اینکه در ۲۰۱۵ بالاترین رکورد در میزان سرمایه‌گذاری در تجدیدپذیرها به ثبت رسید، بخشی از سرمایه‌گذاری‌ها در ۲۰۱۶ به بهبود شبکه و اصلاح بازار برق به منظور استفادهٔ بهتر از منابع موجود انرژی تجدیدپذیر معطوف شد. در ژانویهٔ ۲۰۱۷، دولت چین اعلام کرد که تا سال ۲۰۲۰، مقدار ۳۶۰ میلیارد دلار جهت تقویت جایگاه خود به عنوان پیشتاز در زمینهٔ سرمایه‌گذاری انرژی تجدیدپذیر صرف خواهد کرد.

در ژاپن به دنبال فاجعهٔ هسته‌ای فوکوشیما در ۲۰۱۱، انگیزهٔ مضاعفی برای توسعهٔ برق تجدیدپذیر به وجود آمد. در عمل اما، متولیان صنعت برق نسبت به این گذار مقاومت نشان دادند و در مورد برق بادی، موانعی در رویه‌ها وجود داشت که از توسعهٔ بازار جلوگیری کرد. روی آوردن از سیاست خرید تضمینی سخاوتمندانه به سیاست برگزاری مناقصه، منجر به کاهش تقریباً ۷۰ درصدی سرمایه‌گذاری در پروژه‌های کوچک‌مقیاس برق تجدیدپذیر در ۲۰۱۶ شد.

پیشرفت کم در گرمایش‌وسرمایش

همانطور که پیش‌تر اشاره شد، در گذار به انرژی تجدیدپذیر، بخش گرمایش‌وسرمایش بسیار عقب‌تر از بخش برق است. در ۲۰۱۶، انرژی مصرف‌شده برای گرمایش (گرمایش آب و فضا، پخت‌وپز و فرایندهای صنعتی) بیش از نصف کل مصرف نهایی انرژی در دنیا را به خود اختصاص داد که ۲۵ درصد آن از تجدیدپذیرها تأمین شد. بیش از دو سوم سهم تجدیدپذیرها مربوط به زیست‌توده است که غالباً در کشورهای در حال توسعه به منظور پخت‌وپز و گرمایش استفاده می‌شود. اما این سوخت تجدیدپذیر اغلب به طور ناپایدار به دست می‌آید و در صورت سوختن ناکارآمد، بسیار آلاینده و آسیب‌رسان است. به‌طوری‌که سالانه بیش از ۴ میلیون نفر به دلیل بیماری‌های ناشی از آلودگی هوای ایجاد شده بر اثر پخت‌وپز با سوخت‌های جامد جان خود را از دست می‌دهند. گرمای تأمین شده از راه منابع نوین انرژی تجدیدپذیر عمدتاً (۵۶ درصد) برای مقاصد صنعتی استفاده می‌شود.

سرمایه‌گذاری جدید جهانی در برق و سوخت‌های تجدیدپذیر، کشورهای توسعه‌یافته، نوظهور و در حال توسعه، ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۶



توجه: نمودار شامل سرمایه‌گذاری در پروژه‌های برق‌آبی بزرگتر از ۵۰ مگاوات نمی‌شود. اعداد به نزدیکترین میلیارد گرد شده‌اند.

منبع: تأمین مالی انرژی‌های نو بلومبرگ (*BNEF*)

سرمایش فضا که قسمت عمدهٔ آن از طریق وسایل الکتریکی تأمین می‌شود، تنها حدود ۲ درصد از کل مصرف نهایی انرژی در دنیا را در بر می‌گیرد. تقاضا برای فناوری‌های سرمایشی مبتنی بر انرژی تجدیدپذیر با تقاضا برای سرمایش هماهنگ نبوده است.

گسترش فناوری‌های تجدیدپذیر در بخش گرمایش‌وسرمایش، با توجه به ماهیت منحصربه‌فرد و پراکندهٔ این بازار، همچنان یکی از چالش‌های موجود باقی مانده است. پیش‌هزینه‌های بالای سرمایه‌گذاری و رقابت با سوخت‌های فسیلیِ کم‌هزینه (یارانه‌دار) هنوز هم مانع گسترش گرمایش تجدیدپذیر است. فقدان سیاست‌های مؤثر موجب کند شدن روند استفاده از انرژی تجدیدپذیر خواهد شد.

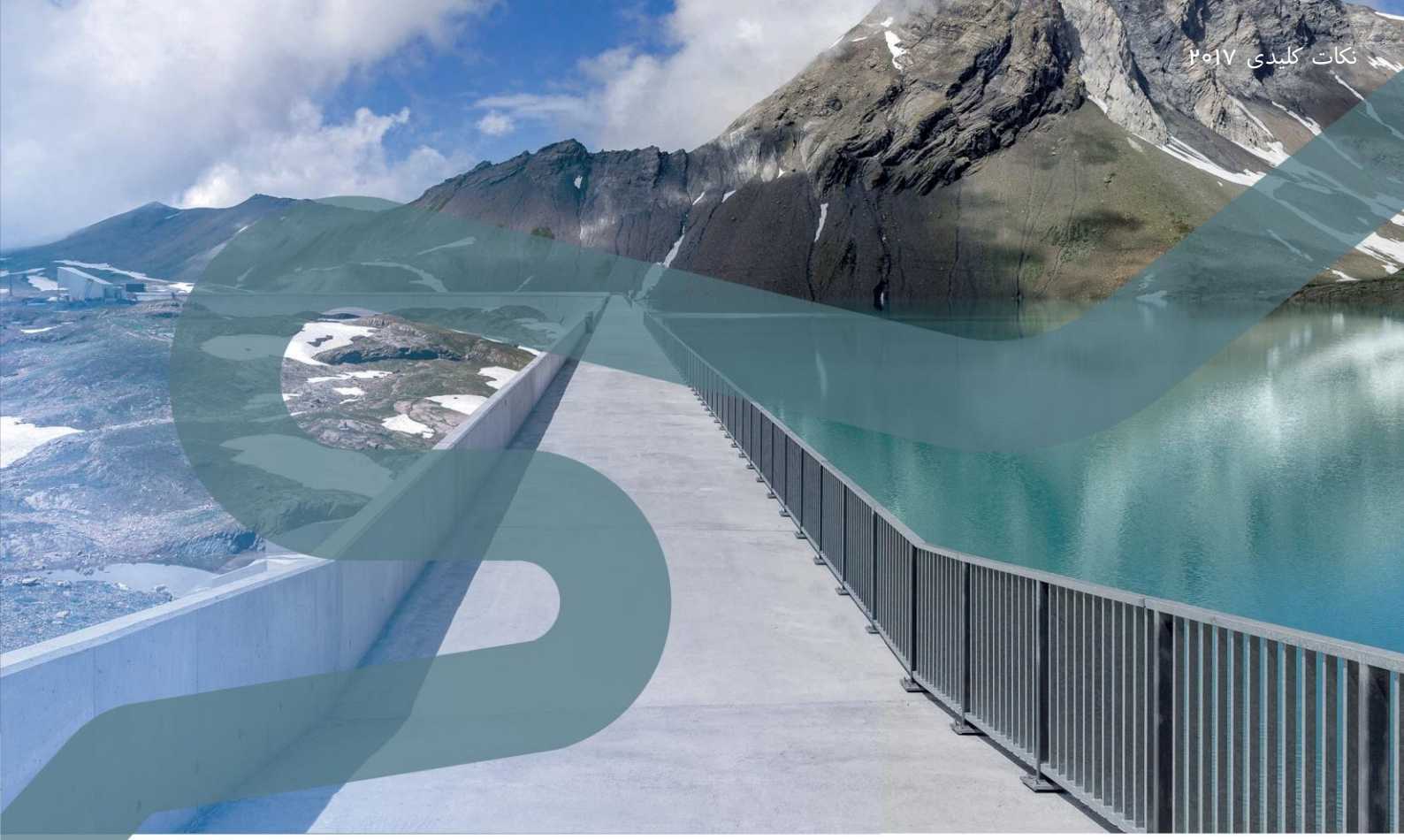
عوامل دیگری همچون آگاهی محدود از فناوری‌ها و وجود یارانه‌های سوخت فسیلی - که قیمت سوخت فسیلی را به طور کاذب پایین نگه می‌دارد - نیز پیش‌روی را با مشکل مواجه کرده است، اما می‌توان با حمایت‌های سیاستی و نیز ارادهٔ سیاسی بر آن‌ها فایق آمد. به طور خاص، در کشورهای در حال توسعه، به رغم ظرفیت بالا برای استفاده از تجدیدپذیرها در گرمایش، نداشتن دانش فنی در زمینهٔ احداث، به‌خصوص برای گرمایش در مقیاس صنعتی، همچنان مانعی بزرگ است.

حمل‌ونقل، به‌خصوص در بخش هوایی و دریایی، در گذار به انرژی تجدیدپذیر مورد غفلت واقع شده است.

گسترش تجدیدپذیرها در بخش حمل‌ونقل آهسته بوده است. به رغم برخی پیشرفت‌ها - به‌خصوص توسعهٔ سریع بازار وسایل نقلیهٔ برقی - وسایل نقلیهٔ بنزینی همچنان حدود ۹۳ درصد از مصرف نهایی انرژی در بخش حمل‌ونقل را به خود اختصاص می‌دهند. پس از توافق پاریس، جامعهٔ بین‌المللی توجه فزاینده‌ای به کربن‌زدایی از بخش حمل‌ونقل معطوف کرد، اما تنها ۲۲ برنامهٔ مشارکت ملی به‌طور ویژه به انرژی تجدیدپذیر در بخش حمل‌ونقل اشاره دارند و فقط ۲ برنامه (نیووی و نیوزیلند) به لزوم تأمین سوخت وسایل نقلیهٔ برقی از انرژی تجدیدپذیر اشاره می‌کنند.

کارایی، بهینه‌سازی و روش‌های حمل‌ونقل جایگزین - مانند استفاده از حمل‌ونقل عمومی به جای خودروهای شخصی - اهرم‌های اصلی جهت کربن‌زدایی از بخش حمل‌ونقل هستند. به هر روی، کربن‌زدایی مبتنی بر تجدیدپذیرها در بخش حمل‌ونقل، هنوز جدی گرفته نشده است یا به عنوان اولویت در نظر گرفته نمی‌شود.

موانع برقی کردن بخش حمل‌ونقل جاده‌ای کماکان شامل هزینه‌های نسبتاً بالای وسایل نقلیهٔ برقی، محدودیت‌های احتمالی در طول عمر باتری و نبودن زیرساخت‌های شارژ وسایل نقلیهٔ برقی است. در کشورهای در حال توسعه، موانع دیگری نیز در خصوص نبودن سیستم قابل اتکای تأمین برق وجود دارد. به‌علاوه، در کشورهای در حال توسعه، اغلب تمرکز بر روی ساخت زیرساخت‌های اساسی حمل‌ونقل است. اگرچه این به وضوح، یک نیاز درست است، اما همزمان باید راه‌حل‌های مبتنی بر انرژی تجدیدپذیر نیز در فرایند برنامه‌ریزی دیده شود (که در حال حاضر اغلب این‌گونه نیست).



در مورد حمل‌ونقل ریلی، از کل ترکیب انرژی خطوط آهن در دنیا، سهم برق تجدیدپذیر از ۳/۴ درصد در ۱۹۹۰ به حدود ۹ درصد در ۲۰۱۳ رسید که بعضی کشورها به مقادیر بسیار بالاتر از این نیز دست یافتند. اگرچه زیرساخت‌ها و خدمات ریلی شهری عمدتاً برقی شده‌اند، برقی کردن خطوط ریلی راه دور نیازمند تغییر کلان در زیرساخت و تأمین مالی است.

زیست‌سوخت‌ها نه فقط برای حمل‌ونقل جاده‌ای، بلکه برای حمل‌ونقل هوایی و دریایی نیز به طور فزاینده‌ای مورد نیاز خواهند بود؛ زیرا برقی کردن این بخش‌ها دشوار است. سوخت‌ها باید با هر یک از این کاربردها و با انواع مختلف موتورها سازگار گردند. با وجود علاقهٔ بسیاری که از گذشته به توسعهٔ زیست‌سوخت‌های هوایی وجود داشته است، مقدار تولیدشده در سال ۲۰۱۶ همچنان کم و عمدتاً برای به نمایش گذاشتن محصولات بود. به همین ترتیب، تولید زیست‌سوخت برای حمل‌ونقل دریایی نیز در مراحل ابتدایی خود است.

در سطح بین‌المللی، سازمان بین‌المللی هوانوردی غیرنظامی (ایکائو) در سال ۲۰۱۶ با تدوین طرحی مبتنی بر بازار جهانی برای کاهش انتشار CO_2 در حمل‌ونقل هوایی موافقت کرد که شامل مشخصه‌هایی برای پیشرفت در تولید و به‌کارگیری سوخت‌های پایدار است. به هر روی، کربن‌زدایی در بخش هوایی به آهستگی در جریان است. بخش دریایی هنوز به میزان انتشار گازها توجهی نکرده است. با رشد مبادلات جهانی و خدمات حمل‌ونقل، میزان انتشار جهانی گازها - حتی اگر شدت کربن کشتی‌ها پایین‌تر از مقدار فعلی بیاید - باز هم افزایش خواهد یافت.

با این حال، پیشرفت‌های چشمگیری در ۲۰۱۶ رخ داد. تعدادی از دولت‌ها، بیشتر در اروپا، راهبردهای میان‌مدت و بلندمدت را برای کربن‌زدایی از بخش حمل‌ونقل در نظر گرفتند که اغلب در بر گیرندهٔ تغییرات ساختاری بلندمدت بود. به‌علاوه، بسیاری از کشورها، راهبردهایی جهت پیوند بیشتر میان بخش‌های مختلف حمل‌ونقل در پیش رو قرار دادند یا راهبردهای قبلی را توسعه دادند. برنامهٔ اقدام اقلیمی آلمان با هدف کاهش ۴۰ تا ۴۲ درصدی انتشار گازها در بخش حمل‌ونقل تا ۲۰۳۰ و نیز یک هدف بلندمدت‌تر، یعنی کربن‌زدایی کامل از این بخش، در ۲۰۱۶ تدوین شد.

یارانه‌های سوخت‌های فسیلی همچنان مانع پیشرفت فراگیر هستند.

در نهایت با وجود تعهدات فراوان بین‌المللی برای متوقف کردن تدریجی یارانه‌های مستمر سوخت‌های فسیلی (و برق هسته‌ای)، این یارانه‌ها هنوز مانعی بزرگ در به کارگیری سریع تجدیدپذیرها به صورت عمومی هستند. تا پایان ۲۰۱۶، بیش از ۵۰ کشور متعهد به توقف تدریجی یارانه‌های سوخت‌های فسیلی شدند و گرچه در این زمینه پاره‌ای اصلاحات صورت گرفته است، اما هنوز کافی نیست. در ۲۰۱۴، نسبت یارانه‌های سوخت فسیلی به یارانه‌های انرژی تجدیدپذیر ۴ به ۱ بود. به بیان دیگر، در ازای هر ۱ دلار هزینه برای تجدیدپذیرها، دولت‌ها ۴ دلار برای حفظ وابستگی ما به سوخت‌های فسیلی هزینه کرده‌اند. این امر موجب آشفتگی بازار و رفتن به سمت مسیرهای بی‌نتیجه خواهد شد.

پنج کشور نخست

سرمایه‌گذاری سالانه / خالص ظرفیت‌های افزوده شده / میزان تولید در ۲۰۱۶

	۱	۲	۳	۴	۵
سرمایه‌گذاری در برق و سوخت‌های تجدیدپذیر (بدون لحاظ برق‌آبی بزرگتر از ۵۰ مگاوات)	**چین**	ایالات متحده	بریتانیا	ژاپن	آلمان
سرمایه‌گذاری در برق و سوخت‌های تجدیدپذیر به ازای هر واحد تولید ناخالص داخلی[۱]	**بولیوی**	سنگال	اردن	هندوراس	ایسلند
ظرفیت برق زمین‌گرمایی	**اندونزی**	ترکیه	کنیا	مکزیک	ژاپن
ظرفیت برق‌آبی	**چین**	برزیل	اکوادور	اتیوپی	ویتنام
ظرفیت خورشیدی فتوولتاییک	**چین**	ایالات متحده	ژاپن	هند	بریتانیا
ظرفیت برق حرارتی خورشیدی متمرکز (سی‌اس‌پی)[۲]	**آفریقای جنوبی**	چین	–	–	–
ظرفیت برق بادی	**چین**	ایالات متحده	آلمان	هند	برزیل
ظرفیت گرمایش آب خورشیدی	**چین**	ترکیه	برزیل	هند	ایالات متحده
تولید زیست‌دیزل	**ایالات متحده**	برزیل	آرژانتین/آلمان/اندونزی		
تولید اتانول سوختی	**ایالات متحده**	برزیل	چین	کانادا	تایلند

مجموع ظرفیت یا تولید تا پایان ۲۰۱۶

	۱	۲	۳	۴	۵
برق					
برق تجدیدپذیر (شامل برق‌آبی)	**چین**	ایالات متحده	برزیل	آلمان	کانادا
برق تجدیدپذیر (غیراز برق‌آبی)	**چین**	ایالات متحده	آلمان	ژاپن	هند
سرانهٔ ظرفیت برق تجدیدپذیر (غیر از برق‌آبی[۳])	**ایسلند**	دانمارک	سوئد/آلمان		اسپانیا/فنلاند
تولید زیست‌برق	**ایالات متحده**	چین	آلمان	برزیل	ژاپن
ظرفیت برق زمین‌گرمایی	**ایالات متحده**	فیلیپین	اندونزی	نیوزیلند	مکزیک
ظرفیت برق‌آبی[۴]	**چین**	برزیل	ایالات متحده	کانادا	روسیه
تولید برق‌آبی[۴]	**چین**	برزیل	کانادا	ایالات متحده	روسیه
ظرفیت سی‌اس‌پی	**اسپانیا**	ایالات متحده	هند	آفریقای جنوبی	مراکش
ظرفیت خورشیدی فتوولتاییک	**چین**	ژاپن	آلمان	ایالات متحده	ایتالیا
سرانهٔ ظرفیت خورشیدی فتوولتاییک	**آلمان**	ژاپن	ایتالیا	بلژیک	استرالیا/یونان
ظرفیت برق بادی	**چین**	ایالات متحده	آلمان	هند	اسپانیا
سرانهٔ ظرفیت برق بادی	**دانمارک**	سوئد	آلمان	ایرلند	پرتقال
گرما					
ظرفیت کلکتورهای آب‌گرم خورشیدی[۵]	**چین**	ایالات متحده	ترکیه	آلمان	برزیل
سرانهٔ ظرفیت کلکتورهای آب‌گرم خورشیدی[۵]	**باربادوس**	اتریش	قبرس	اسرائیل	یونان
ظرفیت گرمایش زمین‌گرمایی[۶]	**چین**	ترکیه	ژاپن	ایسلند	هند
سرانهٔ ظرفیت گرمایش زمین‌گرمایی[۶]	**ایسلند**	نیوزیلند	مجارستان	ترکیه	ژاپن

[۱] کشورهای در نظر گرفته شده تنها شامل آن‌هایی است که توسط *تأمین مالی انرژی‌های نو بلومبرگ (BNEF)* پوشش داده شده‌اند. داده‌های تولید ناخالص داخلی (به قیمت خریدار) مربوط به ۲۰۱۵ و مرجع آن بانک جهانی است. داده‌های *تأمین مالی انرژی‌های نو بلومبرگ* این موارد را شامل می‌شود: تمامی پروژه‌های برق بادی، زمین‌گرمایی و زیست‌تودهٔ بزرگتر از ۱ مگاوات؛ تمامی پروژه‌های برق‌آبی بین ۱ تا ۵۰ مگاوات؛ تمامی پروژه‌های برق خورشیدی، که پروژه‌های کوچکتر از ۱ مگاوات (کوچک مقیاس) به صورت جداگانه برآورد شده‌اند؛ تمامی پروژه‌های انرژی اقیانوسی؛ و تمامی پروژه‌های زیست‌سوخت با ظرفیت تولید سالانه ۱ میلیون لیتر یا بیشتر. داده‌های مربوط به ظرفیت‌های کوچک‌مقیاس که برای کمک به محاسبهٔ سرمایه‌گذاری به ازای هر واحد جی‌دی‌پی استفاده می‌شوند، تنها کشورهایی را که ۲۰۰ میلیون دلار یا بیشتر سرمایه‌گذاری می‌کنند پوشش می‌دهند.

[۲] تنها دو کشور نیروگاه‌های برق حرارتی خورشیدی متمرکز (سی‌اس‌پی) را در ۲۰۱۶ به شبکهٔ خود افزودند؛ به همین علت نام هیچ کشوری در جایگاه‌های سوم، چهارم و پنجم فهرست نیامده است.

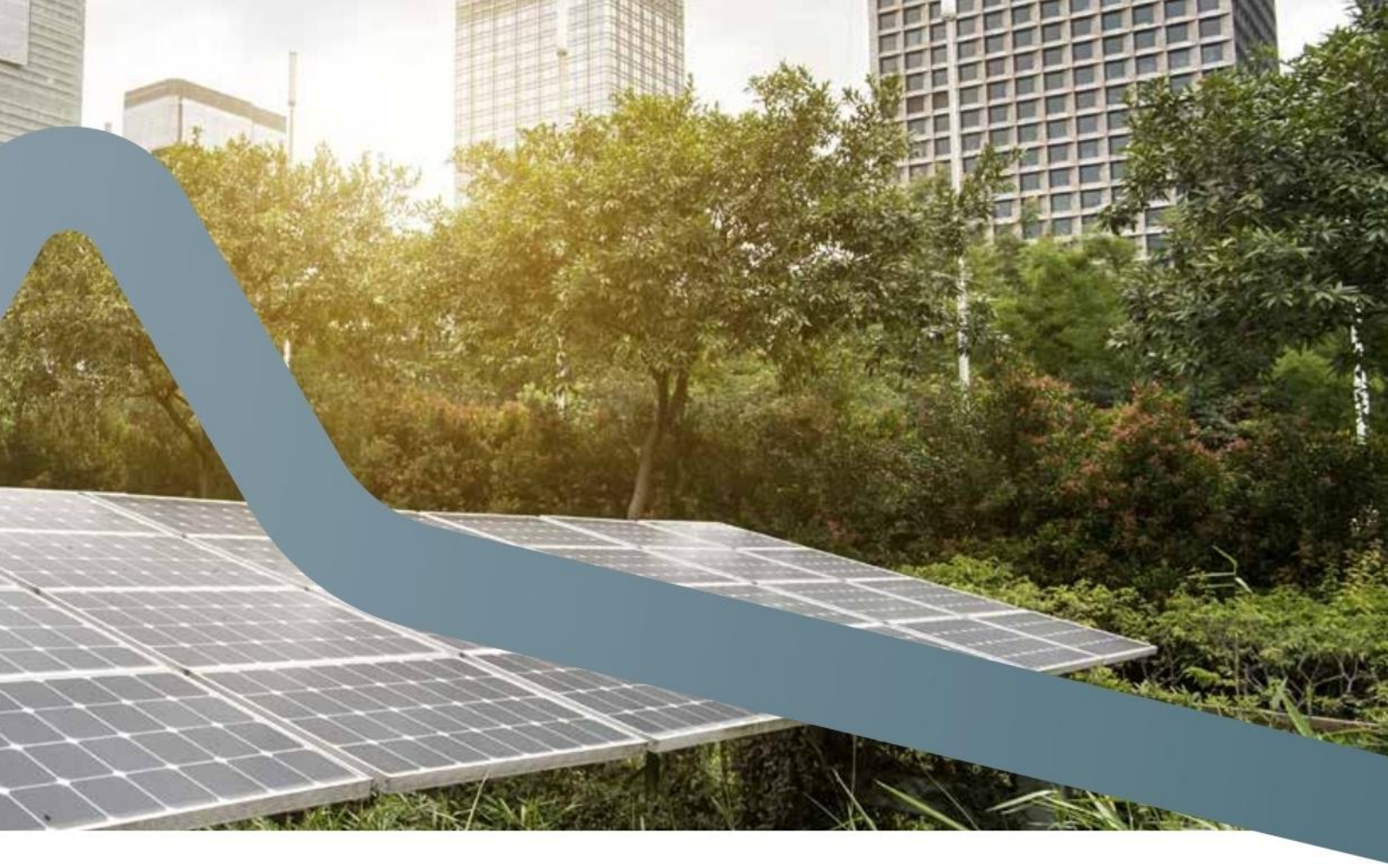
[۳] رتبه‌بندی کشورها از نظر سرانهٔ ظرفیت برق تجدیدپذیر (غیر از برق‌آبی) بر اساس داده‌هایی است که از منابع گوناگون برای بیش از ۷۰ کشور جمع‌آوری شده است و داده‌های جمعیت مربوط به ۲۰۱۵ و مرجع آن بانک جهانی است.

[۴] رتبه‌بندی کشورها از نظر ظرفیت و تولید برق‌آبی با یکدیگر متفاوت است، زیرا در برخی از کشورها تأمین بار پایه به برق‌آبی متکی است، در حالی که در برخی دیگر بیشتر برای تأمین اوج بار از برق‌آبی استفاده می‌شود.

[۵] رتبه‌بندی کلکتورهای آب‌گرم خورشیدی بر اساس مجموع ظرفیت و سرانه، مربوط به پایان ۲۰۱۵ و تنها بر مبنای ظرفیت کلکتورهای آبی (شیشه‌دار یا بدون شیشه) است. مرجع داده‌ها، برنامهٔ گرمایش و سرمایش آژانس بین‌المللی انرژی (IEA SHC) است. تخمین زده می‌شود این رتبه‌بندی تا پایان ۲۰۱۶ بدون تغییر باقی بماند.

[۶] شامل پمپ‌های گرمایی نمی‌شود.

توجه: اکثر رتبه‌بندی‌ها بر اساس مقادیر مطلق سرمایه‌گذاری، ظرفیت یا میزان تولید برق، یا تولید زیست‌سوخت‌ها هستند؛ اگر رتبه‌بندی‌ها بر اساس سرانه، تولید ناخالص ملی، یا معیارهای دیگر انجام شود، این ترتیب در بسیاری از موارد متفاوت خواهد بود (همانند آن‌چه در مورد رتبه‌بندی سرانهٔ ظرفیت برق تجدیدپذیر (غیر از برق‌آبی)، خورشیدی فتوولتاییک، بادی، کلکتورهای آب‌گرم خورشیدی و گرمایش زمین‌گرمایی مشاهده می‌شود).



چگونه گذار را سرعت بخشیم

۱) اگر دنیا در پایبندی به تعهدات آب و هوایی جدی است، سوخت‌های فسیلی باید درون زمین باقی بمانند.

چین در ژانویهٔ ۲۰۱۷ اعلام کرد بیش از ۱۰۰ نیروگاه زغال‌سنگی در حال توسعه را متوقف خواهد کرد و در ماه می همان سال اعلام کرد که در حال تعلیق ساخت نیروگاه‌های زغال‌سنگی در ۲۹ استان از ۳۲ استان است. این تدابیر نشان می‌دهد در صورت وجود ارادهٔ سیاسی، تغییر چقدر سریع می‌تواند اتفاق بیفتد. توقف تدریجی استفاده از زغال‌سنگ به منظور جایگزین شدن با تجدیدپذیرها (همراه با افزایش کارایی انرژی) مقرون به صرفه‌ترین راه برای کاهش انتشار CO_2 و ایجاد ارزش افزوده در حوزهٔ سلامت است.

همچنان که دولت‌ها در زمینهٔ توجه به تغییرات آب‌وهوایی جدی‌تر می‌شوند، خطر تبدیل سرمایه‌گذاری‌ها در زغال‌سنگ و سوخت‌های فسیلی به دارایی‌های محبوس در حال افزایش است.

۲) به جای سرمایه‌گذاری در بار پایهٔ برق فسیلی یا هسته‌ای، تلاش‌ها باید بر توسعهٔ انرژی تجدیدپذیر کنترل‌پذیر و به‌کارگیری گزینه‌های انعطاف‌پذیر جهت دست‌یابی به سهم‌های بالاتر از تجدیدپذیرهای متغیر در ترکیب انرژی، معطوف گردد.

چگونگی انجام این امر، با توجه به شرایط محلی، متغیر است. این شرایط عبارت‌اند از: اینکه تقاضا برای برق پایدار باشد و شبکهٔ برق به‌خوبی توسعه‌یافته (و به‌هم‌پیوسته) باشد؛ اینکه تقاضا در حال افزایش باشد و عرضه، با سهم‌های بیشتر برق بادی و خورشیدی تقویت شود؛ اینکه پیشاپیش، مازاد عرضه وجود داشته باشد که در نتیجهٔ آن در روزهای ابری و بدون باد سیستم به طور معمول به کار خود ادامه دهد؛ اینکه تقاضا به‌سرعت در حال افزایش باشد (مانند بسیاری از کشورهای در حال توسعه) اما سیستم پایه هنوز توسعه نیافته باشد؛ و ... .

در آغاز می‌توان در کشورهای در حال توسعه، با برنامه‌ریزی مؤثر، تدابیری تکمیلی با حداکثر انعطاف‌پذیری طراحی کرد. برای سیستم‌های موجود، تدابیر مربوط به انعطاف‌پذیری می‌تواند شامل این موارد باشد: دست‌یابی به مبادلات سریع‌تر؛ تطبیق دقیق‌تر تقاضا با عرضه؛ برقرار کردن پیوستگی داخل شبکه؛ سرمایه‌گذاری در راهکارهای ذخیره‌سازی انرژی؛ استفاده از فناوری‌های خودکارسازی؛ و برنامه‌ریزی برای یکپارچه‌سازی بخشی (مثلاً، از طریق شارژ کردن وسایل نقلیهٔ برقی با استفاده از مازاد برق نیروگاه‌های خورشیدی فتوولتاییک و بادی در طول روز).

به طور کلی، سیاست‌هایی باید تنظیم شود که پیوند میان بخش‌های برق، حمل‌ونقل، و گرمایش‌وسرمایش را برقرار و از آن حمایت کند. این امر نیازمند سازماندهی فرایند برنامه‌ریزی بین بخش‌ها و بین گروه‌ها و وزارت‌خانه‌های دولتی است. طراحی سیاست‌ها باید با مشورت با بخش‌های دولتی و خصوصی صورت پذیرد و سیاست‌ها در سطوح مختلف دولت می‌بایست هم‌افزا و مکمل یکدیگر باشند.

بازیگران کلیدی‌ای که گذار به انرژی تجدیدپذیر را به پیش می‌رانند

همزمان با تداوم حضور مهم بسیاری از پیشتازان انرژی تجدیدپذیر - از جمله ایالات متحده و برخی کشورهای اروپایی - در گذار به انرژی تجدیدپذیر، بازیگران کلیدی جدیدی نیز ظهور کرده‌اند.

اقتصادهای نوظهور: چین بزرگترین توسعه‌دهندهٔ برق و گرمای تجدیدپذیر در هشت سال گذشته، و قهرمان بی‌بدیل تجدیدپذیرها در دنیاست. در ۲۰۱۶، تعداد رو به رشدی از کشورهای در حال توسعه باز هم ظرفیت انرژی تجدیدپذیر خود را افزایش دادند و برخی از آن‌ها در حال تبدیل شدن به بازارهای مهمی هستند. اقتصادهای نوظهور، با بهره‌گیری از فناوری‌های تجدیدپذیر کم‌هزینه‌تر و کارآمدتر و پیش‌بینی مطمئن‌تر منابع، در حال دگرگون کردن صنایع انرژی خود هستند که این موضوع، کشورهایی چون آرژانتین، شیلی، چین، هند و مکزیک را به بازارهای جذابی برای سرمایه‌گذاران تبدیل کرده است.

شرکت‌ها: شمار شرکت‌های در حال متعهد شدن به تأمین ۱۰۰ درصدی برق عملیات خود از تجدیدپذیرها رو به افزایش است. اهمیت تعهد شرکت‌هایی چون گوگل و فیس‌بوک که مقادیر کلانی از برق را برای مراکزشان مصرف می‌کنند را نباید دست‌کم گرفت. تعهدات این شرکت‌ها - در قالب توافقات پیش‌خرید و سرمایه‌گذاری مستقیم - میلیاردها دلار را روانهٔ سرمایه‌گذاری در پروژه‌های جدید برق تجدیدپذیر کرده است.

شهرها: شهرها نقش بسیار مهمی در گذار به انرژی تجدیدپذیر دارند، خواه برای نیل به اهداف کاهش تغییرات آب و هوایی، خواه برای کاهش منابع محلی آلودگی هوا و خواه برای ایجاد اشتغال. در ۲۰۱۴، شهرها ۶۵ درصد تقاضای انرژی جهانی را به خود اختصاص دادند و هر شهر با چالش‌ها و فرصت‌های منحصربه‌فردی روبه‌رو بوده است. برخی شهرها بیشتر انرژی را در بخش‌های ساختمان و حمل‌ونقل مصرف کرده‌اند، در حالی‌که در برخی دیگر، بخش‌های بزرگ صنعتی، بیشتر مصرف را به خود اختصاص داده‌اند. سیاست‌گذاران حوزهٔ شهری می‌توانند از اختیارات خرید و اختیارات قانون‌گذاری خود به عنوان نمونه برای این موارد استفاده کنند: گذار ناوگان حمل‌ونقل عمومی به سمت سوخت‌های تجدیدپذیر یا وسایل نقلیهٔ برقی که با تجدیدپذیرها تغذیه می‌شوند، نصب صفحات خورشیدی بر ساختمان‌های شهری، تنظیم آیین‌نامه‌های ساختمانی محلی، ضوابط اجباری استفاده از آبگرمکن‌های خورشیدی و تصویب استانداردهای کارایی انرژی.

۳) همزمان با شدت گرفتن تلاش‌ها جهت تأمین خدمات انرژی نوین برای میلیاردها نفر که به آن دسترسی ندارند، لازم است انرژی تجدیدپذیر و آن دسته از فناوری‌های کلیدی که هدف آن‌ها بیشینه‌سازی انعطاف سیستم است، در اولویت قرار گیرند و انرژی-کارا ترین فناوری‌ها، به کار گرفته شود.

حمایت از فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر پراکنده و همچنین توجه به تدوین سیاست‌های ملی که به تقویت ظرفیت بومی کمک می‌کند، باید بیشتر شود؛ به‌خصوص در بخش گرمایش‌وسرمایش و با توجه به وابستگی زیاد آن به منابع محلی. در ۲۰۱۵، تأمین مالی در زمینهٔ دسترسی به انرژی و برنامه‌های انرژی تجدیدپذیر پراکنده کمتر از ۱۶ درصد کل سرمایه‌گذاری انرژی را به خود اختصاص داد (۳/۱ میلیارد دلار از مجموع ۱۷/۴ میلیارد دلار سرمایه‌گذاری). با توجه به اینکه دسترسی همگانی به انرژی ضروری است، سرمایه‌گذاری در این زمینه‌ها باید به طور چشمگیری افزایش یابد.

به‌علاوه، دولت‌ها باید شرایط مساعدی فراهم آورند که به کسب‌وکارها اجازهٔ استفاده از فرصت‌ها را بدهد، به‌خصوص برای خدمت‌رسانی به مردمی که در غیر این صورت ممکن است دسترسی به انرژی نداشته باشند. ضروری است دولت‌ها همهٔ موانع توسعه را از میان بردارند. برخی - و نه همهٔ - این موانع عبارت‌اند از: عدم قطعیت در سیاست‌ها و برنامه‌ریزی انرژی؛ نبود دسترسی به منابع مالی هم برای شرکت‌ها و هم برای مصرف‌کننده‌ها؛ یارانه‌های نفت سفید و دیزل، که تجدیدپذیرهای جایگزین را تضعیف می‌کند؛ موانع مالی و وارداتی که موجب افزایش قیمت‌ها می‌شود (مثلاً تعرفه‌های واردات و مالیات بر ارزش افزوده)؛ کمبود اطلاعات و تضامین برای سرمایه‌گذاران؛ و نبودن استانداردهای تولید جهت تضمین کیفیت و اعتبار محصولات.

پیشرفت‌های صنعت و بازار

انرژی زیست‌توده

تولید جهانی زیست‌دیزل پس از یک دوره افت در ۲۰۱۵، مجدداً به روال سابق خود بازگشت. در تولید زیست‌برق، به‌ویژه در اروپا و آسیا و به طور خاص در کرهٔ جنوبی، رشد مستمری وجود داشته است. طی سال ۲۰۱۶، استفاده از روغن گیاهی تصفیه‌شده با هیدروژن (HVO) و زیست‌متان در بخش حمل‌ونقل افزایش یافت. در ۲۰۱۶، هم ظرفیت تولید و هم تولید جهانی زیست‌برق تقریباً ۶ درصد افزایش یافت؛ در حالی که نرخ رشد استفاده از زیست‌انرژی نوین برای گرمایش، در سال‌های اخیر به حدود ۱ درصد کاهش یافته است.

زمین‌گرمایی

در سطح جهانی، در ۲۰۱۶، ۷۸ تراوات‌ساعت برق زمین‌گرمایی تولید شد. به هر روی، ریسک ذاتاً بالای اکتشاف و توسعهٔ پروژه‌ها و نیز کاهش نیافتن آن، همچنان باری اضافه بر دوش صنعت است. در پایان سال، ظرفیت برق زمین‌گرمایی در اندونزی و ترکیه افزایش چشمگیری داشت و برخی کشورهای اروپایی سیستم‌های گرمایش زمین‌گرمایی محله‌ای جدیدی ساختند یا سیستم‌های موجود خود را گسترش دادند.

برق‌آبی

بهبود شرایط آب‌شناختی در قاره‌های آمریکا و آسیا موجب پیشرفت در تولید برق‌آبی شد. در تعدادی از کشورها از جمله چین، برزیل، اکوادور، اتیوپی و ویتنام، ظرفیت‌های جدیدی افزوده شد. اگرچه انقباض بازار داخلی چین همچنان ادامه یافت، اما این کشور در ۲۰۱۶، بیش از هر کشور دیگری به ظرفیت خود افزود. مخاطرات اقلیمی همچنان مسئله‌ای حیاتی است.

انرژی اقیانوسی

در شرایطی که شرکت‌های بیشتری در سرتاسر دنیا فناوری انرژی اقیانوسی را به پیش بردند و دستگاه‌های جدید و ارتقایافته‌ای را به کار بستند، صنعت هنوز با چالش‌های قدیمی خود روبه‌رو است. مهم‌ترین آن‌ها تأمین مالی - به دلیل ریسک نسبتاً بالا و هزینه‌های زیاد - و نیاز به اصلاح در رویه‌های برنامه‌ریزی، اخذ موافقت و صدور مجوز است.

خورشیدی فتوولتاییک

در ۲۰۱۶، خورشیدی فتوولتاییک با بیش از ۳۱هزار صفحهٔ خورشیدی نصب شده در ساعت، مهم‌ترین عامل افزایش خالص ظرفیت تولید برق در دنیا بود. تا پایان سال، حداقل ۱۷ کشور از ظرفیت کافی خورشیدی فتوولتاییک برای تأمین حداقل ۲ درصد از تقاضای برقشان برخوردار بودند. برخی کشورها نیز شاهد سهم‌های بسیار بیشتری بودند. در این سال همچنین کاهش بی‌سابقه‌ای در قیمت‌ها به‌خصوص در صفحات خورشیدی اتفاق افتاد.

برق حرارتی خورشیدی متمرکز (سی‌اس‌پی)

هر سه تأسیسات سی‌اس‌پی که در ۲۰۱۶ وارد مدار شدند، همگی دارای ذخیرهٔ انرژی حرارتی (تی‌ای‌اس) بودند که آن‌ها را قادر به تأمین برق کنترل‌پذیر می‌کرد. این به معنی توانایی تأمین برق در زمان‌های اوج تقاضا است. در حالی که سی‌اس‌پی شاهد کمترین نرخ رشد سالیانهٔ ظرفیت جهانی در ۱۰ سال گذشته بود، این بخش با انتظار به بهره‌برداری رسیدن ۹۰۰ مگاوات در ۲۰۱۷، بر مسیر صحیح رشد قرار گرفته است. همچنین، در کشورهایی که منابع نفت و گاز محدود یا شبکه‌های برق محدود دارند و نیازمند ذخیره‌سازی انرژی، صنعتی‌سازی و ایجاد اشتغال هستند، سی‌اس‌پی در حال جلب حمایت‌های سیاستی است.

گرمایش‌وسرمایش حرارتی خورشیدی

گسترش فناوری‌های گرمایش‌وسرمایش خورشیدی در ۲۰۱۶ با افزایش فروش در برخی بازارهای نوظهور از جمله آرژانتین، خاورمیانه و بخش‌هایی از شرق و مرکز آفریقا به توسعهٔ خود ادامه داد. اما ۲۰۱۶ برای بازارهای بزرگ‌تر و شناخته‌شده سالی چالش‌برانگیز بود، که مهم‌ترین دلیل آن قیمت پایین نفت و گاز بود. چین با داشتن ۷۵ درصد افزایش جهانی یکه‌تاز بود.

برق بادی

۲۰۱۶ برای تولیدکنندگان برتر توربین سال موفقیت‌آمیزی بود و علیرغم رقابت گاز طبیعی کم‌هزینه و رقابت فزایندهٔ خورشیدی فتوولتاییک، نوآوری در فناوری‌ها ادامه یافت. گشایش بازارهای جدید در سراسر دنیا استمرار یافت. تا پایان سال، بیش از ۹۰ کشور در توسعهٔ پروژه‌های برق بادی فعالیت داشتند. بادی فراساحلی برای اولین بار در پروژه‌های تجاری در کرهٔ جنوبی و ایالات متحده استفاده شد. همچنین ظرفیت این فناوری در آلمان، هلند و چین افزایش یافت. در ۲۰۱۶، ۲۴ کشور حداقل ۵ درصد و ۱۳ کشور حداقل ۱۰ درصد از تقاضای سالانهٔ برق خود را با فناوری بادی تأمین کردند.

۴) سیاست‌ها مهم‌اند: در همهٔ بخش‌ها نیاز به رویکرد سیستمی احساس می‌شود.

در ۲۰۱۶، همچون سال‌های گذشته، حمایت‌های سیاستی از تجدیدپذیرها به طور عمده معطوف به تولید برق بوده است، در حالی که سیاست‌ها در بخش‌های گرمایش‌وسرمایش، و حمل‌ونقل کم‌وبیش راکد باقی مانده است که این باید تغییر کند. اگر می‌خواهیم به اهداف توافق پاریس دست پیدا کنیم، حمایت سیاستی قوی از هر سه رکن گذار به انرژی پایدار لازم است. حمایت سیاستی در هر دو سطح ملی و فروملی می‌تواند از راه‌های گوناگون صورت پذیرد: هدف‌ها؛ سیاست‌های خرید تضمینی؛ مزایده‌ها (همچنین مناقصه‌ها)؛ ضوابط تنظیمی؛ تغییر در آیین‌نامه‌های ساختمان؛ استانداردهای کارایی سوخت؛ و کمک‌هزینه‌ها، وام‌ها و یارانه‌ها. صرف‌نظر از چارچوب سیاستی منتخب، شفافیت و پایداری ضروری است.

بر پاره‌ای از توصیه‌های سیاستیِ ویژه باید تاکید کرد:

■ **یک رویکرد سیستمی:** در درجهٔ نخست، در یک کشور یا منطقه، همزمان با افزایش سهم تجدیدپذیرها به سطوح چشمگیر، یک رویکرد سیستمی مورد نیاز خواهد بود. گفتگوها در مورد نحوهٔ ادغام سهم بالایی از تجدیدپذیرهای متغیر در سیستم برق اگر از نگاهی ورای محدودیت‌های یک شبکهٔ مجزا، یک شهر یا کشور مجزا، یا یک بخش مجزا صورت گیرد، مفیدتر واقع خواهد شد؛ همان‌طور که بسیاری از گفتگوها در این خصوص از این نکته بهره برده‌اند. در یک رویکرد سیستمی، نگرشی که تنها به ایجاد نیروگاه تجدیدپذیر توجه می‌کند باید به تعریفی جامع‌تر تغییر یابد، که شامل حمایت از زیرساخت‌هایی است همچون: شبکه‌های انتقال و توزیع، تدابیر موازنهٔ عرضه و تقاضا - از جمله از طریق اقدامات افزایش کارایی و پیوند بخش‌ها (مثلاً، یکپارچه‌سازی شبکه‌های برق و حمل‌ونقل) - و گسترهٔ وسیعی از فناوری‌های کلیدی. رویکرد سیستمی باید در برنامه‌ریزی انرژی و زیرساخت، تأمین مالی و توسعهٔ سیاست‌ها تبدیل به قاعده شود.

■ **برق:** بسیاری از کشورها درحال تغییر مسیر از سیاست‌های خرید تضمینی و جایگزین نمودن آن‌ها با مزایده‌هایی هستند که هدف آن‌ها گسترش پروژه‌های انرژی تجدیدپذیر در مقیاس بزرگ است. این رویکرد قیمت برق تجدیدپذیر را تا حد زیادی کاهش داده است، هرچند در برخی موارد، به علت تأخیرهای زمانی، پیامدهای منفی - همچون کاهش تداوم بازار و افزایش عدم امنیت بازار - داشته است. برای مثال در آفریقای جنوبی، تأخیرهای پیاپیِ مزایده‌های انرژی مشکلات جدی در صنعت ملی تجدیدپذیرها به بار آورده است. برای جلوگیری از وقوع چنین آثاری، لازم است بین برنامه‌ریزی انرژی، تدوین سیاست‌ها و توسعهٔ صنعت پیوند برقرار شود. با اتخاذ رویکردهای راهبردی‌تر در برنامه‌ریزی انرژی و کسب اطمینان از امکان پیش‌بینی بلندمدت زمان برگزاری مزایده‌ها، می‌توان فرصت‌های پایداری در بازار خلق کرد. این امر به توسعهٔ یک صنعت برق تجدیدپذیر قوی که در آن مهارت‌ها پرورش می‌یابند و ارزش‌های محلی خلق می‌شوند، کمک خواهد کرد و همچنین برای حمایت از گسترش پروژه‌های تجدیدپذیر پراکنده و دارای مالکیت محلی، مهم است.

■ **حمل‌ونقل:** به طور سنتی، حمایت‌های سیاستی برای بهبود پایداری حمل‌ونقل معطوف به افزایش کارایی انرژی و گسترش استفاده از زیست‌سوخت‌ها (از جمله زیست‌سوخت‌های پیشرفتهٔ هوایی و دریایی) بوده است. دولت‌ها باید سیاست‌های شفافی برای این موارد در نظر بگیرند: کمک به پژوهش و تسهیل موقعیت‌های بازار برای پیشبرد توسعهٔ زیست‌سوخت‌های

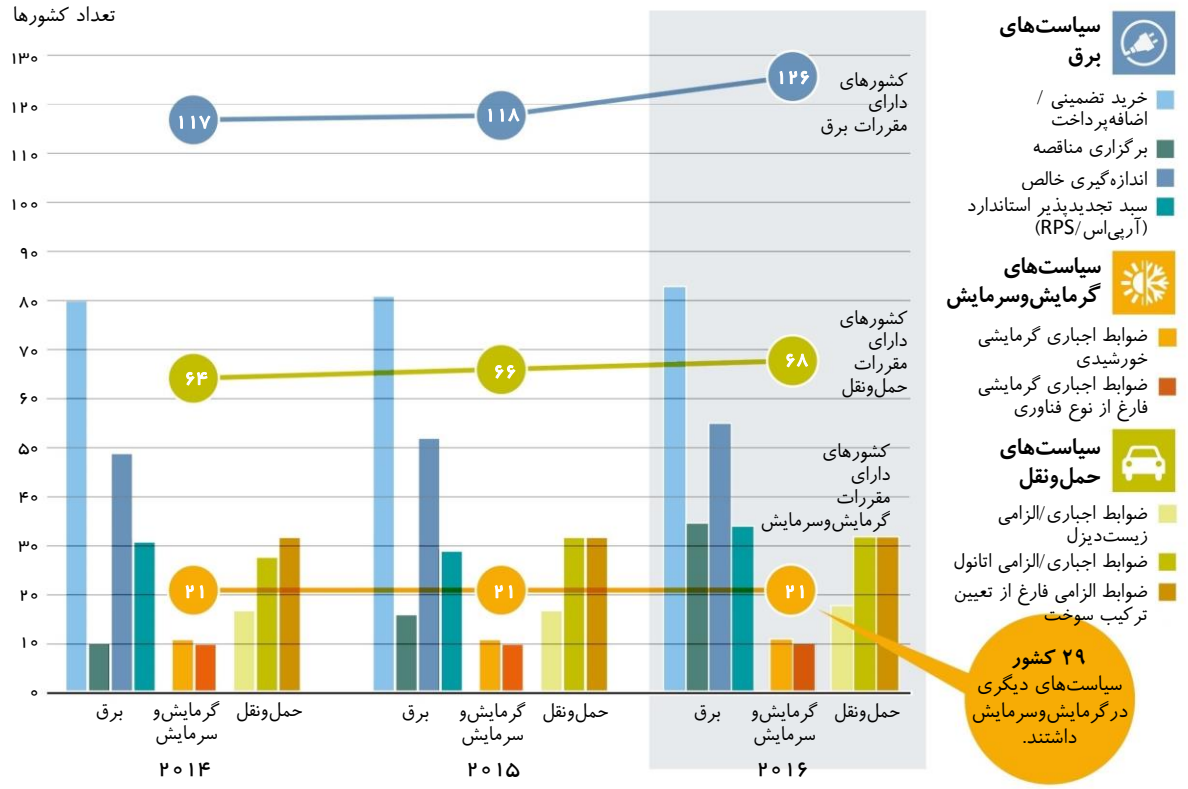
پایدار؛ اطمینان از به‌کارگیری منابع تجدیدپذیر در توسعهٔ ناوگان وسایل نقلیهٔ برقی (از جمله با یکپارچه‌سازی وسایل نقلیهٔ برقی در قالب گزینه‌های انعطاف‌پذیر جهت ادغام سهم‌های بالاتری از تجدیدپذیرهای متغیر در شبکه)؛ توسعهٔ ضوابط اجباری و حمایت‌های مالی از زیست‌سوخت‌های پایدار؛ و توسعهٔ استفاده از زیست‌سوخت‌های پیشرفتهٔ هوایی، ریلی و دریایی با راهبردهایی جامع‌تر جهت پیشبرد زیست‌انرژی در بخش حمل‌ونقل.

■ **گرمایش‌وسرمایش:** در ۲۰۱۶، سیاست‌گذاران همچنان بر مشوق‌های مالی در قالب کمک‌هزینه‌ها، وام‌ها یا مشوق‌های مالیاتی و نیز ضوابط اجباری و آیین‌نامه‌های ساختمانی به منظور افزایش گسترش فناوری‌های گرمایش‌وسرمایش تجدیدپذیر، تمرکز داشتند. برخی کشورها برای توسعهٔ فناوری، سیاست‌هایی تصویب کردند. به‌علاوه، برخی دولت‌ها طرح‌های خرید تضمینی و سازوکارهای مناقصه‌ای به کار بردند که غالباً بر بخش ساختمان تمرکز داشت و در بسیاری موارد در پیوند با کارایی انرژی بود. با وجود پیشرفت‌های مثبت در بسیاری کشورها، بخش گرمایش‌وسرمایش تجدیدپذیر با میزان قابل توجهی از عدم قطعیت در سیاست‌ها روبه‌رو شد. مهم‌ترین اقدامی که دولت‌ها می‌توانند برای این بخش انجام دهند، قطعیت بخشیدن بلندمدت به سیاست‌ها به منظور تسهیل افزایش سرمایه‌گذاری است.

■ **دسترسی به انرژی:** به مانند بخش برق، در این بخش نیز، برای کسب اطمینان از تأمین گستره‌ای از نیازها به کارآمدترین و پایدارترین شکل ممکن، به فرایند یکپارچه‌ای نیاز است که برنامه‌ریزی انرژی، تدوین سیاست و توسعهٔ صنعت را با هم پیوند دهد. توسعه یافتن انرژی تجدیدپذیر پراکنده نشان می‌دهد که الگوی قدیمی دسترسی به انرژی – که تنها راه، گسترش شبکه بود - در حال منسوخ شدن است. این که سیاست‌گذاران برای تسریع دسترسی به انرژی، نگاهی رو به آینده داشته باشند، تا بازاری پایدار، جدا از شبکه و غیر متمرکز بتواند شکل بگیرد و صنعت بتواند توسعه پیدا کند، اهمیت بسیار دارد.

طیف وسیعی از سیاست‌ها جهت تسریع این تغییر الگو می‌تواند به کار گرفته شود: پیاده‌سازی اهداف مشخص انرژی تجدیدپذیر پراکنده در کنار اهداف برق‌رسانی و انرژی تجدیدپذیر در یک زمان‌بندی مشخص؛ یکپارچه کردن راهکارهای خوداتکا، به‌خصوص شبکه‌های کوچک در طرح‌های ملی برق‌رسانی؛ برقرار کردن یک چارچوب سیاستی شفاف برای دسترسی به منابع مالی که این رویکرد جدید را منعکس کند؛ و تدابیری برای حمایت از استانداردهای کیفیت.

تعداد ضوابط الزامی و مشوق‌های تنظیمی انرژی تجدیدپذیر، بر اساس نوع، ۲۰۱۴ تا ۲۰۱۶



توجه: این نمودار، همهٔ سیاست‌های درحال استفاده را نشان نمی‌دهد. در بسیاری از موارد کشورها مشوق‌های مالی مصوب دیگر یا سازوکارهای تامین مالی دولتی برای حمایت از انرژی تجدیدپذیر دارند. سیاست‌های گرمایش‌وسرمایش، خرید تضمینی گرمای تجدیدپذیر (مانند آنچه در بریتانیا وجود دارد) را دربرنمی‌گیرد. کشورهایی به عنوان دارای سیاست درنظر گرفته می‌شوند که دست‌کم یک سیاست ملی یا ایالتی/استانی در آن‌ها جاری باشد. اگر کشوری یک یا تعدادی سیاست در سطح ملی و/یا ایالتی/استانی داشته باشد، یک بار شمارش شده است. برخی از سیاست‌های حمل و نقل، هم زیست‌دیزل و هم اتانول را شامل می‌شوند؛ در چنین حالتی، یک سیاست برای ستون زیست‌دیزل و یک سیاست برای ستون اتانول شمارش شده است. سیاست برگزاری مناقصه زمانی در سال مورد نظر لحاظ شده است که یک مرجع ذیصلاح در طول آن سال حداقل یک مناقصه برگزار کرده باشد.

منبع: پایگاه داده‌های سیاستی رن۲۱

توسعهٔ سیاست‌ها در ۲۰۱۶

در ۲۰۱۶، تقریباً همهٔ کشورها، برای حمایت از توسعه و گسترش فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر سیاست‌هایی اتخاذ کردند و یا از قبل سیاست‌هایی در جریان داشتند. این سیاست‌ها شامل اهداف کارایی انرژی و انرژی تجدیدپذیر، سیاست‌های حمایتی (مالی) مستقیم، و سیاست‌هایی جهت تسهیل یکپارچه‌سازی تولید تجدیدپذیرهای متغیر در سیستم‌های ملی انرژی بود.

برق: در ۲۰۱۶، مزایده‌های انرژی تجدیدپذیر در ۳۴ کشور - بیش از دو برابر سال قبل - برگزار شد و مالاوی و زامبیا اولین مزایده‌هایشان را برگزار کردند. در میان سیاست‌های حمایت از گسترش پروژه‌های انرژی تجدیدپذیر، مزایده‌ها سریع‌ترین رشد را دارند و در حال تبدیل شدن به ابزار سیاستی برتر برای حمایت از گسترش پروژه‌های بزرگ هستند.

حمل‌ونقل: تا پایان ۲۰۱۶، ضوابط اجباری ترکیب زیست‌سوخت در ۶۸ کشور در سطح ملی و فرومللی موجود بود که آرژانتین، هند، مالزی، پاناما و زیمبابوه برخی ضوابط اجباری را اضافه یا بازنگری کردند و دانمارک ضوابط پیشرفته‌ای اتخاذ کرد.

گرمایش‌وسرمایش: برخی کشورها از جمله بلغارستان، شیلی، مجارستان، ایتالیا، هلند، پرتغال، اسلواکی، رمانی و ایالات متحده، سازوکارهای حمایتی مالی جدیدی برای گرمایش‌وسرمایش تجدیدپذیر تصویب و یا سازوکارهای موجود را بازنگری کردند.

کارایی انرژی: تا پایان ۲۰۱۶، حداقل ۱۳۷ کشور، انواعی از سیاست‌های کارایی انرژی را تصویب کرده بودند، از جمله ۴۸ کشور که در طول سال، سیاست‌های جدیدی اتخاذ و یا سیاست‌های قبلی خود را بازنگری کردند. همچنین در سراسر دنیا، اهداف جدید یا بازنگری‌شدهٔ کارایی انرژی اتخاذ شد: در ۱۴۹ کشور، یک یا بیش از یک هدف کارایی انرژی جاری بود و از این میان، ۵۶ کشور، از ۲۰۱۵ اهداف جدیدی اتخاذ کردند.

مشاغل: در برخی بازارهای کلان، تغییرات سیاستی، کاهش سرمایه‌گذاری و افزایش خودکارسازی منجر به از دست دادن مشاغل شد. با این حال، آمار اشتغال جهانی به دلیل ثبت رکورد گسترش تجدیدپذیرها (به‌خصوص خورشیدی فتوولتاییک) در ۲۰۱۶، رشد کرد. تعداد کل مشاغل انرژی تجدیدپذیر در دنیا - شامل برق‌آبی بزرگ‌مقیاس - امروز به ۹/۸ میلیون شغل رسیده است. در ۲۰۱۶، شمار مشاغل تجدیدپذیر، بدون در نظر گرفتن برق‌آبی بزرگ‌مقیاس، ۲/۸ درصد افزایش یافت.

چالش‌های مزمن

سیاست‌ها بر بخش برق متمرکز باقی مانده است. در سطح ملی و فرومللی، تعداد کشورهای دارای سیاست‌های برق دو برابر تعداد کشورهای دارای سیاست‌های حمل‌ونقل و شش برابر تعداد کشورهای دارای سیاست‌های گرمایش‌وسرمایش است.

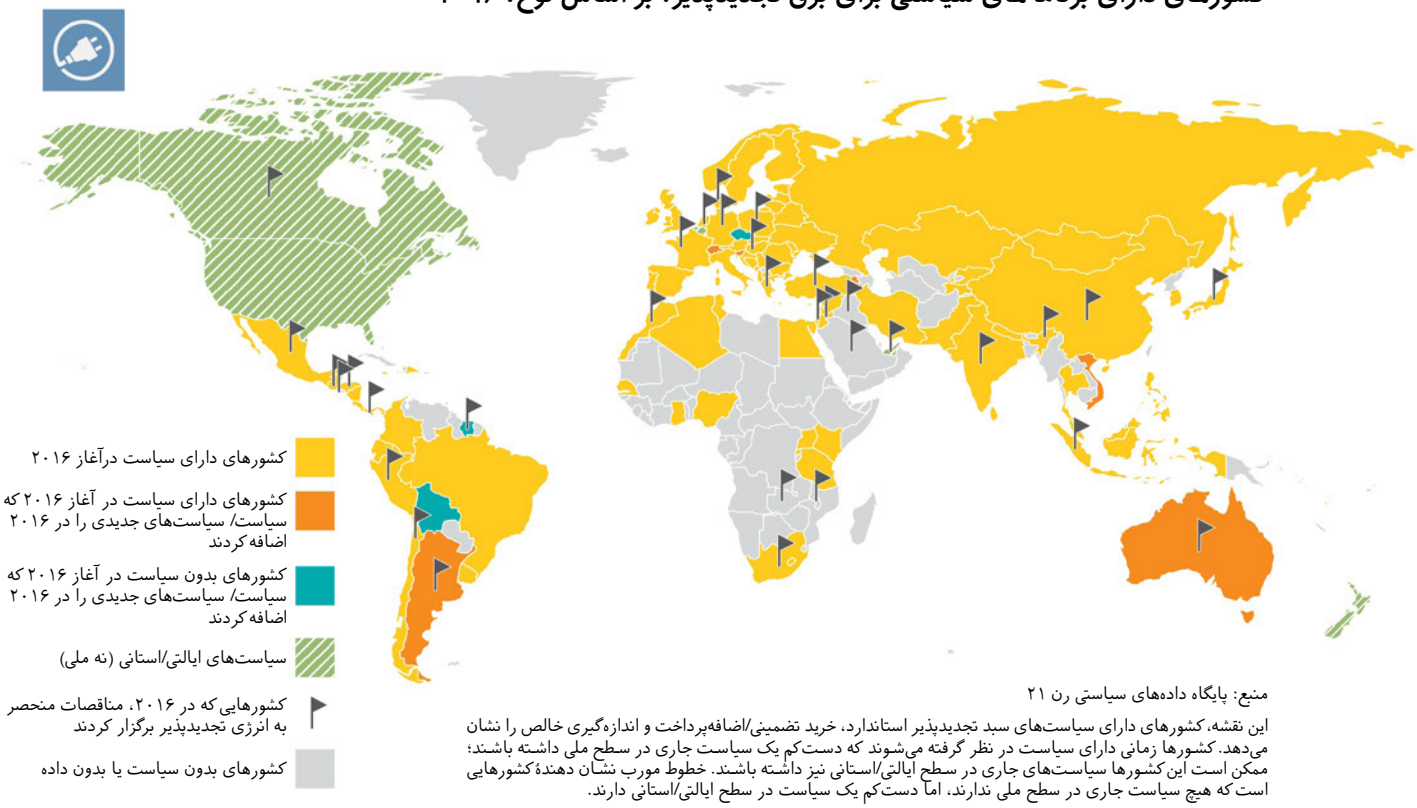
حمل‌ونقل: تعداد کشورهای دارای ضوابط اجباری ترکیب زیست‌سوخت اساساً ثابت مانده است و از ۲۰۱۵ تنها ۲ کشور جدید این سیاست را اعمال کرده‌اند. همچنین، سیاست‌های جامع حمل‌ونقل که تجدیدپذیرها را با وسایل نقلیهٔ برقی پیوند دهد، با سرعت کافی پیش نمی‌رود.

گرمایش‌وسرمایش: مانند ۲۰۱۵، همچنان ۲۱ کشور دارای ضوابط گرمایش تجدیدپذیرند و به این ترتیب، ۲۰۱۶ سومین سال متوالی بود که هیچ کشور جدیدی این سیاست را در پیش نگرفت.

کارایی انرژی: اگرچه بسیاری از کشورها اهداف کارایی انرژی را اتخاذ کرده‌اند، هنوز برخی از آن‌ها، به‌خصوص در کشورهای در حال توسعه، با کمبود سیاست‌هایی برای دست یافتن به آن اهداف روبه‌رو هستند. به‌علاوه، سیاست‌هایی که کارایی انرژی و تجدیدپذیرها را پشتیبانی می‌کند به اندازهٔ کافی در سطح جهانی یکپارچه نشده‌اند.

دورنمای سیاستی ۲۰۱۶

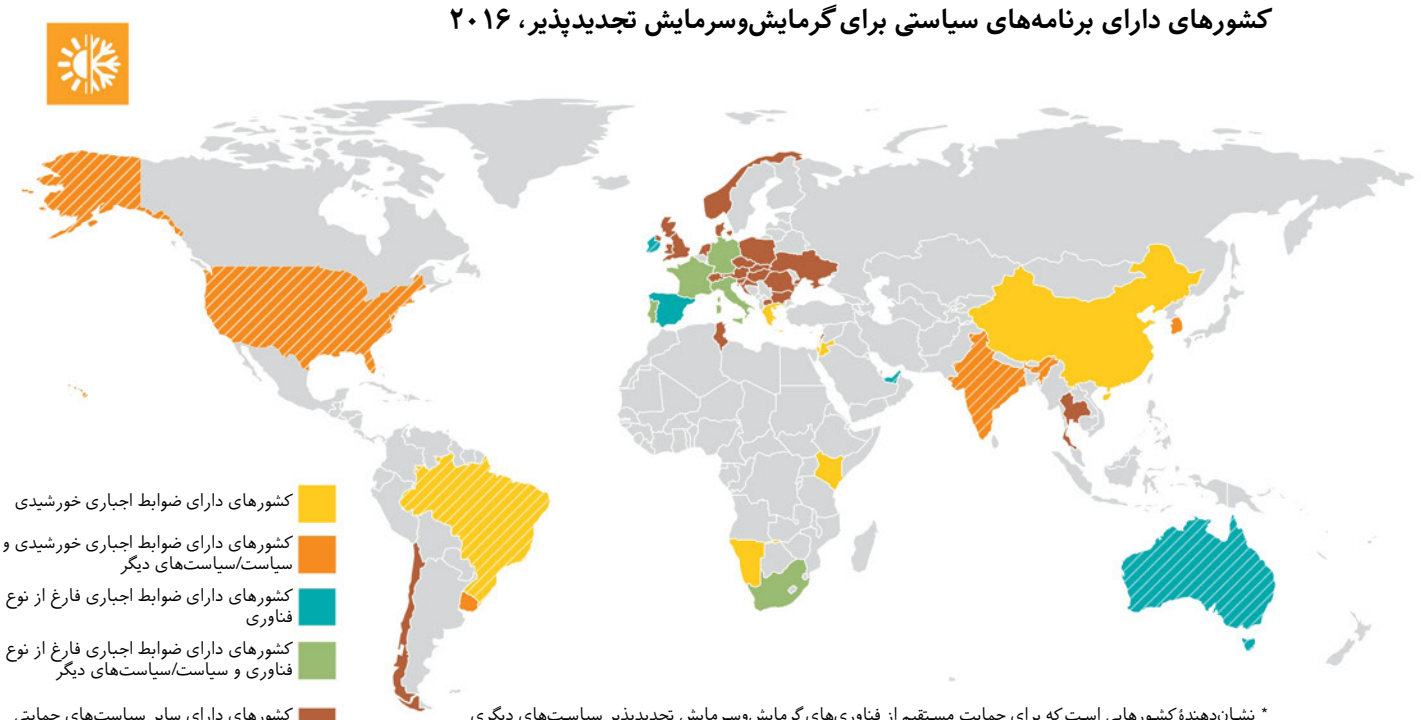
کشورهای دارای برنامه‌های سیاستی برای برق تجدیدپذیر، بر اساس نوع، ۲۰۱۶



منبع: پایگاه داده‌های سیاستی رن ۲۱

این نقشه، کشورهای دارای سیاست‌های سبد تجدیدپذیر استاندارد، خرید تضمینی/اضافه‌پرداخت و اندازه‌گیری خالص را نشان می‌دهد. کشورها زمانی دارای سیاست در نظر گرفته می‌شوند که دست‌کم یک سیاست جاری در سطح ملی داشته باشند؛ ممکن است این کشورها سیاست‌های جاری در سطح ایالتی/استانی نیز داشته باشند. خطوط مورب نشان دهندهٔ کشورهایی است که هیچ سیاست جاری در سطح ملی ندارند، اما دست‌کم یک سیاست در سطح ایالتی/استانی دارند.

کشورهای دارای برنامه‌های سیاستی برای گرمایش‌وسرمایش تجدیدپذیر، ۲۰۱۶

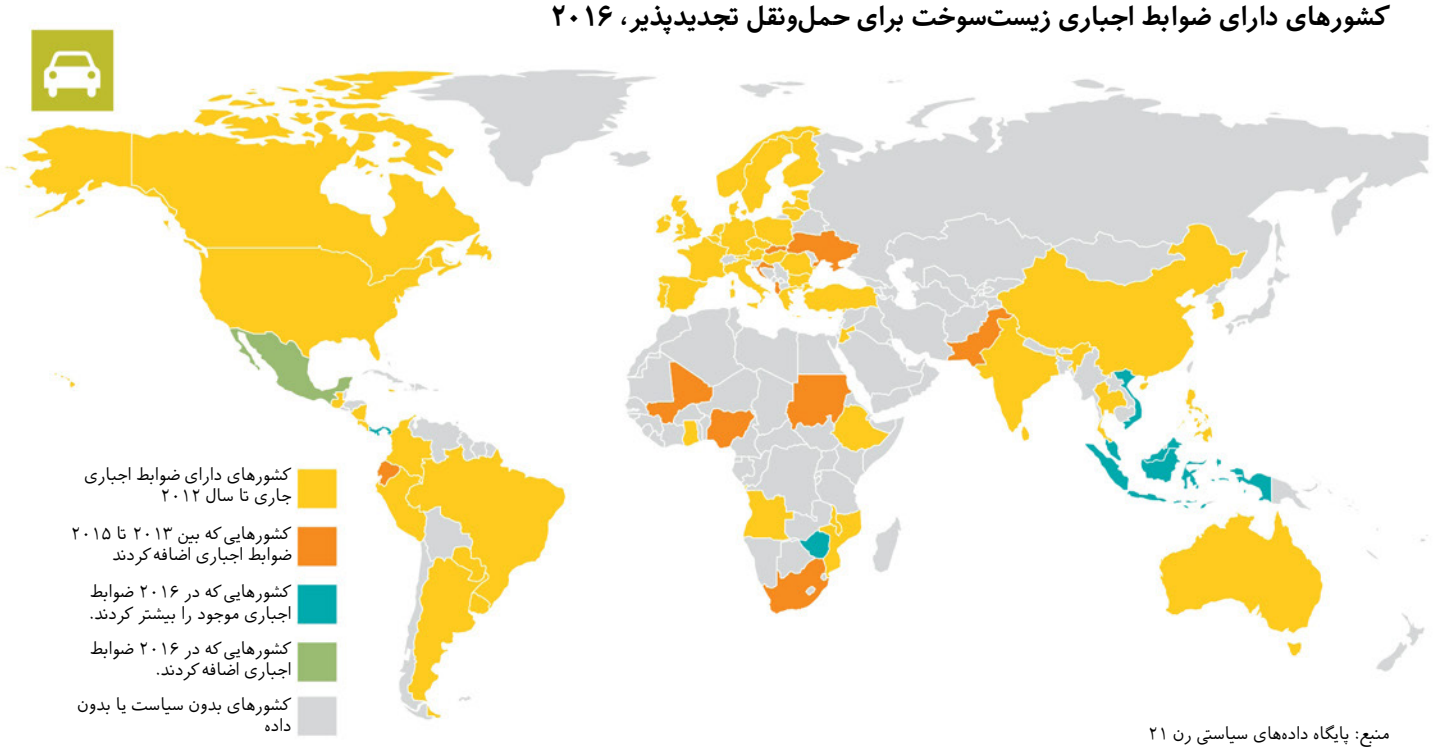


* نشان‌دهندهٔ کشورهایی است که برای حمایت مستقیم از فناوری‌های گرمایش‌وسرمایش تجدیدپذیر سیاست‌های دیگری دارند از جمله: یارانه، اعتبار مالیاتی، طرح‌های خرید تضمینی، مناقصه‌ها و ... .

توجه: این نقشه، کشورهای دارای سیاست‌های تنظیمی حمایتی مستقیم و مشوق‌های مالی برای فناوری‌های گرمایش‌وسرمایش تجدیدپذیر را نشان می‌دهد. کشورها زمانی دارای سیاست در نظر گرفته می‌شوند که دست‌کم یک سیاست جاری در سطح ملی داشته باشند؛ ممکن است این کشورها سیاست‌های جاری در سطح ایالتی/استانی نیز داشته باشند. خطوط مورب نشان دهندهٔ کشورهایی است که هیچ سیاست جاری در سطح ملی ندارند، اما دست‌کم یک سیاست در سطح ایالتی/استانی دارند.

منبع: پایگاه داده‌های سیاستی رن ۲۱

کشورهای دارای ضوابط اجباری زیست‌سوخت برای حمل‌ونقل تجدیدپذیر، ۲۰۱۶



منبع: پایگاه داده‌های سیاستی رن ۲۱

توجه: این نقشه، کشورهای دارای ضوابط اجباری زیست‌سوخت در بخش حمل‌ونقل را نشان می‌دهد. کشورها زمانی دارای سیاست در نظر گرفته می‌شوند که دست‌کم یک سیاست جاری در سطح ملی داشته باشند؛ ممکن است این کشورها سیاست‌های جاری در سطح ایالتی/استانی نیز داشته باشند. بولیوی، جمهوری دومنیکن، فلسطین و زامبیا ضوابط اجباری را بین ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۲ اضافه کردند، اما طی ۲۰۱۳ تا ۲۰۱۵ آنها را حذف کردند.

مشاغل ۲۰۱۶

وضعیت کار در انرژی تجدیدپذیر

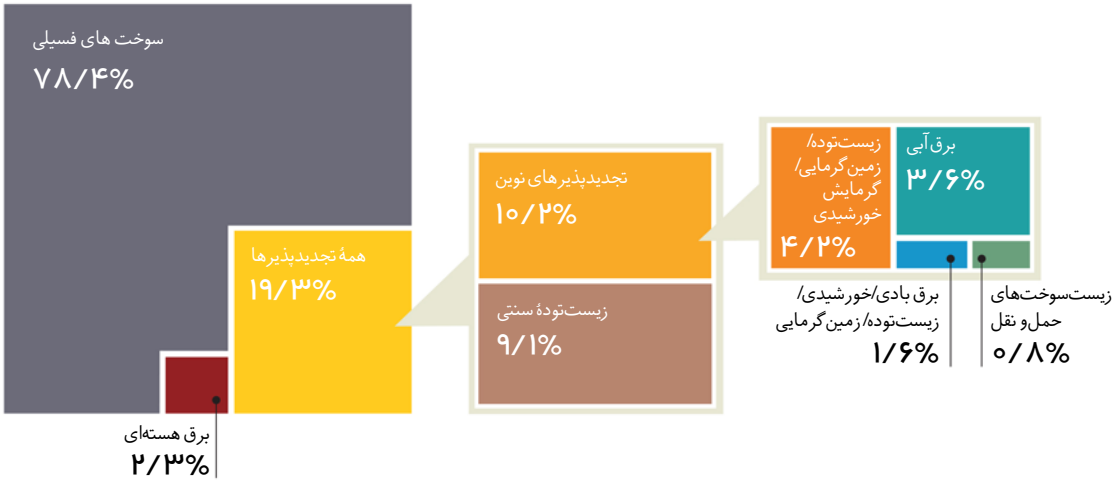
۸/۳ میلیون + ۱/۵ میلیون

کل جهان: ۹/۸ میلیون شغل

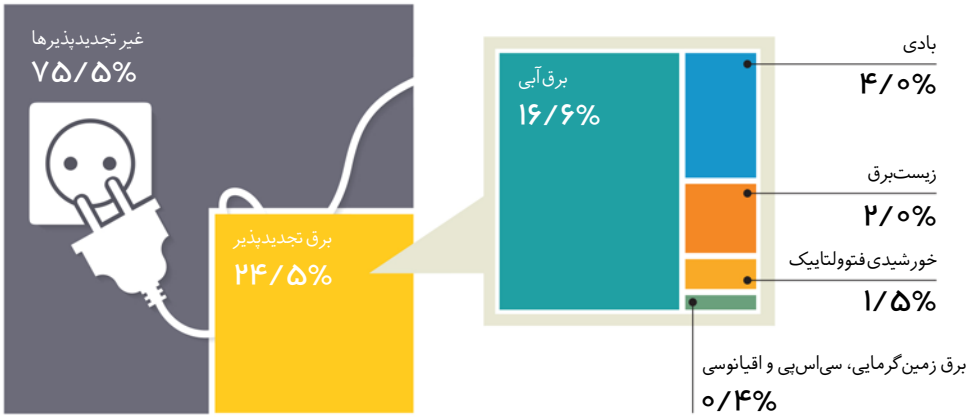
منبع: آژانس بین‌المللی انرژی تجدیدپذیر

نمودارهای کلیدی جی‌اس‌آر ۲۰۱۷

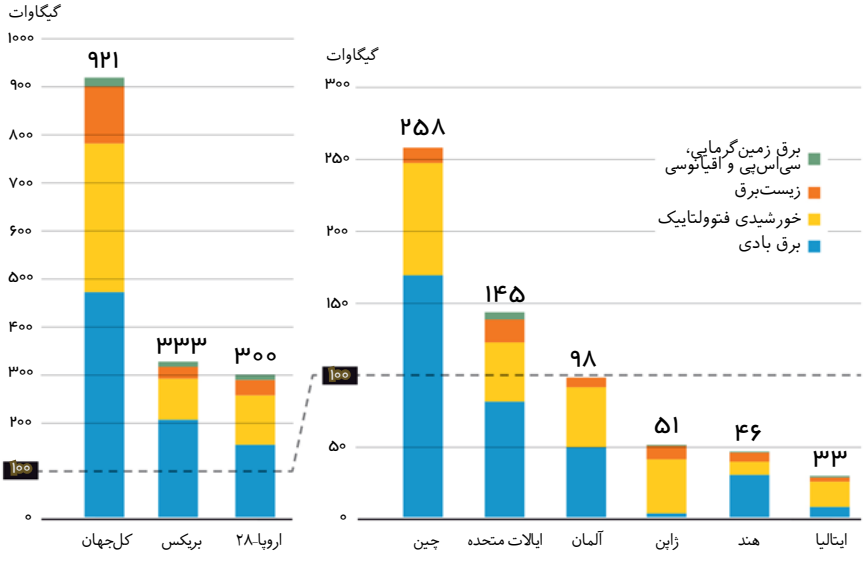
سهم تقریبی انرژی تجدیدپذیر از مصرف انرژی نهایی جهان، ۲۰۱۵



سهم تقریبی انرژی تجدیدپذیر از تولید برق جهانی، پایان ۲۰۱۶



ظرفیت‌های برق تجدیدپذیر* در جهان، بریکس، اروپا-۲۸ و شش کشور نخست، ۲۰۱۶

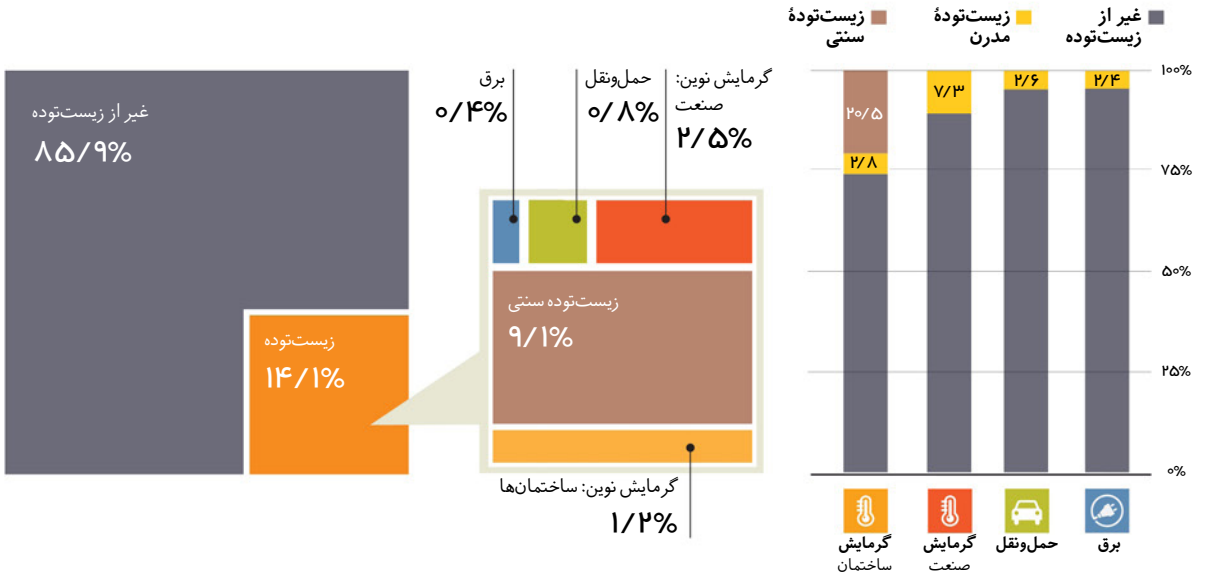


* شامل برق‌آبی نمی‌شود؛ زیرا برق‌آبی همچنان بزرگترین بخش از ظرفیت برق تجدیدپذیر را تشکیل می‌دهد. از این روی، در نظر گرفتن آن ممکن است مانع دیده شدن پیشرفت در سایر بخش‌های تجدیدپذیر شود.

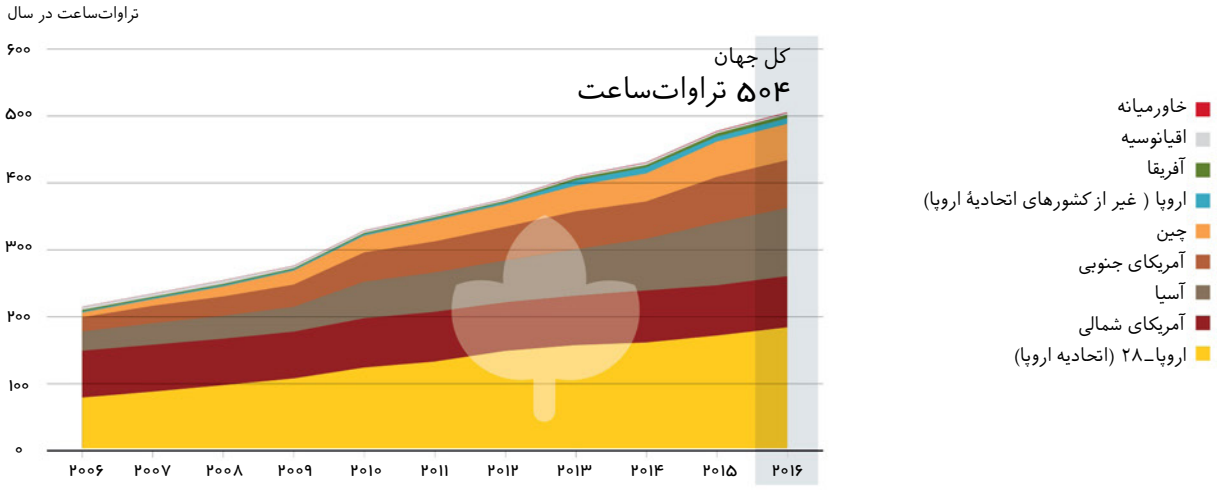
پنج کشور بریکس عبارتند از: برزیل، روسیه، هند، چین و آفریقای جنوبی

انرژی زیست‌توده

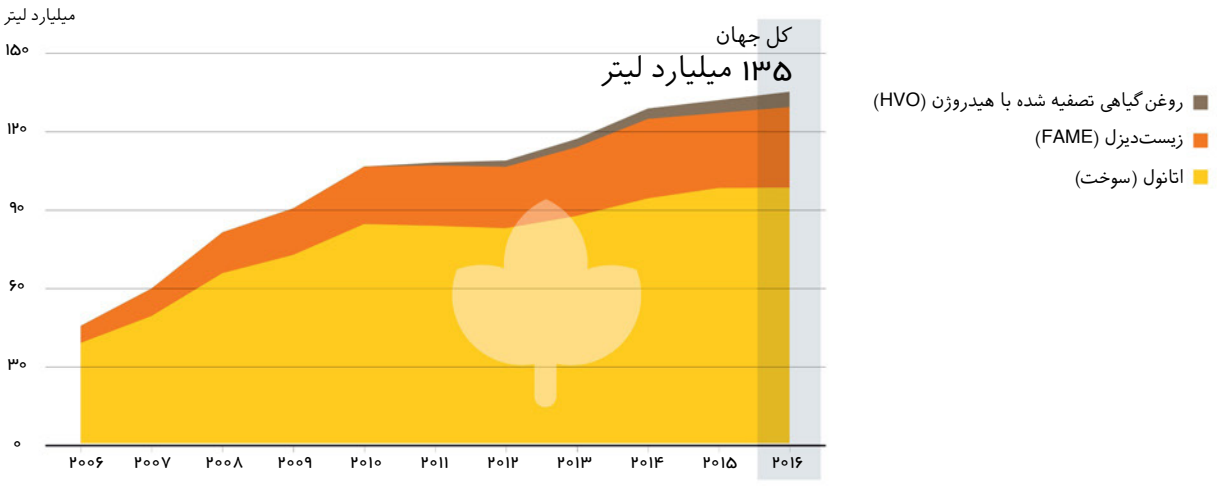
سهم زیست‌توده از مجموع مصرف انرژی نهایی و از مصرف انرژی نهایی توسط بخش‌های مختلف، ۲۰۱۵



تولید جهانی زیست‌توده، بر اساس منطقه، ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۶

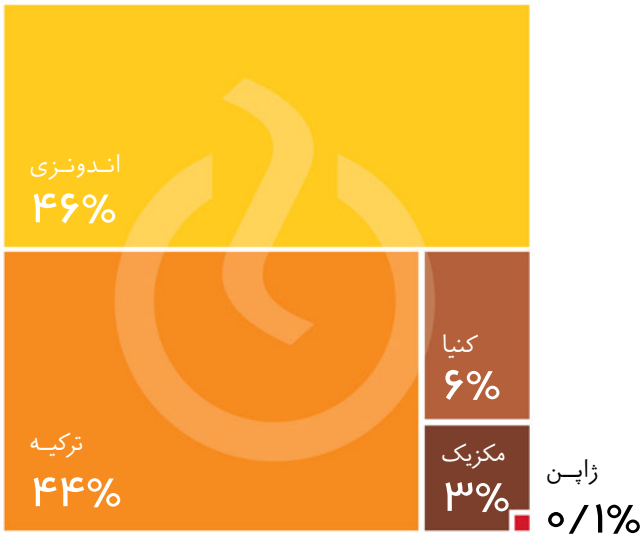


روندهای جهانی در تولید اتانول، زیست‌دیزل و روغن گیاهی تصفیه شده با هیدروژن، ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۶

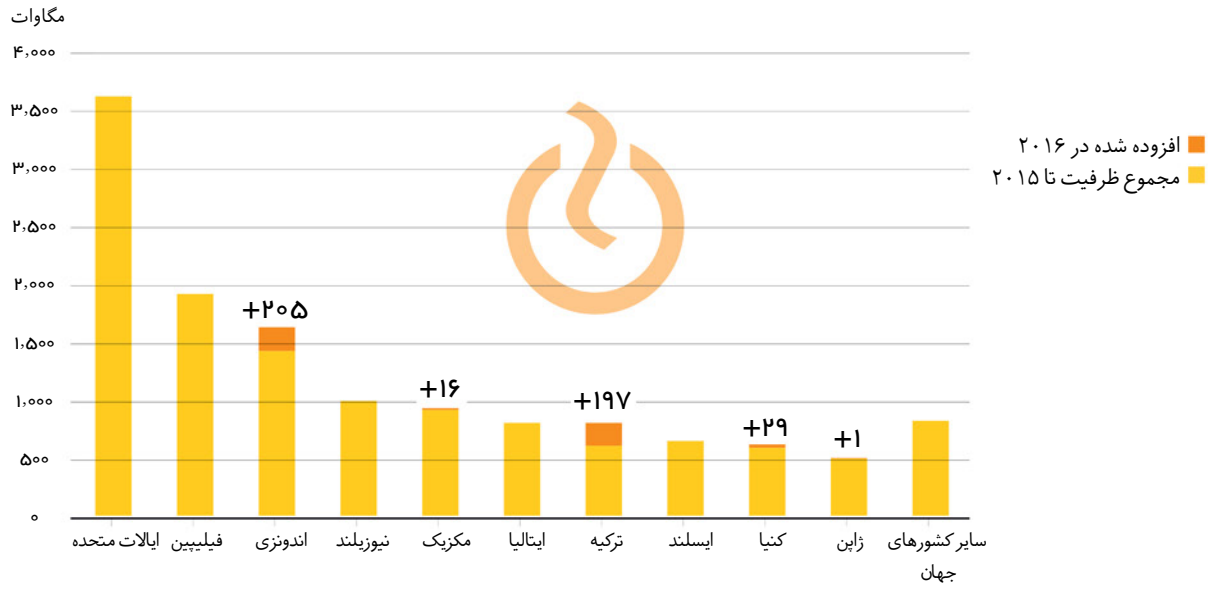


برق زمین‌گرمایی

ظرفیت افزوده شدهٔ برق زمین‌گرمایی، بر اساس سهم هر کشور، ۲۰۱۶



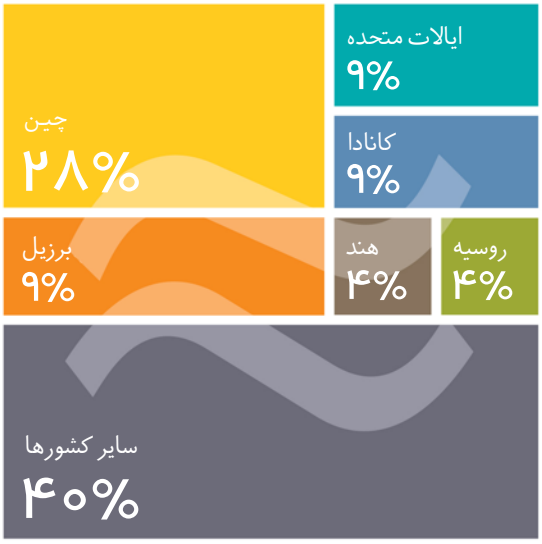
ظرفیت موجود و افزوده شدهٔ برق زمین‌گرمایی، ده کشور نخست، ۲۰۱۶



اندونزی و **ترکیه** در زمینهٔ نصب ظرفیت‌های **جدید برق زمین‌گرمایی** پیشتاز بودند و **اروپا** همچنان بازاری فعال در زمینهٔ **گرمایش زمین‌گرمایی** باقی ماند.

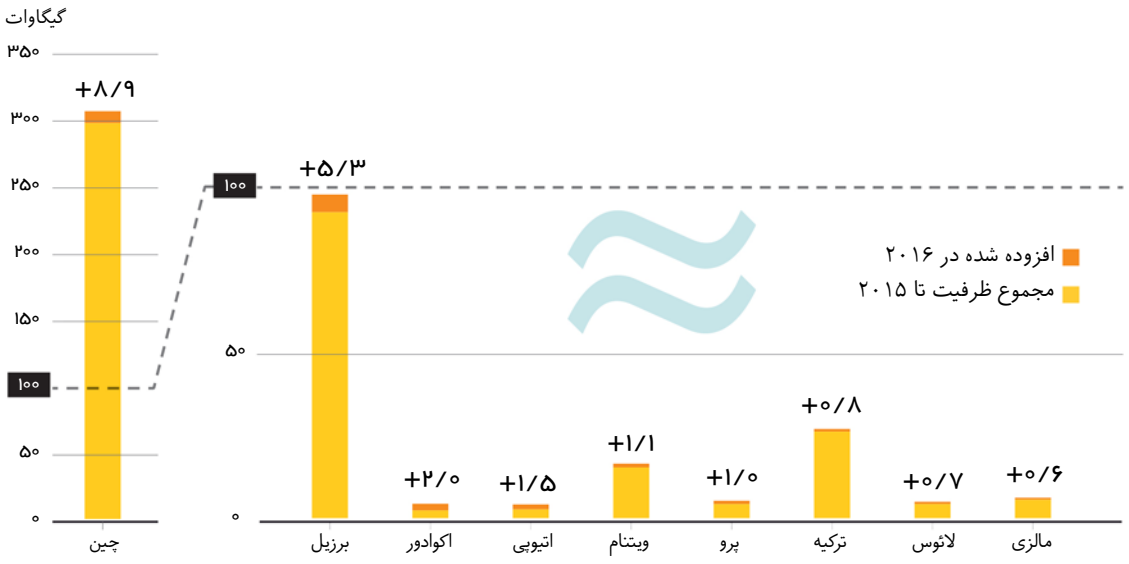
برق آبی

ظرفیت برق‌آبی در جهان، سهم شش کشور نخست و سایر نقاط جهان، ۲۰۱۶



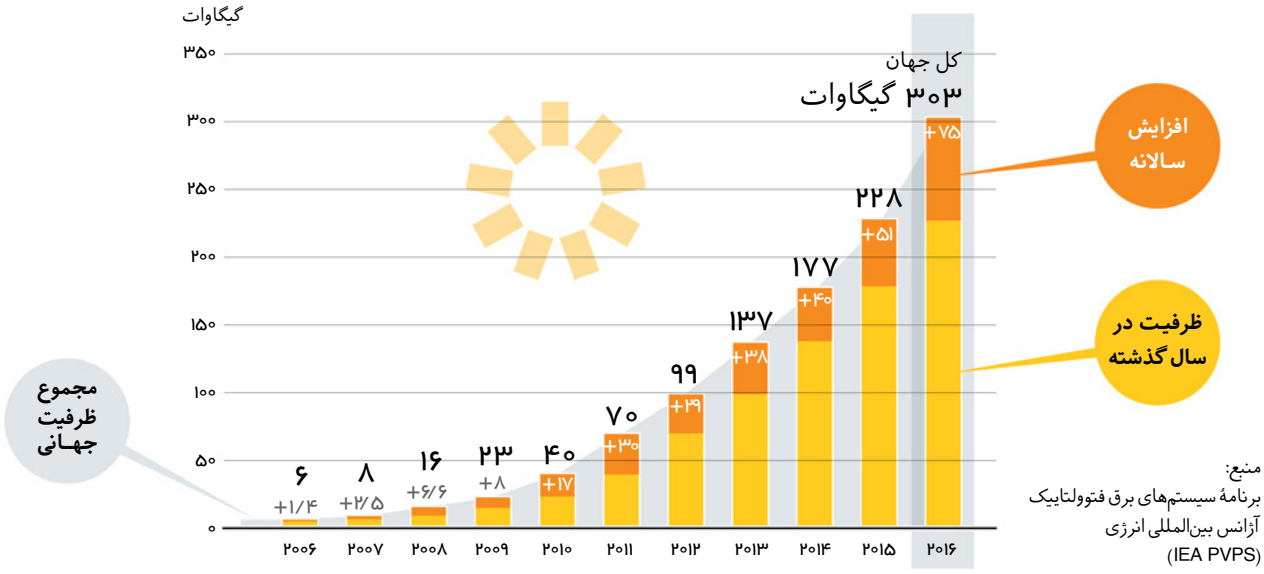
دست‌کم ۲۵ گیگاوات ظرفیت برق‌آبی راه‌اندازی شد و ۶ گیگاوات به ظرفیت تلمبه‌ذخیره‌ای افزوده شد.

ظرفیت موجود و افزوده‌شدهٔ برق‌آبی، نه کشور نخست در ظرفیت افزوده‌شده، ۲۰۱۶



خورشیدی فتوولتاییک

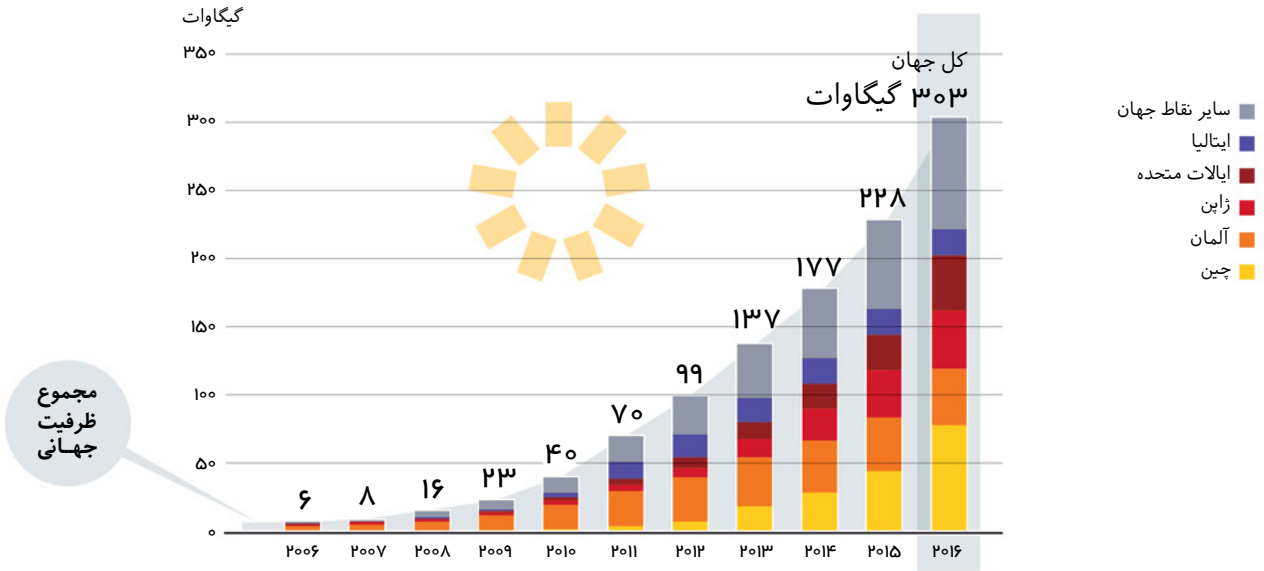
ظرفیت جهانی خورشیدی فتوولتاییک و افزایش سالانهٔ آن، ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۶



منبع:
برنامهٔ سیستم‌های برق فتوولتاییک
آژانس بین‌المللی انرژی
(IEA PVPS)

در ۲۰۱۶، دست‌کم ۷۵ گیگاوات به ظرفیت خورشیدی فتوولتاییک در جهان افزوده شد که این برابر است با نصب بیش از ۳۱,۰۰۰ صفحهٔ خورشیدی در هر ساعت.

ظرفیت جهانی خورشیدی فتوولتاییک، بر اساس کشور و منطقه، ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۶

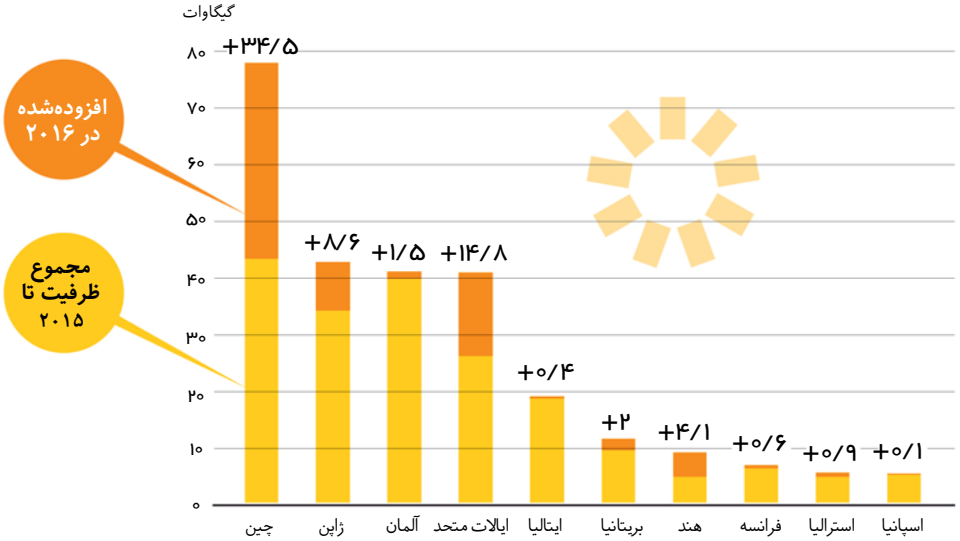


ظرفیت موجود وافزوده‌شدهٔ خورشیدی فتوولتاییک، ده کشور نخست، ۲۰۱۶

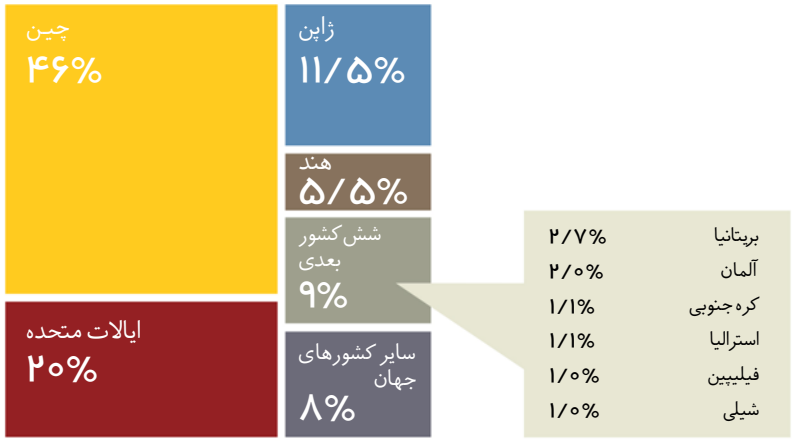
٪۴۶

از ظرفیت جدید

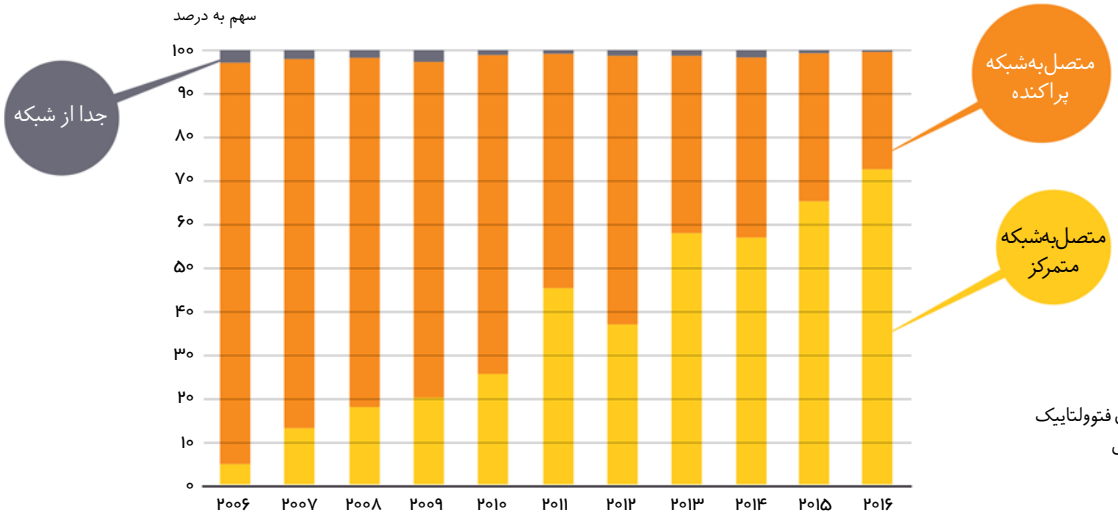
به چین اختصاص داشت.



ظرفیت افزوده‌شدهٔ خورشیدی فتوولتاییک در جهان، سهم ده کشور نخست و سایر کشورهای جهان، ۲۰۱۶



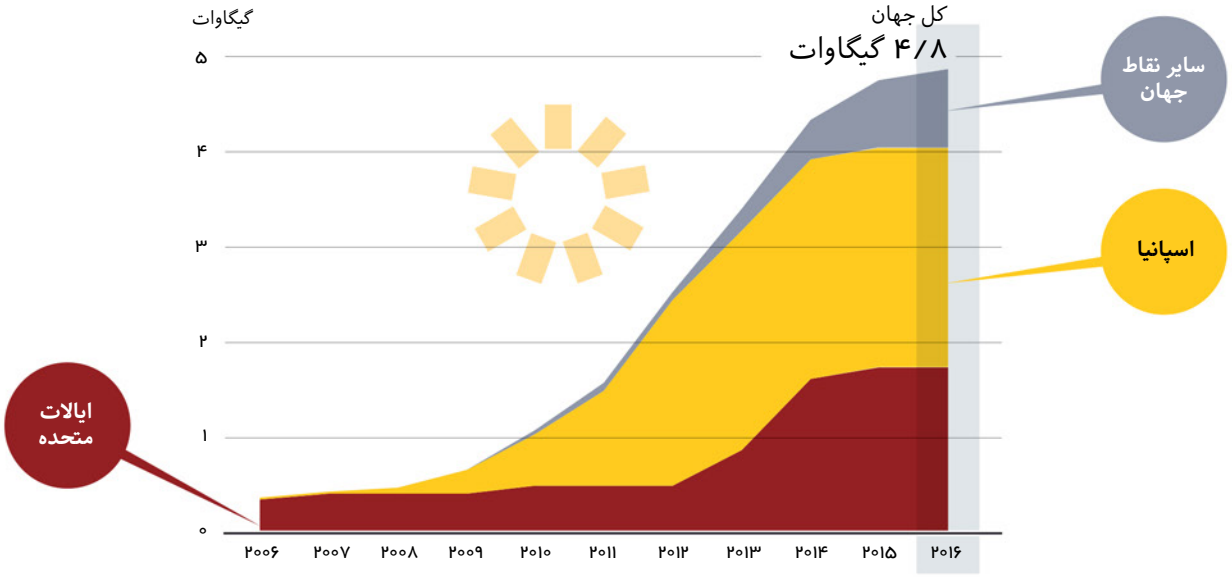
ظرفیت‌های افزوده‌شدهٔ خورشیدی فتوولتاییک در جهان، سهم ظرفیت‌های نصب‌شدهٔ متصل‌به‌شبکه و جدا از شبکه، ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۶



منبع:
برنامهٔ سیستم‌های برق فتوولتاییک
آژانس بین‌المللی انرژی
(IEA PVPS)

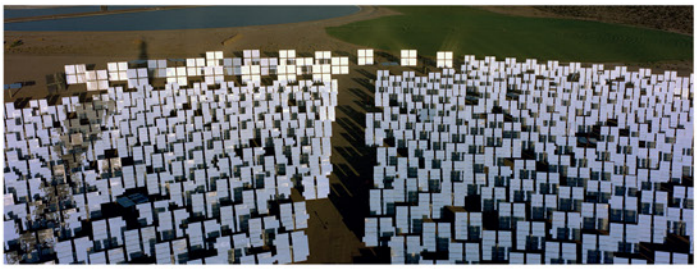
برق خورشیدی متمرکز (سی‌اس‌پی)

ظرفیت جهانی برق حرارتی خورشیدی متمرکز، بر اساس کشور و منطقه، ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۶

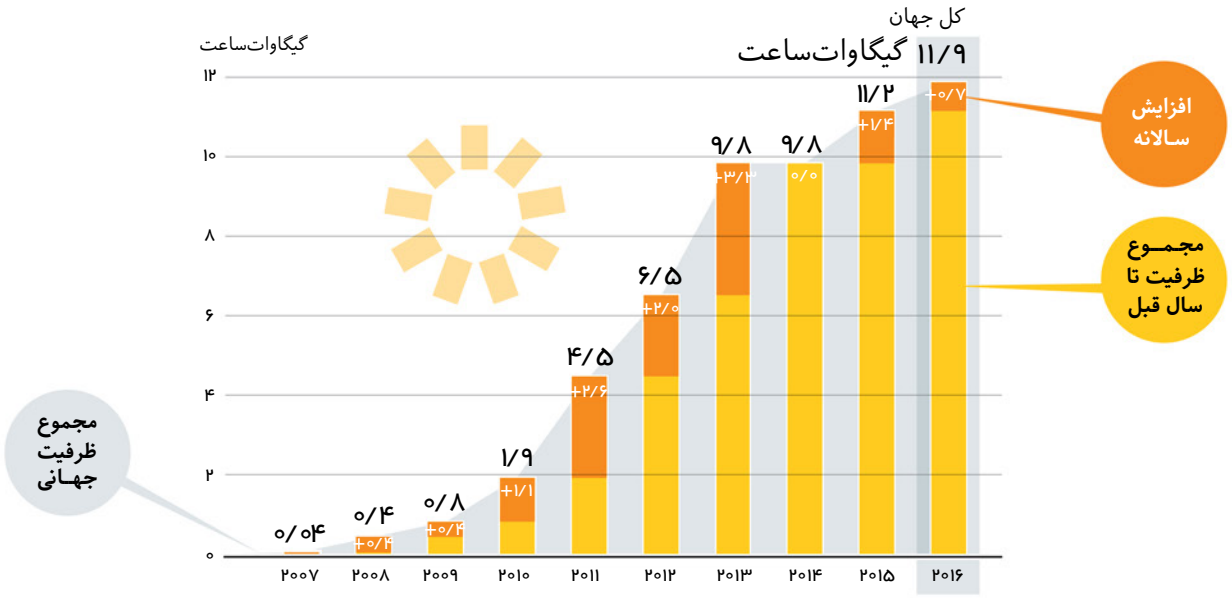


ذخیرهٔ انرژی حرارتی

در همهٔ تأسیسات جدیدی که وارد مدار شدند به کار گرفته شد.

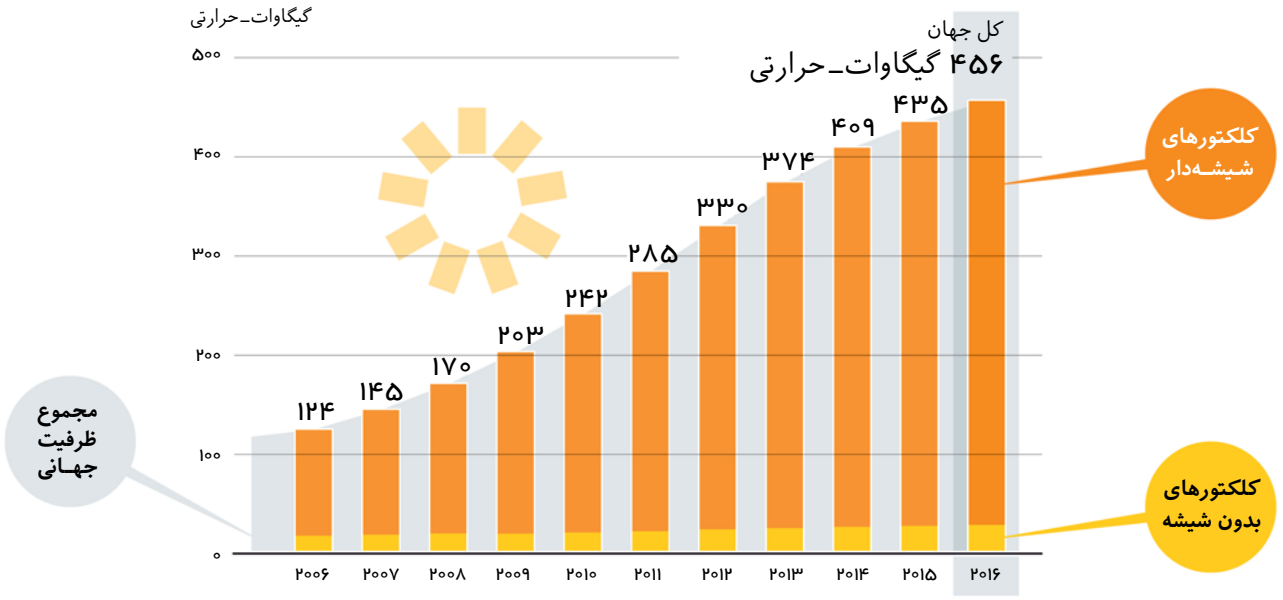


ظرفیت موجود و افزوده شدهٔ ذخیرهٔ انرژی حرارتی سی‌اس‌پی در جهان، ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۶



گرمایش و سرمایش حرارتی خورشیدی

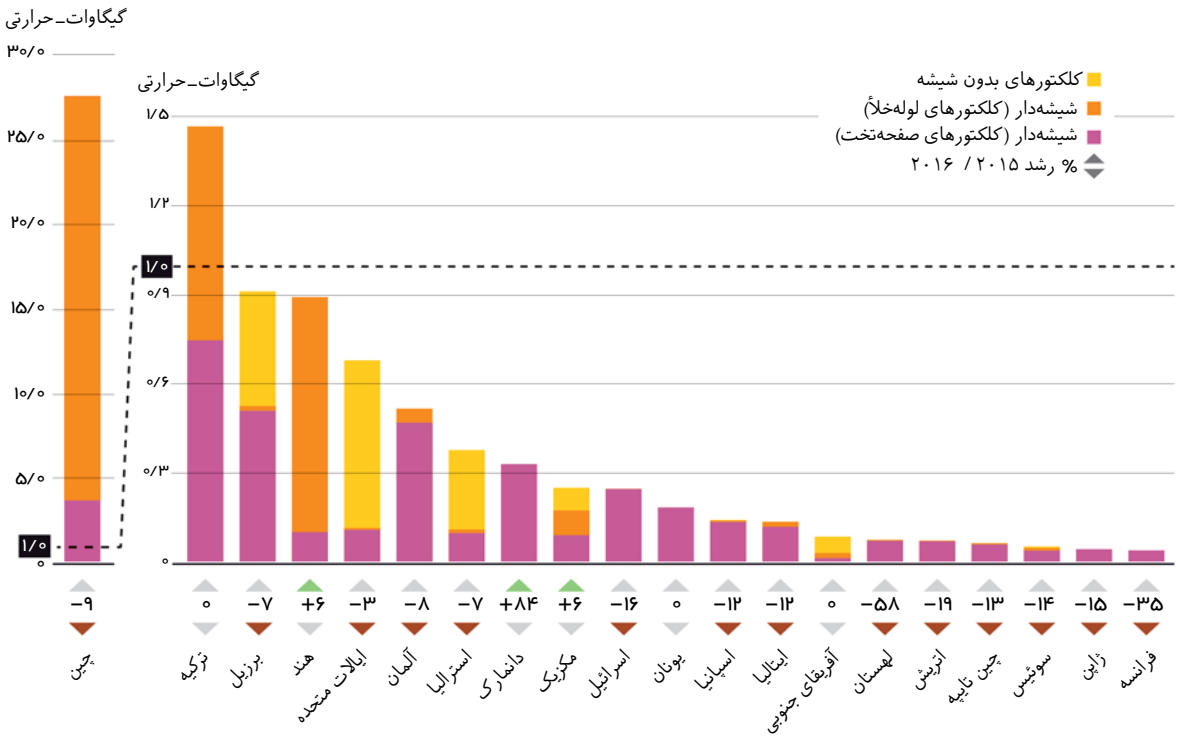
ظرفیت جهانی کلکتورهای آب گرم خورشیدی، ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۶



منبع: برنامهٔ گرمایش و سرمایش خورشیدی آژانس بین‌المللی انرژی (IEA SHC)

در ۲۰۱۶، ظرفیت گرمایش خورشیدی محله‌ای در دانمارک **دو برابر** شد.

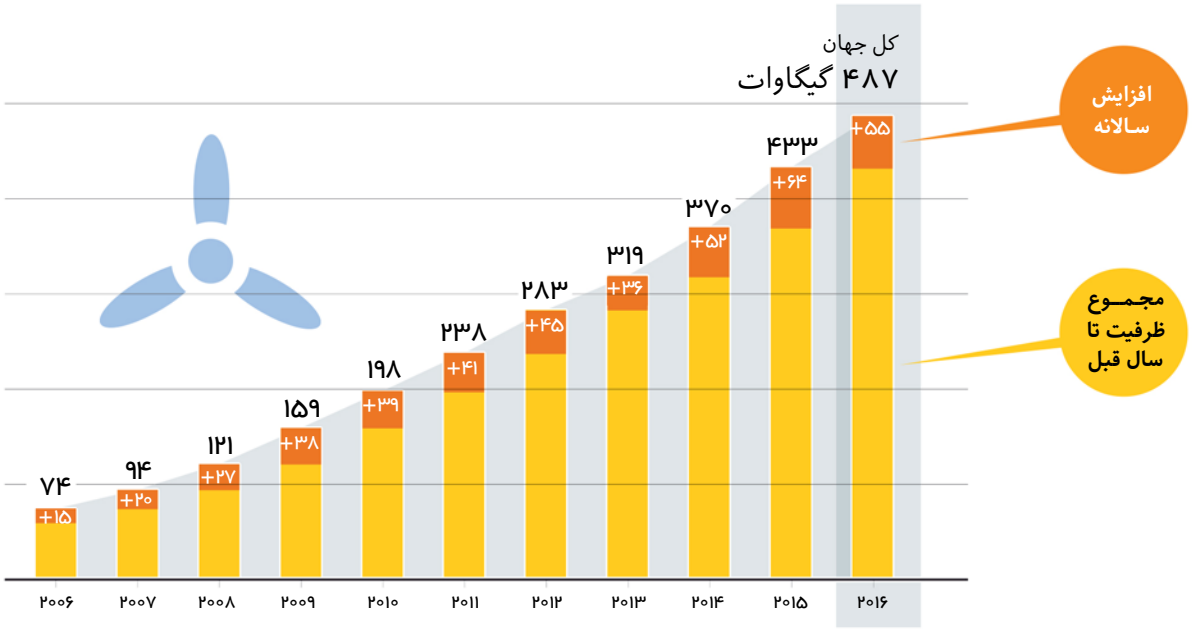
ظرفیت افزوده شدهٔ کلکتورهای آب گرم خورشیدی، بیست کشور نخست، ۲۰۱۶



توجه: افزایش‌ها بیان‌کنندهٔ ظرفیت افزوده شدهٔ ناخالص هستند.

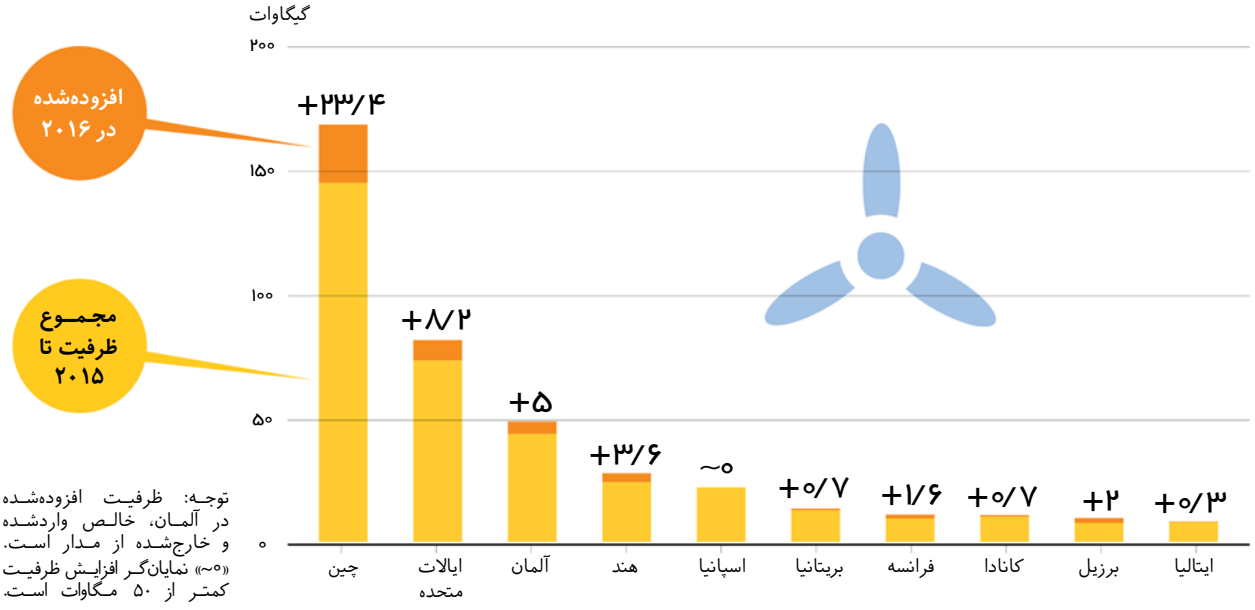
برق بادی

ظرفیت جهانی برق بادی و افزایش سالانهٔ آن، ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۶



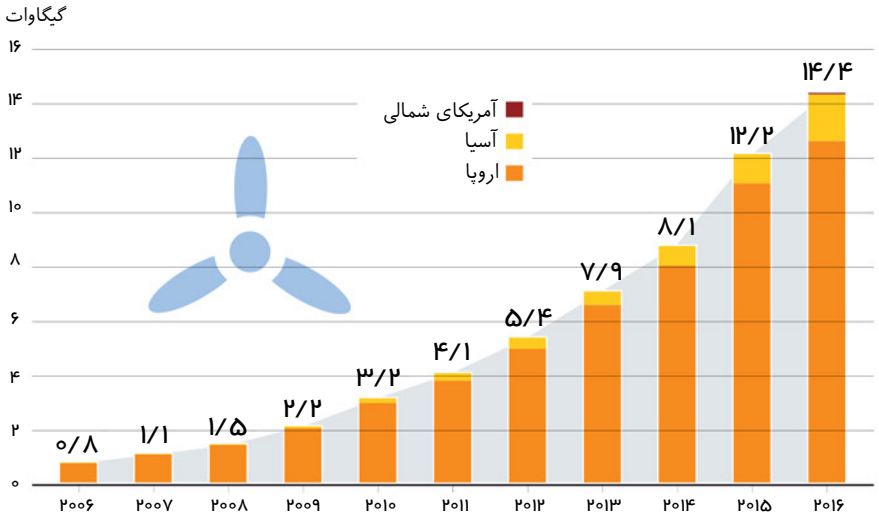
تا پایان ۲۰۱۶، **بیش از ۹۰ کشور** در توسعهٔ پروژه‌های بادی فعال بودند و **۲۹ کشور** بیش از ۱ گیگاوات در حال بهره‌برداری داشتند.

ظرفیت موجود و افزوده شدهٔ برق بادی، ده کشور نخست، ۲۰۱۶



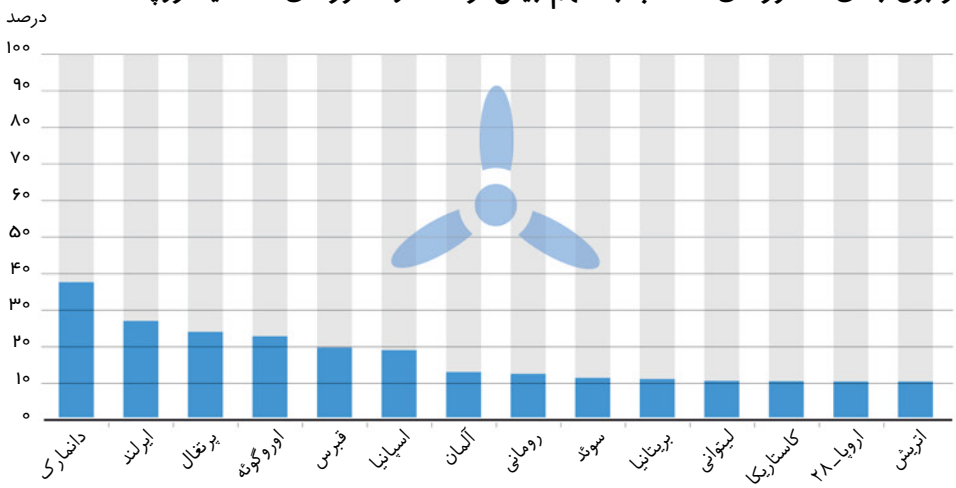
توجه: ظرفیت افزوده‌شده در آلمان، خالص واردشده و خارج‌شده از مدار است. «~۰» نمایانگر افزایش ظرفیت کمتر از ۵۰ مگاوات است.

ظرفیت برق بادی فراساحلی در جهان، بر اساس منطقه، ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۶



سهم تأمین تقاضای برق از برق بادی، کشورهای منتخب با سهم بیش از ۱۰٪ و کشورهای اتحادیه اروپا، ۲۰۱۶

برق بادی در تعداد رو به رشدی از بازارها کم‌هزینه‌ترین گزینه برای ایجاد ظرفیت‌های جدید برق شده است.

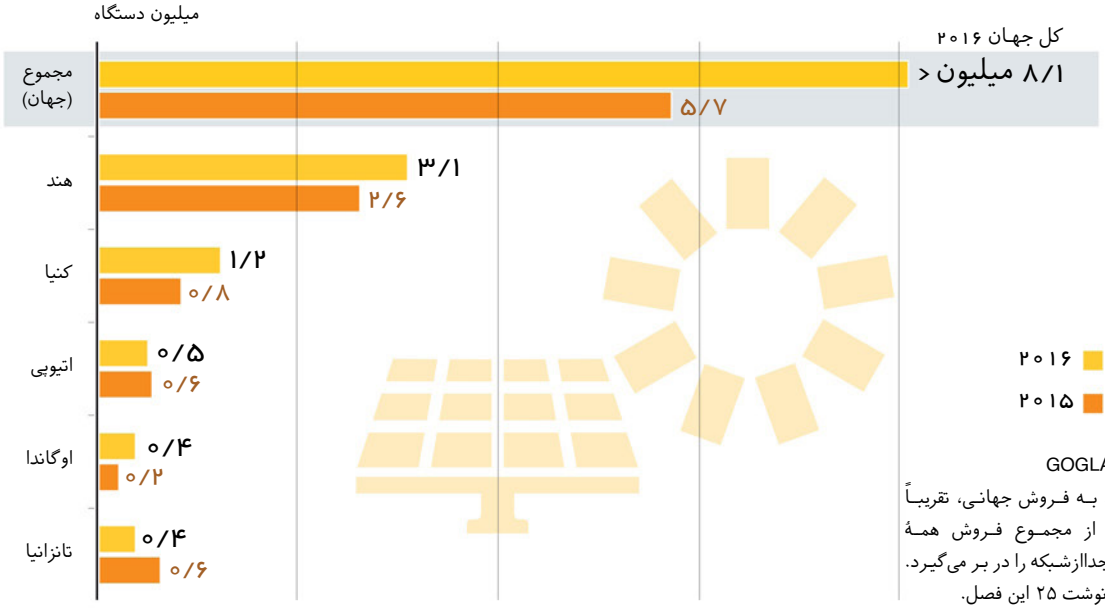


سهم بازار ده تولیدکنندهٔ نخست توربین‌های بادی، ۲۰۱۶

منبع: شرکت مشاور اف‌تی‌آی

انرژی تجدیدپذیر پراکنده

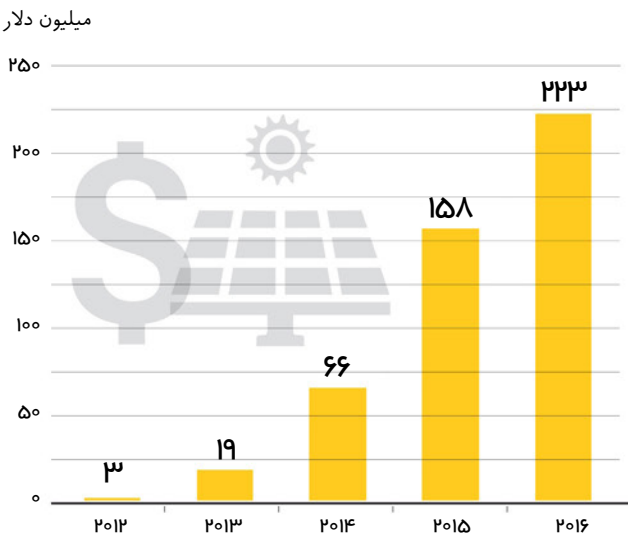
فروش سیستم‌های خورشیدی جدا از شبکه در پنج کشور نخست، ۲۰۱۵ تا ۲۰۱۶



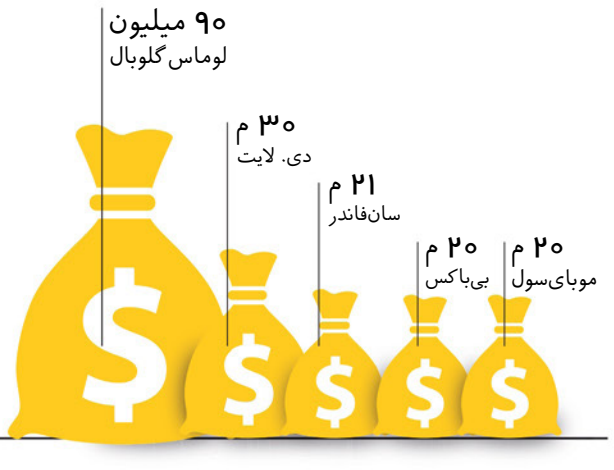
منبع: GOGLA/IFC
دادهٔ مربوط به فروش جهانی، تقریباً ۵۰ درصد از مجموع فروش همهٔ محصولات جداازشبکه را در بر می‌گیرد.
ر.ک. به پی‌نوشت ۲۵ این فصل.

بازار **شبکه‌های کوچک** انرژی تجدیدپذیر در ۲۰۱۶ شتاب گرفت و تا پایان سال از **۲۰۰ میلیارد دلار آمریکا** در سال فراتر رفت.

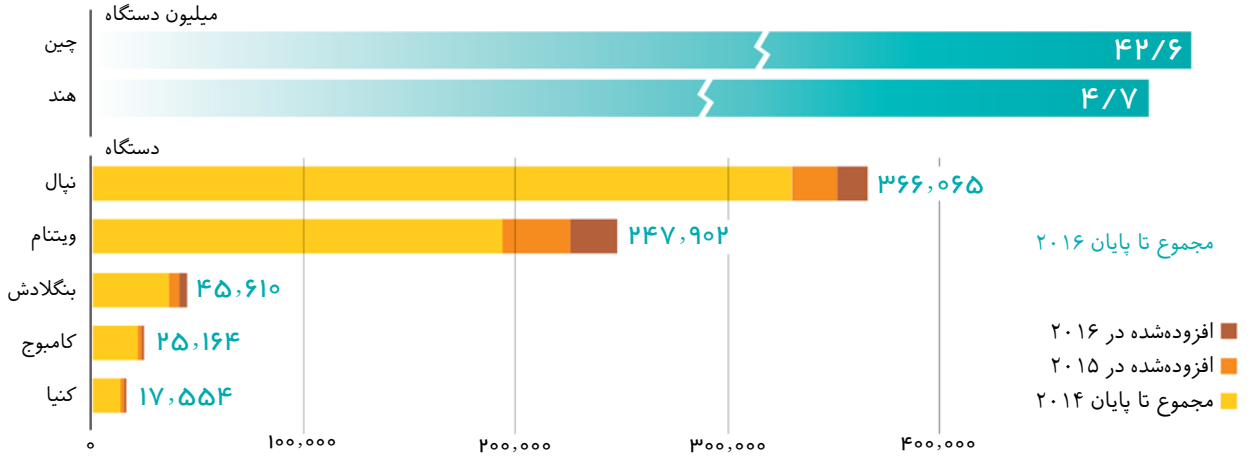
سرمایه‌گذاری در شرکت‌های پرداخت در حین استفاده، ۲۰۱۲ تا ۲۰۱۶



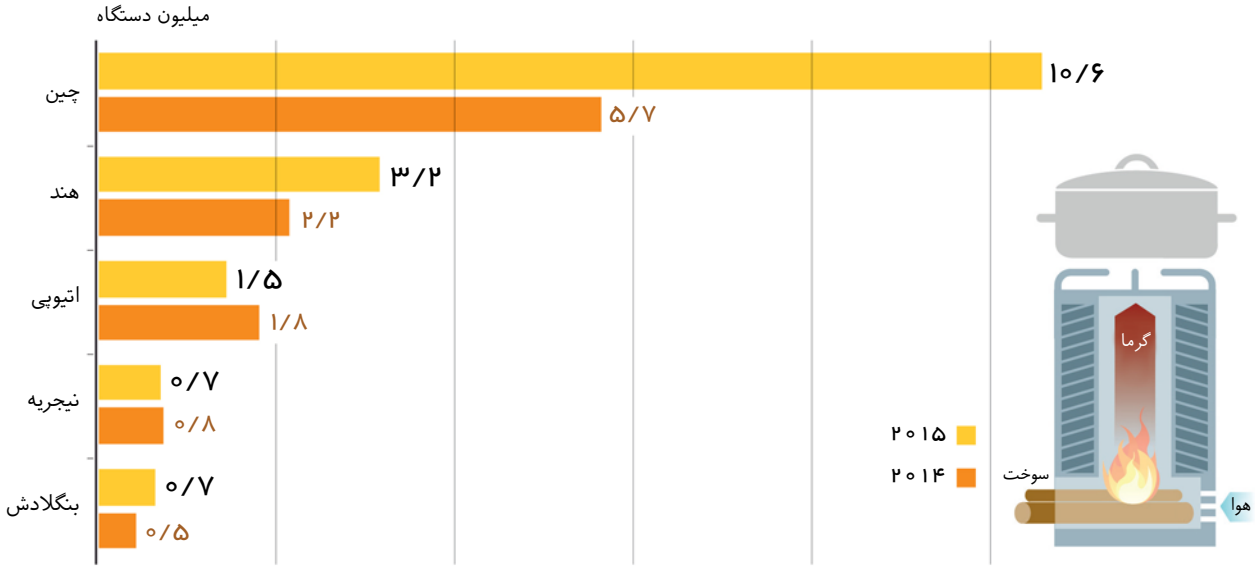
۵ شرکت نخست «پرداخت در حین استفاده» خورشیدی (از لحاظ سرمایه‌گذاری)



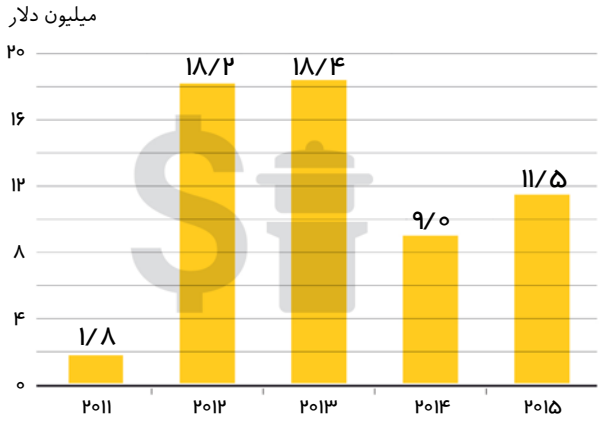
تعداد واحدهای زیست‌گاز نصب‌شده در پنج کشور نخست، مجموع و افزایش سالانه، ۲۰۱۴ تا ۲۰۱۶



تعداد خوراک‌پزهای پاک افزوده‌شده در پنج کشور نخست، ۲۰۱۴ و ۲۰۱۵

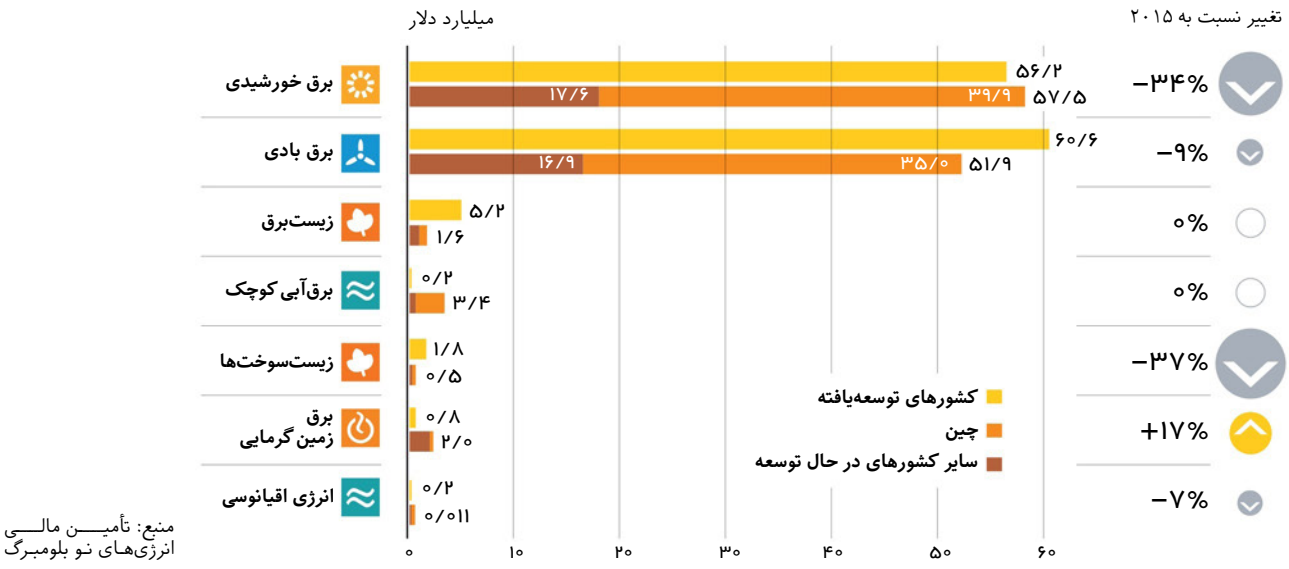


سرمایه‌گذاری در خوراک‌پزهای پاک، ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۵

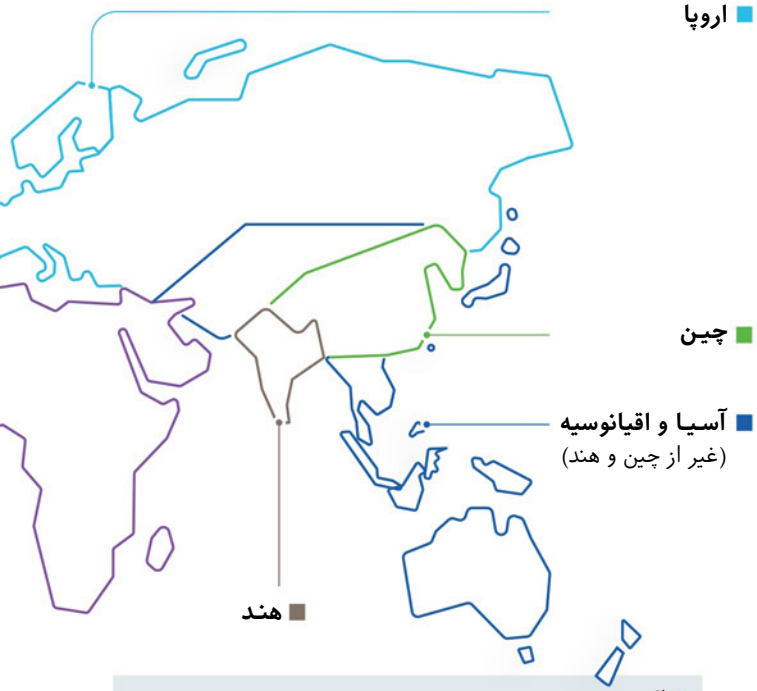


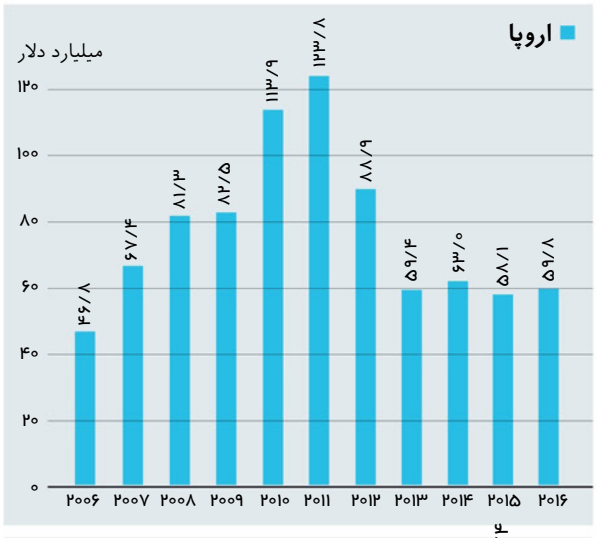
سرمایه‌گذاری جهانی ۲۰۱۶

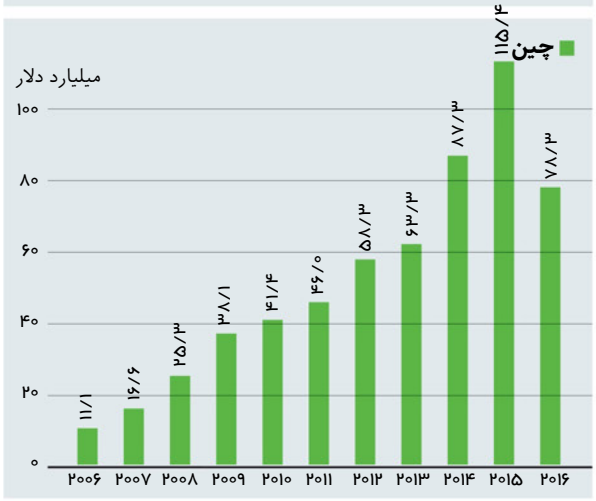
سرمایه‌گذاری جدید جهانی در انرژی تجدیدپذیر بر اساس فناوری، کشورهای توسعه‌یافته و درحال‌توسعه، ۲۰۱۶

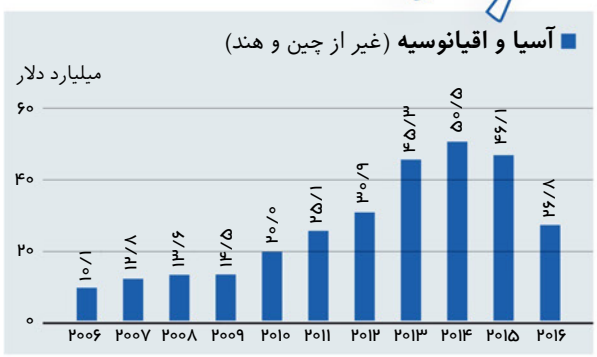


منبع: تأمین مالی انرژی‌های نو بلومبرگ





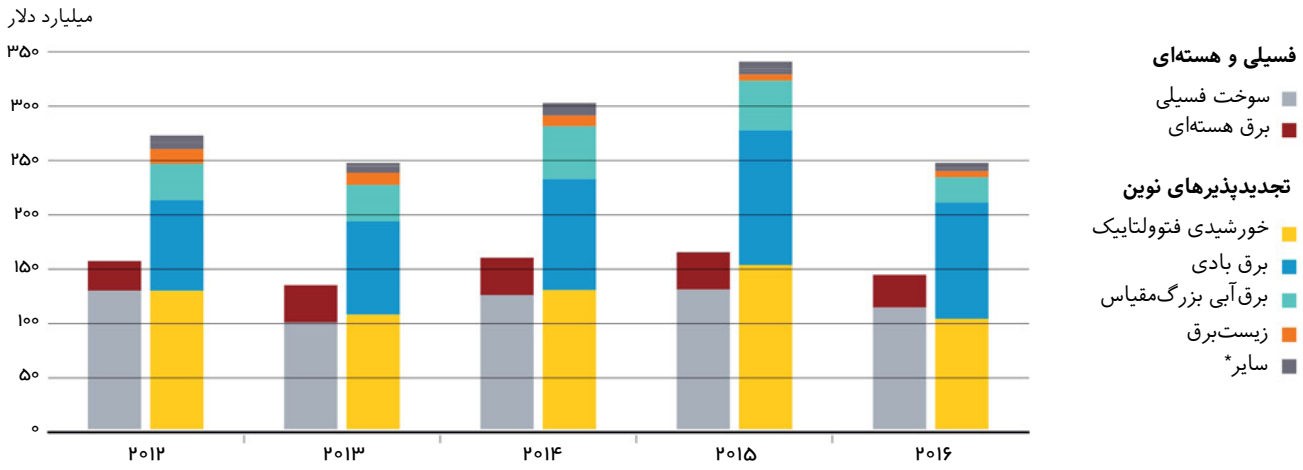




منبع: تأمین مالی انرژی‌های نو بلومبرگ

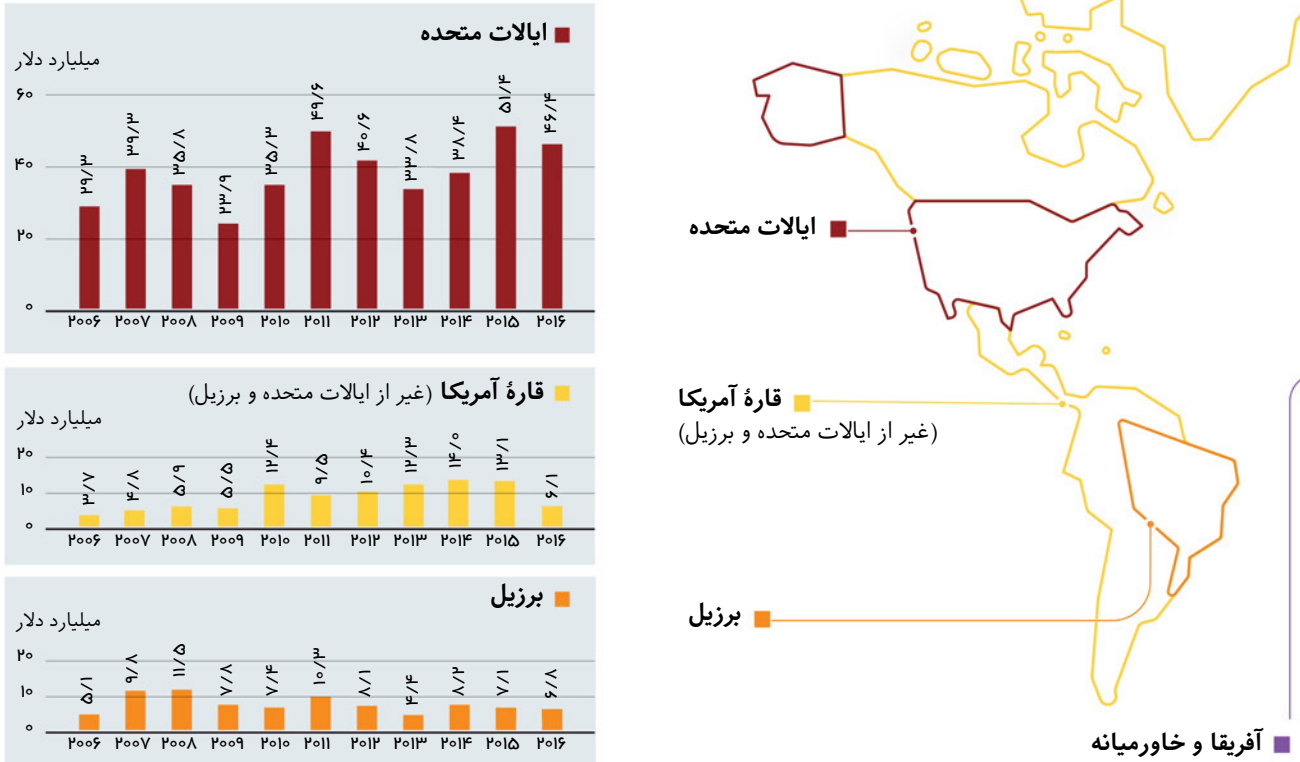
توجه: داده‌های تحقیق و توسعهٔ دولتی و خصوصی را نیز در بر دارد.

سرمایه‌گذاری جهانی در ظرفیت برق، بر اساس نوع (تجدیدپذیر، فسیلی و هسته‌ای)، ۲۰۱۲ تا ۲۰۱۶



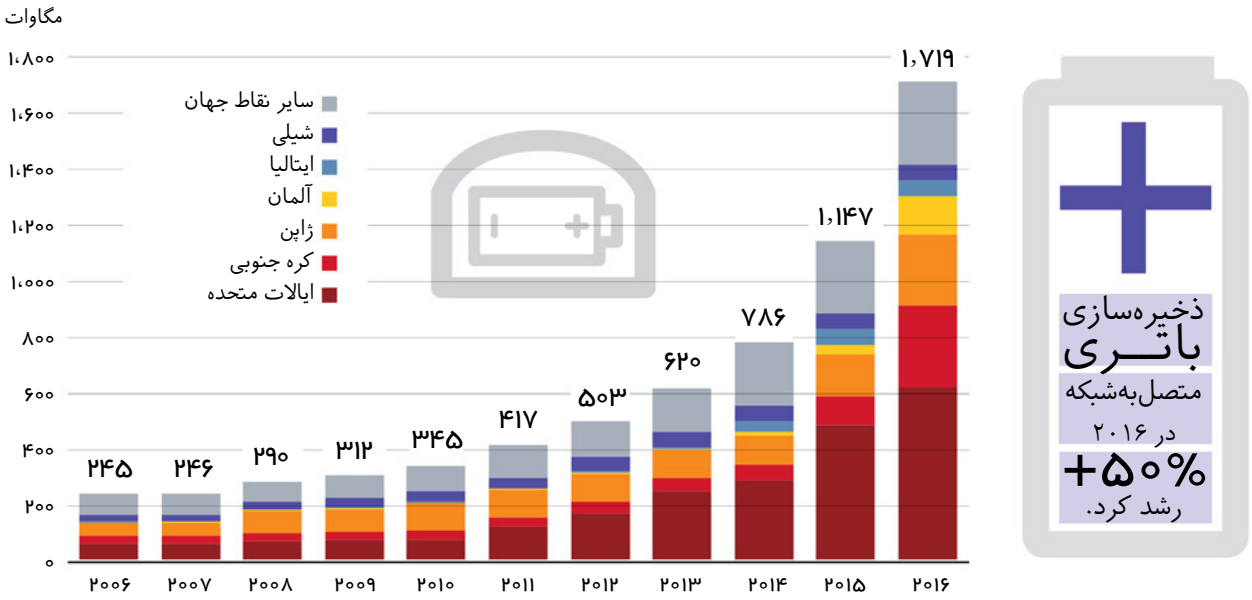
* سی‌اس‌پی، زمین‌گرمایی، برق‌آبی کوچک‌مقیاس و انرژی اقیانوسی

منبع: تأمین مالی انرژی‌های نو بلومبرگ



فناوری‌های کلیدی

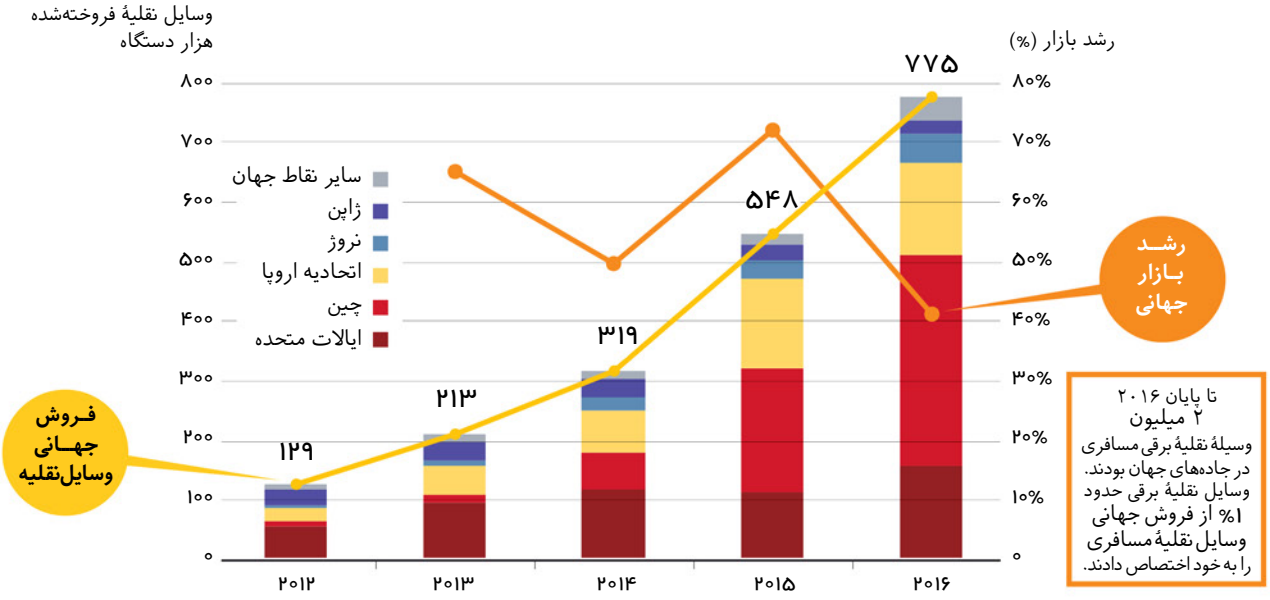
ظرفیت ذخیره‌سازی باتری ساکن متصل‌به‌شبکه در جهان، بر اساس کشور، ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۶



فناوری‌های کلیدی

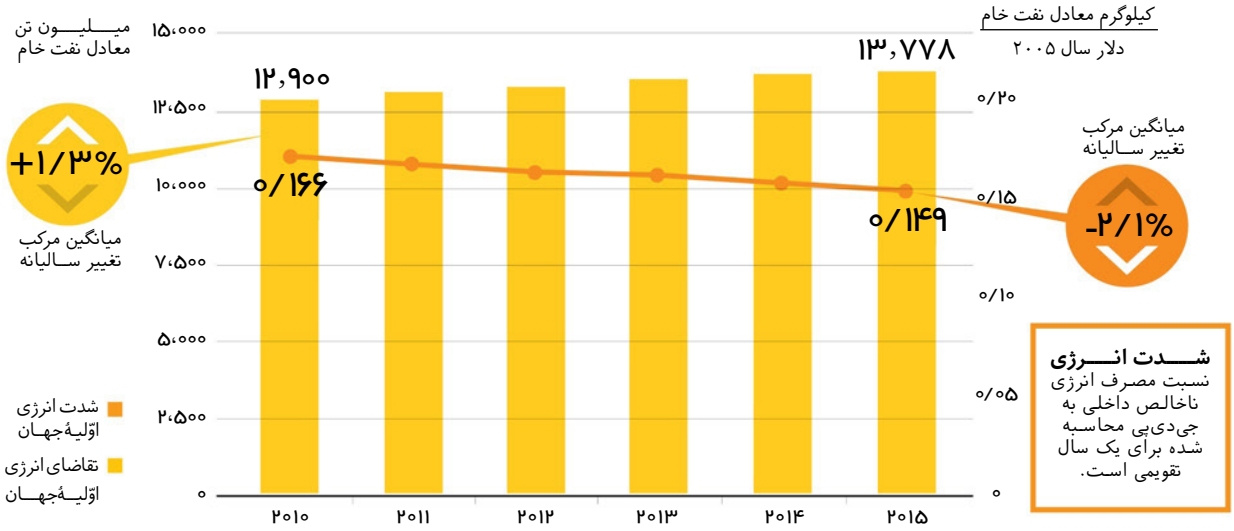
مانند فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات، ذخیره‌سازی و وسایل نقلیهٔ برقی **استفادهٔ بیشتر از تجدیدپذیرها** را تسهیل کردند.

بازار وسایل نقلیهٔ برقی مسافری در جهان (شامل خودروهای هیبریدی قابل اتصال به برق، PHEVs)، ۲۰۱۲ تا ۲۰۱۶



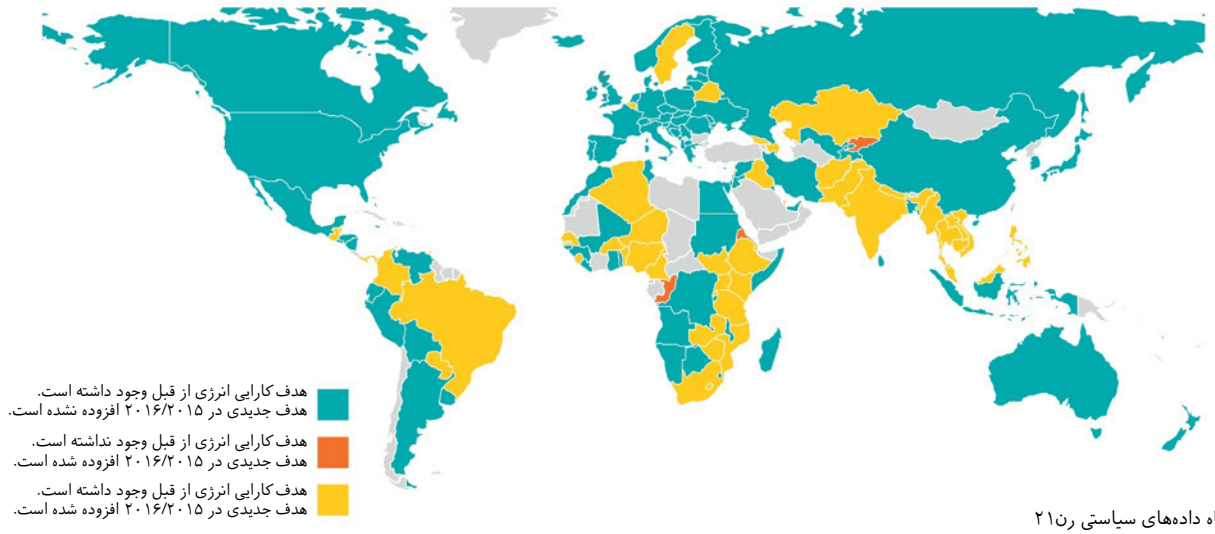
کارایی انرژی

شدت و مجموع تقاضای انرژی اوّلیهٔ جهانی، ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۵



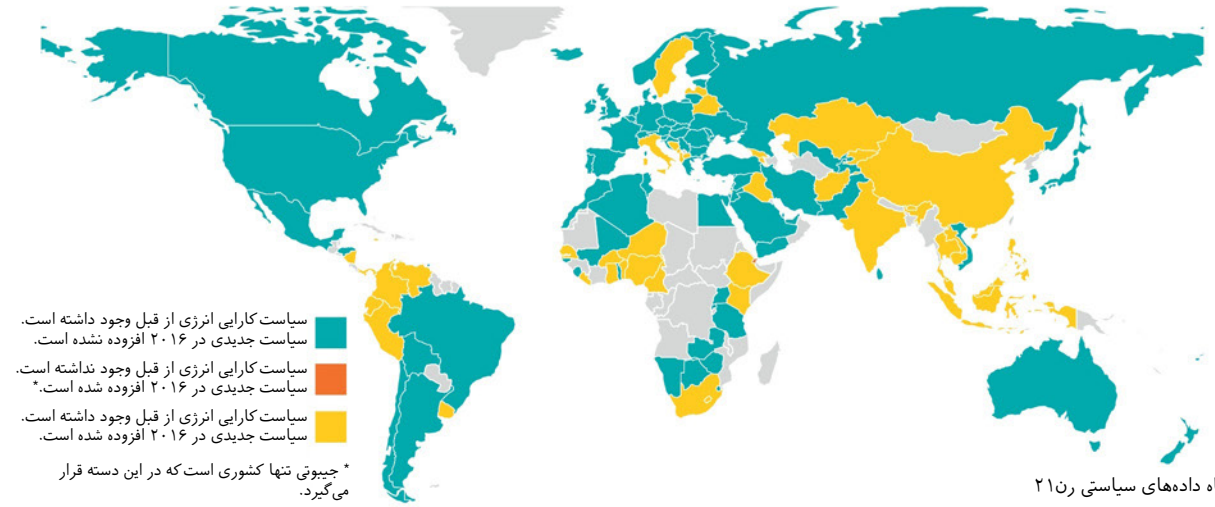
توجه: دلارها در «برابری قدرت خرید»های ثابت هستند.

کشورهای دارای اهداف کارایی انرژی، ۲۰۱۶



منبع: پایگاه داده‌های سیاستی رن۲۱

کشورهای دارای سیاست‌های کارایی انرژی، ۲۰۱۶

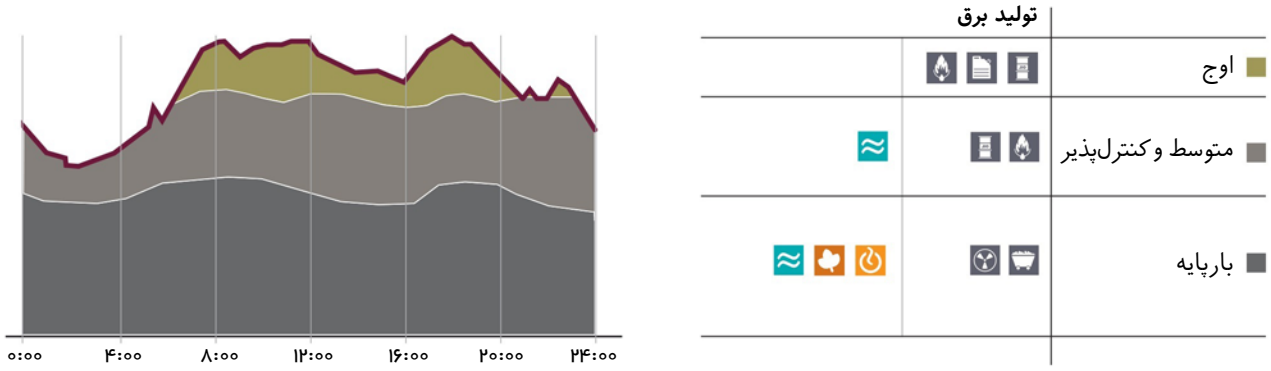


منبع: پایگاه داده‌های سیاستی رن۲۱

نمایه ۲۰۱۷: واسازی بار پایه

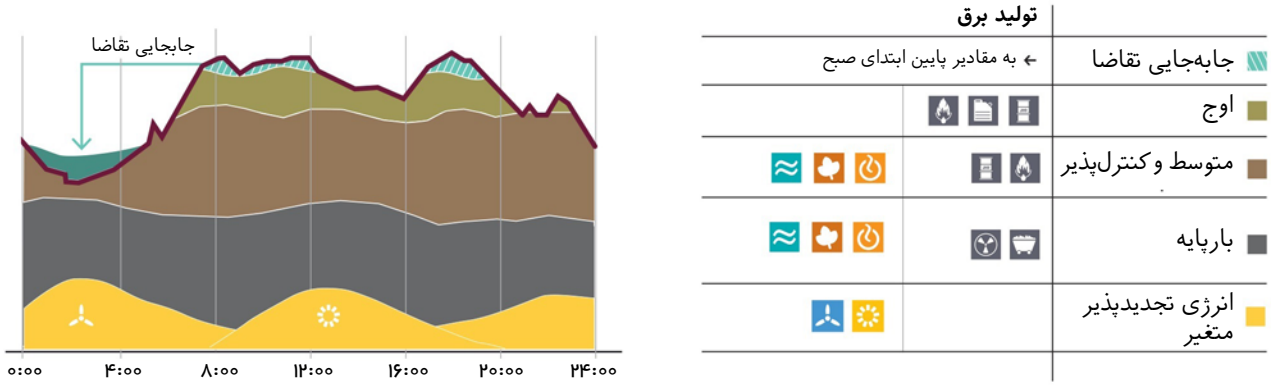
مراحل مفهومی پیشرفت از الگوی بار پایه به الگوی جدید ۱۰۰ درصد انرژی تجدیدپذیر

الف) الگوی بار پایه



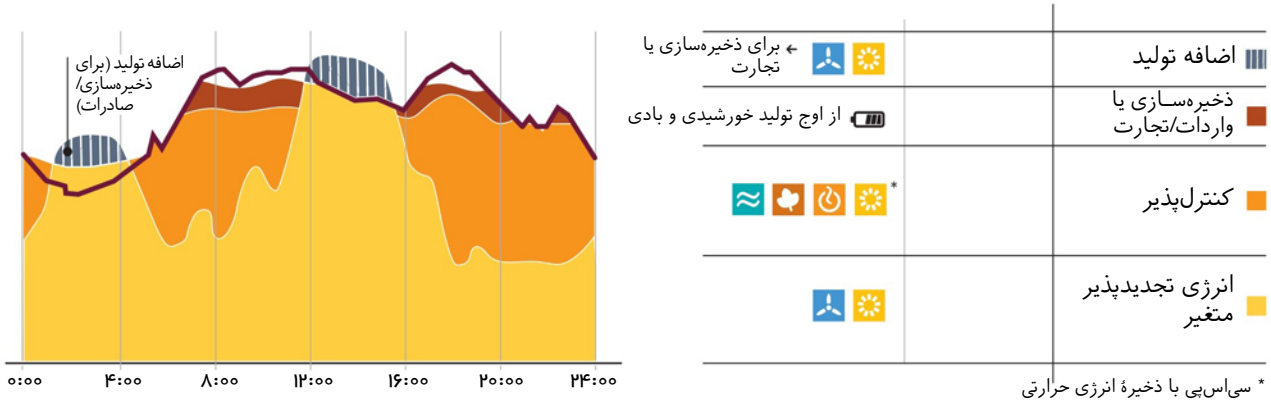
در مراحل ابتدایی پیش رفتن به سوی سهم بالایی از تجدیدپذیرهای متغیر در ترکیب انرژی، سیستم‌های برق، پاره‌ای تنظیمات را در بهره‌برداری شبکهٔ خود انجام می‌دهند، سیستم‌های پیش‌بینی تولید انرژی تجدیدپذیر را توسعه می‌دهند و فناوری‌های کنترل و رویه‌های بهره‌برداری را جهت برنامه‌ریزی و کنترل بهینه‌تر بهبود می‌بخشند.

ب) ابتدای گذار



در مراحل پایانی پیش‌رفتن به سوی سیستم‌های برق کاملاً تجدیدپذیر، برق تجدیدپذیر متغیر از طریق این موارد در شبکه ادغام خواهد شد: پیش‌بینی پیشرفتهٔ منابع، تقویت شبکه و اتصالات داخلی آن، فناوری‌های بهبودیافتهٔ اطلاعات و کنترل برای بهره‌برداری شبکه، به‌کارگیری وسیع فناوری‌های ذخیره‌سازی، کارایی بیشتر و پاسخگویی به محدودهٔ وسیع‌تری از تقاضا، و برقراری پیوند میان بخش‌های برق، گرمایش‌وسرمایش، و حمل‌ونقل.

ج) یک الگوی جدید



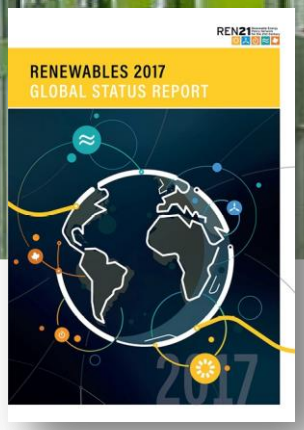
* سی‌اس‌پی با ذخیرهٔ انرژی حرارتی

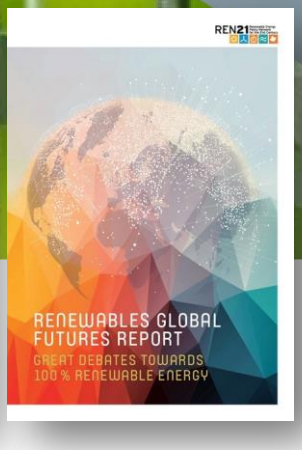
برق بادی | برق زمین‌گرمایی | خورشیدی فتوولتاییک و سی‌اس‌پی | زیست‌برق | برق آبی | گاز طبیعی | هسته‌ای | دیزلی | نفتی | ذغال‌سنگی

نگاهی به اثرات تقریبی و پاسخ‌ها به افزایش سهم انرژی تجدیدپذیر متغیر

		سهم منابع متغیر از تولید بیش از ۵۰٪			
اثرات	**بدون اثرات قابل توجه**	افزایش اندکی در تغییرپذیری و عدم قطعیت در تولید، در سطح بهره‌برداری سیستم **قابل توجه** است. اثرات محدود در بهره‌برداری از نیروگاه‌های شخصی	تغییرپذیری و عدم قطعیت رو به رشد تولید، **اثرات مهمی** در سطح بهره‌برداری سیستم دارد. اثرات قابل توجه بر بهره‌برداری برخی از نیروگاه‌ها	تغییرپذیری و عدم قطعیت افزایش‌یافتهٔ تولید، **اثرات عمده‌ای** در سطح بهره‌برداری سیستم دارد. اثرات قابل توجه بر بهره‌برداری تقریباً همهٔ نیروگاه‌ها	مازاد ساختاری تولید انرژی تجدیدپذیر متغیر و عدم توازن انرژی فصلی
پیش‌نیازهای پاسخ	پیش‌نیازی ندارد.	برخی تغییرات در بهره‌برداری از سیستم و زیرساخت‌های شبکه	تغییرات مهم در بهره‌برداری از سیستم انعطاف‌پذیری بیشتر در تولید و تقاضا برخی تقویت‌ها در شبکه جهت پایداری ولتاژ و فرکانس	تغییرات عمده در بهره‌برداری از سیستم انعطاف‌پذیری اضافی بیشتر در تولید و تقاضا تقویت‌های مهم در شبکه جهت پایداری ولتاژ و فرکانس	گام‌های اضافی جهت مدیریت ناهماهنگی بین تولید و تقاضا
پاسخ‌ها پیش‌بینی منابع		■	■■	■■■	■■■
بهره‌برداری شبکه		■	■■	■■■	■■■
ذخیره‌سازی			■	■■	■■■
مدیریت تقاضا			■	■■	■■■
تقویت شبکه			■	■■	■■■
پیوند بخش‌ها				■	■■■
مثال‌هایی از پاسخ‌های فنی و عملیاتی	جمع‌آوری اطلاعات در مورد شرایط شبکه و برنامه‌ریزی، شامل تدوین استانداردهای فنی، برای رشد انرژی تجدیدپذیر متغیر در آینده	ایجاد یک سیستم پیش‌بینی تولید انرژی تجدیدپذیر معرفی فناوری کنترل ارتقایافته و رویه‌های بهره‌برداری جهت برنامه‌ریزی توزیع بهینهٔ منابع	مدیریت تغییرپذیری از طریق پیش‌بینی منابع، زیرساخت‌های انتقال بهبودیافته و بهره‌برداری بسیار پویاتر یک تعداد در حال رشد از منابع سیستم کنترل‌پذیر ایجاد هماهنگی میان نواحی کنترل، با کمک فناوری‌های بهبودیافتهٔ اطلاعات و کنترل، و اتصالات داخلی تقویت‌شده انتقال	بهبود با اهمیت در بازدهی و محدودهٔ پاسخ به تقاضا با فناوری‌های بهتر اطلاعات و کنترل به‌کارگیری بیش از پیش سیستم‌های پیشرفتهٔ ذخیره‌سازی در شبکه و نیز در پشت کنتورها، جهت ایجاد توازن انرژی و پشتیبانی از ولتاژ و فرکانس	پیوند دادن بخش‌ها با یکدیگر و برقی‌سازی گرمایش، سرمایش و حمل‌ونقل به عنوان یک ظرف روزانه، هفتگی، و حتی فصلی برای تولید انرژی تجدیدپذیر متغیر تبدیل برق به مواد شیمیایی که می‌توانند ذخیره شوند (مانند هیدروژن)
کشورهایی با این سطح از نفوذ تجدیدپذیرهای متغیر	اندونزی، مکزیک و آفریقای جنوبی	استرالیا، اتریش، بلژیک، برزیل، شیلی، چین، هند، هلند، نیوزیلند، سوئد	آلمان، یونان، ایتالیا، پرتغال، اسپانیا، بریتانیا، اروگوئه	دانمارک، ایرلند	

توجه: این جدول جنبهٔ عمومی دارد. بسیاری از اثرات و اولویت‌ها برای پاسخ فنی و عملیاتی به تناسب سیستم تغییر می‌کنند و محدود به یک راه نیستند.





در همین رابطه

تصمیم‌های خوب به اطلاعات به‌روز نیاز دارند. **گزارش وضعیت جهانی تجدیدپذیرها** (جی‌اس‌آر)، با بهره‌گیری از به‌روزترین اطلاعات و داده‌های موجود، توسعهٔ سالانهٔ تجدیدپذیرها را دنبال می‌کند. رویکرد بی‌طرف و مبتنی بر واقعیت آن، پیشرفت سالانه در بازار، صنعت و سیاست‌ها را گزارش می‌کند. این گزارش، تلاش مشترکی است که شبکه‌ای بین‌المللی را با بیش از ۸۰۰ مؤلف، دست‌اندرکار و ویراستار گرد هم آورده است. اکنون، با گذشت دوازده سال، گزارش وضعیت جهانی تجدیدپذیرها پرمراجعه‌ترین گزارش در زمینهٔ بازار، صنعت و روندهای سیاستی انرژی تجدیدپذیر است.

پیشبرد گذار جهانی انرژی تجدیدپذیر: نکات کلیدی گزارش وضعیت جهانی تجدیدپذیرهای ۲۰۱۷ رن۲۱ در یک نگاه،گزارشی تکمیلی است تا به تصمیم‌سازان در فهم تحول بخش انرژی تجدیدپذیر در چارچوب گذار کلی انرژی کمک نماید. این گزارش پیشرفت‌های مثبتی که در سال گذشته اتفاق افتاده را مد نظر قرار می‌دهد، به حوزه‌هایی که پیشرفت در آن‌ها عقب مانده توجه می‌کند و پیشنهادهایی در خصوص چگونگی تسریع گذار انرژی مطرح می‌نماید.

مجموعه گزارش‌های وضعیت جهانی تجدیدپذیرها تصویری بلادرنگ از آنچه در حال رخ دادن است به دست می‌دهد، حال آن‌که مجموعه گزارش‌های آیندهٔ جهانی تجدیدپذیرهای رن۲۱، اندیشه‌ای در خصوص چگونگی تحولات آیندهٔ انرژی تجدیدپذیر ارائه می‌کند. این مجموعه گستره‌ای از احتمالات باورپذیر برای آیندهٔ انرژی تجدیدپذیر را ارائه می‌دهد. این مجموعه تنها به ارائهٔ یک چشم‌انداز از آینده بسنده نمی‌کند، بلکه بر اساس تفکر جمعی و همزمان عدهٔ زیادی از متفکران، طیفی کامل و عینی از چشم‌اندازها را ارائه می‌کند.

در مجموع، این گزارش‌ها، فاصلهٔ بین جایی که امروز هستیم را با آنچه که برای دست‌یابی به گذار انرژی با تجدیدپذیرها لازم است، نمایان می‌کند.

گزارش آیندهٔ جهانی تجدیدپذیرها: بحث‌های مهم در راه دستیابی به ۱۰۰ درصد انرژی تجدیدپذیر در آوریل ۲۰۱۷ منتشر شد که نقطه نظرات جهانی در خصوص امکان رسیدن به آینده‌ای با ۱۰۰ درصد انرژی تجدیدپذیر را تا میانهٔ سدهٔ حاضر، گزارش می‌کند. اگرچه توافق در خصوص ضرورت کربن‌زدایی از سیستم انرژی ممکن است وجود داشته باشد، تنها یک راه واحد برای دست‌یابی به این مهم وجود ندارد؛ آنچه در یک کشور کارگر می‌افتد لزوماً در کشوری دیگر به کار نخواهد آمد. این گزارش نقطه نظرات بیش از ۱۱۰ متخصص پرآوازهٔ انرژی را از سراسر دنیا که در طول سال ۲۰۱۶ با آن‌ها مصاحبه شده، تحلیل می‌کند. این گزارش آینده را پیش‌بینی نمی‌کند و هدف آن به جریان انداختن بحث پیرامون فرصت‌ها و چالش‌های آینده‌ای با ۱۰۰ درصد انرژی تجدیدپذیر و در پی آن حمایت از تصمیم‌سازی صحیح است.

دسترسی به گزارش‌ها:

www.ren21.net/GSR و **www.ren21.net/GFR**

دبیرخانهٔ رن۲۱ این گزارش را تولید کرده است تا روندهای مهمی را که در ۲۰۱۶ رخ داد را برجسته نماید و آن‌ها را در دورنمای گـذار انـرژی جهـانی قرار دهد. این گزارش برگرفته از گزارش وضعیت جهانی تجدیدپذیرهای ۲۰۱۷ نوشته شده است.

پشتیبانی تألیف: کلی ریگ (واردا گروپ)

گروه تألیف و تولید جی‌اس‌آر ۲۰۱۷

مدیریت تحقیق و سرپرستی تألیف

ژانت ال. ساوین (سانا ریسرچ)

کریستین سیبوت
(مشاوره و تحقیق کِی‌ام‌اس)

فریر اسوریسون (سانا ریسرچ)

مدیریت پروژه و جامعهٔ جی‌اس‌آر (دبیرخانهٔ رن۲۱)

رعنا ادیب

هانا مرداک

مؤلفان بخش‌ها

فابیانو آپاوو (وزارت محیط‌زیست و توسعهٔ پایدار، موریس)
آدام براون
ایلیا چرنیاخوفسکی (آزمایشگاه ملی انرژی تجدیدپذیر و مشارکت برق سدهٔ ۲۱ام)
بربل اِپ (سولریکو)
لان هابر (مشاورهٔ استراتژن)
کریستین لینز (دبیرخانهٔ رن۲۱)
جفری لوگان (آزمایشگاه ملی انرژی تجدیدپذیر و مشارکت برق سدهٔ ۲۱ام)
لورکان لیونز (مشاورهٔ لورکان لیونز)
میشائیل میلیگان (آزمایشگاه ملی انرژی تجدیدپذیر و مشارکت برق سدهٔ ۲۱ام)
ایوان موسولینو
توماس نواک (انجمن پمپ گرمایی اروپا)
پیا اوته (مرکزز تحقیقات روستایی)
ژانت ال. ساوین (سانا ریسرچ)
کریستین سیبوت (مشاوره و تحقیق کِی‌ام‌اس)
جاناتان اسکین (سولا فیوچر انرژی)
بنجامین سواکول (دانشگاه آرهوس / دانشگاه ساسکس)
فریر اسوریسون (سانا ریسرچ)
برت ویتکمپ (آوره، انجمن وسایل نقلیهٔ برقی اروپا)
اوون زینامان (آزمایشگاه ملی انرژی تجدیدپذیر و مشارکت برق سدهٔ ۲۱ام)

مشاور ویژه

آدام براون

پشتیبانی پروژه و تحقیق (دبیرخانهٔ رن۲۱)

ایزابل ادواردز، مارتین هولین،
لین اچ. نوین، ساتریو اس. پریلیانتو،
کاترینا ساتزینگر

پشتیبانی ارتباطات

لورا ویلیامسون، لویس آشوورث

ویرایش، طراحی، و صفحه‌آرایی

ویرایشگر: لیزا مستنی
طراحی: آژانس تبلیغاتی weeks.de

تولید

دبیرخانهٔ رن۲۱، پاریس، فرانسه

SUSTAINABLE ENERGY FOR ALL

رن۲۱ متعهد به بسیج کـردن اقـدامات بین‌المللی برای رسیدن به اهداف انرژی پایدار برای همه (SE4ALL) است.

اعلان سلب مسئولیت

رن۲۱ مقالات و گزارش‌های موضوعی را جهت تأکید بر اهمیت انرژی تجدیدپذیر و ایجاد بحـث در مـورد مسائل مهم در ترویج انرژی تجدیدپذیر منتشر می‌کند. مقالات و گزارش‌های رن۲۱ ضـمن بهـره‌گیـری از توجه‌ها و تلاش‌های مجموعهٔ رن۲۱، لزوماً اجماع در مورد هیچ‌یک از نکات گفته‌شده را بین اعضای شـبکه نشان نمی‌دهد. اگرچه مطالب این گزارش حاوی بهترین اطلاعات موجود برای نویسندگان در زمان نگارش بوده، اما رن۲۱ و همکاران آن مسئولیتی در مورد دقت و صحت آن‌ها ندارند.

عنوان و مرجع تصاویر

صفحهٔ ۳۰	NREL / © Warren Gretz
صفحهٔ ۳۲-۳۳	shutterstock.com Production line / © Nordex
صفحهٔ ۳۴	© Simpa Networks, India
صفحهٔ ۳۵	© Global Alliance for Clean Cookstoves
صفحهٔ ۳۸	Roenkhausen, Germany © Hans Blossey
صفحهٔ ۴۲-۴۳	Energy Storage / © Stornetic
صفحهٔ ۲۱	Stockr / shutterstock.com
صفحهٔ ۲۳	© Dennis Schroeder / NREL
صفحهٔ ۲۶	Heizwerk Freiham, Munich, Germany / © Marcus Schlaf
	Dieng geothermal wells / © Noor Patria Budhiekusuma
صفحهٔ ۲۷	Johnson76 / shutterstock.com
	Lake Kwiecko, Zydowo, Poland / © Lukasz Siekierski
صفحهٔ ۲۸-۲۹	shutterstock.com
صفحهٔ ۶-۷	jasonblackeye.com/ unsplash.com
صفحهٔ ۹	© Alex Wong, killerfvith.com / unsplash.com
صفحهٔ ۱۰-۱۱	Nellis Air Force Base / © Sunpower
صفحهٔ ۱۳	www.alvaroarroyo.com / istockphoto
صفحهٔ ۱۴	Staumauer Muttsee, Switzerland / © Fotowerder
صفحهٔ ۱۶-۱۷	asharkyu / shutterstock.com
صفحهٔ ۱۸	Englebright Dam on the Yuba River / © Gary Saxe
صفحهٔ ۱۹	Khi Solar One, South Africa / © planet.com

HIGHLIGHTS

2017

RENEWABLES 2017
GLOBAL STATUS REPORT

For further details and access to the report and references, visit **www.ren21.net/GSR**

REN21 Secretariat
c/o UN Environment
1 Rue Miollis
Building VII
75015 Paris
France

www.ren21.net

REN21 Renewable Energy Policy Network for the 21st Century

Printed on 100 % recycled paper

ISBN 978-3-9818107-7-6

Translation Team: **Mohammadhosein Seyyedan**, CEO, SAMANIR Company
Javad Abdollahi Sarvi, Market Analyst, Persian Gulf Petrochemical Industry Commercial Co.
Maryam Seyedan, Assistant Professor, Sharif University of Technology