مروری بر

وضعیت نیروگاه های هسته ای در جهان

برگرفته از گزارش مجمع صنعت هسته ای ژاپن در سال ۲۰۱۴

معاونت برنامه ریزی و توسعه سیستم ها

مدیریت برنامه ریزی و کنترل

مهر ۱۳۹۳

نام گزارش : مروری بر وضعیت نیروگاه‌های هسته‌ای در جهان

اقتباس از گزارش *مجمع صنعت هسته‌ای ژاپن در سال ۲۰۱۴* با عنوان :

World Nuclear Power Plants 2014

Japan Atomic Industrial Forum, Inc

ترجمه و تدوین: علیرضا نوربخش

ویراستار: معصومه رضایی‌زاده

تاریخ تهیه : مهر ۱۳۹۳

نام واحد : مدیریت برنامه‌ریزی و کنترل

معاونت برنامه‌ریزی و توسعه

فهرست مطالب

مقدمه ۳
۱.کلیات بررسی ۳
۱-۱. معرفی مجمع صنعت هسته‌ای ژاپن ۳
۱-۲. مطالب موجود در این گزارش ۴
۲. مروری بر رویدادهای سال ۲۰۱۲ ..... ۴
۳. یافته‌های حاصل از تحلیل داده‌ها ۷
۴. مهم‌ترین روندهای ژاپن ۱۶
۴-۱. نیروگاه‌های ژاپن در حالت خارج از سرویس ۱۶
۴-۲. بازفرآوری با توجه به استانداردهای جدید نظام ایمنی، مورد بررسی و ارزیابی قرار خواهد گرفت ۱۷
۴-۳. همکاری‌های هسته‌ای در خاور میانه با پیشرفت‌هایی همراه بوده است ۱۸
۴-۴. در رابطه با انرژی هسته‌ای، اقدامات سیاسی انجام شده است ۱۸
۴-۵. جایگاه انرژی هسته‌ای، تأمین بار پایه شبکه برق کشور خواهد بود ۱۸
۵. پیوست‌ها ۱۹
۵-۱. نمودارها ۱۹
۵-۲. جدول‌ها ۲۴

فهرست جدول و نمودار

جدول ۱. انباشت تجربه در بهره برداری از نیروگاه‌های هسته‌ای در جهان به تفکیک کشورهای مختلف در سال ۲۰۱۳.....۶
شکل ۱. روند تغییرات در ظرفیت تولیدی نیروگاه‌های هسته‌ای در حال بهره‌برداری در سطح جهان، اطلاعات تا اول ژانویه ۲۰۱۴.....۹
شکل ۲. روند تغییرات در تعداد سفارشات نیروگاه‌های هسته‌ای در جهان و ظرفیت تولیدی آنها.....۱۰
جدول ۲. مهم‌ترین تغییرات در حوزه نیروگاه‌های هسته‌ای در سال ۲۰۱۳.....۱۲
شکل ۳. ظرفیت تولید نیروگاه‌های هسته‌ای در جهان با توجه به طبقه‌بندی آنها، اول ژانویه ۲۰۱۴.....۱۵
نمودار ۱. ظرفیت هسته‌ای در دست بهره‌برداری جهان بر حسب نوع راکتور.....۱۹
نمودار ۲. ظرفیت هسته‌ای در دست ساخت در جهان بر حسب نوع راکتور.....۱۹
نمودار ۳. ظرفیت هسته‌ای در دست برنامه‌ریزی در جهان بر حسب نوع راکتور.....۲۰
نمودار ۴. سهم مناطق مختلف از نیروگاه‌های در دست بهره‌برداری جهان.....۲۰
نمودار ۵. سهم مناطق مختلف از نیروگاه‌های در دست ساخت جهان.....۲۱
نمودار ۶. سهم مناطق مختلف از نیروگاه‌های در دست برنامه‌ریزی جهان.....۲۱
جدول ۳. وضعیت نیروگاه‌های هسته‌ای جهان به تفکیک کشورهای مختلف در سال ۲۰۱۳.....۲۲
جدول ۴. وضعیت نیروگاه‌های هسته‌ای جهان به تفکیک مناطق مختلف در سال ۲۰۱۳.....۲۳
جدول ۵. ظرفیت هسته‌ای جهان بر حسب نوع راکتور در سه وضعیت درحال بهره‌برداری / در دست ساخت / در دست برنامه‌ریزی.....۲۵
جدول ۶. مجموعه بهبودها در کارایی نیروگاه‌های هسته‌ای جهان در سال ۲۰۱۳.....۲۸
جدول ۷. تغییرات در ظرفیت تولید برق نیروگاه‌های هسته‌ای بین سالهای ۱۹۶۶ تا ۱۹۷۵.....۳۰
جدول ۸. تغییرات در ظرفیت تولید برق نیروگاه‌های هسته‌ای بین سالهای ۱۹۷۶ تا ۱۹۸۴.....۳۰
جدول۹. تغییرات در ظرفیت تولید برق نیروگاه‌های هسته‌ای بین سالهای ۱۹۸۵ تا ۲۰۱۳.....۳۱

مقدمه

گزارش پیش‌رو، ترجمه و تدوین مدرکی است که سالانه توسط انجمن صنعت اتمی ژاپن منتشر شده و مهم‌ترین تحولات در زمینه نیروگاه‌های هسته‌ای مورد بررسی و تحلیل قرار می‌گیرد. تمام داده‌های اشاره شده در این گزارش، از طریق پرسش‌نامه‌هایی که توسط این انجمن طراحی و برای شرکت‌های فعال در زمینه نیروگاه‌های هسته‌ای فرستاده می‌شود، گردآوری شده است.

گفتنی‌است، با توجه به یکی از مأموریت‌های مدیریت برنامه‌ریزی و کنترل که انجام مطالعات در زمینه نیروگاه‌های هسته‌ای است، گزارش‌های سال‌های ۲۰۱۱، ۲۰۱۲ و ۲۰۱۳ انجمن صنعت اتمی ژاپن نیز ترجمه و در اختیار خبرگان و علاقه‌مندان این حوزه قرار گرفته است.

۱. کلیات بررسی

در سطح جهان، ۴۲۶ نیروگاه برق هسته‌ای با ظرفیتی معادل ۳۸۶،۰۰۰ مگاوات در حال بهره‌برداری هستند. سه نیروگاه هسته‌ای نیز از جریان تولید برق خارج شده‌اند که ظرفیتی برابر با ۱۹۰۰ مگاوات برق هسته‌ای دارند و پیش‌بینی می‌شود، بیشترین توسعه نیروگاه‌های هسته‌ای، در کشورهای تازه وارد رخ دهد. در حال حاضر، بیش از ۶۰ درصد ساخت و ساز نیروگاه‌های هسته‌ای در آسیاست.

۱-۱. معرفی مجمع صنعت هسته‌ای ژاپن

مجمع صنعت هسته‌ای ژاپن (JAIF)[1]، یک سازمان غیرانتفاعی است که در مارس ۱۹۵۶ تأسیس شد. مقر اصلی این مجمع، شهر توکیو و عضویت در آن اختیاری است. این مجمع نمایندگانی از ۴۷۰ سازمان، در خود دارد، از جمله این نمایندگان، می‌توان به شرکت‌های برق، تولیدکنندگان، مؤسسه‌های مالی و ساختمانی، سازمان‌های تحقیق و توسعه، ادارات محلی مسئول و ارگان‌های دیگری که در گسترش انرژی هسته‌ای در ژاپن نقش دارند، اشاره‌کرد. هدف اصلی JAIF، بهبود استفاده صلح‌آمیز از انرژی هسته‌ای و در نتیجه رفاه حال مردم است.

هر ساله مجمع صنعت هسته‌ای ژاپن، گزارشی با عنوان "نیروگاه‌های اتمی جهان" تهیه می‌کند. داده‌های گزارش امسال، اطلاعات گردآوری شده تا اول ژانویه ۲۰۱۴ را پوشش می‌دهد که بیان‌کننده نتایج استخراج شده از پرسش‌نامه‌های ارسال شده به تأسیسات و شرکت‌های فعال جهانی در زمینه هسته‌ای است.

1 . Japan Atomic Industrial Forum- JAIF

۱-۲. مطالب موجود در این گزارش

نیروگاه‌های هسته‌ای هم‌چنان در سطح جهان به ویژه در کشورهای تازه‌وارد در این عرصه، در حال توسعه هستند. واحدهای نیروگاه‌های در دست ساخت در جهان، در بیست سال اخیر به بیشترین مقدار خود رسیده است.

نیروگاه‌های هسته‌ای در اواخر دهه ۲۰۰۰ میلادی در حال تجربه توسعه مجدد به ویژه در اروپا و آمریکا هستند که به واسطه عواقب ناشی از رخداد فوکوشیما دایچی و بازگشت به سیاست‌های پیشین کشورهای اروپایی که اقدام به توقف تولید برق هسته‌ای نمودند، با کاهش روبه‌رو شد.

با این حال، در سال ۲۰۱۳ و با شرایط جدید نظام اعطای مجوز، فعالیت‌های مربوط به بتن‌ریزی چهار واحد جدید نیروگاهی به عنوان بخشی از پروژه جدید توسعه نیروگاه‌های هسته‌ای در سه دهه اخیر در ایالات متحده آمریکا آغاز شد.

۲. مروری بر رویدادهای سال ۲۰۱۲

در چین، مهلت قانونی مربوط به ارزیابی و تأیید واحدهای جدید نیروگاهی به پایان رسید و فعالیت‌های مربوط به ساخت و ساز کامل و بهره‌برداری از نیروگاه‌ها یکی پس از دیگری آغاز می‌شود. در کره‌جنوبی نیز فعالیت‌هایی برای ساخت و ساز یک واحد جدید نیروگاهی در حال انجام است. در ساختگاه جدید هندوستان، یک راکتور از نوع آب سبک به شبکه برق متصل شد و در ساختگاه دیگر، طی مراسم ویژه‌ای فعالیت طراحی و ساخت یک راکتور بومی آغاز شد. در نهایت، در اول ژانویه ۲۰۱۴ در جهان ۸۱ راکتور در دست ساخت بوده که بیشترین تعداد از سال ۱۹۹۲ است. نیروگاه‌های هسته‌ای در جهان، حتی پس از حادثه فوکوشیما در حال توسعه هستند. افزون بر این، در آسیا، تقریباً ۶۰ درصد نیروگاه‌های در دست ساخت، در چین است که شامل ۳۱ نیروگاه است. به‌رغم کاهش فعالیت‌های ژاپن در زمینه نیروگاه‌های هسته‌ای، آسیا هم‌چنان به عنوان منطقه پیشرو مطرح بوده و بیشترین دلیل آن تعداد قابل توجه کشورهایی است که به تازگی نسبت به توسعه نیروگاه‌های هسته‌ای تمایل نشان داده‌اند. در کشور ایران، پس از دو سال بهره‌برداری آزمایشی، بهره‌برداری رسمی از راکتور بوشهر اعلام شد.

در سال ۲۰۱۲، امارات متحده عربی پس از شروع ساخت نخستین راکتور، ساخت راکتور دوم را نیز آغاز کرد؛ همچنین، بتن‌ریزی نخستین نیروگاه هسته‌ای در کشور بلاروس انجام شد. در بنگلادش که ساخت نیروگاه همراه با تأمین مالی روسیه است، توافقات نهایی در مورد طراحی صورت گرفته است. در عربستان سعودی، که نیاز به انرژی با نرخ رشد سالانه ۸ درصدی در حال افزایش است، چشم‌انداز ۱۸،۰۰۰ مگاوات برق هسته‌ای در سال ۲۰۲۲ با هدف جایگزینی برای نفت خام مورد توجه قرار گرفته است. این کشور تصمیم دارد در پایان ۲۰۱۴، ساختگاه یک واحد نیروگاه هسته‌ای را مشخص کند و در سال ۲۰۲۲ آن را به شبکه برق متصل کند. به نظر می‌رسد دوره جدیدی "کشورهای تازه‌وارد در عرصه هسته‌ای" در حال شکل‌گیری و ظهور است.

در میان این روندها، فناوری‌های نوآورانه مانند راکتورهای سریع و کوچک در حال طی کردن اصلاحات مربوط به افزایش کیفیت برای هم‌خوانی با منابع محیط زیستی و راحتی بیشتر برای استفاده هستند. دفتر انرژی ایالات متحده آمریکا، دو طرح SMR را در برنامه حمایت فنی و اعطای مجوز خود مورد توجه قرار داده است که منابع مالی آن به صورت یکسان میان صنعت و دولت و توسط آن دو تأمین شده و امید است در آینده نزدیک، فناوری در اختیار این کشور، در جایگاه پیشرو جهانی بازار راکتورهای SMR قرار گیرد. در روسیه، که دارای نمونه اولیه از راکتور سریع در حال بهره‌برداری با ظرفیت ۶۰۰ مگاوات از سال ۱۹۸۰ است، مجوز بهره‌برداری از یک راکتور آزمایشی با ظرفیت ۸۰۰ مگاوات با نیم‌نگاهی به بهره‌برداری تجاری از آن در سال ۲۰۱۴ صادر شده است. هندوستان علاوه بر توسعه برنامه‌ای برای ساخت راکتور سریع با استفاده از منابع توریوم داخلی است، یک راکتور ۱۳ مگاواتی آزمایشی را در حال بهره‌برداری داشته و به دنبال بهره‌برداری از راکتور دیگری برای نمونه اولیه با ظرفیت ۵۰۰ مگاوات در نیمه دوم ۲۰۱۴ است. چین، دارای یک راکتور ۲۰ مگاواتی است که از سال ۲۰۱۱ دوره بهره‌برداری آزمایشی خود را طی می‌کند و در نظر دارد طراحی مفهومی راکتور بومی خود با ظرفیت ۶۰۰ مگاوات را در سال ۲۰۱۴ آغاز کند. کشور فرانسه با همکاری صنایع انگلستان و کشورهای دیگر، در حال توسعه راکتور نسل چهارم سدیمی برای بهره‌برداری صنعتی با ظرفیت ۵۰۰ تا ۶۰۰ مگاوات است.

بر اساس آخرین چشم‌انداز منتشرشده از سوی آژانس بین‌المللی انرژی اتمی در سپتامبر ۲۰۱۳، در رابطه با ظرفیت نصب‌شده هسته‌ای در سال ۲۰۵۰، انرژی هسته‌ای در سطح جهان در طول ۲۰ سال آینده و به‌ویژه در آسیا همراه با رشد خواهد بود. اگر چه نسبت به نسخه پیشین پیش‌بینی‌های آژانس بین‌المللی انرژی اتمی، ۲۰ هزار مگاوات کاهش دیده می‌شود، اندازه ظرفیت برق هسته‌ای در جهان در سال ۲۰۳۰ بین ۴۳۵ تا ۷۲۲ هزارمگاوات خواهد بود که به ترتیب ۱/۱۷ تا ۱/۹۴ ظرفیت برق هسته‌ای ۳۷۳/۱ هزارمگاواتی در سال ۲۰۱۲ است. در کوتاه‌مدت، در برخی از کشورهای پیشرفته از نظر فناوری، انتظار می‌رود قیمت پایین گاز طبیعی و سیاست‌های ارتقای انرژی‌های نو بر توسعه نیروگاه‌های هسته‌ای تأثیرگذار باشد، اما در بلندمدت، نه تنها به علت جمعیت فزاینده و تقاضای برق در کشورهای در حال توسعه بلکه به عنوان ابزاری برای مقابله با گرمایش جهانی و اطمینان از عرضه پایدار انرژی و هزینه‌های آن (در مقایسه به قیمت ناپایدار سوخت‌های دیگر)، نقش انرژی هسته‌ای در ترکیب جهانی انرژی بسیار مهم خواهد بود.

در نوامبر ۲۰۱۳، در چشم‌انداز جهانی انرژی منتشرشده توسط آژانس بین‌المللی انرژی، ظرفیت نیروگاه‌های هسته‌ای در سال ۲۰۱۲ برابر با ۳۹۴ هزار مگاوات بوده و پیش‌بینی شده است در سال ۲۰۳۵ به ۵۷۸ هزار مگاوات برسد.

در چنین شرایطی شرکت‌های هسته‌ای ژاپنی فعالیت‌های بین‌المللی خود را در جهت توسعه و رشد تولید برق هسته‌ای گسترش داده‌اند و به دنبال پایدارنمودن نیروگاه‌های فوکوشیما دایچی و ارتقای ایمنی نیروگاه‌های هسته‌ای فعلی هستند. در می ۲۰۱۳، کمپانی برق اتمی ژاپن گزارش امکان‌سنجی در رابطه با نیروگاه هسته‌ای Ninh Thuan-2 را به EVN[1]

1 .Electricity of Vietnam

ارائه‌کرد. در اکتبر ۲۰۱۳، شرکت سرمایه‌گذاری مشترک صنایع سنگین میتسوبیشی[1] ژاپن و آروا[2] فرانسه تأیید کردند که سفارشاتی برای ساخت چهار واحد نیروگاه هسته‌ای در سینو[3] ترکیه دریافت کرده است. در بریتانیای کبیر و پس از ۲۵ سال، برنامه ساخت نیروگاه در حال گذراندن فرایندهای خود است و نشان‌دهنده موفقیت ژاپن در وارد شدن به بازار هسته‌ای بریتانیاست. در اکتبر سال ۲۰۱۲، هیتاچی تمام سهام HNP[4] را خریداری نمود و در دسامبر ۲۰۱۳، شرکت توشیبا با توافق شرکای خود ۵۰ درصد از سهام شرکت NuGeneration را به عنوان یکی از شرکت‌های فعال در بازار انگلستان خریداری کرد. در فنلاند، توشیبا الزامات لازم برای سرمایه‌گذاری در نیروگاه هسته‌ای هانهیکی‌وی[5] را کسب نمود، اما به دلیل تغییرات ایجاد شده توسط بهره‌بردار در برنامه، موفق به دریافت سفارش آن نشد. همچنین، در مناقصه مربوط به ساخت واحد چهارم نیروگاه اکیلوتو، توشیبا و میتسوبیشی به رقابت با سازندگان خارجی دیگر پرداختند. در برزیل نیز فرایند ساخت چهار نیروگاه از هشت نیروگاه هزار مگاواتی (تا سال ۲۰۳۰، هشت نیروگاه ساخته خواهد شد) نیز مورد توجه سازندگان ژاپنی قرار گرفته که گام‌های ابتدایی آن در حال طی شدن است.

جدول زیر نشان‌دهنده میزان تجربه در بهره‌برداری از نیروگاه‌های هسته‌ای از ابتدای شکل‌گیری آن تا انتهای سال ۲۰۱۳، به تفکیک کشورهای مختلف است.

جدول ۱. انباشت تجربه در بهره برداری از نیروگاه‌های هسته‌ای در جهان به تفکیک کشورهای مختلف در سال ۲۰۱۳

کشور	راکتورهای در حال بهره‌برداری		راکتورهای تعطیل شده		مجموع	
	راکتور × سال	تعداد واحد	راکتور × سال	تعداد واحد	راکتور × سال	تعداد واحد
آمریکا	۳۳۵۹	۱۰۰	۵۲۱	۲۷	۳۸۸۰	۱۲۷
فرانسه	۱۵۶۴	۵۸	۲۳۶	۱۲	۱۸۰۰	۷۰
بریتانیا	۴۶۵	۱۶	۱۰۰۹	۲۸	۱۴۷۴	۴۴
ژاپن	۱۲۵۳	۴۸	۳۳۷	۱۰	۱۵۹۰	۵۸
روسیه	۹۸۲	۲۹	۸۴	۴	۱۰۶۶	۳۳
آلمان	۲۴۷	۹	۴۷۸	۲۳	۷۲۵	۳۲
کانادا	۵۵۵	۱۹	۶۳	۳	۶۱۸	۲۲
سوئد	۳۴۱	۱۰	۵۲	۲	۳۹۳	۱۲
اکراین	۳۶۷	۱۵	۵۱	۴	۴۱۸	۱۹
کره	۴۴۵	۲۳	۰	۰	۴۴۵	۲۳
هند	۳۷۷	۲۰	۰	۰	۳۷۷	۲۰
اسپانیا	۱۹۹	۷	۹۵	۳	۲۹۴	۱۰
بلژیک	۲۳۴	۷	۰	۰	۲۳۴	۷
سوئیس	۱۹۰	۵	۰	۰	۱۹۰	۵

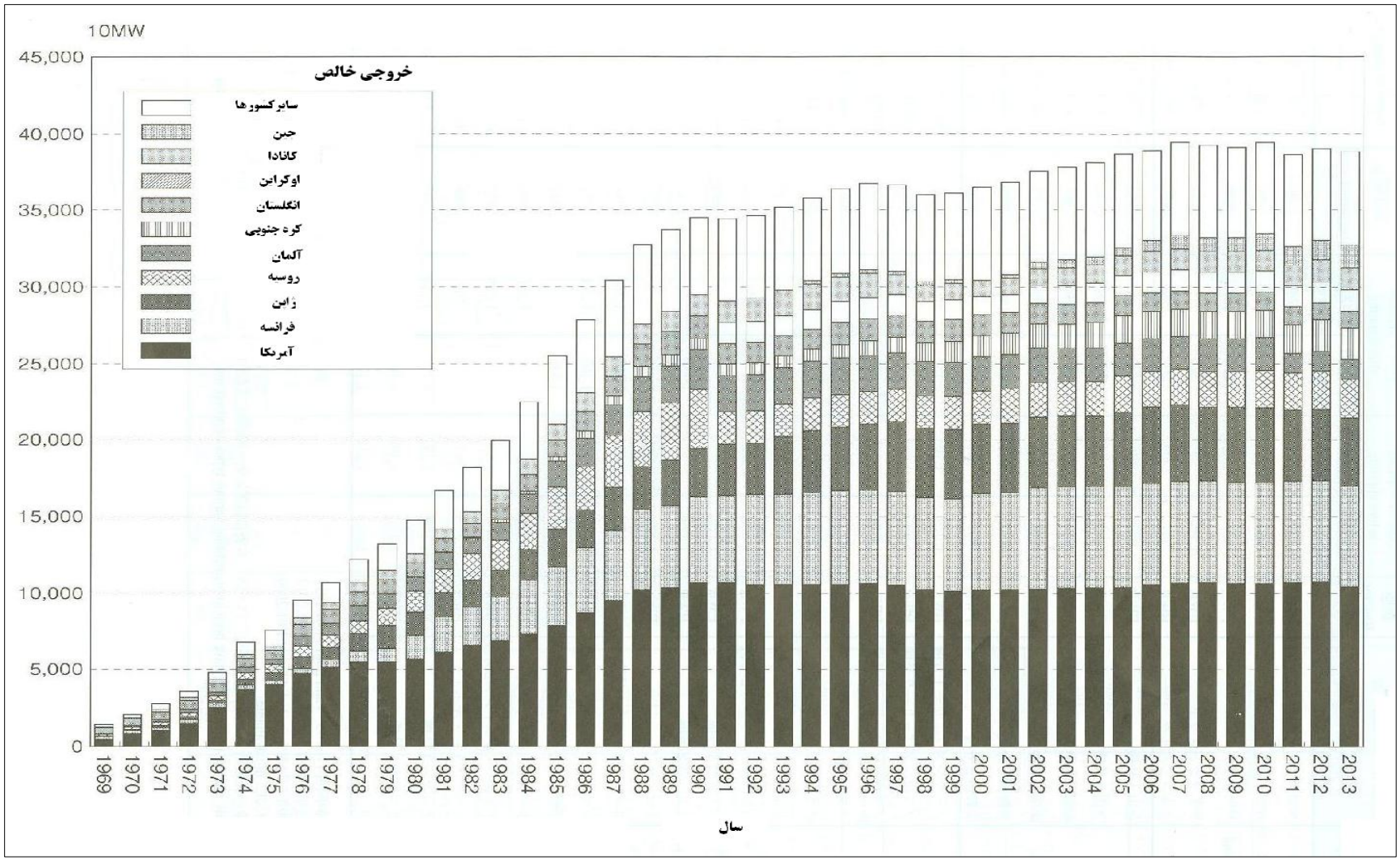
1 .Mitsubishi Heavy Industries
2 .Areva
3 .Sinop
4 .Horizon Nuclear Power
5 .Hanhikivi

کشور	راکتورهای در حال بهره‌برداری		راکتورهای تعطیل شده		مجموع	
	راکتور × سال	تعداد واحد	راکتور × سال	تعداد واحد	راکتور × سال	تعداد واحد
تایوان	۱۹۰	۶	۰	۰	۱۹۰	۶
بلغارستان	۴۵	۲	۱۰۴	۴	۱۴۹	۶
اسلواکی	۸۱	۴	۶۱	۳	۱۴۲	۷
فنلاند	۱۳۹	۴	۰	۰	۱۳۹	۴
چک	۱۲۹	۶	۰	۰	۱۲۹	۶
مجارستان	۱۱۲	۴	۰	۰	۱۱۲	۴
چین	۱۵۵	۱۷	۰	۰	۱۵۵	۱۷
ایتالیا	۰	۰	۷۶	۴	۷۶	۴
هلند	۴۰	۱	۲۸	۱	۶۸	۲
آرژانتین	۶۹	۲	۰	۰	۶۹	۲
آفریقای جنوبی	۵۷	۲	۰	۰	۵۷	۲
پاکستان	۵۷	۳	۰	۰	۵۷	۳
لیتوانی	۰	۰	۴۱	۲	۴۱	۲
برزیل	۴۲	۲	۰	۰	۴۲	۲
مکزیک	۴۲	۲	۰	۰	۴۲	۲
ارمنستان	۲۷	۱	۹	۱	۳۶	۲
اسلوونی	۳۲	۱	۰	۰	۳۲	۱
قزاقستان	۰	۰	۲۶	۱	۲۶	۱
رومانی	۲۴	۲	۰	۰	۲۴	۲
مجموع	۱۱،۸۱۹	۴۲۶	۳،۲۷۱	۱۳۲	۱۵،۰۹۰	۵۵۸

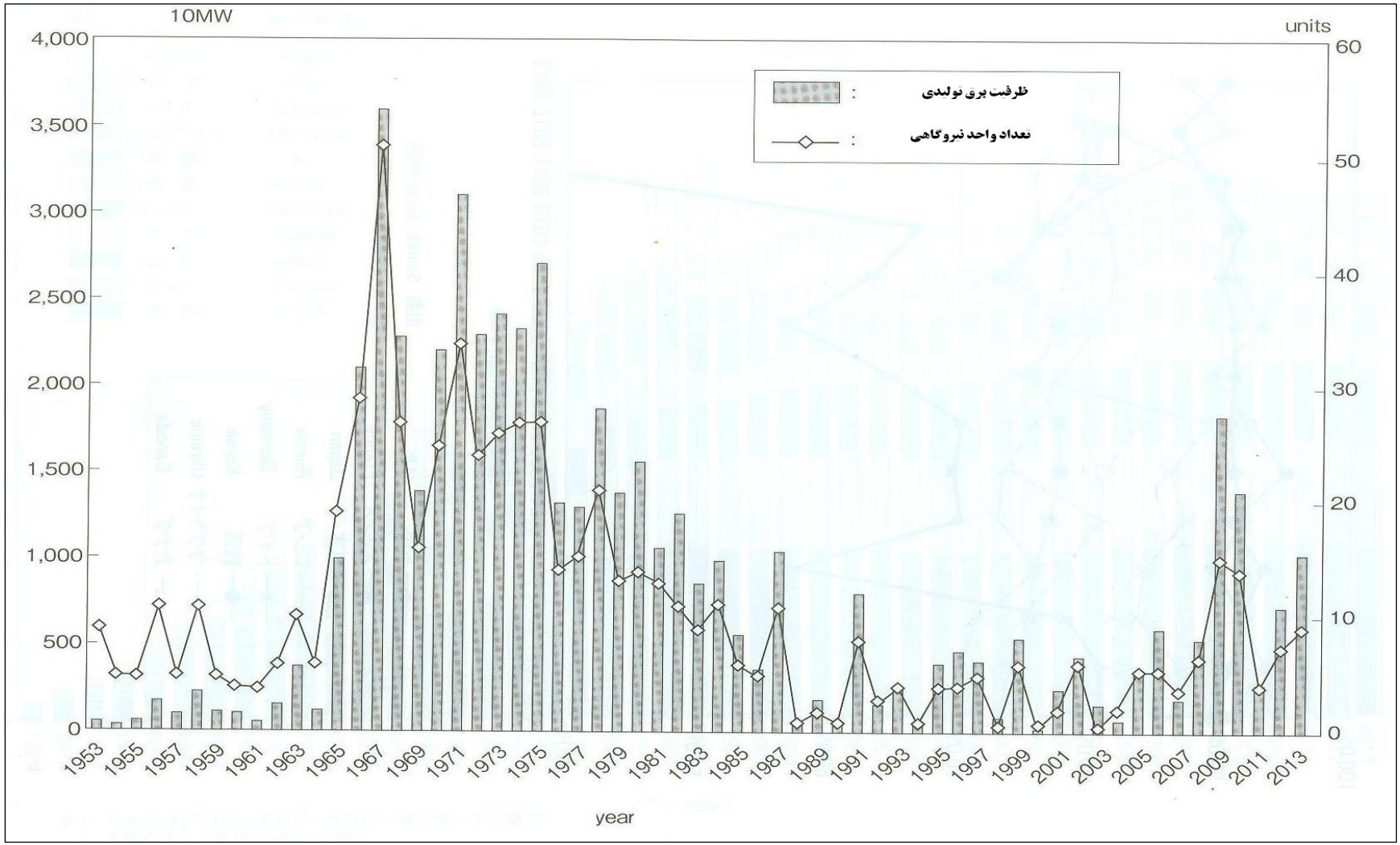
۳. یافته‌های حاصل از تحلیل داده‌ها

سه نیروگاه هسته‌ای، یک نیروگاه در ایران- که نخستین نیروگاه به بهره‌برداری رسیده در آن کشور است- مجموع کشورهای تولیدکننده برق هسته‌ای را به ۳۱ رسانده است، ساخت یک نیروگاه در بلاروس به عنوان نخستین نیروگاه آن کشور شروع شده و برنامه بنگلادش در دستیابی به برق هسته‌ای، پیشرفت قابل ملاحظه‌ای داشته است.

اول ژانویه ۲۰۱۴، در مقایسه با سال ۲۰۱۳ که ۴۲۹ نیروگاه با ظرفیت ۳۸۸،۲۳۴ مگاوات در سطح جهان فعال بودند، تعداد ۴۲۶ نیروگاه با ظرفیت ۳۸۶،۳۵۶ مگاوات در حال بهره‌برداری بوده است. در سال ۲۰۱۳، بهره‌برداری از سه نیروگاه هسته‌ای آغاز شده که دو نیروگاه در چین و یک نیروگاه در ایران بوده است.



شکل ۱. روند تغییرات در ظرفیت تولیدی نیروگاه‌های هسته‌ای در حال بهره‌برداری در سطح جهان، اطلاعات تا اول ژانویه ۲۰۱٤



شکل ۲. روند تغییرات در تعداد سفارشات نیروگاه‌های هسته‌ای در جهان و ظرفیت تولیدی آنها

جنبش ساخت واحدهای جدید نیروگاهی در کشور چین هم‌چنان قوی است. به واسطه عواقب ناشی از حادثه فوکوشیما دایچی، انجمن دولتی چین سیاستی مبنی بر اجرای سخت‌گیرانه استانداردهای ایمنی راکتورهای نسل سوم در دست ساخت ابلاغ کرده است. طراحی نیروگاه‌های هسته‌ای Ningde-1 و Hongyanhe-1 که در سال ۲۰۱۳ راه‌اندازی شدند، CPR1000 و از نوع پیشرفته نیروگاه‌های نسل دوم هستند که توسط CGN[1] و بر اساس فناوری فرانسه توسعه یافته‌اند. همان‌طور که انتظار می‌رود، پس از این شاهد راه‌اندازی نیروگاه‌های دیگری خواهیم بود که در نیمه دوم دهه ۲۰۰۰ فعالیت‌های ساخت آنها در چین شروع شده است. در واقع، در نیمه دوم سال ۲۰۱۳ نیروگاه‌های هسته‌ای Honyanhe-2 و Yangjiang-1 و در سال ۲۰۱۴ نیروگاه Ningde-2 به بهره‌برداری خواهند رسید.

در سپتامبر ۲۰۱۳ در ایران، مراحل تحویل واحد یکم نیروگاه بوشهر از شرکت مهندسی روسی به بهره‌بردار ایرانی که از سال ۲۰۱۱ در دوره بهره‌برداری آزمایشی به سر می‌برد، اجرا و به‌طور رسمی بهره‌برداری تجاری از آن آغاز شد. ایران در پاسخ به اطلاعات درخواستی مربوط به امسال، اعلام کرده است که در حال مذاکره با کشور روسیه برای ساخت دو واحد دیگر در ساختگاه بوشهر است.

چهار نیروگاه از مجموع شش نیروگاه هسته‌ای تعطیل شده در سال ۲۰۱۳، در ایالات متحده آمریکا بوده است. از این میان نیروگاه‌های San Onofre-2,3 و Crystal River-3 به دلیل مدت طولانی زمان تعمیرات و افزایش هزینه‌های نگه‌داری جمع‌آوری شدند و نیروگاه Kewanunee نیز به دلیل فشارهای اقتصادی برای کاهش قیمت تمام‌شده در منطقه‌ای که برق آن را تأمین می‌کرد، بسته شده است. دو نیروگاه دیگر، شامل نیروگاه‌های فوکوشیما دایچی ۵ و ۶ بوده‌اند. با در نظر گرفتن چهار نیروگاه هسته‌ای جدید در دست ساخت، در ایالات متحده آمریکا که طی ۳۵ سال اخیر بی‌سابقه بوده است، تعداد نیروگاه‌های هسته‌ای در دست ساخت در جهان به ۸۱ واحد رسیده است که در مجموع ۸۴ هزار مگاوات به ظرفیت فعلی افزوده خواهدشد.

در سال ۲۰۱۳، فرایند ساخت هشت نیروگاه هسته‌ای در پنج کشور دنیا آغاز شده که حاکی از افزایش ۹،۴۶۰ مگاواتی در ظرفیت نیروگاه‌های هسته‌ای جهان است. با این احتساب مجموع نیروگاه‌های در دست ساخت جهان به ۸۱ واحد خواهد رسید که ظرفیتی بیش از ۸۳،۹۸۷ مگاوات دارند. در مقایسه با داده‌های سال پیش که مجموع نیروگاه‌های در دست ساخت برابر با ۷۶ واحد (برابر با ۷۷،۷۱۷ مگاوات) بوده، افزایش خالص در تعداد نیروگاه‌های هسته‌ای در دست ساخت در جهان نیز پنج واحد بوده است (برابر با ۶،۲۷۰ مگاوات) و سه نیروگاه نیز در سال اخیر به بهره‌برداری رسیده‌اند. در میان هشت پروژه جدید ساخت نیروگاه هسته‌ای، کشورهای چین و کره‌جنوبی برای دومین سال متوالی پروژه‌های ساخت جدید را آغاز کرده‌اند. در مجموع، ۵۱ نیروگاه هسته‌ای در قاره آسیا در دست ساخت است که بیش از ۶۰ درصد پروژه‌های ساخت نیروگاه‌های هسته‌ای در جهان را به خود اختصاص داده است.

1. China General Nuclear Power Corporation

در سال ۲۰۱۳، کشور بلاروس فرایند ساخت نخستین نیروگاه هسته‌ای خود را شروع کرد. این کشور قصد ساخت دو نیروگاه هسته‌ای از نوع آب سبک روسی از طریق قرارداد *کلید در دست* و با استفاده از وام با بهره پایین از روسیه را دارد. انتظار می‌رود بهره‌برداری تجاری از نخستین نیروگاه این کشور که بتن‌ریزی آن در نوامبر شروع شده است، در سال ۲۰۱۸ آغاز شود. پس از ساخت نخستین نیروگاه هسته‌ای امارات متحده عربی در سال ۲۰۱۲، ساخت نیروگاه دوم خود به نام Barakah-2 را در سال ۲۰۱۳ آغاز شده است. چهار نیروگاه بعدی در دست ساخت نیز در ایالات متحده آمریکا است که در هر یک از ساختگاه‌های Vogtle و C.Summer Virgil، دو واحد نیروگاهی ساخته خواهد شدکه در ۳۵ سال اخیر بی‌سابقه است. این پروژه‌ها با توجه به نظام جدید اعطای مجوز ساخته خواهند شد و اولین نیروگاه از نوع نسل سوم است که در این کشور توسط وستینگهاوس و در قالب راکتورهای AP1000 ساخته می‌شوند.

در برنامه‌های هسته‌ای، راکتور CAP1400 چین و راکتور سریع کوچک روسی نیز مورد توجه قرار گرفته‌اند و ۱۰۰ نیروگاه با ظرفیت ۱۱۳،۰۰۰ مگاوات در گروه "در دست برنامه‌ریزی" قرار دارند.

برنامه‌های جدید توسعه نیروگاه‌های هسته‌ای که در حال حاضر می‌توان نسبت به پیشرفت واقعی آنها در آینده مثبت بود، شامل چهارده واحد نیروگاهی با ظرفیت ۱۳،۷۰۰ در هفت کشور است که هم‌اکنون در گروه نیروگاه‌های "در دست برنامه‌ریزی" جای گرفته‌اند. در مطالعه سال پیش، ۹۷ نیروگاه با ظرفیت ۱۱۰،۹۱۰ مگاوات در گروه "در دست برنامه‌ریزی" قرار گرفته بودند. از چهارده نیروگاهی که در سال ۲۰۱۳ به این گروه اضافه شدند، هشت نیروگاهی را که به گروه نیروگاه‌های "در دست ساخت" منتقل شدند، در کنار یک واحد نیروگاهی لغوشده در ژاپن با عنوان Namie-Odaka و دو نیروگاه روسیه با عناوین Central-3, 4 ، را باید کم کرد. در نتیجه، با توجه به اصلاحات کاهشی صورت گرفته در برنامه‌های فعلی ساخت و ساز نیروگاه‌های هسته‌ای در سطح جهان، تعداد نیروگاه‌های در دست برنامه‌ریزی در سال ۲۰۱۳ با سه واحد افزایش (با ظرفیت ۲،۰۱۰ مگاوات) به ۱۰۰ واحد نیروگاهی (با ظرفیت ۱۱۲،۹۲۰ مگاوات) می‌رسد.

جدول ۱. مهم‌ترین تغییرات در حوزه نیروگاه‌های هسته‌ای در سال ۲۰۱۳

وضعیت	کشور	نام راکتور	نوع و توان راکتور	تاریخ انجام تغییرات
آغاز بهره‌برداری تجاری	چین	Ningde-1	PWR 1080MW	۱۵ آوریل
		Hongyanhe-1	PWR 1110MW	۶ ژوئن
	ایران	Bushehr-1	PWR 1000MW	۲۲ سپتامبر
۳ کشور، ۳ واحد، ۳،۱۹۰ مگاوات				
شروع ساختمان	بلاروس	Ostrovets-1	PWR 1200MW	۶ نوامبر
	چین	Tianwan-4	PWR 1060MW	۲۷ سپتامبر
	کره جنوبی	Shin-Hanul-2	PWR 1400MW	۱۹ ژوئن
	امارات متحده عربی	Barakah-2	PWR 1400MW	۲۸ می
	آمریکا	V.C. Summer-2	PWR 1100MW	۹ مارس
		V.C. Summer-3	PWR 1100MW	۲ نوامبر

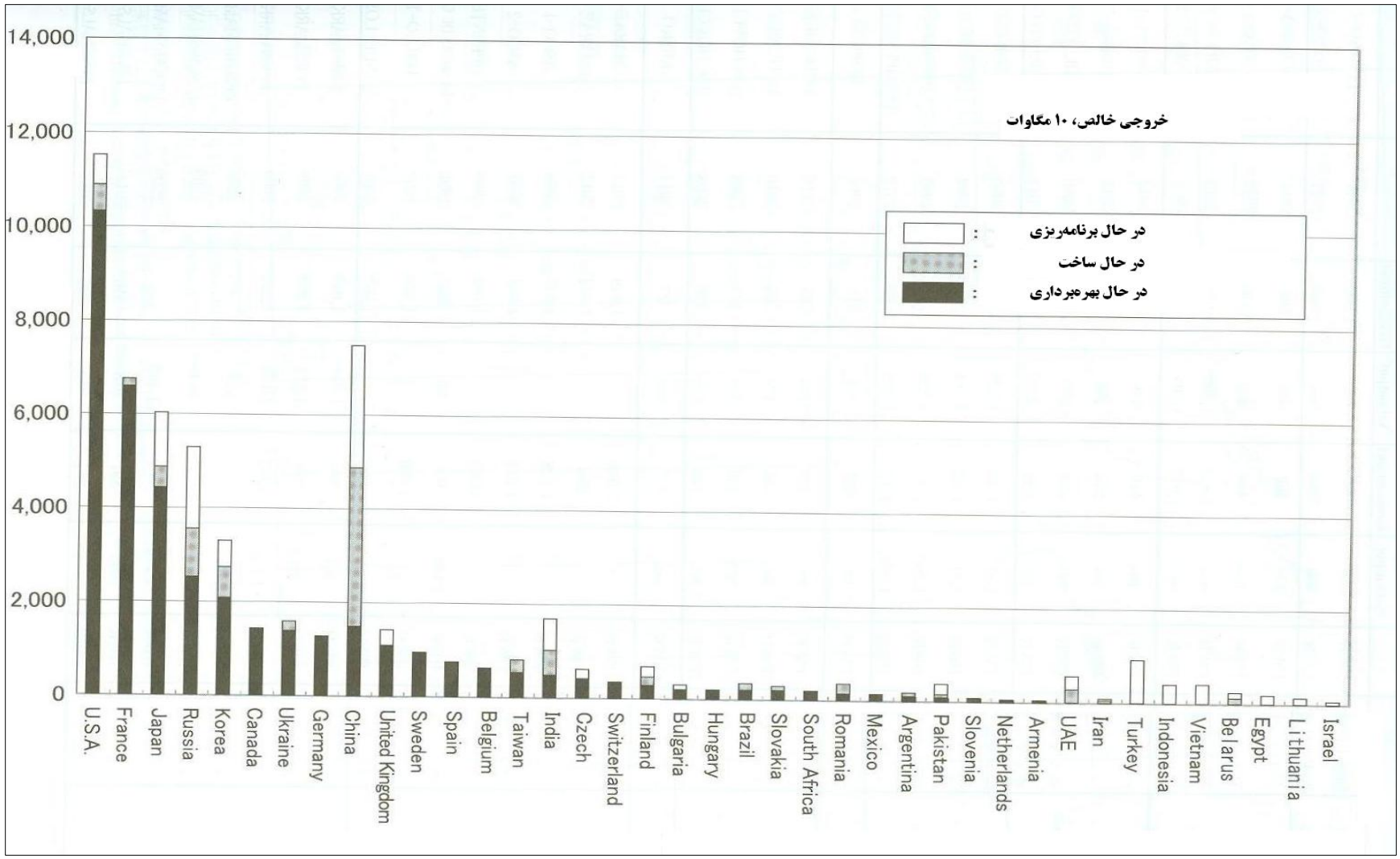
وضعیت	کشور	نام راکتور	نوع و توان راکتور	تاریخ انجام تغییرات
		A.W. Vogtle-3	PWR 1100MW	۱۲ مارس
		A.W. Vogtle-4	PWR 1100MW	۱۹ نوامبر
۵ کشور، ۸ واحد، ۹،۴۶۰ مگاوات				
برنامه‌ریزی شده	بنگلادش	Rooppur-1	PWR 1000MW	
		Rooppur-2	PWR 1000MW	
	بلغارستان	Kozlouy-7	PWR 1000MW	
	چین	Rongcheng Shidaowan	PWR 1400MW	
	هندوستان	Gorakhpur-1	PHWR 700MW	
		Gorakhpur-2	PHWR 700MW	
	پاکستان	Karachi-2	PWR 1100MW	
		Karachi-3	PWR 1100MW	
	روسیه	Dimitrovgrad	FBR 100MW	
		Kola II-1	PWR 1200MW	
	ترکیه	Sinop-1	PWR 1100MW	
		Sinop-2	PWR 1100MW	
		Sinop-3	PWR 1100MW	
		Sinop-4	PWR 1100MW	
۷ کشور، ۱۴ واحد، ۱۳،۷۰۰ مگاوات				
تعطیل شده	آمریکا	Crystal River-3	PWR 899MW	۵ فوریه
		Kewaunee	PWR 590MW	۷ می
		San Onofre-2	PWR 11.27 MW	۷ ژوئن
		San Onofre-3	PWR 11.27 MW	۷ ژوئن
	ژاپن	Funkushima I-5	BWR 784MW	۳۱ ژانویه ۲۰۱۴
		Funkushima I-6	BWR 1.100MW	۳۱ ژانویه ۲۰۱۴
۲ کشور، ۶ واحد، ۵،۶۲۷ مگاوات				
لغو برنامه‌ریزی	روسیه	Central-3	PWR 1200MW	
		Central-4	PWR 1200MW	
	ژاپن	Namie Odaka	BWR 1.100MW	
۲ کشور، ۳ واحد، ۳۲۲۵ مگاوات				

فعالیت کشورهای تازه وارد در نیروگاه‌های هسته‌ای با توجه به سهم آن‌ها در گروه نیروگاه‌های "در دست برنامه‌ریزی"، قابل توجه است. نخستین مورد، مربوط به فعالیت کشور بنگلادش در اجرایی نمودن برنامه خود برای ساخت دو واحد نیروگاهی در Rooppur واقع در ۱۶۰ کیلومتری پایتخت Dhaka است. ترکیه نیز تصمیم به معرفی چهار واحد نیروگاهی از طریق کنسرسیوم ژاپنی‌ها و فرانسوی‌ها برای ساختگاه Sinop در کنار دریای سیاه دارد. چین نیز با توجه به پیشرفت‌های

خود، قصد ساخت راکتور CAP1400 مگاواتی بر اساس طرح پایه AP1000 مگاواتی وستینگهاوس در ساختگاه Shidaowen واقع در ناحیه Shangong دارد. در میان طرح‌های مختلف توسعه‌یافته از AP1000، چین از مزایای حقوق مالکیت فکری CAP1400 استفاده کرده و در نظر دارد تا فرایند ساخت این نوع نیروگاه را در سال ۲۰۱۴ آغاز کند. برنامه‌های توسعه در روسیه، نیروگاه Kola-II-1 را نیز شامل می‌شود و مجوز ساخت برای این پروژه با هدف ساخت راکتور سریع کوچک بیسموتی در ساختگاه Dimitrovgrad واقع در منطقه Ulyanovsk صادر شده است.

در هندوستان مراسم ویژه‌ای برای نیروگاه‌های Gorakhpur-1 , 2 که از نوع راکتورهای آب‌سنگین تحت فشار با فناوری بومی هستند، برگزار شده است. پاکستان با همکاری چین، دو واحد نیروگاهی آب سبک را در کراچی خواهد ساخت. بلغارستان با هدف پیداکردن جایگزینی برای پروژه ابطال‌شده Blene (شامل دو واحد نیروگاهی)، فعالیت‌های آماده‌سازی برای ساخت واحد هفتم نیروگاه Kozloduy (با ظرفیت ۱۰۰۰ تا ۱۲۰۰ مگاوات) در ساختگاه فعلی Kozloduy را با قطعیت دنبال می‌کند.

در پاسخ به اطلاعات خواسته شده از روسیه برای تهیه گزارش امسال، این کشور در نظر دارد تا سال ۲۰۳۰، نه واحد نیروگاه را به بهره‌برداری رساند. این اطلاعات در محاسبات مختلف این گزارش، مورد توجه قرار نگرفته است؛ چرا که زمان مناسب را بیشتر از ده سال آینده پوشش می‌دهد. در پایان، اسامی این نیروگاه‌ها در فهرست آورده شده است.



شکل ۳. ظرفیت تولید نیروگاه‌های هسته‌ای در جهان با توجه به طبقه‌بندی آنها، اول ژانویه ۲۰۱٤

۴. مهم‌ترین روندهای ژاپن

۴-۱. نیروگاه‌های ژاپن در حالت خارج از سرویس

تمام نیروگاه‌های ژاپن در حالت خارج از سرویس هستند. مسائلی که می‌توانند به صورت بالقوه تبدیل به حوادث بزرگ شوند[1]، موجب تأخیر در فرایند ارزیابی ایمنی با توجه به استانداردهای جدید نظام ایمنی شده است.

نیروگاه‌های Ohi-3,4 در مالکیت شرکت الکترونیک برق Kansai بوده و توسط این شرکت نیز بهره‌برداری می‌شوند، پس از حادثه فوکوشیما دایچی، تنها نیروگاه‌های ژاپن هم‌چنان فعال هستند. این نیروگاه‌ها در تابستان ۲۰۱۲ ، بار دیگر راه‌اندازی شده بودند که البته در سپتامبر ۲۰۱۳ به صورت موقت و برای قسمتی از بررسی‌ها و بازرسی‌ها، خاموش شدند.

در حال حاضر تمام نیروگاه‌های ژاپن، خارج از حالت سرویس دهی قرار دارند. الزام اولیه برای راه‌اندازی مجدد آنها، هم‌خوانی با استانداردهای جدید نظام ایمنی پس از انجام ارزیابی‌های مختلف است. با توجه به آنچه با عنوان موضوعات بالقوه خطرناک شناخته می‌شوند، ارزیابی‌ها باید به شیوه‌ای انجام شوند که با ارزیابی‌های مشخص شده توسط NRA[2] هم‌خوانی داشته باشند. پانل‌های تخصصی NRA از طریق بررسی‌های میدانی به ارزیابی موضوعاتی که به صورت بالقوه می‌تواند تبدیل به حوادث بزرگ شود، می‌پردازد.

با توجه به آموخته‌های حادثه فوکوشیما، تمامی شرکت‌های مالک و بهره‌بردار نیروگاه در ژاپن، اقدام به تقویت سنجه‌های زلزله و سونامی خود کرده‌اند. به طور مثال، در نیروگاه Onagawa که متعلق به شرکت برق Tohoku است، در ماه می ۲۰۱۳، اقدامات مربوط به افزایش ارتفاع سد دریایی از سه متر به ۱۵متر آغاز شده که انتظار می‌رود در سال ۲۰۱۶ به پایان رسد.

با احتمال این که انتشار آب آلوده هم‌چنان در نیروگاه فوکوشیما دایچی پابرجاست، فرایند خارج کردن سوخت مصرف‌شده هسته‌ای آغاز شد.

کمیته برچیدن نیروگاه‌های هسته‌ای فوکوشیما دایچی متعلق به شرکت TEPCO با هدف برچیدن واحدهای اول تا چهارم نیروگاه فوکوشیما دایچی شکل گرفته که شامل دولت، TEPCO و سازمان‌های دیگر درگیر در تحقیق و توسعه است و وظیفه برچیدن بر اساس نقشه راه در زمان مناسب کوتاه‌مدت تا بلندمدت را بر عهده دارد. در ژوئن ۲۰۱۳، کمیته برچیدن، اقدام به بازنگری در نقشه راه تهیه شده با هدف انعطاف‌پذیری بیشتر در پوشش دادن به برنامه‌های زمانی خاص مرتبط با چهار راکتور نمود. بر اساس این نسخه اصلاح‌شده، خارج کردن زباله‌های سوخت از راکتور اول، در بهترین حالت از سال ۲۰۲۱ به نیمه اول سال مالی ۲۰۲۰ منتقل شد. گام مهم بعدی مربوط به خارج کردن سوخت از استخر ذخیره‌سازی

1. Active-Fault Issues
2. Nuclear Regulation Authority

سوخت مصرف‌شده راکتور چهارم در نوامبر ۲۰۱۳ است که یک ماه زودتر از برنامه زمانی انجام شد. افزون بر این، در ماه آگوست سال ۲۰۱۳، مؤسسه تحقیقاتی بین‌المللی برچیدن[1] به عنوان سازمان پاسخگو در برابر مدیریت یکپارچه فناوری از برچیدن فعالیت خود را آغاز نمود.

با توجه به نشت آب آلوده به مواد رادیواکتیو از تانک‌های زیرزمینی و سطحی، تصمیم‌گیران عالی کمیته حوادث غیرمترقبه، تصمیماتی در رابطه با "سیاست اصلی برای نشت آب آلوده" و "سنجه‌های اضافی برای برچیدن راکتور و نشت آب آلوده" در سپتامبر و دسامبر ۲۰۱۳ اتخاذ کردند.

نیروگاه‌های فوکوشیما دایچی ۵ و ۶ که در هنگام زلزله ماه مارس ۲۰۱۱ به علت بازرسی‌های دوره‌ای خاموش شده بودند، در حال حاضر و در ۳۱ ژانویه ۲۰۱۴ در دسته نیروگاه‌های برچیده شده، قرار گرفته‌اند. تأسیسات مربوط به این دو راکتور برای فعالیت‌های تحقیقاتی و مدل‌سازی برای برچیدن نیروگاه‌های اول تا چهارم مورد استفاده قرار می‌گیرند. با در نظر گرفتن تمام واحدهای فوکوشیما دایچی که در حال برچیدن هستند، تعداد نیروگاه‌های ژاپن به ۴۸ واحد می‌رسد. فعالیت‌های ساخت نیروگاه نیز تنها محدود به نیروگاه Shimane 3 با ظرفیت ۱،۳۷۳ مگاوات متعلق به شرکت برق Chugoku و نیروگاه Ohma با ظرفیت ۱،۳۸۳ مگاوات متعلق به شرکت توسعه برق الکتریکی است که البته هنوز تاریخ دقیقی برای راه‌اندازی آنها مشخص نشده است.

۴-۲. بازفرآوری با توجه به استانداردهای جدید نظام ایمنی، مورد بررسی و ارزیابی قرار خواهد گرفت

در ژوئیه ۲۰۱۳، شرکت سوخت هسته‌ای ژاپن[2] گزارشی مبنی بر تأیید تست‌های مربوط به بهره‌برداری پایدار و عملکرد مناسب کارخانه باز فرآوری Rokkasho تقدیم NRA کرد. پس از اعمال استانداردهای جدید نظام ایمنی برای نیروگاه‌های هسته‌ای، پیاده‌سازی استانداردهای جدید برای تأسیسات مختلف چرخه سوخت نیز در دسامبر ۲۰۱۳ آغاز شد. شرکت سوخت هسته‌ای ژاپن تاریخ کامل‌کردن این فرایند را اکتبر ۲۰۱۴ اعلام کرد و در ژانویه ۲۰۱۴ از NRA درخواست کرد تا میزان هم‌خوانی تأسیسات را با استانداردهای جدید ارزیابی نماید.

اقداماتی در راستای بازنگری فرایند برنامه‌ریزی دفع ضایعات هسته‌ای دارای آلایندگی بالا که با تأخیراتی همراه بوده در حال انجام است.

تقریباً ۱۷،۰۰۰ تن سوخت مصرف‌شده در ژاپن ذخیره شده است که با احتساب مواد هسته‌ای بازفرآوری شده، این میزان به ۲۵،۰۰۰ تن مواد هسته‌ای دارای آلایندگی بالا خواهد رسید. تقریباً ده سال از زمانی که نظام نهایی دفع ضایعات هسته‌ای تأسیس شده، گذشته است و هنوز برنامه خاصی برای انتخاب ساختگاه نهایی تأسیسات دفع ضایعات انتخاب نشده

1. International Research Institute for Decommissioning
2. Japan Nuclear Fuel Ltd.

است. در چنین شرایطی کمیته مشورتی انرژی و منابع طبیعی وزارت METI پیشنهادی برای ارتقای فرایند انتخاب ساختگاه دفع نهایی ضایعات هسته‌ای ارائه کرده است. بر اساس همین بحث‌های انجام شده، نشستی در سطح وزارتخانه در مورد دفع نهایی ضایعات هسته‌ای در دسامبر ۲۰۱۳ برگزار شد که در آن سازمان‌های اجرایی مرتبط با دفع ضایعات، با هدف پوشش جامع مسائل و مشکلات با هم گفتگو و بحث نمودند.

۴-۳. همکاری‌های هسته‌ای در خاورمیانه با پیشرفت‌هایی همراه بوده است

در سفر نخست‌وزیر *شینزوآبه* به خاورمیانه در ماه‌های آوریل تا می ۲۰۱۳، ژاپن توافق‌نامه همکاری‌های هسته‌ای خود با کشورهای امارات متحده عربی و ترکیه را با این کشورها امضا نمود. هم‌چنین، با عربستان سعودی توافق شد تا صحبت‌ها در مورد همکاری‌های هسته‌ای در سطح عملیاتی ادامه یابد.

۴-۴. در رابطه با انرژی هسته‌ای، اقدامات سیاسی انجام شده است

پس از استقرار دولت ائتلافی میان حزب لیبرال دموکراتیک و حزب جدید کومیتو[1] در انتهای سال ۲۰۱۲، نخست وزیر شینزوآبه در کنفرانس تبلیغاتی خود در ابتدای ۲۰۱۳ در رابطه با انرژی هسته‌ای اعلام کرد که تصمیم‌گیری در مورد راه‌اندازی بار دیگر نیروگاه‌های هسته‌ای باید مبتنی بر استانداردهای ایمنی و علمی باشد. ایشان همچنین در مورد ساخت نیروگاه‌های هسته‌ای جدید یا جایگزینی نیروگاه‌های فرسوده با نیروگاه‌های جدید عنوان کرد که امکان تصمیم‌گیری سریع در این مورد وجود ندارد و به این موضوع که انرژی هسته‌ای باید تا حد امکان کاهش یابد، وابسته است. افزون بر این، در بیانیه انتخاباتی که حزب لیبرال دموکرات در سال ۲۰۱۳ منتشر کرد، آمده است که نباید نیروگاه‌های جدید هسته‌ای ساخته شود و باید از منابع سیاستی مختلف استفاده شود تا سهم نیروگاه‌های هسته‌ای تا سال ۲۰۳۰ به کمترین حد خود برسد. در پاییز ۲۰۱۳، در یک کنفرانس خبری، نخست وزیر پیشین ژاپن *جونیچیرو کیزومی* از کنار گذاشتن نیروگاه‌های هسته‌ای در آینده نزدیک دفاع کرد.

۴-۵. جایگاه انرژی هسته‌ای، تأمین بار پایه شبکه برق کشور خواهد بود

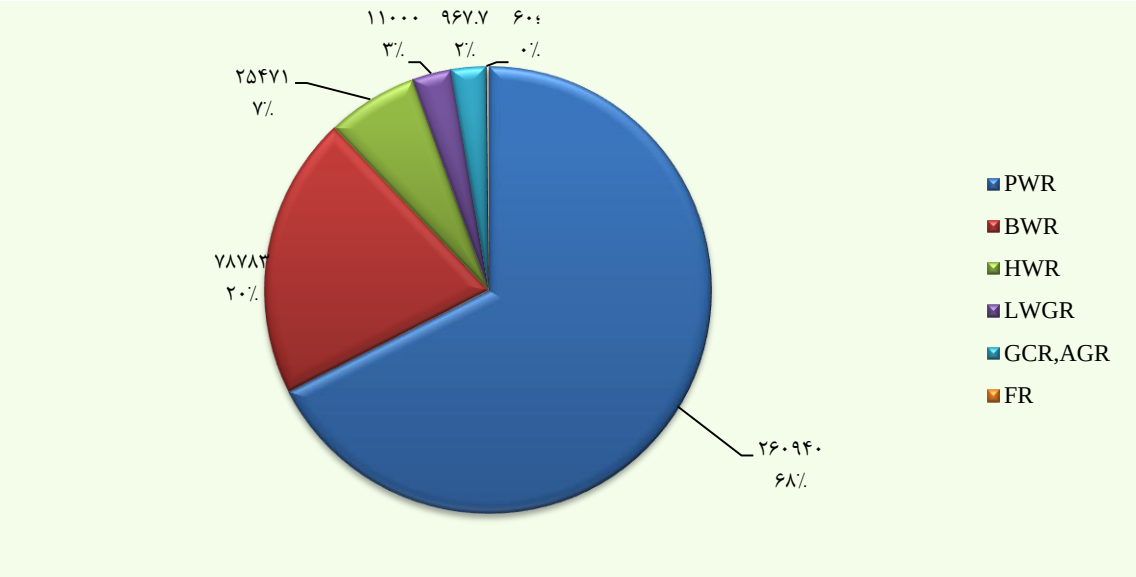
با توجه به بررسی‌های انجام‌شده در کمیته مشورتی انرژی و منابع طبیعی، نسخه اولیه برنامه اصلی عرضه و تقاضای انرژی توسط هیأت وزیران که شامل اعضای کابینه نیز می‌شود، تصویب شده است. این نسخه اولیه جایگاه هر یک از منابع تولید انرژی را در قالب ساختار چندلایه، متنوع و منعطف عرضه و تقاضای انرژی مشخص‌کرده و حاکی از سمت و سوی کلی

1. Komeito

توسعه هر یک از منابع است. بر اساس این نسخه اولیه، جایگاه انرژی هسته‌ای تأمین بار پایه شبکه برق کشور با هدف مشارکت آن در پایدار نمودن ساختار عرضه و تقاضای انرژی است.

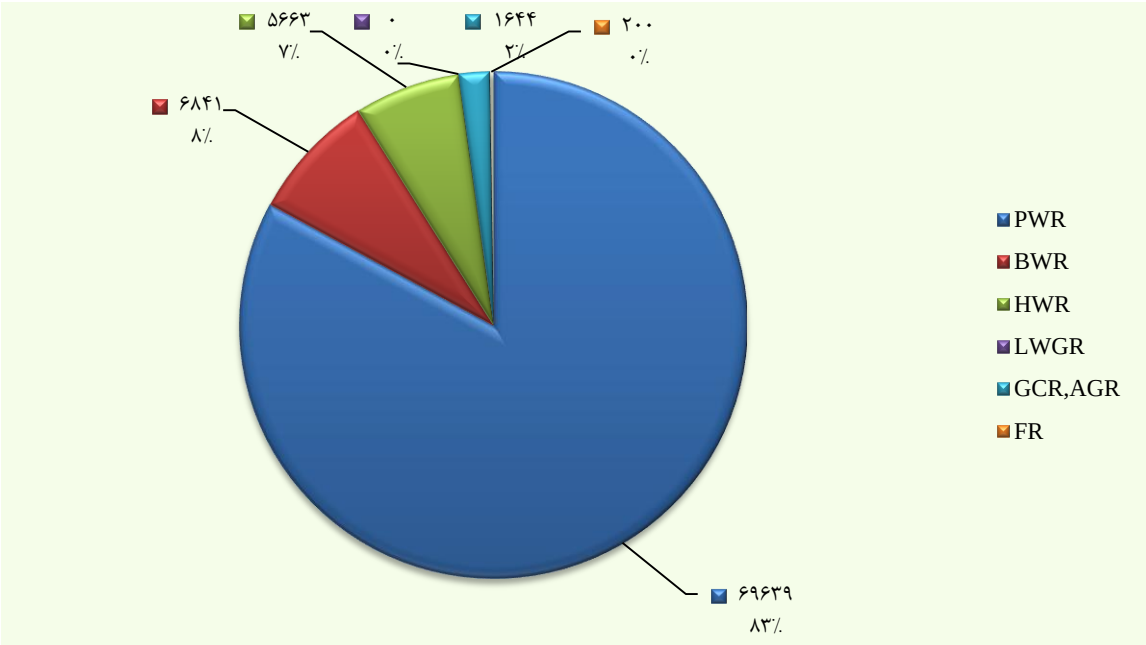
۵. پیوست‌ها

۵-۱. نمودارها



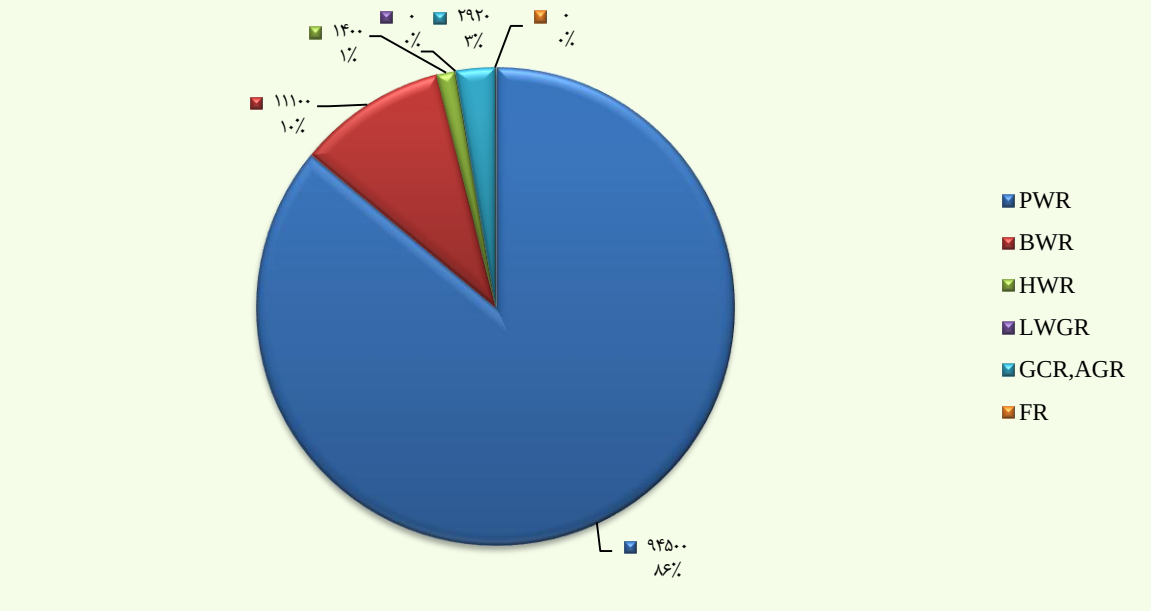
نمودار ۱-ظرفیت هسته‌ای در دست بهره‌برداری جهان بر حسب نوع راکتور

مأخذ: اطلاعات جدول ۵.



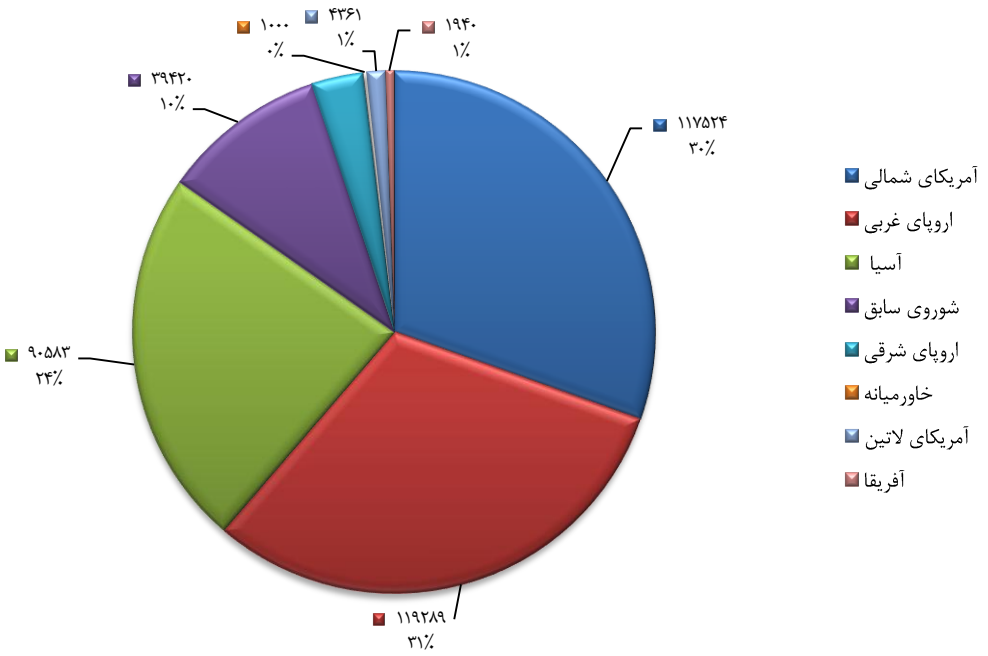
نمودار ۲- ظرفیت هسته‌ای در دست ساخت در جهان بر حسب نوع راکتور

مأخذ: اطلاعات جدول ۵.



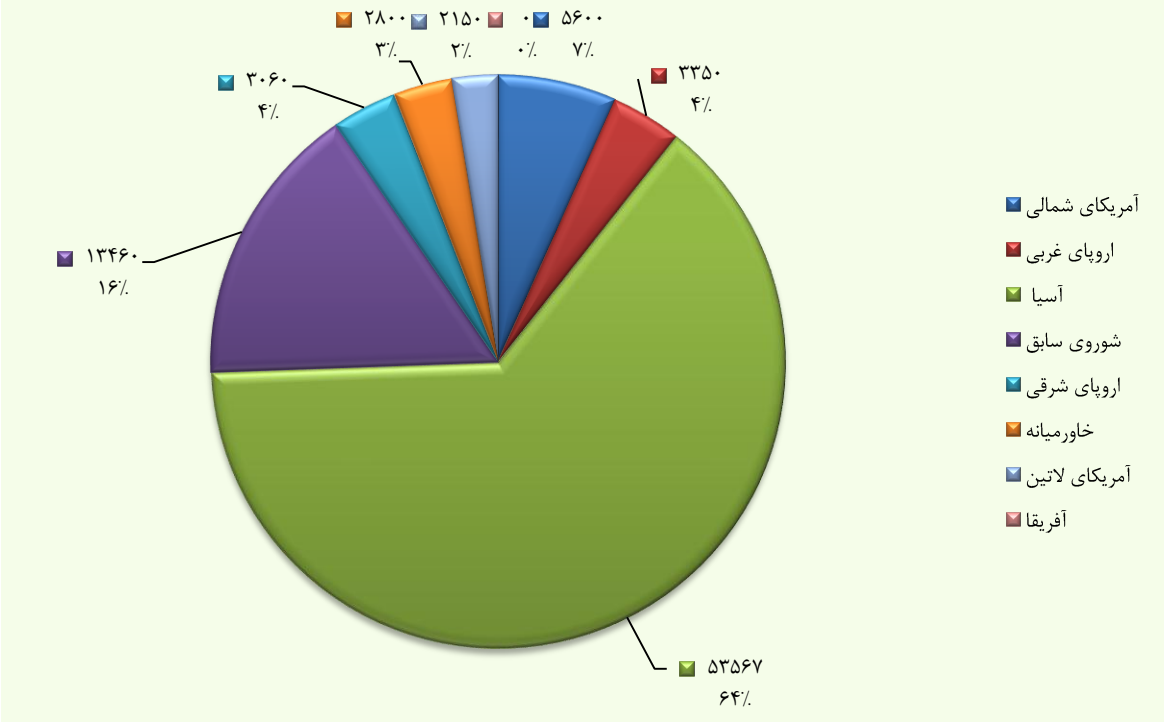
نمودار ۳. ظرفیت هسته‌ای در دست برنامه‌ریزی در جهان بر حسب نوع راکتور

مأخذ: اطلاعات جدول ۵.



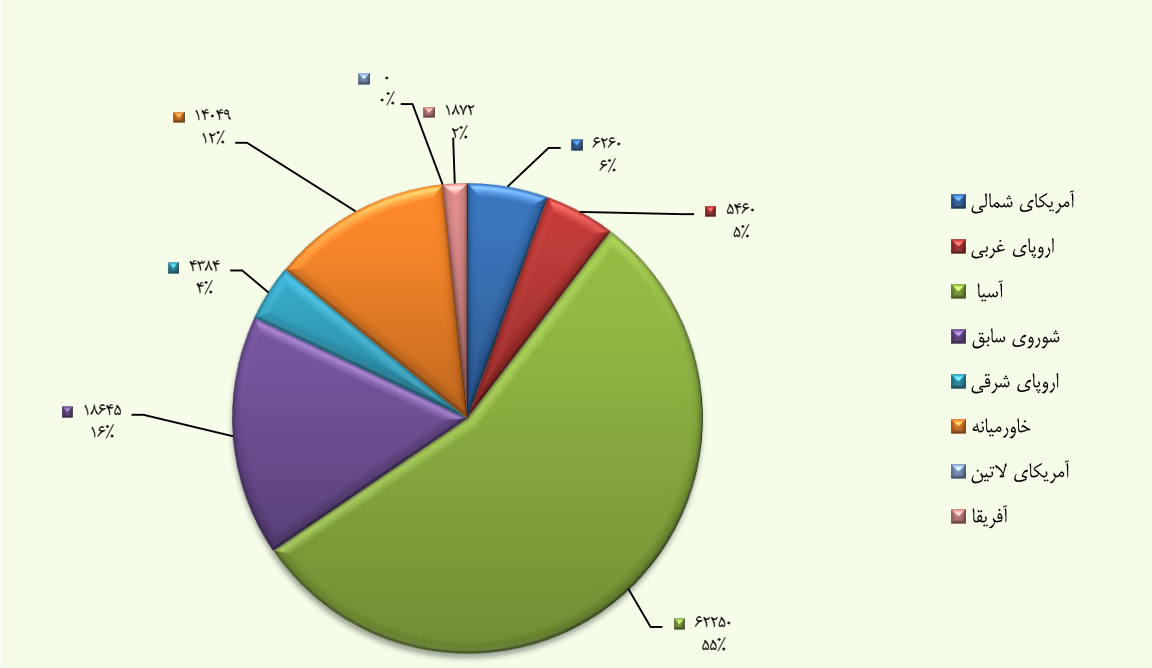
نمودار ٤. سهم مناطق مختلف از نیروگاه‌های در دست بهره‌برداری جهان

مأخذ: اطلاعات جدول ۴.



نمودار ۵. سهم مناطق مختلف از نیروگاه‌های در دست ساخت جهان

مأخذ: اطلاعات جدول ۴.



نمودار ٦.سهم مناطق مختلف از نیروگاه‌های در دست برنامه‌ریزی جهان

مأخذ: اطلاعات جدول ۴.

۵-۲. جدول‌ها

جدول ۳-وضعیت نیروگاه‌های هسته‌ای جهان به تفکیک کشورهای مختلف در سال ۲۰۱۳

مقیاس 10MWe ، خروجی ناخالص

کشور یا منطقه	درحال بهره‌برداری		در دست ساخت		در دست برنامه‌ریزی		مجـــــــــــموع	
	واحد	خروجی	واحد	خروجی	واحد	خروجی	واحد	خروجی
امریکا	۱۰۰	۱۰,۳۲۸.۴	۵	۵۶۰	۵	۶۲۶	۱۱۰	۱۱,۵۱۴.۴
فرانسه	۵۸	۶,۵۸۸	۱	۱۶۳	–	–	۵۹	۶,۷۵۱
ژاپن	۴۸	۴,۴۲۶.۴	۴	۴۴۲.۱	۹	۱,۱۵۸.۲	۶۰	۶,۰۲۶.۷
روسیه	۲۹	۲,۵۱۹.۴	۱۱	۱,۰۲۶	۱۷	۱,۷۴۴,۵	۵۷	۵,۲۸۹.۹
آلمان	۹	۱,۲۶۹.۶	–	–	–	–	۹	۱,۲۶۹.۶
کره جنوبی	۲۳	۲,۰۷۱.۶	۴	۶۶۰	۴	۵۶۰	۳۲	۳,۲۹۱.۶
اوکراین	۱۵	۱,۳۸۱.۸	۲	۲۰۰	–	–	۱۷	۱,۵۸۱.۸
کانادا	۱۹	۱,۴۲۴	–	–	–	–	۱۹	۱,۴۲۴
بریتانیا	۱۶	۱,۰۸۶.۲	–	–	۲	۳۲۶	۱۸	۱,۴۱۲.۲
سوئد	۱۰	۹۴۲.۸	–	–	–	–	۱۰	۹۴۲.۸
چین	۱۷	۱,۴۸۷.۸	۳۱	۳,۳۸۶.۶	۲۳	۲,۶۱۶.۸	۷۰	۷,۳۴۲.۲
اسپانیا	۷	۷۳۹.۷	–	–	–	–	۷	۷۳۹.۷
بلژیک	۷	۶۱۹.۴	–	–	–	–	۷	۶۱۹.۴
تایوان	۶	۵۲۴.۸	۲	۲۷۰	–	–	۸	۷۹۴.۸
هند	۲۰	۴۷۸	۷	۵۳۰	۶	۶۷۰	۳۳	۱,۶۷۸
چک	۶	۴۱۵.۲	–	–	۲	۲۰۰	۸	۶۱۵.۲
سوئیس	۵	۳۴۶	–	–	–	–	۵	۳۴۶
فنلاند	۴	۲۸۶	۱	۱۷۲	۲	۲۲۰	۷	۶۷۸
برزیل	۲	۱۹۹.۲	۱	۱۴۰.۵	–	–	۳	۳۳۹.۷
بلغارستان	۲	۲۰۰	–	–	۱	۱۰۰	۳	۳۰۰
مجارستان	۴	۲۰۰	–	–	–	–	۴	۲۰۰
آفریقای جنوبی	۲	۱۹۴	–	–	–	–	۳	۱۹۴
اسلوواکی	۴	۱۹۵	۲	۹۴.۲	–	–	۶	۲۸۹.۲
رومانی	۲	۱۴۱	۳	۲۱۱.۸	–	–	۵	۳۵۲.۸
مکزیک	۲	۱۳۶.۴			–	–	۲	۱۳۶.۴
آرژانتین	۲	۱۰۰.۵	۱	۷۴.۵	–	–	۳	۱۷۵
اسلوونی	۱	۷۲.۷	–	–	–	–	۱	۷۲.۷
هلند	۱	۵۱.۲	–	–	–	–	۱	۵۱.۲
پاکستان	۳	۷۸.۷	۲	۶۸	۲	۲۲۰	۷	۳۶۶.۷
ارمنستان	۱	۴۰.۸	–	–	–	–	۱	۴۰.۸
ایران	۱	۱۰۰			۱	۳۸.۵	۲	۱۳۸.۵
امارات متحده عربی	–	–	۲	۲۸۰	۲	۲۸۰	۴	۵۶۰
اندونزی	–	–			۴	۴۰۰	۴	۴۰۰
ویتنام	–	–	–	–	۴	۴۰۰	۴	۴۰۰
مصر	–	–	–	–	۲	۱۸۷.۲	۲	۱۸۷.۲
اسرائیل	–	–	–	–	۱	۶۶.۴	۱	۶۶.۴
ترکیه	–	–	–	–	۸	۹۲۰	۸	۹۲۰

کشور یا منطقه	درحال بهره‌برداری		در دست ساخت		در دست برنامه‌ریزی		مجـــــــــــموع	
	واحد	خروجی	واحد	خروجی	واحد	خروجی	واحد	خروجی
قزاقستان	–	–	–	–	۱	N/A	۱	N/A
لیتوانی	–	–	–	–	۱	۱۳۸.۴	۱	۱۳۸.۴
اردن	–	–	–	–	۱	۱۰۰	۱	۱۰۰
بلاروس	–	–	۱	۱۲۰	۱	۱۲۰	۲	۲۴۰
بنگلادش	-	-	-	-	۲	۲۰۰	۲	۲۰۰
مجموع	۴۲۶	۳۸,۶۳۵.۶	۸۱	۸,۳۹۸.۷	۱۰۰	۱۱,۲۹۲.۰	۶۰۷	۵۷,۳۲۶.۳
سال پیش	(۴۲۹)	(۳۸,۸۲۳.۴)	(۷۶)	(۷,۷۷۱.۷)	(۹۷)	(۱۱,۰۹۱.۰)	(۶۰۲)	(۵۷,۶۸۶.۱)

جدول ٤-وضعیت نیروگاه‌های هسته‌ای جهان به تفکیک مناطق مختلف در سال ۲۰۱۳

مقیاس 10MWe ، خروجی ناخالص

کشور یا منطقه	درحال بهره‌برداری		در دست ساخت		در دست برنامه‌ریزی		مجموع	
	واحد	خروجی	واحد	خروجی	واحد	خروجی	واحد	خروجی
آمریکای شمالی								
امریکا	۱۰۰	۱۰,۳۲۸.۴	۵	۵۶۰	۵	۶۲۶	۱۱۰	۱۱,۵۱۴.۴
کانادا	۱۹	۱,۴۲۴					۱۹	۱,۴۲۴
مجموع آمریکای شمالی	۱۱۹	۱۱,۷۵۲.۴	۵	۵۶۰	۵	۶۲۶	۱۲۹	۱۲,۹۳۸.۴
اروپای غربی								
فرانسه	۵۸	۶,۵۸۸	۱	۱۶۳			۵۹	۶,۷۵۱
آلمان	۹	۱,۲۶۹.۶					۹	۱,۲۶۹.۶
بریتانیا	۱۶	۱,۰۸۶.۲			۲	۳۲۶	۱۸	۱,۴۱۲.۲
سوئد	۱۰	۹۴۲.۸					۱۰	۹۴۲.۸
اسپانیا	۷	۷۳۹.۷					۷	۷۳۹.۷
بلژیک	۷	۶۱۹.۴					۷	۶۱۹.۴
سوئیس	۵	۳۴۶					۵	۳۴۶
فنلاند	۴	۲۸۶	۱	۱۷۲	۲	۲۲۰	۷	۶۷۸
هلند	۱	۵۱.۲					۱	۵۱.۲
مجموع اروپای غربی	۱۱۷	۱۱,۹۲۸.۹	۲	۳۳۵	۴	۵۴۶	۱۲۳	۱۲,۸۰۹.۹
آسیا								
ژاپن	۴۸	۴,۴۲۶.۴	۴	۱.۴۴۲	۸	۱,۱۵۸.۲	۶۰	۶,۰۲۶.۷
کره جنوبی	۲۳	۲,۰۷۱.۶	۵	۶۶۰	۴	۵۶۰	۳۲	۳,۲۹۱.۶
چین	۱۷	۱,۴۷۸.۸	۳۱	۳,۳۸۶.۶	۲۳	۲,۶۱۶.۸	۷۰	۷,۴۸۲.۲
تایوان	۶	۵۲۴.۸	۲	۲۷۰			۸	۷۹۴.۸
هند	۲۰	۴۷۸	۷	۵۳۰	۶	۶۷۰	۳۱	۱,۶۷۸
پاکستان	۳	۷۸.۷	۲	۶۸	۲	۲۲۰	۵	۳۶۶.۷
اندونزی					۴	۴۰۰	۴	۴۰۰
ویتنام					۴	۴۰۰	۴	۴۰۰
بنگلادش					۲	۲۰۰	۲	۲۰۰
مجموع آسیا	۱۱۷	۹,۰۵۸.۳	۵۱	۵,۳۵۶.۷	۵۳	۶,۲۲۵	۲۲۱	۲۰,۶۴۰
شوروی سابق								
روسیه	۲۹	۲,۵۱۹.۴	۱۱	۱,۰۲۶	۱۷	۱,۸۱۵	۵۷	۵,۳۶۰.۴
اوکراین	۱۵	۱,۳۸۱.۸	۲	۲۰۰			۱۷	۱,۵۸۱.۸
ارمنستان	۱	۴۰.۸					۱	۴۰.۸
قزاقستان					۱	N/A	۱	N/A
بلاروس			۱	۱۲۰	۱	۱۲۰	۲	۲۴۰
مجموع شوروی سابق	۴۵	۳,۹۴۲	۱۴	۱,۳۴۶	۱۹	۱,۸۶۴.۵	۷۸	۷,۲۲۳
اروپای شرقی								
چک	۶	۴۱۵.۲			۲	۲۰۰	۸	۶۱۵.۲
بلغارستان	۲	۲۰۰			۱	۱۰۰	۳	۳۰۰
مجارستان	۴	۲۰۰					۴	۲۰۰
اسلواکی	۴	۱۹۵	۲	۹۴.۲			۶	۲۸۹.۲
رومانی	۲	۱۴۱	۳	۲۱۱.۸			۵	۳۵۲.۸
اسلونی	۱	۷۲.۷					۱	۷۲.۷

کشور یا منطقه	درحال بهره‌برداری		در دست ساخت		در دست برنامه‌ریزی		مجموع	
	واحد	خروجی	واحد	خروجی	واحد	خروجی	واحد	خروجی
لیتوانی					۱	۱۳۸.۴	۱	۱۳۸.۴
مجموع اروپای شرقی	۱۹	۱,۲۲۳.۹	۵	۳۰۶	۴	۴۳۸.۴	۲۸	۱,۹۶۸.۳
خاور میانه								
امارات متحده عربی			۲	۲۸۰	۲	۲۸۰	۴	۵۶۰
ایران	۱	۱۰۰			۱	۳۸.۵	۲	۱۳۸.۵
اسراییل					۱	۶۶.۴	۱	۶۶.۴
ترکیه					۸	۹۲۰	۸	۹۲۰
اردن					۱	۱۰۰	۱	۱۰۰
مجموع خاورمیانه	۱	۱۰۰	۲	۲۸۰	۱۳	۱,۴۰۴.۹	۱۶	۱,۷۸۴.۹
امریکای لاتین								
برزیل	۲	۱۹۹.۲	۱	۱۴۰.۵			۳	۳۳۹.۷
مکزیک	۲	۱۳۶.۴					۲	۱۳۶.۴
آرژانتین	۲	۱۰۰.۵	۱	۷۴.۵			۳	۱۷۵
مجموع آمریکای لاتین	۶	۴۳۶.۱	۲	۲۱۵			۸	۶۵۱.۱
آفریقا								
آفریقای جنوبی	۲	۱۹۴					۲	۱۹۴
مصر					۲	۱۸۷.۲	۲	۱۸۷.۲
مجموع آفریقا	۲	۱۹۴			۲	۱۸۷.۲	۴	۳۸۱.۲
مجموع	۴۲۶	۳۸,۶۳۵.۶	۸۱	۸,۳۹۸.۷	۱۰۰	۱۱,۲۹۲	۶۰۷	۵۸,۳۲۶.۳
سال گذشته	(۴۲۹)	(۳۸,۸۲۳.۴)	(۷۶)	(۷,۷۷۱.۷)	(۹۷)	(۱۱,۰۹۱)	(۶۰۲)	(۵۷,۶۸۶.۱)

جدول ۵-ظرفیت هسته‌ای جهان بر حسب نوع راکتور در سه وضعیت درحال بهره‌برداری / در دست ساخت / در حال برنامه‌ریزی

تا ۱ ژانویه ۲۰۱۴، 10MWe، خروجی ناخالص

کشور	مجموع		FR		GCR,AGR		LWGR		HWR		BWR شامل نوع پیشرفته BWR		PWR شامل نوع روسی VVER	
	واحد	خروجی	واحد	خروجی	واحد	خروجی	واحد	خروجی	واحد	خروجی	واحد	خروجی	واحد	خروجی
آمریکا	۱۰۴	۱۰,۳۲۸/۴									۳۵	۳,۵۹۸/۲	۶۹	۶,۷۳۰/۲
	۵	۵۶۰											۵	۵۶۰
	۵	۶۲۶									۲	۲۸۰	۳	۳۴۶
فرانسه	۵۸	۶,۵۸۸											۵۸	۶,۵۸۸
	۱	۱۶۳											۱	۱۶۳
ژاپن	۴۸	۴,۴۲۶/۴									۲۴	۲,۳۹۸/۶	۲۴	۲,۰۲۷/۸
	۴	۴۴۲/۱	۱	۲۸							۳	۴۱۴/۱	۰	۰
	۸	۱,۱۵۸/۲									۵	۶۹۱/۶	۳	۴۶۶/۶
روسیه	۲۹	۲,۵۱۹/۴	۱	۶۰			۱۱	۱,۱۰۰					۱۷	۱۳۵۹/۴
	۱۱	۱,۰۲۶					۱	۸۶/۴					۱۰	۹۳۹/۶
	۱۷	۱,۷۴۴/۵			۲	۱۳۲							۱۵	۱,۶۱۲/۵
آلمان	۹	۱,۲۶۹/۶									۲	۲۶۸/۸	۷	۱,۰۰۰/۸
کره	۲۳	۲,۰۷۱/۶							۴	۲۷۷/۹			۱۹	۱۷۹۳/۷
	۵	۶۶۰												
	۴	۵۶۰											۴	۵۶۰
اوکراین	۱۵	۱۳۸۱/۸											۱۵	۱,۳۸۱/۸
	۲	۲۰۰											۲	۲۰۰
کانادا	۱۹	۱,۴۲۴							۱۹	۱,۴۲۴			۰	۰
بریتانیا	۱۶	۱,۰۸۶/۲			۱۵	۹۶۷/۷							۱	۱۲۵
	۲	۳۲۶											۲	۳۲۶
سوئد	۱۰	۹۴۲/۸									۷	۶۴۹/۴	۳	۲۹۳/۴
چین	۱۷	۱,۴۷۸/۸							۲	۱۴۴			۱۵	۱,۳۳۴/۸
	۳۱	۳,۳۸۶/۶	۱	۲۰									۳۰	۳,۳۶۶/۶
	۲۳	۲,۶۱۶/۸			۲	۱۶۰							۲۱	۲,۴۵۶/۸
اسپانیا	۷	۷۳۹/۷									۱	۱۰۹/۲	۶	۶۳۰/۵
بلژیک	۷	۶۱۹/۴											۷	۶۱۹/۴
تایوان	۶	۵۲۴/۸									۴	۳۳۲/۲	۲	۱۹۲/۶

تا ۱ ژانویه ۲۰۱۴، 10MWe، خروجی ناخالص

کشور	مجموع		FR		GCR,AGR		LWGR		HWR		BWR شامل نوع پیشرفته BWR		PWR شامل نوع روسی VVER	
	واحد	خروجی	واحد	خروجی	واحد	خروجی	واحد	خروجی	واحد	خروجی	واحد	خروجی	واحد	خروجی
	۲	۲۷۰									۲	۲۷۰	۰	۰
هند	۲۰	۴۷۸							۱۸	۴۴۶	۲	۳۲	۰	۰
	۷	۵۳۰			۱	۵۰			۴	۲۸۰			۲	۲۰۰
	۶	۶۷۰							۲	۱۴۰			۴	۵۳۰
چک	۶	۴۱۵/۲											۶	۴۱۵/۲
	۲	۲۰۰											۲	۲۰۰
سوئیس	۵	۳۴۶									۲	۱۶۶/۵	۳	۱۷۹/۵
فنلاند	۴	۲۸۶									۲	۱۸۲	۲	۱۰۴
	۱	۱۷۲											۱	۱۷۲
	۱	۱۲۰											۱	۱۲۰
برزیل	۲	۱۹۹/۲											۲	۱۹۹/۲
	۱	۱۴۰/۵											۱	۱۴۰/۵
بلغارستان	۲	۲۰۰											۲	۲۰۰
مجارستان	۴	۲۰۰											۴	۲۰۰
آفریقای جنوبی	۲	۱۹۴											۲	۱۹۴
اسلواکی	۴	۱۹۵											۴	۱۹۵
	۲	۹۴/۲											۲	۹۴/۲
رومانی	۲	۱۴۱							۲	۱۴۱			۰	۰
	۳	۲۱۱/۸							۳	۲۱۱/۸			۰	۰
مکزیک	۲	۱۳۶/۴									۲	۱۳۶/۴	۰	۰
آرژانتین	۲	۱۰۰/۵							۲	۱۰۰/۵			۰	۰
	۱	۷۴/۵							۱	۷۴/۵			۰	۰
اسلوونی	۱	۷۲/۷											۱	۷۲/۷
هلند	۱	۵۱/۲											۱	۵۱/۲
پاکستان	۳	۷۸/۷							۱	۱۳/۷			۲	۶۵
	۲	۶۸											۲	۶۸
	۲	۲۲۰											۲	۲۲۰
ارمنستان	۱	۴۰/۸											۱	۴۰/۸

تا ۱ ژانویه ۲۰۱۴، 10MWe، خروجی ناخالص

کشور	مجموع		FR		GCR,AGR		LWGR		HWR		BWR شامل نوع پیشرفته BWR		PWR شامل نوع روسی VVER	
	واحد	خروجی	واحد	خروجی	واحد	خروجی	واحد	خروجی	واحد	خروجی	واحد	خروجی	واحد	خروجی
ایران	۱	۱۰۰											۱	۱۰۰
	۱	۳۸/۵											۱	۳۸/۵
امارات	۱	۲۸۰											۱	۲۸۰
	۲	۲۸۰											۲	۲۸۰
اندونزی	۴	۴۰۰											۴	۴۰۰
ویتنام	۲	۲۰۰											۲	۲۰۰
بلاروس	۱	۱۲۰											۱	۱۲۰
	۱	۱۲۰											۱	۱۲۰
مصر	۲	۱۸۷/۲											۲	۱۸۷/۲
اسرائیل	۱	۶۶/۴											۱	۶۶/۴
ترکیه	۸	۹۲۰											۸	۹۲۰
قزاقستان	۱	N/A											۱	N/A
لیتوانی	۱	۱۳۸/۴									۱	۱۳۸/۴	۰	۰
اردن	۱	۱۰۰											۱	۱۰۰
مجموع	۴۲۶	۳۸,۶۳۵/۶	۱	۶۰	۱۵	۹۶۱/۲	۱۱	۱,۱۰۰	۴۸	۲,۵۴۷/۱	۸۱	۷,۸۷۳/۳	۲۷۰	۲۶,۰۹۴
مجموع	۸۱	۸,۳۹۸/۷	۱	۲۰	۳	۱۶۴/۴	۰	۰	۸	۵۶۶/۳	۵	۶۸۴/۱	۶۴	۶,۹۶۳/۹
مجموع	۹۷	۱۰,۹۹۲	۰	۰	۴	۲۹۲	۰	۰	۲	۱۴۰	۸	۱,۱۱۰	۸۳	۹,۴۵۰

در حال بهره‌برداری

در دست ساخت

در دست برنامه‌ریزی

جدول ٦- مجموعه بهبودها در کارایی نیروگاه‌های هسته‌ای جهان در سال ۲۰۱۳

کشور	نام نیروگاه	سال تکمیل	ظرفیت تولید برق پس از ارتقاء		ظرفیت تولید برق پیش از ارتقاء		نوع راکتور
			خروجی ناخالص	خروجی خالص	خروجی ناخالص	خروجی خالص	
چین	LINGAO-1	۲۰۱۱	۱,۰۰۰	۹۶۰	۹۹۰	۹۵۰	PWR
	LINGAO-2	۲۰۱۱	۱,۰۰۰	۹۶۰	۹۹۰	۹۵۰	PWR
چک	DUKOVANY-1	۲۰۱۱	۵۱۰	۵۰۰	۴۶۰	۴۵۶	PWR
	DUKOVANY-2	۲۰۱۲	۵۱۰	۵۰۰	۴۶۰	۴۵۶	PWR
	TEMELIN-1	۲۰۱۳	۱,۰۵۵	۱,۰۰۰	۱,۰۱۳	۹۶۵	PWR
	TEMELIN-2	۲۰۱۳	۱,۰۵۵	۱,۰۰۰	۱,۰۱۳	۹۶۵	PWR
فنلاند	LOVIISA-1	۲۰۱۲	۵۲۰	۴۹۶	۵۱۰	۴۸۸	PWR
	LOVIISA-2	۲۰۱۲	۵۲۰	۴۹۶	۵۱۰	۴۸۸	PWR
	OLKILUOTO-1	۲۰۱۰	۹۱۰	۸۸۰	۸۹۰	۸۶۰	BWR
	OLKILUOTO-1	۲۰۱۱	۹۱۰	۸۸۰	۸۹۰	۸۶۰	BWR
آلمان	EMSLAND	۲۰۰۰	۱,۴۰۰	۱,۳۲۹	۱,۳۶۳	۱,۲۹۲	PWR
	GUNDREMMINGEN-B	۱۹۹۴	۱,۳۴۴	۱,۲۸۴	۱,۳۰۰	۱,۲۴۰	PWR
	GUNDREMMINGEN-C	۱۹۹۵	۱,۳۴۴	۱,۲۸۸	۱,۳۰۸	۱,۲۵۲	PWR
	PHILPPSBURG-2	۲۰۱۰	۱,۴۶۸	۱,۴۰۲	۱,۴۵۸	۱,۳۹۲	PWR
هلند	BORSSELE	۲۰۰۶	۵۱۲	۴۸۴	۴۸۱	۴۵۲	PWR
اسلواکی	BOHUNICE-3	۲۰۱۰	۵۰۵	۴۷۰	۴۴۰	۴۰۵	PWR
	BOHUNICE-4	۲۰۱۰	۵۰۵	۴۷۰	۴۴۰	۴۰۵	PWR
	MOCHOVCE-1	۲۰۰۸	۴۷۰	۴۳۵	۴۴۰	۴۰۵	PWR
	MOCHOVCE-2	۲۰۰۸	۴۷۰	۴۳۵	۴۴۰	۴۰۵	PWR
اسلونی	KRSKO	۲۰۱۱	۷۲۷	۶۸۸	۷۲۷	۶۶۶	PWR
اسپانیا	ALMARAZ-1	۲۰۱۳	۱,۰۴۹	–	۱,۰۳۵	–	PWR
	ALMARAZ-2	۲۰۱۲	۱,۰۴۴	–	۹۸۰	–	PWR
	ASCO-1	۲۰۰۳	۱,۰۳۲	–	۱,۰۲۸	–	PWR
	ASCO-2	۲۰۰۱	۱,۰۲۷	–	۱,۰۱۴	–	PWR
	COFRENTES	۲۰۰۴	۱,۰۹۲	-	۱,۰۸۵	–	BWR
	SANTA MARIA DE GARONA	۱۹۹۸	۴۶۶	۴۴۶	۴۶۰	۴۴۰	BWR
	TRILLO-1	۱۹۹۲	۱,۰۶۶	–	۱,۰۰۰	–	PWR
	VANDELLOS-2	۲۰۰۱	۱,۰۸۷	-	۱,۰۵۷	–	PWR
سوئد	FORSMARK-1	۲۰۰۵	۱,۰۴۹	۱,۰۱۴	۹۹۹	۹۶۱	BWR
	FORSMARK-2	۲۰۰۶	۱,۰۳۸	۱,۰۱۴	۹۸۹	۹۵۱	BWR
	FORSMARK-3	۲۰۰۴	۱,۲۲۷	۱,۱۹۰	۱,۱۹۷	۱,۱۵۵	BWR
	OSKARSHAMN-1	۲۰۰۷	–	۴۹۵	–	۴۸۷	BWR
	OSKARSHAMN-2	۲۰۰۹	–	۶۶۱	-	۶۱۵	BWR

کشور	نام نیروگاه	سال تکمیل	ظرفیت تولید برق پس از ارتقاء		ظرفیت تولید برق پیش از ارتقاء		نوع راکتور
			خروجی ناخالص	خروجی خالص	خروجی ناخالص	خروجی خالص	
	OSKARSHAMN-3	۲۰۰۹	–	۱,۴۵۰	-	۱,۱۹۵	BWR
	LINGHALS-1	۲۰۱۲	۹۱۶	۸۷۸	۸۹۷	۸۶۵	BWR
	LINGHALS-4	۲۰۱۱	۹۹۰	۹۴۰	۹۸۱	۹۳۴	PWR
سوئیس	BEZNAU-1	۱۹۹۶	۳۸۰	۳۶۵	۳۶۴	۳۵۰	PWR
	BEZNAU-2	۲۰۰۰	۱,۰۳۵	۳۶۵	۳۶۴	۳۵۰	PWR
	GOSGEN	۲۰۰۹	۱,۰۳۵	۹۸۵	۱,۲۲۰	۹۷۰	PWR
	LEIBSTADT	۲۰۱۲	–	۱,۲۲۰	-	۱,۱۶۵	BWR
	MUHLEBERG	۲۰۰۸	۳۹۰	۳۷۳	۳۷۲	۳۵۵	BWR
تایوان	CHINSHAN-1	۲۰۱۲	۶۶۶	۶۳۴	۶۴۲	۶۱۰	BWR
	CHINSHAN-2	۲۰۱۲	۶۶۵	۶۳۳	۶۴۱	۶۰۹	BWR
	KUOSHENG-1	۲۰۰۷	۱,۰۰۰	۹۶۳	۹۸۵	۹۴۸	BWR
	KUOSHENG-2	۲۰۰۷	۹۹۰	۹۵۳	۹۸۵	۹۴۸	BWR
	MAANSHAN-1	۲۰۰۹	۹۶۳	۹۰۲	۹۵۱	۸۹۰	PWR
	MAANSHAN-2	۲۰۰۸	۹۶۳	۹۰۲	۹۵۱	۸۹۰	PWR
ایالات متحده آمریکا	BROWNS FERRY-1	۲۰۰۷	۱,۱۵۸	۱,۱۳۳	۱,۱۰۴	۱,۰۷۹	BWR
	BROWNS FERRY-2	۱۹۹۹	۱,۱۶۱	۱,۱۳۶	۱,۱۰۴	۱,۰۷۹	BWR
	BROWNS FERRY-3	۱۹۹۸	۱,۱۶۱	۱,۱۳۶	۱,۱۰۴	۱,۰۷۹	BWR
	BRUNSWICK-1	۲۰۰۴	–	۹۳۸	–	۸۲۰	BWR
	BRUNSWICK-2	۲۰۰۵	–	۹۳۷	–	۸۱۱	BWR
	CALVERT CLIFFS-1	۲۰۱۰	۹۱۲	–	۹۰۰	–	PWR
	CALVERT CLIFFS-2	۲۰۰۹	۹۱۲	–	۹۰۰	–	PWR
	CATAWBA-1	۲۰۱۳	–	۱,۱۴۰	–	۱,۱۲۹	PWR
	CATAWBA-2	۲۰۱۳	–	۱,۱۵۰	–	۱,۱۲۹	PWR
	COLUMBIA	N/A	N/A	N/A	۱,۱۸۵	۱,۱۰۵	BWR
	COMANCHE PEAK-1	۲۰۱۱	۱,۲۵۰	۱,۲۰۵	۱,۱۶۱	۱,۱۵۰	PWR
	COMANCHE PEAK-2	۲۰۱۱	۱,۲۴۱	۱,۱۹۵	۱,۱۶۱	۱,۱۵۰	PWR
	GRAND GULF-1	۲۰۱۲	–	۱,۴۴۳	–	۱,۱۳۳	BWR
	HOPE CREEK-1	۲۰۰۷	۱,۲۸۶	–	–	۱,۱۷۱	BWR
	NINE MILE POINT-2	۲۰۱۲	۱,۳۲۹	–	۱,۱۵۶	–	BWR
	ROBERT E.GINNA	۲۰۰۶	۵۹۲	–	۵۰۷	–	PWR
	SEQUOYAH-1	۲۰۰۴	۱,۲۱۶	۱,۱۷۷	۱,۱۸۹	۱,۱۵۰	PWR
	SEQUOYAH-2	۲۰۰۵	۱,۱۹۰	۱,۱۹۴	۱,۱۹۰	۱,۱۵۱	PWR
	WATTS BAR-1	۲۰۰۷	۱,۲۳۰	۱,۱۷۹	۱,۲۱۳	۱,۱۷۲	PWR

جدول ۷-تغییرات در ظرفیت تولید برق نیروگاه‌های هسته‌ای بین سالهای ۱۹٦٦ تا ۱۹۷۵

سال	در حال بهره‌برداری		در دست ساخت-در دست برنامه‌ریزی		مجموع		کشور
	خروجی	واحد	خروجی	واحد	خروجی	واحد	
۱۹۶۶	۹,۶۷۴.۰۴	۶۷	۴۳,۶۳۸.۸	۹۰	۵۳,۳۱۲.۸۴	۱۵۷	۲۰
۱۹۶۷	۱۱,۳۳۴.۵۲	۷۲	۷۴,۰۵۷.۲۲	۱۲۳	۸۵,۳۹۱.۷۴	۱۹۵	۱۹
۱۹۶۸	۱۲,۶۰۲.۰۸	۷۷	۹۵,۱۷۶.۸۹۲	۱۴۶	۱۰۷,۷۷۸.۹۷۲	۲۲۳	۲۰
۱۹۶۹	۱۵,۶۴۲.۲۴۸	۸۵	۱۱۲,۹۸۳.۰۶	۱۵۹	۱۲۸,۶۲۵.۳۰۸	۲۴۴	۲۵
۱۹۷۰	۲۱,۴۶۷.۴۶	۹۴	۱۳۲,۰۶۶.۲۲	۱۷۷	۱۵۳,۵۳۳.۶۸	۲۷۱	۲۷
۱۹۷۱	۲۸,۰۴۶.۹۱	۱۰۸	۱۷۷,۲۲۲.۳۴	۲۲۲	۲۰۵,۲۶۹.۲۵	۳۳۰	۲۹
۱۹۷۲	۳۷,۱۹۷.۶۳۸	۱۲۴	۲۲۱,۵۷۴.۲۴۸	۲۵۲	۲۵۸,۷۷۱.۸۸۶	۳۷۶	۲۹
۱۹۷۳	۵۰,۳۲۲.۴۵	۱۴۷	۳۳۳,۹۰۴.۶۸	۳۶۴	۳۸۴,۲۲۷.۱۳	۵۱۱	۳۸
۱۹۷۴	۷۰,۹۲۳.۱۵	۱۶۲	۴۲۳,۹۹۰.۴	۴۵۳	۴۹۴,۹۱۳.۵۵	۶۱۵	۴۳
۱۹۷۵	۷۹,۱۶۱.۱۵	۱۷۳	۴۷۱,۳۳۴.۶	۵۰۵	۵۵۰,۴۹۵.۷۵	۶۷۸	۴۵

جدول ۸- تغییرات در ظرفیت تولید برق نیروگاه‌های هسته‌ای بین سالهای ۱۹۷٦ تا ۱۹۸٤

سال	در حال بهره‌برداری		در دست ساخت		سفارش‌داده شده		در دست برنامه‌ریزی		مجموع		کشور
	خروجی	واحد	خروجی	واحد	خروجی	واحد	خروجی	واحد	خروجی	واحد	
۱۹۷۶	۹۴,۴۲۳.۱۵	۱۸۶	۲۱۱,۹۷۰.۶	۲۲۷	۱۲۳,۹۳۴	۱۱۴	۱۶۸,۴۷۸.۸	۱۸۲	۵۹۸,۸۰۶.۵۵	۷۰۹	۴۴
۱۹۷۷	۱۰۶,۰۷۹.۵۵	۲۰۱	۲۳۰,۷۸۶	۲۴۲	۱۰۳,۲۴۱	۹۵	۱۷۲,۵۵۵	۱۷۷	۶۱۲,۶۶۱.۵۵	۷۱۵	۴۱
۱۹۷۸	۱۲۰,۹۶۹.۵۵	۲۱۸	۲۳۹,۲۱۱	۲۴۸	۷۹۰,۲۷	۷۳	۱۷۱,۷۲۵	۱۷۶	۶۱۰,۹۳۲.۵۵	۷۱۵	۴۳
۱۹۷۹	۱۳۱,۰۵۵.۵۵	۲۲۸	۲۲۸,۷۸۲	۲۳۷	۶۰۲,۷۷	۵۷	۱۴۳,۲۸۷	۱۴۲	۵۶۳,۴۰۱.۵۵	۶۶۴	۴۱
۱۹۸۰	۱۴۶,۵۲۰.۵۵	۲۴۷	۲۲۷,۸۷۵	۲۳۳	۴۵۹,۳۸	۴۴	۱۴۷,۴۵۶	۱۴۹	۵۶۷,۷۸۹.۵۵	۶۷۳	۴۱
۱۹۸۱	۱۶۵,۹۲۷.۴	۲۶۶	۲۳۵,۱۴۸	۲۴۳	۳۹۵,۰۴	۴۰	۱۴۷,۰۲۲	۱۴۳	۵۸۷,۶۳۷.۴	۶۹۲	۴۱
۱۹۸۲	۱۸۰,۹۶۳.۶	۲۸۱	۲۱۹,۹۹۹	۲۲۹	۱۳۲,۳۸	۱۶	۱۳۶,۶۶۵	۱۳۱	۵۵۰,۸۶۵.۶	۶۵۷	۳۹
۱۹۸۳	۱۹۸,۵۰۸.۶	۳۰۲	۲۰۵,۸۵۲	۲۱۰	۱۰۰,۳۸	۱۳	۱۳۴,۹۰۲	۱۳۴	۵۴۹,۳۰۰.۶	۶۵۹	۳۹
۱۹۸۴	۲۲۳,۶۱۲	۳۲۴	۱۸۹,۶۴۶	۱۹۵	۶۵,۳۷	۷	۱۲۲,۷۳۶	۱۲۱	۵۴۲,۵۳۱	۶۴۷	۳۷

جدول۹- تغییرات در ظرفیت تولید برق نیروگاه‌های هسته‌ای بین سال‌های ۱۹۸۵ تا ۲۰۱۳

سال	در حال بهره‌برداری		در دست ساخت		در دست برنامه‌ریزی		مجموع		کشور
	خروجی	واحد	خروجی	واحد	خروجی	واحد	خروجی	واحد	
۱۹۸۵	۲۵۳,۵۷۲	۳۵۱	۱۶۸,۵۷	۱۷۶	۱۳۰,۰۱۱	۱۳۰	۵۵۲,۱۵۳	۶۵۷	۳۸
۱۹۸۶	۲۷۶,۹۷۵	۳۷۶	۱۴۶,۹۳۱	۱۵۳	۱۲۱,۸۹	۱۲۴	۵۴۵,۷۹۶	۶۵۳	۳۷
۱۹۸۷	۳۰۲,۷۶۸	۴۰۰	۱۳۱,۹۲۶	۱۳۸	۹۳,۳۶۷	۹۵	۵۲۸,۰۳۵	۶۳۳	۳۵
۱۹۸۸	۳۲۶,۱۶۸	۴۲۰	۱۰۶,۹۱	۱۱۸	۹۰,۶۴۳	۸۸	۵۲۳,۷۲۱	۶۲۶	۳۵
۱۹۸۹	۳۳۵,۶۸۱	۴۲۵	۹۱,۲۱	۱۰۲	۷۵,۱۵۸	۷۵	۵۰۴,۰۴۹	۶۰۲	۳۵
۱۹۹۰	۳۴۳,۶۳۶	۴۲۶	۸۰,۵۸۹	۹۱	۶۷,۱۳۴	۶۵	۴۹۱,۳۵۹	۵۸۲	۳۳
۱۹۹۱	۳۴۲,۸۰۲	۴۲۱	۷۶,۰۱۸	۸۴	۶۰,۷۵۰	۶۲	۴۷۹,۵۷	۵۶۷	۳۳
۱۹۹۲	۳۴۴,۶۵	۴۲۱	۷۴,۳۲۳	۸۱	۵۵,۴۹۷	۵۸	۴۷۴,۴۷	۵۶۰	۳۶
۱۹۹۳	۳۵۰,۲۲۱	۴۲۰	۶۳,۶۹۷	۷۲	۴۳,۸۵۷	۵۴	۴۵۷,۷۷۵	۵۴۶	۳۷
۱۹۹۴	۳۵۶,۳۴	۴۲۵	۵۶,۶۹۶	۶۶	۵۰,۵۷	۵۹	۴۶۳,۶۰۶	۵۵۰	۳۶
۱۹۹۵	۳۶۲,۳۲۱	۴۳۲	۴۳,۷۲۸	۵۱	۴۲,۳۲۶	۵۷	۴۴۸,۳۷۵	۵۴۰	۳۸
۱۹۹۶	۳۶۵,۶۹۴	۴۳۴	۳۸,۶۹۷	۴۶	۴۲,۷۹۶	۵۸	۴۴۷,۱۸۷	۵۳۸	۳۶
۱۹۹۷	۳۶۴,۶۹۷	۴۲۹	۳۵,۲۶۱	۴۳	۳۹,۱۶۸	۵۱	۴۳۹,۱۲۶	۵۲۳	۳۷
۱۹۹۸	۳۵۸,۴۹	۴۲۲	۳۸,۰۶۸	۴۶	۳۴,۴۸۸	۴۶	۴۳۱,۰۴۶	۵۱۴	۳۷
۱۹۹۹	۳۵۹,۴۲۵	۴۲۵	۴۳,۵۶۳	۴۹	۲۷,۴۱۳	۴۰	۴۳۰,۴۰۱	۵۱۴	۳۷
۲۰۰۰	۳۶۳,۳۴۳	۴۳۰	۴۱,۴۳۶	۴۳	۳۱,۳۳۸	۴۱	۴۳۶,۱۱۷	۵۱۴	۳۶
۲۰۰۱	۳۶۶,۲۸۶	۴۳۲	۴۱,۲۷۱	۴۳	۲۶,۶۰۴	۳۵	۴۳۴,۱۶۱	۵۱۰	۳۶
۲۰۰۲	۳۷۳,۷۲۷	۴۳۶	۳۴,۶۹۶	۳۹	۲۵,۳۶	۲۷	۴۳۳,۷۸۳	۵۰۲	۳۶
۲۰۰۳	۳۷۶,۲۸۶	۴۳۴	۳۱,۲۸۴	۳۶	۲۷,۹۲۳	۲۸	۴۳۵,۴۹۳	۴۹۸	۳۵
۲۰۰۴	۳۷۹,۲۰۷	۴۳۴	۲۸,۰۵۲	۳۳	۳۹,۷۲۳	۳۸	۴۴۶,۹۸۲	۵۰۵	۳۶
۲۰۰۵	۳۸۵,۰۵۴	۴۳۹	۳۱,۴۰۵	۳۶	۴۰,۰۶۰	۳۹	۴۵۶,۵۱۹	۵۱۴	۳۶
۲۰۰۶	۳۸۷,۰۴۴	۴۲۹	۲۹,۴۰۵	۳۵	۵۲,۱۷۴	۴۷	۴۶۸,۶۲۶	۵۱۱	۳۸
۲۰۰۷	۳۹۲,۲۴۱	۴۳۵	۳۸,۷۷۲	۴۳	۴۹,۶۰۱	۵۳	۴۸۰,۶۱۴	۵۳۱	۳۸
۲۰۰۸	۳۹۰,۴۴۴	۴۳۲	۴۷,۷۵۱	۵۲	۶۵,۳۶۷	۶۶	۵۰۳,۵۶۲	۵۵۰	۳۸
۲۰۰۹	۳۸۹,۱۵۶	۴۳۲	۶۵,۱۳۸	۶۶	۷۴,۶۰۵	۷۴	۵۲۸,۸۹۹	۵۷۲	۳۸
۲۰۱۰	۳۹۲,۲۰۳	۴۳۶	۷۵,۷۳۴	۷۵	۹۹,۷۴۹	۹۱	۵۶۷,۶۸۶	۶۰۲	۳۹
۲۰۱۱	۳۸۴,۴۶۶	۴۲۷	۷۶,۰۲۶	۷۵	۱۰۵,۰۱۱	۹۴	۵۶۵,۵۰۳	۵۹۶	۳۹
۲۰۱۲	۳۸۸,۲۳۴	۴۲۹	۷۷,۷۱۷	۷۶	۱۱۰,۹۱	۹۷	۵۷۶,۸۶۱	۶۰۲	۳۹
۲۰۱۳	۳۸۶,۳۵۶	۴۲۶	۸۳,۹۸۷	۸۱	۱۱۲,۹۲	۱۰۰	۵۸۳,۲۶۳	۶۰۷	۴۱