

وحید کریمیان

کارشناس ارشد اقتصاد محیط زیست از دانشگاه تهران

عباس فدایی

کارشناس ارشد اقتصاد انرژی از دانشگاه تهران

متن زیر بر گرفته از گزارش انجمن جهانی انرژی هسته‌ای درباره جنبه‌های اقتصادی نیروگاه‌های هسته‌ای جدید می‌باشد.

# پتانسیل بازار برای تولید برق هسته‌ای تا سال ۲۰۳۰

## مقدمه

نرخ رشد تولید و مصرف جهانی انرژی در سال‌های اخیر حدود ۲ درصد بوده است و بیشتر پیش‌بینی‌ها ادامه این روند را تا سال ۲۰۳۰ تأیید نموده‌اند. برای مثال آژانس بین‌المللی انرژی در سال ۲۰۰۴ در گزارشی پیش‌بینی کرد که تقاضای جهانی انرژی اولیه در سه دهه منتهی به ۲۰۳۰ دو سوم برابر شده و به حدود ۱۶/۵ میلیارد تن معادل نفت خام خواهد رسید. این موضوع نشان‌دهنده رشد ۱/۷ درصدی بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۳۰ است.

بر اساس این بررسی‌ها احتمال می‌رود که نرخ رشد تقاضای برق از رقم یاد شده نیز فراتر رود. امروزه عواقب زیست‌محیطی استفاده از منابع انرژی در صورت تداوم چنین روندی، موجب نگرانی جوامع بین‌المللی است. همچنان‌که سیاست‌هایی با هدف کاستن از نرخ رشد تقاضای انرژی مورد توجه است، سیاست‌هایی در جهت انتقال تعادل عرضه انرژی به سمت فناوری‌هایی که از دیدگاه زیست‌محیطی، مطلوب‌تر هستند نیز مورد توجه قرار گرفته است، برای مثال سیاست انتشار کمتر کربن در فرایند تولید انرژی نیز مورد توجه واقع شده است.

در بخش تولید الکتریسته، تا سال ۲۰۳۰ سرمایه‌گذاری عظیمی در ایجاد ظرفیت‌های جدید تولید به منظور پوشش دادن به تقاضایی که به دو برابر افزایش خواهد یافت و جایگزینی نیروگاه‌هایی که از رده خارج می‌شوند، مورد نیاز خواهد بود.

## الزامات سرمایه‌گذاری در بخش الکتریسته

طبق بررسی آژانس بین‌المللی انرژی سرمایه‌گذاری مورد نیاز جهت افزایش ظرفیت تولید برق در حدود ۴/۵ تریلیون دلار خواهد بود و ظرفیت نصب شده از ۳۴۹۸ گیگاوات در سال ۲۰۰۰ به ۷۱۵۷ در سال ۲۰۳۰ خواهد رسید. در این دوره در حدود ۱۰۰۰ گیگاوات ظرفیت از رده خارج خواهد شد و بنابراین در مجموع به ۴۷۰۰ گیگاوات ظرفیت جدید نیاز خواهد بود که هزینه‌ای معادل ۴/۱ تریلیون دلار دربر خواهد داشت، ۴۰۰ میلیارد دلار نیز هزینه تعمیر و نگهداری نیروگاه‌های موجود خواهد بود.

گزارش آژانس بین‌المللی انرژی، ۴۷۰۰ گیگاوات ظرفیت جدید را، به مقداری که مورد نیاز برای تولید بار پایه و میزان مورد نیاز برای ساعات پیک مصرف می‌باشد، تفکیک نکرده است. اگرچه این نکته را مورد توجه قرار می‌دهد که با آزادسازی بازارهای برق، ظرفیت



از این ظرفیت‌های جدید ۴۷۰ گیگاوات نیروگاه‌هایی خواهد بود که فرآورده‌های نفتی مصرف می‌کنند، ۴۳۰ گیگاوات نیروگاه برق‌آبی و نزدیک به ۴۰۰ گیگاوات از محل سایر انرژی‌های تجدیدپذیر است. بنابراین بخش زیادی از ظرفیت‌های جدید به سوخت‌های فسیلی اختصاص می‌یابد، و نتیجه این خواهد بود که انتشار کربن از بخش الکتریسته به طور فزاینده‌ای تا سال ۲۰۳۰ افزایش خواهد داشت.

## جایگاه بالقوه انرژی هسته‌ای از دیدگاه انجمن جهانی انرژی هسته‌ای

انجمن جهانی انرژی هسته‌ای در سال ۲۰۰۵، سه سناریوی اساساً متفاوت را برای نیروگاه‌های هسته‌ای تا سال ۲۰۳۰ ارائه داده است. این سه سناریو در جدول زیر خلاصه شده و می‌تواند با گزارش آژانس بین‌المللی انرژی مقایسه شود.

فرض سناریوی مرجع (در جدول ۱) در گزارش سال ۲۰۰۵ انجمن جهانی انرژی هسته‌ای این است که وضعیت اقتصادی نیروگاه‌های هسته‌ای و پذیرش عمومی آن‌ها بهبود آرام و یکنواختی که اخیراً حاصل شده است را ادامه می‌دهد. این گزارش نشان می‌دهد

جدول ۱ - سناریوهای ظرفیت تولید هسته‌ای (اعداد به GWe)

۲۰۳۰	۲۰۲۵	۲۰۲۰	۲۰۱۵	۲۰۱۰	۲۰۰۵	
۵۲۴	۴۸۸	۴۴۶	۴۱۰	۳۸۱	۳۶۷	سناریوی مرجع
۲۸۱	۳۱۷	۳۶۷	۳۷۲	۳۷۲	۳۶۷	سناریوی حد پایین
۷۴۰	۶۱۳	۵۱۸	۴۴۷	۳۸۹	۳۶۷	سناریوی حد بالا

منبع: WNA (۲۰۰۵)

که ظرفیت تولید برق هسته‌ای تا سال ۲۰۳۰ به میزان ۱۵۷ گیگاوات افزایش می‌یابد، که این عدد قابل مقایسه با آمارهای ارائه شده از وضعیت هسته‌ای در گزارش آژانس بین‌المللی انرژی (۱۵۰

احتیاطی (Marginal reserves) ظرفیت احتیاطی به میزان ظرفیتی گفته می‌شود که علاوه بر ظرفیت پیک مصرف، جهت احتیاط، برای از کارافتادن احتمالی یکی از منابع تولید برق نگه‌داری می‌شود که با آزادسازی بازارهای برق بخش خصوصی نگه‌داری این نوع ذخیره احتیاطی را رعایت نمی‌نماید. رو به کاهش است، بنابراین تردیدهایی در توانایی بازارهای آزاد برای تضمین پوشش برق دائمی بوجود می‌آید.

## موقعیت بالقوه برای تولید برق هسته‌ای از دیدگاه آژانس بین‌المللی انرژی

گزارش آژانس بین‌المللی انرژی در سال‌های ۲۰۰۳ و ۲۰۰۴ در مورد جایگاه برق هسته‌ای برای ایفای نقش به عنوان یک گزینه اقتصادی مطمئن در زمینه ظرفیت‌های جدید تولید برق، بسیار محافظه‌کارانه است. این گزارش‌ها تنها ۱۵۰ گیگاوات از ۴۷۰ گیگاوات ظرفیت جدید را از طریق ایجاد نیروگاه‌های هسته‌ای در نظر گرفته‌اند، که عمدتاً در آسیا متمرکز است. همچنین انتظار دارند که همین مقدار از ظرفیت هسته‌ای موجود نیز در طول این دوره از رده خارج شود و بنابراین ظرفیت تولید برق هسته‌ای عملاً بدون تغییر باقی خواهد ماند. در پیش‌بینی آژانس بین‌المللی انرژی سهم برق هسته‌ای در عرضه جهانی برق تا سال ۲۰۳۰ از ۱۶ درصد به نصف، یعنی حدود ۹ درصد می‌رسد.

مدل آژانس بین‌المللی انرژی فرض می‌کند که هزینه‌های سرمایه‌گذاری نیروگاه‌های جدید به میزان قابل توجهی از جذابیت سرمایه‌گذاری در آن‌ها می‌کاهد، به ویژه آن که قیمت‌های گاز بصورت بطنی در حال افزایش هستند. در گزارش سال ۲۰۰۴ آژانس بین‌المللی انرژی نیروگاه‌های گازی نزدیک

۲۰۰۰ گیگاوات از ظرفیت‌های جدید تا سال ۲۰۲۰ را تشکیل می‌دهند و بیش از ۱۴۰۰ گیگاوات مربوط به زغال‌سنگ است که نزدیک به نیمی از آن به تنهایی در چین و هند خواهد بود. همچنین





گیگاوات) است.

فرض می‌کند که وضعیت اقتصادی و پذیرش عمومی به طور قابل ملاحظه‌ای نسبت به وضعیت امروز بهبود می‌یابد و ظرفیت تولید تا سال ۲۰۳۰ بیش از دو برابر می‌شود. همچنین تعداد راکتورهای از رده خارج شده نیز به نسبت کمتر است چرا که بیشتر راکتورها، گواهی توسعه طول عمر دریافت خواهند کرد و سیاست‌های کنونی از رده خارج کردن در آلمان و سوئد لغو خواهد شد. بر اساس این سناریو حدود ۴۰۰ گیگاوات از نیروگاه‌های جدید، در کشورهای فعلی دارای راکتور هسته‌ای خواهد بود، اما عموماً مربوط به برنامه‌های منسجم ساخت نیروگاه در آمریکا، چین و هند است. بنابراین این سناریو مبتنی بر تقویت زمینه‌های احیای برق هسته‌ای است.

اگرچه راکتورهای کوچکتر و قدیمی‌تر در بسیاری از کشورها به پایان عمرشان خواهند رسید و تعطیلی‌های دیگری نیز در سایر نقاط



### نتیجه‌گیری

مدل آژانس بین‌المللی انرژی فرض می‌کند که هزینه‌های سرمایه‌ای نیروگاه‌های جدید مقدار زیادی از جذابیت آن‌ها کم می‌کند به ویژه این که روند افزایش قیمت سوخت‌های فسیلی کند پیش‌بینی شده است. اما این مسئله از هردو جنبه بسیار اغراق آمیز به نظر می‌رسد.

حتی اگر از تمام نگرانی‌های زیست‌محیطی موجود صرف نظر کنیم، واضح است که افزایش نیاز برای ظرفیت‌های بیشتر تولید تا سال ۲۰۳۰، برق هسته‌ای را به فرصت بسیار مناسبی برای نیل به این مقصود تبدیل می‌نماید. سیاست‌های در حال شکل‌گیری برای به حساب آوردن هزینه‌های خارجی سوخت‌های فسیلی، این امکان را فراهم می‌کند تا مزایای نیروگاه‌های هسته‌ای از دیدگاه زیست‌محیطی برای سرمایه‌گذاران بالقوه قابل رویت و قابل محاسبه باشد. نکته کلیدی برای استفاده مناسب از این فرصت بدون شک جذاب نمودن محیط اقتصادی، هم برای راکتورهایی است که در حال حاضر وجود دارند و هم برای راکتورهای جدیدی است که باید ساخته شوند. ❖

با توجه به فشارهای سیاسی ممکن است اتفاق بیفتد، اما راکتورهای موجود عموماً از نظر اقتصادی بسیار خوب عمل می‌کنند و طول عمر آن‌ها در حال افزایش است. سایر ویژگی‌های قابل توجه عبارتند از افزایش حجم ظرفیت‌های موجود و برنامه‌ریزی شده و توسعه همه‌جانبه برنامه‌های افزایش طول عمر برای راکتورهای موجود، با توجه به تعمیراتی که در آن‌ها صورت می‌پذیرد (برای مثال در کشورهای: بلژیک، فرانسه، هلند، اسپانیا، سوئد، آمریکا).

تعداد زیادی از نیروگاه‌هایی که بر اساس گزارش آژانس بین‌المللی انرژی از رده خارج خواهند شد، با آنچه که در سناریوی حد پایین انجمن جهانی انرژی هسته‌ای در سال ۲۰۰۵ بیان شده است، مطابقت دارد. این سناریو فرض می‌کند که وضعیت اقتصاد هسته‌ای و پذیرش عمومی آن در حال بدتر شدن است و بنابراین راکتورهای موجود زودتر از رده خارج می‌شوند. تعداد راکتورهای جدید در گزارش انجمن جهانی انرژی هسته‌ای نسبت به گزارش آژانس بین‌المللی انرژی کمتر است و بنابراین ظرفیت تولید تا سال ۲۰۳۰ به میزان ۸۶ گیگاوات کاهش خواهد یافت.

سناریوی حد بالای انجمن جهانی انرژی هسته‌ای (۲۰۰۵)