استفاده از انرژی خورشیدی

فرصتی مناسب برای احیای روحیهٔ خودباوری و اعتماد به نفس در مهندسان، تأمین کلیه نیازهای انرژی کشور و حفاظت از محیط‌زیست

مهدی بهادری‌نژاد
استاد دانشکده مهندسی مکانیک
دانشگاه صنعتی شریف

چکیده

ابر و باد و مه و خورشید و فلک در کارند
تا تو انرژی تبدیل نمایی و اسراف نکنی
همه از بهر تو سرگشته و فرمانبردار
تا به خود اعتماد نمایی و به گدایی نروی

برای احیای حس خودباوری و اعتماد به نفس در مهندسان و سایر پژوهشگران کشور، لازم است طرحهایی به مورد اجرا گذاشته شود که تمامی محاسبات و طراحیهای لازم از سوی مهندسان ایرانی انجام و قسمت اعظم (لااقل ۵۰ درصد) ساخت ماشین‌آلات، قطعات و وسایل لازم نیز به وسیلهٔ صنایع داخلی انجام شود.

استفاده از انرژی خورشیدی برای تأمین نیازهای کشور، چنین امکانی را به وجود می‌آورد. برخلاف نیروگاههای هسته‌ای که طراحی و ساخت آن نسبتاً مشکل است، تکنولوژی استفاده از انرژی خورشیدی نسبتاً ساده و به طور قطع در حد توان مهندسان و سایر پژوهشگران کشور است. از این رو، لازم است به استفاده از انرژی خورشیدی به صورت یک طرح ملی نگریسه وبه مهندسان کشور فرصت داد تا از استعداد و نبوغ خود در این طرح استفاده کنند وبه جهانیان نشان دهند که ملت ایران می‌تواند به همان مقام علمی که در گذشته داشته برسد و در جهان علم و تکنولوژی مانند گذشته بدرخشد.

علاوه بر احیای حس خودباوری و اعتماد به نفس که استفاده از انرژی خورشیدی آن را ممکن می‌سازد، لایزال بودن این منبع و وجود زمینهای بلااستفادهٔ فراوان در کشور، این فرصت را به وجود می‌آورد تا بتوانیم به راحتی از این منبع استفاده کرده و تمامی نیازهای انرژی خود را تأمین کنیم.

دلیل دیگر توجه به انرژی خورشیدی، پاکیزه نگاه داشتن محیط زیست است که از طریق مصرف سوختهای فسیلی و انرژی اتمی آلوده شده است.

مقدمه

پس از نیروی انسانی، انرژی عمده‌ترین عامل توسعهٔ اقتصادی جوامع صنعتی است. تاکنون سوختهای فسیلی نظیر نفت، زغال سنگ و گاز، تأمین‌کنندهٔ اصلی انرژیهای موردنیاز بشر بوده‌اند.

مصرف کل انرژی جهان در سال ۱۳۶۷، معادل ۱۳۳۸اکسا (10^{18} جول بود که ۸۱/۱ درصد آن از طریق سوختهای فسیلی و بقیه از سایر منابع تأمین شده است. منابع تأمین‌کنندهٔ نیازهای انرژی در این سال به قرار زیر بوده است:[۱]

نفت	۱۱۶اکساجول‌یا	٪۳۴/۴
زغال سنگ	۹۳ " "	٪۲۷/۵

گاز طبیعی	۶۵	"	٪۱۹/۲
انرژی آبی	۲۳	"	٪۶/۸
چوب و زوائد کشاورزی (Biomass)	۲۲	"	٪۶/۵
انرژی اتمی	۱۹	اکساجول‌یا	٪۵/۶

در سال ۱۳۶۸، مقدار ۳۹/۶ اکساجول برق با استفاده از منابع و به طرق مختلف زیر در جهان تولید شد:[۲]

سوختهای فسیلی و نیروگاههای حرارتی	٪۶۲/۲
نیروگاههای آبی و زمین ـ گرمایی یا ژئوترمال (سهم ژئوترمال کمتر از ۱٪ است)	٪۲۱
نیروگاههای هسته‌ای	٪۱۶/۸

میزان تولید برق به وسیلهٔ نیروگاههای هسته‌ای در دنیا در فاصلهٔ سالهای ۱۹۷۰ تا ۱۹۸۹ میلادی، رشدی سریع داشت به طوری که از ۱/۶ درصد به ۱۶/۸ درصد رسید. در آینده، آهنگ این رشد به دلایلی که بعداً ذکر می‌شود کند خواهد شد.[۲]

در پایان سال ۱۹۹۰ میلادی، تعداد ۴۲۳ نیروگاه هسته‌ای با توان نصب شدهٔ حدود ۰/۳۲۶ ترا (10^{12}) وات در دنیا وجود داشت. در اوایل دههٔ ۱۹۷۰، پیش‌بینی شده بود که توان نصب شدهٔ نیروگاههای هسته‌ای در دنیا در سال ۲۰۰۰، به ۲/۶ تراوات (حدود ۸ برابر) برسد. در اوایل دههٔ ۱۹۸۰ میلادی، پیش‌بینی جدید، این توان را در سال ۲۰۰۰ به میزان ۱/۰۷۵ تراوات (حدود ۳/۳ برابر) تعیین کرد و در سال ۱۹۸۷، پیش‌بینی جدیدتر، توان نصب شده در سال ۲۰۰۰ میلادی را به ۰/۴۴۴ تراوات (حدود ۱/۴ برابر سال ۱۹۹۰) تغییر داد.[۲]

در کشورهای عضو سازمان همکاریهای اقتصادی و توسعه، توجه به نیروگاههای هسته‌ای برای تولید برق، بیشتر از متوسط جهانی است. در سال ۱۳۶۸، برق تولید شده در این کشورها از طریق منابع زیر بوده است:[۲]

سوختهای فسیلی	۶۰ درصد
نیروگاههای هسته‌ای	۲۲ "
نیروگاههای آبی و ژئوترمال	۱۸ "

پیش‌بینی می‌شود که این نسبتها تا سال ۱۳۸۴ حفظ شوند ولی زغال‌سنگ تا اندازه‌ای جانشین نفت گردد.[۲]

در امریکا، برق تولید شده در سال ۱۳۶۴ حدود ۸/۵۵ اکساجول بوده که از طریق منابع زیر تأمین شده است:[۳]

زغال سنگ	۵۷ درصد
نیروگاههای هسته‌ای	۱۵ "
گاز طبیعی	۱۲ "
نیروگاههای آبی	۱۱ "
سایر منابع	۵ "

به لحاظ انرژیهای اولیه در حال حاضر انرژی هسته‌ای فقط ۵ درصد کل انرژی امریکا را تأمین می‌کند که حدود نصف آن شامل انرژی خورشیدی، چوب و سایر منابع تجدیدپذیر است که از آنها در این کشور استفاده می‌شود.[۳]

مصرف انرژی در ایران در سال ۱۳۶۷، حدود ۲/۸۴ اکساجول بود که ۳/۴ درصد آن به وسیلهٔ نیروگاههای آبی و بقیه از طریق نفت و گاز تأمین شده‌اند.[۴] مصرف کل انرژی در ایران، حدود ۰/۸۴ درصد مصرف جهانی است و با توجه به اینکه جمعیت ایران حدود ۱ درصد جمعیت دنیاست، مصرف سرانهٔ انرژی در ایران اندکی کمتر از متوسط جهانی می‌باشد.

آثار زیست محیطی مصرف سوختهای فسیلی

مصرف سوختهای فسیلی موجب تولید بخار آب و گازکربنیک و گازهای سمی چون CO، SO_2 و اکسیدهای ازت (NOx) می‌شود که تمامی این محصولات ـ غیر از بخارآب ـ روی محیط زیست در سطح محلی، منطقه‌ای و جهانی اثر تخریبی دارند.

در سطح محلی، بیشترین اثر تخریبی محیط زیست به صورت آلودگی هوا بروز کرده که هوای تهران ـ با داشتن مقام اول یا دوم در دنیا از نظر آلودگی ـ بهترین نمونهٔ آن به شمار می‌رود. آلودگی هوا که مردم تهران هر روز ـ به خصوص روزهای زمستانی ـ آثار آن را حس می‌کنند موجب سردرد، افسردگی، افت کارایی، سوزش چشم، تنگی نفس و امراض دستگاه تنفسی، سرطان، سکته و غیره می‌شود. گازهای سمی موجود در هوا با نزولات جوی ترکیب شده و بارانهای اسیدی را به وجود می‌آورند که باعث آلودگی آب رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و آبهای زیرزمینی و غیره شده و اثر تخریبی خود را در سطح منطقه نشان می‌دهند. بارانهای اسیدی به کشاورزی، ساختمانها، تأسیسات صنعتی و غیره نیز صدمه وارد می‌کنند.

در سطح جهانی، بالا رفتن میزان گازکربنیک نقش بسیار بزرگی در بالا بردن دمای کره زمین بازی می‌کند. نور خورشید که از اتمسفر زمین عبور می‌کند به مقدار زیاد جذب سطح زمین می‌شود و زمین را گرم می‌کند. سطح زمین در دمای موجود خود، تشعشع حرارتی تولید می‌کند که قسمتی از آن می‌تواند از اتمسفر زمین عبور کرده و به فضا برود. با در

برخلاف انرژی اتمی که فقط برای تولید برق کاربرد دارد، انرژی خورشیدی می‌تواند مانند نفت و گاز، کلیهٔ نیازهای انرژی انسان را تأمین کند.

نظر گرفتن دریافت و جذب نور خورشید و دفع حرارت از طریق تشعشع حرارتی، زمین درجهٔ حرارت متوسطی را به خود می‌گیرد که البته تابع فصول سال و ساعات شبانه‌روز است.

تشعشع خورشیدی که در طول موجهای کوتاه است می‌تواند به راحتی از اتمسفر زمین عبور کند و خیلی کم به وسیلهٔ گازکربنیک موجود در اتمسفر پراکنده یا جذب شود. ولی تشعشع حرارتی سطح زمین که در طول موجهای بلند است به مقدار قابل ملاحظه‌ای جذب مولکولهای CO_2 شده ـ به جای عبور از اتمسفر و رفتن به فضا ـ و موجب گرم شدن اتمسفر زمین می‌شود. هرچه تعداد مولکولهای این گاز در اتمسفر زمین بیشتر باشد، میزان جذب تشعشع حرارتی که از سطح زمین دریافت شده، بیشتر خواهد بود. این موضوع، به بالا رفتن دمای زمین کمک می‌کند. گلخانه‌ها به دلیل اینکه نقشی شبیه فرآیند ذکر شدهٔ فوق را بازی می‌کنند، اثر فوق را اصطلاحاً اثر گلخانه‌ای می‌نامند و گازهای CO_2 و متان ـ که نقشی شبیه CO_2 در اتمسفر زمین بازی می‌کنند ـ به نام گازهای گلخانه‌ای معروف هستند.

میزان تولید سرانهٔ CO_2 در ایران، بالاتر از میزان تولید سرانهٔ CO_2 در سایر کشورهای آسیایی در حال توسعه نظیر چین، هندوستان، اندونزی و پاکستان است. ولی به خاطر جمعیت نسبتاً کم ایران در مقایسه با جمعیت جهان، (حدود ۱ درصد) میزان کل گازهای گلخانه‌ای تولید شده در ایران نسبت به کل گازهای تولید شده در جهان، قابل توجه نیست.

دولت ایران با پرداخت ۱۱ هزار میلیارد ریال سوبسید در سال برای فرآورده‌های نفتی، نفت و گاز و برق را عملاً به طور رایگان در اختیار مردم قرار می‌دهد. این موضوع، باعث مصرف بی‌رویه و اسراف انواع منابع انرژی در کشور شده و آلودگیهای فراوانی را در تمامی کشور و بخصوص شهر تهران به همراه آورده است. در حالی که قاطبهٔ مردم ایران نسبت به صرفه‌جویی در مصرف مواد غذایی بسیار حساس هستند ولی در صرفه‌جویی در مصرف انرژی هیچ‌گونه حساسیتی از خود نشان نمی‌دهند. زیاده‌روی و اسراف در مصرف انرژی برخلاف دستور دین مبین اسلام است که اسرافکاران را برادران شیاطین نامیده و همه گونه اسراف و تبذیر را منع می‌کند.*

میزان تولید گازکربنیک در دنیا برای قرنها ثابت و برابر با ۳۰۰ppm بود ولی در ۹۰ سال گذشته که مصرف انرژی دنیا ۳۰ برابر و در ۵۰ سال گذشته که مصرف سوختهای فسیلی ۵ برابر شده‌اند، میزان CO_2 تغییر یافت و در سال ۱۳۳۹، به ۳۱۷ppm و در سال ۱۳۶۷، مقدار آن به ۳۵۰ppm رسید.[۵] چنانچه روند کنونی مصرف سوختهای فسیلی و قطع درختان جنگلی که می‌توانند گازکربنیک تولید شده را جذب کنند ادامه یابد، دانشمندان پیش‌بینی می‌کنند که میزان CO_2 تا ۵۰ سال دیگر به ۶۰۰ppm برسد.[۶] ازدیاد CO_2 موجب بالا رفتن دمای اتمسفر زمین (تا مرز ۴ درجه سانتیگراد در اواسط قرن آیندهٔ میلادی)[۷] و تغییر قابل ملاحظه‌ای در شرایط اقلیمی زمین خواهد شد. این ازدیاد دما در تمام نقاط جهان یکسان نبوده و کمترین آن در استوا و بیشترین آن در قطب‌ها خواهد بود. تغییرات اقلیمی به وجود آمده را می‌توان بدین ترتیب خلاصه کرد:[۶]

۱ـ تغییر در روند نزولات جوی در سطح کرهٔ زمین

۲ـ تغییر قابل ملاحظه در مسیر رودخانه‌ها و میزان آب آنها که آثار ویرانگر روی کشاورزی، جنگلداری، صنایع و آبرسانی شهرها و غیره خواهد داشت.

۳ـ انبساط آب اقیانوسها و ذوب شدن یخهای قطبی که بر اثر گرم شدن اتمسفر زمین پیش خواهد آمد و موجب خواهد شد که سطح آب اقیانوسها، دریاها و دریاچه‌ها بالا آمده و مقدار قابل توجهی از زمینهای شهری، کشاورزی و صنعتی را آب فراگیرد. علاوه بر زیانهای بسیار اقتصادی، این موضوع همراه با سیل و خشکسالی، باعث آوارگی و بی‌خانمانی حدود ۴۰۰ میلیون انسان روی زمین می‌شود که احتمالاً کشمکشهای سیاسی و نظامی را نیز به دنبال خواهد آورد.

۴ـ تناوب و شدت طوفانها و بادها زیاد شده که خود، آثار ویرانگری روی حیات و آسایش انسانها و اقتصاد جامعه خواهد گذاشت.

۵ـ نسلهای مختلف حیوانات و گیاهان زمینی و دریایی بر اثر تغییر دمای زمین و از دست دادن مسکن خود، از بین خواهند رفت.

به طور خلاصه، بالا رفتن دمای کرهٔ زمین فاجعه‌هایی خواهد آفرید که بشر نظیرش را به خود ندیده است و آثار آن به مراتب وخیم‌تر از تمامی طوفانها، سیلها و زلزله‌هایی است که تاکنون به وقوع پیوسته است.

موضوع گرم شدن دمای اتمسفر زمین و تغییرات فوق‌الذکر، نگرانی بسیاری از جوامع علمی دنیا را برانگیخته و بسیاری از کشورهای جهان ـ بویژه کشورهای اروپای غربی ـ در برنامه‌های انرژی خود، سعی در صرفه‌جویی در مصرف انرژی، بهبود بخشیدن بازده مبدلهای انرژی و جایگزینی سوختهای فسیلی با سایر منابع انرژی که گازهای گلخانه‌ای

---

* ان المبذرین کانوا اخوان الشیاطین و کان الشیطان لربه کفورا.
اسرافکاران با شیاطین برادرند و شیطان نسبت به پروردگارش ناسپاس بود.
(الاسراء، آیه ۲۷)

تولید نکرده و محیط زیست را نیز آلوده نمی‌کنند، دارند.

منابع انرژی که گازهای گلخانه‌ای تولید نمی‌کنند عبارتند از: انرژی خورشیدی ـ اعم از آفتاب، باد، آب و غیره ـ انرژی اتمی، انرژیهای زمین ـ گرمایی (ژئوترمال) و اقیانوس ـ گرمایی و انرژی جذر و مد و غیره که از بین اینها، انرژیهای خورشیدی و اتمی دارای پتانسیل بیشتری هستند.

توجه به انرژی اتمی در کشورهای صنعتی جهان

با انفجار اولین بمب اتمی، دنیا یکباره به قدرت خارق‌العادهٔ تخریبی و کشندهٔ انرژی اتمی واقف شد و به این ترتیب، مسابقهٔ تسلیحاتی اتمی بین کشورهای امریکا و شوروی سابق و سایر کشورهای قدرت‌طلب نظیر فرانسه، انگلیس، چین و هندوستان شروع شد. استفاده‌های صلح‌آمیز انرژی اتمی نظیر نیروگاههای هسته‌ای برای تولید برق، پرتو درمانی، پرتودهی مواد کشاورزی و غیره، پدیده‌های جانبی این مسابقهٔ تسلیحاتی بود.

بدون توجه به مسائل زیست محیطی نیروگاههای هسته‌ای و بدون توجه به منبع لایزال و تمیزی مانند انرژی خورشیدی، همه جا با هیجان صحبت از فراوانی و ارزانی برق اتمی می‌شد. علاوه بر این، امید دستیابی سریع به تکنولوژی گداخت (Fusion) هیجان دیگری را در جوامع علمی دنیا و بویژه در کشورهای صنعتی به وجود آورد. این هیجانات به زودی به سایر کشورها سرایت کرد به طوری که بسیاری از کشورهایی که امروزه از نیروگاههای هسته‌ای برای تولید برق استفاده می‌کنند و یا مانند ایران به فکر آن هستند و انگیزه‌ای نیز برای ساختن بمب اتمی ندارند، فقط به خاطر دستیابی به تکنولوژی برتر و یا به خاطر عدم دسترسی به نفت و گاز و زغال‌سنگ برای تولید برق، دست به سرمایه‌گذاری درعلوم و تکنولوژی انرژی اتمی زدند.

رقابت و جاه‌طلبی دولتها در ۵۰ سال گذشته، عامل اصلی سرمایه‌گذاریهای هنگفت آنها (به میزان بیش از ۱۰۰۰ میلیارد دلار)[۶] در این رشتهٔ علمی و توسعهٔ نیروگاههای هسته‌ای بوده است. این سرمایه‌گذاریها غالباً به قیمت فراموشی منابع تجدیدشوندهٔ تمیزی نظیر انرژی خورشیدی و در مورد کشورهای در حال توسعه، حتی به قیمت برآورده نکردن نیازهای واجب‌تر جامعه بوده است. این سرمایه‌گذاری هنگفت و اشتغال و درگیری تعداد زیادی از دانشمندان این جوامع در علوم و تکنولوژی هسته‌ای که ادامهٔ حیات علمی خود را مرهون دریافت اعتبارات تحقیقاتی در زمینهٔ تخصص خویش می‌دیدند، موجب شده که دولتمردان و سیاستگذاران کشورها در مقابل فشار سیاسی این افراد تسلیم شده و به منظور بهره‌برداری از سرمایه‌گذاریهای انجام شده، هر ساله اعتباراتی را برای توسعهٔ علوم و تکنولوژی هسته‌ای و حتی سوبسیدهایی را برای تولید برق اتمی تخصیص دهند و عملاً منابع دیگر نظیر انرژی خورشیدی را که دارای حداقل مشکلات و آلودگی محیط زیست هستند، به فراموشی بسپارند و یا توجه کمتری برای آنها قائل شوند. برای نمونه، در سالهای ۱۳۵۸ تا ۱۳۶۹، ۵۸/۹۸ درصد کل بودجهٔ تحقیقاتی انرژی در دنیا صرف انرژی اتمی ـ در مقایسه با ۱۵/۱۸ درصد برای سوختهای فسیلی، ۹/۴ درصد برای تمامی انرژیهای تجدیدپذیر، ۶/۲۷ درصد برای صرفه‌جویی در انرژی و ۱۰/۱۷ درصد برای سایر موارد ـ شده است.[۶]

جالب اینجاست که علی‌رغم سرمایه‌گذاری هنگفت ۱۰۰۰ میلیارد دلاری در ۵۰ سال گذشته و سوبسیدهای قابل توجه سالیانه‌ای که از طرف دولتها برای تولید برق اتمی در جهان پرداخت می‌شود، امروزه نیروگاههای هسته‌ای فقط ۱۶/۸ درصد کل برق و یا ۵/۶ درصد کل انرژی مورد نیاز جهان را تأمین می‌کنند که کمتر از کارکرد نیروگاههای آبی است و توجه جهانی به این منبع انرژی، به خاطر گرانی و مشکلات زیست محیطی آن ـ که به آنها اشاره خواهد شد ـ در حال کاهش است. برای نمونه، امریکا که پیشرو علوم و تکنولوژی هسته‌ای به شمار می‌آید و بیشترین تعداد نیروگاههای هسته‌ای (بیش از ۲۵ درصد کل جهان) را داراست و نیز بیشترین میزان برق اتمی جهان (بیش از ۳۰ درصد) را تولید می‌کند، از این روش تولید برق روی برگردانده و در حال حاضر فقط یک نیروگاه هسته‌ای در دست احداث دارد.[۸] باتوجه به مشکلات زیست محیطی این نیروگاهها، افکار عمومی مردم امریکا (به میزان ۷۸ درصد) مخالف آنها بوده و شرکتهای برق امریکا نیز استفاده از انرژی اتمی برای تولید برق را کنار گذاشته‌اند؛ به طوری که از سال ۱۳۵۷ به بعد، شرکتهای برق امریکا نه تنها هیچ‌گونه سفارشی برای طراحی و ساخت نیروگاههای هسته‌ای نداده‌اند بلکه، ۷۵ نیروگاه اتمی در دست سفارش را نیز لغو کرده‌اند و آخرین ۲۸ نیروگاه جدیدالاحداث در این کشور را قبل از سال ۱۳۵۳ سفارش داده‌اند.[۳]

علت اساسی که شرکتهای برق منطقه‌ای امریکا برای روگردانی خود از نیروگاههای هسته‌ای ذکر می‌کنند عبارتند از:

۱ـ گرانی نیروگاهها به میزان متوسط ۳۲۰۰ دلار برای هر کیلووات نصب شده

۲ـ طولانی بودن زمان لازم برای ساخت و راه‌اندازی نیروگاهها

۳ـ نداشتن راه حل قابل قبول برای دفع زباله‌های اتمی[۳]

۴ـ مسائل زیست محیطی نیروگاههای هسته‌ای و فشار افکار عمومی

جالب توجه است که در بررسیهای اقتصادی نیروگاههای هسته‌ای، چه به لحاظ قیمت نصب شدهٔ نیروگاهها و چه از نظر قیمت تمام شدهٔ برق، قسمت اعظم سرمایه‌گذاریهای ۱۰۰۰ میلیارد دلاری که در ۵۰

سال گذشته برای توسعهٔ علوم و تکنولوژی اتمی از طرف دولتها اختصاص یافته و هزینهٔ سرسام‌آور دفع زباله‌های اتمی و از کاراندازی نیروگاهها، به حساب نمی‌آید. منصفانه این بود که این هزینه‌ها در بررسیهای اقتصادی منظور می‌شدند که در آن صورت، هزینهٔ اولیهٔ نیروگاهها و قیمت برق تمام شدهٔ آنها به مراتب بیشتر از آنچه که هست می‌شد.

نشانهٔ دیگر روگردانی از نیروگاههای هسته‌ای در سطح جهانی را می‌توان در تجدیدنظرهای مکرر در پیش‌بینی‌های توان نصب شدهٔ نیروگاههای هسته‌ای برای سال ۲۰۰۰ میلادی دید که در ابتدای این مقاله به آن اشاره شد. در دههٔ ۱۹۷۰ میلادی، پیش‌بینی شده بود که توان نصب شدهٔ نیروگاههای اتمی در سال ۲۰۰۰ معادل ۲/۶ تراوات باشد، در حالی که در سال ۱۹۸۷ میلادی، پیش‌بینی جدید توان نصب شده، به حدود ۰/۴۴۴ تراوات تغییر یافت.[۲]

مشکلات زیست محیطی نیروگاههای هسته‌ای

مسائل و مشکلات زیست محیطی نیروگاههای هسته‌ای عبارتند از:

۱ـ اثر تشعشعات اتمی روی انسان و سایر موجودات زنده

۲ـ ایمنی نیروگاهها

۳ـ آثار زیست محیطی دفن زباله‌های اتمی

۴ـ احتمال استفاده از سوختهای اتمی در ساخت بمب و تروریسم اتمی

در تمام مراحل سیکل سوخت اتمی، از استخراج و آماده‌سازی اورانیوم گرفته تا تولید سوخت و استفاده از آن در نیروگاهها و دفع زباله‌ها، تشعشعات اتمی وارد محیط زیست می‌شود. در حالی که ارتباط دقیق بین امراض با تشعشعات اتمی حوالی نیروگاه کار مشکلی است ولی مطالعه‌ای که اخیراً در ارتباط با یکی از نیروگاههای هسته‌ای انگستان انجام شد نشان داد که سرطان خون در بچه‌هایی که پدرانشان در نیروگاه کار می‌کنند و بخصوص آنهایی که پدرانشان تشعشع بیشتری در نیروگاه دریافت می‌کنند بیشتر از سایر بچه‌های منطقه است.[۲] بیشترین اثر تشعشعات اتمی وقتی ملاحظه می‌شود که در نیروگاه حادثه‌ای رخ دهد و یا فاجعه‌ای نظیر نیروگاه هسته‌ای چرنوبیل به وقوع بپیوندد.

در فاجعهٔ اتمی چرنوبیل، بیش از ۴۰ هزار نفر کشته شدند، ۱۳۱ هزار کیلومترمربع زمین با تشعشعات اتمی آلوده شده و کاملاً غیرقابل استفاده شدند و خسارت وارد شده در این فاجعهٔ اتمی، بیش از ۳۵۸ میلیارد دلار برآورد شد.[۶] در فاصلهٔ سالهای ۱۳۴۸ تا ۱۳۵۸، تعداد ۲۰۰۰ حادثه در راکتورهای اتمی اتفاق افتاده که ۱۶۹ مورد آنها می‌توانستند جدی باشند و حوادث خطرناکی را به دنبال آورند.[۶]

زباله‌های اتمی را به لحاظ میزان تشعشعات رادیواکتیویتهٔ آنها می‌توان به سه دسته زباله‌های با شدت تشعشع پایین (LLW)، شدت تشعشع متوسط (ILW)، و شدت تشعشع بالا (HLW) تقسیم کرد. تا سال ۱۳۶۹، میزان تولید جهانی زباله‌های LLW معادل ۳۷۰ هزار مترمکعب، زباله‌های ILW، معادل ۲۷ هزار مترمکعب و زباله‌های HLW، معادل ۲۱ هزار مترمکعب بوده است.[۲] برآورد می‌شود که تا سال ۲۰۰۰ میلادی، میزان زباله‌های LLW تولیدی نیروگاههای هسته‌ای جهان به ۷ میلیون مترمکعب و زباله‌های HLW معادل ۱ میلیون مترمکعب برسد.[۲]

زباله‌های نوع LLW را در عمق کم زمین دفن می‌کنند که بایستی برای حدود ۳۰۰ سال تحت کنترل باشند. زباله‌های نوع ILW را معمولاً در داخل بتن جاسازی کرده و در محلهای مخصوص دفن می‌کنند ولی برای دفع و یا دفن زباله‌های نوع HLW، هنوز راه حلی پیدا نشده است. در حال حاضر، مقامات مسئول آنها را در محل نیروگاهها نگهداری می‌کنند و در حال تحقیق هستند تا بتوانند آنها را در داخل زمین و در محلهایی که کاملاً امن هستند و یا در قعر و یا زیر اقیانوسها دفن کنند.[۲]

هنوز کسی قیمتی برای دفن این زباله‌ها تعیین نکرده و راهی نیز برای «تمیز کردن» آنها نیافته است. بایستی آنها را در جای امنی دفن کرده و صبر کرد تا عمر طبیعی خود را ـ که برای بعضی‌ها ممکن است بیش از ۱۰ هزار سال باشد[۳] ـ طی کنند.

مشکل دفع زباله‌های اتمی، در تمامی کشورهایی که از نیروگاههای هسته‌ای استفاده می‌کنند وجود دارد. مثلاً در اطریش برای دفع زباله‌های اتمی، ابتدا فکر کردند که آنها را داخل کوههای آلپ دفن کنند ولی با مخالفت شدید ساکنین اطراف محل مواجه و از آن منصرف شدند. سپس، دولت اطریش برای تدفین زباله‌های اتمی خود در کشورهای مجارستان، مصر و چین با دولتهای آنها تماس گرفت که با عدم استقبال این کشورها مواجه شد. پس از آن با شاه معدوم ایران تماس گرفتند و او برای دفن زباله‌های اتمی اطریش در ایران موافقت کرد ولی قبل از عملی شدن این طرح خائنانه، انقلاب اسلامی ایران به پیروزی

بالا رفتن دمای کرهٔ زمین فاجعه‌هایی خواهد آفرید که بشر نظیرش را به خود ندیده است که آثار آن به مراتب وخیم‌تر از تمامی طوفانها، سیل و زلزله‌هایی است که تاکنون به وقوع پیوسته است.

رسید و دولت اسلامی توافق شاه معدوم را ملغی کرد.[۳]

ساخت نیروگاههای هسته‌ای، بدون توجه به مسائل اقتصادی، فنی و اجتماعی نیز نبوده است. برای مثال، نیروگاه هسته‌ای "Zwentendorf" که در ۳۰ کیلومتری شمال غربی وین در کنار رودخانهٔ دانوب قرار دارد، با توان ۷۰۰ مگاوات و با هزینهٔ ۸ میلیارد شیلینگ در فاصلهٔ سالهای ۱۹۷۰ تا ۱۹۷۸ میلادی ساخته شد.[۳] در ابتدای ساخت نیروگاه و به علت عدم آگاهی از مشکلات و مسائل زیست محیطی آن، مردم فکر می‌کردند که این نیروگاه بهتر از یک نیروگاه زغال‌سنگی است. ولی بعداً معلوم شد که دو نیروگاه مشابه آن در آلمان به علت مسائل فنی کلاً تعطیل شده و نیروگاه Zwentendorf روی یک گسل قرار دارد و زمین لرزه آن را تهدید می‌کند و در مواقعی که سیل موجب بالا آمدن آب رودخانهٔ دانوب شده بود، آب به داخل نیروگاه نفوذ کرده و نشان داد که خطر ورود مواد رادیواکتیو به داخل آبهای زیرزمینی در یک حادثهٔ اتمی وجود خواهد داشت.[۳] خلاصه اینکه، مسائل این نیروگاه زیاد بود و مفید و مضر بودن آن به قدری مورد بحث قرار گرفت که دولت وقت اطریش استفاده از آن را به رأی گذاشت. قبل از رأی‌گیری، طرفداران نیروگاه و مخالفان آن در برنامه‌های تبلیغاتی خود به مردم اظهار می‌داشتند که بایستی بین پیشرفت و ایمنی، بین اشتغال و حفاظت از محیط زیست و بین نکات مثبت و منفی آن تصمیم بگیرند. بسیاری از دولتمردان از جمله رئیس جمهور وقت اطریش، ضمن حمایت از طرح، داشتن این نیروگاه هسته‌ای را در اولویت قرار داده و از مردم تقاضای موافقت با آن را کرد. در هر حال، مردم اطریش با شرکت در رأی‌گیری، استفاده از آن را در ماه نوامبر ۱۹۷۸ میلادی رد کردند و به این ترتیب، برنامهٔ اتمی اطریش متوقف شد[۳] و علی‌رغم تهدید طرفداران نیروگاه، اطریش به پیشرفت صنعتی خود ادامه داد و سطح اشتغال در کشور نیز پایین نیامد.

برای آیندهٔ این نیروگاه در اطریش پیشنهادهای مختلف و بعضاً طنزآمیز ابراز شد. از جمله اینکه پیشنهاد شده بود تا آن را به یک موزهٔ تکنولوژی شکست خورده تبدیل کنند تا مردم دنیا بتوانند در آینده از آن بازدید کنند.[۳]

یکی دیگر از مسائل نیروگاههای هسته‌ای، تروریسم اتمی است. پیش‌بینی می‌شود که تا سال ۲۰۰۰ میلادی، نیروگاههای هسته‌ای حدود ۱۶۰۰ تن پلوتونیوم تولید کنند. در حالی که برای ساخت یک بمب اتمی، حدود ۸ کیلوگرم پلوتونیوم مورد نیاز است، خطر دستیابی تروریستها به این مقدار کم ماده و منهدم کردن یک شهر به وسیله آنان، همیشه وجود دارد.[۷]

به طور خلاصه، در حالی که منبع لایزال و تمیزی نظیر انرژی خورشیدی در دنیا وجود دارد و در حالی که نیروگاههای هسته‌ای دارای آثار مخرب زیست محیطی درازمدت هستند، از نظر نویسنده، سرمایه‌گذاری هنگفتی که برای طراحی و ساخت نیروگاههای هسته‌ای ـ البته، نه برای کاربردهایی نظیر پرتودرمانی، پرتودهی مواد غذایی و غیره ـ در ۵۰ سال گذشته انجام شده یک اشتباه بزرگ و شاید بزرگترین اشتباه جامعهٔ بشری برای توسعه در طول حیات خود بوده است و هرچه زودتر دولتها حمایت خود رااز طراحی، ساخت و کارکرد این نیروگاهها ـ غیر از تحقیق برای دفن کم‌خطرتر زباله‌های اتمی ـ قطع کنند، محیط زیست کمتر آلوده شده و انرژی خورشیدی زودتر می‌تواند بدون آلودگی محیط زیست، نیازهای انرژی بشر را برآورده سازد.

دریافت انرژی خورشیدی برای ایران و جهان

میزان دریافتی انرژی خورشیدی کرهٔ زمین در سال، برابر با **۵/۴۸ میلیون اکساجول، یعنی بیش از ۱۶ هزار برابر کل مصرف** انرژی دنیادر سال ۱۳۶۷ و بیش از ۴۰۰ برابر انرژی کل ذخایر نفت، گاز، زغال سنگ و اورانیوم دنیاست.[۶]

میزان دریافت انرژی خورشیدی یک صفحهٔ افقی در ایران به طور متوسط برابر با ۱۸ مگاجول بر مترمربع در روز یا ۶۵۷۰ مگاجول بر مترمربع در سال است.[۹]کل دریافت انرژی خورشیدی کشور برابر با ۱۰ هزار و ۱۸۲۷اکساجول در سال با بیش از ۳۸۰۰ برابر کل مصرف انرژی در سال ۱۳۶۷ است. این مقدار انرژی دریافتی بیش از ۱۶۰۰ برابر انرژی نفت صادراتی ایران در سال ۱۳۶۹ (برابر با ۹۵۳/۵ میلیون بشکه)[۴] و بیش از ۸ برابر کل ذخایر نفت و گاز (حدود ۱۰۰ میلیارد بشکه نفت و ۶۰۰ تریلیون فوت مکعب گاز) [۱۰]کشور است.

این ارقام نشان می‌دهد که دریافتی سالانهٔ انرژی خورشیدی ایران بیش از ۱۰۰۰ برابر کل مصرف و صادرات انرژی کشور است و می‌توانیم با به کار گرفتن کمتر از ۱ درصد از زمینهای کشور و با بازده تبدیل متوسط ۱۰ درصد، کلیهٔ صادرات نفت و گاز و نیازهای خود را با استفاده از انرژی خورشیدی تأمین کنیم.[۱۱]

ایران به لحاظ دریافت انرژی خورشیدی، بسیار غنی است و این ثروت، بیشتر و ارزشمندتر از ثروت نفت و گازی است که در اختیار دارد. علاوه بر این، ایران دارای زمینهای بلااستفادهٔ بسیاری است که می‌تواند از آنها در ارتباط با کاربردهای مختلف انرژی خورشیدی استفاده کند. بسیاری از کشورهای صنعتی جهان و بویژه کشورهای اروپای غربی و ژاپن به خاطر کوهستانی بودن، داشتن جنگلهای فراوان و پایین بودن میزان دریافتی سالانهٔ انرژی خورشیدی، عملاً از نظر دریافت این انرژی فقیر هستند. این موضوع، یکی از دلایل مهم در کم توجهی یا عدم توجه این کشورها به استفاده از انرژی خورشیدی برای تأمین نیازهای انرژی خود و روی‌آوری و توجه آنها به انرژی اتمی برای تولید برق در کشورشان

بوده است. همان طور که در بالا اشاره شد، وضع ایران کاملاً متفاوت است.

استفاده از انرژی خورشیدی در تأمین نیازها و صادرات انرژی کشور

برخلاف انرژی اتمی که فقط برای تولید برق کاربرد دارد، انرژی خورشیدی می‌تواند مانند نفت و گاز، کلیهٔ نیازهای انرژی انسان را تأمین کند. در ایران، می‌توان از انرژی خورشیدی برای تأمین نیازهای زیر استفاده کرد:[۱۱]

الف) استفاده‌های مستقیم از نور خورشید

۱ـ تولید آب گرم برای شستشو و نیازهای صنعتی

۲ـ گرم کردن ساختمانها

۳ـ خنک کردن ساختمانها و تولید برودت برای مصارف صنعتی و بهداشتی

۴ـ پخت غذا

۵ـ خشک کردن میوه، سبزی، ماهی، چوب و غیره

۶ـ نمک‌زدایی آب دریا و تولید آب شیرین

۷ـ تولید برق برای:

ـ کلیهٔ مصارف متداول

ـ تولید هیدروژن به منظور ذخیره‌سازی انرژی و تولید برق در مواقع ضروری[۱۲ و ۱۳]

ـ تولید هیدروژن برای استفاده در وسایط نقلیه و مصارف صنعتی در داخل کشور

ـ تولید هیدروژن برای صادرات انرژی

ب) استفاده‌های غیرمستقیم از انرژی خورشیدی

۱ـ تولید برق در نیروگاههای آبی

۲ـ تولید برق و انرژی مکانیکی به وسیلهٔ توربینهای بادی

۳ـ تولید چوب و گیاهان مخصوص (Biomass) به خاطر انرژی آنها

۴ـ تولید گاز متان در واحدهای بیوگاز (Biogas)

۵ـ ذخیره‌سازی «سرمای» زمستان برای خنک کردن ساختمانها و مصارف دیگر[۱۴ تا ۱۶]

تکنولوژی مربوط به کلیهٔ کاربردهای فوق، غیر از بند ۷، (تولید برق و هیدروژن) هم اکنون در کشور شناخته شده است. تکنولوژی مربوط به تبدیل انرژی خورشیدی به برق به طور مستقیم و غیرمستقیم (از طریق انرژی حرارتی) که چند سالی است کشورهای صنعتی جهان به آن دست یافته‌اند، مشکل نیست و می‌توان با اندک همتی از طرف مهندسان و سایر پژوهشگران و با اتخاذ سیاست مناسب انرژی، به آن دست یافت. تکنولوژی تولید هیدروژن با استفاده از برق و تجزیهٔ آب، نسبتاً ساده و کاملاً شناخته شده است. ذخیره‌سازی، انتقال و صادرات هیدروژن و استفاده از آن در وسایط نقلیه و تولید برق، به تازگی مورد توجه بسیاری از کشورهای صنعتی جهان قرار گرفته است. ایران می‌تواند با اتخاذ سیاست مناسب در استفاده از انرژی خورشیدی و سرمایه‌گذاریهای لازم در این زمینه پیشقدم شده تا بتواند در آیندهٔ نزدیک، صادرکنندهٔ انرژی (به صورت هیدروژن) باشد.

تاکنون سیاستگذاران انرژی، عدم توجه به انرژی خورشیدی برای تأمین نیازهای انرژی کشور را «اقتصادی نبودن» این منبع انرژی می‌دانسته‌اند. ولی همان طوری که در بالا اشاره شد، این گونه بررسیهای اقتصادی که در ایران و یا سایر کشورهای دنیا انجام می‌شود، منصفانه نیست. در این بررسیها، سرمایه‌گذاریهایی را که دولتها برای توسعهٔ منابع سوختهای فسیلی و هسته‌ای کرده‌اند و حتی سوبسیدهایی را که سالانه پرداخت می‌کنند، منظور نمی‌کنند. اگر کلیهٔ سرمایه‌گذاریهای انجام شده و سوبسیدهای فوق‌الذکر در بررسی قیمت تمام شدهٔ انرژی منظور می‌شد، به طور قطع، قیمت نفت و گاز و برقی که در اختیار مردم قرار می‌گرفت به مراتب بیشتر از حال حاضر می‌بود و استفاده‌های مختلف انرژی خورشیدی نیز اقتصادی‌تر می‌شد.

علاوه بر مسئلهٔ اقتصاد انرژی، موضوعی که تاکنون اصلاً به آن توجه نشده، مسئلهٔ آلودگیهای مختلف محیط زیست بر اثر مصرف سوختهای فسیلی و هسته‌ای بوده است که در بالا به آن اشاره شد. عمده‌ترین این آلودگیها که به آرامی آثار خود را نشان می‌دهد، گرم شدن کرهٔ زمین است.

مسئلهٔ گرم‌شدن کرهٔ زمین به‌قدری جدی است که بشر جز روی‌آوری به استفاده از انرژی خورشیدی، راهی برای جلوگیری از انهدام محیط زیست ندارد. ایران می‌تواند در توسعهٔ دانش استفاده از انرژی خورشیدی پیشرو باشد و علاوه بر تأمین کلیهٔ نیازهای انرژی خود، این دانش را به کشورهای دیگر نیز انتقال دهد.

احیای حس خودباوری و اعتماد به نفس در جامعهٔ مهندسی کشور

طی سالهای متمادی، دولتهای مستبد ایران ملت ما را به صورت یک ملت کم‌توان، عقب‌افتاده و نیازمند پرورانده بودند. ملتی که از استعداد و توانایی ممتاز برخوردار است و در طول تاریخ خود و بویژه بعد از اسلام، توانست مباهات علمی فراوانی کسب کند و مایهٔ افتخار بشریت شود، با سیاستهای خودکامهٔ این دولتها، به صورت یک ملت محروم و ضعیف درآمده بود که برای تأمین کوچکترین نیازش بایستی به بیگانگان روآورد. می‌توانید به دور و بر خود نگاه کنید و به چیزهایی که امروزه نیاز

ما را تأمین می‌کنند نظیر: لوله کشی آب، برق، لوله کشی گاز، اجاق گاز، یخچال، فریزر، رادیو، تلویزیون، تلفن، شوفاژ، وسایل برقی خانگی، اتومبیل، راه آسفالته، راه‌آهن، هواپیما، کامپیوتر و غیره نگاه کنید. تکنولوژی کدامیک از اینها در ایران توسعه یافته است؟ هیچ کدام. غیر از فرشی که روی آن می‌نشینیم و از افتخارات هنری و صنعتی ماست، بقیهٔ چیزها را از خارج وارد کرده‌ایم. این امر برای ملتی با استعداد و پرافتخار مانند ایران ننگ‌آور و تحقیرآمیز است. بایستی این طرز فکر را که «نمی‌توانیم نیازهای خود را خود برآوریم و بایستی از خارجیها کمک بگیریم» از خود دور کنیم. این دون شأن مسلمان بودن و ایرانی بودن است که دست گدایی به سمت خارجیان دراز کنیم و اجازه ندهیم تا مهندسان و سایر پژوهشگران ما با آن همه استعداد، از نیروی خلاقهٔ خود استفاده کنند و نیازهای کشور را برآورند. جوانان ما تاکنون در المپیادهای ریاضی، فیزیک، کامپیوتر و غیره مقام خوبی کسب کرده‌اند و به قطع در آیندهٔ بسیار نزدیک، مقام اول تا سوم این رشته‌ها را به دست خواهند آورد. همین جوانان وارد دانشگاههای کشور شده وبه صورت کارشناس، کارشناس ارشد و یا دکتر فارغ‌التحصیل می‌شوند. بایستی به این جوانان فرصت داد تا از استعداد، نبوغ و قدرت خلاقهٔ خود استفاده کنند. فقط به خاطر این موضوع هم که شده بایستی طرحها و پروژه‌های ملی را تعریف کرد که پژوهشگران و مهندسان ما بتوانند بدرخشند و آن مقام و منزلت علمی را که شایستهٔ این ملت است و قرنها از آن دور بوده، دوباره احیا کنند. ملت ایران بایستی مقام شامخ علمی راکه در گذشته از آن بهره‌مند بود، بازیابد. ملت ایران می‌تواند پیش‌برندهٔ مرزهای دانش بشری و توسعه‌دهندهٔ تکنولوژی برای تأمین نیازهای جوامع باشد. بایستی دنبال فرصت‌هایی برای احیای حس خودباوری و اعتماد به نفس در جوانان کشور بود. استفاده از انرژی خورشیدی چنین فرصتی را فراهم می‌سازد. علاوه بر آن، انرژی خورشیدی می‌تواند تمامی نیازهای کشوررا برآورد در حالی که محیط زیست را نیز آلوده نمی‌کند.

منابع

1- Boyle, S. "Towards a Fossil - Free Future, the Technical and Economic Feasibility of Phasing Out Global Fossil Fuel Use," Presented at the 1993, International Solar Energy Society's Solar World Congress, Budapest, Hungary, August 1993.

2- Tolba, M.K. "Saving our Planet - Challenges and Hopes", Chapman and Hall Publishers, London, 1992.

3- Meadows, D.H. "The Global Citizen", Island Press, Washington DC., 1991.

۴- «اطلاعات عمومی انرژی»، سازمان برنامه و بودجه، ۱۳۷۱.

5- Nakicenovic, N. "Linking Energy and Dynamics of Co_2 Emissions", Presented at the Workshop and Conference on Global Change and Environmental Considerations for Energy System Development, International Center for Theoretical Physics, Paper No. SMR/621-7, April - May, 1992.

6- Nakicenovic, N. "Fossil Fuels in a Changing Climate", Greenpeace International, Amsterdam, Holland, 1992.

7- Myers, N. "The Gaia Atlas of Future Worlds; Challenge and Opportunity in an Age of Change", Anchor Books, New York, 1990.

۸- حاجی سعید، سیدمحمد، «اهمیت دستیابی به تکنولوژی نوین در زمینهٔ انرژی»، مجلهٔ شریف، شمارهٔ ۶، سال ۱۳۷۲، صفحهٔ ۴۵ تا ۵۱.

۹- بهادری‌نژاد، مهدی. «جایگاه انرژی خورشیدی در ایران»، مجلهٔ مهندسی مکانیک، شمارهٔ ۱ سال ۱۳۷۱، صفحهٔ ۸ تا ۲۰.

10- "The World Almanac and Book of Facts", Pharos Books, New York, 1993.

11- Bahadori, M.N., "Solar Hydrogen, An Environmentally - Compatible Substitute for Fossil Fuels", Presented at the First International Non-Renewable Energy Sources Congress, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran, PP. 750-761, Dec, 26-29, 1993.

12- Gretz, G. "Solar Hydrogen Potential, Why and When?", Presented at the Workshop on Materials Science and Physics of Non-Conventional Energy Sources, International Center for Theoretical Physics, Paper No. SMR/704-9, August-September, 1993 .

13- Gupta, M.C. "Solar Hydrogen", Presented at the 1993 International Solar Energy Society's Solar World Congress, Budapest, Hungary, August 1993.

14- Bahadori, M.N. "Passive Cooling Systems in Iranian Architecture", Scientific American, Vol. 238, No. 2, PP. 144-154, Feb. 1978.

15- Bahadori, M.N. "Natural Production, Storage, and Utilization of Ice in Deep Ponds for Summer Air Conditioning", Solar Energy Journal, Vol. 34, No. 2, PP. 143-149, 1985.

16- Bahadori, M.N. and Haghighat, F. "Long-Term Storage of Chilled Water in Cisterns in Hot, Arid Regions", Building and Environment, Vol. 23, No. 1, PP. 29-37, 1988.