

سازماندهی مطالعات انرژی در جمهوری اسلامی ایران

ید... سبوحی

سرپرست بخش هسته‌ای

دانشگاه صنعتی شریف

مقدمه

در شماره پیشین مجله شریف، ضمن مروری بر تاریخچه مطالعات انرژی در جمهوری اسلامی ایران، اشاره شد که مطالعات و برنامه‌ریزی انرژی کشور عملاً از دو دهه قبل آغاز شده است و فرآیند شکل‌گیری تحقیق و توسعه انرژی، مراحل آغازین خود را طی می‌کند. این مرحله از تاریخ برنامه‌ریزی انرژی، دوران گذار از آشفتگی به نظم و از مطالعات پراکنده، به یک نظام تحقیق و توسعه و برنامه‌ریزی انرژی را منعکس می‌سازد. حاصل این فرآیند، شکل‌گیری مطالعات جامع انرژی در مؤسسه عالی پژوهش در برنامه‌ریزی و توسعه با همکاری دانشگاه صنعتی شریف است که از آذر ماه ۱۳۷۱ شروع شده و نتایج مرحله اول آن در سمینار کارشناسی در آبان ماه ۱۳۷۲ ارائه و در اسفند ماه ۱۳۷۲ تدوین شده است. برای تکمیل مرور تاریخی مزبور در نوشتار حاضر، ابتدا مابانی سازماندهی مطالعات انرژی مورد بحث قرار می‌گیرد و سپس، با اشاره به روش سازماندهی تحقیق و توسعه، مدل مطالعات طرح جامع انرژی کشور توضیح داده می‌شود. پس از تبیین مدل مطالعات، مدل‌های انرژی به عنوان ابزار تحلیلی برای توسعه پایگاه اطلاعات تصمیم‌گیری، مرور شده و طرح سیستم کمکی برای برنامه‌ریزی سیستم انرژی کشور ارائه می‌گردد. در بخش پایانی مقاله، نمایه‌ای از دورنمای مطالعات انرژی در جمهوری اسلامی ایران به تصویر می‌آید.

مطالعات سیستم انرژی

سیستم انرژی، یک مجموعه به هم پیوسته‌ای است که دارای ارتباطات متنوعی با بخشهای مختلف نظام اقتصادی و اجتماعی است و توسعه آن، از تحولات اقتصادی، اجتماعی، سیاسی، علمی، فنی و شرایط زیست محیطی تأثیر می‌پذیرد. علاوه بر پیوندهای مزبور، زمان بر بودن تکنولوژیهای انرژی، از موارد مهمی است که امر تصمیم‌گیری در

است. باتخاذ یک استراتژی صحیح ملی که استفاده از عامل انرژی نیز یکی از ابزارهای آن به شمار خواهد رفت، موقعیت ایران و نظریات سیاسی کشور ما با الهام از تعالیم اسلام، می‌تواند از طرف کلیه اعضای سازمان اکو مورد پذیرش قرار گیرد. در این راستا، سیاستهای ملی ایران اقتضا می‌کند که در حد امکان، انرژی مورد نیاز اعضا را تأمین کرده و در مقابل، کالای صنعتی و کشاورزی مورد نیاز خود را در حد مقدور از این کشورها تأمین کند و اصولاً کوشش شود یک بافت تبادل انرژی به صورت شبکه‌ای، چه در ارتباط با انرژیهای اولیه نظیر نفت و گاز و چه انرژیهای ثانویه نظیر برق، بین دول عضو به وجود آید تا از این طریق، در آینده پایه‌های اتحادی محکم‌تر بین کشورهای اسلامی عضو فراهم شود.

به طور قطع، سوابق تاریخی و علایق فرهنگی و اجتماعی موجود بین این کشورها، رسیدن به این هدف را تسهیل خواهد کرد. نباید فراموش کرد که پایه اتحاد کنونی دول اروپا - که پیش‌بینی می‌شود تا قبل از پایان قرن حاضر، کلیه قیود و مرزها را بین آنها از میان برداشته و پول و احتمالاً بسیاری قوانین مشترک را در کل اروپا حاکم نماید - برای اولین بار حدود ۴۵ سال قبل از طریق اتحادیه زغال سنگ که بین فقط چند کشور اروپایی از کل کشورهای موجود اروپایی تشکیل شده بود، گذارده شد.

در حال حاضر، به عنوان بخشی از این سیاست بخصوص در ارتباط با جمهوریهای تازه استقلال یافته شوروی سابق، تلاش وزارت نفت در جهت ایجاد روابط نفتی متقابل در زمینه واردات و صادرات نفت خام و فرآورده‌های نفتی و گاز بین ایران و این کشورها و یا بین این کشورها و کشورهای ثالث، از طریق ایران است و مذاکرات متعددی نیز در این موارد با این جمهوریها صورت گرفته که بعضاً نیز به نتایج مثبتی منتهی شده است. در ارتباط با سایر کشورها نظیر ترکیه و پاکستان نیز روابط ایجاد شده قبلی در زمینه‌های انرژی بر اساس منطقی و باگسترش روزافزون ادامه داشته و بخصوص در زمینه استفاده از گاز طبیعی، این روابط می‌تواند توسعه بیشتری پیدا کند. فعالیت در این زمینه نیز در جریان است.

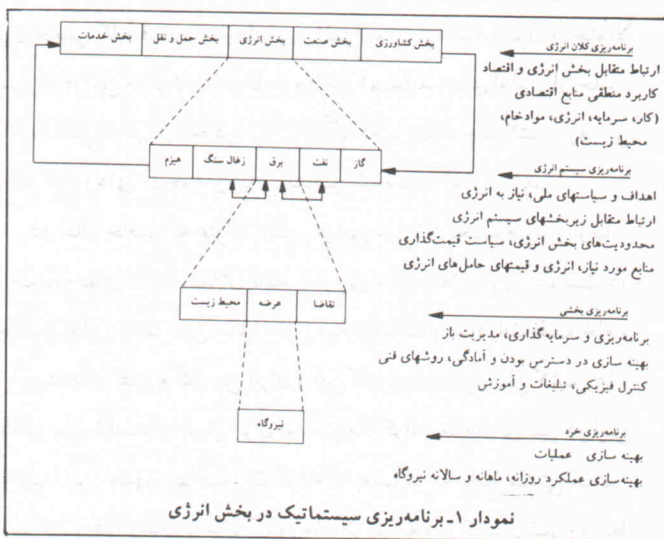
همان طوری که قبلاً نیز گفته شد، روابط ملل اسلامی در سازمان همکاری اکو باید در یک افق وسیع سیاسی و اقتصادی مورد توجه قرار گیرد که بخش انرژی، تنها جزیی از آن به شمار رفته و باید در یک قالب برنامه‌ریزی شده و منسجم که در نهایت اتحاد اقتصادی و یا حتی سیاسی کشورهای عضو را در بلند مدت به ارمغان می‌آورد، حرکت کند. تمامی تلاش وزارت نفت نیز در همین راستا متمرکز شده است.

بخش انرژی را دشوار می‌سازد و عنایت به این موضوع در مدیریت انرژی یک جامعه، دارای اهمیت شایانی است. ایجاد تحول در سیستم انرژی اغلب طی زمان طولانی - گاه طی یک یا دو دهه - امکان‌پذیر است. ساختمان یک نیروگاه بزرگ در حدود ۸ تا ۱۰ سال زمان می‌برد و چنین نیروگاهی می‌تواند برای تأمین برق چند دهه مورد استفاده قرار گیرد. احداث یک تکنولوژی تبدیل انرژی در حال حاضر، به شکل‌گیری وضعیت بخش انرژی در آینده، تأثیر می‌گذارد. در بخش تقاضا نیز، ایجاد تغییر در زمان طولانی صورت می‌پذیرد. پیشبرد سیاستهای صرفه‌جویی انرژی - که با تحول کیفی ساختمانها و وسایل فنی مورد استفاده، امکان‌پذیر است - تنها در طول یک یا دو دهه به نتیجه می‌رسد. پیچیدگی سیستم انرژی و زمان بر بودن تکنولوژیها و تحولات ساختاری بخش انرژی، از ویژگیهای بارز بخش انرژی محسوب می‌شود که امر تصمیم‌گیری را با مشکل مواجه می‌سازد. تصمیم‌گیری در مورد بازسازی و نوسازی سیستم انرژی، توجه به آینده و بررسی همه جانبه تحولات آتی این بخش را ضروری می‌سازد. آینده‌نگری و مطالعه نظام‌گرا (سیستماتیک) آینده، از امور مهمی است که بایستی در فرآیند تصمیم‌گیری بدان پرداخته شود و از این طریق، اطلاعات جامع درباره دگرگونیهای آتی سیستم انرژی تهیه شود.

هدف نهایی از تهیه اطلاعات جامع در مورد تحولات بخش انرژی در آینده، تدارک مبنای منطقی و علمی برای تصمیم‌گیری است. برای تحقق این هدف، ارتباطات پیچیده و متنوع بیرونی و درونی سیستم انرژی و تحولات آتی این پیوندها تحلیل می‌شود و بر پایه آن، تصمیم‌گیری اصولی در زمان حاضر امکان‌پذیر خواهد بود. در فرآیند چنین اقدامی، تعمیم گذشته به آینده یا پیش‌بینی قاطع وضعیت در آینده، مورد نظر نیست بلکه سعی می‌شود با توجه به عدم اطمینانی که درباره آینده وجود دارد تحولات آتی ممکن، بررسی و ارزیابی شده و به اقدامات لازم در حال حاضر اهتمام گردد. بنابراین، شناسایی «گامهای استوار»، یعنی گامهایی که علی‌رغم عدم اطمینان در مورد تأثیر عوامل گوناگون و با توجه به سطح شناخت در حال حاضر درست و ضروری به نظر می‌آیند، از اجزای مهم فرآیند تحلیل آینده است و بر مبنای آن، تصمیمات اصولی در مورد ایجاد دگرگونیهای بنیادی در سیستم انرژی اتخاذ می‌شود. تصمیمات اصولی در بخش انرژی، در حقیقت، شناسایی و انتخاب گامهای استوار و بنیادی است که به صورت برنامه و طرح جامع انرژی انعکاس پیدا می‌کند و جریان تحقق آن، فرآیند برنامه‌ریزی انرژی را شکل می‌دهد.

مطالعه عملکرد سیستم انرژی با عنایت به پیوستگیهای درونی و بیرونی آن، تشخیص و تنظیم اهداف و تعیین وظایف در سطوح مختلف مدیریت، مضمون اصلی فعالیت در چارچوب نظام برنامه‌ریزی به شمار

می‌آید. نظام برنامه‌ریزی، بایستی در انطباق با سیستم واقعی سازماندهی شود که پویایی آن به تعریف دقیق وظایف و پیشبرد پژوهشهای کاربردی در زمینه انرژی بستگی دارد. بر اساس نمودار شماره ۱، نظام برنامه‌ریزی انرژی در چهار سطح عمده قابل بررسی است. در سطح کلان، بخش انرژی به صورت جزئی از کل نظام اقتصادی و اجتماعی مد نظر قرار می‌گیرد و مطالعه ارتباطات متقابل بین بخش انرژی و سایر بخشهای اقتصادی و اجتماعی، از وظایف برنامه‌ریزی در این مرحله است. تحلیل تأثیر سیاستهای اجتماعی بر مصرف انرژی، مانند تأثیر توزیع متعادل درآمد و مساعدت دولت به اقشار کم درآمد بر تقاضای انرژی و مطالعه پیوندهای متقابل بین بخش انرژی و سایر بخشهای اقتصادی، مضمون اصلی وظایف برنامه‌ریزی در سطح کلان را تشکیل می‌دهد. تشخیص اهداف اقتصادی و اجتماعی و بررسی تأثیرات عوامل تولید بر یکدیگر، ارزیابی امر جایگزینی انرژی با نیروی کار و سرمایه و بالعکس، کاربرد بهینه منابع اقتصادی، از وظایف برنامه‌ریزی انرژی در سطح عالی هستند.



نمودار ۱ - برنامه‌ریزی سیستماتیک در بخش انرژی

تعیین چارچوب اهداف و راهبردهای توسعه اقتصادی و اجتماعی، ایجاد توازن بین رشد اقتصادی و تکامل اجتماعی، هماهنگ ساختن توسعه بخشهای مختلف اقتصادی، اقدام در جهت زدایش محرومیت‌های منطقه‌ای و تفاوت‌های اقتصادی و اجتماعی بین شهر و روستا و مطالعه تحولات ساختاری، از موارد اصلی برنامه‌ریزی کلان به شمار می‌آیند. برنامه‌ریزی کلان، چشم‌انداز روشنی را نشان می‌دهد و راستای اصلی توسعه اقتصادی و اجتماعی را مشخص می‌سازد.

بعد از تدوین سیاستهای اقتصادی و اجتماعی کلان، موضوع مدیریت بخشها مطرح می‌شود و برنامه‌ریزی سیستم انرژی، به عنوان زیر ساخت فنی کشور، اهمیت شایانی کسب می‌کند. وظیفه برنامه‌ریزی سیستم انرژی، مطالعه وضعیت و کارکرد بخش انرژی، تشخیص مسائل

روشهای تولیدی، افزایش بازده و کارایی سیستمهای تبدیل انرژی و انجام تعهدات خویش در چارچوب قراردادها و معاهده‌ها با دیگر اجزاء زیر بخش مربوط (مانند شبکه انتقال برق) را بر عهده دارد.

سیستم انرژی، یک مجموعه سهم پیوسته‌ای است که دارای ارتباطات متنوعی با بخشهای مختلف نظام اقتصادی و اجتماعی است و توسعه آن، از تحولات زیست محیطی تا تأثیر می‌پذیرد. علمی، فنی و شرایط

روش سازماندهی تحقیق و توسعه انرژی

برنامه‌ریزی انرژی، فعالیتی است با مضمون تحقیقاتی. تحقیق یا پژوهش، به فعالیتهای منظمی گفته می‌شود که برای شناخت مسائل، کشف مجهولات و دستیابی به دانش جدید و نوآوری در زمینه‌های مختلف علمی و تکنولوژیکی، صورت می‌گیرد. برنامه‌ریزی سیستم انرژی، مجموعه منسجمی از فعالیتهای نظام یافته است که به منظور شناخت مسائل انرژی کشور و ارزیابی راه حل آنها پی گرفته می‌شود و وجود نظام تحقیقاتی کارا و پویا و ایجاد زیر ساخت مناسب برای آن، لازمه برنامه‌ریزی سیستم انرژی کشور است.

هدف از سازماندهی نظام تحقیق و توسعه انرژی، فراهم آوردن شرایط مناسب علمی و فنی برای برنامه‌ریزی انرژی جهت پاسخگویی به نیازهای مدیریت انرژی کشور در مناطق مختلف و موارد متعدد است. تهیه طرح جامع انرژی و برنامه عملی برای بازسازی و نوسازی بخش انرژی کشور، گامی است ضروری. اما طرح جامع انرژی هنگامی برای حل مسائل انرژی کشور مفید خواهد بود که به مرحله اجرا در آمده و با تعمیق مطالعات انرژی و تداوم فعالیتهای پژوهشی در این زمینه، تکامل یابد. تحقق این امر، مستلزم آگاهی مدیریت به اهمیت طرح انرژی در بلند مدت است و به اداره و توانایی مدیریت و حمایت عملی و جدی از تحقیق و توسعه بستگی دارد. بنابراین، سازماندهی اصولی نظام تحقیق و توسعه انرژی، بایستی با هدف ایجاد زیر ساخت نظام پژوهشی، پرورش کادر توانمند برای تعمیق و گسترش تحقیقات و افزایش توانایی علمی و عملی مدیریت انرژی انجام گیرد. واقعیت آن است که در حال حاضر، امکان تحقق اهداف مزبور به دلیل تنگناهای ناشی از کمبود تخصص و ضوابط بازدارنده در نظام آموزشی - پژوهشی دانشگاه‌ها کاری است بسیار دشوار.

آن و بررسی راهبردهای توسعه سیستم انرژی است. سیستم انرژی، کل به هم پیوسته‌ای متشکل از اجزاء گوناگون است که در ارتباط تنگاتنگ با یکدیگر قرار دارند. مطالعه رقابت انواع حاملهای انرژی با یکدیگر و تحولات ساختاری سیستم انرژی، بررسی منابع مورد نیاز برای توسعه بخش انرژی، تحلیل روند قیمت و مصرف انرژی در بخشهای اقتصادی و اجتماعی، ایجاد هماهنگی بین عرضه و تقاضا و سیستمهای انرژی در مناطق مختلف کشور و سرانجام، ارزیابی محدودیتهای سیستم انرژی، وظایف برنامه‌ریزی انرژی در سطح میانی هستند. در فرآیند برنامه‌ریزی سیستم انرژی، مبنای علمی برای تصمیم‌گیری منطقی به منظور هدایت اجزاء و زیر بخشهای آن در بلند مدت فراهم می‌شود و پایگاه اطلاعاتی قابل اتکا برای تصمیم‌گیری در سطح عالی مدیریت انرژی برای تدوین خط‌مشی انرژی با عنایت به روند توسعه تقاضای انرژی در بخشهای اقتصادی و اجتماعی، تهیه چارچوب مناسب برای تعیین سیاستهای قیمت‌گذاری انرژی، تخصیص اعتبارات برای گسترش بخش انرژی، ارزیابی تأثیر سیستم انرژی بر محیط زیست و نیز تدوین خط‌مشی تحقیق و توسعه در زمینه انرژی را فراهم می‌سازد.

با مشخص شدن سیاستهای بلند مدت سیستم انرژی، دامنه فعالیتهای زیر بخشهای انرژی (مانند نفت و گاز و برق) تعیین و زمینه لازم برای سازماندهی سیستمهای مورد نظر مهیا می‌شود. زمانی که روند تقاضای انرژی مفید در بخشهای اقتصادی و اجتماعی و کسب قیمت و هزینه نهایی انرژی در سطح برنامه‌ریزی سیستم انرژی معین شدند، می‌توان از اطلاعات مزبور به عنوان مبنای مدیریتی و حامل اطلاعات بیرونی برای برنامه‌ریزی بخش استفاده کرد. ایجاد توازن بین شبکه‌های تولید، انتقال و توزیع و ارتقاء قابلیت اطمینان سیستم، فراهم کردن منابع مورد نیاز برای توسعه کل زیر بخش، تعیین محل احداث و گسترش سیستمهای تولید و انتقال و توزیع، تنظیم برنامه‌های تحقیقاتی برای افزایش بازده سیستمهای فنی و بهبود عملکرد تکنولوژیها و آموزش نیروهای متخصص برای هدایت و اداره واحدهای تولیدی، از وظایف اصلی برنامه‌ریزی بخش به شمار می‌آیند. زیرا که، بهینه‌سازی جزئی از سیستم انرژی در برنامه‌ریزی بخش با عنایت به اهداف بلند مدت ترسیم شده در سطح کل سیستم انرژی صورت می‌پذیرد. کارکرد زیر بخش مورد نظر در راستای سازماندهی بافت کل سیستم بهینه می‌شود و هماهنگی با دیگر اجزاء بخش انرژی و نیز بخشهای اقتصادی و اجتماعی، توسعه می‌یابد. اهداف مشخص شده در برنامه‌ریزی بخشی، دامنه عملکرد واحدهای تولیدی و وظایف برنامه‌ریزی در سطح خرد را معین می‌سازد. واحد تولیدی (مانند نیروگاه) فعالیتهای خود را در راستای اجرای وظایفی که تابعی از اهداف زیر بخش (مانند سیستم برق رسانی) است سازمان می‌دهد. مدیریت در این سطح، مسئولیت بهبود کمی و کیفی

ارزیابی توازن بین عرضه و تقاضا ایجاب می‌کند که فعالیت‌های مطالعاتی در دو مسیر موازی و مرتبط با یکدیگر سازماندهی شوند. در مسیر اول، روند تقاضای انرژی در فرآیند توسعه اقتصادی و اجتماعی با عنایت به تأثیرات تحولات علمی و فنی بر بازده مصرف حامل‌های انرژی موضوع کار است. برای این منظور، مصرف حامل‌های انرژی در بخش خانگی، صنعت، حمل و نقل، تجاری، خدمات و کشاورزی تحلیل می‌شود و پتانسیل صرفه‌جویی انرژی از طریق بهبود تکنولوژی و افزایش بازده آنها و پیامد پیشرفت‌های علمی و فنی بررسی و امکان‌باز یافت انرژی، ارزیابی می‌گردد. عامل مهمی که بر تقاضای انرژی تأثیر می‌گذارد، توسعه اقتصادی و اجتماعی است. برای بررسی این امر، مطالعه توسعه اقتصادی و اجتماعی و ملحوظ داشتن آثار تحولات بازار جهانی انرژی بر آن، مد نظر بوده است.

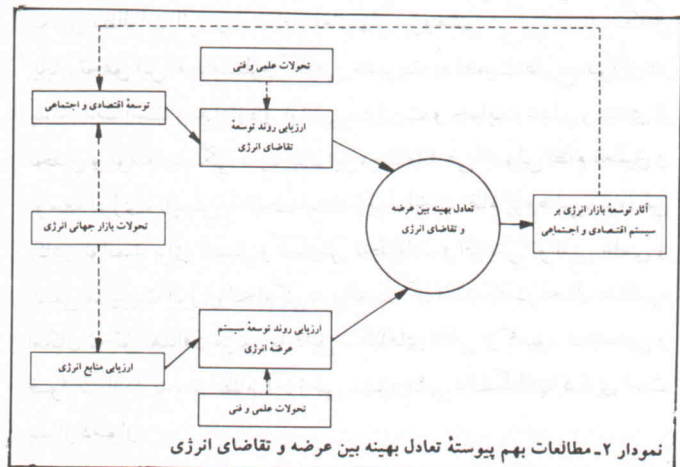
همگام با مطالعات تقاضای انرژی، ارزیابی توسعه سیستم عرضه انرژی مورد توجه قرار می‌گیرد. سیستم عرضه انرژی، مجموعه‌ای از تکنولوژی‌های استخراج انرژی‌های اولیه، فرآورش، تبدیل، انتقال و توزیع انرژی است و به کمک آنها، حامل‌های انرژی اولیه موجود در طبیعت به شکل مناسب تبدیل و به مصرف‌کننده نهایی عرضه می‌شود. هر یک از تکنولوژی‌های انرژی، دارای مشخصات اقتصادی و فنی هستند که همراه با تحولات تکنولوژیکی و پیشرفت‌های علمی، تغییر می‌یابد. انتخاب تکنولوژی مناسب با توجه به معیارهای اقتصادی، زیست محیطی، سیاسی و مقبولیت اجتماعی، موضوع تصمیم‌گیری در بخش انرژی است و تهیه اطلاعات لازم و مفید برای این امر، از امور مطالعات طرح جامع انرژی به شمار می‌آید. هدف از سازماندهی سیستم عرضه انرژی، تبدیل حامل‌های انرژی اولیه به اشکال مناسب و مطلوب برای مصرف‌کنندگان است و برای این منظور، از منابع انرژی استفاده می‌شود. توسعه تقاضای انرژی و انتخاب نوع تکنولوژی، بهره‌برداری از منابع انرژی را به طور وسیع متأثر می‌سازد. بهره‌برداری از منابع انرژی همچنین، به تحولات بازار جهانی و قیمت‌های انرژی بستگی دارد. لذا، ارزیابی منابع انرژی و استفاده از آنها، در ارتباط با توسعه سیستم عرضه انرژی و تغییرات در بازارهای بین‌المللی صورت می‌گیرد.

مطالعه روند تقاضای انرژی و مطابق با آن، توسعه سیستم عرضه انرژی، امکان ارزیابی تعادل بهینه بین عرضه و تقاضای انرژی را فراهم می‌سازد. توازن بهینه بین عرضه و تقاضای انرژی در بلندمدت وضعیتی را منعکس می‌سازد که از امکانات و منابع اقتصادی و طبیعی به بهترین طریق استفاده می‌شود و انتخاب تکنولوژی‌های فرآورش، تبدیل، انتقال و توزیع انرژی به طور اصولی و در راستای ارتقاء سطح کارایی بخش انرژی صورت می‌گیرد و مصرف‌کنندگان در جهت کاربرد منطقی انرژی در فرآیندهای تولیدی و خدماتی هدایت می‌گردند. در این حالت،

در فرآیند سازماندهی مطالعات طرح جامع انرژی کشور، هدف بلند مدت سازماندهی نظام پژوهشی مد نظر بوده و کلیه امور، تحت الشعاع آن شکل گرفته است. برای این منظور، تلاش بر آن بوده است که گروه‌های کاری مشتعل بر دانشجویان کارشناسی ارشد، اعضای هیأت علمی دانشگاه در صورت امکان و نماینده یا کارشناسی از وزارتخانه‌ها یا سازمان‌های اجرایی مرتبط با موضوع کار تشکیل شود. اهدافی که در چارچوب گروه‌های کاری پی گرفته می‌شود بر سه محور اصلی استوار است. محور اول، انجام مطالعات انرژی و تهیه و تدوین نتایج کار و ارائه آنها به صورت گزارش‌های پروژه طرح جامع انرژی است که بایستی بر اساس برنامه زمان‌بندی مشخص شده در موافقتنامه‌ها صورت گیرد. محور دوم، توسعه پایگاه اطلاعاتی است که همزمان و به موازی مطالعات انرژی انجام می‌پذیرد. پیشبرد این امر، زمینه لازم برای گسترش مطالعات و تعمیق تحلیل مسائل انرژی کشور در آینده و ایجاد بنیان مناسب برای تحقیقات انرژی را فراهم می‌سازد. محور سوم، آموزش عملی مسائل انرژی کشور به دانشجویان در دوره‌های تحصیلات تکمیلی و پرورش آنها از طریق پژوهش درباره مشکلات توسعه اقتصادی و اجتماعی جامعه است و بدین ترتیب، در راستای تربیت کادر توانمند برای سازماندهی تحقیق و توسعه انرژی گام برداشته می‌شود. به عبارتی، همگام با پروژه طرح جامع انرژی کشور و در یک فرآیند طبیعی، نیروی متخصص رشد می‌یابد که به مسائل انرژی کشور در زمینه تخصص خود آشنایی لازم پیدا کرده و به عمق مسائل جامعه آگاه است.

مدل مطالعات طرح جامع انرژی کشور

هدف نهایی که در فرآیند مطالعات طرح جامع انرژی کشور پی گرفته می‌شود، ارزیابی تعادل بهینه بین عرضه و تقاضای انرژی و تحول آن بر اثر سیاست‌گذاریهاست. تعادل بین عرضه و تقاضا، تلاقی تقاضای انرژی در بخش‌های اقتصادی و اجتماعی از سویی و عرضه انواع حامل‌های انرژی از طرف دیگر است (نمودار ۲).



پیچیدگی سیستم انرژی و زمان بر بودن تکنولوژیها و تحولات ساختاری بخش انرژی، از ویژگیهای بارز بخش انرژی محسوب می شود که امر تصمیم گیری را با مشکل مواجه می سازد.

متحدۀ امریکا و «Jülich» در جمهوری فدرال آلمان و با شرکت مؤسسات تحقیقاتی در کشورهای عضو آژانس بین المللی انرژی، اولین مدل سیستم عرضه انرژی تحت عنوان «MARKAL» توسعه یافت. در نیمۀ دوم دهه ۷۰ و اوایل دهه ۸۰ میلادی، فعالیتهای تحقیقاتی در زمینه توسعه مدلهای سیستم انرژی گسترش پیدا کرد و مدلهای مختلفی توسعه یافته و در بازار مشترک و کشورهای صنعتی به عنوان ابزاری برای تصمیم گیری، مورد استفاده قرار گرفتند. در مدلهای سیستم انرژی، جریان انرژی از منابع و از طریق سیستمهای فرآورش، تبدیل، انتقال و توزیع، انعکاس می یابد. در این مدلها، انواع تکنولوژیهای انرژی در نظر گرفته می شوند و تقاضای انرژی مفید به صورت متغیر بیرونی منظور می گردد. سپس به کمک مدل - که بر پایه برنامه ریزی ریاضی استوار است - مناسب ترین گزینه های راهبردها برای تأمین تقاضای انرژی مفید شناسایی می شود. این نوع مدلها، اطلاعاتی در مورد ترکیب بهینه سوختها و تکنولوژیها را ارائه می کنند.

مدلهای سیستم انرژی، امکان مطالعه جایگزینی سوختها با یکدیگر، صرفه جویی انرژی و ترکیب مناسب تکنولوژیها را فراهم می سازند. به عبارتی، نتایج کاربرد مدلهای مزبور، مشتمل بر اطلاعات مربوط به تعادل بهینه بین عرضه و تقاضای انرژی و تراز بهینه انرژی در بلند مدت است. به کمک این مدلها، مطالعه آثار تعادل بهینه بین عرضه و تقاضای انرژی بر توسعه اقتصادی و اجتماعی ممکن نبوده و اطلاعات قطعی در مورد سازگاری بخش انرژی با توسعه جامعه حاصل نمی شود. از این رو، از اواسط دهه ۸۰ میلادی، مدلهای انرژی و اقتصاد که ارتباط متقابل بخش انرژی و نظام اقتصادی را بازتاب می دهند، از امور پژوهشی در زمینه انرژی به شمار می آیند.

تولید و مصرف انرژی با پخش آلاینده های محیط زیست همراه است و بر اثر آنها تخریب محیط زیست، افت کیفیت زندگی و به خطر افتادن سلامتی انسان و بهداشت جامعه و تغییرات نامطلوب جوی صورت می گیرد. کنترل پخش مواد آلاینده، از مسائل بخش انرژی است که بر توسعه سیستم انرژی و نظام اقتصادی و اجتماعی به طور گسترده تأثیر می گذارد و انتخاب ترکیب مناسب سوختها و تکنولوژیها، تحت الشعاع آثار زیست محیطی آنها قرار می گیرد. بنابراین، ارزیابی آثار زیست محیطی بخش انرژی توسعه مدلهای انرژی - اقتصاد - محیط زیست را ضروری ساخته است.

در فرآیند مطالعات طرح جامع انرژی، اطلاعات در مورد انواع مدلهای انرژی که توسعه یافته و مورد استفاده هستند، جمع آوری شد. بر اساس اطلاعات مزبور، ۲۹ مدل عرضه، تقاضای انرژی و انرژی - اقتصاد بررسی شد که فهرست آنها در جدول ۱ نشان داده شده است. برای هر یک از مدلها، شناسنامه ای تهیه گردیده که مشتمل بر نام مدل و مؤسسه

بهره وری انرژی افزایش می یابد که می تواند به گسترش امکانات اقتصادی و اجتماعی منجر شود. توسعه تعادل بهینه بین عرضه و تقاضای انرژی، آثار متفاوتی بر بخشهای اقتصادی و اجتماعی بر جای خواهد گذاشت. هنگامی اطلاعات مربوط به تعادل بین عرضه و تقاضای انرژی برای سازماندهی بخش انرژی و تصمیم گیری مفید خواهد بود که توسعه بخش انرژی با توسعه اقتصادی و اجتماعی سازگار بوده و در کل نظام اقتصادی، افزایش بهره وری نیروی کار، ارتقاء سطح زندگی مردم و تسریع امر توسعه را در پی داشته باشد. از این رو، ارزیابی آثار توسعه بخش انرژی بر نظام اقتصادی و اجتماعی از طریق پس خوراند اطلاعات حاصل به مدل توسعه اقتصادی و اجتماعی، از امور مطالعات طرح جامع انرژی است.

مدل انرژی ابزاری برای تحلیل توسعه بخش انرژی

برای تحلیل توسعه بخش انرژی از مدلهای انرژی استفاده می شود. مدلهای انرژی، ارتباطات اجزای سیستم انرژی با یکدیگر و کنش و واکنش این بخش با سایر اجزاء نظام اقتصادی و محیط زیست را به صورت یک مجموعه سازگار بازتاب می دهند و ابزار مناسبی برای ارزیابی تأثیرات عوامل اقتصادی، اجتماعی و فنی و زیست محیطی بر تعادل بهینه عرضه و تقاضای انرژی به شمار می آیند. مدلهای انرژی در دهه های ۵۰ و ۶۰ میلادی، برای تصمیم گیری در مورد گسترش ظرفیتهای پالایشگاهها و سیستم نفت رسانی و برق رسانی در کشورهای صنعتی توسعه یافتند و به عنوان ابزاری برای سازماندهی فعالیتهای شرکتی بین المللی نفت و برق مورد استفاده قرار می گرفتند. در این نوع مدلها، تولید، انتقال و توزیع یک نوع حامل انرژی انعکاس می یابد و به مدلهای تک سوختی (single-fuel-models) معروف هستند. در این مدلها، تقاضای سوخت معین به صورت یک متغیر بیرونی در نظر گرفته می شود و توسعه ظرفیتهای لازم برای تأمین آن ارزیابی می شود.

در دهه هفتاد میلادی به دنبال افزایش قیمت انرژی در بازار جهانی، موضوع جایگزینی حاملهای انرژی با یکدیگر و صرفه جویی انرژی مطرح گشت و به منظور توسعه ابزار تحلیلی برای مطالعه این موضوع، فعالیتهای پژوهشی، بر تدوین مبانی مدلهای سیستم انرژی متمرکز شد. در سال ۱۹۷۴، از سوی «Brookhaven National Lab» در ایالت

پس از ارزیابی امکان کاربرد مدل‌های انرژی موجود برای انجام مطالعات

بایستی یک سیستم کمکی برای برنامه‌ریزی سیستم انرژی کشور طراحی گردد که مجموعه به هم پیوسته‌ای از مدل‌های انرژی را شامل می‌شود. برای این منظور، مدل‌های تقاضای انرژی تحت عنوان «MADE-II» (Model for Anelysis of Demand for Energy) و مدل «توسعه اقتصادی و بهره‌برداری بهینه از منابع انرژی» تحت نام «OCM» (Optimal Control Model) توسعه یافتند و مدل سیستم عرضه انرژی «MESSAGE III» (Model for Energy Supply Strategy and their General Environmental impact) نسخه دوم آن در سال ۱۹۸۴ در انستیتو بین‌المللی کاربرد سیستم‌ها (IIASA) توسعه یافته بود، تکامل داده شد. سه مدل مزبور، ابزارهای اصلی مطالعات طرح جامع انرژی کشور در مرحله اول بوده‌اند. به کمک این مدل‌ها، ابتدا راه‌های توسعه اقتصادی بررسی شد و نتایج مدل «OCM» به صورت اطلاعات ورودی به مدل تقاضای انرژی «MADE-II» مورد استفاده قرار گرفت. اطلاعات مربوط به روند تقاضای انرژی مفید بدست آمده، در مدل «MESSAGE-III» به کار گرفته شد تا گزینه‌های مختلف برای تأمین تقاضای انرژی مفید، ارزیابی و راهبردهای توسعه بخش انرژی شناسایی شود.

توسعه دهنده، دوره مطالعاتی مدل (کوتاه مدت، میان مدت و بلند مدت)، فضای مطالعاتی مدل (منطقه یا کشور)، روش و فنون به کار گرفته شده در مدل، مورد استفاده بودن و کاربردهای مدل و نیازهای کامپیوتری (نرم افزار و سخت افزار) است. سپس، کاربرد مدل‌های مزبور برای مطالعات طرح جامع انرژی کشور بر اساس معیارهایی ارزیابی شد. معیارهای عمده برای ارزیابی کاربرد مدل‌ها علاوه بر مسائل عام انرژی که در همه ممالک و جوامع مطرح هستند، مسائل خاص انرژی کشور را شامل می‌شوند. موارد اصلی معیارهای ویژه که بررسی آنها در مطالعات انرژی ایران حایز اهمیت است عبارتند از:

- الف) امکان مطالعه اختلاف شهر و روستا و توزیع نامتعادل درآمد و آثار آن بر عرضه و تقاضای انرژی
- ب) امکان ارزیابی عرضه و تقاضای سوخت‌های سنتی (چوب، هیزم، پسماندهای حیوانی و گیاهی) به کمک مدل
- ج) انعکاس انرژی‌های تجدیدپذیر در مدل و امکان ارزیابی نقش آنها در سیستم عرضه انرژی
- د) امکان ارزیابی نیازهای ارزی بخش انرژی به کمک مدل
- ه) عدم توازن منطقه‌ای عرضه و تقاضای انرژی
- و) مدیریت منابع پایان پذیر انرژی (بویژه نفت و گاز طبیعی)
- ز) تأثیرات متقابل بین بخش انرژی و توسعه اقتصادی

جدول ۱- مدل‌های انرژی بررسی شده

مدل‌های انرژی و اقتصاد	مدل‌های سیستم عرضه انرژی	مدل‌های تقاضای انرژی
1- PILOT, Uni. of Stanford	1- BESOM	1- Argonne Energy Model
2- ETA-MACRO, Uni: of Stanford	2- EFOM, EEC	2- EDE
3- Intertemp. Mathematical Model of national Economy with I/O technique	3- Energy Planning System Mini Model (Bogazici)	3- Energy Requirement Model-Rural Area (IDEE) Argentina
4- Computable General Equilibrium Model for Mexico Energy Policy	4- Energy Technology Assessment Model (Stanford) (ETA)	4- Long Term energy Demand forecasating for DC
5- Energy Economy Simulation for Oil importing DC (Blitzer), MIT	5- KWJ and INTERTATOM Models	5- MAED, IAEA
6- Blitzer Eckhaus Mexico Model, MIT	6- Less Developed Countries Energy System Network (BNL)	6- MEDEE-2,IIASA
7- TEESE, MIT	7- MARKAL, jülich	7- Minimum Standard Model (World Bank)
8- Energy Economy Simulation for Oil Importing DC	8- MESSAGE II, IIASA	8- OAK-RIDGE Model
9- ESPM	9- RETINE	9- Mexico National Energy Model (Mexico University)
	10- WASP, IAEA	
	11- Development of an Electric Network (CIGRE)	

طرح سیستم کمکی برای برنامه‌ریزی انرژی کشور

ساختار سیستم کمکی برای برنامه‌ریزی انرژی کشور که در فرآیند مطالعات طرح جامع انرژی طراحی شده است، در نمودار ۳ مشاهده می‌شود. سیستم کمکی برنامه‌ریزی انرژی* (EPSS) مجموعه به هم پیوسته از مدل‌های انرژی و پایگاه اطلاعات انرژی است. مدل‌هایی که برای این سیستم طراحی و مورد استفاده قرار گرفته‌اند عبارتند از: الف) مدل «توسعه اقتصادی و بهره‌برداری بهینه از منابع انرژی» (OCM)

ب) مدل تقاضای انرژی (MADE-II)

ج) مدل سیستم عرضه انرژی (MESSAGE-III)

د) مدل تأثیرات قیمت‌های انرژی (EPI)

ه) مدل نمودار مرجع جریان انرژی (RES)

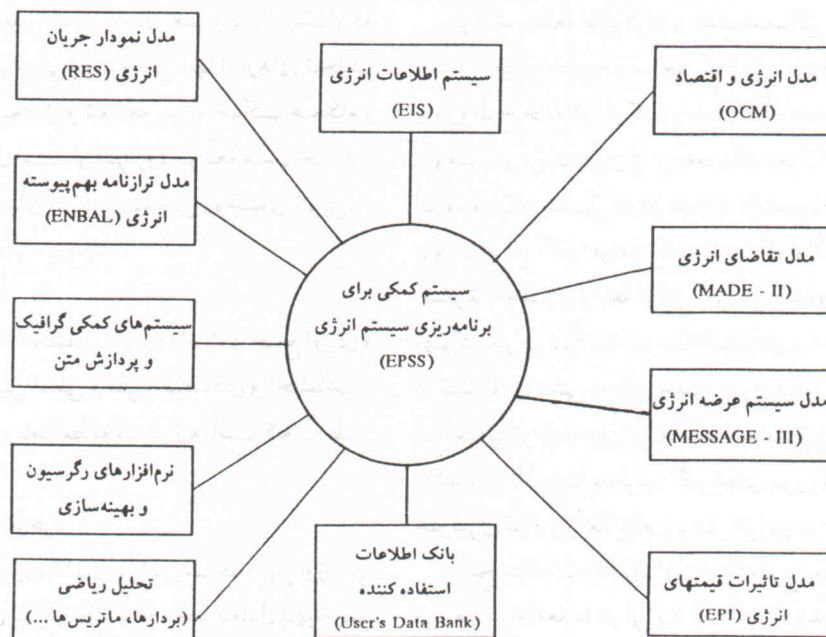
و) مدل ترازنامه بهم پیوسته انرژی (ENBAL)

ز) سیستم اطلاعات انرژی (EIS)

مدل ترازنامه به هم پیوسته انرژی، براساس قانون اول و دوم ترمودینامیک توسعه یافته و مشتمل بر سه قسمت تراز انرژی‌های اولیه، فرآورش و تبدیل و انتقال و مصرف حامل‌های انرژی است. این مجموعه اطلاعات مربوط به تولید، تبدیل، صادرات، واردات و مصرف انواع حامل‌های انرژی در یک سال معین یا دوره زمانی مشخص در نظام اقتصادی، واحدهای تولیدی یا مناطق کشور را ارائه می‌کند. مدل

«ENBAL» (Energy Balance) درحقیقت، جدول تراز انرژی است. بر اساس اطلاعات مندرج در جدول ترازنامه انرژی، مدل نمودار مرجع انرژی (RES) (Reference Energy System) جریان انرژی از منابع و از طریق مراحل پالایش، تبدیل به مصرف نهایی را به صورت گرافیکی نشان می‌دهد و ابزار مناسبی برای ارائه تصویر تولید، تبدیل، مصرف، تلفات، صادرات و واردات انرژی است و کمک می‌کند که تلفات انرژی در نظام اقتصادی یا واحدهای تولیدی به وضوح نمایش داده شود.

توسعه سیستم اطلاعات انرژی** (EIS) از امور تحقیقات انرژی است که در فرآیند مطالعات طرح جامع انرژی کشور سازماندهی شده است. سیستم اطلاعاتی EIS، به صورتی طراحی شده که در بلندمدت، امکان ذخیره سازی کلیه آمار و اطلاعات تاریخی و جغرافیایی مربوط به امور اقتصادی، شرایط اقلیمی، جمعیتی، تکنولوژیکی، مالی، تولید و تبدیل و مصرف انواع حامل‌های انرژی و ذخایر انرژی را فراهم می‌سازد. آمار و اطلاعاتی که برای انجام مطالعات انرژی جمع‌آوری می‌شود، در این سیستم، سازماندهی و بهنگام می‌گردد. هدف این است که سیستم مزبور در دو یا سه سال آینده به صورت یک منبع مهم برای تحقیقات انرژی و کمک به امر برنامه‌ریزی و مدیریت انرژی در نظام اقتصادی و واحدهای تولیدی و خدماتی در سطح جامعه ارائه شود. تکامل سیستم اطلاعات انرژی، EIS، شالوده مهمی برای پیشبرد تحقیق و توسعه انرژی خواهد بود.



نمودار ۳- ساختار سیستم کمکی برای برنامه‌ریزی سیستم انرژی (EPSS)

* Energy planning support system

** Energy Information System

توسعه سیستم کمکی برنامه‌ریزی انرژی «EPSS» و مدل‌های آن، با استفاده از زبان کامپیوتری ++C صورت می‌گیرد و سعی بر آن است که کلیه ابزارهای تحلیلی و مطالعاتی جدیدی که طراحی می‌شوند یا خواهند شد، به کمک زبان کامپیوتری مزبور تهیه گردند.

دورنمای مطالعات انرژی در جمهوری اسلامی ایران

فرآیند تهیه طرح جامع انرژی کشور در یک سال و چند ماه گذشته، بر سازماندهی مطالعات با هدف بلند مدت گسترش تحقیقات انرژی مبتنی بوده است و در این مدت، مبانی ابزار کمکی برای مطالعات منظم و نظام‌گرا انرژی پی‌ریزی شده و پایگاه اطلاعاتی اولیه بر اساس آمارهای موجود در وزارتخانه‌ها و سازمانها و نهادهای مختلف کشور تدوین گشته است. مدل‌های انرژی لازم برای انجام مطالعات، در این مرحله طراحی و توسعه یافته و به کار گرفته شده‌اند. در تداوم این فعالیتها، امور مطالعات طرح جامع انرژی در زمینه‌های زیر، سازماندهی می‌شود:

الف) کاربرد وسیع مدل‌های انرژی

تهیه اطلاعات قابل اتکا برای تصمیم‌گیری در بخش انرژی کشور و ارائه آن در سطح جامعه از اصلی‌ترین وظیفه پروژه طرح جامع انرژی کشور است که پی گرفته می‌شود. برای این منظور، از مدل‌های انرژی که در دسترس هستند یا توسعه می‌یابند، به طور وسیع استفاده خواهد شد.

ب) توسعه مدل‌های لازم

بخش انرژی همانند هر پدیده زنده، در حال تغییر و تحول است و در این فرآیند، مسائل جدیدی طرح می‌شوند و حل آنها ابزارهای تحلیلی نوینی را طلب می‌کند. لازمه تحقیق و توسعه پویا، حرکت همگام و سریع تر از واقعیت‌های متحول است. از این رو، توسعه مدل جدید و کنکاش در اصول و مبانی مدل‌های انرژی و تدوین روشهای نوین، از وظایف مطالعات انرژی محسوب می‌شود.

ج) توسعه سیستم اطلاعات انرژی

سیستم اطلاعات، شالوده تحقیقات انرژی است و جمع‌آوری و سازماندهی آمار و اطلاعات بین‌المللی و ملی، اقتصادی و اجتماعی و فنی و زیست محیطی، از ضروریات مطالعات انرژی است که به طور مستمر پی گرفته می‌شود.

د) گسترش مطالعات انرژی در سطح خرد

مطالعات طرح جامع انرژی کشور در این مرحله، بر ارزیابی چشم‌انداز توسعه بخش انرژی تمرکز یافته بود. ایجاد تعادل بهینه بین عرضه و تقاضای انرژی و کاهش تلفات انرژی در نظام اقتصادی، ایجاب می‌کند که مسائل انرژی در واحدهای تولیدی و خدماتی با دقت لازم و کافی مطالعه و تحولات تکنولوژیکی و مدیریت انرژی ارزیابی شود.

توسعه پایگاه اطلاعاتی در مورد جریان انرژی در واحدهای تولیدی و خدماتی کشور، ارزیابی باز یافت انرژی و کاهش تلفات در آنها، راه‌اندازی آزمایشگاه صرفه‌جویی انرژی و اندازه‌گیری جریان انرژی در فرآیندهای تولیدی در صنایع و واحدهای مسکونی، از امور ضروری مطالعات انرژی و سازماندهی تحقیق و توسعه انرژی کشور به شمار می‌آیند.

ه) توسعه مدل تحقیق و توسعه انرژی

ایجاد تحول سازنده در بخش انرژی و کاهش تلفات انرژی در نظام اقتصادی، مستلزم پیشبرد تحقیقات انرژی است. برای تدوین برنامه بلند مدت تحقیقات انرژی، لازم است مدلی مناسب طراحی و توسعه یابد. این امر به صورت پروژه مطالعاتی از سوی کمیسیون انرژی شورای پژوهشهای علمی کشور تعریف شده است که انجام می‌گیرد.

و) مطالعه بازار بین‌المللی انرژی

وابستگی اقتصاد کشور به درآمدهای حاصل از صادرات نفت و واردات اغلب تکنولوژیهای پالایش و تبدیل انرژی، سبب شده است که توسعه نظام اقتصادی و سیستم انرژی بشدت تحت تأثیر تحولات بین‌المللی قرار گیرد. ارزیابی آثار بازار جهانی بر توسعه بخش انرژی کشور و کنکاش در مورد راههای کاهش آثار آن، از موضوعهای اصلی مطالعات جاری تلقی می‌شود.

نتیجه‌گیری

فرآیند مطالعه نظام‌گرا و هدفمند مسائل انرژی کشور با تکیه بر دستاوردهای علمی، در مراحل آغازین خود قرار گرفته است و انجام پروژه طرح جامع انرژی کشور در دانشگاه صنعتی شریف و مؤسسه عالی پژوهش در برنامه‌ریزی و توسعه، یک تحول کیفی در این فرآیند است. بهره‌جویی از پتانسیل شایان اهمیت دانشجویان توانمند کشور در این پروژه، امکان آن را فراهم ساخته است که اولاً: کادر ورزیده علمی برای گسترش تحقیق و توسعه انرژی آموزش دیده و پرورش یابد، ثانیاً: مسائل مهم کشور در فرآیند توسعه اقتصادی و اجتماعی در دانشگاهها و مؤسسات پژوهشی به طور جدی مطرح و مورد مطالعه قرار گیرد، ثالثاً: تهیه مبنایی برای تدوین برنامه بلند مدت انرژی کشور که بر تحقیق مبتنی باشد و از تأثیرات مخرب نگرشهای بوروکراتیک و تجارت پیشه جلوگیری شود و رابعاً: نظام پژوهش انرژی در عمل شکل گیرد.

نتایج مطالعات، فعالیتها و تجربه طرح جامع انرژی کشور نشان می‌دهد که جامعه ما در فرآیند توسعه با انبوهی از مسائل، پیچیدگیها، ضرورتها و ممکن‌ها مواجه است و در این گذرگاه، تنها با سازماندهی فعالیتهای پژوهشی با نگرشی توسعه‌ای و با دید وسیع مبنی بر پی‌ریزی شالوده تحقیقات انرژی، حل مسائل امکان‌پذیر خواهد بود.