الگوهای انرژی و لزوم بکارگیری آنها در توسعه نیروگاهها و سیستمهای قدرت

محمد علی مسندی شیرازی
دانشگاه شیراز

چکیده :

محدودیت منابع انرژی قابل دسترس و مشکل جایگزینی نوعی از انرژی بجای نوع دیگر و اهمیت انتخاب یک منبع انرژی بجای منبع دیگر از جمله عواملی هستند که مطالعه بر روی انرژی را ضروری ساخته و در این زمینه تدابیر مختلفی جهت مهار نحوه استفاده از انرژی بکار برده شده است. یکی از آن تدابیر بکارگیری الگوی ریاضی در برنامه‌ریزیهای انرژی ، مخصوصا" انرژی سوخت میباشد. در این مقاله الگوهای مختلف ریاضی و کاربرد آنها در زمینه‌های مختلف تولید و مصرف انرژی معرفی شده و با استفاده از نتایج یک الگوی ریاضی برنامه‌ریزی پویای خطی (LINEAR DYNAMIC MODEL) لزوم بکارگیری این مدلها در روند رشد و توسعه مراکز تولید و تبدیل انرژی مخصوصا" نیروگاههای برق نشان داده شده ، و نهایتا" روشی مطمئن جهت تصمیم گیریهای کلیدی در مورد سرمایه‌گذاری در زمینه توسعه نیروگاهها ارائه میگردد.

شرح مقاله :

انرژی نقشی مهم در حیات و پیشرفت جوامع صنعتی و در حال رشد ایفا میکند. علت رشد سریع جوامع صنعتی نتیجه جایگزینی نیروی ماشینی بجای نیروی انسانی است که خود مصرف زیاد انرژی را سبب میشود. رشد زیاد مصرف انرژی در

دنیا از یک طرف و رابطه مستقیم اقتصاد و انرژی از طرف دیگر سبب شده است که مطالعات در زمینه استفاده بهینه از انرژی بطریقی انجام گیرد که از اتلاف انرژی و مصرف بی رویه آن جلوگیری شود. گستردگی سطح استفاده از انرژی در قسمتهای مختلف جامعه و محدود بودن منابع انرژی سبب میشود که اینگونه مطالعات در سطحی وسیع و بصورت مطالعات ملی صورت گیرد.

عوامل دیگری که مطالعه مصرف بهینه انرژی را ضروری می‌سازد ، مشکل جایگزینی یک منبع انرژی سوخت بجای منابع قدیمی است که مخصوصا" برای جوامعی نظیر ایران که از ابزارهای پیشرفته تکنولوژی سطح بالا برخوردار نیستند این جایگزینی چندان ساده و ارزان به نظر نمیرسد و گذشته از این ، محدودیتهای ناشی از این جایگزینی نظیر محدودیتهای سیاسی و نظامی و بهداشت محیط زیست و غیره این مشکل را افزون میسازد. بعنوان مثال پس از سالها بحث و تبادل نظر هنوز به روشنی معلوم نیست که انرژی هسته‌ای بتواند بطور فراوان بعنوان یک منبع انرژی قابل اعتماد بکار رود و یا انرژی خورشیدی بتواند بعنوان جزئی از منابع انرژی صنعتی محسوب گردد. علاوه بر مسائل فوق که در رابطه با عرضه منابع جدید انرژی مطرح میگردد ، مسائل دیگری در رابطه با متقاضیان و مصرف کنندگان این نوع منابع انرژی وجود دارد ، بطوریکه قبول و یا مصرف یک نوع جدید انرژی در یک جامعه سه یا چهار دهه بطول می‌انجامد. مثلا" پس از گذشت حدود ۴۰ سال ، انرژی هسته‌ای تنها چند درصد مصرف انرژی بعضی از نقاط دنیا را تشکیل میدهد. یکی از دلائل این مسئله تاخیر در ایجاد و اشاعه فرهنگ استفاده از این نوع منابع انرژی و سپس محدودیتهای مربوط به دریافت دانش فنی و ماشین آلات و ابزار مربوطه و همچنین آموزش نیروی انسانی کارآمد برای کار با این سیستمهای جدید میباشد. بنا به دلائل فوق مطالعه برروی انرژی در سطح ملی یک ضرورت اجتناب ناپذیر میباشد. وسعت و پیچیدگی سیستم انرژی ملی سبب میشود که ابزار مختلفی برای حل مسائل مربوط به آن بکار گرفته شود که از جمله این ابزارها الگوی ریاضی است که تا کنون استفاده‌های زیادی در برنامه‌ریزیهای انرژی از آنها شده است.

با استفاده از این الگوها میتوان روابط و شرائط حاکم بر مسائل انرژی را بصورت روابط ریاضی در آورده و سپس براساس هدفی که در برنامه‌ریزی در مد نظر میباشد متغیرها و پارامترهای مساله را طوری بدست آورد که حتی‌الامکان به اهداف مورد نظر نزدیک شد. منظور از" انرژی" انواع مختلف آن میباشد که در

این مقاله بیشتر " انرژی سوخت " نظیر نفت ، گاز و الکتریسیته و ذغال سنگ مد نظر بوده و سعی شده که انواع مدلهای ریاضی برای انرژی مورد بررسی اجمالی قرار گرفته و سپس یک نمونه الگوی بهینه برای تعیین استراتژی توسعه نیروگاهها و سیستمهای قدرت معرفی گردد.

۱- الگوهای انرژی ملی :

همانطور که ذکر شد یکی از ابزارهای علمی که در برنامه‌ریزی ها مورد استفاده قرار میگیرد ، الگوهای ریاضی است. اینگونه الگوها وقتی که برای بیان سیستمهای انرژی ملی بکار میروند میتوانند مسائل گوناگونی راشامل شوند. از الگوهای کوچک اقتصاد سنجی (ECONOMETRIC) که برای نشان دادن روابط کمیات کلی همچون رابطه بین مصرف انرژی و تولید ملی بکار میروند گرفته تا الگوهائی که حتی جزئیات مربوط به مسائل فنی و اقتصادی را نشان میدهند همگی از الگوهای ریاضی استفاده میکنند تا بتوانند تصویری از روابط اقتصادی موجود را مجسم سازند.

۲- اهداف الگوهای انرژی :

الگوهای انرژی حداقل برای یکی از مقصودهای زیر بکار میروند [۳-۱] :

الف - پیش‌بینی (PREDICTION)

ب - تجزیه و تحلیل (ANALYSIS)

ج - بهینه‌سازی (بیشینه و یا کمینه سازی) (OPTIMIZATION)

هر کدام از الگوهای فوق میتواند برای انجام مقصودی خاص بکار رود. مثلا" الگوهای پیش‌بینی میتوانند روند آینده مربوط به مسائل انرژی را پیش‌بینی نمایند و یا با استفاده از الگوی تجزیه و تحلیل میتوان روند مربوط به مصرف انرژی و یا نتایج حاصل از جایگزینی سوختهای مختلف را مورد بررسی قرار داد. الگوی بهینه‌سازی بهترین روش را برای تولید ، عرضه و یا مصرف انرژی در رابطه با نیازها و محدودیتهای موجود تعیین می‌نماید. در بسیاری موارد استفاده از یک روش ، استفاده از روش دیگر را نیز ایجاب می‌نماید. مثلا" پیش‌بینی وضعیت آینده انرژی بهتراست که براساس بهترین روش (روش بهینه) صورت گیرد و از

طرف دیگر روش بهینه اتخاذ شده براساس روش پیش‌بینی شده تهیه گردد.

نوع اقتصاد هر جامعه نیز نوع الگو را مشخص مینماید. الگوهای مربوط به عرضه و تقاضا و پیش بینی برای جوامع دارای اقتصاد آزاد (FREE ECONOMY) مورد استفاده قرار میگیرد ، در حالیکه الگوهای مربوط به بهینه‌سازی که پارامترهای مربوط به مصرف و نوع سوخت آنها محدود میباشد بیشتر مناسب جوامع متکی به اقتصاد برنامه‌ای میباشد [۴] . از طرفی روشهای تجزیه وتحلیل و یا بهینه سازی معمولا" هر دو برای جوامعی بکار میروند که دارای اقتصاد مختلط باشند بطوریکه تولید انرژی توسط دولت برنامه‌ریزی شده لیکن مصرف انرژی از قانون بازار آزاد تبعیت میکند [۱] .

الگوهای بهینه سازی برای مقصودهای مختلف بکار میروند که نتیجتا" تابع هدف الگو نیز بستگی به کیفیت مقصود دارد. مثلا" ممکن است مقصود بیشینه ساختن انرژی مفید مصرفی یک سیستم باشد ، دراینحالت تابع هدف میتواند به یکی از دو صورت زیر ویا ترکیبی از آن دو باشد. یکی اینکه هدف کمینه‌سازی انرژی ستاده سیستم باشد و دیگری اینکه هدف بیشینه‌سازی انرژی داده سیستم باشد ، و روش دیگر اینکه تفاضل بین انرژی ستاده و داده سیستم (مقدارانرژی تلف شده) را که ترکیبی از هر دو تابع هدف است (تفاضل دو تابع هدف) کمینه ساخت [۴] . الگوهائی که در آنها تابع هدف به نحوی با میزان آلودگی محیط زیست ارتباط داشته باشد نیز میتوانند بکار روند.

معمول ترین الگوها الگوی کمینه‌سازی هزینه میباشد. بطورکلی الگوهای بهینه‌سازی میتوانند دارای توابع هدف متشکل از یکی و یا ترکیبی از حالات زیر باشند [۵] .

الف : کمینه سازی تخلیه انرژی اولیه (MINIMUM ENERGY DEPLETION)

ب : کمینه سازی انرژی تلف شده (MINIMUM ENERGY LOSSES)

ج : کمینه سازی هزینه‌ها (MINIMUM COST)

د : بیشینه سازی انرژی مفید مصرفی (MAXIMUM UTILIZED ENERGY)

۳- وسعت الگوهای انرژی :

الگوهای انرژی را میتوان بر حسب وسعت و اندازه الگو تقسیم بندی نمود. یک نمونه از این تقسیم بندی در صفحه بعد آمده است [۱] .

الف - وسعت الگواز نظر جغرافیائی

ب - وسعت الگو از نظر انواع انرژی سوخت و یا شکلهای انرژی

ج - وسعت الگو از نظر صنعت مربوط به انرژی

د - وسعت الگو از نظر شکلهای تولیدی و مصرفی

ه - وسعت الگو از نظر زمان مربوط به دوره برنامه‌ریزی

یک الگو ممکن است فقط صنعت خاصی را شامل شود و یا یک ناحیه را از نظر جغرافیائی و یا یک جامعه و یا اینکه بطور کلی تمام دنیا را در بر گیرد (حالت الف). یک الگو ممکن است یک یا چند نوع از انواع انرژی سوخت مانند سوخت مایع ، سوخت جامد و یا سوخت گاز را در بر گیرد. بعضی از الگوها انواع شکلهای انرژی مانند انرژی حرارتی ، مکانیکی و یا الکتریکی را شامل میشوند (حالت ب).

یک الگو میتواند جهت مطالعه و بررسی یک صنعت خاصی مربوط به تولید و تبدیل انرژی و یا مجموعه‌ای از صنایع مربوط به انرژی تنظیم گردد (حالت ج). نوع مصرف کننده‌های انرژی نیز میتواند در تقسیم بندی الگوهای مربوطه نقش داشته باشد. معمولا" از نظر کلی مصارف انرژی در بخشهای مختلف صنعتی ، حمل ونقل ، خانگی و کشاورزی و عمومی صورت میگیرد. به همین ترتیب نوع انرژی تولیدی و مصرفی نیز میتواند در شکل بندی الگو سهم داشته باشد (حالت د).

بکاربردن عامل زمان در الگوی انرژی به عنوان یک متغیر در طبیعت مدل نیز تاثیرمیگذارد. الگوهای ایستا که با زمان تغییر نمیکنند(STATIC MODELS) بیشتر برای تجزیه و تحلیل یک سیستم موجود انرژی بکار میروند ، درحالیکه الگوهائی که با عامل زمان تغییر میکنند بیشتر برای برنامه‌ریزی سیستمهائی بکار میروند که در آنهامسائل سرمایه‌گذاری مطرح باشد. طول دوره برنامه‌ریزی که در این‌الگوها بکار میرود یا بصورت کوتاه مدت (کمتر از۵ سال) و یا میان مدت (بین۵- تا ۲۰ سال) و یا دراز مدت (بیشتراز ۲۰ سال)میباشد. طول دوره الگوهائی که برای سرمایه‌گذاری سیستمهای انرژی بکار میرود باید حداقل بین ۱۰ تا۲۰ سال و یا بیشتر باشد زیرا نتایج برنامه‌ریزی های با طول دوره‌های خیلی زیاد معمولا" از دقت کمتری برخوردار بوده و نتایج آنها با حقیقت فاصله پیدا میکند. برنامه‌ریزی برای مدت کوتاه هم با توجه به فراهم ساختن امکانات براساس نتایج برنامه‌ریزی مقرون به صرفه نمیباشد.

۴- فرمولهای ریاضی در الگوهای انرژی :

نوع فرمولهای ریاضی که در الگوهای انرژی بکار میروند کاملا" متفاوت میباشند. علت این موضوع وسعت و پیچیدگی مساله انرژی است. معمولا" فرمول‌بندی مربوطه بستگی به این دارد که از الگو چه انتظاری میرود. علت دیگر متفاوت بودن فرمول‌های ریاضی در الگوهای انرژی ، وجود عوامل مختلف نظیر عوامل اقتصادی ، مهندسی ، ریاضیات و تجزیه وتحلیل سیستمها در شکل دهی اینگونه الگوها است [۱] . در الگوهائی که برای پیش‌بینی بکار میروند از روشهای اقتصاد سنجی(ECONOMETRIC) ، تجزیه وتحلیل و وابازی (REGRESSION) و داده و ستاده (INPUT - OUTPUT) [۶] و همچنین روشهای شبیه‌سازی (SIMULATION) استفاده میکنند. در حالیکه در الگوهائی که برای بهینه‌سازی بکار میروند از روشهای حساب ودیفرانسیل و انتگرال (CALCULUS OF VARIABLES) و یا از روشهای تحقیق در عملیات (OPERATIONS RESEARCH) نظیر برنامه‌ریزی خطی (LINEAR PROGRAMMING) و غیرخطی (NONLINEAR PROGRAMMING) و نیز برنامه‌ریزی پویا (DYNAMIC PROGRAMMING) و برنامه‌ریزی عدد صحیح (INTEGER PROGRAMMING) استفاده میکنند [۳] .

بطور کلی میتوان گفت که هدف و ساختمان و فرمول‌بندی یک الگوی انرژی به عوامل مختلفی بستگی دارد که مهمترین آنها عبارتند از نوع سیستم اقتصادی جامعه ، سیستم کنترل تولید و مصرف انرژی ، وسعت و پیچیدگی سیستم انرژی و بالاخره انتظاری که طراح الگو از الگوی مربوطه دارد [۱] .

درایران با توجه به اینکه تولید انرژی بر اساس عرضه و تقاضا وجود دارد و با توجه به وجود منابع مختلف انرژی در داخل کشور ، بایستی میزان نیاز جامعه به انواع انرژی را مشخص نموده و با توجه به این نیاز برنامه تولیدی سوختهای مختلف را طوری تنظیم نمود که ضمن مرتفع ساختن نیاز جامعه ، از بهترین شیوه بهره‌برداری از منابع تولید انرژی نیز استفاده گردد. بنابراین الگوئی که برای انرژی سوخت ایران بایستی تهیه شود میبایست در برگیرنده این خصوصیات باشد و به عبارت دیگر باید از یک نوع الگوی بهینه سازی استفاده گردد. آنچه که تا کنون در ایران صورت میگرفته است میزان مصارف سوختهای مختلف برای چند سال در برنامه‌هائی تحت عنوان برنامه‌های چند ساله برآورد شده و براساس این برآورد، توسعه مراکز تولید و تبدیل مربوط به این بخش از انرژی در نظر گرفته میشده است . به عنوان نمونه برای یک برنامه ده ساله با توجه به رشد جامعه در ابعاد صنعتی ، کشاورزی ، حمل ونقل و اجتماعی (مخصوصا" از نظر رشد جمعیت و

تعداد خانواده‌ها وغیره) نیاز جامعه به برق را برای ده سال آینده برآورد کرده و با توجه به میزان این نیاز ظرفیت نصب نیروگاههای جدید را برای تولید الکتریسیته مورد نیاز برآورد نموده و براساس آن متناسب باامکانات محلی و بطور پراکنده اقدام به نصب نیروگاهها در محلهای مختلف می‌کرده‌اند. هر چند که انتخاب این نیروگاهها در محلهای مختلف با مطالعه و بررسی امکانات محلی و شرائط منطقه صورت میگرفته است و در این زمینه سعی می شده است که مناسبترین نوع نیروگاه را با توجه به اوضاع جغرافیائی و ارتباطی و سایر امکانات و محدودیتهای محلی انتخاب نمایند ، لیکن در مجموع و در سطح کل کشور انتخاب درصد بیشتری از یک نوع نیروگاه و عدم انتخاب نوع دیگر ویا تولید درصد بیشتر الکتریسیته از یک نوع نیروگاه وعدم تولید از نوع دیگر از استدلال منطقی محکمی (در رابطه با صرفه جوئی در هزینه‌ها) برخوردار نبوده و چه بسا که انتخاب آنها از نظر اقتصاد کل جامعه مقرون بصرفه نبوده است ، در حالیکه با استفاده از الگوی بهینه‌سازی هزینه میتوان انتخاب ظرفیت و تولید آنها را طوری برنامه‌ریزی کرد که هزینه کل تاسیس و تولید آنها به حداقل مقدار ممکن کاهش یابد.

بنابراین با توجه به این آگاهی میتوان نصب نیروگاههای مختلف در محلهای مناسب را بصورتی انجام داد که مجموع ظرفیت نصب شده نیروگاهها از انواع مختلف با مقدار تعیین شده توسط الگو نزدیک و هماهنگ باشد و بدینطریق مطمئن شد که در مصرف بودجه صرفه‌جوئی ممکن صورت گرفته است. همچنین اگر در آینده قرار باشد بخشی از انرژی سوخت نفت توسط سوخت گاز جایگزین شود ، بدون مطالعه نمیتوان ادعا نمود که کدام روش مقرون به صرفه میباشد. در حالیکه با استفاده از روش بهینه‌سازی میتوان با اطمینان بیشتری با توجه به عوامل مختلف حاکم بر هر دو نوع سوخت حکم نمود که کدام روش با صرفه‌تر خواهد بود.

۵- طرح پیشنهادی الگوی بهینه برای تصمیم گیری در مورد سیستمهای قدرت :

برای اینکه اهمیت استفاده از الگوهای ریاضی در برنامه‌ریزی انرژی هر چه بیشتر روشن شود نتایج حاصل از بکارگیری یک الگوی بهینه در برنامه‌ریزی تعیین میزان تولید انرژی سوخت و میزان گسترش نیروگاهها و پالایشگاهها را که در مأخذ شماره [۷] آمده است نشان میدهیم. این برنامه‌ریزی در دو فاز انجام شده‌است. فازاول این برنامه که از سال ۱۳۴۵ تا ۱۳۶۰ هجری شمسی صورت گرفته است روند تولید و توسعه مراکز تولید انرژی را در این سالها براساس بهینه‌سازی هزینه‌های

مربوطه مشخص میسازد که نتایج حاصله از الگو و نتایج واقعی برای چند متغیر در شکل (۱) نشان داده شده است. در فاز دوم برنامه که برای سالهای ۱۳۶۰ تا ۱۳۸۰ هجری شمسی صورت گرفته است ، ابتدا مقدار واقعی تولید انرژی سوخت وافزایش ظرفیت مراکز تولید انرژی براساس روند مقادیر مربوطه در فاز اول با استفاده از روش وابازی (REGRESSION) برآورد شده و سپس با استفاده از الگوی برنامه‌ریزی بهینه مقادیر بهینه آنها بدست آمده‌است. مقادیر ظرفیت پالایشگاهها و نیروگاهها را در این فاز از برنامه‌ریزی برای مقادیر واقعی و بهینه در شکل (۲) نشان داده‌ایم. البته تعداد متغیرهای بهینه‌ای که از این الگو در دو فاز مختلف بدست آمده بیش از آن چیزی است که در شکلهای فوق الذکر نشان داده شده است. از میان آنها فقط چند نمونه که بیشتر مربوط به تولید الکتریسیته نیروگاههای مختلف بوده و همچنین تولید نفت و گاز بوسیله پالایشگاهها و ظرفیت پالایشگاههای نفت و گاز و نیروگاههای مختلف نشان داده شده است.

همانطور که در شکل (۱)نشان داده شده است با وجودیکه تولید کل الکتریسیته واقعی با آنچه که از راه الگو بدست آمده است (مقداربهینه) بسیار نزدیک میباشد ، لیکن سهم هر نیروگاه در تولید انرژی الکتریسیته بصورت بهینه با آنچه که قبلا" صورت گرفته است متفاوت میباشد. مثلا" تولید الکتریسیته نیروگاههای بخاری تا قبل از مرحله* زمانی ۲ ، توسط الگو کمتر از مقدار واقعی آن بوده و برای زمانهای بعد از مرحله ۲ بر عکس میباشد. در حالیکه این موضوع در نیروگاههای هیدرولیکی کاملا" برعکس میباشد. مثال دیگر در مورد تولید الکتریسیته توسط نیروگاههای گازی و دیزلی است که ضریب بار آنها بترتیب ۰/۴ و ۰/۵ بوده و در هر دو مقدار الکتریسیته تولیدی توسط الگو کمتر از مقدار واقعی آنها میباشد. البته کاملا" معلوم است ، که این موضوع به خاطر هزینه زیاد و کم راندمان بودن این دو نیروگاه در مقایسه با نیروگاههای بخاری با ضریب بار ۰/۸ و نیروگاه هیدرولیکی با ضریب بار ۰/۹ میباشد.

موضوع جالب دیگری که از این برنامه ریزی میتوان نتیجه گرفت این است که الگو برای فاز دوم ، ظرفیت مراکز تولید انرژی سوخت را کمتر از مقدار برآورد شده نشان میدهد که این موضوع از نظر اقتصادی حائز اهمیت میباشد ، چراکه این نتایج نه تنها مؤید این مطلب است که بایستی نیروگاههای پر خرج و کم راندمان نظیر نیروگاههای دیزلی از دور نیروگاههای سراسری حذف گردند ، بلکه بیانگراین حقیقت نیز هست که بطورکلی اضافه و یا کمبود ظرفیت مراکز تولید انرژی در هر

دو مورد باعث زیان مالی در سطح ملی میباشد. زیرا که کمبود الکتریسیته سبب میشود که بطور پراکنده و محلی از نیروگاههای دیزلی برای رفع این کمبود ها استفاده نمود که برق را با قیمت گرانتری در اختیار مصرف کنندگان قرار میدهد و از طرف دیگر اضافه ظرفیت نیز از نظر مخارج نصب و نگهداری نیز مستلزم بار مالی است که از آن استفاده نشده و از نظر ملی زیان بار میباشد. نتایج مشابهی نیز برای سایر متغیرهای الگو مانند نفت ، گاز اولیه ، انرژی هیدرولیک ، انرژی نفت و گاز اولیه مصرفی نیروگاههای مختلف ، و ظرفیت خطوط انتقال بدست آمده است که نمودار همگی آنها در مأخذ شماره [۸] آمده است.

۶- استراتژی تعیین ضرائب فنی ، پارامترها و ضرائب مالی الگو :

ما در الگوی بهینه‌سازی از مدل پویای خطی (DYNAMIC LINEAR PROGRAMMING) استفاده کرده‌ایم که فرم کلی آن بصورت زیر میباشد :

$Z = C^T X$ کمینه ساختن

$AX = b$ تحت شرائط

$X \geq 0$

که X یک بردار n عضوی از متغیرهای قابل تصمیم‌گیری است (در این برنامه n=۱۳۲ میباشد) که این متغیرها در هر دوره زمانی عبارتند از :

- مقدار نفت و گاز خام استخراج شده
- افزایش ظرفیت پالایشگاهها ، نیروگاهها و خطوط انتقال برق
- میزان تولید پالایشگاهها و نیروگاهها

C یک بردار n عضوی است که پارامترهای مالی تابع هدف را تشکیل میدهد. این عضوها عبارتند از :

- هزینه واحد واردات انرژی اولیه
- هزینه واحد واردات وسائل فنی مربوط به توسعه مراکز تولید و تبدیل انرژی سوخت
- هزینه‌های واحد ثابت (سرمایه‌ای) و متغیر (عملیات و نگهداری) مراکز تولید و تبدیل انرژی سوخت

- هزینه‌های واحد ناشی از عدم تأمین نیاز جامعه به انرژیهای سوخت مورد تقاضا

هزینه‌ها بصورت ارزی و ریالی بوده و لذا به هر کدام از هزینه‌ها نیز وزنه‌هائی (ضرائبی) مناسب نسبت داده میشود که اهمیت هر کدام از هزینه‌ها را در مقایسه با یکدیگر در جمع کل هزینه‌ها در برنامه منعکس مینماید.

A یک ماتریس $m \times n$ است که عناصر آن ضرائب فنی الگو را مشخص نموده و به عوامل زیر بستگی دارند:

- ضرائب تبدیل انرژی اولیه به انرژی ثانویه و ضرائب تبدیل خطوط انتقال و حمل ونقل و غیره
- ضرائب بار نیروگاههای مختلف
- قدرت رزرو نیروگاهها
- ضریب افزایش ظرفیت در هر دوره برنامه‌ریزی نسبت به دوره قبل

b یک بردار m عضوی است (در این برنامه $m=152$ است) که بیشتر مربوط به محدودیتهای برنامه میشود و عضوهای آن عمدتا" عبارتند از :

- میزان تقاضای انرژی سوخت
- محدوده انرژی قابل دسترس
- محدودیتهای انرژی و بودجه‌ای
- محدودیت تولید با توجه به سطح ظرفیت مراکز تولید انرژی

همانطور که قبلا" ذکرشد برنامه‌ریزی در فاز اول با استفاده از آمار و ارقام موجود که از ارگانها وسازمانهای مختلف اخذ شده است بصورت خام تهیه و پس از آماده شدن بصورت پارامترها و ضرائب C , A و b در الگو بکار برده میشوند. اما در برنامه‌ریزی فاز دوم با وجودیکه سعی شده است مقادیر موجود در فاز اول بصورت وابازی برای آینده برآورد گردند ، باید اذعان نمود که این نوع برآورد برای همه آنها حقیقی نبوده و بکارگیری این روش صرفا" جنبه شبیه‌سازی داشته و بهیچوجه نمیتواند بعنوان برآوردی مطمئن و قابل اعتماد بکار برده شود. در حقیقت در پیش‌بینی پارامترها و ضرائب مخصوصا" در زمینه‌های زیر عملا" هیچ راهی برای پیش‌بینی ، حتی بصورت تقریبی برای حداقل ۱۰ سال آینده وجود ندارد:

- برآورد میزان تقاضای انرژی الکتریسته و سایر انرژیهای سوخت

- برآورد محدودیتهای ارزی و بودجه‌ای
- برآورد هزینه‌های واحد سرمایه‌ای و عملیاتی که بیشتر بستگی به میزان توان تکنولوژیکی ، دانش فنی و وجود نیروی انسانی ماهر دارد.
- برآورد تغییرات در هزینه‌های مربوط به خرید نیروگاهها ، مخصوصا" نیروگاههائی از نوع جدید مثل نیروگاه هسته‌ای (اگر قرار باشد که نیروگاه هسته‌ای به جمع نیروگاهها اضافه شود).

بنابراین اگر قرار باشد این برنامه‌ریزی برای سالهای آینده صورت گیرد این روش نمیتواند روشی مطمئن باشد ، مخصوصا" که وجود جنگ و مسائل ناشی از آن در دهه ۱۳۶۹-۱۳۵۹ روندی غیرعادی از رشد و یا رکود را سبب شده است که باز پارامترهای انرژی سوخت مربوط به این دهه نمیتواند مبنائی برای آینده در نظر گرفته شود. لذا این مسائل وجوب بکارگیری روش دیگری را در تعیین برآورد پارامترهای الگوی برنامه‌ریزی سبب میشوند.

روشی را که به عنوان پیشنهاد در اینجا مطرح نموده و امید است که بتوان آنرا در آینده با همکاری مسئولین مربوطه و کمک دانشگاه شیراز به پیش برد ، روش " تجزیه و تحلیل نتایج الگوی بهینه با استفاده از سناریوهای مختلف " است . در این روش پارامترهائی را که بصورت نامطمئن در زمینه روند رشد تولید انرژی مطرح میباشند (نظیر پارامترهائی که در بالا ذکر شد) مورد بررسی قرار داده و برای هر کدام از آنها متناسب با نوع و ماهیت آن پارامترها مقادیر مختلفی را که بیانگر سناریوئی خاص از نقطه نظر اقتصادی و رشد تولید و مصرف انرژی سوخت است در نظر میگیریم. به عنوان نمونه میتوان برای میزان تقاضای انرژی الکتریسیته و سایر انرژیهای سوخت ضرائبی را نظیر ضریب رشد خیلی زیاد ، زیاد ، متوسط و ضریب رشد پائین را در نظر گرفت. و یا برای محدودیتهای ارزی و بودجه‌ای سناریوهائی نظیر سناریو نامحدود بودن ارز و بودجه و یا سناریوی همیشه محدود بودن ، و یا محدود بودن برای یک دوره خاص را در نظر گرفت. و یا برای رشد هزینه‌های واحد ، ضرائب رشد ثابت ، رشد افزاینده ویا رشد کاهنده را در نظر گرفت.

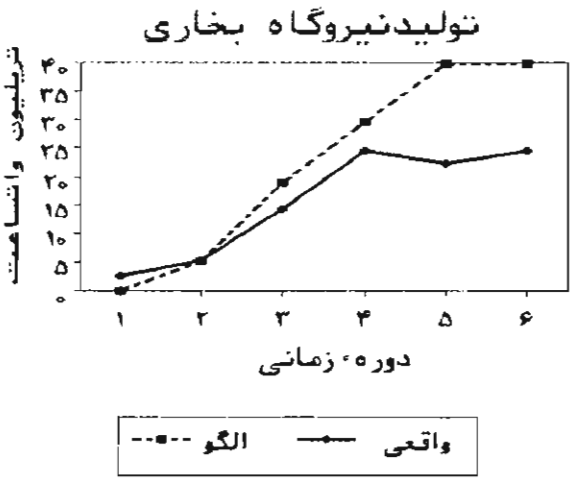
البته از ترکیب حالات مختلف هر کدام از سناریوهای فوق ، سناریوهای زیادی بوجود می‌آید ، که پیشنهاد میگردد با نظر کارشناسان و مسئولین وزارت نیرو در شورائی که به همین منظور تشکیل میگردد سناریوهای واقعی تر انتخاب و از آنهائی که امکان وقوعشان بعید و یا کم میباشد احتراز نمود. مثلا" اگر امکان

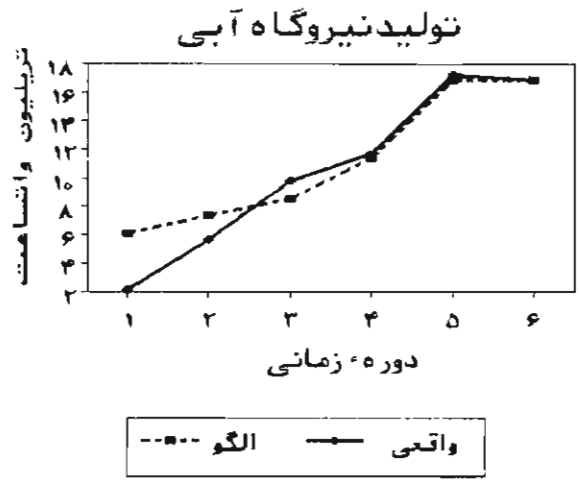
کاسته شدن قیمت ها در ۱۰ سال آینده فرضی غیر ممکن و یا بعید به نظر میرسد ، بایستی کلیه سناریوهای مربوطه حذف گردند و مجددا" از میان سناریوها آنهائی را که با یکدیگر سنخیت نداشته و نتایج متضادی را سبب میشوند نیز حذف نمود و نهایتا" به تعداد معدودی از سناریوها دست یافت. به عنوان نمونه سناریوئی که در آن میزان تقاضای انرژی برآورد نشده زیاد باشد با حالتی که میزان رشد اقتصاد جامعه با شتابی زیاد صورت گرفته است مغایرت دارد و نهایتا" چنین سناریوئی نمیتواند قابل قبول باشد.

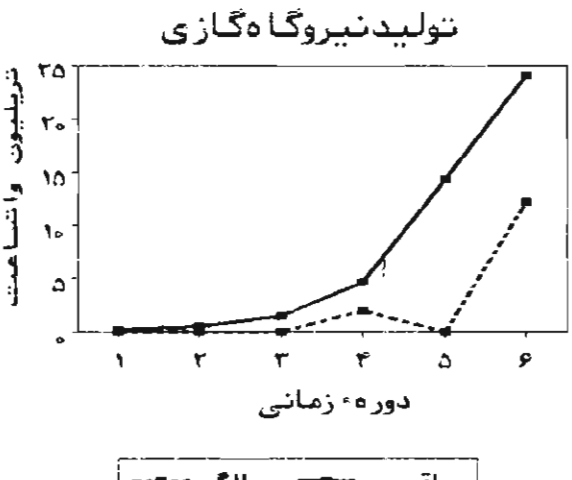
پس از انتخاب سناریوهای قابل قبول ، میزان افزایش ظرفیت نیروگاهها را برای اینگونه سناریوها بدست آورده و نهایتا" منحنی توزیع تعداد سناریوها را برحسب افزایش ظرفیت بهینه بدست می‌آوریم. از روی این منحنی ها میتوان میزان افزایش ظرفیت نیروگاهها را طوری انتخاب نمود که حداکثر تعداد سناریوها را شامل شوند. بدینطریق روشی را با استفاده از برنامه ریزی بهینه برای تصمیم گیری افزایش ظرفیت نیروگاههای برق انتخاب کرده‌ایم که میتوان گفت از استدلال محکمی در رابطه با چهار چوب اصلی تولید انرژی برخوردار میباشد که نهایتا" مسئولین را با اطمینان خاطر بیشتری در رابطه با رشد تولید انرژی به تصمیم گیری وامیدارد.

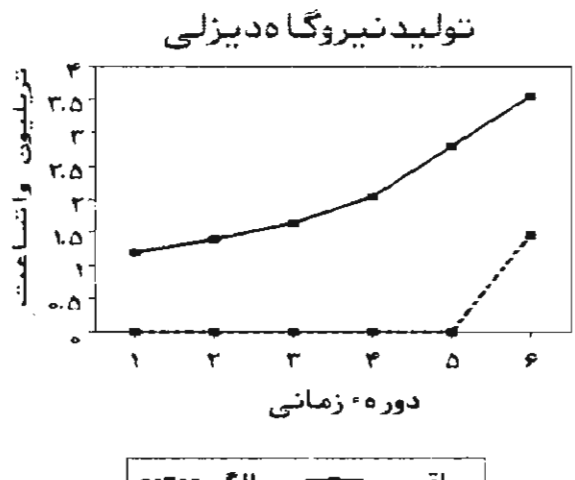
نتیجه :

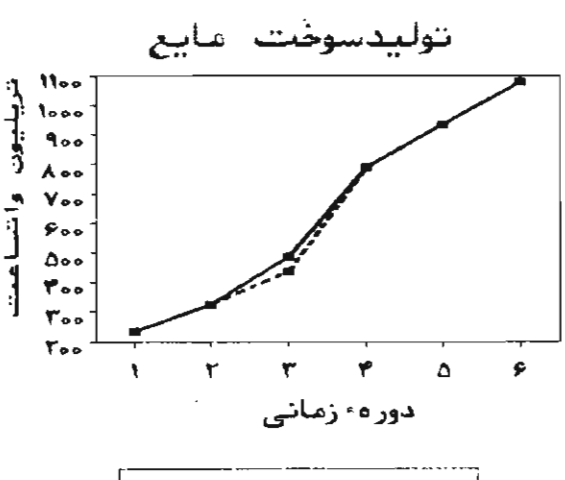
در این مقاله انواع الگوهای ریاضی در برنامه‌ریزی انرژی مخصوصا" انرژی سوخت معرفی و اهمیت استفاده از الگوهای ریاضی در برنامه‌ریزی انرژی سوخت مطرح و از بعد صرفه جوئی در هزینه‌ها مورد بررسی قرار گرفته است . روش پیشنهادی استفاده از برنامه‌ریزی پویای خطی در تعیین میزان رشد مراکز تولید انرژی مخصوصا" انرژی الکتریسیته و انتخاب درصد رشد هر نیروگاه در رابطه با روند اصلی رشد نیروگاهها اولا" مسئولین را مطمئن میسازد که براساس انتظارات و خواسته‌های ازقبل تعیین شده به این میزان از رشد دست یابند و ثانیا" به ایشان اطمینان میدهد که این نوع تصمیم گیری و انتخاب در افزایش ظرفیت نیروگاهها در چهار چوب شرایط معقول و بهینه هزینه‌ها انجام شود. هرچند که این نتایج نمیتواند تصمیم گیریهای ظریفتر و کوچکتر را شامل شود لیکن درسطح کلان از استدلالی محکم برخورداربوده و شرائط را برای تجزیه و تحلیل‌های دقیقتر آماده می سازد.

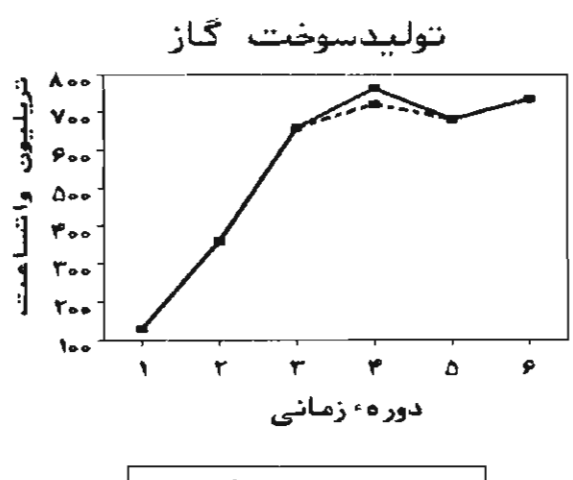




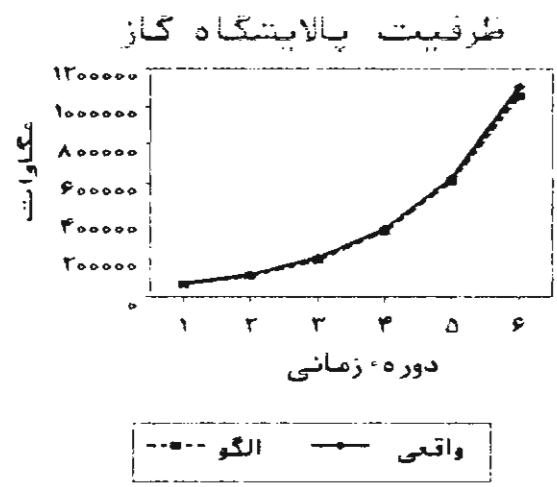


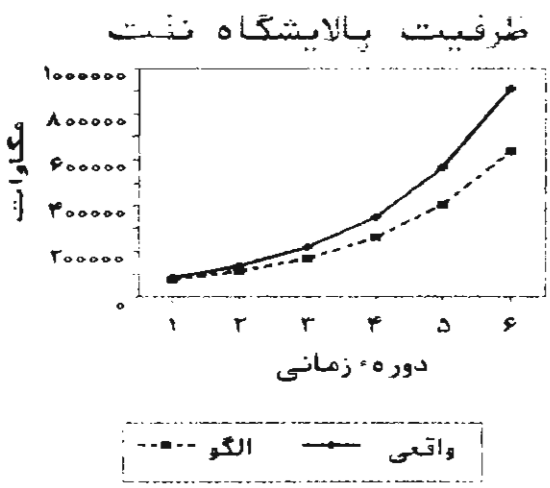


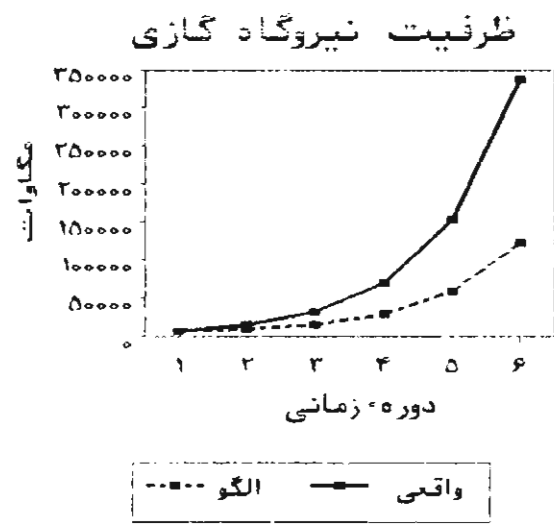


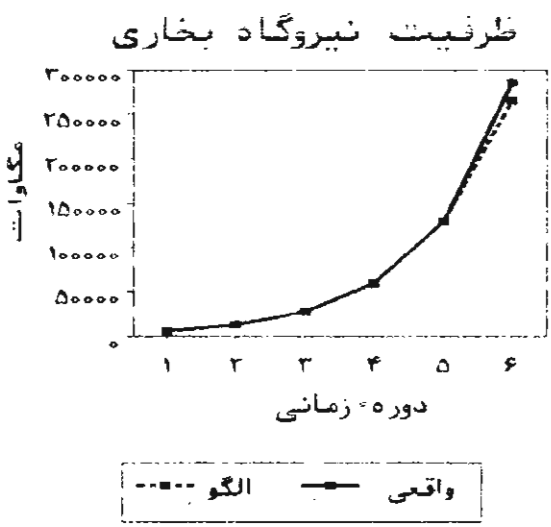


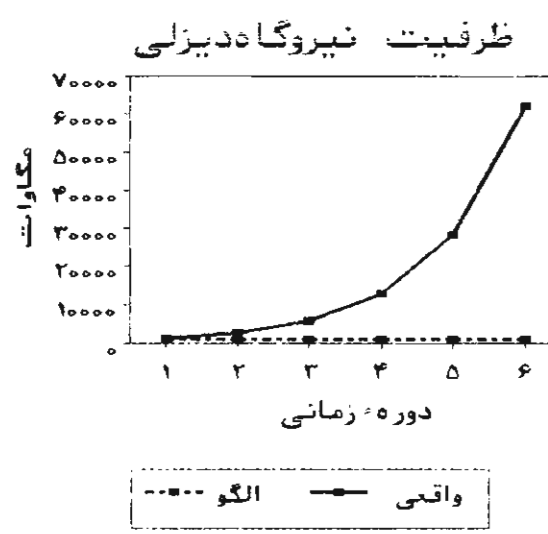
شکل ۱- تولید نیروگاههای برق و پالایشگاههای نفت و گاز- سالهای ۱۳۶۰ - ۱۳۴۵

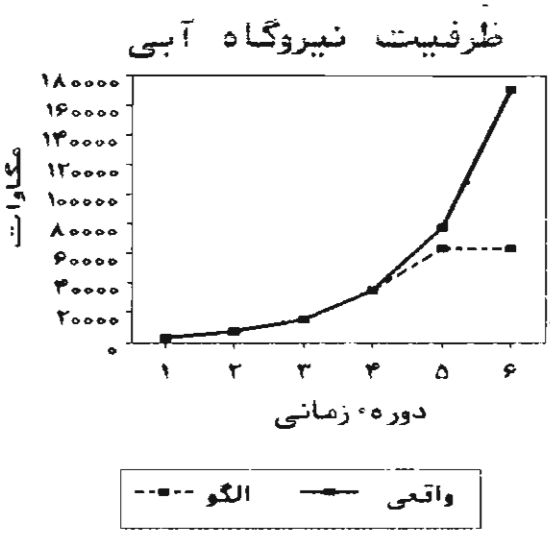












شکل ۲- ظرفیت پالایشگاهها و نیروگاههای برق - سالهای ۱۳۸۰ - ۱۳۶۰

منابع :

1- KAVARAK, I. "MODELS FOR NATIONAL ENERGY POLICY ANALYSIS AND PLANNING" ,INDUSTRIAL ENGINEERING DEPARTMENT , BOGAZLCI UNIVERSITY , ISTANBUL , TURKEY , 1979.

2- KAVARAK , I. "A MODELING SYSTEM FOR NATIONAL ENERGY PLANNING" , INDUSTRIAL ENGINEERING DEPARTMENT , BOGAZICI UNIVERSITY , ISTANBUL , TURKEY.

3- KAVARAK, I. "MODELING THE NATIONAL ENERGY SYSTEM" , INDUSTRIAL ENGINEERING DEPARTMENT , BUGAZICI UNIVERSITY , ISTANBUL , TURKEY .

4- KAVARAK , I. "A MODEL FOR ENERGY CONSERVATION" , PROC . FAST BLAS , MILANO , 1976.

5- KAVARAK , I ." A MODEL FOR NATIONAL ENERGY PLANNING" , IFAC SYMP. ENVIRON. SYS. DESIGN, KYOTO, 1977.

6- JAMSHIDI, M, "INPUT - OUTPUT- ENERGY MODELS FOR DENMARK" , ELECTRIC POWER ENGINEERING DEPARTMENT, TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK DK 2800 LYNGBY , PUBLICATION NO , 7706.

7- MASNADI - SHIRAZI , M. A. "A LINEAR PROGRAMMING MODEL FOR IRAN FUEL ENERGY PROBLEMS" , PROC , 6TH INTERNATIONAL POWER SYSTEM CONFERENCE , TAVANIR CONFERENCE , PP . 103 -116 , NOV 1991.

8- MASNADI- SHIRAZI , M.A. "A LINEAR PROGRAMMING MODEL FOR IRAN ENERGY PROBLEMS" , DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING , SHIRAZ UNIVERSITY , 1984.