



کمیته ملی توسعه پایدار



سازمان حفاظت محیط زیست

انرژی ، جامعه و محیط زیست

دیوید الیوت - ترجمه : بهرام معلمی



انتشارات کمیته ملی توسعه پایدار

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

ترجمه کتاب برای

مہتاب و ماہان

ب.م.



سازمان حفاظت محیط زیست

شورای عالی حفاظت محیط زیست

کمیته ملی توسعه پایدار

انرژی ، جامعه و محیط زیست

دیوید الیوت

ترجمه: بهرام معلمی

پاییز ۱۳۸۴

انتشارات دبیرخانه کمیته ملی توسعه پایدار

نام کتاب : انرژی ، جامعه و محیط زیست

نویسنده : دیوید الیوت

مترجم : بهرام معلمی

سال انتشار: پاییز ۱۳۸۴

شمارگان : ۲۰۰۰ جلد

لیتوگرافی : پاییزان

چاپ : میران

شابک : ۸-۸۴-۶۰۶۵-۹۶۴

فهرست

شماره صفحه	عنوان
۷	پیشگفتار مولف.....
۱۲	یادداشت‌های مطالعاتی.....
۱۸	پاره یکم
۱۹	فصل ۱
۱۹	تکنولوژی و جامعه
۳۹	فصل ۲
۳۹	انرژی و محیط زیست
۶۳	فصل ۳
۶۳	فناوری پایدار
۷۹	پاره دوم
۸۱	فصل ۴
۸۱	سبز کردن فناوری
۱۰۳	فصل ۵
۱۰۳	گزینه هسته ای
۱۳۱	فصل ۶
۱۳۱	انرژی تجدیدپذیر
۱۵۷	فصل ۷
۱۵۷	انرژی های تجدیدپذیر در سطح جهان
۱۷۵	فصل ۸
۱۷۵	راهبردهای انرژی پایدار
۱۹۰	پاره سوم
۱۹۱	فصل ۹
۱۹۱	گام های آغازین: موانع نهادی

۲۰۵	..... فصل ۱۰
۲۰۵	..... تداوم روند: مشکلات آماده سازی و استقرار
۲۲۳	..... فصل ۱۱
۲۲۳	..... مورد پژوهی: واکنش‌های مردم به مزارع بادبریتانیا
۲۴۱	..... فصل ۱۲
۲۴۱	..... پذیرش همگانی: نیاز به گفتگو
۲۵۵	..... پاره چهارم
۲۵۷	..... فصل ۱۳
۲۵۷	..... توسعه پایدار
۲۷۷	..... فصل ۱۴
۲۷۷	..... چشم انداز جهانی
۲۹۱	..... فصل ۱۵
۲۹۱	..... آینده پایدار
۳۰۹	..... فصل ۱۶
۳۰۹	..... نتیجه گیری: آیا راهی برای پیمودن به پیش وجود دارد؟
۳۲۵	..... فهرست اصطلاحات
۳۲۷	..... پیوست ۱
۳۳۰	..... پیوست ۲
۳۳۳	..... پیوست ۳
۳۳۴	..... مراجع

پیشگفتار مولف:

مصرف انرژی برای تداوم هستی انسان عاملی بنیادی است و جای شگفتی نیست که راه و رسمی که آدمی تاکنون در مصرف انرژی درپیش گرفته، کانون بسیاری از مسائل و معضلاتی را تشکیل می‌دهد که در سالهای اخیر بروز یافته‌اند. انواع متعددی آلودگی وجود دارد، اما گسیل گازهای ناشی از احتراق سوختها در نیروگاهها و موتور اتومبیلها، با توجه به تأثیر کیفیت هوا بر سلامت آدمی، احتمالاً در نزد بسیاری از مردم نگران کننده ترین نوع آلاینده‌هاست. به طور کلی، مصرف سوختهایی فسیلی چون زغال سنگ، نفت و گاز به نحو فزاینده‌ای عمده‌ترین تأثیر گذار زیست محیطی، چون گرمایش جهانی، تلقی می‌شود. در مورد مصرف سوختهایی هسته‌ای نیز نگرانیهای عمده‌ای وجود دارد. این منابع انرژی شالوده‌ آن چیزی را نیز تشکیل می‌دهند که در نزد بسیاری از صاحب نظران شکل ناپایدار جامعه صنعتی است، که در آن محیط زیست به عنوان منبع «رایگان» انرژی و سایر مواد و نیز در حکم چاهک نامتناهی و بدون مرز زباله‌ها و فاضلابها نگریسته می‌شود، که مقیاس و آهنگ «ظرفیت پذیرش» منبع به چاهک هر لحظه در حال افزایش است.

در این کتاب راه و روش برهم کنش و تعامل مصرف انرژی با جامعه و محیط زیست را می‌کاویم، اما چندان بر تشریح مسائل تأکید نمی‌ورزیم که بر نگریستن به برخی راه حل‌های راهبردی ممکن. برخی راه حلها مستلزم وجود فناوری جدیدند: چگونگی کاربرد فناوری به دست انسان، یکی از دلایل عمده مشکلات زیست محیطی بوده‌است، اما گاهی این بحث و استدلال به میان می‌آید که فناوری را می‌توان بهبود بخشید و به نحوی دامنه دارتر آن را به کار گرفت تا در آینده از آن مشکلات و مسائل اجتناب شود. باری، بر آن چیزی

که فناوری می‌تواند انجام دهد نیز محدودیت‌هایی برقرار است: دست آخر اگر قرار است از وارد آمدن آسیب‌های جدی به محیط‌زیست جلوگیری واجتناب شود، ایجاد تغییرات اجتماعی، اقتصادی و سیاسی ضروری است. بخشی از هدف این کتاب عبارت است از تلاش در بررسی این امر که راه حل‌های صرفاً تکنیکی تا کجا می‌توانند ما را ببرند، و آنگاه قصد آن است که گزینه‌های راهبردی را بکاوییم.

این کتاب یک مرجع راجع به مسائل زیست محیطی یاراه حل‌های فنی و تکنیکی آنها نیست. در اینجا عمدتاً بر فرایندهای اجتماعی و موضوع‌های راهبردی تأکید می‌ورزیم، و نه بر جزئیات تکنیکی. اما، هر جا که لازم بوده زمینه‌های فنی و تکنولوژیکی را بیان کرده‌ایم. بخش‌هایی نیز تحت عنوان «برای مطالعه بیشتر»، که متن‌های مهم و کلیدی در آنها بر شمرده می‌شود، در پایان هر فصل آمده‌است. برخی از این منابع به تفصیل بیشتری به جنبه‌های تکنولوژیکی می‌پردازند. در ضمن، این کتاب یک متن درسی علوم اجتماعی هم نیست. بحث مربوط به مباحث اجتماعی رادر چارچوبی تکنولوژیکی، از طریق مورد پژوهیها و مثالها، قرارداده ام تا در دقیق‌تر کردن موضوع‌ها تلاش کرده، و برهم‌کنش بین جنبه‌های تکنولوژیکی و اجتماعی را توضیح داده باشم. پرسش‌هایی را نیز در پیوستها گنجانیده ام تا درک خواننده از بحثها و استدلالها را تقویت کنم.

ساختار کتاب

این کتاب درچهار رپاره عمده سازمان یافته است. پاره نخست مشتمل است برآشنایی کلی با موضوعها و مسائل کلیدی زیست محیطی، سپس، درپاره دوم، برخی راه حل‌های تکنولوژیکی مهم مرور می‌شود، و در پی آن، درپاره سوم، به مرور برخی مسائل اجرایی می‌پردازیم. سرانجام، درپاره چهارم درباره درگیریهایی گسترده تر جامعه درتلاش برای ایجاد رویکردی پایدار به مصرف انرژی بحث خواهیم کرد.

نخستین کار، درپاره اول، عبارت است از به دست آوردن ایده ای از مسائلی که جهان با آن روبه روست، و این وظیفه با بررسی روشهای مصرف انرژی و آثار مصرف انرژی بر محیط زیست انجام می‌شود. البته، مصرف انرژی عمدتاً با سایر فعالیتهای انسانی - مانند گرمایش خانه‌ها، جابه جایی کالا و انسانها، تولید کالا و کاشت و داشت و برداشت مواد غذایی - مرتبط است. درهریک از این موارد فناوری‌هایی درکارند که با مصرف سوخت توان تولید می‌کنند. از این رو دربررسی ابتدایی فصل اول نگاهی بس گسترده به فناوری به کار گرفته شده و به نیروهای شکل دهنده روند ایجاد آن فناوری می‌اندازیم، و دست به ساختن مدلی مفهومی ازبر هم کنشهای بین فناوری، جامعه و محیط زیست می‌زنیم.

سپس، درفصل دوم معانی و استلزامهای زیست محیطی استفاده از فناوری، و نیز مصرف انرژی به عنوان موضوع کلیدی اصلی، را بررسی می‌کنیم. تحلیل مسائل زیست محیطی در کنار بحث درباره قالبهای موجود تولید و مصرف انرژی، درفصل ۳، به تدوین مجموعه‌ای اساسی معیارهای مربوط به فناوری انرژی از لحاظ زیست محیطی پایدار، منجر و هدایت می‌شود.

با واریسی مسائل به عنوان زمینه، و مجهز به معیارها و ملاکهای مربوط به فناوری پایدار، پاره دوم، به برخی راه حل‌های تکنولوژیکی ممکن برای مسائل و مشکلات زیست محیطی مرتبط به انرژی نگاهی انتقادی می‌اندازیم، که برخی از این راه حلها « سرهم بندیهای فنی » نسبتاً محدود تلقی می‌شوند، به این معنی که فقط به نشانگان بیماری و مشکلات می‌پردازند و نه به علت آنها؛ مثلاً، بسیاری از سرهم بندیهای فنی اساساً اقدامهای « ترمیمی » نوش داروی بعد از سهراب تلقی می‌شوند، که تلاش می‌کنند گازهای گسیلی زیانبار را « پاکسازی » کنند - یعنی همان به اصطلاح رویکرد « اقدام در آخر خط ». به این ترتیب، آلات ابزار از بین بردن دود را برای پالودن گازهای گسیلی زیانبار از نیروگاه‌ها به کار می‌برند و مبدلهای کاتالیزوری را به سرلوله‌ها افزودن اتومبیلها اضافه می‌کنند.

محدودیت‌های آشکاری بر این نوع رویکرد وجود دارند: برخی گازهای گسیلی را به آسانی نمی‌توان پالود و یا این کار از لحاظ اقتصادی میسر نیست، که از جمله شاخص‌ترین آنها گاز کربن دی‌اکسید است که یکی از محصولات بنیادی احتراق و یکی از عوامل عمده اثر «گرمایش جهانی» گازهای گلخانه‌ای به شمار می‌آید. بعضی سوخت‌های فسیلی نسبت به سوخت‌های دیگر کربن دی‌اکسید کمتری تولید می‌کنند، از این رو برای کاهش گازهای گسیلی از طریق تغییر سوخت‌ها امکان بالقوه‌ای وجود دارد، اما در نهایت تنها راه واقعی کاستن تولید کربن دی‌اکسید این است که سوخت فسیلی کمتری بسوزانیم. بنابراین، یکی از پاسخ‌ها به این وضع تلاش کردن در این راه است که تقاضا برای انرژی را با اجتناب از اتلاف آن از طریق اتخاذ اقدامات صرفه‌جویی انرژی در نقطه مصرف، مانند عایق‌کاری ساختمانها، و پدید آوردن فناوریهای کارآمدتر مصرف انرژی، کاهش دهیم. در این چندساله اخیر حرکت‌هایی به سوی تولید محصولات «سبزتر» و ایجاد فرایندهای «پاکیزه‌تر» تولید صورت گرفته، و یکی از اهداف این حرکت عبارت بوده است از ارتقای کارایی مصرف انرژی. به نظر بعضی مردم تغییر جهت به سوی «جامعه صرفه‌جو» یکی از عناصر حیاتی در هر گونه تلاش برای زندگی کردن به شیوه پایدار زیست محیطی است و در فصل چهارم به عناصر فنی و اساسی این رویکرد پرداخته می‌شود.

باری، هرچند که صرفه‌جویی انرژی از امکان بالقوه بسیار دامنه‌داری برخوردار است، بازهم به تولید مقداری انرژی نیاز هست. باین فرض که مصرف سوخت فسیلی باید کاهش یابد و احتمالاً در نهایت حذف شود، گزینه‌های عمده تأمین انرژی نو عبارت‌اند از نیروی هسته‌ای و فناوری انرژی تجدیدپذیر- انرژی برگرفته شده از منابع طبیعی چون باد، امواج و کشند (جزر و مد). در فصل پنجم به نیروی هسته‌ای نظر می‌کنیم. نیروی هسته‌ای که زمانی منبع انرژی آینده تلقی می‌شد، اکنون به نظر می‌رسد که مسائل و مشکلات فنی، اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی متعددی دارد، در حالی که جاذبه‌های جایگزین‌های این انرژی - مانند استفاده از منابع انرژی طبیعی تجدیدپذیری چون باد - روبه‌فزونی نهاده است. ظاهراً نتیجه از این قرار است که به نظر نمی‌رسد نیروی هسته معیارهای ما را برآورده کند، حال آن که انرژی تجدیدپذیر، در صورتی که با صرفه‌جویی در مصرف انرژی توأم شود، دست کم از لحاظ فنی، گزینه‌ای قابل اتکا و انجام پذیر است. بنابراین، در فصل ۶ به تفصیل انرژی‌های تجدیدپذیر را می‌کاویم، و فناوری اساسی مربوط به آن

را مرور می‌کنیم. سپس، در فصل هفتم به تولید انرژی تجدیدپذیر در سراسر جهان می‌نگریم و فصل هشتم حسن ختامی است بر بررسی‌هایمان درباره انرژی‌های تجدیدپذیر و بحثی پیرامون راهبرد توسعه. درباره سوم، ضمن برشمردن گزینه تأمین انرژی بالقوه پایدار انرژی تجدیدپذیر، تلاش می‌کنیم به مسائل مرتبط با بهره‌گیری از انرژی تجدیدپذیر و سایر فناوریهای انرژی پایدار نگاهی بیندازیم. در فصلهای نهم و دهم برخی موانع نهادی و مسائل اجرایی را بررسی می‌کنیم، در حالی که در فصل یازدهم یک مورد پژوهشی درباره واکنشهای مردم به بهره‌گیری از مزارع باد در بریتانیا ارائه می‌کنیم. این مورد پژوهی را در فصل ۱۲ تجزیه و تحلیل می‌کنیم.

در پارچه چهارم دامنه این توجه را می‌افزاییم و، با فرض این که بر موانع یادشده در پارچه سوم می‌توان فائق آمد، این پرسش را پیش می‌کشیم که دامنه تأثیر راه‌حلهای گوناگون بحث شده در پارچه دوم بر پایداری زیست محیطی حقیقی چقدر است. در فصل سیزدهم این پرسش پیش کشیده می‌شود که آیا می‌توانیم فقط به سرهم بندیهای تکنیکی متکی باشیم یا تغییر و تحولات اجتماعی و سیاسی هم لازم‌اند؟ فصل چهاردهم به یادمان می‌آورد که یک چشم‌انداز جهانی ضروری است، و این که این امر مسائلی را در ارتباط با توسعه اقتصادی جهان پدید می‌آورد.

بدیهی است که بحث ماباید به بستر برخی موضوعهای بسیار گسترده و بالقوه بحث‌انگیز، مثلاً، مرتبط با مصرف‌گرایی، باز توزیع اقتصادی و قدرت سیاسی جریان یابد، که هیچ کتابی یافت نمی‌شود که بتوان در حوصله آن همه این مسائل را حل و فصل کرد. در فصل پانزدهم تلاش می‌کنیم تحلیل خود را بانگریستن به گزینه‌های تاکتیکی و راهبردی برای جامعه، فناوری و محیط زیست ارائه دهیم، در حالی که در فصل شانزدهم نتایج کلی را جمع بندی می‌کنیم و به برخی راههای پیش رویمان می‌نگریم.

یادداشتهای مطالعاتی

فرض می‌شود که برخی خوانندگان از این کتاب به عنوان جزئی از یک برنامه مطالعاتی در زمینه آموزش عالی بهره می‌گیرند. این یادداشتهای مطالعاتی برای تدارک یک راهنمای آموزشی مقدماتی طراحی شده‌اند.

اهداف

در پیشگفتار کتاب منطق کلی وساختار کتاب ارائه می‌شود، اما با داشتن فهرستی صوری از اهداف، برای خوانندگان و دانشجویان مفیدتر خواهد بود.

علی‌الاصول، پاره اول این کتاب به شما کمک خواهد کرد تا دیدگاهی از موضوعهای زیست محیطی مرتبط با انرژی، از جمله درک چگونگی بروز آنها در طول تاریخ، به دست آورید. به طور مشخص تر، درباره اول به شما کمک می‌شود تا:

- درک کنید که برهم کنش بین این اجزای گوناگون جامعه انسانی و بقیه اکوسیستم (یعنی، اکوسیستم غیر از انسان) پیچیده است و مصرف انرژی به وسیله آدمی نقش عمده‌ای در شکل دادن این برهم کنش و تعامل بازی می‌کند (فصلهای ۱ و ۲).
- بفهمید که استدلالهای مربوط به اتخاذ رویکردهای پایدارتر به تولید و مصرف انرژی، و مربوط به تدوین معیارها و ملاکهای انتخاب فناوریهای مناسب به چه منوال است (فصل ۳).
- پاره دوم برای کمک به شما طراحی شده تا نقاط قوت و ضعف گزینه‌های انرژی پایدار گوناگون، از جمله صرفه جویی انرژی و «انرژیهای جایگزین» (مثلاً، غیر فسیلی) را برای گزینه‌های تأمین انرژی دریابید. به طور مشخص تر در این پاره به شما کمک می‌شود تا:
- امکانات بالقوه و محدودیتهای «سرمه‌بندیهای تکنیکی» را به عنوان وسیله حل و فصل مسائل زیست محیطی، و نیاز به راه‌حلهای ریشه‌ای تر، دریابید (فصل ۴).
- دلایل موافق و مخالف نیروی هسته‌ای را تجزیه و تحلیل کنید (فصل ۵).
- ماهیت و ظرفیت فناوری انرژی تجدیدپذیر را درک کنید (فصل ۶).
- به ماهیت برخی راه و روشهای ایجاد بهره‌گیری از انرژی تجدیدپذیر در سطح جهان پی ببرید (فصل ۷).

- برخی مسائل و موضوعهای توسعه راهبردی رودررو با فناوری انرژی پایدار را درک کنید (فصل ۸).
پاره سوم به شما کمک می کند تا برخی مسائل نهادی و اجتماعی رودرروی ایجاد و مصرف فناوری انرژی پایدار را بکاوید. به طور مشخص تر:
- مسائل نهادی رویاروی فناوری انرژی نوظهور را در جستجوی حمایت تحقیقاتی اولیه، مثلاً، از جانب دولتها، را دریابید (فصل ۹).
- مسائل نهادی مواجه با فناوریهای انرژی نوظهور را در دستیابی به منابع مالی برای بهره برداری بزرگ مقیاس درک کنید (فصل ۱۰).
- مشکلات پذیرش فناوریهای نوظهور از جانب توده مردم، با نمونه آوردن واکنشهای محلی به مزارع باد، بفهمید (فصل ۱۱).
- نیاز به گفتگو درباره مبادله بین «هزینههای محلی» و «منافع جهانی» فناوریهای انرژی تجدیدپذیر، در زمینه پذیرش توده مردم برای آنها، را درک کنید (فصل ۱۲).
پاره چهارم به این منظور طراحی شده تا دامنه این بحث را بگشاید که در طی آن به درک برخی مباحث راهبردی کلیدی رودرروی فناوری انرژی پایدار نائل آید. و به طور مشخص به شما کمک می کند تا:
- بفهمید که دیدگاههای مختلفی درباره معنای پایداری، و این که لازم و قابل دستیابی است یا خیر، وجود دارد (فصل ۱۳).
- برخی راهها را بشناسید که در آنها تغییرات تکنولوژیکی، فرایند صنعتی شدن و الگوهای توسعه اقتصادی در بستر تاریخ در سطح جهان با هم تعامل برقرار کرده اند؛ و به برخی محدودیتهای زیست محیطی پی ببرید که رشد اقتصادی مداوم را محدود خواهند کرد (فصل ۱۴).
- پی ببرید که هیچ طرح کلی منحصر بفردی برای پایداری وجود ندارد، بلکه آینده باید مورد گفتگو قرار گیرد تا از توسعه های نابرابر پرهیز شود و الگویی پذیرفتنی برای کاربرد تکنولوژیکی تدوین شود (فصل ۱۵).
- دریابید که چگونه برای تدوین و پذیرش معیارهای پایداری، و راهبردهای گوناگونی که برای ایجاد تغییر ارائه شده اند، تلاش شده است.

- ۴- آیا تمام جهان می‌تواند از سطوح مصرف انرژی به سبک غرب (مثلاً، کالاها و خدمات) را اتخاذ کند؟
- ۵- آیا شما نسبت به آینده خوش بین هستید یا واهمه این را دارید که مشکلات زیست محیطی وخیم تر شوند؟
- ۶- به نظر شما چه اقداماتی می‌توانند آینده ای پایدار را تضمین کنند؟

یادداشتها

- ۱- ما به عنوان فرد، دست کم در کشورهای پیشرفته، از مصرف برق، گاز و بنزین سود می‌بریم اما داریم آگاه می‌شویم که همین مصرف دلیل و زمینه ساز بروز مشکلات زیست محیطی است. گرمایش خانگی و مصرف سوخت در اتومبیلها، در کنار ترابری هوایی، مصارف «شخصی» عمده انرژی را تشکیل می‌دهند، اما تدارک کالاها و خدمات نیز مستلزم مصرف انرژی بسیار چشمگیری‌اند، که مصرف کنندگان فردی تأثیرانندی بر آن دارند.
- ۲- ایجاد تغییر در سبک زندگی فردی می‌تواند به کاهش مصرف انرژی (مثلاً، استفاده کمتر از اتومبیل شخصی) کمک کند، همان گونه که سرمایه گذاری روی وسایل خانگی و خانه‌های کارآمدتر از لحاظ مصرف انرژی، می‌تواند این کار را انجام دهد. اما برای این که تأثیر چشمگیری بر مصرف انرژی بگذاریم باید تغییر و تحولات دامن‌دارتری صورت گیرد: در فناوری تولید انرژی، صنایع و نیز احتمالاً خود جامعه.
- ۳- سوختهای فسیلی (زغال سنگ، گاز، نفت) تا ابد دوام نمی‌آورند. نیروی هسته‌ای و منابع انرژی تجدیدپذیر طبیعی گزینه‌های عمده سوختهای فسیلی، در کنار صرفه جویی در مصرف انرژی، به شمار می‌آیند. اما، کمتر کسی است که با خاطر آسوده به نیروی هسته‌ای به عنوان یک گزینه ایمن دل ببندد، و اتکا به انرژیهای تجدیدپذیر هم متضمن مسائل و مشکلاتی است.
- ۴- صنعتی شدن از نوعی که غرب پیشگام آن بود احتمالاً در مقیاسی جهانی از لحاظ زیست محیطی ناپایدار است. کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته ناگزیرند رویکردهای تکنولوژیکی دیگری را اتخاذ کنند - و هرگاه رشد اقتصادی از نوع کنونی اش بتواند در سراسر جهان تداوم یابد، این تغییر رویکرد هم روشن نیست.

اهداف آموزشی

فرض این است که شما متن کتاب را به طور متوالی می‌خوانید. اما برای کمک به سیر و گشت شما در سرتاسر این کتاب و کمک به تعمیق فهم شما، جز نمایه، یک «خلاصه مطالب» یا «چکیده»، در آغاز هر فصل و «نکات مهم» در پایان هر فصل آورده‌ایم. برخی پرسشها (و پاسخها)ی کلی و یک واژه نامه از اصطلاحات کلیدی در پایان کتاب آمده است. فهرست علامتهای اختصاری هم به صفحات اولیه کتاب اضافه شده است.

امیدواریم که خوانندگان غیر متخصص آشنایی با اصطلاحات و نگاههای اساسی انرژی را در فصل ۲ مفید بیابند، در حالی که مدل برهم کنشهای اجتماعی زیست محیطی در فصل ۱ برای دانشجویان رشته‌های غیر از علوم اجتماعی مفید خواهد افتاد. من به طور منظم به این مطالب در سراسر کتاب، بخصوص درباره چهارم، رجوع خواهم کرد.

پرسشهای مقدماتی

پیش از آغاز به خواندن این کتاب، به عنوان تمرینی مقدماتی بهتر است به پرسشهای زیر توجه کنید. برخی یادداشتهای کوتاه درباره آنها نیز در کتاب گنجانیده شده‌اند، اما پاسخهای خودتان به این پرسشها را پیش از نگاه کردن به این یادداشتهای بنویسید. بعد از این که کتاب را به پایان رساندید ناگزیرید به این پرسشها، یادداشتهای و پاسخهایتان برگردید، تا ببینید تا چه حدی درک خود را بالا برده اید یا در دیدگاهتان چه تغییراتی پیش آمده است.

پرسشها

- ۱- سبک زندگی مشخص شما تا چه حدی در چارچوب انرژی‌ای که در کار و عمل خود منصرف می‌کنید بر سیاره زمین تأثیر می‌گذارد؟
- ۲- تا چه میزانی می‌توانید آثار نامطلوب و ناسازگار برای محیط زیست را از شیوه مصرف انرژی خود کاهش دهید؟
- ۳- به نظر شما منابع عمده انرژی آینده چه خواهند بود؟

۵ - روشن نیست که آیا آدمی می‌تواند با سرعت کافی با رویکردهای پایدار زندگی بر روی کره زمین سازگار شود یا خیر؛ بعضی‌ها هم می‌گویند، ما نیازی به این سازگاری نداریم. اما هرگاه ضروری تلقی شود، فرصت برای تغییر باقی است، با فرض این که بتوان در وضع موجود بر گروه‌های ذی نفع غلبه کرد.

۶ - هیچ راه منحصر بفردی به پیش وجود ندارد. تنوع یکی از اصول اکولوژیکی مطلوب است، اما اگر بخواهیم از مصرف ویرانگر منابع کمیاب پرهیزیم باید یاد بگیریم که چگونه با هم همکاری و به نحو مؤثری به گفتگو پردازیم.

منابع برای مطالعه بیشتر

این کتاب متنی مقدماتی است، و بسیاری ایده‌ها و بحث‌ها در آن لاجرم ساده شده‌اند. راهنمایی‌هایی برای مطالعه بیشتر در پایان هر فصل کتاب و راهنمای کلی تر برای مطالعه بیشتر (پیوست III) در پایان کتاب آمده است. مراجع فراوانی نیز در متن معرفی شده‌اند. دو متن بسیار مناسب که در این مراجع معرفی کرده ام عبارت‌اند از:

Paul Hooper's *Environment and Technology* & Cavin Gilmore's *Energy Resources*

به طوری که خواننده پی خواهد برد، تلاش شده است از هم پوشانی این منابع پرهیز شود. فهرستی از نشانیها (پیوست II) نیز فراهم آمده است.

حقایق و ارزشها

سرانجام، یک هشدار. درحالی که تلاش کرده ام از استدلالها و تحلیل‌های این کتاب به کمک مراجع پشتیبانی کنم، و مطالب مبتنی برواقعیت را حتی الامکان به طور عینی عرضه کنم، برخی موضوعهای بحث شده مباحثه انگیزند، تلاش کرده ام توازن بین دیدگاههای افراطی و دیدگاههای مبتنی بر بی خیالی، و بین تعبیرها و تفسیرهای خوش بینانه برقرار کنم، اما پیشداوری‌هایی هم لاجرم در این تلاش راه یافته است. یکی از مهارت‌های مورد نیاز خواننده برای نزدیک شدن به این هدف عبارت است از خواندن انتقادی این متن، در حد امکان، و تمیز قائل شدن بین داوری‌های واقعی و ارزشی.

درحالی که امیدوارم گزارشی متوازن و معقول ارائه کرده باشم، اما همه کس هم با آن سرتوافق نخواهد داشت. دراین کتاب رویهمرفته پیرامون چالشهای وضع موجود بحث می‌شود. ممکن است بعضی‌ها نظر دهند که تحلیل‌های این کتاب بسیار افراطی یا بسیار تعصب آمیزند. کسانی دیگر ممکن است استدلال کنند که این بحثها بسی ریشه نگرند... شما باید ذهن و اندیشه خودتان را مستقلاً بنا کنید؛ ویکی از شیوه‌های انجام این کار تلاش درخواندن کتابهای دیگر است که با دیدگاههای دیگری نوشته شده‌اند. به همین علت است که تلاش کرده ام تضمین کنم برخی دیدگاههای واگرا را دربخشهای معرفی منابع برای مطالعه بیشتر، ارائه دهم.

پارهٔ یکم

مسائل زیست محیطی

در پارهٔ یکم شیوه‌های تأثیر مصرف انرژی به وسیلهٔ انسان بر محیط زیست را مرور می‌کنیم. در این پاره چگونگی رشد فاحش مصرف انرژی از انقلاب صنعتی به بعد را می‌نگریم و به برخی مسائل زیست محیطی حیاتی که رخ نموده‌اند، نگاه می‌اندازیم. در این پاره با ایده‌های توسعهٔ پایدار به عنوان رویکردی جایگزین نیز آشنا می‌شویم و برخی معیارهای اساسی زیست محیطی مربوط به تکنولوژیهای انرژی پایدار را بیان می‌کنیم.

فصل ۱

تکنولوژی و جامعه

✓ مصرف انرژی در جامعه

✓ آثار زیست محیطی

✓ توسعه پایدار

✓ تعامل از طریق گفتگو

در این فصل مقدماتی با نگاهی به برهم کنش (تعامل) بین آدمی و سیاره زمین، و با معطوف کردن توجه خود بر مصرف انرژی، صحنه بحث را می‌گشاییم. به نظر می‌رسد که احتمال پایداری و تداوم مصرف روبه افزایش انرژی به این روش جاری از لحاظ زیست محیطی ناممکن است، و در این حالت باید تلاش کنیم که برای درپیش گرفتن راه و روشی جدید به توافق برسیم. برای این که بکوشیم برخی جنبه‌های حیاتی برهم کنش آدمی-محیط زیست، و چگونگی تعدیل آن را توصیف کنیم، در این فصل با مدلی تحلیلی دربارهٔ مباحث گوناگون و متعارضی آشنا می‌شویم که در سر تا سر کتاب نیز از آن بهره خواهیم برد.

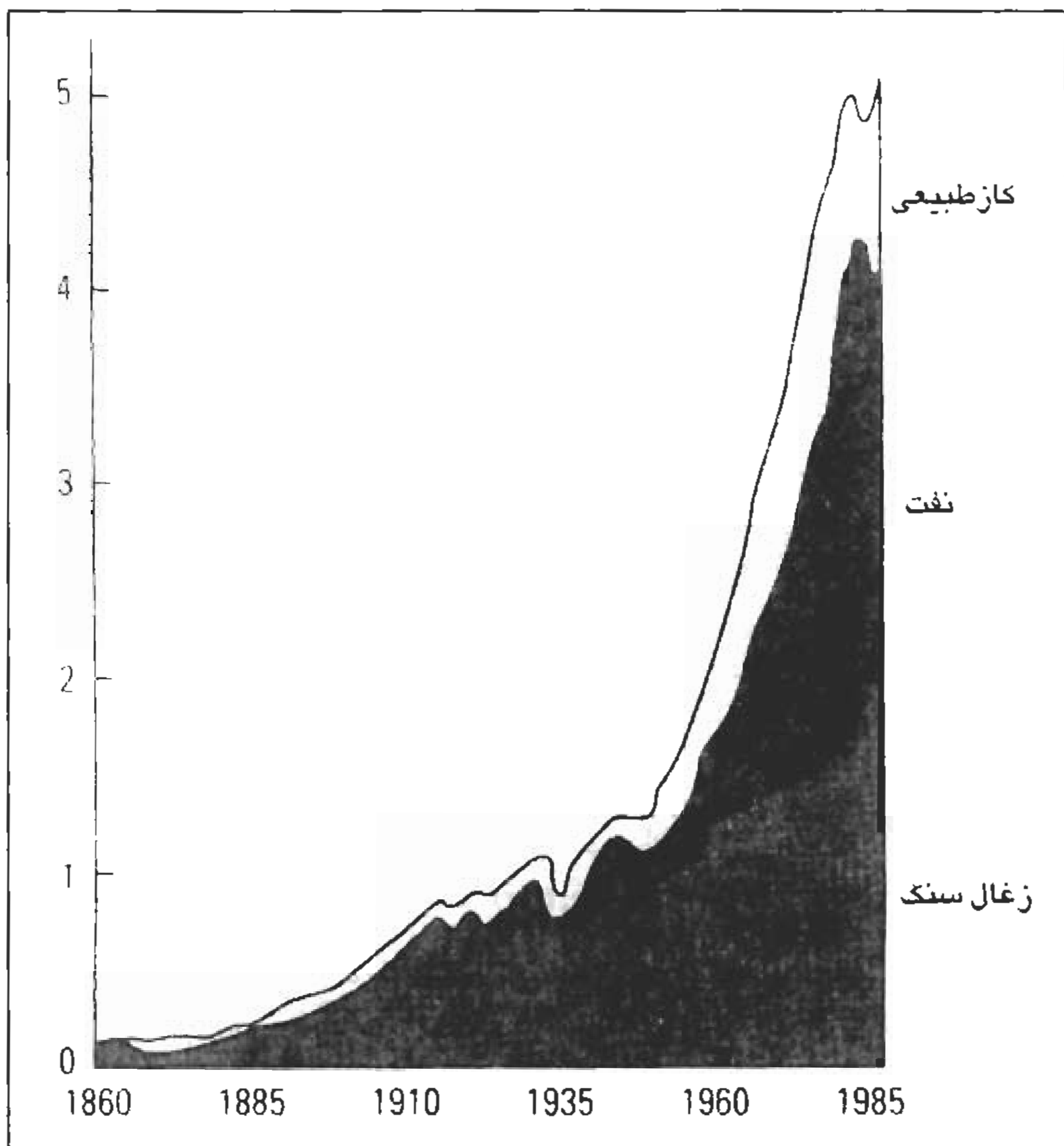
آدمی و سیاره زمین

آدمی از استعداد ابداع و کاربرد ابزار و یا به زبان امروزی، تکنولوژی (فناوری)، برخوردار است. تکنولوژی وسایل ایجاد تغییرات در محیط زیست طبیعی برای مقاصد انسان را فراهم می‌آورد - ضروریات اساسی مانند سر پناه، خوراک و گرما، و نیز ارتباطات، حمل و نقل و گستره‌ای از محصولات مصرفی و خدمات را تأمین می‌کند. تمامی این فعالیتها بر محیط زیست تأثیر می‌گذارند. مقیاس تام و تمام فعالیت تکنولوژیکی آدمی تا آنجا بر محیط زیست طبیعی فشار فزاینده ای وارد می‌آورد که طبیعت دیگر نمی‌تواند پسماندها و زباله‌های ما را جذب کند، درحالی که سبک زندگی مسرفانه ما به نحو فزاینده ای ما را به بهره برداری از منابع محدود کره زمین هدایت می‌کند.

منابع انرژی نمونه بارز منابع محدودی به شمار می‌آیند که مصرف آنها می‌تواند آثار چشمگیری به بار آورد. در شکل ۱ - ۱ افزایش ناگهانی مصرف انرژی از انقلاب صنعتی به بعد را مشاهده می‌کنید. در حال حاضر، بی گمان مصرف انرژی برای اکثر فعالیت‌های انسانی نقش حیاتی ایفا می‌کنند و بسیاری از مسائل زیست محیطی خود را می‌توانیم برحسب تکنولوژیهای کسب و مصرف انرژی توصیف کنیم. بارزترین آثار زیست محیطی عبارت‌اند از آثار فیزیکی (کالبدی) استخراج زغال سنگ و حفاری زمین برای درآوردن نفت و گاز، و توزیع سوخته‌های حاصل تا نقطه مصرف. اما مصرف فزاینده این سوخته‌هاست که مسائل و مشکلات عمده و چشمگیری را به بار آورده‌اند. سوزاندن این سوخته‌ها در نیروگاهها برای تولید برق، یا درخانه‌ها برای تأمین گرما، یا در موتور اتومبیل برای حمل و نقل، گستره ای از گازهای زیانبار و سایر فضولات و نیز، لاجرم، کربن دی‌اکسید تولید می‌کند؛ گاز یادشده در ایجاد اثر « گرمایش جهانی » گلخانه ای نقش بسیار مهمی ایفا می‌کند. در شکل ۱ - ۲ بالا رفتن ظاهراً بی وقفه گسیل کربن دی‌اکسید جهانی را مشاهده می‌کنید، درحالی که در شکل ۱ - ۳ میانگین بالا رفتن دمای کره زمین دیده می‌شود.

در دهه ۱۹۹۰ روند افزایشی میانگین دمای کره زمین ادامه یافته است. برای دستیابی به اطلاعات روزبه صفحات شبکه جهانی وب، که واحد تحقیقات آب و هوای دانشگاه ایست انگلیا برقرار کرده، به نشانی زیر، مراجعه کنید:

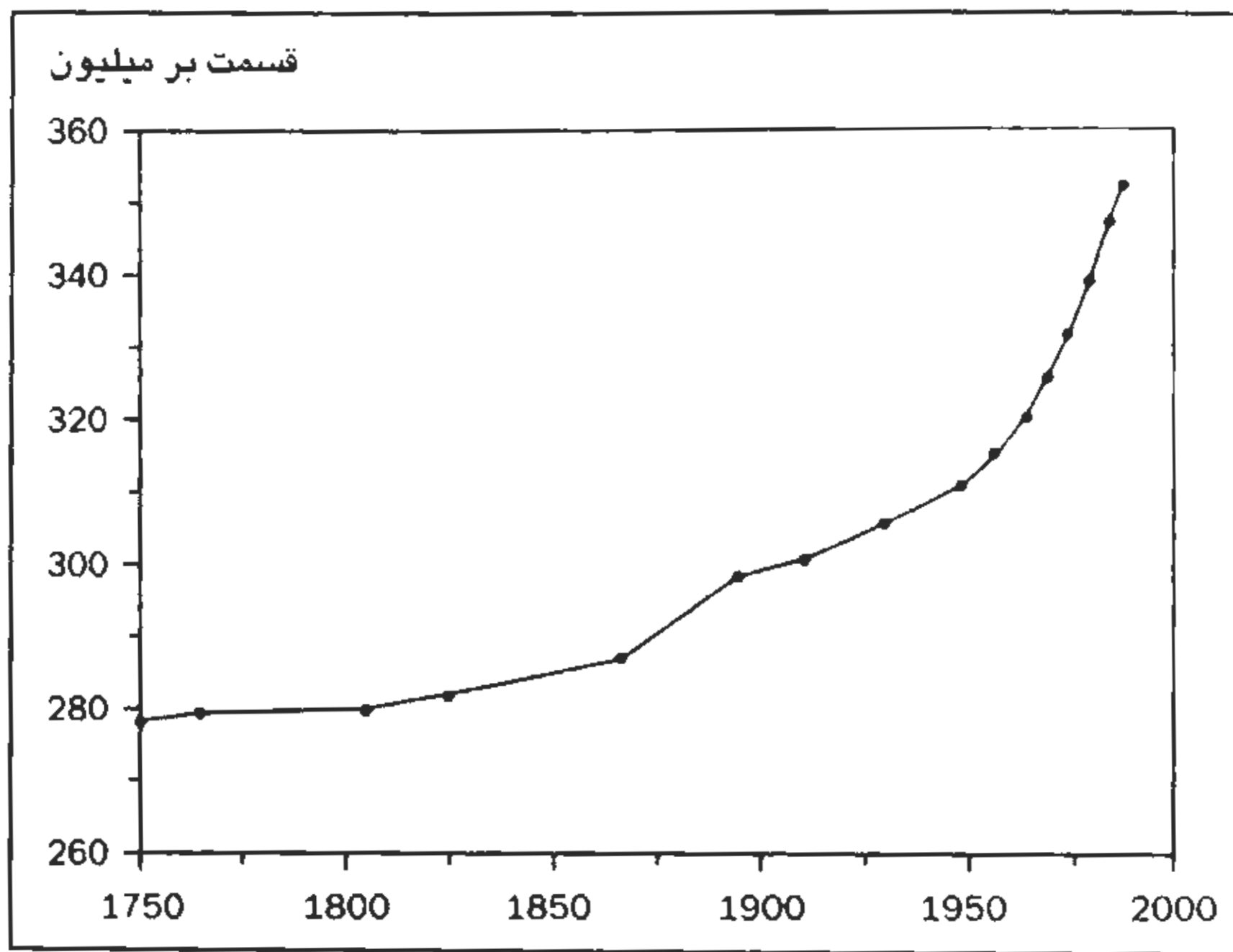
<http://www.cru.uea.ac.Uk/press/pj9601/index.htm>



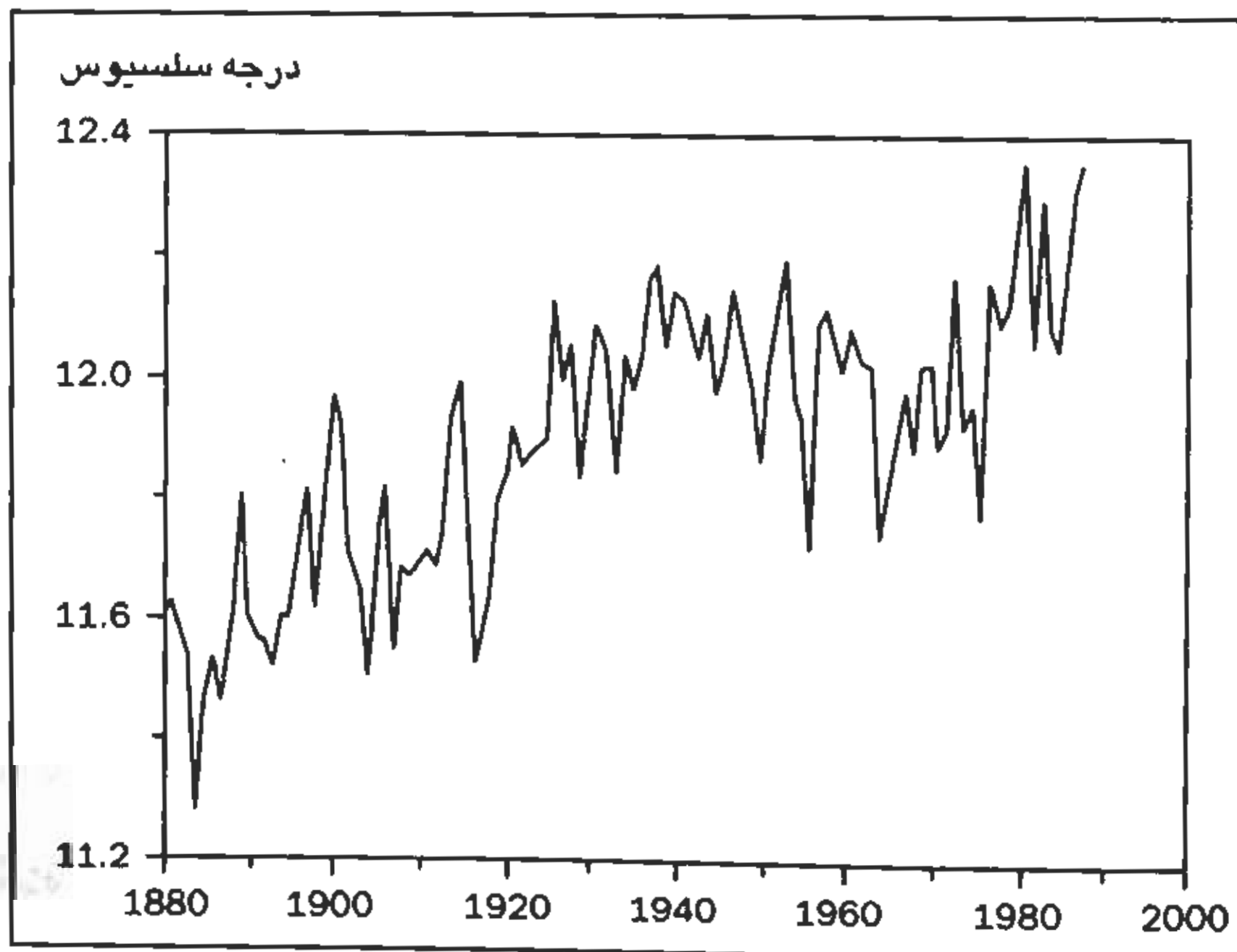
شکل ۱ - ۱ رشد کل مصرف سوخت فسیلی در سطح جهان از انقلاب صنعتی به بعد

(برحسب میلیون تن هم ارز نفت)

اگر این روند ادامه یابد، ممکن است اقلیم کره زمین به نحو چشمگیری دگرگون شود، و مثلاً، به ذوب شدن یخ پهنه‌ها، به راه افتادن سیلابهای بنیان کن، خشکسالی و توفان انجامد، که تمام این رویدادها می‌توانند آثار پرممانه‌ای بر اکوسیستم و بر حیات انسانی برجای گذارند. البته در مورد طبیعت و آهنگ احتمالی تغییرات آب و هوا در آینده، عدم قطعیت‌های زیادی حاکم است. با همه اینها، به بیانی ساده باید گفت که بدیهی است اگر مقادیر عظیمی کربن دیوکسید در داخل جو رها شود، چیزی باید تغییر کند. این گاز از جو سرشار از کربن دیوکسید مراحل آغازین تکوین کره زمین جذب شد و در لایه‌های زیر زمین به شکل حیات جانوری و گیاهی فسیلی شده، به دام افتاد. اکنون ما آن را از طریق استخراج و سوزاندن سوخت‌های فسیلی رها می‌کنیم. این نهشته‌ها هزاران سال ذخیره شد، اما قسمت اعظمی از این نهشته‌ها ممکن است در ظرف دوسه قرن تا به آخر مصرف، و کربن به دام افتاده دوباره در داخل جو رها شود.



شکل ۱-۲ غلظت کربن دیوکسید در جو در فاصله سالهای ۱۷۵۰ تا ۱۹۸۸
(بر حسب قسمت بر میلیون)



شکل ۱-۳ میانگین دمای جهانی در فاصله سالهای ۱۸۸۰ تا ۱۹۸۸
(بر حسب درجه سلسیوس)

افزون بر آثار جهانی عمده و پر دامنه ای چون این‌ها که بر شمردیم، بر اثر استخراج، تولید و مصرف یک دسته مشکلات زیست محیطی دیگر نیز رخ می‌نماید که تشکیل و گسیل اسید حاصل از گوگرد موجود در سوخته‌های فسیلی فقط یکی از آنهاست. کیفیت هوا در بسیاری از کشورها به یکی از مسائل مبرم تبدیل شده، و با سلامت و بهداشت همگان پیوند تنگاتنگ یافته است. رها شدن مواد پرتوزا از مراحل گوناگون چرخه

سوخت هسته‌ای مشکلی است به همان اندازه نگران کننده، حتی اگر فرض کنیم که در این زمینه هیچ سانحه‌ای روی ندهد.

سانحه می‌تواند در تمامی صنایع رخ دهد - و این سوانح نمایانگر گستره وسیعتر مسائل زیست محیطی‌اند، که آشنا ترین آنها مربوط به نشت نفت است.

نگرانی ناشی از معضلات آلودگی زیست محیطی از نوع مشکلاتی که در بالا برشمردیم، نخستین بار در مقیاسی گسترده در دهه‌های ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ تا حدودی در نتیجه نشت قابل ملاحظه نفت از نفتکش‌ها، از جمله نشت از نفتکش توری کنیون در فواصل دور از سواحل کورن وال در سال ۱۹۶۷، و نفتکش آموکو کاوز دور از سواحل بریتانی در سال ۱۹۷۹، بروز کرد. اما، نگرانی زیست محیطی عمده ناشی از مسائل و مشکلات راهبردی دراز مدت تر بود: در نیمه دهه ۱۹۷۰، در پی یک رشته پیش بینی‌ها درباره منابع انرژی دور از دسترس، احساس شد که برخی منابع حیاتی در آینده نزدیک ته می‌کشند.^۱

قطعاً، بخش اساسی ذخایر سوخت فسیلی جهان مصرف و سوزانده شده و بخش اساسی ذخایر اورانیم جهان نیز مصرف شده است، هرچند که، آن گونه که در فصل ۳ بحث خواهد شد، در این مورد که ذخایر موجود دقیقاً کدامند توافق وجود ندارد، و در دهه‌های ۱۹۸۰ و ۱۹۹۰ کمیابی منابع به عنوان مسئله‌ای مبرم تلقی نشد. امروزه پرسش راهبردی مهمتر از این قرار است که آیا منابع باقی مانده را می‌توان به طور صحیح و سالم و مطمئن بهره برداری کرد یا خیر.

بایداری

موضوع اساسی عبارت است از *زیایداری زیست محیطی*: آیا اکوسیستم کره زمین دامنه دم افزون فعالیت تکنولوژیکی و اقتصادی انسان را تاب می‌آورد؟ اکوسیستم سیاره زمین حاوی شبکه‌برهم کنشهای پیچیده و پیویا، اماگاهی هم آسیب پذیر، است که برخی از آنها ممکن است بر اثر فعالیت‌های انسانی گسیخته شوند و یا حتی به نحو جبران نا پذیری آسیب ببینند.

در سالهای اخیر، به دنبال انتشار گزارش *آینده مشترک ما*^۲ از سوی کمیسیون برانتلند درباره محیط زیست و توسعه در سال ۱۹۸۷، و برگزاری نشست سازمان ملل درباره محیط زیست و توسعه در ریودو ژانیرو

1. Meadows et al 1972.

2. Our Common Future

در سال ۱۹۹۲، اصطلاح توسعه پایدار کاربرد فراگیری یافته است، که این توجه و نگرانیها را منعکس می‌کند. کمیسیون برانت لند این اصطلاح یا عبارت را با معیارهای انسانی، از این قرار تعریف کرد: «توسعه ای که نیازهای نسل حاضر را برآورده کند بدون آن که توانایی نسلهای آتی را برای تأمین نیازهای خودشان به مخاطره افکند.»^۱

در این صورت بندی، عمدتاً بر سطوح مادی مصرف منابع و برآلودگی تأکید می‌شود، اما واژه «نیازها» دامنه گسترده تری هم دارد، و باید آن را بازتابان توجه به سبک زندگی و کیفیت حیات، و نیز شاید نابرابریهای جهانی و مسائل توزیع مجدد نیز تلقی کرد.

برخی منتقدان الگوهای جاری مصرف انرژی و منابع به فراتر از موضوع آثار زیست محیطی، کمیابی منابع و گسیختگی اکوسیستم می‌روند. از نظر بعضی‌ها، موضوع فقط آلودگی و گرمایش جهانی نیست بلکه چگونگی زندگی کردن انسانهاست. در نزد آنان، تکنولوژی صنعتی مدرن، مانند ناپایدار بودن از لحاظ زیست محیطی، شالوده‌های رویکردی زیان بار و غیر اخلاقی به زندگی و حیات را تشکیل می‌دهد. به گفته آنان، تکنولوژی، دست کم در خدمت جامعه صنعتی مدرن، نه به پیشرفت اجتماعی بلکه ایجاد و برقراری شکافها، و تعارضها و بیگانگی می‌انجامد، و پایه‌های جامعه‌ای آزمند و مصرف گرا را استوار می‌کند که در آن گرایش مسلط مادیات و ماده‌گرایی است. بنابراین، بعضی‌ها گزینه‌های پایدار را برای جامعه مصرف گرا فرامی‌خوانند.^۲ منتقدان دیگری هم هستند که از این هم بیشتر می‌روند و، از یک چشم‌انداز سیاسی افراطی (رادیکال)، کل پروژه صنعتی، و مفهوم اساسی «توسعه» را به چالش می‌کشند که آن را، در حکم تقویت کننده نابرابریها، ناچیز شمردن معضل فقر، بهره‌کشی از اقلیتهای ضعیف و گرفتار وضعیت نامطلوب، و وارد آوردن اختلالهای جبران ناپذیر بر اکوسیستم می‌دانند، که اینها همه به نام رشد اقتصادی برای تعدادی اندک از جمعیت انسانها، تحقق می‌پذیرند.

حتی با کنار نهادن دیدگاههایی از این دست، از چشم‌اندازهای متعددی برهم کنش و تعامل بین تکنولوژی، محیط زیست و جامعه، تعامل و برهم‌کنشی آشفته و پیریشان به نظر می‌رسد. بدیهی است که، تنها

1. Bruntland 1987:43

2. Trainer, 1995

در قالب یک جلد کتاب، کند و کاو در تمامی این مسائل، تا چه حد رسد به ارائه راه حل برای آنها، ناممکن است. با همه اینها، آشنا شدن با برخی موضوعها و عوامل کلیدی دخیل در این امر، میسر است.

مدل برهم کنشها

آنچه در پی می آید، مدل بسیار ساده شده ای از منافع متضادی است که در جامعه ای یافت می شوند که می توانند به بحث ما کمک کنند و در قالب آن برهم کنش بین انسان و محیط زیست تحت تأثیر قرار می گیرد. به بیان ساده تر، ظاهراً سه « حوزه » عمده انسانی وجود دارد که بر روی این سیاره با یکدیگر و با بقیه محیط زیست طبیعی برهم کنش برقرار می کنند. اولاً، تولید کنندگان را می بینیم؛ آنها که در کاربرد تکنولوژی برای ساختن چیزها یا تأمین خدمات درگیر و دخیل اند. دوم مصرف کنندگان اند؛ آنها که از محصولات یا خدمات بهره می گیرند. سوم گروهی اند، سهام داران، که خودشان، از فرایند تولید و مصرف، عمدتاً در این روزها، پول به دست می آورند و آن را کنترل می کنند. افزون بر این، باید یک فرا گروه چهارم، دولتها، در سطح ملی و فوق ملی، را هم اضافه کنیم که تا حدودی « حلقه را کامل می کنند»، یعنی در پی کنترل کردن فعالیتهای سایر گروههای انسانی اند؛ مثلاً، از طریق تدوین وضع قواعد مقررات و قوانین این کار را انجام می دهند.

بدیهی است که اینها گروههای انحصاری نیستند؛ در واقع مردم نقشهای چندگانه دارند. تولیدگران مصرف کننده هم هستند، هر چند که تمام مصرف کنندگان تولید نکنند. تولید کنندگان و مصرف کنندگان می توانند در منافع اقتصادی فرایند تولید - مصرف، مثلاً به عنوان سهام دار، سهام باشند. افزون بر اینها، در داخل هر گروه اختلافها و تعارضهایی پیش خواهد آمد: تمامی تولید کنندگان، مصرف کنندگان با سهامداران ضرورتاً دارای گروههای ذی نفع مشابهی نیستند. اما، به طور کلی، تعارضهایی بین این سه گروه یا سه نقش و عملکرد احتمالاً نسبت به تعارضها و تضادها در داخل هر گروه پدیده تر خواهد بود.

از لحاظ تاریخی، بین تولید کنندگان و مالکان، یا اگر دوست داشته باشید، نیروی کار در برابر سرمایه، تضادی برقرار بوده است. در حالی که منافع « سرمایه داران » (یعنی، مالکان یا سهامداران) در دریافت کار بیشتر در قبال پرداخت پول کمتر است، اعضای اتحادیههای کارگری بر سر بیرون کشیدن پول هر چه بیشتر از آنها (سرمایه داران) مبارزه و نبرد کرده اند. تعارضی مشابه اما از لحاظ سیاسی کمتر هیجان انگیز نیز بین مصرف کنندگان از یک سو و سرمایه داران / سهامداران از سوی دیگر، در جریان است. مصرف کنندگان

خواهان محصولات و خدمات مطلوب و ارزان‌اند و سرمایه‌داران / سهامداران منافع و سود سهام بیشتری را جستجو و طلب می‌کنند. در طی سالیان دراز، دولت‌ها برای کنترل کردن برخی جنبه‌های این امر دو برهم کنش، مثلاً، به منظور محدود کردن خطرهایی که سلامت و ایمنی کارگران را تهدید می‌کنند و برای این که تضمین کنند برخی استانداردهای کیفی از لحاظ کالاها و خدمات ارائه شده به مصرف‌کننده رعایت می‌شوند، مداخله فعال کرده‌اند. همگام با این حرکات، مصرف‌کنندگان نیز برای حفاظت از منافع خود، سازماندهی شده‌اند.

در شرایطی منافع مصرف‌کنندگان و «تولیدکنندگان» نیز ممکن است با هم در تعارض قرار گیرند: مصرف‌کنندگان خواهان کالاهای مرغوب، سالم، و ارزان‌اند، و تولیدکنندگان بهای معقول بابت تولیدات خود و امنیت شغلی را طلب می‌کنند. «سرمایه‌داران» (یعنی، مالکان و نمایندگان آنها در رده‌های مدیریتی) می‌خواهند در اغلب موارد و موقعیت‌ها دارای مزیت باشند: آنان می‌توانند شرایط این هم‌وردی را [به نفع خود] تعیین کنند. به این ترتیب ممکن است اظهار دارند که با لارفتن دست‌مزد، در بازار رقابتی مصرف، به افزایش بهای کالا، کاهش عملکرد اقتصادی و بنابراین از دست رفتن فرصت‌های شغلی خواهد انجامید. به طور کلی، آنها می‌توانند شرایط اشتغال و داد و ستد را تعیین کنند. اما، اتحادیه‌های مؤثر و کارساز یا روندهای بازار که مصرف‌کنندگان به طور جمعی به وجود می‌آورند، می‌توانند آنها را محدود کنند.

نقش زیست محیطی برهم کنش (تعامل)

این از جنبه انسانی این مدل، عنصر دیگر آن عبارت است از محیط زیست طبیعی: سرچشمه منابعی که تولیدکنندگان می‌توانند برای مصرف‌کنندگان از آن کالا بسازند و سرمایه‌داران از آن سود ببرند. محیط زیست طبیعی به هیچ وجه نمی‌تواند پاسخگوی فعال فعالیت‌های انسانی باشد، مگر این که بر روایت ساده شده فرضیه گایا صحه بگذاریم؛ بنابراین فرضیه که جیمز لاولاک^۱ آن را وضع کرد، سیاره زمین در کل و به صورت یکپارچه برای حفاظت از خودش توانایی منسجم و ارگانیکی دارد؛ عناصر گوناگون اکوسیستم برای تضمین بقای کل اکوسیستم در کنار یکدیگر عمل می‌کنند.^۲ با همه اینها، حتی اگر محیط زیست طبیعی متفعل و کنش پذیر باشد، باز هم بر فعالیت‌های انسانی محدودیت اعمال می‌کند.

1. Janes Lovelock

2. Lovesslock, 1970

کارل مارکس، با تشریح این وضعیت در بیشتر از یک قرن قبل، اظهار داشت که علی‌الاصول بین عناصر مؤثر انسانی در این سامانه [کره زمین] و محیط زیست طبیعی می‌تواند تعارض برقرار باشد، اما از نظر وی در آن موقع محدودیت‌های منابع موجود، وقیده‌های زیست محیطی بردسترسی یافتن به منابع، موضوعی نبود که توجه را جلب کند و علی‌الاصول به این مسئله توجهی هم نمی‌شد. بنابراین، وی و پیروانش تلاش خود را وقف تعارض‌های مبرم تری کردند که بین عوامل انسانی برقرار بود. باهمه این احوال، پی بردند که با گسترش سیستم اقتصادی انسان، در نقطه‌ای بین آنها و محیط زیست تعارضی جدی درگیر می‌شود.

می‌توان گفت که اکنون ما به آن نقطه رسیده ایم. آهنگ رشد اقتصادی و توسعه تکنولوژیکی جامعه صنعتی را به محدودیت‌های زیست محیطی کشانده است. به نظر برخی منتقدان افراطی، اشتیاق سرمایه داران به استمرار سود نیز از جمله این عوامل است که، در مقابله با اتحادیه‌های کارگری فعال از یک سو و مصرف‌کنندگان سخت گیر بازار از سوی دیگر، گرایش به شتابان کردن آهنگ بهره برداری از طبیعت را پدید آورده، و بنابراین بحران زیست محیطی را وخیم تر کرده است.^۱

بی‌گمان، آدمی همواره از طبیعت بهره برداری کرده است، درست همان گونه که سرمایه‌داران از تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان بهره‌کشی کرده‌اند، و ظاهراً دامنه این فرایند افزایش یافته است. اما، به همان گونه که این دو گروه انسانی یادشده اخیر مبارزه و ایستادگی کرده‌اند، می‌توان گفت که کره زمین نیز، با بروز دادن معضلات زیست محیطی عمده، مقابله به مثل خود را آغاز کرده است. به طوری که تاکنون اظهار شده است، محیط زیست طبیعی جدا از نهادن قیدوبند بر فعالیت‌های انسانی، نمی‌تواند فعالانه یا با قاطعیت به مبارزه و ایستادگی دست بزند؛ زمین به یاری بازیگران (عناصر مؤثر) انسانی، گروه‌های فشار هوادار حفاظت محیط زیست و دولت‌ها نیاز دارد، تا آنچه را که به سود زمین به حساب می‌آورند حفاظت کنند و وضعیت آن را ارتقاء بخشند.

مدل تجدید نظر شده

مدل اکنون کامل است: سه گروه متعارض انسانی، (تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان و سرمایه‌گذاران/ سهامداران)، گیر افتاده در قالب تعارض اقتصادی؛ دولت که در سطح ملی وجهانی برای تغییر دادن عرصه‌ها

فعال اند؛ و محیط زیست طبیعی، همگی در کارند. محیط زیست به خاطر حفاظت، عمدتاً به مداخلات مردم و دولت‌ها وابسته است، اما شاید بتواند فعالیت‌های انسانی را، به عبارتی، از طریق تحمیل هزینه بر فعالیت‌های انسان محدود کند، در صورتی که این فعالیت‌ها فرایندهای طبیعی تعیین کننده و حیاتی را مختل و، در نهایت، تداوم حیات انسانی بر کره زمین را ناممکن کنند.

آنان که در مسیر ترویج و انتشار این وضعیت پیچیده تلاش کرده‌اند با موضوعها و مسائل متنوع و متعددی مواجه‌اند؛ در حالی که مدل «مورد توجه» ما متوجه تعارضهای اقتصادی است، فقط تا حدودی پیچیدگی سیاسی، فرهنگی و ایدئولوژیکی جامعه را منعکس می‌کند. در واقع، مردم گستره‌ای از نقش‌ها را ایفا می‌کنند: آنها فقط مصرف کننده، تولید کننده یا سهام دار (سرمایه دار) نیستند. به علاوه، در حالی که مدل ما ممکن است بخشی از تضادها و تعارض‌های اقتصادی بین گروه‌های گوناگون در چارچوب یک کشور را منعکس کنند، تعارض‌هایی موجود مابین کشورها یا گروهی از کشورها را باز نمی‌تابانند. مثلاً، میان مردم گوناگون اقصی نقاط جهان از لحاظ ثروت و منابع، عدم تعادل فاحش برقرار است و تعارض بر سر ایده‌هایی مربوط به چگونگی مواجهه با این نابرابریها و بی‌تعادلیها وجود دارد. به علاوه، ماهیت جهانی صنعتی شدن به این معناست که مشکلات و تعارض‌ها در سطح جهان وجود دارند، بخصوص به این علت که آلودگی ملاحظات حاکمیت ملی و مرزهای ملی را به هیچ وجه به رسمیت نمی‌شناسد. مسائل زیست محیطی جهان را نمی‌توان بدون ملاحظه این موضوع‌های گسترده تر حل و فصل کرد و مدل ما فقط قسمتی و جزئی از آنها را منعکس و بازگو می‌کند.

اما، علیرغم این کمبودها، این مدل دست کم چارچوبی برای بحث پیرامون برخی تعارضهای اساسی انسان - محیط فراهم می‌آورد. این مدل عنصر انسانی را برای مقاصد تحلیلی مجزا و تجربه می‌کند، اما بدیهی است که انسانها در جهان واقع از محیط زیست طبیعی برکنار و مجزانیستند. آلبرت اینشتین زمانی گفت که محیط زیست «هر چیزی غیر از من» است، اما در این کتاب اصطلاح محیط زیست به معنای تمامی اکوسیستم درباره زمین و تمامی آن چیزی است که در آن وجود دارد، از جمله انسانها. این تعریف، که در آن آدمی جزئی از محیط زیست به شمار می‌آید، بسی مهم است، زیرا بارها پیش می‌آید که محیط زیست به عنوان چیزی خارج از دایره انسانی - فقط عرصه‌ای برای عمل و تاخت و تاز انسانها - تلقی می‌شود. این واقعیت که انسانها جزئی از طبیعت‌اند مشکل حل کردن مسائل زیست محیطی را دشوارتر هم می‌کند: آیا

جزء می‌تواند کل را درک کند؟ آیا این ظرفیت و استعداد عقلانی آدمی که درباره آن بسیار داد سخن داده‌اند می‌تواند از عهده این چالش برآید؟ یا طبیعت تنگناها و الزامه‌هایش را بر آدمی تحمیل خواهد کرد؟

بر آمدن از پس تعارضهای مورد نظر

در پاره چهارم کتاب به برخی از این پرسشها بر خواهیم گشت، اما فعلاً واضح به نظر می‌رسد که، با این فرض که انسان بتواند به نحو مفیدی برای حفاظت محیط زیست اقدام کند، یافتن راهی ضروری خواهد بود که طی آن منافع متعارض این چهار «حوزه» عمده در این مدل را بشود متوازن کرد. دیگر نمی‌توان اجازه داد که پیکار و نبرد میان این سه عنصر انسانی به عامل مسلط صحنه سیاسی و طبیعی این سیاره تبدیل شود: عنصر چهارم، محیط زیست، نیز باید به حساب آورده شود. در واقع، برخی منزله طلبان در جنبش زیست محیطی از این هم جلوتر می‌روند: این ایده را انکار می‌کنند که تعدیلهای و سازشهای «سبز معتدل» کافی خواهد بود؛ «سبزه‌های افراطی» با اتخاذ دیدگاهی بنیاد باور، استدلال می‌کنند که منافع طبیعت باید بر همه چیزهای دیگر مسلط و حاکم باشد، حتی تا محدود کردن جدی فعالیت‌های انسان. این نظر از این ایده هم فراتر می‌رود که آدمی نسبت به پیشکاری زیست محیطی مسئولیت اخلاقی و وجدانی دارد، که پدرسالارانه یا پدرانه تلقی می‌شود. پژوهشگران و مؤلفان «اکولوژی افراطی»، مانند دیوئل استدلال می‌کنند که نوع آدم باید از این فکر که خود را مرکز دایره وجود بداند دست بردارد و در عوض دیدگاهی «اکولوژیکی محور» اتخاذ کند.^۱

به نظر می‌رسد که برخی «سبزه‌های افراطی» بدین‌تر بر این باورند که تا وقتی تأثیر آدمی بر محیط زیست تا به سطح تأثیر آن در پیش از تمدن انسانی (انسان اولیه) ، یادست کم پیش از آغاز روند صنعتی شدن در این مقیاس وسیع، برنگردد، کره زمین هرگز سالم نخواهد شد و روی بهروزی نخواهد دید. گاهی به نظر می‌رسد که گویی چشم‌انداز نهایی «سبز افراطی» یا «اکولوژی افراطی» از این قرار است که سلامت و ایمنی کره زمین فقط بدون حضور و وجود انسان تأمین می‌شود و اگر بنی آدم راه و روش خود را اصلاح نکند، گایا^۲ خود این کار را انجام می‌دهد و اوضاع را سامان می‌دهد.

1. Devall, 1988

2. Gaia

عدالت اجتماعی

حتی با دست برداشتن از چنین دیدگاه‌های مافوق بدبینانه‌ای، برپایه این فرض که آدمی بتواند به موقع و به نحو مؤثر واکنش بروز دهد (البته، فرضی نسبتاً پرامنه)، بعضی سناریوهای «آخر زمانی» همچنان کارساز و به قوت خود باقی‌اند. مثلاً، ممکن و شدنی به نظر می‌رسد که برخی واکنش‌ها، به مسائل زیست محیطی می‌تواند مستلزم نابسامانی و پیریشانیهای اجتماعی فاحش باشد. واکنش‌های تحت کنترل این ضرورت را پیش می‌آورند که، به خاطر حفظ مواضع خودشان، راه‌حلهایی از لحاظ اجتماعی ناعادلانه و غیر منصفانه را تحمیل کنند، که گروه یا گروه‌های انسانی خاصی را در وضعیت نامناسبی قرار دهند و آنها را دچار دردسر و خسران کنند.

اگر قرار است از این پیش آمد اجتناب شود، پس باید برای ترکیب کردن پایداری زیست محیطی و عدالت اجتماعی راهی یافت. نوعی سازش یا تعادل نیاز خواهد بود که نه تنها برقراری رابطه پایداری بین نوع بشر و بقیه اکوسیستم را تضمین کند، بلکه در راه کاهش نابرابریهای اجتماعی و اقتصادی، و نه افزایش آن، از این راه تلاش شود.

ظاهراً معنی این حرف آن است که انتظار نمی‌رود هیچ گروهی انسانی از پس تأمین تمامی هزینه‌های حفاظت محیط زیست بر آید: این هزینه‌ها با ید بین همه سرشکن شود. مثلاً، فرض کنیم مصرف کنندگان خواهان محصولات سبزترند، صاحبان صنعت پاسخ می‌دهند که می‌توانند این محصولات را در دسترس قرار دهند، البته با بهای بیشتر. به همین ترتیب، کارگران ممکن است کارفرمایان را برای دسترسی به تکنولوژیها و ماشین آلات تولید ایمن تر و پاکیزه تر، هم بخاطر خودشان و هم به خاطر اجتماعی که در آن زندگی می‌کنند، تحت فشار قرار دهند. احتمالاً مدیران صنایع به آنها می‌گویند که برای تحقق این خواسته که بهای کالای تولید شده را می‌افزایند و ممکن است به پایین آمدن دستمزدها و حتی بیکاری و ازدست رفتن فرصتهای شغلی انجامد. آنچه که در این صورت بندی از نظر دورمی‌ماند منافع سهامداران است. رویهمرفته، می‌توانید استدلال کنید که همه باید قسمتی از بار را به دوش بکشند: مصرف کنندگان، تولید کنندگان (نیروی کار) و سهامداران (سرمایه داران).

البته، در واقع ممکن است تغییر جهت دادن به فرایندهای محصولات سبزتر و تولید پاکیزه تر مآلاً به افزایش هزینه و بهای کالا ختم نشود، و یادست کم ممکن است، در دراز مدت، حرکت تجاری نامطلوبی

نباشد. مثلاً، با افزایش فشارها برای «پاکیزه سازی» از طریق قوانین دولتی مربوط به حفاظت محیط زیست یا فشار مصرف کنندگان برای تولید محصولات سبزتر، شرکتها و کارخانه‌هایی که ابتکار و نوآوری به خرج می‌دهند، نسبت به رقیبان خود که به چنین اقدامی دست نمی‌زنند، دارای مزیت خواهند شد. البته، اگر همه چیز به رقابت در بازار واگذاشته شود، به آن معناست که کسانی هستند که از نظر تجاری مغبون می‌شوند و رویهمرفته هزینه‌های کوتاه مدتی پیش آید و در چارچوب اشتغال و سود، نابسامانی‌هایی در کوتاه مدت بروز کند. دقیقاً به این علت است که یک فرایند گفتگوی مناسب اهمیت پیدا می‌کند - برای رسیدن به نوعی توافق بر سر توزیع هزینه‌ها و سودها در میان تمامی سهامداران انسانی، درحوزه گسترده تر حفاظت زیست محیطی کلی.

بدیهی است که جانداختن این نوع فرایند گفتگو کار آسانی نخواهد بود، حتی اگر در چارچوب مدل خودمان قرار داشته باشیم و آن را فقط در مورد یک کشور اعمال کنیم. جدا از تأثیر صاحبان قدرتمند منافع گروه‌های رقیب، مدتی طول می‌کشد تا قوانین و مقررات تأثیر خود را بگذارند و معمولاً راه و روش‌هایی برای اجتناب از فشار برای ایجاد تغییر، دست کم در کوتاه مدت، وجود دارد. همین که توجه خود را از یک تک کشور منحرف کنیم، فرصت‌های طفره و گزیز حتی بیشتر و بزرگتر هم می‌شوند. مثلاً، کمپانی‌ها می‌توانند به کشورهای نقل مکان کنند که در آنجا معمولاً فشارها [برای تغییر] ضعیف است. برای این که مؤثر باشیم، باید تلاش‌هایی به عمل آوریم تا چارچوب گفتگو و قانونگذاری را در تمامی سطوح: محلی، ملی و جهانی، فراختر کنیم.

این فرایند گفتگوی صاحبان منافع، در هر سطحی، تا حدودی به اقدام‌هایی بستگی دارد که دولت‌ها از طریق قراردادان استانداردها و مقررات زیست محیطی انجام می‌دهند، هرچند که، به همان میزان، تمامی عوامل انسانی مؤثر در سیستم نیز می‌توانند با گنج‌یابی ملاحظات زیست محیطی در گفتگو‌هایی به دور از تعصب خود، نقش ایفا کنند. علیرغم مشکلات، در این راه، مثلاً، در ارتباط با گزینه‌های توسعه تکنولوژیکی، در تمام سطوح در سرتاسر جهان، تلاش‌های زیادی به عمل آمده است.

در پارچه‌چهارم، بعد از آن که برخی مسائل زیست محیطی را با جزئیات بیشتری دریافتیم و به راه حل‌های تکنولوژیکی بالقوه و محدودیتهای آنها نگریم، به مثالها و نمونه‌ها، و به مفهوم گفتگو به طور کلی، نگاه خواهیم‌انداخت. چنان که آشکار خواهد شد، اگر هدف ایجاد آتیه‌ای برآستی پایدار و مبتنی بر عدل و انصاف

باشد، راه حل‌های صرفاً فنی و تکنیکی کفایت نمی‌کنند: تغییرات و تعدیلهای اجتماعی و اقتصادی نیز ضروری‌اند.

افزایش نگرانیهای زیست محیطی

ابعاد اجتماعی و سیاسی مسئله طرح ریزی آینده ای پایدار در صورتی می‌تواند روشنتر شود که به مراحل اولیه مباحثه‌های زیست محیطی در زمان معاصر برگردیم و آنها را از نظر بگذرانیم. در اواخر دهه ۱۹۶۰ و اوایل دهه ۱۹۷۰، هم رأیی شاید منحصر به فردی از سوی چند جنبش اجتماعی و سیاسی بروز کرد.

اوایل دهه ۱۹۶۰ شاهد مراحل نخستین نگرانیها بابت محیط زیست بود، که می‌توان مظهر آن را انتشار اثر خانم راشل کارلسون تحت عنوان *بهاران خاموش* دانست که، از جمله سایر چیزها، نسبت به خطرهای اکولوژیکی آفت کشتهایی چون ددت (DDT) هشدار می‌داد.

بعدها، نگرانی بابت مسائل زیست محیطی نزد جوانان دامنه افزونتری یافت، که بسیاری از آنها جزئی از یک ضد فرهنگ [رایج] راشکل دادند که برای مدت کوتاهی در اواخر دهه ۱۹۶۰ و اوایل دهه ۱۹۷۰ رونق گرفت. آنان غالباً از خاستگاهی مرفه و دولت‌مند برخوردار بودند، اما ایده‌های مصرف‌گرای متداول و جامعه‌ای مادی را به چالش می‌کشیدند که در آن رشد یافته بودند. برخی از آنها به اعتراض ساده به راه و رسم انجام کارها در حال حاضر بسنده نکردند بلکه خواهان ایجاد شیوه‌های جایگزین این سبک زندگی بودند: سبک زندگی جایگزین و فناوریهای جایگزین برای حمایت از آنها، تجربه‌های خودیاریگری در نواحی دور افتاده و خلوت روستایی در زمینه آسیاب‌های بادی، گردآورهای خورشیدی، و مانند آنها وجود داشت.

همزمان، در اواخر دهه ۱۹۶۰ و اوایل دهه ۱۹۷۰ شاهد بروز سیاست‌گذاری‌های ریشه‌نگری بودیم که به بارزترین شکلی در قالب جنبشهای اعتراضی دانشجویان در سرتاسر جهان منعکس می‌شد. «چپ جدید» که در حکم یکی از بسیار فرقه‌های این جنبش بروز یافت، جزمیت سیاسی چپ سنتی را به چالش کشید. چپ سنتی معتقد بود که سرمایه داری، با توجه راسخ به منافع اقتصادی صاحبان و اختیار داران فناوری، جامعه را به عنوان یک کل که نسبت به فناوری منافع کاملی دارند انکار کرده و به فراموشی سپرده است؛ اما همین که این فناوری از بندهای سرمایه‌داری رها شود می‌تواند برای تأمین نیازهای آدمی به نحوی مؤثر تر به کار گرفته شود. تفسیر کلاسیکی این دیدگاه در عمل پنجاه سال قبل عنوان شده؛ همان هنگام که در پی

انقلاب روسیه، لنین تکنولوژی تولید غربی را به عنوان بهترین فناوری موجود در آن مرحله تاریخی اتخاذ کرد. نکته نظری در این میان از این قرار بود که فناوری موجود را به سادگی می‌شد تغییر جهت داد تا اهداف جدید را برآورده کند. هشتاد سال بعد، کمبودهای این دیدگاه روشن شده بود: توسعه صنعتی در خلال دوران شوروی ظاهراً بسیاری از بدترین نمونه‌های فناوری غربی و پیرانگر محیط زیست را با ز تولید کرده است.

چپ جدید در اواخر دهه ۱۹۶۰ و اوایل دهه ۱۹۷۰ تا حدودی این مشکل را پیش بینی کرد. آنان استدلال می‌کردند که وسایل فنی و اهداف سیاسی لاجرم برهم کنش دارند: برای دستیابی به اهداف جدید نمی‌شد از وسیله‌های قدیمی بهره گرفت، مجموعه جدیدی از فناوری‌ها ضروری بود. آنان مانند بسیاری از هواداران محیط‌زیست و «دگر گزین گرایان» در فرهنگ متعارض، در خصوص فناوری جایگزین هم بحث می‌کردند.

فناوری جایگزین

این مسیر استدلال را نویسنده بریتانیایی، دیوید دیکسون، در کتاب خود تحت عنوان فناوری جایگزین: سیاستگذاری تغییر تکنیکی^۱ پیش کشید. اما، دیکسون در کنار بسیاری از اعضای حوزه فرهنگ متعارض (با فرهنگ متعارف و جاافتاده)، نیز حس می‌کرد که یک تغییر جهت ساده فناوری کافی نخواهد کرد. فناوری و جامعه برهم کنش و تعامل دارند، از این رو به جامعه ای جایگزین نیز به عنوان شالوده فناوری جایگزین نیاز بود: «یک فناوری جایگزین واقعی فقط - دست کم در هر مقیاس در خورتوجه - می‌تواند در چارچوب یک جامعه جایگزین ایجاد شود»^۲

این مطالب مورد توافق همه هواداران محیط زیست هم نیست: به نظر بعضی از آنها انجام اصلاحات کافی است، و فناوری در هر حالت یک موضوع «تکنیکی» جداگانه است. کسانی دیگر هم رویکرد راهبردی تری را اتخاذ کردند، مثلاً، پیتر هارپر، یکی از هواداران انگلیسی آن چیزی که خودش «فناوری ریشه نگر» نامید، اعلام کرد: «تلاش‌های ناپهنگام برای ایجاد سازمان اجتماعی، اقتصادی و تکنیکی جایگزین به منظور تولید می‌تواند به نحوی چشمگیر بر دستاوردهای شرایط سیاسی تأثیر گذارد که سرانجام به آنها اجازه خواهد داد به طور کامل تحقق یابند»^۳

1. Alternative Technology : The politics of Technical change

2. Dickson, 1974:13

3. Halper, 1974:36

باز هم کسان دیگری بودند که هشدار می‌دادند هرگونه تلاشی برای مصرفی کردن جایگزینهای ریشه نگر را باید منافع اقتصادی برگزیند و بایستی از حاشیه سیاسی ریشه نگر آنها برچیده شود. می‌توان بفروش «سره‌م‌بندیهای تکنیکی» تأکید کرد، که دقیقاً سخت افزار است، و نه برای تغییرات اجتماعی که منظور از فناوری جایگزین حرکتی همراه با آن تغییرات است. به این ترتیب، مثلاً، گردآورهای خورشیدی فقط می‌توانند محصولات مصرفی متعارف باشند و نه پیام‌آوران تغییر و تحولات اجتماعی.

مباحثه جاری «سبز»

این مباحثه‌ها به وضعیت معاصرما از این حیث مربوطاند که این مباحث درحال حاضر بسی شفاف‌تر و روشن‌ترند. فناوری جایگزینی اختیار شده، سرهم‌بندیهای تکنیکی‌ای به عنوان راه حل مسائل و مشکلات زیست محیطی مایشنهاد می‌کنند، درحالی که درعین حال برخی افراطیون در جنبش «سبز» معاصر، هنوز هم دراین مورد بحث به میان می‌آورند که فقط یک دگرگونی ریشه‌ای جامعه کافی خواهد بود.

لاجرم، طیف گسترده‌ای از دیدگاهها پیرامون این موضوعات در جنبش «سبز» یافت می‌شود. این امرچندان شگفت نیست زیرا جنبش سبز، که دردهه ۱۹۸۰ سر بر آورد، چندین شاخه و فرقه دارد. این جنبش از تعداد زیادتری اعضای احزاب سیاسی سبز یا گروههای فعال سبز تشکیل می‌شود، هر چند که بعضی از آنها هم اکنون بسی پردامنه‌اند: دهها هزار نفر از مردم به سازمانهایی چون *دوستان زمین*، و *صلح سبز* وابسته‌اند. افزون براین، باید این جنبشها برای دربرگیری هرکسی که علاقه‌ای به محیط زیست دارد و، مثلاً، درحمایت او از حفاظت حیات وحش یا رفتار مصرفی اش منعکس می‌شود، نیز فکری شود.

تمام این سطوح درگیری و شمول ممکن است تأثیری داشته باشد، هرچند که به همین ترتیب عدم توافقها و واگراییهای تاکتیکی و راهبردی نیز می‌توانند برقرار باشند. قطعاً، رشد آگاهی مصرف کنندگان به فشار برای تولید کالاهای سازگار با محیط زیست و، به نوبه خود، برای فرایندهای تولیدسازگار با محیط زیست انجامیده است: محصولات سبزتر و فناوری تولید پاکیزه‌تر که آثار کمتری داشته باشند و انرژی کمتری مصرف کنند در حال حاضر دراین حوزه فعالیت چشمگیر است، اما به همان ترتیب کسانی یافت می‌شوند که می‌پرسند آیا اینها برای رسیدن به پایداری واقعی کافی است یاخیر. مثلاً، این استدلال ارائه شده است (از جانب کریس ویان، یکی از هواداران اصلی استرالیایی طراحی اکولوژیکی) که اگر مسائل و مشکلات

گوناگون زیست محیطی جهانی قرار است به نحو صحیحی مورد ارزیابی قرار گیرد، سطوح آلودگی و مصرف جهانی انرژی و منابع مادی باید تا ۹۵ درصد کاهش یابد، اما این امر فقط به کمک «سرهم بندیهای تکنیکی» میسر نیست. نیاز به تغییرات اجتماعی، مثلاً، در الگوهای کیفی و سطوح کمی مصرف نیز وجود دارد.^۱

در نزد «سبزه‌های» ریشه نگر موضوع واقعی از این قرار است: آیا و باید رشد مصرف مواد و انرژی ادامه یابد، که انگیزه آن انتظارات روبه رشد مرتبط با استانداردهای زندگی است؟ آیا نیازی برای تغییرات ریشه‌ای تر - در جامعه و نیز در حوزه تکنولوژی - به چشم نمی‌خورد؟ این بحث دامنه روز افزونی می‌یابد که برای دگرگونی ریشه‌ای تر فناوری و نیز دگرگونی اجتماعی ضرورت وجود دارد - مجموعه جایگزین فناوری‌هایی که با حفاظت زیست محیطی سازگارتر باشند، به مجموعه جایگزین چشم‌اندازها و ساختارهای اجتماعی و فرهنگی مرتبط می‌شوند.

در این کتاب، به جای کاویدن تجربیدی این موضوعهای پردامنه، تلاش می‌کنیم به مورد مربوط به این نوع تغییر و استلزامات این تغییر از طریق تمرکز بر فناوری انرژی، به عنوان یک مثال، نگاهی بیندازیم. واضح است که این امر فقط یک حوزه فناوری است اما، چنان که ذکر شده است، شاید حوزه محوری در زمینه‌های زیست محیطی باشد. در فصل بعد با موضوعهای اساسی انرژی آشنا می‌شویم، و مصرف انرژی در گذشته، حال و آینده را مرور می‌کنیم.

1000000

جمع‌بندی

- مصرف انرژی در سالهای اخیر به نحو فاحشی افزایش یافته و این روند تأثیر فزاینده‌زبانباری بر محیط زیست نهاده است.
- مفهوم توسعه پایدار پیشنهاد شده است، که حاکی از آن است که فناوری‌های جایگزینی ضروری‌اند که از آثار زیانبار پرهیزند و یا آنها را بکاهند.
- هر چند فناوری‌های جایگزین می‌توانند به شرایط کمک کنند، اما ممکن است تغییرات اجتماعی عمده‌ای برای رسیدن به پایداری ضروری باشد.

- تمام گروه‌های گوناگون در جامعه باید در حفاظت از اکوسیستمی که خودشان لاجرم جزئی از آن به شمار می‌آیند، سهمی ایفا کنند.
- مصرف انرژی احتمالاً یکی از عوامل کلیدی مؤثر بر تأثیرات زیست محیطی است.

برای مطالعه بیشتر

یکی از برداشتهای کلی مفید از شیوه شکل‌گیری برهم‌کنش‌های انسانی - زیست محیطی در این اثر آمده است:

David Kemp's *Global Environmental Issues* (1994, Routledge, London).

بخشی از موضوعهای فلسفی نهفته در بحث‌های این فصل کتاب حاضر را می‌توان با عمقی بیشتر در این اثر یافت:

Adrian Atkinson: *Principles of Political Ecology* (1991, Belhaven, London).

برای یافتن مقدمه‌ای مطلوب به تاریخچه اندیشه سبز به این اثر رجوع کنید:

David Pepper's *Modern Environmentalism* (1984, Croom Helm, London).

9

Andy Dobson's *Green Political Thought* (1995, Routledge, London)

می‌توانید سری هم به متن کلاسیک زیر بزنید:

David Dickson's *Alternative Technology: The politics of technical change* (1974, Fontana, London).

هر چند اثر بالا نایاب است، اما می‌توان آن را در کتابخانه‌ها یافت. شاخه‌های گوناگون اندیشه‌ای که رویکرد «سبز افراطی» یا «اکولوژی افراطی» را تشکیل می‌دهند در متن کلاسیک زیر کاویده شده‌اند:

Bill Devall and George Sessions *Deep Ecology* (1985, Peregrine Smith Books, Salt Lake City).

آخرین اثر جورج سزن، *Deep Ecology for the 21 century*، از طریق این ناشر قابل دسترسی است:

Schumacher Books, Foxhole, dartington TQ 9 6EB, UK

در کنار این اثر کتابهای فراوان دیگری هم در همین سیاق می‌توانید از این ناشر دریافت کنید. برای دستیابی به دیدگاهی متعارف تر درباره مسائل و سیاستهای زیست محیطی به رساله *our common Futuar* رجوع کنید که کمیسیون برانت درباره محیط زیست و توسعه (1978, Oxford university Press, Oxford) منتشر کرده است. برای دستیابی به یک برداشت کلی مفید رجوع کنید به :

Jonathan Porritt's *where on Erath are we going?* (1990, BBC, London)

۴. مخاطب ما امروز
برای این برداشت از
ورکهای کتابخانه گیتی

حرفه‌ایان با نگرانی برخی از کتابهای پدیده‌های جدیدی
این کشور به چگونگی تصرف انرژی توسط
و به عنوان مثال، زیست محیطی که به عنوان «صرفاً»
گرفته‌اند تا این کشور را به اضمحلال چیزی را بررسی می‌کنیم که

فصل ۲

انرژی و محیط زیست

✓ یکاهای انرژی

✓ باران اسیدی

✓ گرمایش جهانی

✓ مخالفت با نیروی هسته‌ای

برای پی بردن به پیامدهای زیست محیطی تولید و مصرف انرژی، به درک اصطلاحات، مفاهیم و یکاهای اندازه‌گیری اساسی نیاز داریم که در حوزه انرژی به کار می‌روند. به طوری که خواهید دید، شاید هم حیرت آور باشد، برخی یکاهای اندازه‌گیری چندان هم بدون مناقشه نیستند. در این فصل، بعد از جانداختن این مضمون، به چگونگی مصرف انرژی در حال حاضر و در گذشته در اقصی نقاط جهان نگاهی می‌اندازیم، و به برخی مسائل اجتماعی و زیست محیطی که به عنوان پیامد مصرف سوخت‌های فسیلی و هسته‌ای بروز کرده‌اند، نظرمی‌کنیم. سرانجام، به اختصار آن چیزی را بررسی می‌کنیم که گزینه‌های انرژی باید باشند.

انرژی و مصرف سوخت

انرژی بیش از آن که یک چیز عینی و واقعی باشد یک مفهوم است: می‌گوییم وقتی آدمی می‌تواند به کار سخت بپردازد و به شدت ورزش و بازی کند، انرژی دارد. تجلی انرژی به صورت مادی «سوخت» است، و این دو اصطلاح، انرژی و سوخت، معمولاً به طور مترادف و به جای هم به کار گرفته می‌شوند. مفهوم توان نیز غالباً چنان به کار گرفته می‌شود که گویی به همان معنای انرژی است.

به منظور مهیا شدن برای بحث در این باره باید از برخی یکاها و اصطلاحات بنیادی به کاررفته در مبحث انرژی، درک روشنتری در ذهن خود به دست آوریم.

هرچند که سخن گفتن درباره «تولید انرژی» و «مصرف انرژی» متداول است، اما به بیان دقیق، انرژی هرگز «به وجود نمی‌آید» یا «مصرف نمی‌شود»، انرژی فقط از یک شکل به شکل دیگری «تبدیل» می‌شود. اصطلاح توان برای توصیف ظرفیت و توانایی تبدیل هر وسیله خاص، یعنی آهنگ تبدیل انرژی از شکلی به شکل دیگر به کار می‌رود، و یکایی که غالباً برای آن بیان می‌کنند وات است به بیان دقیق تر، توان معیاری است از «ظرفیت انجام کار».

بنابراین، به وسیله‌های خاص تولید یا مصرف انرژی مقدار نامی توان (یا ظرفیت نامی) بر حسب وات یا ضرایب وات، مثلاً یک کیلو وات (kW) معادل ۱۰۰۰ وات، نسبت داده می‌شود. مگاوات (MW) معادل ۱۰۰۰ کیلو وات (یا 10^6 وات)، گیگاوات (GW) معادل ۱۰۰۰ MW (یا 10^9 وات) و تراوات (TW) معادل ۱۰۰۰ GW (یا 10^{12} وات) است. برای این که تصویری از این مقیاسها به دست آورید، باید گفت که ظرفیت نامی یک نیروگاه معمولی مدرن بزرگ زغال سنگی یا هسته‌ای حدود 1.3 GW است، در حالی که در نیمه دهه ۱۹۹۰ کل ظرفیت تولید برق بریتانیا حدود 65 GW بوده است.

مقدار انرژی تبدیل شده (تولید یا مصرف شده)، یا به بیان دقیقتر، «کار» عملی انجام شده، بر حسب توان یک وسیله ضرب در زمانی که آن وسیله کار می‌کند (یعنی وات \times ساعت) تعریف می‌شود. این کمیت را معمولاً به کیلو وات ساعت یا (kwh) اندازه می‌گیرند. این یکایی است که برق یا گاز را در بسیاری از کشورها بر حسب آن می‌فروشند (هرچند که، به علل نامعلومی، در ایالات متحده هنوز هم از یکاهای گرمایی بریتانیایی، یعنی معیار قدیمی محتوای گرمایی سوخت استفاده می‌کنند ($1 \text{ kwh} = 3413 \text{ BTU}$). یک بخاری برقی

تک شعله خانگی معمولی با توان نامی ۱KW، در هر ساعت یک کیلو وات ساعت (kwh) برق مصرف می‌کند.

برای کمیت‌های بزرگ، ضرایب kwh را به کار می‌برند، که متداول ترین آنها تراوات ساعت (Twh) و معادل 10^9 kwh یا $1/000/000/000$ است. برای این که تصویری از این مقیاس به دست آوریم، باید بدانیم که رقم مصرف برق بریتانیا در اواسط دهه ۱۹۹۰ حدود ۳۰۰ Twh در سال بوده است. اما، یادتان باشد که این رقم مربوط به مصرف برق است، و نه مصرف کل انرژی؛ این رقم شامل تمامی منابع گرمای مستقیم (گاز و جزآن) یا سوخته‌های مصرفی حوزه ترابری، نمی‌شود.

کل مقدار انرژی مصرفی غالباً برحسب مصرف انرژی اولیه، یعنی مقدار انرژی در سوخته‌های اساسی به کاررفته از طریق ابزار تبدیل انرژی، چه برای تولید برق، گرمایش یا حمل و نقل، اندازه گرفته می‌شود.

اما یاد آوری این نکته مهم است که ارقام مربوط به انرژی اولیه، به خاطر کل انرژی موجود در سوخته‌ها که در وسیله‌های تبدیل انرژی مصرف شده‌اند، خیلی بیشتر از انرژی دریافتی انتهایی است، که مصرف کننده از آن استفاده می‌کند، زیرا در فرایند تبدیل در نیروگاه‌ها و انتقال از طریق شبکه انتقال نیرو، مقادیری از آن تلف می‌شود. این امر بخصوص در مورد برق صادق است: کارایی نیروگاه‌های زغال سنگی معمولی یا هسته‌ای فقط حدود ۳۵ درصد است. حتی بهترین نیروگاه‌های گازی مدرن فقط می‌توانند حدود ۵۰ درصد انرژی سوخت ورودی را به برق تبدیل کنند. به علاوه، بعد از این که این برق تولید شد، تا ده درصد آن در هنگام انتقال از طریق خطوط نیرو به مصرف کننده تلف می‌شود، که میزان این اتلاف به فاصله انتقال بستگی دارد.

سرانجام، مصرف کنندگان این انرژی «دریافتی» را برای توان بخشیدن به تعداد متنوعی وسیله‌های تبدیل انرژی با درجه‌های متغیر کارایی به کار می‌گیرند، که غالباً قسمت عمده آن، مثلاً، در ساختمان‌های با عایق بندی ضعیف تلف می‌شود. بنابراین، ارقام مربوط به انرژی اولیه فقط جزئی از ماجرا را بازگو می‌کنند. به طوری که در فصل‌های بعد خواهیم دید، وقتی تکنولوژی‌ها و سامانه‌های انرژی را با هم مقایسه می‌کنیم، باید به بازده کلی تبدیل و انتقال انرژی و کاربردی که این انرژی برای آن ایجاد می‌شود، توجه کنیم.

کشمکش بر سیریکاهها

می‌توان از بحث‌های بالا بی‌برد که اندازه‌گیری مصرف انرژی چنان که به نظرمی‌رسد آسان نیست. فرض کنید که راه‌های بسیاری وجود دارد که انرژی از آن راه‌ها تولید و مصرف می‌شود، تعجبی هم ندارد که شیوه‌های متفاوت، و غالباً گیج‌کننده‌ای، هم برای اندازه‌گیری آن در دست باشد و بسیاری طرفداران سیستم‌های اندازه‌گیری انرژی وجود دارند که با هم رقیب‌اند. از kwh یاد کردیم، که در نزد بسیاری از مردم شناخته شده ترین یکا به شمار می‌آید زیرا روی قبض یا برگه برق مصرف کننده نوشته می‌شود. اما، تحلیل‌گران انرژی گاهی از یکای فیزیکی بنیادی برای «کار» یعنی ژول (J) یا ضرایب ژول، بهره می‌گیرند. یک وات عبارت است از یک ژول بر ثانیه، از این رو یک kwh عبارت است از $3600/1000$ ژول، و بنابراین ژول یکای بسیار کوچکی است و از این رو ضرایب بزرگ ژول، مثلاً پتا ژول یا jpz (1000 تراژول) و اکساژول یا EJ (1000 پتا ژول) متداول‌اند.

اخیراً در بریتانیا، به منظور مقایسه آماری، مصرف انرژی اولیه نیز غالباً بر حسب مقدار معادل زغالی اندازه‌گیری می‌شود که لازم است سوزانده شود تا، مستقل از این که چه سوختی عملاً در نیروگاه‌ها مصرف می‌شود، آن انرژی تأمین شود، یعنی بر حسب «وزن معادل زغال بر حسب تن» (یا متداولتر، بر حسب «میلیون تن معادل زغال سنگ» یا «mtce»). بی‌گمان، این شیوه اندازه‌گیری بازتاب سلطه تاریخی زغال بر اقتصاد بریتانیا است. در سال ۱۹۹۴، آماردانان دولت بریتانیا، برای این که وضعیت را شاید کمی واضح تر و روشنتر کنند، بر آن شدند که یکای استاندارد اروپایی را اتخاذ کنند، در حالی که محتوای انرژی تمامی سوختها، به خاطر مقایسه‌های آماری، بر حسب مقدار معادل نفت ارائه می‌شود که همان مقدار محتوای انرژی را دارد. بنابراین، محتوای انرژی تمام سوختها در حال حاضر بر حسب تن معادل نفت، یا در شکل متداولتر، میلیون تن معادل نفت (mtoes) بیان می‌شوند.

اما، مادر این کتاب، کماکان ارقام آشنا تر kwh، Twh، و مانند آنها را به کار می‌بریم. برای مراجعه

و تبدیل، این ارقام و معادلها را به یاد می‌سپریم:

$$1 \text{ Twh} = 0.186 \text{ Imtoe} = 11/63 \text{ Twh}$$

جزئیات یکاهای به کار رفته در اندازه‌گیری انرژی برای همه کس هم‌گیرایی ندارد، بلکه آشکارا لازم

است که معیار و مقیاسی متداول در اختیار داشته باشیم، و جانداختن آن همیشه هم، آن طور که به نظرمی‌آید،

تهی از مجادله و مناقشه نیست. در این ارتباط، بیش از آن که به شیوه عملی مصرف انرژی نگاهی بیندازیم، توجه به پیچیدگی فوق العاده مربوط به چگونگی اندازه گیری آن، خالی از فایده نیست.

تغییراتی که در ۱۹۹۴ در شیوه ارائه آمار انرژی در بریتانیا داده شد، علاوه بر تغییر جهت دادن به سوی کاربرد میلیون تن معادل نفت، مستلزم تغییر جهت ظریفی در شیوه محاسبه محتوای انرژی نیز بود. این شیوه محاسبه در حال حاضر بر شالوده محتوای انرژی توان خروجی ایجاد شده به وسیله نیروگاهها استوار است، و نه بر پایه محتوای انرژی سوخت ورودی مورد نیاز برای تولید نیرو. این تغییر جهت نتایج جالبی به بار آورده است.

قبلاً، بر پایه به اصطلاح جایگزین سازی انرژی، سهم انرژی حاصل از دستگاههای با نیروی محرکه غیر فسیلی مانند توربینهای باد را بر حسب محتوای انرژی سوختی فسیلی محاسبه می کردند که باید به نیروگاه مرسوم تغذیه می شد تا همان مقدار نیروی خروجی را تأمین کند. بر پایه «منابع انرژی» جدید، ارقام مربوط به سهم انرژی ناشی از وسیله‌هایی چون توربینهای بادی به نحو فاحشی، تا ۷۳ درصد، افت می کند، که مقیاس اتلاف مربوط به تبدیل انرژی در نیروگاههای معمولی و مرسوم به شمار می آید. نتیجه نهایی این تغییر از این قرار بود که در سال ۱۹۹۳ سهم انرژی به دست آمده از منابع انرژی به اصطلاح تجدیدپذیر (برق آبی، نیروی باد، و جز آن‌ها) به جای ۱٫۴ fmtoe به ۰٫۴ mtoe افت کرد.^۱

تعجبی ندارد که، رویکرد جدید بخصوص در میان حامیان انرژی تجدید پذیر چندان پر طرفدار نیست. جالب این که، این ارقام برای نیروگاههای هسته‌ای خیلی تحت تأثیر این شیوه جدید ارائه آمار انرژی نیستند. هر چند که خوشبختانه، این ارقام نیز بر اساس محاسبات اولیه در دسترس قرار گرفته‌اند، زیرا پذیرفته شد که در حالی که توانایی یافتن در مقایسه مقدار عملی توانی که به شبکه تغذیه شده، مفید بود، این هم سودمند بود که قادر باشیم به میزانی برسیم که در آن منابع تجدید پذیر جانشین سوخت فسیلی شوند. اما این جنبه روش شناختی باید هشیارتان کند که در مورد شیوه به کارگیری یکاهای اندازه گیری دقت کافی مبذول دارید.

مصرف ملی و بین المللی انرژی

اکنون که برخی یکاهای اساسی انرژی را جانداختیم، می توانیم نگاهی اجمالی به چگونگی مصرف عملی انرژی بیندازیم. ارقام مربوط به انرژی اولیه را می توان، برای کشورها یا برای جهان به عنوان یک کل،

1. Department of Trade and Industry, 1994a

2. Department of Trade and Industry, 1994b

در سطوح گوناگونی استنتاج کرد. در چارچوب ملی، مصرف انرژی اولیه غالباً برحسب مقصد نهایی آن، یعنی برحسب هدف نهایی مصرف در هر بخش از اقتصاد، بخش بندی می‌شود.

ارقام صحیح ناگزیر با گذشت زمان دستخوش تغییر می‌شوند، اما برای این که از توازن در میان بخشهای مصرفی نهایی عمده برداشتی حاصل آید، در سال ۱۹۹۴ در بریتانیا، حمل و نقل ۳۳ درصد، صنایع ۲۵ درصد، بخش خانگی ۲۹ درصد مصرف انرژی اولیه را به خود اختصاص دادند و ۱۳ درصد باقی مانده در سایر بخشها به مصرف رسید. برحسب شکل عملی انرژی مصرف شده، در ۱۹۹۴ در بریتانیا، برق ۱۶ درصد کل، گاز ۳۲ درصد، نفت ۴۹ درصد و سوختهای جامد ۸ درصد را به خود اختصاص دادند.^۱

تکنیکها و شیوه‌های صرفه جویی انرژی دارند تأثیر خود را بر برخی بخشها برجای می‌گذارند، که به کاهش کلی در مصرف انرژی در برخی موارد می‌انجامد. مثلاً، بریتانیا موفق شده است به حدود کاهش ۴۰ درصدی در مصرف سوخت در بخش صنعت، از ۱۹۷۰ به این سو، دست یابد. اما، مصرف انرژی در بخشهای خانگی و حمل و نقل کما کان کم و بیش ثابت مانده که مصرف کلی انرژی در بریتانیا نیز به همین ترتیب ثابت مانده است، و این امر علی‌رغم ظهور تکنولوژیهای کارآمدتر در زمینه انرژی است.^۲

نکته جالب این که، در برخی بخشها با کاربرد رایانه که در مصرف انرژی تأثیر می‌گذارد، مصرف انرژی افزایش یافته است. مثلاً، در آمریکا کاربرد رایانه در حال حاضر حدود پنج درصد بار برق بخش تجاری را به خود اختصاص می‌دهد و این بخش از شتابانترین رشد برخوردار است، که انتظار می‌رود تا سال ۲۰۰۰ به ۱۰ درصد برسد. در حال حاضر رایانه‌های جدیدی با کارایی انرژی بیشتر (یعنی، مصرف کمتر) به بازار وارد شده است، و کاربرد رایانه علی‌الاصول باید، مثلاً از طریق کاهش نیازهایی سفرهای تجاری و از طریق بهبود بخشیدن به کارایی فعالیتهای تجاری و بازرگانی به طور کلی، صرفه جویی در انرژی را افزایش دهد. با همه این احوال، خوب است توجه کنیم که، در سطح جهان، رایانه‌ها در هر سال در حال حاضر حدود ۲۰۰ Twh برق مصرف می‌کنند، که خیلی کمتر از کل مصرف برق بریتانیا نیست.^۳

الگوی تولید انرژی در سالهای اخیر، بخصوص در ارتباط با تولید برق، دستخوش برخی دگرگونیهای چشمگیر شده است. در سال ۱۹۹۲، ۶۰ درصد برق بریتانیا از نیروگاههای زغال سوز، ۲۱ درصد آن از

1. Department of Trade and Industry, 1995

2. Department of the Environment, 1996

3. yong, 1933

نیروگاههای هسته‌ای، ۸ درصد از نیروگاههای نفت سوز، ۲ درصد از نیروگاههای برق آبی و ۷ درصد هم از نیروگاههای گازسوز و سایر سوختها به دست می‌آمد، که ۵ درصد هم از خارج خریداری می‌شد.^۱ اما تا سال ۱۹۹۵، فقط ۴۷ درصد برق بریتانیا از سوزاندن زغال سنگ حاصل می‌شد، در حالی که سهم گاز ۱۶ درصد شده بود، که عمدتاً ناشی از مصرف گاز طبیعی در توربینهای گازی برای تولید الکتریسیته بود.^۲

در جاهای دیگر جهان نیز همین روند جاری است، و گاز وارد به منبع عمده جدید تولید برق و نیز گرما تبدیل می‌شود. در جدول ۲ - ۱ مصرف انرژی اولیه در سطح جهان، با منابع آنها، درج شده است. در حالی که الگوی عرضه و تقاضا در داخل هر کشور، به طوری که دیده‌ایم، می‌تواند سال به سال به نحو چشمگیری تغییر کند، درصدهای جهانی، که الگوهای تعداد زیادی از کشورها را روی هم انباشته می‌کنند، گرایش به تغییر سریع ندارند: مثلاً، داده‌های ۱۹۹۴ برای مصرف انرژی جهانی الگوی مصرف انرژی و مصرف سوخت بسیار مشابهی را نشان می‌دهند. اما، روند کلی جهانی روبه بالاست؛ ارقام سال ۱۹۹۵ بالاتر رفتن کلی ۱٫۸ درصدی در مصرف انرژی جهانی را نشان دادند.

هرگاه به آینده دورنگاهی بیندازیم، با توجه به این که جمعیت روبه رشد است، احتمالاً افزایش مصرف انرژی جهانی ادامه می‌یابد. در بخشهای بعدی این کتاب، به گستره‌ای از سناریوهانظر خواهیم کرد که در راه کوشش برای تنظیم و برنامه ریزی الگوهای ممکن گسترش درازمدت عرضه و تقاضای انرژی پرداخته و تدوین شده است. برخی فرضها حاکی از آنند که تقاضای انرژی احتمالاً تا سال ۲۰۶۰ تا سه برابر سطح کنونی آن افزایش یابد.

اما، پیش بینی آینده دشوار است. روندهای گذشته ضرورتاً راهنمای خوبی برای آن چیزی نیستند که در آینده در زمینه دسترس پذیری و بهای سوخت، یا در زمینه الگوهای مصرف انرژی در بخشهای گوناگون و با دگرگونی شتابان مصرف انرژی در جهان اتفاق می‌افتد. آینده از پیش تعیین شده نیست: بخشی از اهداف این کتاب عبارت است از پی بردن به این که در زمینه ایجاد الگوهای جدید عرضه و تقاضا چه گزینه‌هایی وجود دارد.

1. Department of trade and Industry. 1993.

2. Deptment of trade and Industry, 1996.

جدول ۱.۲. مصرف انرژی اولیه جهانی در سال ۱۹۹۲، همراه با ذکر منبع (درصد)

آبی	۵٫۹
هسته‌ای	۵٫۶
نفت سوز	۳۳
زیست توده	۱۳٫۸
گاز	۱۸٫۸
زغال سنگ	۲۲٫۸

رشد مصرف انرژی

اکنون با فراهم بودن زمینه‌آماری در مورد الگوهای کلی مصرف انرژی، نگاهی جامع‌تر و تفصیلی‌تر به تاریخچه چگونگی بروز و ظهور این الگو می‌اندازیم. زیرا، گرچه روندهای گذشته ممکن است برای الگوهای آینده توسعه راهنمایی چندان فراگیر و توانایی نباشند، به خاطر اندیشیدن درباره آینده، باید به چگونگی پیش آمدن و ایجاد الگوی کنونی مصرف انرژی توجه کنیم.

در زمانهای باستان تا آستانه انقلاب صنعتی، نیروی محرکه یا با جد و جهد مستقیم انسانی، از جمله بهره‌کشی از بردگان، یا از طریق کار کشیدن از حیوانات، یا در دریا، به وسیله باد، تأمین می‌شد. سوخته‌های طبیعی چون چوب را برای گرمایش، پخت‌وپز و برخی فرایندهای عمل‌آوری مواد به کار می‌گرفتند. در سده‌های میانه، ماشین‌هایی چون آسیاب بادی و آسیاب آبی به تدریج مقداری از بارها را بردوش گرفتند؛ در مراحل اولیه انقلاب صنعتی، آسیاب‌های آبی به تدریج نقشی کلیدی ایفا کردند. اما، انقلاب صنعتی فقط در واقع موقعی به راه افتاد که زغال سنگ در نیمه قرن هیجدهم به طور گسترده‌ای به کار گرفته و مصرف شده در حالی که قبلاً کارخانه‌ها ناگزیر بودند در نزدیکی منابع نیرویی چون رودخانه‌ها، و نیز احتمالاً در نزدیکی منابع خام مستقر شوند، اکنون می‌شد زغال سنگ را برای راه‌انداختن تجهیزات کارخانه، یا قطارهایی که موتورهای بخار زغال سنگ سوز آنها را به حرکت در می‌آوردند، به کارخانه منتقل کرد. زغال سنگ سوخت قطارها و کشتی‌ها را نیز تأمین می‌کرد تا آنها مواد خام را از جاهای دور به کارخانه‌ها انتقال دهند، و محصولات ساخته شده را به بازارهای دور دست برسانند. افزون بر اینها، موتورهای زغال سنگ سوز را می‌توانستند برای

تلمبه کردن آب و بیرون کشیدن آن از معادن به کار گرفت، و به این ترتیب امکان ژرف تر کردن معادن برای بهره برداری از زغال سنگ بیشتری که حاصل می شد، فراهم آمد. به این ترتیب، ترکیب زغال سنگ، تکنولوژی موتور بخار و قطار پیشرفت صنعتی و اقتصادی واقعی به شمار می آمد.

نقش زغال سنگ به عنوان سوخت محوری و کلیدی تا صدها سال بدون معارض باقی ماند: زغال سنگ را برای گرمایش خانه ها مصرف می کردند و برای استفاده در تأمین روشنایی و گرما نیز تبدیل می کردند؛ زغال سنگ نیروی محرکه قطارها را تشکیل می داد، نیروگاهها را برای تولید برق تغذیه می کرد. در برخی کشورها می توانستند از برق آبی ناشی از سدهای بزرگ بهره گیرند، اما به طور کلی نخستین رقیب عمده زغال سنگ بنزین^۱ - ماده ای که از نفت^۲ بیرون می کشیدند - بود که در برخی فرایندهای صنعتی مورد مصرف یافت و به نحو فزاینده ای به عنوان سوخت در خودروها به مصرف می رسید. در ابتدا، در دهه ۱۸۹۰، قسمت عمده اتومبیلهای اولیه با برق یا بخار کار می کردند، که از زغال تولید می شدند، اما تا اوایل قرن بیستم موتورهای درونسوز بنزینی رایج شده و سلطه یافته بودند.

در سالهای جنگ داخلی [آمریکا]، در حالی که برق در بسیاری از بخشهای اقتصاد اهمیت فزاینده ای می یافت، نفت و گاز نیز به تدریج نقش افزونتری بر عهده گرفت. در سالهای بعد از جنگ جهانی دوم، مصرف نفت پیوسته بالا رفت و در خلال نخستین بحران نفتی، ۱۹۷۳-۱۹۷۴، مصرف آن، دست کم در کشورهای پیشرفته صنعتی، از زغال سنگ پیشی گرفته است. در این مرحله، یک منبع مستقیم جدید گاز طبیعی را نیز - از بستر دریا - یافتند و گاز طبیعی به سرعت جایگزین به اصطلاح «گاز روشنایی شهری»^۳ شد که آن را قبلاً از زغال سنگ استخراج می کردند. به طور موازی، در تلاشهای بعد از جنگ برای تولید بمب اتمی، نیروی هسته ای با کاربردهای غیر نظامی سهم کوچکی در تأمین برق در اکثر کشورهای پیشرفته پیدا کرد.

همچنان که فرایند صنعتی شدن جدید در کشورهای پیشرفته غربی در دوره بعد از جنگ جهانی دوم طی می شد، الگوی انرژی باید نیز نسبتاً ثابت بود: زغال سنگ، نفت و گاز در مصرف انرژی اولیه سهمی تقریباً مساوی داشتند، البته نفت شروع به دست اندازی و سلطه بازار کرد، و نیروی هسته ای (در کنار نیروگاههای برق آبی) سهم اضافی کوچکی را به خود اختصاص دادند. علی الاصول، زغال سنگ قسمت

1. petrol

2. oil

3. town gas

عمده سوخت مصرفی تولید برق، گاز قسمت عمده سوخت حوزه گرمایش، و نفت قسمت عمده سوخت حوزه حمل و نقل را تأمین می‌کرد. نسبت‌های دقیق این سوختها در هر کشور فرق می‌کرد، که به دسترس پذیری و ذخایر بومی و داخلی بستگی داشت. مثلاً، بریتانیا و ایالات متحده آمریکا زغال سنگ فراوان داشتند. ایالات متحده آمریکا علاوه بر زغال سنگ نفت هم داشت، هرچند که از خاور میانه هم نفت وارد می‌کرد، همچنان که بریتانیا و سایر کشورهای صنعتی این کار را می‌کردند، برعکس، برخی از کشورهای نوظهور صنعتی مانند ژاپن، از ذخایر زغال سنگ اندکی برخوردار بودند و نفتی هم نداشتند و ناگزیر عمیقاً به واردات سوخت متکی شدند.

بحران نفتی

بحران نفتی ۱۹۷۳ - ۱۹۷۴ راجعاً به رمضان (یا جنگ یوم کیپور) بین اسرائیل و کشورهای عربی شتاب بخشید. سازمان کشورهای صادرکننده نفت (اوپک) که در آن زمان تحت سلطه کشورهای عربی بود، به حمایت غرب از اسرائیل اعتراض کرد و ناگهان بهای نفت را بالا برد. این تصمیم آثار فاحشی بر اقتصادهای صنعتی برجای نهاد: این کشورها ناگهان بی‌برندند که تا چه حد به نفت وارداتی وابسته شده‌اند. طی دهسال بعدی تلاشهای توانفرسایی در حوزه فنی و تکنیکی انجام دادند تا از وابستگی خود به نفت بکاهند و به منابع انرژی خود تنوع بخشند، هرچند که به همان میزان کوششهای سیاسی، و در مواردی نظامی، جدی نیز به عمل آمد که دسترسی به نفت خاورمیانه را ایمن سازند.

بحران نفتی، با بروز نخستین نشانه‌های جدی نگرانی در باب آثار زیست محیطی مصرف سوختهای فسیلی همزمان بود، هرچند که نگرانی عمده، همچنان که به وضوح تحت الشعاع بحران نفتی قرار داشت، در خصوص کمیابی سوخت بود. در نتیجه چیزی که «بحران نفتی» تلقی شد، به گستره‌ای از تکنولوژیهای جدید - از جمله کاربرد منابع انرژی طبیعی مانند باد و گرمای خورشید، که آنها را جمعاً منابع تجدیدپذیر^۱ می‌خوانند، زیرا، برخلاف سوختهای فسیلی، هرگز تمام نمی‌شوند - نگاهی دیگر انداخته شد. نیروی هسته‌ای، که تا جنگ دوم جهانی در غرب با شتاب کندی توسعه یافته بود، نیز رونق گرفت و دامنه گسترده‌ای، اما، تا اوایل دهه ۱۹۸۰ این الگو مستقر شده بود: بهای نفت به مقادیر واقعی افت کرده و گاز طبیعی به سوختی جدید و ارزان تبدیل شده بود. نیروی هسته‌ای راه گسترش می‌یمود، اما نه چندان شتابان که

1. renewable sources

هوادارانش انتظار می‌داشتند. مسائل و مشکلات اقتصادی و تکنیکی در راه پیشروی آنها اخلاص پدید آورده بودند. حادثه تری مایل آیلند^۱ در پنسیلوانیا در سال ۱۹۷۹ به طور مؤثری این پیشرفت را در ایالات متحده آمریکا متوقف کرد؛ سهم کل نیروی هسته‌ای در سطح جهان در حدود ۵ درصد انرژی اولیه نوسان می‌کرد، که تا ۱۹۹۰ به ۷٫۵ درصد رسید. فناوری انرژی تجدید پذیر هنوز هم دوران کودکی خود را طی می‌کرد، هر چند که یادآوری این نکته مهم است که سدهای برق آبی حدود ۲۰ درصد برق جهان را از یک نیروی تجدیدپذیر تولید می‌کنند، و در برخی کشورها (بخصوص برزیل و نروژ) نیروی آب بالاترین میزان ورودی برق به بخش‌های مصرفی را تأمین می‌کنند. اما، به طور کلی در اکثر کشورهای صنعتی زغال سنگ، نفت، و به طور فزاینده‌ای گاز، کماکان گزینه‌های مسلط باقی مانده‌اند.

مسائل و مشکلات زیست محیطی سربر می‌آورند

هر چند که در اوایل دهه ۱۹۷۰ مباحث و موضوعهای زیست محیطی برجسته شدند، اما برخی مسائل کلیدی در این حوزه قبلاً خود رانشان داده بودند. مثلاً، آلودگی زیست محیطی ناشی از سوزاندن زغال در نتیجه تأثیر یک رشته دودمه‌های فاجعه بار در دهه ۱۹۵۰ در بریتانیا به مرگ تعداد زیادی از مردم انجامید. بروز یک حادثه دودمه در لندن در دسامبر ۱۹۵۲ به مرگ حدود ۴۰۰۰ نفر در چند هفته بعد از این حادثه انجامید. یکی از واکنشها به این اتفاق عبارت بود از تصویب قانون هوای پاک^۲ سال ۱۹۵۶، که مصرف زغال سنگ در بخاری و اجاقهای باز در نواحی شهری را محدود می‌کرد. در جهت پراکندن گازها و دودهای گسلی از دودکشهای نیروگاهها و صنایع تلاش کردند ارتفاع لوله‌های دودکش را افزایش دهند. این چاره‌جویی با سدهای تکنیکی فقط تا یک جایی کارساز بود. هر چند که نتیجه آن از این قرار بود که برخی آلاینده‌های عمده به فواصل بسیار طولانیتری می‌رفتند و در آنجا کارسازی می‌کردند، مثلاً از لندن دور می‌شدند و براکوسیستم کشورهای اسکاندیناوی تأثیر می‌نهادند.

۱. Three Mile Island، جزیره ای در رودخانه ماسکونیتهتا، نزدیکی هاریسبورگ، پنسیلوانیا، که محل رآکتورهای هسته ای است که در ۲۸ مارس ۱۹۷۹ طی جدی ترین سانحه صنایع هسته ای تا آن زمان، دچار نقص شد. بر اثر ترکیبی از خطاهای انسانی و مکانیکی، آب ساختمان رآکتور رافرا گرفت، هسته رآکتور فوق داغ شد، که این اتفاق بر اثر ذوب شدن قسمتی از عناصر سوخت پیش آمد. و شانزده ساعت طول کشید تا وضعیت تحت کنترل درآمد. اندکی از گازهای پرتوزا در محیط رها شدند، اما به مردم آسیبی وارد نیامد.

همین مسائل درخصوص گازهای گسیلی از نیروگاههای واقع در جاهای دیگر جهان وجود داشت که، مثلاً، جنگلهای سیاه آلمان را تحت تأثیر قرارداد وبه آنها آسیب رساند. تادهه ۱۹۸۰، دیگر نمی‌شد براین مشکل چشم پوشید. در نتیجه اعتراض کشورهای اسکاندیناوی و مبارزات گروههای فعال هوادار حفاظت محیط زیست، نسبت به تأثیر مصرف سوختههای فسیلی نگرانیهای زیست محیطی دوباره سربرآورد. تا سال ۱۹۸۳، آلمان به تدوین برنامه حذف گسیل گاز سولفور دیوکسید از نیروگاهها مبادرت ورزیده بود، هرچند که برخی کشورهای دیگر مانند بریتانیا مدتها بعد به موضوع واکنش نشان دادند.

مسئله عمده باران اسیدی^۱ - پیامد گسیل گازهای اسیدی از نیروگاهها، عمدتاً ناشی از گوگرد موجود در زغال سنگ و نفت - بود. وقتی مقدار کم گوگرد در این سوختههای سوزد، به گاز سولفور دیوکسید تبدیل می‌شود، که می‌تواند در آب حل شود و اسید سولفوریک ضعیف تولید کند. این اسید که بر اثر باران رسوب می‌کند، می‌تواند به درختان آسیب وارد آورد و، بعد از انباشته شدن در دریاچهها، می‌تواند به حیات وحش و ماهیان لطمه وارد آورد. باران اسیدی به بناها و محصولات کشاورزی هم آسیب می‌رساند. افزون بر اینها، اکسیدهای نیتروژن می‌توانند بر اثر احتراق سوختههای فسیلی در نیروگاهها و از احتراق بنزین در اتومبیلها تولید شوند، و همان نقش را بازی خواهند کرد.

علی‌الاصول، گسیل گازهای اسیدی ناشی از احتراق سوختههای فسیلی را می‌توان نسبتاً آسان به کمک پالایه‌گذاری پالود، هرچند که این کار مستلزم صرف هزینه است. برعکس، برای حل مسائل و مشکلاتی که بعد از این پدیده ظهور کردند هیچگونه روش ترمیمی آشکاری وجود نداشت؛ و این مشکلات همانا گسیل گازهای گلخانه‌ای مانند کربن دیوکسیدند. کربن دیوکسید (CO_2) عبارت است از محصول بنیادی احتراق؛ به بیان ساده، سوختن یعنی مصرف اکسیژن از هوا برای تبدیل کربن سوختههای فسیلی به گاز کربن دیوکسید به اضافه گرما.

سوختههای فسیلی همان هیدروکربنها هستند؛ این مواد حاوی مقادیر متغیر هیدروژن و کربن‌اند. تمام سوختههای فسیلی در هنگام سوختن کربن دیوکسید تولید می‌کنند، اما بعضی از آنها مقدار بیشتری از این گاز پدید می‌آورد که به ساختمان شیمیایی آنها بستگی دارد. زغال سنگ دارای مقدار زیادی کربن خالص است، و بنابراین در هنگام سوختن عمدتاً فقط کربن دیوکسید و گرما تولید می‌کند. برعکس، متان (گاز طبیعی) از

1. acid rain

یک اتم کربن و چهار اتم هیدروژن تشکیل شده و در هنگام سوختن اکسیژن آن به آب تبدیل می‌شود، به طوری که نسبت کربن دیوکسید به گرمای تولید شده ناشی از سوختن این گاز، فرق می‌کند. در نتیجه، میزان کربن دیوکسید ناشی از احتراق گاز طبیعی، نسبت به احتراق زغال سنگ، به ازای تولید هر kwh گرما، حدود ۴۰ درصد کمتر است. برعکس، احتراق هیدروکربنهای پیچیده تری چون نفت، مقادیری بنیابینی کربن دیوکسید تولید می‌کند (جدول ۲ - ۲).

جدول ۲ - ۲ تولید کربن دیوکسید

سوخت هر کیلو گرم CO_2 به ازای هر گیگا ژول (GJ) گرما

سوخت	هر کیلو گرم CO_2 به ازای هر گیگا ژول (GJ) گرما
زغال سنگ	۱۲۰
نفت	۷۵
گاز طبیعی	۵۰

کربن دیوکسید را در نوشابه‌های گازدار به کار می‌برند: این گاز بدون طعم، بدون رنگ و از لحاظ شیمیایی غیر فعال است که فقط اندکی در آب حل می‌شود. همین خواص حذف و دفع آن را از گازهای گسیلی نیروگاهها یا اگزوز اتومبیلها دشوار می‌کند. در چارچوب نظری، می‌توانیم آن را از گازهای گسیلی نیروگاهها جدا و منجمد کنیم، که کربن دیوکسید جامد یا «یخ خشک» تولید می‌شود - که مستلزم صرف هزینه‌های هنگفتی است. از سوی دیگر، می‌توان این گاز را جمع‌آوری و ذخیره کرد، که این کار هم بسیار هزینه‌بر است. اما، عملاً، تنها راه واقعی اجتناب از گسیل کربن دیوکسید نسوزاندن سوخته‌های فسیلی است.

گرمایش جهانی

البته گرمایش جهانی یکی از مهمترین دلایلی است که اجتناب از تولید کربن دیوکسید را ضروری می‌کند. گازهایی چون کربن دیوکسید راه طبقات بالایی جو را در پیش می‌گیرند و به ورد سپهر (تروپوسفر) راه

می‌یابند و در آنجا به عنوان پرده ای در برابر نور خورشید عمل می‌کنند. آنها به پرتوهای خورشید اجازه عبور می‌دهند اما از خارج شدن مجدد تابش گرمایی از جو زمین جلوگیری می‌کنند؛ این همان کاری است که شیشه در گلخانه انجام می‌دهد. در نتیجه، گلخانه، که در اینجا کل کره زمین است، گرمتر می‌شود. چند درجه گرمایش جهانی در واقع حیات بخش است، برعکس، سیاره ما باید خیلی سرد باشد تا پشتیبانی از حیات را تأمین کند. اما، جرم عظیم گاز کربن دیوکسیدی که به داخل جو رها می‌کنیم به احتمال زیاد توازن طبیعت را برهم می‌زند.

وضعیت وقتی بسیار وخیم شده است که جنگلهای وسیعی در نقاط گوناگون جهان تراشیده شده است، و به این ترتیب یکی از «چاهکهای» مهم جذب کربن دیوکسید از بین رفته است، زیرا درختان برای رشد خود کربن دیوکسید را جذب می‌کنند. بازکاشت جنگل تأثیر حیات بخش دارد، اما چندین دهه طول می‌کشد تا جایگزین جنگلهای از دست رفته شود، مگر آن که در مقیاس وسیعی انجام شود، تا بتواند فقط نقش بسیار کوچکی در جذب مقادیر وسیع کربن دیوکسیدی بازی کند که هر ساله از نیروگاهها و اتومبیلها در فضا پراکنده می‌شود.

کربن دیوکسید تنها مقصر قضیه نیست. گازمتان، که به طور طبیعی از باتلاقها، گلهای گاو و سایر حیوانات نشخوارگر و نیز از فضولات انسانی تولید می‌شود، و نقش بس مهمی را در گرمایش جهانی بازی می‌کند - مولکول به مولکول، خیلی بیشتر از نقشی را دارد که کربن دیوکسید ایفا کرده است. گاز اوزون نیز در برهم کنشهای پیچیده داخل و ردسپهر نقش دارد، و بر شیوه جذب تابش خورشید تأثیر می‌گذارد.

اما، بهتر است در اینجا به این نکته توجه کنیم که اثر گلخانه ای با تخلیه اوزون ربطی ندارد و بین چیزهایی به نام «حفره‌های اوزون» در پوش سپهر (استراتوسفر)^۱ و اثر گلخانه ای نیز رابطه‌ای برقرار نیست. هر چند که اوزون در اثر گلخانه‌ای نقش بازی می‌کند، حفره‌های اوزون پدیده‌ای جداگانه‌اند - حاصل برهم کنشی شیمیایی بین مولکولهای CFC (کلروفلوئورو فسفر)^۲ که اوزون را، بخصوص در نواحی قطبی، تخریب می‌کنند، ترکیبات CFC مواد شیمیایی انسان ساخته‌اند که به عنوان گازهای ظاهراً بی‌اثر برای

1. tropospher

2. stratospher

3. Chlorofluorocarbon

مصارفی چون بسته‌بندی اسفنجی یا سردسازها، تولید شدند. این مواد به عنوان گازهای مولد فشاردر قوطی‌های افشانه (اسپری‌ها) نیز مصرف می‌شوند.

نتیجه تخلیه اوزون پوش کره ای (استراتوسفری) ناشی از رها شدن مولکولهای CFC، از این قرار است که طول موجهای خطرناک تابش خورشیدی می‌توانند به سطح زمین برسند و ممکن است سبب ابتلای آدمی به سرطان و لطمه رسیدن به رشد گیاهان شوند.

نتایج گرمایش جهانی، اگر درمقیاس چشمگیر و قابل اعتنایی اتفاق افتد، احتمالاً از اینها خیلی جدی‌ترند. باید به یاد داشته باشیم که عصر یخبندان فقط حاصل تغییر دمایی حدود 4°C در سطح کره زمین بود. گرمایش جهانی می‌تواند به ذوب شدن کلاهکهای یخی انجامد و این امر، در کنار آثار انبساط گرمایی آب دریاها، به بالآمدن سطح آب دریا ختم خواهد شد. گرمایش جهانی همچنین می‌تواند به گسیختگی در رشد محصولات کشاورزی به علت تغییر در الگوی اقلیمی هدایت شود. گرمایش جهانی صرفاً افزایش دما نیست: سامانه اقلیمی (آب و هوایی) آشفته و بی نظم خواهد شد، و توفانها و خشکسالی‌های بیشتری بروز خواهد کرد. جریانهای سیلابی در بعضی نقاط جهان، بخصوص در نواحی پست تر از سطح دریامانند هلند و بنگلادش، بسیار شدید می‌شوند که پیامد آن به خطر افتادن زندگی و حیات و از بین رفتن نواحی مسکونی و کشتکارها است. ممکن است برخی سرزمینهای پست، مثلاً در حوزه اقیانوس آرام، بکلی از بین بروند و نابود شوند.

نظر به این که اثر گرمایش جهانی بر حیات روی کره زمین می‌تواند بسیار فاحش باشد، شرکتهای بیمه در همه نقاط جهان از هم اکنون موضوع را بسیار جدی تلقی کرده‌اند. بعضی از آنها حتی اعلام می‌کنند که این آثار هم اکنون آغاز شده‌اند. اکثر دانشمندان هنوز هم آماده نشده‌اند در این مورد اظهار نظر قطعی بکنند، هر چند که برسر این که گرمایش جهانی احتمالی قوی است اتفاق نظر وجود دارد. مثلاً، همایش بین دولتی در باره تغییرات آب و هوا (IPCC)^۱، در بیانیه خود اظهار داشته است که، براساس اکثر مدل‌های حاوی آخرین اطلاعات، میانگین دمای جهانی تا سال ۲۱۰۰ احتمالاً بین 1°C تا 3.5°C افزایش خواهد یافت، که بهترین برآوردها 2°C است. این افزایش دما به بالآمدن سطح دریا در حد میانگین بین ۱۵ cm تا ۹۵ cm تا سال ۲۱۰۰ می‌انجامد، که بهترین برآورد ۵۰ cm است.^۲

1. Intergovernment Panel on Climate Change

2. IPCC, 1995

اما درباره این که دقیقاً چه اتفاقی دارد می‌افتد و احتمالاً چه اتفاقی افتاده، توافق نظر وجود ندارد، و بیشتر گمانه زنی کلی مطرح می‌شود. مسئله اینجاست که حدود ده‌ها سال طول خواهد کشید تا دامنه گرمایش جهانی برای اطمینان حاصل کردن از جزئیات آن شناخته شود، و پس از آن هم ممکن است برای بروز دادن واکنش مؤثر خیلی دیر شده باشد، مگر این که، هر جا که ممکن باشد، دیوارکشی کنیم و سد ببندیم. در واقع، اگر برخی پیش بینی‌های افراطی تر درست از آب دربیایند، این نوع پاسخها شدنی نیستند: مثلاً، می‌توان تصور کرد که اثر گلخانه‌ای «لگام گسیخته» شتابانتری می‌تواند رخ دهد، همان گونه که دریا‌هایی که گرم می‌شود نمی‌توانند کربن دیوکسید جذب کنند، و متان بیشتر از باتلاقهای روبه گسترش تولید می‌شوند.^۱

واکنش‌های سیاسی

در دهه ۱۹۹۰ دولتهای کشورهای سرتاسر جهان تهدید گرمایش جهانی و تغییرات آب و هوایی را هرچه جدی‌تر گرفتند، گرچه همه آنها هنوز هم آماده اتخاذ «اصل پیشگیرانه» نیستند؛ بنابراین اصل علی‌رغم فقدان شناخت علمی کامل نسبت به ابعاد مسئله، باید از هم اکنون اقدام لازم صورت پذیرد. اما، بعضی دولتها علی‌الاصول مایل‌اند آن خط مشی را اتخاذ کنند که «سیاست کمترین پشیمانی» نام دارد، یعنی حمایت از فعالیتهای توسعه و عمرانی که حتی اگر هم معلوم شود گرمایش جهانی چنان مشکل قابل توجهی نیست، عملی و مناسب باشد. نتیجه از این قرار خواهد بود که اقدامات نه چندان پر دامنه‌ای انجام گرفته باشد: در نشست زمین در ریودوژانیرو در ۱۹۹۲ توافقنامه‌ای تدوین و از سوی بیش از ۱۶۰ کشور حمایت شد که بنابر آن باید گسیل کربن دیوکسید در سال ۲۰۰۰ به سطح ۱۹۹۰ برگردد. متأسفانه، محتمل به نظر نمی‌رسد که همه این امضاکنندگان حتی به این هدف جزئی تثبیت میزان گسیل کربن دیوکسید دست یابند، و کشورهای مهمی چون ایالات متحده آمریکا و کشورهای نفت خیز عربی اصلاً از این ایده طرفداری هم نکرده‌اند. IPCC، با در نظر گرفتن همه شرایط، ضرورت کاهش خالص گسیل گازها تا ۶۰ درصد زیر سطوح ۱۹۹۰ را اعلام کرده است تا تغییرات اقلیمی ثابت بمانند.

با همه اینها، در یک کمیسیون پارلمانی آلمانی و طی محتویات گزارشی خطاب به وزیر محیط زیست هلند، با دیدگاهی افراطی تر ریشه‌ای تر، پیداست که بی‌برده‌اند برای محدود کردن افزایش دمای جهانی

1. Legget, 1991

به 2°C ، کشورهای صنعتی چون آلمان و بریتانیا، باید گسیل CO_2 خود را تا ۲۰۳۰ تا ۷۲ درصد و تا سال ۲۰۵۰ به اندازه ۸۵ تا ۹۰ درصد کاهش دهند. این کاهش برآوردهای رشد جمعیت و نیازهای توسعه اساسی جهان سوم را منعکس می‌کند و براین فرض استوار است که سنگینی عمده کاهش CO_2 بر دوش کشورهای غنی می‌افتد، که تا امروز در تولید کربن بیشترین سهم را داشته‌اند.^۱

اشکار است که پیش از آن که جامعه جهانی به فکر این شرایط بیفتند، راه‌هایی برای حل مسئله وجود دارد. در حال حاضر بلند پروازانه ترین طرح پیشنهاد، از جانب ائتلاف کشورهای جزیره ای پست که از امکان بالا آمدن سطح دریا در معرض بالاترین خطرند مطرح شده، و آن عبارت است از ۲۰ درصد کاهش گسیل گازها تا سال ۲۰۰۵، که این پیشنهاد هم هنوز حمایت جهانگستری کسب نکرده است.

جانسینهای تکنیکی و فنی سوختهای فسیلی

به هر حال برگشت به ایده استفاده از نیروی هسته‌ای هوادارانی داشته است - زیرا نیروگاههای هسته‌ای هیچ گونه گاز کربن دیوکسیدی تولید نمی‌کنند. به طوری که بعداً بحث خواهیم کرد، مقیاس گسترش هسته‌ای که تأثیر چشمگیری داشته باشد باید خیلی بزرگ باشد، و پیش آمدن این اتفاق ناممکن به نظر می‌رسد. هرچند بعضی کشورها، مانند فرانسه، ژاپن، چین و کره جنوبی، کماکان مشتاق گسترش نیروگاههای هسته‌ای‌اند، در اکثر نقاط جهان نیروی هسته‌ای را گزینه‌ای شکست خورده، یا دست کم متوقف، تلقی می‌کنند. مسئله تاحدودی اقتصادی بوده است. «بحران انرژی» پیش بینی شده در نیمه دهه ۱۹۷۰ تحقق نیافت: بهای سوخت فسیلی متعاقب آن افت کرد و نیروی هسته‌ای نتوانست به رقابت با آن بپردازد. گسترش نیروگاههای هسته‌ای نیز نتوانست در بسیاری از کشورها، به علت مخالفت همگانی، از پشتیبانی سیاسی برخوردار شود.

به طوری که در کادر توضیح داده می‌شود، دهه ۱۹۷۰ شاهد آغاز اعتراضها به نیروی هسته‌ای از جانب گروههای زیست محیطی بود، که در درجه اول بر پایه نگرانیهای مردم نسبت به ایمنی و بی خطری آنها استوار بود. از دیده بعضی مردم، این نگرانیها را موج سوانح هسته‌ای - مثلاً، در تری مایل آیلند واقع در ایالات متحده آمریکا و چرنوبیل در اوکراین (شوروی سابق) - تأیید می‌کرد و به آن دامن می‌زد. مخالفت همگانی

1. Deutsche Bundestag, 1991; Krause et al, 1989.

در سرتاسر جهان صنعتی، که بعضی از آنها ستیزه جویانه و با آشوب همراه بودند، به ممنوعیت یا کند کردن روند برنامه‌های هسته‌ای می‌انجامید و در بعضی از کشورها مانند دانمارک به این تصمیم‌گیری منجر شد که حتی تلاش کنند گام برداشتن در راه ایجاد نیروگاه‌های هسته‌ای را به توقف وادارند.

بنا بر شکل ۲-۱، بعد از سانحه تری‌مایل‌آیلند در ایالات متحده در ۱۹۷۹، حمایت از نیروی هسته‌ای در بریتانیا به نحو فاحشی افت کرد، و این افت بعد از سانحه چرونیل در ۱۹۸۶، حتی شدیدتر و پرمخامنه‌تر هم شد. در نتیجه، روی آوردن به بهره‌گیری از نیروی هسته‌ای بعد از رونقی مختصر به نحو فاحشی تحلیل رفت، در حالی که مخالفت با آن کماکان روبه‌گسترش و رشد است. در سال ۱۹۹۱، هفتاد و هشت درصد از مردم بریتانیا که مؤسسه نظر سنجی گالوپ با آنها مصاحبه کرده بود، یا می‌خواستند که «نیروگاه هسته‌ای بیشتری بنا نشود»، یا این که استفاده از نیروی هسته‌ای متوقف شود.

کادرا

مخالفت با نیروی هسته‌ای

در اینجا فقط خوب است یادآوری کنیم که مخالفت با نیروی هسته‌ای چقدر قوی بوده است. این مخالفت وقتی کاملاً آشکار شد که برنامه‌های ساخت نیروگاه هسته‌ای، در پی بحران نفتی سالهای ۱۹۷۳ - ۱۹۷۴، در سرتاسر جهان روبه‌گسترش نهاد. در ایالات متحده آمریکا تظاهرات عظیمی در مقابل نیروگاه‌های هسته‌ای برگزار شد؛ مثلاً، در ماه مه ۱۹۷۷ در مکان پیشنهادی برای استقرار راکتور در سیبروک واقع در نیوهمپشایر، ۱۴۰۰ نفر دست به اعتراض زدند. این اقدامات بدون خشونت بودند، اما در اروپا تظاهرات پرمخامنه و خشونت باری قوی به وقوع پیوست؛ مثلاً، در نوامبر ۱۹۷۶، سی هزار نفر تظاهرات صلح آمیزی را بر علیه برنامه ریزی نصب یک راکتور در بروک دورف آلمان ترتیب دادند. حدود ۳۰۰۰ نفر تلاش کردند آن مکان را اشغال کنند و برخوردهای خشونت آمیزی با پلیس روی داد که با استفاده از اتومبیل‌های آب پاش، شلیک گاز اشک آور و باتون‌های برقی تلاش می‌کرد نظم را برقرار کنند. کشمکش‌های مشابهی نیز در مارس ۱۹۷۷ در گروند - نزدیکی هاملین - روی داد. در ژوئیه ۱۹۷۷، در خلال تظاهراتی عظیم بر علیه راکتور زاینده سریع، پیش نمونه فرانسوی در ملویل، ۶۰۰۰۰ نفر شرکت کردند، و یک نفر در این میان کشته شد.

باهمه اینها تظاهرات ادامه یافت: در سپتامبر ۱۹۶۶، حدود ۶۰۰۰۰ نفر از مردم در جایگاه پیشنهادی برای نصب راکتور زاینده سریع در کالکار آلمان شرکت جستند و در همان ماه ۱۰۰/۰۰۰ نفر اسپانیایی به جنبشی اعتراضی در ساراگوزا پیوستند. در همان حال ۶۰۰۰۰۰ نفر در تظاهراتی بر علیه برنامه‌های نصب یک راکتور در لمونیز شرکت کردند (Elliot, 1978).

البته، باید از برخی اعتراضها به عنوان نتایج جاروجنجالهای حاکمیت ستیز در میان یک جنبش ناگهانی وزود گذر، قطع امید کرد. اما، مخالفت با نیروی هسته‌ای کاملاً از صورت حوادث جنبی وحاشیه‌ای درآمده و گسترش یافته است. مثلاً، در دهه ۱۹۸۰ در بریتانیا، که برای یافتن جایگاه دفن پسماندهای هسته‌ای سطح پایین تلاش می‌کردند با راه بن‌دان کشاورزان محلی و مخالفت خشن از جانب ساکنان، حتی در بخشهای محافظه کار کشور، مواجه شدند (Blowers & Lowry 1991).

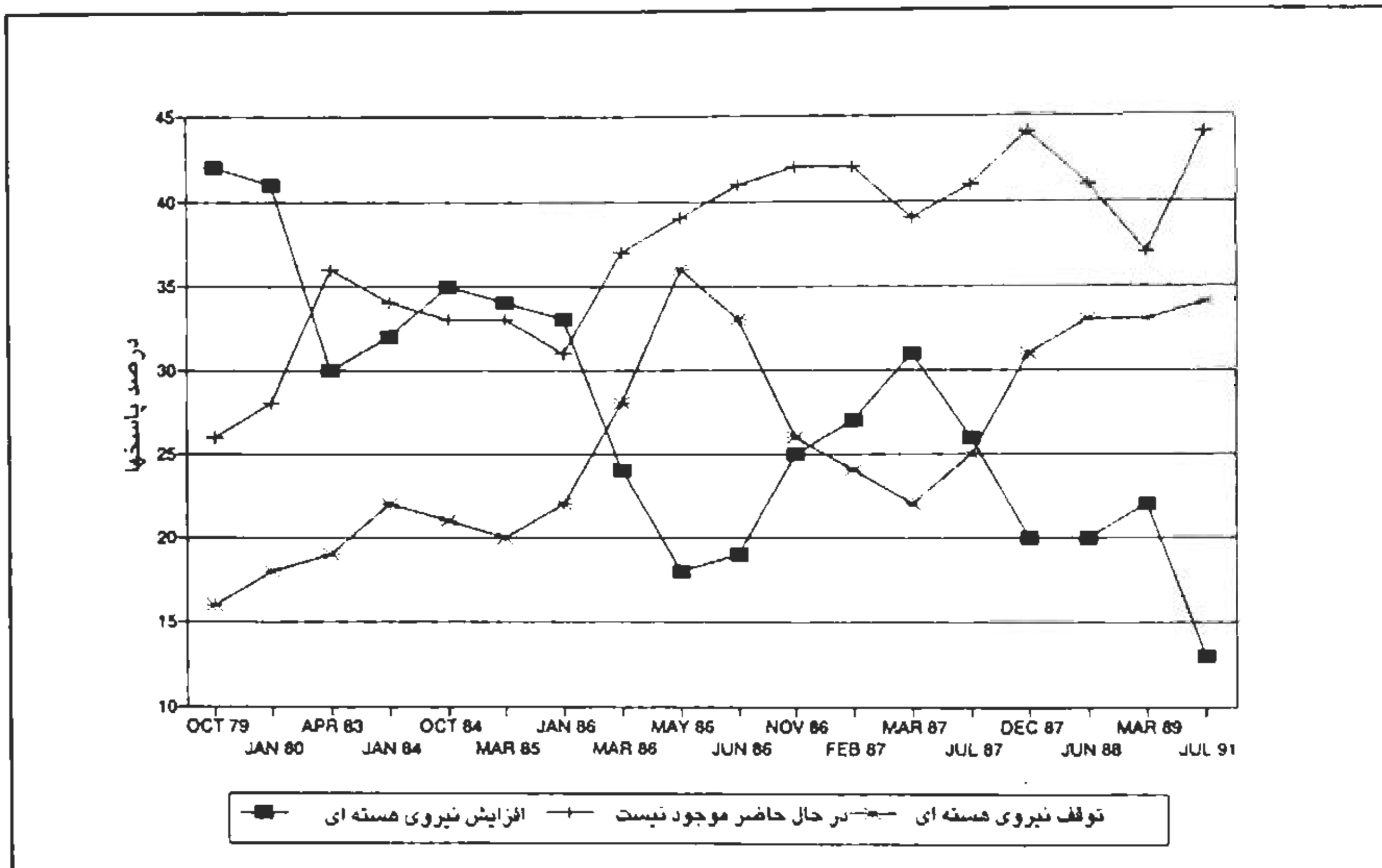
مخالفت همگانی در این مقیاس آشکارا بر تصمیم‌گیری راجع به نیروی هسته‌ای تأثیر نهاده، و دولت‌ها از عدم محبوبیت این اقدام بخوبی آگاهند. به بیان کلی‌تر، فشار هواداران محیط زیست در مورد موضوعهای ایمنی بهای نیروی هسته‌ای رابالاً برده است و این امر، توأم با سطح نسبتاً پایین بهای سوخت‌های فسیلی، اقتصاد این صنعت را بیش از پیش فرسوده و تضعیف کرده است. این روندها، در کنار گسیختگی شرکتهای هسته‌ای که دولت بریتانیا بودجه آنها را تأمین می‌کردند و اوضاع و احوال اقتصادی سفت و سخت تر ایالات متحده آمریکا، عملاً امید به گسترش نیروی هسته‌ای در آینده را از بین برده است. به طور کلی، بنابر نظر هواداران نیروی هسته‌ای، تا سال ۲۰۰۰، در بهترین حالت، این نیرو هفت درصد انرژی اولیه جهان را تأمین خواهد کرد.^۱

چشم‌اندازهای دراز مدت تر نیروی هسته‌ای ناروشن و مبهم‌اند. راکتورهای شکافت^۲ سوختی (اورانیم) را مصرف می‌کنند که، هر چند هنوز هم نسبتاً فراوان‌اند، تا بینهایت در دسترس نخواهد بود؛ راکتورهای زاینده سریع، که عملاً عمر دسترس پذیری سوخت را دراز می‌کند، هم از لحاظ اقتصادی به صرفه نیست و هم این که از لحاظ خطرهایی که برای سلامتی آدمی و امنیت جامعه دارند، با مشکلات زیادی مواجه‌اند.

1. Maisseu and Delanoë, 1995

2. Fission reactors

سرانجام، گداخت (همجوشی) هسته‌ای یک امکان دراز مدت باقی می‌گذارد اما، به طوری که بعداً خواهیم دید، حتی اگر این تکنولوژی بتواند تکمیل شود، مسائل و مشکلات ویژه خود را نیز داراست.



شکل ۲ - ۱. نگرش همگانی درباره نیروی هسته‌ای در بریتانیا: ۱۹۷۹ - ۱۹۹۱

گزینه‌های انرژی جایگزین

به نظر بسیاری از هواداران محیط زیست، به جای تلاش در راه ایجاد خورشیدهای مصنوعی کوچک بر روی زمین در قالب راکتورهای گداخت، بهره برداری از انرژی گداخت هسته‌ای که خورشید هم اکنون تولید می‌کند و به صورت آفتاب به ما می‌رسد، درخور اعتماد تر است. از زمان بحران انرژی ۱۹۷۳-۱۹۷۴، تحقیقات در زمینه نیروی خورشیدی و سایر شکلهای انرژی تجدیدپذیر گسترش یافته است و به استقرار برخی دستگاهها و آرایه‌های نسبتاً بزرگ مقیاس منجر می‌شود. مثلاً در سال ۱۹۹۵ حدود ۴٫۵ گیگاوات ظرفیت تولیدی توربین باد نصب شده در سطح جهان بود.

به طوری که قبلاً گفته ایم، اصطلاح انرژی تجدید پذیر برای بیان این نکته به کار می‌رود که این منابع انرژی طبیعی (مثلاً، نور خورشید، باد، امواج و کشند) را نمی‌توان تا ذره آخر مصرف کرد - برخلاف سوختهای فسیلی یا هسته‌ای بر پایه ذخایر محدود استوار نیستند بلکه در طبیعت دوباره احیا و تمدید می‌شوند. با همه اینها،

به طوری که در فصل‌های آتی صحبت خواهیم کرد، در بهره‌گیری از آنچه که به طور کلی منابع انرژی پراکنده‌تر و گاهی ادواری و متناوب‌اند، مشکلات و مسائلی وجود دارد. با این همه، فناوری تبدیل انرژی تجدیدپذیر شتابان در حال پیشرفت است و اگر چه انرژی‌های تجدید پذیر در حال حاضر در تأمین انرژی کلی جهان سهم نسبتاً ناچیزی دارند، در درازمدت بسیار نوید بخش به نظر می‌رسند. مثلاً، شورای انرژی جهانی بر آورد کرده است که، در صورت برخورداری از حمایت‌های ضروری، انرژی‌های تجدیدپذیر می‌توانند تا سال ۲۰۲۰ تا ۳۰ درصد و شاید تا سال ۲۱۰۰ تا ۵۰ درصد انرژی جهان را تأمین کنند.^۱ برای مقایسه، بنابر مطالعه‌ای که برای صلح سبز انجام شده، در صورتی که انرژی‌های تجدیدپذیر به نحو درستی فراهم آیند، عملاً تا سال ۲۱۰۰ تقریباً صد درصد انرژی لازم را تأمین می‌کنند.^۲

صرفه‌جویی در مصرف انرژی نیز به همین ترتیب نوید بخش است اما بازم در بسیاری کشورها حاشیه‌ای و محل مناقشه است. در بسیاری از بخشها از طریق اتخاذ تدابیر نسبتاً کم هزینه، صرفه جویی ۵۰ تا ۷۰ درصدی در انرژی مقدور است؛ با همه اینها انگیزه سرمایه گذاری در صرفه جویی انرژی به طور کلی بسیار کمتر از صرفه جویی در سرمایه گذاری در گزینه‌های تأمین انرژی جدید است.

واضح است که در هر دو مورد انرژی تجدیدپذیر و صرفه جویی در انرژی، در صورتی که مسئله گرمایش جهانی واقعاً آنقدر مهم است که بسیاری از مردم باور دارند، نیاز به راه و روش و رویکرد مؤثر تری ضروری به نظر می‌رسد.

برخی دولت‌ها برای ارتقای دامنه رویکرد به انرژی‌های تجدید پذیر و صرفه جویی انرژی از طریق پرداخت کمک‌های بلاعوض، یارانه و سایر انگیزه‌های مالی به تلاشهایی در این زمینه دست زده‌اند. کمیسیون اروپایی برای وضع مالیات بر کربن که به منزله جریمه مصرف سوخت فسیلی است و ایجاد انرژی جایگزین را برمی‌انگیزد، نیز پیشنهادهایی ارائه داده است. در عین حال، حمایت از برخی فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر و تکنیک‌های صرفه جویی انرژی تحت تأثیر فشارهای بازار رسمی آغاز شده است، زیرا این فناوریها و تکنیکها از لحاظ اقتصادی در برخی شرایط جاذبه دارند. اما، همه کس هم متقاعد نمی‌شود که مسئله ایجاد یک سیستم انرژی پایدار می‌تواند مشکل فناوری را فقط به زور پول، با تحمیل مالیات‌های گزاف یا سپردن کل آن

1. World Energy Council, 1994

2. Green peace, 1993

به بازار، حل و فصل کند. این استدلال ارائه می‌شود که، هر چیز مورد نیاز یک راهبرد سرتاسری برای هدایت پیشرفتهای انرژی نیاز است.

دریافته دوم این کتاب برخی گزینه‌های فنی را مرور می‌کنیم. برای مهیا کردن زمینه، در فصل ۳ تلاش می‌کنیم که برخی معیارهای اساسی برای یک سیستم انرژی پایدار به عنوان راهنمایی برای آینده، با یاری جستن از بحثهایی که تا اینجا کرده ایم، فراهم آوریم. به این اعتبار می‌توانیم با یکی از راههای ارزشیابی گزینه‌های گوناگون انرژی تجهیز شویم.

جمع‌بندی

- احتراق سوخته‌های فسیلی مسائل و مشکلات زیست محیطی جهانی عمده‌ای، که چشمگیرترین آنها گرمایش جهانی است، پدید می‌آورد.
- فناوریهای جانشینی وجود دارند که می‌توانند برخی از این مسائل را حل و فصل کنند.
- نیروی هسته‌ای را بعضی افراد یک امکان تلقی می‌کنند، اما با معضلات اقتصادی توأم است و مخالفت همگانی جهانگستر برپایه نگرانیها درباره سلامتی مردم، با آن صورت گرفته است.
- هرچند که فناوری انرژی تجدید پذیر مشکلات و مسائل خاص خود را دارد، در صورت توأم شدن با صرفه جویی انرژی، می‌تواند راه حل بهتری باشد.
- باید از برخی معیارها برخوردار باشیم تا برای ارزشیابی و انتخاب از میان گزینه‌های گوناگون انرژی، به ماکمک کنند.

برای مطالعه بیشتر

جزوه واحد درسی محیط زیست دانشگاه آزاد انگلستان :

Energy, Resources and Environment, J. Blunden and . Reddish [eds], co published by Hodder and stought in 1991. .

در مطالب این کتاب در سال ۱۹۹۶ تجدید نظر به عمل آمده، و حاوی پیشگفتاری تابناک درباره مفاهیم

انرژی و مسائل زیست محیطی مرتبط با انرژی است. کتاب Janet Ramage تحت عنوان

Energy – A Guidebook (1997, Oxford university press, oxford)

یکی از مفیدترین مقدمه‌های عمومی به مطالعات انرژی است.

برای دستیابی به یک تاریخچه جالب مصرف انرژی در جهان در طول قرن‌ها، ر.ک.:

Jean – Claud Deheir, Jean – Paul Deleage and Daniel Hemery,
*in the Servitude of Power :Energy and Civili zation through the
Ages* (1991,Zed Books,London and New Jersey)

نویسندگان در زمینه گرمایش جهانی و تغییرات اقلیمی فراوان است، که از نوشته‌هایی فنی و تحلیلی تا چشم‌انداز را دربر می‌گیرند. گزارش ۱۹۹۲ مؤسسه IPCC حاوی تحلیل جزئیات موضوع و برخی سیاست‌گذاری‌های پیشنهادی برای پرداختن به این مبحث است؛ گزارش دیگری از IPCC در ۱۹۹۵ منتشر شد. احتمالاً مفیدترین متن عمومی در این حوزه این کتاب است:

John Houghton's *Global Warming :The Complete Briefing*
(1994,Lion,Oxford).

یکی از متون به روز در مورد اوضاع راهبردی، این کتاب است:

Mike Grubb and Dean Anderson,*The Emerging International Regime
for Climate change :Structures and options After Berlin*
(1995,Brookings Institution, Washington DC/Royal International
Institute for International Affairs,London).

اگر می‌خواهید در زمینه مذاکرات و گفتگوهای گوناگون پیرامون گرمایش جهانی، گسیل گازها و مانند آنها که در جریان اند، اطلاعاتی روزآمد داشته باشید، می‌توانید نشریه *Earth negotiation Bulletin* را مشترک شوید، که ویراستی از آن از طریق شبکه جهانی گستر (وب) در کامپیوتر بانسانی <http://www.iisd.ca/Linkages/> در دسترس است.

برخی مسائل اساسی زیست‌محیطی که جهان با آنها روبه‌روست، مانند تغییرات اقلیمی به صورتی تخصصی تر و جامع‌تر در کتابهای دیگری از سری همین کتاب حاضر قابل دسترسی است.

1950

1951

1952

1953

1954
1955
1956
1957
1958
1959
1960
1961
1962
1963
1964
1965
1966
1967
1968
1969
1970
1971
1972
1973
1974
1975
1976
1977
1978
1979
1980
1981
1982
1983
1984
1985
1986
1987
1988
1989
1990
1991
1992
1993
1994
1995
1996
1997
1998
1999
2000
2001
2002
2003
2004
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022
2023
2024
2025

فصل ۳

فناوری پایدار

✓ منابع انرژی

✓ کارایی در مصرف نهایی

✓ جریانهای گاز طبیعی

✓ آثار زیست محیطی

✓ محدودیتهای انرژی

تمام فناوریهای [تولید و مصرف] انرژی آثاری زیست محیطی دارند. در این فصل، برای کمک کردن به فرایند گزینش فناوریهایی که برای آینده پایدار بسیار مهم خواهند بود مجموعه معیارهای زیست محیطی و رهنمودهای راهبردی را مطرح می‌کنیم. اینها به آثار محلی خاص و نیز محدودیتهای سراسری منابع انرژی مربوط می‌شوند. هفت معیاری که عنوان خواهد شد بنیان اکثر تحلیلهای بعدی این کتاب را تشکیل می‌دهند.

معیارهای پایداری

به طوری که مشاهده کرده‌ایم، گستره‌ای از مسائل زیست محیطی و مشکلات مرتبط با منابع تاکنون، از کاربرد تکنولوژی انرژی سر برآورده‌اند. مرور این موضوعها بر برخی معیارهای اساسی به فناوری‌هایی دلالت کرده‌اند که از این مشکلات اجتناب می‌ورزند یا آنها را به حداقل می‌رسانند.

فرض کنیم هدف «تکنیکی» ما عبارت است از طراحی کردن مجموعه‌ای فناوریهای انرژی که بتوانند نیازهای آدمی را برشالوده‌ای نامتناهی بدون ایجاد آثار زیست محیطی برگشت ناپذیر، تأمین کنند. از این تعریف ساده نیاز فنی و تکنیکی، آشکار می‌شود که این فناوریها نباید سوختهایی مصرف کنند که ته بکشند و تمام شوند. این نخستین معیار است، که نه به آثار و پیامدهای زیست محیطی، بلکه به ذخایر و دسترس پذیری منابع ارتباط پیدامی‌کند. برای این که به معنا و مفهوم عملی این معیار پی ببریم، لازم است نسبت به این که چه ذخایر سوخت و منابع انرژی‌ای قابل دسترسی‌اند، ایده‌ای در ذهن خود داشته باشیم.

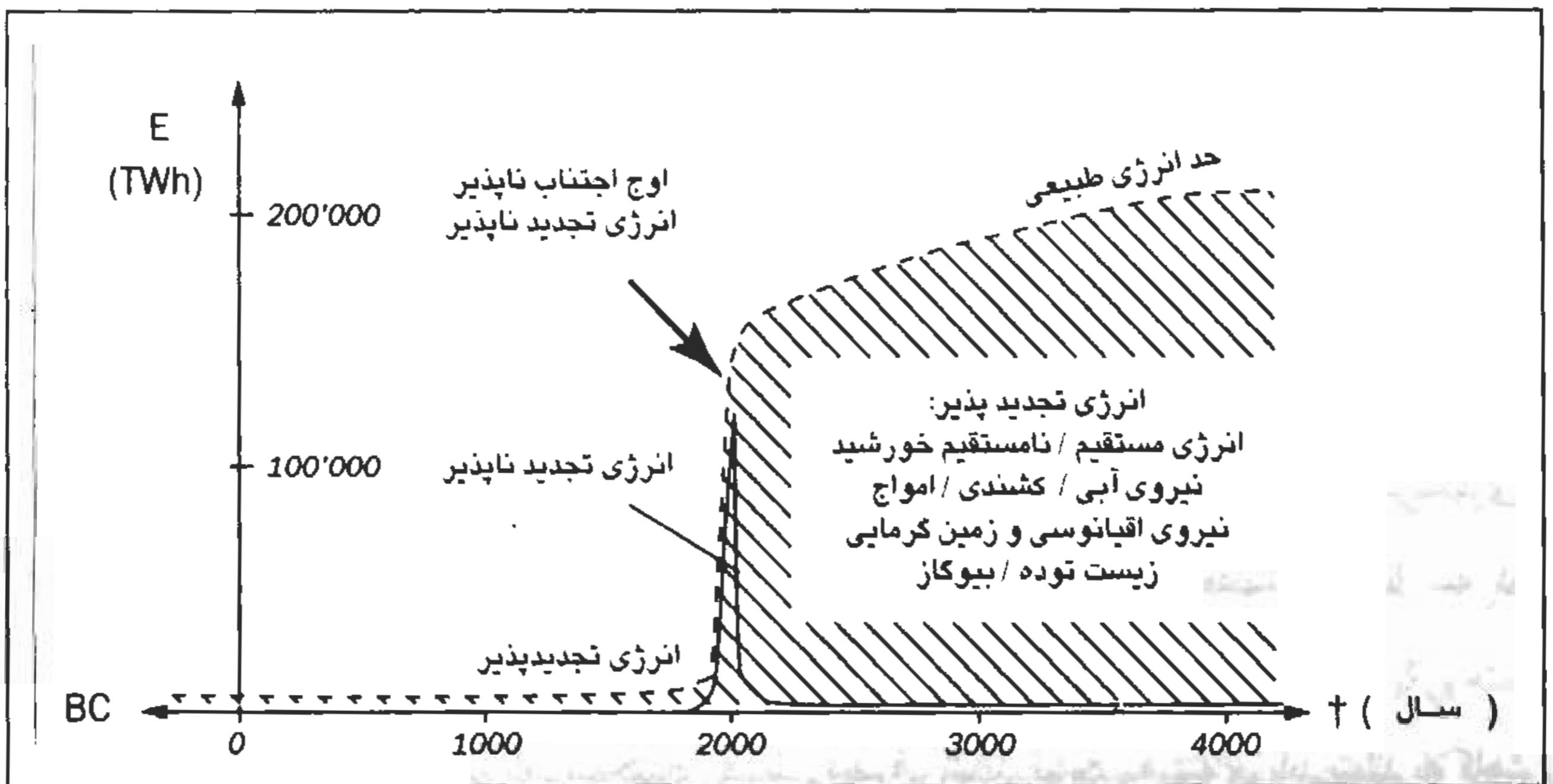
ذخایر

مسائل مربوط به منابع انرژی و ذخایر سوخت آشکارا برای هرگونه سامانه انرژی پایداری، اهمیت محوری و حیاتی دارند: باید بشود به دسترسی مداوم به منبع انرژی اتکا کرد. پذیرفتن مصرف سوختهایی فسیلی در این فاصله منطقی است، در حالی که منابع جایگزین ظهور می‌کنند و به وجود می‌آیند، سوختهایی فسیلی گزینه‌های دراز مدت به شمار نمی‌آیند.

ذخایر نفت و گاز جهانی قابل استفاده به دقت شناسایی نشده‌اند و شناختن دقیق آنها به بهایی بستگی دارد که مصرف کنندگان می‌خواهند بابت آن بپردازند و به آهنگ مصرف بستگی دارد، اما قطعاً چند دهه‌ای بیش نخواهد پایید که دسترسی به ذخایر کلیدی گران و پرهزینه خواهد شد. ذخایر زغال سنگ مدت طولانی تری، حدود دویست سال یا بیشتر، دوام می‌آورند.

به طوری که در فصل ۵ خواهیم دید، راهی طولانی مانده است تا گداخت (همجوشی) هسته‌ای به گزینه‌ای شدنی و عملی تبدیل شود، اما این منبع احتمالاً باید برای مدتهای طولانی تر انرژی مورد نیاز بشر را تأمین کند. از این رو باید به سوی راکتوهای زاینده سریع (تند) تغییر جهت داده شود که این خود می‌تواند،

عملاً، ذخایر اورانیم جهان را به مصرف برساند. اما، دسترسی جهانی به نوعی از اورانیم مصرفی در راکتورهای هسته‌ای مرسوم و متداول، بسته به آهنگ مصرف، شاید به صدها سال محدود شود. در حال حاضر در مقیاس مدت زمانی روزمره، این زمانها نسبتاً طولانی‌اند، هر چند که بر حسب تاریخچه حیات بشر بر کره زمین بسی کوتاه و بر حسب فرایند زمین شناختی انباشته شدن ذخایر فسیلی بسی کوتاهتر هم هست. در شکل ۱-۳، گوستاو گراب، تحلیلگر انرژی، عصر سوخت فسیلی را در چشم‌اندازی گسترده‌تر قرار می‌دهد. وی این عصر را به عنوان یک «گذار» کوتاه مدت می‌نگرد که طی آن سوختها ته می‌کشند و یا نگرانیهای زیست محیطی بروز می‌کنند، در حالی که این عصر باید با تغییر جهت به سوی فناوری انرژی تجدید پذیر، با بهره‌گیری از جریانهای انرژی طبیعی، پی گرفته شود. فناوری هسته‌ای، چه شکافت و چه گداخت، در این مقیاس زمانی طولانی به عنوان فناوری مناسبی دیده نمی‌شود؛ از دیدگاه گراب، انرژیهای تجدیدپذیر تنها منابع دراز مدت مهم و نامتناهی به شمار می‌آیند.^۱



شکل ۱-۳ دیدگاه گوستاو گراب به الگوهای دراز مدت تامین انرژی جهانی

اما، حتی در خوشبینانه‌ترین سناریو، تغییر جهت به سوی انرژیهای تجدیدپذیر دست کم یک قرن طول می‌کشد، از این رو احتمالاً در تأمین سوختهای فسیلی و هسته‌ای (دست کم، درغیاب راکتور زاینده) در فاصله‌ای زمانی تاوقتی که منابع تجدیدپذیر بتوانند فراگیر و همه جا دسترس پذیر شوند، مشکلاتی وجود خواهد داشت. آن طور که در فصل ۵ خواهیم دید، حتی اگر این منابع بتوانند به نحو موفقیت آمیزی ایجاد

شوند، نامتحمل به نظر می‌رسد که گداخت هسته‌ای در خلال مدت کمبودهای منابع انرژی، بتواند سهم چشمگیری ایفا کند. فقط در زمینه بهره برداری سوخت‌های فسیلی باقی مانده از منابع زیر زمینی حتی الامکان کارآمدی به دست می‌آید.

بنابراین، معیار دوم، معیار و محکی راهبردی است: کارایی تولید و مصرف انرژی باید حتی الامکان، طی یک دوره، بهبود یابد، در حالی که منابع جدید به طور کامل ایجاد شوند.

صرفه جویی در مصرف انرژی، یا بیشتر تولید کردن آن؟

بنابر استدلال برخی هواداران صرفه جویی انرژی، از طریق صرفه جویی کردن در مصرف انرژی در نقطه مصرفی که جنبه تأمین انرژی کم و بیش نامناسب می‌شود، دست کم در کوتاه و میان مدت، می‌توان به این صرفه جویی دست یافت. در برخی از بخشها صحبت از صرفه جویی‌هایی تا ۹۰ درصد یا بیشتر است.

بی‌گمان، اگر بتوان به این میزان صرفه جویی رسید تصور این نکته بسی آسانتر است که تأمین مقدار کم باقی مانده از منابع تجدیدپذیر، یا حتی از منابع فسیلی و یا هسته‌ای، در حالی که قسمت عمده آنها تخلیه شده‌اند، میسر است. اما، واقعیت از این قرار است که زمانی طولانی لازم است که به این میزان صرفه جویی برسیم. بنابر تحلیل‌های همایش بین دولتی درباره تغییرات آب و هوا (IPCC)، در بهترین حالت، اگر کارآمدترین وسیله‌های مصرف انرژی کنونی را بتوان در هر بخش «مصرف نهایی» وارد کرد، دستیابی به بهره‌های کارایی ۵۰ تا ۶۰ درصد در انرژی کل شدنی است. هر چند که IPCC اظهار می‌دارد که در بسیاری از قسمتهای جهان می‌توان به این رقم رسید، اما مقیاس زمانی نیل به این مقصد رادو تا سه دهه می‌دانند.^۱

در خلال این مدت هنوز هم باید سوخت‌های فسیلی مصرف شوند. نیروی هسته‌ای باید بتواند به کاهش مقداری از گسیل کربن دی‌اکسید در خلال این مدت کمک کند، اما نامتحمل به نظر می‌رسد که به اندازه کافی گسترش یابد تا نقشی خیلی چشمگیر بازی کند.

در نتیجه، تا سرمایه گذاری در امر انرژیهای تجدید پذیر صورت نگیرد، تمام صرفه جویی انرژی عبارت است از به تأخیر انداختن زمانی که سوخت‌های فسیلی سوخته و تمام شده‌اند. درست آخر هم تمامی کربن دی‌اکسید

1. IPCC, 1995.

هنوز هم در داخل جوهرها می‌شود، گیریم باشتاب و آهنگی آهسته تر. اگر بشود آهنگ رها شدن کربن دیوکسید را به نحو فاحشی کاهش داد، البته در این صورت می‌شود اثر گرمایش جهانی را محدود کرد اما، به نحوی که دیده‌ایم، صرفه جویی انرژی بخودی خود بعید است که بتواند در مقیاس زمانی ضروری به این هدف برسد.

مصرف کارآمد انرژی

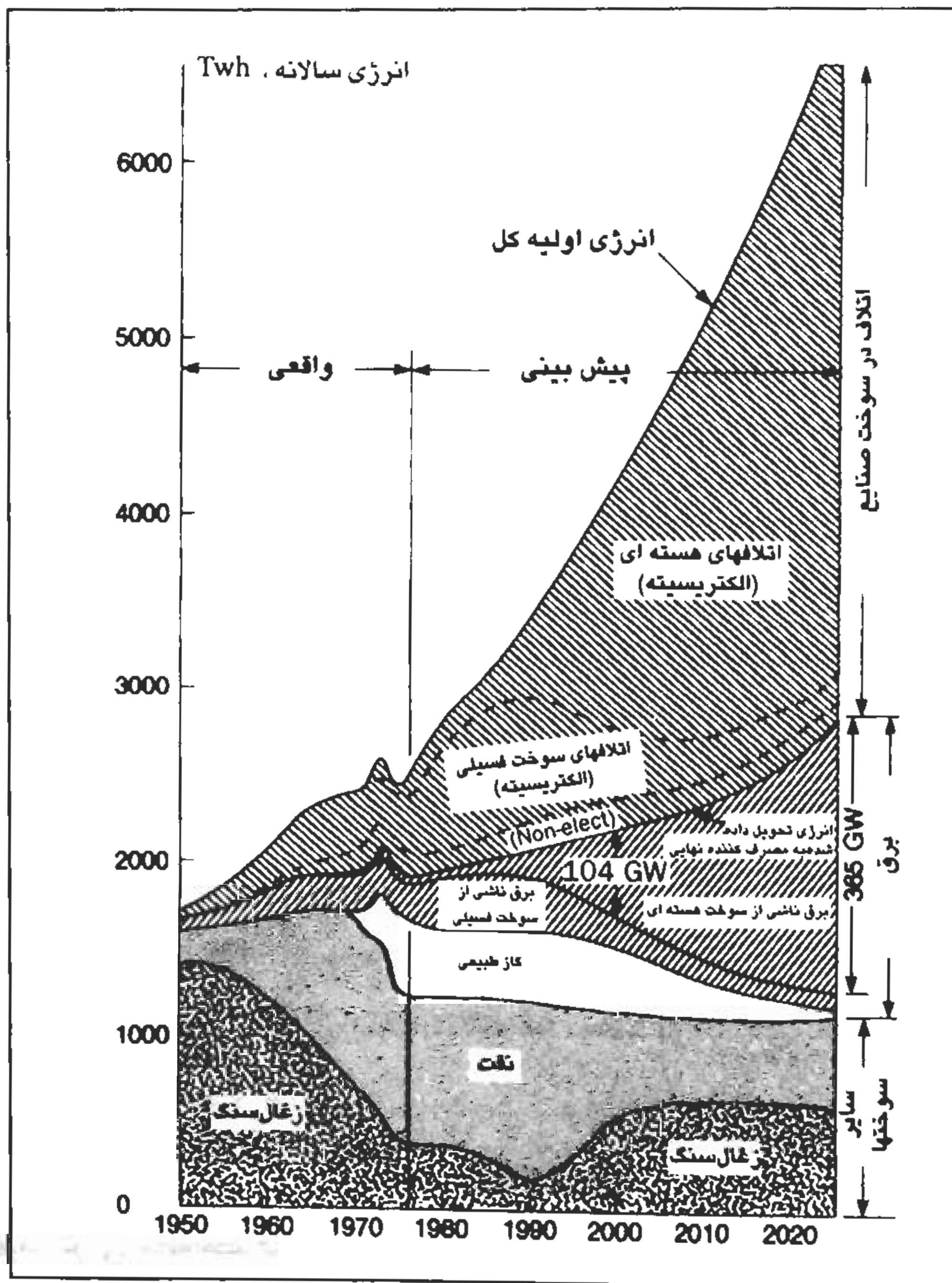
هرچند در چیزی که می‌توان به تنهایی از طریق معیارهای صرفه‌جویی انرژی به‌اندست یافت، محدودیت‌هایی وجود دارد، باهمه اینها بهبود بخشیدن کارایی مصرف سوخت، به عنوان جزئی از راهبردی گسترده تر برای رسیدن به سیستم عرضه و تقاضای انرژی پایدار، حیاتی و مبرم است. این امر بخصوص وقتی آشکار می‌شود که به شیوه تولید انرژی که تاکنون اجرا شده، نگاهی بیندازیم.

در طول تاریخ، سوختها نسبتاً ارزان و فراوان بوده‌اند و از این رو کارایی کلی تبدیل آنها به انرژی چندان موضوع جالب توجهی نبوده است. بعد از جنگ جهانی دوم نیروگاههای عظیمی در غرب ساخته شد که نسبت به نیاکان و پیشینیانشان اندکی کارآمدتر بودند، اما هنوز هم راندمان تبدیل آنها ۳۵ درصد انرژی موجود در سوخت مصرف شده به انرژی مفید به شکل برق است. گسترش اندازه کلی نیروگاه می‌تواند کارایی تبدیل رانندگی بیفزاید، اما در بهترین حالت، حداکثر کارایی که می‌توان به آن رسید حدود ۴۰ درصد است. این امر محدودیتی فنی نیست بلکه نتیجه قید و بندهای ترمودینامیکی بنیادی در کنار فرایند مصرف گرما برای تولید بخار به منظور به حرکت در آوردن توربینهاست. این امر در مورد نیروگاههای بخاری که با راکتورهای هسته‌ای گرم می‌شوند، نیز صادق است.

از کل نیروی اولیه برق بعد از تولید شدن، در فرایند توزیع در شبکه برق سراسری تا بیش از ۱۰ درصد آن تلف می‌شود. کارایی نقطه مصرف نیز به همین ترتیب پایین است: مثلاً، عایق بندی بسیاری از خانه‌ها ضعیف است و وسایل برقی خانگی غالباً انرژی برق را تلف می‌کنند.

نتیجه نهایی از این قرار است که فقط قسمتی از انرژی موجود در سوخت اولیه قابل دسترسی است که از آن در نقطه مصرف بهره برداری می‌کنند. بقیه انرژی غالباً گرمای اتلافی است که در محیط رها می‌شود. مقیاس مطلق این اتلاف از شکل ۲-۳ پیداست، که در آن سیستم انرژی در یک زمان پیش بینی شده برای

بریتانیا، براساس گسترش عمده نیروی هسته‌ای را مشاهده می‌کنید. به طوری که می‌توان مشاهده کرد، حدود نیمی از انرژی ورودی در نیروگاهها به صورت گرما تلف می‌شود.



شکل ۳-۲ تامین انرژی (برق) در بریتانیا، پیش بینی شده تا ۲۰۲۵ بر پایه (راهبرد رسمی) به طوری که در سال ۱۹۷۶.

وقتی گسترش عمده عنصر هسته‌ای مورد توجه قرار گرفت به اذهان راه یافت.

هرگاه این روند تا بینهایت ادامه می‌یافت، مقادیر هرچه فزاینده‌تر گرما در محیط رها می‌شد. آثار خرد اقلیمی‌راهم اکنون در مجاورت بلافاصله برخی نیروگاهها مورد توجه قرار داده‌اند و سرانجام، اگر این فرایند آلودگی گرمایی ادامه یابد، مسائل زیست محیطی جدی ممکن است در سطح جهان بروز کند، مانند آنچه که حد «مرگ گرما» نامیده شده است. توجه کنید که در این حد با «گرمایش جهانی» هیچ کاری نمی‌شود کرد: این همان گرمایش جدی خام است. شکافت هسته‌ای یا گداخت هسته‌ای پاسخ این مشکل نخواهد بود: در تولید این دونوع انرژی هسته‌ای گرمای بیشتری رها می‌شود.

ترکیب گرما و نیروی برق

اما، خوشبختانه از قسمتی از گرما غیر از آن که از نیروگاهها تلف می‌شود می‌توان استفاده کرد؛ مثلاً، با تغذیه آن به شبکه‌های «گرمایش منطقه ای»، در نیروگاههایی که به شیوه ای به نام «هم زایی» یا «ترکیب گرما و برق» (CHP) کار می‌کنند. به این ترتیب گرمای خروجی مانند نیروی برق به کار گرفته می‌شود. این سیستمها هم‌اکنون در اقصی نقاط جهان مشغول به کارند، بخصوص در کشورهای اسکاندیناوی که بسیاری از روستاها و شهرکها دارای شبکه‌ها منطقه‌ای‌اند، و آب داغ نیروگاهها به خانه‌ها و سایر بناها از طریق لوله‌های زیر زمینی راه می‌یابند تا گرمای محیط را تأمین کنند.

آشکارا، با فرض این که نیروگاههای بزرگ معمولاً دور از مراکز زیستگاهی انسانها ساخته می‌شوند، همیشه استفاده مناسبی برای مقادیر زیاد گرمای موجود در آنها صورت نمی‌گیرد. این گرما را نمی‌توان به فواصل دور منتقل کرد. اما، CHP نباید بزرگ مقیاس باشد. جدیدترین شکل‌های CHP شامل توربینهای گازی نسبتاً کوچک و ارزان‌اند، که چیزی شبیه موتورهای هواپیمای جت را، با بهره‌گیری از گاز طبیعی به عنوان سوخت، به کار می‌اندازند. خروجی گرما از چنین سیستمهایی در دمایی بالاتر از دمای گرمای خروجی از نیروگاههای احتراقی تولید بخار معمولی‌اند، از این رو توربینهای گازی بخوبی برای CHP مناسب‌اند و، با کوچکتر شدن، می‌توانند در نزدیکی مراکز تقاضای گرما مستقر شوند. مثلاً، می‌توانند گرما و برق برای مصارف صنعتی و تجاری و نیز برای پروژه‌های مسکونی فراهم آورند. بازده تبدیل انرژی کلی احتمالاً می‌تواند تا ۹۰ درصد باشد، زیرا قسمت عمده ورودی انرژی به نیروگاهها به انرژی مفید تبدیل می‌شود.

1. CO-generation

2. combined heat and power (CHP)

گرمای خروجی از توربینهای گازی را، به جای این که به این صورت برای طرحهای گرمایش منطقه‌ای مصرف شود، می‌توان برای تولید برق نیز مصرف کرد. رویکرد به «توربین گازی چرخه ترکیبی» دومرحله‌ای (دوفازی) (CCGT) روبه افزایش است. گاز طبیعی را برای سوخت رسانی به توربین گازی و تولید برق به کار می‌برند، چنان که در توربینهای گازی معمولاً این اتفاق می‌افتد، اما سپس گازهای خروجی را برای تولید بخار برای به کار انداختن توربین گازی معمولی به کار می‌گیرند. به این ترتیب در هر دومرحله برق تولید می‌کنند. کارایی کل تبدیل انرژی در این روش می‌تواند تا ۵۵ درصد باشد، که نسبت به نیروگاههای زغال سنگی یا نیروگاههای توربین گازی معمولی بسیار فراتر است، هرچند که هنوز هم نسبت به کارکرد شیوه CHP بسی پایین تر است.

واضح است که، در هر دو حالت، تکنولوژی سوزاندن گاز دارای پتانسیلی عظیم است و قطعاً کاربرد بسیار گسترده‌ای خواهد داشت: مثلاً، نزدیک به یک سوم نیروگاههای بریتانیا بزودی برای تولید برق به جای زغال گاز می‌سوزانند. اما، قسمت عمده این تغییر مستلزم بهره‌گیری از نیروگاههای CCGT به جای CHP است: هدف فقط عبارت است از تولید برق.^۱

انطباق موجودی با مصارف

همین‌عنوان ما را به موضوع بعدی هدایت می‌کند، یعنی انطباق شیوه تأمین انرژی با نیازهای انرژی در جامعه به طور کلی. بهره‌گیری از انرژی مرغوب به شکل برق فقط برای گرم‌کردن خانه‌ها می‌تواند کاری نابخردانه باشد. این گزینه قطعاً بسی پرهزینه است، بخشی ناشی از اتلافهای عظیم در تبدیل انرژی به شرحی که در بالا توصیف شد، که حتی اگر از توربینهای سیکل ترکیبی گازی هم بهره‌گیری کنند، باز هم این امر صادق است. این امر هنوز هم برای تأمین گرمای خانگی، یعنی سوزاندن گاز در دیگهای بخار چگالشی گازی در خانه‌ها از کاربرد برق تولید شده در نیروگاههای با کارایی بالای CCGT با سوخت گاز، بسیار کارآمدتر است. دیگهای بخار چگالشی گازی نوعاً کارایی تبدیل انرژی‌ای حدود ۸۵ درصد دارند، در حالی که نیروگاههای CCGT فقط می‌توانند به کارایی حدود ۵۵ درصد برسند.

در اینجا معیار سوم از پس پرده رخ می نماید: تولید انرژی و انتخاب سوخت باید با مصرف نهایی منطبق باشد.

این معیار عملاً زیر مجموعه منطقی معیار دوم است، همان گونه که معیار چهارم - در ارتباط با مصرف واقعی گاز به وسیله مصرف کنندگان - چنین است. در هنگام ملاحظه جزئیات صرفه جویی انرژی در مرحله مصرف نهایی، خواهیم دید که در بخشهای توسعه نهایی وسیله‌هایی وجود دارند که مستلزم مصرف کسری از نیرو و انرژی‌ای اند که تجهیزات در حالت جاری مصرف می کنند و معیارهای کارایی انرژی در طراحی محصولات و سیستمهای تولید، به عنوان جزئی از حرکت به سوی محصولات سبزتر و فرایندهای تولید پاکیزه تر، حالا به نحو روز افزونی دارد به حساب می آید. همزمان، ساختمانهایی برای حداقل کردن اتلاف گرما و نیاز به روشنایی مصنوعی در روز طراحی می شوند. با صحبت کردن درباره این انواع صرفه جویی انرژی بر روی هم، مضمون معیار مناسب، معیار چهارم ما، به اندازه کافی روشن می شود: فناوری و سیستمهای مصرف انرژی باید برای مصرف کارآمد انرژی طراحی شوند.

کارایی [مصرف] انرژی به معنای این است که انرژی [نیرو] چطور تولید می شود، آیا از منابع فسیلی، هسته‌ای یا تجدید پذیر این انرژی به دست می آید؟ این معنا بر حسب عبارتهای اقتصادی سراسر است هم صادق است: هدر دادن این انرژی گران احمقانه و نابخردانه است. اما این امر در چارچوب آثار زیست محیطی، بخصوص در چارچوب آثار محلی، نیز صادق است. هر چند برخی نیروگاهها ممکن است کربن دیوکسید کمتری نسبت به سایر نیروگاهها تولید کنند و بعضی هم اصلاً کربن دیوکسیدی تولید نکنند، ممکن است آثار محلی و مخاطراتی برای سلامت از آنها ناشی شود. مشکلات آلودگی هوای ناشی از نیروگاههای محلی به اندازه کافی روشن و آشکارند، به همان ترتیب که خطرهای سوانح هسته‌ای واضح ترند، اما مصرف منابع تجدیدپذیر نیز دارای خطرهای محلی‌اند. انرژی ممکن است رایگان باشد، اما زمین لازم برای استقرار تکنولوژیهای لازم به منظور گیرانداختن جریانهای انرژی طبیعی به هیچ وجه رایگان نیست. مثلاً بردن زمینهای وسیع زیر پوشش توربینهای باد فقط برای تأمین انرژی سردسازهای ناکارآمد، کار احمقانه و نابخردانه‌ای است. از این رو مصرف کارآمد انرژی همچنان در کانون و محور اهمیت قرار خواهد داشت.

آثار محلی تولید و مصرف انرژیهای تجدید پذیر

با این فرض که استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر باید در آینده‌ای پایدار عنصری کلیدی باشد، پی بردن به جزئیات بیشتر آثار محلی بالقوه آن با ارزش خواهد بود. به طوری که در فصلهای آتی خواهید دید، این موضوع پیچیده است و می‌تواند موفقیت منابع تجدید پذیر را به عنوان منبع انرژی عمده آینده تأیید کند.

واضح است که، تکنولوژی‌هایی که جریانهای انرژی طبیعی را مصرف می‌کنند آلودگی و کربن دیوکسید تولید نمی‌کنند، اما آثار موضعی (یا محلی) دارند - مانند مزاحمت‌های بصری و تخریب چشم‌انداز و گسیختگی در اکوسیستمهای محلی. در عین حال باید به خاطر داشت که اگر انرژی به راه و روش دیگری تولید شود، آنگاه آثاری جهانی به بار می‌آورد که احتمالاً بسی چشمگیرتر و مهم‌ترند. از این رو در اینجا نیاز به نوعی بده بستان بروز می‌کند.

به این ترتیب، معیار پنجمی رخ می‌نماید، که عمدتاً در مورد منابع تجدید پذیر صادق است، اما آشکارا به سایر تکنولوژیهای انرژی نیز که در حال استفاده شدن اند، مربوط می‌شود: *آثار کلی مرتبط با تکنولوژیهای انرژی باید به حداقل برسند و هرگونه آثار محلی و موضعی باقی مانده باید در قبال منافع زیست محیطی جهانی این تکنولوژی، جبران شود.*

تحقق بخشیدن این جبران‌ها دشوار است، دست کم از آن جهت که مقایسه تکنولوژیهای مختلف و انواع آثار آنها کار سختی است. به نظر می‌رسد مقایسه‌ها موقتی و معمولاً مخصوص محل مربوطه‌اند. آلکسی کلارک، یکی از پژوهشگران این یونیورسیتی، در تلاش برای فراهم آوردن چارچوب منسجم‌تر، روشی را برای بررسی و مقایسه آثار نسبی منابع تجدید پذیر ابداع و تدوین کرده است. آثار کلی، به نسبت، به ماهیت و مقیاس سراسری پروژه و مقدار کل انرژی تولید شده بستگی دارند. اما، از نظر کلارک، در شرایط تطبیقی، یکی از عوامل کلیدی مؤثر بر مقیاس نسبی هر اثر عبارت است از تناسب انرژی استخراج شده و برگرفته شده از جریان انرژی طبیعی.

جریانهای انرژی تجدید پذیر

انرژی در طبیعت در قالبهای گوناگون و متنوعی، مثلاً به صورت باد، امواج و کشتندها، جریان می‌یابد و توجه به این که در هنگام مصرف و استفاده این جریانهای انرژی چه اتفاقی می‌افتد، بسیار مهم و ارزشمند است. نخستین

نکته‌ای که باید توجه کنیم از این قرار است که استخراج انرژی از جریانهای انرژی طبیعی به نحو چشمگیری برتوازن گرمایی سراسری کره زمین تأثیر نمی‌گذارد: انرژی خورشیدی دریافتی صرفاً باز توزیع می‌شود تا کارهای دیگری را انجام دهد. در این روش، برعکس احتراق سوخت‌ها یا کاربرد سوختهای فسیلی، هیچ‌گونه انرژی اضافه‌ای در داخل اکوسیستم‌ها رها نمی‌شود.

با همه اینها، استخراج انرژی از جریانهای طبیعی می‌تواند اثر چشمگیری داشته باشد زیرا قسمتی از این انرژی ممکن است در اکوسیستم محلی یا منطقه‌ای، نقش تأثیرگذار بازی ورهاشدن آن در جای دیگر اکوسیستم تغییراتی ایجاد کرده باشد - مثلاً، آشکار است که با اجرای طرحهای آبی مستقر در رودخانه‌ها تنها کسری از جریان آب را می‌توان به کار گرفت، در غیر این صورت حیات پایین دست رودخانه به شدت از این کار کردها متأثر خواهد شد. به طوری که می‌توان از این مثال پی‌برد، عوامل کلیدی مؤثر بر آثار زیست محیطی به نظر می‌رسد که فقط بخشی از جریان انرژی طبیعی نیستند که استخراج می‌شود، بلکه ماهیت محیط زیست طبیعی هم بر این امر مؤثر است. کلارک جلوتر می‌رود و در این باره بحث می‌کند که ماهیت جریان انرژی مربوط، و بخصوص چگالی انرژی (یا دقیقتر، جریان فشار انرژی) این جریان، نیز مهم است.^۱

این نکته را می‌توان با بررسی گستره‌ای از فناوریها و آثار آنها توضیح داد. وسیله‌های گرد آور خورشیدی را می‌توان برای جذب کردن گرما از آفتاب فرودی بر آنها به کار گرفت، اما این وسیله‌ها فقط مقادیر بسیار کمی از جریان انرژی خورشیدی پراکنده، با چگالی انرژی پایین را جذب می‌کند، در نتیجه اثر زیست محیطی آن اندک است. برعکس، سدهای برق آبی با ارتفاع زیاد سقوطی آب موجب بسته شدن مقدار زیادی جریانهای انرژی عظیم و پرچگالی می‌شوند و به همان نسبت هم آثار پیرامونهای بر محیط زیست طبیعی دارند. قسمت اعظم سایر جریانهای طبیعی که بر پایه فناوریهای انرژی تجدیدپذیر (یعنی، باد، امواج و نیروی کشندی) استوارند، به نحوی بین این دوشیوه استخراج انرژی قرار دارند.

محدودیت‌های زیست محیطی محلی

ماهیت جریان انرژی طبیعی باید در فرایند گزینش، انتخاب و مکانیابی سیستمهای مخصوص استخراج این انرژی به حساب آورده شود. بخصوص، بین این راه و روش برهم کنش فناوری خاص و جریانهای انرژی طبیعی در زمینه‌های محلی آنها ارتباط برقرار شود.^۲

1. Clarke, 1994

2. Clarke, 1995

حساسیت به حضور فناوری‌هایی که از جریانهای انرژی محلی انرژی استخراج می‌کنند در همه محیطهای زیست یکسان نیست. در برخی موارد اکوسیستم محلی ممکن است بتواند کاملاً از عهده حتی سطوح بالای جداسازی و جذب انرژی برآید؛ در مواردی دیگر حتی ممکن است مقادیر کمتر جذب انرژی ویرانگر باشد و به گسیختگی زیست بوم انجامد.

ممکن است برخی بخشهای اکوسیستم نسبت به بخشهای دیگر حساستر باشند، که در این صورت موضوع پیچیده ترمی‌شود. مثلاً، در مواردی احتمال دارد گونه‌های خاص جانوری نسبت به تغییرات زیست‌محیطی حساستر باشند تا به عوارض زمین‌شناختی بی‌جان، هرچند که تغییرات ریخت‌شناختی^۱ خودشان می‌توانند بر حیات جانوری و گیاهی اثرگذارند، و در مواردی این بخش بی‌جان محیط زیست است که نسبت به تغییر از همه بخشها حساستر است.

به این ترتیب، برای پی بردن به این موضوعها و ارزیابی اهمیت هر کدام از آثار، نیاز به تمیز قائل شدن بین عناصر گوناگون در محیط زیستهای محلی خاص آشکاراست - آشکارترین تمایزهای بین بخشهای جاندار و بی‌جان، مثلاً حیات‌جانوری و گیاهی با ساختارهای زمین‌شناختی برقرار است. این مقادیر را می‌توان به اجزای دیگری هم تقسیم کرد، بخصوص برای تفکیک کردن موجودات انسانی، که احتمالاً دارای تفسیر و تعبیرهای مفهومی منحصر به فردی از اهمیت آثار وارد بر محیط زیست هستند، و نیز از منافع مستقیم‌تر اقتصادی و زیباشناختی که در چارچوب هر یک از تغییرات برخوردارند. باید متقاعد شوید که برداشتهای آدمی از آنچه که یک «محیط زیست مطلوب» بروز می‌دهد، به نحوی جانبدارانه‌اند؛ مثلاً، در جهت نگرانیهای آدمی چون زمینه‌های کشاورزی، دسترسی به فعالیتهای تفریحی، یا به خاطر بهره‌جویی از زیبایی طبیعی جانبداری می‌شود.

برای این که در این مسیر تحلیلی پیشتر برویم، باید دست به کار ملاحظه تعارضها و جبرانهای احتمالی بین منافع انسانی و ملاحظات زیست محیطی شویم که در مدل مطرح شده در فصل یک پیرامون آن بحث کردیم. اما به خاطر منظورهای فوری خود، این تحلیل را می‌توانیم ساده‌سازی کنیم و معیار ششمی را، در حکم مکملی برای معیار پنجم، استنتاج کنیم: از جریانهای طبیعی، انرژی بیشتری از آن که اکوسیستم محلی (موضعی) بتواند از عهده اش برآید، استخراج نکنید.

محدودیت‌های کلی (سراسری) انرژی

معیار نهایی برای پایداری از همه پیچیده تر است: این معیار با محدودیت‌های سراسری [کره زمین] در منابع انرژی مربوط است. بابرگشتن به جدول گراب (شکل ۳-۱) خواهید دید که وی برای منابع تجدیدپذیر حد انرژی طبیعی قائل شده است، که منظورش حداکثر سطح تأمین انرژی از منابع تجدیدپذیر است.

برای این که معنای کامل مفهوم حد انرژی طبیعی گراب دریافته شود، تحلیل دامنه دارتری مورد نیاز است. علی‌الاصول این مفهوم به یک حد مطلق میزان استخراج انرژی از جریانها و فرایندهای انرژی طبیعی دلالت می‌کند. در حال حاضر مقادیر کم و بیش ثابتی از میانگین انرژی کلی به درون سیاره زمین و پیرامون آن جاری است، اما مقداری که بتواند به نحو مفیدی استخراج شود به فناوری استخراج بستگی دارد. در حال حاضر قسمت اعظم تکنیک‌های استخراج نسبتاً کم بازدهاند - حدود ۱۰ تا ۳۰ درصد - اما باید بهبود یابند. همین امر حد تکنیکی کلی را به میزان دستیابی به انرژی قرار می‌دهد. محدودیت‌های زیست محیطی هم در کارند؛ اگر مقدار بسیار زیادی انرژی از جریانهای طبیعی استخراج شود، می‌تواند به اکوسیستم‌ها آسیب برساند. با همه اینها، استفاده از انرژی خورشیدی، باد، امواج، کشندها و زیست توده (یعنی منابع بیولوژیکی انرژی) هنوز هم جای رشد بسیار زیادی دارد، و بنابر محاسبات گراب، در مقایسه با $100,000 \text{ Twh P.a}$ که در حال حاضر در سطح جهان مصرف می‌شود، می‌تواند به فراتر از $200,000 \text{ Twh P.a}$ برسد. اما، بیشتر از این میزان دسترس پذیری به انرژی محدود است.

البته، ممکن است انرژی عامل تعیین کننده محدودیت فعالیت آدمی برای این سیاره نباشد. این محدودیت به الگوی پیچیده سایر برهم کنشها با بقیه اکوسیستم نیز بستگی دارد. حدود اکوسیستم تاکنون به طور کامل فهمیده نشده است. یک مجموعه کامل از معیارهای مرتبط با اکوسیستم - مثلاً برحسب تنوع زیستی - باید تدوین شود. با همه اینها، هرچند که دسترس پذیری به انرژی تنها عامل دخیل به شمار نمی‌آید، مفهوم حد انرژی طبیعی دست کم نوعی ایده قیده‌های نهایی بر فعالیت آدمی روی این سیاره می‌نهد و حس و درکی برای نقش تکنولوژی در پاسخ به قیده‌های زیست محیطی به وجود می‌آورد.

این امر به معیار هفتم هدایت می‌شود، که به ماهیت فعالیت آدمی روی سیاره زمین ربط دارد: باید تکنولوژی‌هایی طراحی شوند که واقع بودن فعالیت‌های آدمی در چارچوب حدود انرژی و ظرفیت حمل سیاره

زمین را تضمین کنند. این معیار دلالت دارد بر این که باید تعیین شود که حدود آن کدامند، موضوعی که بعداً به تفصیل بیشتری درباره آن بحث خواهیم کرد.

کادر ۲

معیارهای فناوری انرژی پایدار

درانتخاب، ایجاد و به کارگیری فناوریهای نوین انرژی ضروری است که :

- ۱- از مصرف سوختهایی که تمام می شوند پرهیزیم.
- ۲- کارایی تولید انرژی و بهره برداری از آن را حتی الامکان، به عنوان اقدامی موقتی، بالا ببریم، درحالی که منابع جدیدی را به کار می گیریم.
- ۳- تولید انرژی و انتخاب سوخت برای مصرف نهایی با هم سازگار باشند.
- ۴- فناوری و سیستمهای استفاده از انرژی برای مصرف کارآمد انرژی طراحی شوند.
- ۵- آثار زیست محیطی محلی فناوریهای انرژی به حداقل برسند و بقیه آثار با منافع زیست محیطی جهانی این فناوری جبران شوند.
- ۶- از استخراج انرژی از جریانهای طبیعی بیشتر از آن که اکوسیستم محلی از عهده اش برآید پرهیز شود.
- ۷- فناوریها چنان طراحی شوند که فعالیتهای انسانی درچارچوب حدود انرژی و ظرفیت حمل سیاره زمین واقع باشند.

محدودیتهای معیارها

اگر این هفت معیاری که در بالا برشمردیم و در کادر ۲ آنها را جمع بندی کردیم تحقق عملی یابند، می توانند به تغییری در سیستم انرژی حالت پایا با عرضه منطبق با تقاضای مصرف نهایی و حداقل تأثیری منجر شوند که در چارچوب سطوح قابل پذیرش اکوسیستم محلی و جهانی قرار دارند. آشکار است که این مجموعه معیارها بسیار آرمانی شده اند. در عالم واقع برقراری این موازنه ها دشوار خواهند بود و سطوح آستانه قابل پذیرش برای آثار در بسیاری از حالتها ناشناخته اند. پیش بینی پیامدهای بلند مدت تر نیز دشوارند. توسعه پایدار معمولاً بر حسب اطمینان یافتن از این نکته تعریف می شود که نسلهای آتی به سبب فعالیتهای جاری امروز از حقوق

خود محروم نشوند، اما پیش بینی این امر عملاً در هر حالتی دشوار است. کم و بیش واضح است که‌ها کردن کربن به دام افتاده درسوختهای فسیلی قرار نیست خیلی مؤثر باشد، و شِناعت به میراث گذاشتن پسماندهای هسته‌ای برای نسلهای آینده به طور کامل درک و دریافت نشده است. اما، مثلاً، درباره سدهای کشندی^۱ چه می‌توان گفت؟ یک سد کشندی بر روی، مثلاً، دهانه (یا مصب) سِورن^۲ می‌تواند شش درصد برق بریتانیا را تولید کند و پس از چند دهه هزینه‌های پرداخت شده برای ساخت آن مستهلک می‌شوند. از این رو نسلهای آتی از یک منبع تجدیدپذیر ارزان، مانند برق آبی، برخوردار خواهند شد. اما، اگر این تأسیسات براکوسیستم محلی تأثیر گذارند، چندان خوشایند نخواهند بود.

موضوعهای تاکتیکی و راهبردی از این دست در حوزه انرژی پایدار فراوانند. درباره دوم، مجهز به معیارها، به گزینه‌های تکنیکی خاص نگاه‌انداختیم تا، پیش از نگرستن جامع به برخی موضوعها و مسائل تاکتیکی و راهبردی درباره‌های^۳ و^۴، ببینیم آنها چگونه با شرایط موجود سازگاری شوند و انطباق پیدا می‌کنند.

جمع‌بندی

- ذخایر سوخت فسیلی و هسته‌ای، و نیز آثار مترتب بر مصرف آنها، دارای محدودیت است.
- در نتیجه، در هنگام گزینش فناوریها و تکنولوژیهای انرژی، باید کارایی صرفه جویی و مصرف انرژی و به کارگیری منابع تجدید پذیر را در هر جایی که ممکن باشد، در نظر بگیریم.
- اگر قرار باشد منابع و انرژیهای تجدیدپذیر نقش چشمگیری بازی کنند، در این صورت آثار محلی تکنولوژیهای انرژی تجدیدپذیر باید در قبال منافع زیست محیطی جهانی آنها سنجیده شود.
- منابع انرژی تجدیدپذیر طبیعی کل جهان دارای محدودیتهایی است که مآلاً می‌توانند سطح رشد ممکن اقتصادی جهانی را مقید کنند.
- معیارهایی که در این فصل تدوین شدند باید در ارزیابی مزیت‌های گزینشهای عمده انرژی پایدار به ماکمک کنند.

1. tidal harrage

2. severn

برای مطالعه بیشتر

اضافه بر آنچه که از دوره OU Environment در پایان فصل ۲ برشمردیم، open university هم تعدادی گزارشهای تخصصی چاپ کرده که آنها را مؤسسه انتشاراتی *OU, Technology Policy Group* منتشر کرده و بر تعامل جریانهای انرژی طبیعی و مداخله‌های انسانی در آنها تأکید می‌شود. مثلاً، ر.ک.:

Alexi clarke's ((Comparing the impacts of renewables:a preliminary analysis)), TPG Occasional paper, 23 December 1993; « Environmental impacts of renewable energy:a literature review», TPG Report, May, 1995.

برخی فناوریهای پیشرفته تر مرتبط با سوخت فسیلی که در این فصل برشمرده شد (از جمله CCGT و CHP) به تفصیل بیشتری در کتاب دیگری از همین سری کتابها، تحت عنوان *منابع انرژی Energy Resources* تألیف Gavi Gillmore، به چاپ رسیده است.

• ...
• ...
• ...

...
...
...

...
...
...
...
...

پاره دوم

فناوری پایدار

در پاره دوم این کتاب، فناوریها و تکنولوژیهای کلیدی ومهمی را ملاحظه می کنیم که باید نامزدهایی برای ایفای نقشی در آینده انرژی از لحاظ زیست محیطی پایدار، باشند. گزینه های گوناگون صرفه جویی انرژی در کنار توسعه محصولات مصرفی «سبز» و روشها و تکنیکهای صرفه جویی انرژی خانگی و برخی راهها بررسی می شوند که در قالب آنها سوخته های فسیلی باید به صورتی کارآمدتر مصرف شوند. سایر گزینه های تامین انرژی - تکنولوژی نیروی هسته ای و انرژی تجدید پذیر - نیز ملاحظه می شوند.

فصل ۴

سبز کردن فناوری

✓ سرهم بندی تکنیکی

✓ فناوری (تکنولوژی) پاکیزه

✓ انرژی پایدار

برخی مسائل و مشکلات زیست محیطی را می‌توان از طریق تغییرها و تعدیلهای نسبتاً ساده و سراسر حل و فصل کرد، که این کارها را گاهی سرهم بندی کردن تکنیکی (فنی) می‌گویند. در این فصل به برخی مثالها مربوط به تلاش در جهت «محصولات سبز» دسترس پذیر مصرف کنندگان خانگی، که یکی از اهداف آنها صرفه جویی در انرژی است، نگاه می‌کنیم. در این فصل سرهم بندیهای تکنیکی در حوزه تولید انرژی را نیز از نظر می‌گذرانیم. اما در این فصل در این باره بحث می‌کنیم که در حالی که برخی شیوه‌های سرهم بندی تکنیکی ممکن است به عنوان یکی از راههای کاهش مصرف انرژی آلودگی مفید باشند، رویکرد سرهم بندی تکنیکی فی‌نفسه برای پایداری زیست محیطی کافی نیست. رویکردهای ریشه نگرتر در این مورد، بخصوص در ارتباط با تولید انرژی، ضروری است.

سرهم بندیهای تکنیکی

چنان که گفته ایم، تهیه و تدارک انرژی برای فعالیت صنعتی و اقتصادی نقش محوری دارد - و این تدارکات احتمالاً تکنولوژیهای کلیدی در چارچوب آثار زیست محیطی اند. مصرف انرژی را فعالیتهای سایر بخشها غیر از تولید انرژی، مثلاً، حمل و نقل، کشاورزی، مصارف خانگی، تولید و مانند آنها تعیین می کند. بسیاری مسائل مربوط به تکنولوژیهای مختلف در این بخشها به مصرف مستقیم انرژی آنها (مثلاً، گسیل دود از آگزوز اتومبیلها)، یا مصرف غیر مستقیم انرژی آنها (مثلاً، آلودگی ناشی از استخراج و عمل آوری مواد خام به کاررفته برای ساخت وسایل مصرفی) ربط پیدا می کند.

راه حلهای تکنولوژیکی ترمیمی در اکثر بخشها یافت می شوند، و برخی از آنها اساساً جرح یا تعدیلهای یا افزودنیهای تکنولوژیکی اند که به عنوان پاسخ به مسائل و مشکلاتی طراحی شده اند که شکلهای موجود تکنولوژی تولید و مصرف انرژی به وجود آورده اند. بعضی از این راه حلها را باید سرهم بندی فنی و تکنیکی قلمداد کرد، به این معنا که ممکن است به نشانهها توجه کنند اما اغلب به علتیهای بنیادی مسائل نمی پردازند. به این ترتیب، در قالب برخی سرهم بندیهای تکنیکی تلاش می شود گسیل آلایندهها از نیروگاهها یا اتومبیلها را پاکیزه کنند، اما تکنولوژی و فناوری پایه به وجود آورنده آن را وا می گذارند.

در بخش تأمین انرژی، رویکردهای سرهم بندی تکنیکی ترمیمی هر مرحله از فرایند تولید انرژی، از جمله بهبود و ارتقای جابه جایی و حمل و نقل مواد زائد و ضایعات معدنکاو و بالابردن کارایی نیروگاهها، و تولید نفت کشتهای ایمن تر را در بر می گیرد. با توجه به این که سوختههای فسیلی کماکان در سیستم انرژی جهان برای مدتی طولانی نقش عمده ای بازی می کنند، حتی در ریشه نگرترین سناریوهای انرژی جایگزین، بهبودی در روشها و تکنیکهای استخراج مواد، ایمنی نیروگاهها و کارخانهها، جابه جایی سوخت و دفع مواد زائد به عنوان راهی برای حداقل کردن مخاطرات زیست محیطی، از اهمیت زیادی برخوردارند. باید برای انباشتن پسماندهای هسته ای نیز راههای پذیرفتنی و منطقی پیدا شود. اینها مسائلی عمده اند که در حال حاضر مهندسان یا آنها مواجه اند. بعضی روشهای مهندسی مناسب به تفصیل در کتاب راهنمایی از سری همین کتاب، تحت عنوان منابع انرژی^۱ مورد بحث قرار گرفته اند.

درحالی که اهمیت یافتن راه‌حلهای تکنیکی برای این مسائل آشکار است، فراتر رفتن از اقدامات سرهم بندی تکنیکی اصلاحی و ایجاد رویکردهای تکنیکی ریشه نگر که طی آنها وبه کمک آنها از برخی از این مشکلات پرهیز شود، نیز ضروری است. با توجه به این مباحث وبه خاطر اجتناب از تداخل با مطالب کتاب راهنمای منابع انرژی، در کتاب حاضر به جای یافتن جنبه‌های مهندسی تکنولوژیهای مرسوم انرژی، توجه خود را روی ابداع رویکردهای نو و ریشه ای تر به تولید و مصرف انرژی متمرکز می‌کنیم. باز هم به گستره‌ای از اقدامات سرهم بندی تکنیکی نگاه می‌اندازیم. در واقع، قسمت اعظم مطالب این کتاب از اینجا تا آخر را به بررسی چیزی اختصاص خواهیم داد که می‌توان از این روشها به دست آورد. اما، تأکید ما، بخصوص در فصلهای بعدی، بر رویکردهای دراز مدت ریشه نگر خواهند بود؛ به این رویکردها، سرهم بندیهای پایدار می‌گوییم.

محصولات مصرفی سبز

برای شروع کندوکاو در سرهم بندیهای (یا اقدامات ظاهری) تکنیکی، ابتدایه برخی پیشرفتهای بنگریم که در ارتباط با محصولات مصرفی به دست آمده‌اند. شاید آشنا ترین مثالهای جاری مربوط به سرهم بندیهای تکنیکی محصولات مصرفی خانگی گوناگون جدید سازگار با محیط زیست باشند، که بسیاری از آنها برای مصرف کارآمدتر انرژی طراحی شده‌اند: ماشین لباسشویی، یخچال، تلویزیون، و مانند آنها. به موازات اینها، سیستمهای تولید جدیدی ابداع شده‌اند که در زمینه انرژی کارآمدترند و آلودگی کمتری هم تولید می‌کنند. عبارت «طراحی محصول سبز» گاهی برای توصیف فعالیتهای کارآمد انرژی به کار می‌رود، در حالی که تولید آلودگی کمتر گاهی به جزئی از یک حرکت به سوی ایجاد «تکنولوژی پاکیزه» یعنی «تکنولوژی فرایند ساخت و تولید پاکیزه» اشاره دارد.

البته، صرفه جویی در انرژی تنها بخشی از این هدف است: هدف طراحی محصول سبز و ایجاد تکنولوژی پاکیزه گسترده تر است، و کاهش آلودگی، گسیل موادمسمی، و آثار زیست محیطی را به طور کلی در بر می‌گیرد. البته اغلب فقط می‌توان به بخشی از این اهداف دست یافت: به جای کاربرد اصطلاحها و واژه‌های «سبز» و «پاکیزه»، در عالم واقع آنچه که واقعاً باید بگوییم عبارت است از تکنولوژی «سبزتر» و «پاکیزه‌تر».

به عنوان بخشی از این فرایند تکنولوژی پاکیزه تر و سبزتر، برای طراحی مجدد محصولاتی که مواد کمتری به مصرف آنها برسد یا مواد جدیدی را جانشین مواد سنتی و قدیمی کنند، تلاشهای زیادی به عمل آمده است. در جاهایی برای کاهش انرژی مصرفی در ساخت و تولید مواد، تلاش شده است. مثلاً، برای تولید مواد مصرفی در ساخت اتومبیل؛ به طوری که گفته می‌شود اتومبیلها مقدار چشمگیری از انرژی را فراتر از آنچه که به عنوان سوخت مصرف می‌کنند «در خود جای می‌دهند». تولید انرژی جای گرفته در اتومبیلی با طراحی سنتی حدود ۱۰ تا ۱۵ درصد گسیل کربن دیوکسید را پدید می‌آورد که با سوزاندن بنزین در اتومبیل در خلال طول عمر و گردش تولید خواهد شد. برای کاستن از دامنه این مشکل، مواد فشرده‌تر کم‌انرژی بر مصرف می‌شوند و اتومبیلهایی طراحی می‌شوند که موادش را بشود بازیابی کرد. بسیاری از محصولات مصرفی دیگری نیز برای آسانی باز یافت باز طراحی شده‌اند، به گونه‌ای که بتوان به محتویات مادی آنها، برای بهره‌گیری مجدد، دست یافت. در اینجا نیز انرژی یکی از عوامل کلیدی به شمار می‌آید: معمولاً انرژی بسیار بیشتری برای پدید آوردن مواد جدید از مواد دست اول لازم است تا استفاده مجدد از مواد موجود.

به طور کلی، در حال حاضر به «چرخه‌های حیات محصول»^۱ کلی، مثلاً، با آسانتر کردن تعمیرات اساسی محصولات به جای دور ریختن و جایگزین کردن، با علم به این که حفاظت انرژی و ماده از عوامل کلیدی‌اند، توجه بسیار بیشتری مبذول می‌شود. این امر یکی از اجزای مهم «تحلیل چرخه حیات»^۲، فرایند ارزیابی آثار زیست محیطی «گهواره تا گور» همراه با تولید، مصرف و دورریزی محصولات به شمار می‌آید.^۳

پیشرفتهای اخیر در حوزه طراحی سبز، باز یافت مواد و تکنولوژی پاکیزه موضوع یکی از کتابهای راهنمای این سری کتابها هستند،^۴ از این رو در اینجا به جزئیات بیشتری نمی‌پردازم، جز این که به پیامدهای مصرف انرژی نظر می‌کنم، که بخشی از آن همیشه نمی‌تواند چندان امر مثبتی باشد که برایش امیدواری وجود دارد.

1. product life cycle

2. life cycle analysis

3. McKenzie 1991

4. Paul Hooper's *Environment and Technology*

مصرف کارآمد انرژی

به طوری که تا اینجا گفته شده، گستره‌ای از سرهم‌بندی‌های تکنیکی یافت می‌شود که روی کاهش مصرف انرژی به وسیله مصرف‌کنندگان، با ارائه وسیله‌های نو و کارآمدتر در آنها، تمرکز می‌کنند. مصرف‌کنندگان، با خریداری کردن چنین وسیله‌هایی می‌توانند بر عنصر مهم مصرف انرژی نفوذ مستقیم اعمال کنند. به همین ترتیب، از آنجا که تولیدکردن مواد جدیدی چون مواد فلزی و شیشه‌ای به انرژی بیشتری نیاز دارد تا استفاده مجدد از مواد موجود، با بازیافت مواد از زباله‌های خانگی می‌توان صرفه‌جویی کرد و مصرف‌کنندگان می‌توانند از طریق جمع کردن بطری و قوطی‌های نوشابه و مانند آنها، نقش مهم و چشمگیری در این زمینه ایفا کنند. اما، ممکن است صرفه‌جویی انرژی بیش از حد ارزیابی شود. انرژی مصرفی در راه‌انداختن مراکز بازیافت نیز باید به حساب آورده شود.

بعضی اقدامات دیگر در حکم کمکی به صرفه‌جویی انرژی و مواد در بخش محصولات مصرفی نیز به ارزیابی دقیق نیاز دارند. مثلاً، تأکید بر تولید مصرف محصولات بادوام‌تر به جای محصولاتی که مرتباً دور ریخته می‌شوند، منطقی به نظر می‌رسد. با همه اینها، در مواردی مصرف‌کنندگان باید قادر باشند محصولات بهبود یافته جدیدی را خریداری کنند که ممکن است از لحاظ انرژی بسیار کارآمدتر باشند؛ با توجه به پیشرفت شتابان تکنولوژیکی، در برخی زمینه‌ها جایگزینی سریع محصول می‌تواند عملاً راه بهتری برای صرفه‌جویی انرژی باشد.

به این ترتیب، ممکن است برای آن چیزی که مصرف‌کنندگان می‌توانند از طریق خریدن کالاها و محصولات سبز به دست‌آورند، برخی محدودیت‌های تکنیکی و کارکردی وجود داشته باشد. در مواردی، حتی ممکن است تناقض‌هایی پیش آید: چیزی که ممکن است رفتاری عمیقاً زیست‌محیطی تلقی شود شاید در دراز مدت خلاف آن از کاردر آید. البته این همان چیزی است که از سرهم‌بندی تکنیکی باید انتظار داشت؛ دست‌کم در معنایی که در این کتاب از این عبارت استفاده می‌شود. سرهم‌بندی تکنیکی بر راه حلی تکنیکی برای مسئله‌ای اجتماعی یا زیست‌محیطی دلالت می‌کند که در حالی که ممکن است مسئله خاصی را حل و فصل کند، مشکلات دیگری بیافریند، یا صرفاً مسئله را به جای دیگری منتقل کند. راه حل جامع‌تر باید متضمن تغییر یا تحولات تکنولوژیکی بنیادی در شیوه کاربرد تکنولوژی از جانب آدمی، در چارچوب

انتظاراتش از آن و بنابراین در الگوهای مصرف، باشد. در واقع، این راه حل می‌تواند متضمن تغییرات پیرامنه‌تر در الگوهای اقتصادی و اجتماعی نیز باشد.

اما، باید مراقب «سرهیم بندیهای اجتماعی» ساده لوحانه هم باشیم: توصیه‌ها و نسخه پیچی نهایی برای تحولات اجتماعی که ادعا می‌شود مسائل را به آسانی حل می‌کنند. مثلاً، گاهی پیشنهاد می‌شود که اگر به مصرف‌کنندگان اطلاعات درست داده شود آنان کالاهای سبز خریداری خواهند کرد و این حرکت دست کم برخی مشکلات زیست محیطی را حل و فصل خواهد کرد. مصرف‌کنندگان می‌توانند نقشی ایفا کنند، اما این امر مهم است که بدانیم محدودیتهای کلی در این راه وجود دارد که آنها در قبال تصمیمهای خرید خود از طریق، مثلاً، صرفه جویی انرژی، در عوض چه چیزی و چقدر می‌توانند به دست آورند.

بنابر مطالعه‌ای که در سال ۱۹۸۹ در زمینه خرید و گزینه‌های سبک زندگی به وسیله یک خانواده معمولی بریتانیایی به عمل آمد، آنها فقط می‌توانستند مقدار کربن دیوکسید گسیلیده ناشی از فعالیتهای خود را تا حدود یک سوم کاهش دهند. آنان می‌توانستند تجهیزات گرمایشی خانگی کارآمدتر انتخاب کنند، اتومبیلی کم مصرف تر خریداری کنند و از حمل و نقل همگانی بیشتر بهره گیرند. اما قسمت اعظم گسیل سایر آلاینده‌ها از فعالیتهایی ناشی می‌شود که آنان به عنوان مصرف‌کننده هیچگونه نظارت و کنترل مستقیمی بر آن نداشتند: مثلاً، کارکرد نیروگاهها به وسیله کمپانیهایی که برق آن خانواده را تأمین می‌کردند، و الگوهای مصرف انرژی که صنایع و بخش خدمات و بازرگانی اختیار می‌کردند. نتیجه نهایی از این قرار بود که حتی اگر خانواده می‌توانست سهم خود از تولید دیوکسید را به اندازه یک سوم کاهش دهد، تأثیر نهایی آن روی مصرف انرژی کل مربوط به فعالیتهایشان به عنوان مصرف‌کننده فقط کاهشی ده درصدی بود.^۱

به این ترتیب، مصرف‌کنندگان آشکارا می‌توانند بر شیوه ایجاد و گسترش تکنولوژی تأثیری بگذارند. برای این که بحث درباره سرهیم بندیهای تکنیکی را تعمیم دهیم، به مثالی نظر می‌کنیم که به حوزه کالای مصرفی، یعنی اتومبیل، تعلق دارد، زیرا دست کم امکان تأثیر مستقیم مصرف‌کننده از طریق تصمیم به خرید، در آن اعمال می‌شود.

اتومبیل سبز

درسالهای اخیر در میان هواداران محیط زیست و برخی صاحبان اتومبیل در خصوص آلاینده‌هایی که اتومبیلها به داخل جو گسیل می‌کنند، نگرانی فزاینده ای بروز کرده است. دولتها با وضع مقررات و قوانین در مورد کیفیت هوا و از طریق اعمال استانداردهای سفت و سخت‌تر گسیل آلاینده‌ها، به این نگرانیها پاسخ داده‌اند. این پاسخ، به نوبه خود، تولید کنندگان را به ایجاد تعدادی سرهم بندیهای تکنیکی هدایت کرده است.

یکی از نخستین اقدامات عبارت بود از تولید بنزین بدون سرب؛ زیرا گسیل سرب برای سلامت کودکان زیانبار است. مسئله این است که بنزین بدون سرب سوختی با کارایی اندکی کمتر است، از این رو اتومبیلها نوعاً سوخت بیشتری مصرف و کربن دیوکسید بیشتری تولید می‌کنند. مبدلهای کاتالیزی نیز می‌توانند همین تأثیر را داشته باشند: برخی گازهای زیانبار را می‌گیرند اما از کارایی موتور می‌کاهند و قطعاً گسیل کربن دیوکسید را کاهش نمی‌دهند.^۱

یکی از راه حل‌های بدیهی اختیار کردن اتومبیل برقی است. اما در حال حاضر این نوع اتومبیلها باید به باتریهایی مجهز باشند که برق معمولی و جاری شهر که در نیروگاههای معمولی تولید می‌شود باید آنها را پر (شارژ) کند. گسیل کربن دیوکسید و آلاینده‌ها در سطح خیابان با راه افتادن اتومبیلهای برقی کاهش می‌یابد، اما این گسیلها به سادگی در نیروگاهها ظاهر می‌شوند. با توجه به این نکته که تولید برق در نیروگاههای متداول بسیار ناکارآمد است، سیستمی مبتنی بر اتومبیلهای برقی عملاً می‌تواند کربن دیوکسید نهایی بیشتری را نسبت به استفاده از سوخت مستقیم در اتومبیلها تولید کند.

حدود سرهم بندیهای تکنیکی را آشکارا می‌توان در این نمونه‌ها و مثالها مشاهده کرد. از این رو برخی راه حل‌های ممکن می‌توانند مطرح شوند: مثلاً، استفاده از الکتریسیته ای برای اتومبیلهای برقی که به صورت تجدیدپذیرتر تولید شده باشد، اما، حتی این هم یکی از صورتهای سرهم‌بندی تکنیکی است: مسئله آلودگی ممکن است از این طریق حل شود، اما نتیجه می‌تواند در صف ایستادن اتومبیلهای برقی باشد. مشکل ازدحام، یا آسیبهای ناشی از جاده سازی، در اینجا مورد توجه قرار نگرفته است. حل و فصل این مشکلات یه پناه بردن به سرهم بندیهای تکنیکی دیگری برای اتومبیلها نیاز دارد: باید در سیستم حمل

ونقل تغییرات کلی داده شود (مثلاً، حمل و نقل همگانی بیشتر، استفاده بیشتر از قطار و اتوبوس، پیاده روی و دوچرخه سواری بیشتر). این راه حل هم مستلزم ایجاد دگرگونی و تحول در الگوهای زندگی و کار است: بهره‌گیری بیشتر از ارتباط به جای حمل و نقل؛ الگوهای مکانی جدید سکونت، مکانیابی فعالیتهای بازرگانی و صنعتی برای دسترسی به کار و کاستن دامنه اتکا و وابستگی به اتومبیل. در حمل و نقل هوایی نیز می‌تواند مسائلی بروز کند. ترافیک هوایی عامل حدود ۱۵ تا ۲۰ درصد اثر گرمایش کلی جهانی است، هر چند که، شاید به نحوی شگفت، هواپیمای مدرنی چون بوئینگ ۷۷۷ فقط همانقدر انرژی به ازای هر مسافر در هر کیلومتر مصرف می‌کند که میانگین مصرف قطارهای سریع‌السیر است.^۱

سیاستگذاری حمل و نقل

موضوع حمل و نقل یکی از مسائل عمده به شمار می‌آید و پرداختن تام و تمام به آن از حوصله این کتاب خارج است، زیرا در این کتاب به جنبه‌های بسیار زیادی از محیط زیست و سیاست عمومی (دولتی) اشاره می‌شود. حتی اگر فقط به موضوعهای مرتبط با انرژی بپردازیم، واضح است که مسئله حمل و نقل اهمیت روز افزون پیدا می‌کند، و اهمیت انرژی از این هم بیشتر خواهد شد. مصرف انرژی خود روهایی خصوصی (شخصی) در سرتاسر جهان شتابان در حال رشد و در مسائل عمده آلودگی هوا، و نیز گرمایش جهانی، سهیم است.^۲

به طوری که اشاره کردیم، سرهم بندی‌هایی تکنیکی وجود دارند، اما حل کردن معضل حمل و نقل کاردشواری است. گفته شده است که ظهور اتومبیل بیشتر از اکثر تحولات سیاسی جامعه بشری را دگرگون کرده است: از این رو اگر خود اتومبیل در حکم یک مشکل از کار درآمده است، در این صورت نیاز به تغییرات اجتماعی و نیز تکنیکی چشمگیر به خاطر حل و فصل کردن مشکلات ناشی از وجود آن، ضروری است.^۳ با توجه به نقشی که اتومبیلها در اقتصاد کشورهای توسعه یافته بازی می‌کنند، شاید تعارضهایی که در مدل منافع و توجهات در فصل ۱ مطرح شد، در اینجا به نحو بارزی پدیدار شود، تعارض بین کارگران، مصرف کنندگان و سهامداران کارخانه‌های اتومبیل سازی بر سر توازن نسبی بین دستمزدها، قیمتها، و سودها (منافع)

1. Oliver, 1996

2. Hughes, 1993

3. Peake, 1994

احتمالاً در مقابل فراخوانی برای یک بازاندیشی ریشه نگر در باره استفاده از اتومبیل رنگ خواهد باخت. همه عوامل احتمالاً تلاش می کنند در مقابل تغییر مقاومت کنند. و با همه اینها، همه باید با آرامش زندگی کنند و مصرف کنندگان به فکر ایجاد و بهبودی و ارتقاء اتومبیلها افتاده اند؛ همانگونه که دولتها، با همه اینها، هرگونه تغییرات ریشه ای واقعی در این حوزه باید به طور همه جانبه ای مورد توافق قرار گیرد، که شاید علت این که سرهم بندیهای تکنیکی محبوبیت عامه دارند همین است، زیرا در این اقدامات از نیاز به رویارویی با تغییرات عمده اجتناب می شود.

سرهم بندی در مورد انرژی

اتومبیل یکی از کالاهای مصرفی عمده است و، علی الاصول، مصرف کنندگان به معنای کامل کلمه می توانند از طریق تصمیم خرید خود، بر ماهیت این تکنولوژی تأثیر گذارند. اگر مصرف کنندگانی به تعداد کافی خواهان مبدل کاتالیزی یا اتومبیلهای برقی باشند، این تقاضا سرانجام برآورده خواهد شد. اما، به طوری که در بالا گفتیم، وقتی موضوع مربوط به تکنولوژی پایه به کاررفته برای تولید انرژی باشد، این موضوع دیگر صادق نیست. نیروگاهها اقلام سرمایه ای بزرگی اند که کمپانیها آنها را طراحی و برایشان بودجه تأمین می کنند، آنها را می سازند و به کار می اندازند و نسبتاً از حوزه نفوذ مستقیم مصرف کننده به دورند - فقط برق است که مصرف کننده خریداری می کند. با همه این احوال، تا حدودی به علت وضع مالیات از سوی دولت به سبب مقررات زیست محیطی، در طراحی نیروگاهها تغییراتی پیش می آید.

در اینجا نیز به یک رشته سرهم بندیهای تکنیکی برمی خوریم. مثلاً، یکی از راههای کاهش گسیل آلایندهها از نیروگاهها عوض کردن سوخت است: سوزاندن گاز طبیعی به جای زغال سنگ یا فراوردههای نفتی، به ازای هر kwh انرژی تولید شده، کربن دیوکسید کمتری تولید می کند. سوزاندن گاز به گزینه ای با محبوبیت روز افزون برای تولید برق در سالهای اخیر تبدیل شده است؛ علت این امر نه تنها نگرانیهای زیست محیطی است بلکه گاز نسبتاً ارزانتر است و توربینهای گازی سیکل ترکیبی (CCGT)^۱ بسیار کارآمدند.

1. Combined Cycle Gas Turbined (CCGT)

* البته، در ایران بخش خصوصی (کمپانیها) در ساخت و استقرار نیروگاهها دخالتی ندارد، و تمام مراحل به دست خود دولت طی می شود، و طبعاً مالکیت نیروگاهها هم در اختیار دولت است. م.

در بریتانیا، در پی خصوصی سازی صنعت برق در سال ۱۹۹۰، حدود ۲۰ GW ظرفیت CCGT نصب یا برنامه‌ریزی شده است - که حدود یک سوم ظرفیت تولید برق بریتانیا است. در جاهای دیگر هم در این زمینه توسعه ای به همین ابعاد دارد اتفاق می‌افتد.

متأسفانه، روی کردن به گاز طبیعی فقط راه حلی جزئی برای مسائل زیست محیطی و منابع به شمار می‌آید. به طوری که دیده‌ایم، ذخایر گاز جهان ابدی نیست و سوزاندن گاز هم مقداری کربن دیوکسید تولید می‌کند، به نظر می‌رسد که موضوع منابع گاز در این فاصله در بریتانیا با وارد کردن گاز از روسیه و جاهای دیگر حل و فصل شده است - هرچند که اتکا به خط لوله‌های گازی که از نواحی بی ثبات اروپای شرقی و مرکزی عبور می‌کند، مسائل عدیده‌ای در چارچوب حفظ امنیت تأمین گاز به وجود می‌آورد. اگر قرار باشد که گاز یکی از منابع موقتی عمده جهان برای تولید برق باشد، در جاهای دیگر هم همین مشکلات بروز می‌کنند.

صرفه جویی انرژی

صرفه‌جویی انرژی در نقطه مصرف یکی از سرهم‌بندی‌های تکنیکی دراز مدت و مؤثرتر برای مسائل و مشکلات زیست محیطی است: کاهش تقاضا، و بنابراین کاهش آلودگی. مطابق جدول ۴ - ۱، سرمایه گذاری در امر کارایی انرژی در نقطه مصرف^۱ معمولاً نسبت به سرمایه‌گذاری در تکنولوژی جدید تأمین انرژی هزینه برتر است، و امکان بالقوه صرفه‌جویی‌های انرژی (و بنابراین کاهش تولید گسیل کربن دیوکسید) در اکثر بخشهای مصرفی خانگی، صنعتی و تجاری چشمگیر است.

جای شگفتی ندارد که توجه کنیم موضوع اتلاف انرژی در سالهای اخیر به عنوان مسئله‌ای مهم تلقی شده است؛ تا همین اواخر قسمت اعظم طراحی مصرف انرژی وسایل برقی چنان بوده است که گویی انرژی رایگان است. اما، در حال حاضر تکنولوژی‌های مربوط به کاهش اتلاف انرژی دارند در همه جا به طور گسترده‌ای ظهور می‌کنند. صنایع هم اکنون در توسعه سیستمهای تولید کارآمدتر گامهای بلندی، بخصوص به عنوان راهی برای کاهش هزینه‌ها، برداشته است. اما با سرک کشیدن به بخش‌های آشنا تر کالاهای مصرفی، یخچالها، اجاقها، تلویزیونها و رایانه‌های کم مصرفی را می‌یابیم که نوعاً کسری از انرژی وسیله‌های متعارف و سنتی را مصرف می‌کنند، وغالباً هم هزینه تولید آنها کمی بیشتر است.

جدول ۴ - ۱. معیارهای سیاستگذاری انرژی برحسب هزینه نهایی کاهش CO₂

به ترتیب کارایی هزینه	تن	صرفه جویی بالقوه CO ₂ ، ۲۰۰۵ برحسب ۱۰ ^۸
۱	تغییر سوخت (از برق به گاز برای گرمایش)	۸,۰۷
۲	بهبود وسایل برقی	۲۵,۹۷
۳	CHP صنعتی	۲۰,۸۰
۴	بهبود کارایی روشنایی	۲۷,۷۲
۵	طرحهای CHP کوچک	۶,۸۹
۶	بهبود کارایی اجاق پخت و پز	۴,۰۵
۷	بهبود کارایی گرمایش بخش خدمات و بازرگانی	۳۱,۶۳
۸	نیروگاههای سیکل ترکیبی گاز سوز	۳۵,۲۸
۹	بالا بردن کارایی گرمایش آب	۶,۶۳
۱۰	بالا بردن کارایی نیروی محرکه	۲۲,۹۲
۱۱	بهبود کارایی گرمایش فضای بخش خانگی	۳۴,۶۹
۱۲	CHP سطح شهر	۳۱,۱۷
۱۳	بهبود کارایی گرمای فرآیند	۱۵,۴۴
۱۴	منابع انرژی تجدید پذیر	۱۷,۲۹
۱۵	نیروگاههای هسته‌ای	۴۹,۹۸
۱۶	بهبود کارایی گرمایش بخش صنایع	۷,۷۷
۱۷	تولید انرژی ناشی از احتراق پیشرفت ذغال (نه CHP)	۳,۱۹

توجه! مولد بهبودی بعدی از سال ۱۹۸۹ برخی از رتبه بندیهای این جدول را تغییر داده است. مثلاً، تکنولوژیهای انرژی تجدید پذیر یک کاسه می‌شوند در حالی که

قسمتی از آن اکنون به نحو چشمگیری با صرفه تر شده (مخصوصاً انرژی باد) و در این رتبه بندی جایگاه بالاتری را کسب می‌کنند.

روشنایی کم مصرف در حال حاضر یکی از حوزه‌های عمده توجه است. چراغهای مهتابی کم مصرف می‌توانند مصرفی تا ۷۰ درصد کمتر از مصرف لامپهای التهایب متعارف داشته باشند و گر چه چنین اقدامی گرانترند، دوام طولانی‌تری دارند و می‌توانند پس از کوتاه زمانی هزینه اضافی خود را با صرفه جویی در انرژی جبران کنند.

در جدول ۲-۴، ایده‌ی ثمر بخشی گرانی نسبی برخی گزینه‌های کالاهای خانگی با کارایی انرژی بالا، درج شده است. به گونه‌ای که می‌توان دید، قسمت عمده تکنیکهای صرفه جویی انرژی در حال حاضر کلاً

از تکنولوژیهای تولید انرژی در سطح بخش خانگی مانند گردآورهای گرمایی خورشیدی با صرفه‌ترند. باتریهای فوتو ولتایی از این هم بدترند: در حال حاضر این دستگاهها بسیار گران‌اند.

مطابق جدول ۲-۴، قسمت اعظم بهترین اقدامهای صرفه جویی انرژی بر حسب هزینه به بافت پایه خانه‌ها مرتبط‌اند، و طراحی خانه‌هایی که در آنها انرژی صرفه جویی شود یکی از مقوله‌های کلیدی توسعه به شمار می‌آید. این موضوع عجیبی نیست زیرا بناهای مسکونی در حال حاضر حدود یک سوم کل انرژی مصرف شده در بسیاری از کشورهای پیشرفته را مصرف می‌کنند.

جدول ۲-۴ دوره برگشت سرمایه (بریتانیا) برای تعمیر اساسی وسایل خانگی

معيار تجديدپذير يا كارايي	صرفه جویی وسایل خانگی نوعی (پوند)	دوره برگشت سرمایه (سال)
غلاف مخزن آب داغ	۱۰ تا ۲۵	۰٫۵ تا ۳
برنامه گرمایش مرکزی/ترموستات	۱۵ تا ۴۰	۲ تا ۶
روشنایی کم مصرف (یک لامپ مهتابی)	۲ تا ۵	۲ تا ۵
عایق پرزدار تا ۱۵۰ میلیمتر	۵۰ تا ۸۰	۳ تا ۵
عایق جداره حفره	۶۵ تا ۱۴۰	۴ تا ۸
مقاوم در برابر جریان باد	۰ تا ۲۰	۶ تا ۲۰
دیگ بخار چگالنده (قیمت تمام شده گاز)	۲۰ تا ۲۰۰	۶ تا ۱۲
هزینه نهایی دیگ بخار جایگزین	۵۰ تا ۸۰	۳ تا ۵
سیستم گرمایش خورشیدی آب داغ	۲۰ تا ۱۰۰	۱۲ تا ۴۰
عایق دیواره خارجی	۶۰ تا ۱۴۰	۲۰ تا ۳۵
لعاب دولایه با گسیلندگی کم	۴۰ تا ۱۰۰	۶۰ تا ۱۱۰
کاشیهای سقفی فوتوولتایی	۵۰ تا ۲۰۰	۸۰ تا ۱۳۰

نمونه‌های فراوانی از بناهای کم مصرف [انرژی] در سرتاسر جهان یافت می‌شود، مثلاً در حال حاضر در امریکای شمالی، اسکانديناوی، آلمان و سوئیس خانه‌های مسکونی فراوانی ساخته شده‌اند که حدود ۸۰ درصد کمتر از خانه‌های معمولی جدید و حدود ۹۰ درصد کمتر از خانه‌های موجود انرژی مصرف می‌کنند. در اقلیم‌های شمالی، مصرف انرژی برای گرمایش فضا را می‌توان تا حدود ۹۵ درصد کاهش داد به کمک نوعی تکنولوژی

که نخستین بار سالهای قبل در کانادا و سوئد به نمایش نهاده شد، توانسته‌اند به میزان یاد شده در بالا دست یابند؛ این تکنولوژی را ابر عایق کاری نامیدند.

دربناهای ابرعایق‌بندی شده میزان عایق‌بندی بسیار بالا، پنجره‌ها با کارایی انرژی، ساختمان در برابر جریان هوا مقاوم، و دارای یک سیستم تهویه مکانیکی است که گرما را از خروجی هوا بازیابی می‌کند تا هوای تازه‌را در زمستان بیشتر گرم کند. اکنون صدها هزار دستگاه از چنین بناهایی در اسکانندیناوی و امریکای شمالی ساخته شده‌است، که اسکلت آنها عموماً الواراست. از این رو نوع بناها در سرزمین اصلی اروپا به نحو فزاینده‌ای در حال ساخت است.^۱

به این ترتیب، به نظر می‌رسد که با توجه صحیح به طراحی و عایق‌بندی خانه‌ها، دیگر این خانه‌ها جز برای تأمین روشنایی و پخت و پز نیازی به دریافت انرژی از خارج ندارند. خانه‌های خورشیدی بانمای عجیب و غریبی یافت می‌شوند، اما در شکل ۱-۴ پلانی برای یک خانه بانمای مرسوم را مشاهده می‌کنید، که به گفته طراح آن باید «خانه با مصرف سوخت فسیلی صفر و تولید CO2 صفر باشد». این خانه به بهترین وجه عایق‌بندی شده، و در آن برای گرمایش فضا از طریق گلخانه خورشیدی کنش پذیر، و برای گرم کردن آب از گردآوردهای خورشیدی نصب شده برپا استفاده می‌شود. تقاضای کم الکتریسیته برای روشنایی کم مصرف و وسایل برقی کم مصرف، در هنگام تابش آفتاب، به وسیله یاخته‌های فوتوولتایی مستقر درپا، تأمین می‌شود؛ در سایر مواقع انرژی را از شبکه سراسری می‌گیرند، اما این کار با صدور برق اضافی در خلال ایام آفتابی (تولیدی یاخته‌های فوتو ولتایی) موازنه می‌شود.

همین پیشرفت‌ها در بخش‌های غیر مسکونی هم در جریان است - در ادارات و کارخانه‌ها، مدارس و سایر بناهای همگانی، سیستم‌های بازیابی گرما، روشنایی کم مصرف و بهبود عایق‌بندی، جملگی نقش ایفا می‌کنند.^۲

محدودیت‌های صرفه جویی

صرفه‌جویی انرژی در نقطه مصرف آشکارا از استلزامهای چشمگیری برخوردار است. اما، مانند تمامی اقدامهای سرهم بندی تکنیکی، در اینجا نیز محدودیتهایی وجود دارد؛ در ارتباط با سیستم‌های صرفه‌جویی انرژی می‌تواند برخی مسائل و مشکلات عملی و اجرایی پیش آید.

1. Olivier, 1992

2. Herrting *etal.* 1988

۱ - درارتباط با وسیله‌های برقی کم مصرف، احتمالاً به کارگیری واستقرارشان با تأخیر انجام می‌گیرد، بخصوص در بخش خانگی، مصرف‌کنندگان خانگی فقط گاهگاهی وسایل برقی خود را تعویض می‌کنند، یعنی وقتی شکسته یا فرسوده شده باشند. از این رو زمانی طول می‌کشد تا گستره تجهیزات موجودجای خود رابه دستگاههای کارآمدتر بدهند.

۲ - وسیله‌های برقی کم مصرف تر، درحالی که در طول حیاتشان برای مصرف‌کننده کاهش هزینه به بار می‌آورند، ممکن است گرانتر هم باشند، این امر می‌تواند برای خریداران با بودجه‌های محدود مایه دلسردی فراهم آورد. صاحب پیر یک پانسیون قدیمی با وضعیت ساختمانی بادگیر و مرطوب ممکن است بتواند بخاری برقی تک شعله ای را در اتاقها قرار دهد، اما احتمال آن وجود ندارد که قادر باشد سیستم گرمایش مرکزی کم مصرف را در ساختمان پانسیون خود نصب کند.

۳ - صاحبان خانه‌ها، به علت فشارهای شغلی و حرفه ای، ناگزیرند همواره جابه جا شوند، و در این صورت، دست زدن به صرفه‌جویی انرژی به طور اساسی را، مانند عایق کاری خانه‌های خود چندان بالارزش تلقی نمی‌کنند.

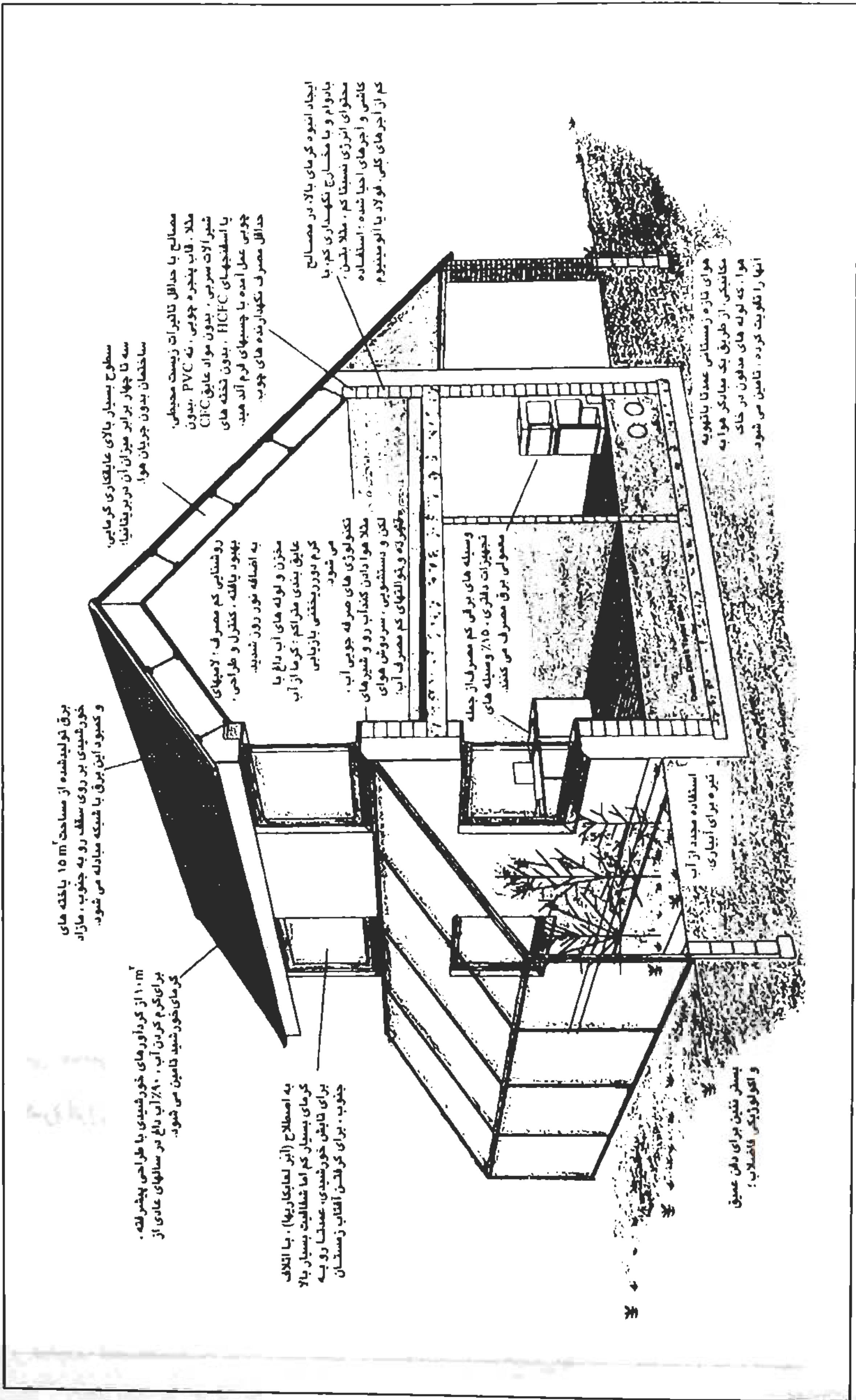
۴ - افزون بر آن مسائل « اجتماعی »، ممکن است مسائل ومشکلات تکنیکی هم پیش آید. مثلاً، خانه‌های طراحی شده با عایقکاری بسیار خوب و پنجره‌های دولایه درزبندی شده در برابر ورود هوا می‌توانند دلگیر و گرفته باشند ؛ در برخی نواحی در فضای داخلی می‌تواند کمی گاز رادون پرتوزا به وجود آید، که از سنگهای واقع در زیر پی ساختمان گسیل شده‌باشد. در این مورد شکلی از تهویه قدرتمند باید پیش بینی شود، که انرژی مصرف می‌کند. برای جلوگیری از میعان (مایع شدن بخارهای موجود در فضا) نیز باید تهویه فراهم آید.

طراحان و متخصصان تکنیکی می‌توانند مشکلات و مسائل بر شمرده در بالا را به حداقل برسانند و با آنها کنار آیند و طرحهای کمکهای بلاعوض را تدوین کنند تا گروههای محروم را قادر سازند تا از وسیله‌های با کارایی مطلوب بهره گیرند. اما واضح به نظر می‌رسد که در حالی که تکنولوژی می‌تواند برخی موضوعها را حل و فصل کندگاهی نیز مسائل ومشکلات تکنیکی واجتماعی بیشتری پدید می‌آورد.

کاهش تقاضای انرژی

علیرغم مسائل بحث شده در بالا، به نظر می‌رسد امکان بالقوه سرهم بندیهای تکنیکی در حوزه صرفه‌جویی بسیار پر دامنه است، بخصوص اگر ساختارهای حمایتی نهادی ضروری وجود داشته باشند. برای تجهیز مصرف‌کنندگان به اطلاعات و احتمالاً تدوین طرحهای دریافت کمک‌های بلا عوض، و برای بالا بردن انگیزه جذب این کمکها، وجود بنگاهها و نهادهای مشاوره‌ای ضروری است. چارچوبهای ارزیابی اقتصادی نیز برای فراهم آوردن امکان مقایسه‌های واقع‌گرایانه بین منافع سرمایه‌گذاری در تکنولوژی‌های صرفه‌جویی انرژی با سرمایه‌گذاری در تکنولوژی‌های تأمین انرژی جدید، نیز ضروری است. دامنه این شناخت پیوسته گسترش می‌یابد که مدیریت تقاضای انرژی دقیقاً همان میزان مدیریت عرضه انرژی اهمیت دارد، و برخی تکنولوژیهای «مدیریت تقاضا» ظهور کرده‌اند که در این زمینه می‌توانند بسی یاری رسان باشند. مثلاً، برخی وسیله‌های مصرفی، چون فریزر، به طور پیوسته نیاز به دریافت انرژی ندارند. این وسیله‌ها را می‌توان در خلال زمانهای اوج تقاضای انرژی چند ساعتی از برق کشید. «پریزهای هوشمند» الکترونیکی‌ای ابداع شده‌اند که در خلال ساعت‌های اوج مصرف که بهای برق هم در بالا ترین مبلغ خود است، ارتباط بعضی وسیله‌ها را با برق شهر قطع می‌کنند. تعداد سرهم بندیهای از این دست، که می‌توانند بدون کاستن بهره‌مندی و کارایی مصرف را بکاهند، بی شمار است.

چنان که قبلاً اشاره شد، از لحاظ تاریخی بر پدید آمدن سامانه‌های جدید تولید تأکید شده است: در مقایسه با توجه بسیار کمتری که به صرفه‌جویی انرژی و کاهش اتلاف آن مبذول شده است. واضح است که باید این اولویتها معکوس شوند. می‌توان درک کرد که تقاضای کلی انرژی باید تا ۷۰ درصد و حتی بیشتر در بسیاری از بخشها، در مدت زمانی مشخص، کاهش یابد. به این ترتیب حل مسئله یافتن منابع پایدار انرژی بسی آسانتر می‌شود و، در چارچوب معیارهای ما، سرمایه‌گذاری در کارایی انرژی آشکارا عنصری کلیدی در راهبرد انرژی پایدار و واقع‌گرا را نشان می‌دهد.^۱



برق تولیدشده از مساحت ۱۵ m² باخته های خورشیدی بر روی سقف رو به جنوب، مازاد و کمبود این برق با شبکه مبادله می شود.

سطوح بسیار بالای عایقکاری گرمایی، سه تا چهار برابر میزان آن در پیرامونیا؛ ساختمان بدون جریان هوا.

مصالح با حداقل تاثیرات زیست محیطی؛ مثلاً، قاب پنجره چوبی، نه PVC، بدون شیرلات سرمی، بدون مواد عایق CFC یا اسفنجهای HCFC، بدون تخته های چوبی عمل آمده یا چسبهای فرم آلد هید. حداقل مصرف نگهدارنده های چوب.

ایجاد انبوه گرمای بالا، در مصالح بادوام و با مخارج نگهداری کم، با محتوای انرژی نسبتاً کم، مثلاً بتن، کاشی و اجزهای احیا شده؛ استفاده کم از اجزهای کلی، فولاد یا آلومینیوم

هوای تازه زمستانی عمدتاً با تهویه مکانیکی، از طریق یک مبادک هوا به هوا، که لوله های مدفون در خاک آنها را تخلیه کرده، تامین می شود.

۱۰۰ m² از گردآورهای خورشیدی با طراحی پیشرفته، برای گرم کردن آب، ۸۰٪ آب داغ بر سازه های عادی از گرمای خورشید تامین می شود.

به اصطلاح (آبدر اعماق/ریزها)، با اتلاف گرمای بسیار کم اما شتابانیت بسیار بالا برای تایش خورشیدی، عمدتاً رو به جنوب، برای گرفتن آفتاب زمستان

وسيله های برقی کم مصرف از جمله تجهیزات دلفری، ۱۵٪ وسیله های معمولی برق مصرف می کنند.

روشهایی کم مصرف، لامپهای بهبود یافته، کنترل و طراحی، به اضافه نور روز شدید، مخزن و لوله های آب داغ با عایق بندی متمرکز: گرما از آب گرم دورریختنی بازبایی می شود.

تکنولوژی های صرفه چوبی آب، مثلاً هوا دادن گنداب رو و شیرهای لکن و بستشویی، سردوش هوای نظیرته و چوالتهای کم مصرف آب.

استفاده مجدد از آب تیره برای آبیاری.

بستر نشین برای دفن عمیق و اکتولوژیکی فاضلاب؛

شکل ۴-۱ عرضه انرژی : خانه خورشیدی کم مصرف

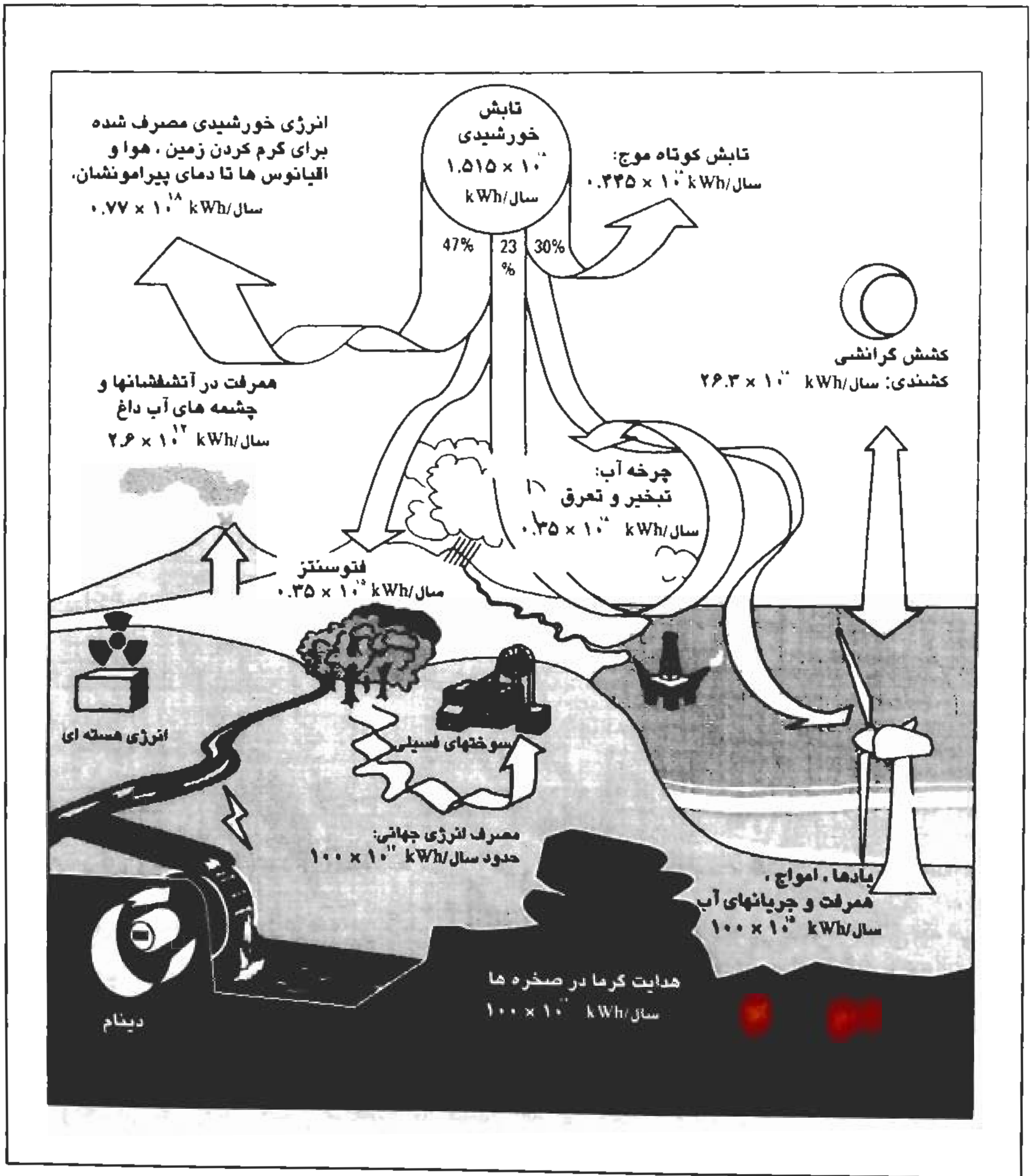
نتیجه گیری: سرهم بندیهای انرژی پایدار؟

برخی اقدامات سرهم بندی تکنیکی می توانند مفید و مهم باشند، اما اقداماتی دیگر از این دست غالب اوقات فقط راه حل های جزئی و کوتاه مدت را ارائه می دهند. مثلاً، روی آوردن به سوخته های فسیلی پاکیزه تر می تواند به کاهش گسیل گازهای آلاینده ختم شود، اما تنها راه حل درازمدت واقعی برای گرمایش جهانی، عبارت است از سوزاندن سوخته های فسیلی و یافتن راه های پایدارتر تأمین نیازهای انرژی، باید این گزینه های اخیراً با جزئیات بیشتر بشناسیم - یعنی گزینه های درازمدت تر و ریشه نگرتری که راه حل های پایدارتری را نوید دهند. می توانید آنها را سرهم بندیهای تکنیکی پایدار در زمینه انرژی^۱ بنامید.

آشکار است که صرفه جویی انرژی در اولویت قرار دارد. دیده ایم که دروسایله های برقی خانگی و در حوزه های خانه داری واکثر بخشهای دیگری که می توانند به کاهش تقاضای انرژی کمک کنند، گستره ای از سرهم بندیهای تکنیکی دخالت دارند. اما راجع به این موضوع هم بحث کرده ایم که هرگاه منابع غیر فسیلی یافت نشوند، صرفه جویی فقط می تواند آهنگ مصرف سوخته های فسیلی را بکاهد. همین سخن در مورد مقدار کربن دیوکسیدی که مآلارها می شود، صادق است. تعهد ووفاداری به صرفه جویی انرژی می تواند به کند کردن آهنگ گسیل گازهای آلاینده کمک کند، که این خود می تواند به کاهش آثار گرمای جهانی یاری رساند، اما بازهم به نحوی نیاز به تولید انرژی وجود دارد. صرفه جویی، درحالی که حیاتی است، نیاز به یافتن منابع پاکیزه و پایدار انرژی را منتفی نمی کند.

پس، موضوعی اساسی که اکنون باید بررسی کنیم این است که کدام گزینه های تأمین انرژی بادوام تری بر روی ماگشوده است؟ گزینه ها در چارچوب منابع انرژی نسبتاً مشخص و واضح اند. در شکل ۴-۲ ورودیها و منابع انرژی پایدار را مشاهده می کنید که سیاره زمین از آنها برخوردار است. بعضی از آنها چشم انداز تأمین انرژی برای مدت طولانی را عرضه می کنند - معیار اساسی برای توسعه پایدار در فصل ۲. چنان که می توان در شکل ۴-۲ مشاهده کرد، قسمت اعظم منابع انرژی مستقیم یا غیرمستقیم از خورشید ناشی می شود. سوخته های فسیلی در واقع انرژی خورشیدی ذخیره شده اند، که در طول میلیونها سال به صورت زغال سنگ، نفت و گاز، در دل زمین حبس شده اند. اما، همین که این ذخایر ته بکشد، دیگر برای ابد تمام شده اند، برعکس، قسمت اعظم منابع مشهور به تجدید پذیر بر پایه ورودیهای اخیر انرژی خورشیدی استوارند، که

مستقیماً گرما فراهم می‌آورند یا باده‌ها، امواج، جریانهای آب در رودخانه‌ها یا سرچشمه‌های آب در دریاچه‌ها را بوجود می‌آورد، یا انرژی خورشیدی ذخیره شده کوتاه مدت در قالب زیست توده^۱ - حیات گیاهی که می‌تواند به عنوان سوخت مصرف شود - است.



شکل ۴ - ۲ انرژی: منابع و جریانهای طبیعی (Kwh در سال)

تنها گزینه‌های غیر خورشیدی عبارت‌اند از نیروی کشندی (جزرومدی)، که عمدتاً حاصل نیروی گرانشی ماه وارد بردریاهاست، انرژی زمین گرمایی در اعماق زمین، و انرژی هسته‌ای، ناشی از شکافتن هسته‌های اتم. واپاشی پرتوزا ناشی از فرایندهای هسته‌ای طبیعی در داخل زمین همان چیزی است که مقداری از گرمای زمین گرمایی را تأمین می‌کند، اما گرمای هسته‌ای به طور مصنوعی، از طریق شکافت هسته‌ای^۱ و گداخت (همجوشی) هسته‌ای^۲ نیزرها می‌شود. منابع هسته‌ای به طور نامحدودی پایدار نیستند، اما هواداران آنها می‌گویند که قسمتی از آنها می‌توانند در آینده مدتی طولانی انرژی را تأمین کنند. به طور خلاصه، اگر سرهم بندیهای تکنیکی ریشه نگرتر و پایدارتر در ارتباط با منابع انرژی جدید ضروری‌اند، تنها گزینه‌های غیر فسیلی شناخته شده در حال حاضر شکافت هسته‌ای، گداخت هسته‌ای و صورتهای گوناگون انرژیهای تجدید پذیرند. در فصلهای بعدی به این گزینه‌ها نگاهی تفصیلی می‌اندازیم، وابتدا از نیروی هسته‌ای آغاز می‌کنیم.

جمع‌بندی

- سرهم بندی‌های تکنیکی و طراحی مجدد محصول می‌توانند به کاهش آثار زیست محیطی کمک کنند؛ از جمله آنها می‌توان، مثلاً، از ارتقای کارایی انرژی یاد کرد.
- دربخش انرژی، صرفه جویی انرژی و مصرف کارآمدتر سوختها ی فسیلی اولویتهای آشکار به شمار می‌آیند.
- اما، اگر قرار باشد به پایداری تام وتمام دست یابیم، در این صورت نیاز به سرهم بندیهای تکنیکی ریشه نگرتر ضروری است.
- گستره ای از سرهم بندیهای انرژیهای بالقوه پایدار از جمله تکنولوژیهای انرژی تجدیدپذیر و نیروی هسته‌ای، وجود دارد.

1. nuclear fission

2. nuclear fusion

برای مطالعه بیشتر

توسعه و گسترش کالاهای سبز و فناوری پاکیزه یکی از کانونهای توجه مرکزی کتاب دیگری از سری همین کتاب حاضر، محیط زیست و تکنولوژی^۱ است.

یکی از نقاط آغاز برای بررسی و واکاوی ایده تکنولوژی پاکیزه به صورت جامع تر عبارت است از :

R.Kirwood and A.Longley (eds), *clean Technology and the Environment* (1995, Chapman and Hall, London).

شماره ویژه ژانویه - مارس نشریه *CO - design* (پنج و شش) به طراحی سبز اختصاص یافته و حاوی برخی مقاله‌های مقدماتی مطلوب است.

The Green car Guide, P. Nieuwenhurst, P. Cop and J. Armstrong (1992, Green print, London)

حاوی برخی مطالب بسیار مفید در باره مسائل مربوط به استفاده از اتومبیل و برخی سرهم بندیهای تکنیکی است که سربر آورده‌اند.
در کتاب :

Daniel Sperling's *Future Drive* (1991, Island Press / Earthscan, London)

به برخی گزینه‌های سرهم بندیهای تکنیکی اتومبیل برقی به تفصیل نگاهی انداخته می‌شود، همچنان که در مورد این کتاب است :

James Mackenzie's *The keys to the car* (1994, World Resource Institute/ Earthscan, London).

سرهم بندیهای تکنیکی در تولید و مصرف انرژی در این کتاب :

Daue Toke's *The Low Cost Planet* (1995, Pluto, London)

و در متون جدید راجع به انرژی، مورد بحث قرار گرفته است.

1. Paul Hooper's *Environment and Technology*

Amory Lovins از موسسهٔ راکی ماونتین در کلرادو (ر.ک، پیوست II) یکی از مظاهر پرچنب و جوش کارایی بهبود یافتهٔ انرژی است: به تعداد زیاد نشریات آن، واول از همه کتاب تأثیر گذارش با این مشخصات:

Soft Energy Paths (1977, Penguin, London).

برای دستیابی به بحث کلی مفیدی در خصوص محدودیتهای سرهم بندیهای تکنیکی ر.ک.

Barry Commoner's *Making Peace With the Planet*, (1990, Pantheon Books, New York).

۶. انرژی هسته‌ای
۷. گذار به انرژی
۸. آینده هسته‌ای؟

انرژی هسته‌ای تقریباً از زمان انرژی اتمی در
تصرف آن گیند و گسترده تولید می‌کند در این فصل

هسته‌ای می‌تواند تولید کرده که ناشی از اینده به‌کارگرفته گومادر جهانی برای سوانده
از سوختن سوخت هسته‌ای در رآکتور می‌تواند از آن به تدریج از گزیده طرح کرد

گرفت هسته‌ای می‌تواند که ناشی از آن را کرده احتمال انرژی در آید بعد از تعلق می‌گردد

تلاش

عمومی

James Mackenzie - *Letter to the ...*

London, London

و همه به سوی سرگرمی نو شوند و بفرماندهی او از خواب بیدار

Dante Alighieri - *The Divine Comedy* (1308-1313, Florence, Italy)

مدرسه عالی و جامع به تدریس خود پرداخته و در آنجا

در سال ۱۳۰۸ میلادی در شهر فلورانس ایتالیا

در سال ۱۳۰۸ میلادی در شهر فلورانس ایتالیا

فصل ۵

گزینه هسته‌ای

- ✓ شکافت هسته‌ای
- ✓ پسماند هسته‌ای
- ✓ راکتورهای زاینده تند^۱
- ✓ گداخت (همجوشی) هسته‌ای
- ✓ آینده هسته‌ای؟

نیروی هسته‌ای تقریباً ۶ درصد انرژی اساسی جهان را در حال حاضر تأمین می‌کند. با توجه به این که مصرف آن کربن دی‌اکسید تولید نمی‌کند، در این فصل این پرسش را پیش می‌کشیم که آیا بر نیروی هسته‌ای می‌توان تکیه کرد که نقشی فزاینده در هنگامه گرمایش جهانی بازی می‌کند، یا آیا، چنان که بسیاری از هواداران محیط زیست ترجیح می‌دهند، می‌توان آن را به تدریج از گردونه خارج کرد، یا خیر. نگاهی هم به گداخت هسته‌ای می‌اندازیم، که بعضی‌ها آن را گزینه احتمالی انرژی در دراز مدت تر تلقی می‌کنند.

1. Fast breeder reactors

نیروی هسته‌ای

شالوده مصرف انرژی هسته‌ای به وسیله ادمی این واقعیت است که هسته اتمهای برخی مواد پرتوزای طبیعی در زمین یافت می‌شوند، که قسمت اعظم آن عمدتاً یکی از ایزوتوپهای اورانیم است، و می‌تواند برانگیخته و شکافته شود یا دستخوش شکافت هسته‌ای قرار گیرد. در جریان این فرایند مقادیر زیادی گرما، در امتداد تابش هسته‌ای و گستره‌ای از اجزای پرتوزای ناشی از فرایند شکافت، تولید می‌شوند. این گرما می‌تواند برای به جوش آوردن آب و تولید بخار به کار می‌رود، درست همان گونه که در نیروگاههای متداول با سوخت فسیلی اتفاق می‌افتد. اگر فرایند شکافت یا شکستن رابتون با سرعت زیادی اجرا کرد، آنگاه انفجار - بمب اتمی - رخ می‌دهد. در راکتورهای هسته‌ای مرسوم و معمولی، فیزیک طراحی آن چنان است که این اتفاق پیش نمی‌آید، اما از لحاظ نظری در برخی راکتورها مانند راکتور زاینده تند، احتمال وقوع این اتفاق وجود دارد.

فناوریهای تبدیل گرمای هسته‌ای به برق یک گستره را دربرمی‌گیرند. در ایالات متحده آمریکا، بر راکتورهای تأکید می‌شود که با آب خنک می‌شوند^۱ - علت این امر تا حدودی از این قرار است که نخستین راکتورهای قدرت برای استفاده در زیر دریاییها طراحی شدند و ناگزیر باید کم حجم و جمع و جور می‌بودند. راکتورهای با سردسازگازی^۲، به طوری که ابتدا در بریتانیا ساخته شدند، حجم بزرگتری داشتند، و اکنون بسیار پرهزینه به نظر می‌رسند.

قسمت اعظم حدود ۴۳۰ راکتور موجود در جهان از نوعی اند که با آب سرد می‌شوند، و عمدتاً بر شالوده راکتور آب تحت فشار (راکتور آب فشرده) (PWR)^۳ استوارند که نخستین بار در ایالات متحده آمریکا طراحی و نصب شدند، راکتورهای هسته‌ای مدرن نوعاً تا حدود ۱۳۰۰ مگاوات ظرفیت تولیدی دارند.

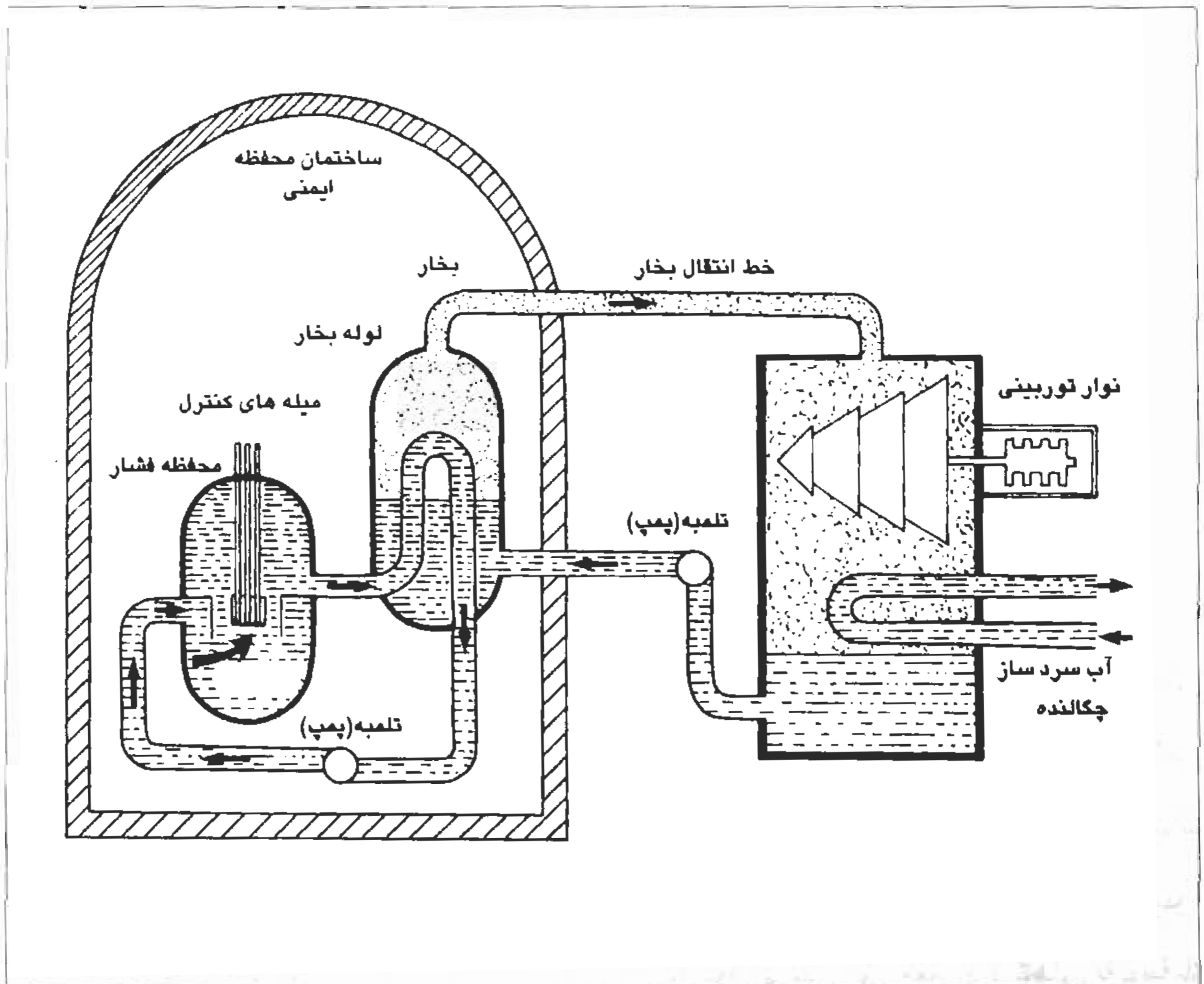
فناوری هسته‌ای پیچیده است و آنچه که از این پس می‌آید ضرورتاً باید شرحی ساده شده از آن باشد. اما توصیف مفاهیم اساسی آنها نسبتاً آسان است. در شکل ۵ - ۱، به صورتی ساده شده، آرایش داخلی یک PWR را مشاهده می‌کنید، که در آن چگونگی جذب انرژی گرمایی از مغز راکتور به وسیله یک حلقه سرد ساز آب فشرده تشریح می‌شود. این حلقه به نوبه خود گرما را از طریق یک مبادله گر گرما، برای تولید بخار

1. Water-cooled reactors

2. Gas-cooled reactors

3. Pressurised Water reactors (PWR)

به منظور تولید نیرو (انرژی) منتقل می‌کند، که در نیروگاه‌های معمولی با سوخت فسیلی نیز همین اتفاق می‌افتد.



شکل ۵-۱ نقشه ساده شده یک راکتور آب تحت فشار

تمامی راکتورهای هسته‌ای پسماندهای هسته‌ای تولید می‌کنند، که بسیاری از آنها شدیداً پرتوزا هستند. این پسماندها حاصل مادی فرایند شکافت پایه به شمار می‌آیند. قسمت اعظم محصولات پرتوزای فرایند شکافت گرایش به «واپاشی» دارند، یعنی این که نسبتاً به سرعت انرژی خود را از دست بدهند. اما برخی مواد کمتر پرتوزا می‌توانند به مدت‌های بسیار طولانی فعال بمانند. مثلاً، حدود ۲۵۰۰۰ سال طول می‌کشد تا فعالیت [هسته‌ای] در پلوتونیم به نصف کاهش یابد، که به این مدت زمان «نیمه عمر» می‌گویند. حتی

مدتی بیش از این - حدود ده نیمه عمر، یا حدود ۲۵۰۰۰۰ سال وحتى بیشتر - به درازا می کشد تا سطح فعالیت این هسته پرتوزا به میزان ناچیزی افت کند.

پلوتونیم یکی از اجزای سازندهٔ جنگ افزارهای هسته‌ای به شمار می آید، و آن را می توان برای سوخت راکتورهای زایندهٔ تند نیز به کاربرد، که این راکتورها درنبرد پلوتونیم، اورانیم «شکافت ناپذیر» را به پلوتونیم تبدیل می کنند، و به این ترتیب سوخت شکافت پذیر جدیدی را تولید می کنند یا «پرورش می دهند». برای دسترسی به پلوتونیم تولید شده در فرایندهای شکافت، سوخت قدیمی «مصرف شده» که از راکتورهای معمولی به دست آمده، یا سوخت ناشی از راکتورهای زاینده، باید به صورت شیمیایی عمل آورده شود تا پلوتونیم از سایر پسماندهای هسته‌ای جدا شوند. این فرایند کاری دشوار و پردردسر است و پسماندهای ثانویه تولید می کند. در واقع این فعالیت عمل آوری همان چیزی است که قسمت عمدهٔ پسماند هسته‌ای را تولید می کند، حتی اگر چه در سطوح پایین تر فعالیت نسبت به پسماندهای اولیه باشند.

مواد پرتوزا و تابش گسیلی از آنها می توانند برای موجودات زنده بسیار خطرناک باشند (ر.ک. کادر ۳)، و برای تضمین جلوگیری از رها شدن آنها باید دقت و مراقبت فوق العاده ای معمول شود. کنترلها و مراقبتهای دولتی بسیار در این زمینه سفت و سخت آن دو مهندسان و فن شناسان درگیر در این حوزه به بیشترین تلاش دست زده‌اند تا این سیستمها خطا نپذیر و مطمئن باشند. اما هیچ فناوری و تکنولوژی‌ای نمی تواند صددرصد ایمن و بی خطر باشد، و همواره سوانح و حوادث در کمین اند، احتمال وقوع حوادث پرممانه و عمده بسیار پایین است، و اگر هزینه کافی برای ایجاد ایمنی صرف شود می توان این احتمال را کاهش داد. اما باز هم یک احتمال وقوع رویدادها باقی می ماند، که آثار ناشی از آنها می تواند جدی و فاحش باشد.

حوادث هسته‌ای

مروری بر آثار بالقوهٔ فناوریهای انرژی، از جمله نیروگاههای هسته‌ای، که در نشریهٔ انرژی هسته‌ای^۱، منتشر شده، بازگو کنندهٔ آن هستند که «به ازای ۱۰ درصد مواد پرتوزای رها شده از مغزیک PWR معمولی، در یک مکان معمولی اروپای غربی با اقدامات شمارگری مناسب ذرات، مرگ و میر تقریبی ۱۰,۰۰۰ نفر مورد انتظار است». این نشریه می افزاید: «بدیهی است احتمال وقوع چنین سوانحی را باید در نظر داشت. برخی منابع

بخش صنعت این احتمال را اندک و تا حد یک بر GW (۱۰۰,۰۰۰,۰۰۰) 10^6 سال برای هر PWR می‌دانند. تجربه عملی در جهان تا این تاریخ در مورد گستره ای از انواع راکتور این احتمال را نزدیکتر به یک در GW (۱۰۰۰) 10^3 سال به دست می‌دهد.»

فاصله وقوع این سوانح بنا بر احتمال‌های یاد شده در بالا از لحاظ منطقی طولانی است. اما، با مثلاً، یکصد راکتوری که میزان تولید اسمی هر کدام از آنها $1 GW$ باشد، احتمال یک سانحه مهم به نحو فاحشی افزایش می‌یابد؛ تا این که بر پایه رقم $10^3 GW$ سال به هر سانحه در هر ده سال می‌رسد. احتمال‌های آماری راهنماهای غیر قابل اتکایی بر این واقعیت‌اند، و تاکنون، فقط سه سانحه هسته‌ای عمده رخ داده است: یک آتش سوزی در نیروگاه تولید پلوتونیم ویند اسکیل^۱ در سال ۱۹۵۷ در بریتانیا، سانحه تری‌مایل‌آیلند در ۱۹۷۹ در ایالات متحده، و سانحه چرنوبیل در ۱۹۸۶ در اوکراین (اتحاد شوروی سابق). با توجه به این که در حال حاضر حدود ۴۳۰ راکتور در سطح جهان در حال کارند، به نظر می‌رسد که، تاکنون، از لحاظ آماری بخت با مایار بوده است.

حریق واکنشگر هسته‌ای تولید پلوتونیم ویند اسکیل در کامبریا به رها شدن ماده پرتوزا، از جمله حدود ۲۰,۰۰۰ کوری ید پرتوزا، انجامید (هر کوری برابر است با پرتوایی یک گرم رادیم). محصولات کشاورزی را در ناحیه ای به مساحت حدود ۷۶۸ کیلومتر مربع به عنوان اقدام احتیاطی نابود کردند، و دو میلیون لیتر شیر دور ریخته شد.^۲ در سانحه تری‌مایل‌آیلند که تا آستانه ذوب کامل راکتور پیش رفت اما مهار شد، اگر چه مقداری مواد پرتوزا رها شد و یک بار هم تخلیه وسیع مردم، دست کم ۶۳۰,۰۰۰ نفر مردم محل را قریب الوقوع کرد.^۳ در هیچ یک از این موارد تلفات مستقیمی یافت نشده است، هر چند که حدس زده شده است که در همان روزهای اول پس از وقوع باید مرگ و میرهایی در میان جمعیتی پیش آمده باشد که در مسیر بادی قرار داشته‌اند که از سوی نیروگاه ویند اسکیل می‌ورزیده است.^۴ سانحه چرنوبیل، در مقایسه با دو سانحه اول، بسی شدیدتر بود، و به ایجاد نگرانی در سطح جهان از بابت ستون توده پرتوایی منجر شد که در اروپای شمال خاوری و حتی امریکای شمالی، گرچه بسیار ضعیفتر، پراکنده شد. این سانحه در خلال

1. Windscale

2. Arnold, 1992

3. Garrison, 1980

4. Mc sorley, 1990

اقدامی به وقوع پیوست که برای واریسی سیستم ایمنی نیروگاه صورت می‌گرفت، وهنگامی بود که نیروگاه با قدرت بسیار پایین کار می‌کرد، و فقط کسر کوچکی از ماده پرتوزای گنجیده در آن به داخل جو راه یافت.^۱ با همه این احوال، جدا از تلفات فوری یک سوم کارکنان نیروگاه و برخی آتش نشانان، از مرگ و میرهای بعدی و بیماریهای جدی در منطقه اطراف نیروگاه گزارشهای زیادی انتشار یافته است. بر آوردها از کشته شدن چند صد نفر تا چند هزار نفر متغیرند، در حالی که برخی گزارشها حاکی از آنند که، سرانجام، مرگ چند میلیون نفر ممکن است به صورت بسیار نامطلوبی متأثر از این حادثه اتفاق افتد.^۲

آشکار است که، این ارقام باید در مضمون مربوطه دیده شوند. نقص در عملیات عمده مهر، همچنین می‌تواند بسیاری از مردم را هلاک کند. حمایتگران نیروی هسته‌ای غالباً ادعا می‌کنند که نیروی هسته‌ای، در مقایسه با جایگزینهایش، گزینه نسبتاً ایمنی است. در اینجا نمی‌توانیم به پیچیدگیهای «تحلیل مخاطره» وارد شویم (برای دسترسی به درآمدی جالب در این زمینه ر.ک. Perrow, 1984). اما، به نظر می‌رسد که سوانح هسته‌ای انواع متعدد و متنوعی است، بخصوص به این علت که این سوانح می‌توانند به معلولیت و بیماری بسیاری از مردم در سالهای بعد انجامند، و نگرانی نسبت به پیامدهای دراز مدت بالقوه سوانح یکی از علت‌های این امر بوده است که اکثر هواداران محیط زیست با نیروی هسته‌ای مخالفت کرده‌اند.

کادر ۳

آثار تابش

برخی شکلهای تابش، به طور طبیعی رخ می‌دهند (از سنگها و صخره‌ها واز پرتوهای کیهانی که از فضا می‌آیند) و دست در کاران صنایع هسته‌ای اظهار می‌دارند که، در میانگین، فعالیت‌های آن فقط مقادیر اندکی به آن چیزی که مردم قبلاً تجربه کرده‌اند می‌افزاید. اما، به رغم اینکه مراقبت زیادی برای جلوگیری از قرار گرفتن مردم در معرض آنها به عمل می‌آید، برخی فراورده‌های شکافت هسته‌ای انسان ساخت، بخصوص در شدتشان، منحصر به فردند.

1. Read, 1993

2. Scorley, 1990; Medvedev, 1990

فرایند شکافت هسته‌ای، افزون بر تولید گرما مواد شکافت پذیر، مانند اورانیوم یا پلوتونیم را به فرایندهای شکافت پرتوزا تجزیه می‌کند و نیز به گسیل ذرات هسته‌ای پرنرژی (ازترونها و پروتونها) و تابش الکترو مغناطیسی (پرتوهای گاما - پرتوی قدرتمند تر از پرتوهای X) می‌انجامد. تمامی این فرآورده‌های فرایند شکافت می‌تواند آثاری جدی بر ماده زنده بر جای گذارد. ذرات هسته‌ای پرنرژی یا پرتوهای گاما می‌توانند به یاخته‌های ماده، بخصوص یاخته‌های جوان و سریع‌الرشد، آسیب برسانند. به همین علت است که درمان با تابش کم‌شدت گاهی برای از بین بردن رشد سرطانی یاخته‌ها به کار می‌رود. اما، تابش دهی کنترل نشده در سطح بالا (شدید) خود باعث سرطان می‌شود، و در سطوح خیلی بالا می‌تواند به مرگ قطعی انجامد.

برخی مواد پرتوزای تولید شده به وسیله فرایند شکافت خیلی پرتوزا نیستند، اما نیمه عمر آنها طولانی است، و این ترکیب می‌تواند مشکل ساز باشد. مثلاً تابش ناشی از پلوتونیم نسبتاً ضعیف است و می‌تواند به وسیله چند لایه از بافت بدن آدمی جذب شود. یعنی، اگر شخصی به طور تصادفی تکه کوچکی پلوتونیم را ببعد یا تنفس کند و این ماده در بدنش بماند، وجود آن را در بدن نمی‌توان به آسانی از خارج بدن آشکار سازی کرد، زیرا بافتهای بدن و کالبدان مانع تابش آن به بیرون می‌شود. اما، یاخته‌های مجاور مکان پلوتونیم پیوسته پرتو می‌گیرند، و سرانجام سرطان عارض می‌شود.

بدیهی است که، قرار گرفتن در معرض تمامی شکل‌های تابش می‌تواند خطرناک باشد. شکل‌های عمده حفاظت در برابر تابش عبارت‌اند از موانع فیزیکی، که تابش را جذب کنند؛ فاصله گرفتن از منبع تابش؛ و محدود کردن زمان قرار گرفتن در معرض تابش. به این ترتیب، راکتورهای هسته‌ای را داخل حفاظها و سپرهای قرار می‌دهند که تابش را جذب می‌کنند؛ طول مدتی که هر یک از کارکنان راکتورها و نیروگاهها در معرض آن قرار می‌گیرند و درجه شدت آن به دقت نظارت می‌شوند؛ راکتورها معمولاً در مکانهای دور افتاده کار گذاشته می‌شوند تا خطر رها شدن مواد پرتوزا در هنگام پیش آمدن سانحه برای مردم محل به حداقل برسد.

گزینه‌ای شکست خورده؟

علیرغم این مخاطره‌ها، نیروی هسته‌ای را باید سرهم بندی تکنیکی نهایی تلقی کرد. مقادیر فراوان انرژی می‌توانند از مقادیر اندک ماده نسبتاً فراوان رها شوند. قطعاً در دوره بعد از جنگ جهانی دوم نیروی هسته‌ای

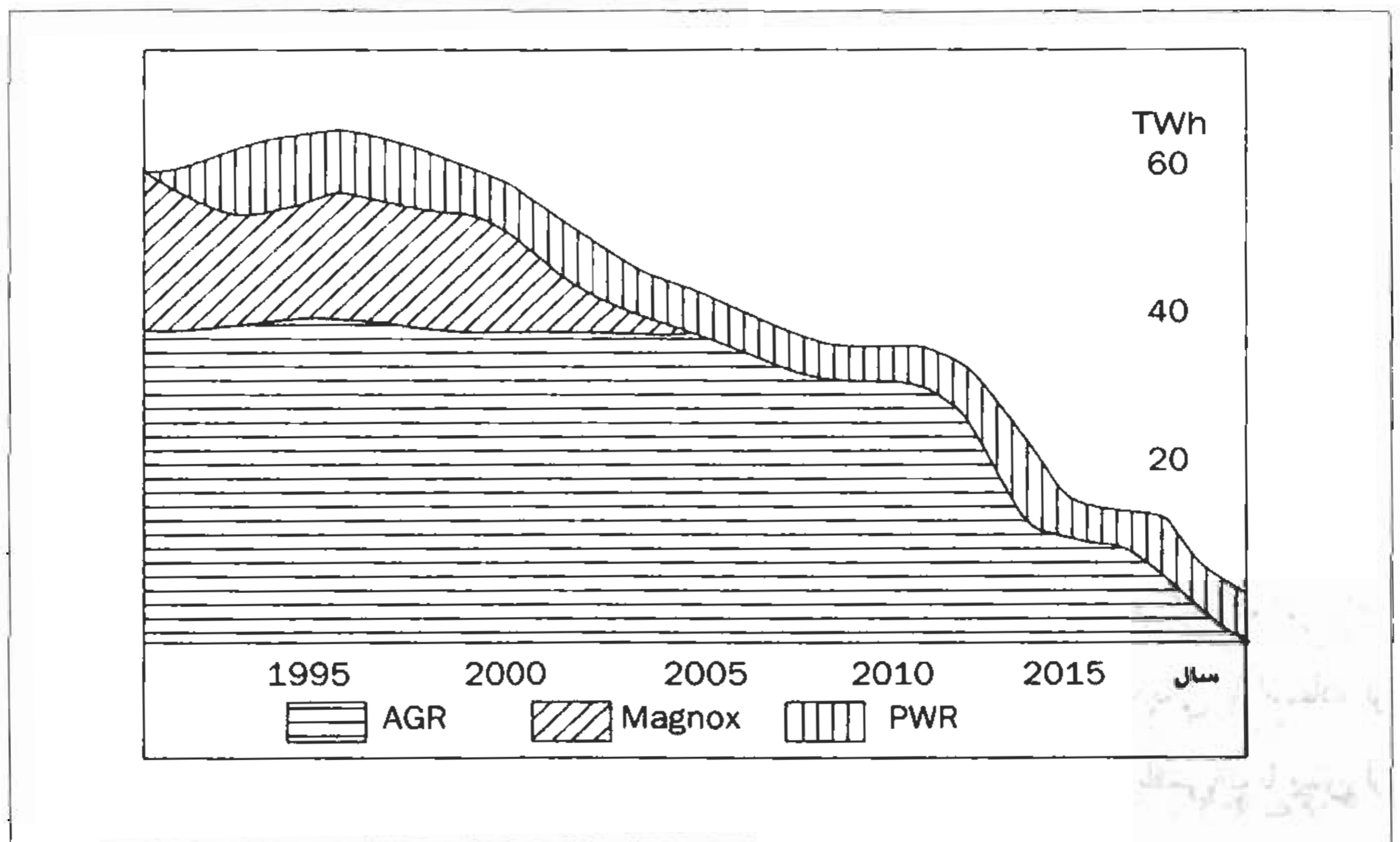
بسی نوید بخش به نظر می‌رسید: حتی آرایی هم ابراز می‌شد مبنی بر این که برق هسته‌ای «ارزانتر از آن خواهد بود که لازم باشد اندازه‌گیری و سنجیده شود». واقعیت به گونه‌ای دیگر از کار درآمد. پنجاه سال بعد از سرمایه‌گذاری هنگفت در سرتاسر جهان در این حوزه، در حال حاضر فقط کمتر از ۶ درصد انرژی اولیه جهان از این راه تأمین می‌شود و بهای برق تولید شده از این راه کماکان بالاست. مثلاً، در بریتانیا، در پی خصوصی سازی صنعت برق در ۱۹۹۰، مصرف کنندگان برق، عملاً، ناگزیر شده‌اند مبلغی اضافی حدود ۱۰ درصد، بپردازند تا هزینه اضافی حدود ۲۰ درصدی برق بریتانیا را که نیروگاه‌های هسته‌ای تأمین می‌کردند، جبران کنند.

مسائل اقتصادی به اضافه مخالفت همگانی با این گزینه به این معنا بوده است که، در بسیاری کشورها برنامه‌های نیروی هسته‌ای، خصوصی یا دولتی، محدود یا متوقف شده‌اند. نیروگاه‌های هسته‌ای حدود ۲۰ درصد برق ایالات متحده را تأمین می‌کنند اما سانحه تری‌مایل‌آیلند عملاً گسترش و توسعه آنها را متوقف کرد. دانمارک، در پی مباحثه‌ای ملی در اواخر دهه ۱۹۷۰ و در پی یک نظر خواهی ملی، تصمیم گرفت که نیروی هسته‌ای را پی‌گیری نکند، و فاجعه چرنوبیل چندین کشور اروپایی با برنامه‌های جاری هسته‌ای را به توقف توسعه بیشتر یا کنار گذاشتن تدریجی برنامه‌های هسته‌ای خود هدایت کرد. مثلاً، ایتالیا تصمیم گرفت در سال ۱۹۸۸ از نیروی هسته‌ای دست بکشد، و سوئد دارد تلاش می‌کند برنامه‌های هسته‌ای خود را به تدریج کنار بگذارد. در حالی که برای تداوم برنامه هسته‌ای در اروپای شرقی و مرکز تلاش می‌شود، و برای گسترش آن در برخی کشورهای خاور دور برنامه‌هایی در دست است، در اروپای غربی فقط فرانسه تعهدات دامنه داری نسبت به گسترش نیروی هسته‌ای را حفظ کرده است.

در بریتانیا در پی شکست نخستین تلاشها برای خصوصی سازی صنایع در سالهای ۱۹۸۹ - ۱۹۹۰، مهلتی قانونی برای توسعه نیروی هسته‌ای در نظر گرفته شد. توافقه‌های مربوط به خصوصی سازی که در گزارش رسمی سال ۱۹۹۵ دولت مطرح شده‌اند به این معنایند که هر گونه گسترش دیگری در نیروی هسته‌ای باید از بودجه بخش خصوصی تأمین شود و این امر هم نامتحمّل به نظر می‌رسد. در نوامبر ۱۹۹۵، انرژی بریتانیا، شرکتی خصوصی که قرار است مسئولیت قسمت عمده نیروگاه‌های هسته‌ای بریتانیا را در اختیار گیرد، اعلام کرد که هیچ گونه برنامه‌ای برای ساخت نیروگاه‌های جدید در دست ندارد.

در نتیجه، این صنعت، از نقطه اوج ایفای سهم بیش از ۳۰ درصدی در تأمین برق بریتانیا که در پی تکمیل نیروگاه Sizewell BPWR به آن دست یافته بود، با افول تدریجی روبه رشد. همچنان که نیروگاههای قدیمی تر موجود به پایان دوره حیات کاریشان می‌رسند و تعطیل می‌شوند، این سهم هم افت می‌کند (ر.ک. شکل ۵ - ۲).

اما، راکتورهای هسته‌ای راهی‌اند برای تولید برق بدون ایجاد CO_2 (یا SO_2) و از این رو در سطح جهان هنوز هم نشانه‌هایی از علاقه به گزینه هسته‌ای به عنوان یکی از پاسخهای ممکن به گرمایش جهانی به چشم می‌خورد.



شکل ۵-۲ توان خروجی برنامه ریزی شده نیروگاههای هسته‌ای بریتانیا

نیروی هسته‌ای و گرمایش جهانی

نیروگاههای هسته‌ای برق تولید می‌کنند و هیچگونه آلودگی معمولی یا گازهای گلخانه‌ای چون کربن دیوکسید ایجاد نمی‌کنند. براین اساس، استدلال صاحبان صنایع از این قرار است که باید از این گزینه به عنوان راهی برای کمک به محدود کردن گرمایش جهانی و باران اسیدی، حمایت کرد. این برهان تا چه حد معتبر است؟

سازمان انرژی اتمی بریتانیا اظهار داشته است که، با فرض پشتیبانی وسیع، افزایش سهم هسته‌های جهانی تا سه برابر، تا حدود ۵۰ درصد نیازهای برق جهان تا سال ۲۰۲۰ امکان‌پذیر است، که به کاهش ۳۰ درصدی گسیل کربن دیوکسید خواهد انجامید^۱. اما، تحقق این پیشنهاد نه تنها بسیار پر هزینه است، بلکه عیب و ایرادهای عمده دیگری هم وجود دارد. بدیهی‌ترین آنها از این قرار است که تمامی نیروگاههای هسته‌ای پسماندهای خطرناک تولید می‌کنند، که بخشی از آن هزاران سال کماکان خطرناک باقی می‌ماند. برخی کشورها برای ضایعات فعال هسته‌ای در نواحی دور دست انباشتگاههایی ساخته‌اند، و برای تبدیل برخی پسماندها به صورت شیشه‌ای شده، برخی تکنیکهای شیشه‌ای کردن مواد وجود دارد. اما هیچکس مطمئن نیست که این پسماندها را بتوان در طول مدتهای طولانی به نحوی موفقیت آمیز نگهداری کرد. اجتماعات معدودی وجود دارند که مایلند این انباشتگاهها را در نزدیکی خود بپذیرند، و با همه اینها همچنان پسماندهای بیشتر و بیشتری تولید می‌شود. مسئله واقعی این است که بسیاری از هواداران محیط زیست فکر می‌کنند تنها اگر هیچ پسماند دیگری تولید نشود، واقعاً می‌توانند از پس آن بر آیند.

ذخایر اورانیم

نکته بعدی از این قرار است که عمر ودوام گزینه هسته‌ای نیز ممکن است نسبتاً کوتاه مدت باشد - ذخایر اورانیم نامحدود نیستند. در سال ۱۹۹۰ سازمان انرژی اتمی بریتانیا (UKAEA) اعلام کرد که اگر برای توسعه چشمگیر نیروی هسته‌ای بر شالوده‌های جهان گستر در پاسخ به گرمایش جهانی با استفاده از راکتورهای «سوزنده»^۲ تلاش شود، «منابع اورانیم جهان که با هزینه معقولی باز یافتنی‌اند تا بیش از پنجاه سال هم دوام نمی‌آورند»^۳ نشریه UKAEA با عنوان *ATOM*، طی مقاله‌ای در ۱۹۹۰، دقیقتر محاسبه می‌کند و اظهار می‌دارد که «برای این که سهم نیروی هسته‌ای پیوسته گسترش یابد تا به ۵۰ درصد تقاضا برسد، منابع اورانیم فقط برای حدود ۴۵ سال کافی‌اند»^۴.

1. Donaldson and Betteridge, 1990:26

۲. burner reactors راکتورهایی که در آنها تبدیل قابل توجهی صورت نمی‌گیرد.

3. Donaldson and Betteridge, 1990:29

4. Donaldson et al. 1990:19

در حال حاضر، نظر به کند شدن روند برنامه‌های هسته‌ای در سطح جهان، هیچگونه کمبود فوری اورانیم وجود ندارد؛ در واقع عرضه بیش از حد است، و با توجه به یافته‌های جدید محدودیت منابع، با آهنگ مصرف کنونی، شاید تا یکصد سال یا بیشتر هم منتفی باشد. ارائه رقم دقیق در این زمینه نه تنها به آهنگ عملی مصرف، بلکه به فرضیهایی در این باره بستگی دارد که آیا منابع حدسی (یعنی، ذخایر پیش بینی شده‌ای که هنوز هم عملاً اثبات نشده‌اند) می‌تواند قابل اتکا تلقی شود یا خیر. بنا بر برآوردی که UKAEA در سال ۱۹۹۱ به عمل آورده، اظهار شده است که با آهنگ مصرف جاری، فقط ۸۱ سال ذخایر شناخته شده موجود است، هر چند که ۳۳۳ سال ذخایر حدسی وجود داشته است.^۱ اما یافته‌های آن زمان به بعد ظاهراً این رقم را بالا برده است: مروری که در سال ۱۹۹۳ به عمل آمده، نسبت ذخیره بر تولید انبار شده یکصد ساله را نقل کرده است.^۲

اما، چنان که از ارقام UKAEA روشن می‌شود، در صورتی که برنامه‌های عمده توسعه هسته‌ای راه می‌افتاد، کمبودها رخ می‌نمود. در واقع، بریان آیر، قائم مقام وقت رئیس UKAEA، خاطر نشان کرد که اگر آن بخش از برق جهان که از طریق نیروی هسته‌ای تأمین می‌شد از ۱۶ درصد کنونی به ۲۰ درصد افزایش می‌یافت، و این افزایش فقط با استفاده از راکتورهای سوزنده معمولی صورت می‌گرفت، در آن صورت «تمامی منابع اورانیم، از جمله منابع حدسی، تا سال ۲۰۶۰ دوام می‌آورند، اما اگر سهم نیروی هسته‌ای در تولید برق جهانی تا ۵۰ درصد افزایش یابد، ذخایر اورانیم حدود سال ۲۰۲۵ به پایان می‌رسند.»^۳

این احتمال وجود دارد که، با کمیاب شدن ذخایر کافی اورانیم غنی (مرغوب)، بتوان با مصرف کانیهای اورانیم نامرغوب تر آن ذخایر را مدت زمان طولانی‌تری مورد استفاده قرار داد. اما، موازنه خالص انرژی نباید مطلوب باشد: کانه اورانیم حاوی فقط مقدار بسیار کمی نوع اورانیم پرتوزای لازم برای راکتورهای شکافت (ایزوتوپ اورانیم ۲۳۵) است و این ایزوتوپ باید استخراج و غنی شود تا از طریق فرایندی بسیار انرژی بر به سوختی قابل استفاده تبدیل شود. در مرحله‌ای «نقطه» به اصطلاح «بی فایده‌گی»^۴ فرا

1. Eyre, 1991a

2. Jones, 1999

3. Eyre, 1991b: 12

4. Point of futility

می‌رسد، و آن هنگامی است که باید اورانیمی با درجه خلوص هر چه کمتر مصرف شود، و نیرو و انرژی لازم برای عمل آوردن سوخت ممکن است از انرژی‌ای که از آن تولید می‌شود، بیشتر باشد.

بنابر مطالعه‌ای که انجام شده، اگر یک برنامه هسته‌ای عمده در پاسخ به نگرانیها از بابت گرمایش جهانی راه‌انداخته می‌شد، در این صورت دست‌کم در ابتدا، کربن دی‌اکسید بیشتری تولید می‌شد تا این که برق از نیروگاههای سوخت فسیلی حاصل شود که مصرف کنندگان مستقیماً آن را به مصرف برسانند. علت این امر آن است که، هر چند راکتورهای هسته‌ای ملاً باید انرژی برای عمل آوری سوخت هسته‌ای تأمین کنند، در مرحله اولیه انرژی برای عمل آوردن کانه‌های اورانیم کم خلوص باید از نیروگاههای با سوخت فسیلی تأمین شود.^۱

برخی گزینه‌های دیگر هم وجود دارند. اگر اورانیم کمیاب شود، برخی منابع پلوتونیم موجود در جهان، از جمله پلوتونیم ناشی از جنگ افزارهای هسته‌ای زائد، را شاید بتوان به عنوان سوخت - آمیخته با اورانیم - در راکتورهای معمولی مصرف کرد. کشورها از این ایده به عنوان یکی از راههای انهدام پلوتونیم و استفاده از بمبها برای مقاصد بهتر استقبال کرده‌اند. اما، این فرآیند می‌تواند پسماندهای هسته‌ای بیشتری، از جمله پلوتونیم بیشتر تولید کند، و در حال حاضر، با وجود عرضه مازاد بر تقاضای اورانیم، به نظر می‌رسد تحقق این ایده از لحاظ اقتصادی هم چندان منافی در بر نداشته باشد.

راکتورهای زاینده تند

موضوع عجیب تر این که، ذخایر اورانیم را می‌توان در راکتورهای زاینده تند (FBR) به طور کارآمدتری مصرف کرد. زاینده‌های تند عبارت‌اند از راکتورهایی که می‌توانند پلوتونیم را از بخشهای اورانیمی که از طریق دیگری پسماند شده‌اند، «پرورش دهند». علی‌الاصول این راکتورها می‌توانند پنجاه تا شصت بار انرژی بیشتری را از اورانیم بیرون بکشند، به طوری که دسترس پذیری ماده قابل شکافت، در حوزه نظری، می‌تواند تا پنجاه و شصت برابر گسترش یابد. با بهره‌گیری از چنین ارقامی، و با فرض این که ذخایر موجود یکصد سال دوام می‌آورند، هواداران نیروی هسته‌ای گاهی می‌گویند که ذخایر اورانیم تا «هزاران سال» دوام می‌آورند، هر چند که مفسران محتاط آن را به حدود ۱۰۰۰ سال محدود می‌دانند.^۲

1. Mortimer, 1990

2. Ere, 1991a

بی گمان، این ادعا را که ذخایر اورانیم می‌تواند عملاً با ضریب ۵۰ گسترش یابد، می‌توان به نحوی خوش بینانه تلقی کرد، بخصوص از این رو که بحث هنوز هم به سیستم‌های فرضی مربوط می‌شوند که مستلزم وجود شبکه‌های راکتورهای زاینده تند و کارخانه‌های عمل آوری‌اند. اگر معلوم شود که این طور است، نتیجه می‌تواند این باشد که، درحقیقت و با فرض افزایش فاحش در تولید نیروی هسته‌ای در پاسخ به گرمایش جهانی، ذخایر اورانیم باز هم فقط چند سالی دوام می‌آورد، و حتی با استفاده از راکتورهای زاینده تند، همین ۱۰۰۰ سال هم برآوردی خوش بینانه خواهد بود.

در این زمینه، پی بردن به این امر که اجرای برنامه زاینده‌گی برای ایفای سهمی چشمگیر در تولید انرژی نیاز به صرف وقت دارد، از اهمیت برخوردار است. فرایند زایش،^۱ علیرغم نامش، «تند» نیست؛ ممکن است برای زایش و پرورش همان مقدار پلوتونیمی که کار با آن آغاز شده، سالها زمان صرف شود. به اصطلاح «زمان دوبرابر شدن» می‌تواند از بیست سال تجاوز کند، و شاید به سی سال هم برسد، بخصوص وقتی باید سردسازی، باز فراوری، و فرایندهای باز ساخت سوخت نیز به حساب آورده شود.^۲ واژه «تند» صرفاً به نوع برهم کنشی هسته‌ای اشاره دارد که در راکتورهای زاینده اتفاق می‌افتد؛ این برهم کنش مستلزم وجود نوترونهای سریع و پراورزی است، و نه برهم کنش نوترونی کند، و کم انرژی در راکتورهای معمولی.

در راکتورهای زاینده، نوترونهای سریع جزء ناپرتوزای اورانیم را به پلوتونیم تبدیل می‌کنند. فرایندی که، البته به صورتی بسیار ناکار آمد، در راکتورهای معمولی نیز اتفاق می‌افتد. به طوری که در بالا گفتیم، برای دسترسی به این پلوتونیم سوخت «مصرف شده» قدیمی باید باز فراوری شود، به طوری که سیستمی مبتنی بر راکتور زاینده تند به طور چشمگیری نیازمند تسهیلات بازفراوری گسترده خواهد بود. این تسهیلات نه تنها مقدار پسماند تولید شده را افزایش می‌دهد، بلکه احتمالاً تعداد محموله‌های سوخت مصرف شده و پلوتونیمی را که باید بین راکتورهای مختلف و کارخانه‌های باز فراوری جابه جا شوند، خواهد افزود. از اینجا رشته مشکلات و مسائل ایمنی و امنیتی نیز سر برمی‌آورد، بخصوص این خطر که، علیرغم تمامی احتیاطها و پیش بینی‌ها، ممکن است پلوتونیم را فعالان بمب ساز به سرقت ببرند.

1. breeding process

2. Mortimer, 1990

به این ترتیب، گرچه گزینه راکتورهای زاینده تند گیرایی و جاذبتهایی دارد و می‌تواند طول عمر منابع اورانیم را افزایش دهد، یک سلسله مسائل و مشکلات هم به بار می‌آورد. علیرغم شور و اشتیاق از جانب هواداران نیروی هسته‌ای، که راکتورزاینده را تنها آینده واقعی برای شکافت می‌دانند، در عمل چشم‌اندازهای راکتورهای زاینده تند ناروشن است. در کشورهای مختلف جهان، مثلاً بریتانیا، آلمان و ایالات متحده آمریکا، پروژه‌های راکتورهای زاینده سریع متوقف شده است. در ایالات متحده، پرزیدنت کارتر آشکارا نسبت به مسائل امنیتی بالقوه تکثیر پلوتونیم نگران بود و در سال ۱۹۹۷ برنامه راکتورهای زاینده سریع را به حالت تعلیق درآورد. در آلمان، پیش نمونه زاینده سریع در کالکار، صحنه اعتراضهای وسیع از جانب مخالفان در اواخر دهه ۱۹۷۰، سرانجام در سال ۱۹۹۱ کنار نهاده شد. دولت بریتانیا از هزینه‌های پروژه FBR در دونری^۱ و در مقیاس طولانی مدت تا وقتی که یک تکنولوژی امکان پذیر در چار چوب تجاری ظهور کند، بیمناک شد؛ سرانجام این برنامه در سال ۱۹۹۴ به حالت تعلیق درآمد. ژاپن و فرانسه برنامه‌های FBR قابل ملاحظه‌ای را کماکان ادامه می‌دهند، اما این برنامه‌ها با مسائل تکنیکی مواجه بوده‌اند، که آخرین مورد آنها (در دسامبر ۱۹۹۵) وقوع سانحه ای در نیروگاه مونجوی ژاپن بود، که به مرور به بازبینی برنامه هسته‌ای این کشور انجامیده است.

گداخت (همجوشی) هسته‌ای^۲

تنها گزینه هسته‌ای مهم دیگر گداخت (همجوشی) هسته‌ای است. به جای این که اتمهای اورانیم یا پلوتونیم را بشکافند، که در فرایند شکافت هسته‌ای اتفاق می‌افتد، در واکنش گداخت، اتمهای یکی از ایزوتوپهای هیدروژن رامی‌توان در دماهای بسیار بالا (ده‌ها میلیون درجه سانتیگراد) به همجوشی با یکدیگر واردار کرد تا هلیوم تشکیل دهند. این فرایند با رها شدن مقادیر عظیمی انرژی، بسی بیشتر از رها شدن انرژی ناشی از شکافت هسته‌ای، همراه می‌شود. چگونگی ساز و کار خورشید هم همین است. اصول بمب هیدروژنی نیز همین است، که در آن دمای بالای اولیه با انفجار یک بمب اتمی ایجاد می‌شوند، که با این دما یک واکنش گداخت (همجوشی) به راه می‌افتد.

1. Dounreay

2. Fusion

از لحاظ نظری، این فرایند را نیز میتوان کند کرد و تحت شرایط کنترل شده‌ای انجام داد؛ مثلاً، با نگه داشتن یک پلاسمای گاز خیلی داغ در فضایی خلاء به دور دیواره‌هایی که آن را در بر گرفته‌اند با استفاده از تعدادی آهن با این کار شدنی است. برای دستیابی به گداخت در این شرایط دمای بسیار بالا، حدود ۲۰ میلیون درجه سانتیگراد، نیاز است. اگر بتوان واکنش گداخت را پایدار نگه داشت راکتور گداخت، به طور نظری، برای تولید توان گرما فراهم می‌آورد. به کمک وسیله‌هایی آزمایشی چون چنبر مشترک اروپایی (JET)^۱ در کدلهام بریتانیا پیشرفتهایی در این زمینه حاصل شده است اما، تاکنون، هیچ واکنش گداختی را نتوانسته‌اند برای مدتی طولانی تر از یک زمان کوتاه، پایدار نگه دارند. ماشینی پیشرفته تر، یعنی راکتور آزمایشی گرما هسته‌ای بین‌المللی^۲ برای این کار با هزینه ۳٫۷ میلیارد پوند در دست برنامه ریزی است، که در چارچوب آن برای نزدیکتر شدن به شرایط یک واکنش گداخت پایدار، تلاش می‌شود. اما، هر راکتور مولد نیروی کامل (تمام مقیاس) از این نوع را عموماً، در بهترین حالت، باید متعلق به دهها سال بعد تلقی کرد. بنابراین، اگر علی‌الاصول بتوان چنین راکتوری ساخت، از نظر منابع، گداخت از شکافت بهتر است، زیرا به جای اورانیوم، موادی مصرف می‌کند که نسبتاً فراوان‌اند. سوخته‌های اساسی در محتمل‌ترین پیکر بندی‌ای که در این نوع راکتورها باید اتخاذ شود دوتریم، یکی از ایزوتوپهای هیدروژن که در آب یافت می‌شود، و تریتم، ایزوتوپ دیگر هیدروژن که آن را می‌شود از لیتیم تولید کرد، خواهد بود. آب فراوان است اما ذخایر لیتیم زیاد نیستند. با این احوال ادعا می‌شود که تریتم کافی برای شاید هزار سال می‌توان فراهم آورد، که البته به آهنگ مصرف بستگی دارد.^۳

واکنشهای گداخت از نوعی که احتمال دارد در راکتورها به کار گرفته شوند مقادیر عظیمی نوترونهای پرانرژی تولید می‌کنند که باید به دام انداخته شوند، و به این ترتیب انرژی از این واکنش گرد آوری شود: نیرو به این صورت تولید خواهد شد. هرچند که گداخت پسماندهای مستقیمی غیر از گاز هلیم تولید نمی‌کند، مواد و تجهیزات ایمنی در راکتور گداخت به شدت پرتوزا می‌شوند و باید به طور ادواری آنها را جدا و انبار کرد. نیمه عمر این مواد فعال شده فقط حدود ده سال است، به طوری که پرتوزایی آنها خیلی سریعتر از پرتو زایی

1. Joint European Torus (JET)

2. International Thermonuclear

3. Keen and Maple, 1994

برخی پسماندهای تولید شده در راکتورهای شکافت زائل می‌شود، اما این مواد باز هم تا مدتهایی حدود شاید صدها سال کماکان خطرناک می‌مانند.^۱ بنابراین، عملاً مسئله و مشکل پسماند در اینجا نیز پابرجا خواهد بود. در مورد راکتور گداخت مشکلات و معضلات ایمنی هم می‌تواند وجود داشته باشد. پایدار سازی واکنشهای گداخت دشوار است، از این رو در طی پیش آمدن هر اختلالی در کارکرد متداول، باید راکتور هر چه سریعتر خاموش شود. اما، قابل درک است که اگر، مثلاً، باریکه^۲ « پلاسمای » فوق داغ پر انرژی به طور تصادفی به محفظه ایمنی راکتور برخورد و آن را سوراخ کند، پیش از آن که واکنش گداخت متوقف شود، مقداری از مواد پرتوزا خواهند گریخت. نگرانی عمده از بابت تریتم پرتوزای موجود در قلب راکتور است: حجم آن چندان زیاد نیست اما هر مقداری که بگریزد مشکلی بسیار جدی پدید می‌آورد.

راکتور امکانپذیر؟

سرانجام، هنوز هم باید راهی برای استخراج انرژی مفید از راکتور گداخت یافت. در نگاه اول این امر شبیه به کاری ناممکن به نظر می‌رسد. از یک سو، پلاسمایی در دمای ۲۰۰ میلیون درجه سانتیگراد وجود دارد و از سوی دیگر، با فرض یک رویکرد عرفی مهندسی انرژی، لازم است آب جوشیده شود تا برای توربین بخار تولید کند. نا همخوانی در این روند بارز است: لوله آب داغ را نمی‌توان در معرض پلاσμα قرار داد. اما، خوشبختانه این گرمای پلاσμα نیست که باید آن را به دام انداخت. بلکه انرژی به صورت گسیل متراکم نوترون است که از واکنش گداخت ظاهر می‌شود و باید به طریقی جذب و به گرما تبدیل شود، این گرما به نوبه خود احتمالاً به وسیله مبادله گر معمولی گرما استخراج می‌شود.

با توجه به این که مدتها طول خواهد کشید تا راکتور گداخت عملاً در دسترس قرار گیرد، برای تحقق بخشیدن به ایده‌های مربوط به این که چگونه دقیقاً از این شیوه برای تولید نیرو استفاده می‌شود، چندان تلاشی به عمل نیامده است. در مواردی تبدیل مستقیم انرژی ناشی از واکنش گداخت به برق امکان پذیر است، اما در آینده قابل پیش بینی اگر یک راکتور گداخت را بتوان ساخت، اگر هم ماهیت تکنولوژی پیشرفته آن به نحو عجیبی به دست آمده باشد، باز هم برای تولید توان به دیگ بخار متعارف و سستی متکی خواهد بود.

1. Keen and Maple, 1991

2. beam

علیرغم سرمایه گذاری هنگفت طی این سالها (حدود ۲۰ میلیارد یوند تاکنون در سرتاسر دنیا در این زمینه به مصرف رسیده است)، تا وقتی که گداخت به چیزی بیش از گزینه‌ای با احتمال ضعیف تبدیل شود، هنوز راه زیادی مانده است. برای این که مسائل فیزیکی آن به طور کامل حل و فصل شود به صورت یک دستگاه به بازار آید، در بهترین حالت ده‌ها سال زمان مانده است. بنابراین نباید این گزینه را به عنوان جریانی مرتبط با نگرانیهای کنونی نسبت به انرژی و محیط زیست تلقی کرد. به طوری که اشاره کرده‌ایم، یک سلسله مسائل عملی وجود دارد و تاکنون معدود افرادی یافت شده‌اند که به حدس و گمان درباره وضعیت اقتصادی چنین سیستمهایی دست بزنند. براین پایه، نسبت به سطح هزینه‌ها و سرمایه گذاری‌ای که در زمینه تحقیقات مربوط به گداخت شده و کماکان می‌شود، اعتراضهای زیادی به عمل می‌آید.

در چارچوب معیارهای راهبردی که در فصل ۳ مطرح شد، منابع سوخت برای گداخت به نحو معقولی دراز مدت به نظر می‌رسند. اما، تا وقتی که سیستمی عملی درست نشده است، اگر اصلاً یک وقتی درست شود، مسائل انرژی جهان باید تا آن موقع حل شده باشد. در چنین حالتی، در حالی که ادامه برخی تحقیقات به عنوان یک تضمین دراز مدت معقول خواهد بود، این بحث مطرح می‌شود که با توجه به کمیابی اجتناب ناپذیر منابع سرمایه‌ای و مبرم بودن مسائل زیست محیطی ما، به جای تلاش در ساختن راکتور گداخت بر روی زمین، استفاده از راکتوری که بشر هم اکنون از آن سود می‌جوید، یعنی خورشید، عملی تر است.

نوآوری زدایی

در چارچوب معیارهای بر شمرده شده در فصل ۳، از گزینه‌های هسته‌ای فقط راکتور زاینده تند و گداخت نمایانگر تکنولوژی‌هایی‌اند که علی‌الاصول برای دوره‌های زمانی قابل توجه نیرو تأمین می‌کنند. نه گداخت و نه راکتور زاینده منابع نامحدودی نیستند، اما در هر دو مورد، منابع انرژی، هرچند که تجدید پذیر نیستند، نسبتاً پرمایه و پردوام، از مرتبه هزار سال، به نظر می‌آیند. اما، این امر به فرضیهایی بستگی دارد که در مورد بهره‌وری تکنولوژی به کار گرفته شده و آهنگ مصرف سوخت به جا می‌آورند. در حالی که هواداران نیروی هسته‌ای برآوردهای بالا تری را ارائه می‌دهند، ۱۰۰۰ سال رقمی خوشبینانه است، بخصوص اگر سهم نیروی هسته‌ای در تأمین کل نیرو و انرژی جهان به نحو فاحشی افزایش یابد. به علاوه، به طوری که گفته شد، گستره‌ای از مسائل کارکردی و راهبردی در این حوزه وجود دارد که می‌توانند پذیرش این تکنولوژی‌ها

را محدود کنند و قطعاً مقیاس هر نوع ایفای سهم آن در آینده نزدیک اندک به نظر می‌رسد. عملاً هیچکدام از اینها با وضعیت عملی در حال حاضر و، مثلاً، در چارچوب پاسخی چشمگیر به گرمایش جهانی، خیلی مرتبط نیستند.

هرچند که گزینه هسته‌ای برای آینده نزدیک خیلی بجا و مناسب به نظر نمی‌رسد، هنوز هم مبالغه‌ناگفتی از بودجه‌های تحقیقاتی را جذب می‌کند. مثلاً، کمیسیون اروپایی ۴۵۸ میلیون یورو به برنامه تحقیقاتی گذاشت برای دوره چهار ساله ۱۹۹۰ - ۱۹۹۴ اختصاص داده، که در مقابل آن بودجه تخصیص یافته به تحقیقات مربوط به انرژی غیر هسته‌ای فقط ۱۵۷ میلیون یورو بوده است.

در طی سالیان این سطح سرمایه‌گذاری به گروه‌های ذی نفوذ هسته‌ای کمک کرده است تا پایه نهادی قدرتمندی برپا کنند. اما، اولویتها در حال تغییرند. مثلاً، بودجه‌های تحقیقاتی، دست کم برای شکافت، در حال کاهش است (شکل ۵ - ۳) و در قالب گروه‌های صاحب نفوذ در امر هسته‌ای نشانه‌هایی از آگاهی نسبت به نیاز به رویکردی جدید، و در عمل تشخیص این که برخی انتظارات گذشته را باید کنار نهاد یا در آنها تجدید نظر کرد، به چشم می‌خورد.

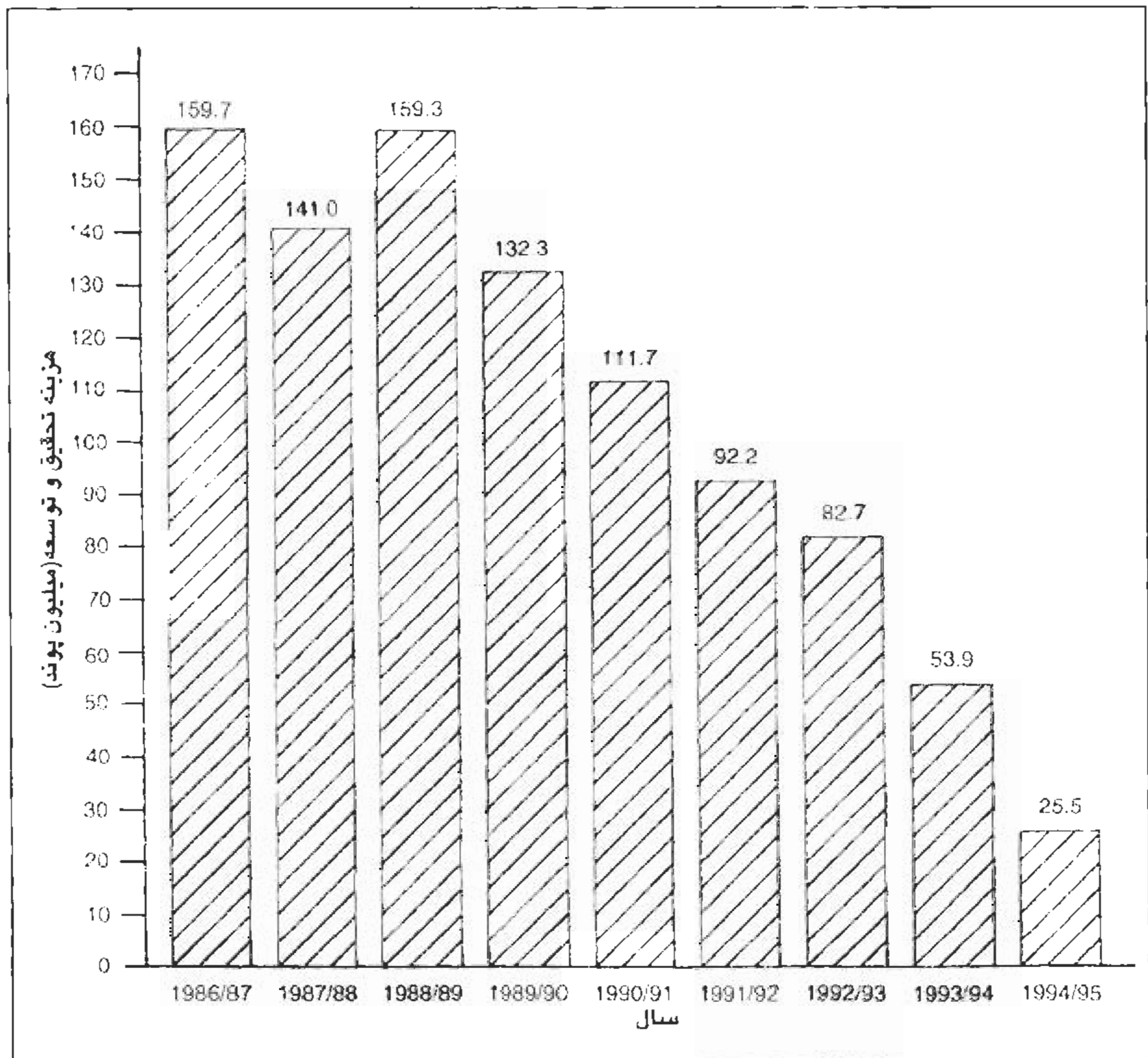
پروفسور م. کوهن و پروفسور ل. لیندسکی، اعضای هیئت علمی بخش مهندسی هسته‌ای مؤسسه تکنولوژی ماساچوست (MIT)، در مقاله‌ای تحت عنوان «حالا چه کنیم؟»، که در همایشی پیرامون «نسل بعدی تکنولوژی هسته‌ای» ارائه کردند، نتیجه گرفتند که:

دست کم فعلاً، نیروی هسته‌ای موقعیت مالی تحقیقاتی رفاه آمیز خود را از دست می‌دهد، ملاحظات هزینه‌های جانشینی مستلزم آن هستند که در حوزه تکنولوژی‌های رقیب سرمایه‌گذاری جدی صورت گیرد. فقط اگر این گزینه‌ها شکست بخوردند و ناکام بمانند حالتی می‌تواند برای جریانهای جایگزین شده با مقادیر هنگفت جداگانه بودجه‌های دولتی برای نیروی هسته‌ای به وجود آید.

آن دوتن خاطر نشان کردند که ممکن است دوره فترتی پیش آید، که دوره فعالیت کم دامنه، در چارچوب توسعه و تحقیق هسته‌ای، است اما آنان بر این نظرند که:

از بعضی جهات این دوره فترت، اگر قرار باشد دوران هسته‌ای دومی پیش بیاید، ممکن است بر این نیروی هسته‌ای، در لباس مبدل، برکت و رحمت باشد. بسیاری از دانش پژوهان درباره مسائل و مشکلات

لختی دیوانسالاری به طور کلی، وموفقیت تکنولوژیکی نسبت به راکتورها ی آب سبک^۱ به طور اخص، مطالبی نوشته‌اند. در اوضاع واحوالی که صنایع هسته‌ای در وضعیت وقفه وافول است، هزینه‌های نابرگشتی^۲ در بخش بازرگانی وخرده فرهنگهای در هم تنیده در دیوانسالاریها ومراکز دانشگاهی دولتی، نوآوری را متمنع می‌کنند. تحولی در شیوه نگرش فرصتی را برای آغازی نو از طریق گرایش خردمندانه وعاطفی، پیش پا قرار می‌دهد.^۳



شکل ۳-۵ تخصیص هزینه‌های تحقیق و توسعه هسته‌ای بریتانیا در ۱۹۸۶-۱۹۹۵

1. Light Water Reactor

2. Sunk costs

3. Cohen and Lindsy, 1993:7

در مقاله یاد شده بر علیه این نظر گاه متداول تر مبنی بر این که زنده نگه داشتن کار کارشناسی در این حوزه امری حیاتی است، موضع گیری می شود و پیشنهاد می کنند که «درست است که مادانش کنونی خود را حفظ نکنیم» از این حیث که «روشن نیست که مهارت هسته‌ای کنونی در خور پروژه‌های هسته‌ای سی تا پنجاه سال بعد هم باشد.»^۱ به طوری که می توان مشاهده کرد، مؤلفان این مقاله عملاً فرایندی را توصیه می کنند که به معنای «عدم اختراع» یا «عدم نوآوری»، با عناصر کلیدی در ساختار حمایت نهادی است برای این که مسیر پروژه‌های هسته‌ای موجود برچیده شود تا امکان پیشرفت گزینه‌های دیگر، چه هسته‌ای یا غیر از آن، فراهم آید.

حتی دست کشیدن کامل از تحقیقات هسته‌ای ضرورتاً به معنای کنار نهادن نیروی هسته‌ای نیست. گزینه هسته‌ای هنوز هم به عنوان یک تضمین وجود دارد اگر ثابت شود که در آینده ضروری است، مثلاً، اگر تکنولوژی‌های انرژی تجدید پذیر به دلایلی نتوانند به طور کامل توسعه پیدا کنند.

افزون بر این، دست کم در حال حاضر، هنوز هم شبکه موجود نیروگاه‌های هسته‌ای وجود دارند. از این رو حتی بر پایه ریشه ای ترین دیدگاه، نیروی هسته‌ای تا مدت‌ها در کنار ما خواهد بود. هر چند که صنعت هسته‌ای هنوز هم آشکارا اشتیاق‌هایی به توسعه دارد، این هم گفته می شود که فشارهای بی‌امانی برای دست کشیدن از نیروی هسته‌ای، و یا دیدگاهی افراطی تر، برای از بین بردن سریعتر نیروی هسته‌ای، وارد می آید.

به عبارتی می شود گفت در حال حاضر در بریتانیا و جاهای دیگر یک «تمرین یا دست گرمی»، دست کم در چارچوب سود جستن از دانش تخصصی در مسائل تکنیکی از کار انداختن نیروگاه‌های هسته‌ای - همچنان که نیروگاه‌های قدیمی تر به پایان عمر کاری خود می رسند - در جریان است.

از کار انداختن و تعطیل کردن مستلزم هزینه است و می تواند پسماند اضافی تولید کند که باید انبار شود، اما کاری است که سرانجام باید در مورد تمامی نیروگاه‌های هسته‌ای اجرا شود.

در این کتاب توجه به این نکته جالب است که یکی از نتایج عمل آینده نگری تکنولوژی^۲ که در بریتانیا انجام گرفته و دفتر علوم و تکنولوژی آن را در سال ۱۹۹۵ منتشر کرده، از این قرار بود که تعطیل کردن یا از کار انداختن نیروگاه هسته‌ای، به جای ساخت نیروگاه جدید، احتمالاً حوزه رشد عمده صنایع هسته‌ای

1. Cohen and Linsky, 1993:4

2. Technology Foresight

بریتانیا را تشکیل داده است.^۱ آن طور که بعضی مردم می‌خواهند، اگر قرار باشد یک برنامه هدف تدریجی هسته‌ای تمام مقیاس به جای فقط یک برنامه بازنشستگی نیروگاه، بسته به مقیاس زمانی، مورد توجه قرار گیرد، این حتی کار بزرگتری در زمینه کنار گذاشتن و تعطیلی نیروگاه خواهد بود.

حذف تدریجی نیروی هسته‌ای ؟

تعطیلی نیروگاه دشوار و پرهزینه است، اما این تنها جرئی از مسئله رویاروی کسانی است که حذف تدریجی هسته‌ای مورد بحث آنهاست. بنابر نظر برخی طرفداران نیروی هسته‌ای، جهان بدون برنامه گسترش هسته‌ای با کمبود جدی انرژی روبه رو خواهد شد. فرد هوپل در کتاب کلاسیک خود تحت عنوان *انرژی یا انقراض: قضیه انرژی هسته‌ای*^۲ به این موضوع به طور عمیقی می‌پردازد و ایده «گاف انرژی»^۳ یا کمبود آن مرتباً در مباحثه‌های سیاستگذاری انرژی در بریتانیا و جاهای دیگر دوباره علنی و مطرح می‌شود.

چنان که ملاحظه کرده ایم، در حالی که قابل درک است که نیروی هسته‌ای می‌تواند گسترش یابد، مقیاس و میزان سهم بالقوه آن در کوتاه تا میان مدت احتمالاً محدود خواهد بود. گزینه‌های زیاد دیگری وجود دارد که باید معتبرتر و موثق‌تر تلقی شوند در صورتی که در نقطه‌ای برآستی کمبود انرژی رخ نماید. پیش بینی کمبود انرژی تا حدودی صرفاً بازتاب فقدان جاری تعهد نسبت به صرفه جویی انرژی است. اگر جمعیت روبه رشد جهان به مصرف ناکارآمد انرژی کماکان ادامه دهد با بالا رفتن کاهش تقاضا، مسائلی جدی پیش خواهد آمد. اما، با فرض تعهدی جدی نسبت به صرفه جویی انرژی در سطح جهان، نیاز به منابع جدید از هر نوعی، آشکارا کمتر خواهد شد.

در فصل‌های آتی به آینده انرژی جهانی و چشم‌اندازهای تثبیت یک منبع پایدار انرژی و نظام تقاضا بدون بهره‌گیری از نیروی هسته‌ای، و بدون لرزان شدن پایه‌های رشد اقتصادی، نظر می‌اندازیم. به طوری که خواهیم دید، در چارچوب فنی و تکنیکی، این امر حتی با رشد تقاضای جهانی، ممکن و میسر به نظر می‌رسد. در واقع، در بعد زمانی معین و تعهدی عمده نسبت به صرفه جویی انرژی و ایجاد انرژی تجدیدپذیر،

1. OST, 1995

2. *Energy or Extinction: the case for Nuclear Energy* (Hoyle, 1980)

3. energy gap

علی‌الاصول حذف تدریجی مصرف سوخت فسیلی از لحاظ تکنیکی امکان‌پذیر به نظر می‌رسد، که این پیشنهادی ریشه نگرتر به نظر می‌رسد.

اما، گزینه‌ها بر طبق شیوه ایجاد تکنولوژی پایدار، متفاوت‌اند. مثلاً، همه کس هم در جنبش زیست محیطی فکر نمی‌کند که سرهم بندیهای تکنیکی بزرگ مقیاس از این دست را بتوان یا باید به کار گرفت تا به پایدار سازی آن چیزی همت گمارده شود که آن را به عنوان الگوی پایدار بنیادی مصرف مواد تلقی می‌کنند. این امر البته علاقه آنها را نسبت به نیروی هسته‌ای حتی کمتر هم خواهد کرد. به هر طریق، از دیدۀ اکثر طرفداران محیط زیست نیروی هسته‌ای، چه در دراز مدت و چه کوتاه مدت، جایی ندارد و حذف سریع آن غالباً به عنوان یک نیاز مبرم مشاهده می‌شود.

دور شدن از نیروی هسته‌ای و دست کشیدن از آن برای برخی کشورها مایه دشواریها و دردسرهایی است، اما به طور کلی، به نظر می‌رسد که چنین حرکتی باید معدودی مسئله عملی عمده در چارچوب تأمین انرژی را بروز دهد. در اکثر کشورهای که برنامه هسته‌ای دارند، عملاً مازاد تولید برق وجود دارد. مثلاً، در بریتانیا با توجه به خصوصی سازی صنعت تأمین برق و به اصطلاح «خیز برداشتن به سوی گاز»، افزایش این ظرفیت اضافه محتمل به نظر می‌رسد. هرگاه انرژیهای تجدید پذیر در دسترس قرار گیرند و برنامه‌های صرفه جویی انرژی تحقق یابند، به عنصر هسته‌ای حتی نیاز کمتری وجود خواهد داشت. در حدود سالهای ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۰، ظاهراً سهم انرژیهای تجدیدپذیر در بریتانیا از سهم انرژی هسته‌ای پیشی خواهد گرفت و با فرض تعطیل شدن نیروگاههای هسته‌ای متعارف به فاصله زمانی اندکی بعد از آن، فقط یک نیروگاه هسته‌ای در حال کار باقی خواهد ماند، بدون این که هیچگونه تعهد رسمی برای خارج کردن تدریجی نیروی هسته‌ای از چرخه تولید برق، وجود داشته باشد.

اما، اکثر هواداران محیط زیست در بریتانیا برنامه کنار نهادن سریعتر و هشیارانه تری، همراه با تعهد به انرژیهای تجدید پذیر و صرفه جویی انرژی را ترجیح می‌دهند، برنامه ای که از نظر آنها اجرایش باید در سطح جهان نیز احساس شود. به طوری که نشان داده‌ایم، برخی کشورها هم اکنون در کار کاوش در این گزینه‌اند. استثنای قابل توجه، فرانسه و ژاپن‌اند. فرانسه حدود ۷۵ درصد برق خود را از نیروگاههای هسته‌ای تأمین می‌کند، و این رقم در مورد ژاپن ۵۰ درصد است. اما، به طوری که خواهیم دید، ژاپن از یک

برنامه ایجاد و توسعه انرژی تجدید پذیر اساسی برخوردار است و، با تأخیر، فرانسه را ه توسعه انرژی تجدید پذیر را در پیش گرفته است.

برنامه هسته‌ای شوروی سابق، که حدود ۱۲ درصد برق مصرفی کشورهای مستقل مشترک المنافع (CIS) را تأمین می‌کند، مسائل خاص خود را دارد. ایمنی برخی رآکتورها هر ناظری را نگران می‌کند، اما معدودی از کشورهای اروپای شرقی و مرکزی می‌توانند اقدام به پاکیزه کردن آنها یا تعطیل کردن نشان کنند. باید غرب کمک‌های هنگفتی کند تا نیروی هسته‌ای در این مناطق به تدریج برچیده شود و برای انرژیهای تجدیدپذیر و صرفه جویی در انرژی انگیزه پدید آید، که این موضوع اخیر در حال حاضر با وجود سطح بسیار نازل کارایی انرژی در این نواحی بسیار حیاتی است. برخی از این کمکها ارائه شده است اما در مجموع، صنایع هسته‌ای غرب ظاهراً در عوض روبه شرق، یعنی کره، چین و حاشیه اقیانوس آرام، آورده‌اند که بازار جدیدی برای جنسهایشان به شمار می‌آید. اینها چیزهایی متعلق به آینده دورند، اما گذشته از حذف تدریجی نیروی هسته‌ای، هنوز هم شاهد گسترش نیروی هسته‌ای خواهیم بود.

آینده‌ای هسته‌ای ؟

جایی برای تجدید نظر کردن در مباحثه‌های طرفداران و مخالفان نیروی هسته‌ای وجود ندارد. تعداد بیشماری کتاب، گزارش و رساله در باره هر دو جنبه بحث انتشار یافته است، که برخی از آنها را در بخش برای مطالعه بیشتر انتهای همین فصل خواهیم آورد. اما، برای جمع‌بندی کردن بحث، می‌ارزد که توجه کنیم کاربرد نیروی هسته‌ای یک سلسله مسائل و مشکلات به علاوه آنها که قبلاً ملاحظه کرده ایم به بار می‌آورد، که بخصوص وقتی اهمیت پیدا می‌کنند که کشورهای در حال توسعه بحث درباره آن را در مقیاس وسیعی آغاز کردند. مثلاً، بحث درباره نقش نیروی هسته‌ای در چارچوب توسعه اقتصادی در جریان است. برخی کشورهای در حال توسعه آشکاراً نیروی هسته‌ای را به عنوان جزئی از فرایند صنعتی شدن می‌نگرند. توسعه در زمینه‌های تکنولوژی پیشرفته از این دست ممکن است در برخی کشورهای در حال توسعه به نفع نخبگان فنی اقتصادی باشد، اما ورود تکنولوژی نیروی هسته‌ای سرمایه بر بهترین انتخاب برای کشورهای جهان سومی به شمار نمی‌آید که بادهیهای هنگفت خارجی دست در گریبان‌اند، یا جمعیتشان رویهمرفته به منابع نیروی ارزان، ساده و قابل دسترس در محل نیاز دارند. نگرانیهایی نیز از این بابت وجود دارد که بخشی

از جاذبه «روی آوردن به نیروی هسته‌ای» این است که می‌تواند وسایلی برای ساختن جنگ افزارهای هسته‌ای فراهم آورد. برای دستیابی به مواد هسته‌ای ضروری برای مقاصد نظامی مسیرهای دیگری هم وجود دارد، اما برنامه‌های هسته‌ای غیر نظامی یکی از منابع بالقوه این مصرف به شمار می‌آیند.

هرچند که اکثر، اما نه تمامی، کشورهای دنیا توافقنامه‌های منع تکثیر سلاح‌های هسته‌ای را امضا کرده‌اند. توسعه تکنولوژی هسته‌ای نگرانی‌هایی را در مورد مسئله تغییر مسیر غیر قانونی مواد ساخت جنگ افزارهای هسته‌ای چون پلوتونیم را دامن زده است. این مواد به دقت کنترل شده‌اند اما بازار سیاهی در این حوزه، بخصوص بعد از فروپاشی رژیم شوروی، دارد روزبه روز رشد می‌کند. ظاهراً با ساختن راکتورهای بیشتر، اضافه کردن به مسائل و مشکلات امنیت جهانی از این بابت، کار ناخردانه‌ای است.

توسعه جدید هسته‌ای ؟

علیرغم این استدلالها و ارزیابیهای اقتصادی نامساعد و هجوم رویدادها و سوانح، صنعت هسته‌ای همچنان یکی از بازیگران عمده صحنه انرژی جهانی خواهد بود. کمپانیهای هسته‌ای غربی، با توجه به چشم‌اندازهای بی رونق بازار داخلی، با سفارشهایی برای صادرات به عنوان کلیدی برای آینده می‌نگرند. اما، برای گسترش تکنولوژی‌های جدیدی که باید تا حدودی به عنوان هدف در بخشی از بازار غرب نگریسته شود، تلاشهایی صورت گرفته است. مثلاً، در تلاش برای تخفیف و تسکین دادن نگرانیهای همگانی بابت ایمنی این تکنولوژی، منابع هسته‌ای از ایجاد تکنولوژی راکتور به اصطلاح «با ایمنی مکمل»^۱ یا «کنش پذیر»^۲ سخن به میان آورده‌اند، که در آن از واحدهای دارای قطعات مجزای (پیمانهای)^۳ کوچک بهره می‌گیرند که چنان طراحی شده‌اند که تحت تمام شرایط (مثلاً، برای سرد سازی اضطراری) آماده قطع اضطراری باشند.

در هر حال، ظاهراً به جای آن تأکید بر راکتورهای معمولی بزرگتر، مانند راکتور آب تحت فشار با اندازه دوبرابر که به عنوان جایگزین BWR در ساحل سافولک در بریتانیا پیشنهاد شده، قرار گرفته است. هدف این بود که با انتخاب مقیاس صرفه جویانه با نیروگاه بسیار بزرگ هزینه واحدها را پایین بیاورند، به

1. Safe integral

2. Passive

3. modular

این امید که عقب ماندگی در رقابت اقتصادی را جبران کنند. اما به نظر می‌رسد در این امیدواری اقبالی برای پیروزی وجود ندارد؛ دست کم که در غرب چنین است، با توجه به این که گاز طبیعی به عنوان سوخت نیروگاههای سیکل ترکیبی بسیار ارزاتر است. به طوری که قبلاً گفته شد، سازمان انرژی بریتانیا، شرکت جدید هسته‌ای بریتانیا، در سال ۱۹۹۵ اعلام کرد که طرحهای ساختن نیروگاههای هسته‌ای دیگر، از جمله PWR سایز ول با اندازه‌های دوگانه، را متفی و لغو کرده است.

هرچه جنبه‌های اقتصادی نیروی هسته‌ای کمتر متقاعد کننده می‌شود، صنایع هسته‌ای بیشتر به بحثهای راهبردی مربوط به تنوع انرژی - نیاز به دسترس پذیری گزینه‌های متنوع تولید - وارد می‌شوند. اگر نیروی هسته‌ای، هم شکافت و هم گداخت، سهم عمده بودجه‌های تحقیقاتی در زمینه انرژی را به مدت چند دهه جذب نکند، این امر پذیرفتنی تر است. به این ترتیب، باید این استدلال ارائه شود که نیروی هسته‌ای سهم منطقی و منصفانه خود را در میان منابع داشته است. اکنون دوره منابع تجدید پذیر است که نشان دهند چه می‌توانند بکنند، بخصوص که گستره وسیعی از تکنولوژیهای تجدید پذیر چیزی را ارائه می‌کنند که باید به عنوان تنوع واقعی تر تلقی شود.^۱

جمع‌بندی

- شکافت هسته‌ای مواد پرتو زا تولید می‌کند که می‌توانند برای سلامت آدمی بسیار زیانبار باشند و باید برای چندین قرن به نحوی ایمن انبار شوند.
- اگر برای پاسخ دادن به گرمایش جهانی راکتورهای «سوزنده» معمولی بیشتری ساخته می‌شد، باید تا حالا ذخایر اورانیم کره زمین ته می‌کشید.
- راکتورهای زاینده تند می‌توانند ذخایر سوخت شکافت پذیر را گسترش دهند اما به بهایی نامعلوم؛ و دامنه مشکلات پسماند و تکثیر پلاتونیم را بیفزایند.
- گداخت (همجوشی) هسته‌ای تلاشی است در حوزه تکنولوژیکی با نتیجه‌ای نامعلوم و معضلات ایمنی و اقتصادی مخصوص به خودش.

- نگرانی‌های مربوط به ایمنی، امنیت و اقتصاد به افول هواداری از گزینه هسته‌ای در برخی، اما نه همه، کشورها انجامیده است.
- نیروی هسته‌ای سهم عمده‌ای از سرمایه‌گذاری را تاکنون در زمینه تحقیق و توسعه داشته است، اما باید گفت که انرژی تجدیدپذیر اکنون از این بخت برخوردار است که نشان دهد چه کاری می‌تواند انجام دهد.

برای مطالعه بیشتر

کتاب *Nuclear power* (1976, penguin, London) تالیف والتر پاترسون که بارها تجدید چاپ شده کماکان یکی از بهترین کتاب‌های مقدماتی عمومی در این زمینه به شمار می‌آید. کتاب‌ها و نشریات فراوانی دربارهٔ وجوه خاص نیروی هسته‌ای، از جنبه‌های فنی تا سیاسی این مقوله، یافت می‌شود. منابع عمومی مفید از دیدگاه هواداری از نیروی هسته‌ای عبارت‌اند از:

P. M. S. Jones, *Energy and the Need for Nuclear power* (1989, Belmant press, London);

John colliers's *Nuclear power: clean Energy for the 21 st Century* (1994, Taylor Blackhorn, London); the Journal ATOM, published by the UK Atomic Energy Authority (AEA Technology as it is now Known).

دربارهٔ گداخت، ر.ک.

R. Herman's *Fusion:search for Endless Energy Fusion and safety* (1994, Taylor Blackhorn, London).

منابع عمومی مفید از چشم‌انداز مخالفت با نیروی هسته‌ای عبارت‌اند از مجموعهٔ دو جلدی مقاله‌ها و رساله‌های انتشار یافته در سال ۱۹۹۱ در نشریه *The Ecologist* به عنوان یک گزارش ویژه، «نیروی هسته‌ای، متوقف اش کنید»؛

Peter Bunyard's *Nuclear power : way Forward or cul – de – sac?*

(1992, *the Ecologist*);

و نشریه Safe Energy انتشار یافته از سوی انجمن دوستان زمین در اسکاتلند. دوستان زمین و صلح سبز مطالب متنوعی درباره موضوع هسته‌ای از جمله اظهار نامه‌هایی درباره جستارهای گوناگون همگانی درباره پیشنهادها ساخت نیروگاه هسته‌ای، منتشر کرده‌اند. در طی سالیان کتابهای همگان فهمی درباره مسائل هسته‌ای عمدتاً از دیدگاه مخالفت بانروی هسته‌ای، انتشار یافته است. مثلاً ر. ک:

Crispin Aubrey's *Meltdown: the collapse of the Nuclear Dream*

(1991, Collins & Brown, London)

برای دستیابی به تحلیلی تحقیقی تر ر. ک:

Steve Thomas, *the Realities of Nuclear power* (1988, Cambridge university press, cambridge);

و مطالعات گوناگون درباره مسائل هسته‌ای در نشریه بریتانیایی *Energy policy* مثلاً

John cheshrie's "why nuclear power failed the market test", August 1992 744 – 54.

برای مروری بین المللی ر. ک:

P. R. Mont field *world Nuclear power* (1991, Routledge , London).

افزون بر این، WISE، خدمات جهانی اطلاعات مربوط به انرژی، که در آمستردام مستقر است، یکی از منابع عمده اطلاعات انتقادی مستقل درباره فعالیت‌های هسته‌ای در سرتاسر جهان به شمار می‌آید (ر.ک. پیوست II).

تصل ۶

انرژی تجدیدپذیر

✓ نیروی خورشیدی

✓ نیروی باد

✓ نیروی امواج

✓ نیروی کشندی

✓ پسماندها و محصولات انرژی زا

✓ برق آبی

✓ انرژی زمین گرمایی

جریان‌ها و منابع انرژی طبیعی مانند آفتاب، باد، امواج، و جزر و مد (کشند)، منبع انرژی نسبتاً پاکیزه، سالم و مهمتر از همه پایداری را فراهم می‌آورند. در این فصل گزینه‌های انرژی تجدیدپذیر را بررسی می‌کنیم، و نگاهی به تکنولوژی پایه و برخی پیشرفت‌های جاری می‌اندازیم، و آنگاه منابع بالقوه جهانی انرژی تجدیدپذیر را مرور می‌کنیم.

تکنولوژی انرژی تجدیدپذیر

انرژی تجدیدپذیر به این علت به این نام خوانده شده که به جریان‌ها و منابع انرژی طبیعی در محیط زیست وابسته است که، چون اینها همواره از نو فراهم می‌شوند، آن انرژی هرگز ته نخواهد کشید. از این رو جریان‌ها و منابع طبیعی در نخستین معیار پایداری صدق می‌کنند. در مطالبی که خواهد آمد، برای فراهم آوردن یک زمینه، ابتدا پیش از ورود به فصل هفتم و نظر کردن به امر توسعه در سرتاسر جهان، به تکنولوژی پایه نگاه می‌اندازیم.

تکنولوژی پایه بسیار متنوع است و رشته‌ای از منابع انرژی طبیعی را منعکس می‌کند. به طوری که گفته شد، اکثر منابع انرژی تجدید پذیر، مستقیم یا نامستقیم، حاصل برخورد تابش خورشید بر اکوسیستم کره زمین‌اند - در این میان جریان‌های انرژی کشندی و گرمای زمین گرمایی استثنایند. تابش خورشید ورودی برای حیات جانوری و گیاهی انرژی فراهم می‌آورد و چرخه آب و هوایی آشناختی را - تبخیر آب دریا و ایجاد باران که رودخانه‌ها و نهرها را تغذیه می‌کند - راه می‌اندازد. تفاوت در گرمایش جو، دریا و خشکی نیز بادهای را پدید می‌آورد که برفراز دریاها به حرکت در می‌آید و امواج را ایجاد می‌کند. در مقابل، انرژی کشندی را می‌توان نیروی ناشی از ماه تلقی کرد، با توجه به این که مؤلفه اصلی آن ناشی از اثر کشش گرانشی ماه بر دریاهاست، هر چند که کشش گرانشی خورشید نیز در اینجا نقشی ایفا می‌کند. انرژی زمین گرمایی حاصل گرمای بازمانده در اعماق زمین است، که فرایند واپاشی پرتوزا از آن سرریز می‌کند.

انرژی تجدیدپذیر هم اکنون در سطح گسترده‌ای به کار گرفته می‌شود: حدود ۲۰ درصد برق جهان در حال حاضر از سدهای برق آبی معمولی گرفته می‌شود، و در بسیاری کشورها چوب و فضولات حیوانی تنها منابع انرژی برای پخت و پز و گرمایش به شمار می‌آیند.

اما، اکنون رشته کاملی از فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر در حال ظهور است. در بخش‌هایی که خواهند آمد برخی از فناوری‌های کلیدی جدید را برای برداشت انرژی تجدیدپذیر بررسی می‌کنیم، و ابتدا به نیروی خورشیدی، از جمله باتری‌های خورشیدی فوتوولتایی، نظر می‌اندازیم. آنگاه اصول پایه فیزیکی و تکنولوژی مربوط به استفاده از انرژی باد، موج و کشند را بررسی می‌کنیم، و در پی آن به انرژی حاصل از محصولات کشاورزی، با تمرکز بر شاخه زادی با گردش زراعی کوتاه مدت می‌پردازیم.

نیروی (انرژی) خورشیدی

خورشید شالودهٔ حیات بر روی زمین را فراهم می‌آورد و به هر سانتیمتر مربع آن انرژی کافی می‌دهد تا تمامی نیازهای ما تامین شود - در صورتی که بتوان آن انرژی را به صورت کار آمدی دریافت کرد و به دام انداخت. از لحاظ تاریخی، انسان‌ها خیلی تلاش کرده‌اند این کار (دریافت کار آمد انرژی) را از طریق کشاورزی، استفاده از چوب به عنوان سوخت و از طریق برداشت انرژی خورشیدی نامستقیم که به صورت باد و جریان‌های آب بروز یافته، انجام دهد. در دوران متأخر از انرژی خورشیدی ذخیره شده به صورت سوخت‌های فسیلی - زغال سنگ، نفت، و گاز - بهره برداری شده است.

اما، گرمای خورشید را می‌توان به صورت مستقیم تر هم استفاده کرد. در سال‌های اخیر، تجربه‌هایی در مقیاس بزرگ در مورد انرژی خورشیدی صورت گرفته است - مثلاً از طریق آینه‌ها و بشقاب‌های غول پیکر متمرکز کنندهٔ گرمای خورشید، که مسیر حرکت خورشید را در آسمان دنبال می‌کنند و پرتوهای آن را چنان کانونی می‌کنند که برای تولید برق بخار ایجاد کند. نیروگاه‌های «گرمای خورشیدی» بزرگ مقیاسی از این دست در نواحی بیابانی ایالات متحدهٔ آمریکا و جاهای دیگر به طور فزاینده ای رایج می‌شوند.

از انرژی خورشیدی می‌توان در مقیاس کوچک، از طریق گرد آورهای خورشیدی واقع در بام (شکل ۶-۱) که در بسیاری از کشورهای دنیا، مثلاً ناحیهٔ مدیترانه‌ای، از آن استفاده گسترده‌ای می‌شود، نیز بهره گرفت. حتی در بریتانیا، گردآورهای گرمای خورشیدی صفحه تخت، با ظاهری شبیه به رادیاتور روی بام خانه‌ها نصب شده‌اند و در داخل یک سیستم آب داغ قرار گرفته‌اند، که نوعاً می‌توانند مخارج سوخت سالانهٔ خانگی را به نصف برسانند؛ شاید شگفت زده شوید اگر بدانید که فقط در ناحیهٔ لندن حدود ۳۰۰ خانهٔ خورشیدی (خانه‌هایی که گرمایش خود را از خورشید تامین می‌کنند) وجود دارد.^۱ اما، در اکثر جاهای بریتانیا جنبه‌های اقتصادی کلی گرمایش فضا و آب با انرژی خورشیدی در حال حاضر در مقایسه با ارزانی گرمایش به وسیلهٔ گاز جاذبه‌ای ندارد: در سیستم‌های انرژی خورشیدی بخاری زمان برگشت سرمایه پنج تا ده برابر طولانی تر است.

یکی از گزینه‌ها در این زمینه عبارت است از مفهوم دریافت انرژی خورشیدی غیر فعال^۲ مقرون به

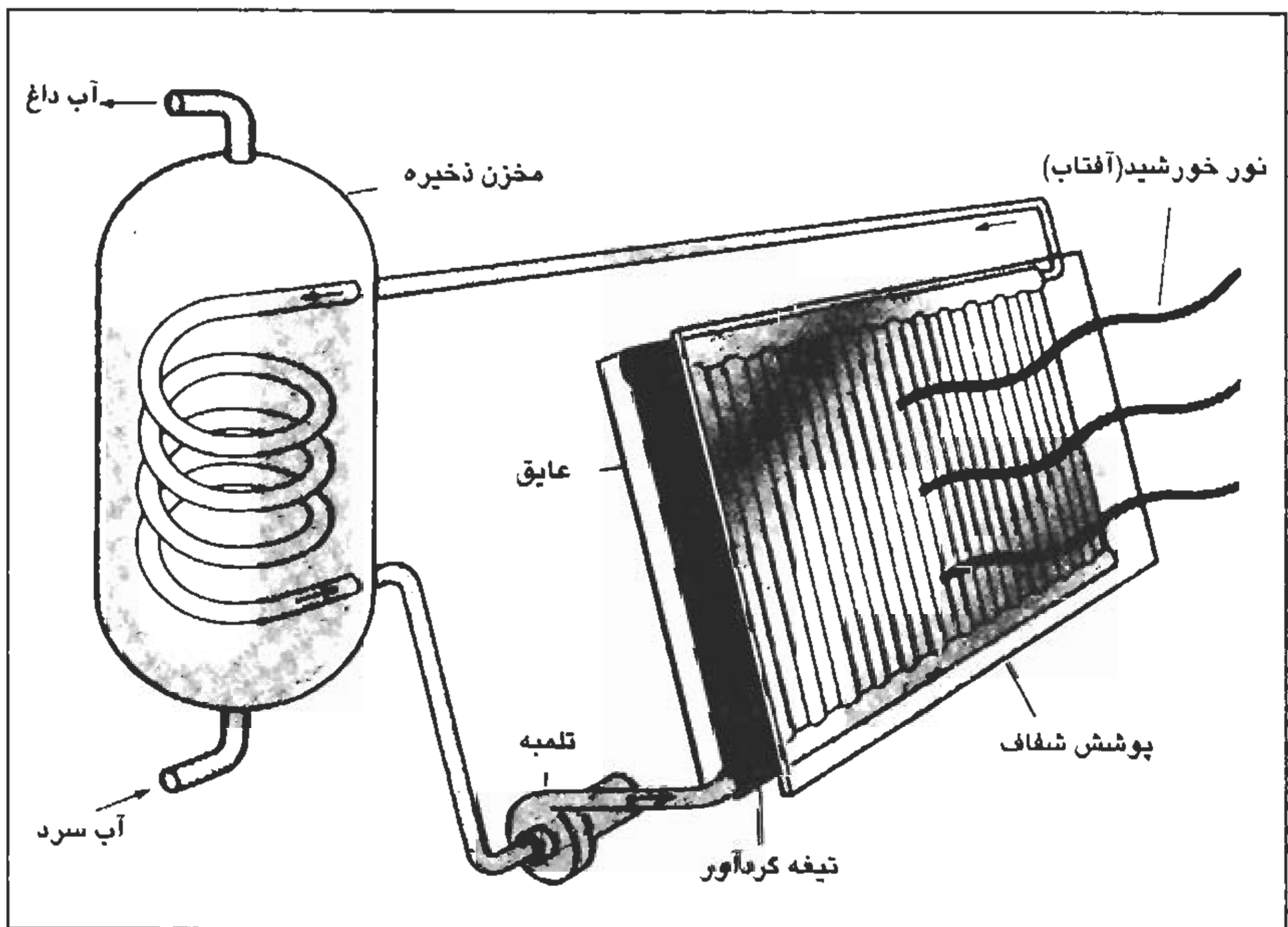
صرفه.

1. Kinesella and Bond, 1985

2. passive solar

در گردآورهای خورشیدی پشت بامی مرسوم از تلمبه‌های کوچکی برای راندن آب گرم شده در اطراف مدار گرم کننده بهره می‌گیرند، اما مقادیر مفید گرما را می‌توان به وسیله نواحی براق رو به جنوب با مساحت زیاد گردآوری کرد. به این ترتیب اصطلاح «غیر فعال» در مقابل گردآورهای خورشیدی «فعال» متداول قرار گرفته که مستلزم تلمبه‌اند.

نوعاً در خانه‌ای با عایق کاری مطلوب مبلغ مندرج در صورت حساب سوخت کلی سالانه را می‌توان به این طریق تا یک سوم کاهش داد. دهلیزهای خورشیدی بزرگ مقیاس برای ساختمان‌های تجاری و اداری اکنون منطقی‌تر آشنایند که در سطح پایین تری بسیاری از مردم گلخانه‌های گیراندازی گرمای خورشید را به خانه‌های خود اضافه کرده‌اند.



شکل ۶-۱ گردآور خورشیدی صفحه تخت برای گرمایش فضا و آب

اما، پیشرفت بزرگ و پردامنه در این زمینه احتمالاً در زمینه پیل فوتوولتایی^۱ صورت گرفته است. سلول‌های فوتوالکتریک (فوتو یاخته‌ها)^۲ مانند آنها که روی دوربین‌های عکاسی و ماشین حساب‌های جیبی

1. photovoltaic

2. photocell(photoelectric cell)

سوار می‌کنند، نور آفتاب را مستقیماً به برق تبدیل می‌کنند. تنها شکل و مسئله در این میان از این قرار است که این ابزار گران‌اند. این سلول‌ها (یا پیل‌ها) را در ابتدا عمدتاً برای تامین انرژی ماهواره‌ها به کار می‌گرفتند، اما پیشرفت‌های حاصل شده در حوزه نیم‌رساناها به تدریج بهای آنها را پایین آورده است. در ظرف مدتی بیشتر از ده سال این پیل‌ها با منابع انرژی مرسوم قابل رقابت می‌شوند.

در این شرایط سلول‌های فوتوولتایی (pv) احتمالاً حتی برای تامین منابع انرژی خانگی از همه وسیله‌های دیگر کاربرد وسیع‌تری خواهند داشت. هم‌اکنون هم در نواحی دور افتاده روستایی که خطوط انتقال برق شبکه سراسری وجود ندارد و یا گزینه آن مولدهای دیزل است یا اصلاً هیچ منبع نیرویی وجود ندارد - مناطق پرت افتاده استرالیا، نواحی بیابانی روستاهای افریقا - برای تلمبه کردن آب، کار انداختن یخچال به منظور نگهداری دارو و یا برق رساندن به تجهیزات مخابرات راه دور، این سلول‌ها یافت می‌شوند.

احتمالاً بزودی کاربرد آنها فراگیرتر خواهد شد. در حال حاضر استفاده از یاخته‌های pv برای جایگزینی روکش بام یا نمای ساختمان‌ها به صرفه نزدیک است، و به این ترتیب در هزینه بامسازی معمولی و متداول یا نماکاری دیوارها صرفه جویی می‌شود که هزینه‌های نصب یاخته‌های pv را جبران می‌کنند. در عین حال، هزینه‌ها هم در حال کاهش‌اند؛ انواع جدیدی برای مواد و مصالح این یاخته‌ها ساخته شده است که هم کارآمدتر و هم ارزان‌ترند و به نظر می‌رسد بهره‌گیری لازم از آنها رو به گسترش است.

از لحاظ زیست محیطی، این نوع تامین انرژی دست کم در چارچوب استفاده از یاخته‌های pv مشکلاتی چند دارد، هر چند که ساخت آنها هم در مواردی محل سؤال است. در این زمینه تکنولوژی بسیار پیشرفته به کار می‌رود که در آن از مواد شیمیایی سمی و خطرناک استفاده می‌شود، که به طور بالقوه سلامتی کارکنان و کارمندان این بخش را با مشکلات عدیده رو به رو می‌کند. مسائل انتقال آلودگی به بافت‌های زنده از طریق مواد درون آنها نیز وجود دارد. اما، با فرض این که بتوان از این مسائل بالقوه اجتناب ورزید، pv می‌تواند به یکی از منابع کلیدی تجدید پذیر جدید تبدیل شود.

نیروی باد

بر خلاف PV، نیروی باد هم اکنون یکی از منابع مهم انرژی به شمار می‌آید. بادهای یکی از صورت‌های نامستقیم نیروی خورشیدی‌اند و طی قرن‌ها به عنوان یک منبع انرژی به کار گرفته شده‌اند. اخیراً نیروی باد به یکی از تکنولوژی‌های انرژی تجدیدپذیر موفق تر تبدیل شده است. ایالات متحده آمریکا در این زمینه پیشگام است و مزارع باد کالیفرنیا در حال حاضر انرژی ای معادل نیاز برق خانگی شهری چون سانفرانسیسکو را تأمین می‌کنند. اروپا در رتبه بعدی قرار دارد، و اکنون پروژه‌هایی در حوزه انرژی باد در سایر مناطق جهان در دست بررسی و اجراست؛ تا سال ۱۹۹۵ کل ظرفیت تولید برق از انرژی باد در سرتاسر جهان حدود ۴۵۰۰ MW بوده است.

درک اصول فیزیک پایه به کار رفته در توربین‌های باد نسبتاً آسان است. انرژی گردآوری شده از یک توربین باد با مساحت دایره ای که پره آن جارو می‌کند، یعنی با πr^2 ، متناسب است، که r طول پره (شعاع دایره) است. حاصل این «قانون مجذوری» از این قرار است که، مثلاً با دو برابر کردن ابعاد توربین باد، خروجی نیرو چهار برابر خواهد شد، یعنی توربین‌های بزرگ بسیار کارآمدترند. اما پره‌ها فراتر از ابعادی معین با محدودیت‌های تنشی (و بالا رفتن هزینه ساخت) مواجه خواهند شد. فعلاً با صرفه‌ترین ابعاد پره‌ها با ظرفیت اسمی بین ۲۵۰ تا ۶۰۰ کیلووات (یعنی، با تمام توان) به قطرهایی بین ۲۵ و ۴۵ متر است.

نیروی باد با مکعب سرعت آن، v ، یعنی با v^3 ، متناسب است. (انرژی جنبشی عبارت است از $\frac{1}{2}mv^2$ ، که در آن m جرم هوایی است که پره‌ها آن را قطع یا جارو می‌کنند، و به نوبه خود با v ضرب در مساحت جارو شده متناسب است). از این رو در جایی که سرعت باد حتی اندکی بیشتر باشد میزان دریافت توان به نحو فاحشی بالا خواهد رفت.

اما، مقدار نیرویی که توربین‌های باد عملاً می‌توانند تولید کنند کمتر از نیروی جریان بادی است که پره‌های توربین آن را قطع یا جارو می‌کنند. این امر تا حدودی بسته به طراحی و عوامل عملیاتی است، اما اتلاف‌های بنیادی آئرودینامیکی به این معناست که حداکثر مقدار توانی که از لحاظ نظری می‌توان استخراج کرد اندکی کمتر از ۶۰ درصد نیروی جریان باد است؛ در تبدیل انرژی‌ها نیز اتلاف‌های مکانیکی و الکتریکی اجتناب ناپذیر است.

توربین‌های باد را غالباً به صورت گروهی در قالب «مزارع باد» نصب می‌کنند به طوری که می‌تواند در مبادله برق، و نیز استفاده از سیستم‌های کنترل و جاده دسترسی به منظور تعمیر و نگهداری، با شبکه سراسری شریک شود. نوعاً بین هر یک از توربین‌های باد باید بین ۵ تا ۱۰ برابر قطر پره‌ها فاصله گذاری شود، تا از برهم کنش‌های اختلالی در آرایه‌های مزرعه باد اجتناب شود. یعنی، مزارع باد فضای وسیعی را اشغال می‌کنند، هر چند که خود دستگاه‌ها کسر کوچکی از این فضا را به خود اختصاص می‌دهند، و همین امر به بروز مخالفت‌هایی با این نوع تولید انرژی منجر شده است. این استدلال ارائه می‌شود که باید در کشورهایی چون بریتانیا زمین‌های ناکارآمدی یافت شود تا در آنها مقادیر چشمگیری انرژی تولید کنند.

بهره‌گیری از زمین‌های ناهموار با مساحت ضروری برای یک مزرعه باد نسبتاً آسان است، و در این صورت به آسانی می‌شود محاسبه کرد که در کشوری چون بریتانیا چقدر نیرو و انرژی از باد تولید می‌شود. مطابق مطالب مندرج در کادر ۴، حتی با توجه به تناوبی بودن باد، نیروی آن ظاهراً می‌تواند جایگزین ۱۰ درصد ظرفیت تولید انرژی متداول بریتانیا شود، در حالی که این میزان انرژی از ۳۰۰ KW توربین‌های بادی با اندازه متوسط ناشی می‌شود که، بسته به فرض‌های به کار گرفته شده، بین ۱٫۴ درصد تا ۱٫۷ درصد کل مساحت خاک بریتانیا را در بر می‌گیرد.

بدیهی است که این ارقام برآوردهایی خام و تقریبی‌اند، که بر پایه برخی فرض‌های کلی و اجمالی استوارند. خروجی نیرو و توان عملاً به جایگاه‌ها، و الگوهای عملیاتی وابسته‌اند و توان و انرژی بیشتر باید از توربین‌های بادی به دست آید که مساحت کمتری را می‌پوشانند. با بهره‌گیری از ماشین‌های بزرگتر یا استفاده از فاصله گذاری‌های آرایه کمتر از ده برابر قطر پره‌ها به همین نتیجه می‌توان رسید، اما به همین ترتیب از آنجا که توربین‌های باد بدناما و چشم‌آزارند، قید و بندهایی درباره جایگاه نصب آنها اعمال می‌شود که دستیابی به توان خالص را می‌کاهد: برخی جایگاه‌ها که باد سریع در آنها می‌ورزد پذیرفتنی نیست. این موضوع رابعداً به تفصیل خواهیم شکافت.

با همه اینها کلاً میسر به نظر می‌رسد که، حتی در کشوری چون بریتانیا با تراکم جمعیتی بالا، حدود ۱۰ درصد نیازهای برق جاری را با استفاده از، مثلاً، ۲ درصد مساحت اش به دست آورد. یعنی، بر حسب

تصادف، این میزان تقریباً معادل مساحتی است که برآورد شده است برای پروژه‌های مزرعه باد در بریتانیا، بدون مزاحمتی قابل توجه، مناسب و قابل دسترس است.^۱

کادر ۴

نیروی (انرژی) تولید شده و کاربری زمین برای برپایی مزرعه‌های باد - محاسبه ای تقریبی

می‌توانیم خروجی انرژی و زمین فراگرفته شده به وسیله یک مزرعه باد نوعی را با به جا آوردن برخی فرض‌های بسیار اجمالی، با استفاده از ارقام گرد شده، به شرح زیر، محاسبه کنیم. در شرایط بسیار تقریبی، یک آرایه ۱۰ در ۱۰ از ۱۰۰ ماشین نسبتاً کوچک ۳۰۰ KW (کلا ۳۰ MW) هر یک با مثلاً پره‌های به قطر ۳۰ متر، و به فاصله ۱۰ برابر قطر پرها از یکدیگر، مساحتی ۳ km در ۳ km را خواهد پوشاند. اما فقط حدود یک درصد این مساحت (یعنی 90 m^2) عملاً در اشغال پایه برج‌های توربین در می‌آید، بقیه مساحت را باید برای مقاصد کشاورزی استفاده کرد.

یکصد مزرعه باد از این نوع ۳ گیگا وات ظرفیت نصب شده - معادل با سه نیروگاه ۱ GW متعارف، به دست می‌دهند. البته این توربین‌های باد قادر نخواهند بود پیوسته با تمام توان کار کنند زیرا وزش باد متناوب است. نوعاً، با توجه به متغیر بودن باد، توربین‌های موجود در بریتانیا فقط می‌توانند با میانگین ۳۰ درصد زمانی، توان و انرژی تحویل دهند؛ این رقم را «عامل بار» می‌گویند. تعریف دقیق عامل بار عملاً پیچیده تر است، اما همین مقدار در اینجا برای مقاصد ما کفایت می‌کند. اما، در اینجا باید توجه کنیم که ۳۰ درصد فقط یک رقم میانگینی است. رقم عامل بار برای دستگاه‌های خاص به طراحی توربین باد، محل و رژیم باد بستگی خواهد داشت. عامل‌های بار بالاتر، تا ۴۰ درصد و بیشتر، برای دستگاه‌های مدرن در جاهای مناسب، مثلاً در اسکاتلند و ایالات متحده آمریکا، گزارش شده است.^۲ برای یک مقایسه ساده و اجمالی با نیروگاه‌های متداول و مرسوم، تشخیص این نکته مهم است که گرچه ورودی انرژی نیروگاه‌های با سوخت فسیلی یا هسته‌ای متناوب نیست و از این رو عامل بار آنها بالاتر است، با همه اینها فقط می‌توانند به عامل‌های بادی حدود ۶۰ تا ۷۰ درصد برسند. به خاطر سادگی فرض کنیم برای توربین‌های باد از عامل بار

1. clark, 1988

2. Gipe, 1995

۳۰ درصد و برای نیروگاه‌های معمولی از عامل بار ۶۰ درصد استفاده می‌کنیم. بر این اساس، برای تولید مقدار یکسانی توان به ظرفیتی تولیدی در مزرعه باد نیاز دارید که دوبرابر ظرفیت تولیدی نیروگاه‌های مرسوم و معمولی است. به بیان دیگر، باید انتظار داشته باشید که توربین‌های باد حدود نیمی از توان پیوسته نیروگاه‌های متداول را با همان ظرفیت تولید کنند. به توربین‌های بادی بریتانیا و سایر وسایل انرژی تجدیدپذیر بلکه از منابع متناوب در آنها استفاده می‌شود مقداری نامی بر حسب ظرفیت خالص اعلام شده^۱ (DNC) داده می‌شود که این مقایسه را منعکس و بیان می‌کند.

رقم تبدیلی که وزارت تجارت و صنعت بریتانیا برای توربین‌های باد اتخاذ کرده، عملاً، به جای ۵۰ درصد، ۴۳ درصد است که با استفاده از ۳۰ درصد و ۷۰ درصد (یعنی، $100 \times \frac{30}{70}$ درصد) به دست آمده است. از این رو ظرفیت عملی تولید DNC معادل یک توربین باد ۴۳ درصد ظرفیت رسمی کامل آن در نظر گرفته می‌شود. اما به خاطر آسان شدن محاسبه، و با توجه به این نکته که به نظر می‌رسد عامل‌های باد رو به بهبودی‌اند، فعلاً یک ضریب تبدیل DNC معادل ۵۰ درصد را اتخاذ می‌کنیم.

بر این اساس، گر چه یکصد مزرعه باد ۳۰ مگاواتی فرضی، علی‌الاصول ظرفیت تولیدی ۳ GW دارند، در عمل فقط معادل ۱٫۵ نیروگاه معمولی ۱ GW هستند (یعنی، ظرفیت خالص اعلام شده آنها ۱٫۵ GW است). در عالم واقع، احتمالاً باید تعداد بیشتری از مزارع باد کوچکتر را به کار گرفت، هر چند که در حال حاضر یک مزرعه باد ۱۰۳ توربینی در بریتانیا در حال کار است. همچنین، محاسبات، بر فرض وجود دستگاه‌های ۳۰۰ kW نسبتاً کوچک متکی است، در حالی که در حال حاضر دستگاه‌های ۵۰۰ kW متداول‌اند، و حتی دستگاه‌های بزرگتری در بازار یافت می‌شوند. بدیهی است که، هر چند که فاصله بین دستگاه‌های با پره‌های بزرگتر باید بیشتر باشد، در این صورت به تعداد کمتری دستگاه و مساحت کلی محدودتری برای هر ظرفیت تولیدی مفروض نیاز خواهید داشت.

با همه این احوال، مزرعه‌های باد مساحت نسبتاً وسیعی را اشغال می‌کنند و در برخی کشورها این امر مشکل آفرین است. مثلاً در بریتانیا، تراکم جمعیت بالاست و یافتن فضایی برای مزرعه باد کار دشواری است. این موضوع را باید در جای خود بررسی کرد. در حال حاضر در بریتانیا ظرفیت نصب شده نیروگاه‌های متداولی و معمولی حدود ۶۰ GW است، که منابع تجدیدپذیر موجود شبیه برق آبی عناصر ترکیبی گرما و

توان در این محاسبه نیامده‌اند، از این رو اگر قرار باشد ۱۰ درصد این ظرفیت با توربین‌های بادی جایگزین شود به حدود ۴۰۰ مزرعهٔ باد در مقیاسی که در بالا بر شمردیم (یعنی، یکصد دستگاه ۳۰۰ کیلوواتی) نیاز پیدا می‌شود. سطح زیر بنای برجها مساحتی معادل ۳۶ کیلومتر مربع را خواهند پوشاند، در حالی که کل مساحتی که آرایه‌ها اشغال خواهند کرد ۳۶۰۰ کیلومتر مربع می‌شود. این میزان درست ۱٫۴۴ درصد مساحت خاک بریتانیا ($250,000 \text{ km}^2$) است. اگر رقم ۴۳ درصد را برای DNC در نظر بگیریم، به این معنا خواهد بود که به حدود ۴۶۵ مزرعهٔ باد نیاز داریم، که در این صورت ۱۶۷ درصد کل مساحت خاک بریتانیا را اشغال خواهد کرد.

البته بهره‌گیری از ماشین‌ها و دستگاه‌های بزرگتر این رقم را کاهش خواهد داد، هر چند که این دستگاه‌ها از لحاظ بصری چشم‌آزار خواهند بود. اما، باید یادآوری شود که، در این زمینه به علت قانون «مجدوری» که بین توان و ابعاد پره‌ها رابطه برقرار می‌کند، دو برابر کردن ظرفیت تولید توربین مستلزم دو برابر کردن قطر پره نیست، از این رو دستگاه‌های با ظرفیت بیشتر لازم نیست به همان نسبت از لحاظ فیزیکی (کالبدی) بزرگتر شوند.

قید و بندها در برابر پتانسیل باد ساحلی کمتر است. مثلاً، بنابر گزارش واحد پشتیبانی فناوری انرژی^۱ دولت بریتانیا، بنابر محاسبات نظری، بین ۱۰۰ تا ۱۵۰ تراوات ساعت در سال برق می‌توان از جایگاه‌های آب‌های کم عمق سواحل ایست انگلیا^۲ به دست آورد (یعنی تا بیش از ۵۰ درصد نیازهای برق بریتانیا در اواسط دههٔ ۱۹۹۰).

پروژه‌های باد ساحلی را هم اکنون در دانمارک، آلمان و سوئد به اجرا در آورده‌اند. هر چند که ساختن جایگاه‌های دور از ساحل و انتقال نیروی برق از طریق کابل دریایی به ساحل مستلزم هزینه‌های اضافی است، دست کم بخشی از این هزینه‌ها را سرعت عموماً بالاتر بادهای ساحلی و سازگاری این بادهای جبران می‌کنند. همچنان که یافتن جایگاه‌های قابل قبول در نواحی خشکی هر چه دشوارتر می‌شود، بادهای رو به ساحل (ساحلی) به گزینهٔ انرژی عمده‌ای تبدیل می‌شوند.

1. Energy Technology Support Unit

2. East Anglia

نیروی امواج

نیروی امواج نمایانگر منبع انرژی ساحلی عمده دیگری است. امواج حاصل اثر مالشی (اصطکاکی) حرکت باد در سطح دریای گشوده (دریاهای آزاد) است - یک رشته حرکت‌های دایره‌ای غلتان که در زیر سطح آب تشکیل می‌شوند. امواج عملاً یکی از اشکال انرژی ذخیره شده باد به شمار می‌آیند. چگالی انرژی در جایگاه‌های مطلوب (مثلاً) حدود ۱۶۰ کیلومتری ساحل شمال باختری اسکاتلند در داخل دریا به طور متوسط حدود ۵۰ KW بر متر جبهه موج است.

یک رشته تبدیلگرهای شناور انرژی امواج، متشکل از واحدهای بزرگ منفرد که به صورت زنجیره به هم متصل شده‌اند، می‌تواند برای جذب کردن مقداری از این انرژی به کار رود. با توجه به یک رشته زنجیره‌های به طول کلی ۴۰۰ km، با کارایی تبدیل ۳۰ درصد، ظرفیت تولید ۶ GW خواهد بود. طرحی با این مقیاس از لحاظ نظری در مناطق دریایی دور از ساحل اطلانتیک شمالی در بریتانیا امکان پذیر خواهد بود و اگر ساخته شود، با حدود ۱۰ درصد ظرفیت تولید نصب شده کل جاری بریتانیا معادل خواهد بود. در واقع، علی‌الاصول می‌توان به طرح‌های بزرگتری هم دست یافت.

بدیهی است که پتانسیل بالقوه کل انرژی امواج به میزان زنجیره تبدیلگرهای نصب شده، کارایی کل تبدیل و انتقال آنها و موضوع و مکان وسایل و تجهیزات بستگی دارد. برآورد می‌شود که از ۲۰ درصد نیازهای برق کنونی بریتانیا تا ۵۰ درصد یا حتی بیشتر، با استفاده از جایگاه‌های دور از ساحل شمال باختری و جنوب اسکاتلند و باختر کورن ول، به دست آید.^۱

با توجه به موقعیت مکانی بریتانیا در سواحل اقیانوس اطلس که از جمله بهترین مکان‌ها هستند، پی‌می‌بریم که حدود یک سوم منابع انرژی موج کل اروپا را تشکیل می‌دهد. با همه این احوال منابع با اهمیتی در نواحی دیگر اروپا یافت می‌شود که، مثلاً، می‌توان نواحی دور از ساحل ایرلند، نروژ، پرتغال و اسپانیا را برشمرد. به همین نوع نواحی در ژاپن و استرالیا هم بر می‌خوریم.

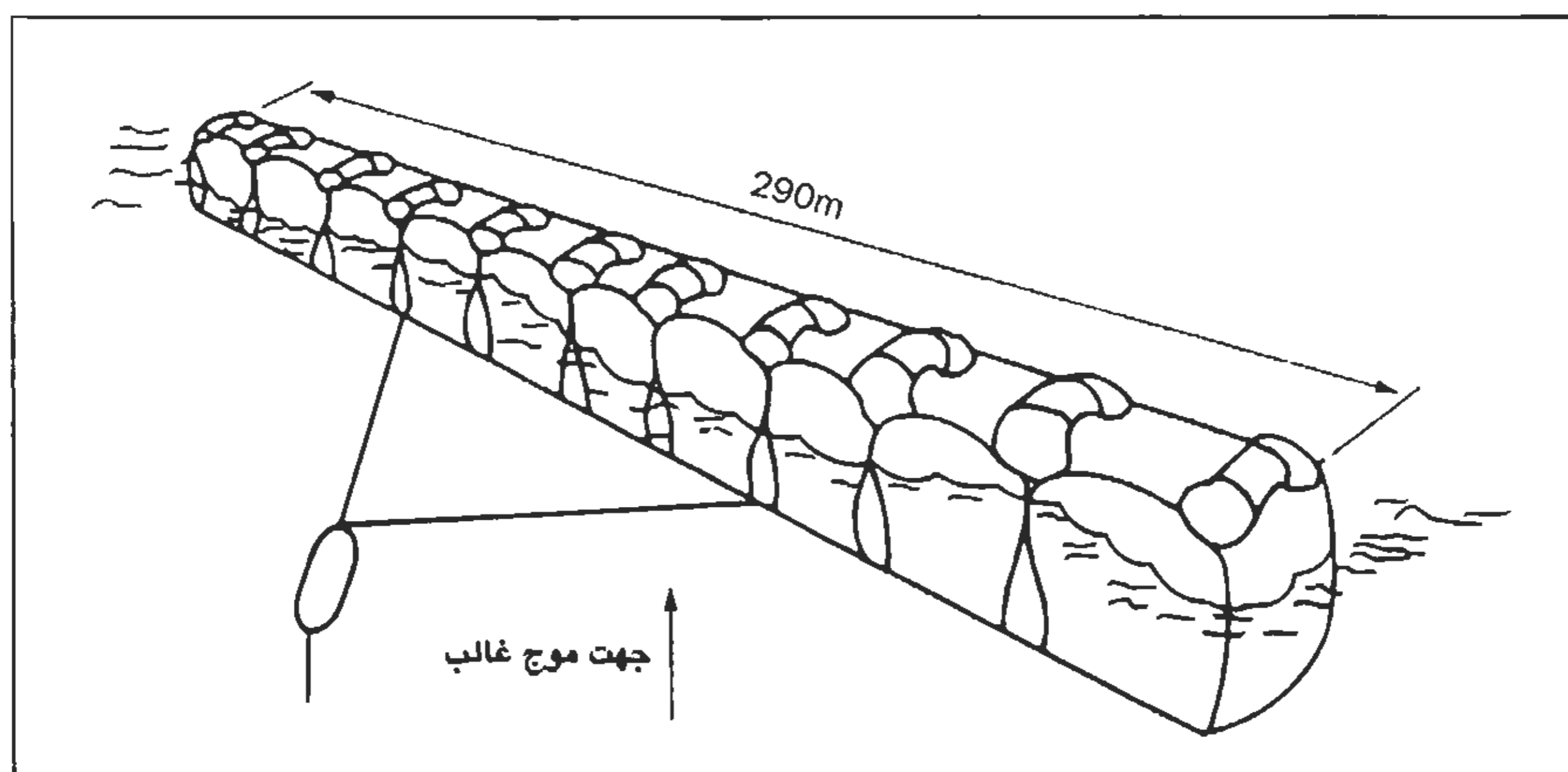
نمونه‌هایی با مقیاس واقعی از برخی سیستم‌های تبدیل انرژی فعلاً در بریتانیا آزموده شده‌اند، که شاید ساده‌ترین آنها سیستم کیسه هوای فشرده (clam) است (شکل ۶ - ۲). پیچیده‌ترین آنها «مرغابی سر لوزان» تثبیت شده ژيروسکوپي سالترز،^۲ مدلی با مقیاس واقعی از چیزی است که در لاج نس^۱ آزموده شده

1. Ross, 1995

2. Salters gyro stabilised "Nodding duck"

است. واضح است که این مدل‌ها وقتی در دریا به کار می‌افتند باید کار مهندسی روی آنها انجام شود که در برابر طوفان ایستادگی کنند، اما مشکلات ناشی از تناوبی بودن را می‌توان از طریق بگسل کردن تک تک واحدها به طرف ساحل، تعدیل کرد؛ موضع مکانی دور از ساحل معدود، قید و بندهای مکانیابی از لحاظ زیست محیطی خواهد داشت.

هر چند که کل مقدار توان ناشی از سیستم‌های دور از ساحل و در ساحل ممکن است نسبتاً کم باشد، هزینه تولید آنها کمتر از هزینه‌های مربوط به سیستم‌های پیچیده انرژی امواج دریای عمیق است. سیستم‌های کوچک مقیاس نیروی امواج از این نوع را به طور خاصی برای کشورهای در حال توسعه خطوط ساحلی و جزایر دور افتاده‌ای مناسب می‌دانند که در آنجا تنها منبع نیرو و انرژی باید چیزی جز سوخت وارداتی باشد.



شکل ۶-۲ ابزار بر گرفتن انرژی امواج، دریای لنچستر

نیروی کشندی

کشندها (جزر و مد) حاصل کشش گرانشی ماه‌اند که نیروی کشندی خورشید آن را تغییر داده باشد، که گاهی ارتفاع کشند (جزر و مد) بر اثر متمرکز شدن موضعی در مصب‌های رودخانه ای (خور) افزایش می‌یابد.

نیروی که یک آب بند کشندی در عرض یک مصب مناسب می‌تواند تولید کند، می‌شود به طور تقریب با این فرض محاسبه کرد که این آب بند مساحت ثابتی از آب، A ، را در کشند بلند (مرتفع) به دام می‌اندازد، که سپس این آب از توربین‌ها می‌گذرد، به کشند کم ارتفاع راه می‌یابد، و به مسافت I از کشند بلند به کشند پایین، سقوط می‌کند. جرم این آب عبارت است از dAr که در آن d چگالی آب است، و این آب به طور

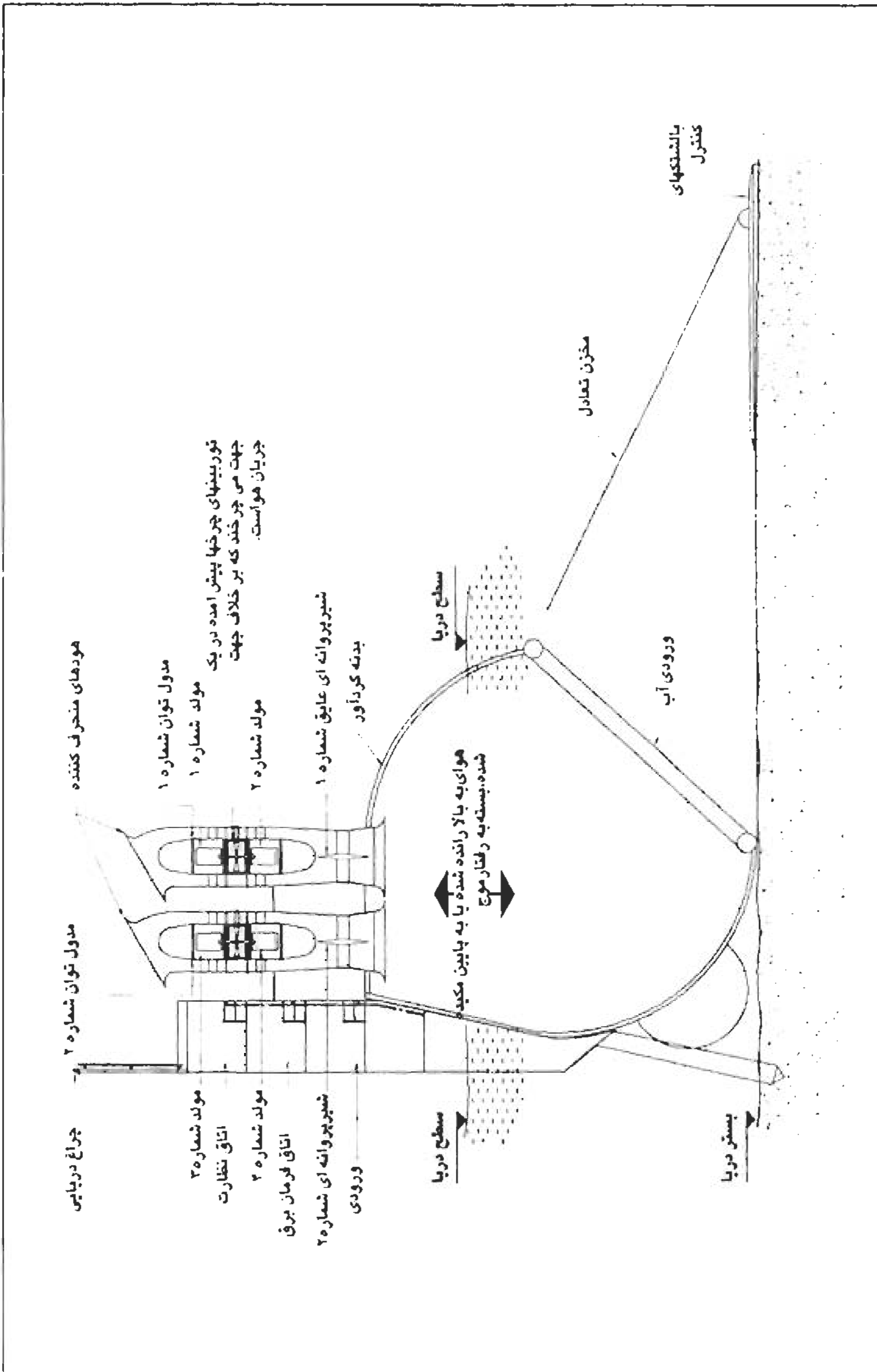
میانگین مسافت $\frac{1}{2} I$ را سقوط می‌کند، به این ترتیب، انرژی پتانسیل کشند عبارت است از $\frac{1}{2} dAr^2$.

این قانون مجذوری حاکی از آن است که مصب‌های با گستره بزرگ به صرفه و مفیدند. از این رو به سود بخشی مصب سورن در بریتانیا پی می‌بریم که آثار تمرکز پست و بلندی‌های آن گستره کشندی تا ۱۱ متر پدید می‌آورد.

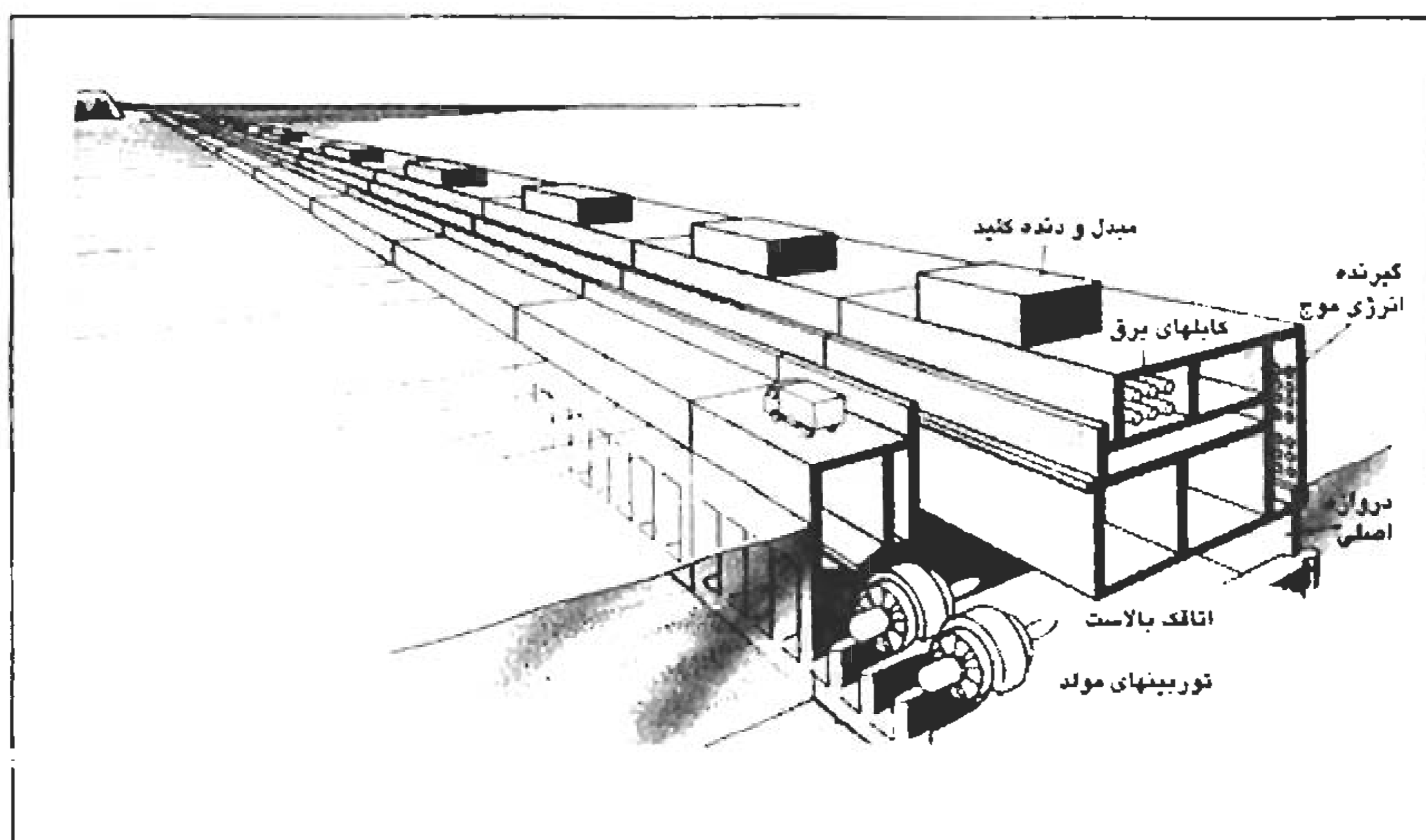
از آنجا که در هر روز فقط دو کشند تشکیل می‌شود، آب بندهای کشندی پیوسته کار نمی‌کنند - و نوعاً می‌توانند توان برای، مثلاً، سه تا پنج ساعت در هر کشند تامین کنند، که این مدت زمان به الگوی عملیاتی اتخاذ شده (مثلاً تولید بر پایه جزر، بر پایه مد یا بر پایه هر دو، با بهره‌گیری از توربین‌های دو طرفه) بستگی دارد.

مثلاً، آب بند کشندی پیشنهاد شده سورن تولید جزر 8.6 GW به طول 17.6 کیلومتر (شکل ۶ - ۴) در هر سال در کل 17 Twh ، یعنی حدود ۶ درصد نیاز برق بریتانیا، را تولید می‌کند، گرچه که این مقدار تغییر می‌کند زیرا تمام آن را نمی‌توان در زمان‌های اوج تقاضا دریافت کرد.

این نقطه ضعف می‌تواند تا حدودی با استفاده از آب بندها به صورت مخازن ذخیره‌ای که در کوتاه مدت پر می‌شوند، جبران شود (یعنی، مصرف برق در هنگام پایین بودن بار مصرف از سایر نیروگاه‌ها برای پمپ کردن آب به پشت آب بند و آماده کردن آن برای تولید برق از طریق توربین‌های آب بند، در هنگام نیاز). افزون بر این، اگر چندین آب بند در نقاط گوناگون یک کشور تعبیه شود، خروجی خالص تقریباً پیوسته تر خواهد بود، زیرا کشندها در هر نقطه در زمان‌های گوناگون اتفاق می‌افتند، و این اختلاف زمانی، مثلاً برای برخی جاهای بریتانیا به پنج ساعت می‌رسد.^۱



شکل ۶-۳- نمودار وسیله تولید انرژی تجدیدپذیر نیروی طغیان اقیانوسی ۱-OSPREY، که برای نصب روی بستر دریا در عمق کم در فاصله ۳۰۰ متری ساحل طراحی شده است.



شکل ۶-۴. برداشت هنرمند از مفهوم آب بند کشندی سورن؛ آب بند به طول ۱۶٫۶ کیلومتری ظرفیت

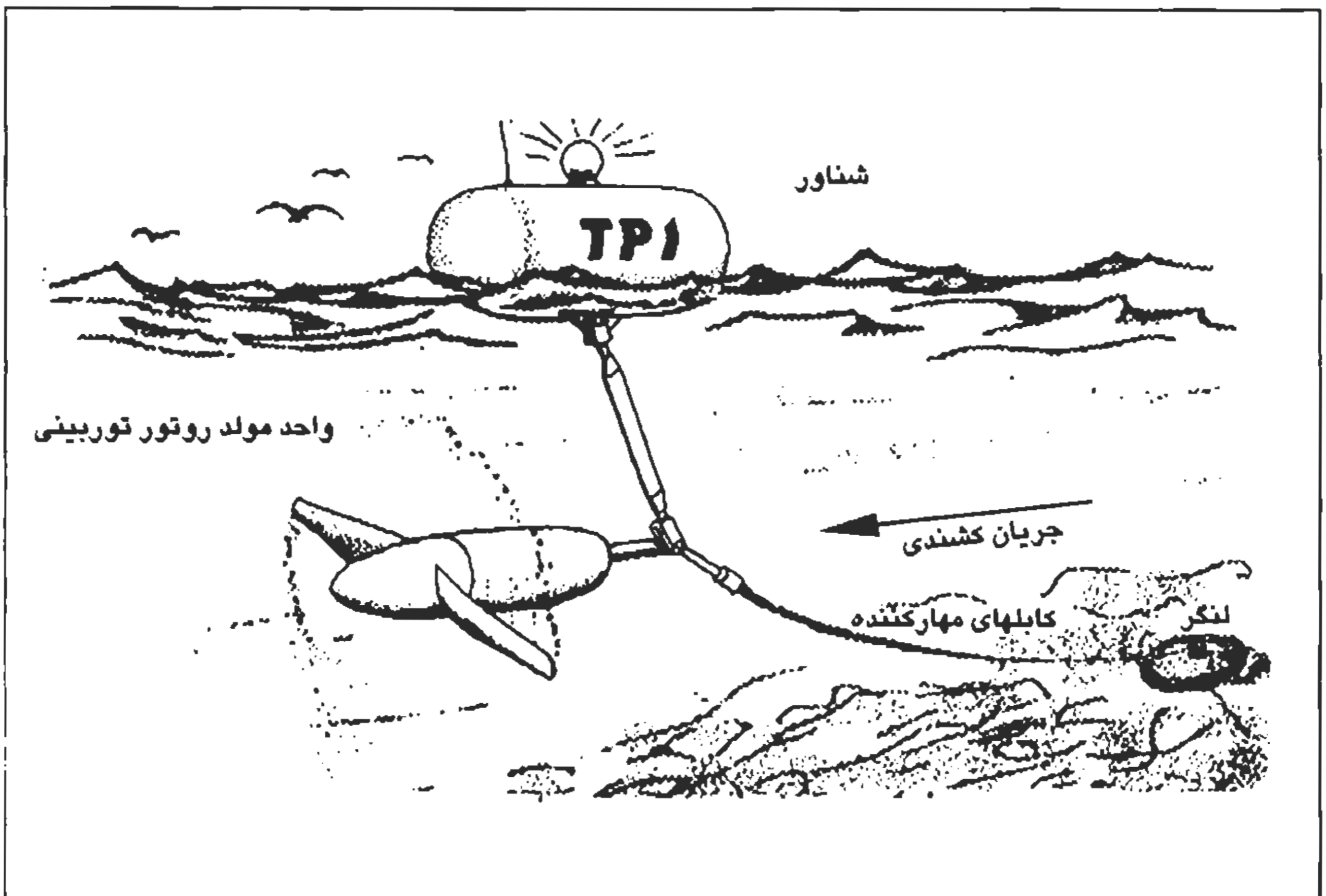
توربینی ۸ GW خواهد داشت.

فناوری پایه تولید توان با فناوری به کار رفته در سدهای برق آبی یکسان است - توربین‌های بزرگ در سازه‌های بتنی بزرگ نصب می‌شوند - گر چه اختلاف سطح آب به وجود آمده به وسیله آب بندهای کشندی نسبت به اختلاف سطح آب در پروژه‌های برق آبی رایج و متداول بسی کمتر است. اما، با وجود آب بندهای کشندی نیازهای به ضبط و به زیر آب فروردن زمین‌های وسیع نیست - و همین امر یکی از دلایل بروز فزاینده اعتراض و مخالفت نسبت به طرح‌های برق آبی بزرگ است. با همه این احوال، پیشنهاد‌های مربوط به آب بندهای کشندی با مخالفت‌های چشمگیر هواداران محیط زیست مواجه شده است که نگران آثار منفی احتمالی این اقدامات بر اکوسیستم محلی‌اند که رشته کشندی را تغییر می‌دهد. بر روی مصب سورن مطالعات گسترده‌ای تا کنون انجام شده است، اما کار ارزیابی آثار زیست محیطی بسیار دقیقی برای حل این مسئله باید انجام گیرد.

گر چه بریتانیا از منابع انرژی کشندی رشک برانگیزی برخوردار است، و اگر به طور کامل از آن بهره برداری شود برآورد می‌کنند که بیست درصد نیازهای برق بریتانیا را تأمین خواهد کرد. در جاهای دیگر جهان نیز برای انرژی کشندی فرصت‌هایی وجود دارد. روی مصب رانس در برتانی فرانسه یک آب بند کشندی ۲۵۰ MW هم اکنون در حال بهره برداری است و در شوروی سابق، کانادا و چین نیز آب بندهای کوچکی

یافت می‌شود. پتانسیل کلی آب بندهای کشندی جهان را حدود ۱۲۰ GW برآورد می‌کنند، که می‌تواند در سال حدود ۱۹۰ Twh برق تولید کند.^۱

به جای ساختن آب بندهای پرهزینه، گزینه گردآوری انرژی با استفاده از وسیله‌های زیر آبی شبیه به توربین‌های باد، از جریان‌های کشندی سریع که در مجراهای دور از ساحل در برخی دریاها یافت می‌شود، نیز وجود دارد. برخی نمونه‌های این وسیله‌ها ساخته و به کار گرفته شده‌اند که از آن جمله می‌توان یک دستگاه ۱۰ KW را برشمرد که در سال ۱۹۹۴ در دریاچه‌ای در اسکاتلند آزمایش شد (شکل ۶ - ۵). بنابر مطالعات انجام شده، بریتانیا علی‌الاصول باید تا ۱۹ درصد برق خود را از این طریق به دست آورد، در صورتی که از تمام منابع جریان کشندی بهره برداری شود.^۲ همین منابع در جاهای دیگر، مثلاً در استراتس مسینا، بین سیسیل و زمین لادوایتالیا نیز یافت می‌شود.



شکل ۶ - ۵. نمودار تصویری دستگاه کشندی نیرو برای جریان‌های کشندی.

1. Baker, 1991

2. biofuel

محصولات انرژی زا

رویاندن محصولات سوختی به جای خوراک می‌تواند گزینه جدید مهمی برای کشاورزان جهان باشد. مادام که آهنگ واکاری با آهنگ مصرف برابری می‌کند، فرایند کلی رویاندن محصولات انرژی زا و سوزاندن آنها می‌تواند « بدون گازهای گلخانه‌ای» باشد زیرا گیاهان در حال رشد کربن دیوکسید جذب می‌کنند، به طوری که هیچگونه کربن دیوکسیدی که در جو بماند، تولید نمی‌شود.

در حال حاضر به انواع گوناگون «سوخت‌های زیستی»^۱ به صورت مایع (مانند اتانول و گازوئیل زیستی)^۲، یا به صورت جامد (مثلاً چوب) که برای تولید گرما یا برق به کار می‌روند، توجه نشان داده می‌شود. اتانول را سال‌ها در برزیل از نیشکر به دست آورده‌اند. گازوئیل زیستی (متیل استر شلغم)^۳ هم اکنون در برخی بخش‌های اروپا، بخصوص در فرانسه، از شلغم روغنی، تولید می‌شود. اما راجع به نسبت انرژی خالص (ورودی انرژی درقیاس با خروجی انرژی) رویش به برداشت کل و سیستم حمل و نقل پرسش‌هایی مطرح است.

سوخت‌های جامد حاصل از «زیست توده چوبی»^۴ گزینه دیگری است: در این مورد معتقدند که نسبت انرژی بالاست. مثلاً در شاخه زادی کشت کوتاه مدت با استفاده از سپیدار یا بید سریع‌الرشد، در حال حاضر منبع سوخت مهمی برای تولید برق در بریتانیا نگریسته می‌شود. در واقع وزارت تجارت و صنعت بریتانیا (DTI) برآورد کرده است که حداکثر کل منابع بالقوه واقعی انرژی تا سال ۲۰۲۵ می‌تواند تا ۱۵۰ TWH در سال برسد - که نصف نیازهای کنونی برق بریتانیاست.^۵

شاخه زادی کشت کوتاه مدت (SRC) متضمن رویش درخت کامل نیست - در عوض آن درختان گونه بید نازک را می‌کارند و وقتی به بلندی حدود ۱٫۵ متر برسند آنها را از کنده قطع می‌کنند تا دوباره رشد کنند؛ این فرایند هر سه سال یک بار تکرار می‌شود. برای تردد متناوب ماشین‌های قطع درخت در امتداد راهروهای کنار مزرعه کشت درختان شاخه زاد باید زمین‌های وسیعی در نظر گرفته شود. تراشه‌های چوب

1. biodiesel

2. rape methyl estes

3. woody biomass

4. short rotation arable coppicing

5. DTI , 1994 b

حاصل از برش را به طور متناوب باید به نیروگاه‌های احتراقی انتقال دهند. کارایی این فرآیند ترکیبی، بخصوص با توجه به بهره‌گیری از روش‌های تولید فرعی و CHP پیشرفته، می‌تواند بسیار بالا باشد. مثلاً با گاز ناشی از زیست توده که برای تغذیه توربین‌های بخار (به اصطلاح فناوری BIG - STIG) به کار گرفته می‌شود، و بر اساس ترکیب گرما و توان کار می‌کند، کارایی تبدیل را می‌توان تا ۸۰ درصد رسانید.

اما، باز هم در این زمینه نگرانی‌های زیست محیطی، مثلاً، در ارتباط با تخلیه آفت کش‌ها و علف کش‌ها، و تاثیر آن بر حیات وحش و اختلال و فروپاشی موضعی ناشی از آمد و رفت زیاد برای حمل و نقل تراشه‌های چوب، باقی می‌ماند. مسئله گسیل گازهای ناشی از احتراق تراشه‌ها نیز وجود دارد.

هواداران SRC استدلال می‌کنند که، در واقع، علف کش‌ها را فقط می‌توان در نخستین سال این چرخه مصرف کرد و نسبت به محصولات قابل کشت مرسوم برای این مورد آفت کش کمتری مورد نیاز است. آنان همچنین ادعا می‌کنند که شاخه زادها با آلاینده‌ها مقابله می‌کنند، و به این ترتیب تخلیه آلاینده‌ها در جریان‌های آب را کاهش می‌دهند. به گفته آنان، شاخه زادها عمدتاً در زمین‌های حاشیه‌ای کشت می‌شوند و می‌توانند زیستگاه پرندگان و حشرات شوند، بخصوص با توجه به این که راهروهای دسترسی بازی وجود دارند که از میان کشت‌ها و قلمستان‌ها عبور می‌کنند. تنوع زیستی را می‌توان با استفاده از گیاهان چند دودمانی یا از طریق آمیختن گونه‌ها تضمین کرد: هم اکنون مشاهده شده است که شاخه زادها گونه‌های جانوری بیشه زارها را به خود جلب می‌کنند. به طور کلی، چه کشتزار متروک یا دایر به کار گرفته شود، می‌تواند تاثیرات زیست محیطی آن و اثرش بر حیات وحش مثبت و سازنده باشد.

طرفداران SRC استدلال می‌کنند نیازهای رفت و آمد و تردد در این مزارع زیادتر از حد نیست. می‌توان تراشه‌های چوب را در جایی در مزارع انبار کرد و سالانه به واحدهای احتراق در جایگاه‌های صنعتی محلی انتقال داد. برای یک کشتزار گیاهان شاخه زاد با برداشت سالانه پنج هکتاری، فقط به حمل و نقل ۷۵ تن تراشه چوب در هر سال نیاز پیدا می‌شود. این میزان مستلزم چهار بار بارگیری ۲۰ تنی یا هشت بار بارگیری ۱۰ تنی است و این میزان در سال حجم عظیمی به شمار نمی‌آید، و این باید جایگزین حمل و نقل محصولات می‌شود که در غیر این صورت باید در آن زمین‌ها کاشته می‌شدند.

پس، با در نظر گرفتن همه جوانب، به نظر می‌رسد که مزارع گیاهان شاخه زاد مزایای زیادی دارد. اما بدیهی است که، ناشناخته‌هایی هم در این حوزه سر بر می‌آورند: دقیقاً استلزام‌های زیست محیطی و آلودگی

آن کدامند؛ چقدر صرف جویانه خواهد بود؛ چگونه کشت خواهد شد، در چه مقیاسی مناسب است؟ آیا این فقط تعمیمی از کشاورزی سنتی، و یا چیزی جدید است؟ دست کم، ظاهراً نوعی نظارت برنامه ریزی در این کار ضروری است تا از تعارض‌های مربوط به کاربری زمین و گسیختگی چشم‌اندازها اجتناب شود. با این احوال، محصولات انرژی را می‌توانند منبع انرژی عمده جدیدی به شمار آیند.

زایدات زیست توده

ایده رویاندن محصولاتی که خاص تولید انرژی باشند نسبتاً جدید است، اما انواع گوناگون مواد زائد زیست توده که هم اکنون در جوامع مدرن تولید می‌شوند نیز منبع انرژی مفیدی به شمار می‌آیند. مثلاً گستره کاملی از زایدات و فضولات مزرعه از جمله فضولات کبوتر و مدفوع ماکیان به وجود می‌آید. برخی فضولات جانوری و کشاورزی را می‌توان به کمک روش‌های گوارش بی‌هوازی به گاز متان تبدیل کرد، در حالی که بعضی از آنها می‌توانند به آسانی به عنوان سوخت سوزانده شوند؛ هم اکنون نیروگاه‌هایی در بریتانیا هستند که سوخت آنها فضله ماکیان است. چوب پسماند عملیات جنگلی را نیز می‌توان به عنوان سوخت مصرف کرد، همان گونه که از گاه می‌شود همین بهره را گرفت.

افزون بر این منابع کشاورزی، منبع دیگری هم ناشی از زیست توده در جوامع صنعتی به شکل زباله‌های خانگی و صنعتی یافت می‌شود. پروژه‌های اخذ انرژی از زباله^۱ از انواع گوناگون هم اکنون در سطح جهان به نحوی گسترده جا افتاده است. تولید برق با استفاده از سوزاندن زباله گزینه‌ای کاملاً جا افتاده است، هر چند که هر چه این پروژه‌ها بیشتر گسترش پیدا کرده‌اند نگرانی‌های هواداران محیط زیست را درباره گسیل گازهای سمی برانگیخته‌اند، گردآوری گازمتان از جایگاه‌های دفن زباله گزینه دیگری است. مسائل و مشکلات دیگری هم بابت نشت مواد سمی از جایگاه‌های دفن زباله به داخل جریان‌های آب محلی پیش می‌آید، اما چون تعداد جایگاه‌های دفن زباله زیاد است بهتر است گازی را که تولید می‌شود جمع‌آوری کنند، و امکان نشت به آن و تاثیر گذاری بر گرمایش جهانی ندهند. این کار خطر انفجار در جایگاه‌های دفن زباله را نیز کاهش می‌دهد.

اما، همه هم با این که زباله به عنوان یک منبع انرژی تجدیدپذیر واقعاً «طبیعی» تلقی شود، موافق نیستند. در جوامع صنعتی قطعاً به طور مرتب مقادیر عظیمی زباله صنعتی و خانگی تولید می‌شود، اما برخی طرفداران حفاظت محیط زیست استدلال می‌کنند که تولید مواد زائد (مثلاً، حاصل از بسته بندی کالاها) باید در نخستین مرحله به حداقل برسد و محتوای انرژی در هر چیزی که باقی می‌ماند می‌تواند به طور مؤثرتری از طریق طرح‌های بازیافت مواد، بازیابی شود.^۱

از این زاویه، بازیابی مستقیم انرژی از طریق احتراق یا بازیابی گازهای جایگاه‌های دفن زباله فقط باید چاره آخر باشد. نظر خلاف این دیدگاه از این قرار است که بازیافت می‌تواند انرژی بر باشد، حتی با تعهدات عمده نسبت به حداقل سازی زباله و بازیافت آن، باز هم مقدار چشمگیری زباله وجود خواهد داشت که منبع انرژی بالقوه عظیمی به شمار می‌آید.^۲

سایر منابع تجدید پذیر

بسیاری منابع انرژی تجدیدپذیر دیگر را، از طرح‌های غول آسای استفاده از اختلاف دما بین سطح و اعماق اقیانوس (فناوری به اصطلاح تبدیل انرژی گرمایی اقیانوس^۳ یا OTEC) تا بهره‌گیری از گرمای زمین گرمایی^۴ اعماق زمین، می‌توان برشمرد. OTEC باز هم تا مرحله تکوین و تکامل فاصله دارد، اما انرژی زمین گرمایی را اکنون در اقصی نقاط جهان به طور گسترده‌ای به کار می‌گیرند.

بیرون کشیدن گرما از منابع زمین گرمایی اعماق زیر زمین دقیقاً یک فرآیند تجدیدپذیر بی وقفه نیست؛ میزان گرما یا شیب گرمایی به تدریج راه تخلیه می‌پیماید، هر چند که ممکن است بعداً مجدداً احیا شود، در صورتی که بیرون کشیدن گرما را چند سالی متوقف کنند. منشاء این گرما اعماق و هسته کره زمین است، که تا حدودی از فرایند واپاشی پرتوزا ناشی می‌شود، و از این رو انرژی زمین گرمایی را می‌توان انرژی هسته‌ای «طبیعی» تلقی کرد.

1. Green peace , 1992

2. Porteous , 1992

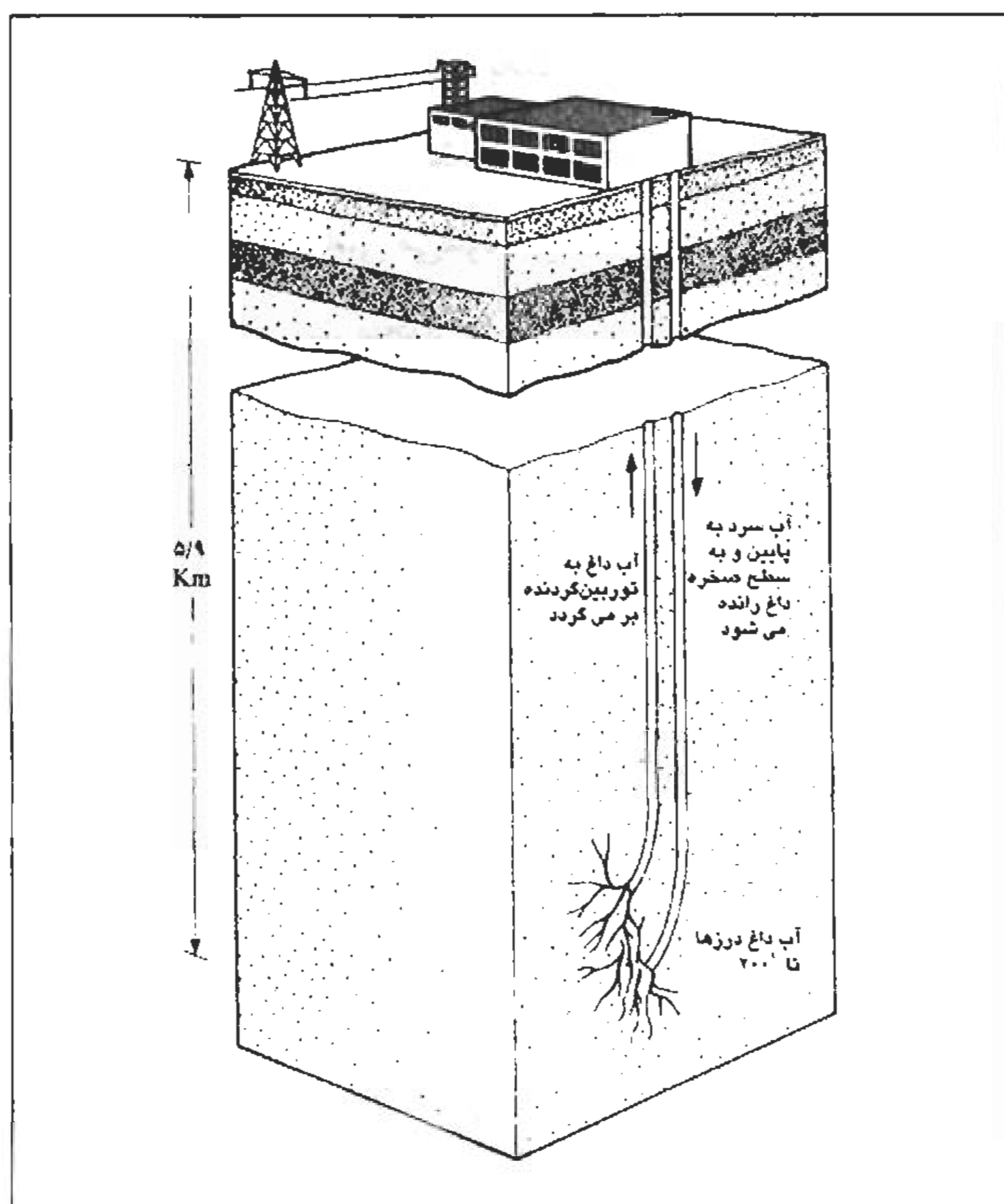
3. ocean Thermal Energy Conversion (OTEC)

4. geothermal

چشمه‌های (آبفشان‌های) آب داغ و بخار در بخش‌های گوناگون جهان، مثلاً ایالات متحده آمریکا، یافت می‌شوند، و بریتانیا تعدادی جایگاه « چشمه‌آب معدنی » دارد. این نوع گرمای زمین گرمایی از سفره‌های آب در نزدیکی سطح زمین ناشی می‌شود. این ذخیره گرمایی را برای گرم کردن آب یا تولید نیرو در بسیاری کشورها، مثلاً ژاپن و ایالات متحده آمریکا، برداشت می‌کنند. افزون بر تأمین حدود ۳۴ Twh ذخایر مستقیم گرما، در سال ۱۹۹۴ در کل حدود ۶٫۵ GW برق از ظرفیت نیروی زمین گرمایی در سطح جهان به دست آمده است؛ این میزان تا سال ۲۰۰۰ به ۱۰ GW رسید.^۱

اگر دسترسی به اصطلاح « صخره‌های داغ » اعماق زیر زمین میسر شود، می‌توان منبع انرژی جتی بزرگتری را برداشت کرد. فناوری مربوط به بیرون کشیدن گرمای چاه عمیق از « سنگ‌های خشک داغ » نوعاً مسلتزم حفر کردن دو سوراخ به عمق ۵ تا ۶٫۵ کیلومتر در مکان‌های مناسب و سپس تشکیل یک رشته شکستگی زمین شناختی در صخره‌هاست تا ته این حفره‌ها را به یکدیگر وصل کند. در این صورت آب تحت فشار به یکی از این چاه‌ها تزریق می‌شود به طوری که در الگوی شکستگی گردش می‌کند، که این الگو به مثابه یک تبادله گرما عمل می‌کند، و آب در اعماق حفره دیگر به صورت بخار ظاهر می‌شود. از این بخار می‌توان برای به حرکت آوردن توربین‌ها و تولید توان بهره گرفت. (شکل ۶-۶).

سرانجام از نیروی برق آبی یاد می‌کنیم که سالیان متمادی است در مقیاس گسترده‌ای از آن بهره برداری می‌شود. این نوع نیرو را می‌توان در مقیاسی کوچک - در قالب اصطلاح پروژه‌های « میکرو برق آبی » در رودخانه‌ها و نهرها - برداشت کرد. ظرفیت تولید این میکرو برق آبی‌ها کم است، اما هرگاه با هم جمع شوند مقدار نیروی چشمگیری را به دست می‌دهند. این گزینه می‌تواند به طور خاص برای کشورهای در حال توسعه مناسب باشد، که توان محلی و موضعی ارزانی را تأمین می‌کنند. میکرو برق آبی مسائل و مشکلات زیست محیطی هم که با طرح‌های برق آبی عظیم همراهاند، به بار نمی‌آورد.



شکل ۶-۶ - برداشت هنرمند از یک چاه «صخره خشک داغ» زمین گرمایی.

کل منابع تجدیدپذیر

حالا که برخی گزینه‌های فنی مهم و کلیدی را مرور کرده‌ایم، مقیاس کلی منابع انرژی تجدیدپذیر چیست؟ پیام ساده این مرور و بررسی از این قرار است که منبع انرژی پایه بسی عظیم و پردامنه است. خورشید مقدار بسیار عظیمی انرژی به زمین می‌رساند، که خیلی بیشتر از آن است که بشود به مصرف برسد، و جریان انرژی طبیعی حاصل شالوده منبع انرژی بسیار بزرگ و نامتناهی را نشان می‌دهد که ورودی تابش خورشید به تنهایی از ۹۰,۰۰۰ تراوات تجاوز می‌کند. برای مقایسه، باید گفت که در سال ۱۹۹۰ کل مصرف انرژی جهانی، که بر پایه توان معادل پیوسته اندازه‌گیری شده، فقط ۱۳/۵ تراوات (TW) بوده است. همه این ۹۰,۰۰۰ TW را نمی‌توان به طور موفقیت آمیزی بر گرفت و مصرف کرد. قسمت اعظم جریان‌های این

انرژی پخش و پراکنده می‌شوند، و قسمتی از آنها ادواری و متناوب‌اند و کار آبی فناوری‌های تبدیل را هم باید به حساب آورد، به همان ترتیب که مکان منبع هم باید مورد توجه قرار گیرد.

برآوردها مطابق مقدار انرژی مفیدی که می‌توان بیرون کشید فرق می‌کنند، اما جکسون، طی یک رشته مقاله‌های مروری که در نشریهٔ سیاستگذاری انرژی^۱ انتشار یافت، این تخمین‌ها را ارائه داده است: منابع کشندی قابل تبدیل جهان 1 TW ، منابع برق آبی $1/5$ تا 2 تراوات، منابع موج $0/5$ تا یک تراوات، منابع انرژی باد 10 TW و منابع خورشیدی 1000 TW .^۲

البته، موضوع عبارت است از دامنهٔ گسترش عملی و مقیاس زمانی دستیابی به این انرژی‌های تجدیدپذیر. این امر در کنار چیزهای دیگر به موفقیت برنامهٔ توسعهٔ تکنولوژی، محدودیت‌های اقتصادی و زیست محیطی و مهمتر از همه، در مورد حوزهٔ جدید فناوری، به سطح حمایتی که از این حوزه می‌شود، بستگی دارد. ما در فصل ۷ به وضع موجود در این زمینه در سطح جهان نگاهی می‌اندازیم، و بعد از آن برخی از موضوع‌های راهبردی مربوط به توسعه را مورد بحث قرار می‌دهیم.

جمع‌بندی

- قسمت اعظم منابع انرژی مستقیم یا نامستقیم از خورشید ناشی می‌شوند، که نیروی کشندی و انرژی زمین گرمایی در میان آنها موارد استثنا به شمار می‌آیند.
- از منابع «تجدیدپذیر» جدید، بهره‌گیری از نیروی باد و نیروی خورشیدی توسعهٔ چشمگیری یافته است. انرژی امواج و کشندی را کمتر استفاده می‌کنند اما محصولات کشاورزی انرژی‌زا نیز دارد به عنوان یک گزینهٔ عمدهٔ جدید جا می‌افتد.
- منابع انرژی تجدیدپذیر بسی گسترده‌اند، اما فقط جزء کوچکی از آن را می‌توان به طور موثر و اقتصادی برداشت کرد.
- با همه این احوال، هرگاه مصرف منابع تجدیدپذیر به طور کامل توسعه یابد، علی‌الاصول می‌تواند تمامی نیازهای انرژی جهان را تأمین کند.

1. Energy Policy

2. Jackson, 1992

• انرژی‌های تجدیدپذیر هنوز هم فقط یکی از منابع نسبتاً حاشیه‌ای به شمار می‌آیند، اما مصرف آنها در سطح جهان رو به رشد است.

برای مطالعه بیشتر

کتاب درسی از انتشارات open university تحت عنوان :

Renewable Energy : powers for a sustainable future, G. Boyle(ed)

(1996, oxford university press, oxford)

متن مقدماتی تابناکی در باره این فناوری، با تاکید بر وضعیت آن در بریتانیا به دست می‌دهد. متنی کلاسیک (اما پر حجم) در این زمینه عبارت است از:

Bent sorenson's *Renewable Energy* (1979, Academic Press, London).

کتاب :

John Twidell and David wier's *Renewable Energy Resources* (1990, E & FN spon, London)

متن کوتاهتری با پیشگفتار مطلوبی به فیزیک و اصول فیزیکی این مبحث است. برای دستیابی به یک راهنمایی کمتر تکنیکی، نیز ر.ک:

Mike Flood's *Energy Without End* (1991, Friends of the Earth , London).

یکی از متون مفید در ایالات متحده عبارت است از :

Chris Flavin's *Power surge : Guide to the coming Energy Revolution* (1995, world watch Institute, washington DC).

نیز ر.ک.

Michael Brower's *Cool Energy : The Renewable solutions to Global Warming* (1990, MIT Press, Cambridge MA in association with the Union of Concerned Scientists).

تعدادی کتاب‌های مفید درباره فناوری‌های خاص، از جمله کتاب‌های مشروح در زیر، یافت می‌شوند:

Paul Gipe's *wind powers Comes of Age* (1995 , wiley , Chichester);
Clive Baker's *Tidal Power* (1991, Peter Peregrinus / IEE, London);
and *power from the waves* (1996, oxford University Press, Oxford)
by David Ross.

فصل ۷

انرژی‌های تجدیدپذیر در سطح جهان

- ✓ انرژی‌های تجدیدپذیر در بریتانیا
- ✓ انرژی‌های تجدید پذیر در ایالات متحده آمریکا
- ✓ انرژی‌های تجدید پذیر در اروپا
- ✓ انرژی‌های تجدید پذیر در ژاپن

فناوری انرژی تجدیدپذیر در سال‌های اخیر شتابان تکوین یافته است و در سرتاسر جهان آن را به کار می‌گیرند. در این فصل وضع موجود را تا امروز، با تاکید ویژه بر پیشرفت‌هایی که در این زمینه در ایالات متحده آمریکا، اروپا و ژاپن رخ داده می‌کاویم، و به دلایلی می‌نگریم که تشریح می‌کنند چرا برخی کشورها به صورتی اضطراری با انرژی‌های تجدیدپذیر پیشروی کرده‌اند.

انرژی تجدید پذیر کهنه و نو

استفاده از انرژی تجدید پذیر اتفاق جدیدی نیست. چنان‌که قبلاً هم گفتیم، زیست توده به شکل هیزم هنوز هم منبع سوخت عمده مردم جهان به شمار می‌آید و تولید برق آبی بزرگ مقیاس رایج عبارت است از یکی از کاربردهای عمده فعلی در بخش منابع انرژی تجدیدپذیر. اما، سوخت چوبی (هیزم) به نحو دم افزونی

نیایب می‌شود و با توجه به هزینه سرانه بالای پروژه‌های بزرگ برق آبی و، در مواردی، آثار زیست محیطی پر دامنه چنین برنامه‌هایی، در اقصی نقاط جهان توجه و علاقه به برنامه‌های برق آبی کوچک مقیاس تر رو به رشد بوده است.

از جمله انرژی‌های تجدیدپذیر «جدید»، استفاده از انرژی خورشید برای گرمایش فضا و آب در بسیاری از کشورها به طور آشکاری جاذبه داشته است. در ایالات متحده آمریکا و جاهایی دیگر برای تولید برق پروژه‌های بزرگی، چه استفاده از گرمای خورشید برای تولید بخار، یا بهره‌گیری از نور خورشید برای تغذیه یاخته‌های فوتوولتایی، پروژه‌های در خور توجهی در جریان است. اما، در چارچوب تولید برق، نیروی باد بزرگترین و پردامنه‌ترین تاثیر را داشته است: تا نیمه دهه ۱۹۹۰ بیش از ۲۰,۰۰۰ توربین بادی در نقاط مختلف جهان نصب شده بود.

در حالی که طی مرور پیشرفت‌های بین‌المللی توجه خود را بر بریتانیا، ایالات متحده، اروپا و ژاپن متمرکز می‌کنیم، باید توجه کنیم که فناوری انرژی تجدیدپذیر در جاهای دیگر نیز به پیشرفت‌های چشمگیری نایل آمده است. مثلاً هندوستان و چین هر دو برنامه‌های عمده‌ای در عرصه نیروی باد دارند، که هدف آنها تولید ۲۰۰۰ مگاوات برق است. در بسیاری از کشورهای در حال توسعه، استفاده از انرژی خورشیدی گزینه‌ای بدیهی به شمار می‌آید. کشورهای خاورمیانه به کاوش در ایده تولید هیدروژن با نیروی برگرفته از باتری‌های خورشیدی (فوتوولتایی) به عنوان جایگزینی دراز مدت به جای اتکا به فروش نفت، علاقمندند. عربستان سعودی در زمینه یک پروژه فوتوولتایی «هیدروژن خورشیدی» (های سولار)^۱ با آلمان مشارکت می‌کند. اما، در حال حاضر اکثر پروژه‌ها در کشورهای «پیشرفته» طراحی و اجرا می‌شوند.

ایجاد فناوری انرژی تجدیدپذیر در بریتانیا

بریتانیا، به عنوان کشوری تپه ماهوری و پر از پستی و بلندی که دریاها و طوفانی پیرامونش را فراگرفته‌اند، دارای منابع انرژی تجدیدپذیر، احتمالاً بالاترین منابع سرانه تجدیدپذیر در جهان، است. مثلاً کل منابع بالقوه تجدیدپذیر بالقوه برق بریتانیا، که با هزینه کمتر از ۱۰ سنت به ازای هر کیلووات ساعت تولید می‌شود (و با فرض ۸ درصد نرخ تنزیل بر سرمایه گذاری) تا سال ۲۰۲۵ از سوی دولت بریتانیا تا ۱۱۰۰ Twh در سال

1. Hydrogen Solar (Hysolar)

برآورده شده است - بیشتر از سه برابر میزان جاری (نیمه دهه ۱۹۹۰) که ۳۰۰ تراوات ساعت تقاضای سالانه ملی برق است.^۱

این میزان حداکثر، البته فقط مقداری نظری است. اما حتی با احتساب محدودیت‌های عملی (مانند یافتن جایگاه‌های مجاز و پذیرفتنی برای مزرعه‌های باد) بریتانیا آشکارا منابع انرژی تجدید پذیر چشمگیر و در خور توجهی دارد. این موضوع نخستین بار وقتی آشکار شد که واحد حمایت فناوری انرژی (ETSU)^۲ دولت، به ارزیابی گزینه‌های تجدیدپذیر پرداخت.

ETSU در پی بروز بحران نفتی در سال ۱۹۷۴ تشکیل شد و دامنه گسترده‌ای از تحقیقات دولتی را نظارت و ارزیابی کرد و پروژه‌هایی را در حوزه انرژی‌های تجدیدپذیر به پیش برد. نیروی امواج، انرژی کشندها و انرژی زمین گرمایی در ابتدا گزینه‌های مطلوب این واحد به شمار می‌آمدند، اما از حدود سال ۱۹۸۴ به بعد نیروی باد و در سال‌های اخیر، محصولات زراعی و گیاهان انرژی‌زا اهمیت پیدا کرد. در فصل‌های آتی به برخی جنبه‌های این برنامه نگاهی خواهیم‌انداخت. تا ۱۹۹۴ کل مبلغی که به این برنامه تخصیص یافته بود، از ۲۳۲ میلیون پوند تجاوز می‌کرد.

اما، از آن پس سطح حمایتی تحقیق و توسعه از این پروژه رو به افول نهاده، و در سال ۱۹۹۴ - ۱۹۹۵ به ۲۵ میلیون پوند رسیده است. دولت استدلال می‌کرد که برنامه تحقیق و توسعه به نحو موفقیت آمیزی آن گزینه‌هایی را شناسایی کرده است که از لحاظ اقتصادی شدنی باشند؛ یعنی، وزش باد بر روی زمین، اختراق زباله، برخی محصولات کشاورزی انرژی‌زا و امکانات آبی کوچک.^۳ این راهبرد تمرکز و توجه بر گزینه‌های موجود که از لحاظ اقتصادی توجیه پذیر باشند، دارای محدودیت‌های خاص خودش است: حوزه انرژی تجدیدپذیر بسی جدید است و شاید کوتاه نظری‌هایی برای کاستن یا قطع بودجه پروژه‌های دراز مدت تر آن کار ساز باشند.^۴

1. DTI , 1994 b

2. Energy Technology Support Unit

3. DTI , 1994 b

4. Elliot , 1996

الزام به مصرف سوخت‌های غیر فسیلی

با همه این احوال، دولت پذیرفته است که برخی حمایت‌های مالی موقتی و میان سال برای آن فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر که در آستانه دسترسی‌اند، اما از لحاظ اقتصادی و بازرگانی به نقطه بازدهی نرسیده‌اند، ضروری است. برای حمایت از فرآیند تجارتي شدن فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر، در سال ۱۹۹۰ دولت یک برنامه کمک متقابل یارانه‌ای موقتی خاص را تنظیم کرد که بودجه آن از وضع مالیاتی اندک (کمتر از یک درصد) بر منابع سوخت فسیلی، که روی هزینه برق مصرف کنندگان اضافه می‌کردند، تأمین می‌شد. این مالیات یا عوارض عملاً جزئی از یک طرح بزرگتر بود که در ابتدا برای حمایت از نیروی هسته‌ای تدوین و وضع شد. به اصطلاح «عوارض بر سوخت فسیلی» در حدود ۱۰ درصد، در هر سال بر ۱٫۳ میلیارد پوند بالغ می‌شد، که قسمت اعظم آن برای هزینه‌های تولید برق هسته‌ای به مصرف رسید. انرژی‌های تجدیدپذیر فقط جزء کوچکی از این هزینه‌ها را تشکیل می‌دادند؛ در نخستین مرحله طرح این مبلغ به ۳۰ میلیون پوند می‌رسید که تا سال ۲۰۰۰ به ۱۵۰ میلیون پوند افزایش یافت، و کماکان رو به افزایش است، که در نتیجه خصوصی سازی مجموعه نیروگاه‌های هسته‌ای بریتانیا در ۱۹۹۶، از این مالیات‌ها بودجه‌ای به نیروگاه‌های یاد شده تخصیص نمی‌یابد.

دولت برای تقویت پایه‌های این طرح، عوارضی اجباری قانونی بر شرکت‌های برق تأمین‌کننده انرژی برق مشترکان و مصرف‌کنندگان اعمال کرد، که تحت شرایط الزام مصرف سوخت غیر فسیلی (NFFO)^۱ دولت، مقادیر معینی از برق حاصل از سوخت غیر فسیلی را خریداری کنند. این عوارض به خاطر جبران مخارج اضافی برای این الزام، تدوین و وضع شد.

بخش هسته‌ای NFFO در کل خروجی نیروگاه‌های هسته‌ای در انگلستان و ویلز (حدود ۸٫۵ GW) برقرار شد؛ در اسکاتلند تمهیداتی جداگانه، اما مشابه، اندیشیده شد. در همین احوال یک رشته دستورالعمل NFFO صادر شد که میزان ظرفیت انرژی تجدیدپذیری را مشخص می‌کرد که کمپانی‌های برق منطقه‌ای ناگزیر بودند تولید کنند. نخستین مرحله دستورالعمل در سال ۱۹۹۰ صادر شد و ظرفیت خالص اعلام شده ۱۰۲ MW را قرار می‌داد. (از فصل ۶ کادر ۴، به یاد می‌آورید که ظرفیت خالص اعلام شده عبارت است از ظرفیتی اسمی که این بخش را هم محاسبه می‌کند که برخی فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر

1. Non Fossil Fuel Obligation (NFFO)

از منابع انرژی طبیعی ادواری، مانند باد، استفاده می‌کنند) در نتیجه، مراحل دیگری از الزام‌های مصرف سوخت غیر فسیلی تجدیدپذیر بروز کرده‌اند و طرح‌های مشابهی نیز در اسکاتلند و ایرلند شمالی پیاده شده است. هدف کلی برای جزء تجدیدپذیر NFFO ظرفیت خالص اعلام شده 1500 MW تا سال ۲۰۰۰ بوده است.^۱

البته این رقم فقط کسری از ظرفیت بالقوه کل منابع انرژی تجدیدپذیر بریتانیا است. به طوری که قبلاً هم گفته ایم، کل منابع انرژی تجدیدپذیر بریتانیا چیزی حدود ۱۱۰۰ تراوات ساعت بر سال (Twh/yr) یا بیش از سه برابر مصرف برق کنونی بریتانیا است. این رقم حداکثر مقدار بالقوه نظری است، که در آن از بسیاری محدودیت‌های اقتصادی و فنی چشم پوشی شده است. برآوردی واقعی تر، و نسبتاً محافظه کارانه و میان برد، که گروه مشاوره انرژی تجدیدپذیر دولت اتخاذ کرده، عبارت است از سهم ۲۰ درصدی انرژی تجدیدپذیر در نیازهای برق بریتانیا تا سال ۲۰۲۵، با حدود 10000 MW (خالص) ظرفیت تجدیدپذیر که حدود ۶۰ تراوات ساعت بر سال تولید می‌کند.^۲

هر چند که بریتانیا نسبتاً به کندی در حال تکوین منابع انرژی تجدیدپذیر خود است و، چنان که از مطالعات ETSU بر می‌آید، بودجه تحقیقاتی در این زمینه را تقلیل داده است، آشکارا از امکان بالقوه چشمگیری در حوزه انرژی تجدیدپذیر برخوردار است،^۳ یا مثلاً بهترین امکانات بالقوه نیروی باد، کشند و امواج در جهان. اما، بسیاری از کشورهای دیگر نیز منابع انرژی تجدیدپذیر چشمگیری دارند و چنان که در بخش‌های بعدی تشریح خواهیم کرد، فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر در مقیاسی فزاینده در تمامی جهان دارد به کار گرفته می‌شود که در برخی جاها اشتیاق برای آن بیشتر است.

برنامه انرژی تجدیدپذیر ایالات متحده آمریکا

ایالات متحده برنامه انرژی تجدیدپذیر در خور توجهی دارد. در عمل، استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر، در کنار مصرف گاز طبیعی، از برنامه هسته‌ای ایالات متحده در دوران بعد از جنگ اقتباس شده است.

1. DTI, 1994 b

2. REAG, 1992

3. ETSU, 1994

بعد از بحران نفتی ۱۹۷۴، بودجه تحقیق و توسعه دولت فدرال در مقیاس گسترده‌ای برای انرژی تجدید پذیر تأمین شد، که در سال‌های ۱۹۷۹ - ۱۹۸۰ به ۱٫۲ میلیارد دلار بالغ شد. در خلال سال‌های زمامداری ریگان - بوش (پدر) این بودجه به نحو فاحشی تقلیل یافت، که دولت کلینتون با بروز نگرانی از گرمایش جهانی، این بودجه را به تدریج افزایش داده، واز ۱۱۹ میلیون دلار در ۱۹۹۰ به ۲۴۰ میلیون دلار در ۱۹۹۲ رسیده و در ۱۹۹۴ تا ۲۷۴ میلیون دلار افزایش یافته، و برنامه‌ای ۳۳۷ میلیون دلاری در ۱۹۹۵ پیشنهاد شده، که در سال ۱۹۹۶، اکثریت جمهوریخواهان در کنگره آمریکا این بودجه را تقلیل داده است.

ایالات متحده همواره از ظرفیت برق آبی گسترده‌ای برخوردار بوده است، اما تکوین و تکامل فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر «جدید» ظرفیت تولید کننده کل انرژی تجدیدپذیر را به حدود ۱۵ درصد کل ظرفیت تولید ایالات متحده رساند. تا ۱۹۹۱، ظرفیت نصب شده انرژی تجدیدپذیر کل ۸۵٫۴۷ GW بود، که اگر ذخیره برق آبی تزریق شده نیز گنجانیده شود به ۱۰۲ GW می‌رسد و اگر افزایش تعدادی پروژه‌های مستقل خارج از شبکه سراسری به حساب آید، از این هم فراتر خواهد رفت.^۱

از جمله انواع گوناگون انرژی‌های تجدیدپذیر جدید (جدا از برق آبی) که به نحو بسیار چشمگیری توسعه یافته است، محصولات کشاورزی انرژی‌زا و بعد از آن نیروی زمین گرمایی (بخار و آب داغ) و نیروی باد است. فناوری باد به سرعت در حال توسعه و تکوین است و در برخی زمینه‌ها رقیب منابع متداول و رایج تلقی می‌شود. مزارع باد کالیفرنیا از حدود ۱۶۰۰۰ توربین بادی در مالکیت خصوصی تشکیل می‌شوند. مزارع باد در چندین ایالت دیگر آمریکا نیز نصب شده‌اند. گرم سازی خورشیدی بزرگ مقیاس (با تمرکز بر نور خورشید برای تولید بخار و برق) به نحو فزاینده‌ای به عنوان گزینه‌ای عملی نگریسته می‌شود و سیستم‌های خورشیدی فوتوولتایی نیز، بخصوص برای تولید برق مستقل از شبکه سراسری، دارد پا می‌گیرد.

سازوکارهای پشتیبانی

گستره و مجموعه‌ای از سازوکارهای پشتیبانی مالی برای انرژی‌های تجدیدپذیر در ایالات متحده وجود دارند. برخی از این سازوکارها بسی پیچیده‌اند و نمی‌توانیم به کاری بیش از جمع‌بندی ترتیبات اساسی آنها

مبادرت ورزیم.

به طوری که بیشتر گفتیم، دولت فدرال بودجه‌های چشمگیری برای تحقق و توسعه در طول سالها تأمین کرده‌اند، در حالی که برخی ایالت‌ها بخشودگیهای مالیاتی وسایر شکلهای یارانه‌ای را تدارک دیده‌اند تا بازار را به سرمایه گذاری در این بخش ترغیب کنند.

به طور کلی، قانون سیاستگذاری نظارتی خدمات عمومی (PURPA)^۱ در ۱۹۷۸ تصویب شد، که علی‌الاصول پاداش‌هایی را برای پروژه‌های انرژی تجدیدپذیر در نظر گرفت. افزون بر این، در برخی ایالت‌ها به سوی «برنامه ریزی کمترین هزینه» و تکنیک‌های ارزیابی مالی «برنامه ریزی منابع مالی» پیشرفته‌تر، حرکت کرده‌اند. از اینها می‌توان برای ارزیابی هزینه و سود نسبی تمامی گزینه‌های انرژی، از جمله صرفه جویی و انرژی تجدیدپذیر، پیش از انتخاب‌های سرمایه گذاری، سود جست. می‌توان از آنها برای محاسبه و منظور کردن هزینه‌های زیست محیطی نسبتاً بالای سیستم‌های انرژی متداول، بهره گرفت. نکته جالب این است که، فرآیند انتخاب فناوری برای مصرف کننده محلی و اجتماع درگیر موضوع، از طریق کارهای کمیسیون‌های رفاه همگانی (PUC)^۲ هیأت‌های نظام بخش در سطح ایالتی که جلسه‌های گفت و شنود همگانی را برگزار می‌کنند، گشوده است. در چارچوب سرزمین بریتانیا، این امر به آن معناست که هر شرکت برق منطقه‌ای باید درباره برنامه سرمایه گذاری فناوری اش، نشست‌هایی با مردم برگزار کند.

به طوری که باید انتظار داشت، این شکل مشورت همواره هم به پروژه‌های انرژی تجدیدپذیر کمک نمی‌کند بلکه، در برخی زمینه‌ها، ممکن است هزینه مصرف کننده را بالاتر ببرد. برخی کمیسیون‌های رفاه همگانی گرایش به رفتن به سوی مصرف گاز به عنوان ارزاترین گزینه داشته‌اند. به طور کلی، در برابر آنچه که بعضی‌ها مداخله‌های دیوان سالارانه در بازارهای آزاد ناشی از طرح‌های PURPA و PUC تلقی می‌کنند، مقاومت‌هایی صورت گرفته است. با توجه به بازسازی امکانات و تسهیلات برق ایالات متحده آمریکا و حرکت‌های موازی به سوی حذف نظارت دولت، انگیزه برنامه ریزی منابع یک پارچه تضعیف شده است. اما نگرانی‌های زیست محیطی هنوز هم در مورد برنامه‌های کار سیاسی ایالات متحده آمریکا نسبتاً بالاست، که شاهد آن هم استانداردهای کنترل نسبتاً قوی گسیل گازهاست. با توجه به زمینه نظارتی و قانونی در ایالات متحده آمریکا، پروژه‌های انرژی تجدیدپذیر اکنون گاهی می‌توانند از لحاظ تجاری و

1. Public Utilities Regulatory Policy Act (PURPA)

2. Public Utility Commissions (PUC)

اقتصادی جذابترین گزینه‌های نسل جدید باشند؛ نتیجه نهایی از این قرار است که بعضی کمیسیون‌های رفاه همگانی پیشرو، توانسته‌اند پروژه‌های انرژی تجدیدپذیر را ارتقاء بخشند. اما این که آیا این روند در شرایط پس از بازسازی ادامه خواهد یافت، در آینده معلوم می‌شود.

انرژی تجدیدپذیر در اروپا

اروپا شاهد سطوح گسترش در تکوین انرژی تجدیدپذیر است. در حالی که نگرانی‌های زیست محیطی حتی شاید فراتر از یک انگیزه برای آن به شمار آید. آنچه در پی می‌آید به هیچ وجه مروری جامع نیست، بلکه تلاشی است در ارائه گرته‌ای از این الگوی توسعه و روند تکوینی.

دانمارک در این زمینه از پیشگامان بوده است؛ که این امر تا حدودی ناشی از تصمیم این کشور بر عدم ایجاد نیروگاه‌های هسته‌ای بوده، و نیروی باد بدیهی ترین منابع تأمین انرژی آن به شمار می‌آمده است. ساختار حمایت مالی از این پروژه مشتمل است بر یک رشته یارانه برای عملگرهای توربین‌های باد و سایر سیستم‌های تجدیدپذیر. در نتیجه، متجاوز از ۳۵۰۰ واحد توربین بادی تا کنون در این کشور نصب شده، که حدود ۷۰ درصد آنها متعلق به اهالی محلی از طریق «جمعیت‌های» تعاونی است که تا ۱۹۹۱ حدود ۳۰۰ MW برق نصب شده را تشکیل می‌داده‌اند.

رویه‌مرفته، دانمارک ظرفیت نیروی باد ۱۰۰۰ MW را تا سال ۲۰۰۵ هدف قرار داده، که بخشی از تعهد این کشور به کاهش ۲۰ درصدی گسیل گازهای گلخانه‌ای تا آن سال به شمار می‌آید. تا سال ۱۹۹۵ کل ظرفیت بادی این کشور به ۶۰۰ MW، حدود ۴ درصد نیاز برق دانمارک، رسید. قسمتی از نیروگاه‌های بادی موجود را دارند به واحدهای کارآمدتر بزرگتر می‌سپارند اما، با توجه به این که زمین لازم برای جایگاه‌های جدید دارد کمیاب می‌شود، دانمارک در زمینه بر پا کردن و ساختن مزارع باد در آب‌های ساحلی نیز در جهان در رتبه نخست قرارداد و پیشگام است، و یک پروژه ۳ MW با یازده توربین در ویندبای^۱ اجرا کرده است. در برنامه انرژی ۲۰۰۰ دانمارک، علاوه بر نیروی باد، بر صرفه جویی انرژی و مصرف کارآمد سوخت‌های متداول، تأکید پر دامنه‌ای نهاده شده است. زیست توده، بخصوص پوئشال و کاه، به نحو فزاینده‌ای به عنوان سوخت جایگزین شبکه‌های گرمایشی گسسته و گسترده دانمارک به مصرف می‌رسد.

سوئد از نمونه دانمارک پیروی می‌کند، و تصمیم گرفته است برای خارج کردن نیروگاه‌های هسته‌ای‌اش از چرخه فعالیت، تلاش کند. در ابتدا چندین توربین بادی بزرگ با هزینه‌ای در حدود ۴۰ میلیون دلاری که برای نیروی باد تخصیص یافته بود، بین سال‌های ۱۹۹۱ و ۱۹۹۶ بر پا شد. این کشور برای راه‌اندازی یک مزرعه باد ساحلی ۹۸ توربینی برنامه ریزی کرده است. یک رشته پروژه‌های انرژی تجدیدپذیر دیگر نیز در جریان است، که مهمترین آنها استفاده از سوخت‌های زیستی است.

هلند دارای برنامه قابل توجهی برای استفاده از نیروی باد، با هدف ظرفیت سازی ۴۵۰ MW برق از نیروی باد تا سال ۲۰۰۰ است. ساختار حمایت مالی این کشور از این پروژه‌ها شبیه دانمارک است، که تا ۴۰ درصد هزینه سرمایه گذاری در پروژه‌های باد را دولت به عنوان کمک بلاعوض می‌پردازد. یک پروژه نصب نیروگاه‌های بادی در آب‌های ساحلی نیز در این کشور در جریان است که نیروگاه ۲ MW در نزدیکی مدمبلیک^۱ و یک نیروگاه بادی ۲۰۰ MW در آب‌های ساحلی از آن جمله‌اند. نروژ هم اکنون مقدار زیادی برق از امکانات برق آبی خود تولید می‌کند و بهره‌گیری از سیستم‌های انرژی امواج را تکامل بخشیده است، که پرتقال نیز مشغول به فعالیت در این حوزه است.

به طور کلی، کانون انرژی تجدیدپذیر را در هر کشور وضعیت جغرافیایی آن و منابع تجدیدپذیری که این وضعیت تعریف می‌کند، شکل می‌دهد. کشورهای واقع در کرانه‌های دریای شمال دارای نیروی قابل ملاحظه امواج‌اند و کشورهای اروپای شمالی منابع مناسب و مطلوب دارند، مثلاً کشورهای اروپایی از پروژه‌های گرمای خورشیدی بزرگ مقیاس در ایتالیا حمایت کرده‌اند و نیروی خورشیدی فعال به نحو گسترده‌ای در یونان به کار گرفته می‌شود. اما، این هر دو کشور به نیروی باد علاقمندند. اسپانیا نیز برنامه‌های در خور توجهی در بهره‌گیری از نیروی باد دارد، و «باد فشاری» به سبک آمریکایی در حال نصب دارد و هدفش نصب مجموعه‌ای است که تا سال ۲۰۰۰ تولید برق آن به ۷۵۰ MW برسد.

سوخت‌های زیستی^۲ مانند متیل استیرشلغم روغنی^۳ یا «گازوئیل زیستی»^۴ در بسیاری از کشورهای اروپایی، بخصوص فرانسه، اهمیت یافته است؛ در این کشور اراضی وسیعی به کشت این محصول انرژی‌زا

1. biofuel

2. biofuel

3. rape methyl ester

4. biodiesel

اختصاص یافته است. در اتریش نیز برای تأمین سوخت شبکه‌های گرمایش ناحیه‌ای از زیست توده به نحو گسترده‌ای بهره گرفته است.

نیروی کشندی (جزر و مدی) فناوری دیگری است که به وضعیت جغرافیایی بستگی دارد. بریتانیا از برخی جایگاه‌های بسیار مطلوب در این زمینه برخوردار است اما تا کنون تنها پروژه انرژی کشندی عمده اروپا آب بندی با تولید 240 MW برق در دهانه رود رانس در بریتینی (فرانسه) است، که در سال ۱۹۶۷ تکمیل شد و با برنامه نیروی هسته‌ای پر دامنه فرانسه در تناقض است. اما، با کمال تعجب، فرانسه در پی مروری بر خط مشی انرژی خود که در سال ۱۹۹۵ صورت داد، اکنون به نظر می‌رسد که در حال انجام کارهای بزرگی در زمینه تولید انرژی تجدیدپذیر، بخصوص در حوزه نیروی باد است.

آلمان، که به میدان انرژی تجدیدپذیر نسبتاً دیر پای نهاده، نمونه دانمارک را تعقیب کرده و از نیروی باد، در سطوح بالای ملی و محلی، از طریق ارائه کمک‌های بلاعوض دولتی و یارانه‌های بازار، حمایت پر دامنه‌ای به عمل می‌آورد. کل تخصیص بودجه برای ایجاد بازار نیروی باد بین سال‌های ۱۹۷۹ و ۱۹۹۴، در آلمان ۷۵ میلیون دلار بوده است، در حالی که دولت آلمان بین سال‌های ۱۹۷۴ و ۱۹۹۳ حدود ۳۲۸ میلیون مارک به تحقیق و توسعه درباره فناوری باد تخصیص داد. تا ۱۹۹۳ حدود ۱۸۰۰ واحد توربین باد در این کشور نصب شده است، که حدود 334 MW کل ظرفیت نصب شده آن بوده و تا سال ۱۹۹۵ کل ظرفیت تولیدی برق آلمان ناشی از نیروی باد به 1100 MW ، با سبقت گرفتن از دانمارک، رسید.

مقیاس توسعه و آماده سازی پیل‌های خورشیدی فوتوولتایی در آلمان نیز بسیار قابل توجه است. مثلاً، بودجه تحقیق و توسعه در زمینه پیل‌های فوتوولتایی در سال ۱۹۹۱ بیش از ۱۰۰ میلیون مارک بود و یک برنامه نمایش مدول خورشیدی فوتوولتایی «۱۰۰۰ سقفی» به ارزش ۸۰ میلیون مارک در آنجا در جریان است، و حدود ۲۵۰۰۰ سیستم فوتوولتایی در این کشور بر سقف خانه‌ها نصب شده است.

رویه‌مرفته، آلمان تا سال ۱۹۹۲ دارای حدود 5393 MW ظرفیت انرژی تجدیدپذیر نصب شده (از جمله ظرفیت برق آبی بزرگ موجود) بود که حدود ۵ درصد کل ظرفیت تولیدی است، که انرژی‌های تجدیدپذیر «جدید»، (باد، زیست توده و فوتوولتایی) کمی بیش از 1000 MW کل ظرفیت تجدیدپذیر آلمان را تشکیل می‌دهند.^۱

از آن پس فناوری باد و فوتوولتایی بیشتر مورد توجه قرار گرفت، که یارانه‌های چشمگیری به آنها تعلق گرفت و آشکار است که آلمان انرژی‌های تجدیدپذیر را با اهمیت عمده‌ای تلقی می‌کند. پی بردن به علت این امر دشوار نیست. آلمان بیش از ۵۵ درصد سوخت خود را از خارج وارد می‌کند و گسترش نیروی هسته‌ای را حساسیت‌های افکار عمومی محدود می‌کند. خط مشی آلمان درباره انرژی‌های تجدیدپذیر را نگرانی‌ها از بابت گرمایش جهانی و آلودگی زیست محیطی تقویت و پررنگ می‌کنند. در پی نشست زمین درباره محیط زیست و توسعه که سازمان ملل متحد در سال ۱۹۹۳ در ریودوژانیرو برگزار کرد، آلمان خود را متعهد به کاهش ۲۵ درصد گسیل کربن دی‌اکسید کرد.

کمیسیون اتحادیه اروپا

افزودن بر طرح‌های حمایتی که تک تک دولت‌های اروپایی فراهم آورده‌اند، کمیسیون بازار مشترک (اتحادیه) اروپا (CEC) نیز کمک‌های مالی تأمین می‌کند، که اساساً برنامه‌های ملی انرژی‌های تجدیدپذیر را، به عنوان جزئی از پاسخ اتحادیه اروپا به اثر گلخانه‌ای و حفاظت از محیط زیست، پشتیبانی می‌کند. این برنامه‌ها مراحل بنیادی فرآیند نوآوری، یعنی تغییر جهت از تحقیق و توسعه و سپس به نمایش تجارتي، را تعقیب می‌کند.

به این ترتیب، پشتیبانی تحقیق و توسعه را طرح ژول کمیسیون اتحادیه اروپا^۱ تأمین می‌کند، که جزئی از برنامه وسیعتر چهارم چوب حمایتی تحقیق و توسعه^۲ (و اکنون جانشین آن شده) است، در حالی که هدف برنامه ترمی^۳ آن تأمین حمایت از طرح‌های پروژه تجارتي است.

تا سال ۱۹۸۹ کل بودجه تخصیص یافته به انرژی‌های تجدیدپذیر از جانب کمیسیون اتحادیه اروپا به ۴۳۵,۵ اکو (در حدود ۳۶۰ میلیون دلار) رسیده و از آن پس کماکان در حال افزایش است. بین ۱۹۹۰ و ۱۹۹۴، به برنامه ژول ۲۶۲ میلیون اکو بودجه تخصیص یافت، در حالی که برنامه ترمی ۷۰۰ میلیون اکو دریافت داشت، هر چند که همه این مبلغ برای مصرف در جهت پیشبرد و تکوین تکنولوژی و انرژی‌های

1. CEC's Juule scheme

2. Fourth Framewok R&D Support Programme

3. Thermic Programme

تجدیدپذیر اختصاص نیافت. انتظار می‌رود برنامه جدید ترمی II برای سال‌های ۱۹۹۵ - ۱۹۹۸ حدود ۲۰۰ میلیون اکو بودجه دریافت کند، در حالی که برنامه حمایتی توسعه و تحقیق چارچوب چهارم برای سال‌های ۱۹۹۵ - ۱۹۹۸ حاوی ۱۰۰۰ میلیون اکو (حدود ۸۰۰ میلیون دلار) برای فناوری‌های غیرهسته‌ای، از جمله فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر، از طریق یک طرح حمایتی جدید فناوری‌های پاکیزه و کار آمد^۱ (CEET)، بودجه دریافت کرده است.

در سال ۱۹۹۳ یک برنامه حمایتی جدید، آلتینر^۲ با بودجه اولیه ۴۰ میلیون اکو برای چهار سال اولش، اضافه شد. هدف از این برنامه عبارت است از کمک به ایجاد شبکه‌های نهادی ضروری و زیر ساختهای فناورانه (مثلاً از طریق آماده سازی اطلاعاتی و حمایت‌های آموزشی) و نه تأمین مستقیم کمک‌های بلاعوض برای پروژه‌های فناوری، رویهمرفته این امیدواری وجود دارد که این برنامه به اروپا کمک کند تا به سهم ۸ درصدی انرژی از انرژی‌های تجدیدپذیر تا سال ۲۰۰۵ برسد، که در این رهگذر سوخت‌های زیستی نقشی عمده را بازی خواهد کرد.

یکی از گزارش‌های CEC در سال ۱۹۹۳ تحت عنوان « مطالعات انرژی تجدیدپذیر اروپا » (TERES)^۳ برآورد کرده است که اتحادیه اروپا در کل فقط حدود ۴٫۳ درصد انرژی خود را از منابع تجدیدپذیر به دست می‌آورد. اما، در همین گزارش آمده که اگر تمامی نگرانی‌های زیست محیطی به حساب آورده و نسبت به آنها واکنش نشان داده شود، اروپای غربی تا سال ۲۰۱۰ می‌تواند، بر پایه بلند پروازانه ترین سناریوها، تا ۱۳ درصد انرژی اولیه خود را از منابع تجدیدپذیر تأمین کند. توجه کنید که این رقم کل سهم انرژی است، و نه فقط عنصر برق.

این الگو در کشورهای مختلف اروپا فرق می‌کند، به طوری که اسپانیا دارای امکان بالقوه تولید ۲۰ درصد انرژی خود از منابع تجدیدپذیر، و ایتالیا ۲۳ درصد آن است، در حالی که بریتانیا تا سال ۲۰۱۰ فقط می‌تواند ۹ درصد انرژی خود را از منابع تجدیدپذیر تأمین کند. گزارش CEC فقر نسبی بریتانیا در این زمینه را از این قرار توضیح می‌دهد:

1. Clean and Efficient Technologies (CEET)

2. Altener

3. The European Renewable Energy Study (TERES)

هر چند که بریتانیا به امکان بالقوه مطلوب خود در بهره برداری از منابع تجدیدپذیر دلخوش است و به آن می‌بالد، این کشور خودکف‌ترین مصرف کننده سوخت فسیلی نیز به شمار می‌آید. بنابراین، یک راهبرد دراز مدت برای انرژی به عنوان اولویت عمده دولت مشاهده نمی‌شود. با انحلال وزارت انرژی در سال ۱۹۹۲، واپسین بازمانده‌های چنین راهبردی از صحنه پاک شد.

این گزارش می‌افزاید:

تجهیز تمامی امکانات بالقوه این کشور برای فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر فقط می‌تواند در چنین چارچوبی پرورانده شود و از این رو تحقق آن در میان مدت نامتحمّل است، هرچند که برای جبران کمبودهای بازار در این حوزه باید فناوری‌های تجدیدپذیری اهداف معتدل دولت را برآورده کنند.^۱

اروپای شرقی و مرکزی

ECE به نحو فزاینده‌ای به ابتکار عملیاتی در اروپای شرقی و مرکزی دست زده است، و TERES نیز به گزینه‌های انرژی در آن ناحیه نگر بسته است: این نهاد برآورد کرده است که تا سال ۲۰۱۰ اروپای مرکزی و شرقی تا ۱۲ درصد انرژی اولیه خود را از منابع انرژی تجدیدپذیر تأمین خواهد کرد. اتحاد شوروی سابق در زمینه نیروی باد کارهایی انجام داده و طرح‌هایی برای بهره‌گیری از انرژی کشندی داشته است. اما، در حالی که منابع انرژی در آنجا زیاد است، با توجه به بحران اقتصادی ناشی از فروپاشی شوروی، احتمال پیش آمدن مسائل عمده ناشی از تأمین فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر در این ناحیه، بخصوص در تعیین و تصویب بودجه لازم برای آن، وجود دارد.

قطعاً، با توجه به این که سیستم‌های موجود تولید انرژی در بسیاری از این کشورها عموماً آلوده ساز و ناکارآمدند، باید پشتیبانی از پایه گذاری فناوری انرژی تجدیدپذیر و بهبود کارایی انرژی در اولویت قرار گیرد. **عرب آماده ارائه برخی کمک‌ها در این زمینه است، که قسمت عمده آن متوجه پاکیزه کردن نیروگاه‌های با سوخت فسیلی و هسته‌ای است. به موازات آن برای تبدیل کمپانی‌های تسلیحاتی در بلوک شوروی به تولید کالاهای مرتبط غیر دفاعی (غیر تسلیحاتی)، مثلاً از طریق برنامه تبدیل دفاع کونور^۲**

1. CEC, 1993: 186 Annex 2

2. Konver Defence Conversion Programme

CEC، تلاش‌هایی صورت گرفته است. در مواردی، این پروژه‌های تبدیل مستلزم تغییر به پروژه‌های مربوط به انرژی پایدار بوده است. کمیته انرژی کمیسیون اروپا با شورای اقتصادی و اجتماعی سازمان ملل متحد پیوند برقرار کرده است تا پروژه کارآیی انرژی ۲۰۰۰ را، که برای کمک به انگیختن، ایجاد و به کارگیری فناوری صرفه جویی در انرژی هم در اروپای غربی و هم در اروپای شرقی و مرکزی طراحی شده، راه‌اندازی کنند. به عنوان بخشی از این برنامه، یک پادگان نظامی سابق در رالسکوی جمهوری چک به مرکز نمایش تنوع فناوری‌ها تبدیل شده است: از جمله فعالیت‌های دیگر، گستره‌ای از وسیله‌های مرتبط با انرژی تولید می‌شود، که از آن میان می‌توان سنجش‌های گرمایی را برای استفاده در سیستم‌های گرمایش منطقه‌ای با سوخت گاز طبیعی برشمرد.

بخش خصوصی نیز به ابتکار عمل‌هایی دست زده است: در سال ۱۹۹۵ یک کارخانه تولید موشک‌های بالیستک قاره پیما در اوکراین به تولید توربین‌های بادی ۱۰۰ kw با مارک kenetech و طراحی امریکایی دست زد، که ۵۰۰۰ واحد آن در اوکراین نصب شده، و پیش بینی می‌شود که تعداد بیشتری از آنها نیز در اروپای شرقی و مرکزی نصب شوند.

برنامه انرژی تجدیدپذیر ژاپن

با توجه به نقش عمده ژاپن در زمینه نوآوری، شاید بد نباشد که چگونگی رویکرد این کشور به ایجاد و توسعه انرژی تجدیدپذیر را به اختصار مرور کنیم. ژاپن به طور طبیعی از منابع انرژی چندانی برخوردار نیست و قسمت عمده انرژی خود را وارد می‌کند، به طوری که تعجبی ندارد که این کشور، در پی بحران نفتی نیمه دهه ۱۹۷۰ به طور جدی به انرژی‌های تجدیدپذیر روی آورده است.

گردآورهای گرمای خورشیدی در حال حاضر در ژاپن بسیار رایج‌اند، به همان گونه که استفاده از گرمای زمین گرمایی برای منابع آب داغ و تولید برق بسی متداول است. برنامه نیروی امواجی نیز در جریان است، که تعداد زیادی نمونه واحدهای ستون آب نوسانی در حال آزمایش‌اند، که از جمله برخی از آنها را روی موج شکن‌ها نصب کرده‌اند. هر چند که درزمینلاد ژاپن جایگاه‌های مناسب‌اندکی برای مزارع باد وجود دارد، کمپانی‌هایی چون میتسوبیشی در تولید و صدور توربین‌های بادی بسی موفق بوده‌اند. مزارع باد زیادی در

کالیفرنیا و ویلز ساخت ژاپن هستند و ژاپن برای سیستم‌های بادی خود در حاشیه اقیانوس آرام دارد بازارهای جدیدی دست و پا می‌کند.

ژاپن در زمینه توسعه پیل خورشیدی فوتوولتایی (pv) نیز سرمایه گذاری هنگفتی کرده و برنامه‌ای را برای سوار کردن ۷۰۰۰۰ واحد pv بر روی سقف ساختمان‌ها اعلام کرده است. بدیهی است که ژاپن pv را، احتمالاً در پیوند با تولید هیدروژن، گزینه عمده آینده تلقی می‌کند. مثلاً، برق تولیدی با واحدهای pv را می‌توان برای تولید هیدروژن از طریق الکترولیز آب مصرف کرد و این هیدروژن را می‌شود ذخیره سازی و بعداً در پیل‌های سوخت مصرف کرد، که اینها نیز به نوبه خود، در هنگام نیاز می‌توانند برق تولید کنند. هم‌اکنون در ژاپن از واحدهای پیل (یا یاخته) سوخت بزرگ (11 kw) بهره می‌گیرند. تا سال ۱۹۹۱، حدود ۶۲ میلیون پوند برای تحقیق و توسعه در زمینه pv هزینه شده است و ۷۲ میلیون پوند دیگر نیز تا ۱۹۹۵ در این بخش هزینه کرده‌اند.

به نظر می‌رسد که ژاپن به کاوش در ایده «اقتصاد هیدروژنی» یعنی تولید هیدروژن از طریق الکترولیز آب با بهره‌گیری از منابع تجدیدپذیر برق و انتقال آن به نقطه مصرف از طریق لوله‌های مخصوص گاز، که در آنجا می‌تواند مستقیماً سوزانده شود و گرما یا برق تولید کند یا در یاخته سوخت به برق تبدیل شود، خیلی علاقمند و مشتاق است و به این ترتیب، هیدروژن به موازات انتقال نیرو از طریق برق، به حامل انرژی جدیدی تبدیل شود.

توسعه فناوری‌ها و منابع تجدیدپذیر انرژی در ژاپن تحت برنامه‌های متنوعی، همراه با بنگاه‌های برنامه ریزی دولتی که در ارتباط تنگاتنگی با بخش خصوصی و دانشگاه‌ها کار می‌کنند، انجام شده است. پروژه تحقیق و توسعه انرژی جایگزین «آفتاب»^۱ در سال ۱۹۷۴ به وسیله وزارت تجارت و صنعت بین‌المللی (MITI) از طریق نمایندگی علوم و فناوری بین‌المللی آن وزارتخانه آغاز شد. یک پروژه فرعی نیروی باد به نام «فوتوپیا» (Futopia) نیز برنامه ریزی شد؛ در زبان ژاپنی «Fu» به معنی باد است، یک برنامه فناوری صرفه جویی انرژی موازی نیز در سال ۱۹۷۸، با عنوان پروژه «مهتاب»^۲ شروع به کار کرد.

MITI رویهمرفته، در ایجاد و توسعه فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر، با همیاری آرایش‌های برنامه ریزی بخش‌های خصوصی و مردمی که به آن وزارتخانه در نقشه برداری از نواحی مناسب برای سرمایه گذاری‌های راهبردی کمک کرده‌اند، نقش کلیدی ایفا کرده است. سازمان گسترش انرژی نو و فناوری صنعتی (NEDO) در سال ۱۹۸۰ برای « ارتقای گذار سازگار وسیستماتیک از نفت به منابع انرژی جایگزین » تأسیس شد.

در سال ۱۹۹۳ پروژه‌های آفتاب و مهتاب در قالب پروژه جدید آفتاب با هدف پاسخ به شکل گرمایش جهانی از طریق کاهش گسیل کربن دیوکسید در ژاپن و رساندن آن به نصف مقدار کنونی تا سال ۲۰۲۰ ادغام شدند، که انتظار می‌رود با بهره‌گیری از تکنولوژی‌های انرژی جایگزین و صرفه جویی انرژی، مصرف انرژی ژاپن به یک سوم تقلیل یابد. بودجه برنامه مهتاب جدید در ۱۹۹۴ معادل ۵۲٫۸ میلیارد ین بود و انتظار می‌رود تا سال ۲۰۲۰ کلاً به ۱٫۵۵ تریلیون (هزار میلیارد) ین به این امر اختصاص یابد، که معادل است با سالانه ۵۵ میلیارد ین، یا حدود سالانه ۳۷۰ میلیون پوند.^۱

نتیجه گیری

امکان بالقوه انرژی تجدید پذیر کل جهان چشمگیر و در خور توجه است. در یک بررسی انجام شده برای کنفرانس سازمان ملل درباره محیط زیست و توسعه در سال ۱۹۹۲، نتیجه گیری شده است که منابع انرژی تجدیدپذیر می‌توانند ۶۰ درصد نیازهای برق جهان و حدود ۳۵ درصد نیازهای گرمایی آن را تا سال ۲۰۲۵ تأمین کنند.^۲

حتی اگر سناریوهای خیلی بلند پروازانه‌ای از این دست را هم خیلی دست بالا بگیریم، امکان بالقوه انرژی تجدیدپذیر کماکان خیلی خوب به نظر می‌رسد و، به طوری که نشان داده شده است، ملاحظات بازرگانی، راهبردی و زیست محیطی به افزایش توجه و علاقه به انرژی تجدیدپذیر، همراه با صرفه جویی انرژی و کارایی مصرف انرژی، به عنوان یک گزینه دراز مدت انجامیده است.

1. Bounda , 1994

2. Johansson et al. 1993

در فصل ۸ وضع موجود کلی در حوزه انرژی تجدیدپذیر را مرور می‌کنیم و آنگاه به برخی مباحث و گزینه‌های راهبردی می‌نگریم که اگر قرار باشد منابع انرژی تجدیدپذیر گسترده جهان به طور کامل توسعه و گسترش یابند، در پیش پای ما نهاده است.

جمع‌بندی

- انرژی تجدیدپذیر در اقصی نقاط جهان در حال گسترش است، و کشورهای پیشرفته، بخصوص ایالات متحده آمریکا، آلمان و ژاپن از این لحاظ جلوترند.
- بریتانیا منابع تجدیدپذیر چشمگیری دارد اما به صورتی نسبتاً کند در حال بهره برداری و توسعه‌اند.
- نگرانی‌های زیست محیطی انگیزه عمده این پیشرفت‌هاست اما به همان نسبت آگاهی نسبت به امکانات بالقوه اقتصادی سیستم‌های انرژی تجدیدپذیر نیز در حال رشد است.
- امکانات بالقوه منابع تجدیدپذیر بسیار در خور توجه به نظر می‌رسد، اما گستره‌ای از مسائل راهبردی وجود دارند که اگر این امکان بالقوه قرار است به طور کامل به فعل درآید، آن مسائل باید حل و فصل شوند.

برای مطالعات بیشتر

با توجه به شتاب تغییرات فناوری و تحول در سیاست‌گذاری‌ها، طرح کلی ایجاد توسعه انرژی تجدیدپذیر به نحوی که در بالا آمد، به نحو اجتناب ناپذیری کهنه و منسوخ می‌شود. مطالعات تفصیلی مفید در زمینه امکانات بالقوه انرژی تجدیدپذیر جهان، از جمله گزارش‌های برخی پروژه‌ها در سطح ملی در منابع زیر گنجیده‌اند:

T. Johansson *etal*, *Renewable Energy : Sources for Fuel and Electricity* (1993, Earthscan, London) & world Energy council , *new Renewable Energy Resources* (1994, Kogan Page, London).

برای این که خود را به اطلاعات روز مجهز نگه دارید می‌توانید به سالنامه :

World dictionary of Renewable Energy supplies and services (James and James, London)

رجوع کنید که افزون بر فهرست تأمین کنندگان انرژی حاوی یک رشته مقاله‌های مروری درباره آخرین پیشرفت‌های فناوری و سیاستگذاری در این زمینه در سطح جهان، نیز هست. به بخش‌هایی از این سالنامه می‌توان در نشانی زیر دست یافت:

<http://www.JXJ.Com/dir/wdress/index.html>

نشریه بین‌المللی انرژی تجدیدپذیر CADDET، که در پیوند با آژانس انرژی بین‌المللی انتشار یافته، حاوی گزارش‌های مفیدی درباره پیشرفت‌ها در این زمینه در سطح جهان است. این نشریه در نشانی زیر نیز قابل دسترسی است:

<http://www.Caddet.Co.uk/>

در پیوست II همین کتاب برخی منابع مفید حاوی اطلاعاتی راجع به پیشرفت‌های فناوری انرژی تجدیدپذیر در سطح جهان، معرفی خواهد شد.

پیشرفت‌های انرژی تجدیدپذیر در سطح جهان

World dictionary of Renewable Energy sources and services (James and James, London)
 Renewable Energy Resources (1994, Kegan Page, London)
 Energy for the 21st Century (London & World Energy Council, New York)

فصل ۸

راهبردهای انرژی پایدار

- ✓ امنیت موجودی
- ✓ جبران منبع انرژی متناوب (ادواری)
- ✓ صرفه جویی در مقابل منابع تجدیدپذیر
- ✓ مقیاس و شتاب آماده سازی

تغییر جهتی به سوی یک سیستم انرژی پایدار نیازمند پرداختن به تعدادی مسائل فنی، اقتصادی و راهبردی، بخصوص این حقیقت است که برخی منابع انرژی تجدیدپذیر ادواری و متناوب‌اند. در این فصل به وضعیت جاری توسعه انرژی تجدیدپذیر و آنگاه به برخی موضوع‌های در حال بروز و ظهور، از جمله مشکل ادواری بدون منبع، مباحثه و مناقشه بر سر این که آیا بر صرفه جویی انرژی تمرکز کنیم یا فناوری‌های تأمین انرژی‌های جدید، و مسئله شتاب و مقیاس زمانی لازم برای توسعه سیستم‌های انرژی پایدار، نگاهی می‌اندازیم.

اوضاع و احوال راهبردی

منابع انرژی تجدیدپذیر، در کنار صرفه‌جویی و مصرف کارآمدتر سوخت‌های فسیلی باقی مانده جهان، چنان به نظر می‌رسند که گویی به حرکت به سوی یک نظام عرضه و تقاضای انرژی پایدار کمک می‌کنند. البته این که آیا می‌توان به پایداری کامل در این راه دست یافت، روشن نیست؛ این امر به موضوع‌های زیادی، بخصوص سطح رشد اقتصادی که در اقصی نقاط دنیا به عنوان هدف مطرح است، بستگی دارد. به مسائل و موضوع‌های گسترده تری از این دست، در پاره سوم خواهیم پرداخت. اما واضح است که موفقیت یا عدم توفیق هر گونه کوششی برای رفتن به سوی پایداری به درجه و میزان ایجاد و استقرار فناوری‌های نوظهور در انرژی تجدیدپذیر و زمینه‌های صرفه‌جویی انرژی بستگی دارد. در این فصل تلاش می‌شود به اختصار اوضاع جاری بر حسب توسعه انرژی پایدار جمع‌بندی شود و آنگاه به برخی خطوط ممکن پیشروی آینده نگاهی می‌اندازیم. بر مصرف انرژی تجدیدپذیر تأکید می‌شود، اما به آن معنی نیست که صرفه‌جویی در انرژی از اهمیت کمتری برخوردار است. پیشرفت در فناوری‌های جدید تأمین انرژی از اهمیتی برخوردار نیست مگر آن که تقاضای انرژی مهار شود، و در شرایط آرمانی، کاهش یابد.

هر چند که، با توجه به سلطه طرز تفکری که به سوی ذخیره انرژی متمایل است، صرفه‌جویی انرژی هنوز هم غالباً فاقد بودجه کافی است، در سال‌های اخیر در این زمینه پیشرفت‌هایی دست داده است. این امر تا حدودی به این علت است که، برکنار از هرگونه نگرانی زیست محیطی، سرمایه‌گذاری در مصرف کارآمدتر انرژی در چارچوب‌های اقتصادی معنا پیدا می‌کند. فناوری‌های مرتبط با این موضوع همیشه به همان میزان فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر جدید پر هیجان نیستند، اما همیشه مهم‌اند و برای آینده قابل پیش‌بینی این زمینه ای است که در آن قسمت عمده پیشرفت‌های عملی روز به روز تحقق خواهد یافت.

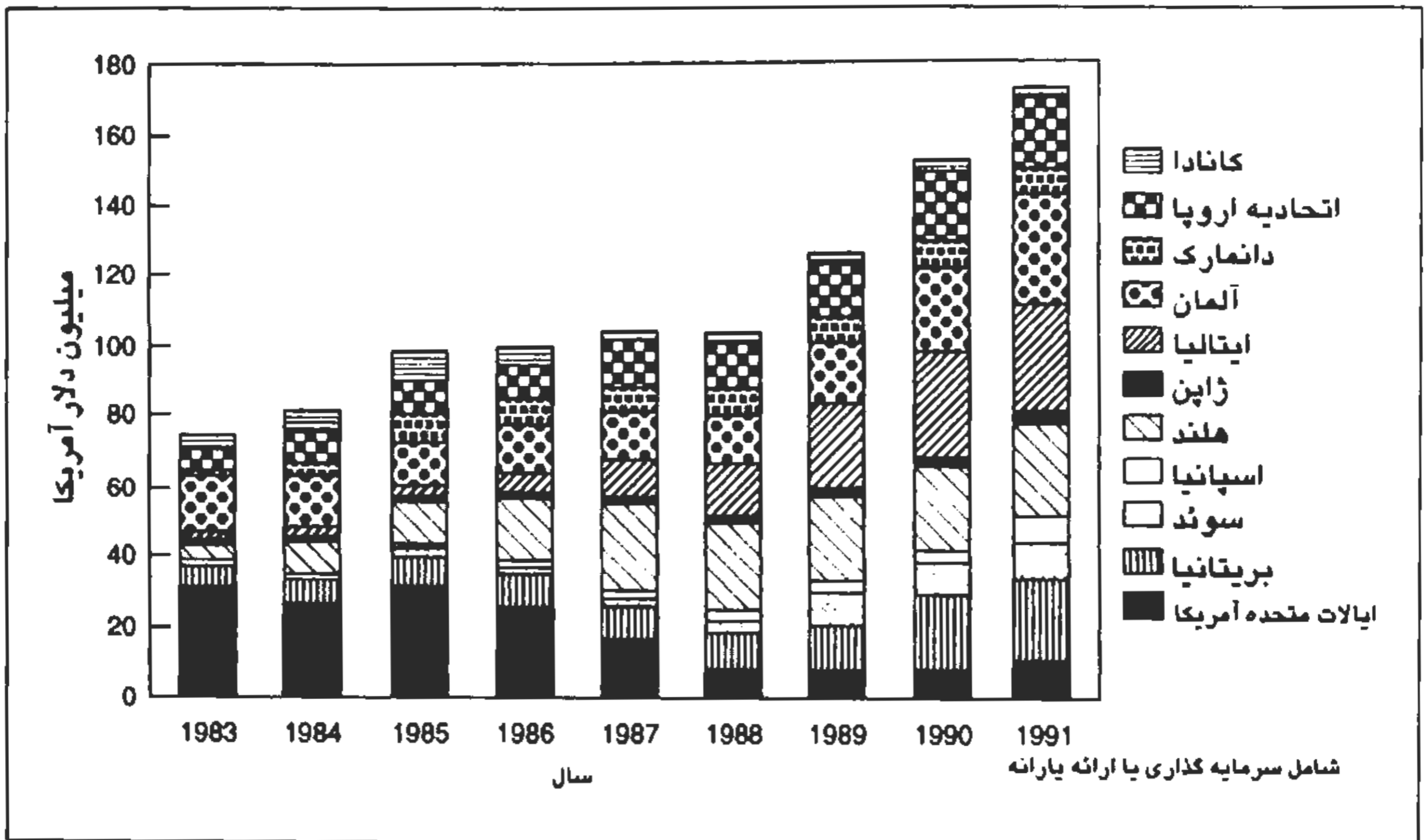
علاوه بر وسایل فنی گوناگون صرفه‌جویی انرژی، مجموعه‌ای از روش‌های برنامه‌ریزی نیز در دسترس‌اند که احتمالاً به طور فزاینده‌ای به عنوان بخشی از یک فرآیند مدیریت تقاضای انرژی، مانند برنامه‌ریزی کمترین هزینه و برنامه‌ریزی یکپارچه‌سازی منابع، مطرح می‌شوند. در عین حال، در سویه تقاضا اتفاقات زیادی می‌افتد و ما بعداً در همین فصل در این خصوص بحث خواهیم کرد که مناسب‌ترین توازن بین عرضه و تقاضا، کدام است.

عرضه انرژی

از جهت عرضه، به طوری که در فصل پیشین هم گفتیم، روند در سطح جهان واضح و آشکار است: فناوری انرژی تجدیدپذیر را به عنوان یکی از عمده گزینه‌های انرژی جدید می‌نگرند، که در تصمیم‌گیری‌های مربوط به سیاستگذاری آن ملاحظات زیست محیطی نقش عمده‌ای بازی می‌کند.

مثلاً، در حالی که ژاپن هنوز هم در کار توسعه نیروی هسته‌ای است، فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر را نه تنها به عنوان یک گزینه صادراتی تلقی می‌کند، بلکه آن را راه و طریقه مهمی برای افزایش کارایی انرژی خود و کاهش آثار زیست محیطی جهانی نیز می‌داند. در ایالات متحده آمریکا، در حالی که نیروی هسته‌ای عملاً کنار گذاشته شده است، سامانه‌های انرژی تجدیدپذیر را غالباً یکی از ارزاترین گزینه‌های جدید عرضه انرژی می‌دانند، بخصوص وقتی هزینه‌های گزینه‌های دیگر در ارزیابی‌ها، مثلاً از طریق بهره‌گیری از روش‌های « برنامه ریزی منابع یکپارچه » به حساب آورده می‌شوند. در بسیاری از کشورهای اروپایی مسائل زیست محیطی همچون گرمایش جهانی، غالباً اهمیت ویژه دارند، و بنابراین منابع تجدیدپذیر و صرفه جویی در آنجا به نحو روزافزونی مطرح می‌شوند، بخصوص از وقتی که بسیاری از آنها از نیروی هسته‌ای دست کشیده‌اند.

در نتیجه، اکثر کشورها در کار فراهم آوردن سطوح فزاینده حمایت از تحقیق و توسعه در زمینه‌های فناوری انرژی تجدیدپذیرند. در شکل ۸-۱ سطح حمایت از نیروی باد در گستره‌ای از کشورها را مشاهده می‌کنید. افزون بر این‌ها، بسیاری از کشورها در حال تجارتي کردن آن از طریق شکلی از طرح « توانا سازی موقتی بازار»^۱ هستند، چه از طریق ارائه یارانه‌های مستقیم، کمک‌های بلاعوض و چه یارانه‌های متقابلی چون الزام سوخت غیر فسیلی (NFFO). تفاوت عمده این طرح‌ها، جدا از ابعاد نسبی آنها عبارت است از این که آیا تأمین بودجه دولتی از محل اخذ مالیات‌هاست یا از طریق اخذ مبلغ اضافی از مصرف کنندگان صورت می‌گیرد یا خیر. این راهبرد در کشورهایی چون بریتانیا متداولتر است که در آنجا مداخله مستقیم دولت بجا، و حمایت عمومی (دولتی) از زاویه سیاسی نامطلوب دانسته شده است.



شکل ۸-۱ - هزینه دولت‌ها برای تحقیق و توسعه در انرژی باد، بنابر آمار سازمان جهانی انرژی برای

سال‌های ۱۹۸۳ - ۱۹۹۱.

مالیات کربن

این راهبرد کلی بر پایه این فرض عوامل تأمین بودجه، مانند دولت‌ها، متکی است که، با در نظر گرفتن حمایت بازار اولیه، فناوری‌ها به کمال خواهند رسید و از لحاظ تجاری و اقتصادی به طور کامل عملی و شدنی می‌شوند. در عین حال، فرض می‌شود که قواعد اقتصادی اساسی باید در هنگامی تغییر کنند که هزینه‌های اجتماعی و زیست محیطی کامل مصرف سوخت‌های متداول در مقایسه‌های هزینه به حساب آورده شده باشند.

اگر دامنه نگرانی‌ها درباره گرمایش جهانی افزایش یابد در این صورت این امکان وجود دارد که شکل‌هایی از مجازات اقتصادی از مجرای قوانین دولتی بر مصرف سوخت‌های فسیلی اعمال شوند، که هزینه‌های اجتماعی و اقتصادی آنها را منعکس می‌کند. مثلاً کمیسیون بازار مشترک اروپا (CEC) یک «مالیات کربن» پیشنهاد کرده، یعنی مالیات آلودگی بر گسیل کربن دی‌اکسید ناشی از سوزاندن سوخت فسیلی به عنوان واکنش به گرمایش جهانی. این کار جنبه اقتصادی نسبی فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر، و نیز نیروی هسته‌ای، را به نحو چشمگیری بهبود خواهد بخشید. بنابر مطالعه‌ای که انجام شده اگر کل هزینه‌های انرژی در مقایسه‌های قیمتی منعکس می‌شدند این امر، عملاً در یک دوره ده ساله مطرح

می‌شد، یعنی دوره‌ای زمانی که فناوری یاخته خورشیدی فوتوولتایی به مرحله رقابت تجاری می‌رسید و چشم‌اندازهای فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر به طور کلی را بهبود می‌بخشید.^۱

ایجاد سیستم‌های پایدار

در حالی که دامنه قابل دسترسی فناوری‌های انرژی تجدید پذیر می‌تواند به رقابت پذیری اقتصادی دست یابد و به نحو اجتناب ناپذیری عامل کلیدی در شکل دادن پیشرفت آنها در کوتاه مدت خواهد بود، احتمالاً تنها موضوعی نیست که بر توسعه فناوری‌های تجدیدپذیر تاثیر می‌گذارد.

اگر هدف عبارت باشد از پیش رفتن به سوی یک سیستم انرژی پایدار، در واقع نگرانی‌های کوتاه مدت بازار ممکن است راهنمای ضعیفی باشد. رویهمرفته، قسمت اعظم سود فناوری‌های تجدیدپذیر، بخصوص منافع بزرگ مقیاس مانند نیروی کشندی، دراز مدت ترند. این امر در زمینه‌های اقتصادی و نیز زیست محیطی صادق است: ممکن است یک یا چند دهه طول بکشد تا هزینه و سرمایه گذاری اولیه برای یک سد کشندی تسویه شود، اما سودهای زیست محیطی و سودهای بابت انرژی و درآمد عملکرد آن قرن‌ها دوام خواهد آورد.

بنابراین، باید در فکر ایجاد و توسعه سیستم کلی انرژی در چارچوب‌های راهبردی گسترده تر باشیم. قبلاً درباره این ایده بحث کردیم که فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر باید به خاطر نقشی که می‌توانند در جلوگیری از گسیل گازهای گلخانه ای بازی کنند، مورد توجه قرار گیرند و از اعتبار برخوردار شوند. اما، مسائل راهبردی دیگری هم وجود دارد. مثلاً یکی از عناصر کلیدی در هر سیستم انرژی پایدار باید استحکام این سیستم باشد و بتواند تأمین نیرو را بدون توجه به شرایط تغییر یافته ادامه دهد. واضح است که، سیستم انرژی هر چه باشد، برخوردار از ذخایر انرژی ایمن و مطمئن از اهمیت برخوردار است.

امنیت عرضه

امنیت عرضه می‌تواند با برخورداری از گستره متنوع سوخت‌ها و فناوری‌ها و از طریق گزینش سوخت‌هایی که احتمال وقفه عرضه در آنها وجود نداشته باشد، تضمین شود. در پی بحران نفتی سال‌های ۱۹۷۳-۱۹۷۴،

توجهی برای بسیاری از کشورها فراهم آمد تا بکوشند از اتکا به نفت دورتر شوند. درباره تأثیر مناقشه صنایع بر سر منابع سوخت، در پی مواجهه‌های گوناگون بین کارگران (کارکنان) و دولت‌ها پیرامون آینده صنعت زغال سنگ بریتانیا، نیز نگرانی‌هایی وجود داشت.

اخیراً این بحث در میان بوده است که چون سیستم‌های انرژی تجدیدپذیر گستره‌ای از مقیاس‌های فناوری را در بر می‌گیرند، با بهره‌گیری از گستره متنوعی از منابع محلی و بومی قابل دسترس، اینها احتمالاً می‌توانند شالوده قابل اتکاتری را برای تأمین امنیت منابع انرژی، نسبت به سیستم‌هایی که به سوخت‌های وارداتی متکی‌اند، عرضه کنند. احتمال قطع شدن و گسیختگی جریان‌های انرژی تجدیدپذیر طبیعی بر اثر دخالت انسانی کمتر است، از این رو دیگر نیازی به ذخیره سازی سوخت نیست. در یک شبکه ملی توربین‌های بادی، احتمال حمله‌های تروریستی نامتحمل‌تر است تا، مثلاً، تعدادی نیروگاه هسته‌ای یا سکوهای نفتی دریایی.

تناوب (ادواری بودن)

همان گونه که قبلاً خاطر نشان کردیم، برخی منابع تجدیدپذیر ادواری و متناوب‌اند. استفاده از سوخت‌های زیستی، نیروی برق آبی و انرژی زمین گرمایی می‌تواند نیروی مطمئن (یعنی، مداوم) تأمین‌کننده انرژی کشندی بسیار قابل پیش بینی است اما دسترس پذیری انرژی خورشیدی، باد و امواج چندان قابل اعتماد نیست.

خوشبختانه، برخی چرخه‌های اساسی آب و هوایی سالانه با نیازهای انرژی آدمی بخوبی ارتباط دارند. در قسمت اعظم جهان هوا در خلال زمستان بادخیز است، در حالی که در اثنای این فصل نیروی باد و امواج حداکثر است و این در موقعی است که برق برای گرمایش بسیار ضروری است. در واقع، بین این عوامل رابطه دیگری هم برقرار است. باد اثر سرما سازی بر ساختمان‌ها تولید می‌کند و سیستم‌های انرژی مرسوم و متداول باید این اثر را از طریق تجهیز به ظرفیت اضافی آماده برای روزهای بادی، به حساب آورند. در بریتانیا این مقادیر انرژی اضافی حدود ۱ GW است. اما اگر روی یک سیستم ۱ GW ظرفیت باد داشته

باشیم، خروجی آن یا افزایش تقاضا از اثر سرمای باد، همبسته و متناظر خواهد بود.

تغییرات کوتاه مدت تر در ورودی انرژی تجدیدپذیر مشکلات دامنه دارتری به شمار می‌آیند. باد پیوسته نمی‌وزد و از این رو برخی توربین‌های باد در هر زمان خاص ناکارآمدند. به طور متوسط، مطابق بحث کادر ۳ از فصل ۶، هر تک توربین بادی تحت شرایط سرزمینی بریتانیا فقط نزدیک به توان اسمی کامل‌اش در حدود ۳۰ درصد از زمان، انرژی تحویل می‌دهد. به این ترتیب، ظرفیت تولید عملی قابل دسترس از وسیله‌هایی که از این منابع استفاده می‌کنند، کمتر از کل ظرفیت نظری آنهاست.

هر چند که ممکن است شگفت آور باشد، اما اگر برق به دست آمده از این وسیله‌ها به شبکه سراسری برق یک کشور تغذیه شود، این تناوبی بودن چندان مشکل ساز نخواهد بود. مادام که سهم کل انرژی‌های تجدیدپذیر تناوبی گوناگون از حدود ۳۰ تا ۴۰ درصد کل برق شبکه تجاوز نکند، عملاً می‌تواند نوسانهای محلی را از بین ببرد و تولید را یکنواخت کند، به طوری که کل نیروی خالص قابل دسترسی از شبکه کم و بیش ثابت می‌ماند.^۱

به این ترتیب، تا این سطح، تناوبی بودن محلی چندان مشکل ساز نیست و سیستم می‌تواند بدون نیاز به سامانه‌های ذخیره انرژی به طور کارآمدی کار کند. مثلاً، فراتر از یک سهم ۴۰ درصدی نیاز به ذخایر پشتیبان و یا شکلی ذخیره سازی وجود دارد، و این نیاز می‌تواند گستره تأثیر و نقش منابع تجدیدپذیر را محدود کند. ذخیره سازی کوتاه مدت را می‌توان به کمک سیستم‌های متعدد مکانیکی و برقی (الکتریکی) فراهم آورد (مثلاً، هوای متراکم، چرخ لنگر، و باتری) اما این‌ها نسبتاً گران‌اند.

اقتصاد هیدروژنی

اما، گزینه‌ای که در حال حاضر مورد بحث است عبارت است از ایده تولید هیدروژن از طریق الکترولیز (تجزیه الکتریکی آب) با بهره‌گیری از منابع انرژی تجدیدپذیر. الکترولیز راه و روشی کارآمد و معقول برای بهره‌گیری از برق به منظور تجزیه آب به هیدروژن و اکسیژن است، و گاز هیدروژن را می‌توان ذخیره یا از طریق شبکه‌های لوله‌گذاری معمولی گاز به جاهای لازم منتقل کرد. در این اثنا، در حالی که گاز طبیعی کماکان دسترس پذیر است، می‌توان آن را با هیدروژن در آمیخت. در دراز مدت می‌توان تأکید بر انتقال برق

^۱ برای نمونه، در مورد ظرفیت تولید برق تجدیدپذیر در بریتانیا، Grull (1991) بحث کرده است.

قطعاً در رویکرد افزایش منابع انرژی موارد و مشکلات زیست محیطی هم وجود دارد: فرایند اجتماعی ارزیابی و مذاکره دربارهٔ مبادله‌های بین زیان‌های محلی و سودهای جهانی به شیوه‌ای گشوده و مشارکتی باید انجام شود. در عین حال، اگر، مثلاً مقیاس تاثیر تغییرات اقلیمی در خور ملاحظه شود، به خاطر شتاب و عجله‌ای که در این امور اعمال می‌شود نیز مشکلات زیست محیطی بروز می‌کند. از این دیدگاه، پیش بردن شتابان پروژه‌های انرژی تجدیدپذیر و ارتقاء آموزش که هم در چارچوب پیشرفت فنی و هم استقرار فناوری، حتی الامکان به سرعت باید دگرگون شود، خردمندانه خواهد بود. البته، این امر ضرورتاً به آن معنا نیست که یک برنامه « فشرده » سریع برای این کار ضروری است: این نگاه احتمالاً بسی افراطی است و رگه‌هایی از اضطرار در آن مشاهده می‌شود، اما هنوز هم رویکردهای دقیق، و رو به گسترش حتی به توسعه فناوری جدید ریشه نگر، از اعتبار برخوردار است.

صرفه جویی در تقابل با پروژه‌های انرژی تجدیدپذیر؟

موضوع راهبردی کوتاه تا میان مدت دیگر، به شایستگی‌های نسبی پروژه‌های انرژی تجدیدپذیر و صرفه جویی مربوط می‌شود. از آنجا که، دست کم تا نقطه‌ای معین، صرفه جویی در انرژی معمولاً ارزانتر و سریعتر از ایجاد ظرفیت تولید جدید است، اولویت‌های سرمایه‌گذاری در کدام یک از این حوزه‌هاست؟ معیارهای راهبردی اساسی که پیشتر مطرح کردیم عنوان می‌کنند که صرفه جویی باید بر تولید مقدم شمرده شود، یعنی، هر جا سرمایه‌گذاری ممکن باشد باید روی فن‌ها و تکنیک‌هایی هدف‌گیری شود که تقاضا را بکاهد، و منظور از آن صرفاً افزایش عرضه نباشد.

اما، نوآوری‌ها در زمینه صرفه جویی، مانند مورد برخی پروژه‌های تجدیدپذیر، می‌توانند با مسائل و مشکلات اجرایی مواجه شوند. در حالی که تحقق بخشیدن به قسمت اعظم اقدامات مربوط به کارایی انرژی اولیه ممکن است آسان و ارزان باشد، بعضی از آنها مستلزم انجام کارهایی و خریداری آنها از جانب تک تک مصرف‌کنندگان است، و انگیزتین این نوع ابتکار عمل به روشی هماهنگ و کار آمد گاهی دشوار است. مجموعه‌ای از مسائل اجرایی دیگر و مشکلات جذب (سرمایه‌گذاری) بخصوص مقاومت نهادی در برابر تحول، نیز وجود دارد که ممکن است دامنه صرفه جویی‌های دامنه دار و از لحاظ نظری ممکن انرژی

را به اهمیت بخشیدن به انتقال هیدروژن تبدیل کرد. توزیع گاز نسبت به انتقال برق کارآمدتر است؛ گاز را می‌توان آسانتر ذخیره سازی کرد تا برق را. سوختن هیدروژن به عنوان محصول فرعی، آب تولید می‌کند. پس، تغییر جهت و موضع به آن چیزی که «اقتصاد هیدروژنی» نامیده شده است می‌تواند جاذبه‌هایی داشته باشد و برای احداث شبکه‌های عظیم گاز هیدروژن در سراسر جهان پیشنهادهایی ارائه شده است. چنانچه این امر تحقق نیابد، می‌توان هیدروژن را به صورت مایع با کشتی‌های مخصوص حمل و نقل کرد: در واقع این کار هم اکنون در مورد بارگیری هیدروژن از کارخانه‌های تولید هیدروژن در کانادا به کشتی‌ها به مقصد سوئد انجام می‌شود. کشورهای خاورمیانه، در دراز مدت باید آرایه‌های بزرگ پیل‌های خورشیدی فوتوولتایی را در نواحی بیابانی نصب کنند تا با برق آنها هیدروژن تولید کنند و به نواحی کمتر آفتابی جهان عرضه دارند. هیدروژن را می‌توان به عنوان سوختی پاکیزه در خودروها مصرف یا آن را در پیل سوخت به برق تبدیل کرد. پس، در آینده سیستمی می‌تواند شکل بگیرد که بر پایه هیدروژن تجدیدپذیر استوار باشد، که برق فقط به صورت محلی و در جایی و هنگامی که به آن نیاز پیدا کنند، تولید شود.

آیا این قضیه فقط با یک سرهم بندی فنی بسیار بزرگ مقیاس همسنگ است؟ پاسخ به این پرسش بستگی به این دارد که این سیستم چگونه طراحی، ایجاد و راه‌اندازی شده باشد. و به نفع چه کسانی. امکانات فنی و تکنیکی از این دست احتمالاً گستره جدید و کاملی از مناقشه‌ها و مجادله‌های راهبردی را در ارتباط با این که این سیستم‌ها را در آینده چگونه باید ایجاد کرد، خواهند گشود.

گزینه‌های راهبردی

شاید برترین بحث راهبردی عبارت باشد از مسئله شتاب و مقیاس زمانی توسعه انرژی تجدیدپذیر. با توجه به این که گاز طبیعی ارزان به صورتی منطقی پاکیزه است، تلاش در جهت پیشرفت سریع در ایجاد و کارانداختن فناوری انرژی تجدیدپذیر، پیش از هنگام و از لحاظ اقتصادی غیر واقعی تلقی می‌شود. اما، می‌توان از این قرار استدلال کرد که آرامشی که گاز عرضه کرده باید برای پژوهش و توسعه روز افزون منابع انرژی تجدیدپذیر به کار گرفته شود، پیش از آن که فناوری‌های مربوطه در مقیاس وسیعی استقرار یابند.

را که می‌شود عملاً در کوتاه مدت به آن دست یافت، محدود کنند. در پاره سوم این کتاب، به این مسائل و مشکلات نظر خواهیم کرد.

امید می‌رود که بتوان به تدریج این مسائل را حل کرد و صرفه جویی بتواند نقش حیاتی و تعیین کننده خود را، در کنار پروژه‌های توسعه و گسترش انرژی تجدیدپذیر، در یاری رساندن به حرکت به سوی یک سیستم عرضه و تقاضای انرژی تجدیدپذیر، بازی کند.

بین پروژه‌های انرژی تجدیدپذیر و کارایی هیچ انتخابی وجود ندارد: به طور کلی این دو مکمل یکدیگرند. هر دو مورد نیازند و باید هر دو هرچه سریعتر به کار گرفته شوند. اما، برخی تناقضهای تکنیکی خاص یافت می‌شوند. مثلاً هر چند که به طور کلی باید پروژه‌های صرفه جویی از جمله پیش نیازها باشند، در شرایطی ممکن است راه‌اندازی و استقرار پروژه‌های انرژی تجدیدپذیر، بخصوص پروژه‌های « بخش بخش و پیمانه‌ای »^۱ در مقیاس کوچکتر، کارآمدتر و آسانتر از کار درآیند. ممکن است تناقضهای فنی تکنیکی هم پیش آیند: در ساختمانی کاملاً جا افتاده و مجهز به وسیله‌های مصرف انرژی کارآمد، سطح و الگوی تقاضای انرژی تغییر می‌کند، به گونه‌ای که بهره‌گیری از نیروی خورشیدی در مقیاس خانگی کمتر مقرون به صرفه باشد. اگر روزی اتخاذ اقدام‌های کارایی انرژی در تمام بخش‌ها فراگیر شد، آنگاه الگوی کلی تقاضا نیز باید تغییر کند، و به این طریق بر انتخاب انرژی‌های تجدیدپذیر تا حدود زیادی تاثیر گذارد. واضح است که به رویکرد یکپارچه بهینه و آمیزه مناسبی از صرفه جویی مصرف انرژی تجدیدپذیر نیاز داریم.

عدم قطعیت‌های راهبردی کلی‌تری درباره تصحیح کردن آمیزه یادشده و تاکیده‌های کلی راهبردی، کماکان وجود دارد. مثلاً، گاهی این بحث پیش می‌آید که چون کشورهای پیشرفته در حال حاضر پرمصرف ترین جوامع به شمار می‌آیند، از این رو باید کارایی مصرف انرژی هم در مورد آنها، دست کم در ابتدا، در اولویت قرار گیرد. با توجه به مدارک و شواهدی که به دولت بریتانیا برای مرور سیاستگذاری انرژی اروپا ارائه شده، صلح سبز بین المللی یک نسبت سه به یک پیشنهاد کرده، که به موجب آن تعهد سرتاسر اروپا به یک درصد افزایش سالانه مصرف انرژی تجدیدپذیر و سه درصد کاهش سالانه مصرف انرژی، از طریق سرمایه‌گذاری در ارتقای کارایی انرژی، خواسته شده است.^۲

1. modular

2. Greenpeace , 1995

نگاهی دیگر به موضوع از این قرار است که کشورهای پیشرفته باید هدایت این حرکت را به دست گیرند و توسعه و تکامل تکنیک‌های تولید انرژی تجدیدپذیر را، هم برای کاربردهای خودشان و هم، به همان میزان مهم، اگر مهمتر نباشد، برای کشورهای در حال توسعه، در بالاترین اولویت قرار دهند. در غیر این صورت، کشورهای تازه‌صنعتی شده از منابع سوخت فسیلی بهره‌خواهند گرفت. بنابراین نگرش، چون کشورهای پیشرفته در حال حاضر از تخصص و مهارت برخوردارند، باید تکنیک‌های انرژی تجدیدپذیر را پدید آورند و سپس آنها را به جهان در حال توسعه منتقل کنند.

بیکار برای اعمال سلطه؟

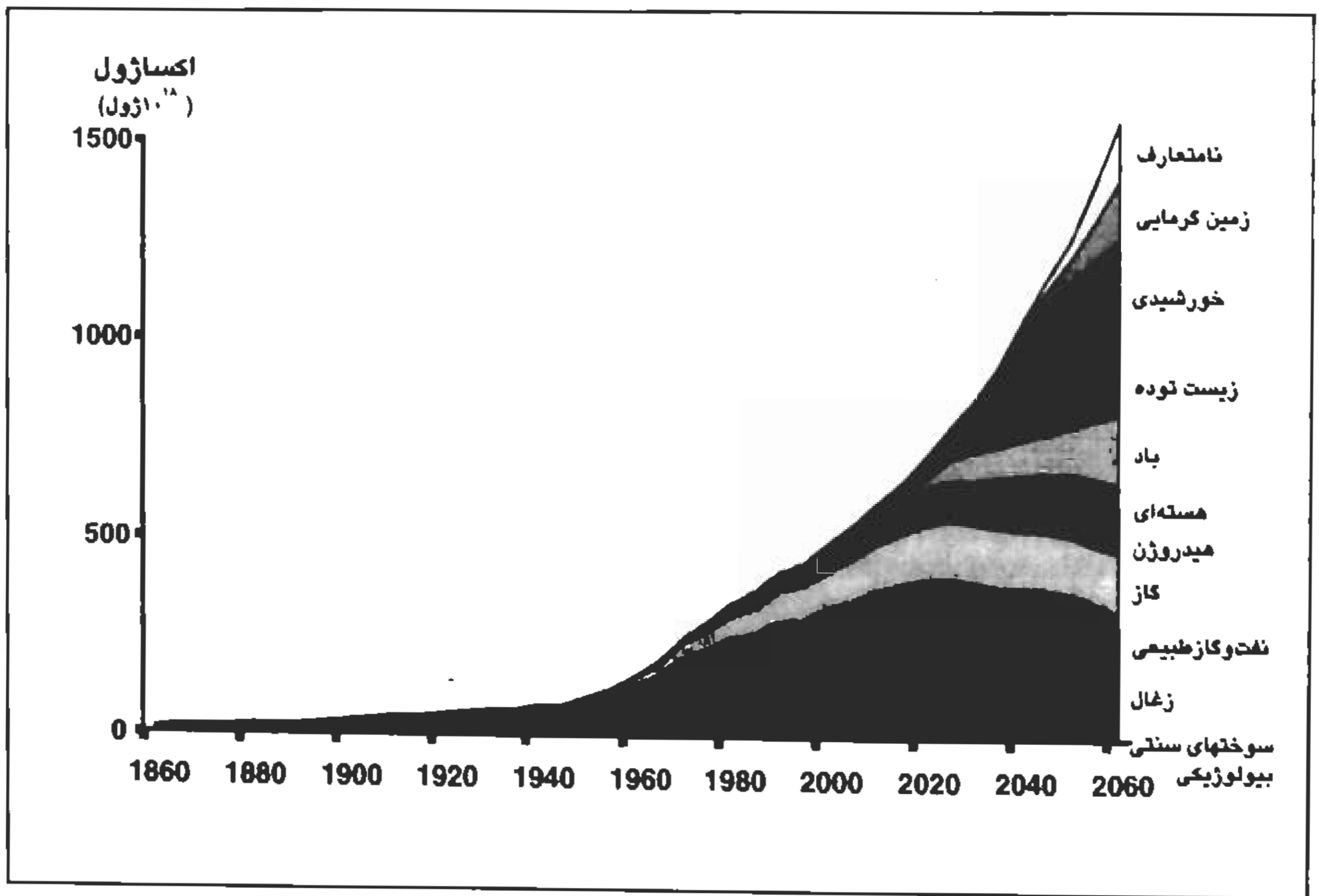
واضح است که، درک و دریافت راهبردی مؤثر بر برخی نگرش‌های مشروع در بالا از این قرار است که، بدون توجه به موازنه دقیق بین آنها، فناوری انرژی تجدیدپذیر و صرفه‌جویی گزینه‌های سوخت‌های فسیلی‌اند و اینها باید به تدریج، یا شاید هم حتی شتابان، جایگزین سوخت‌های فسیلی شوند، و حتی جای نیروی هسته‌ای را هم بگیرند.

در شرایط راهبردی (درازمدت)، توصیه می‌شود که، به منظور رسیدن به پایداری، ضعیف کردن بنیانهای سلطه و پیشوایی فناوری عرضه انرژی متداول، ضروری خواهد بود، یعنی باید چیرگی سیاسی، اقتصادی و نهادی آن به چالش کشانده شود. به این ترتیب، انرژی‌های تجدیدپذیر باید با گزینه‌های عرضه متداول در همان زمینه خودشان، یعنی در چارچوب تولید مواجه شوند، در حالی که صرفه‌جویی باید تقاضا را کاهش دهد و مسائل و مشکلات بحرانی مصرف انرژی را حل و فصل کند. هر دو مورد می‌تواند، تا حدودی، وضع موجود تولید انرژی ناشی از سوخت فسیلی و هسته‌ای را به چالش بکشانند.

باری، گاهی و اخیراً از جانب شرکت بین‌المللی شل، این بحث به میان آمده است که تعارض مستقیم بین فناوری‌های کهنه و نو ضرورتی ندارد و، عملاً، برای تمام وسیله‌های گوناگون فراهم آوردن گسترش انرژی، دست کم تا مدتی، فضا موجود است، زیرا رویهمرفته تقاضای انرژی جهانی در چند دهه آتی افزایش خواهد یافت.

در ستاریوی انرژی جهانی کمپانی شل تحت عنوان «رشد پایدار»^۱ (شکل ۸-۲)، که خلاصه‌ای از آن در سال ۱۹۹۵ منتشر شد، مصرف سوخت فسیلی، هیدروژن و نیروی هسته‌ای تا سال‌های ۲۰۲۰ و ۲۰۳۰

در حال افزایش مداوم دیده شده است، که در این سال‌ها یک نقطه هموار روی منحنی این مصرف حاصل می‌شود. در نتیجه، آرایش مجددی در این الگو برقرار می‌شود: مصرف نفت و سپس زغال سنگ شروع به افت می‌کند ولی مصرف گاز ثابت می‌ماند، در حالی که مصرف نیروی هسته‌ای و هیدروژن کماکان روبه گسترش تدریجی دارند. در عین حال، مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر «نو» به نحو فاحشی خیزش می‌کند، و حدود ۵۰ درصد مصرف انرژی جهانی در سال ۲۰۶۰ را تأمین خواهد کرد. باری، تقاضای کلی انرژی تقریباً با ضریب سه بالا می‌رود، به طوری که حتی تا سال ۲۰۶۰، سهم انرژی‌های تجدیدپذیر نو برای جانشینی سوخت‌های فسیلی، هیدروژنی و هسته‌ای، نسبتاً کم خواهد بود.^۱



شکل ۸-۲ سناریوی رشد پایدار شل (سالانه ۲٪)

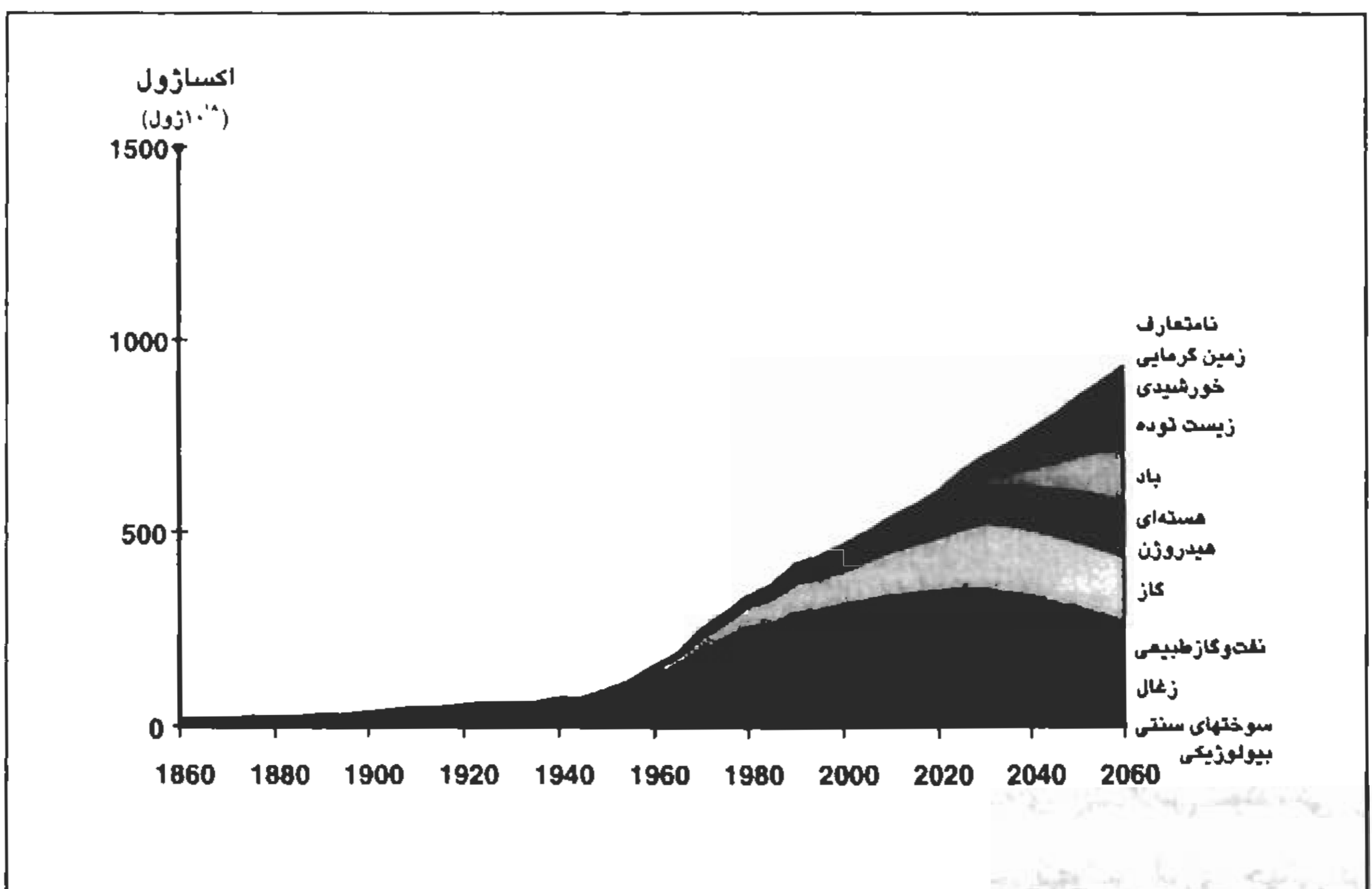
در واقع، به نظر می‌رسد که شل انرژی‌های تجدیدپذیر نو را جدا از جانشین برای منابع انرژی متداول، چیزی همچون یک «افزوده»^۲ اختیاری تلقی می‌کند. این امر در سناریوی «ماده زدایی»^۳ شل (شکل

1. Shell, 1995

2. addon

3. dematerialisation

۳-۸) بروز می‌یابد که در آن تقاضا از طریق تغییر جهت به سوی اقتصاد جهانی کارآمدتر برپایه فناوری اطلاعات و مصرف مواد کمتر انرژی بر، کنترل می‌شود. نتیجه از این قرار است که تقاضا تا سال ۲۰۶۰ فقط دو برابر می‌شود و سوخت‌های فسیلی وهسته‌ای قسمت اعظم نیاز انرژی را تأمین خواهند کرد. نقطه خیزش قسمت اعظم انرژی‌های تجدیدپذیر تا سال ۲۰۴۰ به تعویق می‌افتد. حتی از آن پس رشد انرژی‌های تجدیدپذیر نسبتاً کند است و «موج دوم انرژی‌های تجدیدپذیر تا سال ۲۰۶۰ لازم نیست»^۱



شکل ۳-۸ سناریوی ماده زدایی شل

قطعا، ایجاد کامل فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر مدتی طول می‌کشد، از این رو در این اثنا، برای جلوگیری از کمبودهای انرژی، مصرف سوخت فسیلی لازم است و در راه تلاش برای پایین نگه داشتن تقاضا و کاهش تأثیر تولید انرژی‌های متداول، باید به صرفه جویی روی آورده شود. اما شاید اجرای سازنده و مثبت این راهبرد قرار است فناوری‌های صرفه جویی و سوخت فسیلی همچون گاز طبیعی، CCGT و احتراق

زغال سنگ پاکیزه را در حکم برقرار کردن پلی به آینده خورشیدی به نمایش درآورد، به جای آن که آنها را به عنوان راه‌هایی برای جلوگیری یا سرکوب نیاز به انرژی‌های تجدیدپذیر، تلقی کند.

بر این اساس، با تأمل هم در خصوص نیاز به دید و نگرش و هم راهبردی به پاسخ به گرمایش جهانی، باید محتاطانه معیار راهبردی تهاجمی‌تر و فراتر را به فهرست فصل ۳ بیفزاییم! در حالی که سرمایه‌گذاری در صرفه جویی و کارایی انرژی ادامه دارد، به ایجاد فناوری تولید انرژی پایدار به عنوان امری مبرم و اضطراری ادامه دهیم.

این گزاره ضرورتاً به تدوین و اجرای یک برنامه ضربتی برای ایجاد و توسعه انرژی تجدیدپذیر دلالت نمی‌کند و قطعاً هم برنامه‌ای در پاسخ به صرفه جویی به شمار نمی‌آید. بلکه به این معناست که تحقیق و توسعه در زمینه انرژی تجدیدپذیر باید به نحو چشمگیری گسترش یابد و شتاب استقرار فناوری انرژی تجدیدپذیر حتی الامکان افزایش یابد، تا این که این اطمینان حاصل شود که گذار به پایداری را منافع به دست آمده از سیستم انرژی موجود با تأخیر مواجه نکند. واضح است که این موضوع به تعبیر و تفسیر و داوری‌های سیاسی بر می‌گردد، اما این دیدگاه دارد به نحو فزاینده‌ای در میان صاحبان قدرت و تصمیم‌گیران و در محافل سیاسی، فراگیر می‌شود.

همان طور که گفته شده است، سطح و میزان تعهد و وفاداری به ایجاد و توسعه انرژی تجدیدپذیر در نقاط مختلف جهان فرق می‌کند، هر چند که به نظر می‌رسد که رویهمرفته در حال رشد است. به این ترتیب، گرچه ممکن است احساس شود که برای بالابردن مصرف انرژی هسته‌ای باید تلاش شود، یکی از نتایج کلیدی که معمولاً شورای نسبتاً محافظه کار انرژی جهان، در چارچوب کنفرانس انرژی جهانی در کیوتو در سال ۱۹۹۵ به آن رسید، این بود که میزان پشتیبانی از ایجاد و توسعه انرژی تجدیدپذیر باید افزایش یابد. این شورا می‌افزاید:

دو سه دهه آینده نمایانگر دوران کلیدی و مهم فرصت گذار به مسیری پایدارتر است. اما اگر این فرایند را هم اکنون آغاز نکنیم، مسیرهای گوناگون توسعه در دراز مدت احتمالاً مسدود خواهد شد.^۱

برای آینده فوری ظاهراً نیاز اساسی عبارت است از تداوم توسعه و استقرار فناوری‌های پایدار جدید و آغاز فرایند دراز مدت آموزش چگونگی پاسخ به مسائل اجرایی گوناگونی که به طور اجتناب ناپذیری سر بر می‌آورند. همین مسائل و مشکلات است که در صفحات آتی به آنها خواهیم پرداخت.

جمع‌بندی

- فناوری‌های انرژی پایدار می‌توانند امنیت عرضه را، مثلاً از طریق کاهش اتکا به سوخت وارداتی، افزایش دهند.
- تنوعی و ادواری بودن منابع انرژی تجدیدپذیر را می‌توان با استفاده از شبکه‌های یکپارچه و نیز احتمالاً تغییر مسیر به سوی اقتصاد هیدروژنی جبران کرد.
- درباره‌ی توازن صحیح بین صرفه جویی و فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر، وشتاب و مقیاس درست و صحیح استقرار آنها به طور کلی، مناقشه‌ها و مباحثه‌های دیرپایی برقرار است.
- حرکت شتابان به سوی توسعه و استقرار سیستم‌های انرژی پایدار ضروری است، اما احتمالاً مجموعه‌ای از مشکلات و مسائل اجرایی در این راه وجود دارد.

برای مطالعات بیشتر

یکی از دیدگاه‌های نسبتاً محافظه کار اما باز هم مثبت و سازنده نسبت به نیازهای راهبردی ایجاد و توسعه انرژی پایدار در منبع زیر مطرح شده است:

World Energy Council's *Renewable Energy Resources* (1994, Kogan Page, London).

در مطالعات بین‌المللی متنی تحت عنوان :

The Evolution of the World's Energy system 1860 - 2060

که در سال ۱۹۹۵ (shell, London) منتشر شده، ذکر شده است. دیدگاهی ریشه‌نگرتر را هرمن شیر، رئیس گروه تصمیم‌گیری یوروسولار، از اعضای پارلمان آلمان، در رساله موثرش، *A solar manifesto* (1994, James & James, London) اتخاذ کرده است.

پاره سوم

مسائل و مشکلات اجرایی

فناوری‌های انرژی پایدار در تمام دنیا در حال ایجاد و توسعه‌اند. باری، بر سر راه این فرایند ممکن است موانعی پیش آیند. در پاره سوم به برخی محدودیت‌ها و مشکلات فنی، اقتصادی، راهبردی، و زیست محیطی رودررو با توسعه و اجرای گزینه‌های انرژی پایدار نگاه می‌اندازیم. این نگاه بخصوص روی دشواری‌های نهادی کسب حمایت و پشتیبانی برای ایجاد و توسعه فناوری انرژی تجدیدپذیر، و بر مسائل و مشکلات دستیابی به پذیرش همگانی و متقاعد کردن آنها به استفاده از چنین فناوری‌های نوظهوری متمرکز می‌شود. هر چند که فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر در چارچوب و زمینه‌های زیست محیطی در مقایسه با فناوری انرژی متداول مساعد و بی‌خطرند، باز هم ممکن است آثار زیست محیطی محلی و موضعی داشته باشند و واکنش‌های نا مساعد همگانی می‌توانند مانعی برای عملیات اجرایی این فرایند به شمار آیند.

فصل ۹

گام‌های آغازین: موانع نهادی

- ✓ مشکلات تحقیق و توسعه
- ✓ مقاومت نهادی در برابر تغییر
- ✓ ضرورت «به نتیجه رساندن»

ایجاد و توسعه فناوری‌های نو هرگز آسان نبوده است. در این فصل به دشواری‌هایی می‌پردازیم که در هنگام تلاش در راه سرمایه گذاری برای تحقیقات، بر سر راه فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر پیش آمد، و از برنامه نیروی امواج بریتانیا به عنوان نمونه یاد خواهیم کرد. به شیوه ای هم اشاره خواهیم کرد که طی آن بهره‌گیری نیروی باد در سرتاسر جهان مرسوم شده، ضمن این‌که راهبردهای تحقیق و توسعه‌ای را که اتخاذ شده‌اند، مشخص می‌کنیم. سرانجام، از مسائل و مشکلات فنی یاد می‌کنیم که در برنامه زمین گرمایی بریتانیا چهره کردند، و تصریح خواهیم کرد که پروژه‌های جدید چگونه می‌توانند در مراحل اولیه شکست بخورند.

موانع ایجاد و توسعه انرژی پایدار

وقتی تلاش می‌شود که فرایند طولانی مدت توسعه و استقرار فناوری‌های نو را آغاز کنند، مجموعه کاملی از دشواری‌ها و موانع فنی، اقتصادی و نهادی رخ می‌نمایند. این محدودیت‌ها و قید و بندها بخصوص در مورد فناوری انرژی پایدار بارز بوده است و می‌توانند گستره‌ای را شکل دهند که این فناوری‌های انرژی نو در چارچوب آن ممکن است در حمایت از حرکتی به سوی یک آینده انرژی پایدار نقش بازی کنند - یا دست کم می‌توانند بر شتاب این گذار تأثیر گذارند.

در این فصل بر مرحله اولیه فرایند تحقیق و توسعه تمرکز می‌کنیم و، در نتیجه، بر فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر تأکید می‌ورزیم، زیرا به طور کلی، در این زمینه فعالیت‌های تحقیق و توسعه بسیار ضروری است. روش‌ها و تکنیک‌های صرفه‌جویی انرژی نسبتاً بخوبی جا می‌افتند، و مسئله اصلی در این زمینه حمایت از استقرار آنهاست. در فصل بعد به مسائلی خواهیم پرداخت که در استقرار و اجرای فناوری‌های صرفه‌جویی انرژی و انرژی تجدید پذیر با آنها مواجهیم.

در این جا بیشتر با مرحله اولیه راه‌اندازی و بویژه با مسائلی بیشتر سرو کار داریم که پژوهشگران در راه کسب بودجه دولتی اولیه برای تحقیق در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر با آنها روبه رو شده‌اند. به طوری که ملاحظه خواهد شد، این کار (راه‌اندازی اولیه و کسب حمایت مالی) همواره آسان نبوده است و حتی وقتی تحقق یافت معلوم نیست پروژه‌های حاصل بخوبی پیش بروند و این حمایت‌های مالی دولت هم تداوم داشته باشند.

آغاز کردن

اکثر فناوری‌های جدید به پشتیبانی تحقیق و توسعه اولیه نیاز دارند تا پا بگیرند، و دستیابی به این حمایت با موانع نهادی عمده رو به روست، زیرا منبع بالقوه حمایت اولیه احتمالاً باید از طریق دولت تأمین شود. در این مورد که روی کدام پروژه‌ها باید سرمایه‌گذاری شود و پروژه‌ها چگونه اجرا شوند، به طور اجتناب ناپذیری اختلاف نظر پیش می‌آید. وقتی فناوری‌ها در مرحله نخست توسعه باشند، قطعاً «انتخاب درست» دشوار است. افزون بر این، ممکن است در برابر مراحل توسعه جدید از جانب کسانی که در مجموعه موجود فناوری‌ها مقاومت ابراز شود و فقدان تعهد از جانب تصمیم گیران نسبت به پیشروی در حوزه‌ای که ممکن

است مخاطره آمیز به نظر رسد و برنامه‌های توسعه‌ی دراز مدت باشند، نیز از موانع موجود به شمار می‌آیند. در واقع ما با واقعیت نوع پیکار در راه سلطه‌ای مواجهیم که در فصل ۸ از آن یاد کردیم. به جای تلاش در راه تحلیل مسائل و مشکلات نهادی رودر روی فناوری‌ها و مواد تجدیدپذیر به طور نظری و مجرد، تمرکز بر برخی نمونه‌های خاص می‌تواند مفید باشد. اکنون، از طریق یک رشته مورد پژوهیهای کم دامنه، به مسائلی نظر می‌اندازیم که در برابر مجموعه‌ای از پروژه‌های انرژی تجدیدپذیر قرار گرفته‌اند. بررسی‌های خود را با مرور مختصر شیوه‌های پرداختن به بهره‌گیری از نیروی امواج در بریتانیا آغاز می‌کنیم، که یکی از نمونه‌های مشهورتر، و شاید بدنام، نرسیدن یک کار به سرانجام خود به شمار می‌آید.

برنامه انرژی امواج بریتانیا

به طوری که در فصل ۷ گفته شد، در سال ۱۹۷۴، دولت کارگری یک برنامه تحقیق و توسعه در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر را اعلام کرد. این برنامه، هر چند که نه چندان پر دامنه، در دولت‌های بعدی بریتانیا پی گرفته شده است، و امکان اجرا و توسعه و یا ارزیابی گستره‌ای از فناوری‌ها را فراهم آورده است. نیروی امواج را در ابتدا پیش‌تاز و بحث نخست در این زمینه می‌دانستند. گرین انگلند، رئیس هیئت مدیره مرکزی برق^۱ انگستان، در سال ۱۹۷۸ اظهار نظر کرد که: «برای تأمین برق کل بریتانیا با آهنگ مصرف کنونی» می‌توان نیرو و انرژی کافی عرضه کرد.^۲

در سال ۱۹۷۹ که دولت محافظه کار قدرت را در دست گرفت، از این پروژه کماکان حمایت شد. جان مور، وزیر انرژی، در سپتامبر ۱۹۸۰ اظهار داشت که: «پژوهشگران نیروی امواج با هر دشواری و مانع دیگری که برخورد کنند، عدم حمایت دولت از جمله آنها نخواهد بود.»^۳ گروه‌های ورزیده در دانشگاه‌ها و جاهای دیگر باشوق و علاقه در این زمینه کار کردند؛ در دریای آزاد پیش نمونه‌های این دستگاه‌ها با مقیاس واقعی آزمایش شد.

اما، تا سال ۱۹۸۲ دیدگاه‌ها تغییر کرد و تحقیق و توسعه در زمینه نیروی باد، در پی ارزیابی تمامی منابع تجدیدپذیر (جدا از نیروی کشندی، که جداگانه بررسی می‌شد)، از جانب کمیته مشورتی دولت درباره تحقیق

1. Central Electricity Board

2. England, 1978 : 272

3. Moor, 1980

و توسعه (ACORD) قطع شد. دولت از ACORD خواسته بود که گزینه‌های انرژی تجدیدپذیر را به‌عنوان پاره‌ای از فرایند مرورمنظم آن، در پرتو کاهش‌های قابل انتظار در بودجه کلی تحقیق و توسعه انرژی تجدیدپذیر (از ۱۴ میلیون پوند به ۱۱ تا ۱۲ میلیون پوند) و کاهش مخارج بودجه، ارزیابی کند.

دیویدملور، وزیر انرژی وقت، بعداً اظهار داشت که ثابت نشده است که «مجزا کردن این بخش از صرفه جویی‌های دولت در هزینه‌های عمومی امکان پذیر است»^۱.

توجیه کاهش بودجه تحقیقاتی نیروی امواج، توجیهی اقتصادی بود. واحد پشتیبانی فناوری انرژی^۲ که نیروی امواج و سایر انرژی‌های تجدیدپذیر را برای ACORD مرور می‌کرد، هزینه احتمالی تولید انرژی امواج را هر کیلووات ساعت ۴ تا ۱۲ پوند قرار داد. و نتیجه گرفته است که «نیروی امواج احتمالاً فقط در آینده‌ای مقرون به صرفه خواهد بود که از فناوری انرژی تجدیدپذیر دیگری مطلوبتر باشد»^۳.

تمامی حکایت مرور ACORD و رویدادهای بعدی آن پیچیده است و باب موضوع‌های عمومی جالبی را، مثلاً در ارتباط با شیوه‌های جاری نوآوری فناورانه، می‌گشاید.^۴ اما، موضوع‌های راهبردی اساسی نسبتاً روشن و هویدایند. رویکرد اتخاذ شده در برنامه اولیه دولت بریتانیا در مورد نیروی امواج، از حدود سال ۱۹۷۶ به بعد، بر تثبیت و جانداختن یک هدف «طراحی مرجع» گیکاواتی (GW)^۵ قرار گرفت و از گروه‌های کارشناسی نیروی امواج خواست تا پیشنهاد‌های خود را در این زمینه ابراز کنند. با توجه به این که تنها مدل‌های مخزن آزمایشی در این مرحله قابل دسترس بودند، تلاش در راه فائق آمدن بر دشواری‌های مربوط به طراحی‌هایی برای سیستم‌های تمام مقیاس که باید ۲۰۰۰۰ تن یا بیشتر را جابه جا می‌کردند، آشکارا حرکتی جهشی به شمار می‌آمد. در نتیجه این رویکرد را تحت عنوان نابهنگام و شتابزده مورد انتقاد قرار دادند - که مطالبات از چنین فناوری زودرس و جنبی بسیار زود هنگام بود. یکی از مفسران این فرایند را به «طراحی یک آبر مخزن تشبیه می‌کند در حالی که در همان زمان تازه دارد اصول معماری شناورهای دریایی ایجاد می‌شود»^۶.

1. Mellor , 1982

2. Energy Technology Support Unit

3. ETSU, 1982 : 14

4. Elliott, 1995

5. Elliott, 1995

6. Flood , 1991 : 44

آیا کوچک زیاست؟

برخی نظریه پردازان در حوزه نوآوری‌ها اظهار داشته‌اند که پروژه‌های بزرگ مقیاسی از این دست لاجرم انعطاف ناپذیرند و اجازه سازگاری تدریجی، توسعه فزاینده، پسخورد و عبرت گرفتن و فراگیری از اشتباهات را نمی‌دهند. به این ترتیب، در مطالعه‌ای که به سال ۱۹۹۳ پیرامون برنامه نیروی امواج بریتانیا انجام شد، اودلی جناس^۱ اظهار داشت که هدف طراحی سیستم امواج دو مگاواتی اشتغال ذهنی تشکیلات انرژی بریتانیا با واحدهای بزرگ مقیاس را منعکس کرده که وی آن را برخورداری از «همه جوانب فناوری انعطاف ناپذیر» تلقی کرده است. به این ترتیب، در مورد برنامه انرژی امواج، «زمان در پیش طولانی به نظر می‌رسد، سرمایه بری بالاست، و ابعاد واحد بزرگ‌اند» و «سرمایه‌گذاری‌های زمانی، مالی و سایر منابع باید انجام شود پیش از آن که هیچگونه علم و اطلاعی درباره کارکرد عملی و بهبودهای این سیستم‌ها در دست باشد»^۲.

این امر به نوبه خود برآمدن از عهده هزینه‌های پیش بینی‌شده محسوس را دشوار و حتی تصمیم‌گیری‌های محسوس در خصوص آینده این فناوری را دشوارتر می‌کند. استفن سالتر، مخترع سیستم نیروی موجی «غوطه‌ور»^۳، اظهار می‌کرد که این کار مثل این است که بکشیم «تصمیم بگیریم سیاستگذاری‌های هوانوردی خود را بر مبنای اطلاعات سال ۱۹۱۰ استوار کنیم»^۴.

مستقل از همه اینها ادعایی از این قرار ابراز شده است که در ارزیابی‌های ACORD خطاها و اشتباههایی راه یافته و برخی از ارزیابی‌های مطلوبتر مشاوران خارجی پنهان نگه داشته شده است. درباره شیوه‌های به کارگیری و راه‌اندازی نیروی امواج، مباحثه‌های حادی در گرفته است. برخی منتقدان اظهار داشته‌اند گرایش پشتیبانی از نیروی هسته‌ای وجود داشته است و نگرانی‌هایی درباره جایگاه و محل ETSU در تأسیس تحقیقات مرکز انرژی اتمی درهارول ابراز کرده‌اند. ETSU، به سهم خود، بر استقلال‌اش تأکید ورزید. منتقدانی دیگر ادعا کردند که، دست کم این فناوری در مرحله بسیار ابتدایی ایجاد و توسعه‌اش ارزیابی شده است. بنابر نظر کمیته انتخابی مجلس عوام در مورد انرژی، متشکل از همه احزاب،

1. Audley Genus

2. Genus, 1993 : 141

3. duck

4. Salter, 1981 a

در ۱۹۸۴ خاطر نشان کرد، شک و تردید این است که انرژی امواج «پیش از آغاز عملاً از دور مسابقه کنار رفته بود»^۱.

برای اختلاف نظر میان کارشناسان قطعاً جایی وجود داشت؛ آنان با مشکل آزارنده هزینه مجموعه و گستره‌ای از سامانه‌های نوظهور روبه رو بودند. یکی از سخنگویان وزارت انرژی در پی یکی از نشست‌های کمیته انتخابی انرژی ناگزیر شد بگوید که «قطعاً برای دآوری‌های مختلف در مرحله اولیه ایجاد و توسعه یک دستگاه» مجال کافی وجود داشته است.^۲

از سوی کمیته منتخب و از سوی صاحبان قدرت هوادار انرژی تجدیدپذیر برای ارزیابی مجدد این عرصه فشار چشمگیری وارد می‌آمد و در سال ۱۹۸۹ از جانب ETSU مرور جدید این موضوع در این حوزه آغاز شد. اما سرانجام که در ۱۹۹۲ نتایج اعلام شدند، جملگی مشابه بودند: انرژی امواج دریاها عمیق هنوز هم اقتصادی نیستند و سیستم‌های انرژی امواج نزدیک به ساحل یا ساحلی چندان مطلوب تلقی نشدند.^۳

البته، باید گفت که در طی ده سال بعد از تصمیم به کاهش بودجه تحقیق و توسعه در سال ۱۹۸۲، در این زمینه کار چندانی صورت نگرفته، و نتیجه‌گیری یاد شده در بالا نباید شگفت‌آفرین باشد. با همه این احوال، نتیجه این بود که نیروی امواج مادام که دولت بریتانیا از بابت انرژی نگران نشده، کماکان «مقوله‌نمای دور» باقی می‌ماند و این موضع‌گیری همچنان ادامه دارد. هر چند که نشانه‌هایی از علاقمندی صنایع به انرژی امواج در مقیاس کوچکتر دیده شده است، تصمیم ۱۹۸۲ در توقف کار روی انرژی امواج در دریاها عمیق تأثیر قطعی بر جای نهاده است.

ایجاد فناوری

به نظر می‌رسد که سرگذشت نیروی امواج تا وقتی پذیرفته شود، با مسائل و مشکلات عمده فناوری مواجه است: می‌تواند گرایش‌های نهادی و فقدان دید وجود داشته باشد. به این ترتیب در اظهار نظر درباره شیوه ارزیابی برنامه انرژی امواج در سال ۱۹۸۲، کمیته منتخب مجلس عوام درباره انرژی تأکید کرده است که هیچ‌گونه شواهدی در این مورد وجود ندارد که وزارت انرژی «هزینه‌های خیلی زیادتر تحقیقات در زمینه

1. Select Committee , 1984:

2. Select Committee , 1992 : 125

3. Thorpe , 1992

راکتور زاینده تند و شکافت هسته‌ای در قبال ضابطه‌های دشوارگیر هزینه‌ای مشابه را هرگز ارزیابی نکرده است - و قطعاً در مرحله اولیة توسعه هم این کار را انجام نداده است.^۱

البته، به همین ترتیب، باید گفت که در مورد نیروی امواج ارزیابی‌های منفی سرانجام درست از کار در آمدند، هر چند که در حال حاضر به هیچ وجه نمی‌توان این موضوع را اثبات کرد. با توجه به عدم قطعیت‌ها، و قطع نظر از درست‌ها و نادرست‌های شیوه پرداختن به انرژی امواج در بریتانیا، حکم کردن در این خصوص که فناوری‌های جدید چگونه ایجاد و توسعه پیدا کنند، آشکارا دشوار است. قسمت اعظم اطلاعات اساسی در حال حاضر در دسترس نیستند و سابقه و سنت‌اندکی از آنها باقی است، بخصوص در مورد فناوری‌های نوظهوری چون حوزه انرژی‌های تجدیدپذیر این موضوع صادق است؛ اطلاعات موجود می‌توانند مفید باشند.

خرد مورد پژوهی دوم مرتبط با شیوه‌های ایجاد و توسعه نیروی باد این مسائل را بخوبی تشریح کرده‌اند، و عمدتاً بر رویکردهایی تمرکز یافته‌اند که در ایالات متحده آمریکا، بریتانیا و دانمارک اتخاذ شده است. در این مورد، تأکید ما از مرحله تحقیقات مقدماتی به مرحله توسعه و سپس به راه‌اندازی سیستم در چارچوب تجاری هدایت می‌شود.

توسعه [فناوری بهره‌گیری از] نیروی امواج

ایالات متحده آمریکا از نیمه دهه ۱۹۷۰ رویکرد هوا - فضایی «فناوری پیشرفته» ای به ایجاد و توسعه نیروی امواج اتخاذ کرد، و در این چارچوب بر ساخت پیش نمونه‌های پیچیده هر چه بزرگ شونده ای چون سری‌های «Mod 2» Boeing / NASA 2.5MW تأکید نهاد.

آلمان و سوئد نیز مبادرت به انجام پروژه‌های مشابهی کردند. وقتی بریتانیا برنامه‌های خود را در زمینه انرژی باد در اوایل دهه ۱۹۸۰ آغاز کرد، همان رویکرد را در پیش گرفت. بعد از ساختن یک پیش نمونه کوچکتر با قدرت ۲۵۰ KW، یک ماشین ۳ MW در جزایر ارکنی^۲ در آن سوی سواحل اسکاتلند به دست گروه انرژی باد نصب شد. هزینه این مجموعه سرانجام به ۱۷ میلیون پوند سرزد.

1. Select Committee, 1984

2. Orkney

اما، ماشین‌های بزرگ عملکرد موفقی نداشتند: برخی نقص‌های فنی ناشی از، مثلاً، تنش‌های زیاد بر پره‌های عظیم بروز کرد. به طور کلی، بعد از آن شور و اشتیاق اولیه این ماشین‌ها و پره‌های خیلی بزرگ، پیچیده و گران تشخیص داده شدند، که خیلی زود فناوری را به چالش می‌طلبید.

تأکید بازار در سرتاسر جهان، روی ماشین‌های کوچکتر با توان اسمی حدود ۳۰۰ تا ۴۰۰ کیلووات قرار گرفت.

دانمارک از قبل با تأکید اولیه بر ماشین‌های نسبتاً ساده و مستحکم، مبتنی بر رویکردهای مهندسی کشاورزی جا افتاده، نقش پیشتازی یافته بود. مهندسان کشاورزی محلی، که تقریباً بر پایه صنایع دستی اما با حمایت دولتی با اهداف دقیقاً مشخص عمل می‌کردند، توربین‌های بادی کوچکی ساختند که بعداً در دنیا شناخته و تثبیت شدند. دستگاه‌های دانمارکی به تعداد زیاد به ایالات متحده آمریکا و بعداً به بریتانیا فروخته شدند و بعداً به تدریج که تجربه فنی پیرامون آنها به دست آمد و بازارهایش گسترش یافت، شمار تولید آن افزایش یافت. بعداً ژاپن، ایالات متحده و بریتانیا طرح‌های کوچکتری از آنها پدیدآورده‌اند.

به این ترتیب، استدلال‌های ارائه شده بر علیه پروژه‌های بزرگ مقیاس در ارتباط با نیروی امواج در مورد نیروی باد نیز آشکارا اعمال می‌شدند. قسمت اعظم توربین‌های بادی پیچیده که در ابتدا در ایالات متحده (به وسیله ناسا، بوئینگ و...) ساخته شدند، در بریتانیا (به دست کنسرسیون گروه انرژی باد که صنایع هوا - فضای بریتانیا را در بر می‌گرفت) و جاهای دیگر (مثلاً، در آلمان که واحد ۶ MW ساخته شد) اکنون فراوان شده‌اند.

بخشی از مسئله و مشکل رویکرد «سلسله مراتبی»، و «فناوری پیشرفته» بزرگ مقیاس از این قرار بود که مفاهیم مهندسی هوا - فضایی مطابق انتظاری نبود که در هنگام طراحی سیستم‌هایی داشتند که باید با بارهای باد شدیداً متغیر کار کنند. به نظر یکی از مهندسان توربین باد امریکایی: «ما به اشتباه به اصول هوا - فضایی جریان آرام می‌اندیشیدیم، و عمدتاً گستره مشکل محیط باد را درک نکردیم».^۱

نتیجه نهایی، ضعف برنامه تحقیقاتی را هویدا می‌کند؛ یعنی اتخاذ کردن رویکرد به اصطلاح «انگیزه فناوری» در تقابل با دمسازی با پاسخ به «کشش بازار». البته، در سال‌های اول هیچ بازاری برای توربین‌های باد وجود نداشت اما همین که این توربین‌ها ساخته شدند «انگیزه فناوری» به «کشش تقاضا» جای سپرد.

دانمارک نیک بخت بود که در موضعی قرار داشت که از این موضوع، مثلاً بر اساس بازار با گسترش شتابان ایالات متحده بهره برداری کند و برای مدتی از سهم ۹۰ درصدی این بازار بهره مند شود. بعداً ژاپن با وسیله‌ها و دستگاه‌هایی با طراحی کوچکتر وارد بازار جهانی در این زمینه شد.

جالب این که، ابعاد این ماشین‌ها اکنون در حال افزایش است، و ماشین‌های ۵۰۰ تا ۷۰۰ کیلوواتی در حال حاضر مورد استفاده است و واحدهای یک مگاواتی هم در راه‌اند. به نظر می‌رسد توسعه فرایند از ابزار نظم امروز است. قطعاً رویکرد به ساخت ماشین اولیه که در دانمارک اتخاذ شد کم هزینه تر از آن بود که در ایالات متحده آمریکا به آن روی آوردند - در خلال مرحله اول، صنایع انرژی باد دانمارک کلاً ۵۲ میلیون دلار کمک دولتی دریافت کرد، در حالی که رقم معادل برای ایالات متحده ۴۵۰ میلیون دلار بود.^۱ در این صورت، رویهمرفته، به نظر می‌رسد که اکنون توجه اولیه روی ماشین‌های کوچک بوده است، که بر پایه رویکرد پایین ترین هزینه ساخته شدند، و آشکارا بر رویکرد «سلسله مراتبی» و فناوری پیشرفته پیروز شد و شالوده گسترش را بنیاد نهاده است.

کامیابی‌ها و ناکامی‌های فنی

مثال توربین بادی نشان می‌دهد که چگونه الگوهای توسعه فناورانه با ساز و کارهای اقتصادی بازار تعامل می‌کنند و اقتصاد آشکارا موضوع محوری و مرکزی فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر را تشکیل می‌دهد. یکی از راه‌های کاهش مشکلات نهادی و اقتصادی از این قرار است که اگر بتوان به پیشرفت فناورانه دست یافت ممکن است، مثلاً، به کاهش هزینه‌های تولید کمک شود و در زمینه فناوری اعتماد و دلگرمی بیشتری به وجود آید.

پیشرفت‌های فناوری امکان پذیر است، همان گونه که بهبود بازدهی میسر است. اما، به همان میزان مشکلاتی در فناوری می‌توانند به وجود آیند که ممکن است منابع سرمایه گذاری و تأمین هزینه‌ها را از ادامه پشتیبانی یک فناوری جدید منصرف کنند. این مخاطرات ممکن است بسیار بزرگ تلقی شوند.

این موضوع ظاهراً در مثال بعدی ما مربوط به سرنوشت فناوری «صخره خشک داغ» زمین گرمایی در بریتانیا، رخ نموده است.

برنامه زمین گرمایی بریتانیا

تصور می‌شود که منابع بالقوه زمین گرمایی [در بریتانیا] خیلی عظیم باشد که، اگر به طور کامل تکوین و توسعه یابد، احتمالاً ۱۰ درصد نیازهای برق بریتانیا را تأمین می‌کند. برنامه صخره خشک داغ بریتانیا شامل یک چاه آزمایشی در کمبورن کورن ول بود، که دولت روی آن سرمایه گذاری کرد. یک مجموعه چاه دوگانه حفر شد، اما نتایج اولیه نومیدکننده بودند: به علت بروز مشکلات زمین شناختی انرژی کمتری نسبت به آن که انتظار می‌رفت، تولید شد. جانداختن پیکربندی یک چاه گرمادهنده کارآمد کاری دشوار و پرهزینه است، حتی با فرض این که مفاهیم اساسی قابل اعتماد و مستدل باشند.

همان طور که به یاد دارید، این ایده عبارت است از ایجاد یک سیستم شکاف (درزه) بین کف دو چاه تا به عنوان وسیله‌های گردآور گرما عمل کند، و آب سردی که به ته یکی از چاهها تلمبه شود تا آب داغ یا بخار از چاه دیگر بیرون بزند. سیستم شکاف معمولاً از طریق منفجر کردن خرج باروت‌اندکی در ته چاهها ایجاد می‌شود. اما، این کار باید دقیقاً به طریق درستش انجام شود.

به بیان ساده، اگر سیستم شکافی که ایجاد می‌شود اجازه عبور آسان آب را بدهد، این جریان بسیار سریع است و به اندازه کافی داغ نیست که برداشت شود. اگر مبادله کن مصنوعی گرما که به وسیله شکاف ایجاد شده در برابر آب تلمبه شده مقاومت خیلی زیادی بروز دهد، سرعت جریان آب کاهش می‌یابد و بار دیگر گرمای کافی جذب نمی‌شود. رابطهای شکاف باید به دقت و به درستی برقرار شوند و این امر به ماهیت زمین شناختی دقیق چینه‌های زمین بستگی دارد. بنابراین، انتظار می‌رفت که تا دستیابی به موفقیت، شکست‌هایی رخ بنمایند، درست همان گونه که کمپانی‌های اکتشاف نفت می‌پذیرند که حفر بسیاری از چاههای اولیه با شکست روبه رو شوند.

با همه این احوال، شکست‌ها و ناکامی‌های اولیه چاه کورن ول به از دست رفتن اعتماد به پروژه منجر شد، که تا این مرحله حدود ۴۲ میلیون پوند هزینه برداشت. در سال ۱۹۹۴ این برنامه بریتانیا متوقف شد، که دولت نتیجه گرفت که فناوری در آن حد نیست که از این طریق برقی صرفه جویانه تولید شود. کار در زمینه انرژی زمین گرمایی در جاهای دیگر ادامه یافته است، اما پروژه کمبورن^۱ به عنوان یک ناکامی توصیف شده است.^۲

1. Camborne

2. National Audit Office, 1994

نتیجه گیری

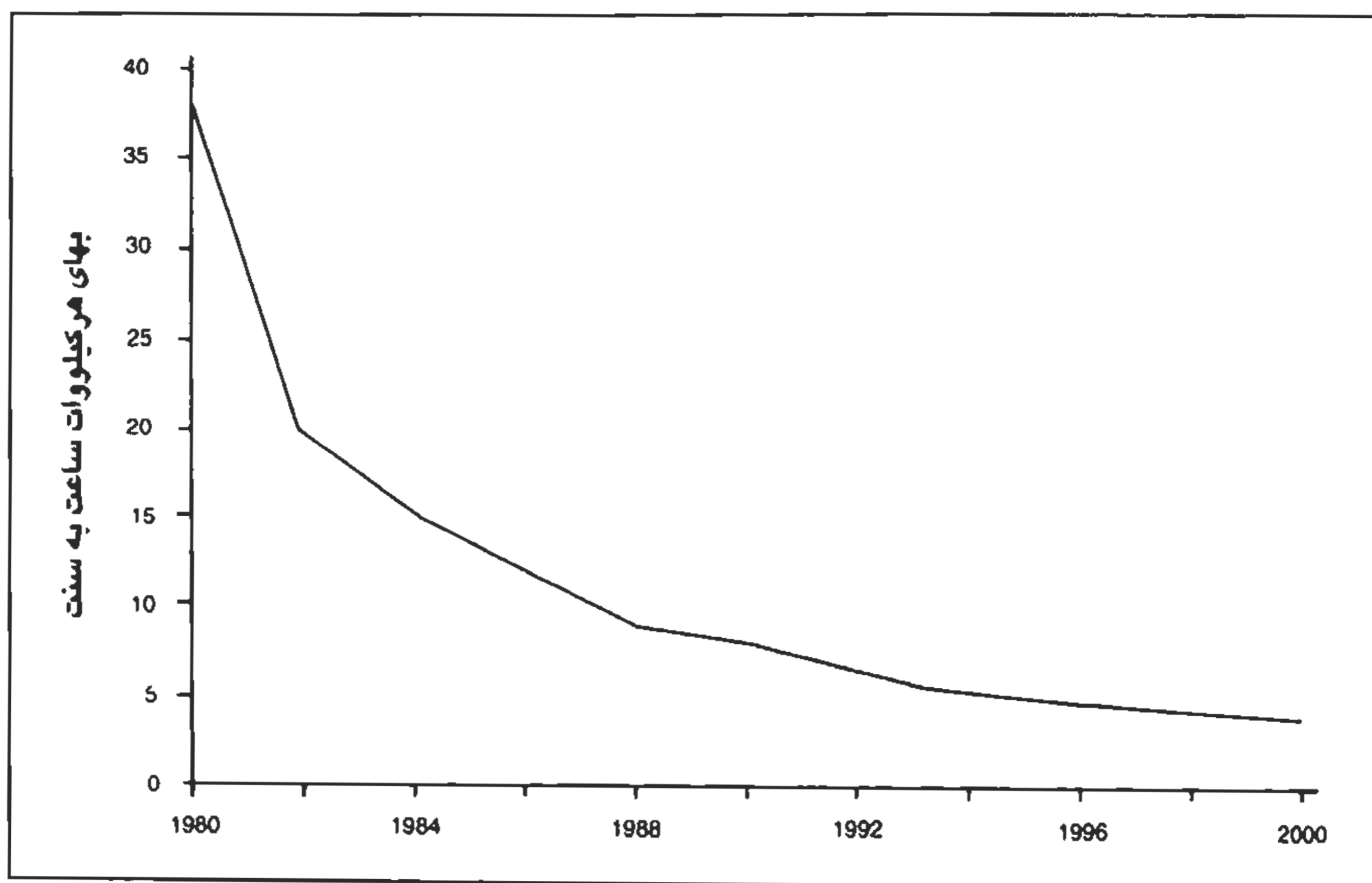
بروز مشکلات فنی مانند مسائلی که در پروژه زمین گرمایی کمبورن تجربه شد در مراحل اولیه فرایند تحقیق و توسعه نامتداول و نامعمول نیست: باید انتظار داشت که مشکلات فنی اولیه جزئی از فرایند یادگیری و آموزش باشند. قطع حمایت مالی ممکن است همانقدر ملاحظات اقتصادی کوتاه مدت را تحت تاثیر قرار دهند که مشکلات عملی فنی و تکنیکی. می توان استدلال کرد که چشم اندازی دراز مدت لازم است: نادیده گرفتن منابع عظیم زمین گرمایی در سرتاسر جهان در دراز مدت، ناممکن است.

خوشبختانه، فناوری انرژی تجدیدپذیر معمولاً توانسته است منحنی فراگیری را ارتقاء بخشد، همان گونه که به کمک مورد پژوهی نیروی باد، و در مورد پیل های فوتوولتایی و سایر فناوری های انرژی تجدیدپذیر، نشان داده شده است.

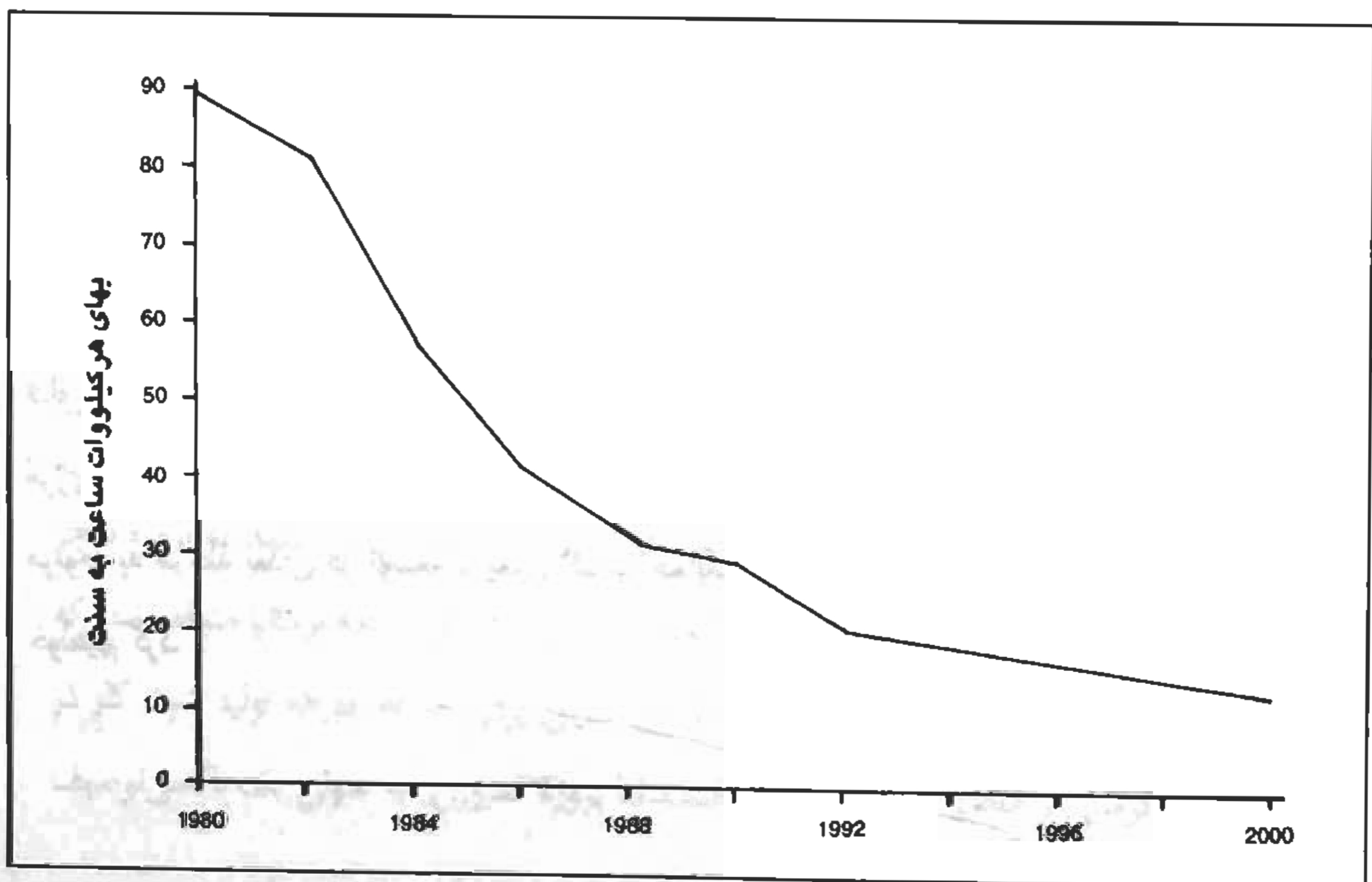
برخی پروژه ها، مانند نیروی امواج عمق دریا (یا دریای عمیق)، ممکن است به دلایل اقتصادی و یا اجرایی و ساختاری متوقف شوند، اما رویهمرفته محتمل به نظر می رسد که توسعه فناوری انرژی تجدیدپذیر کماکان در چارچوب اجرا و قابلیت اعتماد ادامه خواهد داشت و صرفه جویانه تر خواهد شد.

مثلاً، هزینه های تولید برق از توربین های بادی تا حدود ۷۰ درصد در ظرف حدود یک دهه افت کرده است، و برای برق حاصل از پیل های خورشیدی فوتوولتایی نیز همین اتفاق افتاده است (شکل های ۹ - ۱ و ۹ - ۲).

اما، حتی اگر کسب حمایت نهادی و ساختاری برای پژوهش ها و در پی آن توسعه موفقیت آمیز فناوری های از لحاظ اقتصادی جذاب میسر باشد، باز هم مشکلات بسیار دیگری در برابر تثبیت فناوری های انرژی تجدیدپذیر به عنوان گزینه های عمده انرژی، وجود خواهد داشت. در فصل بعد به مسائل و مشکلات مربوط به مرحله بعدی در توسعه - یعنی کسب حمایت برای استقرار تمام مقیاس این فناوری ها - نگاه خواهیم کرد.



شکل ۹-۱ - بهای برق ناشی از نیروی باد در ایالات متحده آمریکا.



شکل ۹-۲ - بهای برق ناشی از تجهیزات فتوولتایی در ایالات متحده آمریکا.

جمع‌بندی

- کسب حمایت برای تحقیقات و نوآوری غالباً دشوار است.
- ممکن است گروه‌های ذی نفع در برابر ایجاد و توسعه گزینه‌های فناورانه جدید ایستادگی کنند.
- راهبردهای توسعه از پایین به بالا ممکن است نسبت به رویکردهای سلسله مراتبی مؤثرتر باشد.
- وقتی پروژه‌ها به مشکلات اولیه بر می‌خورند ممکن است فقدان حمایت «تا آخرین مرحله» به وجود آید.
- حتی اگر فناوری‌های انرژی بتوانند به نحو موفقیت آمیزی از مرحله تحقیقات عبور کنند، باز هم مشکلاتی بر سر راه تحقق تام و تمام پروژه‌ها ممکن است پیش آید.

برای مطالعات بیشتر

حکایت نیروی امواج در بریتانیا به تفصیل به قلم دیوید راس در کتاب :

Power From the waves (1995, Oxford University Press, Oxford)

تجزیه و تحلیل می‌شود. سرگذشت نیروی باد در بریتانیا، ایالات متحده آمریکا، دانمارک و جاهای دیگر

در این کتاب آمده است:

Gipe, Paul, *Wind Energy Comes of Age* (1995, wiley, Chichester).

برنامه انرژی تجدیدپذیر بریتانیا را دفتر مستقل National Audit تحت این عنوان مرور کرده

است:

The Renewable Energy Research, Development and Demonstration

Programme (1994, HMSO, London).

این گزارش حاوی نقدهای مفید به برنامه‌های باد و زمین گرمایی است.

فصل ۱۰

تداوم روند: مشکلات آماده‌سازی و استقرار

- ✓ مشکلات «کوتاه مدتی»
- ✓ نیاز به حمایت زیربنایی
- ✓ نیاز به پذیرش همگانی

حتی وقتی فناوری‌های نوظهور انرژی مرحله تحقیقات را با موفقیت از سرگذرانده باشد، گاهی کسب پشتیبانی برای تحقق عملی تام و تمام آنها دشوار است. تدارکها و اولویتهای مالی و ساختاری (نهادی) موجود غالباً به نفع فناوری‌های جدید نیستند. در این فصل به برخی مسائل و مشکلاتی مالی نظر می‌اندازیم که رویاروی فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر قرار گرفته‌اند، که مثلاً از نیروی کشندی بهره می‌جویند. دشواری ارتقای صرفه جویی انرژی را نیز بررسی می‌کنیم، که در این رهگذار از تجربه بنیاد صرفه جویی انرژی^۱ بریتانیا، به عنوان یک نمونه، سودی می‌بریم. سرانجام، این پرسش مطرح می‌شود که پذیرش همگانی فناوری‌های انرژی نوظهور چگونه کسب می‌شود؛ زیرا این موضوع آخرین مانع در فرآیند تحقق این پروژه‌هاست.

مسائل گذار

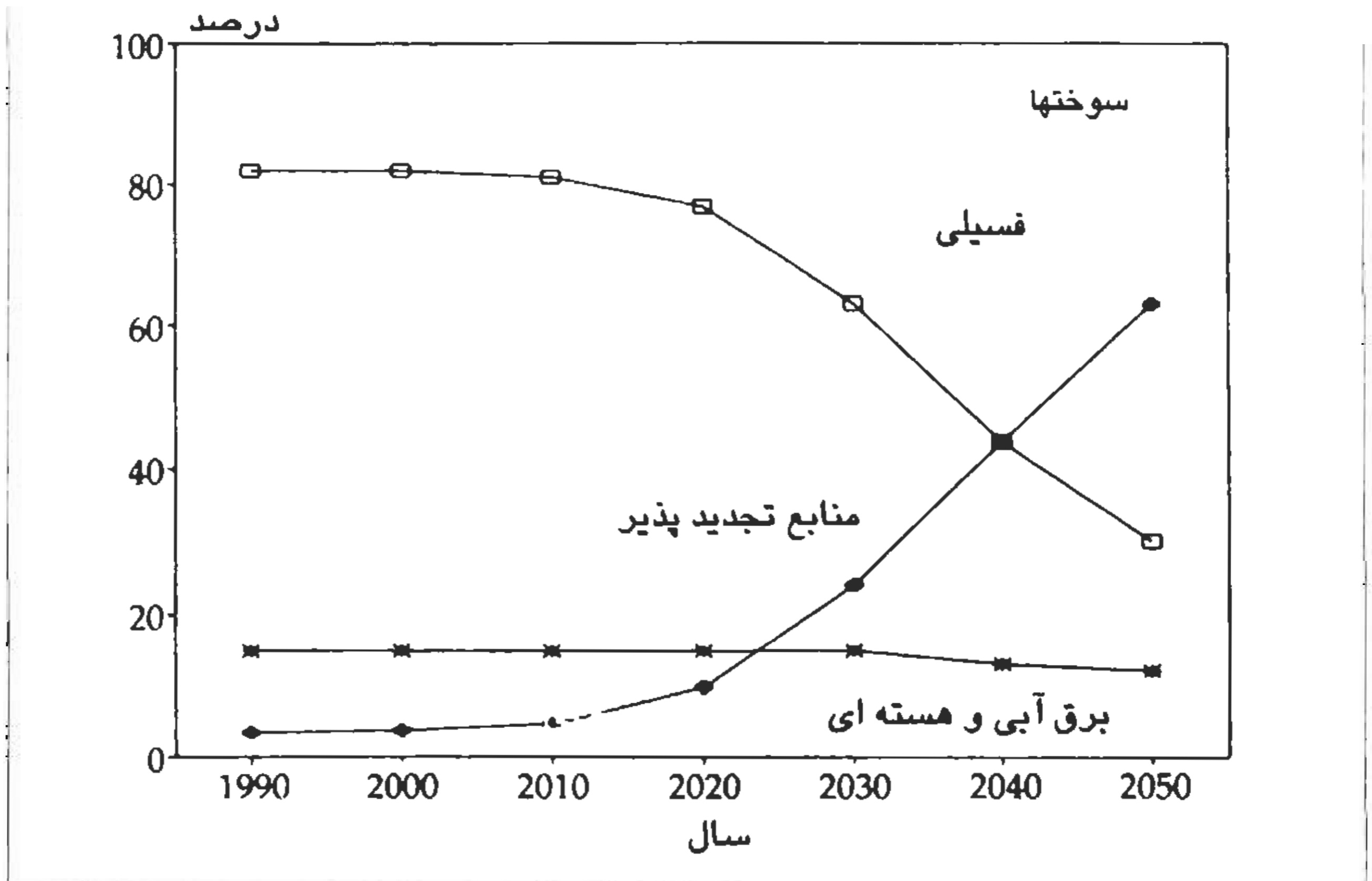
ظاهراً انگیزه موجود در پس ایجاد توسعه فناوری انرژی پایدار نسبتاً بنحو مطلوبی جا افتاده است. مثلاً، منافع اقتصادی صرفه جویی انرژی آشکار است و محتمل به نظر می‌رسد که فناوری انرژی تجدیدپذیر با آشکارتر شدن هزینه‌های زیست محیطی فناوری انرژی موجود، اهمیت بیشتری بیابند. امکانات بالقوه منابع تجدیدپذیر جهان عظیم است و اقتصاد فناوری‌های تبدیل دیگر دارد شکل معقول و منطقی پیدا می‌کند: مثلاً نیروی باد در حال حاضر با منابع متداول انرژی در برخی زمینه‌ها قابل رقابت و هزینه‌های آن پیوسته رو به کاهش است.

بر پایه این فرض که نسبت به ایجاد آینده انرژی پایدار تعهد به وجود آمده، در شکل ۱۰ - ۱ مشاهده می‌کنیم که چگونه الگوی مصرف انرژی جهانی در دهه‌های پیش رو باید دستخوش تغییر و تحول شود. حرکت در این جهت هم اکنون آغاز شده است.

باری، الگوی توسعه تا کنون، تعدادی مشکلات عمده ساختاری و نهادی را بر ملا کرده است که ممکن است گذاری سریع به یک آینده انرژی پایدار را با دشواری روبه رو کنند. این مشکلات همیشه هم مسائل پیش پا افتاده و جزئی نیستند؛ شامل پیکاری بر سر کل پارادیم توسعه فناورانه‌اند. استیفن سالتر، پیشگام در انرژی امواج، در سال ۱۹۸۱، پیش از قطع بودجه اش، اظهار داشت:

داریم می‌کوشیم وضع موجود را تغییر دهیم که سرمایه گذاری عظیم پول، قدرت و آوازه آن را تقویت می‌کند و استحکام می‌بخشد. به مدت یکصدسال سوزاندن [سوخت فسیلی] و آلوده سازی محیط آسان بوده است. یکصد سال سنت را نمی‌توان بدون پیکار و مبارزه حذف کرد و به دور ریخت. هر چه فناوری انرژی تجدیدپذیر به موفقیت نزدیکتر شود، آن مبارزه حادثر خواهد شد.^۱

در فصل ۸ به برخی عناصر کلیدی راهبردهای گوناگون ممکن و احتمالی برای توسعه انرژی پایدار نگرستیم، و روشن شد که بر سر جهت، توازن و شتاب توسعه تناقض‌هایی می‌توانند رخ بنمایند. در فصل ۹ برخی مثال‌های خاص را از این نوع مسائل از نظر گذرانیم: نقطه آغاز فناوری‌های جدید، مثلاً، در زمینه دستیابی به بودجه تحقیقات، دشوار است.



شکل ۱۰-۱ - سناریوی انرژی تجدیدپذیر: درصد کل تقاضای جهانی انرژی اولیه

متأسفانه، حتی با این فرض که سطح ضروری پشتیبانی مالی برای تحقیق و توسعه قابل حصول باشد، و با این فرض که فناوری را می‌توان به نحو موفقیت آمیزی توسعه بخشید، هنوز هم یک رشته مسائل در ارتباط با مرحله بعدی - یعنی، آماده سازی تمام مقیاس عملی سیستم‌های انرژی تجدیدپذیر و برنامه‌های کارآمد انرژی - باقی می‌ماند. شرح این مشکلات مباحث این فصل را تشکیل می‌دهند.

مسائل و مشکلات آماده سازی (استقرار)

یکی از مسائل مهم و کلیدی رویاروی فناوری‌ها و روش‌های جدید از این قرار است که این فناوری‌ها و روش‌ها لاجرم تلاش می‌کنند خودشان را در زمینه ای نهادی، بازار و صنعتی مبتنی بر انواع موجود فناوری انرژی، مستقر کنند و جاندازند. گروه‌های ذی نفع قدرتمندی در وضع موجود در کارند و در بسیاری موارد این امر در محیط مالی، تشکیلاتی و سازمانی جاری منعکس می‌شود، که نمی‌تواند برای پذیرش و تأیید

توسعه‌های جدید خیلی مناسب باشد. قطعاً چیزی از یک ناهمخوانی بین فناوری جدید و زیر ساخت پشتیبان موجود یافت می‌شود، و بنابراین برای تأمین بودجه لازم عدم تمایلی جاری است.

این امر می‌تواند از جهتی عجیب باشد. رویهمرفته، صرفه جویی در انرژی مزیت‌های اقتصادی آشکاری دارد و دست کم از جنبه ظاهری، انرژی تجدیدپذیر یک منبع رایگان است - با جاری شدن قسمت اعظم انرژی طبیعی سوخت دیگر هزینه‌ای نخواهد داشت. از این رو چنین انرژی‌هایی باید جاذبه تجاری و اقتصادی داشته باشند. اما انجام تمامی تغییرات مستلزم اختلال و آشفتگی است و مدت زمانی که برای تحقق یافتن مزیت‌های اقتصادی سپری می‌شود ممکن است طولانی تر از آن باشد که حامیان مالی طرح‌ها به پذیرش آنها تمایل پیدا کنند. همان طور که در فصل ۴ نیز گفتیم، مشکل «دوره برگشت سرمایه» غالباً در مورد اقدام‌های مربوط به صرفه جویی انرژی کمتر است، اما این مسئله می‌تواند در چارچوب برخی فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر به امری جدی تبدیل شود. هر چند که سوخت، دست کم در مورد منابع جاری طبیعی چون انرژی باد یا انرژی خورشیدی، اساساً رایگان است اما هزینه‌های مربوط به ساخت فناوری ضروری تبدیل انرژی چشمگیر است.

هر چند که ساخت نیروگاه‌های معمولی پر هزینه و گران است، اما بخش چشمگیری از هزینه کلی آن مربوط به سوخت است و این هزینه پس از ساخته شدن نیروگاه تازه آغاز می‌شود. از این رو تا بعد از آن که نیروگاه شروع به کار و درآمد کسب کند، مصرف قسمتی از هزینه‌ها به تعویق می‌افتد. بر عکس، چون سوخت ناشی از انرژی‌های تجدیدپذیر رایگان است، دست کم در مورد نیروگاه‌های استوار بر پایه جریان انرژی طبیعی، فقط پرداخت پیشاپیش هزینه سرمایه ساخت سیستم در مورد این نیروگاه‌ها باید عملی شود. از این رو، یافتن منابع سرمایه گذاری برای این بخش نسبتاً دشوار است.

این موارد در هیچ جا مثل مورد نیروی کشندی (جزر و مد) آشکار نیست. بنابراین، شاید انداختن نگاهی گذرا به سرنوشت انرژی کشندی در بریتانیا که، چنان که گفته شد، دلرای مقداری از بزرگترین منابع انرژی کشندی جهان است، خالی از ارزش نباشد. آب بندهای کشندی (سدهای جزر و مدی) مفهوم جدیدی نیستند: فناوری آن جا افتاده است و یک آب بند از سال ۱۹۶۸، به نحو موفقیت آمیزی در فرانسه در مصب رودخانه رانس در حال کار کردن است. اما، کسب بودجه برای اجرای پروژه‌های عمده کشندی در بریتانیا کار دشواری از آب در آمده است.

آب بندهای کشندی در بریتانیا

در ابتدای امر، وقتی برنامه تحقیقات و ارزیابی انرژی تجدیدپذیر بریتانیا در نیمه دهه ۱۹۷۰ آغاز شد، گزینه کشند (جزر و مد) را بسیار با اهمیت تلقی کردند. بریتانیا از بهترین جایگاه‌های جهان برای این نوع انرژی، بخصوص مصب رودخانه سورن، برخوردار بود.

کمیته آب بندسورن به پشتیبانی دولت تشکیل شد تا این امکانات بالقوه را مرور کند و در سال ۱۹۸۱ گزارش خود را ارائه داد، که نتایج چند بررسی اولیه را تأیید کرد؛ بنابر آن مطالعات اولیه ایجاد یک آب بند روی مصب رودخانه سورن از لحاظ فنی شدنی بود و می‌توانست، به مجرد ساخته شدن، با هزینه‌های رقابتی انرژی و برق تولید کند.

هر چند که طرح آب بندسورن از لحاظ فنی عملی و شدنی دیده شد، هزینه سرمایه ساخت آن بسیار گزاف بود. گروه نیروی کشندی سورن^۱، کنسرسیومی صنعتی متشکل از بسیاری از کمپانی‌های پیشرو ساخت و شرکت مهندسی بریتانیا، پیشنهادی برای ساخت آب بندی به طول ۱۷٫۵ کیلومتر ارائه داد که ظرفیت نصب شده آن به ۸٫۶۴۰ مگاوات می‌رسید و می‌توانست حدود ۶ درصد نیازهای برق بریتانیا را تأمین کند. اما هزینه تحصیل سرمایه آن حدود ۱۰ میلیارد پوند بود. دولت از مطالعات امکان سنجی که با همه این اوصاف به پیش رفت پشتیبانی کرد، و منجر به گزارش پروژه آب بند سورن شد.^۲

در این مرحله قسمت اعظم تأکید بر آثار زیست محیطی احتمالی طرح آب بند سورن گذاشته می‌شد. برخی سازمان‌های زیست محیطی به آن اعتراض کردند زیرا به نظرشان این طرح می‌توانست بر حیات وحش و به طور کلی اکوسیستم محلی اثر نامطلوب بگذارد، اگر چه، به طوری که تدوین‌کنندگان طرح خاطرنشان کردند، برخی آثار اجتماعی آن، از جمله احداث یک جاده جدید به سورن یا تقاطع راه آهن با افزایش فرصت‌های ورزش‌های آبی و فرصت‌های اشتغال محلی، مثبت است.

به طوری که روشن شد، مسئله عمده در مواجهه با نیروی کشندی آثار محلی بالقوه آن بر محیط طبیعی نبود، بلکه محیط اقتصادی تغییر یافته‌ای بود که در پی خصوصی سازی صنعت برق بریتانیا در سال‌های ۱۹۸۹ - ۱۹۹۰ بروز کرد. شورای تولید برق مرکزی، یعنی خدمات ملی شده بریتانیا، تجزیه شد و

1. The Severn Tidal Power Group

2. Department of Energy , 1989

شرکت‌های خصوصی کوچکتری که جایگزین آن شدند دیگر احتمال نمی‌رفت به پروژه‌های بزرگی از این دست علاقمندی نشان دهند.

پروژه ای در این مقیاس باید به صورت یک سرمایه گذاری دراز مدت ملی که همگان در آن مشارکت کرده باشند عملی شود، یا شاید از طریق مشارکت با صنایع، زیرا نرخ بازدهی سرمایه گذاری بخش عمومی باید همه آن چیزی باشد که مورد نیاز است. بعید است بخش خصوصی بخواهد یک تنه به این کار مبادرت ورزد زیرا، از لحاظ زمان اقتصادی، این بخش در جستجوی نرخ‌های بازدهی بالاتر در دوره‌های زمانی کوتاهتری است. تلاش برای بررسی گزینه‌های کوچکتر و کم هزینه تر آب بند کشندی، بخصوص در مرزی^۱ صورت گرفت. شرکت آب بند مرزی^۲ کنسرسیوم دیگری از کمپانی‌های عمده بریتانیایی، کوشیدند تا حمایت NFFO را برای طرح خود کسب کنند. اما سرانجام این تلاش ناکافی بود و پروژه مرزی و چندین پیشنهاد دیگر برای احداث آب بند کوچکتر به دست فراموشی سپرده شد. در سال ۱۹۹۴ برنامه انرژی کشندی، بعد از حدود ۱۴ میلیون پوند صرف هزینه، کم و پیش حذف شده و از بین رفته بود.^۳ به گونه ای که می‌توان دید، مشکل اولیه در مورد آب بندهای کشندی فنی و تکنیکی نبود: فناوری آن وجود داشت و به بلوغ نسبی هم رسیده بود. مسئله رودر روی آب بندهای یاد شده در بریتانیا مالی بود، و چشم‌انداز اقتصادی نسبتاً کوتاه مدتی که در بخش انرژی حاکم بود، مانند هر بخش دیگری، از خصوصی سازی بخش برق بریتانیا ناشی می‌شد. این آب بندها، همین که ساخته می‌شدند، انتظار می‌رفت که سرمایه گذاری خود را طی چند دهه مستهلک کنند، و بعد از آن، مانند نیروگاه‌های برق آبی، باید به مدت چند قرن برق خیلی ارزان تولید کنند. اما در این مورد سرمایه اولیه گزاف است و چون فناوری مربوط به آن نسبتاً پیشرفته و بالغ بود، کاهش چشمگیر هزینه‌ها در این حوزه محتمل نبود. در نتیجه، یافتن سرمایه گذار ناممکن از آب درآمد: مدت بازدهی سرمایه‌ها در این بخش بسی طولانی بود.

حمایت از نوآوری

واضح است که دستیابی به منابع مالی برای پروژه‌های بزرگی چون آب بندها کشندی دشوار است. اما، هر چند که ممکن است محصولات تولید انرژی تجدیدپذیر در مقیاس کوچکتر جاذبه‌ای داشته باشند که

1. Mersey

2. The Mersy Barrage Company

3. Department of Trade and Industry , 1994 b

می‌توان آنها را بر اساس جداگانه و بخش بخش به طور فزاینده‌ای مستقر کرد، ممکن است همان مشکلات و مسائل در مورد آنها هم پیش آید. اساساً اشکال یکی از تصورات قبلی اجرایی، مثلاً مانند آن چیزی است که از جانب نهادهای مالی به عنوان قلمروهای مناسب سرمایه گذاری صنعتی باز نموده می‌شوند. در گذشته، در زمینه سرمایه گذاری عمده مالی بر استفاده از شکل‌های متمرکز بزرگ مقیاس انرژی، که بنگاه‌های متمرکز بزرگ مقیاس آنها را اداره و مدیریت می‌کردند، تأکید شده است. بنابراین، بنگاه‌های سرمایه گذاری غالباً به پروژه‌های کوچکتر مشکوک و بدگمان‌اند، و آنها را گاهی با احتمال مخاطره سرمایه گذاری‌های کم بازده تلقی می‌کنند.

این امر بخصوص در بریتانیا صادق بوده است که در آنجا در برخی پروژه‌های انرژی باد دستیابی به سرمایه بسی دشوار است، با توجه به این که سرمایه گذاران بخش خصوصی نرخ بالای برگشت سرمایه را انتظار می‌کشند، و آنان بابت این فناوری‌های نوظهور و جدید احساس مخاطره می‌کنند. قطعاً برخی از پیشگامان در حوزه انرژی تجدیدپذیر این امر را پیش‌آمدی دشوار یافته‌اند. مثلاً، نخستین مزرعه نیروگاه‌های بادی در بریتانیا را پیتراودرز تأسیس و نصب کرد؛ وی مزرعه دار و زمین داری کورن والی (ایالتی در جنوب غربی انگلیس) بود. این پروژه تحت حمایت طرح یارانه سوخت غیر فسیلی دولت قرار گرفت، اما این بار نه تنها وقتی تحقق یافت که برق تولید شد: برای ساخت «پیش پرداختی» پرداخت نشد. سود پیتراودرز ۴۰ درصد سود سرمایه کمیسیون اروپا بود، اما این سود مشروط به یافتن بقیه سرمایه از هر جای دیگری، و تاندازه‌ای، از طریق فروش لینیاتش بود.

در برخی کشورهای دیگر فناوری و زیر ساخت‌ها بهتر با هم انطباق می‌یابند و جفت و جور می‌شوند و این امر می‌تواند نشانه چگونگی پیشرفت در آینده را به دست دهد. مثلاً، استفاده از نیروی باد در جایی مانند دانمارک، وقتی پا گرفت و دستگاه‌هایش در مقیاس کوچک محلی نصب شد، با موفقیت فراوانی قرین شد. توربین‌های باد دانمارکی که به طور محلی تولید شده بودند در تعداد زیادی در سرتاسر جهان به فروش رسید. شاید این واقعیت به همین میزان مهم باشد که این موفقیت صادراتی از بازار داخلی قدرتمندی ناشی شد که از پایین به بالا ایجاد شده بود. به طوری که قبلاً گفته شد، حدود ۷۰ درصد از ۳۰۰۰ توربین بادی که تاکنون در دانمارک نصب شده‌اند به تعاونی‌های محلی تعلق دارند. چنین مالکیت و توسعه‌ای محلی به

این معنا بوده است که سرمایه لازم نسبتاً به سهولت به دست آمده است؛ بانک‌های محلی متمایل به اعطای وام بوده‌اند.

نکته جالب این است که، منبع انرژی تجدیدپذیر عمده دیگر که با استفاده از محصولات کشاورزی انرژی زای سریع‌الرشدی چون تبریزی، سفید چوب یا بید نیز چنان به نظر می‌رسد که گویی می‌تواند به بهترین وجهی در سطح محلی و کوچک مقیاس عمل آورده و پرورده شود. این منبع انرژی تجدیدپذیر ظاهراً با الگوها و عملیات کشاورزی، اقتصادی و اجتماعی روستایی بخوبی جفت و جور می‌شود. مثلاً، بانک‌ها بنابر معمول کارشان به کشاورزان وام می‌دهند و هم‌اکنون زیر ساخت فنی داشت و برداشت محصولات کشاورزی در مزارع وجود دارد.

این بحث بر نکته‌ای کلی‌پرتو می‌افکند که از نظریه پردازی جاری در مورد نوآوری ناشی شده است: رشد و توسعه موفق فناوری نو مستلزم وجود یا ایجاد زمینه‌های اجتماعی و نهادی مناسب است - یک زیر ساخت فنی، شبکه‌های مالی مناسب، و شالوده نیروی کار ماهر (شالوده مهارت‌ها). این عوامل هنوز هم در مورد تمام انرژی‌های تجدیدپذیر وجود ندارند، اما ظاهراً باید برای برخی گزینه‌های کوچک مقیاس‌تر و با مقیاس محلی و بخشی به وجود آیند.

حمایت از صرفه جویی انرژی

همین نکات در مورد صرفه جویی انرژی، احتمالاً با تأکید بیشتر، نیز صادق‌اند. همانگونه که گفته شد، در زمینه پیاده کردن معیارهای کارایی انرژی ممکن است مشکلاتی، مثلاً ناشی از این واقعیت پیش آید که این اقدامات غالباً نیازمند پاسخ‌ها و واکنش‌هایی از جانب مصرف‌کنندگان مستقل زیادی‌اند. در این شرایط وجود شبکه‌های حمایتی، مشاوره و در موارد ضروری، اعطای کمک‌های نقدی برای تحرک بخشیدن به جذب بودجه، امری حیاتی به شمار می‌آیند.

برای استقرار و جانداختن چنین شبکه‌ها و طرح‌های حمایتی تلاش‌های پر دامنه‌ای مبذول شده است. طیفی از سازوکارهای نهادی و اجرایی، مانند برنامه ریزی منابع یکپارچه، نیز به کار گرفته شده‌اند که می‌توان برای تضمین این نکته آن را به کار گرفت که وقتی در مورد سرمایه‌گذاری از جانب کمپانی‌ها تصمیم‌گیری شد به مزیت‌های نسبی سرمایه‌گذاری در صرفه جویی انرژی و عرضه انرژی توجه مساوی

مبذول شود. این رویکرد گاهی، بخصوص در کشورهای چوچ امریکا، ثمر بخش از کار درآمده است؛ در کشور اخیراً برخی شرکت‌های برق دریافته‌اند که از طریق فروش دستگاه‌های کارآمد کردن انرژی (برق) به مصرف کنندگانشان می‌توانند به درآمد بهتری دست یابند تا از طریق سرمایه گذاری در فناوری جدید عرضه انرژی.

باری، در بسیاری از کشورها هنوز هم توجه به ابتکارها و نوآوری‌ها در زمینه صرفه جویی انرژی از اولویت پایینی برخوردار است. این امر بخصوص در بریتانیا صادق است. در پی خصوصی سازی صنعت برق، ساختار سازمانی و نهادی وجه عرضه انرژی (تولید برق) این معنی را پیدا کرد که منافع کمپانی‌های گوناگون تولید و توزیع برق در این است که در رقابت با یکدیگر، هر چه بیشتر از فرآورده خود به فروش برسانند. در راه حل و فصل کردن این معضل تلاش‌های زیادی صورت گرفته است، که تا کنون با چندان توفیقی قرین نبوده است. سرنوشت یکی از این ابتکارها در بریتانیا، یعنی بنیاد صرفه جویی انرژی^۱، نمونه ای را بیان می‌دارد از این که چگونه تعارض‌های سازمانی می‌توانند طومار پروژه‌های انرژی پایدار را در هم بیچند.

بنیاد صرفه جویی انرژی

بنیاد صرفه جویی انرژی (EST) به دست دولت محافظه کار در سال ۱۹۹۲ تأسیس و به عنوان جزئی از پاسخ این دولت به تعهدی تلقی شد که در ۱۹۹۲ به نشست زمین سازمان ملل متحد^۲ سپرده بود تا بر مبنای آن سطح گسیل کربن دیوکسید را در بریتانیا تا سال ۲۰۰۰ ثابت نگه دارد. هدف صرفه جویی‌های کل بریتانیا به میزان ۱۰ میلیون تن کربن (mtc) توافق شد و انتظار می‌رفت بنیاد صرفه جویی انرژی قادر باشد تا سال ۲۰۰۰ به صرفه جویی‌هایی حدود ۲٫۵ mtc دست یابد. برای انجام این کار باید از یک رشته پروژه‌های کارایی در مصرف انرژی حمایت می‌کردند - با بودجه‌هایی که از طریق وضع عوارض بر صورت حساب‌های مصرف کنندگان فراهم می‌آمد، و به این ترتیب از ضرورت بالا بردن مالیات‌های مستقیم اجتناب می‌شد. مبالغ مورد نیاز هنگفت خواهد بود، که سالانه از ۱۵۰ تا ۲۰۰ میلیون پوند تجاوز می‌کند و شاید تا سال ۲۰۰۰ کلاً به ۱٫۵ میلیارد پوند برسد. اما تا سال ۱۹۹۳ به نظر می‌رسید که همه چیز برای

1. Energy Saving Trust (EST) : 2. UN Earth Summit

2. UN Earth Summit

طیفی از پروژه‌ها در نظر گرفته شده، که از آن جمله فراهم آوردن یارانه‌هایی بود که به مصرف‌کنندگان خانگی برای جبران هزینه خریداری دیگ‌های بخار چگالش‌گازی بسیار کارآمد و لامپ‌های کم مصرف، یک رشته پروژه‌های گرمایی و برقی ترکیبی محلی و ایجاد شبکه‌ای از مراکز مشاوره انرژی را می‌توان برشمرد.

در اینجا بود که فاجعه حادث شد. دولت، به عنوان بخشی از فرایند خصوصی سازی مجموعه ای از هیأت‌های ناظم ایجاد کرده است که در درجه اول انگیزت رقابت در بخش‌های گوناگون بازار انرژی را با این اعتقاد بر عهده گرفته‌اند که به پایین آمدن قیمت‌ها انجامد. هیأت‌های ناظم گاز و برق (OFFER, OFGAS) عوارض پیشنهاد شده EST را علی‌الاصول مشکل مستقیم مالیات دانستند و از تحقق عملی این پیشنهادها جلوگیری شد. استدلال OFGAS و OFFER از این قرار بود که بر آن شده‌اند قیمت‌ها را پایین نگه دارند؛ اگر دولت بخواهد از برنامه صرفه جویی انرژی در تعقیب سیاست‌های زیست محیطی اش حمایت کند، باید برای مالیات مستقیم قانون وضع کند.

جر و بحث‌ها و مشاجره‌های سازمانی زیادی در گرفت. به EST اجازه داده شد که مبلغ کمی پول مصرف کند اما تا سال ۱۹۹۵ دولت پی برده بود که، در واقع، صرفه جویی‌های ضروری کربن باید به راه‌های دیگری صورت پذیرند - و به طور مشخص در نتیجه به اصطلاح «خیز برداشتن به سوی مصرف گاز» در حوزه تولید برق. قبلاً گفته شد که، در پی خصوصی سازی، توربین‌های گازی سیکل ترکیبی به نحو فزاینده ای به عنوان جایگزین نیروگاه‌های زغال سنگ سوز نصب شدند، که حاصل آن کاهش چشمگیر گسیل کربن دیوکسید بود. برنامه بزرگ و پر دامنه EST در این صورت دیگر ضرورت خود را از دست داد.

ابعاد کارکرد EST به نحوه فاحشی کوچک شد: هدف آن به جای ۲٫۵ mtc به ۰٫۳ mtc افت کرد، که هزینه آن سالانه فقط ۲۹ میلیون پوند بود، که بر خلاف برنامه اولیه که بودجه سالانه ای ۱۵۰ تا ۲۰۰ میلیون پوند طلب می‌کرد، قابل دسترس بود.^۱

به طوری که می‌توان ملاحظه کرد، تنوین و برقراری یک رویکرد ابتکاری سازمانی در زمینه ای که گروه‌های ذی نفع قدرتمند در قالب رهیافت‌های رایج و متعارف تعریف کرده باشند، دشوار است. تعهد

ایدئولوژیک دولت به رقابت عملاً با تعهد آن به پایین آوردن تولید کربن تداخل پیدا کرده است، اما مآلاً مورد اخیر با پذیرش گسترش عرضه بر اساس مصرف گاز، تحقق یافت.

بنابراین، صرفه جویی انرژی قربانی شد: دولت آشکارا به این نظر رسید که وظیفه مصرف کننده است که نسبت به هر گونه صرفه جویی که می‌تواند انجام دهد هشیار باشد، و بازار نباید بر اثر پرداخت یارانه‌های دولتی دستخوش اختلال و آشفتگی شود. مانند مورد حل و فصل کردن مسائل زیست محیطی، می‌توانست ادعا شود که «هجوم به سوی مصرف گاز» نمونه چیزی را به دست داد که بازار در صورتی که به تنهایی عمل می‌کرد، می‌توانست انجام دهد. بنیاد صرفه جویی انرژی (EST) به کار خود ادامه داد، گیریم که در سطحی بسیار کم دامنه تر، و مراکز مشاوره محلی انرژی به حیات خود ادامه دادند، اما آینده دراز مدت برای این برنامه مبهم است.

پذیرش اجتماعی

البته وجود مراکز مشاوره و شبکه‌های حمایتی فنی و مالی فقط جزئی از آن چیزی به شمار می‌آیند که برای استقرار موفق فناوری‌های انرژی پایدار ضروری است. برای این که فناوری‌های جدید شکوفا شوند فناوری‌هایی نیز نیاز است که همگان آنها را بپذیرند.

پذیرش و اقبال اجتماعی بخصوص در مورد نوآوری‌های صرفه جویی انرژی در بخش خانگی بسی مهم است، چرا که توفیق آنها به اختیار کردن فناوری‌ها و فنون جدید از جانب مصرف کنندگان وابسته است. مراکز اطلاعات و مشاوره می‌توانند مردم را از آنچه موجود و دسترس است با خبر کنند؛ اما افزایش ناگهانی غالباً در حکم مشکل و مسئله از کار در آمده است! هنوز هم آشکارا متقاعد کردن مصرف کننده در این مورد که منافع اش چیست، ضروری به نظر می‌رسد.

در بادی امر در مورد فناوری انرژی تجدیدپذیر، اقبال و پذیرش عمومی مشکل و معضل چندانی به نظر نمی‌رسد، نظر سنجی‌های افکار عمومی حاکی از حمایت گسترده همگانی از توسعه فناوری انرژی تجدیدپذیر در شرایط عمومی است. مثلاً ۸۷ درصد پاسخ دهندگان به یک نظر خواهی مؤسسه گالوپ در بریتانیا، که در ۱۹۹۱ برای جمعیت *دوستان زمین*^۱ انجام شد، اظهار داشتند که ترجیح می‌دهند دولت بودجه مربوط به

انرژی‌های تجدیدپذیر را افزایش دهد. با همه این احوال، وقتی نوبت اجرای پروژه‌های خاص فرا رسد ممکن است صدای اعتراض‌ها بلند شود، که آثار نامطلوب زیست محیطی محلی موضوع محوری این اعتراض‌ها را تشکیل می‌دهد.

اما، این امر به زمینه، و بخصوص به زمینه‌های اقتصادی بستگی دارد. به طوری که در فصل بعد توضیح خواهیم داد، نسبت به احداث مزارع باد در بریتانیا اعتراض‌های شدیدی صورت گرفت، و ماشین‌آلات در غیاب مالکان زمین‌ها وارد منطقه شدند. اما تا کنون مخالفت مردمی‌چندانی به احداث مزارع باد در زمین‌هایی با مالکیت محلی در نواحی روستایی دانمارک صورت نگرفته است: به گفته دانمارکی‌ها «خوک که مال خودت باشد بو نمی‌دهد.» برعکس، پروژه‌های انرژی بادی که شرکت‌های خدمات عمومی دانمارک تأسیس کرده و گسترش داده‌اند، گاهی با مخالفت روبه‌رو شده‌اند.

سیستم‌های انرژی تجدیدپذیر مانند توربین‌های باد در مقایسه با قسمت اعظم فناوری متداول تولید انرژی، علی‌الاصول باید در قلمرو پذیرش همگانی از مزیت‌هایی برخوردار باشند. این فناوری‌ها نسبتاً کوچک مقیاس‌اند و اگر چه ممکن است تعداد نسبتاً زیادی از آنها ضروری باشد، بر خلاف خطرهای پنهان مثلاً نیروگاه‌های هسته‌ای، از این مزیت برخوردارند که «همان چیزی که می‌بینید، همان را می‌گیرید» - عملکردشان شفاف است. منظور و عملکرد آنها معمولاً از ظاهرشان قابل مشاهده است. و هیچ چیز پنهان یا مسائل زیست محیطی دراز مدتی ندارند. مثلاً در صورت لزوم می‌توان مزارع باد را به آسانی از کار انداخت یا جا به جا کرد، و به این ترتیب جایگاهش را به حالت اولیه برگردانید.

اما، ورود گسترده فناوری انرژی تجدیدپذیر مانند توربین‌های باد می‌تواند مستلزم تغییرات چشمگیری در کاربری اراضی و چشم‌اندازها باشد و حتی منشاء تغییراتی در الگوهای اجتماعی، مثلاً، میزانی از تمرکز زدایی باشد. از این رو، اگر قرار باشد انرژی‌های تجدیدپذیر در مقیاسی قابل اعتنا ایجاد شوند و توسعه یابند کسب حمایت همگانی برای آنها حیاتی است.

هرگاه همگان کمتر منفعل باشند، تأثیر آنها بر چگونگی ایجاد و استقرار تأسیسات انرژی تجدیدپذیر حیاتی به نظر می‌رسد. بنابر استدلال هواداران اولیه فناوری جایگزین، یکی از جاذبه‌های آن از این قرار است که می‌توان آن را در مقیاس کوچکتر به وجود آورد و از آن بهره گرفت، و بنابراین می‌تواند نسبت به نظارت دموکراتیک در سطح محلی تأثیرپذیرتر باشد. همه سیستم‌های انرژی تجدیدپذیر هم با این توصیف سازگار

نیستند، بلکه برخی از آنها چنین‌اند و جالب خواهد بود که ملاحظه کنیم نظارت محلی چه نقشی واقعی می‌تواند در شکل دادن به شیوه تولید انرژی تجدیدپذیر بازی کند.

این فرآیند ممکن است همیشه هم آسان یا بدون تعارض، مثلاً در چارچوب آثار زیست محیطی محلی، نباشد. این تعارض‌ها نمایش جالبی از مسائل و مشکلاتی فراهم می‌آوردند که بر سر راه «جهانی‌اندیشیدن و محلی عمل کردن» قرار می‌گیرند. قطعاً، توسعه و ایجاد برخی فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر را احتمالاً برنامه ریزی زیست محیطی محلی و عوامل کاربری زمین مقید و محدود می‌کنند.

به همین ترتیب، تدارک و آماده سازی انرژی‌های تجدیدپذیر را نگرانی‌های زیست محیطی نسبت به آثار جهانی چشمگیر استفاده از فناوری‌های متداول انرژی، مثلاً گرمایش جهانی ناشی از گسیل گازهای گلخانه‌ای همچون کربن دی‌اکسید تولید شده از سوختن سوخت‌های فسیلی، بر می‌انگیزند و تحریک می‌کنند. از آثار محلی و جهانی باید یکی فدای دیگری شود.

تعارض‌های زیست محیطی

نگرانی‌های اقتصادی لاجرم موفقیت یا شکست پروژه‌های فناورانه را تعیین می‌کنند، اما مسائل مربوط به کاربری زمین و نگرانی‌های زیست محیطی نیز به معادله تجاری وارد می‌شوند - اگر نه به علت‌های دیگر بلکه به این علت که برای دستیابی به اجازه برنامه ریزی وقت و پول صرف می‌شود. از این رو در حالی که عوامل اقتصادی متداول از اهمیت آشکاری برخوردارند، نیاز به موازنه بین عوامل زیست محیطی محلی و جهانی نیز مهم است و ممکن است راه و روشی را مطرح کند که طی آن انرژی‌های تجدیدپذیر پدید می‌آیند.

انرژی تجدیدپذیر بخشی از راه حل مسائل زیست محیطی جهانی را به دست می‌دهد، اما هیچ تکنولوژی‌ای نمی‌تواند به طور کامل در شرایط زیست محیطی بی‌خطر و خوش‌خیم باشد. هر چند آثار اکثر انرژی‌های تجدیدپذیر در مقایسه با آثار غالباً پردامنه فناوری‌های انرژی متعارف نسبتاً کم دامنه و محلی (جایگزیده) است، هنوز هم مسائلی محلی می‌تواند پیش آید. شاید چشمگیرترین این آثار با آب بندهای کشندی بزرگ و نیروگاه‌های برق آبی قرین باشند، که مستلزم ساخت و سازهای مهندسی عمران بزرگ و تغییرات پردامنه در اکوسیستم‌های محلی و حتی منطقه‌ای یا ملی و جریان‌های انرژی طبیعی است.

بررسی افکار عمومی نسبت به پیشنهادهای مربوط به ساخت آب بند روی مصب رودخانه سورن در بریتانیا نمایانگر برخی پاسخ‌ها و واکنش‌های در هم آمیخته است.^۱ به طور کلی پروژه‌های انرژی تجدیدپذیر طرفدارانی داشت و از آنها به خاطر منافع اقتصادی محلی که ظهور این نوع پروژه‌های بزرگ به بار می‌آوردند، بخصوص در زمینه اشتغال زایی، حمایت می‌شد، اما به همان میزان نسبت به آثار موضعی بر حیات وحش و اکوسیستم به طور کلی ابراز نگرانی می‌شد، که این امر با نگرانی‌های مؤثرتر بابت هر گونه آثار نامطلوب بر آزادی رفت و آمد کشتی‌ها، ترکیب می‌شد.

هر چند مزارع باد بر محیط زیست چندان اثری نمی‌گذارند اما بر چشم‌انداز تأثیر نامطلوب می‌گذارند. نخستین مزارع باد، که در اواخر دهه ۱۹۷۰ و اوایل دهه ۱۹۸۰ در کالیفرنیا نصب شدند، به طور کلی با اقبال مواجه شدند اما ایراد و اعتراض‌هایی را هم برانگیختند. بسیاری از آنها خیلی در معرض دید نبودند آن چنان که مانند ماشین‌آلاتی که واقعاً از لحاظ اقتصادی کارآمد نیستند، ایجاد نگرانی کنند. بدگمانی‌هایی بر این مبنا وجود داشت که این توربین‌ها را بدون توجه به موفقیت فنی آنها نصب کرده‌اند، و صرفاً سیستم اعتبار مالیاتی را به حساب آورده‌اند که دولت ایالت کالیفرنیا به عنوان درآمد از توسعه انرژی باد کسب می‌کند. قطعاً بسیاری از پروژه‌های اولیه انرژی باد از لحاظ فنی نشدنی از کار درآمد و نظارت‌های برنامه‌ای بر نصب آنها، در برخی شرایط، نسبتاً بی‌قید و بند و شل بود. اساساً آنچه که اتفاق افتاد یک « رویکرد شتابزده به انرژی باد»^۲ بود، چیزی مانند « هجوم به طلا » که یک قرن قبل از آن به وقوع پیوسته بود. با همه این احوال، این مرحله نسبتاً آشوبناک منافی هم در برداشت: زمینه‌ای را فراهم آورد که در آن طرح‌های جدید را می‌شد آزمود و قطعاً در این چارچوب فناوری بسرعت رشد می‌کرد. نیاز به اقبال همگانی از این پدیده نیز بخوبی حس شد. برای برآوردن این نیاز چیزی بیشتر از فراهم آوردن اطلاعات بهتر نبود. اما این موضوع هم آشکار شد که جانمایی و نصب دقیق برای به حداقل رساندن واریختگی بصری و مشاوره‌های محلی در امور حساس، ضروری است.^۳

آن گونه که در مورد پژوهی فصل بعد توضیح می‌دهیم، این موضوع حتی بیشتر آشکار می‌شود وقتی که نخستین مزرعه باد در بریتانیا ساخته شد، که در آنجا تراکم جمعیت عموماً بسی بیشتر است. مسئله

1. Barac et al 1983

2. Wind rush

3. Thayer and Hanson, 1988; Gipe, 1995

آلودگی صوتی نیز اهمیت پیدا کرد و پیشرفت‌های فنی به کاهش و تخفیف بسیاری از مشکلات کمک می‌کنند. مثلاً، نسل جدید توربین‌های باد با سرعت متغیر کم سر و صدا تر است. اما هنوز هم مهم است که طراحان و سازندگان نسبت به نگرانی‌های محلی حساس باشند و با اجتماعات محلی درباره مکان و چیدمان طرح‌های پیشنهاد شده مشورت کنند.

به طور خلاصه، فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر طراحان و برنامه ریزان سیستم را با چالشی جالب روبه رو می‌کنند: آنان باید بکوشند مزیت‌های جهانی انرژی‌های تجدیدپذیر را (مثلاً در قالب کاهش گسیل گازهای گلخانه‌ای شبیه کربن دیوکسید) با آثار محلی که به بار می‌آورند متوازن کنند، و مواردی را پیشنهاد کنند که از لحاظ فنی شدنی، از لحاظ اقتصادی ممکن و از لحاظ زیست محیطی پذیرفتنی باشد. آن چه که ضروری به نظر می‌رسد این است که باید بین آثار محلی و جهانی توازن برقرار شود.

مورد پژوهی مزرعه باد

در فصل بعدی مورد پژوهی جامعی درباره واکنش‌های همگانی به انرژی باد ارائه خواهد شد که عملاً «نخستین نماها» در این فرآیند را باز می‌نمایاند. هدف از این مورد پژوهی عبارت است از فراهم آوردن بینشی به چگونگی کارکرد فرآیند سیاسی تعارض و گفتگو یا این که چگونه باید کار کند؛ به گونه‌ای که در فصل اول هم بحث شد. انتخاب انرژی باد برای این مورد پژوهی نباید چنین پنداری پدید آورد که مزارع باد با مشکلات عمده پذیرش همگانی، در بریتانیا یا جای دیگر، مواجه نمی‌شوند. به گونه‌ای که خواهیم دید، حتی در بریتانیای نسبتاً پرجمعیت، اکثریت با پیشنهادها مزرعه باد موفق بوده‌اند و، رویهمرفته، انرژی باد را عامه مردم پسندیده‌اند. اما، مباحثات مربوط به مزرعه باد توضیح مفیدی را در مورد مسائل پیش روی فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر مستلزم تغییر کاربری زمین ارائه می‌کنند.

مورد پژوهی‌ها را می‌توانستیم از بسیاری نواحی دیگر، مثلاً، بر پایه نگرانی‌های محلی در اقصی نقاط جهان درباره گسیل گاز از کارخانه‌های زباله سوز؛ تعارض‌هایی که در برخی مکان‌ها پیرامون توسعه سامانه‌های انرژی زمین گرمایی در می‌گیرند؛ یا مناقشه‌های مربوط به آثار اکوسیستم در ارتباط با پروژه‌های برق آبی بزرگ مقیاس و آب بندهای کشندی، بر گزینیم. اما مناقشه پیرامون مزارع باد این مزیت‌ها را دارد که،

بخصوص در بریتانیا، مجهز به سند و مدرک است، و مستلزم فناوری کوچک مقیاس تری است که فهم ماهیت و احتمالاً آثار آن آسان است.

جمع‌بندی

- برخی پروژه‌های بزرگ انرژی تجدید پذیر با پیکاری سخت در چارچوب کسب بودجه جهت استقرار کامل مواجه‌اند، زیرا منافع آنها گاهی در دراز مدت به دست می‌آید.
- پروژه‌های کوچک مقیاس تر ممکن است بتوانند بودجهٔ محلی کسب کنند و از لحاظ محلی با اقبال بیشتری مواجه شوند.
- آگاهی همگانی نسبت به هزینه‌ها و منافع نسبی فناوری‌های پایدار انرژی ضروری است.
- به نگرانی‌های همگانی باید توجه شود و بایستی واکنش‌های محلی در فرایند ایجاد فناوری‌های انرژی پایدار مورد توجه و ملاحظه قرار گیرد.

برای مطالعه بیشتر

پیرامون اثر انرژی تجدیدپذیر بخصوص در ارتباط با مزارع باد و انرژی امواج جزر و مد (کشندی) مناقشه‌ها و مباحثه‌های دیرپایی جاری بوده است. دربارهٔ نقاط ضعف و قوت انرژی کشندی کلایو بیکر در اثر خود با مشخصات زیر، بحث کرده است:

Tidal power (1991, Peter Peregrinus / IEE, London)

نیز رجوع کنید به:

Liz Spencer and David Elliott, "public awareness of renewable energy: a pilot study, *International Journal of American Energy*, 4 (4): 199-211, 1983

که به واکنش‌ها نسبت به آب بند سورن می‌پردازد.
مناقشه در باب مزرعهٔ باد در بریتانیا موضوع فصل یازدهم کتاب حاضر است. نقطه آغاز مفیدی برای بحث پیرامون واکنش‌های همگانی به مزارع باد در ایالات متحدهٔ آمریکا را در منبع زیر می‌توانید بیابید:

R. Thayer & C. Freeman , "Altamont: Pullic perception of a wind Energy landscape", and urban Planing, 14:379-88,1991.

بحث کلاسیک راجع به آثار زیست محیطی این مزارع دارای این مشخصات است:

Alexi Clarke's report «wind farm location and environmental impact » (1988, NATTA, Milton Keynes).

برخی مقاله‌های مروری مفید در خصوص مباحث مربوط به دورنماهای بریتانیایی در شماره ژانویه

۱۹۹۵ نشریه *Land use Policy* سال دوازدهم شماره یکم، شامل:

"Renewable energy and the pullic" Energy land use and renewables"

به قلم گوردون واکر به چاپ رسیده است.

می‌توانید به موضوع‌های راهبردی و زیست محیطی مربوط به توسعه انرژی تجدیدپذیر در بریتانیا و

جاهای دیگر، در حال حاضر و در آینده، با مراجعه به نشریه دوماهانه RENEW ، که به وسیله NATTA

منتشر می‌شود، دست پیدا کنید (ر. ک پیوست ۲).

فصل ۱۱

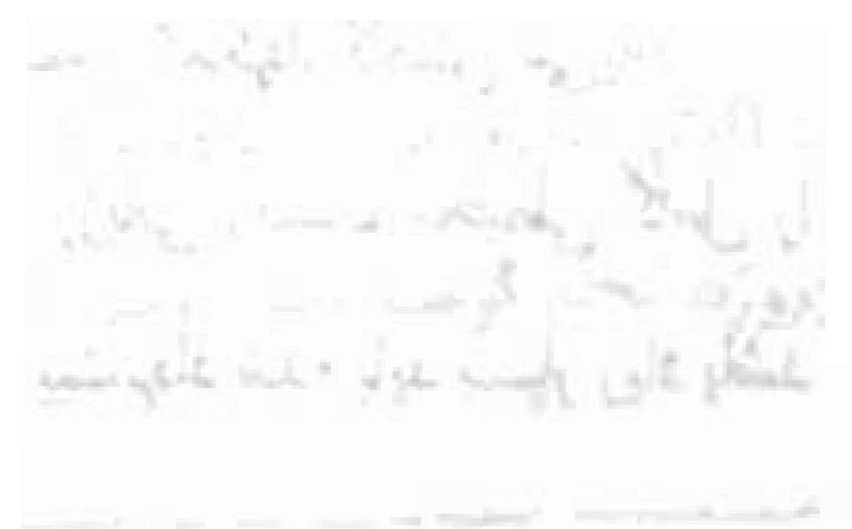
مورد پژوهی: واکنش‌های مردم به مزارع بادبریتانیا

✓ تعارض بین شرکت‌های ساخت و ساز و اجتماعات محلی

✓ نقش برنامه ریزی

✓ نیاز به مشاوره و نشست‌های دلسوزانه

فناوری‌های جدید انرژی لاجرم ناشناخته‌اند و توسعه و گسترش آنها می‌تواند نگرانی همگانی را برانگیزد -
بخصوص اگر پی برده شود که آثار محلی منفی دارند. در این فصل یک مورد پژوهی درباره مناقشه ای غالباً
پر شور پیرامون مکان یابی مزارع باد در بریتانیا ارائه می‌دهیم. این مورد پژوهی نمونه ای از نیاز به حساسیت
نسبت به نگرانی‌های محلی، در هنگام جستجو در نحوه معرفی پروژه‌های جدید، در عین حال تلاش برای
متوازن کردن هزینه‌های زیست محیطی در قبال منافع زیست محیطی جهانی، ارائه می‌دهد.



پیشگفتار

برنامه مزرعه باد بریتانیا، که از ۱۹۹۰ آغاز شد، در درجه اول مدیون طرح پرداخت یارانه متقابل به سوخت‌های غیر فسیلی است که در پی خصوصی سازی صنعت تأمین برق ارائه شد.

همان طور که در فصل ۷ گفته شد، یک [قانون] الزام / مصرف / سوخت غیر فسیلی (NFFO) بر شرکت‌های تأمین برق منطقه ای (REC) به تازگی خصوصی شده اعمال شد، و آنها را ملزم می‌کرد که مقادیری برق از تولید کنندگان برق هسته‌ای، و به میزان کمتری، تولید کنندگان انرژی‌های تجدیدپذیر خریداری کنند. افزون بر این، به تولید برق با سوخت فسیلی مالیات اضافی بستند تا هزینه اضافی استفاده از منابع غیر فسیلی تأمین شود، و با این نرخ است که شرکت‌های تأمین برق هزینه مصرف را از مصرف کنندگان دریافت می‌کنند.

دو مورد بخشنامه مربوط به NFFO به طور خاص در سال‌های ۱۹۹۰ و ۱۹۹۱ برای انرژی‌های تجدیدپذیر صادر شد، که در مورد تمامی ۱۹۷ پروژه نرخی «اضافی» بیشتر از هزینه «تسهیلات اشتراکی» متداول برای برق آن پروژه‌ها ارائه می‌داد. ساختار و قید و بندهای این بخشنامه‌های مربوط به NFFO در شکل گیری الگوی اولیه توسعه مزارع باد و، مسلماً، واکنش‌های عامه مردم به آن نقش عمده بازی کرده است. مسئله مهم و کلیدی این بود که طرح یارانه متقابل NFFO احتمالاً نقص قوانین اتحادیه اروپایی درباره رقابت منصفانه خواهد بود. برخی اعضای اتحادیه اروپا نیز با تأمین منابع مالی برای نیروی هسته‌ای مخالف بودند. در نتیجه، به عنوان یک توافق و مصالحه، برای طرح NFFO (اجبار به مصرف سوخت غیر فسیلی) سال ۱۹۹۸ در حکم ضرب الاجل پیشنهاد تعیین شد، که طی آن مصرف کنندگان منابع تجدیدپذیر عملاً و به طور سهوی قابل مجازات قانونی شناخته می‌شدند. در نتیجه، به طوری که خواهیم دید، در مورد NFFO3 و پس از آن این قید برای نیروگاه‌های با مصرف منابع تجدیدپذیر برداشته شد. اما، مهلت و ضرب الاجل سال ۱۹۹۸ در شکل دادن به توسعه اولیه تجهیزات و تأسیسات نیروی باد در بریتانیا نقش مهمی ایفا کرد: به این معنا که پیمانکاران و شرکتهای ساخت و ساز در آینده فقط می‌توانند بهای یارانه‌ای متقابل اهدایی را برای دوره محدودی دریافت دارند که با فرا رسیدن تاریخ قطع کمکها، کاهش می‌یابد.

نتیجه چیزی از یک «تهاجم بادی»، شاید با زمان ناکافی بود که ارزیابی زیست محیطی کامل را منظور می‌کرد. تاریخ قطع بودجه ۱۹۹۸ نیز به این معنا بود که اضافه بهای پیشنهاد شده باید بسیار زیاد باشد

وبه طور تصنعی افزایش یابد. پروژه‌های نیروی باد در NFFO سال ۱۹۹۰ توانی به میزان ۶r/kwh و در NFFO سال ۱۹۹۱ توانی به میزان ۱۱r/kwh عرضه می‌کردند، تا به کمپانی‌ها اجازه دهند سرمایه‌گذاریشان را در دوره کوتاه باقی مانده جبران کنند. اثر این امر این بود که نیروی باد پرهزینه و گران تلقی شد و کابوس «گران فروشی» را پدید آورد. سازندگان مزرعه بادگاهی به مثابه تهاجم آوردندگان برای بهره برداری از «کمک‌های بلا عوض» نگریسته می‌شدند، بدون آن که به آثار زیست محیطی این کار توجهی مبذول کنند.

در این جا حقیقتی نهفته است؛ قطعاً سازندگان در جایگاه‌های بادخیز مطلوب می‌توانستند از این نکته بهره مند شوند که تمام پروژه‌ها، مستقل از موقعیتشان، کمک‌های اساسی یکسانی دریافت می‌کردند. اما، این استدلال راهم می‌توان ارائه داد که سازندگان و شرکتهای عمران و توسعه چندان انتخابی نداشتند مگر تلاش در راه یافتن جایگاه‌های بادخیز و مرتفع. حتی با در نظر گرفتن مالیاتهای نسبتاً گزاف NFFO، در نظر اکثر سازندگان تاریخ قطع کمکها در سال ۱۹۹۸ به معنای دشوار بودن دستیابی به پشتوانه مالی به شمار می‌آمد. حاشیه سود «یا سود نهایی» آنها دشواریاب بود و واضح ترین تصور این بود که وادار می‌شدند جایگاه‌هایی را هدف قرار دهند که در آنجا باد به سرعت زیادی می‌وزد. اینها از نظر مالی در هر حالتی اغوا کننده بودند، اما ضرب‌الاجل ۱۹۹۸ تحرک بیشتری پدید آورد. به طوری که خواهیم دید، با توجه به این که این جایگاه‌های مرتفع گاهی از لحاظ زیست محیطی نواحی حساسی بودند، این اقدامات به اعتراض‌های محلی چشمگیری منجر شدند.

واکنش‌ها به مزارع باد

با شتاب گرفتن عملی شدن پروژه‌های نیروی باد از سالهای ۱۹۹۱ - ۱۹۹۲ به بعد، اطلاعات مربوط به واکنش‌های همگانی به دست آمد. پیش و بعد از بروز یافتن واکنش‌ها به پروژه نخست - طرح توربینی ۱۰۰ستایی در دلابول کرنول - از سوی گروه مشاوران دولت، واحد پشتیبانی فناوری انرژی (ETSU) مطالعاتی انجام گرفت. مطالعه «قبلی» در ۱۹۹۰ و مطالعه «بعدی» در نیمه ۱۹۹۲، شش ماه پس از آغاز پروژه، انجام گرفت. یک بررسی نگرشی «نظارتی» نیز دراکستر انجام گرفت.

نتیجه این بود که نیروی باد اساساً بر طرفدار است. فقط یک سوم مردم زیانها و زحمت آن را برای دیگران و فوایدش را برای خود می‌خواستند (مرگ برای همسایه!)^۱ - پاسخها، و حمایت از مزارع باد وقتی تثبیت شد که مردم تجربه محلی در این زمینه پیدا کرده بودند. مثلاً، در حدود ۲۵ درصد آنان که در ابتدا نگران طرح دلا بول بودند نظر خود را تغییر دادند: ۸۰ درصد گفتند که در زندگی روزمره آنها تغییری ایجاد نکرده است؛ ۴۴ درصد آن را تأیید کردند؛ و ۴۰ درصد هم قویاً تأیید کردند. در مورد مزاحمت بصری، بیش از ۴۰ درصد از مردم در ۱۹۹۰ تصور کرده بودند که این موضوع مشکل ساز است، اما در سال ۱۹۹۲ حدود ۸۰ درصد مردم به این نتیجه رسیدند که عملاً هیچگونه معضلی به شمار نمی‌آید.

رویه‌مرفته، ورود مزرعه باد به صحنه «نگرشها را در جهت مساعد شدن نظر ساکنان محلی به انرژی باد، تغییر داده بود»، و «بسیاری از نگرانی‌هایی که ساکنان محلی درباره توربین‌های باد داشتند»، واهی و بی اساس از آب در آمده بود^۲. نکته جالب این که، دلابول در سال نخست یکصد هزار نفر بازدید کننده داشت. بررسیهای بعدی الگوهای حمایتی مشابهی را نشان داده‌اند. مثلاً، شرکت نیروی باد ملی^۳ سازنده مزرعه باد، از حمایت قوی محلی از مزرعه باد خود در سماز، واقع در سرزمین‌های میانی و یلز، خبر داده‌اند. از مردمی محلی که مورد پرسش قرار گرفتند، ۹۸ درصدشان با این اقدام «موافق» یا نسبت به آن «بی تفاوت» بودند در حالی که، بنابر گواهی اکوگن^۴، یک کمپانی ساخت و ساز دیگر، نتیجه نظر سنجی ای که از ۵۰۰ بزرگسال به وسیله یک مدرسه محلی در نزدیکی مزرعه باد کرل گلف به عمل آمد از این قرار بود که ۷۰ درصد آنها خواستار انجام پروژه‌های گسترده تری در زمینه انرژی باد بودند. نکته جالب این که، همچنین پی بردند که هر چند ۴۰ درصد مردمی که به عنوان نمونه از آنها نظرخواهی شد نمی‌توانستند منظره مزرعه باد را از خانه‌های خود ببینند، ۵۵ درصدشان هم عملاً ترجیح می‌دادند که آنها را مشاهده کنند. به همین ترتیب در نظرخواهی از ۱۰۰۰ نفر از ساکنان که شعبه محلی گروه دوستان زمین در سیدل شام واقع در شبه جزیره منهود به عمل آورد: ۸۳ درصد از پیشنهاد بر پایی مزرعه باد در آن مکان پشتیبانی کردند؛ هفت درصد مخالف بودند؛ و ۱۰ درصد هم مردد بودند.

1. not-in-my-back-yard-(NIMBY)

2. ETSU1993b:54

3. National Wind Power

4. Ecogen

اما، آشکار است که همگان هوادار پروژه‌های نیروی باد نیستند. برخی تلاش‌ها برای برنامه ریزی در این مورد نیز به سرنوشت غم‌انگیزی انجامیده‌اند، مانند برنامه‌های انرژی باد بریتانیا که، به طوری که خواهیم دید، با مخالفت‌های محلی نسبت به برخی پروژه‌ها آغاز شد و ابعاد چشمگیری یافت.

برنامه ریزان و واکنش گروه‌های هوادار حفظ محیط زیست

نخستین موج پروژه‌های مزرعه باد برنامه ریزان محلی را بامشکلات و معضلات چشمگیری رو به رو کرد. این نوع توسعه چندان پیشینه‌ای نداشت، مثلاً، آیا می‌شد آنها را پروژه‌های کشاورزی تلقی کرد تا برچسب «مزرعه باد» را منعکس کنند، یا می‌شد آنها را درحکم پروژه‌های صنعتی، یعنی نیروگاه مشاهده کرد؟ در نتیجه به دستورالعمل‌های برنامه‌ریزی جدید از جانب دولت نیاز پیدا شد. پیش‌نویس (مشاوره‌ای) رهنمون‌های برنامه ریزی در سال ۱۹۹۱ از سوی وزارت محیط زیست صادر شد. اما، به طور کلی این بخشنامه‌ها جزئیات ارزشیابی را به مقامات دولتی واگذار می‌کردند؛ خط مشی اساسی برای پشتیبانی از تأسیسات بهره‌گیری از نیروی باد بردلایل راهبردی جهانی استوار بود مگر این که هزینه‌های محلی بر آنها می‌چربید. از برنامه‌ریزان عملاً خواسته می‌شد منافع ملی و جهانی را در قبال هر گونه نقطه ضعف و مشکل محلی به حالت موازنه درآورند.

اما، برنامه‌ریزان شورای محلی به‌طور کلی از فقدان راهنمایی و ارشادهای واضح، چنان که خود مشاهده می‌کردند، ناخشنود بودند. به این ترتیب، انجمن مشاوران منطقه در واکنش و پاسخ به پیش‌نویس رهنمودهای برنامه ریزی اظهار داشتند که بدون «گزاره‌های واضح درباره نیازهای راهبردی، مقامات برنامه ریزی محلی فاقد دلایلی قوی برای توجیه گنجاندن پیشنهادی سازنده در مورد مزارع باد... در برنامه‌های محلی، در قبال وزن احتمالی اعتراض‌های محلی، هستند». آنان خاطر نشان می‌کردند که «مقام‌های برنامه ریز محلی مسئول تولید انرژی نیستند».^۱

انجمن مسئولان برنامه‌ریزی ناحیه^۲ اضافه کردند که «این که از هر یک از مقام‌های برنامه‌ریزی محلی بتوان به طور واقع‌گرایانه‌ای انتظار داشت منافع زیست محیطی کلی را در هنگامی مشاهده و ملاحظه کند که پاداشها و تشویق‌ها عملاً نامحسوس و غیر قابل لمس‌اند، محل تردید است».

1. Association Of District Councils, 1991

2. County Planning officers society, 1991

برخی گروههای هوادار محیط زیست و گروههای زیست محیطی پا را از این هم فراتر نهادند. کمیسیون طبیعت بیرون از شهر و شورای حفاظت نواحی روستایی انگلستان تصویری کردند که رهنمودهای برنامه ریزی حاکی از آن اند که دولت نسبت به ساخت و ساز کنندگان «رفتاری مهربان و ملایم» دارد. برعکس، برخی از گروههای فشار افراطی تر مسئله را چنان می‌دیدند که چندان برخوردار از نظارت بر ساخت و ساز کنندگان و یا سودجویی آنان نیست بلکه دولت در پشتیبانی شایسته‌ای از انرژی باد، قصور کرده است. به این ترتیب، سازمان مبارزه برای حفاظت نواحی روستایی ویلز اظهار می‌داشت که، هرچند که باید با هر گونه پروژه خاصی مخالفت ورزند که آن را بد طراحی شده و ناشیانه می‌یافتند، همچنین «برای اصلاح معاملات یکجای مالی که، در حال حاضر با ساخت و ساز کنندگان انجام می‌شود، به سختی چانه می‌زدند» به این منظور که جایگاه کمتر تهاجمی را به حساب آورند.

دولت، به سهم خودش، تلاش کرد تا از برقراری پیوندی بین برنامه ریزی و مسائل مالی پرهیز کند. به این ترتیب، کالین مومینیان، وزیر وقت انرژی، در نامه‌ای به دوستان زمین (۲۸/۳/۹۱)، هرگونه پیوندی را انکار، و اعلام کرد که مسئله جایگاه و تعیین جایگاه «از بنیاد موضوعی برنامه ریزی است و نه تجاری و بازرگانی». رهنمودهای خط‌مشی برنامه ریزی (PPG22) کامل در فوریه ۱۹۹۳ منتشر شد، اما این رهنمودها فقط در جزئیات با پیش نویس فرق داشتند و واقعاً مسئله‌ای را حل نمی‌کردند. تیم اگرا، وزیر وقت انرژی، در نوامبر ۱۹۹۳ در پاسخ به فشار مداوم در جهت روشن کردن موضوع، موضع دولت را از قرار زیر شرح داد:

دولت برای انرژی باد هدف خاصی ندارد، و موفقیت آن به این بستگی خواهد داشت که ساخت و ساز کنندگان جایگاه‌هایی بیابند که برای همگان و برای مسئولان برنامه ریزی پذیرفتنی باشد. NFFO فرآیند برنامه ریزی را رونمی‌کند و دولت همانقدر نگران محیط زیست محلی است که برای محیط زیست جهانی نگرانی دارد. راهنمای برنامه ریزی در PPG22 مستلزم آن است که برنامه ریزان سیاست‌های دولت در مورد مواد تجدیدپذیر را با سیاست‌های آن در زمینه طبیعت خارج از شهرها به حالت توازن در آورند.^۱

در پیش گرفتن این داوری آشکارا دشوار است و، علی‌الاصول، هر موردی بایستی بدون در نظر گرفتن پیشینه، بر پایه شایستگی مورد قضاوت قرار گیرد. با همه این احوال، به نظر می‌رسد که چند و کاو برنامه ریزی نخست‌الگوی مشترکی را تعقیب کنند.

جستارهای همگانی

نخستین جستار وپرس وجوی همگانی، در سال ۱۹۹۱، درمورد مزرعه باد ۲۴ توربینی گروه انرژی باد برای سماز^۱ دردره دیوی در ویلز میانی، برلبه اسنودرنیا^۲، درنظر گرفته شد. علیرغم مخالفت‌های کمیسیون طبیعت روستایی (خارج شهر)، درمیان سایر گروه‌های مخالف، این جریان به توصیه‌های بسیار مثبت بازررس انجامید، که نتیجه آن بعداً از جانب وزیر وقت امور ویلز، دیویدهانن، پذیرفته شد. هرچند که موضوع اثر بصری مناسب تلقی شد، نظرهانن این بود که «به‌اندازه کافی قانع کننده نیست که نیاز به انرژی تجدیدپذیر را توجیه کند»^۳.

تحقیقات بعدی به مزرعه باد ۱۵ توربینی پیشنهاد شده وگ^۴ درکربی مور واقع در کامبریا، درست درجنوب پارک ملی لیک دستر مکیت، متمرکز شد. بازررس، موضوع را به زمینه‌های مزاحمت‌های بصری وچشم‌اندازی برگردانید، اما نتایج وی را وزیر محیط زیست رد کرد، که اظهار می‌داشت: «آسیبی که ممکن است از طریق تأثیر بصری مزرعه باد دراین مورد وارد آید سنگین تر از نیاز ملی به ایجاد منابع انرژی پاکیزه تر جایگزین است»^۵.

اکثر کارکردها مورد بازجستهای برنامه ریزی کامل قرار نگرفتند و، دست کم در ابتدا، اکثریت آنها مجوزبرنامه ریزی کسب کردند، هرچند که درموردی این مجوز نیازمند مداخله وزیر بود. وزیر، چهارقلم عدم پذیرش (عدم اعطای مجوز) به وسیله برنامه ریزان محلی رالبطل کرده بود. اما، این ماجرا یک الگوی تثبیت شده نبود. بعد از مخالفت‌های شدید محلی، مقامات ویلزی تقاضایی مربوط به کاربردی برای یک مزرعه ملی انرژی باد در انگلیس را ردکردند؛ و بیش از پانزده پیشنهاد دیگر ازجانب برنامه ریزان محلی رد شده است. با همه این احوال، معترضان وآن گروه‌های زیست محیطی مخالف مزارع باد آشکارا احساس می‌کردند که دارند نبرد شاقی را پیش می‌برند.

به این ترتیب، یک مشاور حقوقی محلی که وکالت معترضان به استقرار مزرعه باد پیشنهادی اکوگن در بروک داون در کورن ول را برعهده داشت، اظهار کرد: «همه معتقد بودند که این امر با توجه به

1. Cemmaes

2. Snowdoria

3. Hunt, 1991

4. WEG

5. Department of the Environment, 1994

مخالفت‌هایی که تقریباً از همه جا صورت می‌گیرد، باورنکردنی و تصور ناپذیر است. بازرس فقط روی معترضان اعمال نظر می‌کند»^۱.

واکنش گروه‌های زیست محیطی

واکنش گروه‌های زیست محیطی آمیزه‌ای از بینش‌های گوناگون بود. دوستان زمین، محلی و ملی، حمایت دیرپای خود را از نیروی باد و به خاطر ارتقای آن کماکان ادامه دادند. انجمن سوسیالیست محیط زیست و منابع وابسته به حزب کارگر (SERA)، وصلح سبز، نیز همین شیوه را درپیش گرفتند. اما، چند گروه محافظه کار عمده در مقابل استقرار مزارع باد موضع گرفتند، درحالی که سازمان مبارزه برای حفاظت مناطق روستایی ویلز، که در ابتدا، هرچند از موضع انتقادی، از آن حمایت کرد، بعداً تغییر جهت داد. انجمن را مبلر نیز همین راه را پیمود، درحالی که انجمن «گردشگری ۲۰۰۰» وابسته به هیات گردشگری ویلز ۱۹۹۴، نگرانیهای بارز از بابت تأثیر مزارع باد بر گردشگری را گزارش داد.

شورای نواحی روستایی ویلز (CCW) خط مقابله و مخالفت شدیدی را با ارائه این استدلال درپیش گرفت که درحالی که توربینهای باد «به عنوان یکی از منابع انرژی تجدیدپذیر مغتنم‌اند، مقیاس سهم آنها در تأمین نیازهای انرژی تبدیل پناهگاهها و تغییر سیاستهای برنامه ریزی جاافتاده و مستقر را توجیه نمی‌کند» و پروژه‌های نیروی باد به این سمت گرایش دارد که «دقیقاً آن نواحی را در معرض تهدید قرار دهد که CCW برای حفاظتشان مایه گذاشته است». مخالفان همچنین اضافه کردند که «باید در مقابله با نصب توربین باد در مجاورت جایگاههای برخورد از وضعیت چشم‌اندازهای قانونی اقدام کرد»^۲.

هم ارز شورای نامبرده در انگلیس، یعنی شورای حفاظت نواحی روستایی انگلستان (CPRE)^۳، نیز دیدگاههای انتقادی ابراز داشت. مثلاً در مدارک و شواهدی که CRRE برای گروه مشورتی انرژی تجدیدپذیر وزارت انرژی ارسال داشته، این وزارتخانه را به موشکافی بیشتر پروژه‌ها فرا خوانده و پیشنهاد کرده است که نیروی باد نباید به عنوان یک موضوع تکنیکی سرهم‌بندی برای حل «مسائل اقتصادی، اجتماعی، و سیاسی - مصرف اسراف کارانه انرژی» تلقی شود.^۴

1. Key, 1991

2. Tourism2000

3. Council for The Protection of Rural England

4. CPRE, 1991

متعاقب آن، تونی بورتون از اعضای CRRE به نشریه گاردین (۱۱/۳/۹۴) اظهار داشت، درحالی که علی‌الاصول بابه‌ره گیری از نیروی باد مخالف نیستند، اما «نظام یارانه‌ها برای ساختن و برپا داشتن مزارع باد در مکانهای نامناسب، چشم‌اندازهای بکر و دوردست که مدت‌های مدید حفاظت شده‌اند، فشار وارد می‌آورد». برای جمع‌بندی این مطالب باید گفت که، درحالی که برخی گروه‌های زیست محیطی از نیروی باد حمایت کردند، گروه‌های دیگر با آن به مخالفت برخاستند، و برخی گروه‌ها آشکارا احساس کردند که، درغیاب سیاستگذاری مناسب دولت، ناگزیر بوده‌اند دست تنها پروژه‌های ساخت و ساز کنندگان را «کنترل کنند».

برخی برنامه ریزان محلی از این که از آنها خواسته می‌شد، از نظر خودشان، بدون رهنمودی صحیح و مناسب در ارتباط با سیاستگذاری ملی انرژی تصمیم‌گیری کنند، رنجیده خاطر بودند. بعضی‌ها، درپاسخ، اظهار نظر کرده‌اند که این امر فراتر از توانایی و حوزه اختیارشان است و بنابراین تمرکز و توجه آنها فقط بر مسائل محلی است. این امر به رد برخی پیشنهادهای استقرار مزرعه باد انجامیده است، که ممکن است بعداً دگرگون شده باشد. منظور این نیست که برنامه ریزان محلی یا تمامی گروه‌های محافظه کار ضرورتاً درصاف مخالف مزارع باد بوده‌اند. ایرادها و اعتراضها متوجه آهنگ توسعه و فقدان رهنمود بود.

روحیه برخی برنامه ریزان را تیم هورود، مسئول برنامه ریزی شورای استان کورن ول، که رهنمودهای سیاستگذاری موقتی خود را ترسیم کرده، بخوبی بیان داشته است: «آنان در عوض ارائه طرح‌های بیشمار به یکباره بهتر می‌بود که با گام‌های آهسته حرکت می‌کردند تا مجال کافی برای ملاحظه تمام استلزامها در اختیار داشته باشند»^۱.

پس زنی باد

باتوجه به این که تعداد نسبتاً زیادی پروژه پیشنهاد شد، شاید شگفت‌انگیز نباشد که برخی گروه‌های محافظه کار به صف مخالفان پروژه پیوستند. برخی از آنها از بابت شتاب زیاد حرکت این برنامه نگران بودند، به این ترتیب، گروه دون شمالی از وابستگان CPRE، آن را «تقلای دیوانه وار» ی برای دست‌اندازی به شیپهای پرارزش تپه‌ها، با توربینهای بادی تهدید آمیزی تلقی کرد که «شلنگ‌انداز نواحی روستایی و طبیعت

دوین شمالی و باختری را مانند طاعون خیارکی در می‌نوردد.»^۱ بری لانگ از اعضای شورای فضای سبز خارج شهر ولز به تانمیر (۲۱/۸/۹۱) گفت: «درنواحی میانی ویلز، دشواری می‌توان تپه‌ای را یافت که برقله آن بایستید و یک آسیاب بادی هم نبینید.»

در خلال سال ۱۹۹۳، اعتراض‌هایی در جای‌جای کشور، مثلاً در دول، کرن ول و یورکشایر بروز کرد. اما شاید شمار اعتراض‌ها در ویلز از همه جا بیشتر بود. بزرگترین مزرعه باد بریتانیا تاکنون، در لندینام، در این مباحثه چیزی چون نقطه عطف از کار درآمد. نسبت به مقیاس و اندازه و زمینه‌های بد منظره ساز آن اعتراض‌هایی صورت گرفته است؛ اما این سروصدای مزاحم بود که مسئله و مشکل عمده را تشکیل می‌داد. چندین نفر از ساکنان محلی ادعا کردند که از این سروصداها دچار عذاب‌اند، و درواقع معضل سروصدا برای برخی از ساکنان دره دریابین دست خط الرأس که در آنجا ۱۰۳ واحد از دستگاه‌های ساخت میتسوبیشی نصب شده‌اند، در خور توجه و درضمن آزارنده به نظر می‌رسد.^۲

تجربیات محلی بر سر این پروژه اعتراض‌های چشمگیری را نسبت به پروژه‌های بعدی در ویلز، مثلاً، درارتباط با کارکرد (درنهایت موفق) نیروی باد ملی برای اخذ مجوز به منظور نصب درراه‌اندازی یک مزرعه باد ۲۲ توربینی در برین تیت لی (Bryntitli)، برانگیخت. این جریان به سفت و سخت ترشدن مخالفت‌های کلی محلی دامن زدیک گروه اقدام برعلیه سروصدا^۳ درمحل تشکیل و متعاقب آن یک انجمن مشاوره نیروی باد ملی تشکیل شده است، که در ابتدا نواحی مرزی ویلز را پوشش می‌داد.

در مطبوعات محلی که مباحثه‌ای گسترده به راه افتاد، که طی آن غالباً نگرشها قطبی می‌شدند. واکنش‌های محلی گاهگاهی باناسزاگوییهای شدید همراه بود. در اعلامیه‌ای بدون امضا که در سال ۱۹۹۳ درنواحی میانی ویلز پخش شد، گفته می‌شد که ویلز «درخط مقدم اقدام‌هایی قرار گرفته که توربین‌های بد منظره‌ای سطح زمین‌های آن را فرا گرفته تا جیب خارجیها و زمینداران حریص و آزمند را پر پول کنند»^۴، هر چند که، به طور کلی، این مباحثه در شرایطی کمتر پرخاشگر انجام شده است.

1. Allen, 1991

2. Walker, 1993

3. Noise Action Group

4. NATTA, 1994a

با همه این احوال، برخی کنایه‌ها و تلمیح‌های پرشور و هیجان ابراز می‌شد. یکی از ساکنان محل ادعا کرد که مزرعه باد اکوگن در لاندینام مثل یک ماشین لباسشویی «دولگنی» صدا می‌کند. ادعا می‌شد که مزرعه باد نیروی باد ملی ورلانگ ویری فون صدایی تولید می‌کند همچون «یک فرغون قدیمی که همواره در حال حرکت است»، درحالی که صدای خارج شده از پروژة کولد نورت کات در کورن ول مانند صدای «یک ماشین لباسشویی عظیم که بادورخشک کردن کار می‌کند» توصیف می‌شد.^۱

واضح است که، سروصدای مزاحم موضوع و مسئله عمده این مردم به شمار می‌آمد، که پرداختن به آن کار دشواری است. دیدارکنندگان و شاهدان معمولاً از آرام بودن مزارع باد شگفت زده می‌شوند، فقط صدای غرغر پره‌ها به گوش می‌رسد، حتی اگر نزدیک تر برویم، گاهگاهی صدا چرخ دنده‌ها را می‌شنویم. اما، بعضی ماشینها و دستگاهها پر سروصدا ترند و در برخی مواضع پست و بلندی، این صداها حتی آشکارا ناشی از اثر تشدید، مثلاً به وسیله دره‌ها، تقویت می‌شوند. واکنش مردم به این نتیجه گیری نیز متنوع و متفاوت است. بعضی از آنها نسبت به سروصدای زمینه پایین هم حساس‌اند (و حتی از صدای کارکردن یخچال خودشان هم آشفته می‌شوند). قطعاً همین که مزاحمت یک سروصدا آغاز می‌شود می‌توان آن را، حتی در ترازهای صوتی خیلی پایین، شناسایی و آشکار سازی کرد. بعضی از ماشینها در طول دوره کارکردشان سروصدای خاص داشته‌اند. سازندگان تلاش کرده‌اند که به صورت کلی به مشکلات سروصدا پاسخ دهند، مثلاً، از طریق نصب مواد عایق صدا در محفظه ای که دستگاهها در داخل آن قرار می‌گیرند.

همین که مزرعه باد تأسیس می‌شود، درمورد منظره بد آن چندان کاری نمی‌شود انجام داد. به نظر می‌آید تاکنون این موضوع چندان معضلی به شمار نمی‌آمده است: همین که یک ماشین نصب می‌شد ظاهراً همه مردم از آن بهره می‌گرفتند. اما، واضح است که این ایده را همگان پذیرفته‌اند. سر برنارد اینگام مزرعه باد نزدیک به هیلن بریج در یورکشایر را به مثابه «جاروهای دستشویی در آسمان» توصیف کرد، کنایه‌ای که بعداً به شکل‌های گوناگون رسانه‌ها آن را تکرار کرده‌اند. اینگام، منشی مطبوعاتی پیشین مارگارت تاچر مشاور روابط عمومی سوخته‌های هسته‌ای بریتانیا، تماسهای گسترده‌ای با رسانه‌ها دارد و درمورد موضوع مزرعه باد همواره صریح و بی‌پرده سخن گفته است.

بادخالت چنین چهره‌های محبوبی، موضوع مزرعه باد به تدریج در چشم‌اندازی ملی قرار گرفت و پرسش رسانه ای ملی چشمگیری کسب کرد. شاید رخداد اصلی عبارت بود از تأسیس یک گروه فشار ضد نیروگاه‌های بادی در سطح ملی در اوایل سال ۱۹۹۳، به نام نگهبان سرزمین^۱ که خود را پایبند مخالفت با «بی‌حرمتی به کرانه‌های دریا و تپه ماهورها از سوی مزارع باد» می‌دانستند، و برنارد اینگام هم قائم مقامی این گروه را برعهده داشت. جوزف لایتگو، بنیانگذار نگهبان سرزمین، در آغاز مبارزه خود ۱۸۰۰ برگ نامه «هر هفته، به تمام روزنامه‌های کشور» فرستاد. از آن پس این گروه در جلب توجه رسانه‌ها بسی توفیق‌های دامنه دار کسب کرده است.

از آن پس، مبارزه ای بر علیه پیشنهاد نصب ۴۴ دستگاه توربین در فلات هیل^۲، در نزدیکی هیدن بریج، نیز توجه رسانه‌های ملی را به خود جلب کرد و تعدادی از افراد پرآوازه، از جمله کلیف ریچارد ستاره موسیقی پاپ و بسیاری از چهره‌های سرشناس را درگیر این موضوع کرده است. این افراد نامه ای با ۶۲ امضاء به ضمیمه ادبی تایمز نوشتند، و طی آن درباره چیزی که به عنوان «تاخت و تاز بر علیه میراث ادبی و هنری ما» دیده‌اند، به شکوه پرداختند، و در مورد این که مزرعه باد بر سرزمین برونته چه می‌آورد، هشدار دادند.

واکنش رسانه‌ها

به طور کلی مطبوعات توجه چشمگیری بر مباحثات محلی درباره مزارع باد، مبذول کردند. تمامی روزنامه‌های کشوری (تایمز، گاردین، ایندپندنت، تلگراف، آنرور، FT) گزارشهایی را منتشر می‌کردند، که به نحو فزاینده‌ای اعتراض‌ها را پوشش می‌دادند و عمدتاً بر جنبه منفی آن تأکید می‌ورزیدند.

رسانه‌های دیواری و شنیداری نیز عموماً رویکردی نسبتاً انتقادی و، در مواردی، خصمانه اتخاذ کردند. برنامه تلویزیونی «پرونده کشوری» بی بی سی (۲۴/۴/۹۳) به مرور نسبتاً انتقادی این موضوع پرداخت، در حالی که برنامه «شما و مال شما» ی شبکه ۴ رادیو (۳۰/۷/۹۳) نگاهی کم و بیش یکسره منفی به این موضوع انداخت. یکی از برنامه‌های رادیو ۴ تحت عنوان «پرونده شما» (۸/۳/۹۴) اندکی امیدوارانه تر بود.

1. Country Guardian

2. Flight Hill

هرچند که در آن اظهار می‌شد که ایجاد و توسعه مزارع باد نسبت به آن که در ابتدا سازندگان و هواداران محیط زیست امیدوار بودند، دشوارتر از آب درآمد.

مطبوعات محلی در نواحی مربوطه گزارش‌های خبری و مطالب عمده به اضافه نامه‌های مفصل و مشروحی را درج می‌کردند، یک بررسی تقریبی و غیر دقیق درباره این گزارشها در ویلز میانی در خلال ماههای مارس و دسامبر ۱۹۹۳، هر چند که به هیچ وجه جامع و کامل نیست، می‌تواند نشانه ای از الگوی کلی باشد: این گزارشها مشتمل بودند بر شصت و دو قلم خبر، تقریباً تمام گزارشهای مربوط به « مشکلات و مسائل پیش آمده»، و سی و هشت نامه که از آن میان فقط هشت مورد با تجهیزات بهره‌گیری از نیروی باد موافق بودند.^۱

قسمت اعظم معترضان مسائل محلی خاصی را ذکر می‌کردند - سروصدای مزاحم و مناظر چشم آزار، اما بعضی هم نگرانیهای مربوط به حفاظت و صیانت محیط زیست و نیز هراس خود را نسبت به تأثیری که این تأسیسات بر گردشگری می‌گذارند، منعکس می‌کردند. برخی از حمایت کنندگان این پروژهها شکوه می‌کردند که این مباحثه‌ها در رسانه‌ها « فاقد توازن » است، و بیان میزد از اعضای انجمن انرژی باد بریتانیا به گاردین (۵ / ۱۱ / ۹۳) گله می‌کرد که « تعدادی اندک اما هیاهوگر از مردم کمیت نامتناسبی از پوشش مطبوعاتی را در اختیار خود در آورده‌اند ». با همه این احوال، این کشمکش‌ها اثری هم داشت. بنابر گزارش گاردین (۹ / ۳ / ۹۴):

به نظر می‌رسد که تیم دیگر، وزیر انرژی، از تعداد معترضان به مزارع باد پیشنهاد شده از طریق گروههایی به وحشت افتاده که ادعا می‌کنند توربینها سروصدا راه می‌اندازند و چشم‌اندازشان را بد نما می‌کنند. DTI به عنوان جزئی از مبارزه در سطح محلی و ملی که عمدتاً به وسیله... نگرهبانان سرزمین سازماندهی شده، زیر بار اعتراض‌ها ناپدید شده است.

یکی از سخنگویان DTI قبلاً هرگونه تغییر بینادی در سیاستگذاریها و خط مشی را انکار کرده، و به فاینشال تایمز (۲۲ / ۱۲ / ۹۳) می‌گوید که: « ما به تغییرات ریشه ای در خط مشی خود، متأثر از اعتراض‌ها، نیاز نداریم، زیرا همواره گفته ایم که صدور اجازه برای پیشرفت‌ها از مجوزهای برنامه ریزی مربوطه مستقل است ».

باهمه این احوال، محتمل به نظر می‌رسید که پروژه‌های مربوط به نیروی باد در دور بعدی مورد بررسی دقیقتر قرار گیرد. NFFO3 با تقاضای بیش از حد، با بیش از ۶۵۰ مورد پیشنهاد پروژه انرژی تجدید پذیر، از جمله بسیاری از پروژه‌های باد، مواجه بوده است. در ۱۱ مارس ۱۹۹۴، درست بعد از این که مهلت درخواست‌های نهایی به پایان رسید، تیم ایکار اظهار داشت:

هرچند حدود ۲۳۰ مورد از این پیشنهادها مربوط به انرژی باداند، انتظار داریم دیگر بیش از حدود بیست مزرعه باد ناشی از دور بعدی NFFO مشاهده نکنیم. اما این امر به توانایی سازندگان بستگی دارد که جایگاههای بادخیزی بیابند که در شرایط برنامه ریزی پذیرفتنی باشند، بخصوص از دیدگاه سروصدا و آثار بصری. اگر این شرطها را تأمین نکنند، یا پروژه‌های مورد نظر بخوبی از کاردر نیابند، این به معنای آن است که در آینده همه چیز بر علیه انرژی باد است.

وی در واکنش به این فعالیتها و مبارزات، اضافه کرد:

نگرانی ابراز شده از جانب بعضی‌ها درباره تعداد مزارع باد، که برای آخرین دور قراردادها تسلیم شده، درک می‌کنیم. آماده ام توسعه مداوم انرژی باد را مشاهده کنم، اما آن طور که بعضی افراد اظهار داشته‌اند، موضوع از این قرار نیست که من می‌خواهم تمام سطح کشور را با مزارع باد بپوشانم. منعقد کردن قرارداد با NFFO ملاحظات و توجه خاصی را تداعی نمی‌کند. خطمشی برنامه‌ریزی دولت مستلزم آن است که منافع زیست محیطی استفاده از باد و سایر منابع تجدیدپذیر در نظر گرفته شود، اما بر نیاز حفاظت از محیط زیست نیز تأکید زیادی می‌شود.^۱

اعتبار اعتراض‌ها

مایک مارپر، رئیس وقت انجمن انرژی باد بریتانیا، اظهار داشت که «مناقشه بر سر تعیین تاریخ عمدتاً حول سوء تفاهم‌ها و اطلاعات غلطی دور زده که گروههایی در آن سهیم‌اند که هدفشان سرکوب و حذف کامل انرژی باد است».^۲

قطعاً موارد ارائه تصویر غلط و حتی اطلاعات گمراه کننده وجود داشته است: مثلاً، گاهی معترضان مزارع باد گفته‌اند که ده درصد مالیات سوخت فسیلی از طریق دریافت بهای اضافی مصرف برق به وسیله

1. Eggar, 1994

2. Harper, 1994

مزارع باد، به مصرف کنندگان تحمیل و دریافت می‌شود. در واقع، کل این ده درصد ناشی از حمایتی است که باید از نیروی هسته‌ای به عمل می‌آید. حتی با توجه به سطح بالای حمایت اولیه ای که به طور مصنوعی باید از پروژه‌های انرژی باد صورت می‌گرفت و حاصل مهلت و ضرب الاجل NFFO در سال ۱۹۹۸ بود، عنصر مزرعه باد تاکنون فقط حدود یک دهم درصد میانگین صورت حساب مصرف کنندگان بوده است.

در حالی که این اظهار نظر، بنابر اظهارات یکی از روزنامه نویسان، نامعقول است که «بیش روستایی رایج اکنون، اگر وجود داشته باشد، احتمالاً برضد تجهیزات انرژی باد است»، مخالفت با آن نمی‌تواند صرفاً به عنوان چیزی اشتباه یا فقط در حکم باز تابان تأثیر گروه‌های قدرتمند مؤثر که به وسیله اقلیتی از فعالان اعمال می‌شود، کنار گذاشته و نادیده گرفته شود. گرچه ظاهراً نظرسنجی‌ها عموماً از سطوح بالای حمایت از این طرح‌ها حکایت می‌کنند (کادر ۵) در برخی نواحی نیز مخالفت محلی واقعی به چشم می‌خورد. گروه‌های فشار نمی‌توانند به طور مؤثری وارد عمل شوند مگر این که در سطح همگانی اعتراض‌هایی وجود داشته باشد، و پوشش گسترده مطبوعات محلی حاکی از آن است که شمار مردم محلی که به طور جدی نگران‌اند، چندان اندک نیست.

اما، متأسفانه تأثیر گروه فشار ضد انرژی باد در کسب پوشش مطبوعاتی، قطبی شدن دیدگاه‌ها و لحن غالباً تند و گزنده مناقشه‌های بعدی دآوری در باب مقیاس واقعی مخالفت را دشوار کرده است. این گفته، هر چقدر هم که نمونه‌ای سوگیرانه و جانبدار از بریده‌های جراید باشد، برخی ایده‌ها از الگوی دیدگاه‌ها را مطرح می‌کند. پاسخ‌هایی از نوع نگرش ساده «مرگ برای همسایه» (NIMBY) ظاهراً از شمار پاسخ‌های غالب است، اما گاهی نگرانی‌هایی از بابت حفاظت و صیانت طبیعت منطقه ای به صورت گسترده تری ابراز می‌شود. برخی مخالفان و معترضان، باظرافت وزیر کی بیشتر، استدلال‌های جهانی (مثلاً، گسیل گازهای گلخانه‌ای) را می‌پذیرند اما ادعا می‌کنند که مزارع باد نمی‌توانند به حل این مشکل چندان کمی کنند، به طوری که تأثیر محلی آن توجیه شود. کسانی دیگر هوادار گزینه‌های دیگر انرژی بودند؛ صرفه جویی در مصرف انرژی را غالباً بهترین گزینه می‌دانند. باز هم در نزد گروهی دیگر موضوع اصلی آن چیزی است که آنها آن را «سود جویی» سازندگان «آزمندی» تلقی می‌کنند که از «پارانه‌های هنگفت» بهره می‌گیرند بدون این که، بنابر ادعاها، نگران تأثیر آن به محیط زیست محلی باشند.

کادر ۵

نتایج برخی نظر سنجی‌های همگانی پیرامون مزارع باد

کرک بی مور

مطالعه روی ۲۵۰ ساکن محلی در نزدیکی مزرعه باد ۱۲ توربینی کرک بی مور در کامبریا در فوریه ۱۹۹۴، شش ماه بعد از راه افتادن آنها به وسیله مؤسسه نیروی باد ملی، انجام شد. این مطالعه آشکار کرد که:

- ۸۲ درصد از ایجاد و توسعه مزارع باد در منطقه حمایت کردند و به نظر ۸۴ درصد، باید از منابع تجدید پذیر انرژی بیشتری تولید شود.

■ ۸۳ درصد نسبت به سروصدای آنها «نگران یا خیلی نگران» نبودند.»

■ از میان کسانی که می‌توانستند از خانه خود مزرعه باد را مشاهده کنند، ۷۷ درصدشان بابت تأثیر آنها در چشم‌انداز «اصلاً نگران» یا «خیلی نگران» نبودند.

تاف الی

مطالعه روی ۲۵۰ ساکن محلی در نزدیکی مزرعه باد بیست توربینی تاف الی در ویلز در فوریه ۱۹۹۴، شش ماه بعد از راه افتادن آنها به وسیله شرکت برق میانه خاوری، انجام شد. این نتایج به دست آمد:

- فقط ۲ درصد قویاً مخالف ایجاد و توسعه مزرعه باد در منطقه بودند.

■ ۷۵ درصد اظهار داشتند که یا عیب و ایرادی در مورد مزرعه باد به ذهنشان نمی‌رسد یا این که اصلاً آنها عیبی ندارند.

■ سروصدای عنوان یک مشکل از جانب کسی ابراز نشد، فقط ۳ درصد گفتند از خانه خود صدای مزارع باد را نمی‌شنوند.

از دیده‌هواداران محلی استفاده از انرژی باد، حمایت شدید از مزارع باد به عنوان جزئی از یک عهد و پیمان مثبت و سازنده نسبت به آینده دیده می‌شود، که غالباً تهدید «گرمایش جهانی» در کنار مخاطرات نیروی هسته‌ای در چارچوب آن ذکر می‌شود. بسیاری از حمایتگران نیز می‌گویند عملاً از نگرستن به مزارع باد خشنود می‌شوند. از سوی دیگر، کسانی قرار گرفته‌اند که آشکارا احساسات تندی نسبت به آن ندارند. به این ترتیب نشریه نیوزویک (۲۸/۳/۹۴) حرفهای سربرنارد اینگهام را نقل کرد که می‌گوید «آنان که می‌گویند این مزارع برایشان جذاب و گیراست، از لحاظ زیبایی شناسی مرده‌اند».

آشکاراست که دیدگاه‌های زیبا شناختی با هم فرق می‌کنند؛ زاویه دید به مزاحمت‌ها و آسیب‌های زیست محیطی نیز نزد افراد مختلف، با هم فرق می‌کند. برخی واکنش‌ها که در این مورد پژوهی مرور شد از نوع « مرگ برای همسایه » بودند، یعنی نظام حمایتی از طبیعت فقط تاخانه بغل دستی من اجرا شود. واکنش‌ها و پاسخ‌های دیگر، کلی تر بودند. نگرانی‌های زیست محیطی در چندسال اخیر، تا حدودی، در پاسخ به مبارزات جنبش‌های زیست محیطی در زمینه موضوع‌هایی چون گرمایش جهانی و باران اسیدی، رشد پیدا کرده است. اما، این تراز جدید حساسیت می‌تواند به ایجاد برخی تناقض‌ها، به شکل مقاومت در سطح محلی در برابر یکی از راه‌های علاج پیشنهاد شده برای حل مسائل جهانی، یعنی مزارع باد، منجر شود. تحقق جهانی‌اندیشیدن و محلی فکر کردن، به عنوان شعار، ممکن است آن طور که انتظار می‌رود همیشه آسان نباشد.

جمع‌بندی

- قید و بندهای اقتصادی در مراحل اولیه NFFO به برخی اقدامات تهاجمی در تعیین مکان منجر شد و به برخی واکنش‌های محلی منفی دامن زد.
- آشنایی عمومی با موضوع به پذیرش بیشتر منجر می‌شود، و حمایت کلی نسبتاً بالایی رود، اما گروه‌های فشار می‌توانند اعتراض سراسری مؤثری را سازمان بخشند.
- مشاوره دلسوزانه و انتخاب دقیق محل برای استقرار نیروگاه‌های بادی برای کسب پذیرش همگانی، نقش حیاتی بازی می‌کند.

برای مطالعه بیشتر

گزارش سه جلدی کمیته گزینش امور ویلز درباره « انرژی باد » :

Session 1993 - 4 Second Report, HMSO, London, July 1994

شرح خوبی از مناقشه در خصوص مزارع باد در بریتانیا ارائه می‌دهد. جلد اول، نتایج را جمع‌بندی کرده است.

رهنمودهای خط مشی برنامه ریزی وزارت محیط زیست (PPG22) را می‌توان از London و

HMSO تهیه کرد. ESTU نیز راهنماهای گوناگونی برای برنامه ریزان و سازندگان فراهم می‌آورد.

فصل ۱۲

پذیرش همگانی : نیاز به گفتگو

- ✓ مخالفت‌های محلی با پروژه‌های انرژی تجدیدپذیر
- ✓ نیاز به برقراری گفتگو درباره پذیرش همگانی
- ✓ ایجاد « نظارت اجتماعی » فناوری

تأثیر منابع انرژی تجدیدپذیر بر محیط زیست به طور کلی بسی کمتر از تأثیر فناوری‌های انرژی مرسوم است ، اما هنوز هم به گفتگو و مذاکره بر سر پذیرش همگانی آنها نیاز هست . در این فصل مورد پژوهی مزرعه باد را مرور می‌کنیم و به چگونگی تداوم این مناقشه نظر می‌اندازیم ، در حالی که کماکان توجه خود را بر کوشش‌هایی متمرکز می‌کنیم که برای تضمین دادن به جوامع محلی در این راستا صورت می‌گیرند که آنها می‌توانند در چنین پروژه‌هایی مستقیماً مشارکت کنند واز آنها بهره‌مند شوند. مشارکت محلی به این معنا حیاتی است که، به جای دیدن نگرانی‌های محلی به عنوان یک مشکل و مسئله، باید انتقاد مبتنی بر اطلاعات دقیق نیز به عنوان تلاشی برای مطیع کردن فناوری تا حد صورتی از نظارت و کنترل اجتماعی

مستقیم، به صورت سازنده تری نگریسته شود. رویهمرفته، یکی از منافع و مزیت‌های ادعا شده دست کم انواعی از فناوری انرژی تجدیدپذیر از این قرار بود که کنترل دموکراتیک محلی این نوع فناوری نسبت به فناوری‌های بزرگ مقیاس و متمرکز پیشین، فراهم تر است.

مخالفت با فناوری

مخالفت با فناوری پدیده جدیدی نیست. واژه‌های اجتناب ناپذیری از این بابت وجود دارد که فناوری‌های جدید به آشفتگی‌های اجتماعی و زیست محیطی می‌انجامد و گاهی هم چنین اتفاقی افتاده است. اما، تاکنون، ابعاد مخالفت با مزارع باد در مقایسه با مخالفتی که با نیروی هسته‌ای ابراز شده، ناچیز بوده است. همین موضوع درباره فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر نیز صادق است. با این همه، مخالفت وجود دارد و این مخالفت تا حدودی به آن علت است که سیستم‌های انرژی تجدیدپذیر به نحو گستره‌ای در برابر چشم همگان قرار دارند.

این امر برای توربین‌های باد مشکل خاصی بوده و این مشکل مسئله به بریتانیا محدود نبوده است، مثلاً، در خلال «رویکرد شتابان اولیه به نیروی باد» در کالیفرنیا، تعداد زیادی دستگاه ماشین (گاه با طراحی ضعیف) در نزدیکی بزرگراه‌های عمده نصب شدند، به گونه‌ای که همواره در برابر چشم مردم قرار داشتند. پل گایپ در اثر خود تحت عنوان نیروی باد به بلوغ می‌رسد^۱ یادآوری می‌کند که سازندگان «می‌توانستند برای شروع کار مکانی بدتر از آلتا مونت پاس^۲ برگزینند» زیرا شرایط هواشناختی به آن معنی بود که «برای قسمت اعظم ایام سال، بخصوص در خلال جابه جا شدن هوای صبحگاهی، حتی بهترین توربین‌ها در بهترین مواضع از کار می‌افتند، و تمامی توربین‌های اولیه مستعد ایجاد دردسر در مجاورت بلافصل آزاد راه بین‌ایالتی شماره ۵۸۰ نصب شد؛ این آزاد راه یکی از پررفت و آمدترین بزرگراه‌های ایالت، با عبور سالانه ۳۶ میلیون اتومبیل، به شمار می‌آید.»^۳

به ادعای گایپ، هرچند انتظار می‌رود، ماشین‌های خوش طراحی مستقر بر جایگاه‌های مناسب ۵۰ تا ۷۵ درصد زمان را کار کنند، باز هم به این معناست که زمان‌هایی پیش می‌آید که از حرکت باز مانند یا برای

1. Wind Power Comes of Age

2. Altamont Pass

3. Gipe, 1995:275

تعمیرات از خط خارج شوند. منظره بسیار بارز ماشینهای بی خاصیت به رهگذاران در آن نزدیکی آنها را منبع انرژی بدون کارایی و بی اثری معرفی می کردند.

اما، با کنار نهادن چنین آثار بصری و با این فرض که می توان از مشکلات سروصدای آنها اجتناب کرد، توربینهای باد در مقایسه با سایر منابع انرژی تجدیدپذیر آثار نامطلوب کمتری دارند. شاید بدترین مورد استفاده از منابع تجدیدپذیر نیروگاههای زباله سوز^۱ باشد، که انرژی آنها از احتراق زباله های خانگی و صنعتی تولید می شود. برخی از این پروژهها از جانب ساکنان نگران از گسیل گازهای سمی که از تضمین های مبتنی بر کار این نیروگاهها در محدوده های نظارت و کنترل شده قانع نشده اند، با مخالفت های شدید مواجه شده اند. به همین ترتیب، با پروژههای زمین گرمایی نیز مخالفت هایی صورت گرفته است، زیرا از بعضی از آنها دودهای متصاعد می شود. در پاریس، در سال ۱۹۸۰، به صدای عملیات حفاری اعتراض هایی صورت گرفت: ساکنان محلی پوستری بر دست گرفته بودند که بر آن نوشته شده بود «زمین گرمایی بله، دردسر خیر»^۲. و در رویدادی جدی تر، درهاوایی بر سر پروژههای زمین گرمایی تعارض های شدیدی در گرفت، که انگیزه آن تا حدودی خشم و عصبیت افراد محلی از آن چیزی بود که بعضی از مردم آن را بی حرمتی به میراث طبیعی خود تلقی کرده بودند.

هم در مورد پروژههای زباله سوزی و هم زمین گرمایی، مخالفت ساکنان محلی گاهی به رهاشدن وانزوای محل منجر شده است. این امر در بریتانیا به خاطر برخی پروژههای زباله سوزی که طرح اجبار سوخت غیر فسیلی (NFFO) آنها را تحت حمایت قرار می داد، به شکلی جدی بدل شده است: فقط حدود ۷۲ MW از ۱۱۳ MW ظرفیت احتراق زباله های شهری و صنعتی تحت حمایت دو مرحله نخست NFFO به طور موفقیت آمیزی راه اندازی شد.

به طوری که دیده ایم، در پی مخالفت محلی و تصمیم های نامطلوب در برنامه ریزی، برخی از پروژههای مزرعه باد در بریتانیا نیز ناگزیر رها شده اند. اما، قسمت اعظم آن پذیرفته شده است. مثلاً، همان طور که قبلاً گفته شد، قسمت اعظم اقلام اولیه پروژههای مزرعه باد تحت حمایت مرحله نخست NFFO تصویب شدند و اگرچه بعداً با ظهور آنها مخالفت هایی بروز کرد، ۵۴ MW از ۸۴ MW ظرفیت تولید انرژی باد که

1. Waste- into- energyplants

2. Qui á la géothermal ,non aux nuisances

تحت NFFO به پیمانکار سپرده شده بود، با موفقیت اجرا شده و تحقق یافته است. و یازده پروژه مزرعه باد تحت حمایت مرحله سوم NFFO مجوز برنامه ریزی دریافت کرد، در حالی که پنج پروژه رد شد.

موضع اقتصادی پروژه‌های باد را توسعه مداوم فناوری، بهبود تجربه کارکرد و حذف ضرب‌الاجل ۱۹۸۸ برای وضع مالیات در مرحله سوم NFFO و مراحل بعدی NFFO ارتقا بخشیده است. مرتبه NFFO سوم، در نوامبر ۱۹۹۴ اعلام شد، متضمن قراردادهایی حداکثر تا پانزده سال بود و بهای میانگین قرارداد را ۴.۳۲ پوند به ازای هر کیلووات ساعت ارائه می‌داد. برای مجموع ۶۵ MW از ظرفیت مزرعه باد قرار داد بسته شد، از جمله ۲۰ MW مربوط به پروژه‌های کوچکتر نیروی باد (کمتر از ۶.۱ MW)، با توجه به این که اوضاع اقتصادی در حوزه انرژی بادی بهبود یافته است، گسترش مداوم آن محتمل به نظر می‌رسد: ۲۲۷ مورد پیشنهاد پروژه مزرعه باد، که در مجموع ۱۴۶۱ MW بازده خواهند داشت، برای مرحله چهارم NFFO ارائه شد، که زمان بندی رسمی آن برای اوایل ۱۹۹۷ تعیین شد. هر چند که آشکار است تمام این پیشنهادها عملی نخواهند شد، اما واضح است که نیروی باد در بریتانیا دارد روبه جلو حرکت می‌کند.

با این همه، هنوز هم پذیرفته شدن آن از جانب مردم کارآسانی نیست. برای پی بردن به برخی موضوع‌های مربوط به پاسخ‌های همگان به انرژی‌های تجدیدپذیر، خوب است درس‌های فرا گرفته شده از مورد پژوهی مزرعه بادمان را، بانگاه به چگونگی مباحثه‌ها درباره مزارع باد ایجاد شده در بریتانیا در پی جنب و جوش اولیه پروژه‌ها و واکنش‌هایی که تاکنون آنها را توصیف کردیم، مرور می‌کنیم.

توسعه مزرعه باد بریتانیا: مرحله بعد

به طوری که دیده‌ایم، توجه به موضوع مزرعه باد در اوایل دهه ۱۹۹۰ در بریتانیا دامنه گسترده‌ای یافت. متعاقب آن، گرچه مخالفت‌ها و اعتراض‌ها ادامه داشت، این مناقشه و مباحثه از طریق مرور گسترده‌ای که کمیته انتخابی امور ویلز در مجلس عوام، متشکل از نمایندگان همه احزاب در سال‌های ۱۹۹۳-۱۹۹۴ به عمل آورد، در مجرای بارآورتری افتاد. این کمیته شواهدی از تمام حریفان اصلی گردآوری کرد. این کمیته نتیجه گرفت، مادام که این مزارع به طور معقولی برنامه ریزی شده‌اند، در ویلز پذیرفتنی‌اند، و عملاً برخی ادعاهای پرخاشگرانه مخالفان را رد کرد.^۱

فراورده بعدی رهنمودهای تعیین مکان که دوستان زمین تهیه کردند^۱ و بهترین رهنمودهای مشارکت^۲، و نیز انتشار بررسی‌های محلی افزون‌تر که نمایانگر حمایت همگان بود، به شفاف شدن وضعیت کمک کردند. اما، موانع زیست محیطی مزارع باد معلوم شده است و سازندگان دیگر چندان رضایت خاطری از کار خود نداشته‌اند. در عوض، آنچه که ظاهر شده عبارت است از به رسمیت شناختن نیاز به گفتگو بین آرای گوناگون، در زمینه‌هایی نه خیلی متفاوت از آنها که در مدل برهم کنشهای فصل ۱ مطرح شدند، به گونه‌ای که هزینه‌ها و سودها منصفانه تر و عادلانه تر رعایت شوند.

اکنون این موضوعها قطعاً بیشتر راهبردی و کمتر کورکورانه‌اند، و به نگرانی‌های زیست محیطی به طور جدی تری پرداخته می‌شود. به نظر برخی حامیان استفاده از نیروی باد، مزارع باد بزرگ در نواحی دوردست یکی از راههای رسیدن به تعداد قابل ملاحظه‌ای انرژی باد است، در حالی که از اعتراض‌ها و مخالفت‌های مردم محلی هم اجتناب می‌شود. اما، دیگرانی هم هستند که اظهار می‌دارند پروژه‌های کوچکتر بهترند، به گونه‌ای که در واقع، مثلاً، موفقیت سازندگان مزرعه باد ویندکلاستر و فارم پاور و وست در دستیابی به جایگاه‌هایی برای پروژه‌های کوچکتر، قبلاً این نظر را اثبات کرده‌اند.

مالکیت اجتماع

این مطلب هم اظهار شده است که پروژه‌های متعلق به اجتماع و آنها که اجتماع شروعشان کرده، به دنبال نمونه‌ی تعاونی‌های انرژی باد محلی دانمارک، به نحو موفق تری پذیرفته می‌شوند. علت این امر آن است که اگر پروژه‌های باد متضمن شکلی از کنترل محلی و منافع اقتصادی باشند، آنگاه مردم درباره‌ی آثار آنها با نظر مساعدتری داوری می‌کنند و مالکان و حامیان غایب لاجرم، به طور ضمنی، نسبت به نگرانی‌های محلی کمتر حساس‌اند.

البته، حتی با پروژه‌های بازرگانی مرسوم منافع محلی در چارچوب اشتغال در خلال ساخت و ساز و پس از آن در حوزه گردشگری، تأمین می‌شود. برخی جایگاه‌ها مراکز بازدیدکنندگان بر پا کرده‌اند که بسیار پرطرفدار از کار درآمده‌اند، و به اقتصاد بخش خدمات محلی نقدینگی تزریق می‌کنند. کشاورزان محلی نیز، از طریق

1. FOE, 1994

2. British Wind Energy Association, 1995

فصل ۱۱

مورد پژوهی: واکنش‌های مردم به مزارع بادبریتانیا

✓ تعارض بین شرکت‌های ساخت و ساز و اجتماعات محلی

✓ نقش برنامه ریزی

✓ نیاز به مشاوره و نشست‌های دلسوزانه

فناوری‌های جدید انرژی لاجرم ناشناخته‌اند و توسعه و گسترش آنها می‌تواند نگرانی همگانی را برانگیزد - بخصوص اگر پی برده شود که آثار محلی منفی دارند. در این فصل یک مورد پژوهی درباره مناقشه ای غالباً پر شور پیرامون مکان یابی مزارع باد در بریتانیا ارائه می‌دهیم. این مورد پژوهی نمونه ای از نیاز به حساسیت نسبت به نگرانی‌های محلی، در هنگام جستجو در نحوه معرفی پروژه‌های جدید، در عین حال تلاش برای متوازن کردن هزینه‌های زیست محیطی در قبال منافع زیست محیطی جهانی، ارائه می‌دهد.

پیشگفتار

برنامه مزرعه باد بریتانیا، که از ۱۹۹۰ آغاز شد، در درجه اول مدیون طرح پرداخت یارانه متقابل به سوخت‌های غیر فسیلی است که در پی خصوصی سازی صنعت تأمین برق ارائه شد.

همان طور که در فصل ۷ گفته شد، یک [قانون] الزام / مصرف / سوخت غیر فسیلی (NFFO) بر شرکت‌های تأمین برق منطقه ای (REC) به تازگی خصوصی شده اعمال شد، و آنها را ملزم می‌کرد که مقادیری برق از تولید کنندگان برق هسته‌ای، و به میزان کمتری، تولید کنندگان انرژی‌های تجدیدپذیر خریداری کنند. افزون بر این، به تولید برق با سوخت فسیلی مالیات اضافی بستند تا هزینه اضافی استفاده از منابع غیر فسیلی تأمین شود، و با این نرخ است که شرکت‌های تأمین برق هزینه مصرف را از مصرف کنندگان دریافت می‌کنند.

دو مورد بخشنامه مربوط به NFFO به طور خاص در سال‌های ۱۹۹۰ و ۱۹۹۱ برای انرژی‌های تجدیدپذیر صادر شد، که در مورد تمامی ۱۹۷ پروژه نرخی «اضافی» بیشتر از هزینه «تسهیلات اشتراکی» متداول برای برق آن پروژه‌ها ارائه می‌داد. ساختار و قید و بندهای این بخشنامه‌های مربوط به NFFO در شکل گیری الگوی اولیه توسعه مزارع باد و، مسلماً، واکنش‌های عامه مردم به آن نقش عمده بازی کرده است. مسئله مهم و کلیدی این بود که طرح یارانه متقابل NFFO احتمالاً نقص قوانین اتحادیه اروپایی درباره رقابت منصفانه خواهد بود. برخی اعضای اتحادیه اروپا نیز با تأمین منابع مالی برای نیروی هسته‌ای مخالف بودند. در نتیجه، به عنوان یک توافق و مصالحه، برای طرح NFFO (اجبار به مصرف سوخت غیر فسیلی) سال ۱۹۹۸ در حکم ضرب الاجل پیشنهاد و تعیین شد، که طی آن مصرف کنندگان منابع تجدیدپذیر عملاً و به طور سهوی قابل مجازات قانونی شناخته می‌شدند. در نتیجه، به طوری که خواهیم دید، در مورد NFFO3 و پس از آن این قید برای نیروگاه‌های با مصرف منابع تجدیدپذیر برداشته شد. اما، مهلت و ضرب الاجل سال ۱۹۹۸ در شکل دادن به توسعه اولیه تجهیزات و تأسیسات نیروی باد در بریتانیا نقش مهمی ایفا کرد: به این معنا که پیمانکاران و شرکتهای ساخت و ساز در آینده فقط می‌توانند بهای یارانه‌ای متقابل اهدایی را برای دوره محدودی دریافت دارند که با فرا رسیدن تاریخ قطع کمکها، کاهش می‌یابد.

نتیجه چیزی از یک «تهاجم بادی»، شاید با زمان ناکافی بود که ارزیابی زیست محیطی کامل را منظور می‌کرد. تاریخ قطع بودجه ۱۹۹۸ نیز به این معنا بود که اضافه بهای پیشنهاد شده باید بسیار زیاد باشد

وبه طور تصنعی افزایش یابد. پروژه‌های نیروی باد در NFFO سال ۱۹۹۰ توانی به میزان ۶r/kwh و در NFFO سال ۱۹۹۱ توانی به میزان ۱۱r/kwh عرضه می‌کردند، تا به کمپانی‌ها اجازه دهند سرمایه‌گذاریشان را در دوره کوتاه باقی مانده جبران کنند. اثر این امر این بود که نیروی باد پرهزینه و گران تلقی شد و کابوس «گران فروشی» را پدید آورد. سازندگان مزرعه بادگاهی به مثابه تهاجم آوردندگان برای بهره برداری از «کمک‌های بلا عوض» نگریسته می‌شدند، بدون آن که به آثار زیست محیطی این کار توجهی مبذول کنند.

در این جا حقیقتی نهفته است؛ قطعاً سازندگان در جایگاه‌های بادخیز مطلوب می‌توانستند از این نکته بهره مند شوند که تمام پروژه‌ها، مستقل از موقعیتشان، کمک‌های اساسی یکسانی دریافت می‌کردند. اما، این استدلال راهم می‌توان ارائه داد که سازندگان و شرکتهای عمران و توسعه چندان انتخابی نداشتند مگر تلاش در راه یافتن جایگاه‌های بادخیز و مرتفع. حتی با در نظر گرفتن مالیاتهای نسبتاً گزاف NFFO، در نظر اکثر سازندگان تاریخ قطع کمکها در سال ۱۹۹۸ به معنای دشوار بودن دستیابی به پشتوانه مالی به شمار می‌آمد. حاشیه سود «یا سود نهایی» آنها دشواریاب بود و واضح ترین تصور این بود که وادار می‌شدند جایگاه‌هایی را هدف قرار دهند که در آنجا باد به سرعت زیادی می‌وزد. اینها از نظر مالی در هر حالتی اغوا کننده بودند، اما ضرب‌الاجل ۱۹۹۸ تحرک بیشتری پدید آورد. به طوری که خواهیم دید، با توجه به این که این جایگاه‌های مرتفع گاهی از لحاظ زیست محیطی نواحی حساسی بودند، این اقدامات به اعتراض‌های محلی چشمگیری منجر شدند.

واکنش‌ها به مزارع باد

با شتاب گرفتن عملی شدن پروژه‌های نیروی باد از سالهای ۱۹۹۱ - ۱۹۹۲ به بعد، اطلاعات مربوط به واکنش‌های همگانی به دست آمد. پیش و بعد از بروز یافتن واکنش‌ها به پروژه نخست - طرح توربینی ۱۰۰ستایی در دلابول کرنول - از سوی گروه مشاوران دولت، واحد پشتیبانی فناوری انرژی (ETSU) مطالعاتی انجام گرفت. مطالعه «قبلی» در ۱۹۹۰ و مطالعه «بعدی» در نیمه ۱۹۹۲، شش ماه پس از آغاز پروژه، انجام گرفت. یک بررسی نگرشی «نظارتی» نیز دراکستر انجام گرفت.

اما، آشکار است که همگان هوادار پروژه‌های نیروی باد نیستند. برخی تلاش‌ها برای برنامه ریزی در این مورد نیز به سرنوشت غم‌انگیزی انجامیده‌اند، مانند برنامه‌های انرژی باد بریتانیا که، به طوری که خواهیم دید، با مخالفت‌های محلی نسبت به برخی پروژه‌ها آغاز شد و ابعاد چشمگیری یافت.

برنامه ریزان و واکنش گروه‌های هوادار حفظ محیط زیست

نخستین موج پروژه‌های مزرعه باد برنامه ریزان محلی را بامشکلات و معضلات چشمگیری رو به رو کرد. این نوع توسعه چندان پیشینه‌ای نداشت، مثلاً، آیا می‌شد آنها را پروژه‌های کشاورزی تلقی کرد تا برچسب «مزرعه باد» را منعکس کنند، یا می‌شد آنها را درحکم پروژه‌های صنعتی، یعنی نیروگاه مشاهده کرد؟ در نتیجه به دستورالعمل‌های برنامه‌ریزی جدید از جانب دولت نیاز پیدا شد. پیش‌نویس (مشاوره‌ای) رهنمون‌های برنامه ریزی در سال ۱۹۹۱ از سوی وزارت محیط زیست صادر شد. اما، به طور کلی این بخشنامه‌ها جزئیات ارزشیابی را به مقامات دولتی واگذار می‌کردند؛ خط مشی اساسی برای پشتیبانی از تأسیسات بهره‌گیری از نیروی باد بردلایل راهبردی جهانی استوار بود مگر این که هزینه‌های محلی بر آنها می‌چربید. از برنامه‌ریزان عملاً خواسته می‌شد منافع ملی و جهانی را در قبال هر گونه نقطه ضعف و مشکل محلی به حالت موازنه درآورند.

اما، برنامه‌ریزان شورای محلی به‌طور کلی از فقدان راهنمایی و ارشادهای واضح، چنان که خود مشاهده می‌کردند، ناخشنود بودند. به این ترتیب، انجمن مشاوران منطقه در واکنش و پاسخ به پیش‌نویس رهنمودهای برنامه ریزی اظهار داشتند که بدون «گزاره‌های واضح درباره نیازهای راهبردی، مقامات برنامه ریزی محلی فاقد دلایلی قوی برای توجیه گنجاندن پیشنهادی سازنده در مورد مزارع باد... در برنامه‌های محلی، در قبال وزن احتمالی اعتراض‌های محلی، هستند». آنان خاطر نشان می‌کردند که «مقام‌های برنامه ریز محلی مسئول تولید انرژی نیستند».^۱

انجمن مسئولان برنامه‌ریزی ناحیه^۲ اضافه کردند که «این که از هر یک از مقام‌های برنامه‌ریزی محلی بتوان به طور واقع‌گرایانه‌ای انتظار داشت منافع زیست محیطی کلی را در هنگامی مشاهده و ملاحظه کند که پاداشها و تشویق‌ها عملاً نامحسوس و غیر قابل لمس‌اند، محل تردید است».

1. Association Of District Councils, 1991

2. County Planning officers society, 1991

نتیجه این بود که نیروی باد اساساً بر طرفدار است. فقط یک سوم مردم زیانها و زحمت آن را برای دیگران و فوایدش را برای خود می‌خواستند (مرگ برای همسایه!)^۱ - پاسخها، و حمایت از مزارع باد وقتی تثبیت شد که مردم تجربه محلی در این زمینه پیدا کرده بودند. مثلاً، در حدود ۲۵ درصد آنان که در ابتدا نگران طرح دلا بول بودند نظر خود را تغییر دادند: ۸۰ درصد گفتند که در زندگی روزمره آنها تغییری ایجاد نکرده است؛ ۴۴ درصد آن را تأیید کردند؛ و ۴۰ درصد هم قویاً تأیید کردند. در مورد مزاحمت بصری، بیش از ۴۰ درصد از مردم در ۱۹۹۰ تصور کرده بودند که این موضوع مشکل ساز است، اما در سال ۱۹۹۲ حدود ۸۰ درصد مردم به این نتیجه رسیدند که عملاً هیچگونه معضلی به شمار نمی‌آید.

رویه‌مرفته، ورود مزرعه باد به صحنه «نگرشها را در جهت مساعد شدن نظر ساکنان محلی به انرژی باد، تغییر داده بود»، و «بسیاری از نگرانی‌هایی که ساکنان محلی درباره توربین‌های باد داشتند»، واهی و بی اساس از آب در آمده بود^۲. نکته جالب این که، دلابول در سال نخست یکصد هزار نفر بازدید کننده داشت. بررسیهای بعدی الگوهای حمایتی مشابهی را نشان داده‌اند. مثلاً، شرکت نیروی باد ملی^۳ سازنده مزرعه باد، از حمایت قوی محلی از مزرعه باد خود در سماز، واقع در سرزمین‌های میانی و یلز، خبر داده‌اند. از مردمی محلی که مورد پرسش قرار گرفتند، ۹۸ درصدشان با این اقدام «موافق» یا نسبت به آن «بی تفاوت» بودند در حالی که، بنابر گواهی اکوگن^۴، یک کمپانی ساخت وساز دیگر، نتیجه نظر سنجی ای که از ۵۰۰ بزرگسال به وسیله یک مدرسه محلی در نزدیکی مزرعه باد کرل گلف به عمل آمد از این قرار بود که ۷۰ درصد آنها خواستار انجام پروژه‌های گسترده تری در زمینه انرژی باد بودند. نکته جالب این که، همچنین پی بردند که هر چند ۴۰ درصد مردمی که به عنوان نمونه از آنها نظرخواهی شد نمی‌توانستند منظره مزرعه باد را از خانه‌های خود ببینند، ۵۵ درصدشان هم عملاً ترجیح می‌دادند که آنها را مشاهده کنند. به همین ترتیب در نظرخواهی از ۱۰۰۰ نفر از ساکنان که شعبه محلی گروه دوستان زمین در سیدل شام واقع در شبه جزیره منهود به عمل آورد: ۸۳ درصد از پیشنهاد بر پایی مزرعه باد در آن مکان پشتیبانی کردند؛ هفت درصد مخالف بودند؛ و ۱۰ درصد هم مردد بودند.

1- not-in-my-back-yard-(NIMBY)

2- ETSU1993b:54

3- National Wind Power

4- Ecogen

برخی گروههای هوادار محیط زیست و گروههای زیست محیطی پا را از این هم فراتر نهادند. کمیسیون طبیعت بیرون از شهر و شورای حفاظت نواحی روستایی انگلستان تصویری کردند که رهنمودهای برنامه ریزی حاکی از آن اند که دولت نسبت به ساخت و ساز کنندگان «رفتاری مهربان و ملایم» دارد. برعکس، برخی از گروههای فشار افراطی تر مسئله را چنان می‌دیدند که چندان برخوردار از نظارت بر ساخت و ساز کنندگان و یا سودجویی آنان نیست بلکه دولت در پشتیبانی شایسته ای از انرژی باد، قصور کرده است. به این ترتیب، سازمان مبارزه برای حفاظت نواحی روستایی ویلز اظهار می‌داشت که، هر چند که باید با هر گونه پروژه خاصی مخالفت ورزند که آن را بد طراحی شده و ناشیانه می‌یافتند، همچنین «برای اصلاح معاملات یکجای مالی که، در حال حاضر با ساخت و ساز کنندگان انجام می‌شود، به سختی چانه می‌زدند» به این منظور که جایگاه کمتر تهاجمی را به حساب آورند.

دولت، به سهم خودش، تلاش کرد تا از برقراری پیوندی بین برنامه ریزی و مسائل مالی پرهیز کند. به این ترتیب، کالین مومینیان، وزیر وقت انرژی، در نامه ای به دوستان زمین (۲۸/۳/۹۱)، هر گونه پیوندی را انکار، و اعلام کرد که مسئله جایگاه و تعیین جایگاه «از بنیاد موضوعی برنامه ریزی است و نه تجاری و بازرگانی». رهنمودهای خط مشی برنامه ریزی (PPG22) کامل در فوریه ۱۹۹۳ منتشر شد، اما این رهنمودها فقط در جزئیات با پیش نویس فرق داشتند و واقعاً مسئله ای را حل نمی‌کردند. تیم اگرا، وزیر وقت انرژی، در نوامبر ۱۹۹۳ در پاسخ به فشار مداوم در جهت روشن کردن موضوع، موضع دولت را از قرار زیر شرح داد:

دولت برای انرژی باد هدف خاصی ندارد، و موفقیت آن به این بستگی خواهد داشت که ساخت و ساز کنندگان جایگاههایی بیابند که برای همگان و برای مسئولان برنامه ریزی پذیرفتنی باشد. NFFO فرآیند برنامه ریزی را رونمی‌کند و دولت همانقدر نگران محیط زیست محلی است که برای محیط زیست جهانی نگرانی دارد. راهنمای برنامه ریزی در PPG22 مستلزم آن است که برنامه ریزان سیاستهای دولت در مورد مواد تجدیدپذیر را با سیاستهای آن در زمینه طبیعت خارج از شهرها به حالت توازن در آورند.^۱

در پیش گرفتن این داوری آشکارا دشوار است و، علی‌الاصول، هر موردی بایستی بدون در نظر گرفتن پیشینه، بر پایه شایستگی مورد قضاوت قرار گیرد. با همه این احوال، به نظر می‌رسد که چند و کاو برنامه ریزی نخست‌الگوی مشترکی را تعقیب کنند.

جستارهای همگانی

نخستین جستار وپرس وجوی همگانی، در سال ۱۹۹۱، درمورد مزرعه باد ۲۴ توربینی گروه انرژی باد برای سماز^۱ دردره دیوی در ویلز میانی، برلبه اسنودرنیا^۲، درنظر گرفته شد. علیرغم مخالفت‌های کمیسیون طبیعت روستایی (خارج شهر)، درمیان سایر گروه‌های مخالف، این جریان به توصیه‌های بسیار مثبت بازررس انجامید، که نتیجه آن بعداً از جانب وزیر وقت امور ویلز، دیویدهانن، پذیرفته شد. هرچند که موضوع اثر بصری مناسب تلقی شد، نظرهانن این بود که «به‌اندازه کافی قانع کننده نیست که نیاز به انرژی تجدیدپذیر را توجیه کند»^۳.

تحقیقات بعدی به مزرعه باد ۱۵ توربینی پیشنهاد شده وگ^۴ درکربی مور واقع در کامبریا، درست درجنوب پارک ملی لیک دستر مکیت، متمرکز شد. بازررس، موضوع را به زمینه‌های مزاحمت‌های بصری وچشم‌اندازی برگردانید، اما نتایج وی را وزیر محیط زیست رد کرد، که اظهار می‌داشت: «آسیبی که ممکن است از طریق تأثیر بصری مزرعه باد دراین مورد وارد آید سنگین تر از نیاز ملی به ایجاد منابع انرژی پاکیزه تر جایگزین است»^۵.

اکثر کارکردها مورد بازجستهای برنامه ریزی کامل قرار نگرفتند و، دست کم در ابتدا، اکثریت آنها مجوزبرنامه ریزی کسب کردند، هرچند که درموردی این مجوز نیازمند مداخله وزیر بود. وزیر، چهارقلم عدم پذیرش (عدم اعطای مجوز) به وسیله برنامه ریزان محلی رالبطل کرده بود. اما، این ماجرا یک الگوی تثبیت شده نبود. بعد از مخالفت‌های شدید محلی، مقامات ویلزی تقاضایی مربوط به کاربردی برای یک مزرعه ملی انرژی باد در انگلیس را ردکردند؛ و بیش از پانزده پیشنهاد دیگر ازجانب برنامه ریزان محلی رد شده است. با همه این احوال، معترضان وآن گروه‌های زیست محیطی مخالف مزارع باد آشکارا احساس می‌کردند که دارند نبرد شاقی را پیش می‌برند.

به این ترتیب، یک مشاور حقوقی محلی که وکالت معترضان به استقرار مزرعه باد پیشنهادی اکوگن در بروک داون در کورن ول را برعهده داشت، اظهار کرد: «همه معتقد بودند که این امر با توجه به

1. Cemmaes

2. Snowdoria

3. Hunt, 1991

4. WEG

5. Department of the Environment, 1994

مخالفت‌هایی که تقریباً از همه جا صورت می‌گیرد، باورنکردنی و تصور ناپذیر است. بازرسی فقط روی معترضان اعمال نظر می‌کند»^۱.

واکنش گروه‌های زیست محیطی

واکنش گروه‌های زیست محیطی آمیزه‌ای از بینش‌های گوناگون بود. دوستان زمین، محلی و ملی، حمایت دیرپای خود را از نیروی باد و به خاطر ارتقای آن کماکان ادامه دادند. انجمن سوسیالیست محیط زیست و منابع وابسته به حزب کارگر (SERA)، وصلح سبز، نیز همین شیوه را در پیش گرفتند. اما، چند گروه محافظه کار عمده در مقابل استقرار مزارع باد موضع گرفتند، درحالی که سازمان مبارزه برای حفاظت مناطق روستایی ویلز، که در ابتدا، هرچند از موضع انتقادی، از آن حمایت کرد، بعداً تغییر جهت داد. انجمن را مبلر نیز همین راه را پیمود، درحالی که انجمن «گردشگری ۲۰۰۰» وابسته به هیات گردشگری ویلز ۱۹۹۴، نگرانیهای بارز از بابت تأثیر مزارع باد بر گردشگری را گزارش داد.

شورای نواحی روستایی ویلز (CCW) خط مقابله و مخالفت شدیدی را با ارائه این استدلال در پیش گرفت که درحالی که توربینهای باد «به عنوان یکی از منابع انرژی تجدیدپذیر معتنم‌اند، مقیاس سهم آنها در تأمین نیازهای انرژی تبدیل پناهگاهها و تغییر سیاستهای برنامه ریزی جاافتاده و مستقر را توجیه نمی‌کند» و پروژه‌های نیروی باد به این سمت گرایش دارد که «دقیقاً آن نواحی را در معرض تهدید قرار دهد که CCW برای حفاظتشان مایه گذاشته است». مخالفان همچنین اضافه کردند که «باید در مقابله با نصب توربین باد در مجاورت جایگاههای برخورد از وضعیت چشم‌اندازهای قانونی اقدام کرد»^۲.

هم ارز شورای نامبرده در انگلیس، یعنی شورای حفاظت نواحی روستایی انگلستان (CPRE)^۳، نیز دیدگاههای انتقادی ابراز داشت. مثلاً در مدارک و شواهدی که CRRE برای گروه مشورتی انرژی تجدیدپذیر وزارت انرژی ارسال داشته، این وزارتخانه را به موشکافی بیشتر پروژه‌ها فرا خوانده و پیشنهاد کرده است که نیروی باد نباید به عنوان یک موضوع تکنیکی سرهم‌بندی برای حل «مسائل اقتصادی، اجتماعی، و سیاسی - مصرف اسراف کارانه انرژی» تلقی شود.^۴

1. Key, 1991

2. Tourism 2000

3. Council for The Protection of Rural England

4. CPRE, 1991

متعاقب آن، تونی بورتون از اعضای CRRE به نشریه گاردین (۱۱/۳/۹۴) اظهار داشت، درحالی که علی‌الاصول بابه‌ره گیری از نیروی باد مخالف نیستند، اما «نظام یارانه‌ها برای ساختن و برپا داشتن مزارع باد در مکان‌های نامناسب، چشم‌اندازهای بکر و دوردست که مدت‌های مدید حفاظت شده‌اند، فشار وارد می‌آورد». برای جمع‌بندی این مطالب باید گفت که، درحالی که برخی گروه‌های زیست محیطی از نیروی باد حمایت کردند، گروه‌های دیگر با آن به مخالفت برخاستند، و برخی گروه‌ها آشکارا احساس کردند که، درغیاب سیاستگذاری مناسب دولت، ناگزیر بوده‌اند دست تنها پروژه‌های ساخت و ساز کنندگان را «کنترل کنند».

برخی برنامه ریزان محلی از این که از آنها خواسته می‌شد، از نظر خودشان، بدون رهنمودی صحیح و مناسب در ارتباط با سیاستگذاری ملی انرژی تصمیم‌گیری کنند، رنجیده خاطر بودند. بعضی‌ها، درپاسخ، اظهار نظر کرده‌اند که این امر فراتر از توانایی و حوزه اختیارشان است و بنابراین تمرکز و توجه آنها فقط بر مسائل محلی است. این امر به رد برخی پیشنهادهای استقرار مزرعه باد انجامیده است، که ممکن است بعداً دگرگون شده باشد. منظور این نیست که برنامه ریزان محلی یا تمامی گروه‌های محافظه کار ضرورتاً درصاف مخالف مزارع باد بوده‌اند. ایرادها و اعتراضها متوجه آهنگ توسعه و فقدان رهنمود بود.

روحیه برخی برنامه ریزان را تیم هورود، مسئول برنامه ریزی شورای استان کورن ول، که رهنمودهای سیاستگذاری موقتی خود را ترسیم کرده، بخوبی بیان داشته است: «آنان در عوض ارائه طرح‌های بیشمار به یکباره بهتر می‌بود که با گام‌های آهسته حرکت می‌کردند تا مجال کافی برای ملاحظه تمام استلزامها در اختیار داشته باشند»^۱.

پس زنی باد

باتوجه به این که تعداد نسبتاً زیادی پروژه پیشنهاد شد، شاید شگفت‌انگیز نباشد که برخی گروه‌های محافظه کار به صف مخالفان پروژه پیوستند. برخی از آنها از بابت شتاب زیاد حرکت این برنامه نگران بودند، به این ترتیب، گروه دون شمالی از وابستگان CPRE، آن را «تقلای دیوانه وار» ی برای دست‌اندازی به شیپهای پرارزش تپه‌ها، با توربینهای بادی تهدید آمیزی تلقی کرد که «شلنگ‌انداز نواحی روستایی و طبیعت

دون شمالی و باختری را مانند طاعون خیارکی در می‌نوردد.»^۱ بری لانگ از اعضای شورای فضای سبز خارج شهر ولز به تاتمیر (۲۱/۸/۹۱) گفت: «درنواحی میانی ویلز، دشواری‌ها می‌توان تپه‌ای را یافت که برقله آن بایستید و یک آسیاب بادی هم نبینید.»

در خلال سال ۱۹۹۳، اعتراض‌هایی در جای‌جای کشور، مثلاً در دول، کرن ول و یورکشایر بروز کرد. اما شاید شمار اعتراض‌ها در ویلز از همه جا بیشتر بود. بزرگترین مزرعه باد بریتانیا تاکنون، در لندینام، در این مباحثه چیزی چون نقطه عطف از کار درآمد. نسبت به مقیاس و اندازه و زمینه‌های بد منظره ساز آن اعتراض‌هایی صورت گرفته است؛ اما این سروصدای مزاحم بود که مسئله و مشکل عمده را تشکیل می‌داد. چندین نفر از ساکنان محلی ادعا کردند که از این سروصداها دچار عذاب‌اند، و درواقع معضل سروصدا برای برخی از ساکنان دره درپاین دست خط الرأس که در آنجا ۱۰۳ واحد از دستگاه‌های ساخت میتسوبیشی نصب شده‌اند، در خور توجه و درضمن آزارنده به نظر می‌رسد.^۲

تجربیات محلی بر سر این پروژه اعتراض‌های چشمگیری را نسبت به پروژه‌های بعدی در ویلز، مثلاً، درارتباط با کارکرد (درنهایت موفق) نیروی باد ملی برای اخذ مجوز به منظور نصب درراه‌اندازی یک مزرعه باد ۲۲ توربینی در برین تیت لی (Bryntitli)، برانگیخت. این جریان به سفت و سخت ترشدن مخالفت‌های کلی محلی دامن زد. یک گروه اقدام برعلیه سروصدا^۳ درمحل تشکیل و متعاقب آن یک انجمن مشاوره نیروی باد ملی تشکیل شده است، که در ابتدا نواحی مرزی ویلز را پوشش می‌داد.

در مطبوعات محلی که مباحثه‌ای گسترده به راه افتاد، که طی آن غالباً نگرشها قطبی می‌شدند. واکنش‌های محلی گاهگاهی باناسزاگوئیهای شدید همراه بود. در اعلامیه‌ای بدون امضا که در سال ۱۹۹۳ درنواحی میانی ویلز پخش شد، گفته می‌شد که ویلز «درخط مقدم اقدام‌هایی قرار گرفته که توربین‌های بد منظره‌ای سطح زمین‌های آن را فرا گرفته تا جیب خارجیها و زمینداران حریص و آزمند را پر پول کنند»^۴، هر چند که، به طور کلی، این مباحثه در شرایطی کمتر پرخاشگر انجام شده است.

1. Allen, 1991

2. Walker, 1993

3. Noise Action Group

4. NATTA, 1994a

با همه این احوال، برخی کنایه‌ها و تلمیح‌های پرشور و هیجان ابراز می‌شد. یکی از ساکنان محل ادعا کرد که مزرعه باد اکوگن در لاندینام مثل یک ماشین لباسشویی «دولگنی» صدا می‌کند. ادعا می‌شد که مزرعه باد نیروی باد ملی ورلانگ ویری فون صدایی تولید می‌کند همچون «یک فرغون قدیمی که همواره در حال حرکت است»، درحالی که صدای خارج شده از پروژة کولد نورت کات در کورن ول مانند صدای «یک ماشین لباسشویی عظیم که بادورخشک کردن کار می‌کند» توصیف می‌شد.^۱

واضح است که، سروصدای مزاحم موضوع و مسئله عمده این مردم به شمار می‌آمد، که پرداختن به آن کار دشواری است. دیدارکنندگان و شاهدان معمولاً از آرام بودن مزارع باد شگفت زده می‌شوند، فقط صدای غرغر پره‌ها به گوش می‌رسد، حتی اگر نزدیک تر برویم، گاهگاهی صدا چرخ دنده‌ها را می‌شنویم. اما، بعضی ماشینها و دستگاهها پر سروصدا ترند و در برخی مواضع پست و بلندی، این صداها حتی آشکارا ناشی از اثر تشدید، مثلاً به وسیله دره‌ها، تقویت می‌شوند. واکنش مردم به این نتیجه گیری نیز متنوع و متفاوت است. بعضی از آنها نسبت به سروصدای زمینه پایین هم حساس‌اند (و حتی از صدای کارکردن یخچال خودشان هم آشفته می‌شوند). قطعاً، همین که مزاحمت یک سروصدا آغاز می‌شود می‌توان آن را، حتی در ترازهای صوتی خیلی پایین، شناسایی و آشکار سازی کرد. بعضی از ماشینها در طول دوره کارکردشان سروصدای خاص داشته‌اند. سازندگان تلاش کرده‌اند که به صورت کلی به مشکلات سروصدا پاسخ دهند، مثلاً، از طریق نصب مواد عایق صدا در محفظه ای که دستگاهها در داخل آن قرار می‌گیرند.

همین که مزرعه باد تأسیس می‌شود، درمورد منظره بد آن چندان کاری نمی‌شود انجام داد. به نظر می‌آید تاکنون این موضوع چندان معضلی به شمار نمی‌آمده است: همین که یک ماشین نصب می‌شد ظاهراً همه مردم از آن بهره می‌گرفتند. اما، واضح است که این ایده را همگان نپذیرفته‌اند. سر برنارد اینگام مزرعه باد نزدیک به هیلن بریج در یورکشایر را به مثابه «جاروهای دستشویی در آسمان» توصیف کرد، کنایه‌ای که بعداً به شکل‌های گوناگون رسانه‌ها آن را تکرار کرده‌اند. اینگام، منشی مطبوعاتی پیشین مارگارت تاچر مشاور روابط عمومی سوخته‌های هسته‌ای بریتانیا، تماسهای گسترده‌ای با رسانه‌ها دارد و درمورد موضوع مزرعه باد همواره صریح و بی‌پرده سخن گفته است.

بادخالت چنین چهره‌های محبوبی، موضوع مزرعه باد به تدریج در چشم‌اندازی ملی قرار گرفت و پرسش رسانه ای ملی چشمگیری کسب کرد. شاید رخداد اصلی عبارت بود از تأسیس یک گروه فشار ضد نیروگاه‌های بادی در سطح ملی در اوایل سال ۱۹۹۳، به نام نگهبان سرزمین^۱ که خود را پایبند مخالفت با «بی‌حرمتی به کرانه‌های دریا و تپه ماهورها از سوی مزارع باد» می‌دانستند، و برنارد اینگام هم قائم مقامی این گروه را برعهده داشت. جوزف لایتگو، بنیانگذار نگهبان سرزمین، در آغاز مبارزه خود ۱۸۰۰ برگ نامه «هر هفته، به تمام روزنامه‌های کشور» فرستاد. از آن پس این گروه در جلب توجه رسانه‌ها بسی توفیق‌های دامنه دار کسب کرده است.

از آن پس، مبارزه ای بر علیه پیشنهاد نصب ۴۴ دستگاه توربین در فلات هیل^۲، در نزدیکی هیدن بریج، نیز توجه رسانه‌های ملی را به خود جلب کرد و تعدادی از افراد پرآوازه، از جمله کلیف ریچارد ستاره موسیقی پاپ و بسیاری از چهره‌های سرشناس را درگیر این موضوع کرده است. این افراد نامه ای با ۶۲ امضاء به ضمیمه ادبی تایمز نوشتند، و طی آن درباره چیزی که به عنوان «تاخت و تاز بر علیه میراث ادبی و هنری ما» دیده‌اند، به شکوه پرداختند، و در مورد این که مزرعه باد بر سرزمین برونته چه می‌آورد، هشدار دادند.

واکنش رسانه‌ها

به طور کلی مطبوعات توجه چشمگیری بر مباحثات محلی درباره مزارع باد، مبذول کردند. تمامی روزنامه‌های کشوری (تایمز، گاردین، ایندپندنت، تلگراف، آنرور، FT) گزارشهایی را منتشر می‌کردند، که به نحو فزاینده‌ای اعتراض‌ها را پوشش می‌دادند و عمدتاً بر جنبه منفی آن تأکید می‌ورزیدند.

رسانه‌های دیواری و شنیداری نیز عموماً رویکردی نسبتاً انتقادی و، در مواردی، خصمانه اتخاذ کردند. برنامه تلویزیونی «پرونده کشوری» بی بی سی (۲۴/۴/۹۳) به مرور نسبتاً انتقادی این موضوع پرداخت، در حالی که برنامه «شما و مال شما» ی شبکه ۴ رادیو (۳۰/۷/۹۳) نگاهی کم و بیش یکسره منفی به این موضوع انداخت. یکی از برنامه‌های رادیو ۴ تحت عنوان «پرونده شما» (۸/۳/۹۴) اندکی امیدوارانه تر بود.

1. Country Guardian

2. Flight Hill

هرچند که در آن اظهار می‌شد که ایجاد و توسعه مزارع باد نسبت به آن که در ابتدا سازندگان و هواداران محیط زیست امیدوار بودند، دشوارتر از آب درآمد.

مطبوعات محلی در نواحی مربوطه گزارش‌های خبری و مطالب عمده به اضافه نامه‌های مفصل و مشروحي را درج می‌کردند، یک بررسی تقریبی و غیر دقیق درباره این گزارشها در ویلز میانی در خلال ماههای مارس و دسامبر ۱۹۹۳، هر چند که به هیچ وجه جامع و کامل نیست، می‌تواند نشانه ای از الگوی کلی باشد: این گزارشها مشتمل بودند بر شصت و دو قلم خبر، تقریباً تمام گزارشهای مربوط به «مشکلات و مسائل پیش آمده»، و سی و هشت نامه که از آن میان فقط هشت مورد با تجهیزات بهره‌گیری از نیروی باد موافق بودند.^۱

قسمت اعظم معترضان مسائل محلی خاصی را ذکر می‌کردند - سروصدای مزاحم و مناظر چشم آزار، اما بعضی هم نگرانیهای مربوط به حفاظت و صیانت محیط زیست و نیز هراس خود را نسبت به تأثیری که این تأسیسات بر گردشگری می‌گذارند، منعکس می‌کردند. برخی از حمایت کنندگان این پروژهها شکوه می‌کردند که این مباحثه‌ها در رسانه‌ها «فاقد توازن» است، و بیان میزد از اعضای انجمن انرژی باد بریتانیا به گاردین (۵ / ۱۱ / ۹۳) گله می‌کرد که «تعدادی اندک اما هیاهوگر از مردم کمیّت نامتناسبی از پوشش مطبوعاتی را در اختیار خود در آورده‌اند». باهمه این احوال، این کشمکش‌ها اثری هم داشت. بنابر گزارش گاردین (۹ / ۳ / ۹۴):

به نظر می‌رسد که تیم دیگر، وزیر انرژی، از تعداد معترضان به مزارع باد پیشنهاد شده از طریق گروههایی به وحشت افتاده که ادعا می‌کنند توربینها سروصدا راه می‌اندازند و چشم‌اندازشان را بد نما می‌کنند. DTI به عنوان جزئی از مبارزه در سطح محلی و ملی که عمدتاً به وسیلهٔ... نگرهبانان سرزمین سازماندهی شده، زیر بار اعتراض‌ها ناپدید شده است.

یکی از سخنگویان DTI قبلاً هرگونه تغییر بینادی در سیاستگذاریها و خط مشی را انکار کرده، و به فاینشال تایمز (۲۲ / ۱۲ / ۹۳) می‌گوید که: «ما به تغییرات ریشه‌ای در خط مشی خود، متأثر از اعتراض‌ها، نیاز نداریم، زیرا همواره گفته ایم که صدور اجازه برای پیشرفت‌ها از مجوزهای برنامه ریزی مربوطه مستقل است.»

باهمه این احوال، محتمل به نظر می‌رسید که پروژه‌های مربوط به نیروی باد در دور بعدی مورد بررسی دقیقتر قرار گیرد. NFFO3 با تقاضای بیش از حد، با بیش از ۶۵۰ مورد پیشنهاد پروژه انرژی تجدید پذیر، از جمله بسیاری از پروژه‌های باد، مواجه بوده است. در ۱۱ مارس ۱۹۹۴، درست بعد از این که مهلت درخواست‌های نهایی به پایان رسید، تیم ایکار اظهار داشت:

هرچند حدود ۲۳۰ مورد از این پیشنهادها مربوط به انرژی باداند، انتظار داریم دیگر بیش از حدود بیست مزرعه باد ناشی از دور بعدی NFFO مشاهده نکنیم. اما این امر به توانایی سازندگان بستگی دارد که جایگاه‌های بادخیزی بیابند که در شرایط برنامه ریزی پذیرفتنی باشند، بخصوص از دیدگاه سروصدا و آثار بصری. اگر این شرطها را تأمین نکنند، یا پروژه‌های مورد نظر بخوبی از کاردر نیابند، این به معنای آن است که در آینده همه چیز بر علیه انرژی باد است.

وی در واکنش به این فعالیتها و مبارزات، اضافه کرد:

نگرانی ابراز شده از جانب بعضی‌ها درباره تعداد مزارع باد، که برای آخرین دور قراردادها تسلیم شده، درک می‌کنیم. آماده ام توسعه مداوم انرژی باد را مشاهده کنم، اما آن طور که بعضی افراد اظهار داشته‌اند، موضوع از این قرار نیست که من می‌خواهم تمام سطح کشور را با مزارع باد بپوشانم. منعقد کردن قرارداد با NFFO ملاحظات و توجه خاصی را تداعی نمی‌کند. خط‌مشی برنامه‌ریزی دولت مستلزم آن است که منافع زیست محیطی استفاده از باد و سایر منابع تجدیدپذیر در نظر گرفته شود، اما بر نیاز حفاظت از محیط زیست نیز تأکید زیادی می‌شود.^۱

اعتبار اعتراض‌ها

مایک مارپر، رئیس وقت انجمن انرژی باد بریتانیا، اظهار داشت که «مناقشه بر سر تعیین تاریخ عمدتاً حول سوءتفاهم‌ها و اطلاعات غلطی دور زده که گروه‌هایی در آن سهیم‌اند که هدفشان سرکوب و حذف کامل انرژی باد است».^۲

قطعا موارد ارائه تصویر غلط و حتی اطلاعات گمراه کننده وجود داشته است: مثلاً، گاهی معترضان مزارع باد گفته‌اند که ده درصد مالیات سوخت فسیلی از طریق دریافت بهای اضافی مصرف برق به وسیله

1. Eggar, 1994

2. Harper, 1994

مزارع باد، به مصرف کنندگان تحمیل و دریافت می‌شود. در واقع، کل این ده درصد ناشی از حمایتی است که باید از نیروی هسته‌ای به عمل می‌آید. حتی با توجه به سطح بالای حمایت اولیه ای که به طور مصنوعی باید از پروژه‌های انرژی باد صورت می‌گرفت و حاصل مهلت و ضرب الاجل NFFO در سال ۱۹۹۸ بود، عنصر مزرعه باد تاکنون فقط حدود یک دهم درصد میانگین صورت حساب مصرف کنندگان بوده است.

در حالی که این اظهار نظر، بنابر اظهارات یکی از روزنامه نویسان، نامعقول است که «بیش روستایی رایج اکنون، اگر وجود داشته باشد، احتمالاً برضد تجهیزات انرژی باد است»، مخالفت با آن نمی‌تواند صرفاً به عنوان چیزی اشتباه یا فقط در حکم باز تابان تأثیر گروه‌های قدرتمند مؤثر که به وسیله اقلیتی از فعالان اعمال می‌شود، کنار گذاشته و نادیده گرفته شود. گرچه ظاهراً نظرسنجی‌ها عموماً از سطوح بالای حمایت از این طرح‌ها حکایت می‌کنند (کادر ۵) در برخی نواحی نیز مخالفت محلی واقعی به چشم می‌خورد. گروه‌های فشار نمی‌توانند به طور مؤثری وارد عمل شوند مگر این که در سطح همگانی اعتراض‌هایی وجود داشته باشد، و پوشش گسترده مطبوعات محلی حاکی از آن است که شمار مردم محلی که به طور جدی نگران‌اند، چندان اندک نیست.

اما، متأسفانه تأثیر گروه فشار ضد انرژی باد در کسب پوشش مطبوعاتی، قطبی شدن دیدگاه‌ها و لحن غالباً تند و گزنده مناقشه‌های بعدی داوری در باب مقیاس واقعی مخالفت را دشوار کرده است. این گفته، هر چقدر هم که نمونه‌ای سوگیرانه و جانبدار از بریده‌های جراید باشد، برخی ایده‌ها از الگوی دیدگاه‌ها را مطرح می‌کند. پاسخ‌هایی از نوع نگرش ساده «مرگ برای همسایه» (NIMBY) ظاهراً از شمار پاسخ‌های غالب است، اما گاهی نگرانی‌هایی از بابت حفاظت و صیانت طبیعت منطقه ای به صورت گسترده تری ابراز می‌شود. برخی مخالفان و معترضان، باظرافت وزیر کی بیشتر، استدلال‌های جهانی (مثلاً، گسیل گازهای گلخانه‌ای) را می‌پذیرند اما ادعا می‌کنند که مزارع باد نمی‌توانند به حل این مشکل چندان کمی کنند، به طوری که تأثیر محلی آن توجیه شود. کسانی دیگر هوادار گزینه‌های دیگر انرژی بودند؛ صرفه جویی در مصرف انرژی را غالباً بهترین گزینه می‌دانند. باز هم در نزد گروهی دیگر موضوع اصلی آن چیزی است که آنها آن را «سود جویی» سازندگان «آزمندی» تلقی می‌کنند که از «پارانه‌های هنگفت» بهره می‌گیرند بدون این که، بنابر ادعاها، نگران تأثیر آن به محیط زیست محلی باشند.

کادر ۵

نتایج برخی نظر سنجی‌های همگانی پیرامون مزارع باد

کرک بی مور

مطالعه روی ۲۵۰ ساکن محلی در نزدیکی مزرعه باد ۱۲ توربینی کرک بی مور در کامبریا در فوریه ۱۹۹۴، شش ماه بعد از راه افتادن آنها به وسیله مؤسسه نیروی باد ملی، انجام شد. این مطالعه آشکار کرد که:

- ۸۲ درصد از ایجاد و توسعه مزارع باد در منطقه حمایت کردند و به نظر ۸۴ درصد، باید از منابع تجدید پذیر انرژی بیشتری تولید شود.

- ۸۳ درصد نسبت به سروصدای آنها «نگران یا خیلی نگران، نبودند».
- از میان کسانی که می‌توانستند از خانه خود مزرعه باد را مشاهده کنند، ۷۷ درصدشان بابت تأثیر آنها در چشم‌انداز «اصلاً نگران» یا «خیلی نگران» نبودند.

تاف الی

مطالعه روی ۲۵۰ ساکن محلی در نزدیکی مزرعه باد بیست توربینی تاف الی در ویلز در فوریه ۱۹۹۴، شش ماه بعد از راه افتادن آنها به وسیله شرکت برق میانه خاوری، انجام شد. این نتایج به دست آمد:

- فقط ۲ درصد قویاً مخالف ایجاد و توسعه مزرعه باد در منطقه بودند.

- ۷۵ درصد اظهار داشتند که یا عیب و ایرادی در مورد مزرعه باد به ذهنشان نمی‌رسد یا این که اصلاً آنها عیبی ندارند.

- سروصدای عنوان یک مشکل از جانب کسی ابراز نشد، فقط ۳ درصد گفتند از خانه خود صدای مزارع باد را نمی‌شنوند.

از دیده‌هواداران محلی استفاده از انرژی باد، حمایت شدید از مزارع باد به عنوان جزئی از یک عهد و پیمان مثبت و سازنده نسبت به آینده دیده می‌شود، که غالباً تهدید «گرمایش جهانی» در کنار مخاطرات نیروی هسته‌ای در چارچوب آن ذکر می‌شود. بسیاری از حمایتگران نیز می‌گویند عملاً از نگرستن به مزارع باد خشنود می‌شوند. از سوی دیگر، کسانی قرار گرفته‌اند که آشکارا احساسات تندی نسبت به آن ندارند. به این ترتیب نشریه نیوزویک (۲۸/۳/۹۴) حرفهای سربرنارد اینگهام را نقل کرد که می‌گوید «آنان که می‌گویند این مزارع برایشان جذاب و گیراست، از لحاظ زیبایی شناسی مرده‌اند».

آشکاراست که دیدگاه‌های زیبا شناختی با هم فرق می‌کنند؛ زاویه دید به مزاحمت‌ها و آسیب‌های زیست محیطی نیز نزد افراد مختلف، با هم فرق می‌کند. برخی واکنش‌ها که در این مورد پژوهی مرور شد از نوع « مرگ برای همسایه » بودند، یعنی نظام حمایتی از طبیعت فقط تاخانه بغل دستی من اجرا شود. واکنش‌ها و پاسخ‌های دیگر، کلی تر بودند. نگرانی‌های زیست محیطی در چندسال اخیر، تا حدودی، در پاسخ به مبارزات جنبش‌های زیست محیطی در زمینه موضوع‌هایی چون گرمایش جهانی و باران اسیدی، رشد پیدا کرده است. اما، این تراز جدید حساسیت می‌تواند به ایجاد برخی تناقض‌ها، به شکل مقاومت در سطح محلی در برابر یکی از راه‌های علاج پیشنهاد شده برای حل مسائل جهانی، یعنی مزارع باد، منجر شود. تحقق جهانی‌اندیشیدن و محلی فکر کردن، به عنوان شعار، ممکن است آن طور که انتظار می‌رود همیشه آسان نباشد.

جمع‌بندی

- قید و بندهای اقتصادی در مراحل اولیه NFFO به برخی اقدامات تهاجمی در تعیین مکان منجر شد و به برخی واکنش‌های محلی منفی دامن زد.
- آشنایی عمومی با موضوع به پذیرش بیشتر منجر می‌شود، و حمایت کلی نسبتاً بالایی رود، اما گروه‌های فشار می‌توانند اعتراض سراسری مؤثری را سازمان بخشند.
- مشاوره دلسوزانه و انتخاب دقیق محل برای استقرار نیروگاه‌های بادی برای کسب پذیرش همگانی، نقش حیاتی بازی می‌کند.

برای مطالعه بیشتر

گزارش سه جلدی کمیته گزینش امور ویلز درباره « انرژی باد » :

Session 1993 - 4 Second Report, HMSO, London, July 1994

شرح خوبی از مناقشه در خصوص مزارع باد در بریتانیا ارائه می‌دهد. جلد اول، نتایج را جمع‌بندی کرده است.

رهنمودهای خط مشی برنامه ریزی وزارت محیط زیست (PPG22) را می‌توان از London و

HMSO تهیه کرد. ESTU نیز راهنماهای گوناگونی برای برنامه ریزان و سازندگان فراهم می‌آورد.

پذیرش همگانی : نیاز به گفتگو

✓ مخالفت‌های محلی با پروژه‌های انرژی تجدیدپذیر

✓ نیاز به برقراری گفتگو درباره پذیرش همگانی

✓ ایجاد « نظارت اجتماعی » فناوری

تأثیر منابع انرژی تجدیدپذیر بر محیط زیست به طور کلی بسی کمتر از تأثیر فناوری‌های انرژی مرسوم است ، اما هنوز هم به گفتگو و مذاکره بر سر پذیرش همگانی آنها نیاز هست . در این فصل مورد پژوهی مزرعه باد را مرور می‌کنیم و به چگونگی تداوم این مناقشه نظر می‌اندازیم ، در حالی که کماکان توجه خود را بر کوشش‌هایی متمرکز می‌کنیم که برای تضمین دادن به جوامع محلی در این راستا صورت می‌گیرند که آنها می‌توانند در چنین پروژه‌هایی مستقیماً مشارکت کنند واز آنها بهره‌مند شوند. مشارکت محلی به این معنا حیاتی است که، به جای دیدن نگرانیهای محلی به عنوان یک مشکل و مسئله، باید انتقاد مبتنی بر اطلاعات دقیق نیز به عنوان تلاشی برای مطیع کردن فناوری تا حد صورتی از نظارت و کنترل اجتماعی

مستقیم، به صورت سازنده تری نگریسته شود. رویهمرفته، یکی از منافع و مزایای ادعا شده دست کم انواعی از فناوری انرژی تجدیدپذیر از این قرار بود که کنترل دموکراتیک محلی این نوع فناوری نسبت به فناوری‌های بزرگ مقیاس و متمرکز پیشین، فراهم تر است.

مخالفت با فناوری

مخالفت با فناوری پدیده جدیدی نیست. واژه‌های اجتناب ناپذیری از این بابت وجود دارد که فناوری‌های جدید به آشفتگی‌های اجتماعی و زیست محیطی می‌انجامد و گاهی هم چنین اتفاقی افتاده است. اما، تاکنون، ابعاد مخالفت با مزارع باد در مقایسه با مخالفتی که با نیروی هسته‌ای ابراز شده، ناچیز بوده است. همین موضوع درباره فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر نیز صادق است. با این همه، مخالفت وجود دارد و این مخالفت تا حدودی به آن علت است که سیستم‌های انرژی تجدیدپذیر به نحو گسترده‌ای در برابر چشم همگان قرار دارند.

این امر برای توربین‌های باد مشکل خاصی بوده و این مشکل مسئله به بریتانیا محدود نبوده است، مثلاً، در خلال «رویکرد شتابان اولیه به نیروی باد» در کالیفرنیا، تعداد زیادی دستگاه ماشین (گاه با طراحی ضعیف) در نزدیکی بزرگراه‌های عمده نصب شدند، به گونه‌ای که همواره در برابر چشم مردم قرار داشتند. پل گایپ در اثر خود تحت عنوان نیروی باد به بلوغ می‌رسد^۱ یادآوری می‌کند که سازندگان «می‌توانستند برای شروع کار مکانی بدتر از آلتا مونت پاس^۲ برگزینند» زیرا شرایط هواشناختی به آن معنی بود که «برای قسمت اعظم ایام سال، بخصوص در خلال جابه جا شدن هوای صبحگاهی، حتی بهترین توربینها در بهترین مواضع از کار می‌افتند، و تمامی توربین‌های اولیه مستعد ایجاد دردسر در مجاورت بلافصل آزاد راه بین ایالتی شماره ۵۸۰ نصب شد؛ این آزاد راه یکی از پررفت و آمدترین بزرگراه‌های ایالت، با عبور سالانه ۳۶ میلیون اتومبیل، به شمار می‌آید.»^۳

به ادعای گایپ، هرچند انتظار می‌رود، ماشین‌های خوش طراحی مستقر بر جایگاه‌های مناسب ۵۰ تا ۷۵ درصد زمان را کار کنند، باز هم به این معناست که زمان‌هایی پیش می‌آید که از حرکت باز مانند یا برای

1. Wind Power Comes of Age

2. Altamont Pass

3. Gipe, 1995:275

تعمیرات از خط خارج شوند. منظره بسیار بارز ماشینهای بی خاصیت به رهگذاران در آن نزدیکی آنها را منبع انرژی بدون کارایی و بی اثری معرفی می کردند.

اما، با کنار نهادن چنین آثار بصری و با این فرض که می توان از مشکلات سروصدای آنها اجتناب کرد، توربینهای باد در مقایسه با سایر منابع انرژی تجدیدپذیر آثار نامطلوب کمتری دارند. شاید بدترین مورد استفاده از منابع تجدیدپذیر نیروگاههای زباله سوز^۱ باشد، که انرژی آنها از احتراق زباله های خانگی و صنعتی تولید می شود. برخی از این پروژهها از جانب ساکنان نگران از گسیل گازهای سمی که از تضمین های مبتنی بر کار این نیروگاهها در محدوده های نظارت و کنترل شده قانع نشده اند، با مخالفت های شدید مواجه شده اند. به همین ترتیب، با پروژههای زمین گرمایی نیز مخالفت هایی صورت گرفته است، زیرا از بعضی از آنها دودهای متصاعد می شود. در پاریس، در سال ۱۹۸۰، به صدای عملیات حفاری اعتراض هایی صورت گرفت: ساکنان محلی پوستری بر دست گرفته بودند که بر آن نوشته شده بود «زمین گرمایی بله، دردسر خیر»^۲ و در رویدادی جدی تر، درهاوایی بر سر پروژههای زمین گرمایی تعارض های شدیدی در گرفت، که انگیزه آن تا حدودی خشم و عصبیت افراد محلی از آن چیزی بود که بعضی از مردم آن را بی حرمتی به میراث طبیعی خود تلقی کرده بودند.

هم در مورد پروژههای زباله سوزی و هم زمین گرمایی، مخالفت ساکنان محلی گاهی به رهانشدن و انزوای محل منجر شده است. این امر در بریتانیا به خاطر برخی پروژههای زباله سوزی که طرح اجبار سوخت غیر فسیلی (NFFO) آنها را تحت حمایت قرار می داد، به شکلی جدی بدل شده است: فقط حدود ۷۲ MW از ۱۱۳ MW ظرفیت احتراق زباله های شهری و صنعتی تحت حمایت دو مرحله نخست NFFO به طور موفقیت آمیزی راه اندازی شد.

به طوری که دیده ایم، در پی مخالفت محلی و تصمیم های نامطلوب در برنامه ریزی، برخی از پروژههای مزرعه باد در بریتانیا نیز ناگزیر رها شده اند. اما، قسمت اعظم آن پذیرفته شده است. مثلاً، همان طور که قبلاً گفته شد، قسمت اعظم اقلام اولیه پروژههای مزرعه باد تحت حمایت مرحله نخست NFFO تصویب شدند و اگرچه بعداً با ظهور آنها مخالفت هایی بروز کرد ۵۴ MW از ۸۴ MW ظرفیت تولید انرژی باد که

1. Waste- into- energyplants

2. Qui á la géothermal ,non aux nuisances

تحت NFFO به پیمانکار سپرده شده بود، با موفقیت اجرا شده و تحقق یافته است. و یازده پروژه مزرعه باد تحت حمایت مرحله سوم NFFO مجوز برنامه ریزی دریافت کرد، در حالی که پنج پروژه رد شد.

موضع اقتصادی پروژه‌های باد را توسعه مداوم فناوری، بهبود تجربه کارکرد و حذف ضرب‌الاجل ۱۹۸۸ برای وضع مالیات در مرحله سوم NFFO و مراحل بعدی NFFO ارتقا بخشیده است. مرتبه NFFO سوم، در نوامبر ۱۹۹۴ اعلام شد، متضمن قراردادهایی حداکثر تا پانزده سال بود و بهای میانگین قرارداد را ۴٫۳۲ پوند به ازای هر کیلووات ساعت ارائه می‌داد. برای مجموع ۶۵ MW از ظرفیت مزرعه باد قرار داد بسته شد، از جمله ۲۰ MW مربوط به پروژه‌های کوچکتر نیروی باد (کمتر از ۶٫۱ MW)، با توجه به این که اوضاع اقتصادی در حوزه انرژی بادی بهبود یافته است، گسترش مداوم آن محتمل به نظر می‌رسد: ۲۲۷ مورد پیشنهاد پروژه مزرعه باد، که در مجموع ۱۴۶۱ MW بازده خواهند داشت، برای مرحله چهارم NFFO ارائه شد، که زمان بندی رسمی آن برای اوایل ۱۹۹۷ تعیین شد. هر چند که آشکار است تمام این پیشنهادها عملی نخواهند شد، اما واضح است که نیروی باد در بریتانیا دارد روبه جلو حرکت می‌کند.

با این همه، هنوز هم پذیرفته شدن آن از جانب مردم کارآسانی نیست. برای پی بردن به برخی موضوع‌های مربوط به پاسخ‌های همگان به انرژی‌های تجدیدپذیر، خوب است درس‌های فرا گرفته شده از مورد پژوهی مزرعه بادمان را، بانگاه به چگونگی مباحثه‌ها درباره مزارع باد ایجاد شده در بریتانیا در پی جنب و جوش اولیه پروژه‌ها و واکنش‌هایی که تاکنون آنها را توصیف کردیم، مرور می‌کنیم.

توسعه مزرعه باد بریتانیا: مرحله بعد

به طوری که دیده‌ایم، توجه به موضوع مزرعه باد در اوایل دهه ۱۹۹۰ در بریتانیا دامنه گسترده‌ای یافت. متعاقب آن، گرچه مخالفت‌ها و اعتراض‌ها ادامه داشت، این مناقشه و مباحثه از طریق مرور گسترده‌ای که کمیته انتخابی امور ویلز در مجلس عوام، متشکل از نمایندگان همه احزاب در سال‌های ۱۹۹۳-۱۹۹۴ به عمل آورد، در مجرای بارآورتری افتاد. این کمیته شواهدی از تمام حریفان اصلی گردآوری کرد. این کمیته نتیجه گرفت، مادام که این مزارع به طور معقولی برنامه ریزی شده‌اند، در ویلز پذیرفتنی‌اند، و عملاً برخی ادعاهای پرخاشگرانه مخالفان را رد کرد.^۱

فراورده بعدی رهنمودهای تعیین مکان که دوستان زمین تهیه کردند^۱ و بهترین رهنمودهای مشارکت^۲، و نیز انتشار بررسی‌های محلی افزون‌تر که نمایانگر حمایت همگان بود، به شفاف شدن وضعیت کمک کردند. اما، موانع زیست محیطی مزارع باد معلوم شده است و سازندگان دیگر چندان رضایت خاطر از کار خود نداشته‌اند. در عوض، آنچه که ظاهر شده عبارت است از به رسمیت شناختن نیاز به گفتگو بین آرای گوناگون، در زمینه‌هایی نه خیلی متفاوت از آنها که در مدل برهم کنشهای فصل ۱ مطرح شدند، به گونه‌ای که هزینه‌ها و سودها منصفانه تر و عادلانه تر رعایت شوند.

اکنون این موضوعها قطعاً بیشتر راهبردی و کمتر کورکورانه‌اند، و به نگرانی‌های زیست محیطی به طور جدی تری پرداخته می‌شود. به نظر برخی حامیان استفاده از نیروی باد، مزارع باد بزرگ در نواحی دوردست یکی از راههای رسیدن به تعداد قابل ملاحظه‌ای انرژی باد است، در حالی که از اعتراض‌ها و مخالفت‌های مردم محلی هم اجتناب می‌شود. اما، دیگرانی هم هستند که اظهار می‌دارند پروژه‌های کوچکتر بهترند، به گونه‌ای که در واقع، مثلاً، موفقیت سازندگان مزرعه باد ویندکلاستر و فارم پاور و وست در دستیابی به جایگاه‌هایی برای پروژه‌های کوچکتر، قبلاً این نظر را اثبات کرده‌اند.

مالکیت اجتماع

این مطلب هم اظهار شده است که پروژه‌های متعلق به اجتماع و آنها که اجتماع شروعشان کرده، به دنبال نمونه‌ی تعاونی‌های انرژی باد محلی دانمارک، به نحو موفق تری پذیرفته می‌شوند. علت این امر آن است که اگر پروژه‌های باد متضمن شکلی از کنترل محلی و منافع اقتصادی باشند، آنگاه مردم درباره‌ی آثار آنها با نظر مساعدتری داوری می‌کنند و مالکان و حامیان غایب لاجرم، به طور ضمنی، نسبت به نگرانی‌های محلی کمتر حساس‌اند.

البته، حتی با پروژه‌های بازرگانی مرسوم منافع محلی در چارچوب اشتغال در خلال ساخت و ساز و پس از آن در حوزه گردشگری، تأمین می‌شود. برخی جایگاهها مراکز بازدیدکنندگان بر پا کرده‌اند که بسیار پرطرفدار از کار درآمده‌اند، و به اقتصاد بخش خدمات محلی نقدینگی تزریق می‌کنند. کشاورزان محلی نیز، از طریق

1. FOE, 1994

2. British Wind Energy Association, 1995

اجاره زمین‌هایی که زیر کشت نیستند به سازندگان مزارع باد، نیز می‌توانند از این رهگذر منتفع شوند (معمولاً، اجاره سالانه هر ۴۰۰۰ متر مربع، یابۀ ازای هر توربین، ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ پوند است)، هر چند که این عمل ممکن است گاهی به تعارض‌ها و آزردهایی بین ساکنانی منجر شود که فکرمی‌کنند مزرعه باد اثر نامطلوب بر آنان می‌گذارد.

در مواردی، سازندگان مزرعه باد مجموعه‌ای از «اقدامهای حمایتی اجتماع» ارائه کرده‌اند. مثلاً، مؤسسه نیروی باد ملی ۱۰۰۰۰۰۰ پوند برای انجام امور خیرخواهانه اختصاص داد که قرار شد برای حمایت از مدارس، کالج‌ها، دانش آموزان، کارآموزان و طرحهای آموزشی محلی در ناحیه اطراف مزرعه بادی اش در برین تیتلی در ویلز میانی هزینه شود. این مؤسسه بودجه سالانه ۵۰۰۰ پوندی برای حمایت از اقدامات بهبود بخش زیست محیطی در ناحیه اطراف مزرعه باد اختصاص داده و بنیادی اجتماعی نیز بر پا کرده که سالانه ۵۰۰۰ پوند به نفع ساکنان محلی هزینه خواهد کرد.^۱

طرحهایی از این دست باید برای جوامع محلی سودهای مشترک در پروژه فراهم آورند، وگرنه، باید هر نوع زیانی را جبران کنند، هر چند که مخالفان پروژه این اقدامات را به عنوان رشوه تلقی می‌کنند. علی‌الاصول، طیف درگیری ساکنان محل می‌تواند از چیزهای جزئی، تا مالکیت تمام عیار باشد. اما، در اقتصاد محیط زیست بریتانیا ظاهراً مورد اخیر در حال حاضر در هر مقیاس قابل ملاحظه‌ای، کمتر نا محتمل است. به احتمال بیشتر، ساخت و سازهای مشترک مرسوم ادامه خواهد یافت، که شاید با برخی تلاشها در سطح محلی تحمل پذیرتر شود. در هر حالت، احتمال ادامه اتهام‌های بی‌توجهی و «سودجویی» جمعی وجود دارد، که برنامه انرژی باد، دست کم از جانب معترضان، تحت تأثیر سود اهل تجارت و کسب و کار، تلقی خواهد شد.

به طوری که قبلاً اشاره شده است، این نگرش ممکن است غیر منصفانه باشد، صرفاً به این علت که حاشیه‌های سود در واقع بسیار باریک و پرمخمصه‌اند، بلکه به آن دلیل که بسیاری از سازندگان تعهدات زیست محیطی سفت و سختی سپرده‌اند. اما، از دیدگاه «مرگ خوب است برای همسایه» در تزد عامه مردم، این نظر متقاعد کننده نیست. مشاوره حساس با اهل محل، چه خوب که پیشاپیش، از ارجحیت آشکار بر خوردار است، اما مجال و زمان می‌طلبد.

بنابراین، موضع کلیدی عبارت خواهد بود از آهنگ و شتاب هر گونه برنامه آتی - ونیز، البته، مقیاس و ابعاد آن. اگر برنامه‌های پردامنه و با گسترش شتابان صرفاً به اعتبار سود راه افتد، در این صورت مخالفت با آن لاجرم گسترش می‌یابد: اگر تعهد به اهداف زیست محیطی و اجتماعی گسترده تر بتواند به نحو قانع کننده‌ای نمود پدید آید، در این صورت شاید حمایت گسترده تری از آن مهیا شود؛ بسیاری از مردم نگران اثر گازهای گلخانه‌ای و باران اسیدی‌اند گروه ذی‌نفوذ هوادار نیروی باد ناگزیر خواهد بود استدلال قانع کننده‌ای بیاورد که می‌تواند برای رفع این نگرانی نقش مؤثری بازی کند.

موضوع‌های آینده

هرچند قسمت اعظم پیشنهادهای راه‌اندازی پروژه‌های نیروی باد در بریتانیا تاکنون موفق بوده‌اند، در برخی نواحی به تدریج مخالفت با آن دارد بروز می‌کند. با همه این احوال، حتی در جزیره پر جمعیتی چون بریتانیا، چشم‌انداز آتی نیروی باد، مادام که سازندگان نسبت به نگرانیهای محلی حساس بمانند، مساعد و مطلوب به نظر می‌رسد.

امکان بالقوه تکنیکی دراز مدت برای بهره برداری از نیروی باد ساحلی معمولاً حداکثر تا ۲۰ درصد نیازهای برق بریتانیا بر آورد می‌شود، که قید و بندهای اساسی یافتن مکان شاید این میزان را به ۱۰ درصد کاهش دهد. آشکار است که این ارقام فقط برآوردهایی کلی‌اند: قسمت اعظم آن عملاً به مسئله یافتن جایگاه خاص، ونیز به وضعیت فناوری، اوضاع اقتصادی، و گسترش رابطه عرضه و تقاضای انرژی بستگی دارد. مثلاً، در حال حاضر ماشینهای جدیدتر، سریعتر، و ارزاتر (مثل توربینهای با سرعت متغیر) دسترس پذیرند و تجربه به دست آمده می‌تواند کارکرد سیستم را بهبود بخشد. قطعاً باید پیشرفت در امر تولید ماشینهای کم سروصدا از ارجحیت عمده‌ای برخوردار باشد.

به صحنه آمدن توربینهای باد دور متغیر ارزاتر و کارآمدتر می‌توانست فشار بر جایگاههای مرتفع را بکاهد، هر چند که تضمین این نکته که این امر تحقق عملی خواهد یافت احتمالاً به چیزی منسجم تر و یکدست تر از وضعیت جاری بریتانیا نیاز دارد و نه رویکرد خلق الساعه و موقتی به برنامه ریزی، که، همانگونه که خواهیم دید، بر پایه مکان به مکان عمل می‌کند.

اشکاراست که ارزیابی هر پروژه بر مبنای مزیتها و شایستگی‌هایش، و منظور داشتن موضوعها و نگرانی‌های محلی، کاری عاقلانه و منطقی خواهد بود. اما، به موازات آن می‌توان این بحث را به میان آورد که باید در برابر فشارهای بی‌اندازهٔ محافل تجاری‌ایستادگی کرد. سازندگان مزرعهٔ باد قاعدتاً می‌خواهند از تأخیرهای پرهزینه در برنامه ریزی اجتناب ورزند و یکی از راه‌ها برای این امر ایجاد شکلی منطقه بندی، مانند دانمارک، است. به بیان دیگر، و شاید هم به بیانی بی‌پروا تر، تعیین مکان مرتفع یا حتی محدوده‌های با حداکثر میانگین سرعت باد، شاید با بخشودگی‌های (مالیاتی) مجاز برای مناطقی که تعیین مکان در رأس تپه‌ها حرکتی تهاجمی به شمار نمی‌آمده، می‌تواند به حفاظت از جایگاههای مرتفع تحمیل شود.

نیاز به اجماع

مداخله‌های نظم بخش و نظارتی از این دست می‌توانند یکی از پیامدهای مناظره و مناقشه در خصوص مزارع باد باشند. قطعاً نوعی راه حل برای تعارضهای محلی ضروری به نظر می‌رسد و، در شرایط آرمانی، گفتگو دربارهٔ نوعی اجماع و توافق همگانی در خصوص چگونگی ایجاد مزارع باد لازم است. NATTA، یک شبکهٔ انرژی تجدیدپذیر مستقل ملی، طی ارائه شواهد و مدارکی به جلسات بررسی کمیتهٔ امور ویلز دربارهٔ نیروی باد، اظهار داشت که به نظر می‌رسد موضوع کلیدی در این خصوص این خواهد بود که:

• « ظرفیت حمل » مزارع باد درزمینه‌های مربوطهٔ بریتانیا چیست؟ به تدریج باید نوعی توافق همگانی (اجماع) ظاهر شود که بتواند در برآورهای کلی مربوط به امکانهای بالقوهٔ واقعی تجدید نظر و بازاندیشی کند.

• در شرایط بریتانیا، چه مقیاسی از نصب دستگاهها از همه مناسب تر است؟ در حال حاضر ظاهراً گزینه‌های اساسی، مزارع باد بزرگ در نواحی جداگانه با سرمایه گذاری از خارج ناحیه باشند، در مقابل پروژه‌هایی کوچک که احتمالاً تا حدودی یا کلاً در محل پایه گذاری شده یا با مالکیت محلی اند، هر چند که بین این دوگزینه طیفی از امکانات، بسته به دسترس پذیری جایگاههای خاص (مثلاً اراضی حاشیه‌ای) وجود دارد.

• چه شکلی از مشاورهٔ همگانی از همه مناسب تر است؟ نظام برنامه ریزی محلی تلاش کرده است از عهدهٔ این فناوری نو برآید، اما گاهی آهنگ توسعه شتابان تر از آن دیده شده که اجازه دهد درسهایی

فرا گرفته و « رویه قضایی » تدوین و تنظیم شود. و این مشکل همیشگی وجود دارد که دربارهٔ اقلیت‌های معترض سرکش چه باید کرد.

NATTA، که بر مناقشه‌های مربوط به نیروی باد از همان آغاز برنامه نظارت کرده است، بحث را از این قرار ادامه می‌دهد:

فرایند رسیدن به یک اجماع در خصوص موضوعهایی از این دست از طریق قطبی سازی نگرشها در قالب دسته بندیهای ساده « موافق » و « مخالف » راه به جایی نمی‌برد. البته قابل درک است که ساکنان محلی، طوری که خود مشاهده می‌کنند، هر گاه با پروژه‌های تهدید آمیز مواجه‌اند، در مقابل آن مقاومت کنند. این هم قابل فهم است که ساخت و ساز کنندگان و هواداران محیط زیست موافق انرژیهای تجدیدپذیر، ناشکیب و بی‌قرار شوند. و در نتیجه، ممکن است بعضی از سازندگان هم بی‌توجه و فاقد حساسیت باشند. اما، اگر فناوریهای انرژی تجدیدپذیر قرار است، مثلاً، در کاهش گسیل گازهای گلخانه‌ای نقش خود را ایفا کنند، در این صورت به رویکردی کمتر چالش آمیز نیاز دارند.^۱

به منظور کاستن از دامنهٔ تعارض‌های بالقوه و فراهم آوردن رهنمودهایی برای برنامه ریزان محلی، NATTA این استدلال را به میان می‌کشد که دولت مرکزی می‌تواند و باید نقشی کلیدی در تعریف و تعیین خط مشی انرژی ملی و سهم انرژیهای تجدیدپذیر در چارچوب آن، ایفا کند. اما، به طوری که دیده‌ایم، در حال حاضر قسمتی از مسئولیت این امر ظاهراً بردوش مشاوران محلی و سازمانهای زیست محیطی افتاده است. عرصهٔ مناقشهٔ همگانی آشکارا صحنهٔ تعیین کننده‌ای است، هر چند که، مطابق اظهار نظر NATTA: « این عرصه همان است که می‌تواند تحت تأثیر گروههای فشار خاص قرار گیرد. گروههایی با مسئولیت‌های رسمی‌تر باید به وضوح تلاش کنند اطلاعات صحیح در بارهٔ نظر واقعی همگانی را گرد آورند. »

افزون بر این، ظاهراً مطالعات مستقل نظر همگانی، برای کمک به شکل گیری بحث‌ها، ضرورت تام و مبرم دارد. از دیدگاه NATTA، در غیر این صورت: « بحثهای مربوط به مزارع باد، احتمالاً، مباحثه‌های دیگر در این حوزه، ممکن است به بازتاب دیدگاههای خاص و صاحبان منافع، له یا علیه، خلاصه شود. مایهٔ

1. NATTA, 1993b

بسی تأسف خواهد بود اگر تلاش کنیم به اجماعی در خصوص چگونگی شروع وادامه کار در آینده، دست یابیم.

نتیجه گیری

به طوری که ملاحظه کرده‌ایم، مناقشه و مباحثه در خصوص مزارع باد کاملاً و قویاً قطبی شده، هر چند که داوری در خصوص اهمیت مخالفت با آن دشوار است. گروه‌های ذی نفع موافق بهره‌گیری از انرژی باد خاطر جمع بودند که هر گاه بیشتر مردم مزارع باد واقعی را مشاهده کنند، به جای این که گزارش‌های احتمالاً گمراه کننده مطبوعات در باره آنها را بخوانند، دامنه حمایت از این مزارع گسترش خواهد یافت، در عین حال، گروه‌های ذی نفوذ مخالف انرژی باد به نحو فزاینده‌ای نسبت به پیشبرد نظر خود مطمئن می‌شوند، با توجه به این که موفقیت آنها در دسترس سی به وسایل ارتباط جمعی و جلب توجه محافل سیاسی است. اما، علیرغم همه این‌ها، درخواست نگهبانان سرزمین برای گرفتن مهلت درباره نیروی باد از جانب کمیته امور ویلز رد شد و مخالفان در مرحله بعدی ناگزیر به مخالفت با تک تک پروژه‌ها و راضی و متقاعد شدند.

هر چند در سطح محلی تعارضها ادامه دارد، بحث در سطح ملی بر سر انرژی باد به نحوی کم هیاهو تر و کمتر لجبازانه شده است. همان‌طور که قبلاً گفته شد، این امر یک پیشرفت میمون است. زیرا، اگر بن بست بین دو طرف برقرار نشود، سرانجام بحث باید به صورتی از مذاکره درباره گستره بر پایی مزارع باد در نواحی روستایی بریتانیا کشیده شود، که به این معنا است که بخشی از تعارض‌های بین گروه‌های ذی نفع باید حل و فصل شود.

توصیف کردن معترضان و مخالفان به عنوان پاسخ دهندگان به گرایش‌های « مرگ خوب است، اما برای همسایه » کار نسبتاً آسانی است. اما این جماعت می‌توانند نگرانی درخور توجهی نسبت به حفاظت زیست محیطی را نیز منعکس کنند که در مباحثه‌های راهبردی دامنه دارتر بر سر نقش انرژی‌های تجدیدپذیر در زمینه انرژی در بریتانیا نباید از نظر دور داشته شوند؛ مثلاً، اظهار این نگرانی که بر کدام فناوری‌ها باید تأکید ورزید و با چه سرعتی باید ایجاد شوند و توسعه یابند.

به طوری که قبلاً اشاره شد، یکی از موضوعهای مهم در این بحث عبارت است از این مسئله که گزینه‌های گوناگون با چه سرعتی و با چه دامنه‌ای می‌توانند ایجاد شوند. مثلاً، با توجه به محدوده‌های اجتناب

ناپذیر در مورد اشغال اراضی، تعیین جا در آبهای ساحلی گزینه‌ای جذاب است. منابع انرژی باد روبه دریا (آبهای ساحلی) معمولاً خیلی عظیم و آثار زیست محیطی ناشی از به چنگ آوردن این منابع عموماً اندک است. مزارع باد در آبهای ساحلی از قبل در سواحل دانمارک، هلند و سوئد، تأسیس شده‌اند. اما، علیرغم پتانسیل انرژی فراوان، تاکنون، در بریتانیا هیچگونه نیروگاهی در آبهای ساحلی برپان شده است؛ جایگاه زمینی هنوز هم ارزانترین گزینه به شمار می‌آید.

در این اوضاع و احوال، یک مباحثه همگانی سازنده دربارهٔ مزارع باد، که بتواند برای ایجاد و توسعه قابل اعتماد سایر منابع انرژی تجدیدپذیر شالوده‌ای محکم بریزد، ضروری است. این برخورد آرا و عقاید از آن جهت اهمیت دارد که منابع تجدیدپذیر، علی‌الاصول، شکل جدیدی از فناوری انرژی، با انواع جدید آثار آنها را، باز می‌نمایند. در حالی که قبلاً بر منابع انرژی فشردهٔ نیروگاههای متمرکز تکیه می‌شد، به نظر می‌رسد که اکنون گرایش به سوی استفاده نامتمرکز از جریانها و منابع انرژی طبیعی پراکنده و پخش شده است. به این ترتیب، باید بر فرایندهایی طبیعی تأکید شود که « در زمان واقعی » وجود دارند، و نه ثروت موروثی انرژی فسیلی ذخیره شده یا انرژی شکافت پذیر (هسته‌ای). این موضوع طیف برنامه ریزی و موضوعهای کاربری زمین کاملاً جدیدی را می‌گشاید که بحث آن فقط فعلاً شروع شده است.

تاکنون، شیوه‌های تجزیه و تحلیل کم شماری در اختیارمان بوده که برای ارزیابی اهمیت نسبی هرگونه آثار اجتماعی و زیست محیطی به یاریمان بشتابد. استفاده از روش تحلیل هزینه و سود (یا تحلیل منافع قیمت تمام شده)، که در آن تلاش می‌شود به هزینه‌ها و سودها ارزشهای اقتصادی داده شود، نامحتمل به نظر می‌رسد که فراهم آوردن چیزی بیش از وسیله‌ای بسیار ناقص برای ارزیابی منابع تجدیدپذیر باشد. روشهای جدید ضروری به نظر می‌رسند، مثلاً انعکاس اثر استخراج انرژی از جریانهای انرژی طبیعی پخشی، شاید از رویکردی پیروی کند که، مطابق بحثهای فصل سوم، کلرک آن را ابداع کرد. به مطالعات و بررسیهای مفصل تر چگونگی توسعه و دگرگونیهای آگاهی و فهم همگانی نیز ضروری است. به روشهای جدید گفتگوهای اجتماعی به منظور حل و فصل تعارضهای اجتماعی اجتناب ناپذیر نیز نیاز داریم.

قرار است امکانی عملی برای دستیابی به ابتکار عمل در « حل مسائل زیست محیطی » شورای محیط زیست بریتانیا به وجود آید. این امکان مشتمل است بر برپایی کارگاههای آموزشی در خصوص روشهای حل منازعات، که برای برنامه ریزان، سازندگان، گروههای زیست محیطی و مانند آنها، طراحی شده است. انجمن

انرژی باد بریتانیا از یک رویکرد « بناکردن آرای همگانی یابنای اجماع»، مشتمل بر بحث‌ها و گفتگوهای با تمام احزاب عمده، از جمله گروه‌های مخالف انرژی باد، به عنوان جزئی از فرایند تنظیم و تدوین بهترین رهنمودهای برنامه ریزی عملی خود، سود جسته است.^۱ رویکردهای بنای اجماع به نحو فزاینده‌ای دارند در حوزه برنامه ریزی انرژی تجدیدپذیر جا می‌افتند.^۲ درعین حال، ساز و کارهای اجتماعی عمومی‌تر برای مشاوره و یافتن راه حل تعارض‌ها نیز ضروری‌اند.

باید اطلاعات بیشتر درباره این موضوعها برای افکار عمومی منتشر شود، تا کیفیت بحثها و مناقشه‌ها ارتقاء یابد. در دانمارک، بیش از انجام نظرخواهی ملی درخصوص این که آیا برنامه انرژی هسته‌ای در پیش گرفته شود یا خیر، به تلاش عظیمی در زمینه آموزش و آگاهی بخشی عمومی این مبحث، از طریق همایش‌های محلی، بر پایی سمینارها و مانند این‌ها، مبادرت ورزیدند. به نظر می‌رسد که آموزش زیست محیطی به طور کلی برای بحث‌های آگاهانه درباره این که ایجاد فناوری‌های انرژی پایدار چقدر مفید است، ضرورتی حیاتی به شمار می‌آید.

در حالی که برخی هواداران انرژی تجدیدپذیر نگرانی خود را در ضمن مباحثه‌هایی اظهار داشته‌اند که در بریتانیا بر سر مزارع باد جریان دارد، مادام که حتی الامکان آگاهانه و آگاهی بخش باشد، از جانب افکار عمومی از آن استقبال می‌شود. منظور از فناوری انرژی تجدیدپذیر این است که هم از لحاظ اجتماعی و هم زیست محیطی پذیرفتنی باشد و بحث درباره پروژه‌ها والگوهای توسعه درازمدت، برای روشن شدن افکار عمومی ضروری است. این امر جزئی از فرایند قراردادن فناوری تحت نظارت اجتماعی مستقیم تر است. البته، مانند همه تمرینهای دموکراسی، می‌توان بابت این فرایند هزینه‌هایی، بخصوص در زمینه تأخیرها، پرداخت کرد. در تلاش برای محدود کردن این هزینه‌ها ممکن است گشودن راه‌های جدید حل و فصل تعارضات از طریق گسترش مشاوره و مشارکت همگانی در تصمیم سازی و فرایندهای برنامه ریزی، ضروری باشد.

علی‌الاصول، ایجاد و توسعه انرژی تجدیدپذیر باید نسبت به نظارت اجتماعی محلی پاسخگو باشد، زیرا قسمت اعظم فناوری‌ها در این حوزه نسبتاً کوچک مقیاس‌اند، و فهم ماهیت، عملکرد و تأثیرات احتمالی آنها نسبتاً آسان است. درباره چهارم، برای نگرستن به برخی موضوعهای خاص که جزئی از مباحثه بر سر این که بهترین نحوه دستیابی به منابع تجدیدپذیر چیست، دوباره به این موضوع بر خواهیم گشت.

1. BWEA, 1995

2. Hyam, 1995

به طور خلاصه، مورد پژوهی ما در مورد الگوی تشکیل نگرش و بینش اولیه، برمسائل گرایش، پیش داوری، وارجیت‌های متعارض اجتماعی و زیست محیطی پرتو می‌افکند و آنها را تحت الشعاع قرار می‌دهد. این مسائل منحصر به نیروی باد نیستند، بلکه امید می‌رود که، با توجه به ماهیت « شفاف » این فناوری و آثار آن، به نحوی کمتر غیر قابل کنترل و حل شدنی تر از کار در آیند. بحث‌های سازنده و آگاهانه درباره بهترین راه چگونگی ایجاد فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر شبیه به مزارع باد به عنوان جزئی از فرایند بردن فناوری یاد شده تحت نظارت و کنترل اجتماعی، ضروری است. به نظر می‌رسد که به منظور حرکت به سوی یک نظام انرژی پایدارتر، ضرورت یاد شده در بالا پیش نیاز حیاتی هر گونه تلاشی است.

جمع‌بندی

- مسائل برنامه ریزی محلی و کاربری زمین می‌توانند مقیاس و آهنگ ایجاد و توسعه انرژی تجدیدپذیر را بخوبی تعیین کنند.
- ممکن است برخی مخالفت‌ها بر پایه عدم آگاهی و اطلاعات غلط استوار باشند.
- اما همه اعتراض‌ها و مخالفت‌ها هم اشتباه نیستند : ارزیابی دقیق و گفتگو و مذاکره برای اجتناب از مشکلات، ضروری‌اند.
- نقدهای آگاهانه و متکی به اطلاعات درست باید در حکم بخشی از تلاش در جهت بردن فناوری تحت نظارت اجتماعی و به عنوان بخشی از فرایند رفتن به سوی یک جامعه پایدار نگرینسته و تلقی شود.

برای مطالعه بیشتر

در گزارش شورای حفاظت نواحی روستایی انگلستان :

(Renewable Energy in the UK, 1995, CPRE)

مرور مفیدی بر مباحثات راهبردی در بریتانیا شده است، که در آن برنیار به موازنه نگرانی‌های اقتصادی و زیست محیطی تأکید می‌شود.

ETSU، واحد پشتیبانی فناوری انرژی DTI، می‌تواند راهنمایی‌هایی برای برنامه ریزان و سازندگان فراهم آورد که اکثر انواع منابع انرژی تجدیدپذیر را در بر می‌گیرد.

راهنمایی برای قسمتی از تحقیقات در باره واکنش‌های همگانی نسبت به منابع تجدیدپذیر در بریتانیا و ایالات متحده آمریکا، در انتهای فصل دهم این کتاب درج شده است.

پاره چهارم

جامعه پایدار

درپاره چهارم بر فناوریهای انرژی پایدار خاص و مسائل و مشکلات ناشی از آنها و بر موضوع گسترده تر چشم اندازهای توسعه پایدار، به طور کلی، تأکید می‌ورزیم. در این پاره این پرسش مطرح می‌شود که آیا سرهم بندیهای تکنیکی کافی اند یا به تغییرات ریشه‌ای تر نیاز است. آیا کار برد فناوریهای انرژی پایدار تداوم رشد اقتصادی را امکان پذیر می‌کنند، و یا حدود زیست محیطی نهایی برای آرمانها و انتظارات آدمی وجود دارد؟ درپاره چهارم، به عنوان نتیجه گیری، به برخی راه و روشها نیز که درچارچوب آنها منافع متعارض آدماها و کره زمین باید حل و فصل شوند و به ایده «اندیشیدن جهانی و عمل کردن محلی» نگاهی می‌اندازیم.

توسعه پایدار

- ✓ محدودیتهای سرهم بندیهای تکنیکی
- ✓ ضرورت تغییرات اجتماعی
- ✓ انگیزه‌های تغییر
- ✓ انتخابهای راهبردی برای آینده

باتوجه به این که درسیاره‌ای کوچک با منابع طبیعی محدود و اکوسیستمی آسیب‌پذیر زندگی می‌کنیم، پایداری زیست محیطی می‌تواند با رشد اقتصادی مداوم، دست کم از نوع جاری آن، ناسازگار باشد. اما همان طور که در این فصل نشان خواهیم داد، همه کس هم با این گزاره موافق نیست: افراد خوش بین بر این باورند که ابتکار آدمی و سرهم بندی‌های تکنیکی آدمی کفایت خواهند کرد، بدینها معتقدند که تغییرات فنی و تکنیکی، و شاید هم اجتماعی، ریشه‌ای تر باید انجام گیرد. تغییرات ریشه‌ای ممکن است برای کسانی که زندگی و معاششان به نظم و سامان کنونی وابسته است، تهدید کننده باشد، و همان گونه که خواهیم دید، این تغییرات ممکن است متضمن فوایدی هم باشند.

مسائل راهبردی توسعه پایدار

پیام کلیدی تحلیل ما تا اینجا از این قرار است که فناوری مسائل و مشکلاتی به وجود می‌آورد، اما احتمالاً برخی راه حلها را هم می‌نمایاند، هرچند که این راه حلها مسائل خاص خود را به بار آورند. این مسائل مستلزم فرایند گفتگو و محاوره اجتماعی - به عنوان جزئی از فرایند دامنه‌دارتر حرکت به سوی آیندای پایدار - هستند.

بسیاری از مسائل راهبردی و تاکتیکی (نحوه اجرا) تا این جا از دل بحثهای ما سربرون آورده‌اند. برخی از آنها اساساً «تکنیکی» اند، هرچند که ممکن است استلزامهای اجتماعی عمده‌ای هم داشته باشند؛ مثلاً، آیا فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر باید برشالوده‌ای محلی و نامتمرکز ایجاد شوند یا باید در چارچوبی بزرگ مقیاس‌تر، یکپارچه شوند؟ به این نوع مسائل در فصل ۱۵ خواهیم پرداخت.

توجه اصلی ما در این فصل روی موضوع‌هایی راهبردی است که ما را به فراتر از مسائل تکنیکی هدایت می‌کند و مسائل اجتماعی و سیاسی دامنه‌دارتری پدید می‌آورد، که نه فقط به جهت کلی فناوری بلکه به جهت گیری کلی جامعه هم ربط پیدا می‌کنند.

در پی معیارهای تدوین شده در فصل ۳ و بحثهای فصلهای بعدی، مسائل راهبردی عمده برای آینده در حوزه انرژی ظاهراً باید از این قرار باشد: مصرف منابع تجدیدپذیر و سایر فناوری‌های «سبز» با چه شتابی باید در جهت این هدف توسعه داده و مستقر شوند؟

ممکن است این پرسشها، در بادی امر، پرسشهای «فنی» نسبتاً سراسر است، مربوط به فناوری تأمین مقادیر لازم انرژی، جلوه کنند. اما، از این پرسشها مسائل دامنه‌دارتری، مثلاً دقیقاً مربوط به آن چیزی که پایداری معنی می‌دهد زاده می‌شوند. شاید دشوارترین پرسش به رابطه پایداری با رشد اقتصادی مربوط شود. انرژیهای تجدیدپذیر و صرفه جویی در مصرف انرژی ممکن است قادر به حفظ رشد اقتصادی تاجایی باشند، اما آیا رشد اقتصادی مداوم از نوع جاری آن شدنی یا حتی مطلوب است؟ یکی از پرسشهای مرتبط اما اندکی انعطاف پذیرتر و مؤثرتر باید از این قرار باشد که آیا سرهم بندیهای تکنیکی کارها را راه می‌اندازند و کفایت می‌کنند یا تغییرات اجتماعی عمومی‌تری هم ضروری‌اند؟

جایگزین سرهم بندیهای تکنیکی

از دیدگاه سرهم بندی تکنیکی صرف، حرکت به سوی پایداری، بر حسب کاهش چشمگیر مصرف منابع و گسیل گازهای حاصل از آن، از زاویه فنی و تکنیکی شدنی به نظر می‌رسد. آلودگی را می‌توان با اقدامات

« نصب پالایه در لوله خروجی گاز » ونیز با وارد صحنه کردن « فناوری پاکیزه » ریشه‌ای تر، به نحو فاحشی کاهش داد. در این زمینه تاکنون خیلی کارها انجام شده است: مثلاً، مشاور کسب و کار توسعه پایدار ذکر کرده است که بین ۱۹۷۰ و ۱۹۷۸ صنایع شیمیایی آلمان غربی موفق شد گسیل فلزات سنگین را ۶۰ تا ۹۰ درصد کاهش دهد در حالی که محصول ۵۰ درصد رشد یافت، و شرکت استیل نیون گسیل سولفور دی‌اکسید را تا ۷۵ درصد کاهش داد. در ایالات متحده آمریکا کمپانی مونساتو تعهد سپرد گسیل برخی مواد شیمیایی زیانبار و خطرناک به داخل هوا را تا سال ۱۹۹۰ تا ۹۰ درصد بکاهد، و در این رهگذر به هدف گسیل صفر دست یابد؛ و به طور کلی به نظر می‌رسد که صنایع مطمئن‌اند که می‌توانند آثارشان [بر محیط زیست] را، تا زمانی معین، تا حدی چشم پوشیدنی کاهش دهند.^۱

به نظر می‌رسد که در مواجهه با موفقیت‌هایی از این دست، ابتکار آدمی می‌تواند تقریباً تمامی مسائل و مشکلات زیست محیطی را حل و فصل کند. فناوری و سرهم بندی‌های تکنیکی می‌توانند پاسخ‌هایی رافراهم آورند. یکی از مشهورترین طرفداران این نظر هرمان کان، آینده شناس امریکایی بود که منتقد چیزی به شمار می‌آمد که وی آن را بدبینی محیط زیست گرایان توصیف می‌کرد. در حالی که برخی محیط زیست گرایان در دهه ۱۹۷۰ سناریوهای کمبودهای قریب الوقوع انرژی و نابودی محیط زیست را بیان می‌داشتند، کان و پیروانش به پیشرفت‌های فناوری اشاره می‌کردند که از پس حل بعضی از این مسائل برمی‌آیند. آرای کان در کوتاه مدت درست از آب در آمد: بحران‌های قابل انتظار از بین رفتند. اما، در دیدگاه محیط زیست گرایان این بحران فقط به تأخیر افتاده، حل نشده است. کان متقاعد نشد. درواپسین کتابش تحت عنوان زمین سرشار^۲ آرای خود را از این قرار جمع‌بندی کرد: این سیاره بی‌اندازه غنی و آدمی‌باهوش است و می‌تواند برای حل بسیاری مسائل فناوری به وجود آورد.^۳

کان و خوش بین‌های مشابه وی موضع سرهم بندی تکنیکی را اتخاذ کردند، که گاهی با آن چیزی توأم است که نظر « کورنو کویی »^۴ نامیده شده است؛ این واژه از نام الهه فراوانی افسانه‌ای یونان برگرفته شده است. کورنو کوییها بر این باور بودند که فراوانی برای برداشت کردن است زیرا آدمی، برخلاف حیوانات، از هوشمندی آفریدن فناوریها برای تأمین نیازهای روبه فزونی خود برخوردارند و این کار را چنان انجام می‌دهند که

1. Schmid heiny, 1992

2. The Resoureful Earth

3. Kahn and Simon, 1985

بهره مندی مداومشان از حیات و محیط زیست خللی بر آنها وارد نمی‌آورد. در حد نهایت، این نظر را می‌توان برای توجیه اظهاری به کار گرفت که بنابراین مسائل زیست محیطی خیلی مهم نیستند. این مسائل را می‌توان « سرهم بندی کرد » و به مداخله همه جانبه در امور اقتصادی نیازی نیست: قطعاً چیزی نباید مجاز به آهسته کردن شتاب رشد اقتصادی باشد. در واقع همین رشد بود که توانست ایجاد و توسعه فناوری‌های پاکیزه‌تر جدید را، که ضرورت پیدا کردند، حمایت و پشتیبانی کند.

این نوع تحلیل غالباً در جناح راست سیاسی شنیده می‌شود که در آن حوزه، عقیده دارند هیچ چیزی نباید با رقابت بازار آزاد تداخل و سرراه آن مانع ایجاد کند. این رویکرد در کتاب ویلفرد بکرمن تحت عنوان کوچک *احمقانه است*^۱، بخوبی نمود یافته و مؤلف در آن به اندیشه سبز جاری به شدت تاخته است.^۲

وارد شدن به این بحث که مباحثه ایدئولوژیکی چیست، از حوصله این فصل خارج است. کافی است گفته شود که منتقدان آزاد منش‌تر بر این باورند که برخی مداخله‌ها حیاتی است. مباحثه واقعی بر سر دامنه مداخله است و این که چگونه این مداخله به دقت و صحت انجام گیرد. محیط زیست گرایان آزاداندیش مدرن، همچون دیوید پیرس اقتصاد دان بریتانیایی، استدلال می‌کنند که اگر به بازار سیگنالهای درست ارسال شود، می‌تواند سرمایه گذاران و مصرف کنندگان را به ادامه رفتار مناسب ترغیب کند. می‌توان به کمک طیف کاملی از اهرمهای مالی چون مالیات، یارانه‌های دولتی، کمکهای بلاعوض، تنظیم‌ها و نظارت‌ها، به خاطر اولویت بخشیدن به توسعه‌های پایدار، بازارها را شکل داد.^۳ سرشت مباحثات در خصوص سیاست مدرن و سیاستگذاری اقتصادی در کشورهای توسعه یافته به نحو فزاینده‌ای دقیقاً به این امر مربوط می‌شوند که چنین سازوکارهایی را چگونه باید به کار گرفت و کدام موازنه دقیقی باید برقرار شود.

اما، هنوز هم پرسشهای راهبردی کلیدی به قوت خود باقی‌اند. هر ساز و کاری برای انگیختن آنها به کارگرفته شود، آیا سرهم بندیهای تکنیکی واقعاً می‌تواند مسائل زیست محیطی ما را حل کنند یا باید تغییرات و تحولات اجتماعی هم تحقق یابند؟ واگر سرهم بندیهای تکنیکی بتواند قسمت اعظم مسائل و مشکلات جاری ما را حل و فصل کنند، آیا رشد اقتصادی می‌تواند تا بینهایت ادامه یابد؟

1. small is stupid

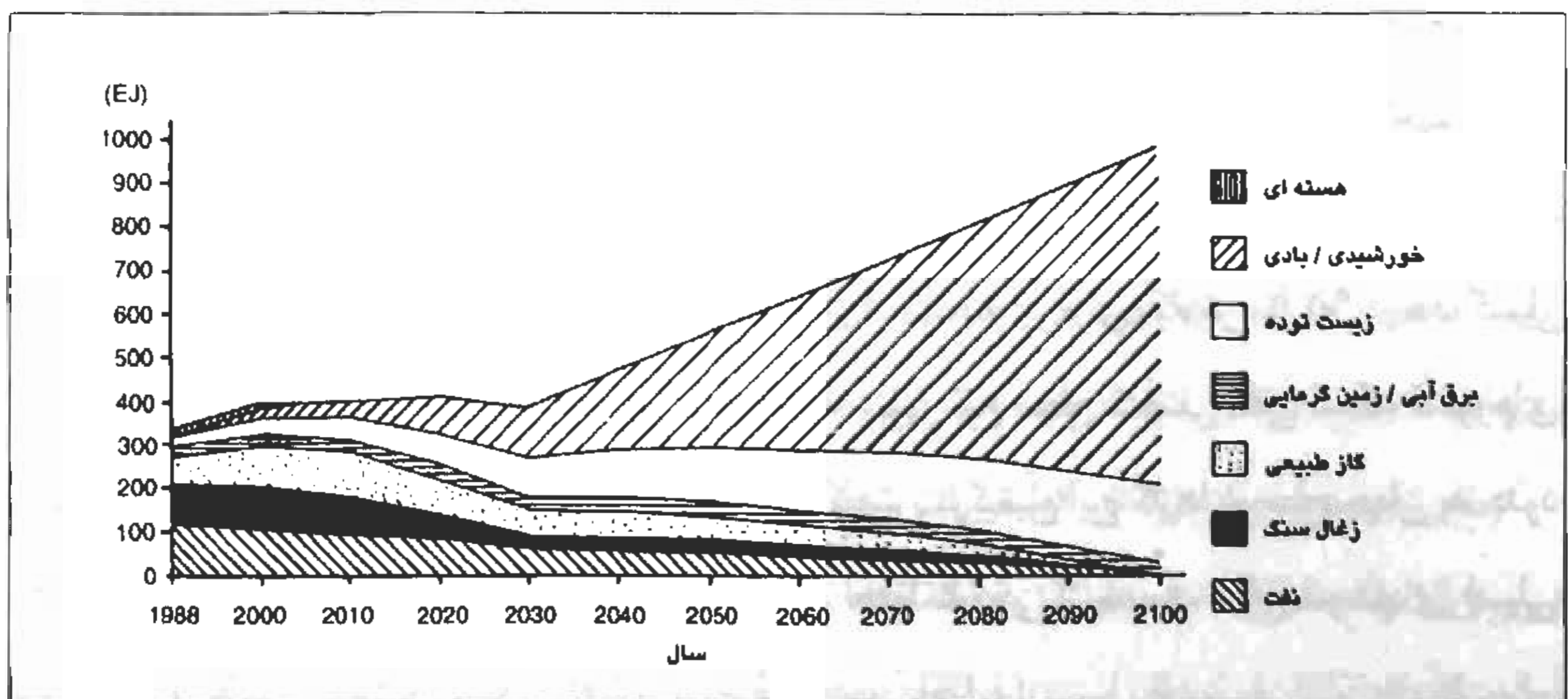
2. Bekerman, 1995

3. Pearce, 1992

فرا سوی سر هم بندیهای تکنیکی

برای پاسخ دادن به این پرسشها، به موضوع بنیادی ذخایر انرژی برگردیم. به طوری که دیده‌ایم، می‌توان اتلاف انرژی را در اکثر بخشهای مصرف (خانگی، صنعتی و جز آنها) از طریق روشهای صرفه جویی انرژی و استفاده از وسایل، محصولات و سیستمهای تولید کم مصرف، آسانتر کردن عرضه انرژی‌های تجدیدپذیر برای تأمین نیازهای انرژی، به نحو فاحشی کاهش داد. صرفه جویی دست کم ۵۰ درصد و حتی تا ۷۰ درصد یا بیشتر از لحاظ فنی میسر پنداشته می‌شود. مطابق شکل ۱۰-۱، علی‌الاصول منابع تجدیدپذیری می‌توانند در آینده ۵۰ درصد نیازهای انرژی جهانی را تا حدود سال ۲۰۴۰ تأمین کنند.

مطالعه‌ای که برای صلح سبز انجام شده حتی از این ارقام هم جلوتر رفته است (شکل ۱۳-۱). صلح سبز برآورد کرده است که منابع تجدیدپذیر می‌توانند تا سال ۲۱۰۰ حدود ۱۰۰ درصد نیاز انرژی را، به شرط توجه صحیح به صرفه جویی انرژی، تأمین کنند. بنابراین در این حوزه هیچگونه «سیاهی یا بدبختی و بیچارگی» وجود ندارد. در واقع، صلح سبز ادعا کرده است که می‌توان به این هدف دست یافت بدون این که به محدود کردن رشد اقتصادی نیاز باشد. در سناریوی آنها، مصرف انرژی افزایش فاحش پیدا می‌کند. این افزایش بر پایه این فرض استوار است که افزایش تولید ملی داخلی جهان، روبه‌مرفته، ادامه می‌یابد، هرچند که تلاش به عمل آمده که آن را در توزیع مجدد بین کشورهای شمال و جنوب بگنجانند.^۱



شکل ۱۳-۱ سناریوی انرژی جهانی بدون سوخت فسیلی صلح سبز: عرضه انرژی اصلی

سناریوهای بلند مدتی از این دست به مثابه راهی برای برنامه ریزی کردن نه آن چیزی که اتفاق خواهد افتاد، بلکه آن چیزی که از لحاظ فنی شدنی است، مفید خواهد بود. سناریوی صلح سبز بر پایه فرضهایی نسبتاً خوش بینانه درباره توسعه و استقرار موفقیت آمیز فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر نو استوار است. مثلاً، استفاده از یاخته‌های سوختی فوتوولتایی و هیدروژنی و سوخته‌های زیستی، نسبتاً فراگیر فرض می‌شود. اما این فرض از لحاظ منطقی واقع گرایانه به نظر می‌رسد، بخصوص از این رو که تمام امکانات فنی راتحلیل نمی‌برد؛ مثلاً سهم‌هایی از نیروی امواج یا انرژی کشندی در آن فرض نمی‌شود.

البته، مسئله واقعی، مستقل از این که آیا می‌توان گزینه‌های تکنیکی خاصی را عرضه کرد یا خیر، موضوع اجرا و تحقق عملی آنهاست. صلح سبز تأکید می‌کند که عامل کلیدی در فراهم آوردن این گزینه اراده سیاسی برای گذار، باین استلزام است که دولت‌ها ناگزیر به سپردن تعهد شوند و در این امر مداخله کنند. آشکارا این سناریوی ریشه نگر (رادیکال) است - و هیچ کس تا کنون برنامه‌ای شبیه آن را نپذیرفته و اتخاذ نکرده است. اما نشانه‌هایی از توجه به نقطه‌ای آغازین در این راه دیده می‌شود. ظاهراً برخی کشورها به این نتیجه رسیده‌اند که مسائل زیست محیطی همچون گرمایش جهانی اتخاذ رویکردی ریشه نگر را توجیه می‌کنند. مثلاً، دانمارک و هلند پیش گرفتن برنامه‌های ریشه نگر صرفه‌جویی انرژی، و نیز استفاده از فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر را، به پشتیبانی سیستم‌های یارانه‌ای، آغاز کرده‌اند. این اقدامات برای دستیابی به برخی اهداف چالش برانگیز برای کاهش گسیل، مثلاً، کربن دیوکسید، که یکی از گازهای عمده «گلخانه‌ای» است، طراحی می‌شوند. دانمارک هم اکنون به کاهش ۲۰ درصدی این گازها تا سال ۲۰۰۵ تعهد سپرده است.

حتی فراتر از اینها، یک پیشنهاد مشترک کشورهای اسکاندیناوی برای کاهش ۹۵ درصد گسیل گازهای کربن دیوکسید تا ۲۰۲۰ ارائه شد. این پیشنهاد به عنوان نوع سطح کاهشی تلقی شد که کشورهای «پیشرفته» اسکاندیناوی باید آن را محقق کنند تا کل کاهش در گسیل این گازها در سطح جهان به حدود ۶۰ درصد برسد، با این فرض که کشورهای پیشرفته از لحاظ تاریخی از مصرف منابع سوخته‌های فسیلی جهان سود برده‌اند.^۱

این سطح کاهش احتمالاً باید از طریق سرهم بندیهای تکنیکی حاصل شود، بدون اجبار به کاهش سطح واقعی و عملی مصرف انرژی در مراکز مصرف. مثلاً، در سناریوی صلح سبز فرض می شود که مصرف نهایی جهانی انرژی و نیز مصرف انرژی پایه و اساسی افزایش یافته است، در حالی که هنوز هم کاهشهای فاحشی در گسیل کربن دست می دهد.

اما سناریوهای صلح سبز ممکن است خوش بینانه باشد: این سناریو می تواند از این قرار باشد که سرهم بندیهای تکنیکی گوناگون سطوح کلی رشد را برای افزایش مصرف انرژی به این طریق، دست کم نه در همه جای دنیا، اجازه نخواهد داد. به طوری که گفتیم، صلح سبز میزانی از توزیع مجدد اقتصادی بین شمال و جنوب و، از قرار معلوم، آهنگ کندتر رشد مصرف انرژی در کشورهای پیشرفته را فرض کرد، اما ممکن است فرضی خوش باورانه باشد. حتی با توجه به تأثیر سرهم بندیهای تکنیکی، به چیزی بیشتر از آهسته کردن آهنگ رشد برای دستیابی به موازنه‌ای پایدار نیاز است و کاهش سراسری سطوح مطلق مصرف مواد، بخصوص در کشورهای پیشرفته، ضروری است. دست کم، به تغییر الگوهای کلی و سطوح مصرف، شاید دور شدن از این تأکید غریبه‌ها بر تحول «کمیت مصرف مواد» به «کیفیت حیات» نیاز داریم. این ایده که مصرف باید داوطلبانه محدود شود، پیشرفت است. هم اکنون نوآوری‌ها و ابتکارهای «مصرف پایدار» در کشورهای اسکاندیناوی اعمال می شود؛ در این منطقه گاهی این بحث به میان می آید که سطوح مصرف در هر حال دارند به اشباع می رسند.^۱ برخی مناقشه‌ها در ناحیه اسکاندیناوی و ایالات متحده آمریکا بر سر ایده «سادگی داوطلبانه» در جریان بوده است؛ یعنی انتخاب آگاهانه روی کردی صرفه جویانه‌تر به زندگی و حیات. همین دیدگاهها در جاهای دیگر هم سر بر آورده‌اند. مثلاً، در استرالیا جنبش زیست محیطی قدرتمندی وجود دارد، جناحی رادیکال از چیزی که به نظر می رسد متقاعد شده که سرهم بندیهای تکنیکی کفایت نخواهند کرد، و دگرگونی‌های پر دامنه اجتماعی نیز ضرورت دارند.^۲

بعضی سبزه‌ها بر این عقیده‌اند که تغییرات و تحولات اجتماعی و فناورانه نه تنها از لحاظ زیست محیطی ضروری‌اند بلکه نظر به عدم توازن پر دامنه رفاه و ثروت در سطح جهان، از نظر اخلاقی و اجتماعی هم مطلوب‌اند. این بیان هم سنگ است با فراخوان مجموعه جدید ارزشهای زیست محیطی و جهانی. در مواردی،

1. Norgard *etal*, 1994

2. Trainer, 1995

این امر می‌تواند به تغییرات ریشه‌ای در سبک زندگی، راه‌های جدیداندیشیدن و شیوه‌های جمعی تر سازماندهی تأمین نیازها، دلالت کند. مثلاً، دیدگاه «اکولوژی افراطی»^۱، که در نیمه‌دهه ۱۹۸۰ شروع به ظهور کرد، بر نیاز به بازگشت آدمی به طبیعت و تماس نزدیکتر با آن تکیه می‌کند، و بر نیازهای روحانی در مقابل نیازهای مادی تأکید جدید می‌نهد^۲، این رویکر غالباً دولبه است. از یک سو، اکولوژیست‌های افراطی ادعای می‌کنند که زندگی در این مسیر می‌تواند عملاً ارضاء کننده تر باشد اما، تأکید می‌کنند که آدمی حق ندارد به هیچ شیوه دیگری زندگی کند.

نقطه پایانی بر رشد؟

شالوده بسیاری از انتقادهای اکولوژی افراطی جامعه صنعتی معاصر که از پایان کار رادیکال جنبش سبز سر بر آورده این ایده است که رشد اقتصادی، دست کم از نوعی که تاکنون تجربه شده، نمی‌تواند ادامه یابد. مثلاً، اکولوژیست‌های افراطی گاهی این استدلال را می‌کنند که حتی اگر برنامه‌های مصرف انرژی همه جانبه‌ای ریخته می‌شد، گازهای گسیلی سمی پاکیزه می‌شدند و دگرگونی به سوی انرژی و منابع تجدیدپذیر رخ می‌داد، در صورتی که تلاش‌های جمعیت رو به رشد جهان برای دستیابی به سطوح غربی رفاه مادی ادامه یابد، اکوسیستم کره زمین باز هم از عهده آن بر نخواهد آمد. بنابراین دیدگاه، تنها گزینه عبارت است از پیش رفتن به سوی الگوهای سبک زندگی پایدار، بر اساس کاستن فاحش سطوح مصرف: اساساً «زندگی بهتر با مقدار [مصرف] کمتر».

این ایده دیدی نیست: مفهوم «سهولت و سادگی داوطلبانه» به عنوان پاسخی به مسائل زیست محیطی از حدود دهه ۱۹۷۰ وجود داشته است.^۳ اما، این ایده بر پایه چشم‌اندازی استوار است که کان و کورنوکر ابراز آن را بیش از حد بدبینانه اعلام می‌کنند.

هیچ راهی برای حل و فصل آسان مناقشه زمین خوش بینان و بدبینان وجود ندارد، دست کم سخن درباره آن راه و روش در حوصله این کتاب نمی‌گنجد. این بحث معمولاً در زمینه‌های تکنیکی اقتصادی انجام می‌شود، و طی آن از پیشگویی آماری روندها خیلی استفاده می‌کنند. تحلیل کمی قطعاً می‌تواند به

1. deep ecology

2. Devall and Sessions, 1985

3. Elgin and Mitchel, 1977

تلاش درشناسایی حدود مطلق (مثلاً، در ارتباط با گسیل گازهای سمی یا غلظت گازهای گلخانه‌ای)
والگوهای آماری (مثلاً، در رشد جمعیت یا افزایش بهره‌وری اقتصادی) کمک کند. قبلاً، در فصل ۳، دربارهٔ
ایدهٔ حد انرژی سراسری یا کلی سخن به میان آورده‌ایم، و در فصل بعدی به برخی قید و بندهای کلی برالگوی
مصرف انرژی جهانی و توسعهٔ صنعتی نگاه خواهیم کرد.

اما، درعالم واقع خیلی چیزها به فرضها و باورهای مربوط به این که چه چیزی ممکن و چه چیزی
مطلوب است، بستگی دارد - و این‌ها همیشه هم نسبت به تحلیل عینی تأثیرپذیر نیستند. حتی برخی عبارتها
و مفاهیم به کار رفته می‌توانند مسائل و مشکلات را باز نمایند. این امر در هیچ جا روشنتر از شیوه‌های تفسیر
وبه کارگیری اصطلاح « پایداری » نیست. در نزد سبزه‌های رادیکال معنی آن روشن است: بقای دیر پای
اکوسیستم این سیاره، که به باور بسیاری با رشد مداوم اقتصادی و صنعتی ناسازگار است. در عین حال،
خوش‌بینها گاهی از « رشد پایدار » یا حتی « رشد مداوم » سخن می‌گویند. اصطلاح پایداری نه به یک
واژهٔ مطلق بلکه بیشتر به یک صنعت تبدیل شده است، که تلاش برای حرکت در جهت رویکردهای سازگارتر
از لحاظ زیست محیطی را توصیف می‌کند.

درحالی که تحلیل تکنیکی می‌تواند به کاهش پاره‌ای از عدم قطعیت‌ها کمک کند، دست آخر مناقشه
بر سر پایداری و وسایل مناسب دستیابی به آن به نظر می‌رسد اساساً سیاسی و ایدئولوژیکی، مثلاً، در ارتباط با
ارجحیت‌های اجتماعی متعارض، اخلاقیات زیست محیطی تعمیم یافته و گروه‌های ذی نفع اقتصادی، باشد.
در این صورت، عملاً این مناقشه می‌تواند فقط واقعاً از طریق اهرم‌های سیاسی حل و فصل شود - از طریق
فرآیند به هم ریخته و نامرتب رسیدن به توافق، میان مردمی با آرا، منافع و میزان نفوذ متفاوت، دربارهٔ آنچه که
باید انجام شود.

اگر حق با بدبینها باشد، آنچه که می‌تواند تغییرات اجتماعی دردناک، همراه با مقداری تردید و تزلزل،
تلقی شود، ضروری خواهد بود. در نزد افراد کورنوکویی، خوش بین‌ها تنها کسانی نیستند که پیشنهاد تغییر
الگوهای سبک زندگی و میزان مصرف را نامطلوب می‌یابند. بسیاری از مردم کشورهای پیشرفته بی‌گمان
در استانداردهای زندگی مادی خود شاهد تغییراتی به عنوان تحمیلی جدی‌اند که در مقابل آن مقاومت
می‌کنند. آنان ممکن است از درگیر شدن در امر بازاریابی یا خریدن محصولات سازگار با محیط زیست
خشنودباشند، اما اکثرشان بی تردید کاهش خالص عملی در مصرف مواد را به عنوان تهدید نسبت به

استاندارد زندگی و بازگشتی ناخواسته به صرفه جویی و قناعت، درک می‌کنند. افتادن در مسیر دور شدن از مصرف گرایی و هرگونه توصیه‌ای در جهت کاهش دادن آهنگ رشد اقتصادی نیز بی‌گمان از جانب گروه‌های ذی نفع صنعتی و بازرگانی با مقاومت روبه‌رو می‌شود، که بیم دارند منافعی که از بین برود. به تعارض‌هایی بر می‌گردیم که در مدل منافع در فصل اول آنها را برشمردیم. در این مورد مصرف کنندگان و تولید کنندگان در رشد اقتصادی مداوم در منافع مشترک معقولی سهیم‌اند، این امر در کشورهای در حال توسعه همانقدر صادق است که در کشورهای توسعه یافته: مردم کشورهای در حال توسعه دوست دارند به همان منافی دست یابند که مردم کشورهای توسعه یافته از آنها برخوردارند. بنابراین جای تعجب نیست که سرهم‌بندی‌های تکنیکی مردم پسند باشند. ظاهراً این سرهم‌بندی‌های تکنیکی امکان منافع رشد مداوم را بدون مشکلات زیست محیطی عرضه می‌کنند.

با این همه، بر اساس مطالعه‌ای که میلبراث^۱ در افکار عمومی ایالات متحده آمریکا، بریتانیا و آلمان به عمل آورد^۲ (جدول ۱۳-۱)، شواهدی مبنی بر حمایت چشمگیر عمومی از تغییرات ریشه‌ای تر به دست آمد. مثلاً، بنابر مطالعات اخیر که دفتر مرکزی آمار بریتانیا منتشر کرده، وجود یک روند نگرانی نسبت به مسائل زیست محیطی تأیید شده است.^۳ اما، این که آیا این نگرانی‌های شایع می‌توانند در قالب پذیرش کاهش‌های واقعی میزان مصرف قرار گیرند یا خیر، باید عملاً تجربه و آزموده شود. تغییرات داوطلبانه ممکن است در الگوی مصرف اتفاق افتند، زیرا مردم نسبت به مسائل زیست محیطی آگاه‌تر می‌شوند، اما در صورتی احتمال پیش آمدن تحول در نگرش و رفتار وجود دارد که منافع و مزیت‌های آشکاری در قبال آن وجود داشته باشد. بنابراین، ممکن است اوضاع از این قرار باشد که مصرف کنندگان احتمالاً به انگیزه‌هایی مثبت نیازمند باشند تا تغییراتی عمده و اساسی در سبک زندگی خود به وجود آورند.

1. Milbrath

2. Mann, 1981:57

3. CSO, 1992

جدول ۱۳-۱ نسبت نظر افکار عمومی در ارتباط با حفاظت زیست محیطی

آمریکا	
افکار عمومی	۲,۹۹
هواداران محیط زیست	۱,۹۷
رهبران تجارت	۴,۱۶
انگلستان	
افکار عمومی	۲,۸۰
محافل محافظه کار	۱,۴۸
رهبران تجارت	۳,۳۸
آلمان	
افکار عمومی	۲,۹۹

انگیزه‌های تغییر

افراد پذیرش تغییرات در سبک زندگی را دشوار می‌یابند و محتمل به نظرمی‌رسد که اتخاذ رویکردهای جدیدی که می‌تواند در کوتاه مدت بر علیه گروه‌های ذی نفع و صاحبان منافع باشد، برای کشورها دشوارتر است. همان گونه که پیشرفت کند در زمینه واکنش به گرمایش جهانی حکایت می‌کند، هنوز هم پیش از آن که جامعه جهانی قادر باشد به چالش‌های جدی زیست محیطی پاسخ گوید که در پیش رویش نهاده شده است، این جامعه می‌تواند راه‌هایی را طی کند. گروه‌های ذی نفع هنوز هم در حوزه مصرف مداوم منابع انرژی موجود مسلمانند؛ مثلاً، برخی کشورهای تولید کننده نفت در برابر تلاش‌های معطوف به برقراری الزام‌های بین المللی کاهش گسیل کربن دی‌اکسید، مقاومت می‌ورزند.

به منظور شکستن این نوع بن بست به تلاش‌های جمعی در گفتگو و تعهد به اقدام در تمامی سطوح نیاز آشکار وجود دارد، که طی آن بر هماهنگی منافع تأکید و در جهت حل و فصل اختلاف‌های بخشی تلاش شود. رویه‌مرفته، در دراز مدت، تمامی مردم جهان در حفظ سلامت این سیاره به عنوان منافع مشترک همگان، سهیم‌اند. تغییر مسیری به سوی رویکردی پایدارتر مستلزم بازسازی عمیق تر و دامنه دارتر فعالیت‌های

صنعتی است اما، به طوری که خواهیم دید، ممکن است عملاً مزیت‌های اقتصادی دراز مدت تری هم در این روند موجود باشد. به بیان کلی‌تر، هرگونه زیانی که تغییر مسیر به سوی پایداری به بار آورد، باید با منافع مشترک کلی سنجیده و سر به سر شود. البته، این کار همیشه آسان نیست زیرا تضاد منافی وجود دارد که از قبل بین گروه‌های ذی نفع در چارچوب هر کشور خاص برقرار بوده و روابط رقابت آمیز خود این کشورها هم در این امر دخیل است.

به طور خاص، رسیدن به توافق بین المللی برای ایجاد تغییرات دشوار از کار در می‌آید، بخصوص اگر لازم شود که رشد اقتصادی و رقابت جویی تحت تأثیر قرار گیرد. گروه‌های ذی نفع در وضع موجود کماکان قوی باقی می‌مانند. در نظر برخی افراد ریشه‌ای نگر، این احتمال وجود ندارد که وقتی اقتصاد جهان تحت سلطه کمپانی‌های چند ملیتی قدرتمندی قرار دارد که هیچگونه توجه و نگرانی نسبت به سرنوشت تک تک کشورها در آن به چشم نمی‌خورد، بتوان به توافقی‌هایی دست یافت. به همین ترتیب، این هم غالباً نامحتمل تلقی می‌شود که توافقی‌هایی را بین شمال و جنوب در هنگامی انتظار داشت در حالی که بسیاری از کشورهای در حال توسعه در تله بدهی‌های کشورهای غنی گرفتارند.

از این دیدگاه، بیش از آن که بتوان پاسخ بین المللی مؤثری به مسائل زیست محیطی جهانی داد، ناگزیر تغییرات عمده سیاسی، اقتصادی و اجتماعی رخ خواهد داد. دست کم، فعالیت‌های اقتصادی بین المللی باید دستخوش شکلی مهار و کنترل قرار گیرد تا مناسبات تجاری منصفانه تر تضمین شوند و بهره‌کشی هم از آدمها و هم از سیاره زمین کاهش یابد. آشکار است که این حرکت مسائلی را پیش می‌آورد که پرداختن به آنها از حوصله این کتاب خارج است. به چشم‌اندازها و دورنماهای کلی گسترش اقتصادی فراگیر در فصل آتی نگاهی می‌اندازیم، و در آنجا پیرامون نیاز به انتقال فن آوری و برنامه‌های یاری رسان نیز بحث خواهیم کرد. در حال حاضر کافی است بگوییم که نیاز به تغییر اولویتها، بخصوص به وسیله کمپانی‌های چند ملیتی، آشکار است.

البته این امکان وجود دارد که کمپانی‌های بزرگ و عمده جهان تغییراتی در شیوه کارکرد و رفتار خود به وجود آورند، نه تا حد و مرزهای ایثارگرانه بلکه به خاطر حفظ بقای تجارتی دراز مدتشان. برپایه این نظر، از آن جا که مسائل زیست محیطی جهان از میان نمی‌رود، و احتمالاً فشار برای پاکیزه سازی افزایش خواهد یافت، کمپانی‌ها و کشورهای که در حال حاضر روی « فناوری سبزپاک » سرمایه گذاری می‌کنند در آینده

مکان بهتری برای رقابت در اختیار خواهند داشت. البته، برخی کمپانی‌ها قادر خواهند بود این مسائل را در کوتاه مدت نادیده انگارند و هرگاه مشکلات و معضلات سر برآورند، به فعالیتهای دیگر و یا سایر کشورها که در آنها قید و بند کمتر است، روی می‌آورند. اما، در دراز مدت از محدودیت‌های زیست محیطی و منابع و رقابت کمپانی‌هایی که رو به رویکردهای پایدارتر کرده‌اند، گریزی نیست.

به طوری که دیده‌ایم، برخی کمپانیها برنامه‌های پاکیزه سازی کاملاً ریشه نگری را آغاز کرده‌اند، و این روند احتمالاً روبه افزایش است. در واقع، این نظر ابراز شده است که، نظر به چشم‌اندازهای رشد اقتصادی و نیاز به ماندن در صف نخست رقابت، شرکتهای چند ملیتی جهانی می‌توانند یکی از بنگاههای کلیدی در تغییر جهت به سوی رویکردهای پایدارتر باشند.^۱ قطعاً بازار فناوری کاهش آلودگی و پاکیزگی زیست محیطی روبه رشد و گسترش است: حجم معاملات این بازار تا ۱۹۹۰ در جهان به ۱۳۰ میلیارد پوند، و تا سال ۲۰۰۰ به ۲۵۰ میلیارد پوند رسیده است. همین آهنگهای رشد را باید در «فناوری پاکیزه ساز و محصولات سبز» و در حوزه‌های انرژی تجدیدپذیر انتظار داشت.

اما، حتی از خوش بینانه ترین دید، راه درازی در پیش است. تغییر مسیری به محصولات سبزتر و فرایندهای تولید و فناوری‌های انرژی پاکیزه تر ضرورتاً تا برابری و بی عدالتی در الگوهای تجارت جهانی را حل و فصل نخواهد کرد. در واقع، عکس این موضوع باید اتفاق افتد. همان طور که مشتاقان و علاقمندان فناوری جایگزین می‌خواستند، قضیه می‌تواند از این قرار باشد که فناوری برای مقاصد تجاری تملک شود اما ارزشهای اجتماعی و سیاسی زیر بنایی در زیر ساخت آن نادیده انگاشته شود.

انصافاً، برخی کمپانیها در معنایی گسترده تر و از طریق ایجاد رویکردهای جدید به تجارت با کشورهای در حال توسعه و سرمایه گذاری در آن کشورها، به‌ایده توسعه پایدار واکنش نشان داده‌اند.^۲ متأسفانه، این کمپانیها در اقلیت‌اند. به بیان کلی تر، مستقل از این که پایداری نگرانی عمده‌ای به شمار می‌آید، بسیاری از محیط زیست گرایان اظهار نظر می‌کنند که روند کلی در چارچوب اقتصاد جهانی، در نتیجه رانده شدن به سوی «تجارت آزاد» در سرتاسر جهان و ظهور اقتصادی «جهانی شدن» و تحت سلطه کمپانیهای چند ملیتی، سیر مخالف راطی می‌کند.^۳ قطعاً، تاکنون، نگرش‌های زیست محیطی به نحو چشمگیری در بحث‌های

1. Wallace, 1996

2. Schmidhecnny, 1992

3. Korton, 1996

تجارت آزاد گات^۱ مطرح نشده است. در نظر بسیاری از محیط زیست گرایان، به نظر می‌رسد بین تجارت آزاد و حفاظت زیست محیطی تعارض و تضادی بنیادی برقرار است - مگر این که بتوان کنترل‌های زیست محیطی را در سطح جهان وضع و تحمیل کرد.

با این اوضاع واحوال، به نحوی که دیده‌ایم، نشانه‌هایی از تغییر در راه ورسم دستیابی کمپانی‌ها به فناوری به چشم می‌خورد، زیرا برخی از آنها می‌توانند در اتخاذ رهیافت‌های پایدارتر، منافع و سودهایی را مشاهده کنند، این حرکت، دست کم، یک نقطه آغاز است.

اشتغال سبز

در حالی که کمپانی‌ها ممکن است به دلایل بازرگانی، یا بر اثر فشار دولتها، رویکردی پایدارتر اتخاذ کنند، در کنار تغییر جهت به سوی فناوری پایداری که ممکن است برای حمایت دامنه دارتر به منظور تغییرات انگیزه‌ایجاد کنند، سودهای بالقوه‌ای هم داشته باشند، مثلاً، مطالعات حاکی از آن‌اند که دست کم همانقدر مشاغل جدید می‌توان ایجاد کرد که شغل‌هایی ناشی از تأثیر کنترل‌های سفت و سخت گسیل گازها بر صنایع و حذف تدریجی صنایعی که از لحاظ زیست محیطی نامطلوب بوده‌اند، از دست رفته‌اند.^۲ در واقع، ادعا می‌شود که نه تنها می‌توان جایگزینی مستقیم را انجام داد، بلکه مازاد کل خالص مشاغل هم حاصل شود. مثلاً، بنابر بررسی‌هایی که مشاوران بریتانیایی ECOTECH در زمینه «سهم بالقوه طرح‌های انرژی تجدیدپذیر در فرصت‌های اشتغال»، در ۱۹۹۵ به سفارش واحد حمایت فناوری انرژی دولت بریتانیا انجام داد، این نتیجه به دست آمد که تا سال ۲۰۰۵ پروژه‌های گوناگون انرژی تجدیدپذیر تحت حمایت یارانه NFFO، باید کلاً ۴۸۷۰۰ شغل به وجود آورد، در حالی که علاوه بر ۱۶۴۰۰ شغل از دست رفته ناشی از جایگزینی اشتغال انرژی متداول با اشتغال در پروژه‌های انرژی تجدیدپذیر، ۳۳۳۰۰ شغل ایجاد شود.^۳ مطالعات مشابهی نیز در ایالات متحده آمریکا، مطابق جدول ۱۳-۱۲، انجام شده و نتیجه کلی آن از این قرار است که در پروژه‌های انرژی تجدیدپذیر تعداد اشتغال مستقیم بیشتر از پروژه‌های انرژی متداول و رایج است.

۱. GATT. اکنون به سازمان تجارت جهانی جای سپرده است. م.

۲. Rennr, 1991; Jenkins and McLaren, 1994

۳. ECOTECH, 1995

باید در هنگام برآورد کردن الگوهای ایجاد شغل در کنار هر نوع سرمایه گذاری، دقت کافی مبذول شود. افزون بر اشتغال عملیاتی مستقیم، در محل، در کنار تولید سخت افزار و مشاغل غیر مستقیم در جاهای دیگر، برای تأمین مواد و مصالح و قطعه‌های یدکی آنها، به وجود می‌آید، افراد مشغول به همه این مشاغل خود نیز منشاء مشاغل دیگری می‌شوند، که با هزینه کردن در آمد خود، در واقع آن را به کل اقتصاد «تزریق» می‌کنند. بنابراین، از دیدگاه اقتصادی متداول، با در نظر گرفتن کل حوزه اقتصاد، تعداد کل مشاغل به ازای هرپوند یا دلار سرمایه گذاری شده در نهایت، مستقل از سرمایه گذاری اولیه، یکسان خواهد بود، هرچند که الگوی دینامیکی، جایگاه و نوع ایجاد شغل فرق کنند. برپایه این نظر، با سختگیرانه ترین تخمین‌ها فقط اشتغال خالص بیشتری را به دست می‌آورید در صورتی که با پول بیشتری سرمایه گذاری کنید و یا دستمزد کمتری بپردازید، اما ممکن است بتوانید به سرعت و از طریق سرمایه گذاری در زمینه فناوری کاربر مشاغل بیشتری ایجاد کنید.

هنوز هم برخی حوزه‌های خاص وجود دارد که در آن جا نابسامانی حاکم و بازآموزی ضروری است. تغییر جهتی به آینده پایدار آشکارا مستلزم نیاز به برنامه ریزی دقیق برای محدود کردن اختلال‌ها و بی‌نظمی‌هاست. اما، حوزه‌های رشد احتمالی عبارت‌اند از زمینه‌هایی که در حال حاضر در شرایط افول‌اند. مثلاً، کارکنان هوا - فضا در حوزه نیروی باد می‌توانند شغل پیدا کنند، کارکنان کشتی سازی می‌توانند در زمینه فناوری انرژی با امواج کار کنند و کارکنان حوزه‌های ساختمان و سازه می‌توانند در پروژه‌های انرژی کشندی برای خود شغلی بیابند. این اشتغال و جایگزینی حرفه‌ها ممکن است اشتغال پایدارتری هم فراهم آورند - که از تأثیر اقتصادی ناشی از، مثلاً، تغییرات بهای نفت، مصون باشند.

تعجبی ندارد که اتحادیه‌های کارگری به چنین مکان‌هایی توجه نشان داده‌اند. در واقع، برخی گروه‌های اتحادیه صنفی در میان پیشگامان ایده تغییر مسیر به «تولید سازگار با جامعه و محیط زیست»، به عنوان شاهد مبارزه‌ای که اعضای اتحادیه‌های صنفی در لوکاس آئروسپیس در بریتانیا در دهه ۱۹۷۰ برپا کردند، یافت شده‌اند. آنان اظهار می‌داشتند که به جای اتکا به تولید محصولات دفاعی و نظامی، امنیت شغلی می‌تواند از طریق تغییر مسیر به محصولات و سیستم‌های مورد نیاز جامعه بهتر تضمین شود، و طرح خودشان را در حالی تدوین کردند که ۱۵۰ قلم محصول جدید را برشمرده‌اند که باید در زمینه آنها کار کنند. این اقلام مشتمل‌اند بر توربین‌های باد، وسایل و تجهیزات انرژی خورشیدی، و یاخته‌های سوخت، چند گروه دیگر

اتحادیه صنفی بریتانیا بعدها برنامه‌های مشابهی تدوین کردند، همان کاری که بعضی سازمانهای کار در ایالات متحده آمریکا کردند، و در آنجا مبارزه‌ای شدید برای «نوگرایی دفاعی»، از سوی کارکنان برخی بخشهای صنایع دفاع برپا شد و شکل گرفت.^۱

به این نوآوری‌ها وقتی دست زدند که ایده فناوری پایدار، استوار بر پایه انرژی تجدیدپذیر و حفاظت زیست محیطی، در نخستین روزها و در آغاز راه خود بود و در بیشتر موارد مدیریتهای شرکتها، نقشه‌ها و طرحهایی را که از سوی نیروی کارشان ارائه می‌شد یا سرکوب می‌کردند یا نادیده می‌گرفتند. در واقع برخی از فعالان سندیکایی بریتانیا، عملاً به خاطر به چالش گرفتن حق مدیریت برای انتخاب چیزی که باید تولید شود، از کار برکنار شدند. اما زمانه دگرگون می‌شود و، در حالی که پذیرش مشارکت کارکنان در تصمیم‌گیری و تصمیم‌سازی عموماً در سطح پایین باقی ماند، برخی ایده‌های فنی که از این فعالیتها بروز کرد اکنون در خور ملاحظه‌اند - در واقع بسیاری از کمپانی‌ها به این که «سبز» تلقی شوند، علاقه نشان می‌دهند.

اتحادیه‌های صنفی در بریتانیا کماکان بر تولیدی از لحاظ زیست محیطی صحیح و منطقی پا می‌فشارند، هر چند که وقت‌هایی هم پیش آمده که بر سر آینده نیروی هسته‌ای، با کارگران و کارکنان صنایع هسته‌ای به تعارض رسیده‌اند که جای تعجب ندارد که افراد اخیر به طور کلی با دیدگاههای ضد هسته‌ای هواداران محیط زیست (محیط زیست گرایان) به مخالفت برخیزند. با همه این احوال، کنگره اتحادیه‌های صنفی بریتانیا، که تمام اتحادیه‌ها را در بر می‌گیرد، از تعلیق فعالیت‌های هسته‌ای گسترده تر (گسترش تجهیزات نیروی هسته‌ای) حمایت و در ۱۹۹۸ از حرکت به سوی حذف تدریجی انرژی هسته‌ای پشتیبانی کردند.^۲

قسمت اعظم اتحادیه‌های صنفی بریتانیا به نحو فزاینده‌ای حامی ایجاد و توسعه انرژی تجدیدپذیر و فناوری پاکیزه به عنوان یکی از راههای تضمین اشتغال سالم و مفید شدند.^۳ به طور کلی، در پیش گرفتن سیاستهای زیست محیطی، به جای این که به افت اشتغال منجر شوند، به عنوان راه و روشی برای تضمین اشتغال پایدار به شمار می‌آید.^۴

1. Wainwright and Elliot, 1982

2. Elliot, 1989

3. TUC, 1989

4. Tendle, 1996

این دید ظاهراً در حزب کارگر بریتانیا نیز جا افتاده است، که در سال ۱۹۹۴ نسبت به حفاظت محیط زیست و توسعه پایدار تعهد راسخی را اعلام کرد. بیانیه زیست محیطی این حزب در سال ۱۹۹۴، تحت عنوان «اعتماد به فردا»، هدف سهم ۱۰ درصدی تأمین منابع برق از منابع انرژی تجدیدپذیر تا سال ۲۰۱۰ را اعلام کرد و در فوریه ۱۹۹۵ این حزب نوید ایجاد ۵۰۰۰۰ شغل جدید از طریق برنامه صرفه جویی بلند پروازانه‌ای در انرژی را به مردم داد.

در حالی که انتظار افزایش دامنه و تعداد مشاغل از برنامه‌های زیست محیطی جدید از این دست، در دراز مدت و در هنگامی معقول به نظر می‌رسد که انرژی پایدار و نظام عرضه پایداری جا افتاده باشد، در این صورت اشتغال کلی و سرتاسری ممکن است، دست کم در بخش تولید انرژی اولیه، تثبیت شود یا حتی کاهش یابد. قضیه می‌تواند از این قرار باشد که تحول و تغییر جبرانی به سوی کار بیشتر در بخش خدمات، مثلاً، تعمیرات، نوسازی و بازیافت محصولات و سیستم‌های طولانی عمر کارایی انرژی، و تغییر و تحولی عام به کوتاه شدن ساعت کار، پیش بیاید. اما، سرمایه گذاری دراز مدت به کنار، در درازمدت گذار به یک سیستم انرژی پایدار احتمالاً به انفجار منجر خواهد شد. موضوع می‌تواند از این قرار باشد که مبحث «مشاغل» ممکن است به حل و فصل کردن برخی تعارض‌ها انجامد که در مدل مشروح در فصل اول آنها را برشمردیم، و بخصوص تعارض‌هایی را به وجود آورد که بین تولید کنندگان و محیط زیست گرایان (هواداران حفاظت محیط زیست) برقرار خواهد شد.

به بیان مختصر، حرکت به سوی فناوری سبز و آتیه پایدار انرژی مستلزم رویارویی با چالش‌های دشوار بسیاری در زمینه غلبه بر گروه‌های ذی نفوذ و ذی نفع در وضعیت موجود اقتصادی خواهد بود. اما ایجاد فناوری ضروری، نه تنها تهدید آمیز نیست، بلکه می‌تواند پیامدهای سازنده‌ای هم در برداشته باشد. اگر قرار است رشد اقتصادی اتفاق افتد، این حوزه یکی از زمینه‌هایی است که این رشد می‌تواند در آن اتفاق افتد.

به طوری که دیده‌ایم، برخی کمپانی‌ها علاقه و توجهی به ایجاد و توسعه فناوری پاکیزه نشان داده‌اند و بعضی دولت‌ها موضوع پایداری را جدی تلقی می‌کنند. در فصل بعد دامنه توجه به تغییرات ضروری را، بر حسب الگوی جهانی فراگیر سازماندهی فناوری و صنعتی، در صورتی که بخواهیم به پایداری دست یابیم، گسترش خواهیم داد.

جمع‌بندی

- سرهم بندیه‌های تکنیکی برای رسیدن به پایداری جهانی نمی‌توانند کافی باشند.
- ایجاد تحول و دگرگونی کیفی و کمی در الگوهای مصرف نیز ضروری است.
- تغییرات در سبک زندگی و تکیه کمتر به رشد اقتصادی نیز ضروری است.
- در حالی که تحول و گذار دشوارتر است، تغییر جهت به پایداری می‌تواند به بهبود کیفیت زندگی و امنیت شغلی بیشتر انجامد.
- افزایش اشتغال می‌تواند انگیزه برای تغییر مسیر به سوی فناوری پایدار فراهم آورد.
- مسائل و موضوع‌های زیست محیطی جهانی‌اند، و تغییراتی که برای دستیابی به پایداری لازم‌اند، احتمالاً باید استوار بر شالوده‌های جهانی اتفاق افتند.

برای مطالعه بیشتر

کتاب Ted Traind، تحت عنوان :

The Conserner society: Afternatives for suatainability (1995, Zed Press, London)

پاسخ مفیدی برای کسانی است که فکر می‌کنند فناوری به تنهایی می‌تواند مسائل محیط زیست ما را حل کند. به همین منوال، ارنست براون در کتاب خود تحت عنوان:

Futile Progress (1995, Earthscan, London)

این بحث را به میان می‌آورد که « پیشرفت » بنابر تعریف جاری آن چیزی جز توهم نیست، و فناوری باید در جهت تازه‌ای دوباره هدایت شود تا نیازهای واقعی را تأمین کند نه این که هرچه بیشتر از پیش به موتور ایجاد سود تبدیل شود.

استفن اشمیت هاینی و سازمان مشاور کسب و کار توسعه پایدار، در اثر مشترک خود به شرح زیر، رویکردی متفاوت اتخاذ کرده‌اند :

Changing course: Global Business Perspecteive on Development and the Environment (1992, MIT Press, Cambridge MA)

در این اثر اظهار می‌شود که اهل صنعت هم اکنون چالش درپیش گرفتن رویکردهای پایدار را می‌پذیرند، در حالی که دیوید والیس در :

Sustainable Industrialisation (1996, Earthscan, London)

موردی استوار و قدرتمند برای اتکا بر شالوده‌ کمپانی‌های بین‌المللی به منظور بازسازی صنعتی شدن بر مبنای جهانی در راستایی پایدارتر را باز می‌نمایاند.

چنان که نگاهی مختصر و گذرا به نشریه‌هایی چون *Green Line* و *Real world* شهادت می‌دهند، همه محیط زیست‌گرایان بر این نظر نیستند. *Royal Institute of International Affairs*, *Earthscan*.

گزارش مفیدی را درباره توسعه پایدار و صنایع انرژی منتشر کرده‌اند (ed. Nicola steen, 1994, London) که برخی نگرشهای متناقض محیط زیست‌گرایان و صاحبان صنایع در باره راههای آینده را مرور می‌کند. با همه این احوال، گروههای زیست محیطی مشتاق‌اند بر منافع مزیت‌های یک رویکرد پایدار تأکید ورزند. مثلاً، ر.ک. جزوه‌ای که *دوستان زمین* تحت عنوان:

Working Future: Jobs and the Environment (1995 FOE, London)

منتشر کرده‌اند. سرانجام، *Earthscan* با همکاری انتشارات دانشگاه UN، مجموعه‌ای مقاله به ویرایش و تدوین Kirk Smith و peter Hayes، تحت عنوان :

The Global Greenhouse Regime: Who pays? (1993)

منتشر کرده است که این پرسش را مطرح می‌کند که مسئولیت حفاظت زیست محیطی و هزینه‌های آن چگونه باید توزیع شود؟

فصل ۱۴

چشم انداز جهانی

✓ الگوهای توسعه اقتصاد جهانی

✓ فرایند صنعتی شدن

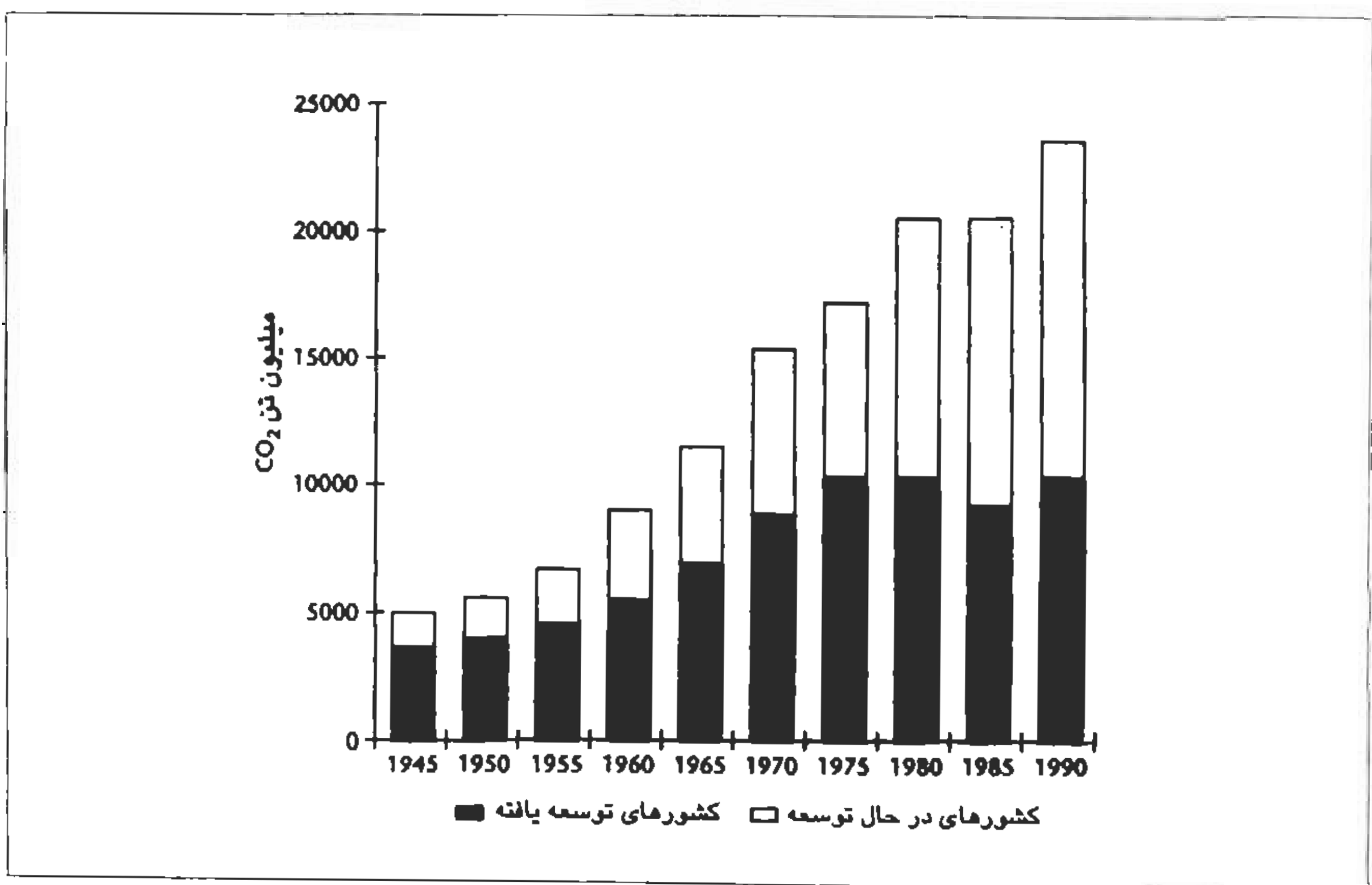
✓ جامعه پسا صنعتی

✓ امکان بالقوه جهش

پایداری زیست محیطی مسئله‌ای جهانی است: آلودگی ملاحظه‌مرزهای ملی را نمی‌کند. نظامی صنعتی که آن را به وجود می‌آورد، واز منابع زیست محیطی استفاده می‌کند، به نحو فزاینده‌ای دریک مقیاس بین‌المللی سازماندهی می‌شود. در این فصل شیوه‌های تأثیر الگوی توسعه صنعتی از انقلاب صنعتی تاکنون را بر مصرف انرژی در سرتاسر جهان، می‌کاوییم. این بحث را به میان می‌آوریم که اگر قرار است بر محدودیت‌های زیست محیطی رویاروی نظام صنعتی موجود فائق‌اییم، هم در کشورهای پیشرفته و هم در کشورهای در حال توسعه در پیش گرفتن الگوهای جدید توسعه فناوری و صنعتی ضروری است.

توسعه جهان

تحلیل، تا این جا ناظر بر این بوده است که، به بیان خیلی کلی، آتیه پایدار از لحاظ فنی شدنی و دست یافتنی اما از لحاظ اجتماعی و سیاسی دشوار است، از این جهت که باید آن را در حکم چالش وضع موجود صنعتی و اقتصادی نگریست. توجه ما عمدتاً بر مصرف انرژی در کشورهای پیشرفته بوده است، که از لحاظ تاریخی بخش عمده آلودگی را به وجود آورده‌اند و همچنان دارند به وجود می‌آورند. اما، جهان در حال توسعه در این زمینه دارد جبران مافات می‌کند. در واقع، مطابق شکل ۱۴-۱، بر حسب تولید کربن دیوکسید، کشورهای در حال توسعه از کشورهای پیشرفته پیشی گرفته‌اند. در صورتی که اقدامهای عاجل و راههای چاره‌ای یافت نشود، گسیل گازهای گلخانه‌ای به نحو فاحشی افزایش خواهد یافت.



شکل ۱۴-۱، رشد گسیل کربن دیوکسید از کشورهای پیشرفته و در حال توسعه

هرگاه بتوان در گفتگوهای بین‌المللی به توافق‌هایی دست یافت، می‌شود تا حدودی به پایداری زیست محیطی در دراز مدت امید داشت. اما، این مسئله پیچیده توسعه اقتصادی جهان و، نه تنها این پرسش را

پیش می‌کشد که‌ایا رشد پایدار میسر است یا خیر، بلکه این سؤال هم مطرح می‌شود که‌ایا توزیع هر گونه رشد بین کشورهای غنی و فقیر، یعنی شمال و جنوب، شدنی است یا خیر.

کشورهای درحال توسعه جنوب چندان دلیلی نمی‌بینند که مسیر کشورهای پیشرفته را برای رسیدن به ثروت و فراوانی صنعتی طی نکنند، بلکه معتقدند که می‌توانند و باید این کار را انجام دهند.

در این زمینه (قبلاً، دربی نشست زمین سازمان ملل متحد در سال ۱۹۹۲ در ریو) بر سر این که چگونه می‌توان به توسعه پایدار در سطح جهان دست یافت و درباره تعریف و شیوه و روش رسیدن به رشد اقتصادی، تجارت و کمک رساندن - دست کم برحسب انتقال فناوری از شمال به جنوب - مناقشه فراوان بوده است. به نظر می‌رسد که انرژی تجدیدپذیر گزینه تعیین کننده‌ای را عرضه می‌کند. اگر کشورهای صنعتی پیشرفته، با در نظر گرفتن وقت و زمان، احتمالاً بتوانند به سوی منابع و انرژی‌های تجدیدپذیر تغییر جهت دهند، در آن صورت علی‌الاصول پیمودن همین مسیر برای کشورهای درحال توسعه هم غیر معقول به نظر نمی‌رسد، و نه این که همان راه و رسمی را تقلید و نسخه برداری کنند که غرب به طور تاریخی اتخاذ و طی کرده است. منابع و انرژی‌های تجدیدپذیر برای بسیاری از کشورهای جهان سوم کاملاً مناسب‌اند، اما این امکان برای کشورهای در حال توسعه وجود دارد که از مرحله آلوده و ناکارآمدی‌هایی که تا صنعتی شدن آنها مانده «جهش کنند» یا خیر.

یکی از عوامل کلیدی شکل دهی به این که‌ایا تقاضای انرژی آینده را می‌توان در سطح جهان به راه و روشی تأمین کرد که از لحاظ زیست محیطی صحیح باشد، مقیاس رشد جمعیت و موفقیت راهبردهای محدود کردن آن است. اما، این عامل هم به نوبه خود به نحو چشمگیری به سطح توسعه ممکن اقتصادی بستگی دارد: جمعیت‌های ثروتمندتر به سوی خانواده‌های کوچکتر گرایش دارند. کاویدن موضوع و پیچیده کنترل جمعیت از حوصله این کتاب خارج است. اما، دست کم این موضوع میسر به نظر می‌رسد که اگر فناوری‌های جدید انرژی مانند انرژی‌های تجدیدپذیر بتوانند به یاری کشورهای در حال توسعه بشتابند که نیازهای انرژی خود را بدون وارد کردن سوخت گران قیمت یا تخریب و نابودی دارایی‌های زیست محیطی و اقتصادهای روستایی خود تأمین کنند. در آن صورت شاید فرایند توسعه بتواند ایجاد شود و توزیع ثروت به طور گسترده‌ای صورت پذیرد. رشد جمعیت در این حالت می‌تواند ثابت بماند، که این اتفاق به نوبه خود تأمین تقاضای انرژی از منابع تجدیدپذیر را میسر می‌کند.

تاکنون، عملاً، در چارچوب دنیای درحال توسعه فناوری انرژی تجدیدپذیر در بسیاری موارد به نقش نسبتاً کم‌رنگی به عنوان «فناوری بینابینی» تقلیل یافته است، که بسیاری از کشورهای درجستجوی نسخه برداری و تقلیدمدل تاریخی غربی با سوخت فسیلی یا، درموردی، ایجاد انرژی هسته‌ای‌اند. اما هرگاه نوع درست حمایت تکنیکی و مالی اتخاذشود، مسیرهای جایگزینی می‌توانند شدنی و معقول باشند که شاید از لحاظ اقتصادی کمتر تحلیل برنده و از لحاظ زیست محیطی کمتر زیانبارند.

همواره برای انتخاب چیزی که آسانترین، سریعترین و ارزاترین مسیر به نظر می‌آید و سوسه وجود دارد و برخی از کشورهای مهم در حال توسعه به ذخایر اساسی سوخت‌های کثیفی چون زغال سنگ قهوه‌ای دسترسی دارند. اما می‌توان به توافق‌هایی بین المللی دست یافت تا در چارچوب آنها برای تضمین اتخاذ رویکرد زیست محیطی پایدارتر تلاش به عمل آید. تحقق این امر آسان نیست اما علی‌الاصول توافق‌های بین المللی، اگر از سوی همه کشورهای تأیید شوند، می‌توانند به تضمین این امر کمک کنند که هزینه‌های اضافی پیروی از آنها برای کشورهای شرکت کننده زیانهای اقتصادی به بار نیاورد.

همه کشورهای هم ضرورتاً نمی‌خواهند یا قادر نیستند پای توافقنامه‌های بین المللی امضای موافقت بگذارند: این امر موضوع گفتگوهای دیپلماتیک دقیق است. مثلاً، درموردی توافق‌های بین المللی مرحله بندی می‌شوند و یا گفتگو درباره آنها تجدید می‌شود تا سطوح مختلف توسعه اقتصادی در آنها منظور شوند. به این ترتیب، به عنوان اقدامی موقتی، کشورهای در حال توسعه در گسیل گازهای گلخانه‌ای بیشتری از کشورهای پیشرفته مجاز شمرده شوند، زیرا کشورهای اخیر نه تنها تاکنون قسمت اعظم آلودگی را به وجود آورده‌اند، بلکه وسایل تکنیکی و مالی در اختیار دارند (و باید گفت که وظیفه هم دارند) تا بهبودی‌هایی در وضعیت و شرایط موجود پدیدآورند. درعین حال، توافق بین المللی می‌تواند برنامه‌های کمک و انتقال فناوری را پیش بکشند که برای یاری رساندن به کشورهای کمتر توسعه یافته برای پذیرفتن و استفاده از فناوری‌های پاکیزه تر از جانب آنها، طراحی شده باشند.

درتلاش برای یافتن راهی که در آن کشورهای درحال توسعه به پیش حرکت کنند، نگاه به بعد انرژی در الگوی توسعه صنعتی جهان تاکنون، می‌تواند مفید باشد.

جهان پسا صنعتی

یک تحول و تغییر تدریجی از تأکید بر صنایع انرژی بر و مواد و مصالح بر به اقتصادی مبتنی بر کاهش فعالیت‌هایی از این دست، نوعاً در اکثر کشورهای صنعتی پیشرفته در حال وقوع است. صنعتی شدن مستلزم افزایش سریع مصرف انرژی در هر کشور مفروض در فرایند بنا کردن زیر ساخت‌های اساسی صنعتی به شمار می‌آید. نوعاً بر صنایع استخراجی (مثلاً، استخراج زغال سنگ)، تولید فولاد و تولید کالاهای پایه تأکید می‌ورزند.

اما، متعاقب آن که کشورهای صنعتی به بلوغ می‌رسند، همان گونه که ریکارد و گالی در یک بررسی پیرامون « تعدیلهای ساختاری و نهادی و چرخه فناوری جدید » ابراز می‌دارند، « کمیت به کیفیت جای می‌سپارد، صنایع سبک و خدمات رفته رفته بر اقتصاد تسلط می‌یابند، به طوری که نیاز به مواد و مصالح و خدمات (انرژی) روبه کاستی می‌گذارد»^۱.

به این ترتیب، صنعتی شدن جای خود را به ایجاد و توسعه یک جامعه پسا صنعتی، با تأکید کمتر بر صنایع « سنگین » ابتدایی و تولید صنعتی، و تأکید بیشتر بر خدمات، که در آن فناوری ارتباطات و مخابرات نقش اصلی و کلیدی را ایفا می‌کنند، می‌سپارد.

معمولاً، به عنوان جزئی از این فرایند، تغییر مسیری در جهت دور شدن از تولید و مصرف مواد انرژی بر اتفاق می‌افتد. هر چند تولید مواد اساسی در جای جای جهان ادامه پیدا می‌کند، مواد جدیدی نیز به عرصه وارد می‌شوند که ساختن آنها مستلزم مصرف انرژی کمتری است و تعداد روبه فزونی این محصولات جایگزین مواد متداول و رایج می‌شوند. نتیجه از این قرار است که تولید انرژی بر موادی چون فولاد، دست کم در اقتصادهای توسعه یافته‌ای چون بریتانیا، ایالات متحده آمریکا و ژاپن، کاستی می‌پذیرد. این فرایند را **مادیت زدایی**^۲ نیز می‌گویند. به یاد می‌آوریم که این اصطلاح عنوان یکی از سناریوهای شیل بود که در فصل هشتم راجع به آن بحث کردیم (شکل ۳-۸).

در بعضی کشورها، عناصر این روند « پسا صنعتی » مدتی در حال انجام و در جریان بوده‌اند. بریتانیا نخستین کشور صنعتی بود، و در پی آن کشور آلمان و ایالات متحده آمریکا صنعتی شدند، و بنابراین باید انتظار داشته

1. Galli, 1992:781

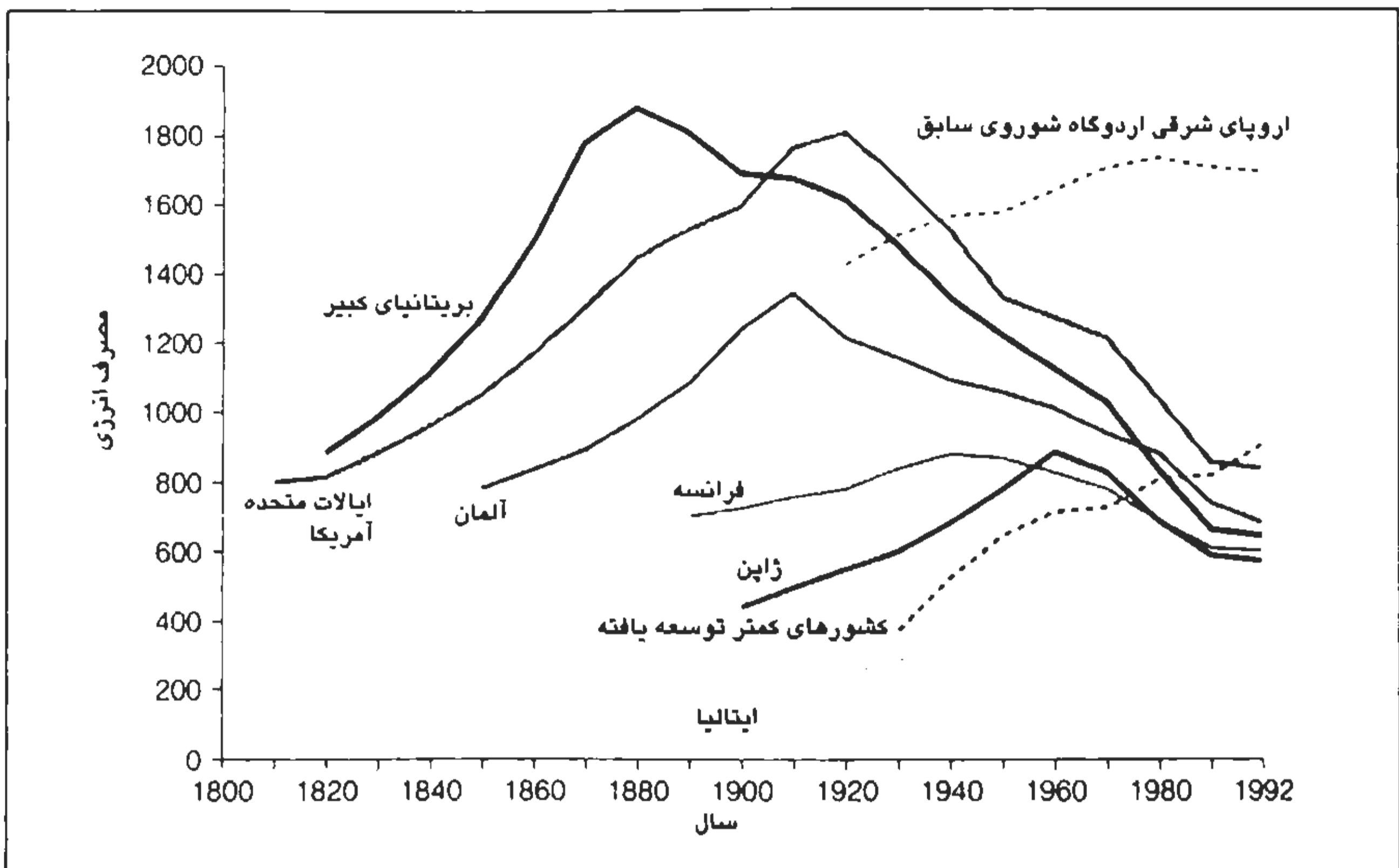
2. dematerialization

باشید که هر کدام تقریباً در زنجیره یکسانی به مرحله پسا صنعتی برسند، هر چند که برخی دگرگونی‌ها در شتاب و آهنگ آنها وحتى « جهشی » در حرکت آنها نیز به وجود آید. مثلاً، برخی دیر آمدگان به مرحله صنعتی شدن باید از مراحل گوناگون با سرعت بیشتری بگذرند و شاید بر پیشگامان اولیه هم سبقت جویند. البته، نیروهای دیگری چون الگوهای تجارت بین‌المللی کوتاه مدت تر و تغییرات سیاسی و اقتصادی ساختاری درازمدت تر هم در کار باشند. اما آشکار به نظر می‌رسد که فرایند معاصر مادیت زدایی و تغییر مسیر به سوی فناوریهای «سبزتر» و سیستم‌های تولید « پاکیزه تر » که در کشورهای درجریان‌اند که به بلوغ صنعتی رسیده‌اند، دست کم تا حدودی تلاش برای فراتر رفتن از انرژی تا منابع و محدودیت‌های زیست محیطی جامعه صنعتی معمولی و متداول است. حاصل این فرایند می‌تواند گذاری به یک الگوی سازمان « پسا صنعتی » جدید باشد.

روندهای انرژی

در تلاش برای درکی از فرایند تغییر و تحولات صنعتی، نگاهی به الگوهای مصرف انرژی بعضی کشورهای کلیدی و مهم در جهان مفید خواهد بود. وضعیت این کشورها را در شکل ۱۴-۲، برحسب انرژی بری، یعنی، نسبت مصرف انرژی به فعالیت اقتصادی مشاهده می‌کنید، که فعالیت اقتصادی بر حسب تولید ناخالص ملی اندازه گیری می‌شود.^۱

در شکل ۱۴-۲ بعضی روندهای جالب توجه روشن می‌شوند. به نظر می‌رسد که بعد از آغاز صنعتی شدن نسبت مصرف انرژی به بهره وری اقتصادی در هر کشور ابتدا افزایش یافت. آنگاه به یک حداکثر رسید و پس از آن، درحین حرکت به سوی اقتصاد پسا صنعتی، کاستی گرفت. افزون بر این، حداکثر مقادیر مصرف انرژی بعد از صنعتی شدن هر کشور به نقطه مشخصی رسید، اکنون به طور تصاعدی رو به کاهش است. هر کشور به نوبه خود قاعده‌تاً از پیشینیان خودش درس عبرت آموخت و توانست به نحو فزاینده‌ای از فناوری کارآمدتر بهره برداری کند. برخی از کشورهای عمده و مهم در صف مقدم چرخه ابتکار جدید می‌توانست از فناوری‌های نو برای بهبود بخشیدن کارایی انرژی خود استفاده کند.



شکل ۱۴-۲، نقاط حداکثر انرژی بری طیفی از کشورها در روند صنعتی شدنشان،

$$\text{بر حسب } \frac{\text{انرژی}}{\text{GNP}}$$

نسبت انرژی بری (مصرف انرژی بر GNP) بریتانیا در حدود سال ۱۸۸۰ به حداکثر خود رسید. حدود چهل سال بعد، در حدود ۱۹۲۰، ایالات متحده آمریکا به یک حداکثر پایین تر رسید، هر چند که آلمان اندکی بعد به یک حداکثر پایین تر از بریتانیا رسیده بود. باز هم چهل سال بعد، حدود ۱۹۶۰، ژاپن به حداکثری حتی پایین تر رسید، و در پی آن ایتالیا، تقریباً به نصف حداکثر تاریخی انگلستان دست یافت.

چرخه‌های کوندرا تیف^۱

این الگوها تقریباً با چرخه‌های چهل تا پنجاه ساله رونق و کساد اقتصادی به هم متصل اند که نخستین بار کوندرا تیف، اقتصاد دان اهل شوروی، در دهه ۱۹۲۰ آن را شناسایی کرد. نظرپردازان بعدی در غرب ایده‌های او را پذیرفتند (بخصوص پس از سقوط اقتصادی دهه ۱۹۴۰، درست سر بزنگاه) و بعضی از آنها اظهار داشته‌اند که عامل کلیدی در ایجاد رونق‌های ادواری ایجاد و اتخاذ طیفی از فناوری‌های جدید بوده است.^۲ در مورد این که این اتفاق‌ها دقیقاً چگونه می‌افتند نظریه‌ها فرق می‌کنند، اما در برخی روایتها در

1. Kondratiev

2. Schumpeter, 1939

خصوص چیزی که گاهی نظریه «موج بلند» گفته می‌شود، فرایند نوآوری تکنولوژیکی و فناوری در خلال بحرانه‌ها و رکورد اقتصادی، وقتی که کمپانی‌هایی که قبلاً قادر بودند برای محصولات موجود شان بازارها را بسط دهند، پی می‌برند سود در حال افت و کاهش است، انگیزش و محرک شمرده می‌شود. بنابراین، کمپانی‌های یاد شده روی محصولات جدید سرمایه گذاری می‌کنند و حاصل آن رونق است، پس از آن باردیگر بازار شروع می‌کند به اشباع شدن به گونه‌ای که این چرخه تکرار می‌شود.^۱

نخستین چرخه کوندرا تیف بعد از آغاز انقلاب صنعتی، عمدتاً در بریتانیا، بر پایه فناوری مرتبط با انرژی زغال سنگ/ بخار مشاهده شد. اقتصاد جهانی در حال حاضر در انتهای مرحله کوندرا تیف چهارم در آستانه ورود به چرخه پنجم تصور می‌شود، که «فناوری‌های جدید» عمدتاً سیستم‌های اطلاعات و شبکه‌های مخابراتی و ارتباطی، و احتمالاً همراه با فناوری زیستی و فناوری انرژی تجدیدپذیر را تشکیل می‌دهند. در مرحله کنونی، قطعاً یکی از عوامل کلیدی شکل دهی به ایجاد و توسعه فناوری‌های نو ظاهراً مربوط به محدودیت‌های منابع انرژی و زیست محیطی همراه با فناوری‌های انرژی موجود است. به این ترتیب، فناوری‌هایی که در حکم جزئی از چرخه بعدی بروز می‌کنند، عملاً، آنها را خواهند بود که محدودیت‌های رودر روی مجموعه فناوری‌های پیشین را از سر می‌گذارند. پس، دیدگاه‌های خوش بینانه تا حدودی همراه با آینده شناسانی چون هرمان کان، مطابق بحث‌های فصل ۱۳، هستند که کماکان نافذ و مؤثر به نظر می‌رسند. محدودیت‌های رشد که در دهه ۱۹۷۰ برخی محیط زیست گرایان آن را پیش بینی کرده بودند، در واقع می‌تواند با روی آوردن به مجموعه جدیدی از فناوری‌های پاکیزه تر و با مصرف انرژی کمتر، از میان برداشته شوند.

اما، باید دقت کنیم که این امر را یک پیش بینی مکانیکی ساده بیندازیم. برخی روایت‌های کنونی نظریه موج بلند آنقدر بر ظهور فناوری‌های جدید تأکید نمی‌گذارند که بر فرایندهای اجتماعی و فرهنگی پیرامون انتخاب آنها تکیه می‌کند.^۲ همانطور که در مورد پژوهش‌هایمان در فصل‌های پیشین این کتاب نشان دادیم، فناوری‌های جدید همیشه هم به طور کامل پیشرفته یا به طور گسترده‌ای پذیرفته نیستند. گونه درست زمینه اجتماعی و اجرایی ضروری است و فرایند تغییرات و تحولات اجتماعی و نهادی می‌تواند از مقیاس زمانی متفاوتی ناشی از فرایند تغییر فناورانه، برخوردار باشد. البته، این الگوهای تغییرات اجتماعی و نهادی ممکن

1. Mensch, 1979

2. Tylecote, 1991, Freeman, 1992

است چرخه‌های اقتصادی را منعکس کنند، اما به همان نسبت هم می‌تواند بین چرخه‌های اقتصادی والگوی تغییرات اجتماعی و نهادی، عدم هماهنگی برقرار باشد.

همه هم نظریه موج بلند کوندراتیف، یا پیش بینی‌های چرخه‌های منظم آن در فعالیت اقتصادی را نمی‌پذیرند، اما واضح به نظر می‌رسد که رونقها و رکودهایی پیش می‌آیند که نوآوری در رونقها نقش بازی می‌کند. این هم امکان پذیر به نظر می‌رسد که انرژی مربوط به فرایندهای توسعه یکی از عواملی است که الگوهای فناوری جدید را شکل می‌دهد. الگوی چرخه‌ای در انرژی بری (مصرف انرژی) که در شکل ۱۴-۲ مشاهده می‌کنید، به طور قطعی آن را بیان می‌کند.

البته، هماهنگی قله‌ها (حداکثرها) ی انرژی بری در شکل ۱۴-۲ با فرایند صنعتی شدن دقیق نیست و در مواردی به طور کامل غایب است. ایتالیا، فرانسه و ژاپن مدت‌ها پیش از قله‌های انرژی بری نشان داده شده در این شکل، صنعتی شده بودند. اما به طور کلی در هر کشور روند مشابهی برقرار بوده که از صنعتی شدن ناشی می‌شده است. در نقطه‌ای در دوره بعدی فناوری‌های جدیدی اتخاذ می‌شوند که صرفه جویی انرژی در آنها بیشتر است.

توجه کنید که درباره کاهش مصرف انرژی ناشی از رکود اقتصادی و صنعتی صحبت نمی‌کنیم. هر چند که این اتفاق ممکن است در مواردی افتاده باشد، در شکل ۱۴-۲ نسبت تعدیل یافته مصرف انرژی به بهره اقتصادی را مشاهده می‌کنید، که حاکی از موفقیت اقتصادی است، اما موفقیت به یاری وسایل جدید به کف آمده است. به این ترتیب، نوعاً، تغییر مسیری از صنایع «دودکشی» انرژی بر و تولید انبوه، با اطلاعات مبتنی بر بخش تجاری و صنعتی متکی بر فعالیت‌هایی که به نحو فزاینده‌ای فراگستر می‌شوند، صورت می‌گیرد که قسمت اخیر عموماً کمتر به انرژی و منابع مادی وابسته است.

آشکارترین استثناء در این زمینه اردوگاه شوروی پیشین است که، به نظر می‌رسد در زمینه‌های انرژی در ۱۹۹۰ در سطح بسیار بالایی (از عدم کارایی) به حداکثر (مصرف) رسید؛ می‌شد گفت که صنعتی شدن این منطقه هنوز به بلوغ نرسیده بود. یک مسئله کلیدی برای آینده از این قرار است که آیا گذار ضروری فناورانه و اقتصادی می‌تواند اتفاق افتد یا خیر.

کشورهای در حال توسعه

درباره کشورهای که فقط به مرحله آغازین فرایند صنعتی شدن گام نهاده‌اند، چه باید گفت؟ در شکل ۱۴-۲ مشاهده می‌کنیم که کشورهای کمتر توسعه یافته (LDCS)^۱ هنوز هم روی یک منحنی انرژی بری صعودی واقع‌اند. مسئله کلیدی در این زمینه این است که آیا این کشورها قادر خواهند بود از تجربه سایر کشورها درس فراگیرند و گذار ضروری را انجام دهند یا خیر. به طوری که دیده‌ایم، اکثر کشورها تاکنون توانسته‌اند عملکرد پیشینیان خود را اصلاح و تکمیل کنند. اگر کشورهای کمتر توسعه یافته نمی‌توانستند ادامه دهند و در عوض بدترین تدریج‌های کشورهای نخست در صنعتی شدن را نسخه برداری و هم‌تاسازی می‌کردند، بسیار غم‌انگیز می‌شد. اگر می‌توانستند از فرایند صنعتی شدن متداول «جهش» یعنی بعضی مراحل میانی را حذف و مستقیماً فناوری‌های «پاکیزه تر» و کارآمدتری را اخذ کنند، آشکارا مطلوب تر می‌بود.

البته باید دقت کرد که چیزهای خیلی زیادی را نمی‌توان از منحنی‌های شکل ۱۴-۲ تعبیر و تفسیر کرد. مثلاً، می‌شود بحث کرد که بخشی از توضیح این منحنی‌ها از این قرار است که کشورهای صنعتی به خدمات و تولیدی صنعتی روی آورده‌اند که انرژی و مواد کمتری را مصرف، و فناوری‌های پرمصرف و «کثیف» را به کشورهای در حال توسعه صادر می‌کنند. کشورهای توسعه یافته قطعاً برای سرمایه گذاری در حوزه فناوری پاکیزه تر، و کارآمدتر پول و سرمایه بیشتری دادند، در حالی که کشورهای در حال توسعه اغلب هیچ انتخابی ندارند مگر استفاده از فناوری‌های ناکارآمد (انرژی بر) و کثیف. این نکته هم روشن است که صنایع در کشورهای پیشرفته گاهی فناوری پرمصرف و کثیف را «زیر قیمت واقعی» به کشورهای در حال توسعه می‌دهند- تا از کنترلها و نظارت‌های زیست محیطی سخت گیر در کشور خود بگریزند.

بنابراین، نیاز به کنترل‌های زیست محیطی جامع جهانی برای اجتناب از این خطر، آشکار به نظر می‌رسد. به علاوه، حمایت از «انتقال فناوری» به کشورهای در حال توسعه هم ضروری است، به طوری که این کشورها هم بتوانند از منحنی فراگیری بالا روند - و تمام کشورها بتوانند فناوری پاکیزه و کم مصرف را برای خود اختیار کنند. آشکار است که رسیدن به این هدف دشوار خواهد بود. برخی تحلیل گران از آن بیم دارند که حتی اگر کشورهای در حال توسعه بتوانند و بخواهند فناوری‌های پاکیزه تر را اختیار کنند، رشد سریع

1. Less Devepoed Countries(LDC)

اقتصادی هنوز هم می‌تواند به دوره گذار نامناسبی هدایت شوند که در خلال آن آثار سوء زیست محیطی کلی جهانی کماکان افزایش یابد.^۱

محدودیت‌های رشد

حتی با فرض این که گذار به آینده‌ای مبتنی بر فناوری کم مصرف تر، پسا صنعتی، و پاکیزه به طور موفقیت آمیزی به وسیله تمام کشورهای پیشرفته و در حال توسعه انجام شده باشد، منطقه همگرایی در پایین سمت راست شکل ۱۴-۲ هنوز هم حاکی از رشد اقتصادی جهانی است؛ و رشد کلی، هر چند در سطوح پایین تر، در مصرف انرژی و مواد کل جهان اتفاق می‌افتد. مادیت زدایی فقط می‌تواند ادامه یابد. ماکماکان جانبدار موضوع آشنای محدودیت‌های نمایی رشد هستیم. حتی اگر جهان گذار به اقتصاد پسا صنعتی را انجام دهد، آیا این سطح فعالیت اقتصادی کارآمدتر جدید، اما باز هم روبه رشد، برپایه‌ای جهانی در زمینه‌های زیست محیطی و منابع پایدار است؟ یا این که باید برای رسیدن به یک اقتصاد و حالت پایدار والگویی مصرفی که مناسب رشد نیست، آیا باید تلاش کنیم؟

تغییر جهت و وضعیت به سوی منابع انرژی تجدیدپذیر آشکارا چاره ساز است، اما با این حال در کل برای آن چیزی که این منابع می‌توانند عرضه کنند، محدودیت‌هایی وجود دارد. حد فناورانه بنابر تعریف عبارت است از مقدار کل انرژی‌ای که می‌تواند از جریان‌های انرژی طبیعی استخراج شود. به طوری که قبلاً گفتیم، گوستا وگراب این مقدار را «حد انرژی طبیعی» نامیده است. این مقدار (یا حد)، در قالب نظریه موج بلند، باید به عنوان حد چرخه بعدی کوندراتیف، یعنی پایان چرخه پنجم، نگریسته شود، هر چند که ممکن است بیشتر از پنجاه سال طول بکشد که به آن زمان برسیم. به همین سیاق، حتی با توجه به اختیار کردن فناوری‌های پاکیزه تر، اگر رشد اقتصادی کماکان نگرانی عمده و مسلط باشد، در این صورت این حد قبل از آن ممکن است فرارسد.

آشکار است که، فقط می‌توانیم در زمینه امکان‌های دراز مدت تر تأمل کنیم اما، به طور خلاصه، به نظر می‌رسد که در میان مدت فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر، توام با بهره‌گیری از فناوری اطلاعات و ارتباطات و فناوری پاکیزه تر، سبتر و کم مصرف تر، می‌تواند نقشی کلیدی بازی کند. این‌ها به ما کمک می‌کنند تا از

محدودیت‌های انرژی ماده به توسعه بیشتر فرا گذریم که نوعاً آرایش‌های فناورانه اقتصادی نوع کنونی جامعه صنعتی به شمار می‌آید. اما، ممکن است روزهایی برای مرحله بعدی رشد وجود داشته باشد، که ناشی از محدودیت‌های منابع انرژی تجدیدپذیر و احتمالاً سایر قید و بندهای مربوط به منابع می‌تواند باشد. نوآوری در فناوری می‌تواند به برداشتن محدودیت‌های جاری زیست محیطی و منابع در برابر رشد اقتصادی یاری رساند، اما تکیه کردن به فناوری انرژی تجدیدپذیر می‌تواند محدودیت‌های جدیدی به بار آورد. در چنین حالتی، به طوری که بعضی‌ها خاطرنشان می‌کنند، احتمالاً نوع جدیدی گذار فناورانه اجتماعی ضروری است.

بعدش چه می‌شود؟

در این فصل به تأثیر عوامل مرتبط با انرژی و منابع بر توسعه فناوری و اقتصادی نگریسته‌ایم. اظهار شده است که قیده‌های زیست محیطی، در کنار عوامل اقتصادی، می‌توانند تأثیرهای عمده‌ای باشند که الگوی توسعه فناوری در اکثر بخشهای اقتصاد جهانی را شکل می‌دهند. اما پیش بینی جهت و آهنگ دقیق تغییرات دشوار است. اقتصاد دانانی چون فریمن از نظریه موج بلند کوندرا تیف استفاده می‌کنند، اما به نحو فزاینده‌ای این ایده را که دوره‌های زمانی پنجاه ساله ثابتی برقرار است، کم اهمیت جلوه داده و برای آن بهایی قائل نشده است. در عوض، بر «مراحل» و گذارها، و اتخاذ سرمشقها (پارادایم‌ها)ی فناوری - اقتصادی جدید تأکید می‌ورزد که، آن‌ها را فشارهای اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی برانگیخته‌اند، بدون هیچگونه تعیین مشخص تاریخ و زمان.^۱

همان طور که قبلاً گفته شده است، ممکن است قضیه از این قرار باشد که مرحله بعدی، به اصطلاح «کوندرا تیف پنجم»، بیشتر از پنجاه سال طول بکشد. مثلاً، صرفاً در زمینه‌های فناوری این زمان دست کم آنقدر طول خواهد کشید که انرژی تجدیدپذیر بتواند سهم عمده‌ای در تأمین نیازهای انرژی جهان ایفا کند. بنابر پیش بینی‌های کنونی درباره انرژی، اگر نسبت به ایجاد و توسعه انرژی تجدیدپذیر تعهد چشمگیری سپرده می‌شد، بین پنجاه یا یکصد سال طول می‌کشید تا انرژی‌های تجدیدپذیر بتواند نیمی از نیاز انرژی جهان را عرضه کنند. به این ترتیب زمانی مانده است تا «محدودیت انرژی طبیعی» بر روی منحنی گراپ (شکل ۱-۳) فرارسد.

البته، می‌تواند این اتفاق هم بیفتد که خیلی پیش از فرارسیدن حد انرژی طبیعی، سایر محدودیت‌های منابع بر فعالیت اقتصادی که نمی‌توان فقط به کمک سرهم بندی‌های تکنیکی چون انتخاب فناوری انرژی تجدیدپذیر از آنها فراگذشت، محدودیت‌هایی را اعمال کنند. قطعاً، نوآوری فناورانه می‌تواند به رشد اقتصادی منجر شود اما این امکان هم وجود دارد که، سرانجام، قادر نباشد آن را حفظ کند. که در این حالت هم احتمالاً نیاز به انتخاب‌های اجتماعی و اقتصادی دردناکی وجود خواهد داشت.

اما، ظاهراً وظیفه فعلی عبارت است از آغاز کردن فرایند طولانی‌ایجاد و توسعه فناوری انرژی پایدار. در فصل بعدی، برای حسن ختام بخشیدن به بحثمان، به برخی انتخاب‌های فناورانه عملی خاص تر در حوزه انرژی تجدیدپذیر خواهیم نگریم. این نگاه به برخی قیدوبندها پرتو خواهد افکند که در پیش پای ما قرار دارند اما برخی فرصت‌ها را برای ایجاد تغییرات سازنده نشان خواهند داد.

جمع‌بندی

- فرایند صنعتی شدن غربی نمی‌تواند بدون پیامدهای زیست محیطی عمده در سطح جهان تکرار شود.
- خوشبختانه سرهم بندی‌های تکنیکی والگوهای توسعه فناورانه می‌توانند این مسئله را تعدیل کنند.
- اما، هنوز هم محدودیت‌های درازمدت منابع و قید بندهای زیست محیطی پُردامنه تداوم رشد اقتصادی باقی است.
- در حال حاضر با طیفی از انتخاب‌ها مواجهیم مبنی بر این که فناوری انرژی پایدار را ما به عنوان جزئی از فرایند حرکت به سوی یک آینده پایدار، چگونه بوجود آوریم.

برای مطالعه بیشتر

برای دستیابی به مروری مفید از روندهای ممکن، ر.ک.

Donnella Meadow, Dennis Meadows and Jordan Randess,
Beyond the Limits: Global Collapse or Sustainable Future?
 (1992, Earthscan Publications, London).

نظریه موج بلند کوندرا تیف پیچیده است، اما اگر می‌خواهید به برخی مصداق‌های آن پی ببرید، ر.ک.

Andrew Tylecote's *The Long wave in the world Economy*

(1991, Routledge, London).

برای دستیابی به تحلیلی تا حدی بدبینانه تر درباره فرایند توسعه فناوری، ر.ک.

Ernest Braun's *Futile progress* (1995, Earthscan, London).

برعکس، کتاب

Chris Freeman's *The Economics of Hope* (1992, Pinter, London)

از برخی ایده‌ها برای نظریه موج بلند بهره می‌گیرد و دورنمایی بسیار خوش بینانه تر ارائه می‌دهد.

فصل ۱۵

آینده پایدار

✓ مسیرهای دیگر به سوی آینده پایدار

✓ انتخاب فناوری سازگار

✓ ساختار بندی فرایند نظارت اجتماعی

توسعه پایدار احتمالاً نیازمند چیزی بیشتر از فقط سرهم بندیهای تکنیکی است، اما هیچگونه طرح کلی برای یک آینده پایدار وجود ندارد. در عوض، طیفی از انتخابهای اجتماعی و سازمانی و نیز صرفاً فناورانه را در اختیار داریم. در این فصل در این باره که فرایند انتخاب باید مستلزم فرایند گفتگو درباره اهداف اجتماعی و زیست محیطی، و نیز ابزار فناورانه باشد، بحث خواهیم کرد.

انتخابهای اجتماعی

نتیجه‌ای کلی که از تحلیل‌های این کتاب تا اینجا به دست آمده به وسیله محیط زیست گرای استرالیایی، شارون بدر،^۱ به این قرار به خوبی بیان شده است:

1. Sharon Beder

2. Beder, 1994:18

مادام که توسعه پایدار به تعدیل‌های کمینه هزینه پایین محدود می‌شود که به تغییرات قیمت، تغییرات نهادی یا هر نوع تعدیل فرهنگی ریشه نگر نیازی ندارند، افت کیفیت محیط زیست کماکان ادامه خواهد یافت.

مابه تنوعی از سرهم بندی‌های تکنیکی و به نوعی توسعه فناورانه ریشه نگر (رادیکال) تر نگریده‌ایم. درباره دیدی هم بحث کرده‌ایم که بنابر آن تغییرات اجتماعی چشمگیر، یا دست کم تغییرات در سبک زندگی، باید اتفاق افتد. الگوهای مصرف باید با دست کم تأکید بیشتر بر صرفه جویی، باز یافت و تأکید کمتر بر مصرف گرایی، دگرگون شوند. در نزد برخی سبزه‌ها، تغییرات پر دامنه تری نیز، مثلاً تمرکز زدایی فناورانه، اقتصادی و اجتماعی، باید صورت پذیرد. اما، به همان ترتیب، به تصرف در آوردن جامعه‌ای اساساً بدون تغییر با استفاده از سرهم بندی‌های تکنیکی برای اجتناب از این تحولات، میسر و امکان پذیر است.

رویکرد سرهم بندی تکنیکی جاذبیت‌های خود را دارد، از این بابت که می‌تواند به احتراز از تغییرات و دگرگونی‌های بنیادی کمک رساند. رویهم‌رفته، در حالی که برخی مردم تغییرات ریشه‌ای سبک زندگی را از لحاظ اخلاقی و سیاسی مطلوب می‌یابند، کسانی دیگر آنها را مهمان ناخوانده بدشگونی تلقی می‌کنند. اما نوعی تغییر و تحول اجتناب ناپذیر به نظر می‌رسد. با این اعتقاد که تلاش در ادامه مسیری آگاهانه به سوی آینده‌ای از لحاظ زیست محیطی پایدار و از لحاظ اجتماعی عادلانه، به جای ایجاد تغییراتی که به زور بر ما تحمیل شدند حیاتی است، به نظر می‌رسد اقدام به تعیین این که چه نوع جامعه‌ای را هدف قرار دهیم، خردمندانه است.

آرمان گرایان در طول قرن‌ها برای رسیدن به این هدف، با ترسیم نقشه‌های کلی برای جوامع آرمانی، تلاش کرده‌اند. آنان می‌توانند بسی الهام‌بخش باشند، اما به نادیده انگاشتن مسئله پرزحمت انتقالی چگونگی رسیدن به وضعیت آرمانی گرایش دارند. در واقع، آنچه که لازم به نظر می‌رسد عبارت است از یک فرایند گفتگوی اجتماعی هم در باره وسیله و هم هدف. هیچ راه روشن و شفافی به پیش وجود ندارد: در عوض انبوهی مسائل و موضوع‌های تاکتیکی و راهبردی غالباً پیچیده در پیش پا نهاده است که باید حل شوند و نیز تعداد زیادی مسیر و راه ممکن به جلو وجود دارد.

مسیرهای جایگزین

جامعه جایگزینی که در اوایل دهه ۱۹۷۰ به ذهن پاد فرهنگ باوران خطور کرده بود، به عنوان پایه فناوریانه، از مجموعه فناوری‌های جایگزین یا جانشین - آسیاب بادی کلاسیک، گردآور نور خورشیدی ومولد بیوگازی به کاررفته در جوامع روستایی خودکفا - برخوردار بود. این رؤیای پس نشینی به روستا کماکان زنده است، اما با انبوه جمعیت جهان هیچ تناسبی دارد؟ برخی سبزه‌ها فکر می‌کنند که این طور است، زیرا هیچ دلیل دیگری ندارند جز این که معتقدند روند کلی جامعه به سوی فروپاشی می‌رود و از این رو در زیرخوابه‌های این فروپاشی نمی‌شود زندگی کرد.

اما حتی با فرض این که روند کلی جامعه به این نحو ادامه یابد، به نظر می‌رسد که باید نوعی تمرکز زدایی اجتماعی و تکنیکی از اهداف موثق به شماراید. سیستم‌های یکپارچه عمدتاً بزرگ مقیاس، که زمانی مدرن و کارآمد تلقی می‌شدند، اکنون غالباً به طرز نومیدکننده‌ای انعطاف ناپذیر، مستعد کنترل انحصاری و دیوانسالاری و از لحاظ زیست محیطی نامطلوب به حساب می‌آیند.

آیا منظور این است که کوچک همیشه زیباست؟ قطعاً می‌تواند چنین باشد. اما باید بیمناک جبر باوری فناوریانه ساده باشیم: فناوری جامعه را تعریف و خطوط آن را مشخص نمی‌کند. رویهمرفته، یک جامعه پراکنده مرکز در سده‌های میانه، مبتنی بر باد، آب و زیست توده کوچک مقیاس، وجود داشت، اما تعداد اندکی از مردم اظهار می‌دارند که فئودالیسم وضعیتی مترقی بوده است، حالا فناوری مربوط به آن دوران هرچه بوده باشد. هیچکدام از این دو جامعه فن آوری را به طور کامل تعریف و مشخص نمی‌کند: از لحاظ فناوری انبوهی راه و روش ممکن به جلو وجود دارد - یک رشته کامل مسیر فناوریانه بر پایه آمیزه‌ها، انواع والگوهای مختلف فعالیت فناوریانه. هر کدام ممکن است مستلزم تعادلی اندکی متفاوت بین نگرانیهای اجتماعی و زیست محیطی باشد، که نگرش‌های سیاسی و فرهنگی مختلف را منعکس می‌کند. به این علت است که مقرر داشتن و تجویز کردن طرح‌های کلی تا این حد دشوار است.

حفظ تنوع زیستی یک اصل اکولوژیکی مطلوب و شایسته است. برای انواع متنوعی از رویکردها به پایداری طراحی شده برای شرایط اجتماعی، فرهنگی و زیست محیطی خاص جایی وجود دارد، اما محدودیت‌های کلی نسبت به طیفی از انتخاب‌های اجتماعی فناوریانه، و قبل از همه محدودیت‌های زیست محیطی، نیز وجود دارد. ما در فصل‌های پیشین در زمینه‌های فنی، همچون محدودیت وحد انرژی طبیعی،

بعضی از آنها را شناختیم؛ و برخی معیارهای کلی را برای فناوری پایدار بر شمردیم. اما، در داخل این روکش «توسعه پایدار»، طیفی از امکانات اجتماعی و فناوری وجود دارد.

یکی از وظایف کلیدی و مهم برای آینده عبارت است از تلاش برای رسیدن به توافقی‌هایی بر سر آموزه‌های صحیح در هر موقعیت، محلی، ملی و جهانی، درحالی که اذعان شود که هریک از این سطوح نگرانی تا حدودی بر هم کنش یا تعامل دارند. این امر مستلزم برقراری موازنه بین نگرانی‌های کوتاه و بلند مدت، ملاحظات تاکتیکی و راهبردی، و چشم‌اندازهای محلی و جهانی است.

آیا کوچک زیاست؟

به منظور مشخص تر کردن این تعمیم‌های نسبتاً تجربیدی، به موضوع مقیاس فناورانه (تکنولوژیکی) نگاهی می‌اندازیم، زیرا مقیاس نمونه‌ای از مسئله برقراری توازن بین برخی از این نگرانی‌های متناقض محلی، جهانی، تاکتیکی و راهبردی را فراهم می‌آورد. جاذبه فناوری‌های کوچک مقیاس، آن چنان که در ابتدا به وسیله جنبش فناوری جایگزین در دهه ۱۹۷۰ معرفی شد، به اندازه کافی روشن به نظر می‌رسند. سیستم‌های کوچک مقیاس در توزیع از نیروگاه‌های مرکزی ائتلاف ندارند، و محتمل به نظر می‌رسد اثر زیست محیطی آنها نسبت به سیستم‌های بزرگ کمتر باشد. این سیستم‌ها، علی‌الاصول، می‌توانند به دست افراد یا گروه‌های کوچک هم ساخته و به کار انداخته شوند، و بنابراین شاید دامنه خود اختیاری و نظارت دموکراتیک را هم گسترش دهد.

اما، روشن نیست که آیا این منافع بالقوه همیشه در عمل تحقق یابند. مثلاً، نظارت محلی نمی‌تواند همیشه به انتخاب‌های زیست محیطی بهینه در شرایط ملی یا جهانی پر دامنه تر منجر شود. مناقشه بر سر مزارع باد در بریتانیا را به یاد بیاورید. واکنش‌های «مرگ برای همسایه خوب است» ممکن است بر پایداری برخی فناوری‌های بالقوه سودمند غلبه یابند، در حالی که فناوری‌های دیگر با شایستگی قطعاً کمتر ممکن است به دلایل محلی صرفاً خودخواهانه استقبال شود. همیشه هم چنین نیست که ساکنان محلی از محیط زیستشان مواظبت کنند.

ثانیاً، فناوری کوچک مقیاس همیشه از لحاظ زیست محیطی مناسب نیست. فیزیک پایه توربین‌های باد حاکی از آن است که ماشین‌های کم قطر نسبت به ماشین‌های بزرگتر خیلی کمتر مؤثر و عملی‌اند؛ همان گونه

که به یاد می‌آورید خروجی توان پیرو یک قانون مجذوری است، از این رو با دو برابر شدن قطر پره، توان خروجی چهار برابر می‌شود. شاید بتوان ماشین‌های کوچک را به آسانی در نزدیکی سکوتگاه‌های انسان‌ها نصب کرد بدون آن که آثار نامطلوبی به بار آورند، اما با استفاده از ماشین‌های بزرگتر، بخصوص اگر به صورت خوشه‌ای و گروهی نصب شوند، می‌توان توان کافی تولید کرد تا نصب آنها در دوردست‌ها و گسیل انرژی برای مصرف کنندگان از طریق شبکه‌های توزیع برق، ممکن شود. مکان‌های دوردست این امکان را پیش می‌آورند که به جایگاه‌های بلند با سرعت زیاد باد دسترسی یابیم و، چنان که ممکن است به یاد آورید، انرژی به دست آمده از باد باتوان سوم سرعت باد متناسب است. از این رو ماشین‌های بزرگتر در جایگاه‌های بادگیر بسیار مؤثرتر از کل ظرفیت یکسان ماشین‌های کوچکتر در مکان‌های کمتر بادگیرند.

این امر در قیمت و هزینه نیروی تولیدی از وسیله‌های کوچک منعکس می‌شود. در نتیجه، دهه ۱۹۹۰ هزینه یک توربین بادی در مقیاس خانگی نوعاً یک کیلو وات (۱ KW) حدود ۳۰۰۰ پوند تمام می‌شد. هزینه ماشین‌های مزرعه باد در مقیاس تجارتي معمولی، مثلاً ۳۰۰ KW، به ازای هر کیلو وات نصب شده ۶۰۰ پوند (یعنی، به هر کیلو وات یک پنجم قبلی). این هزینه اضافی منعکس کننده این واقعیت است که ماشین‌های کوچک به ازای هر کیلو وات نصب شده و به ازای هر کیلووات ساعت تولید شده، نسبت به ماشین‌های بزرگ مواد و مصالح بیشتری مصرف می‌کنند - فولاد بیشتر برای برج‌ها مس بیشتر برای مولد (ژنراتور)، و الی آخر. در یک مطالعه تطبیقی درباره «تراز انرژی» (یعنی، انرژی ورودی بر حسب انرژی خروجی) طیفی از فناوری‌های تولید انرژی، مقدار انرژی لازم برای ساخت آنها (ومواد و مصالح سازنده آنها) را با مقدار انرژی تولید شده از کارکرد آنها مقایسه کردند. این مقایسه نشان داد که توربین‌های باد «مستقل»، با بهره‌گیری از باتری انباره‌ای، بدترین گزینه از آب در می‌آیند.^۱ از این رو، کسانی که توربین‌های کوچک را به خاطر رسیدن به مقداری خودکفایی بر می‌گزینند نه تنها یک اضافه بها پرداخت می‌کنند، بلکه به منابع زیست محیطی زمین نیز آسیب می‌رسانند.

در زمینه باتری انباره‌ای مسائل و مشکلات بیشتری نیز بروز می‌کند. تک توربین باد «خارج از شبکه»، که برای تأمین انرژی ساکنان مناطق دوردست کار می‌کند، به شکلی ذخیره انرژی نیاز دارد زیرا باد در همه اوقات نمی‌وزد. باتری‌ها کاربرد گسترده‌ای دارند، اما حاوی سرب‌اند. ایا می‌خواهیم سرب باز هم بیشتری

برای کودکانمان به میراث بگذاریم؟ برعکس، با شبکه‌ای ملی از مزارع باد متصل به یکدیگر در قالب شبکه می‌توان انرژی را در سراسر سرزمین توزیع کرد، که هریک از توربین‌های باد در هنگامی که کار می‌کند، انرژی تولیدی‌اش را به شبکه تغذیه می‌کند. به این ترتیب، شبکه می‌تواند به صورت میانگیر یا انبار برای جبران و تعدیل نوسانهای محلی در دسترس پذیری نیروی باد، عمل کنند. این کار باید بیشتر از جبران کردن هر گونه اتلاف نیروی ناشی از انتقال آن در امتداد شبکه باشد.

شرایطی پیش می‌آید که تولید «مستقل» محلی منطقی و درواقع معقول است - در مکان‌های «خارج از شبکه» که چاره کار در بهره‌گیری از بنزین یا نفت برای سوخت ژنراتورها باشد، باید از این نوع توربین‌های «مستقل» بهره گرفت. در این سطح فعالیت در نواحی دورافتاده، منافع زیادی نهفته است. اما، هواداری از تولید نیروی مستقل در میان مردمی که می‌خواهند خودکفا باشند، هر چند که باید قادر به استفاده از انرژی شبکه باشند، نیز رو به افزایش است. بخصوص در امریکا نمونه‌هایی از تولد مجدد جنبش فناوری جانشین دهه ۱۹۷۰ به چشم می‌خورد، که بر «خارج بودن از شبکه» از طریق ابتکار عمل‌های خود یاری تأکید می‌ورزند.^۱ این گزنه به علت پیشرفت‌های فنی امروزه آسانتر است؛ مثلاً، بعضی هواداران «تولید انرژی در خانه» از باتری‌های فوتو ولتایی و افرادی هم از وسیله‌های «فناوری پیشرفته» استفاده می‌کنند.^۲

رویکرد سنتی‌تر، چنان که جنبش فناوری جایگزین پیشگام آن بوده، مستلزم تأکید بیشتر بر «فناوری ابتدایی»، مثلاً استفاده از مواد دورریختنی برای ساختن وسیله‌های ساده‌مربوط به استفاده از نیروی باد بر پایه اصل خودت بساز^۳ در محل، و بنابراین اجتناب از مصرف منابع کمیاب، خواهد بود. قطعاً یکی از اصول هنوز هم معتبر جنبش قدیمی فناوری جایگزین این است که اقدام به تأمین نیازهای محلی از منابع محلی از لحاظ زیست محیطی مفید است. اما، محدودیت‌هایی وجود دارد. احتمالاً این کار در چارچوب، مثلاً، سوخت‌های زیستی^۴ چون چوب بسیار آسانتر است تا بهره‌گیری از فناوری‌های پیچیده‌تر تولید انرژی استوار بر پایه مهندسی چون توربین‌های باد، مگر این که علاقمند باشید از وسیله‌های دست ساز نسبتاً ساده اما با

1. Jeffrey, 1995

2. Allen and Todd, 1995

3. do- it- yourself (DIV)

4. bifuels

کارایی کم استفاده کنید. آشکاراست که نقشی برای ابتکار عمل‌های خودت بساز در سطح محلی، وجود دارد، اما رویهمرفته این احتمال به نظر می‌رسد که، با معیار بهره‌گیری محلی کوچک مقیاس از منابع تجدیدپذیر، در اکثر موارد در آینده برعهده ماشین‌ها و سیستم‌هایی با طراحی حرفه‌ای و ساخته شده با کار کرد بالا، قرار خواهد داشت.

خارج از شبکه؟

بافرض این که اکثر ماشین‌های مورد استفاده از طراحی حرفه‌ای برخوردارند، باز هم این پرسش کماکان باقی است که آیا آنها می‌توانند و باید مستقل، یعنی خارج از شبکه، کار کنند یا خیر. تحلیل عوامل مقیاس در بالا حاکی از آن است که تولید کل «خارج از شبکه»، مثلاً، با بهره‌گیری از توربین‌های کوچک باد، ممکن است از لحاظ زیست محیطی کمتر از میزان بهینه و نیز پر هزینه باشد، به این معنی که بهتر است خدمات عمومی از طریق توربین‌های باد متصل به شبکه مشترک باشد به نحوی که بین نواحی و حتی خارج از محل، نوسان‌های وزش باد مبادله شوند.

این نتیجه‌گیری را پیشرفت‌های فنی می‌توانند تا حدودی تغییر دهند. با ملاک هزینه، تولید انبوه توربین‌های باد احتمالاً از هزینه می‌کاهد و، به طور متعارف، کاهش هزینه در تعداد بیشتری محصول مشابه با تولید انبوه، چشمگیر خواهد بود. به این ترتیب ماشین‌های کوچکتر می‌توانند نسبت به توربین‌های بزرگتر، ارزاتر و سریعتر تولید شوند. طرح‌های بهبود یافته می‌توانند از منابع، مواد و مصالح کمتری استفاده کنند. ابداع روش‌های جدید ذخیره انرژی و حرکت به سوی مصرف هیدروژن به عنوان یک سوخت جدید نیز اتکا به منابع انرژی محلی را پذیرفتنی تر و درخور اعتمادتر می‌کند.

تحولات سازمانی و اجرایی نیز وضعیت فناوری در مقیاس کوچکتر را بهبود می‌بخشد. مثلاً، در بریتانیا، در پی خصوصی سازی شبکه توزیع انرژی (برق)، اکنون برای مصرف کنندگان با نیاز بیش از ۱۰۰ KW این امکان وجود دارد که با هر تولید کننده‌ای، برای استفاده از شبکه به عنوان «حامل همگانی»، قرارداد ببندد. قبلاً، تنها انتخاب عبارت بود از خریداری برق از شرکت برق منطقه‌ای. تحت برنامه جدید، گروه‌های مصرف کننده محلی علی‌الاصول می‌توانند با یکدیگر ادغام شوند تا برق را به صورت عمده از تأمین کننده انرژی «سبز» واقع در هر جای سرزمین خریداری کنند. یک کمپانی صافکاری اتومبیل واقع در بریتانیا پیشگام

شکلی از این ایده بوده است: این کمپانی در یک مزرعه باد درویلز سرمایه گذاری کرده است و تلاش می کند تضمین کند که این مزرعه همانقدر انرژی سبز به شبکه برمی گرداند که از منابع معمولی مصرف می کند. این نوع رویکرد به طور واضحی مصالحه ای بین خودکفایی سراسری و یکپارچگی شبکه در سطح ملی را بروز می دهد. علی الاصول، می توانید بهترین عناصر هر دو را بگیرید، که شبکه ای توزیع شده از پروژه های کوچک در قالب شبکه باهم ادغام شده اند، و انرژی (برق) را به مصرف کننده محلی و نیز تمام مصرف کنندگان اقصی نقاط کشور تغذیه می کنند. از بابت مصرف کننده، حد کمینه ۱۰۰ KW که در حال حاضر در بریتانیا معمول و جاری است، به آن معناست که فقط اگر به یکدیگر ببینند، می توانند مستقیماً بهره مند شوند. اما طرح هایی برای حذف این محدودیت، از ۱۹۹۸ به بعد، در دست اجراست که هر یک از خانوارها از آن پس بتوانند با هرتأمین کننده ای که خود بر می گیرند، قرارداد ببندند. از جهت تولید نیروی برق، به جای در اختیار داشتن ماشین های بکلی مستقل، چندین تک توربین باد کوچک در یک منطقه، کشور، یا حتی در ناحیه ای وسیعتر می توانند باهم ترکیب شوند تا نیروی مازاد را به شبکه ملی صادر کنند. این حرکت به شکل گیری شبکه ای یکپارچه اما باز هم پراکنده مرکز تولید نیروی برق منجر خواهد شد؛ تولیدی محلی که در مجموع نیروی برق ملی موجود و تدارکات جمعی قابل دسترس برای مصرف محلی سهمیم است. مولدهای محلی می توانند در این وضعیت به سرعت افزایش یابند. در واقع، مانند دانمارک، برخی مصرف کنندگان محلی ممکن است تصمیم بگیرند که خودشان به تأمین نیازهایشان اقدام کنند و مازاد نیروی برق را از طریق شبکه به فروش برسانند، در حالی که وقتی سطح تولید محلی کافی نباشد، از شبکه برق بگیرند.

با فراهم آوردن خطوط انتقال و سیستم های کنترل ضروری برای سیستم پراکنده مرکزی چون این ها که در بالا برشمردیم شاید پرهزینه و گران باشد: یکی از موانع در برابر عملی شدن پیشنهاد و برداشتن حد ۱۰۰ KW در بریتانیا این است که نصب سیستم کامپیوتری ملی ضروری برای راه انداختن (ومدیرت کردن) داد و ستدهای انرژی، بنابر برآوردها، ۱۵۰ تا ۲۰۰ میلیون پوند هزینه برمی دارد. این بحث هم باید به میان آید که چنین سیستمی، با توجه به مقادیر اندک نیروی برقی که به هر نقطه شبکه می رسد و اتلاف های انتقال در امتداد خطوط نیرو در شبکه، نباید خیلی صرفه جویانه باشد. به قول یکی از منتقدان، ممکن است عاقبت فقط سیم ها را گرم کنید. اما تحت بیشتر شرایط، قسمت عمده نیروی برق عملاً به طور محلی و موضعی مصرف می شود، و به این ترتیب دامنه این مشکل کاهش می یابد. در واقع، این بحث به میان آمده است که باید به

تأمین نیازهای محلی از طریق تولید محلی ناشی از منابع تجدیدپذیر عملاً اعتبار داده شود زیرا در این صورت از اتلاف نیروی ملازم توزیع برق از نیروگاه‌های متمرکز به مراکز مصرف دور دست اجتناب می‌شود. این مفهوم را «تولید نصب شده»^۱ می‌گویند. مولدهای محلی در منتهی الیه شبکه، آنجا که شبکه‌ها ضعیف‌اند و آنجا که نیروی برقی که تولید می‌کنند ارزشمندتر از آن چیزی است که باید به فواصل دور ارسال شود، نصب و کار گذاشته می‌شوند.^۲ آشکار است که منافع استفاده از تولید «نصب شده در محل» فقط وقتی عاید خواهد شد که منابع محل بخشی از نیازهای انرژی خالص ملی را تولید کنند؛ یعنی: عمدتاً فقط آن چیزی که در محل مورد نیاز است. همین که نیرو را ناگزیر شوند در سرتاسر زمین منتقل کنند، چه به داخل نواحی و چه از داخل نواحی به بیرون، این مزیت از آن سلب می‌شود.

تولید محلی

باهمه این احوال، مفهوم تولید محلی یکپارچه در داخل یک سیستم ملی مفهومی جذاب است، بخصوص از این بابت که نیازی نیست فقط در خصوص توربینهای باد به کار گرفته شود. نیروی برق مازاد محلی از نیروگاههای با سوخت زیست توده، توربینهای برق آبی کوچک در رودخانه‌ها و نهرها، یا برق حاصل از آرایه‌های یاخته خورشیدی فوتوولتایی برپا مسکن‌ها و ساختمان‌های تجاری را نیز می‌توانند در برگیرند. نیروگاههای برق آبی خیلی کوچک البته یک گزینه وابسته به جایگاه خاص است، که فقط در برخی مکان‌ها قابل دسترس‌اند، اما برق حاصل از محصولات کشاورزی و یاخته‌های فوتوولتایی برای مصرف همه جایی و فراگیر بر پایه کارکرد مرکز پراکنده در سطح محلی، یکپارچه شده با شبکه، مناسب به نظر می‌رسند. شاید بتوان قسمتی از نیازهای انرژی محلی را بدون نیاز به وسایل و ملزومات شبکه «اثبات» سراسری با کیفیت پیشرفته تأمین کرد. مثلاً، استفاده از برق شبکه‌ای با بسامد ولتاژ تثبیت شده و پیر هزینه و گران فقط برای گرمایش، احمقانه به نظر می‌رسد. در واقع، فقط تعداد نسبتاً معدودی وسیله خانگی و تجاری عملاً به برق شهر متناوب ۵۰ سیکل در ثانیه نیاز دارند (اکثر وسیله‌های الکترونیکی این برق را به برق مستقیم، dc، کم ولتاژ تبدیل می‌کنند) و بعضی وسیله‌های برقی مانند فریزر می‌توانند در دوره‌های طولانی مدت قطع برق کارایی خود را حفظ کنند. موضوع می‌تواند از این قرار باشد که شبکه‌های محلی جداگانه برای برخی

1. embedded generation

2. Mitchell, 1995

کاربردها، احتمالاً با استفاده از جریان مستقیم کم ولتاژ تولید شده از منابع تجدیدپذیر محلی، برقرار شود که در هنگام ضرورت کمبودهای آن از طریق اتصال به شبکه سراسری جبران و رفع شود.

همانگونه که می‌شود مشاهده کرد، طیفی از فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر تولید کننده برق وجود دارد که عملاً می‌توان آنها را در سطح محلی در مقیاسی نسبتاً کوچک به کار گرفت، البته مادام که در انتخاب مقیاس دقت کافی مبذول شود و برای یکپارچه کردن سیستم در هر جایی که ممکن است، تلاش به عمل آید. یاد آوری این نکته هم مهم است که برق فقط برای برخی کار بردها لازم است: بخش عمده نیازهای انرژی محلی برای مصارف گرمایشی است، و در سطح محلی گستره‌ای از گزینه‌های تولید گرما یافت می‌شود.

اما، به برخی فناوری‌های انرژی بر می‌خوریم که آنها را فقط می‌توان در مقیاسی نسبتاً بزرگ به کار گرفت آب بندهای کشندی یکی از نمونه‌های بارز این کار بردها به شمار می‌آیند. آب بندی و ساخت آن زمانی روی مصب سورن در بریتانیا پیشنهاد شد بایستی ظرفیتی ۸ GW می‌داشت. تولید انرژی از امواج آبهای عمیق می‌تواند در مقیاسی به همان بزرگی صورت پذیرد. آشکار است که امکان‌هایی برای آب بندهای کوچکتر و وسیله‌های بهره‌گیری از انرژی امواج نزدیک به ساحل و در ساحل وجود دارد، اما به نظر می‌رسد که هر سیستم انرژی کار آمد که از انرژی تجدیدپذیر بهره می‌گیرد باید از آمیزه فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر بزرگ مقیاس و کوچک مقیاس برخوردار باشد. به طور خیلی کلی با وابستگی خیلی زیاد به الگوی جامعه‌ای که قرار است مورد ملاحظه قرار گیرد، این امکان وجود خواهد داشت که تقریباً به همان میزان از فناوری‌های محلی کوچک مقیاس انرژی تولید کرد که از سیستم‌های پراکنده مرکز بزرگ، اما برقراری توازن دقیق موضوع مباحثه و گفتگو، بر پایه نگرانی‌های تکنیکی، اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی، است.

گیاهان (محصولات) انرژی زا

نیاز به گفتگو در سطح اجتماع در ارتباط با عوامل فنی، اقتصادی و زیست محیطی را شاید بتوان با نگرستن به نمونه دیگری از یک شکل جدید انرژی تجدیدپذیر - یعنی گیاهان انرژی زا، روشنتر کرد. به طوری که قبلاً اشاره کردیم، مصرف زیست توده به عنوان سوخت در سرتاسر دنیا بسیار نویدبخش به نظر می‌رسد.

گزینه‌های خاص در این حوزه در هر منطقه فرق می‌کند: در برزیل از نیشکر الکل تولید کرده‌اند و به عنوان سوخت در اتومبیلها به کار گرفته‌اند، در حالی که در اروپا از کلزای روغنی^۱ برای تولید به اصطلاح «گازوئیل سبز» بهره گرفته‌اند. تدارک سوخت بخش ترابری از جمله اولویت‌های بالابوده است، اما گیاهان انرژی زا می‌توانند به عنوان سوخت برای تولید گرمای مستقیم نیز مصرف شوند (مثلاً، در بسیاری از کشورهای اسکانديناوی برای سوخت شبکه‌های گرمایشی منطقه‌ای از کاه استفاده می‌کنند) یا برای مصرف در تولید مستقیم برق به کار روند (مثلاً، از طریق دیگهای بخار چند سوختی یا توربینهای گازی). در بریتانیا به تکثیر شاخه زادی منظم بید و سپیدار سریع‌الرشد برای تأمین تراشه‌های چوب مصرفی در تولید برق از طریق توربینهای گازی، توجه زیادی مبذول شده است.^۱

استفاده از گیاهان زراعی برای سوخت مسائل زیست محیطی چندی پدید می‌آورد، در فصل ۶ برخی از آنها را برشمردیم. شاید پرسش کلیدی راهبردی از این قرار باشد: آیا واقعاً باید زمین‌های کشاورزی را برای تولید انرژی، به جای تولید غذا، زیر کشت ببریم؟ بخشی از دلیل پیش آمدن این اتفاق در اروپا این است که، به علت بهره‌گیری از روش‌های کشاورزی متمرکز پُر بازده، در تولید غذا مازاد وجود دارد. به عنوان جزئی از سیاستگذاری کشاورزی مشترک اروپا، قسمتی از اراضی را، برای حفاظت از بازارهای غذا، «کنار می‌گذارند». استفاده از اراضی کنار گذاشته شده (نکاشته) برای تولید محصولات زراعی انرژی زا، گزینهٔ بهتری به نظر می‌رسد تا رها کردن آن در حالت‌ایش، و ظاهراً پرداخت یارانه به کشاورزان برای کشت و کار هر چیزی غیر از این که اصلاً چیزی نکارند، بهتر است. گیاهان زراعی انرژی زا منابع انرژی تجدیدپذیر تلقی می‌شوند. با این فرض که آهنگ باز کاشت با آهنگ سوزاندن گیاهان زراعی (برای اخذ انرژی گرمایی از آنها) برابر باشد، در این صورت افزایش خالصی در تولید کربن دیو کسید پیش نمی‌آید، زیرا گیاهان در حالی که رشد می‌کنند کربن دیو کسید جذب می‌کنند. اما، همه هم با این سیاست کشاورزی مشترک موافق نیستند. در کلی‌ترین سطح، کسانی یافت می‌شوند که حس می‌کنند که «کنار نهادن یا ایش» زمین کشاورزی برای حفظ منافع، در حالی که بسیاری از مردم در جهان گرسنه‌اند، کار زشت و شرم‌آوری است، هر چند که این نظر البته مسئله و مشکل توزیع را مصادره به مطلوب می‌کند.

گذشته از این موضوع، به نظر برخی محیط زیست‌گرایان بهتر است که به سوی مشکل‌های کشاورزی «ارگانیک» کمتر فشرده برویم، که از لحاظ زیست‌محیطی به شیوه‌ای صحیح‌تر از زمین‌کنارنهاد شده بهره می‌گیرد.^۱ در این صورت نه تنها کیفیت خاک و محصول بهبود خواهد یافت، بلکه زیستگاه بیشتری در اختیار حیات وحش قرار خواهد گرفت و انرژی بیشتری هم به دست خواهد آمد، زیرا انرژی مصرف شده در کشت و کار فشرده و متمرکز بیشتر از انرژی‌ای خواهد بود که با استفاده از زمین‌های کنارنهاد شده برای تولید گیاهان زراعی انرژی‌زا تولید می‌شود. مخالفان از این بابت هم بیمناک‌اند که محصولات انرژی‌زا به کسب و کار پردامنه‌ای بدل شود، به طوری که کشت انبوه و حجیم گیاهان زراعی انرژی‌زا بر چشم‌انداز چیره شود. آنان از بابت تأثیر آفت‌کشها و کودهای شیمیایی نیز نگران‌اند - هر چند که طرفداران کشت گیاهان انرژی‌زا می‌گویند که مصرف این مواد در کشت گیاهان زراعی کمتر از مصرف آنها در کشاورزی رایج و متداول خواهد بود. سرانجام، در باره امکان گسیل گازهای سمی ناشی از اشتعال این گیاهان نگرانی وجود دارد. مثلاً، صلح سبز یک مبارزه «ممنوعیت سوزاندن» را آغاز کرده است، که عمدتاً متوجه مصرف زباله‌های خانگی و تجاری به عنوان سوخت برای نیروگاه‌هاست؛ اما این نگرانی را می‌توان به مصرف گیاهان زراعی انرژی‌زا نیز تعمیم داد.^۲

برای مقاصد ما، آنچه که در خصوص این مباحثه جالب به نظر می‌رسد، عبارت است از موازنه منافع در میان چهار مقوله مطرح شده در مدل تعامل‌ها و برهم‌کنش‌هایمان. کشاورزان به گیاهان زراعی انرژی‌زا به عنوان منبع درآمد و اشتغال علاقه نشان می‌دهند؛ سرمایه‌گذاران آنها را بالقوه سودآوری تلقی می‌کنند؛ در نزد برخی مصرف‌کنندگان ایده «سوخت سبز» برای اتومبیل‌ها با «برق سبز» ناشی از گیاهان، جذاب است. اما، هر چند که برخی محیط‌زیست‌گرایان از تولید گیاهان زراعی انرژی‌زا به عنوان یک منبع تجدیدپذیر جدید مفید حمایت می‌کنند، عده‌ای از آنان از بابت آثار محلی و پیامدهای کاربری زمین آن نگران‌اند، در حالی که آثار بالقوه این گیاهان بر منابع آب را نیز در برخی نواحی به عنوان یک مشکل می‌نگرند.

این‌ها که بر شمردیم مسائل پیش‌پافتاده و کم‌مایه‌ای نیستند: محصولات زراعی انرژی‌زا نمی‌توانند به تنهایی بزرگترین منابع انرژی تجدیدپذیر باشند. مثلاً، به طوری که قبلاً گفتیم، بنابراین نتیجه مطالعه‌ای در خصوص منابع بریتانیا که به وسیله ETSU انجام شده، هرگاه محصولات زراعی انرژی‌زا به طور کامل

1. Safe Alliance, 1992

2. Green peace, 1992

پرورش یابند، مانند چرخه کوتاه جست آوری^۱ بید و سپیدار مآلاً می‌تواند سالانه ۱۵۰ Twh برق، یا حدود نیمی از نیازهای سالانه برق بریتانیا را تأمین کند.^۲

درحالی که مناقشه درباره مزارع باد هم اکنون مدتی است که در جریان است، مباحثه درخصوص گیاهان زراعی انرژی زا در واقع فقط درآغاز راه است. با این فرض که مصرف محصولات زراعی انرژی زا تا حدودی پذیرفته می‌شود، دراین صورت پرسش‌هایی از این قرار مطرح می‌شوند: چقدر، چگونه و به وسیله چه کسانی؟ به نظر می‌رسد که گفتگو برسر مبادله و مصالحه بین عوامل گوناگون فنی و زیست محیطی ضروری باشد. باید به آثار محلی به وقت اندیشیده و درباره آن‌ها بحث شود، که به قواعد برنامه ریزی تعدیل شده برای اجتناب پروژه‌های ضعیف از نظر تعیین مکان و بسیار بزرگ، و بهبودی نظارت بر میزان گازهای گسیلی، می‌انجامد. فراتر از این‌ها، به نظر می‌رسد که بحث درباره سهم کلی گیاهان زراعی انرژی زا در تولید انرژی جهانی ضروری است. برخی از سناریوها درباره انرژی، مانند انرژی تجدیدپذیر جهانی تدوین شده به دست یوهانس و همکارانش برای ارائه به نشست زمین در سال ۱۹۹۲، قویاً به این گیاهان متکی‌اند؛ سناریوهای دیگر، مانند گزارش انرژی بدون سوخته‌های فسیلی که آن را صلح سبز تدوین و ارائه کرده، محتاطانه ترند، و حاکی از آن‌اند که این مواد بالقوه برتنوع زیستی که موضوعی اصلی تلقی می‌شود، تأثیر منفی می‌گذارند.^۳

سروسامان دادن به مباحثه

موازنه‌های محلی و جهانی بین نگرانی‌های فنی، اجتماعی و زیست محیطی از نوعی که در بالا مورد بحث قرارگرفت، غالباً در حال حاضر عمدتاً در زمینه‌های اقتصادی، درباره پایه قیمت و هزینه، دور می‌زنند. برای اضافه کردن هزینه‌های زیست محیطی به طور مؤثری به چارچوب این معادله، مثلاً، با استفاده از تحلیل سود - هزینه، با نسبت دادن ارزشهای مالی به هر عنصر، تلاش‌هایی صورت گرفته است. اما، انجام این کار دشوار است. برای یک درخت یا یک چشم‌انداز چه قیمتی می‌توانید قرار دهید؟ روشهای «ارزشگذاری مشروط»^۴ که در آن از مردم می‌خواهند برآورد شخصی خود را از ارزش‌های قیاسی بیان کنند (مثلاً، چقدر

۱. coppicing (بریدن درختان پهن برگ نزدیک به زمین با این هدف که از کدۀ آنها جست‌هایی برویند.م. ۲. تولید عناصر شاخه زا د.م.

2. Department of Trade and Industry, 1994b

3. Johansson *etal.* 1993; Greenpeace, 1993

4. contingent valuation

دوست دارند برای نگهداری یک منظره چشم‌انداز یا جایی تفریحی بپردازند (لاجرم محدودند، هر چند که دست کم باب شکلی از فرایند گفتگوهای اجتماعی را می‌گشایند.

نیروهای اقتصادی و صنعتی که تصمیم‌گیری درباره فناوری را شکل می‌دهند، بسی قدرتمندند و ملاحظه این امر که به چه آسانی می‌شود با آنها مخالفت کرد، دشوار است مگر این که قدرتی به همان میزان تأثیر در کار باشد. علی‌الاصول عوامل قانونگذاری و نظارتی برنامه ریزی زیست محیطی مانند سازمان حفاظت محیط زیست در ایالات متحده آمریکا و نظام برنامه ریزی روستایی و حومه‌های شهری بریتانیا وسیله‌ای برای ارائه آرای واگرا و پراکنده‌ای، مثلاً، از طریق بررسی‌های برنامه ریز همگانی محلی یا اظهار نظر همگانی درباره پروژه‌های عمده فراهم می‌آورند. اما، این‌ها معمولاً در چارچوب فحوای سیاست‌گذارانه‌های فناوری پیشرفته تری که از قبل جا افتاده‌اند عمل می‌کنند. به این ترتیب، در پرس و جوهای همگان بر سر ضرورت احداث یک آزاد راه یا یک نیروگاه معمولاً این امکان پیش نمی‌آید که در خصوص موضوعهای گسترده‌تر سیاست انرژی یا خط مشی حمل و نقل بحثی به میان‌اید، بلکه فقط در این مورد که پروژه خاصی پذیرفتنی است یا خیر، بحث می‌شود. با همه این احوال، نگرانی‌های زیست محیطی به تدریج دارند بر راه و رسم و چگونگی تعریف دولت‌ها از سیاستگذاری فناورانه و صنعتی شان تأثیر می‌گذارند و کمپانی‌ها هم کم‌کم شروع به فهمیدن این مسائل کرده‌اند، هر چند که به دلیل دیگری نباشد جز پیش‌بینی قوانین و مقررات دولتی. نیت این کتاب توضیح دادن جزئیات چنین پیشرفت‌ها و اقدامات یا کندوکاو در حوزه به سرعت و به گسترش اقتصاد زیست محیطی نیست: این مباحث هر یک خود مستلزم یک کتاب‌اند. اما، به نظر می‌رسد که نوع معیارهای فناوری پایدار که در فصل ۳ بر شمرده‌ایم دارند با هم ترکیب می‌شوند و دستورالعمل‌های دولتی می‌گنجند.

علت تحقق این امر تا حدودی به این علت بوده است که به جای تحمیل هزینه‌ها بر نقش آفرینان گوناگون انسانی، تغییر جهت به سوی رویکردهای پایدار در واقع می‌تواند فرصتهایی هم پدید آورد - مثلاً، گشودن بازارهای نوبری محصولات سبز، فراهم آوردن گزینه‌های اشتغال برای آنان که بر اثر تعطیل شدن صنایع متعارف و سنتی بیکار شده‌اند، و عموماً ثروتهایی به یار آورده‌اند. به این ترتیب، سرکره‌سین تیکل، نماینده میزگرد دولت بریتانیا درباره توسعه پایدار، اظهار داشته است که « کسانی که ثروتمند شده‌اند از بابت

خراب کردن جهان در دویست سال گذشته بوده است. به نظر من آنان در طی دویست سال آینده از طریق پاک سازی گندکاری‌ها باز هم حتی می‌توانند ثروتمند تر شوند.^۱

این تعبیر و تفسیر خوش بینانه راهمه کس هم قبول ندارند. روشن است که با اتخاذ رویکردی پایدار به فناوری، وبه توسعه اقتصادی به طور کلی، می‌تواند مشاغل جدید بسیاری ایجاد شود و می‌شود شالوده اقتصاد جهانی پایدار و با ثباتی را پی ریخت. اما، به طوری که دیده‌ایم، رویهمرفته هر یک از گروه‌های انسانی باید بار سنگین مسئولیت‌هایی را بپذیرند تا به پایداری زیست محیطی دست یابند.

نتیجه گیری

فناوری تهدید و نوید را باهم به بار می‌آورد. فناوری می‌تواند این سیاره را نابود کند، اما احتمالاً می‌تواند آن را هم نجات دهد. اما، فناوری در واقع فقط مجتمع بی‌جانی از چیزهایی است که به عنوان ابزاری برای برخی مقاصد انسانی سازمان یافته وبه کار گرفته شده‌اند. قطعاً نیازی به ارزشیابی دقیق وهماهنگ از این بابت وجود دارد که برخی فناوری‌ها را ممکن است از لحاظ زیست محیطی واجتماعی نامناسب تلقی کرد، اما فقط افراطی ترین منتقدان ممکن است بگویند بیاید فاتحه هر فناوری را بخوانیم. نیاز واقعی حیات این است که فناوری‌هایی را گزینش کنیم وبکوشیم الگوی زندگی متوازن تر و پایدارتری رادر چارچوب قید وبندهایی که از سوی اکوسیستم تحمیل شده‌اند، در پیش گیریم.

قراریست به آسانی بشود به این موازنه دست یافت. حتی اگر آدمها چنین تصمیمی بگیرند، پی بردن به این که دقیقاً چگونه باید از محیط زیست دفاع کرد دشوار است. رویهمرفته، هرچند که طبیعت درهم بافته است اما یک نظام صرفاً یکپارچه نیست. هزاران گونه وجود دارند که نیازمند حفاظت، وهزاران مسئله اکولوژیکی یافت می‌شوند که محتاج توجه‌اند. محیط زیست گرایان چگونه می‌توانند تصمیم بگیرند که روی یکی از آنها توجه خود را متمرکز کنند؟ آیا آدمها با انتخاب دفاع از یک گونه به جای گونه دیگر، باید نقش خداوند را بازی کنند؟ آیا این خطر وجود ندارد که دخالت انسان ممکن است جانبدارانه وضد بهره‌وری باشد؟ برخی محیط زیست گرایان سرسخت با پروژه‌های عمده انرژی تجدیدپذیر چون آب بندهای کشندی، بر پایه این برهان مخالفت ورزیده‌اند که این پروژه‌ها حیات وحش را به شدت آشفته می‌کنند. این مناقشه

و مباحثه پیچیده است: در حالی که برخی گونه‌ها ممکن است دستخوش افت کیفیت زیستگاه خود شوند، گونه‌های دیگری هم یافت می‌شوند که عملاً از تغییرات اکولوژیکی منتفع می‌شوند، داوری کردن در باب برقراری توازن زمین این دو حالت، دشوار است. موضوع ممکن است از این قرار باشد که گزیدن فناوری‌های دیگر بهتر، اما تحلیل تام و تمام گزینه‌ها و آثار آنها ضروری است. در این وضعیت، اتخاذ یک رویکرد نظری کلی به تعیین و تعریف گونه‌ها و زیستگاه‌های خاص بسی مفید خواهد بود.

این هم هست که بعضی مسائل زیست محیطی در دراز مدت احتمالاً جدی تر از مسائل دیگرند. نظر به محدود بودن منابع پولی و تنگی دامنه مهارت و تخصص، حدودی از تمرکز توجه ناگزیر است. اما چگونه می‌توان ارزیابی کرد که کدام مسائل قرار است کلیدی مهم باشند؟ استدلال استاندارد و متعارف در این زمینه از این قرار است که توجه و تمرکز عمدتاً باید بر هر تأثیر زیست محیطی که برگشت ناپذیر به نظر می‌رسد، صورت گیرد. اما، باز شناسی این امر همیشه هم آسان نیست. به نظر می‌رسد که ممکن است موضوعی بی اهمیت و پیش پا افتاده در مرکز توجه قرار گیرد. در این شرایط به طور اجتناب ناپذیر باید به آن چیزی اتکا کرد که تحقیقات علمی می‌توانند آن را منتقل کنند. اما، متأسفانه علم می‌تواند دامنه بس گسترده‌ای پیدا کند. سرانجام، علم لا جرم به داوری‌های ذهنی انسانی محدود می‌شود.

رویه هم‌رفته، آنچه ضروری به نظر می‌رسد عبارت است از رویکردی جامع به حفاظت زیست محیطی که در جستجوی متوازن کردن تمام منافع و نگهداری و حفاظت تنوع زیستی کلی - و انجام این کار آسان نیست. در فصل‌های پیشین برخی از محدودیت‌های غایی زیست محیطی و منابع را کاویدیم و تلاش به عمل آمد تا برخی اصول کلی راهبردی و معیارهایی برای فناوری پایدار تدوین شوند. اما اینها همه فقط طراحی کلی برای هدایت به انتخابی خاص رافراهم می‌آورند. یک فرایند گفتگوی اجتماعی لازم است تا چنین انتخاب‌هایی را با داشتن محیط زیست طبیعی، به عبارتی، به یک رأی دادن و کالتی تبدیل کند. ممکن است کسانی بگویند که در دنیایی که نیروی محرکه آن حرص و آز بخش خصوصی و حتی طمع جمعی است، رسیدن به بهبودی‌های مثبت دشوار است. در حال حاضر، توسعه فناوری و صنعتی با آهنگهایی مردم فزاینده به وسیله اقتصاد جهانی رقابتی به حرکت در آمده، و نیروی محرکه این حرکت انگیزه سودتوام با انتظارات مردم برای کالاهای مصرفی بیشتر و عرضه هر چه بیشتر خدمات است. بعضی‌ها ممکن است بگویند که فناوری یا آهنگ تغییر مسئله اصلی را تشکیل می‌دهد، در حالی که به نظر

بعضی دیگر، از زاویه‌ای بنیادی تر، انگیزش‌های اجتماعی اساسی، وساختارهای اقتصادی و صنعتی که به عنوان نتیجه به بار آمده‌اند، علت اساسی به شمار می‌آیند.^۱

هیچ راهی وجود ندارد که بتوان در قالب این کتاب درباره موضوع‌هایی از این دست به نتیجه‌گیری‌های عینی نسبت به آنها دست یافت: موضوع فقط به صورت ابرازدیدگاه است. واضح است که فناوری می‌تواند هم بهترین و هم بدترین انگیزش‌های آدمی را منعکس کند. منظور این نیست که بگوییم فناوری مجموعه‌ای انعطاف‌ناپذیر از اقلامی است که هم می‌شود از آنها سود جست و هم از آنها سوء استفاده کرد. شیوه ایجاد و به کارگیری فناوری و انتخاب فناوری عبارت‌اند از فرایندهای اجتماعی و سیاسی، که منافع متضاد و قدرت گروه‌های رقیب در جامعه را منعکس می‌کنند. همیشه هم همین گونه بوده است. آنچه که در سال‌های اخیر تغییر کرده این است که، با مراجعه به مدل بر هم کنش و تعامل مطرح شده در فصل ۱، یک عامل جدید، محیط زیست طبیعی، سرنوشت ساز بوده است. اگر قرار است آدمی بر روی این سیاره زندگی مطلوبی را بگذراند، این امر به نحو فزاینده‌ای نقش حیاتی پیدا می‌کند که گزینه‌های فناوری وی برای چیزهایی بیش از فقط منافع کورکورانه گروه‌های متعارض یا منافع نخبگان قدرت اهمیت قائل شوند، و محدودیت‌ها و قید و بندهای زیست محیطی بنیادی را نیز در آنها بگنجانند. عملاً، آنچه که اجتناب‌ناپذیر به نظر می‌رسد عبارت از این است که یک فرایند اولویت بخشی موضوعها و گزینه‌ها باید شکل بگیرند. موضوع ناروشن عبارت است از مسئله‌ای سیاسی مبنی بر این که چه کسی، و بر چه اساسی این کار را انجام دهد.

جمع‌بندی

- راه‌های رسیدن به پایداری متعدّدند، و طیفی از آمیزه‌های فناوری را دربرمی‌گیرند.
- فناوری می‌تواند در خدمت انواع متنوعی از الگوهای مختلف و مقیاس‌های سازمان اجتماعی قرار گیرد، هر چند که بر آن چیزی که شدنی و امکان‌پذیر است محدودیت‌های زیست محیطی وارد می‌آید.
- انتخاب بهترین گزینه‌ها برای هر جامعه خاص باید مشتمل بر فرایند گفتگوی اجتماعی باشد، که منافع زیست محیطی در آن نقشی کلیدی باز می‌کند.

- مسائل زیست محیطی اهمیت روز افزونی پیدا می‌کنند، اما این که بدانیم موضوع‌های اصلی کدام‌اند، دشوار است. عدم قطعیت‌ها و تضادهایی فراوان در برابر آدمی قرار دارند که وی باید با انتخاب درست تلاش کند و به سوی آینده پایدار گام بردارد.

برای مطالعه بیشتر

نوشتگان پر دامنه ورو به رشدی درباره توسعه پایدار و موضوع‌های اقتصادی، صنعتی و فناوریانه مربوط به آن نوشته و منتشر شده است. برای مرور مقدماتی مفید بعضی از این موضوع‌های کلیدی، رک:

Beder, Sharon, *the Nature of sustainable Development* (1993, Scribe, Australia).

بعضی مسائل کلی اقتصادی و مربوط به توسعه در سلسله کتابها و گزارش‌هایی به وسیله:

New Economic Foundation, London.

منتشر شده است؛ از آن جمله:

Paul Ekins' introductory *Atlas of new economics* (1992, Hutchinson, London).

حوزه اقتصاد انرژی شتابان رو به گسترش است. طرح کلی سلسله مطالعات انتشار یافته از سوی CESERGE، که مرکز آن در بریتانیا و وابسته به مرکز تحقیقات اجتماعی و اقتصادی در زمینه محیط زیست جهانی است، به همت پروفیسور دیوید بی پرس و همکارانش، مطالب مقدماتی مفیدی در این زمینه را فراهم آورده است.

انتقادی به برخی جنبه‌های رویکرد رایج به اقتصاد انرژی رامی‌توان در مقاله اندرو استارلینک به شرح زیر یافت:

« Regulating the electricity supply industry by valuing environmental heffects » , *Futures*, 24, (10):1024-47 , 1993.

فصل ۱۶

نتیجه گیری: آیا راهی برای پیمودن به پیش وجود دارد؟

✓ حل و فصل تعارض‌ها از طریق گفتگو

✓ ابتکار عمل‌های واژگون

✓ معیارهای پایداری

✓ مسئولیتهای آدمی

در پیش گرفتن مسیر روبه جلو برای هرگونه تلاشی به منظور نگهداری پایداری باید مستلزم اقدام در همه سطوح، محلی و جهانی، باشد: «جهانی‌اندیشیدن و محلی عمل کردن». با یاری جستن از مدل مصلحت‌ها که در آغاز این کتاب معرفی شد، در این فصل از برخی مطالب ناشی از مورد پژوهیها و مثالها در صفحات باقی مانده کتاب سود می‌جوئیم تا برخی فرصتهایی را ارزیابی کنیم که برای گفتگو در باره موازنه بین منافع متعارض انسانی و نگرانی‌های محلی و جهانی، یافت می‌شوند. اگر قرار است پایداری حاصل آید، این نوع فرایند گفتگو حیاتی به نظر می‌رسد، و موضوع نهایی از این قرار است که آیا آدمها عملاً قادرند درباره راههای حل و فصل مسائل زیست محیطی که خود به وجود آورده‌اند، به گفتگو بپردازند یا خیر. اگر نتوانند، آینده غم‌انگیز و مایوس‌کننده خواهد بود.

گفتگو بر سر آینده

نیت این کتاب فراهم آوردن طرحی کلی برای آن چیزی نیست که به طور خاص باید یا می‌شود انجام داد تا مسائل زیست محیطی رویاروی جهان راحل و فصل کنند. گزینه‌های فناورانه گوناگون خاص در این کتاب مرور شده‌اند و می‌شود فهمید که برخی از آنها را باید به مجموعه اقدامات امکان پذیر برای دستیابی به انرژی پایدار افزود. اما، نکته‌ای اصلی که رخ می‌نماید این است که نیازی به انتخاب از میان آنها و گفتگوی دقیق درباره چگونگی استفاده از آنها، به عنوان جزئی از یک فرایند پرمناخ تر حرکت و به سوی آینده‌ای پایدار، وجود دارد. هرگاه این فرایند توسعه را در ذهن بسپاریم، برخی از دورنمایه‌ها و مسائل کلی فصل‌های پیشین را می‌توان به صورت مفیدی فراهم آورد به گونه‌ای که برخی نقاط آغاز و راه‌های ممکن را نشان دهند که طی آنها باید بر تضاد منافع غلبه یافت.

مدل منافع و مصالح متضاد که در فصل ۱ معرفی شد نیاز به یک فرایند گفتگو را میان گروه‌های انسانی با منافع متضاد (تولید کنندگان، مصرف کنندگان، سهامداران) و مصلحت‌های کره زمین، که باید به آن اولویت داده شود، تحت الشعاع قرارداد. به این ترتیب در فصل ۳، در آنجا که فهرستی از معیارها و ضوابط برای فناوری پایدار را برشمردیم، پیشنهاد شد که حساسیت‌های آدمی در ارتباط با آثار زیست محیطی پروژه‌های انرژی فقط جزئی از مسئله به شمار می‌آید. اگر آدمی به انرژی (نیرو) نیاز دارد، پس هم اوست که باید هزینه آن را بپردازد. به این ترتیب، هزینه‌های زیست محیطی که بیشترین اهمیت را داشت ضرورتاً آنهایی نبودند که با درک آدمی از محیط زیست طبیعی (مثلاً، تخریب چشم‌اندازها) رابطه پیدامی‌کنند، بلکه آنهایی‌اند که بر بقیه اکوسیستم تأثیر می‌نهند.

اما، این تأثیرها درجه‌هایی دارند: چیزی که در واقع باید از آنها احتراز کرد چیزهایی‌اند که تغییرات نامساعد برگشت ناپذیر پدید می‌آورند. اما در بسیاری موارد حکم کردن در این باره دشوار است که اثر دراز مدت چیزهایی که آثار کوچک مقیاس به نظر می‌رسند، بخصوص وقتی به شیوه‌ای احتمالاً نامنتظره با آثار کوچک دیگر ترکیب شده باشند، کدام است. مفاهیمی چون تنوع زیستی می‌توانند برای برقراری و حفظ نوعی توازن به ما کمک کنند، اما مآلاً اصل پیشگیرانه مهم به نظر می‌رسد: بنابراین اصل، اگر نتایج احتمالی ناشناخته باشند باید از هرگونه تغییرات بالقوه خطرناک اجتناب ورزید.

در حالی که اولویت کلی را شاید بتوان به محیط زیست داد، چگونه می‌توان اولویت‌ها را در میان گروه‌های گوناگون انسانها آراست؟ پروژه‌های انرژی احتمالاً برای بعضی‌ها سود امابرای بعضی دیگر هزینه به بار می‌آورند. در فصل ۱۲ به موضوع مزارع باد نگریستیم. سودهای زیست محیطی شفاف‌اند و، به

طور کلی، برحسب کاهش آلودگی هوا و اجتناب از مسائل و مشکلات زیست محیطی جهانی، عاید همه کس می‌شود. اما سودهای اقتصادی متوجه شرکتهای ساخت و ساز و سهامداران نشان می‌شود، درحالی که هزینه‌های زیست محیطی و تسهیلاتی در درجه اول بردوش ساکنان محلی تحمیل می‌شود. اظهار نظر شده است که یکی از راههای حل و فصل این معضل عدم تعادل باید تشویق و ترغیب مالکیت محلی پروژه‌های باد باشد.

متأسفانه، همیشه هم راه حل‌های بالقوه قابل دسترس نیست؛ در مواردی تمامی گروه‌های انسانی ناگزیرند هزینه‌های واقعی را برای دفاع از کره زمین بپذیرند. در فصل ۱۳ در این زمینه بحث کردیم که آیا با رشد اقتصادی تا بینهایت می‌توان ادامه داد یا خیر و به این نتیجه رسیدیم که، گرچه این حرکت تا آینده‌ای قابل پیش بینی از لحاظ فنی میسر است، احتمالاً تغییرات اجتماعی با، دست کم، تأکید کمتر بر کمیت مصرف مواد و تأکید بیشتر بر کیفیت آن، ضروری است. اما، از بابت مصرف، خاطر نشان شد که تغییر مسیری به رویکرد پایدارتر به حل و فصل مسئله عدم اشتغال، دست کم در برخی بخشهای اقتصاد، کمک خواهد بود.

البته، ایجاد چنین تغییراتی همیشه هم آسان نیست. در فصل ۳ نگاهی گذرا و سطحی به اتومبیل‌ها انداختیم و خاطر نشان کردیم که، به نفع هیچ گروهی نیست. همه باید تنفس کنند و اتخاذ یک رویکرد پایدارتر در جاهایی اجتناب ناپذیر به نظر می‌رسد.

در باره سایر گروه‌های صاحب منافع که در مدلمان معرفی کردیم - سهامداران - یعنی آنان که از سرمایه گذاری در تولید با استفاده از منابع طبیعی سود می‌برند، چه باید گفت؟ آیا سود سهام و پاداش آنان هم تحت تأثیر قرار می‌گیرد؟ ساده ترین پاسخ به این پرسشها این است که الگوهای موجود بازرگانی از لحاظ زیست محیطی ناپایدارند به طوری که هیچ انتخابی در دراز مدت وجود ندارد، مگر ایجاد تغییرات. سرمایه گذاران ناگزیر سهم خود را از بار مسئولیت خواهند پذیرفت. به بیان دقیق‌تر، گاهی این بحث به میان می‌آید که اقتصاد پایدارتر می‌تواند همانقدر سودآور باشد که، یا تقریباً، یک اقتصاد موجود. اما، با تأکید بیشتر بر چیزی که «سرمایه گذاری اخلاقی» نامیده شده بود، موضوع فرق خواهد کرد.

در حال حاضر، بسیاری از بنگاه‌های سرمایه گذاری هستند که سهامی را در پروژه‌هایی ارائه می‌کنند که پیرو ارزیابی در زمینه‌های زیست محیطی بوده‌اند. مثلاً، در بریتانیا بنیاد باد سهامی را در پروژه‌های مزرعه

گزیده باد، با حداقل سهم ۳۰۰ پوندی ارائه می‌کند. منظور از این پروژه، با پشتیبانی بانک دانمارک، عبارت است از گسترش پایه سهام و برانگیختن ایجاد و توسعه مزرعه باد. کمپانی‌های فعال در حوزه باد مبتنی بر اجتماعات محلی در هلند و دانمارک همین نیت را دارند. سرمایه گذاری محلی معطوف به محیط زیست از این نوع ظاهراً در همه جا در حال گسترش است: مالکیت ۲۰ درصد از ظرفیت ۲/۱ GW توربین باد نصب شده در آلمان تا سال ۱۹۹۶ به گروه‌های اجتماعات محلی تعلق داشته است.

این روندها، تاحدودی نارضایتی از شکل سنتی سرمایه گذاری چه دولتی چه خصوصی- را منعکس می‌کنند. شرکتهای ملی شده، که به دولت تعلق داشته‌اند به نحو مایوس کننده‌ای دیوان سالار، متمرکز و انعطاف ناپذیر تلقی می‌شوند، در حالی که شرکتهای انحصاری خصوصی را فاعل مختار (که مجبور به توضیح دادن به کسی نیستند)، فاقد حساسیت و آزمند می‌نگرند. برای اصلاح کردن این وضعیت از طریق نوآوری نهادی، افزایش پاسخگو بودن و مانند اینها در سطح دولتی و شرکتی کارهای زیادی می‌شود انجام داد، اما به همان میزان برای ابتکار عمل در سطح محلی باید نقشی کلیدی قائل بود.

راه‌های جهانی، ابتکار عملهای محلی

در حالی که بده بستانها و چانه زنی و دشورای بین‌آدمی و نگرانی‌های زیست محیطی در همه سطوح ضروری خواهد بود، واضح به نظر می‌رسد که شاید گفتگوها و مذاکرات شاق و دشوار مؤثرتر، و احتمالاً منصفانه ترند، در صورتی که در سطح محلی انجام پذیرد. این امر، تاحدودی آن چیزی است که در برنامه منشور ۲۱ محلی، که در بی نشست زمین سازمان ملل در سال ۱۹۹۲ تدوین شد، مورد توجه قرار گرفته است.^۱

بسیاری از سازمانهای زیست محیطی ملی و محلی، در سطح جهان در چارچوب این برنامه فعال شده‌اند، که از آن جمله می‌توان هیأت‌های دولت محلی و هیأت‌های مشاوره محلی را برشمرد. ابتکار عملها، پروژهها و عملیات محلی مستقل زیادی وجود دارند، که بسیاری از آنها پروژههای توسعه پایدار را عملاً در سطح توده‌ها و عامه مردم به پیش می‌برند. برخی از سازمانها برشمرده شده در پیوست ۲ (آخر کتاب) می‌توانند جزئیات به روز شده چیزی را فراهم آورند که لاجرم صحنه‌ای به سرعت در حال تغییر است. اما هم اکنون پروژههای زیادی در حوزه انرژی پایدار در سطح جهان، خاور و باختر، شمال و جنوب، یافت

1. United Nations, 1992

می‌شوند. مثلاً، دلگرم کننده است که، بنابر گزارش تهیه شده از سوی نشریه اخبار انرژی پایدار^۱ متعلق به JN for SE، می‌بینیم پروژه‌های عمومی انرژی تجدیدپذیر در اروپای شرقی و مرکزی در جریان‌اند. مشاهده این موارد هم خوب است که پروژه‌هایی محلی در نواحی‌ای در غرب از زمین سبزی می‌شوند که در وضعیت رکود اقتصادی‌اند. مثلاً، در بریتانیا، پروژه‌هایی در جریان‌اند که برای باز زنده سازی نواحی‌ای طراحی می‌شوند که زمانی به استخراج زغال سنگ متکی بودند، و اینک استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر محلی در آن نواحی نقشی کلیدی بازی می‌کند. سازمان توازن زمین^۲ در نورث آمبرلند^۳ از یاد و زیست توده برای تولید انرژی استفاده می‌کند و امیدوار است در ناحیه‌ای فرصت‌های شغلی پدید آورد که زمانی تحت سلطه فعالیت‌های استخراج زغال سنگ بود، در حالی که مؤسسه دهکده انرژی بروتون، بریکی از جایگاه‌های قدیمی معدن زغال سنگ در ناحیه ناتینگهام، از تراشه‌های چوب به دست آمده از جنگل شیروود در آن نزدیکی استفاده می‌کند. سازمان مرکز زمین، که در جایگاهی بر روی یک معدن زغال سنگ قدیمی در نزدیکی دان کستر در ساوث یورکشایر پا گرفته، نمایشگاهی ۱۲۰ هکتاری از «زندگی پایدار» با برنامه‌هایی است که طی آنها از زیست توده محلی به عنوان سوخت استفاده می‌کند. این سازمان از حمایت بنیاد هزاره بریتانیا برخوردار است.

بنابر اظهار نظر سرپرست پروژه مرکز زمین: «اگر قرار است توسعه پایدار عملی شود، باید در نواحی‌ای چون اینجا آغاز شود که دستخوش عدم اشتغال (بیکاری) دامنه دار است (۱۰۵۰۰ شغل در ۱۰ سال گذشته حذف شده است) و بدترین افراطها و زیاده رویهای بسیاری از صنایع آلوده کننده سنتی را تجربه کرده است»^۴. همان گونه که می‌توان با عنایت به این نمونه‌ها پی برد، شعار و «جهانی‌اندیشیدن و محلی عمل کردن» جدی گرفته شده است. در سطح محلی کارهای زیادی می‌توان انجام داد. البته، برخی گفتگوهای مربوط به نگرانی‌های جهانی فقط می‌تواند در سطح بین المللی انجام شود، اما حتی در اینجا هم می‌توان یک ورودی محلی تشکیل داد. مثلاً، در طی چند سال گذشته یک رشته ضوابط زیست محیطی اساسی از طریق یک فرایند هم رأیی و اجماع در سطح توده مردم در سوئد، تحت عنوان گام طبیعی^۵ تدوین شده است.^۶

1. Sustainable Energy News
2. Earth Balance
3. North UMBERLAND
4. RENEW, 1996
5. Natural Step
6. Greyson, 1995

«ضوابط سیستمی»^۱ که شکل گرفته‌اند (ر.ک. کادر ۶) بر نیاز به در پیش گرفتن رویکرد پایدار در تمام بخشها تأکید می‌ورزند، و چندین کمپانی عمده سوئدی آنها را پذیرفته‌اند. به طوری که دیده می‌شود برخی پیوندها با ضوابطی برقرار است که قبلاً در این کتاب آورده شده‌اند، هرچند که ضوابط گام ملی بنیادی ترند. مفهوم گام ملی اکنون بین المللی شده است - از طریق تشویق و ترغیب سازمان‌ها در سطح جهان که ارتقاء یابند و بکوشند این اصول اساسی پذیرفته شوند. روایت بریتانیایی این اصول تحت عنوان تعهد به کره زمین^۲ در حال تدوین است. واضح است که، این مجموعه‌ای بسیاری کلی از ضوابط است، اما جانداختن دستورکار جدیدی به شیوه «واژگون یا از پایین به بالا» را آغاز کرده است.

کادر ۶

گام طبیعی: ضوابط سیستمی

- ۱- موادی که از پوسته زمین به دست می‌آیند نباید به طور سیستماتیک به طبیعت افزوده شوند (این کار مستلزم کاهش چشمگیری در وابستگی ما به کان‌کنی و مصرف سوخته‌های فسیلی است).
- ۲- مواد تولید شده به وسیله جامعه انسانی نباید مرتباً به طبیعت افزوده شوند (این کار مستلزم کاهش تدریجی و پیوسته موادی غیر طبیعی چون ترکیبات CFC و PCB است. نیز نیازمند کاهش تولید موادی است که در طبیعت یافت می‌شوند، مانند کربن دی‌اکسید و سولفور دی‌اکسید).
- ۳- بار آوری و تنوع زیستی طبیعت نباید به طور مرتب تحلیل برده شود. (تحقق این امر مستلزم تغییرات همه جانبه در کاربری اراضی بارآور، مثلاً، ایجاد تغییرات در کشاورزی، جنگل کاری، شیلات و برنامه ریزی جوامع است).
- ۴- انسان باید به بهره‌گیری دقیق و کارآمد از منابع در جامعه دست یابد. (این کار مستلزم آن است که نیازهای اساسی آدمی با بیشترین کارایی ممکن منابع، از جمله توزیع صحیح در آمد تأمین شود. فعالیت بیشتر با مصرف کمتر انرژی).

1. System Criteria

2. Planet Pledge

گام طبیعی فقط یکی از چندین مورد تلاش برای تدوین و ارتقای ضوابط اساسی برای پایداری است. سایر موارد کمتر عمومی و کلی‌اند و گروه‌های هدف خاص مانند مهندسان، طراحان و سایر اهل حرفه درگیر در توسعه فناوری و فنی را هدف گرفته‌اند. مثلاً، جان دیویس در کتاب کسب و کار سبز (۱۹۹۱) مجموعه ضوابطی را برای مهندسان طرح کرده است (ر.ک. کادر ۷).

ظهور مفهوم «طراحی محصول سبز» به تدوین مجموعه‌ی مشابهی از ضوابط برای طراحان^۱ انجامیده است، در حالی که مایک کولی^۲ (۱۹۸۷)، یکی از تبلیغ‌گران ایده «تولید مفید برای اجتماع»^۳، مجموعه ضوابطی را تدوین کرده است که بر نیاز به ملاحظه نه تنها محصولات بلکه فرایند تولید و نقش تولیدکنندگان در چارچوب آن، تأکید می‌ورزد (ر.ک. کادر ۸).

کادر ۷

چالش توسعه پایدار

خطوط کلی نظام نامه مهندسی برای توسعه پایدار

■ نیت عمده کاربرد مدنی مهندسی عبارت است از مهار کردن نیروها و منابع طبیعت به نفع آدمی و محیط زیست.

■ این منابع باید حتی الامکان به طور دامنهداری در دسترس باشند، به طوری که:

۱- منابع طبیعی باید حتی الامکان به طور کارآمدی مصرف و منابع تجدیدپذیر ترجیح داده شوند.

۲- هزینه مالی کاربران، در سرتاسر عمر محصول، باید حتی الامکان پایین باشد.

۳- محصول نباید مهارت استثنایی کاربر را طلب کند.

۴- تولید و مصرف نباید آدمها را فاقد صفات انسانی کند.

■ باید بالاترین استانداردهایی که از لحاظ فنی قابل دسترس‌اند، و بالاترین کارایی انرژی، مورد نظر قرار گیرند.

■ در محاسبه هزینه‌ها - سودها، آثار کاربرد انبوه دراز مدت، و نیز آثار کاربرد کوتاه مدت و محدود، ملحوظ شود.

1. Blair, 1992

2. Mike Cooley

3. Socially useful production.

- هرگونه تعهدی باید به حقوق بشر و شأن انسانی حرمت بگذارد. کار مهندسی نباید به قصد کسب امتیاز برای بعضی افراد به هزینه دیگران تحقق عملی یابد؛ کارهای مهندسی حتی الامکان باید در جهت کسب امتیاز برای اقشار آسیب پذیر باشد.
- باید یک «رویکرد سیستمی تام» اتخاذ شود: نگهداری، ترمیم و بازسازی باید تسهیل شود، و مواد باید بازیافت شوند.
- باید برای جلوگیری از سوء مصرف در هر جای ممکن اقدامهایی صورت گیرد.
- از بین بردن و دورریزی نهایی یک محصول باید در مرحله طراحی آن در نظر گرفته شود، و طرحهایی برای ارائه راه حل‌های قابل قبول به این منظور مهیا شوند.
- اطلاعات مربوط به ایمنی باید در اختیار مردم قرار گیرد و محیط زیست طبیعی باید بدون محدودیت و بدون قید و شرط در اختیار آنان قرار گیرد.
- نباید اطلاعات مربوط به مصرف یا کاربرد از مردم دریغ شود.
- باید امتیاز ویژه همه ابداعات دارای حق انحصاری بهره برداری و طرحهای ثبت شده محترم شمرده شوند.
- دخالت در طراحی، گسترش یا تولید کالاهای غیر مجاز ممنوع است.

ضوابط و معیارهایی از این دست می‌توانند نقش مفیدی در «بالا بردن آگاهی» بین اهل حرفه بازی کنند، در عین حال، نیازی به تمامی شکل‌های معمول حمایت، مبارزه و تشکیل محافل قدرت برای کمک به پذیرش اجتماعی و سیاسی دامنه دارتر پارادایم توسعه اجتماعی و فناوری پایدار که در سرتاسر جهان در حال پیدایش است، باقی می‌ماند.

کادر ۸

تولید مفید به حال اجتماع

فهرستی آزمایشی از صفات، مشخصه‌ها و ضوابطی که تولید مفید به حال اجتماع را تشکیل می‌دهند. منظور این نیست که همه اینها در هر محصول مفید به حال جامعه خاص یا در هر برنامه تولیدی وجود دارند، بلکه برخی از آنها عناصر کلیدی در درون آن محصول یا در چارچوب آن برنامه‌اند.

- ۱ - فرایندی که محصول در چارچوب آن باز شناسی و طراحی می‌شود به خودی خود جزء مهمی از فرایند کلی است.
- ۲ - وسایل تولید، مصرف و تعمیر باید غیر قابل واگذاری باشند.
- ۳ - ماهیت محصول باید چنان باشد که حتی الامکان آن را قابل مشاهده و فهمیدنی عرضه کند و با شرایط انجام آن سازگار باشد.
- ۴ - محصول باید به نحوی طراحی شود که قابل تعمیر باشد.
- ۵ - فرایند ساخت، استفاده و تعمیر باید چنان باشد که در انرژی و مواد صرفه جویی شود.
- ۶ - فرایند ساخت، شیوه استفاده از محصول و شکل تعمیر و دورریزی آن باید از لحاظ اکولوژیکی مطلوب و پایدار باشد.
- ۷ - محصولات باید به خاطر مشخصه‌های دراز مدت، و نه مشخصه کوتاه مدت، مورد ملاحظه آنها قرار گیرند.
- ۸ - ماهیت محصولات و وسیله‌های تولید آنها باید چنان باشد که آدمی را کمک و او را رها کند نه این که محدودش کند، مهارش کند و آسیب جسمی و ذهنی بر او وارد آورد.
- ۹ - تولید باید به همکاری و تعاون بین مردم به عنوان تولید کنندگان و مصرف کنندگان، و بین دولت - ملت‌ها یاری رساند - و نه این که رقابتی بدوی بین آنها برقرار کند.
- ۱۰ - طراحی ساده، بی خطر، و مقاوم باید به عنوان یک فضیلت مورد توجه قرار گیرد و نه سیستم‌های « آسیب پذیر » پیچیده.
- ۱۱ - محصول و فرایندها باید چنان باشند که در اختیار و کنترل آدمی باشند و نه برعکس.
- ۱۲ - محصول و فرایندها را باید از جهت ارزش استفاده مهمتر شمرد تا از حیث ارزش مبادله‌ای آنها.
- ۱۳ - محصولات باید چنان باشند که به اقلیتها، گروههای آسیب پذیر و آنان که از لحاظ مادی محرومند، کمک کنند.
- ۱۴ - محصولات مخصوص جهان سوم که برای روابط متقابل غیر سودجویانه (غیر بهره کشی) با کشورهای پیشرفته فراهم می‌آیند باید حمایت شوند.

- ۱۵- محصولات و فرایند (تولید) باید جزئی از فرهنگ تلقی شوند، و به این ترتیب نیازهای فرهنگی، تاریخی و سایر نیازهای کسانی را برآورده کنند که آنها را می‌سازند و به کار می‌برند.
- ۱۶- در روند ساخت محصولات، و در مصرف و تعمیر آنها، آدمی نباید صرفاً نگران تولید باشد، بلکه متوجه باز تولید آگاهی و توانمندی و شایستگی باشد.

نسبت به آن چیزی که بهترین راه به جلو را برای افراد و سازمانها می‌نماید، لاجرم دیدگاهها فرق می‌کنند. در حالی که بعضی‌ها متوجه مسائل در سطح ملی و بین‌المللی از طریق گروههای فشار و سایر شکل‌های اعمال فشار و قدرت‌اند، دیگران ابتکار عمل‌های «خود یاری» محلی و فعالیت‌های مبتنی بر اجتماع یا محله را بهترین راه می‌بینند: محلی عمل می‌کنند در حالی که جهانی می‌اندیشند. سطح فردی تعهد و مسئولیت می‌تواند از بهبود بخشی سبک‌های زندگی شخصی یا کار کردن با دیگران تا راه‌اندازی پروژه‌های انرژی محله محور از طریق تغییر دادن راه و رسم عمل و فعالیت شاغلان یا سایر کارگزاران در زمینه مسائل زیست محیطی بین‌المللی تغییر کند (برای دستیابی به فهرستی از مراکز تماس به خاطر دخالت‌های شخصی دیگر، پیوست را ببینید).

در تحلیل نهایی، اکثر مردم در جنبش «سبز» معتقدند که پایداری فقط در صورتی می‌تواند حاصل شود که بشود به توافق فراگیر درباره کارهای ضروری دست یافت: کاملاً برکنار از ناعادلانه و غیر دموکراتیک بودن، راه‌های شاق تحمیل شده از بالا از جانب نخبگان احتمالاً مسائل و مشکلات بیشتری به وجود می‌آورند تا آنها را حل کنند. ابتکار عمل‌های توده مردم ممکن است گاه از طریق مقایسه با مقیاس مسائل و قدرت سازمان‌های بزرگی که در حال حاضر امور جهان را شکل می‌دهند، ضعیف جلوه کنند. اما، همان‌گونه که فهرست تماس‌ها و نشانی‌ها «پیوست II» نشان می‌دهند، شبکه‌ها در سطح جهان در حال رشدند غالباً از ارتباط‌های اینترنتی سود می‌جویند، که ممکن است دست کم راه‌هایی برای مسئله‌اندیشیدن جهانی و عمل کردن محلی ارائه دهند.

ایده‌های جدید؟

پیتر هاربر، یکی از نخستین پیشگامان مفهوم فناوری جایگزین، در ضمن سخنرانی خود در کنفرانسی درباره فناوری جایگزین، چنین نتیجه‌گیری کرد:

به نظر من فناوری بهتر، برای مسئله پایداری راه‌حل خوبی ارائه نمی‌دهد. احتمالاً می‌تواند چنین باشد - و احتمالاً خواهد بود. اما این یک مسیر کسل‌کننده و بی‌روح به مقصد است، وقتی در واقع راه‌حل‌های واقعاً سازنده و از لحاظ فرهنگی استادانه درست در برابر چشم شماست.^۱

اشاره‌ی وی به تغییرات ریشه‌ای در سبک زندگی بود. وی بخوبی آگاه بود که این امر برخی آدمها را تهدید می‌کند و فکر می‌کرد که، انواع جدید زندگی، پیش از آن که به نحو دامن‌دارتری پذیرفته شدند، احتمالاً باید پیشگام حاشیه‌های جامعه، مثلاً، در اجتماعات جایگزین گوناگون باشند که در اقصی نقاط جهان ریشه گرفته و رشد یافته‌اند. وی محله‌های مسکونی آزمایشی مانند مرکز فناوری جایگزین در ویلز، فیند هورن در اسکاتلند و مزرعه تِنسی را «مهد کودک‌هایی» برای پروراندن راه‌های جدید زندگی تلقی می‌کرد. در عین حال، در مواردی این مراکز می‌توانستند جلوه‌هایی از این که فناوری‌های جایگزین چگونه می‌توانند سبک زندگی پایدار جدید را پشتیبانی کنند، نیز فراهم آوردند. مراکز فناوری جایگزین، مثلاً، نمود و جایگاه نمایشی عمده‌ای است که هر ساله بیش از ۱۰۰,۰۰۰ بازدیدکننده را جلب می‌کند، اما قسمت اعظم برق خود را از منابع محلی، عمدتاً آب، باد و نیروی خورشیدی، تولید می‌کند.

همه کس هم مہیای رفتن تا چنین حدود و نهایی نیست. از نظر بیشتر ما، حیات مستلزم دوره‌های زندگی و اجتماعات نسبتاً متعارفی است. اما حتی در اینجا تغییراتی رخ می‌نمایند؛ فشارهای اقتصادی معاصر ظاهراً تغییراتی در خانواده و الگوهای زندگی اجتماع را پدید می‌آورند.

شاید مهم‌ترین تغییرات عبارت باشند از تغییر و دگرگونی در ایده‌ها. از آنجا که پایداری بیش از فقط یک سلسله سرهم بندی‌های تکنیکی بی‌حاصل را معنی می‌دهد، ظاهراً آدمی احتمالاً ناگزیر می‌شود مسئولیت دید جدیدی از اکوسیستم جهانی را به عنوان موجودی که آدمی جزئی از آن است، بپذیرد. در عمل ما به «پارادایم» جدیدی نیاز داریم - چارچوب جدیدی برای آندیشیدن به خودمان و پیرامون روابطمان با مابقی اکوسیستم. به نظر کاپرا، ممکن است به نقطه عطف تعیین‌کننده‌ای در توسعه انسانی رسیده باشیم.^۲

1. Harper, 1994: 18

2. Copra, 1982

دهه ۱۹۹۰ شاهد بروز طیف کاملی از ایده‌های نو بوده است و بینش‌هایی جهانی ظهور می‌کنند که بسیاری از آنها در یک دید اکوسیستمی کل نگر پایه‌ای مشترک‌اند. اما، غالباً فقدان انسجام، درجه‌ای از معصومیت و سادگی و امکان بالقوه تعارضات وجود دارد. یکی از انکارهای نمادین بر ماده گرایی از جانب ثروتمندان روی دست نظام حمایتی اقتصادی بلند می‌شود. ناکجا آباد گرایی رمانتیک گاهی بانخبه گرایی ظریفانه تغییر قیافه داده، جفت می‌شود. آرا و نظریه‌های آزادی خواه با عقیده به ضرورت «نظم طبیعی» در تعارض قرار می‌گیرند.

باهمه این احوال، آشکار به نظر می‌رسد که با افول واضمحلال برخی ایدئولوژیهای قدیمی تر که قرن بیستم را شکل دادند و قالب گیری کردند و با فرارسیدن هزاره نو، آگاهی جدیدی دارد طلوع می‌کند، هر چند که هنوز هم در حاشیه‌ها باشد. اکولوژیست‌ها دارند به ایده‌های جدید در باره تنوع زیستی و ناحیه گرایی زیستی می‌رسند و فهم و درک علمی ما از اکوسیستم‌ها به تدریج در حال بهبودی است. همزمان، و به صورتی عملی‌تر، ابتکار عمل‌های توده‌های مردم درباره چگونگی پاسخ و واکنش اجتماعات محلی به مسائل زیست محیطی دارند به آگاهی‌های جدیدی می‌رسند و از ذهن محیط زیست گرایان درگیر در فعالیت‌های حفاظت از گونه‌ها و زیستگاه‌های در معرض خطر ایده‌های جدید جوانه می‌زند. در عین حال، برآورد جدیدی از معرفت و خرد مردم بومی، در کنار نظریه‌های جدید مرتبط با رابطه بین ذهن، جسم و روح دارد رخ می‌نماید.

مبارزه جویی برای بشریت

شاید موضوع محوری برای آینده این باشد که آیا یک آگاهی جدید ممکن با پذیرش گسترده می‌تواند از این فرایند اجتماعی، فرهنگی و در نهایت، سیاسی پیچیده نوسازی ایدئولوژیکی سر برآورد و، در این صورت، آیا آدمی می‌تواند به موقع عملاً بر آن تأثیر گذارد تا از فاجعه جلوگیری کند یا خیر.

بعضی‌های بیم دارند که احتمال این که آدم‌های خود را به موقع تغییر دهند وجود ندارد، که در این حالت چشم‌اندازهای آینده می‌تواند اندوهناک و تیره باشد. اما، برخی خوش بین‌ها به توانایی فناوری اعتقاد دارند که فناوری می‌تواند وقوع تغییرات را شتاب بخشد. بعضی‌ها هم حتی عقیده دارند که در آدمی می‌توان مهندسی ژنتیک مجدد انجام داد و ظرفیتهای ذهنی او را بهبود و ارتقا بخشید. یک رویکرد سرهم بندی

تکنیکی به تناسبات کیهانی

درسویۀ دیگر، بعضی‌ها می‌پرسند که آیا نیازی به تغییر وجود دارد به طوری که قادر به برعهده گرفتن مسئولیت بقای کره زمین باشیم یا خیر. موضع متعادل و میانی از این قرار است که آدمی می‌تواند و باید در ارتباط با مدیریت اکوسیستم جهانی نقش سرپرستی ایفا کند، زیرا انسان عملکرد طبیعی این اکوسیستم را تا آنجا برهم زده و دستخوش آشفستگی کرده که خودش نمی‌تواند بدون دخالت آگاهانه ما پایدار بماند. اما، برخی اندیشمندان عصر جدید^۱ این موضع را خود پسندی نومیدانه‌ای تلقی می‌کنند و معتقدند که آدمی باید تمامی ادعاهای توانایی به «مهار کردن» وضعیت را که خود در آن می‌یابد به کنارگذارد و همه چیز را رها کند تا به وسیله اکوسیستم جهانی (کره زمین) خود تنظیم، در قالب گایا^۲، مشکلات خود را حل و فصل کند. بنابراین نظر «طبیعت خود دانای کل است»، هرچند که نتیجه نهایی برای بشر سودمند باشد یا خیر، روشن نیست: این نظر به عنوان عامل اصلی در سیستم باید از این قرار باشد که فعالیت‌های انسانی محدود شوند.

ماشین‌هایی برای نجات؟

حتی به نظر می‌رسد که برخی اندیشمندان عصر جدید معتقدند که، همان گونه که کوین کلی در کتاب تأثیر گذار خود تحت عنوان *خارج از مهارت‌زیست شناسی جدید ماشین‌ها*^۳ اظهار داشته، آینده نه فقط به وسیله سیستم‌های طبیعی به تنهایی، بلکه از طریق یک فرایند تکامل توأم که نوآوری انسانی اضافی « کامپیوتر هوشمند » سیرتیک یکپارچه مبتنی بر شبکه‌ها را درگیر می‌کند، مسائل را حل و فصل خواهد کرد. کلی بر این امر پا می‌فشارد که این نظر یک پیشنهاد برای این معنا نیست که به ماشین‌ها اجازه دهیم « زمام امور را به دست گیرند ». از نظر وی، جهان « زاده شده » (یعنی، موجودات زنده) همزیستی خواهد کرد و ترکیب (سنتر) جدیدی می‌آفریند که قادر خواهد بود بقای اکوسیستم جهانی را تضمین کند. اما هیچکدام تحت کنترل نخواهند بود.^۴

ایده کلی عملاً ما را به نقطه اول برمی‌گرداند: اگر مسئله و مشکل اصلی در ارتباط انسانها با بقیه اکوسیستم همان مسیر استفاده ما از فناوری است، در این صورت، در نزد وی، پاسخ این است که به فناوری اجازه دهیم

1. New Age

۲. Gaia. فرضیه‌ای که بنا بر آن زمین موجود خود تنظیم گسترده‌ای انگاشته می‌شود.

3. Kelly, Kevin, *out of control: the new Biology of Machines*

4. ELLY, 1995

به روشهای متفاوتی عمل کند. آدمها برای مهار طبیعت نباید از آن بهره گیرند، همان گونه که در گذشته هم دست به این تلاش زده‌اند، بلکه باید برای حل مسائلی که خود آفریده‌اند، از آن کمک گیرند.

اساساً، کلی ماشین‌ها را به مثابه سیستمهای کامپیوتر هوشمند، رها از نظارت آدمی، می‌نگرد که عنصر مفقود و درآمیزه اکوسیستم معاصر را تأمین می‌کنند، زیرا، برخلاف آدمی، می‌توانند خیلی شبیه به عناصر دیگر اکوسیستم، یعنی ناآگاهانه و، عملاً، کورکورانه عمل و رفتار کنند. از نظر وی، رفتار خود بخود، غریزی و نسبتاً ساده از جانب هر یک از مؤلفه‌ها یا عناصر سیستمهای پیچیده، چه دسته‌های زنبور، کلنی‌های حشرات یا اکوسیستمهای کامل، کلیدبقای سیستم به شمار می‌آید. عملاً، آن چیزی که کلی اظهار می‌دارد این است که کامپیوترها و شبکه‌های یکپارچه ماشینهای هوشمند، در صورتی که از نظارت و کنترل آدمی رها باشند، می‌توانند لایه نوینی از فعالیت خود سامان در اکوسیستم گیایی خود تنظیم زنده را به وجود آوردند. هدف این اکوسیستم بقای سیستم همه اکوسیستم‌هاست، نه هریک از مؤلفه‌ها، انسان یا جز اینها: افزودن عناصر بشر ساخته جدید صرفاً ظرفیت سیستم کلی را به منظور پاسخ به تغییر بهبود می‌بخشد.

در این نوع آینده، اگر اصلاً فرا برسد، امیال و خواستههای جانبدار و تعصب آلود انسانی قطعاً از نفوذ و تأثیر مسلط چندانی بهره نخواهد داشت. اما ظرفیت تخیل، دید، رشد، همیاری و خلاقیت انسان نیز باید به همین طریق باشد؛ از خلق و خو در اینجا دگری به میان نمی‌آوریم. مایک کولی (۱۹۸۷)، در کتاب *معمار یازنبور*^۱ اظهار می‌دارد که ماشین‌ها هرگز نمی‌توانند جایگزین معرفت و بینش تلویحی و سربسته انسان شوند، واز کارل مارکس نقل قول می‌کند که: «آنچه که بدترین معمار را از بهترین زنبورها متمایز می‌کند، این است که معمار در تخیل خود چیزی را می‌سازد که عاقبت درعالم واقع آن را برپا می‌کند»^۲.

جای شگفتی نیست که، ایده‌های کلی، با تأکید شان بر شایستگی‌ها و مزیت‌های کندوی عسل یا ذهنیت کلنی حشرات، با مقاومت شدیدی از سوی طیفی از منتقدان، از جمله از جناح چپ سیاسی، مواجه شده است.^۳ این امر به سختی شگفت‌انگیز فرض شده که می‌توان اظهار کرد که آنچه کلی توصیف می‌کند، هم اکنون تا حدودی در سیستم صنعتی و اقتصادی سرمایه داری جهانی وجود دارد. مسلماً، این ایده

1. Architect or Bee

2. Marx, 1974:174

3. Barbrook, 1995

نسبت به سرنوشت افراد یا حتی هریک از کشورها نگرانی ندارد: تنها هدف آن بقا، خود هم‌تاسازی^۱ و رشد سرمایه است. روشن نیست که آیا شبکه یکپارچه وسیع را به هر معنایی می‌توان قابل رقابت با اکوسیستم خود تنظیم گیایی تلقی کرد یا خیر. نگرانی سیستم اقتصادی - تکنیکی جهانی برای بقای خود باید آن را به محدود کردن فعالیت‌هایی از لحاظ اکولوژیکی خطرناک هدایت کند، اما به همان ترتیب هم فقط می‌تواند کورکورانه به تخریب اکوسیستم ادامه دهد.

تردیدی وجود ندارد که این امکانی قوی به نظر می‌رسد، به این معنی که آدمی، آن که این سیستم را به وجود آورده، باید هم در محدود کردن و هم به مسیری دیگر هدایت کردن و جمع کردن آن بکوشد. برپایه این دید، توصیف سیرتئیکی کلی، مستقل از این که راه حلی برای مسائل و مشکلاتی باشد که کاربرد انسان از فناوری آن‌ها را به وجود آورده‌اند، به نظر می‌رسد که فناوری را و می‌دارد نقشی حتی مرکزی‌تر ایفا کند، درحالی که آدمی سرانجام هرگونه ادعای مسئولیت را به کنار می‌گذارد و از آن دست می‌شوید.

گزینه دیگر آشکار به نظر می‌رسد: اگر بینش‌های سیرتئیکی خودکار، خود تنظیم خوشایند نباشند، و سیستم اقتصادی - فناورانه جهان را که انسان به وجود آورده نتوان رها کرد که به راه خودش برود، در این صورت بشر باید فراگیرد که خودش آگاهانه و همیارانه، به این وضعیت پردازد.

سرمه بندی‌های تکنیکی می‌توانند نقش خود را بازی کنند. کامپیوترهایی می‌توانند برای مدل‌سازی، تحلیل و مدیریت سیستم‌های پیچیده به آدمی کمک کنند و کامپیوتر هوشمند ممکن است به انرژی مفید بدل شود. در واقع بدون قدرت محاسباتی (کامپیوتری) احتمالاً برآمدن از عهده گستردگی مسائل زیست محیطی که اکنون وجود دارند، ناممکن است.^۲ گفته می‌شود که، قطعاً در نهایت برعهده آدمی است که راهی برای زندگی بر روی سیاره، بدون تخریب آن، بیابد. یعنی، مگر این که نظر سرمه بندی تکنیکی نمایی را بپذیرید و معتقد باشید که آدمی در جایی، به عنوان یک گونه، وسیله‌هایی در اختیار خواهد داشت تا این سیاره را به کلی ترک کند، و همه چیز را دوباره درجایی دیگر بیازماید. ممکن است مستعمره سازی فضا پروژه دراز مدت‌تر ارزشمندی باشد، چنان که برخی محیط زیست‌گرایان هم این را مطرح کرده‌اند،^۳ اما در واقع، در حال حاضر، آدمی ناگزیر است بکوشد مسائلی را که در اینجا پدید آورده حل و فصل کند، و از آن هم گریزی ندارد.

1. self-replication

2. Young, 1993

3. Deudney, 1982

دست کم در حال حاضر، واقعاً «فقط یک زمین» وجود دارد، و آدمی باید بیاموزد که بدون تخریب این سیاره یا از بین بردن خودش، بر روی آن زندگی کند.

جمعبندی

- اگر قرار است از افت کیفیت زیست محیطی بپرهیزیم، باید به جای مصالح جانبدارانه کوتاه مدت، بینش دراز مدت تری را اتخاذ کنیم.
- برقرار کردن موازنه بین منافع آدمی و مصالح کره زمین مستلزم مداخله در همه سطوح - از جهانی تا محلی - است.
- ابتکار عملهای واژگونه (پایین به بالا) می‌توانند مشارکتهای منحصر به فردی را فراهم آورند و فحوایی را برای تجربه باسبکهای زندگی جدید ایجاد کنند.
- دیدگاههای نو در خصوص رابطه بین انسان و کره زمین وضوابط جدید برای انتخاب فناوری باید به وجود آیند و پرورده شوند.
- درنهایت، مسئولیت حل معضلاتی که انسانها آفریده‌اند، برعهده خود آنهاست.

برای مطالعه بیشتر

برای این که بتوانید در جریان نوع توسعه‌هایی قرار گیرید که در بالا پیرامون آنها بحث کردیم، راههای زیادی وجود دارد. مثلاً، گزارش‌های «وضعیت جهان»^۱ سالانه مؤسسه دیده بان جهانی^۲ که مرکز آن در آمریکا است، منبع مناسب اطلاعات و تحلیل‌ها درباره توسعه کلی جاری به شمار می‌آیند؛ این مؤسسه گزارش‌هایی درباره نواحی خاص هم منتشر می‌کند. در سطح توده‌های مردم، انبوهی نشریه و جزوه پیرامون موضوعها سبز و ابتکار عملهای محلی منتشر می‌شود. در بریتانیا، یکی از نشریه‌های زیست محیطی جدی تر *Real World* (دنیای واقعی) است. *New Ground* متعلق به SERA نیز منبعی درخشان حاوی اخبار و تحلیلی از چشم‌اندازهای رادیکال است. در فهرست تماس‌ها در پیوست II به برخی نقاط آغاز دیگر دسترسی پیدا می‌کنیم، که از آن جمله می‌توان خدمات اطلاعات جدید در پایگاه‌های اینترنتی را برشمرد.

1. state of the world

2. worldwatch Institute

فهرست اصطلاحات

باران اسیدی (acid rain) باران اسیدی حاصل از رها شدن گازهای اسیدی چون سولفور دی‌اکسید، در جو که بر اثر احتراق سوخت فسیلی در نیروگاه‌ها و اتومبیل‌ها تولید شده باشد.

مصرف نهایی انرژی (end use energy) انرژی‌ای که عملاً در محل استفاده مصرف شده باشد.

گرمایش جهانی (global warming) افزایش احتمالی میانگین دمای جهانی در نتیجه افزایش «گازهای گلخانه‌ای» ناشی از رها شدن گازهایی چون کربن دی‌اکسید و متان به داخل جو: گرمایش جهانی یکی از عناصر در فرایند حاصل «تغیر اقلیم» به شمار می‌آید.

چرخه‌های کوندراتیف (Kondratiev cycles) «امواج بلند» (یعنی، الگوهای چرخه‌ای) در فعالیت اقتصادی جهانی که کوندراتیف آنها را باز شناخت، و برخی اقتصاددانان بعدی آن را ناشی از ضربه‌های منظم نوآوری فناوری، تفسیر و تعبیر کردند.

شکافت هسته‌ای (nuclear fission) فرایند شکافتن هسته‌ی بعضی اتم‌ها (مثلاً، اورانیوم) که نتیجه آن رها شدن گرما و تابش، مانند بمب‌های اتمی یا راکتورهای هسته‌ای، است.

گداخت (همجوشی) هسته‌ای (nuclear fusion) فرایند همجوشی بعضی عناصر سبک (مثلاً، هیدروژن) با یکدیگر برای به بار آوردن گرما و تابش، مانند فرایندهایی که در بمب هیدروژنی (و در خورشید) انجام می‌شوند؛ تا ساخته شدن راکتور گداخت هنوز زمان زیادی مانده است.

انرژی اولیه (primary energy) انرژی در سوخت‌های پایه یا منابع انرژی به کاررفته، مثلاً، انرژی در سوختی که در نیروگاه‌های متعارف مصرف می‌شود.

انرژی تجدیدپذیر (renewable energy) منابع انرژی چون باد، امواج و کشندها که به طور طبیعی مجدداً فراهم می‌آیند و نمی‌توانند تمام شوند.

راهبرد (strategy) نقشه عمل و اقدام بر پایه اهداف تراز بالا. ملاحظات راهبردی دراز مدت تر و بنیادی تر از ملاحظات «تاکتیکی» اند. این مفهوم از تفکر نظامی مشتق می‌شود: راهبرد (استراتژی) مربوط به اهداف و نقشه کلی جنگ است در حالی که تاکتیک‌ها به نبردهای خاص ربط پیدا می‌کنند.

توسعه پایدار (sustainable development) الگوهای توسعه فناورانه، اقتصادی و صنعتی که از لحاظ زیست محیطی و اجتماعی پایدار باشند.

سرههه بنده په ایداره (sustainable fix) سرههه بنده تکنیکی ریشه نگر (رادیکال) ی که ممکن است بیشتر به سوی یک راه حل جامع تر و دیر پاتر، مثلاً انرژی تجدیدپذیر، میل کند.

سرههه بنده تکنیکی (technical fix) راه حلی تکنیکی برای یک مسئله اجتماعی، زیست محیطی یا تکنیکی که به پرداختن به نشانگان (علامت بیماری) گرایش دارد تا به علتها وغالباً در جای دیگر وزمانی بعد خود موجب مسائل ومشکلات دیگر می شود.

بزرگترین چالش در توسعه پایدار، هماهنگی بین اهداف اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی است. این اهداف اغلب در تضاد قرار می گیرند، اما با اتخاذ رویکردهای نوین و استفاده از فناوریهای پیشرفته، میتوان به دستیابی به توسعه پایدار دست یافت.

یکی از راههای مهم برای حل این چالشها، سرمایه گذاری در تحقیقات و توسعه است. این امر به ما کمک میکند تا راههای جدیدی برای تولید ثروت و بهبود کیفیت زندگی، بدون آسیب به محیط زیست، پیدا کنیم.

علاوه بر این، همکاری بین دولتها، بخش خصوصی و جامعه مدنی نیز بسیار مهم است. تنها با همکاری همه ذینفعان، میتوانیم به اهداف توسعه پایدار دست یابیم.

در نهایت، توسعه پایدار یک فرآیند مستمر است و نیازمند تعهد و تلاش مداوم است. ما باید به یاد داشته باشیم که توسعه پایدار، توسعه ای است که نیازهای نسلهای آینده را نیز برآورده کند.

پیوست I

پرسشهای تحقیقی

برای کمک کردن به شما در پرداختن به برخی مسائل و موضوعهای مورد بحث در این کتاب، در این جا برخی پرسشهای کلی را مطرح می‌کنیم که ممکن است بخواهید در مورد آنها پژوهش کنید. بعد از هر پرسش برخی نشانگرها گذاشته شده‌اند، اما این‌ها پرسش‌های باز و نامحدودند، و چنان طراحی شده‌اند که به شما امکان‌اندیشیدن درباره موضوعهای گسترده تر با جزئیات بیشتر را می‌دهند. ممکن است پی ببرید که باید برخی مطالب خواندنی که در انتهای هر فصل معرفی شده‌اند، تعقیب کنید.

۱- آیا واقعاً ایجاد تغییرات پر دامنه در شیوه تولید و مصرف انرژی ضروری است، یا تعدیل و اصلاحات جزئی کافی است؟

طیفی از سرهم بندی‌های تکنیکی در رویه مصرف انرژی یافت می‌شود، اما محتمل به نظر می‌رسد که مصرف سوخت‌های فسیلی از لحاظ زیست محیطی ناپایدار باشد و قطعاً در دراز مدت تر نیاز به منابع انرژی جدید وجود خواهد داشت، حتی اگر صرفه جویی انرژی به طور جدی اجرا شود. (در فصل‌های ۱، ۲ و ۴ برخی استدلال‌ها و برهان‌های کلیدی در این زمینه را خواهید یافت).

۲- گزینه‌های تکنیکی فناوریهای عرضه پایدار انرژی کدام‌اند؟

هرچند که در دراز مدت گزینه دقیقاً پایداری وجود ندارد، بعضی‌ها نیروی هسته‌ای را جانشین مناسب عرضه انرژی غیر فسیلی می‌دانند. اما در مورد شکافت هسته‌ای همچنان مشکلاتی باقی است، که از آن جمله می‌توان موضوع ذخیره پسماند را برشمرد، و گداخت (همجوشی) هسته‌ای به مثابه یک احتمال ضعیف به نظر می‌رسد، و آن هم مسائل و مشکلات خاص خود را دارد. بر عکس، منابع انرژی تجدیدپذیر نوید بخش به نظر می‌آیند هرچند که آنها نیز مشکلاتی دارند. (در فصل ۳ ضوابط اساسی در این مورد بر شمرده شده، در فصل ۵ به نیروی هسته‌ای، و در فصل‌های ۶ و ۷ به منابع تجدیدپذیر نگاه انداخته می‌شود).

۳- آیا فناوریهای جدید انرژی پایدار می‌توانند جانشین طیف موجود فناوریهای انرژی شوند؟

از لحاظ فنی، به نظر می‌رسد که انرژی تجدیدپذیر در کنار صرفه جویی برای تأمین نیازهای آدمی در آینده دور در خور اعتماد باشند، در صورتی که این گزینه‌ها به سرعت ایجاد شوند و تکوین یابند. اما، صاحبان منافع قدرتمندی در حوزه موجود فناوری دست درکارند، و بهای سوخت فسیلی هم نسبتاً ارزان است، که تغییر جهت در انرژی

را دشوار می‌سازد. طیفی از مسائل اجرایی و نیاز به جلب پذیرش همگانی نیز در این راه وجود دارد. (در فصل‌های ۸ تا ۱۲ چشم‌اندازهای انرژی پایدار مرور و به برخی مسائل و مشکلات آن نگاه‌انداخته می‌شود).

۴ - پایداری هرگز به دست نمی‌آید مگر تازمانی که تغییرات عمده اجتماعی، اقتصادی و سیاسی در زمینه توزیع مجدد قدرت و ثروت رخ داده باشد. آیا با این گذاره موافق‌اید؟ اگر نه، استدلالتان چیست؟

این روایتی از دیدگاهی ریشه‌نگر (رادیکال) است که برپایه آن قدرت سیاسی و اقتصادی همه چیز را تعیین می‌کند و این که پرسه زدن در حاشیه‌ها و اندیشه به مسائل فرعی، مثلاً، در حوزه فناوری‌های جدید، چندان مؤثر نیست، زیرا نظام جاری اقتصادی، اجتماعی به طور بنیادی خدشه دار می‌شود.

یکی از استدلال‌های ممکن در قبال این استدلال از این قرار است که فناوری تا حدودی جامعه را شکل می‌دهد و اگر بتوان فناوری‌های کمتر زیانبار را به این سیستم داخل کرد، سیستم دستخوش تغییر خواهد شد. استدلال دیگر این است که سیستم خودش را اصلاح خواهد کرد زیرا در غیر این صورت محکوم به نابودی است. این که آیا این فرایند مفید است یا خیر، به هر صورت ناروشن است. (قسمتی از این مسائل در فصل‌ها ۱۳ تا ۱۵ مورد بحث قرار گرفته‌اند).

۵ - تغییرات ضروری چگونه می‌توانند رخ دهند؟

بافرض این که فکر نمی‌کنید وضعیت نومید کننده باشد یا با فرض این که فقط اقدام بنیادی کافی خواهد بود (ر.ک. پرسش ۴)، طیف پاسخ‌های ممکن از « بگذارید بازار گزینه‌های جدید شدنی را شناسایی کند » (اگر بردیدگاه بازار آزاد صحنه می‌گذارید) تا « فعالیت توده‌های مردم » برای ایجاد تحول در دیدگاه‌ها و برقراری رسم و روالها و اولویتهای جدید. در بین این دو طیف پاسخ‌ها گستره‌ای از گزینه‌ها یافت می‌شود، که از جمله آنها می‌توان درگیری شخصی و حرفه‌ای با فرایند تکوین و استقرار رویکردهای پایدار را برشمرد. (در فصل ۱۶ برخی از این گزینه‌ها جمع‌بندی شده‌اند).

۶ - آیا امیدی به آینده وجود دارد؟ می‌توان به پایداری دست یافت؟

آدمی از لحاظ فنی مبتکر است و قادر بوده است طیفی از الگوهای مختلف سازمان اجتماعی را در هنگام مواجه شدن با تغییر شرایط، به وجود آورد. مسائل زیست محیطی که در پیش پای وی قرار دارند از دیدگاه

بسیاری بسی جدی‌اند. اگر حق باوی باشد، این می‌ماند که ملاحظه شود آیا تغییرات ضروری تکنیکی واجتماعی می‌توانند به سرعت کافی انجام گیرند تا از بروز فاجعه ملی جلوگیری کنند؟

بامعیار فناوری، سوخت‌های فسیلی نسبتاً ارزان باقی می‌مانند و تا چند دهه در کنار ما خواهند بود، حالا هر راهبردی که اتخاذ شود. از این رو برای تضمین این که این سوخت‌ها به طور کارآمدتر و پاکیزه‌تری مصرف شوند، کارهای زیادی می‌توان انجام داد. اما درسالهای پیش رو، فشار برای حذف تدریجی آنها با افزایش دامنه مسائل و مشکلات زیست محیطی، احتمالاً روبه رشد خواهد نهاد. درحوزه ایجاد و توسعه گزینه‌های پایدار نیز کارهای زیادی می‌توان انجام داد. (درفهرست تماسها در پیوست II برخی نقطه عزیمت‌ها فراهم آمده‌اند، البته در صورتی که بخواهید درگیر این موضوع شوید).

پیوست II

تماسها و نشانیها

در سطح جهان سازمانهای زیادی فعال اند که تلاش می کنند از حرکت به سوی آینده انرژی پایدار حمایت کنند. گروههای زیست محیطی بین المللی فعالی چون صلح سبز (*Green peace*) و دوستان زمین (*Friends of the Earth*) برای رسیدن به این اهداف مبارزه می کنند و مؤسسه های دولتی ملی و بین المللی گوناگون می توانند اطلاعاتی در خصوص خط مشی ها و برنامه های خاص فراهم آورند. در بریتانیا، یکی از بهترین منابع اطلاعات درباره فناوری انرژی پایدار واحد حمایت فناوری انرژی (*Energy Technology Support unit*) به نشانی زیر است:

Harwell Laboratory, Didcot, Ox110RA.. <http://www.etsu.com>.

وزارت انرژی (*Depart of Energy*) ایالات متحده آمریکا خدمات مشابهی ارائه می کند: به خدمات انرژی تجدید پذیر و کارایی انرژی این وزارتخانه در نشانی زیر نگاه کنید:

<http://www.eren.doe.gov/>.

برای دستیابی به تحلیل مستقل و گزارشهای روزآمد درباره انواع توسعه، تماس با این نشانی را مفید خواهید یافت:

CREST, centre for Renewable Energy and sustainable
Technology, 1200 18 th st. NW 900, Washington DC 20036,
USA. Tel: (202) 289 5370. fax (202) 530 2202,
e-mail: <info@crest.org>. world wide web pages
: <http://solstice.crest.org>.

خدمات اطلاعات پایگاه اینترنتی (CREST (SOLSTICE)) عالی است و شماره ابراه اکثر دادگان در جهان وصل می کند. این پایگاه جزوه ای هم منتشر می کند که از طریق ای میل به طور رایگان در دسترس است.

IN for SE, the International Network for Sustainable Energy,
PO Box 2059, DK-1013, Copenhagen K, Denmark. Tel: +45 33 12 13 07.

Fax:4533121308.

Email:<info@nn.apc.org>

IN for SE جزوه‌ای با عنوان *Sustainable Energy News* منتشر می‌کند که از طریق پست

الکترونیکی CREST قابل دسترسی است.

Natta, the Network for Alternative Technology and Technology

Assessment, c/o EERU, Open University, Milton Keynes

, MK76AA, UK. Tel:01908654638. Fax:01908653744.

email:<S.J.Dougan@open.ac.uk>.

NATTA جزوه *RENEW* را درباره پیشرفتهای فنی و راهبردی در حوزه فناوری انرژی تجدیدپذیر

منتشر می‌کند، که به صورت اشتراک قابل دسترسی است. بخشی از آن به صورت

« Renew on - Line » روی پایگاه جهانی از طریق :

OU Energy and Environment Research Unit:

http://EERU_www.open.ac.uk.

Rocky Mountain Institute (RMI) مرکزی که به دست Amory و Hunter Lovins

پا گرفته، درباره گستره‌ای از فناوری‌های از لحاظ زیست محیطی پایدار، بخصوص در ارتباط با صرفه جویی

انرژی و افزایش کارایی مصرف انرژی، اطلاعات جامعی فراهم می‌آورد. نشانی RMI از این قرار است :

1739 Snowmass Creek Road, Old Snowmass, Colorado 81654, USA.

Tel:3039273851 Fax:3039274178

می‌توان با RMI یا این نشانی نیز تماس برقرار کرد :

<http://www.rmc.org>.

Centre for Alternative Technology مرکز نمایش عمومی اصلی انرژی تجدیدپذیر

و فناوری‌های سبز مربوطه در بریتانیا. در این مرکز به اطلاعاتی درباره رویکردهای « خودت انجامش بده »

نیز اطلاعات فراهم می‌آید و عناوین متعددی کتاب و نشریه *Clean Slate* را منتشر می‌کند. نشانی آن:

CAT, Machynlleth, powys SY 209 AZ. Tel: 01654702400.

Fax: 01654702782. e-mail: cat@gn.apc.org.

www: <http://www.foe.co.uk/CAT>

Natural step، سازمان فعالی در سطح جهان با هدف جلب تعهد و وفاداری نسبت به برخی اصول

اساسی توسعه پایدار. دفتر این سازمان در بریتانیا:

Leigh Court, Abbots Leigh, Bristol BS83RA. Tel: 01275373393.

email: <natstep @ ecos, demon.co.uk>

World Watch Institute : 1776 Massachusetts Ave, NW Washington
DC 20036, USA.

این مؤسسه گزارش‌های متعدد و مرور سالانه «وضعیت جهان» را منتشر می‌کند. این مرور به صورت دیسکت کامپیوتری هم قابل دسترسی است. *WISE*، خدمات اطلاعات جهانی درباره انرژی، به طور عمده خدمات اطلاعاتی درباره نیروی هسته‌ای از طریق اطلاعیه‌ها و گزارش‌های منظم اش فراهم می‌آورد:

WISE International, PO BOX 18185, 1001 ZB Amsterdam, The

Netherlands. Tel: +31206126368. Fax: +31206892179.

email: <wiseamster@antenna.nl>.

www: <http://antenna.nl/Nwise>

Earth International Institute for Sustainable Development واقع در کانادا، نشریه منظم

Negotiations Bulletin را منتشر می‌کند که درباره پیشرفت گفتگوهای بین‌المللی گوناگون بر سر

استانداردهای گسیل گازهای گلخانه‌ای، توافقنامه‌های مربوط به حفاظت آب و هوا و قوانین عمومی زیست

محیطی بین‌المللی گزارش‌های مشروحی تهیه و منتشر می‌کند. روایت‌های مختلف این خبرنامه از طریق

فهرست e-mail رایگان در دسترس اند. (از subscribe_enb) بخواهید و برای

<http://WWW.iisd.ca/linkage> بفرستید). از طریق شبکه جهانی وب این پایگاه وب نقطه

عزیمتی عالی برای یافتن بسیاری از سازمان‌های دیگر است که در خصوص توسعه پایدار در سراسر جهان

فعال اند.

پیوست III

مراجع عمومی

افزودن برمتنهای خاصی که در پایان هر فصل بر شمرده شدند، چندین کتاب عمومی تر در خصوص موضوعهای انرژی منتشر شده اند که می توانند مفید باشند؛ از آن میان مهم تر از همه می توان به این عنوان اشاره کرد.

Gerald Foleg's *The Energy Question* (4th ed. 1992 , Penguin Books, London);

Walt Patterson's *The Energy Alternatives* (1990,Boxtree,london) and

Cleland Mc Veigh's *Energy Around the world* (1984, Pergamon Press, Oxford).

کتاب اثر گذار Barry Commoner :

The Poverty of Power (1976.Jonathan Cape , London)

نیز هنوز منبع مطالعاتی ارزشمندی برای چشم اندازی رادیکال در خصوص اقتصاد سیاسی انرژی است.

سرانجام، از دو کتاب هم باید نام برد که مکمل کتاب حاضر به شمار می آیند:

Dave Toke's *The Low Cost Planet* (1995, Pluto, London).

در این کتاب قسمتی از مطالب در باب فناوری مشابه مطالب این کتاب آمده است، اما در آنجا بر جنبه های

اقتصادی موضوع تأکید بیشتری شده است. در کتاب :

Mill, Robert, Phil O'keefe and Cofinsnape, *The Future of Energy use*

(1995, Earthscan, London).

گزارش تکنیکی مشروح تری درباره گزینه های انرژی، از جمله انرژیهای تجدید پذیر فراهم آمده است.

مراجع

- Allen, G. R. (1991) *The Scramble for Windfarms*, Northern Devon Group of the Council for the Protection of Rural England.
- Allen, P. and Todd, B. (1995) *Off the Grid*, Centre for Alternative Technology, Machynlleth.
- Anderson, D. (1994) 'Recent and current trends in US renewable energy', NATTA Report, NATTA, Milton Keynes.
- (1995) 'Renewable Germany', NATTA Report, NATTA, Milton Keynes.
- Arnold, L. (1992) *Windscale 1957: Anatomy of a Nuclear Accident*, Macmillan, London.
- Association of District Councils (1992) Report dated February 1991, cited in 'Developing wind energy: the planning issues', Report to the National Steering Committee of the Nuclear Free Local Authorities, May 1992.
- Baker, C. (1991) *Tidal Power*, Peter Peregrinus/IEEE, London.
- Barac, C., Spencer, E. and Elliott, D. (1983) 'Public awareness of renewable energy: a pilot study', *International Journal of Ambient Energy*, 4 (4): 199–211, July.
- Barbrook, R. (1995) 'What's wrong with wired', *Casablanca*, Autumn.
- Beckerman, W. (1995) *Small is Stupid*, Duckworth, London.
- Beder, S. (1994) 'The role of technology in sustainable development', *Technology and Society*, 12 (4): 14–19, Winter.
- Blair, I. (1992) 'Green products', in M. Charter (ed.) *Greener Marketing: A Responsible Approach to Business*, Greenleaf Books, London.
- Blowers, A. and Lowry, D. (1991) *The International Politics of Nuclear Waste*, Macmillan, London.
- Bouda, Y. (1994) 'Japan's new sunshine programme', *CADDET Renewable Energy Newsletter*, IEA/OECD, 3, ETSU, Harwell.
- Braun, E. (1995) *Futile Progress*, Earthscan, London.

- British Wind Energy Association (1995) *Best Practice Guidelines*, BWEA, London.
- Brundland, G. H. (1987) *Our Common Future*, Commission on Environment and Development, Oxford University Press, Oxford.
- Capra, F. (1982) *The Turning Point*, Wildwood House, London.
- Carson, R. (1965) *Silent Spring*, Penguin Books, London. First published in the USA in 1962.
- Central Statistical Office (1992) *Social Trends*, 22, HMSO, London.
- Clarke, A. D. (1988) 'Windfarm location and environmental impact', NATTA Report, NATTA, Milton Keynes.
- (1994) 'Comparing the impacts of renewables', *International Journal of Ambient Energy*, 15 (22): 59–72, April.
- (1995) 'Environmental impacts of renewable energy: a literature review', Technology Policy Group report, Open University, Milton Keynes.
- Cohn, M. and Lidsky, L. (1993) 'What now?'. Paper presented to conference on the 'Next Generation of Nuclear Technology', Massachusetts Institute of Technology, Cambridge MA, October.
- Commission of the European Communities (1993) *The European Renewable Energy Study (TERES)*, CEC DG XVIII, Brussels.
- Cooley, M. (1987) *Architect or Bee?*, Chatto & Windus, London.
- Council for the Protection of Rural England (1991) Evidence to the Dept of Energy's Renewable Energy Advisory Group, HMSO, London.
- Countryside Council for Wales (1992) 'Wind turbine power stations', CCW Report, Bangor.
- County Planning Officers Society (1992) Quoted in Report to the National Steering Committee of the Nuclear Free Local Authorities, May 1992.
- Davis, J. (1991) *Greening Business*, Basil Blackwell, Oxford.
- Department of Energy (1989) 'The Severn Barrage project: general report', Energy Paper 57, HMSO, London.
- Department of the Environment (1992) Secretary of State's response to Inspectors' recommendations, quoted in *Daily Telegraph*, 26 March.
- (1996) *Indicators of Sustainable Development for the United Kingdom*, HMSO, London.
- Department of Trade and Industry (1992) Government's response to the Energy Select Committee's Report on Renewable Energy, DTI, 16 July.
- (1993) *Digest of United Kingdom Energy Statistics 1992*, HMSO, London.
- (1994a) 'Outcome of the review of statistical methodologies for the compilation of overall energy data', *Energy Trends*, July.
- (1994b) 'New and renewable energy: prospects for the UK', Energy Paper 62, HMSO, London.
- (1995) *Digest of United Kingdom Energy Statistics*, HMSO, London.
- (1996) 'Energy trends', *Statistical Bulletin*, HMSO, London, January.
- Deudney, D. (1982) 'Space: the high frontier', *Worldwatch Paper* 50.
- Deutsche Bundestag (1991) *Protecting the Earth*, vol 1 and 2, Deutsche Bundestag, Berlin.

- Deval, B. (1988) *Simple in Means, Rich in Ends: Practicing Deep Ecology*, Peregrine Smith Books, Salt Lake City.
- Devall, B. and Sessions, G. (1985) *Deep Ecology*, Peregrine Smith Books, Salt Lake City.
- Dickson, D. (1974) *Alternative Technology and the Politics of Technical Change*, Fontana, London.
- Donaldson, D. and Betteridge, G. (1990) 'Carbon dioxide emissions from nuclear power – a critical analysis of FOE 9', *ATOM*, 400, February: 18–22.
- Donaldson, D., Tolland, H. and Grimston, M. (1990) *Nuclear Power and the Greenhouse Effect*, UK Atomic Energy Authority, January.
- ECOTECH (1995) 'Potential contribution of renewable energy schemes to employment opportunities'. Study for the Energy Technology Support Unit, ETSU Report K/PL/00109/REP, Harwell.
- Eggar, T. (1993) DTI press release, 15 November.
- (1994) DTI press release, 11 November.
- Elgin, D. S and Mitchel, A. (1977) 'Voluntary simplicity: life style of the future?', *Futures*, 11 (4): 200–206.
- Elliott, D. (1978) *The Politics of Nuclear Power*, Pluto Press, London.
- (1989) 'Privatisation, nuclear power and the trade union and labour movement', Technology Policy Group Occasional Paper 19, Open University, Milton Keynes, November.
- (1992) 'Renewables and the privatisation of the electricity supply industry: a case study', *Energy Policy*, 20, (3): 257–68, March.
- (1995) 'The UK wave energy programme', Technology Policy Group Occasional Paper 27, Open University, Milton Keynes, March.
- (1996) 'Renewable energy policy in the UK: the limits of the market approach', Technology Policy Group Occasional Paper 29, Open University, Milton Keynes, March.
- Energy Technology Support Unit (1982) 'Strategic review of renewable energy technologies', vol. 1, ETSU Report R13; Harwell.
- (1993a) 'Tidal stream energy review', ETSU Report T/05/00155/REP, Harwell.
- (1993b) 'Attitudes towards windpower: a survey of opinion in Cornwall and Devon', ETSU Report W/13/00 354/038/REP, Harwell.
- (1994) 'An assessment of renewable energy for the UK', ETSU Report R 82, Harwell.
- England, G. (1978) 'Renewable sources of energy—the prospects for electricity', *ATOM*, 264, UKAEA, October: 270–72.
- Evans, D. L. (1991) 'Dyfi windfarm worries', *Rural Wales*, Campaign for the Protection of Rural Wales, Spring.
- Eyre, B. (1991a) 'The longer term direction for the nuclear industry', *ATOM*, 411, UKAEA, March: 8–14.
- (1991b) 'The way forward: nuclear power post 2000 in the UK', *ATOM*, 416, UKAEA, September: 9–12.
- Eyre, N. (1993) 'Comparison of environmental impacts of electricity from different sources', *Nuclear Energy*, 32 (5): 321–6, October.

- Hughes, P. (1993) *Personal Travel and the Greenhouse Effect*, Earthscan, London.
- Hunt, D. (1991) Planning Consent letter and Annex (P62/546), Welsh Office, Cardiff, 19 September.
- Hyam, P. (1995) 'Talking energy', *New Review*, 26, Department of Trade and Industry, August.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (1995) *Second Assessment of Scientific-Technical Information Relevant to Interpreting Article 2 of the UN Framework Convention on Climate Change*.
- Jackson, T. (1992) 'Renewable energy: summary paper for the renewable series', *Energy Policy*, 20 (9): 861-83.
- Jeffrey, K. (1995) *Independent Energy Guide*, Chelsea Green, Vermont.
- Jenkins, T. and McLaren, D. (1994) *Working Future? Jobs and the Environment*, Friends of the Earth, London.
- Johansson, T., Kelly, H., Reddy, A. and Williams, R. (1993) *Renewable Energy: Sources for Fuels and Electricity*, Earthscan, London.
- Jones, P. M. S. (1993) 'Can nuclear power compete?', *Nuclear Energy*, 32 (5): 327-33, October.
- Kahn, H. and Simon, J. (1985) *The Resourceful Earth*, Blackwell, Oxford.
- Karnoe, P. (1990) 'Technological innovation and industrial organisation in the Danish wind industry', *Entrepreneurship & Regional Development*, 2: 105-23.
- Keen, B. E. and Maple, J. H. C. (1994) *JET and Nuclear Fusion*, JET Publications Group, Culham.
- Kelly, K. (1995) *Out of Control: The New Biology of Machines*, Fourth Estate, London.
- Key, C. (1994) *Daily Telegraph*, 27 February.
- Kinsella, C. and Bond, M. (1985) 'Solar houses in London', NATTA Report, NATTA, Milton Keynes.
- Korton, D. (1996) *When Corporations Rule the World*, Earthscan, London.
- Krause, F., Bach, W. *et al.* (1989) 'Energy policy in the greenhouse', International Project for Sustainable Energy Paths, El Cerrito, California, for Netherlands Ministry of the Environment, vol. 1.
- Legget, J. (1991) 'Energy and the new politics of the environment', *Energy Policy*, 19 (3): 161-71, March.
- Lovelock, J. (1979) *Gaia: A New Look at Life on Earth*, Oxford University Press, Oxford.
- (1988) *The Ages of Gaia*, Oxford University Press, Oxford.
- McKenzie, D. (1991) *Green Design: Design for the Environment*, Lawrence King, London.
- Macpherson, G. (1995) *Home Grown Energy*, Farming Press, Ipswich.
- McSorley, J. (1990), *Living in the Shadow*, Pan Books, London.
- Maisseu, A. and Delanoe, A. (1995) 'Energy in Europe and in the world', *International Journal of Global Energy Issues*, 8 (1-3): 6-30.
- Mann, D. E. (ed.) (1981) *Environmental Policy Formation*, Lexington Books, Lexington.

- Marx, K. (1974) *Capital*, Lawrence and Wishart edition, vol. 1. Original German edition 1867.
- Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randels, J. and Behrens III, W. W. (1972) *The Limits to Growth*, Earth Island, London.
- Medvedev, Z. (1990) *The Legacy of Chernobyl*, Basil Blackwell, Oxford.
- Mellor, D. (1982) Parliamentary Answer, 31 March.
- Mensch, G. (1979) *Stalemate in Technology*, Ballinger, Cambridge, MA. Original edition 1975.
- Meyer, N., Benestad, O., Emborg, L. and Selvig, E. (1993) 'Sustainable energy scenarios for the Scandinavian countries', *Renewable Energy*, 3 (213): 127-36.
- Mitchell, C. (1995) 'REVALUE' Project Outline, Energy Programme Newsletter, 29, SPRU, University of Sussex, Brighton.
- Moore, J. (1980) At the opening of the Southampton wave test tank, Department of Energy press release, 26 September.
- Mortimer, N. (1990) 'The controversial impact of nuclear power on global warming', NATTA Discussion Paper 9, NATTA, Milton Keynes, September.
- (1991) 'Energy analysis of renewable energy sources', *Energy Policy*, 19 (4): 374-85, May.
- NALGO (1990) 'Greenprint for action', National and Local Government Officers Union/National Extension College course pack.
- National Audit Office (1994) *The Renewable Energy Research, Development and Demonstration Programme*, NAO, HMSO, London.
- NATTA (1993a) *Renew*, 85, September-October.
- (1993b) 'The Windfarm Debate', evidence to the Welsh Affairs Committee, vol. III of the Committee's report (WE52).
- (1994a) 'Story of ugliness of wind turbines: wind turbines the truth,' unsigned Factsheet dated 1993, reprinted in *Renew*, 87, NATTA, Milton Keynes, January.
- (1994b) 'Windfarm backlash', compilation of press cuttings, vols I and II NATTA, Milton Keynes.
- (1994c) DTI press release on national wind power programme, quoted in *Renew* 87, NATTA, Milton Keynes, January.
- Nieuwenhurst, P., Cope, P. and Armstrong, J. (1992) *The Green Car Guide*, Green Print, London.
- Norgard, J. S., Nielsen, P. S. and Viegand, J. (1994) 'Low electricity Europe', in A.T. de Almeida *et al.* (eds) *Integrated Electricity Resource Planning*, Kluwer Academic Publishers, Lancaster, pp. 399-417.
- O'Connor, J. (1991) Capitalism, Nature, Socialism, (CNS) Conference Papers, CES/CNS Pamphlet 1, Centre for Ecological Socialism, Santa Cruz.
- Office of Science and Technology (OST) (1995) 'Technology foresight: progress through partnership', vol.13, Energy, OST, HMSO, London.
- Olivier, D. (1992) 'Energy efficiency and renewables: recent experience in mainland Europe'. Energy Advisory Associates Report, Hereford.
- (1996) 'Energy efficiency: key to a sustainable energy future', NATTA Technical Paper 15, Milton Keynes.

- Owen, G. (1995) 'Energy policy, the government and the energy regulators: a case study of the Energy Saving Trust', CSERGE Working Paper GGEC 95-35, Centre for Social and Economic Research on the Global Environment, UCL/UEA.
- Peake, S. (1994) *Transport in Transition: Lessons from the History of Energy*, Royal Institute of International Affairs, London.
- Pearce, D. (1992) 'Corporate responsibility and the environment', report published by British Gas.
- Pearce, D., Markandya, A. and Barbier, E. (1989), *Blueprint for a Green Economy*, Earthscan, London.
- Perrow, C. (1984) *Normal Accidents: Living with High-Risk Technology*, Basic Books, New York.
- Porteous, A. (1992) 'Energy and waste', NATTA Technical Paper 7, NATTA, Milton Keynes.
- Read, P. R. (1993) *Ablaze: The Story of Chernobyl*, Secker and Warburg, London.
- RENEW (1996) 'The earth centre', *RENEW*, 100, NATTA, Milton Keynes, March-April.
- Renewable Energy Advisory Group (1992) Report to the DTI on Renewable Energy, Energy Paper 60, HMSO, London.
- Renner, M. (1991) 'Jobs in the sustainable economy', Worldwatch Paper 104, Worldwatch Institute, Washington.
- Ridley, M. (1994) *Daily Telegraph*, 6 February.
- Ross, D. (1995) *Power from the Waves*, Oxford University Press, Oxford.
- Ryan, C. (1994) 'The practicalities of ecodesign', in M. Harrison (ed.) *Ecodesign in the Telecommunications Industry*, RSA Environmental workshop 3-4 March, London.
- Safe Alliance (1992) 'Biofuels and European agriculture', Sustainable Agriculture, Food and Environment (SAFE), London.
- Salter, S. (1981a) Quoted in the *Financial Times*, 18 May.
- (1981b) 'Wave energy: problems and solutions', *Journal of the Royal Society of Arts Proceedings*, London, August.
- Scheer, H. (1994) *A Solar Manifesto*, James & James, London.
- Schmidheiny, S. (1992) *Changing Course*, Business Council for Sustainable Development, MIT Press, Cambridge, MA.
- Schoon, N. (1989) *Independent*, 10 July.
- Schumpeter, J. A. (1939) *Business Cycles*, McGraw-Hill, New York.
- Select Committee (1984) House of Commons Select Committee on Energy, Session 1983-4, Ninth Report, 'Energy R, D&D in the UK', HMSO, London.
- (1992) House of Commons Energy Committee, Session 1991-2, Fourth Report, 'Renewable Energy', vol. III, March, HMSO, London.
- Shell (1995) 'The evolution of the world's energy system 1860-2060', Shell International, London.
- Stirling, A. (1994) 'Diversity and ignorance in electricity supply investment', *Energy Policy*, 22 (3): 195-216, March.

- Stoddard, W. (1986) 'The California experience', paper to the Danish Wind Energy Association Conference, quoted in P. Karnoe, (1990) 'Technological innovation and industrial organisation in the Danish wind industry', *Entrepreneurship and Regional Development*, 2.
- Thayer, R. and Hanson, H. (1988) 'Wind on the land', *Landscape Architecture*, March.
- Thorpe, T. (1992) 'A review of wave energy', ETSU Report R-72, Energy Technology Support Unit, Harwell.
- Tickell, C. (1994) 'Concepts and dilemmas of sustainable development', in N. Steen (ed.) *Sustainable Development and the Energy Industries*, Earthscan, London.
- Tindle, S. (1996) 'Jobs and the environment', Socialists Environment and Resources Association, London.
- Toke, D. (1995) *The Low Cost Planet*, Pluto Press, London.
- Trainer, T. (1995) *The Conserver Society*, Zed Press, London.
- TUC (1989) 'Green charter', Trades Union Congress, London.
- Tylecote, A. (1991) *The Long Wave in the World Economy*, Routledge, London.
- United Nations (1992) Agenda 21 Press Summary, United Nations Conference on Environment and Development, Department of Public Information, UN, New York.
- Wainwright, H. and Elliott, D. (1982) *The Lucas Plan: A New Trade Unionism in the Making*, Allison and Busby, London.
- Walker, S. (1993) 'Down on the windfarm', NATTA Report, NATTA, Milton Keynes.
- Wallace, D. (1996) *Sustainable Industrialisation*, Earthscan, London.
- Watson, W. (1994) 'Integrated tidal power', NATTA Technical Paper 10, NATTA, Milton Keynes.
- Welsh Affairs Committee (1994) Session 1993-4, Second Report, 'Wind energy', vol.1, HMSO, London, July.
- World Energy Council (1994) *New and Renewable Energy Resources: A Guide to the Future*, Kogan Page, London.
- (1995) 'Energy for our common world – what will the future ask of us?', Conclusions and Recommendations, 16th WEC Congress, Tokyo.
- Young, J. (1993) 'Global network: computers in a sustainable society', Worldwatch Paper 115, Worldwatch, Washington.

Energy, Society and Environment

David Elliott

Translated by: B.Moallemi



National Committee on Sustainable Development