

کره جنوبی و آمریکا اشاره کرد. همچنین بیش از ۹۸ رآکتور قدرت با ظرفیت خالص حدود ۱۱۳ گیگاوات در دست برنامه ریزی برای ساخت در جهان است. از میان کشورهای دارنده نیروگاه های هسته ای کشورهای آمریکا، کانادا، فنلاند، فرانسه، انگلستان، رومانی، اسلوواکی، روسیه، کره جنوبی، ژاپن، چین، هند، پاکستان، قزاقستان، لیتوانی و بلغارستان درصدد توسعه بیشتر برنامه هسته ای خود هستند. همچنین، کشورهای بلاروس، امارات متحده عربی، عربستان سعودی، ترکیه، تایوان، بنگلادش، اردن، ویتنام و لهستان از مهم ترین کشورهایی هستند که برنامه ریزی هایی جدی برای احداث و بهره برداری از نیروگاه های هسته ای را برای اولین بار در دست پیگیری دارند.

تولید برق هسته ای از جنبه اقتصادی

از دیدگاه ملی، بهترین تدبیر در انتخاب سیستم های انرژی، انتخاب سیستمی است که کمترین هزینه را، چه از نظر هزینه هایی که باید توسط مصرف کنندگان انرژی (برق) پرداخت شود و چه هزینه هایی که به کل جامعه تحمیل می شود، دارا باشد. هزینه های دسته اول در اصطلاح هزینه های داخلی نامیده می شوند و شامل سرمایه گذاری های لازم جهت تولید برق، نظیر ساخت نیروگاه و تهیه سوخت هستند. هزینه های دسته دوم که هزینه های خارجی است و هزینه های زیست محیطی نامیده می شوند، عبارتند از هزینه های واقعی مربوط به خسارت وارده به سلامت انسان و محیط زیست که از نظر کمی قابل سنجش و محاسبه هستند، لیکن در برخی کشورها در هزینه های مربوط به تولید برق که مصرف کننده می پردازد، به حساب نمی آیند و در نتیجه این هزینه ها به کل جامعه تحمیل می شود. هزینه تراز شده تولید برق یا LCOE برابر با هزینه خالص فعلی واحد تولید برق در طول عمر نیروگاه است و با استفاده از محاسبه آن می توان هزینه تمام شده برق تولیدی در انواع نیروگاه ها را با یکدیگر مقایسه کرد. اجزای مهمی که هنگام محاسبه این هزینه باید درنظر گرفته شوند عبارتند از: هزینه سرمایه گذاری دوران ساخت، هزینه بهره برداری و نگهداری، هزینه سوخت. اجزای مهمی که هنگام محاسبه این هزینه باید در نظر گرفته می شوند عبارتند از: هزینه یک شبه سرمایه دوران ساخت، هزینه بهره برداری و نگهداری، هزینه سوخت.

با افزایش نوسانات جهانی قیمت سوخت های فسیلی، قابلیت رقابت این روش از دیدگاه فنی و اقتصادی زیادتز شده است. از زمان آغاز استفاده از انرژی هسته ای، جذابیت اصلی انرژی هسته ای، هزینه های پایین سوخت آن در مقایسه با نیروگاه های با سوخت زغال سنگ، نفت و گاز بوده است. درحال حاضر، هزینه های نگهداری و تعمیرات نیز تثبیت شده و قابل رقابت با روش های دیگر تولید برق شده اند. هزینه های سوخت هسته ای بسیار پایین تر از هزینه سوخت نیروگاه های فسیلی بوده و در دو دهه گذشته در نتیجه قیمت پایین تر اورانیوم و غنی سازی همراه با طراحی سوخت های جدید، نیز کاهش پیدا کرده است. طبق شکل زیر یک مطالعه در فنلاند نشان می دهد که با دو برابر شدن قیمت های سوخت، هزینه تولید برق برای انرژی هسته ای حدود ۹ درصد، برای زغال سنگ ۳۱ درصد و برای گاز ۶۶ درصد افزایش می یابد.

جمع بندی

انرژی هسته ای، در بسیاری از مکان ها (کشورها)، قابل رقابت با منابع دیگر تولید برق است و گرچه دارای هزینه های سرمایه گذاری بالا و نیز هزینه های مربوط به پسماندهای هسته ای و نیز هزینه های برچیدن نیروگاه است، ولی هزینه سوخت بسیار کمی دارند. امروزه کاهش وابستگی به واردات سوخت های فسیلی (با چشم انداز نامعلوم قیمت) به عنوان یک عامل مهم در بسیاری از کشورها محسوب می شود. همچنین، پایداری بلندمدت هزینه ها به عنوان یکی از ملاحظات مهم، به نفع انرژی هسته ای بوده و این موضوع به صورت یک بحث جدی دنبال می شود.

یکی از فاکتورها در اقتصاد نیروگاه هسته ای، زمان ساخت و عمر مفید (۶۰ سال)، طولانی تر آنهاست، که نقش عمده ای در توسعه نیروگاه های هسته ای دارند، به طوری که با کاهش زمان ساخت و افزایش طول عمر نیروگاه ها، رقابت پذیری اقتصادی نیروگاه های هسته ای و تمایل سرمایه گذاران برای سرمایه گذاری را افزایش می دهد. در حال حاضر برای ارزیابی رقابت پذیری نیروگاه های تولید برق، هزینه های خارجی (یا اجتماعی) نیز در موضوع رقابت پذیری اقتصادی نیروگاه ها در نظر گرفته می شود که اهمیت این موضوع به طور روزافزونی درحال افزایش است. در واقع، از زمانی که نیروگاه های فسیلی ملزم به پرداخت مالیات کربن شدند، رقابت پذیری نیروگاه های هسته ای به دلیل عدم تولید گازهای گلخانه ای و آلاینده هایی مانند دی اکسید کربن و دی اکسید گوگرد، افزایش چشمگیری پیدا کرده است.



انرژی از عواملی است که در اکثر فعالیتهای اقتصادی مورد استفاده قرار می گیرد. امنیت ملی بسیاری از کشورهای جهان نیز در گرو تأمین مطمئن انرژی است. تقاضای انرژی طی سال های اخیر رشد فزاینده ای داشته ولی در این میان مصرف انرژی برق بیشترین رشد مصرف را داشته است، به طوری که طی حدود ۴۵ سال گذشته مصرف برق از حدود ۵۰۰۰ تراوات ساعت در سال ۱۹۷۱ به ۲۵۰۰۰ تراوات ساعت در سال ۲۰۱۶ رسیده است که افزایشی پنج برابری را نشان می دهد. برق یک عنصر حیاتی برای زندگی مدرن است و به عنوان یک عنصر اصلی در توسعه پایدار محسوب شده و استفاده از آن به سرعت در جهان در حال افزایش است. منظور از توسعه پایدار، دستیابی به شرایطی است که بتوان احتیاجات نسل حاضر را بدون لطمه زدن به توانایی نسل های آتی در تأمین نیازهای خود برآورده کرد. انرژی الکتریکی یکی از مهم ترین محرک ها در پیشرفت اقتصادی و اجتماعی کشورهای در حال توسعه است. از دیدگاه دورنمای ملی، یک منبع انرژی قابل اطمینان که بتواند نیازهای انرژی را برای درازمدت تأمین کند، یک عامل بسیار مهم در ارزیابی پایداری به شمار می رود. برای بررسی روند حرکت به سمت توسعه پایدار، از یک سری پارامترهای قابل اندازه گیری که اصطلاحاً شاخص های توسعه پایدار نامیده می شوند، استفاده می شود.

باتوجه به بحران های ناشی از استفاده بی رویه از سوخت های فسیلی مانند آلودگی های زیست محیطی که منجر به لطمه های گاه جبران ناپذیری به اکوسیستم طبیعی شده است و همچنین نزدیک شدن به زمان اتمام سوخت های فسیلی، توجه به مسأله انرژی های پاک تبدیل به یک ضرورت شده. اگر در گذشته انرژی های پاک به عنوان یک گزینه اختیاری در کنار سایر منابع مطرح بود، امروزه این انتخاب تبدیل به یک اجبار شده و این امر ضرورت توجه بیش از پیش به این مسأله را می طلبد. کاهش هزینه های زیست محیطی، صرفه های اقتصادی، ایجاد بستر مناسب برای تولید انرژی و توسعه پایدار، ایجاد بسترهای مناسب شغلی و سرمایه گذاری نتیجه برنامه ریزی و حرکت به سوی انرژی های پاک خواهد بود.

از انرژی های پاک می توان به دو منبع انرژی هسته ای و انرژی های تجدیدپذیر مانند انرژی خورشیدی، بادی، آبی و... اشاره کرد. نیروگاه های هسته ای از گرمای تولید شده ناشی از شکافت هسته ای برای تولید بخار استفاده می کنند. هیچ یک از گازهای گلخانه ای در فرآیند شکافت تولید نمی شود و تنها مقادیر بسیار کمی از این نوع گاز در فرآیند چرخه سوخت تولید می شود. سوخت هسته ای می تواند برای زمان های طولانی در یک رآکتور استفاده شود و مقدار سوخت مصرف شده در فرآیند تولید برق هسته ای بسیار کمتر از میزان مصرفی آن در نیروگاه سوخت فسیلی است. نیروگاه های هسته ای می توانند برای ماه ها بدون توقف کار کنند و منبع پایدار و قابل پیش بینی از برق را فراهم کنند. انرژی های تجدیدپذیر مانند بادی، خورشیدی و آبی (در مقیاس کوچک)، هنگام تولید برق، گازهای گلخانه ای را منتشر نمی کنند و در کل طول عمر این نیروگاه ها نیز مقادیر بسیار کمی گاز گلخانه ای تولید می شود. هزینه تولید برق در بسیاری از انرژی های تجدیدپذیر بیشتر از سایر شکل های دیگر تولید برق است و اغلب نیازمند یارانه برای رقابت با سایر اشکال تولید انرژی برق هستند ولی بررسی ها نشان می دهد که این هزینه ها در حال کاهش هستند. البته بسیاری از انرژی های تجدیدپذیر برق را به صورت قابل پیش بینی و ثابت و پایدار تولید نمی کنند. تولید برق از توربین های بادی با میزان سرعت باد تغییر می کند و اگر باد خیلی ضعیف یا خیلی قوی باشد هرگز برقی تولید نمی شود. خروجی پنل های خورشیدی متکی بر قدرت تابش خورشید است که وابسته به زمان روز و میزان پوشش ابرهاست. این به این معناست که انرژی های تجدیدپذیر باید توسط دیگر شکل های تولید برق، مانند نیروگاه های فسیلی یا هسته ای، پشتیبانی شوند.

به طور کلی مهم ترین مشخصه اصلی انرژی های پاک، عدم تولید و انتشار آلاینده ها هنگام تولید برق است.

یکی از موضوعات اصلی در تأمین پایدار و پیوسته انرژی مورد نیاز جهان و به عبارت دیگر، ایجاد زمینه امنیت در تولید و عرضه انرژی، تنوع بخشی به سبد انرژی و سوخت مورد نیاز مصرف با تمرکز بر کاهش وابستگی به نفت خام و ایجاد نقشی محوری منابع انرژی پاک است. در حال حاضر تولید برق در کشور کاملاً به سوخت فسیلی وابسته است. نیروگاه های بخاری، گازی و سیکل ترکیبی که از سوخت های فسیلی استفاده می کنند، ۸۳ درصد ظرفیت نامی نیروگاه های کشور را تشکیل می دهند. تولید و عرضه حامل های جدید انرژی بر پایه منابع انرژی پاک و قابل رقابت از منظر اقتصادی و کیفی با حامل های متعارف و سنتی، راهبردی جدید برای برقراری امنیت انرژی است. به عبارت دیگر دسترسی به انرژی یکی از اصلی ترین مؤلفه های امنیت ملی در هر کشور است و هرگونه اختلال در آن آسیب های پر دامنه ای به بخش های مختلف کشور وارد می کند. در یک بررسی نشان داده شده که یک کیلووات ساعت خاموشی، هشت دلار به اقتصاد ملی آسیب می رساند در حالی که هزینه تأمین آن تنها حدود ۸ سنت است. در نتیجه یکی از راهبردهای اصلی تنوع بخشی به منابع و عدم وابستگی به یک یا دو نوع سوخت است. انرژی های پاک ساختار انرژی متفاوتی نسبت به تکنولوژی های تولید انرژی متعارف دارند، چرا که فرآیند ساخت و توسعه در انرژی های پاک دارای هزینه های سرمایه گذاری اولیه بالایی بوده و در مقابل هزینه تعمیر و نگهداری و سوخت در آنها پایین است، ولی در روش های تولید انرژی از منابع فسیلی، هزینه های سرمایه گذاری اولیه پایین است ولی هزینه سوخت بسیار بالاست.

تکنولوژی های مربوط به انرژی هسته ای جزو فناوری های پیشرفته هستند. از این رو کشور می تواند با استفاده از پتانسیل داخلی ضمن تهیه قسمتی از نیازهای انرژی خود به عنوان یکی از تولید کنندگان اصلی در منطقه ایفا نقش کند. با دستیابی به تکنولوژی و دانش فنی مربوط به ساخت تجهیزات، نصب، بهره برداری و نگهداری از نیروگاه های مربوط می توان از فرصت های مناسب سرمایه گذاری و اشتغال زایی در این بخش استفاده کرد و از پتانسیل های فراوان آن بهره جست، به طوری که توسعه و گسترش انرژی های پاک باعث کمک به تحقق اهداف توسعه اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی کشور می شود که از عوامل اساسی در رسیدن به توسعه پایدار در هر کشوری هستند. برق هسته ای یکی از پاک ترین و مطمئن ترین شکل های تولید برق است و نیروگاه های هسته ای می توانند برق را به صورت پایدار و بدون توقف تولید کنند. انرژی هسته ای سهم عمده ای از انرژی های پاک را در جهان به خود اختصاص می دهد، به طوری که بیش از ۱۱ درصد برق مصرفی دنیا از طریق نیروگاه های هسته ای تأمین می شود. هم اکنون ۳۱ کشور (با احتساب تایوان) در جهان در حال بهره برداری از نیروگاه های هسته ای بوده و تعداد ۴۴۴ نیروگاه هسته ای در سراسر جهان در حال بهره برداری است. افزون بر این، ۵۲ نیروگاه هسته ای در ۱۵ کشور در حال ساخت است که از عمده کشورهایی که در حال ساخت نیروگاه های هسته ای هستند، می توان به چین، روسیه، هند، امارات،