

دانشگاه تربیت مدرس

دانشکده فنی و مهندسی - مهندسی صنایع

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد مهندسی صنایع با گرایش مدیریت و بهره‌وری سیستم‌ها

**ارائه مدل سرمایه‌گذاری در زنجیره انرژی الکتریکی در ایران با استفاده از
رویکرد سیستم داینامیک**

کیان نجف زاده

استاد راهنما

سرکار خانم دکتر نسیم نهاوندی

استاد مشاور

جناب آقای دکتر فرید قادری

1388

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

تقدیم به پدر و مادرم؛

که هرچه دارم از وجود آنهاست.

تقدیم به همسر؛

که همواره پشتیبان و مشوقم بوده و نقش بسیار ارزنده او در موفقیت هایم انکار ناپذیر است.

تقدیم به فرزندانم زهرا و دریا،

باشد که بزرگترین آرزوی مرا که تحصیل علم تا سر حد کمال است، برآورده سازند.

ارج نهادن به مقام صاحبان فکر و اندیشه و عالمان علاوه برآنکه در آموزه های دینی سفارش شده، در فرهنگ و تمدن این سرزمین نیز نهادینه گشته و به نوعی در خون ایرانیان رخنه کرده است. این سنت نیکو یکی از عواملی بوده که طی نسل های متمادی ریشه شیفگی و اشتیاق ایرانیان را به دانش اندوزی تقویت نموده است. به عنوان کمترین شاگردی که خود را متعلق و دنباله رو این فرهنگ ارزشمند می دانم، وظیفه دارم که بهترین درودهایم را نثار فرهیختگانی نمایم که مدت زمانی کوتاه توانستم در محضر درس آنان حاضر شده و کلمه ای بیاموزم.

در پایان این تحقیق، لازم می دانم که به استادان ارجمندم جناب آقای دکتر سید فرید قادری که به حقیقت یکی از دانشمندان بزرگ این کشور هستند؛ و سرکار خانم دکتر نسیم نهاوندی که در راهنمایی من متحمل زحمات زیادی شده اند؛ ادای احترام نموده و سپاس و امتنان بی حد خود را تقدیم ایشان نمایم.

همچنین به سبب بهره مندی از راهنمایی های ارزشمند سرکار خانم دکتر پرستو محمدی و جناب آقای دکتر حامد شکوری گنجوی، قدردانی و تشکر خود را از این دو بزرگوار اعلام می دارم.

کیان نجف زاده

چکیده

پیچیدگی حاکم بر بخش انرژی و تعامل بالای اجزای این بخش بصورت علت و معلولی، تاخیر هایی که در این سیستم رخ میدهد و نیز محدودیتهای و اثرات جدی که در آن وجود دارد؛ مانند تاثیر پذیری عرضه و تقاضای انرژی از فاکتورهای تکنولوژیکی، اقتصادی و زیست محیطی، زمانبر بودن تکمیل پروژه های انرژی، پایان پذیری سوخت های فسیلی، اثرات زیست محیطی استفاده از این سوخت ها و نیاز به ابزارهایی پیچیده جهت سیاست گذاری در این بخش و پاسخ دهی به مشکلات پیچیده این بخش را ایجاب می نماید. ماهیت این بخش بگونه ای است که بکارگیری رویکردی چون سیستم دینامیک در بخش مذکور؛ بدلیل لحاظ شدن دیدگاه های علت و معلولی در بررسی سیستم های پیچیده پویا، بازخوردها و غیر خطی بودن در آن، مناسب است بسیار دارد.

تکنیک سیستم دینامیک از نوع مدل های شبیه سازی است، که در این مدل ها وضعیت فعلی سیستم با توجه به روند ها و رفتارهای گذشته مدل می شود تا درک بهتری از رفتار سیستم واقعی حاصل شود. این مدل ها را اصطلاحاً مدل های هدف محور (Object Oriented) نیز می نامند. اما این تکنیک از نظر محتوایی جزء مدل های علی (Causal) است و روابط علت و معلولی میان پدیده ها را بیان می کند. از این تکنیک برای درک رفتار سیستم پیچیده استفاده می شود. سیستم دینامیک بر پایه تئوری دینامیک غیر خطی و کنترل بازخوردی در ریاضیات، فیزیک و مهندسی مورد استفاده قرار می گیرد. البته با توجه به اینکه در سیستم دینامیک ابزارهای فوق برای مدل کردن رفتار های انسان و جوامع نیز مورد استفاده قرار می گیرند، سیستم دینامیک در علوم جامعه شناسی، اقتصاد و سایر علوم اجتماعی هم کاربرد دارد. با توجه به اینکه در سیستم دینامیک ما مسائل و مشکلات جهان واقعی را مدل می کنیم، لذا می بایست مهارت های لازم جهت توسعه تفکر سیستمی کسب کرده و نحوه درک رفتار سیستم های پیچیده و نحوه استفاده از این تکنیک را بدانیم. با مرور ادبیات انجام شده پیرامون موضوع، مشخص گردید که عموماً تحقیقات انجام شده بصورت خیلی کلی و با ساده سازی هایی یا به تنهایی به زیر بخش تقاضا و یا به تنهایی به زیر بخش عرضه انرژی الکتریکی پرداخته اند.

در این تحقیق در ابتدا بصورت کلان به موضوع نگاه شده و پس از ارائه یک مدل کلی برای بررسی رفتار و برهم کنش متغیرهای کلان در زنجیره انرژی الکتریکی ایران با استفاده از رویکرد سیستم داینامیک، بخشی از مدل کلی جهت بررسی جزئی تر انتخاب شده و دیاگرام علت و معلولی و دیاگرام حالت و جریان برای این بخش توسعه داده شده و در نهایت مدل با استفاده از اطلاعات موجود حل شده است. مدل به گونه ای ساخته شده که بتواند رفتار زیربخش تولید و مشکلات حاکم بر آن را به خوبی نمایش دهد. این کار با در نظر گرفتن جزئیات زیربخش تولید و فناوریهای نیروگاهی مطرح در ایران و نیز پارامترهای حاکم بر سرمایه گذاری، احداث و بهره برداری از آنها انجام شده است. مسئله دیگری که علاوه بر مدل کلان زیربخش تقاضادر این مدل توسعه داده شده مدلی برای بهینه سازی نیروگاهها و افزایش ظرفیت و کارایی آنهاست. با تاکید بر متوسط قیمت برق تولیدی در مدل، به کمک مدل قادر هستیم ترکیب سرمایه گذاری روی انواع فناوریها را تعیین نماییم. پس از ارائه مدل، به استفاده از آن در بررسی تبعات حاصل از سیاستهای مختلف در بخش های تقاضا و عرضه انرژی الکتریکی پرداخته شده است. نتایج حاصل از مدل، روند منطقی را برای متغیرهای مختلف از خود نشان می دهد.

فهرست مطالب

فصل اول - بخش انرژی ابعاد و پیچیدگی ها

مقدمه

1-1- شاخص شدت انرژی

2-1- مدیریت انرژی

1-2-1- مدیریت انرژی در سمت عرضه

2-2-1- مدیریت انرژی در سمت مصرف

3-1- کلیاتی پیرامون تحقیق

فصل دوم - مرور ادبیات

1-2- کلیاتی از رویکرد سیستم دینامیک

1-1-2- بازخورد

2-1-2- فرآیند مدلسازی

3-1-2- ساختار و رفتار سیستم های پویا

4-1-2- ابزارهایی برای تفکر سیستمی

5-1-2- حالت ها و جریان ها

6-1-2- نقش حالت ها در ایجاد دینامیک سیستم

7-1-2- تاخیر ها

2-2- برخی از کاربردهای رویکرد سیستم دینامیک در بخش انرژی

1-2-2- شبیه سازی سیستم دینامیک بخش انرژی در ترکیه

2-2-2- مطالعه تجربی روی احداث نیروگاههای تولید برق در چین

3-2-2- اثر یارانه گاز طبیعی روی رفتار نیروگاههای حرارتی در ایران: سیاستی جدید جهت کاهش شدت

انرژی در بخش تولید برق

4-2-2- اثر رفتار سرمایه گذاری در احداث ظرفیت جدید روی بازار برق عمده فروشی در کره

5-2-2- مدل های سیستم دینامیک برای برنامه ریزی توسعه سیستم تولید در یک چارچوب رقابتی

6-2-2- مدیریت ریسک در توسعه روشهای جایگزین (نوین) برای تولید انرژی

7-2-2- بررسی روی دینامیک یارانه برق با رویکرد سیستم دینامیک

8-2-2- مدل انرژی آفریقای جنوبی بر مبنای سیستم دینامیک

9-2-2 - نقد مقالات

3-2-3- معرفی فناوریهای نیروگاههای حرارتی رایج در ایران

1-3-2 - نیروگاههای بخار

2-3-2 - نیروگاههای با توربین گازی

3-3-2 - نیروگاههای سیکل ترکیبی

4-2-4- مدیریت انرژی در سمت عرضه (Supply Side Management - SSM)

فصل سوم - تشریح مدل

3- تشریح مدل

1-3-1- مدل علت و معلولی کلان

1-1-3- معرفی متغیرها

2-1-3- تشریح تعامل بین متغیرها و حلقه های مدل و تکامل تدریجی مدل

3-1-3- شکل گیری تدریجی مدل

2-3-2- مقایسه تکنولوژی های نیروگاهی از جنبه برخی پارامترهای مرتبط با احداث و بهره برداری

3-3-3- مدل علت و معلولی تفصیلی برای بخش تولید برق

4-3-4- مدل حالت - جریان برای بخش تولید برق

فصل چهارم - انجام تحلیل توسط مدل

1-4-1- استفاده از مدل در بررسی حالات مختلف

مثال اول - اعمال مدیریت مصرف، افزایش قیمت در حامل انرژی گاز طبیعی، حساسیت روی قیمت برق تولیدی

مثال دوم - مدیریت مصرف در مقابل توسعه بخش عرضه

مثال سوم - رشد تقاضا، افزایش قیمت گاز طبیعی و حساسیت روی قیمت برق تولیدی

2-4-2- بررسی سیاست افزایش قیمت سوخت عرضه شده به نیروگاهها

3-4-3- اعتبار سنجی مدل

فصل پنجم - نتیجه گیری

مراجع و پیوست

معادلات حاکم بر اجزای مدل

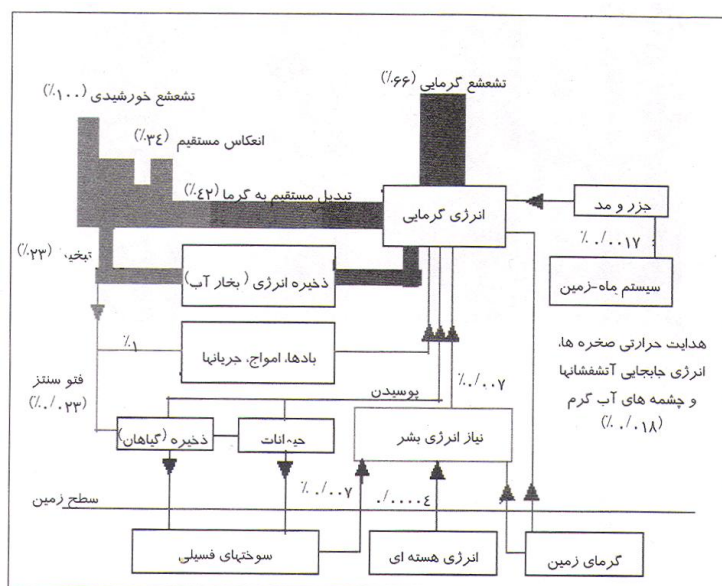
فصل اول

مقدمه - بخش انرژی ابعاد و پیچیدگی ها

مقدمه

نقش انرژی در توسعه اقتصادی و ارتقای سطح زندگی جوامع بشری، امری انکار ناپذیر است. سطح زندگی بشر همواره به میزان و نحوه کاربرد انرژی برای انجام فعالیت های خود بستگی داشته است، بطوریکه شناسایی منابع انرژی را و بهره برداری بهینه از آنها، یکی از ابزارهای مهم در جهت توسعه و خود کفایی اقتصادی هر کشور از آغاز تاریخ تا کنون محسوب می شده است. منابع شناخته شده انرژی اولیه، که در حال حاضر در اختیار بشر قرار دارند، شامل منابعی نظیر سوخت های فسیلی، چوب، فضولات گیاهی حیوانی و انسانی، جریانهای آبهایی سطح زمین (رودخانه ها و آبشارها)، خورشید و باد امواج، جزر و مد، حرارت زیر پوسته زمین، حرارت آب سطح دریاها و واکنش های هسته ای میگردند.

منشاء تقریباً تمامی این منابع انرژی به استثناء انرژی هسته ای، انرژی زمین گرمایی و انرژی جزر و مد در انرژی خورشید نهفته است. شکل (1-1) جریان انرژی بر روی کره زمین را نشان می دهد.

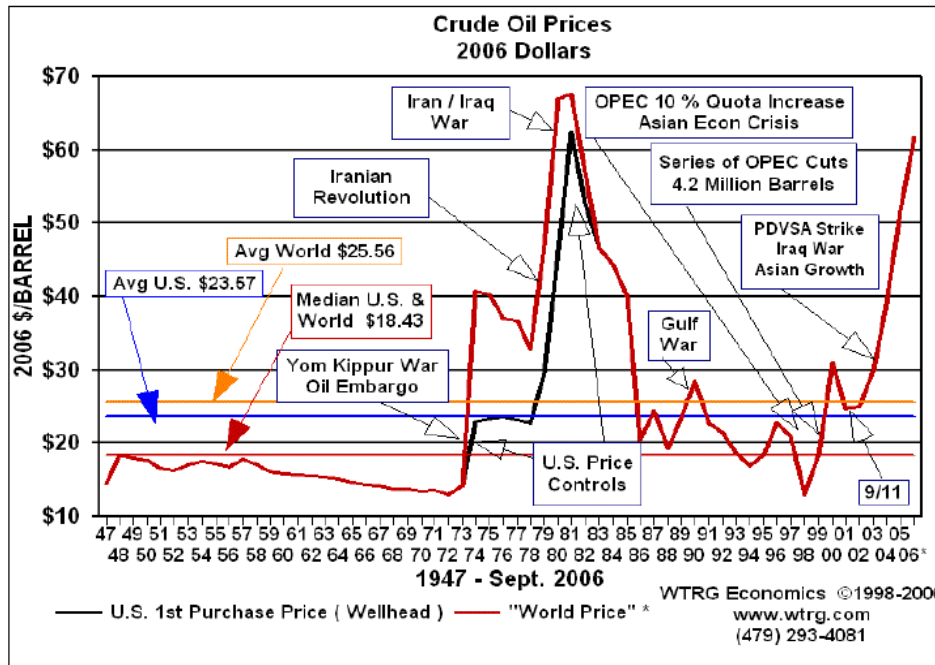


شکل 1-1- جریان انرژی بر روی کره زمین (مسعود مقدس تفرشی، 1384)

با توجه به متغیر بودن نیازهای بشری در رابطه با انرژی و عدم قابلیت استفاده مستقیم از بسیاری از منابع انرژی اولیه، بشر متناسب با نیازهایش ملزم به تغییر و تبدیل این انرژیها، به نوع انرژی دلخواه خود نظیر انرژی الکتریکی گردیده است. فرآیند تبدیل یک نوع انرژی به نوع دیگر، بدون استثناء با مقداری تلفات همراه می باشد.

در حال حاضر بخش اعظم انرژی مصرفی جهان از سوخت های فسیلی بویژه نفت، گاز و زغال سنگ تأمین می شود. احتراق سوخت های فسیلی باعث انتشار انواع آلاینده ها نظیر اکسید های گوگرد، نیتروژن، منواکسید کربن، CO₂ و... در محیط شده و با ورود آنها در جو زمین، سلامتی انسانها و تمامی موجودات زنده باخطر مواجه می شود. سوخت های فسیلی علاوه بر انتشار گازهای مضر دارای منابعی محدود می باشند، بطوریکه در آینده نزدیک عمر ذخایر آنها به پایان می رسد، که این واقعیت جهان را با بحران جدی انرژی در قرن کنونی روبرو خواهد نمود. برای مقابله با این بحران، سیاستگذاران امور انرژی در کنار بهینه سازی مصرف انرژی، استفاده از گزینه های دیگر انرژی نظیر انرژی هسته ای (گداخت)، انرژی های تجدید پذیر و نیز تکنولوژی های پیشرفته تر برای استفاده از سوخت های فسیلی نظیر پیل های سوختی را، برای تأمین انرژی بشر در قرن بیست و یکم پیشنهاد می نمایند. انرژیهای تجدید پذیری نظیر باد و جریان آب از قرنهای پیش به عنوان مهم ترین منابع انرژی بشر به شمار می رفتند. اما از نیمه دوم قرن هیجدهم به بعد، اختراع موتور بخار و انواع مولد های الکتریکی، استفاده از این انرژیهای تجدید پذیر را محدود کرد.

آسیابهای بادی و آبی جای خود را به آسیابهای الکتریکی دادند و موتورهای بزرگ بخاری و سپس دیزلی جایگزین بادبانها شدند. در اواخر سال 1973 در پی جنگ اعراب و اسرائیل و تحریم نفتی کشورهای عربی بر علیه کشورهای حامی اسرائیل، قیمت نفت و به موازات آن قیمت سایر منابع سوخت فسیلی در بازارهای جهانی افزایش چشمگیری یافت و ضررهای هنگفتی به اقتصاد کشورهای صنعتی وارد آمد. پس از آن کشورهای صنعتی برای کاهش وابستگی اقتصادی خود به نفت، تصمیم به جایگزینی تدریجی نفت توسط دیگر منابع انرژی و بویژه منابع تجدید پذیر گرفتند. شکل 1-2- روند تکامل قیمت نفت، به عنوان اصلی ترین منبع سوخت های فسیلی، با احتساب دلار به ارزش سال 2000 را از سال 1947 تا 2003 با توجه به رویدادهای مختلف نمایش می دهد.



شکل 1-2- روند تکامل قیمت نفت

B. Tan, E. Anderson, G. Parker, "Managing Risk in Alternative Energy Product Development", International Conference of the System Dynamics Society, 2007, USA

در سالهای اخیر به دلایل زیست محیطی و آشکار شدن مضرات گازهای ناشی از احتراق سوخت های فسیلی و تأثیرات منفی آنها بر روی چرخه های اکولوژیکی و همینطور رو به پایان بودن ذخایر سوخت های فسیلی، انگیزه استفاده از انرژیهای تجدید پذیر و غیر آلاینده محیط زیست نظیر باد، خورشید، آبهای جاری و غیره افزایش یافته است. در کشور ایران با وجود شرایط جغرافیایی مناسب و پتانسیل عظیم انرژیهای تجدید پذیر و وجود زمینهای بسیار وسیع غیر قابل سکونت، کار چندانی در جهت استفاده از منابع انرژی های تجدید پذیر صورت نگرفته است. دلیل آن را باید در تکیه بیش از حد به نفت و گاز طبیعی، به عنوان منابع اصلی انرژی در کشور جستجو نمود. در شرایط فعلی با توجه به قیمت بسیار پایین سوخت های فسیلی، بویژه نفت و لحاظ نمودن هزینه های زیست محیطی ناشی از احتراق سوخت های فسیلی در اغلب کشورهای جهان، قیمت هر کیلووات ساعت انرژی الکتریکی حاصل از منابع انرژی تجدید پذیر بیشتر از قیمت تولیدی آن در صورت استفاده از سوخت های فسیلی است.

1-1- شاخص های شدت انرژی

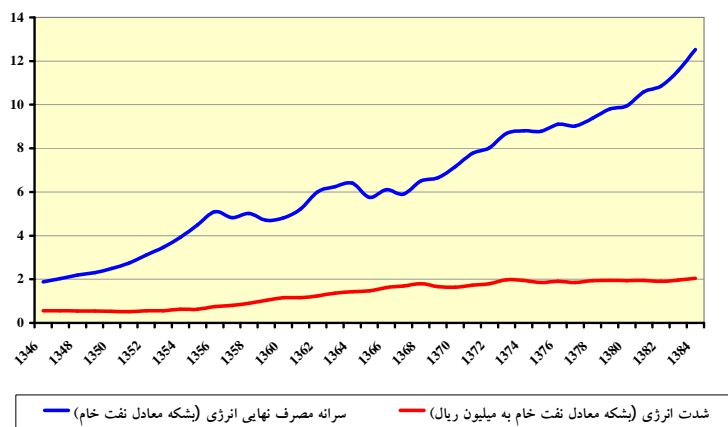
بر اساس اطلاعات منتشره توسط بانک جهانی در 1990 مشخص گردید که در کشورهای در حال توسعه یک ارتباط محکم بین GDP و مصرف انرژی وجود دارد. اما با این وجود در سالهای اخیر یک انفصال ارتباط در بسیاری از کشورهای پیشرفته تر پدید آمده است. مشاهده شده که از دهه 1970 در این کشورها افزایش GDP با افزایش نرخ مثبتی از مصرف انرژی همراه نگردیده است. در واقع، در انگلستان و تعدادی دیگر از کشورهای اروپایی، مصرف انرژی وضعیتی ثابت یافته و نسبتاً در سالهای اخیر بطور یکسان باقی مانده است. بخشی از وقوع این پدیده به سبب

قبول تکنولوژیهای صرفه جویی انرژی و بخشی به سبب جایگزینی بسیاری از صنایع تولیدی انرژی بر با صنایع با تکنولوژی بالا و بخش خدمات است که بسیار کمتر انرژی مصرف می کنند و GDP بالایی را تولید می کنند. نسبت انرژی مصرفی به GDP به عنوان شدت انرژی یک اقتصاد شناخته می شود و آن میزانی است از ستاده یک اقتصاد در مقایسه با داده های انرژی آن. رابطه بین زیر ساختار و شدت انرژی در واقع بسیار قوی است و زیر ساختهای قدیمی و فرسوده شده انرژی بالایی را در برخی از ممالک نتیجه داده است. در اقتصاد های صنعتی، شدت انرژی قویاً تحت تأثیر بازدهی زیر ساختاری و کالاهای سرمایه ای نظیر نیروگاهها، وسایط نقلیه موتوری، امکانات تولیدی و لوازم مورد نیاز مصرف کننده نهایی است. اگر هزینه های انرژی به نسبت دیگر هزینه ها بالا باشد، آنگاه بسیار محتمل است که سرمایه گذاری در تکنولوژیهای کارا در انرژی صورت خواهد پذیرفت. بر عکس، اگر قیمت های انرژی پایین باشند، آنگاه انگیزه کمی برای سرمایه گذاری و تحقیقات در تکنولوژیهای کارایی انرژی وجود خواهد داشت.

در حالیکه شدت انرژی قویاً تحت تأثیر قیمت انرژی است، همچنین تحت تأثیر فاکتورهایی است که مستقیماً از تغییر قیمت تأثیر پذیر نیستند. برای مثال تحولات در تکنولوژی و تغییرات در ساختار تجارت جهانی توان تأثیر بر شدت انرژی را دارا هستند. موقعیت جغرافیایی دارای تأثیر شدیدی است، کشورهای شمالی سرد نشان از شدت انرژی بالا دارند. فاکتورهای دیگر شامل تغییرات در مد و سلیقه انسانهاست. خلاصه اینکه فاکتورهای زیادی شدت انرژی را می توانند تحت تأثیر قرار دهند.

بر طبق آخرین ترانزنامه انرژی کشور ایران اشکال 1-3-1 a b c استخراج شده اند که حاکی از وضعیت نه چندان خوشایند مصرف انرژی در کشور هستند.

تغییرات سرانه مصرف انرژی و شدت انرژی در ایران بین سالهای 1346 تا 1384



شکل 1-3-1 a تغییرات سرانه مصرف نهایی انرژی و تغییرات شدت انرژی در کشور (ترانز نامه انرژی 1385)



شکل 1-3-b تغییرات شدت مصرف انرژی ایران در مقایسه با کشورهای جهان (تراز نامه انرژی 1385)



شکل 1-3-c تغییرات شدت مصرف انرژی ایران در مقایسه با کشورهای جهان (تراز نامه انرژی 1385)

با توجه به نمودارهای فوق، شدت مصرف انرژی در ایران در مقایسه با متوسط کشورهای جهان بسیار بالا می باشد. با مراجعه به برخی از ارقام و اطلاعات، شدت مصرف انرژی در ایران حدود 11 برابر شدت مصرف انرژی آلمان، حدود 15 برابر شدت مصرف انرژی ژاپن، و حدود 8 برابر شدت انرژی آمریکا است. میزان بالای شدت مصرف انرژی در ایران در مقایسه با سایر کشورهای جهان، دلیلی بر وجود مشکلات جدی و ساختاری در مصرف انرژی کشور است. در زمینه تولید انرژی الکتریکی، میزان ظرفیت نیروگاه های نصب شده در کشور تا پایان سال 1385 به حدود بیش از 38 هزار مگاوات بالغ گردیده است که در حدود 86.5 درصد آنها را نیروگاه های حرارتی تشکیل می دهند. صنعت برق کشور با توجه به سهم قابل توجه نیروگاه های حرارتی در تولید انرژی الکتریکی سهم بسیار زیادی در مصرف منابع انرژی اولیه کشور دارا می باشد.

شکل 1-4- نمودار جریان انرژی در کشور در سال 1385 را نشان می دهد.

مدیریت انرژی با اجرای عملیات خود در بخش عرضه برق، امکانات استفاده بهینه از تجهیزات و بهبود فرآیند های منجر به تولید، انتقال و توزیع برق را فراهم می آورد و بدین ترتیب موجب افزایش میزان بهره وری و کاهش هزینه ها در صنعت برق می گردد.

برنامه ریزی و بهره برداری صحیح و بهینه از نیروگاه ها و تجهیزات شبکه، بهبود کارایی نیروگاه ها، کاهش مصرف داخلی نیروگاه ها، کمینه کردن تلفات شبکه های انتقال و توزیع و ... از جمله اقدامات اساسی است که می توان در این راستا انجام داد.

1-2-2- مدیریت انرژی در سمت مصرف

مدیریت مصرف انرژی شامل مجموعه ای از فعالیت های به هم پیوسته بین صنعت برق و مشترکین آن به منظور کاهش پیک بار شبکه و انرژی مصرفی مشترک و نیز تسطیح منحنی بار مصرفی شبکه است تا بتوان با کارایی بیشتر و هزینه کمتر به تأمین نیاز مصرف کنندگان دست یافت.

کاهش میزان مصرف پیک (مدیریت بار)، کاهش هزینه های تولید، تخصیص بهینه منابع، کاهش آلودگی زیست محیطی و برخی از انگیزه های مدیریت مصرف مطرح شده اند. با اتخاذ سیاستهای مدیریت مصرف سطح زندگی و رفاه مصرف کننده و کیفیت و کمیت تولید در بخش صنعت کاهش نمی یابد.

استفاده از موتورها، وسایل روشنایی و وسایل سرمایشی و گرمایشی کم مصرف، بهبود فرآیند های تولید و تعمیرات و نگهداری تجهیزات در صنایع، الزام به رعایت استاندارد های انرژی در زمان ساخت مجتمع های اداری و مسکونی و ... سبب کاهش مصرف برق می گردد.

برخی از اهداف مدیریت مصرف انرژی در سمت مصرف عبارتند از:

- کاهش هزینه تولید، با افزایش ضریب بار و بهینه کردن مصرف برق

- آزاد کردن سرمایه های صنعت برق به منظور افزایش کارایی و بهبود کیفی امکانات موجود.

- کاستن از آلودگی محیط زیست از طریق کاهش تولید انرژی الکتریکی

- حفظ و نگهداری منابع زیر زمینی انرژی

- کاهش هزینه های سرمایه گذاری در توسعه شبکه قدرت با کاهش میزان بار پیک شبکه

هدف از ارائه مطالب این فصل در واقع تبیین پیچیدگی حاکم بر بخش انرژی و نشان دادن تعامل بالای اجزای این بخش بصورت علت و معلولی است. عرضه و تقاضای انرژی به شدت متأثر از فاکتورهای تکنولوژیکی، اقتصادی و زیست محیطی است. بدلیل زمانبر بودن پروژه های انرژی، پایان پذیری سوخت های فسیلی، اثرات زیست محیطی استفاده از این سوخت ها و نیاز به ابزارهایی پیچیده جهت سیاست گذاری در این بخش و پاسخ دهی به مشکلات پیچیده این بخش وجود دارد. ماهیت این بخش بگونه ای است که در بکار گیری رویکردی چون سیستم دینامیک بدلیل لحاظ شدن دیدگاه های علت و معلولی در بررسی سیستم های پیچیده پویا، بازخوردها و غیر خطی بودن بسیار مستعد است.

1-3- کلیاتی پیرامون تحقیق

طرح مسئله:

افزایش تقاضای برق، علاوه بر نیاز به افزایش ظرفیت در بخش نیروگاهی، نیاز به افزایش ظرفیت پالایشگاهی و کاهش در سطح صادرات نفت و گاز و تخلیه منابع و مشکلات جدی در ارتباط با تأمین سوخت برای کلیه بخشهای خانگی، صنعت و نیروگاه و کاهش در سطح درآمد ملی را نیز پیش خواهد آورد.

ماهیت این مسئله بگونه ایست که نیاز مند بررسی علت و معلولی در قالب یک مدل مبتنی بر سیستم دینامیک است.

سوالات اساسی تحقیق عبارتند از:

1- تاثیر رشد تقاضای برق روی توسعه ظرفیت بخش تولید انرژی الکتریکی و فسیلی چگونه است؟

2- تاثیر قیمت سوخت بر ترکیب فناوریهای تولید انرژی و تغییر در کارایی آنها چگونه است؟

3- دینامیک سرمایه گذاری روی فناوریهای تولید انرژی تحت شرایط مختلف چگونه است؟

رویکرد تحقیق:

رویکرد تحقیق کمی است و بصورت Descriptive Study بوده و روابط بین متغیر های مختلف در بخش های عرضه و تقاضای انرژی و نیز متغیر های اقتصادی تشریح میشود.

استراتژی تحقیق:

ساخت مدل مفهومی برای یک زیر بخش از بخش انرژی است.

نحوه جمع آوری اطلاعات:

با مراجعه به مستندات موجود در وزارت نیرو مانند ترازنامه انرژی، آمار نامه تفصیلی صنعت برق ایران و گزارشات موجود در وزارت نفت و نیرو اطلاعات و داده های مورد نیاز جمع آوری شده است.

روش تحلیل:

تکنیک سیستم دینامیک از نوع مدل های شبیه سازی است، که در این مدل ها وضعیت فعلی سیستم با توجه به روند ها و رفتارهای گذشته مدل می شود تا درک بهتری از رفتار سیستم واقعی حاصل شود. اما این تکنیک از نظر محتوایی جزء مدل های علی (Causal) است. روابط علت و معلولی میان پدیده ها را بیان می کند که این روابط می توانند مثبت و منفی باشند. به مدلهای علی که به تشریح این روابط می پردازند مدل های مفهومی (Conceptual) نیز گفته می شود. از این تکنیک برای درک رفتار سیستم پیچیده استفاده می شود. با توجه به اینکه در سیستم دینامیک ما مسائل و مشکلات جهان واقعی را مدل می کنیم، لذا می بایست مهارت های لازم جهت توسعه تفکر سیستمی کسب کرده و نحوه درک رفتار سیستم های پیچیده و نحوه استفاده از این تکنیک را بدانیم. البته لازم بذکر است که درک رفتار سیستم ها مشکل است چرا که رفتار سیستم متأثر از بازخوردهای داخلی سیستم می باشد.

روش تحلیل مبتنی بر روش سیستم دینامیک است، چون در این تحقیق هدف پیش بینی میزان دقیق تقاضا یا میزان دقیق ظرفیت عرضه نبوده بلکه بدنبال اشاعه یک تفکر سیستمی پویا هستیم که در آن روند تغییرات متغیرها در بخش عرضه متأثر از تغییرات تقاضا مورد مطالعه قرار میگیرد. تحلیل حساسیت های مختلف را با توجه به شاخص های مهم اثرگذار روی مدل برای تصمیم گیران و سیاست گذاران انجام میدهیم. برای تحلیل از نرم افزار Vensim استفاده میشود.

نوآوری (Contribution) تحقیق:

در این تحقیق علاوه بر اینکه مدلی مبتنی بر سیستم دینامیک برای حل مسائل و سیاستگذاری در زیر بخش عرضه و تقاضای انرژی الکتریکی ارائه می شود، متغیرهایی که در زیر بخش های دیگر انرژی (تامین و عرضه حامل های سوخت فسیلی) نیز مطرح هستند درگیر مسئله می شوند. علاوه بر آن جزئیات زیربخش تولید و فناوریهای نیروگاهی مطرح در ایران و نیز پارامترهای حاکم بر سرمایه گذاری، احداث و بهره برداری از آنها درمدل منظور شده و نیز مدلی برای بهینه سازی نیروگاهها و افزایش ظرفیت و کارایی آنها ارائه شده است. با تاکید بر متوسط قیمت برق تولیدی در مدل، به کمک مدل قادر هستیم ترکیب سرمایه گذاری روی انواع فناوریها را تعیین نماییم.

در مطالعه ادبیات سعی بر آن شده که ضمن کسب آشنایی اولیه با سیستم دینامیک و توانمندی های آن، با مطالعه برخی از کاربرد های متنوع این رویکرد در بخش انرژی در حوزه های مختلف سیاستگذاری انرژی، بازارهای برق، کاهش مصرف و هزینه انرژی و ... به اشتراکاتی از مزیتها و قابلیت های این ابزار دست یابیم.

فصل دوم

مرور ادبیات

2 - مرور ادبیات

2-1- کلیاتی از رویکرد سیستم داینامیک (Sterman, 2000)

تکنیک سیستم داینامیک از نوع مدل های شبیه سازی است، که در این مدل ها وضعیت فعلی سیستم با توجه به روند ها و رفتارهای گذشته مدل می شود تا درک بهتری از رفتار سیستم واقعی حاصل شود. در این نوع مدل ها معمولاً برای سیستم هدفی تعریف می شود و سایر متغیر ها برای رسیدن به آن هدف تغییر می کنند. این مدل ها را اصطلاحاً مدل های هدف محور (Object Oriented) نیز می نامند.

اما این تکنیک از نظر محتوایی جزء مدل های علی (Causal) است. روابط علت و معلولی میان پدیده ها را بیان می کند که این روابط می توانند مثبت و منفی باشند. اگر علت در یک جهت حرکت کند و معلول هم در همان جهت حرکت کند در آن صورت به رابطه علت و معلولی مثبت گفته می شود، در غیر اینصورت این رابطه منفی خواهد بود. به مدل های علی که به تشریح این روابط می پردازند مدل های مفهومی (Conceptual) نیز گفته می شود.

از این تکنیک برای درک رفتار سیستم پیچیده استفاده می شود. سیستم داینامیک بر پایه تئوری داینامیک غیر خطی و کنترل بازخوردی در ریاضیات، فیزیک و مهندسی مورد استفاده قرار می گیرد. البته با توجه به اینکه در سیستم داینامیک ابزارهای فوق برای مدل کردن رفتار های انسان و جوامع نیز مورد استفاده قرار می گیرند، سیستم داینامیک در علوم جامعه شناسی، اقتصاد و سایر علوم اجتماعی هم کاربرد دارد.

با توجه به اینکه در سیستم داینامیک ما مسائل و مشکلات جهان واقعی را مدل می کنیم، لذا می بایست مهارت های لازم جهت توسعه تفکر سیستمی کسب کرده و نحوه درک رفتار سیستم های پیچیده و نحوه استفاده از این تکنیک را بدانیم. البته لازم بذکر است که درک رفتار سیستم ها مشکل است چرا که رفتار سیستم متأثر از بازخوردهای داخلی سیستم می باشد.

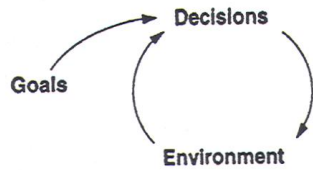
برای درک مناسب از رفتار سیستم نیاز به :

1- ابزارهایی جهت ارائه مدل ذهنی ما از مسائل پیچیده

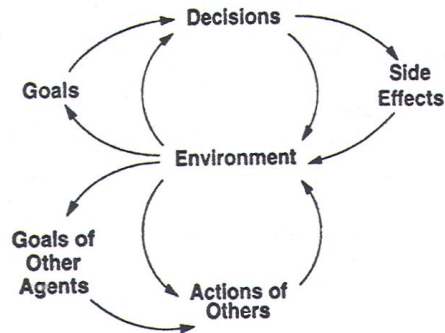
2- ابزارهای شبیه سازی جهت آزمون مدل ذهنی

وجود دارد.

بطور کلی نتایج اعمال ما، موقعیتی را که ما در آینده با آن مواجه می شویم، تعیین می کنند. موقعیت جدید، ارزیابی ما از مسئله و تصمیماتی که در آینده خواهیم گرفت را تغییر می دهد.



Our decisions alter our environment, leading to new decisions,



شکل (1-2) - دیدگاه بازخوردی (تعاملی)

در عالم واقعیت عملکرد ما منجر به بازخوردهایی میشود که وضعیت ما را نسبت به گذشته تغییر می دهد. بدین ترتیب عکس العمل متضاد سیستم به سیاست های اتخاذ شده ما افزایش خواهد یافت. چرا که تمام محدوده بازخوردهای ممکن را در سیستم در نظر نمی گیریم. معمولاً ما اثراتی را که انتظار داریم مد نظر قرار می دهیم و از اثرات غیر قابل پیش بینی صرف نظر می کنیم. برای اجتناب از عکس العمل متضاد سیستم به سیاست ها بایستی مرز مدل ذهنی خود را گسترش داده و بازخوردهای ممکن را در نظر گرفت.

1-1-2- بازخورد

هنر مدل سازی مبتنی بر سیستم دینامیک ، کشف و نمایش فرآیند های بازخوردی است که همراه با ساختارهای انباشت و جریان ، تأخیر های زمانی و ساختار های غیر خطی ، دینامیک سیستم را تعیین می کند. اغلب رفتارهای پیچیده سیستم بدلیل تعاملات (بازخوردها) بین اجزا سیستم است و نه بدلیل پیچیدگی اجزاء آنها . بازخوردها بر دو نوع مثبت (منجر به تقویت هر آنچه در سیستم رخ می دهد می شوند) و نوع منفی (در جهت تعادل اتفاقات داخل سیستم رفتار می کنند) هستند. یادگیری یک فرآیند بازخوردی است که در آن با استفاده از اطلاعات گرفته شده از جهان واقعی و مقایسه آن باهدف ، تصمیم اتخاذ شده و عمل انجام شده منجر به ایجاد تغییر در وضعیت فعلی می شود.