



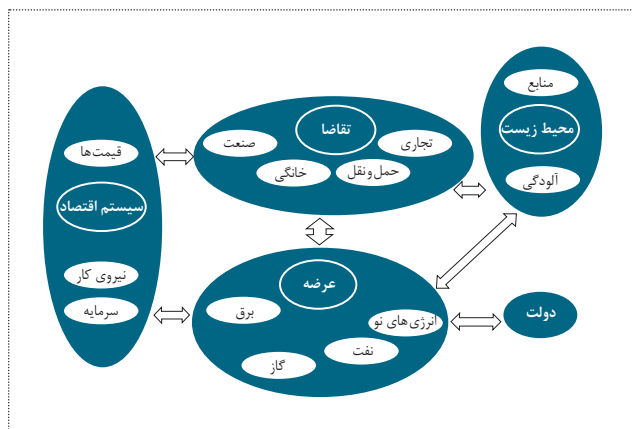
مدیریت مؤثر بخش انرژی کشور با بکارگیری مدل‌های انرژی

مونا گلچین پور^۱ ■ معاونت برنامه‌ریزی وزارت نفت

مقدمه

اهمیت بهینه‌سازی بخش عرضه و تقاضای انرژی، لزوم مدیریت راهبردی انرژی در عصر حاضر را پررنگ‌تر ساخته است. در حقیقت هدف از این نوشتار، ایجاد درک و شناختی عمیق‌تر از انواع مدل‌های انرژی، ضرورت مدلسازی در بخش انرژی، شناسایی کاربردهای متنوع و تکنیک‌های بکارگرفته شده از علم و هنر مدلسازی بخش انرژی می‌باشد. مدیریت راهبردی انرژی، هنر و علم تدوین، اجرا و ارزیابی تصمیماتی است که مسیر موفقیت بخش انرژی را در نیل به اهداف بلندمدت هموار می‌سازد. مرور و بازبینی مدلسازی انرژی می‌تواند طراحان، محققین و سیاست‌گذاران مسائل انرژی را به طور گسترده در انجام فعالیتهای خود یاری رساند. امروزه مدل‌ها، به ابزاری استاندارد برای برنامه‌ریزی انرژی تبدیل شده‌اند. در سال‌های اخیر تلاش‌های زیادی برای فرموله کردن و بکارگیری استراتژی‌های برنامه‌ریزی انرژی در کشورهای در حال توسعه صورت گرفته است. از جمله مسائل گریبانگیر این کشورها می‌توان به وابستگی

شدید آنها به منابع سنتی انرژی اشاره نمود که این امر خود باعث بروز مشکلاتی از قبیل تخریب سریع جنگل‌ها و غیره گردیده است. از این‌رو حجم وسیعی از اطلاعات برای توصیف روابط بین پارامترها و ابزار گوناگونی برای تحلیل موارد مختلف مورد نیاز می‌باشد تا بتوان به کمک آنها به نتایج متعددی دست یافت که بتوانند محققین را در انجام فرآیند طراحی یاری رسانند. شاخص میزان مصرف سرانه انرژی بعنوان یکی از شاخص‌های مهم در کیفیت زندگی، در دهه‌های اخیر روند روبه‌رشدی را داشته است، که نتیجه اصلی این پدیده، افزایش تقاضای انرژی است. ولی استفاده از تکنولوژی‌های ناکارآمد سنتی و اکتفا نمودن به منابع محلی محدود نمی‌تواند پاسخگوی این میزان تقاضای انرژی باشد. استفاده از مدل‌های انرژی منجر به توسعه برنامه‌ریزی‌های مربوط به عرضه و انتقال انرژی و پیش‌بینی و بهینه‌سازی منابع انرژی می‌شود. روش‌های مناسبی برای انجام نمونه‌گیری‌های آماری صورت گرفته که به کمک آنها می‌توان نیازمندی‌ها را بطور بخشی تخمین



شکل ۱ | روابط موجود در سیستم انرژی

و... می‌باشد. بطور کلی منابع تأمین انرژی به دو دسته منابع تجدیدناپذیر و تجدیدپذیر تقسیم می‌گردند. در سیستم‌های انرژی، تعاملات میان بخش‌های مختلف در نظر گرفته شده و عوامل مؤثر بصورت پارامتریک در آن ملحوظ می‌گردند. شکل ۱ نشانگر کلیه روابط موجود در یک سیستم انرژی است.

تاریخچه توسعه مدل‌های انرژی

توسعه مدل‌های ریاضی انرژی بعنوان ابزاری برای حمایت از تصمیم‌گیری در بخش انرژی

^۱ Golchinpour@nioc.org

و برنامه‌ریزی نمود. در این نوشتار به مقوله مدلسازی انرژی و معرفی برخی از مهم‌ترین مدل‌ها در زمینه عرضه و تقاضای انرژی پرداخته شده است.

مفاهیم اصلی بخش انرژی

انرژی، زیرمجموعه‌ای از نظام اقتصادی و اجتماعی می‌باشد که تأثیر عمده‌ای بر فرآیند توسعه اقتصادی می‌گذارد. اهمیت اقتصادی بخش انرژی بعلاوه ایجاد اشتغال، افزایش درآمدهای ناشی از مبادلات تجاری انرژی، نقش عمده آن در بخش‌های تولید و خدماتی و ایجاد تعاملات گسترده اقتصادی، سیاسی



در دهه ۱۹۶۰ آغاز گشت. اولین بحران قیمت نفت در سال ۱۹۷۳ موجب افزایش فعالیت در زمینه توسعه مدل‌های انرژی در کل جهان بوده است. انواع مدل‌هایی که توسعه داده شدند عبارتند از:

۱. مدل‌های نسل اول (مدل‌های تک بخشی، مدل‌های تک سوختی): این مدل‌ها در دهه ۶۰ توسعه داده شدند و آنها بیان کننده تقاضا، تولید و یا توزیع یک حامل انرژی می‌باشند (برای مثال برق و نفت خام) یا بهینه سازی یک بخش.

مدل‌های تقاضا: این مدل‌ها بر پایه اقتصادسنجی بوده و برای تخمین تقاضای یک حامل انرژی (برای مثال ذغال سنگ، نفت خام، گاز، برق) بعنوان تابعی از قیمت‌های انرژی و دیگر فاکتورهای تعیین کننده اقتصادی (برای مثال تولید ناخالص بخشی و یا توسعه جمعیت) می‌باشند.

مدل‌های عرضه: اینگونه مدل‌ها عمدتاً برای بخش نفت (مدل بهینه سازی حمل و نقل نفت خام از منابع مختلف به پالایشگاهها، بهینه سازی عملیات پالایشگاهها) تعریف شده‌اند.

مدل‌های عرضه برق: این مدل‌ها برای تعیین طرح‌های توسعه‌ای تقاضا برای تولید برق بوده‌اند.

عیب این مدل‌ها آن است که این مدل‌ها توسعه عرضه و تقاضای انرژی را بصورت تکی و جداگانه توضیح می‌دهند. بنابراین، این مدل‌ها قادر به در نظر گرفتن رابطه جایگزینی میان حامل‌های انرژی نمی‌باشند.

۲. مدل‌های نسل دوم (مدل‌های سیستم انرژی): این مدل‌ها مشخص کننده جریان انرژی از منابع مختلف انرژی‌های اولیه از طریق مراحل تبدیل، حمل و توزیع به

سمت مصرف کنندگان نهایی می‌باشند. در این مدل‌ها جانشینی میان حامل‌های انرژی نیز می‌تواند مورد توجه قرار گیرد. آنها شامل مدل‌های عرضه و تقاضای انرژی می‌شوند.

در این مدل‌ها نیز رابطه میان سیستم انرژی و دیگر بخش‌های اقتصادی در نظر گرفته نشده است. ۳. مدل‌های نسل سوم (مدل‌های انرژی-اقتصاد): این مدل‌ها بیان کننده تعاملات میان بخش‌های انرژی و دیگر بخش‌های اقتصادی می‌باشند.

مرزبندی‌های این مدل‌ها بصورت بخشی، منطقه‌ای، مدل‌های ملی و مدل‌های کلی بوده و افق زمانی در نظر گرفته شده در مدل‌ها عبارت از کوتاه مدت (کمتر از ۱ سال)، میان مدت (از ۱ تا ۱۰ سال) و بلند مدت (بیشتر از ۱۰ سال) می‌باشد.

♦ ضرورت برنامه‌ریزی و مدل‌سازی بخش انرژی

هم اکنون با توجه به آمار و ارقام موجود در بخش انرژی و همچنین مشکلات روزافزون در بخش انرژی جهان، ضرورت مدل‌سازی و برنامه‌ریزی در این بخش بیش از پیش احساس می‌گردد. بعلاوه وجود مواردی از قبیل افزایش بی رویه مصرف، محدودیت عرضه توسط پالایشگاه‌های کشور و افزایش آلودگی هوای شهرهای بزرگ کشور؛ لزوم کاربرد انرژی‌های پاک و تجدید پذیر و پیشگیری از اتلاف، صرفه جویی و مدیریت انرژی در صنایع و نیز ساختمان‌های کشور و هماهنگی با برنامه‌های جهانی توسعه پایدار برای کاهش گازهای گلخانه‌ای، فراگیرسازی انرژی‌های غیر فسیلی، کاهش مصرف منابع

زیر زمینی مورد اهمیت می‌باشند. یک مدل، نمایش ساده‌ای از یک سیستم واقعی و یا مجازی می‌باشد. مدل‌ها با روش مناسب توسعه داده شده و بازتاب روابط کمی میان متغیرها و پارامترهای مساله می‌باشند. هدف از بکارگیری مدل، یافتن رفتار سیستم واقعی می‌باشد. اینگونه مدل‌ها می‌توانند بعنوان ابزار تصمیم‌گیری برای اتخاذ تصمیمات و بررسی نتایج حاصل از تصمیمات استفاده شود. توسعه یک مدل هنگامی معنی دار می‌باشد که یکی از شرایط زیر برقرار باشد:

• اگر آزمایش‌های مربوطه روی سیستم واقعی غیر ممکن باشد (برای مثال بررسی اثر افزایش انتشار دی اکسید کربن بر روی اوضاع جوی محیط).

• آزمایش در سیستم واقعی نیاز به هزینه‌های بالایی داشته باشد (برای مثال ساخت نیروگاه‌های مختلف برای مقایسه هزینه‌های آنها). نیازمندی‌های یک مدل انرژی عبارتند از:

یک مدل باید سیستم واقعی را به خوبی توصیف نماید و بازتابی از واقعیت باشد.

نتایج مدل باید با واقعیت سازگار باشند.

یک مدل باید انعطاف پذیر بوده و قابلیت انجام تحلیل حساسیت متغیرها را در شرایط مختلف داشته باشد.

هزینه ساخت و بکارگیری مدل تا جایی که امکان دارد باید کم باشد.

مدل باید کاربر پسند باشد، بعبارت دیگر ساده و کاربردی باشد.

معیارهای گوناگون برای طبقه‌بندی مدل‌ها به شرح زیر می‌باشند:

با توجه به وسیله مدل‌سازی:

- مدل‌های موادی (فیزیکی)
- مدل‌های شفاهی (بیانیه‌ها)
- مدل‌های رسمی (مانند نمودار جریان)
- مدل‌های ریاضی (سیستم معادلات، توابع کمی-تحلیلی و...)

با توجه به موضوع:

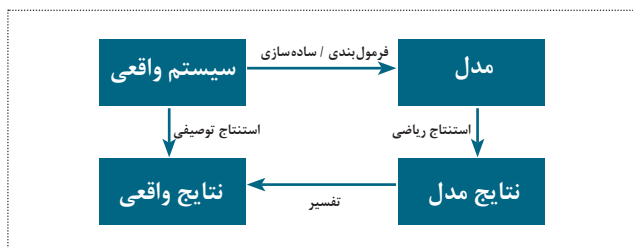
- مدل‌های علت و معلولی
- مدل‌های توصیفی
- برای طبقه‌بندی مدل‌های ریاضی معیارهای گوناگونی وجود دارند که به آنها اشاره شده است:

با توجه به میزان اطمینان به پارامترها و متغیرهای حالت:

- مدل‌های قطعی
- مدل‌های احتمالی
- با توجه به افق زمانی:
- مدل‌های ایستا
- مدل‌های پویا

با توجه به نوع روابط موجود در مدل:

- مدل‌های خطی
- مدل‌های غیر خطی
- مدل‌های سیبرنتیک (مدل‌های همراه با بازخورد)



۲ | بررسی مدل با معیارهای مربوطه



اصلی به طبقه‌بندی مدل‌های انرژی پرداخته شده است.

– رویکرد اول طبقه‌بندی مدل‌های انرژی:

کلاس A: (یک نوع انرژی در کشور مورد نظر)، مدل‌های زیادی در این کلاس قرار گرفته‌اند. این مدل‌ها با تخمین منابع انرژی مانند ذغال سنگ، گاز، نفت کوره و اورانیوم سر و کار دارند.

کلاس B: (یک نوع انرژی در سطح بین‌المللی).

کلاس C: (انواع مختلف انرژی در کشور مورد نظر)، این دسته از مدل‌ها با توجه به تعدادشان از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشند. در این کلاس به بررسی جانشینی انواع سوخت‌ها پرداخته شده است. کلاس D: (انواع مختلف انرژی در سطح بین‌المللی).

کلاس E: (انرژی در ارتباط با اقتصاد در سطح ملی)، بنظر می‌آید که این دسته از مدل‌ها دارای بالاترین سطح اهمیت می‌باشند و آن بعلاوه تأثیر زیاد انرژی بر مسائل اقتصادی می‌باشد.

کلاس F: (انرژی در ارتباط با اقتصاد در سطح بین‌المللی).

حوزه کاربرد	ملی	بین‌المللی
سیستم انرژی	A	B
	C	D
ارتباط انرژی و اقتصاد	E	F

کارایی (صرف انرژی) و یا استقلال و یا به دنبال حداقل نمودن هزینه، آلودگی، ریسک، حمل و نقل انرژی (واردات) و یا تلفات و ضایعات انرژی می‌باشیم.

♦ مروری بر طبقه‌بندی مدل‌های انرژی

طبقه‌بندی مدل‌های انرژی در اکثر مطالعات به شرح زیر می‌باشد:

• مدل‌های توصیفی (ترازنامه انرژی)

• مدل‌های توضیحی (مدل‌های اقتصادسنجی)

• مدل‌های تصمیم‌گیری (مدل‌های تحقیق در عملیات)

در شکل ۴ یک طبقه‌بندی پیشنهادی برای مدل‌های انرژی آورده شده است:

در جدول ۱ برخی از مدل‌های موجود در زمینه انرژی بطور اجمالی نشان داده شده‌اند:

برخی از ابزارهای ریاضی مورد استفاده در مدل‌های انرژی عبارت از تکنیک داده - ستانده، برنامه‌ریزی ریاضی و شبیه‌سازی می‌باشند.

حال در این بخش با دو رویکرد

• هرگز خروجی‌های مدل نباید قبل از گرفتن خروجی از مدل، به مدل تزریق شوند.

توابع هدف در اکثر مدل‌های انرژی یکی از موارد و یا ترکیبی از موارد زیر (بهینه‌سازی چند هدفه) می‌باشند:

• تابع درآمد (حداکثر نمودن کل درآمد)

• تابع هزینه (حداقل کردن کل هزینه)

• تابع سود (حداکثر نمودن کل سود)

• تابع شاخص (بهینه‌سازی شاخص انتخابی)

اصولاً در توابع هدف به دنبال حداکثر نمودن عواملی مانند درآمد، امنیت (اجتماعی / سیاسی)، تولید (بخش‌های اقتصادی)، رفاه،

با توجه به نوع کاربرد مدل‌ها:

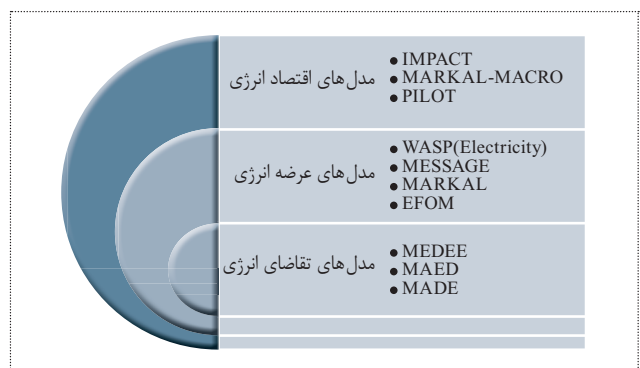
- مدل‌های شبیه‌سازی
- مدل‌های بهینه‌سازی
- شکل ۲ نحوه بررسی مدل را با معیارهای مربوطه نشان می‌دهد.
- نکات مهمی که باید به آنها در امر مدلسازی توجه داشت، عبارتند از:**
- یک مدل انرژی فقط ابزاری برای تصمیم‌گیری است.
- بزرگی و پیچیدگی یک مدل دلیلی بر خوبی مدل نمی‌باشد.
- برای حل هر مدل باید تکنیک‌های مناسب و خاص خودش را اتخاذ نمود.
- نتایج مدل باید با واقعیت موجود در بخش انرژی مطابقت داشته باشد.
- خروجی‌های مدل انرژی حتماً باید مورد ارزیابی قرار گیرند.
- فاصله مدل انرژی با واقعیت باید بررسی شود.



شکل ۳ | تعریف مساله در مدل‌های بهینه‌سازی انرژی

۱ | برخی مدل‌های موجود انرژی

متدولوژی	هدف	مدل‌های برنامه‌ریزی انرژی
• اقتصادسنجی • داده / ستاده • SD	• رشد اقتصادی • ساختار صحیح اقتصاد	اقتصاد کلان
• اقتصادسنجی • فرایند مهندسی	منطقی نمودن تقاضای انرژی	تقاضای انرژی
• شبیه‌سازی • بهینه‌سازی	• ترکیب تکنولوژی و سوخت • برنامه‌ریزی تأمین کنندگان جدید	عرضه انرژی
• شبیه‌سازی • بهینه‌سازی • اقتصادسنجی • داده / ستاده	• مطالعه اثر • آنالیز بازخورد • رویکرد سیستمی	انرژی - اقتصاد انرژی - محیط زیست



شکل ۴ | طبقه‌بندی مدل‌های انرژی



سرشار انرژی می‌توان سرزمین انرژی نامید، اما متأسفانه بدلیل مشکلات متعدد به‌جای استفاده از این مزیت نسبی و تبدیل آن به مزیت رقابتی در عرصه جهانی، منابع انرژی بصورت بی‌رویه و غیر بهینه مصرف گردیده‌اند، بطوری‌که متأسفانه نام سرزمین اتلاف انرژی را بر این کشور نهاده‌اند. از این رو فعالیت در خصوص برنامه‌ریزی و مدلسازی ریاضی انرژی بعنوان یکی از اولویت‌های اساسی کشور مطرح می‌گردد تا از آن طریق با دقت نظر و کنجکاوای مربوطه مشکلات مربوط به فن‌آوریهای مورد نیاز و جنبه‌های ناهنجار اقتصادی شناسایی و مرتفع گردند. با توجه به این که در سال‌های اخیر به بحث مدلسازی انرژی توجه زیادی شده است، می‌توان با بررسی مرور ادبیات تحقیقات انجام شده خلل‌های تحقیقاتی را شناسایی کرد تا مبنایی برای بررسی‌های بیشتر برای آیندگان در این زمینه باشد. با توجه به نقد و فضاهای موجود تحقیقاتی در مورد مقالات که در این نوشتار به آنها پرداخته شده است در بحث حاضر می‌توان خلاصه‌ای از سؤالات بی‌جواب را برای تحقیقات آتی مطرح کرد، که عبارتند از:

۱. در بحث پیش‌بینی‌های مربوط به انرژی کشور هیچ‌گونه پیشنهادی برای بکارگیری شبکه‌های عصبی مطرح نشده است که این مساله خود می‌تواند

³ Model for Energy Supply Strategy Alternatives and their General Environmental Impact

⁴ Energy Research and Investment Strategy (ERIS)

⁵ Markal

⁶ International Energy Agency (IEA)

چشم‌اندازهای جامع انرژی مورد استفاده قرار گرفته است.

اریس^۴: (استراتژی تحقیق و سرمایه‌گذاری در بخش انرژی)

مدل اولیه جامع انرژی با مقیاس کوچک می‌باشد. هدف این مدل نمایش مکانیزم‌های مهم مربوط به آنالیز و تحقیق و بکارگیری سیاستهای تکنولوژیها با هدف آنالیز هزینه/سود و اولویت بندی بوده است.

مارکال^۵: (نسخه‌های گوناگون)

مدل بهینه‌سازی پویای انرژی از پایین به بالا بوده که توسط آژانس بین‌المللی انرژی^۶، برای آنالیز و پیش‌بینی جهانی انرژی توسعه داده شده است. این مدل برای آنالیز کاهش گازهای گلخانه‌ای و برنامه‌ریزی انرژی بکار رفته است.

مدلهای ذکر شده به تکنولوژی‌های انرژی دید بسیار ریزی داشته‌اند و همگی در تمامی ابعاد دارای انعطاف پذیری بالایی می‌باشند. تمرکز اصلی این مدلها بر عرضه انرژی، تبدیل و مصرف کنندگان نهایی می‌باشد.

◆ نتیجه گیری

همانطور که در بخش‌های قبل نیز مطرح گردید، مدل‌های انرژی به صورت‌های مختلفی طبقه‌بندی گشته‌اند. اصولاً برای طبقه‌بندی مدل‌های انرژی از رویکرد اساسی زیر استفاده شده است، که به شرح زیر می‌باشند:

- مدل‌های برنامه‌ریزی انرژی
- مدل‌های عرضه و تقاضای انرژی
- مدل‌های پیش‌بینی
- مدل‌های بهینه‌سازی
- مدل‌های انرژی بر اساس شبکه‌های عصبی
- مدل‌های کاهش انتشار ایران را با داشتن منابع

بر بازارهای انرژی اولیه را نشان می‌دهند.

۲. بسیاری از آنها امکان معرفی فرآیندهای تبدیل و منابع جدید را در اختیار می‌گذارند.

۳. اکثر مدلها توانایی پیش‌بینی تا حداقل سال ۲۰۵۰ را دارند.

۴. اکثر مدلها به شبیه‌سازی موازنه عرضه و تقاضای بازار از طریق قیمت‌ها پرداخته و رفتار اوپک را نشان می‌دهند.

۵. بسیاری از مدلها مناطق کلی را شامل می‌شوند.

۶. بسیاری از مدلها از هزینه‌ها و منافع اقتصادی برای بررسی سناریوهای مختلف استفاده می‌کنند.

۷. اکثر مدلها امکان آنالیز امنیت انرژی برای سناریوهای مختلف را دارند.

بطور کلی رویکردهای مدلسازی شامل موارد زیر می‌باشند:

مدلهای جامع اقتصاد- انرژی

توجه به اقتصاد، عرضه و تقاضای سوخته‌های فسیلی و منابع انرژی تجدیدپذیر و استفاده از تکنولوژی‌های جدید، همگی در این نوع مدلها درگیر می‌باشند. این مدلها می‌توانند رفتار اوپک را نیز نشان دهند ولی در کل استهلاك منابع را نشان نمی‌دهند.

مدلهای جامع بهینه‌سازی پویای

انرژی

III MESSAGE

مدل برنامه‌ریزی خطی پویا می‌باشد که توسط موسسه بین‌المللی آنالیز سیستم کاربرد، ایجاد شده است و برای پیش‌بینی سالهای ۲۰۵۰ تا سال ۲۱۰۰ استفاده شده است. این مدل در

مهم‌ترین ورودی سیستم عرضه انرژی است و بدلیل آن، ساختار سیستم عرضه انرژی و تحولات آن تابعی از انرژی اولیه در دسترس می‌باشد. بعلت بزرگی سیستم عرضه انرژی برای تصمیم‌گیری در این زمینه حتماً باید از ابزار مدل بهره‌گرفت. برای تخمین بهتر نتایج، از مدل‌های عرضه انرژی در قالب بهینه‌سازی و یا شبیه‌سازی استفاده می‌شود. مدل‌های عرضه انرژی بیان‌کننده جریان انرژی در فرم‌های مختلف از استخراج مواد خام اولیه یا واردات مواد از طریق تبدیل و یا حمل به سوی مصرف‌کنندگان نهایی و یا صادرات می‌باشد.

این مدلها برای نواحی خاص و افق‌های زمانی خاص محدود شده‌اند. مدل‌های عرضه انرژی اغلب جزو مدل‌های تکنولوژیکی و یا تحلیل فرآیندی می‌باشند. در تمامی مدل‌های عرضه انرژی، مصرف نهایی حاملان انرژی و یا مقدار انرژی مورد نیاز برای برآورد تقاضای انرژی، از بیرون به مدل تزریق خواهند شد. افق زمانی مدل به دهه‌های بیشتر بسط داده شده است. این مدلها به مدل‌های ایستا، شبه‌پویا و پویا طبقه‌بندی می‌گردند. مثالی از این نوع مدلها، مدل MESSAGE III^۳ می‌باشد.

پس از سال ۲۰۲۰ پیش‌بینی می‌شود که تمامی سناریوهای انرژی تکیه اصلی خود را از منابع مرسوم نفت و گاز برداشته و تقاضاهای نهایی انرژی در هر سناریو از طریق طیف وسیعی از ترکیبات مختلف منابع انرژی برآورده شوند.

ملزومات مدل‌های انرژی

عبارتند از:

۱. بسیاری از مدلها، استهلاك تجمعی منابع و اثر آن



زمینه‌های تحقیقاتی را در این مورد بدنبال داشته باشد.

۲. می‌توان در بحث تخصیص منابع انرژی از منطق فازی بهره گرفت، که این منطق در تحقیقات گذشته مورد توجه زیادی نبوده است.

۳. بیشتر تحقیقات صورت گرفته بر اساس توجه بیشتر به تخصیص بهینه منابع انرژی سنتی بوده‌اند، این خود می‌تواند نوعی خلل تحقیقاتی باشد که می‌توان آن را هم در تحقیقات آتی مد نظر قرار داده و بکارگیری منابع انرژی قابل بازیافت را بیشتر مورد توجه قرار داد.

۴. همان طور که در نوشتار حاضر نیز عنوان شد، مدل‌های انرژی را می‌توان به چند دسته کلی تقسیم کرد و آنها را از لحاظ روش مدلسازی و دیگر خصوصیات مربوط به مدل بررسی کرد. متدولوژی‌های بکار گرفته شده در تحقیقات پیشین را نیز می‌توان در نظر داشت. ولیکن هنوز هیچ یک از این مدل‌ها بدرستی در کشور ایران بومی نشده‌اند و این خود خللی بزرگ بوده و باعث ایجاد فضای تحقیقاتی بزرگی در این زمینه شده است.

امید است با توجه لازم به پیشنهادات ذکر شده در بالا در خصوص بکارگیری بهینه انواع مدل‌های انرژی، دیگر به کشور ایران که از مزیت انرژی بالایی برخوردار می‌باشد، سرزمین اتلاف انرژی اطلاق نگردد.

در این مقاله مدل‌های گوناگون انرژی که در سراسر جهان مورد استفاده قرار گرفته‌اند، مرور گردیدند. فاکتورهای مهم در بهره برداری از انرژی که به عنوان توابع هدف در مدل‌های برنامه‌ریزی

خطی لحاظ می‌گردند، عبارتند از:

- تولید ناخالص ملی و داخلی
 - سود
 - میزان کمی انرژی
 - نسبت تولید ناخالص ملی به مصرف انرژی
 - کارایی انرژی و تولید انرژی
- هم‌چنین محدودیتهای مدل عبارتند از:
- فناوری
 - راندمان
 - عرضه
 - تقاضا
 - بکارگیری منابع و در دسترس بودن آن

علاوه بر این مشاهده گردید که مدل‌های رفتاری، اقتصادسنجی و مدل‌های ماکرو آماری، انعکاس دهنده مشخصات کلی عرضه و مصرف انرژی بوده و روز به روز قابلیت پیش‌بینی این مدل‌ها افزایش می‌یابد. از مدل‌های مختلف برنامه‌ریزی خطی می‌توان بطور موثر استفاده کرد. مدل‌های اقتصادسنجی جزو مناسب‌ترین مدل‌ها و به عنوان پارامتر کلیدی در فرمول بندی توابع هدف قلمداد می‌گردند. در این مقاله ملاحظه شد که مدل‌های اقتصاد انرژی می‌توانند در فهم روش‌هایی که در آن برهم‌کنش‌های اقتصاد و انرژی صورت می‌گیرد، کمک شایانی نمایند. علاوه بر این، این مدل‌ها برنامه‌ریزان را در انجام پیش‌بینی و برنامه‌ریزی‌های آینده یاری می‌رساند. به طور کلی می‌توان نتیجه‌گیری نمود که استفاده از این مدل‌ها باعث می‌گردد تا در تنظیم قوانین و تعیین خط مشی‌ها، به نحوه مطلوبی بهبودی حاصل کرد، بطوری که این خط مشی‌ها متناسب با موقعیت‌های خاص مکانی و زمانی هدف گذاری گردد.

هر اندازه بخواهیم استفاده و بکارگیری از منابع انرژی قابل بازیافت را بیشتر مورد توجه قرار دهیم، باید فاکتورهای اولیه نظیر دوره عمر سیستم، درجه اطمینان سیستم، انتخاب سایت، سرمایه‌گذاری و سطح پذیرش اجتماعی را بیشتر مورد تحلیل و بررسی قرار دهیم. در پایان پیشنهاد می‌گردد که از روش شبکه‌های عصبی در انجام پیش‌بینی‌های مربوط به انرژی و از منطق فازی برای تخصیص منابع انرژی کشور استفاده گردد.

◆ منابع

[۱] سبحی یداله، "تحلیل سیستم‌های انرژی"، گروه مهندسی سیستم‌های انرژی دانشگاه شریف، ۱۳۷۸.

[2] Y.saboohi, "Energy Systems: planning methodologies & models", 1372.

[3] Jean-Pierre Charpentier, "A review of energy models", July 1975.

[4] S.Jebaraj, S.Iniyamb, "A review of energy models", Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol.10, p.p. 281-311, 2004.

[5] David L. Greene, "Long-Term Energy Scenario Models: A Review of the Literature and Recommendations", National Transportation Research Center, February 28, 2001.

[6] Messner S, Schratten-

holzer L, "MESSAGE-MACRO: linking an energy supply model with a macroeconomic module and solving it iteratively", Energy 2000; 25:267-82.

[7] Lakhani HG, "Forecasting the cost of energy conservation in the residential sector: 1980-2000", Appl. Energy 1982; 10:215-31.

[8] Messner S, Golodnikov A, Gritsevskii A, "A stochastic version of the dynamic linear programming model message III", Energy 1996;21:775-84.

[9] "The National Energy Modeling System", Energy Information Administration, An Overview 2003.

[10] "Model for Energy Supply Strategy Alternatives and their General Environmental Impacts (MESSAGE)", User Manual, International Atomic Energy Agency, October 2003.

[11] www.eia.doe.gov/oiaf/aeo/overview/index.html.

[12] www.iea.org.

[13] www.ngdir.ir.

[۱۴] "ترازنامه انرژی"، وزارت نیرو، دفتر برنامه‌ریزی کلان برق و انرژی، ۱۳۸۴.