

## خط مشی تحقیقات و تکنولوژی دولت فدرال آلمان برنامه سوم تحقیقات انرژی<sup>۱</sup>

□ کریستیان پاترمن، ها.اف.واگنر

□ ترجمه یدالله سبوحی

دانشگاه صنعتی شریف

□ در برنامه سوم تحقیقات انرژی که در تاریخ ۲۱ ماه فوریه ۱۹۹۰ در کابینه دولت فدرال آلمان به تصویب رسید پیامدهای تحولات مهم سیاسی و اقتصادی در دهه گذشته به طور کامل مورد توجه قرار گرفته است. با اعلام فهرست ۵ موضوع اصلی تحت عنوان: انرژی تجدیدناپذیر، کاربرد منطقی انرژی، انرژی هسته‌ای، انرژی حاصل از فیوژن، انرژیهای فسیلی و جو زمین، بمثابة نکات اصلی برنامه، روشن می‌شود که مسائل عمده و ضعف اساسی سیستم انرژی در حال حاضر شناخته شده است. برنامه تحقیقات انرژی جدید، که برای اجرای آن تنها تا سال ۱۹۹۳ مبلغ ۵ میلیارد مارک بودجه اختصاص یافته، از نظر زمانی محدود نیست و فقط به عنوان یک وسیله اساسی برای جهت‌دهی به تصمیم‌گیری در مورد خط مشی میان مدت و دراز مدت تحقیقات به کار گرفته خواهد شد.

### درآمد

یکی از مهمترین مسائل توسعه اقتصادی و اجتماعی کشور ما بهره‌برداری بهینه از منابع و امکانات موجود است که تنها با ارتقای سطح کارایی سیستمهای تولیدی و خدماتی، به طور عام و زیربنای فنی جامعه، مانند سیستم انرژی، به طور خاص قابل تحقق است. برای این منظور مطالعه تجربیات موفق در سطح جهان می‌تواند بسیار آموزنده باشد.

کشور جمهوری فدرال آلمان یکی از جوامع

موفق جهان به شمار می‌آید که در ۱۵ سال گذشته کارایی سیستم انرژی خود را به طور وسیع افزایش داده است. در این کشور شدت انرژی (یعنی مقدار انرژی اولیه مصرف شده برای یک میلیون مارک تولید ناخالص داخلی به قیمت‌های ثابت ۱۹۸۰) از ۱۵۱۸ بشکه معادل نفت در سال ۱۹۷۳ به ۱۱۱۵ بشکه معادل نفت در سال ۱۹۸۹ کاهش یافته و مصرف برق برای هزار مارک تولید ناخالص داخلی به قیمت‌های ۱۹۸۰ از ۱۶۹ کیلووات ساعت در سال ۱۹۶۰ به ۲۶۲/۵ کیلووات ساعت در

برنامه‌ریزی تحقیقات و تکنولوژی انرژی در وزارت تحقیق و تکنولوژی فدرال تهیه شده است. امید است ترجمه این مقاله اطلاعات مفیدی را در مورد علل کامیابی جمهوری فدرال آلمان در امر ارتقای کارایی سیستم انرژی آن کشور ارائه کند.

یدا... سیوچی

#### مقدمه

در حدود ده سال پیش دولت فدرال وقت آخرین برنامه تحقیقات و تکنولوژی انرژی را به تصویب رساند. مهمترین اتفاقات و به بیان دیگر تحولات در عرصه سیاست، اقتصاد و محیط زیست در این دوره زمانی عبارت‌اند از:

- تضعیف هم‌پیوندی رشد مصرف انرژی و رشد اقتصادی، به ویژه در جمهوری فدرال آلمان
- حساستر شدن و یا به بیانی شدید تنش در ارتباط انرژی با محیط زیست و سیاست حفاظت از محیط زیست که با عباراتی مانند اثر گلخانه‌ای، سوراخ لایه اوزن و تغییرات جوی تظاهر پیدا می‌کند.
- چرنوبیل
- آزادی بازرسی همه جانبه مسائل ایمنی نیروگاه‌های هسته‌ای در کشورهای عضو شورای همکاری اقتصادی
- توجه گسترده به منابع انرژی‌های نو و تجدیدپذیر همراه با برآورد واقع‌بینانه پتانسیل‌های آنها در آینده
- تلاش‌های وسیع در عرصه تحقیقات فیوژن، که با ارزیابی منطقی امکانات و پتانسیل‌های آن همراه است.

#### تعیین اهداف

برنامه سوم تحقیقات انرژی که در حدود ۱۷۰ صفحه است و در تاریخ ۲۱ ماه فوریه ۱۹۹۰ در کابینه دولت فدرال آلمان به تصویب رسید هرگز به مفهوم ارائه خط مشی برای سیاست روز نیست، بلکه اجرای این

سال ۱۹۸۵ افزایش پیدا کرده و از آن سال به بعد به طور مرتب تنزل یافته است. مقدار آن در سال ۱۹۸۹ به ۲۵۱/۹ کیلووات ساعت بالغ می‌شد. این دستاورد عظیم در زمینه کارایی سیستم انرژی حاصل تدابیر و فعالیتهای علمی و پژوهشی است که در این کشور مورد توجه قرار گرفته و پی گرفته می‌شود. تحقیقات انرژی مؤثرترین وسیله ارتقای سطح کارایی سیستم انرژی و نوسازی آن در جمهوری فدرال آلمان محسوب می‌شود. در دوره سه ساله ۹۳-۱۹۹۰ مقدار ۵ میلیارد مارک تنها از طرف دولت فدرال به تحقیقات انرژی اختصاص یافته است که اگر بودجه بخشهای غیردولتی در زمینه انرژی به آن اضافه شود رقم مزبور به حدود دو برابر افزایش خواهد یافت. در حقیقت، تنها دولت فدرال آلمان به اندازه سرمایه لازم برای ایجاد نزدیک به ۵۰۰۰ مگاوات نیروگاه در مدت سه سال برای تحقیقات انرژی هزینه می‌کند تا کارایی سیستم موجود را ارتقا دهد و از این طریق نصب مقدار ظرفیت جدید لازم به حداقل می‌رسد. این امر به مفهوم آن است که اقتصاد این کشور در عمق رشد می‌کند و در این حالت بهینه‌سازی سیستمهای تولیدی و خدماتی منبع اصلی توسعه اقتصادی و اجتماعی است.

تسریع امر توسعه در کشور ما نیز ایجاب می‌کند که همراه با توسعه سطحی اقتصاد، توسعه عمقی هم مدنظر قرار گیرد. برای این منظور سازماندهی سیستم پژوهشی هدفمند به طور کلی و تحقیقات انرژی به ویژه از اهمیت بسزایی برخوردار است. در ارتباط با این موضوع، مقاله حاضر ترجمه شده است که حاوی چکیده برنامه سوم تحقیقات انرژی دولت فدرال آلمان مصوب ماه فوریه ۱۹۹۰ است. این مقاله توسط دکتر پاترمن (C. Paternmann) سرپرست برنامه‌ریزی و سخنگوی وزارت تحقیق و تکنولوژی فدرال (BMFT) و دکتر واگنر (H.F. Wagner) مدیر دفتر مبانی

برنامه در میان مدت و بلند مدت به سیاستگذاری تأثیر خواهد داشت. این برنامه مکمل سیاست انرژی دولت فدرال محسوب می‌شود و به هیچ وجه جایگزین آن نیست. دکتر هاینز ریزن‌هوبر (Heinz Riesenhuber) وزیر تحقیقات دولت فدرال در پیشگفتار برنامه سوم تحقیقات و تکنولوژی انرژی به طور اجمال اشاره می‌کند که در حال حاضر، ۱۵ سال پس از اولین بحران بزرگ انرژی، بهتر می‌دانیم که در عرصه انرژیهای نو و تجدیدپذیر کدام یک از گزینه‌ها برای کشور ما واقعی است، در رابطه با استفاده منطقی از انرژی و صرفه‌جویی انرژی چه نوع مسائل اساسی مطرح است و ذغال‌سنگ و انرژی هسته‌ای در سیستم انرژی ما به طور واقع‌بینانه چه نقشی می‌تواند داشته باشد.

در رابطه با توسعه ظرفیت انرژی هسته‌ای تحولات به گونه‌ای غیر از آنچه که در ابتدا تصور می‌شد پیش رفته است. زیرا تقاضای واقعی انرژی بسیار کمتر از آن بوده است که در اواسط دهه ۱۹۷۰ انتظار می‌رفت و از طرف دیگر، افکار عمومی همچنان با شک و تردید و با نظر انتقادی به انرژی هسته‌ای می‌نگرد.

در عین حال، بهره‌برداری از ذغال سنگ نیز با محدودیتهای بیشتری مواجه است و این امر تنها معلول تحولات اقتصادی نیست، بلکه به طور فزاینده از آلودگی هوا به سبب پخش گازهای آلوده‌کننده، به ویژه گاز کربنیک (CO<sub>2</sub>) ناشی می‌شود. ممانعت از افزایش بیشتر گاز کربنیک مهمترین وظیفه آتی تلقی می‌گردد. در این مورد نیز باید واقع بین بود و نیاستی بر توهم متکی شد.

در این زمینه باید حل مسائل آتی انرژی جدا از تعلقات ایدئولوژیک مدنظر قرار گیرد. هیچ یک از امکانات موجود برای کاهش یا جلوگیری از پخش گاز کربنیک نباید به دلایل ایدئولوژیک از نظر دور بماند. این موضوع به ویژه در مورد صرفه‌جویی انرژی، مصرف

ذغال‌سنگ و نفت، بهره‌برداری از منابع انرژیهای تجدیدناپذیر و انرژی هسته‌ای اهمیت زیادی دارد. ما به همه این امکانات برای تأمین تقاضای انرژی جمعیت فزاینده جهان، بدون اینکه به محیط زیست آسیب بیشتری وارد شود یا تغییرات غیرقابل برگشتی ناشی از اثر گلخانه‌ای در شرایط جوی به وجود آید، نیاز داریم. باید برایین باور بود که به احتمال زیاد کشورهای کمتر توسعه یافته تقاضای انرژی خود را در آینده از طریق انرژیهای فسیلی تأمین خواهند کرد. بنابراین بسیار حائز اهمیت است که ممالک صنعتی و دیگر کشورهایی که بیشترین گاز کربنیک را تولید می‌کنند، تجهیزاتی را که مواد گازکربنیک کمتری پخش می‌کنند به کار گیرند.

مساعدت به تحقق هدف فوق از طریق تحقیق و توسعه، موضوع اصلی برنامه سوم تحقیقات انرژی است. برای این منظور دو استراتژی که مکمل هم هستند مورد توجه است. باید مبانی علمی، سیستمی و فنون جدید برای بهره‌برداری وسیع از انرژیهای اولیه و ثانویه، تحت شرایطی که محیط زیست آسیب‌پذیر به ما تحمیل می‌کند، تهیه و تدوین شود. این امر به مفهوم آن است که در آینده باید مصرف انرژی را به حداقل ممکن رساند تا از این طریق از پخش گازهای گلخانه‌ای به مقدار زیاد کاسته شود، بدون اینکه به انعطاف سیستم انرژی ما که برای مقابله با شرایط نامعین و نامطلوب در آینده طراحی شده است آسیبی وارد آید.

مبانی فوق دو بخش اساسی دارد که برپایه آنها چهار هدف عمده برنامه به ترتیب زیر تنظیم شده است:

- توسعه بیشتر انرژیهای موجود، به طوری که در آینده بلند مدت نیز به عنوان گزینه مناسب در دسترس باشند.
- بهره‌برداری از منابع انرژیهای جدید عاری از گاز کربنیک که دارای پتانسیل بزرگ در بلند مدت هستند. این منابع براساس دانش و شناخت امروز، انرژیهای تجدیدپذیر، راکتورهای زاینده و فیوژن هسته‌ای کنترل

- بالفعل کردن امکانات بالقوه برای کاهش هزینه‌های سیستم‌های فنی موجود، مانند کاهش هزینه تولید سلولهای خورشیدی با ضریب ۱۰ جهت تسریع و تسهیل گسترش بازار آنها، یا از طریق سازماندهی طرح‌های تشریحی مانند پروژه موفق توربین بادی ۱۰۰ مگاوات، یا از طریق انتقال نتایج سایر برنامه‌های تحقیق و توسعه. اگر چنانچه طرح توربین بادی ۱۰۰ مگاوات از دیدگاه مصرف‌کننده نیز موفق باشد می‌توان آن را به ۲۰۰ مگاوات توسعه داد.

- حمایت از اقدامات بنیادی جدید، مانند تکنیک لایه‌های نازک یا مواد جدید برای ساخت فتولتائیک و نیز به کارگیری تجهیزات مدرن برای احداث نیروگاه‌های بادی. در مورد اجزای نیروگاه‌های جدید بادی، اموری مانند به کارگیری توام انرژی مکانیکی و برق، سیستم‌های جدید کنترل و توسعه مواد، مانند سیستم اتصال فازر (الیافی)، در صدر تلاشها قرار دارد.

- توسعه بلند مدت سایر منبع انرژی، مانند انرژی زمین گرمایی و بیوماس و نیز سیستم‌های جدید عرضه انرژی، مانند هیدروژن به عنوان حامل انرژی ثانویه در ارتباط با انرژی خورشیدی.

استفاده «منفعل» (ساختمانی) از انرژی خورشیدی، پتانسیل بزرگی برای گرمایش ساختمانها ارائه می‌کند. در حال حاضر تنها ۱۵ درصد حرارت موردنیاز ساختمانها از طریق سیستم‌های انفعالی تأمین می‌گردد؛ اما این روند سیر صعودی طی می‌کند. با بهره‌برداری از سیستم‌های جدید، مانند پمپ‌های حرارتی و امکانات حاصل از آرشتیکت خورشیدی، از طریق طراحی با برنامه و مناسب و به کارگیری تجهیزات خاص ساختمانی، انرژی خورشیدی به طور وسیع برای گرم کردن ساختمانها مورد استفاده قرار می‌گیرد. بهبود کیفیت عایق‌سازی و به کارگیری عایق‌های شفاف در کنار

شده («خورشید، راکتورهای زاینده و فیوژن») است.  
- به کارگیری تجهیزات فنی جدید یا توسعه بیشتر آنها برای تبدیل انرژی با بازده بالا و استفاده منطقی از انرژی.  
- تدوین استراتژی‌های مناسب برای کاهش و وسیع و مداوم پخش گازهای آلوده‌کننده محیط زیست که از سیستم انرژی ما ناشی می‌شوند.

این چهار هدف با هدف پنجمی تکمیل می‌گردد که از موقعیت و مسائل کشورهای در حال توسعه نشئت می‌گیرد و ما را به رعایت آن موظف می‌سازد. این هدف عبارت است از:

- مساعدت به تأمین انرژی موردنیاز جمعیت فزاینده بدون اینکه به محیط زیست آسیب جدی وارد آید یا تغییرات غیرقابل برگشت در شرایط جوی ایجاد شود.

### موضوعهای اصلی برنامه

برنامه جدید تحقیقات انرژی به پنج موضوع اساسی به ترتیب زیر اشاره دارد:

- انرژیهای تجدیدپذیر و استفاده منطقی از انرژی
- انرژی هسته‌ای
- انرژی حاصل از فیوژن
- انرژیهای فسیلی
- مسائل جوی (محیط زیست)

### انرژیهای تجدیدپذیر و استفاده منطقی از انرژی

مزیت این انرژیها در آن است که در هنگام بهره‌برداری از آنها گاز کربنیک تولید نمی‌شود. اما مسائل مهم آنها عبارت است از پایین بودن چگالی انرژی آنها، تغییرات زمان دسترسی به آنها، نیاز به مساحت و مواد بیشتر و نیز هزینه سرمایه‌ای بسیار بالا برای یک کیلووات قدرت نصب شده. برای پیشرفت در زمینه انرژیهای تجدیدپذیر و افزایش سهم آنها در عرضه انرژی اولیه سه مورد زیر پیگیری می‌شود:

سیستمهای جدید تهویه به امر بهره‌برداری از انرژی خورشیدی به طور جدی تأثیر می‌گذارد.

به سبب اهمیت انرژیهای تجدیدپذیر و کاربرد منطقی انرژی، بودجه مالی تحقیقات در این زمینه از حدود ۲۰۰ میلیون مارک در اواسط دهه ۸۰ به حدود ۳۰۰ میلیون مارک در اواسط دهه ۹۰ افزایش می‌یابد. بنابراین، جمهوری فدرال آلمان بیش از هر کشور دیگر اروپایی و به اندازه ژاپن و ایالات متحده آمریکا منابع برای این تحقیقات تخصیص می‌دهد.

سهم تحقیقات انرژیهای نو در کل بودجه پژوهشی انرژی دولت فدرال آلمان ۱۸ درصد است و هیچ کشوری در جهان تا این اندازه به انرژیهای نو در برنامه تحقیقات انرژی اهمیت نداده است.

#### انرژی هسته‌ای

تحقیق و توسعه استفاده صلح‌آمیز از انرژی هسته‌ای قدیمیترین و معروفترین بخش برنامه‌های تحقیقات انرژی دولت فدرال را تشکیل می‌دهد. در نتیجه این امر، انرژی هسته‌ای با سهمی در حدود ۴۰ درصد درکنار ذغال‌سنگ به عنوان مهمترین منبع تولید برق به شمار می‌آید. در چندسال اخیر، اقتصاد کشور مسئولیت توسعه بیشتر سیستمهای انرژی هسته‌ای را برعهده گرفته و از این رو منابع مالی برای توسعه انرژی هسته‌ای که در بودجه دولتی در نظر گرفته می‌شود به طور مداوم کاهش یافته است. در سال ۱۹۸۲ بودجه تحقیقات انرژی هسته‌ای دو میلیارد مارک بود که در حدود ۲۸ درصد بودجه وزارت تحقیق و تکنولوژی فدرال (BEMT) را تشکیل می‌داد. بودجه تحقیقات انرژی هسته‌ای در سال ۱۹۹۰ در حدود ۶۸۶ میلیون مارک یا ۸/۸ درصد بود. در برنامه تحقیقات تصویب شده کنونی، منابع اختصاص یافته به انرژی هسته‌ای همچنان به دولت امکان می‌دهد در توسعه بیشتر این تکنولوژی پیچیده سهم باشد.

موارد عمده حمایت از تحقیق و توسعه انرژی هسته‌ای عبارت‌اند از:

- تحقیقات ایمنی راکتورها برای شناخت اقدامات لازم جهت تضمین حداکثر ایمنی سیستمها
- محافظت در مقابل تشعشعات (به مسئولیت وزارت محیط زیست (BMU) برای حفاظت مردم از تأثیرات مخرب تشعشعات یونیزه‌کننده
- اقدامات امنیتی بین‌المللی در مورد مواد هسته‌ای جهت جلوگیری از سوء استفاده از مواد قابل شکافت هسته‌ای
- دفع تأسیسات فنی هسته‌ای
- امور امنیتی در مورد تأسیسات مدار تولید مواد هسته‌ای
- دفع زباله‌های هسته‌ای
- سیستمهای راکتورهای پیشرفته
- امور ایمنی برای SNR 300 [راکتور زاینده سریع]
- راکتورهای زاینده اروپایی آتی
- راکتورهای با دمای بالا (HTR)
- تحقیقات مربوط به ایمنی راکتورهای جدید قابل توجه است که در حال حاضر تحقیق و توسعه در کلیه عرصه‌های انرژی هسته‌ای به استثنای دفع زباله‌های اتمی، که یک امر ملی است، ابعاد اروپایی به خود گرفته که عبارت‌اند از: غنی‌سازی، به کارگیری، تأسیسات بازپردازش (Reprocessing) در فرانسه و بریتانیای کبیر، راکتور زاینده اروپا، گسترش تحقیقات امور ایمنی در اتحاد جماهیر شوروی و اروپای شرقی با هدف تدوین استراتژی ایمنی برای کل اروپا.
- در سطح بین‌المللی و به ویژه بعد از کنفرانس جهانی انرژی در مونترال در سپتامبر ۱۹۸۹، و نیز در محافل رسمی سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (OECD) و سازمان بین‌المللی انرژی اتمی (IAEA)، توسعه راکتورهای حرارتی جدید، که خصوصیات

برای بزرگترین پروژه بین‌المللی بعدی پیشنهاد خواهد کرد. این امر منوط به تصمیم‌گیری کشورهای شرکت‌کننده در انجام این پروژه است.

بودجه توسعه تحقیقات فیوژن در برنامه سوم بسیار بالا نیست و در سال ۱۹۹۰ برابر ۱۹۶ میلیون مارک، ۱۹۹۱ معادل ۱۹۹ میلیون مارک، ۱۹۹۲ مقدار ۱۹۸ میلیون مارک و در سال ۱۹۹۳ در حدود ۲۱۷ میلیون مارک در نظر گرفته شده است.

#### انرژیهای فسیلی

استفاده از انرژیهای فسیلی به طور ناگزیر با تولید گاز کربنیک همراه است. موضوع اصلی تحقیق و توسعه در این زمینه افزایش بازده نیروگاهها و ممانعت از پخش گازهای مخرب است. اقدامات موفق مورد حمایت دولت در این عرصه تاکنون به توسعه تعدادی از سیستمهای فنی بسیار مدرن در جمهوری فدرال آلمان منجر شده است و سیستمهای ذغال‌سنگ آلمانی در حال حاضر در سطح بین‌المللی به عنوان برترین سیستمهای فنی به شمار می‌آیند.

در سیستمهای حفاری جدید به سبب افزایش محصول هر شیفت کاری، هزینه استخراج ذغال‌سنگ در مقایسه با مقدار آن در سال ۱۹۸۰، علیرغم افزایش هزینه‌ها به سبب دشواریهای فراوان و فزاینده در معادن ذغال‌سنگ آلمان، ثابت نگهداشته شده است. مایع‌سازی ذغال‌سنگ و تولید گاز از ذغال‌سنگ نیز تا آن حد توسعه یافته که در حال حاضر به کارگیری سیستمهای بزرگ فنی امکانپذیر است. متأسفانه، استفاده اقتصادی از آنها و به کارگیری ذغال‌سنگ آلمان، به سبب شرایط کنونی بازار انرژی در جهان، در آینده پیش‌بینی نمی‌شود.

علیرغم این وضعیت در رابطه با مایع‌سازی ذغال‌سنگ، باید از کند شدن روند توسعه این سیستمها

ایمنی ویژه‌ای از خود نشان می‌دهند، مورد توجه قرار گرفته است. این تلاشها برای پذیرش انرژی هسته‌ای در جمهوری فدرال آلمان در آینده اهمیت خاصی دارد. در چارچوب این برنامه باید فعالیتهای تحقیقاتی در زمینه مسائل ایمنی به موازات تحقیق و توسعه در سطح جهانی پیش برده شود.

#### انرژی فیوژن

فیوژن هسته‌ای پتانسیل بزرگی برای بلند مدت ارائه می‌کند. با این همه، علیرغم پیشرفتهای قابل ملاحظه فنی که در سالهای اخیر حاصل شده، برای استفاده اقتصادی از این امکان هنوز باید چند ده سال دیگر منتظر بود. چون تحقیق و توسعه در این زمینه بسیار پرهزینه است، فعالیتهای در این عرصه از ابتدا در سطح اروپا یا به عبارتی به عنوان بخشی از اوراتم (Euratom) سازماندهی شده است. جمهوری فدرال آلمان در این برنامه کل اروپا با سهمی کمتر از ۴۰ درصد مشارکت دارد، ولی برای این مقدار سهم صددرصد دانش کسب شده را دریافت خواهد کرد.

گام بعدی در تحقیقات فیوژن به سطحی فراتر از اروپا گسترش پیدا می‌کند. با همکاری ایالت متحده آمریکا، اتحاد جماهیر شوروی و ژاپن آزمایشگاه بزرگ راکتور آزمایشی بین‌المللی هسته‌ای حرارتی (ITER) طراحی شده است. محل طراحی فنی مشترک، بنا به پیشنهاد اروپا، انستیتو فیزیک پلاسما ماکس - پلانک (IPP) در گارخینگ مونیخ (Garching bei Munchen) انتخاب شد. هدف این مرحله از مطالعه که برای مدت سه سال در ماه آوریل ۱۹۸۸ به تصویب رسید، تدوین طرح گام بعدی در زمینه آزمایشهای مشترک فیوژن است. این برنامه‌ریزی امکان انجام آزمایشهای فیوژن به طور مشترک یا به تنهایی از سوی اعضا را فراهم می‌سازد. جمهوری فدرال آلمان خود را به عنوان محل مناسب

جلوگیری به عمل آید، زیرا این روشهای فنی در بلندمدت با توجه به سیستمهای انرژی کشورهای جهان سوم - به ویژه در ارتباط با ذغال سنگ ارزانتر در این ممالک - در بازار جهانی دارای پتانسیلهای بزرگی هستند.

برنامه «انرژیهای فسیلی» بر توسعه روشهای فنی متناسب با محیط زیست، به ویژه در عرصه نیروگاهها و سایر تأسیسات که انرژی فسیلی می‌سوزانند تأکید خاص دارد. این امر باید چنان طرح‌ریزی شود که ضرورت‌های ناشی از حفاظت محیط زیست و جو زمین با نیازهای اقتصادی بتواند هماهنگ باشد تا اینکه امر ورود سیستمهای جدید به بازار تسهیل گردد و به کارگیری وسیع آنها شتاب گیرد. هدف بلندمدت برنامه، ایجاد سیستمهای فنی ثانویه برای جلوگیری از پخش مواد آلوده‌کننده یا تسکین آسیبهای وارده بر محیط زیست نیست، بلکه توسعه آن چنان روشهای فنی مورد نظر است که از آغاز، تجهیزات جدید متناسب با ضروریات حفظ محیط زیست و جو زمین باشند. هدف عمده برنامه، پیشگیری به جای زدایش آلودگیها از محیط زیست است.

در زمینه تحقیقات «ذغال سنگ و سایر انرژیهای فسیلی» در سال ۱۹۹۰ مبلغ ۱۴۵ میلیون مارک، در سال ۱۹۹۱ مقدار ۱۳۹ میلیون مارک، در سال ۱۹۹۲ برابر ۱۳۵ میلیون مارک و بالاخره در سال ۱۹۹۳ مبلغ ۱۳۲ میلیون مارک هزینه خواهد شد.

### مسائل جوی

کمیسیون آنکت [Enquete - Kommission] کمیسیون مجلس فدرال آلمان که مسئولیت بررسی مسائل جو زمین را برعهده دارد. در حال حاضر با بررسی موضوع «اقدام پیشگیرانه برای حفظ جو زمین» به مسائل جوی پرداخته است. کار این کمیسیون در دو یا سه سال آینده

به پایان می‌رسد. نتایج گزارش کمیسیون مبنای تدوین استراتژیهای لازم جهت ارائه پاسخهای مناسب به ضروریات دهه آینده خواهد بود. این به آن مفهوم نیست که در حال حاضر باید دستها را در جیب گذاشت. هم‌اکنون باید از هر امکاتی برای کاهش پخش گاز کربنیک بهره جست. بنابراین، وظایف تحقیق و توسعه برای این منظور را می‌توان به ترتیب زیر برشمرد:

همان طوری که بحثهای سیاسی اولیه با مبنای متفاوت روشن کرده‌اند برای تحقق هدف کاهش گاز کربنیک (CO<sub>2</sub>- Reduction) هیچ‌گونه استراتژی آسان و مشخصی وجود ندارد. بایستی تا حد امکان به طور سریع چارچوبی تهیه شود تا مبنای مشترک همه استراتژیهای آتی قرار گیرد. این وضعیت با بحثهای قبلی انرژی تفاوت اساسی دارد زیرا در یک دوره زمانی مشخص باید اهداف معینی تحقق یابند. استراتژیها باید چنان تدوین شوند که در مدت زمان کوتاه قابل اجرا و واقعی باشند. نقطه شروع همه استراتژیها باید ایجاد پایگاه اطلاعاتی واحد و ارزیابی یکسان پتانسیلهای سیستمهای فنی باشند که در حال حاضر جهت دستیابی به این هدف در اختیار ما قرار دارند.

در هنگام تدوین استراتژیهای کاهش گاز کربنیک در چارچوب این برنامه دولت فدرال، باید همه روشهای فنی جهت کاهش یا جلوگیری از تولید گاز کربنیک و امکان زدودن گاز کربنیک مورد بررسی قرار گیرند. در این زمینه روشهای اساسی جدید، از جمله سیستم انرژی با تولید صفر مواد آلوده‌کننده، فشرده ساختن گاز کربنیک، دفن گاز کربنیک در اعماق دریاها، و برنامه ایجاد جنگلها در سراسر جهان مورد بحث است. فعالیتهای پژوهشی آتی امکان تبدیل هریک از این تلاشها به واقعیت را نشان خواهد داد.

بنابراین، مهمترین موضوع تحقیق و توسعه برای حل این مسئله بهبود و گسترش سیستمها و فنون

خنک‌کننده خورشیدی، تأسیسات خورشیدی برای تأمین حرارت پروسه‌های صنعتی و سیستم‌های انرژی روستایی به هم پیوسته پرداخته می‌شود. اقدامات لازم در آینده به ترتیب زیر برشمرده می‌شوند:

- به کارگیری نیروگاه‌های کوچک بادی برای تولید برق به صورت شبکه‌های جزیره‌ای  
- به کارگیری پمپ‌های آب آشامیدنی فتوولتائیکی و خورشیدی در مناطقی که برق عرضه نمی‌شود.

- آزمایش کیفیت تأسیسات کوچک بادی و سیستم‌های بادی - دیزلی برای مصرف‌کنندگان منفرد جهت عرضه انرژی الکتریکی و توسعه شبکه‌های جزیره‌ای کوچک («شبکه‌های ضعیف»)  
بسیاری از روش‌های فوق‌الذکر کارآیی خود را نشان داده‌اند و تعدادی از آزمایش‌های محلی به طور عمده برای نتیجه‌گیری نهایی انجام می‌شوند.

برنامه جدید تحقیقات انرژی دولت فدرال همان‌طوری که وزیر تحقیقات، دکتر ریزن هوبر، در هنگام ارائه این برنامه در رسانه‌های گروهی تأکید کرد از نظر زمانی محدود نیست. برای اجرای این برنامه در برنامه‌ریزی مالی میان مدت تا سال ۱۹۹۳ در حدود ۵ میلیارد مارک اختصاص داده شده است. در حال حاضر هیچ گونه نشانه‌ای از وجود یک برنامه دولتی مدرن مشابه، برای پاسخگویی به مسائل تحقیقات و تکنولوژی انرژی در دیگر کشورهای صنعتی در دست نیست.

\* \* \*

Energiewirtschaftliche Tagesfragen, Heft 7, 1990

موجود است. روش‌های کاربرد منطقی انرژی، ارتقای بازده تبدیل انرژی‌های فسیلی و منابع انرژی تجدیدپذیر و نیز استفاده از انرژی هسته‌ای از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. اما انرژی هسته‌ای تنها منبع انرژی موجود است که به هیچ وجه گاز کربنیک تولید نمی‌کند و مقدار زیاد انرژی با هزینه قابل قبول می‌تواند عرضه کند. علاوه بر آن، جایگزینی حامل‌های انرژی‌های فسیلی با یکدیگر، مانند گاز به جای ذغال‌سنگ، امکان دیگری را ارائه می‌کند.

### همکاری بین‌المللی

برنامه تحقیقات انرژی جدید دولت فدرال، شامل بخش مهمی در مورد همکاری‌های بین‌المللی است. در این سند، به طور جامع درباره وضعیت انرژی در سطح جهان، تحقیقات انرژی در دیگر کشورهای صنعتی، مانند ژاپن، بریتانیای کبیر، فرانسه، ایالت متحده آمریکا، اتحاد جماهیر شوروی و جامعه اروپا توضیح داده می‌شود. برای اجرای برنامه، یک فصل کامل به همکاری‌های بین‌المللی از طریق سازمانها، مانند آژانس بین‌المللی انرژی (IEA) در چارچوب سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (OECD)، آژانس انرژی هسته‌ای (NEA)، سازمان بین‌المللی انرژی اتمی (IAEA)، ابتکار تکنولوژی اروپا (EUREKA)، تعداد زیادی همکاری‌های دوجانبه با کشورها در سراسر جهان و به ویژه ممالک در حال توسعه، اختصاص یافته است. در فصل مربوط به «کاربرد منطقی انرژی و انرژی‌های تجدیدپذیر» امکان به کارگیری این گونه سیستمها در شرایط آب و هوای جنوبی به طور وسیع بحث شده است. در این فصل به تشریح نتایج کارهای انجام شده و سطح تکنیک موجود در زمینه پمپ‌های آب آشامیدنی فتوولتائیک و حرارتی خورشیدی، نمک‌زدایی آب دریاها و آب‌های تلخ، خشک‌کن خورشیدی، وسایل پخت و سیستم‌های