

## مقایسه کیفی سیستم های قدرت سنتی و تجدید ساختار شده و بررسی انگیزه های مقررات زدائی با ارائه انواع مدل های ISO

دکتر فیضی

دانشگاه تبریز گروه مهندسی برق کامپیوتر

@yahoo.com

مهندس نوید تقی زادگان کلانتری

مجتمع عالی آموزشی و پژوهشی آذربایجان

ntaghizadegan@yahoo.com

چکیده:

در این مقاله ابتدا تاریخچه ای از تجدید ساختاری در سیستم های قدرت بیان شده سپس صنعت برق سنتی و ویژگی های آن ذکر شده است. انگیزه های تجدید ساختاری با توجه به خصوصیات رقابتی اش بیان گردیده و اجزاء سیستم های قدرت تجدید ساختار شده به تفصیل شرح داده شده است. بورس برق کالیفرنیا که یکی از مثال های کثیرالذکر در این زمینه است مورد اشاره قرار گرفته و در نهایت وظایف و مسئولیت های ISO و انواع مدل های آن ذکر و مقایسه شده است.

واژه های کلیدی: سیستم قدرت، تجدید ساختاری، خصوصی سازی، مقررات زدائی، بورس برق.

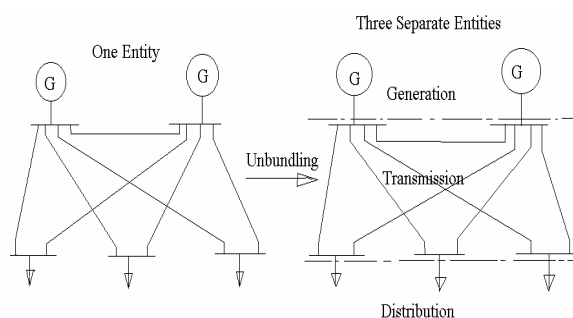
### 1- مقدمه

موفقیت خصوصی سازی خطوط هوایی، صنایع مخابراتی و موارد مشابه باعث ایجاد انگیزه در مقررات زدائی و تجدیدساختاری صنعت برق شده است. انگلستان یکی از پیشگامان در امر خصوصی سازی صنایع برق مجتمع خود در سال 1989 بود [1]. نروژ و کالیفرنیا به ترتیب در سال های 1990 و 1996 دنباله رو شدند [2]. موفقیت خصوصی سازی انرژی برق در انگلستان و نروژ سایر کشورهای سراسر دنیا را ترغیب کرد تا این روند را دنبال کنند. کشورهاییکه در حال حاضر مسیر خصوصی سازی انرژی برق را طی می کنند شامل آرژانتین، استرالیا، برزیل، آلمان، نیوزیلند، اسپانیا، تایوان و مالزی هستند.

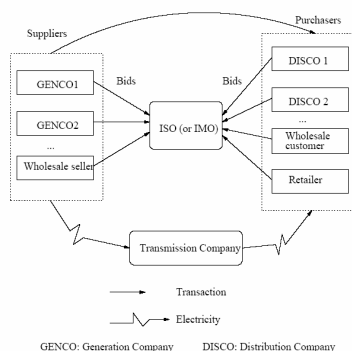
گاهی اصطلاح خصوصی سازی در اشاره به آنچه که به عنوان مقررات زدائی شرکت های برق گفته شده بکار می رود در حالیکه مفاهیم این دو کلمه متفاوت هستند. مقررات زدائی اغلب با واگذاری شرکت های تحت مالکیت دولت به بخش خصوصی آغاز می شود. هیچکدام از بازارهای موجود دارای مشخصه های رقابتی یا تک قطبی کامل نیستند. بنابراین ضروری است قواعدی ایجاد شود تا از فعالیت افراطی بازار برق و قمار مشارکین بازار جلوگیری کند. به هر حال باید پذیرفت که بطور فراگیر مقررات زدائی به سرآغاز رقابت اشاره می کند.

مقررات زدائی اغلب شامل انفکاک است، که به تجزیه یک شرکت برق به مؤلفه های اساسی آن و پیشنهاد جداگانه هر مؤلفه برای فروش با نرخ های مجزا برای هر مؤلفه، اشاره می کند [3]. چنانچه در شکل های 1- الف و 1- ب نشان داده شده است، تولید، انتقال و توزیع می توانند منفک شده و به عنوان خدمات مجزا ارائه شوند. با اینحال مقررات زدائی نه فقط شامل انفکاک، بلکه همچنین در برگیرنده جدائی مالکیت و اجرا می باشد.

در اکثر کشورها، یک نهاد مستقل مرکزی، که معمولاً سیستم عامل مستقل<sup>1</sup> نامیده می‌شود (غالباً بسادگی سیستم عامل نامیده می‌شود)، ایجاد می‌شود تا پاسخگوی تطابق عرضه با تقاضای مصرف و حافظ قابلیت اطمینان و امنیت سیستم باشد.



شکل 1- الف: انفکاک شرکت‌ها



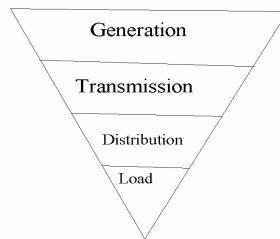
شکل 1- ب: انفکاک شرکت‌ها

## 2- صنعت برق سنتی

صنعت تأمین برق تقریباً در همه کشورها در حدود یک صد سال گذشته یک انحصار طبیعی بوده است و به عنوان یک انحصار تحت کنترل دولت قرار داشته است. بلا استثناء این صنعت به صورت یک انحصار نظارت شده با ساختار عمودی فعالیت کرده است که مالکیت امکانات تولید، انتقال و توزیع را در اختیار داشته است (شکل 2) [4]. این صنعت یک انحصار محلی نیز بوده است، به این مفهوم که در هر منطقه‌ای یک شرکت یا نهاد دولتی توان برق و خدمات آن را به همه مشتریان می‌فروخته است. در بسیاری از کشورها، علی‌الخصوص کشورهای در حال توسعه، شرکت برق در مالکیت ایالت یا دولت محلی بوده، و در سایر کشورها، از قبیل USA، شرکت برق در مالکیت یک نهاد خصوصی متعلق به سرمایه‌گذار بوده است. صنعت برق سنتی چندین ویژگی به شرح زیر داشته است:

الف- حق ویژه انحصاری: تنها شرکت برق محلی یا ملی مجاز به تولید، انتقال، توزیع و فروش توان الکتریکی تجاری در قلمرو خدماتی خود بود.

<sup>1</sup> Independent System Operator (ISO)



شکل 2: ساختار شرکت برق با تجمع عمودی

ب- الزام به ارائه خدمات: شرکت برق مجبور بود نیازهای کلیه مصرف‌کنندگان ناحیه خدماتی خود را تأمین کند، نه فقط آنهایی را که سودآور بودند.

ج- نظارت کنترل شده (قانونمند): کسب و کار شرکت و کارهای عملیاتی باید با رهنمودها و قواعدی مطابقت داشته باشد که توسط ناظرین دولتی تعیین می‌شود.

د- نرخ‌های کنترل شده (تنظیم شده): نرخ‌های شرکت برق بر طبق قوانین کنترلی و رهنمودهای دولت مقرر شده یا کنترل می‌گردد.

ه- نرخ بازگشت تضمینی: حکومت تضمین می‌کند که نرخ‌های تنظیمی، برای شرکت برق یک حاشیه سود عادلانه و منطقی بالاتر از هزینه به همراه داشته باشد.

و- عملکرد با حداقل هزینه: از شرکت برق خواسته می‌شود به طریقه‌ای عمل کند که کل نیازهای درآمدی آن حداقل شود.

اغلب در کشورهای کمتر توسعه یافته الزام به ارائه خدمات مورد تأکید قرار نداشته است در حالیکه مفهوم نرخ بازگشت تضمینی معمولاً توسط مالکیت دولت، یارانه‌ها یا ترتیبات اقتصادی دیگر جایگزین شده بود.

### 3- انگیزه های تجدید ساختار برق

از دهه 1980 صنعت تأمین برق در حال تجربه تغییر سریع و غیرقابل بازگشت بوده و صنعتی را شکل دهی مجدد کرده است که به مدت زمان طولانی بطور قابل ملاحظه‌ای پایدار بوده و به خوبی به عموم مردم خدمات داده است. یک جنبه مهم این تغییرات ایجاد رقابت بین تولیدکننده‌ها و ایجاد شرایط بازار در این صنعت است، که به منظور کاهش هزینه‌های تولید و توزیع انرژی، حذف ناکارآمدیهای معین، کاهش تعداد کارگران و افزایش انتخاب مشتری ضروری به نظر می‌رسیده است. این تحول به سوی یک بازار برق رقابتی معمولاً به عنوان تجدید ساختار صنعت تأمین برق یا مقررات زدائی نامیده می‌شود. شکل تغییر یافته‌ای از تجدید ساختاری در کشورهای آسیائی در حال وقوع است، که توسط نیاز به گسترش سریع ظرفیت در همه سه شاخه تولید، انتقال و توزیع ایجاد شده است [5,6]. از اینرو انواع زیادی از اشکال سازمانی پدیدار شده است.

تجدید ساختار در اواخر دهه 1980 در شیلی و انگلستان آغاز شد و به کشورهای آمریکای لاتین، از قبیل آرژانتین، گسترش یافت، و در دهه 1990 به اشکال گوناگون در USA، استرالیا، کشورهای اسکاندیناوی و چند کشور آسیائی شتاب گرفت [7,8]. عوامل بسیاری از قبیل پیشرفت‌های تکنولوژیکی، تغییر در دیدگاه‌های سیاسی و عقیدتی، ناکامی‌های نظارتی، تعرفه‌های بالا، فقدان مدیریتی، انگیزه‌های مالی جهانی، ظهور دیدگاه‌های زیست محیطی، و کمبود منابع عمومی به منظور سرمایه‌گذاری در کشورهای در حال توسعه، در روند گسترده جهانی به سمت تجدید ساختاری دخالت داشتند. برخی موارد ویژه به شرح زیر است:

الف- مزایای رقابت بین عرضه کنندگان انرژی برق، و انتخاب گسترده برای مصرف کنندگان برق؛

ب- تغییر در مقیاس اقتصادی تولید که در طول دهه 1980 رخ داد؛

ج- تجدید ساختار در صنعت برق تحت مالکیت دولت که خصوصی سازی را ترغیب کرد.

ارائه خدمات در نتیجه تجدید ساختار می تواند بهبود یابد، اما یک نگرانی جدی درباره افت استانداردهای نگهداری در بسیاری از کشورها وجود دارد. رقابت می تواند نوآوری ایجاد کرده و کارایی را افزایش و در همان حال هزینه ها را کاهش دهد اما ممکن است این حالت کوتاه مدت باشد. یک صنعت برق رقابتی جوایزی را برای ریسک پذیران در نظر گرفته و استفاده از تکنولوژی های جدید و راهکارهای تجاری را ترغیب می کند. سیستم انحصاری نظارتی قادر به ایجاد انگیزه برای نوآوری نیست زیرا این شرکت برق انگیزه کمی برای استفاده از ایده ها و تکنولوژی های جدید برای کاهش هزینه ها تحت یک چهارچوب نرخ بازگشتی کنترل شده دارد.

#### 4- اجزاء سیستم های تجدید ساختار شده [9-12]

اجزاء ساختاری معرف بخش های مختلف بازار برق عبارتند از:

- شرکت های تولید (Gencos)،

- شرکت های توزیع (Discos)،

- مالکین شبکه انتقال (TOs)،

- اپراتور سیستم مستقل (ISO)،

- بورس برق (PX)،

- هماهنگ کننده های زمانبندی (SCs)،

بسته به ساختار و چهارچوب قوانین، برخی از این اجزاء ممکن است با یکدیگر ترکیب شده، یا باز هم تفکیک شوند. در کشورهای آسیایی تولید کنندگان گوناگون منطقه ای، ایالتی، استانی یا مستقل با هم وجود دارند. در اینگونه موارد ارتباطات متقابل مالی و فنی غیرشفاف بوده و در جریان تغییر و تکامل سریع هستند.

#### 4-1- شرکت های تولیدی (Gencos)

شرکت های تولیدی مسئول بهره برداری و نگهداری نیروگاهها در بخش تولید بوده و در اکثر موارد از مالکین نیروگاه هستند. دسترسی آزاد به شبکه انتقال به شرکت های تولیدی دسترسی بدون تبعیض به شبکه انتقال را مجاز ساخته و با هم رقابت می کنند.

#### 4-2- بهره برداران نیروگاه BOT<sup>2</sup> و تولیدکنندگان برق مستقل IPP<sup>3</sup>

نیروگاههای BOT یا تولیدکنندگان برق مستقل (IPPها) که با شرکت های برق مجاور (معمولاً ملی قرارداد های بلند مدت دارند یک نقش مهم در تأمین تولید اضافی در بسیاری از سیستم های در حال رشد سریع بازی می کنند. موافقت نامه های خرید برق اغلب به عنوان یک مشوق اقتصادی برای سرمایه گذاران مورد استفاده قرار می گیرد.

#### 4-3- شرکت های توزیع (Discos) و فروشندگان جزء

شرکت های توزیع همان مسئولیت شرکت های عرضه برق سنتی را در سمت توزیع به عهده دارند. با وجود این، یک روند در مقررات زدائی بدین صورت است که شرکت های توزیع امروزه می توانند به نگهداری شبکه

<sup>2</sup> Build, Operate and Transfer

<sup>3</sup> Independent Power Producers

توزیع و تأمین تجهیزات به منظور تحویل برق محدود شود در حالیکه خرده فروشان از شرکت‌های توزیع جدا شده‌اند و فروش انرژی برق به مصرف کنندگان نهائی را به عهده دارند.

یک روند دیگر در کشورهای در حال توسعه فروش بخش‌هایی از سیستم توزیع به یک سرمایه‌گذار، یا یکپارچه کردن آن است بطوریکه سرمایه‌گذاری برای تقویت بنیه مالی می‌تواند افزایش یافته و شیوه‌های عملیاتی بهتری پیاده شود.

#### 4-4- مالکین شبکه انتقال (TOs)

در جائیکه شبکه انتقال قبل از تجدید ساختار به دولت تعلق داشته باشد، روشن است که کلیت آن حفظ خواهد شد و تمایزی بین مالک و بهره‌بردار لازم نیست. در مواردی همانند USA، شرکت‌های برق قبلی می‌توانند سایر داراییهای خودشان را فروخته و به شرکت‌های انتقال و توزیع (T&D) کنترل شده (تحت نظارت) تبدیل شوند. بنیاد اساسی دسترسی آزاد به شبکه انتقال این است که بهره‌برداران انتقال با همه کاربران بر یک اساس عادلانه از نظر دسترسی و استفاده از خدمات رفتار کنند. اگر مالکین شبکه انتقال منافع مالی در تولید یا عرضه برق داشته باشند این الزام نمی‌تواند تضمین شود. بنابراین لازم است یک سیستم عامل مستقل (ISO) گماشته شود تا از سیستم انتقال بهره‌بردار می‌کند.

#### 4-5- سیستم عامل مستقل (ISO)

سیستم عامل مستقل (ISO) نهاد عالی در کنترل سیستم انتقال است. لازمه اساسی یک ISO عدم ارتباط با کلیه مشارکین بازار و عدم برخورداری از هرگونه منافع مالی در تجارت (کسب و کار) تولید و توزیع است. با اینحال، هیچ الزامی در محتوای دسترسی آزاد، برای جدائی مالکیت و بهره‌بردار از شبکه انتقال وجود ندارد. برای مثال، شرکت شبکه ملی (NGC) در انگلستان و ولز (E&W) هم مالک و هم بهره‌بردار شبکه انتقال است.

#### 4-6- بورس برق (PX)

بورس برق (PX) بازار برق الکتریکی را اداره می‌کند، که محلی را برای تطبیق عرضه و تقاضای انرژی الکتریکی براساس قیمت‌های پیشنهادی فراهم می‌کند. افق زمانی بازار برق می‌تواند از نیم‌ساعت تا یک هفته یا بیشتر تغییر کند. معمول‌ترین حالت بازار روز بعد است که معاملات انرژی برق را یک روز قبل از هر روز کاری تسهیل می‌کند. یک بازار ساعت بعد نیز مفید است چون این بازار فرصت‌های اضافی را برای معامله انرژی برق برای رفع عدم تعادل‌های کوتاه مدت فراهم می‌کند.

#### 4-7- هماهنگ کننده‌های زمانبندی (SCs)

SCs مشارکین در تجارت انرژی برق را یکپارچه می‌کنند و در استفاده از پروتکل‌هایی که ممکن است با قوانین بازار تفاوت داشته باشد آزاد هستند. به عبارت دیگر مشارکت کنندگان بازار ممکن است تحت قوانین SCs وارد یک بازار SC شوند و این موضوع می‌تواند باعث پیدایش استراتژیهای بازار مختلف گردد.

#### 5- بورس برق کالیفرنیا [10,13,14]

بورس برق کالیفرنیا (CalPX) مثال کثیرالذکری از چگونگی سازماندهی بورس برق (PX) است، و در اینجا به اختصار توضیح داده می‌شود. بورس برق کالیفرنیا که در 31 مارس 1998 شروع به فعالیت نمود، یک سازمان مستقل غیرانتفاعی است با این دستور کار (الزام) که بازار کارآمدی برای معاملات پیش فروش برق در سیستم مقررات زدا شده کالیفرنیا فراهم آورد. طرح اولیه بورس برق کالیفرنیا براساس مفهوم بازار برق انگلیس و ولز (E&W) شکل گرفته است؛ با وجود این بورس برق کالیفرنیا یک SC ویژه با جنبه‌های فعالیتی زیر است:

الف- راه اندازی یک بازار آتی که در آن طرفین می توانند برای خرید و فروش انرژی پیشنهاد دهند؛

ب- تدوین یک برنامه زمانی ترجیحی برای بازار آینده؛

ج- تدوین قیمت تسویه بازار (MCP) برای معاملات انرژی برق؛

د- ارائه جدول زمان ترجیحی به ISO و در صورت لزوم همکاری با آن برای تنظیم این جداول.

اساساً بازارهای بورس برق کالیفرنیا بازارهای پیش فروش کوتاه مدت هستند که در آن تولیدکنندگان برای عرضه برق و مصرف کنندگان برای تأمین نیازهای خود پیشنهاد می دهند. بورس برق کالیفرنیا دو بازار جداگانه، بازار روز بعد و بازار ساعت بعد را هدایت می کند. بازار روز بعد بورس برق کالیفرنیا از 24 حراج دوپل جداگانه، هر یک برای هر ساعت، بدون در نظرگیری موضوعاتی مثل هزینه های انتقال، مدیریت قیود، یا مدیریت ازدحام (تراکم) تشکیل شده است.

پیشنهاد دهندگان سمت عرضه می تواند به صورت یک تولید کننده انفرادی یا به صورت سبیدی از تولیدکنندگان پیشنهاد دهند؛ اما، یک واحد (نیروگاه) می تواند تنها در یک سبید پیشنهاد دهد اگرچه یک پیشنهاد دهنده می تواند پیشنهادهای چند سبید را ارائه کند.

## 6- وظایف و مسئولیت های ISO

اپراتور سیستم نقش مهمی چه در محیط شرکت های سنتی و چه در سیستم های تفکیک شده در حال ظهور بازی می کند، هر چند برخی فعالیت ها و مسئولیت ها بطور قابل ملاحظه ای تغییر کرده است. در محیط شرکت های برق سنتی سیستم دارای ساختار عمودی یکپارچه است و اپراتور، به عنوان مدیر عالی، کنترل کل کسب و کار (تجارت) را تا آنجائیکه به فعالیت سیستم فیزیکی مربوط است تحت اختیار می گیرد. در شرکت های برق سنتی با ادغام عمودی محدوده مسئولیت های اپراتور (که در برگیرنده جنبه های عملیاتی مسائل اقتصادی بنگاه می شود) و همچنین مالکیت سیستم در یک نهاد سازمانی به منتهی درجه رسیده است.

در ساختارهای جدید بازار ترتیبات مختلفی برای اپراتور سیستم وجود دارد و چون این اپراتور باید از کلیه مشارکت کنندگان جدا باشد لذا نام اپراتور سیستم مستقل (ISO) یک نام طبیعی است. اهداف اصلی ISO حفظ امنیت، تضمین کیفیت ارائه خدمات، و ارتقاء کارآئی اقتصادی و برابری (عدالت) است [5]. به منظور نیل به این اهداف ISO یک تا همه وظایف زیر را به عهده می گرد:

الف- کارهای عملیاتی سیستم برق

ب- اداره بازار برق

ج- ارائه خدمات جانبی

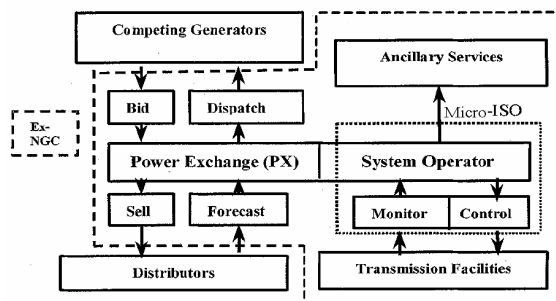
د- ارائه تجهیزات انتقال

## 7- طبقه بندی انواع ISO [15,16]

بسته به ساختار مالکیت سیستم اصلاح شده و تفکیک شده یک ISO می تواند به اشکال مختلف تشکیل شود. مباحثات مربوط به ISO باعث پیدایش دو مدل ISO به نام های MinISO در USA (یا MicroISO) و MaxISO شده است، که به دو مرز این مقیاس اشاره می کند.

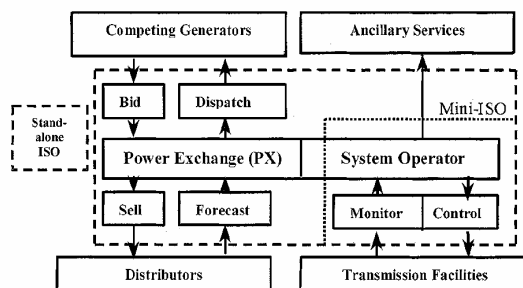
مسئولیت MicroISO حداقل باید شامل تضمین در عملکرد سیستم باشد. یک MicroISO در بازارهای انرژی برق دخالت نمی کند و نقش آن در زمان بندی تولید (یا تبادل) به تضمین آن محدود می شود که جداول زمانی ارائه شده قابل اجرا هستند. یک MicroISO کنترل زمان حقیقی تجهیزات سیستم برق را اجرا نمی کند بلکه اینکار به وسیله مراکز کنترل سیستم جداگانه ای اجرا می شود که از نظر سلسله مراتب مطابق

شکل 3 به آن بستگی دارند. با اینحال MicroISO بر عملیات سیستم نظارت می‌کند تا کفایت ذخایر موجود، و سایر خدمات جانبی مربوطه را تضمین کند. MicroISO ابزارهای لازم را به منظور کاهش تراکم شبکه انتقال هماهنگ می‌کند و تجزیه و تحلیل حوادث احتمالی را به منظور تضمین امنیت سیستم در مقابل اتفاقات غیر مترقبه ممکن اجرا می‌کند.



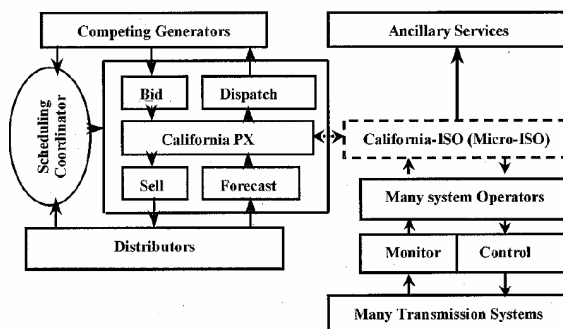
شکل 3: دیاگرام بلوکی MicroISO

واژه MinISO می‌تواند برای حالتی بکار برده شود که در آن ISO از PX مجزا است اما کلاً مسئول کنترل زمان واقعی سیستم و کلید زنی شبکه است؛ این حالت در شکل 4 نشان داده شده است.



شکل 4: دیاگرام بلوکی MiniISO

در سمت دیگر این طیف، MaxISO مسئولیت‌ها و اقتدار فراوانی داشته و وظایف MinISO و PX را توأماً به عهده دارد (شکل 5). این MaxISO زمانبندی تولید، مثلاً شامل تعهد نیروگاه، و برنامه زمانبندی خدمات جانبی را به طور همزمان با زمانبندی انرژی/توان برق را اجرا می‌کند. MaxISO زمانبندی و قیمت‌گذاری تجهیزات انتقال را نیز به عهده دارد.



شکل 5: دیاگرام بلوکی MaxISO

## 8- نتیجه گیری

تجدید ساختاری و مقررات زدائی با سرعت در سطح جهانی در حال گسترش و پیشروی می باشد. در کشور ما نیز بایستی با اجرای بررسی ها و تحقیقات لازم بر روی آن بتوان از مزایات بالقوه مثبت موجود استفاده کرد. به این ترتیب علاوه بر استفاده از سرمایه های بلااستفاده و راکد داخلی امکان جذب سرمایه گذاری های کلان خارجی نیز فراهم می گردد. هرچند کشورهای بسیاری توانسته اند با استفاده بهینه از این امر کیفیت توان، رضایت مشتریان و کارآئی سیستم های قدرت را افزایش دهند لیکن باید تحقیقات و پژوهش های دقیق و دامنه داری اجرا شود تا همانند هر پدیده جدیدی از برخی تبعات منفی و احتمالی آن جلوگیری به عمل آید.

## 9- مراجع

- [1] LAMOUREUX, M.A.: 'Evolution of electric utility restructuring in the UK', IEEE Power Engin. REVIEW, pp. 3-5, June 2001.
- [2] ALAYWAN, Z., and ALLEN, J.: 'California electric restructuring; A broad description of the development of the California ISO', IEEE Trans. Power Sys., vol. 13, no. 4, pp. 1445-1452, Nov. 1998.
- [3] KIRBY, B., and HIRST, E.: 'Unbundling electricity', IEEE Power Engin. Review, pp. 5-6, June 1996.
- [4] CLAYTON, R.E., and MUKERJI, R.: 'System planning tools for the competitive market', , IEEE Computer Applications in Power, pp. 50-55, Jul.1996.
- [5] SRIVASTAVA, A., and SHAHIDEHPOUR M.: 'Restructuring choices for the Indian power sector', IEEE Power Engin. REVIEW, pp. 25-29, 2002.
- [6] PARK, D.W., RHEE, C.H., and LEE, K.D.: 'New planning procedures and countermeasures against problems after restructuring in Korea', IEEE, pp. 36-41, 2002.
- [7] MOON, Y.H., and LEE, H.S.: 'Design and implementation of power market operation system for restructuring of KEPCO', IEEE, pp. 34-40, 2000.
- [8] LEEPRECHANON, N., MOORTHY, S.S., GREACEN, C.S., and VONGTHANET, P.: 'EGAT's legacy and the transition towards a competitive electricity market in Thailand', IEEE, pp. 715-720, 2000.
- [9] RAHIMI, F.A., and VOJDANI, A.F.: 'Meet the emerging transmission market segments', IEEE Computer Applications in Power, pp. 26-32, 1999.
- [10] ALBUYEH, F., and ALAYWAN, Z.: 'California ISO formation and implementation', IEEE Computer Applications in Power, pp. 30-34, 1999.
- [11] SHIRMOHAMMADI, D., WOLLENBERG, B., VOJDANI, A., SANDRIN, P., PEREIRA, M., RAHIMI, F., SCHNEIDER, T., and STOTT, B.: 'Transmission dispatch and congestion management in the emerging energy market structures', IEEE Trans. Power Syst., vol. 13, no. 4, pp. 1466-1474, Nov. 1998.
- [12] BERZAL, D., FUNTE, J.I., and GOMEZ, T.: 'Building generation supply curves under uncertainty in residual demand curves for the day-ahead electricity market', 2001 IEEE Porto Power Tech Conference, Sep. 2001.
- [13] READ, W.S.: 'Electric utility restructuring in North America', IEEE Power Engin. Review, pp. 6-9, May 2001.
- [14] YAMIN, H.Y.: 'Restructuring and regional transmission organization in competitive electricity markets in the US', IEEE, pp. 7-11, 2003.
- [15] VARAIYA, P., and WU F.F.: 'MinISO: A minimal independent system operator', IEEE Proceed. Hawaii Conf., pp. 1-6, 1997.
- [16] LEEPRECHANON, N., DAVID, A.K., MOORTHY S.S., and LIU, F.: 'Transition to an electricity market: A model for developing countries', IEEE TRANS. POWER SYS., vol. 17, no. 3, pp. 885-894, Aug. 2002.