

## پایان ذخایر نفت و گاز و ضرورت انرژی هسته‌ای



علیرضا قنبری

داشتن ۷ راکتور در حال ساخت بیشترین تعداد و هند و چین با ۶ و ۵ راکتور در رتبه‌های دوم و سوم قرار دارند. ایران ساخت دو راکتور هسته‌ای با ظرفیت ۱۳۶۰ مگاوات برق را در دست اجرا دارد که با مخالفت‌ها و ممانعت‌های برخی از ابرقدرت‌ها - که خود دارای بیشترین تعداد راکتور هسته‌ای می‌باشند و بخشی از انرژی مورد نیاز کشورشان را از انرژی هسته‌ای تأمین می‌کنند - مواجه شده است. مخالفین فعالیت هسته‌ای ایران سعی دارند دست‌یابی ایران به انرژی هسته‌ای را غیراقتصادی معرفی کنند و آنرا بیشتر سیاسی بدانند. در این راستا اخیراً مقاله‌ای توسط موسسه بیکر<sup>۱</sup> با عنوان «ایران، انرژی و ژئوپلیتیک» بر علیه فعالیت هسته‌ای ایران رامنشر شده است. مقاله مذکور با طرح مسایل اقتصادی و سیاسی، سعی کرده تا فعالیت هسته‌ای ایران غیر اقتصادی جلوه دهد. در این نوشته ابتدا خلاصه مقاله مذکور را ذکر نموده و سپس آنرا مورد نقد و بررسی قرار می‌دهیم.

اشاره: امروزه انرژی هسته‌ای به عنوان یک منبع انرژی قابل اعتماد و مطمئن در کل جهان محسوب می‌شود. در سال ۲۰۰۵ بیش از ۱۱ درصد انرژی کشورهای OECD از انرژی هسته‌ای تأمین گردیده که این رقم برای کشورهای در حال گذار ۶/۷ درصد و برای کشورهای در حال توسعه تنها ۰/۸ درصد بوده است. برابر آمارهای اعلان شده از سوی آژانس بین‌المللی انرژی تا ۱۸ آوریل ۲۰۰۷، تعداد راکتورهای هسته‌ای در حال کار در سطح جهان ۴۳۶ عدد بوده که ۳۶۹ هزار مگاوات برق هسته‌ای تولید کرده‌اند. آمریکا با دارا بودن ۱۰۳ راکتور هسته‌ای در صدر این آمار قرار دارد و پس از آن فرانسه و ژاپن و روسیه به ترتیب با ۵۹، ۵۵ و ۳۱ راکتور در رده‌های بعدی هستند. بر اساس همین آمار تا تاریخ مزبور ۳۱ راکتور در حال ساخت در جهان وجود داشته که روسیه با

## خلاصه مقاله

را کاهش داده و با صرفه جویی بودجه دولت، امکان سرمایه گذاری در منابع نفت و گاز برای تولید بیشتر را فراهم آورده و باعث بالا رفتن توان صادرات نفت و گاز و درآمد ارزی بیشتر برای دولت می شود.

به عنوان نمونه ایران یارانه زیادی را برای مصارف برق خانگی و صنعتی پرداخت می کند که با رشد تقاضای برق، انتظار می رود هر سال نیز افزایش یابد. طبق پیش بینی آژانس بین المللی انرژی تقاضای برق در ایران تا سال ۲۰۳۰ سالانه ۳/۲ درصد رشد خواهد کرد و از ۱۵۳ تریلیون وات در سال ۲۰۰۴ به ۳۹۵ تریلیون وات در افق ۲۰۳۰ می رسد. برای پاسخ به این حجم فزاینده تقاضای برق، ۹۲ میلیارد دلار سرمایه گذاری جدید لازم است. لیکن اگر یارانه قیمت برق حذف شود رشد تقاضای برق به مقدار چشمگیری کاهش می یابد. بطور مثال اگر کاهش قیمت بلند مدت تقاضای برق ۰/۴- در نظر گرفته شود با دو برابر شدن قیمت برق (که احتمالاً هنوز یارانه برق بطور کامل حذف نمی شود) نرخ رشد سالانه برق ۴۰ درصد کاهش یافته و به ۲ درصد در سال می رسد. کاهش نرخ رشد تقاضای برق از ۳/۲ درصد به ۲ درصد به معنی صرفه جویی ۱۳۸۰۰ مگاوات برق در سال ۲۰۳۰ می باشد که برابر برق تولیدی از ۱۴ نیروگاه برق هسته ای با ظرفیت ۱۰۰۰ مگاوات است. در صورتی که ایران با تکمیل دو نیروگاه هسته ای که در دست ساخت دارد تنها ظرفیت تولید ۱۳۶۰ مگاوات برق در سال را بدست می آورد. لذا تغییر قیمتها و حرکت به سمت قیمت های بین المللی انرژی در ایران روشی کار آبرو برای چیره شدن بر کمبود انرژی داخلی این کشور بدون نیاز به انرژی هسته ای است.

### ب) برنامه ریزی و مدیریت صحیح بخش گاز

ایران دومین کشور بزرگ دارنده ذخایر اثبات شده و اثبات نشده گاز طبیعی در جهان است اما با کمبود عرضه گاز طبیعی (بالاخص در زمستان ها که مصرف گاز برای گرمایش مراکز مسکونی و تجاری افزایش می یابد) روبه روست. رشد تقاضا برای گاز طبیعی طی سالهای گذشته و بهره برداری ناکارا از منابع گاز طبیعی در ایران هستند. در سال ۲۰۰۵ کل گاز طبیعی تولید شده در ایران ۱۶۰ میلیارد متر مکعب بوده که ۳۴ میلیارد متر مکعب (Bcm) آن در بخش خانگی-تجاری ۳۳Bcm، برای تولید برق ۲۸Bcm، در بخش صنعت و پتروشیمی ۳۰Bcm، برای تزریق

طی سالیان گذشته ایران با کمبود انرژی مواجهه نبوده است. تقاضای انرژی این کشور طی دهه گذشته سالانه ۵ درصد افزایش یافته که با رشد عرضه انرژی همراه بوده است. لیکن اگر تقاضای انرژی آن در سالهای آینده با همین نرخ افزایش یابد دیگر عرضه جویگویی تقاضا نخواهد بود و بحران انرژی در این کشور اتفاق خواهد افتاد. ایران راه برون رفت از بحران آتی انرژی در کشورش را بکارگیری انرژی هسته ای می داند و آنرا با دلایل اقتصادی زیر توجیه می کند:

◀ ایران در حال حاضر با کمبود برق مواجه است و با توجه به رشد صنعتی و جمعیتی آن طی سالهای آتی (در صورت عدم سرمایه گذاری لازم) این کمبود شدیدتر خواهد شد و لذا ایران به منابع انرژی نو و قابل اعتماد برای تولید برق نیاز دارد.

◀ اقتصاد ایران یک اقتصاد وابسته به درآمدهای نفتی است و اگر این کشور نفت و گاز تولیدی را برای پاسخ به نیاز داخلی و تولید برق عرضه کند، توان صادراتی اش به شدت کاهش یافته و با پایین آمدن درآمدهای نفتی، دچار بحران و مشکلات اقتصادی می شود.

از این رو ایران استدلال می کند برای آنکه هم بتواند به صادرات نفت و گاز خود ادامه دهد و هم نیاز داخلی اش به انرژی را تأمین کند باید انرژی هسته ای را به عنوان یک مکمل انرژی توسعه و گسترش دهد. اما این، راه حل مشکل انرژی ایران نیست و راه حل های بسیار ساده تری هستند که هم در مقایسه با انرژی هسته ای به سرمایه گذاری کمتری نیاز داشته و هم کارایی و کاربری بیشتری دارند. چهار مورد مهم از این راه ها به شرح زیر است:

### الف) حذف یارانه های قیمت انرژی

یارانه های قیمت انرژی در ایران هر سال هزینه های هنگفتی را به دولت تحمیل می کند. یارانه پرداختی به حامل های انرژی در ایران ۱۰ درصد GDP این کشور است. با افزایش جمعیت ایران که به تبع خود تقاضای انرژی را نیز افزایش می دهد یارانه های انرژی نیز بصورت تصاعدی بالا می رود. یارانه های انرژی از یک طرف باعث مصرف بی رویه و ناکارای انرژی در بخشهای مختلف شده و از طرف دیگر هزینه ی گزافی را به دولت تحمیل می کند. حذف و یا کاهش یارانه های انرژی باعث استفاده صحیح و کارآز انرژی شده و از این طریق تقاضا و مصرف انرژی



به چاههای نفت و ۳۵Bcm سوزانده و تلف شده است. دو سوم از ۳۵ میلیارد متر مکعب گاز طبیعی تلف شده بصورت سوزاندن در سرچاه بوده است. بنابراین در ایران سالانه ۲۲ میلیارد متر مکعب گاز طبیعی که می تواند قسمتی از نیاز انرژی بخشهای مختلف را تأمین کند، سوزانده و هدر می رود.

### ج) استفاده از انرژی زمین گرمایی

ایران برای تأمین انرژی خود می تواند از انرژی های تجدیدپذیر

به عنوان مکمل انرژی های فسیلی استفاده کند. با توجه با پتانسیل های بالقوه ایران در انرژی زمین گرمایی، این انرژی می تواند نیاز بسیاری از بخشهای اقتصادی را تأمین کند. در مطالعه ای که توسط یوسفی و همکاران (۲۰۰۷) انجام گرفته، مناطق بالقوه تولید انرژی زمین گرمایی در ایران شناسایی و معرفی شده اند. مطالعات مختلف نشان می دهند ظرفیت بالقوه تولید برق از منبع انرژی زمین گرمایی در ایران ۷۰۰ مگاوات است که در حال حاضر ایران تنها ۵۵ مگاوات برق از این نوع تولید می کند. از این رو ایران حتی اگر کمبود انرژی مخصوصاً در برق داشته باشد می تواند از منابع تجدیدپذیر مانند انرژی زمین گرمایی استفاده کند و لزوماً به انرژی هسته ای نیاز ندارد.

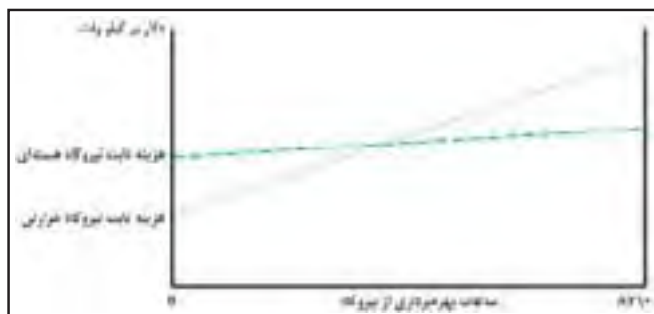
### د) احداث نیروگاه های حرارتی گاز سوز به جای نیروگاه هسته ای

ایران یک کشور در حال توسعه با رشد صنعتی بالا است که روز به روز نیاز انرژی مخصوصاً برق آن افزایش می یابد. علاوه

بر این، انتظار می رود که با رشد جمعیت ۷۲ درصد در سال، تا افق چشم انداز ۲۰۳۰ جمعیت این کشور به ۱۰۰ میلیون نفر برسد که خود تقاضای برق را افزایش می دهد. به استثنای نیروگاه های آبی، برق عمدتاً در نیروگاه های هسته ای و نیروگاه های حرارتی تولید می شود. برآورد هزینه ی احداث نیروگاه های هسته ای و حرارتی گاز سوز نشان می دهد که نیروگاه های هسته ای هزینه ثابت بالا و هزینه ی متغیر پایین دارند در صورتی که نیروگاه های حرارتی گازسوز هزینه ثابت کم و متغیر بالا، برای تولید هر واحد برق دارند. هزینه ثابت احداث یک نیروگاه هسته ای با ظرفیت ۱۰۰۰ مگاوات برق در ایران ۷/۲ میلیارد دلار یا ۱۲۰۰ دلار برای هر کیلووات ساعت برق است. هزینه متغیر تولید هر کیلو وات ساعت برق هسته ای نیز ۷/۵ سنت می باشد. در مجموع هزینه سالانه یک نیروگاه برق هسته ای (در صورتی که با ظرفیت کامل فعالیت کند) ۱۳۳۱ دلار برای هر کیلووات ساعت برق است. در مقایسه با نیروگاه هسته ای، هزینه ثابت احداث یک نیروگاه حرارتی گازسوز ۸۰۰ دلار برای هر کیلووات ساعت و هزینه متغیر آن ۷/۲ سنت برای هر کیلووات برق می باشد. لذا با فرض نرخ بهره برداری ۱۰۰ درصد، هزینه تولید هر واحد برق در نیروگاه حرارتی گازسوز ۱۳۶۰ دلار می باشد که در مقایسه با ۱۳۳۱ دلار برای نیروگاه هسته ای، کمتر است.

عامل مهمی که در هزینه تولید هر واحد برق در نیروگاه ها هسته ای و حرارتی نقش به سزایی دارد نرخ بهره برداری از هر نیروگاه می باشد. در نرخهای پایین

شکل ۱: مقایسه هزینه تولید برق در نیروگاه های هسته ای و سیکل ترکیبی



استنباط‌های رسید.

مهم‌ترین مسأله‌ای که در مقاله مذکور بطور مکرر مورد تأکید قرار گرفته این است که ایران با داشتن ذخایر نفت و گاز فراوان نیازی به انرژی هسته‌ای ندارد. چنین تأکیدی نشان می‌دهد که نویسندگان مقاله به موضوع نزدیک شدن پیک نفتی و پایان منابع نفت و گاز جهان توجهی نکرده و از آن غفلت نموده‌اند. ایران نیز همانند بسیاری از کشورهای نفتی دیگر جهان که پیک نفتی‌شان را پشت سر گذاشته‌اند و تولید آن‌ها سال به سال کاهش می‌یابد، در آینده‌ای نه چندان دوری با این پدیده روبه‌رو خواهد شد. طبق پیش‌بینی‌ها، انتظار می‌رود تولید نفت ایران در سال ۲۰۱۰ به حداکثر مقدار خود برسد و پس از آن با نرخ سریع کاهش یابد. همچنین تولید گاز طی سال‌های ۲۰۲۰ تا ۲۰۴۰ حداکثر می‌شود و پس از آن کاهش می‌یابد (نمودار ۱). در حالی که پیش‌بینی تقاضای انرژی ایران تا سال ۲۰۵۰ یک روند صعودی با شیب فزاینده را نشان می‌دهد (نمودار ۲). در حقیقت علی‌رغم اینکه تولید نفت و گاز ایران در چشم‌انداز ۲۰۵۰ به شدت کاهش می‌یابد اما تقاضای انرژی کشورمان در این سال به شدت افزایش می‌یابد.

در افق زمانی ۲۰۳۰ شاید بتوان با جانشینی گاز به جای نفت، تقاضای انرژی داخلی را پاسخ داد اما در افق زمانی طولانی‌تر (سال ۲۰۵۰) که تولید گاز نیز کاهش می‌یابد قطعاً تکیه به منابع نفت و گاز نمی‌تواند پاسخگوی تقاضای انرژی کشور باشد. این موضوع (پایان ذخایر نفت و گاز در ایران و نیاز این کشور به منابع انرژی نو) در مقالات و گزارشات مختلفی که توسط مراکز علمی و پژوهشی جهان منتشر شده، تأیید شده است. از آن جمله

می‌توان به مقاله راجر استرن (۲۰۰۷) استاد دانشگاه

جان هاپکینز آمریکا اشاره کرد. وی در مقاله خود با عنوان «بحران نفت خام ایران و امنیت ملی ایالات متحده» موضوع کاهش تولید و صادرات نفت خام در ایران را طی سالهای آینده بررسی نموده و با پی‌ریزی سه سناریوی مختلف پیش‌بینی کرده که با توجه به افت ۱۰ درصدی سالانه در تولید نفت و رشد تقاضای نفت

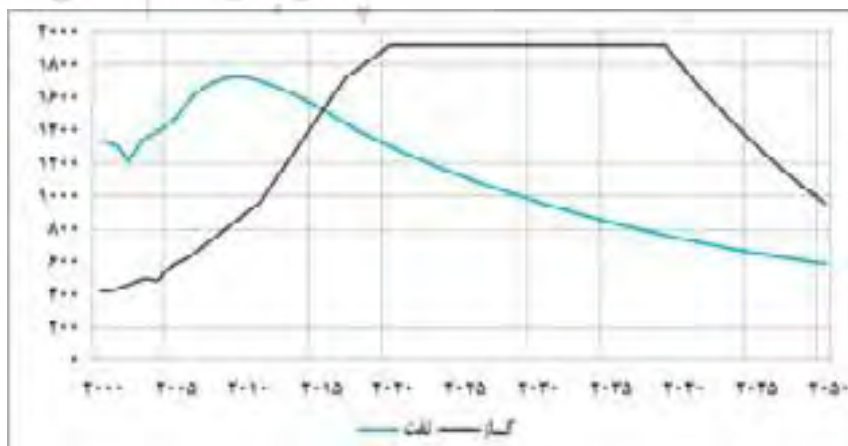
بهره‌برداری، هزینه تولید هر واحد برق از نیروگاه‌های هسته‌ای بیشتر از نیروگاه‌های حرارتی گازسوز است که با افزایش نرخ بهره‌برداری از نیروگاه‌ها، این نسبت بیشتر شده تا اینکه در نرخهای بهره‌برداری بیش از ۸۰ درصد ظرفیت تولید، روند معکوس شده و هزینه بهره‌برداری از نیروگاه‌های هسته‌ای کمتر از سیکل ترکیبی می‌شود. لذا در نرخهای بهره‌برداری بالا، صرفه تولید با نیروگاه‌های هسته‌ای می‌باشد که به نسبت، هزینه بسیار کمتری از نیروگاههای سیکل ترکیبی دارند.

لیکن باید توجه داشت هسته‌ای شدن ایران برای این کشور ریسک سیاسی به بار آورده و هزینه‌های زیادی را به اقتصاد آن تحمیل می‌کند. لذا با در نظر گرفتن هزینه‌های سیاسی و زیست محیطی، در هر نرخ بهره‌برداری، برق تولید شده در نیروگاه‌های هسته‌ای ایران گرانتر از برق تولیدی نیروگاه‌های حرارتی گازسوز آن خواهد بود و توجیه اقتصادی ندارد. (شکل ۱ نمودار هزینه‌های ثابت و متغییر احداث نیروگاههای هسته‌ای و سیکل ترکیبی را نشان می‌دهد. شیب هر منحنی معرف هزینه متغییر نیروگاه می‌باشد).

## نقد مقاله

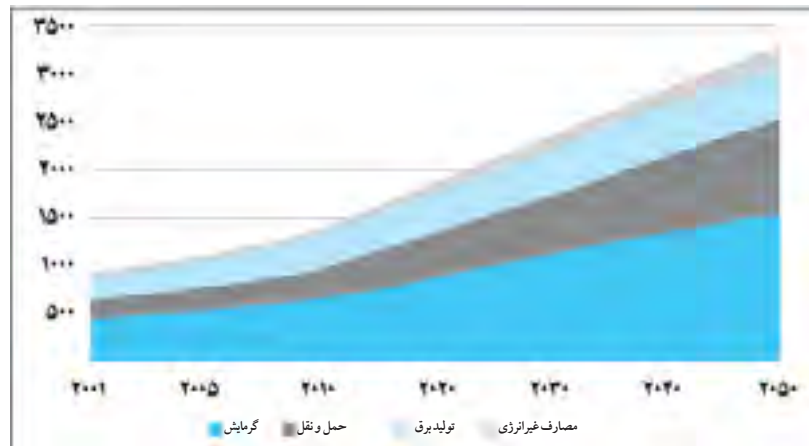
همان‌گونه که بیان شد در مقاله مذکور سعی شده که تلاش ایران برای دست‌یابی به انرژی هسته‌ای غیر اقتصادی و در عین حال فریب‌کاری سیاسی جلوه داده شود. ذیلاً تحلیل می‌شود که صحت و سقم مسایل مطرح شده در این مقاله جای بحث داشته و با چنین دلیل‌های سطحی و یک‌سونگر، نمی‌توان به چنین

نمودار ۱: چشم‌انداز ظرفیت تولید نفت و گاز ایران ۲۰۰۴-۲۰۵۰ میلیون بشکه معادل نفت خام در سال





## نمودار ۲: چشم انداز تقاضای انرژی در ایران ۲۰۰۴-۲۰۵۰ میلیون بشکه معادل نفت خام در سال



نیز گران تر باشد نموده است. مقاله مورد نقد ما، بهترین راه حل کلیدی برای تقاضای بالای انرژی در ایران را حذف یارانه های قیمت انرژی می داند. هر چند ممکن است حذف یارانه های قیمت انرژی، به میزان محدود باعث کاهش مصرف انرژی شود اما آیا حذف یارانه ها تبعات و پیامدهای سوء برای اقتصاد ایران نخواهد داشت؟ مطالعات چندی که در سالهای گذشته توسط مراکز مختلف اجرایی و پژوهشی در داخل و خارج

کشور انجام گرفته، همگی در بروز تورم بالا در صورت حذف کامل یارانه های انرژی اتفاق نظر دارند. حذف یارانه های قیمت انرژی علاوه بر تورم، تبعات اقتصادی و اجتماعی بسیار زیادی دارد که انجام چنین سیاستی را مشکل و اتخاذ راهکارهای پیش گیرانه و مناسب را لازم می کند. از این رو به این راحتی نمی توان استدلال کرد با حذف انرژی، تقاضا کاهش یافته و دیگر نیازی به انرژی هسته ای نیست.

بررسی دقیق ابعاد اقتصادی مقاله مذکور نشان می دهد که هیچ یک از راهکارهای ارایه شده در آن منطقی نبوده و هر کدام بصورت ناقص و بدون توجه به جوانب و پیامدهای ناشی از آن ارایه شده اند. علاوه بر این برخی از مسایل مطرح شده در مقاله متناقض با یکدیگرند و نویسندگان مقاله واقعاً به دنبال ارایه یک بحث علمی نبوده و تنها سعی داشته اند به انحای مختلف، دست یابی ایران به انرژی هسته ای را یک موضوع غیر اقتصادی جلوه دهند. مقاله مذکور همچنین با ارائه برخی بحثهای سیاسی فعالیت هسته ای ایران را غیر مسالمت آمیز معرفی کرده که جای دارد صاحب نظران سیاسی و مراجع ذی ربط به آن پاسخ دهند.

## منابع:

- مصطفی پور، منوچهر. (۱۳۸۵) نفت و انرژی هسته ای: گذشته، حال و آینده. مجله اطلاعات سیاسی - اقتصادی. شماره ۲۳۴-۱۳۳
- غریب آبادی، کاظم. (۱۳۸۶) انرژی هسته ای: نیاز امروز، ضرورت فردا. بررسی های اقتصاد انرژی.
- Brumberg, D et al. Iran, Energy and Geopolitics. Working paper. Energy Forum Jams BAKER. Institute For Public Policy RICE University.

داخلی ۲ درصد در سال و همچنین محدودیت های سرمایه گذاری در بخش نفت و گاز ایران (ناشی از تحریم)، صادرات نفت ایران بین سالهای ۲۰۱۲ تا ۲۰۲۰ به صفر برسد. استرن در مطالعه خود به این نتیجه رسیده که با توجه به کاهش تولید نفت خام در ایران، انرژی هسته ای برای ایران یک ضرورت است. (جهت مطالعه بیشتر به شماره ۹۳ مجله اقتصاد انرژی - صفحات ۳۷ تا ۴۱ مراجعه شود). لذا استدلال مقاله مورد نقد، که نیاز ایران به انرژی هسته ای را به دلیل داشتن ذخایر عظیم نفت و گاز، بی اساس و غیر قابل توجیه بوده، قابل پذیرش نمی باشد.

نکته دیگر اینکه، مقاله مورد نقد ما به برآورد هزینه کل تولید برق از دو نیروگاه هسته ای و حرارتی گاز سوز پرداخته و نتیجه گرفته که در نرخ های بهره برداری بالا هزینه تولید برق در نیروگاه های هسته ای بسیار کمتر از نیروگاههای حرارتی گاز سوز است. اما با لحاظ کردن هزینه های جانبی دیگر مانند هزینه سیاسی هسته ای شدن، برق هسته ای را پر هزینه تر از برق نیروگاه های حرارتی گاز سوز معرفی کرده و به این طریق خواسته است که تولید برق هسته ای را غیر اقتصادی جلوه دهد. لیکن مقاله هیچ اشاره ای به ریشه و علل هزینه های سیاسی نکرده و آنرا به گونه ای معرفی کرده که گویی پرهیز از آن اجتناب ناپذیر است. در صورتی که عامل تمامی هزینه های سیاسی، دولتهای غربی هستند که با اعمال فشارهای و تحدیدها این هزینه ها را به ایران تحمیل کرده اند. همچنین مقاله مذکور استفاده از انرژی های تجدیدپذیر مانند انرژی زمین گرمایی را به جای انرژی هسته ای توصیه نموده است، در حالی که هیچ اشاره ای به هزینه احداث و بهره برداری از این منبع انرژی که چه بسا ممکن است از تأسیسات هسته ای