



سازمان بهره‌وری انرژی ایران  
(سابا)

# مدلسازی مدیریت بار و انرژی در سیستم هوشمند اندازه‌گیری ایران

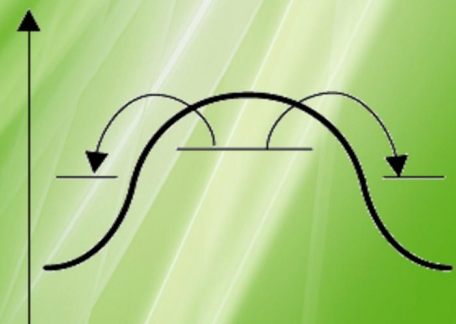
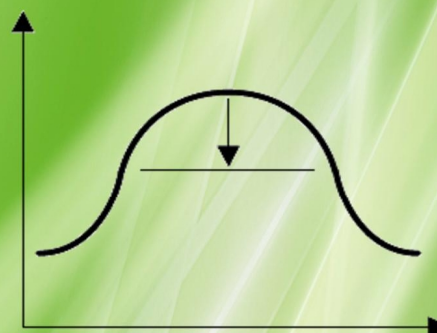
سازمان بهره‌وری انرژی ایران - معاونت سیستم‌های اندازه‌گیری و شبکه هوشمند

گزارش دوم

بررسی برنامه‌های پاسخگویی بار در چند سیستم قدرت دنیا



پژوهشگر: مهندس علیرضا ذکریازاده



## فهرست مطالب

|                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| گزارش دوم: بررسی برنامه‌های پاسخگویی بار در چند سیستم قدرت دنیا..... | ۲  |
| ۱-۳- برنامه‌های پاسخگویی بار در NYISO.....                           | ۳  |
| ۱-۱-۳- برنامه‌های مبتنی بر قابلیت اطمینان.....                       | ۶  |
| ۲-۱-۳- برنامه‌های اقتصادی.....                                       | ۱۱ |
| ۳-۱-۳- محاسبه بار پایه مصرفی برای هر مشترک (CBL).....                | ۱۸ |
| ۲-۳- بررسی پاسخگویی بار در بازار <i>New England</i> .....            | ۱۹ |
| ۱-۲-۳- برنامه پاسخگویی بار زمان حقیقی.....                           | ۱۹ |
| ۲-۲-۳- برنامه پاسخگویی قیمت زمان حقیقی.....                          | ۲۰ |
| ۳-۲-۳- قطع بار.....                                                  | ۲۰ |
| ۴-۲-۳- برنامه پاسخگویی بار روز قبل.....                              | ۲۱ |
| ۳-۳- بررسی پاسخگویی بار در بازار <i>PJM</i> .....                    | ۲۱ |
| ۱-۳-۳- برنامه‌های پاسخگویی بار اقتصادی.....                          | ۲۳ |
| ۲-۳-۳- برنامه‌های پاسخگویی بار اضطراری.....                          | ۲۵ |
| ۳-۳-۳- مدیریت بار فعال ( <i>ALM</i> ).....                           | ۲۶ |
| ۴-۳-۳- برنامه ذخیره همزمان.....                                      | ۲۷ |
| ۴-۳- مقایسه پاسخگویی بار در دو بازار <i>PJM</i> و <i>NYISO</i> ..... | ۲۷ |
| ۵-۳- محاسبه بار پایه مصرف‌کنندگان.....                               | ۲۸ |
| ۱-۵-۳- نحوه محاسبه بار پایه در <i>ISO-NE</i> .....                   | ۳۰ |
| ۲-۵-۳- نحوه محاسبه بار پایه در <i>PJM</i> .....                      | ۳۱ |
| ۳-۵-۳- نحوه محاسبه بار پایه در <i>NYISO</i> .....                    | ۳۱ |
| ۶-۳- جمع بندی.....                                                   | ۳۱ |



## گزارش دوم: بررسی برنامه‌های پاسخگویی بار در چند سیستم قدرت دنیا

با توجه به ویژگی‌ها و مزایایی که برای برنامه‌های پاسخگویی بار ذکر شد، اجرای برنامه‌های پاسخگویی بار می‌تواند سبب بهبود بهره‌برداری از سیستم قدرت از دیدگاه اقتصادی، حفظ قابلیت اطمینان و کارایی بیشتر بازار خرده‌فروشی و عمده‌فروشی می‌شود. به منظور اجرای این برنامه‌ها، بررسی این برنامه‌ها در کشورهای دیگر و استفاده از تجربیات و نتایج حاصله از اجرای این برنامه‌ها می‌تواند مفید باشد. در اینجا چند نمونه از اجرای این برنامه‌ها در ISO های مختلف مورد بررسی قرار می‌گیرد.

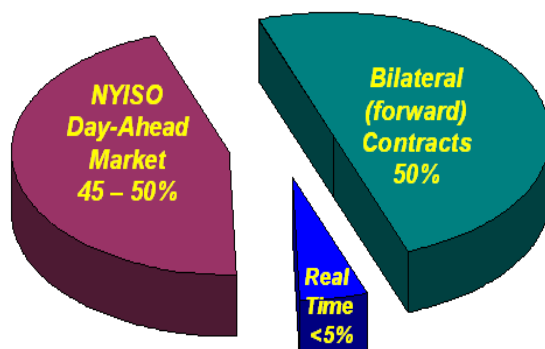
شرکت‌های برق در آمریکا از اوایل دهه‌ی ۱۹۷۰ برنامه‌های کنترل مستقیم بار و تعرفه‌های کاهش و قطع بار را به اجرا در آوردند. هر دوی این برنامه‌ها با فراخوانی اجرا می‌شدند و مبالغی تشویقی (بصورت \$/kW-month و یا اعتبار مصرف برق و یا تخفیف برای هر کیلووات) به شرکت‌کنندگان قبل از اجرای این برنامه‌ها در ازای در اختیار گذاشتن حق کاهش بارشان پرداخت می‌شد. در ابتدا علاقه‌مندی به برنامه‌های مدیریت مصرف با افزایش سیستم‌های تهویه که باعث مصرف بیشتر و ایجاد پیک در منحنی مصرف می‌شدند، افزایش یافت. در اواسط دهه‌ی ۱۹۹۰ با تجدیدساختار شدن و ایجاد بازارهای برق عمده‌فروشی و خرده‌فروشی، توجه به سمت طراحی و اجرای این بازارها جلب شد و برنامه‌های مدیریت مصرف کمرنگ شدند. اما با بروز مشکلاتی در سیستم قدرت (بحران انرژی در بازار برق ایالت Western در سال ۲۰۰۱-۲۰۰۰، تغییرات زیاد در قیمت برق، اعمال قدرت بازار، قابلیت اطمینان در طی اوج بار سیستم) اجرای

برنامه‌های مجدد مدیریت مصرف و پاسخگویی بار مورد توجه قرار گرفت.<sup>۱</sup> EPACT در سال ۲۰۰۵ یک هدف اصلی سیاست انرژی ملی آمریکا را حذف موانع غیرضروری بازار عمده‌فروشی و خرده‌فروشی برای شرکت‌کنندگان پاسخگویی بار در بازارهای انرژی، ذخیره و خدمات جانبی اعلام کرد. در ادامه برنامه‌های پاسخگویی بار در برخی از ایالات مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

### ۳-۱- برنامه‌های پاسخگویی بار در NYISO<sup>۲</sup>

سازمان NYISO، سازمانی دولتی است که در دسامبر ۱۹۹۹ به منظور مدیریت بر بازار عمده فروشی برق و بهره‌برداری از خطوط انتقال ولتاژ بالای شبکه نیویورک تأسیس شد. حجم معاملات این بازار در سال ۲۰۰۴ بالغ بر ۲/۷ میلیارد دلار تخمین زده شده است. مهمترین چالشی که ساختار این شبکه با آن روبروست، وجود شهر نیویورک در حوزه آن است. نیویورک به علت ساختار تجاری و اهمیت بارهای موجود از جمله بزرگترین و پیچیده ترین بارهای دنیا محسوب می‌شود. **شکل (۳-۱)** حجم معاملات انجام شده بازار فوق را به تفکیک نوع معاملات نشان می‌دهد. این سازمان از زمان شروع کار در ۱۹۹۰ پاسخگویی بار را در برنامه‌های خود لحاظ کرد.

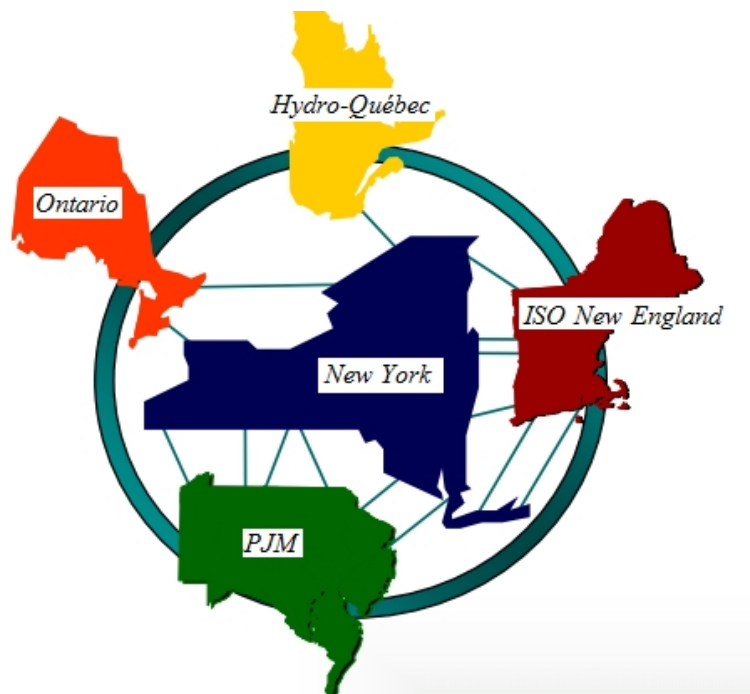
بازار NY که در شمال شرقی آمریکا فعالیت می‌کند، از شمال با بازار *Hydro-Québec*، از جنوب با بازار *PJM*، از غرب با *ISO New England* و از شرق با بهره‌بردار مستقل سیستم الکتریکی *Ontario* ارتباط دارد. **شکل (۳-۱)** این مطلب را نشان می‌دهد.



**شکل (۳-۱):** درصد معاملات انجام شده بازار نیویورک

<sup>۱</sup> Energy Policy Act

<sup>۲</sup> New-York Iso



شکل (۲-۳): ارتباط بازار NY با دیگر بازارها در شمال شرقی آمریکا

در **جدول (۱-۳)** خلاصه‌ای از وضعیت این بازار در سال ۲۰۰۶ و ۲۰۰۷ بیان شده است.

جدول (۱-۳): وضعیت بازار NY

|                     |                                      |
|---------------------|--------------------------------------|
| ۳۲۴                 | تعداد مشارکت‌کنندگان فعال در بازار   |
| ۱۹/۲ میلیون نفر     | تعداد جمعیت تحت پوشش                 |
| ۳۳۹۳۹ مگاوات        | مقدار بار پیک                        |
| ۱۶۲۲۶۵ گیگاوات ساعت | مقدار انرژی مصرفی در سال ۲۰۰۶        |
| ۱۰۷۷۵ مایل          | طول خطوط انتقال                      |
| ۳۸۹۶۶ مگاوات        | مقدار ظرفیت نصب شده لازم در سال ۲۰۰۷ |
| ۳۳۵ بالای           | تعداد منابع تولید                    |

برنامه‌های پاسخگویی بار در NYISO را می‌توان به دو دسته تقسیم‌بندی کرد:

- برنامه‌های مبتنی بر قابلیت اطمینان: فعال‌سازی این برنامه‌ها توسط NYISO می‌باشد. هدف از این برنامه‌ها کاهش بار به منظور تکمیل تولید- در زمانیکه پیش‌بینی می‌شود که ذخیره‌ی بهره- برداری کم است- می‌باشد. این برنامه‌ها به دو صورت زیر می‌باشد:

§ برنامه‌های پاسخگویی بار اضطراری (EDRP)<sup>1</sup>

§ برنامه ظرفیت نصب شده- برنامه‌ی موارد خاص<sup>2</sup> (ICAP SCR)

هر دوی این برنامه‌ها (EDRP و SCR) در مواقعی که سیستم با کمبود توان روبرو است برای حفظ قابلیت اطمینان سیستم بکار می‌روند. هر دو برنامه با خاموش کردن مصرف‌کنندگان بزرگ اجرا می‌شوند. معمولاً مصرف‌کنندگان صنعتی و تجاری در این برنامه‌ها شرکت می‌کنند. NYISO در ازای این پاسخگویی به این شرکت‌کنندگان مبلغی را می‌پردازد.

- برنامه‌های اقتصادی: در این برنامه منابع پاسخگو، زمان پاسخگویی را با استفاده از ارائه پیشنهاد قیمت مشخص می‌کنند. این برنامه‌ها به دو صورت می‌باشد:

§ پاسخگویی بار روز پیشرو<sup>3</sup> (DADRP)

§ برنامه‌های خدمات جانبی سمت بار<sup>4</sup> (DSASP)

در ادامه به بررسی بیشتر این برنامه‌ها پرداخته می‌شود. آمارها نشان می‌دهد در خلال سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۵ بیش از ۲۳۰۰ مشترک مختلف در این برنامه‌ها شرکت کرده‌اند. نقش بازار در این بین پرداخت ۱۵ میلیون دلار به عنوان مشوق شرکت در این برنامه‌ها بوده است. این در حالی است که این برنامه‌ها باعث بیش از ۷۵ میلیون دلار درآمد از منبع صرفه جویی تولید شده اند.

درآمد حاصله و هزینه اجرای برنامه‌های افزایش قابلیت اطمینان سیستم در سال ۲۰۰۱ به ترتیب برابر ۴/۸ و ۳/۳ میلیون دلار بودند (نسبت درآمد به هزینه برابر ۵/۱). این در حالی است که این اعداد تا سال ۲۰۰۳ به ترتیب برابر ۵۴ و ۷/۲ میلیون دلار بودند (نسبت درآمد به هزینه برابر ۷/۵). همچنین درآمد حاصله و هزینه اجرای برنامه اقتصادی مدیریت مصرف در سال ۲۰۰۱، به ترتیب برابر ۰/۲ و ۰/۲۱ میلیون دلار

<sup>1</sup> Emergency Demand Response Program

<sup>2</sup> ICAP-Special Case Resources

<sup>3</sup> Day-Ahead Demand Response Program

<sup>4</sup> Demand Side Ancillary Services Program (DSASP)

بودند (نسبت درآمد به هزینه تقریباً برابر ۱). این اعداد نیز تا سال ۲۰۰۳ به ترتیب برابر ۲/۲ و ۰/۲ میلیون دلار شدند (نسبت درآمد به هزینه برابر ۱۰).

### ۳-۱-۱- برنامه‌های مبتنی بر قابلیت اطمینان

#### ۳-۱-۱-۱- برنامه‌های پاسخگویی بار اضطراری (EDRP)<sup>۱</sup>:

در این برنامه، مصرف‌کنندگان در پاسخ به فراخوانی در بازه‌ی کوتاهی قبل از زمان موردنیاز مصرف خود را کاهش می‌دهند. این برنامه برای مصرف‌کنندگانی که می‌توانند مصرف خود بصورت اختیاری برای مدت زمان کوتاهی در ازای دریافت مبلغی کاهش دهند، می‌باشد. در مواقعی که بهره‌بردار با کمبود توان روبرو می‌باشد، شرکت‌کنندگان توسط NYISO اطلاع رسانی می‌شوند تا در صورتی که تمایل دارند مصرف خود را کاهش دهند.

شرکت‌کنندگان در این برنامه‌ها را می‌توان به ۴ دسته تقسیم کرد:

§ شرکت‌های تأمین کننده‌ی بار<sup>۲</sup> LSE : LSE‌هایی که بارهای انتهایی‌شان قادر به کاهش مصرف‌شان هستند.

§ مصرف‌کنندگان خرده‌ای که برای تأمین بارشان مانند یک LSE بطور مستقیم از طریق NYISO اقدام می‌کنند.

§ Aggregators<sup>۳</sup>: شرکت‌هایی که تعدادی از مصرف‌کنندگان انتهایی را که قادر به کاهش مصرف‌شان هستند بصورت یک مجموع جمع می‌کنند. این شرکت‌ها باید مورد تأیید NYISO باشند. این شرکت‌ها با توجه به قراردادی که با مصرف‌کنندگان دارند، پیشنهاد کاهش بار ارائه می‌دهند. این شرکت‌کنندگان بصورت شرکت‌کنندگان محدود در NYISO در نظر گرفته می‌شوند.

§ شرکت‌کنندگان انتهایی شرکت‌کننده در برنامه‌های کاهش بار (EUC)<sup>۴</sup>: این شرکت‌کنندگان باید از طرف NYISO برای کاهش بار مورد پذیرش واقع باشند. انرژی موردنیاز این نوع

<sup>۱</sup> Emergency Demand Response Program

<sup>۲</sup> Load-Serving Entities

<sup>۳</sup> Curtailment Customer Aggregators

<sup>۴</sup> Curtailment Program End Use Customers



شرکت‌کنندگان از طرف LSE تأمین می‌شود اما ترجیح این شرکت‌کنندگان به مشارکت بصورت انفرادی در برنامه‌های EDRP می‌باشد. این بارها باید توانایی کاهش حداقل ۱۰۰ kW را داشته باشند. این شرکت‌کنندگان بصورت شرکت‌کنندگان محدود در NYISO در نظر گرفته می‌شوند.

به این مشارکت‌کنندگان در برنامه‌ی کاهش بار، تأمین‌کنندگان خدمات کاهش بار (CSP)<sup>۱</sup> گفته می‌شود. مصرف‌کنندگان برای شرکت در این برنامه‌ها باید فرمی مانند شکل (۳-۳) را تکمیل کنند.

| Curtailment Service Provider (CSP) Enrollment                                                                                                                                                      |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Emergency Demand Response Program (EDRP)                                                                                                                                                           |  |
| The requirements for EDRP suppliers are controlled by the New York Independent System Operator's Services Tariff ("ISO Services Tariff") and the "NYISO Emergency Demand Response Program Manual". |  |
| This form must be faxed to 518-356-6208, attention: Manager EDRP or e-mailed to <a href="mailto:edrp-scr@nyiso.com">edrp-scr@nyiso.com</a>                                                         |  |
| Operations Contact Information                                                                                                                                                                     |  |
| All communications by the NYISO during an EDRP event will be sent to the primary and secondary contacts listed below (additional contacts should be provided on a separate sheet).                 |  |
| Primary Contact Name:                                                                                                                                                                              |  |
| Organization:                                                                                                                                                                                      |  |
| Address:                                                                                                                                                                                           |  |
| Phone:                                                                                                                                                                                             |  |
| Cell phone:                                                                                                                                                                                        |  |
| Pager:                                                                                                                                                                                             |  |
| Fax:                                                                                                                                                                                               |  |
| E-mail:                                                                                                                                                                                            |  |
| Secondary Contact Name:                                                                                                                                                                            |  |
| Organization:                                                                                                                                                                                      |  |
| Address:                                                                                                                                                                                           |  |
| Phone:                                                                                                                                                                                             |  |
| Cell phone:                                                                                                                                                                                        |  |
| Pager:                                                                                                                                                                                             |  |
| Fax:                                                                                                                                                                                               |  |
| E-mail:                                                                                                                                                                                            |  |

<sup>1</sup> Curtailment Service Provider





---

**Administrative Contact Information**

All inquiries and notices of an administrative nature by the NYISO will be sent to the address provided below:

Name: \_\_\_\_\_

Organization: \_\_\_\_\_

Address: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Phone: \_\_\_\_\_

Cell Phone: \_\_\_\_\_

Pager: \_\_\_\_\_

Fax: \_\_\_\_\_

E-mail: \_\_\_\_\_

---

**Check Only One – Which type of organization are you?**

Curtailment Customer Aggregator ☐   
 Load Serving Entity ☐   
 Direct Customer ☐   
 Curtailment Program End Use Customer ☐

---

**Is your organization a current NYISO Customer? (Check one)**      Yes ☐      No ☐

(If no, you must become either a NYISO Customer or a NYISO Limited Customer to participate in this program. See Manual Section 3 for application requirements)

Please check all the LBMP zone(s) in which you plan to provide a Demand Side Resource:

|                                        |                                        |                                    |
|----------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------|
| West <input type="checkbox"/>          | Genesee <input type="checkbox"/>       | Central <input type="checkbox"/>   |
| North <input type="checkbox"/>         | Mohawk Valley <input type="checkbox"/> | Capital <input type="checkbox"/>   |
| Hudson Valley <input type="checkbox"/> | Millwood <input type="checkbox"/>      | Dunwoodie <input type="checkbox"/> |
| NYC <input type="checkbox"/>           | Long Island <input type="checkbox"/>   |                                    |

The CSP certifies that it meets the requirements to be a Curtailment Service Provider and that the information contained in this form and its attachments is complete and correct.

Furthermore, the CSP agrees to participate in any NYISO sponsored EDRP Program evaluations.

IN WITNESS WHEREOF, this Curtailment Service Provider's Emergency Demand Response Program Registration has been submitted on this, the \_\_\_\_\_ day of \_\_\_\_\_, 20\_\_\_\_

**NAME OF CSP SUPPLIER:**

Name: \_\_\_\_\_

Title: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Authorized Representative Signature

شکل (۳-۳): نمونه‌ای از فرم‌های مشارکت بار در NYISO

شرکت در برنامه‌های EDRP اختیاری می‌باشد. این برنامه‌ها هیچگونه جریمه‌ای را برای شرکت-کنندگانی که در زمان فراخوانی پاسخگو نمی‌باشد در نظر نمی‌گیرد. برای مشارکت در این برنامه‌های شرکت‌کنندگان باید دارای ویژگی‌های زیر باشند:

- شرکت‌کنندگان باید از مشتریان برق NYISO باشند.
- شرکت‌کنندگان می‌بایست قادر به قطع مصرف از شبکه توزیع و تأمین بار توسط ژنراتورهای محلی بوده و یا بتوانند مقدار قابل اندازه‌گیری و مشخصی از مصرف خود را کاهش دهند.
- شرکت‌کنندگان باید قادر به کاهش بار حداقل ۱۰۰ kW باشند.

- مصرف‌کنندگان مشارکت کننده باید قادر به کاهش بار در ظرف ۲ ساعت از زمان فراخوانی باشند.
  - شرکت‌کنندگان باید تجهیزات لازم برای اندازه‌گیری مصرف بصورت ساعتی را دارا باشند.
- منابع خصوصی سمت بار می‌توانند در هر یک از برنامه‌های ICAP SCR یا EDRP شرکت کنند ولی بطور همزمان در هر دو برنامه نمیتوانند شرکت کنند. (SCR) Special Case Resource هایی که در NYISO ثبت نام نموده‌اند ولی ظرفیت خود را نفروخته‌اند، برای آن بازه از زمان که ظرفیت فروخته نشده دارند، به لیست شرکت کنندگان در EDRP اضافه خواهند شد و در صورت فعال شدن EDRP، فراخوانده خواهند شد.
- مصرف‌کنندگانی که دارای ژنراتورهای اضطراری در محل هستند، شامل بیمارستانها، مراکز اطلاعاتی، ساختمانهای اداری و مراکز صنعتی واجد شرایط شرکت در EDRP می‌باشند. این شرکت‌کنندگان ساعات مشارکتشان بر طبق ژنراتوری که استفاده می‌کنند تعیین می‌شود. به عبارتی دیگر نوع این ژنراتور به گونه‌ای محدودیت برای این شرکت‌کنندگان به حساب می‌آید. به عنوان مثال:
۱. مدل این ژنراتورها می‌بایست جدیدتر از سال ۱۹۹۵ باشد.
  ۲. چنانچه مدل این ژنراتورها قدیمی‌تر از این سال می‌باشد، می‌بایست از طرف شرکت سازنده و یا تست انتشار آلاینده‌ها تأییدیه‌ای مبتنی براین موضوع که انتشار آلاینده‌ها در آنها بیشتر از ۳۵ lb/MWh نیست، داشته باشند. شرکت‌کنندگان در این برنامه‌ها خود مسئول انجام این بررسی‌ها می‌باشند و نباید بیشتر از حد مجازشان (محدودیتی که گفته شد) در برنامه EDRP شرکت کنند.
- در بازار NYISO، پیک بار صبح و عصر پیش‌بینی می‌شود، چنانچه میزان ذخیره در این ساعات و یا در پاسخ به شرایط اضطراری کم بوده باشد، NYISO برنامه‌ی EDRP را اجرا می‌کند. در صورتیکه این کمبود از روز قبل قابل پیش‌بینی باشد، از روز قبل به شرکت‌کنندگان در برنامه‌های EDRP اطلاع داده می‌شود.
- نحوه‌ی اطلاع رسانی:

به منظور فراخوانی، پیامی به شرکت کنندگان در برنامه EDRP فرستاده می‌شود و از شرکت کنندگان خواسته می‌شود که با توجه به موقعیت موجود، نحوه‌ی عملکرد خود را مشخص کنند. نحوه‌ی اطلاع رسانی به شرکت کننده به دو طریق زیر می‌باشد:

۱. فرستادن Email به شرکت کنندگان.
  ۲. تماس تلفنی بصورت خودکار<sup>۱</sup> با شماره‌ی تماس اصلی که از طرف شرکت کنندگان اعلام شده است.
- پس از این فراخوانی، شرکت کنندگان باید مراحل زیر را طی کنند:
۱. شرکت کنندگان می‌بایست تعیین کنند که آیا به این فراخوانی پاسخگو می‌باشند و همچنین میزان توانی را که می‌توانند کاهش دهند را مشخص کنند.
  ۲. میزان کاهش توان را مطابق با فراخوانی انجام دهند.
  ۳. چنانچه بنابر دلایلی این بارها توانایی پاسخگویی ندارند، می‌بایست به NYISO اطلاع دهند.
- اطلاع‌رسانی شامل اطلاع‌رسانی از روز قبل، در روز موردنظر، ۲ ساعت قبل و ... می‌باشد. به عنوان مثال اطلاع رسانی از روز پیش به این صورت می‌باشد:
- منابع EDRP فردا از ساعت hh:mm تا hh:mm نیاز می‌باشد. لطفاً تا ۱ ساعت بعد اطلاعات زیر را در پاسخ اعلام دارید:

۱. آیا در این زمان به عنوان بار پاسخگو عمل خواهید کرد و مصرف را کاهش می‌دهید؟
  ۲. چند MW می‌توانید مصرف برق خود را کاهش دهید؟
- پرداخت هزینه تشویقی در ازای کاهش بار
- تأمین کنندگان خدمات کاهش بارها (CSPs) اطلاعات مصرف بار تمامی شرکت کنندگان و همچنین بار پایه آنها را در دوره‌ی اضطراری برای NYISO بصورت یک فایل EXCEL ارسال می‌کند. این فایل یا به صورت Email برای NYISO فرستاده می‌شود و یا بصورت لوح فشرده برای NYISO پست می‌شود. این اطلاعات در NYISO تحلیل می‌شود و صحت آنها مورد بررسی قرار می‌گیرد. سپس به میزان کاهش

---

<sup>1</sup> Automated phone call

در بار به CSP ها هزینه‌ی موردنظر پرداخت می‌شود. این هزینه توسط CSP ها به بارهای شرکت‌کننده اختصاص پیدا می‌کند.

محاسبه میزان کاهش در بار CSP ها:

عملکرد CSP ها در کاهش مصرف، بوسیله اختلاف بین بار مصرفی واقعی (اندازه‌گیری شده توسط دستگاه‌های اندازه‌گیری نصب شده) و بار پایه آنها مشخص می‌گردد. اگر برنامه EDRP در روزهای کاری فعال گردید، بار پایه مربوط به روزهای کاری مصرف‌کننده ملاک محاسبه قرار می‌گیرد و در صورتیکه این برنامه در روزهای تعطیل اجرا شود، بار پایه مصرف‌کننده در روز مشابه اجرای EDRP محاسبه شده و ملاک عمل قرار خواهد گرفت. نحوه محاسبه بار پایه مصرف‌کننده در بخش توضیح داده شده است.

### ۳-۱-۱-۲- برنامه ظرفیت نصب شده - برنامه‌ی موارد خاص<sup>۱</sup> (ICAP SCR) :

در این برنامه شرکت‌کنندگان می‌پذیرند که بنابر درخواست، مصرف خود را کاهش دهند، در ازای این پذیرش (چه حادثه رخ بدهد و از این کاهش بار استفاده شود و چه حادثه رخ ندهد) مبلغی از قبل به این شرکت‌کنندگان پرداخت می‌شود. شرکت‌کنندگان باید طبق قرارداد در زمان درخواست NYISO مصرف خود را کاهش دهند. درخواست کاهش بار از طرف NYISO از دو ساعت قبل از حادثه به شرکت‌کنندگان ابلاغ می‌شود. البته امکان نیاز به کاهش بار معمولاً از روز قبل از زمان موردنیاز (در صورت پیش‌بینی شدن) به شرکت‌کنندگان اعلام می‌شود. به شرکت‌کنندگان قیمت بازار ظرفیت ICAP پرداخت می‌شود. در صورت عدم اجرا و کاهش ندادن مصرف، منجر به اختصاص جریمه به این شرکت‌کنندگان می‌شود. میزان کاهش بار در این برنامه، حداقل ۱۰۰ kW می‌باشد.

### ۳-۱-۲- برنامه‌های اقتصادی

#### ۳-۱-۲-۱- برنامه‌ی پاسخگویی بار روز پیشرو<sup>۲</sup> (DADRP)

این برنامه جز برنامه‌های اقتصادی NYISO می‌باشد. برنامه‌ی پاسخگویی بار روز پیشرو از اول جولای سال ۲۰۰۳ فعالیت خود را آغاز نمود. در این برنامه‌ها<sup>۳</sup> LSE و<sup>۱</sup> DRP ها می‌باشند. شرکت‌کنندگان در این

<sup>۱</sup> ICAP-Special Case Resources

<sup>۲</sup> Day-Ahead Demand Response Program

<sup>۳</sup> Load Serving Entities

برنامه به شرکت‌کنندگان اجازه داده می‌شود که در کنار شرکت‌های تولیدی برای کاهش مصرف (که مانند تولید توان شرکت‌های تولیدی می‌باشد) قیمت ارائه دهند. تنها شرط مهم محدودکننده شرکت در این بازار حداقل توان قابل کاهش می‌باشد (این مقدار می‌بایست حداقل ۱ مگاوات باشد). چنانچه کاهش مصرف برق این شرکت‌کنندگان با توجه به پیشنهاد قیمت‌شان سبب کمتر شدن هزینه‌های بهره‌برداری شود (در برنامه‌ریزی SCUC) پیشنهاد این شرکت‌کنندگان مورد پذیرش قرار خواهد گرفت. در این صورت مصرف‌کنندگان موظف به کاهش مصرف‌شان خواهد بود و در ازای این کاهش مصرف به این مصرف‌کنندگان قیمت بازار روز پیشرو (LBMP)<sup>۲</sup> پرداخت خواهد شد. همچنین در صورت لزوم مبلغی اضافه برای جبران ناشی از ضرر کاهش مصرف نیز به این شرکت‌کنندگان نیز پرداخت می‌شود. گاهی نیز به این شرکت‌کنندگان پس از کاهش مصرف (برطبق آنچه از روز قبل تعیین شده بود) مبالغی تشویقی پرداخت خواهد شد. این مبالغ به DRP و یا LSE پرداخت می‌شود. سپس DRP و یا LSE با توجه به میزان کاهش بار هر شرکت‌کننده این مبالغ را به آنها تخصیص می‌دهد. میزان کاهش بار از طریق میزان مصرف در دوره‌ی موردنظر با میزان بار حالت عادی (بار پایه<sup>۳</sup> CBL) در آن دوره محاسبه می‌شود. میزان CBL با استفاده از ۵ مورد از بالاترین مقدار مصرف انرژی الکتریکی در ساعات مشابه دوره مربوطه در طی ۱۰ روز مشخص می‌شود.

DRP و LSE ها می‌توانند به سادگی در این برنامه شرکت کنند. این شرکت‌ها می‌بایست پس از عقد قرارداد با مصرف‌کنندگانی که توانایی کاهش بار دارد، آنها را در ضمن اجرای برنامه به NYISO معرفی کنند. تمامی شرکت‌کنندگان می‌بایست تاریخچه‌ای از بار مصرفی خود را به NYISO تحویل دهند. روال پیشنهاد دهی برای شرکت‌های تأمین‌کننده بار و شرکت‌های تأمین‌کننده بار متفاوت است. LSE ها، دو سری پیشنهاد قیمت به بازار ارائه می‌کنند سری اول پیشنهاد خرید توان برای بار مصرفی است و سری دوم میزان قابلیت کاهش بار است که به صورت یک پیشنهاد قیمت تولیدکننده در نظر گرفته می‌شود.

<sup>1</sup> Demand Reduction Providers

<sup>2</sup> location-based marginal price

<sup>3</sup> Customer Baseline Load

با توجه به اینکه شرکت‌های تامین کننده کاهش بار (DRS) نیازی به ارائه پیشنهاد در بازار روزانه ندارند (تأمین برق مصرف‌کنندگان بر عهده‌ی LSE ها می‌باشد)، تنها میزان کاهش بار را به بازار ارائه می‌دهند. همانطور که ذکر شد، نرم‌افزار پخش بار بازار با بارهای قابل کاهش همانند یک تولیدکننده برخورد می‌کند. لذا نحوه ارائه پیشنهاد بازار می‌بایست مشابه تولیدکننده‌ها باشد.

نکته مهمی که می‌بایست مورد توجه قرار بگیرد، این است که در صورتیکه کمبودی در سیستم رخ ندهد، نباید باری قطع شود. با توجه به اینکه بارهای قابل کاهش نیز به طور مستقیم در برنامه بازار وارد می‌شوند (به صورت یک تولیدکننده)، لذا در همه حالات شبکه (با و یا بدون کمبود بار)، احتمال قطع بار وجود دارد. برای جلوگیری از این موضوع، عددی به عنوان کف قیمت در نرم افزار بازار (MIS) در نظر گرفته می شود. این عدد در حال حاضر ۵۰ دلار به ازای هر مگاوات ساعت است. پیشنهادات کمتر از این عدد خودبخود از برنامه بازار حذف می‌شوند.

همانطور که گفته شد، ارائه‌ی پیشنهاد توسط LSE ها به بازار شامل دو بخش است:

- بخش ارائه پیشنهاد خرید انرژی مصرفی از بازار: در این بخش شرکت‌های سرویس‌دهنده بار میزان پیش‌بینی بار مصرفی خود را به بازار ارائه می‌کنند و پیشنهاد خرید انرژی ارائه می‌دهند. در شکل یک LSE مقدار بار ۱۰ MW را به بازار ارائه می‌دهد، این LSE می‌خواهد پیشنهاد کاهش ۳ MW از این بار را نیز به بازار ارائه دهد.

بخش دوم برای LSE ها و DSR ها یکسان می‌باشد:

- بخش ارائه پیشنهاد کاهش مصرف (پیشنهاد تولید): هر دو نوع شرکت کننده برنامه DADRP می‌بایست پیشنهاد بار قابل کاهش خود را به صورت تولید به سیستم وارد کنند. این بخش خود دارای دو مرحله است:

Ø در مرحله اول شرکت کنندگان می‌بایست حداقل زمان کاهش بار و هزینه شروع را مشخص کنند. در مثال قبل شرکت کنندگان در برنامه‌های پاسخگویی بار می‌بایست پس از قطع شدن، ۶ ساعت در این حالت باقی بمانند بنابراین در این مورد حداقل زمان روشن بودن (معادل با پیشنهاد قیمت واحدهای تولیدی) ۶ ساعت می‌باشد. در این مرحله شرکت کننده می‌تواند پارامترهای دیگری از

قبیل حداکثر دفعات قطع شدن و حداقل زمان اعلان را مشخص کند. باقی مقادیر این صفحه می-

بایست خالی بماند. این مراحل در شکل (۳-۴) نشان داده شده است.

در مرحله دوم، شرکت‌کننده اطلاعات مربوط به ارائه پیشنهاد خود را وارد سیستم می‌کند. برای

توضیح بیشتر در ادامه دو حالت مختلف در دو مثال مورد بررسی قرار می‌گیرند.

The screenshot shows a Microsoft Word document titled 'pgNewUpdateLoadBid[1].txt'. The document contains a 'Load Bid' form and a table of bid data.

**Load Bid Form:**

- Load Name: XYZ Company
- Date: 04/30/200 (mm/dd/yyyy)
- JBPY-NYPA NM WEST
- Interruptible Type: None Selected

**Table:**

| Time  | Forecast |  | Fixed Bid |  | Price Cap #1 |       | Price Cap #2 |       | Price Cap #3 |       | Interrupt Price Cap |       | Interrupt Fixed |       | Bid Status        |
|-------|----------|--|-----------|--|--------------|-------|--------------|-------|--------------|-------|---------------------|-------|-----------------|-------|-------------------|
|       | MW       |  | MW        |  | MW           | \$/MW | MW           | \$/MW | MW           | \$/MW | MW                  | \$/MW | MW              | \$/MW |                   |
| 00:00 | 10       |  | 10        |  |              |       |              |       |              |       |                     |       |                 |       | VALIDATION PASSED |
| 01:00 | 10       |  | 10        |  |              |       |              |       |              |       |                     |       |                 |       | VALIDATION PASSED |
| 02:00 | 10       |  | 10        |  |              |       |              |       |              |       |                     |       |                 |       | VALIDATION PASSED |
| 03:00 | 10       |  | 10        |  |              |       |              |       |              |       |                     |       |                 |       | VALIDATION PASSED |
| 04:00 | 10       |  | 10        |  |              |       |              |       |              |       |                     |       |                 |       | VALIDATION PASSED |
| 05:00 | 10       |  | 10        |  |              |       |              |       |              |       |                     |       |                 |       | VALIDATION PASSED |
| 06:00 | 10       |  | 10        |  |              |       |              |       |              |       |                     |       |                 |       | VALIDATION PASSED |
| 07:00 | 10       |  | 10        |  |              |       |              |       |              |       |                     |       |                 |       | VALIDATION PASSED |
| 08:00 | 10       |  | 10        |  |              |       |              |       |              |       |                     |       |                 |       | VALIDATION PASSED |

شکل (۳-۴): صفحه وارد کردن اطلاعات

**مثال ۱:** اولین اطلاعات لازم برای ورودی سیستم حداکثر توان قابل کاهش است. در این مثال، این عدد

۳ مگاوات در نظر گرفته شده است. در مرحله بعد شرکت‌کننده می‌بایست حداقل توان قابل کاهش و

حداقل هزینه را مشخص کند. در این مثال، این اعداد نیز به ترتیب ۳ مگاوات و ۱۰۰ دلار به ازای هر

مگاوات ساعت، در نظر گرفته می‌شود. آخرین ورودی سیستم نیز منحنی پیشنهادی مصرف مشترک است.

در این مثال این بخش خالی می‌ماند. زیرا حداقل و حداکثر توان قابل کاهش مشترک با هم برابر است و

شرکت‌کننده نمی‌تواند منحنی کاهشی را پیشنهاد نماید. در صورت برنده شدن در بازار مشترک می‌بایست



به میزان ثابت و مشخصی (در این مثال ۳ مگاوات) بار خود را کاهش دهد. در صورتیکه مشترک این مثال در بازار برنده شود، بار ۳ مگاوات او در بازه‌های حداقل ۶ ساعته خاموش خواهد شد. نحوه‌ی مشارکت این شرکت‌کنندگان در **شکل (۳-۵)** نشان داده شده است.

شکل (۳-۵): نحوه‌ی مشارکت این شرکت‌کنندگان

**مثال ۲:** در این مثال حداقل توان قابل کاهش مشترک ۰ مگاوات در نظر گرفته می‌شود و حداقل هزینه نیز ۰ دلار خواهد بود. در این حالت، شرکت‌کننده یک پیشنهاد تک‌بلوکی و به میزان ۳ مگاوات و به قیمت ۱۰۰ دلار به ازای هر مگاوات-ساعت به سیستم وارد می‌کند. در این حالت پیشنهاد، نرم‌افزار پخش بار می‌تواند برنامه کاهش بار این مشترک را به ازای هر عددی بین ۰ تا ۳ مگاوات تنظیم نماید. این ارائه پیشنهاد قیمت تولید در **شکل (۳-۶)** نشان داده شده است.

Page Ref: E-7

**Generator Bid**

Generator Name: XYZ Company

|                                                    |                    |               |                                                                 |
|----------------------------------------------------|--------------------|---------------|-----------------------------------------------------------------|
| Bid Date<br>04/30/2001 04:00<br>(mm/dd/yyyy hh:mm) | Num of Hours<br>24 | Market<br>DAM | Expiration (DAM Only)<br>04/29/2001 11:00<br>(mm/dd/yyyy hh:mm) |
|----------------------------------------------------|--------------------|---------------|-----------------------------------------------------------------|

**Energy Bid**

|                                 |                              |                                   |
|---------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| Upper Operating Limit (MW)<br>3 | Minimum Generation (MW)<br>0 | Minimum Generation Cost (\$)<br>0 |
|---------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|

Bid-Curve Format: ☒ Block Bid (3 Pairs Max) ☐ Energy Cost Curve (6 Pairs Max)

Unit Operations: ☒ On-Dispatch ☐ Off-Dispatch ☐ Zero Start-Up Cost

**Bid Curve**

|                |     |  |  |  |  |  |
|----------------|-----|--|--|--|--|--|
| MW (Basepoint) | 3   |  |  |  |  |  |
| \$/MW          | 100 |  |  |  |  |  |

**Ancillary Services**

| Item                        | MW | \$/MW |
|-----------------------------|----|-------|
| 10 Minute Spinning Reserves |    |       |

شکل (۳-۶): ارائه پیشنهاد قیمت تولید

### ۳-۲-۱-۲- برنامه‌های خدمات جانبی سمت بار<sup>۱</sup> (DSASP)

خدمات جانبی در واقع خدماتی هستند که انتقال توان از منابع به بارها را تضمین و بهره‌برداری امن از سیستم قدرت را امکان‌پذیر می‌کنند. در سال ۲۰۰۸، NYISO امکان مشارکت در تأمین خدمات جانبی را برای مصرف‌کنندگان فراهم کرد. این مصرف‌کنندگان باید دارای قابلیت بهره‌برداری انعطاف‌پذیر بوده و دارای کنترل خودکار باشند. مشارکت در تأمین خدمات جانبی به سه صورت زیر می‌باشد:

- ذخیره‌ی سنکرون<sup>۲</sup> (که در ظرف ۵ دقیقه پاسخ می‌دهد).
- رگولاسیون<sup>۳</sup> (که در ظرف ۶ ثانیه پاسخ خواهد داد).
- ذخیره‌ی غیرسنکرون<sup>۱</sup> (می‌توانند توسط ژنراتورهای پشتیبان تأمین شود).

<sup>۱</sup> Demand Side Ancillary Services Program (DSASP)

<sup>۲</sup> Synchronous Reserve

<sup>۳</sup> Regulation

شرکت‌کنندگان می‌توانند به دو صورت در این برنامه شرکت کنند:

§ توسط یک نماینده که مسئولیت مسائل مالی را بر عهده دارد، این نماینده پیشنهاد

تأمین خدمات جانبی توسط یک و یا چند مصرف‌کننده را ارائه می‌دهد.

§ توسط مصرف‌کننده‌ای که خود مسئولیت کاهش مصرف را بر عهده دارد.

مشارکت در این برنامه‌ها با پرکردن فرم‌هایی توسط دو گروه گفته شده و ارسال آن برای NYISO

صورت می‌گیرد. این فرم‌ها برای هر دو حالت در زیر آورده شده است:

الف) مشارکت از طریق نماینده:

اطلاعات کلی:

|                           |  |                       |  |
|---------------------------|--|-----------------------|--|
| <b>Organization Name</b>  |  |                       |  |
| <b>Applicant Name</b>     |  |                       |  |
| <b>Address Line 1</b>     |  |                       |  |
| <b>Address Line 2</b>     |  |                       |  |
| <b>City</b>               |  | <b>State/Province</b> |  |
| <b>Zip/Postal Code</b>    |  | <b>Country</b>        |  |
| <b>Web Site URL</b>       |  |                       |  |
| <b>24 Phone Contact #</b> |  |                       |  |

اطلاعات تماس:

|                        |  |                        |  |
|------------------------|--|------------------------|--|
| <b>First Name</b>      |  | <b>Last Name</b>       |  |
| <b>Title</b>           |  |                        |  |
| <b>Address Line 1</b>  |  |                        |  |
| <b>Address Line 2</b>  |  |                        |  |
| <b>City</b>            |  | <b>State/Province</b>  |  |
| <b>Zip/Postal Code</b> |  | <b>Country</b>         |  |
| <b>Primary Phone</b>   |  | <b>Secondary Phone</b> |  |
| <b>Cell Phone</b>      |  | <b>Pager Number</b>    |  |
| <b>FAX Number</b>      |  |                        |  |
| <b>E-Mail Address</b>  |  |                        |  |

<sup>1</sup> Non-Synchronous Reserves

ب) مشارکت خود بار

| Date | Application #<br>[NYISO use only] | MIS Org ID<br>[NYISO use only] | Date Received<br>[NYISO use only] |
|------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
|      |                                   |                                |                                   |

نوع خدمات جانبی که می‌توانند تأمین کنند:

|     |                                                                                      | Yes                      | No                       |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 5.1 | Will Synchronous Reserves be offered from a Demand Side Resource?                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5.2 | Will Regulation be offered from a Demand Side Resource?                              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5.3 | Will Non-Synchronous (Non-Spinning) Reserves be offered from a Demand Side Resource? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

اطلاعات تماس:

|                 |  |                 |  |
|-----------------|--|-----------------|--|
| First Name      |  | Last Name       |  |
| Title           |  |                 |  |
| Address Line 1  |  |                 |  |
| Address Line 2  |  |                 |  |
| City            |  | State/Province  |  |
| Zip/Postal Code |  | Country         |  |
| Primary Phone   |  | Secondary Phone |  |
| Cell Phone      |  | Pager Number    |  |
| FAX Number      |  |                 |  |
| E-Mail Address  |  |                 |  |

### ۳-۱-۳- محاسبه بار پایه مصرفی برای هر مشترک (CBL<sup>1</sup>)

به منظور مطلع شدن بازار از میزان کاهش بار مشترکین، بار پایه مصرفی هر مشترک، همواره محاسبه شده و مصرف مشترک با این عدد مقایسه می‌شود. به منظور محاسبه بار پایه مصرفی، لازم است اطلاعات موجود از تجهیزات اندازه‌گیری ساعتی مشترک در دست باشد.

### ۳-۱-۳-۱- محاسبه بار پایه مصرفی برای روزهای کاری

<sup>1</sup> Customer Baseline Load

مرحله اول: ۱۰ روز برای محاسبه بار پایه مصرفی متوسط انتخاب می‌شود. روزهای تعطیل، روزهایی که مشترک در یکی از برنامه‌های مدیریت مصرف بازار برنده شده است و روزهای با مصرف کم (که مصرف مشترک در آن روز کمتر از ۷۵ درصد متوسط مصرفش است)، جزء این ۱۰ روز قرار نمی‌گیرند.

مرحله دوم: ۵ روز از بین ۱۰ روز فوق انتخاب می‌شوند. این ۵ روز به کمک حذف کردن ۵ روز کم-مصرفتر بدست می‌آیند.

مرحله سوم: برای هر ساعت از روز، بین ۵ روز انتخاب شده میانگین گرفته می‌شود. این میانگین بیانگر بار پایه مصرفی در روزهای کاری می‌باشد.

### ۳-۱-۲- محاسبه بار پایه مصرفی برای روزهای تعطیل

مرحله اول: ۳ روز تعطیل قبل در نظر گرفته می‌شود.

مرحله دوم: یکی از روزها که کمترین مصرف را دارد، حذف می‌شود.

مرحله سوم: بار پایه مصرفی هر ساعت به کمک میانگین‌گیری از ۲ روز باقیمانده بدست می‌آید.

### ۳-۲- بررسی پاسخگویی بار در بازار *New England*

*ISO-NE* سه نوع برنامه پاسخگویی بار را به مصرف‌کنندگان پیشنهاد می‌دهد:

- برنامه پاسخگویی بار زمان حقیقی
- برنامه پاسخگویی قیمت زمان حقیقی
- قطع بار

### ۳-۲-۱- برنامه پاسخگویی بار زمان حقیقی

در این برنامه بهره‌بردار مستقل شبکه (*ISO*) به مصرف‌کنندگان جزئی برای کاهش بار اطلاع می‌دهد. اگر مصرف‌کنندگان برای پاسخگویی موافقت کنند و مصرف خود را کاهش دهند، پرداخت‌هایی را دریافت خواهند کرد. این برنامه اصولاً مانند یک برنامه پاسخگویی بار اضطراری است اما فقط در روزهای غیر تعطیل هفته و بین ساعات ۷ صبح تا ۶ بعدازظهر اجرا می‌شود. مصرف‌کنندگانی که در این برنامه شرکت می‌کنند باید توانایی کاهش حداقل ۱۰۰ کیلووات را داشته باشند. همچنین آن‌ها باید از دستگاه‌های

اندازه‌گیری و سیستم‌های ارتباطی ویژه‌ای که قادرند در مدت ۵ دقیقه مقدار بار مصرفی مشارکت‌کنندگان را ثبت کنند، بهره‌مند باشند. علاوه بر این مشارکت‌کنندگان باید قادر باشند بار مصرفی خود را در ظرف ۳۰ دقیقه یا ۲ ساعت بعد از اعلام ISO کاهش دهند. در صورتی که مصرف‌کنندگان بار خود را کاهش دهند، قیمت تسویه انرژی در یک ضریب تراکم<sup>۱</sup> ضرب شده و مبلغ به دست آمده (که نباید از ۱۰۰ دلار تجاوز کند) به آن‌ها پرداخت خواهد شد.

### ۳-۲-۲- برنامه پاسخگویی قیمت زمان حقیقی

ISO پنجره‌ای را به سوی مصرف‌کنندگان باز کرده تا آن‌ها بتوانند به صورت اختیاری و داوطلبانه در زمانی که قیمت‌های تسویه بازار بیش از ۱۰۰ دلار است، مصرف خود را کاهش دهند. این برنامه در بازار NE، فقط در روزهای غیر تعطیل هفته و از ساعت ۷ صبح تا ۱۱ شب اجرا می‌شود. مصرف‌کنندگانی که در این برنامه شرکت می‌کنند نیاز به دستگاه‌های اندازه‌گیری راه دور<sup>۲</sup> دارند و باید توانایی کاهش حداقل ۱۰۰ کیلووات را داشته باشند. اطلاع رسانی می‌تواند از طریق سیستم‌های ارتباطی یا از طریق ایمیل، فکس، پیجر و وب سایت ISO صورت گیرد.

### ۳-۲-۳- قطع بار

مشارکت‌کنندگان در این برنامه باید به دستگاه‌های اندازه‌گیری مجهز باشند که به طور ساعتی مصرف برق آن‌ها را اندازه بگیرد. در این برنامه بارها به ۳ دسته بار پیک، میانه و غیر پیک بر اساس زمان اطلاع-رسانی تقسیم می‌شوند. مدت زمان قطع بار در هریک از دسته‌های فوق متفاوت است. مصرف‌کنندگان از زمان اطلاع‌رسانی حداکثر ۱۲ ساعت فرصت دارند که پاسخگویی را انجام دهند. در این برنامه پرداخت ویژه‌ای برای قطع مصرف به مشارکت‌کنندگان تعلق نمی‌گیرد اما آن‌ها برای تمام انرژی مصرفی خود نرخ ویژه‌ای را پرداخت می‌کنند. به عبارت دیگر قیمت کمتری برای برق مصرفی آن‌ها در نظر گرفته می‌شود (تخفیف در صورت حساب). البته لازم به ذکر است که امروزه برنامه‌های پاسخگویی بار روز قبل<sup>۳</sup> جایگزین برنامه‌های قطع بار شده‌اند.

<sup>۱</sup> -Congestion multiplier

<sup>۲</sup> -Interval metering

<sup>۳</sup> -Day-ahead

### ۳-۲-۴- برنامه پاسخگویی بار روز قبل

در این برنامه مصرف‌کنندگان نهایی مقدار کاهش مصرف خود را همراه با قیمت در بازار روز قبل پیشنهاد می‌دهند. حداقل مقدار کاهش بار ۱۰۰ کیلووات می‌باشد و قیمت پیشنهادی در بازار روز قبل باید در محدوده  $50 \$/MWh$  و  $1000 \$/MWh$  قرار گیرد. در صورت قبول پیشنهاد، مصرف‌کنندگان ملزم به کاهش بار متعهد شده می‌باشند، در غیر این صورت جرایمی به آن‌ها تعلق خواهد گرفت. (مبلغ جریمه بیش از قیمت‌های منطقه‌ای روز قبل و یا بیش از قیمت پیشنهادی می‌باشد).

*ISO-NE* معتقد است که در نهایت هیچ پرداختی برای برنامه‌های پاسخگویی بار نباید صورت گیرد، اما تحقق این موضوع کار چندان ساده‌ای نیست زیرا در عمل روبرو شدن با سیگنال‌های قیمت زمان حقیقی برای مصرف‌کنندگان جزئی کاردشواری است. بنابراین بر خلاف عقیده *ISO-NE* برنامه‌های پاسخگویی همچنان به پرداخت‌های تشویقی برای ایجاد انگیزه در مصرف‌کنندگان نیاز دارند.

*ISO-NE* چندین روش را برای افزایش مشارکت در برنامه‌های پاسخگویی بار بیان می‌کند که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- بهبود برنامه‌های پاسخگویی بار و معرفی برنامه‌های جدید مانند:

Ø پاسخگویی بار روز قبل

Ø پاسخگویی بار ۳۰ دقیقه‌ای زمان حقیقی<sup>۱</sup>

Ø پاسخگویی بار ۲ ساعته زمان حقیقی

Ø پاسخگویی قیمت زمان حقیقی

Ø پاسخگویی پروفیل زمان حقیقی<sup>۲</sup>

- ایجاد دپارتمان جداگانه برای رسیدگی به برنامه‌های پاسخگویی بار در داخل *ISO*

### ۳-۲-۳- بررسی پاسخگویی بار در بازار *PJM*

*PJM* یک سازمان انتقال منطقه‌ای<sup>۳</sup> (*RTO*) است که شامل سه ایالت *New Jersey*، *Pennsylvania* و *Maryland* می‌باشد. این سازمان فعالیت خود را در اول ژانویه ۱۹۹۸ در آمریکا آغاز نمود. این بازار انرژی

<sup>۱</sup>-Real-time 30-min demand response

<sup>۲</sup>-Real-time profile response

<sup>۳</sup>-Regional Transmission Organization

خود از دو بازار روز قبل و بازار تعادل زمان حقیقی<sup>۱</sup> تشکیل شده است. در بازار روز قبل، قیمت‌های تسویه<sup>۲</sup> برای هر ساعت محاسبه می‌شوند، در حالی که در بازار تعادل زمان حقیقی، این قیمت‌ها هر ۵ دقیقه یکبار محاسبه می‌شوند. **جدول (۲-۳)** خلاصه‌ای از وضعیت این بازار را تا سال ۲۰۰۹ نشان می‌دهد.

جدول (۲-۳): وضعیت بازار PJM

| تعداد شرکت‌های عضو PJM | بیش از ۵۰۰ شرکت                             |
|------------------------|---------------------------------------------|
| تعداد جمعیت تحت پوشش   | ۵۱ میلیون نفر                               |
| مقدار بار پیک          | ۱۴۴۶۴۴ مگاوات                               |
| ظرفیت تولید برق        | ۱۶۴۳۶۴ مگاوات                               |
| طول خطوط انتقال        | ۹۰۷۳۴ مایل                                  |
| مصرف انرژی سالانه      | ۷۶۳۰۰۰ گیگا وات ساعت                        |
| تعداد منابع تولید      | ۱۲۷۹                                        |
| وسعت منطقه             | ۴۲۵۴۳۱ کیلومتر مربع                         |
| تعداد نواحی تحت پوشش   | ۱۳ ایالت + بخشی از کلمبیا <sup>۳</sup> (DC) |

به طور کلی برنامه‌های پاسخگویی بار در بازار PJM را می‌توان به سه دسته کلی تقسیم کرد:

- برنامه‌های اقتصادی
- برنامه‌های اضطراری
- برنامه ذخیره همزمان<sup>۴</sup>

البته لازم به ذکر است که بعضی از مراجع برنامه مدیریت بار فعال<sup>۱</sup> (ALM) را نیز مطرح کرده و آن را به عنوان یک برنامه‌های پاسخگویی اضطراری برشمرده‌اند [۱۷]. تنها تفاوت برنامه مدیریت بار فعال و برنامه

<sup>۱</sup> -Real time balancing market

<sup>۲</sup> -Clearing price

<sup>۳</sup> -District of Columbia

<sup>۴</sup> -Synchronized Reserves Program



اضطراری در نحوه مشارکت مصرف‌کنندگان می‌باشد. برنامه‌های اقتصادی فرصتی برای مصرف‌کنندگان فراهم می‌کند تا بتوانند به طور مستقیم و یا غیر مستقیم در بازار زمان حقیقی شرکت کنند. لازم به ذکر است که تمام برنامه‌های موجود در بازار *PJM* در بر مبنای پرداخت‌های تشویقی انجام می‌گیرند. در ادامه این برنامه‌ها مورد بررسی قرار خواهند گرفت.

### ۳-۱-۳- برنامه‌های پاسخگویی بار اقتصادی

این برنامه برای مصرف‌کنندگان و تامین‌کنندگان خدمات قطع بار<sup>۲</sup> (*CSP*) تشویق‌هایی را در نظر گرفته تا توانایی آن‌ها را برای کاهش مصرف در زمان‌هایی که قیمت‌های حاشیه‌ای محلی<sup>۳</sup> (*LMP*) بالاست، افزایش دهد. این برنامه اولین بار در اول ماه ژوئن ۲۰۰۲ فعالیت خود را آغاز نموده و در اول دسامبر ۲۰۰۴ به کار خود پایان داده است (اگر رای به توسعه آن داده شود ممکن است دوباره مورد استفاده قرار گیرد). مشارکت‌کنندگان در این برنامه دارای دو گزینه برای انتخاب می‌باشند [۱۷] و [۱۸]:

- زمان حقیقی
- روز قبل

### ۳-۱-۳-۱- برنامه پاسخگویی بار اقتصادی روز قبل

در این برنامه مصرف‌کنندگان نهایی مقدار کاهش مصرف خود را در بازار روز قبل پیشنهاد می‌دهند. اگر این پیشنهاد پذیرفته شود به آن‌ها به ازای مقدار کاهش بار، پرداخت‌هایی بر اساس قیمت حاشیه‌ای محلی (*LMP*) روز قبل تعلق می‌گیرد. برای شرکت در این برنامه باید مواردی را در نظر گرفت. از آن جمله:

- شرکت‌کنندگان حتما باید عضو *PJM* باشند، اگر چنین امکانی فراهم نیست می‌توان به عنوان *CSP* در این برنامه فعالیت کرد.
- حداقل پیشنهاد برای کاهش بار در این برنامه ۱۰۰ کیلووات می‌باشد.
- مصرف‌کنندگان نهایی که بر اساس قیمت‌های حاشیه‌ای محلی با تولیدکنندگان انرژی قرارداد منعقد می‌کنند، در این برنامه نمی‌توانند شرکت کنند.
- دستگاه‌های اندازه‌گیری ساعتی باید دارای دقت  $\pm 2\%$  باشند.

<sup>1</sup> -Active Load Management

<sup>2</sup> -Curtailment Service Provider

<sup>3</sup> -Locational Marginal Prices

در این برنامه براساس مقدار کیلووات ساعت متعهد شده در بازار روز قبل، پرداختی به مصرف‌کنندگان بابت کاهش بار تعلق می‌گیرد. اگر  $PJM$  پیشنهادی را بپذیرد و  $LMP$  کمتر از  $75 \$/MWh$  باشد،  $PJM$  مقدار  $LMP$  روز قبل را با کم کردن هزینه‌های خدمات تولید و انتقال به مصرف‌کنندگان پرداخت می‌کند اما اگر  $LMP$  بیشتر یا مساوی با  $75 \$/MWh$  باشد،  $PJM$  همان مقدار  $LMP$  روز قبل را به مصرف‌کنندگان می‌پردازد. دلیل این اختلاف نیز مشخص است، زیرا زمانی که قیمت‌ها بالاتر است و مصرف‌کننده پاسخگویی را انجام می‌دهد باید مبلغ بیشتری را در مقایسه با مصرف‌کننده‌ای که در قیمت‌های پایین پاسخگویی را انجام می‌دهد، دریافت کند. جمع کل پرداختی به مصرف‌کننده نهایی یا نمایندگان آن‌ها ( $LSE/CSP$ )<sup>1</sup> نمی‌تواند از ارزش کل مقدار پیشنهادی کمتر باشد.

### ۳-۱-۱-۳- برنامه پاسخگویی بار اقتصادی زمان حقیقی

در این برنامه مصرف‌کنندگان به صورت اختیاری در زمان‌هایی که قیمت برق بالاست، مصرف خود را کاهش داده و مبالغی را بر اساس  $LMP$  های زمان حقیقی دریافت می‌کنند. شرکت‌کنندگان در این برنامه که حتما عضو  $PJM$  و یا  $CSP$  می‌باشند، باید همزمان با شروع پاسخگویی یا یک ساعت قبل از آن، ایمیلی به  $PJM$  ارسال نمایند و شروع فعالیت خود را اعلام نمایند. آن‌ها همچنین باید همزمان با پایان پاسخگویی یا یک ساعت قبل از آن با ارسال ایمیل دیگری، پایان فعالیت خود را به  $PJM$  اطلاع دهند. حداقل مدت زمان پاسخگویی از طریق مصرف‌کننده و یا  $PJM$  (براساس پیشنهاد مصرف‌کننده) مشخص می‌شود. مشارکت‌کنندگان در این برنامه باید توانایی کاهش حداقل ۱۰۰ کیلووات را داشته باشند و آن دسته از مصرف‌کنندگانی که بر اساس  $LMP$  با تولیدکنندگان انرژی قرارداد منعقد می‌کنند، مجاز به شرکت در این برنامه نمی‌باشند. در این برنامه نیز مانند برنامه قبل، دستگاه‌های اندازه‌گیری ساعتی باید دارای دقتی معادل  $\pm 2\%$  باشند.

در این برنامه نیز اگر  $PJM$  پیشنهادی را بپذیرد و  $LMP$  کمتر از  $75 \$/MWh$  باشد،  $PJM$  مقدار  $LMP$  روز بعد را با کم کردن هزینه‌های خدمات تولید و انتقال به مصرف‌کنندگان پرداخت می‌کند اما اگر  $LMP$  بیشتر یا مساوی با  $75 \$/MWh$  باشد،  $PJM$  همان مقدار  $LMP$  روز بعد را به مصرف‌کنندگان می‌پردازد.

<sup>1</sup> -Load-Serving Entity

### ۳-۲-۳- برنامه‌های پاسخگویی بار اضطراری

در این برنامه، مصرف‌کنندگان توسط *PJM* تشویق می‌شوند تا بار مصرفی خود را در شرایط اضطراری به صورت داوطلبانه کاهش دهند. در این برنامه هم تولیدکنندگان و هم مصرف‌کنندگان می‌توانند شرکت کنند، اما مقدار ظرفیت قابل تولید برای تولیدکنندگان و مقدار بار قابل کاهش برای مصرف‌کنندگان برای شرکت در این برنامه باید بیش از ۱۰۰ کیلووات باشد. تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگانی که مایلند در این برنامه شرکت کنند حتماً باید عضو *PJM* باشند، اگر چنین امکانی فراهم نیست می‌توانند به عنوان *CSP* در این برنامه فعالیت کنند. این برنامه بعد از اطلاع رسانی توسط *PJM* درباره ماکزیمم تولید اضطراری و قبل از مراحل اول و دوم برنامه بار فعال (*ALM*) انجام می‌شود. *PJM* از طریق وب سایت، تماس‌ها و ایمیل‌های پیاپی، اطلاع رسانی را انجام داده و مصرف‌کنندگان باید این امکان را داشته باشند که ابلاغ-های *PJM* را دریافت کرده و از آن مطلع شوند. در این برنامه نیز مانند برنامه‌های قبلی، دستگاه‌های اندازه‌گیری ساعتی مصرف‌کنندگان باید دارای دقتی معادل  $\pm 2\%$  باشند. مدت زمان پاسخگویی در این برنامه حداقل ۲ ساعت می‌باشد و در صورت پاسخگویی مبلغی بیش از *LMP* منطقه‌ای<sup>۱</sup> و یا بیش از  $500 \$/MWh$  به مشارکت‌کنندگان پرداخت خواهد شد. در این برنامه هیچ‌گونه جریمه‌ای برای عدم مشارکت مصرف‌کنندگان در نظر گرفته نمی‌شود.

بعضی مراجع برنامه‌های پاسخگویی بار اضطراری در بازار *PJM* را به دو دسته تقسیم می‌کنند [۱۹]:

- فقط انرژی<sup>۲</sup>
- اضطراری کامل<sup>۳</sup>

هر دو این برنامه‌ها برای مصرف‌کنندگانی که قابلیت کاهش بار دارند و مصرف‌کنندگانی که توانایی استفاده از ژنراتورهای پشتیبان را دارند قابل استفاده است.

برنامه فقط انرژی، به مصرف‌کنندگانی که در طی وقوع حوادث مصرف خود را کاهش داده و یا از تولید داخلی استفاده کنند مبالغی بر اساس *LMP* ساعتی همان منطقه پرداخت می‌کند. اما در برنامه اضطراری کامل علاوه بر مبلغ فوق، مبلغی نیز به مصرف‌کننده جهت آماده نگه‌داشتن بار خود برای قطع پرداخت می‌شود. پاسخگویی در برنامه فقط انرژی به صورت اختیاری و داوطلبانه صورت می‌گیرد اما در

<sup>۱</sup> -Zonal LMP

<sup>۲</sup> -Energy-Only

<sup>۳</sup> -Full emergency

برنامه اضطراری کامل به دلیل پرداخت‌های اضافی که صورت می‌گیرد، اجباری می‌باشد. فقط اعضای *PJM* و *CSP* می‌توانند در این برنامه‌ها شرکت کنند. در هنگام وقوع حوادث اضطراری اطلاع‌رسانی توسط *PJM* به *CSP* ها صورت می‌گیرد و *CSP* ها نیز باید مصرف‌کنندگان خود را برای کاهش بار مطلع سازند. *PJM* همه مبالغ تشویقی تعلق گرفته به مصرف‌کنندگان را به *CSP* ها پرداخت نموده و سپس *CSP* ها آن را بین مصرف‌کنندگان توزیع می‌کنند. حداقل زمان پاسخگویی ۲ ساعت می‌باشد. همچنین حداقل مقدار ظرفیت قابل تولید برای تولیدکنندگان و حداقل مقدار بار قابل کاهش برای مصرف‌کنندگان برای شرکت در این برنامه‌ها ۱۰۰ کیلووات می‌باشد. مقدار بار مصرفی مشارکت‌کنندگان در طی حوادث با بار پایه مصرف‌کننده<sup>۱</sup> (*CBL*) مقایسه شده و اختلاف موجود مقدار کاهش بار و در نتیجه مقدار پرداختی‌ها را مشخص می‌کند (منحنی بارپایه در واقع مقدار بار مصرفی را در زمان‌های معمولی نشان می‌دهد).

### ۳-۳-۳- مدیریت بار فعال (*ALM*)

*LSE* ها فراهم‌کننده خدمات مدیریت بار فعال به شمار می‌آیند. به آن‌ها به میزان باری که می‌توانند روزانه برای قطع فراهم کنند اعتبار مالی تعلق می‌گیرد. مشارکت‌کنندگان در این برنامه می‌توانند حداکثر ۱۰ مرتبه در یک دوره برنامه‌ریزی شده، قطع بار را انجام دهند. مدت زمان پاسخگویی به طور دقیق مشخص نیست اما می‌توان بیان کرد که حداکثر ۶ ساعت می‌باشد. فراهم‌کنندگان *ALM* (*LSE* ها) می‌توانند برای تعیین کردن میزان قطع و یا کاهش بار با مصرف‌کنندگان قرارداد منعقد کنند. این برنامه (بعد از برنامه‌های اضطراری و اقتصادی و قبل از برنامه‌های کاهش ولتاژ و حداکثر تولید اضطراری)، همه روزه به جزء ایام تعطیل از ساعت ۸ تا ۱۲ بعدازظهر قابل اجرا می‌باشد [۱۷].

فراهم‌کنندگان *ALM* باید قادر باشند کاهش بار را برای همه مصرف‌کنندگان *ALM* بدون مصوبه اضافی انجام دهند. همچنین اندازه‌گیری، باید برای تمام مصرف‌کنندگان *ALM* صورت گیرد و فراهم‌کنندگان *ALM* وظیفه تایید و بررسی این اطلاعات را بر عهده دارند.

*PJM* وظیفه اطلاع‌رسانی به فراهم‌کنندگان *ALM* را بر عهده دارد و فراهم‌کنندگان *ALM* نیز به مصرف-

کنندگان برای کاهش بار اطلاع می‌دهند. این اطلاع‌رسانی به دو دسته تقسیم می‌شود:

- کوتاه مدت: از یک ساعت یا کمتر، قبل از زمان کاهش مصرف به فراهم‌کنندگان *ALM* اطلاع داده می‌شود.

<sup>1</sup> -Costumer baseline load

- بلند مدت: از ۲ ساعت یا کمتر، این اطلاع رسانی صورت می‌گیرد.

هیچ پرداخت واقعی به  $LSE$ ‌ها تعلق نمی‌گیرد. در واقع هر  $LSE$  وظیفه دارد که مقدار معینی از ظرفیت را برای سیستم  $UCAP^1$  فراهم کند. ( $UCAP$  قسمتی از منابع تامین‌کننده قابلیت اطمینان در بازارهای آمریکا ( $PJM$  و  $NY$ ) به شمار می‌آید، که به عنوان ظرفیت نصب شده در تابستان مورد بهره‌برداری قرار گرفته تا از خروج اجباری نیروگاه‌ها جلوگیری شود).

مواردی که  $LSE$ ‌ها به مشارکت‌کنندگان در برنامه  $ALM$  پیشنهاد می‌دهند توسط  $PJM$  معین نشده است و در واقع می‌توان گفت که  $PJM$  هیچ اطلاعی از موضوعات رد و بدل شده بین  $LSE$ ‌ها و مصرف‌کنندگان ندارد و تنها از  $LSE$ ‌ها توقع دارد که بتوانند مقدار کاهش باری را که متعهد شده‌اند، فراهم کنند. اگر  $LSE$ ‌ها نتوانند به تعهد خود عمل نمایند و مقدار کاهش بار مورد نیاز را تامین کنند، از طرف  $PJM$  به آن‌ها جریمه‌ای تعلق می‌گیرد که مقدار آن از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$10 \div 365 \times \text{نرخ کمبود ظرفیت روزانه} \times \text{مقدار کمبود از میزان متعهد شده}$$

### ۳-۴- برنامه ذخیره همزمان

در این برنامه که به بازار ذخیره همزمان نیز معروف است به مصرف‌کنندگان نهایی برای کاهش مصرف برق در طی وقوع حوادث غیر قابل پیش‌بینی مانند خروج اجباری نیروگاه یا خرابی خطوط انتقال، تشویق‌های مالی تعلق خواهد گرفت. مشارکت‌کنندگان در این برنامه باید قادر به کاهش بار خود در کمتر از ۱۰ دقیقه باشند. **جدول (۳-۳)** خلاصه‌ای از برنامه‌های موجود در بازار  $PJM$  را نشان می‌دهد.

### ۳-۴- مقایسه پاسخگویی بار در دو بازار $PJM$ و $NYISO$

**جدول (۴-۳)** برنامه‌های پاسخگویی بار اضطراری را در دو بازار  $PJM$  و  $NYISO$  با هم مقایسه می‌کند [۱۹].

همان گونه که ملاحظه می‌شود در تمام این برنامه‌ها حداقل مقدار کاهش بار ۱۰۰ کیلووات ساعت می‌باشد. مدت زمان پاسخگویی در بازار  $PJM$  حداقل ۲ ساعت و در بازار  $NY$  مشخص نیست. همچنین روش اندازه‌گیری پاسخگویی بار در این دو بازار با هم متفاوت است، به طوری که در بازار  $PJM$  بار مصرفی با

<sup>1</sup> -Unforced Capacity

مقدار بار ساعت قبل از شروع پاسخگویی مقایسه شده و در بازار  $NY$ ، مقدار پاسخگویی با مقایسه بار مصرفی و بار پایه به دست می‌آید.

جدول (۳-۳): برنامه‌های پاسخگویی بار در بازار  $PJM$

| نوع برنامه                | پاسخگویی بار اضطراری                 | پاسخگویی بار اقتصادی                                  | برنامه ذخیره همزمان                          |
|---------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| نوع پاسخگویی              | قطع بار و تولید داخلی                |                                                       |                                              |
| پرداخت در زمان وقوع حوادث | بله                                  |                                                       |                                              |
| ساعات برنامه              | ۸ تا ۱۲ قبل از ظهر                   | به صلاحدید مصرف‌کننده (۲۴ ساعت شبانه‌روز/ ۷ روز هفته) |                                              |
| ماکزیمم تعداد حوادث       | ۱۰ بار در سال (بیش از ۶۰ ساعت)       | -----                                                 |                                              |
| زمان اطلاع رسانی          | ۲ ساعت قبل                           | ۱ ساعت قبل / روز قبل                                  | ۱۰ دقیقه قبل                                 |
| مدت پاسخگویی              | بیش از ۸ ساعت                        | به صلاحدید مصرف‌کننده                                 | میانگین ۱۵ تا ۳۰ دقیقه برای هر حادثه         |
| تجهیزات لازم              | تجهیزات اندازه‌گیری ساعتی از راه دور |                                                       | تجهیزات اندازه‌گیری داده در کمتر از یک دقیقه |

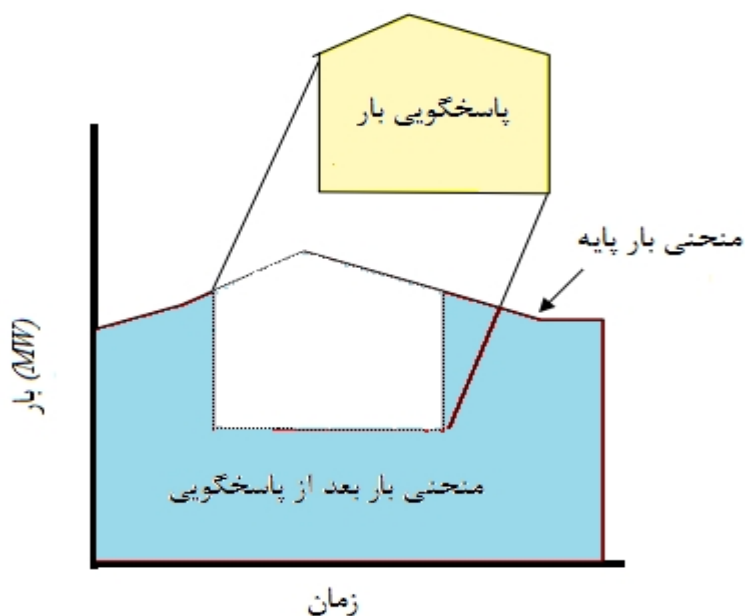
با توجه به اهمیت بار پایه در تعیین مقدار پاسخگویی در ادامه گزارش نحوه محاسبه آن بیان خواهد شد.

### ۳-۵- محاسبه بار پایه مصرف‌کنندگان

تعیین مقدار کاهش بار صورت گرفته در هر کدام از برنامه‌های  $DR$ ، یکی از موضوعات اساسی در حوزه پاسخگویی بار به شمار می‌آید. تا کنون روش‌های بسیاری برای تعیین مقدار پاسخگویی ارائه شده است که متداول‌ترین آن‌ها استفاده از بار پایه مصرف‌کنندگان می‌باشد. شکل (۳-۲) نحوه محاسبه مقدار کاهش بار (میزان پاسخگویی) را از روش منحنی بار پایه نشان می‌دهد.

جدول (۳-۴): مقایسه برنامه‌های پاسخگویی بار اضطراری در دو بازار *NYISO* و *PJM*

| <i>NYISO</i>                                             |            | <i>PJM</i>                                                          |           | بازار                                   |
|----------------------------------------------------------|------------|---------------------------------------------------------------------|-----------|-----------------------------------------|
| اضطراری                                                  | (ICAP SCR) | اضطراری کامل                                                        | فقط انرژی | نوع برنامه                              |
| ۱۰۰ کیلووات                                              |            |                                                                     |           | حداقل مقدار کاهش                        |
|                                                          |            | حداقل دو ساعت                                                       |           | مدت زمان پاسخگویی                       |
|                                                          |            | دو ساعت قبل                                                         |           | زمان اطلاع‌رسانی                        |
| مقایسه بار مصرفی با مقدار پایه (CBL) برای ساعات پاسخگویی |            | مقایسه بار مصرفی با مقدار بار مصرف شده در ساعت قبل از شروع پاسخگویی |           | روش اندازه‌گیری مقدار پاسخگویی          |
| بیش از $LMP$ یا بیش از $500 \$/MWh$                      |            | بیش از $LMP$ یا قیمت پیشنهادی                                       |           | مبلغ پرداختی                            |
| خیر                                                      | بله        | بله                                                                 | خیر       | جریمه در صورت عدم پاسخگویی              |
| خیر؛ تخمین بار زمان لحظه‌ای                              |            | اندازه‌گیری بار زمان حقیقی و ارسال آن به <i>PJM</i>                 |           | تجهیزات لازم جهت اندازه‌گیری از راه دور |



شکل (۳-۲): اندازه‌گیری مقدار بار کاهش یافته با استفاده از منحنی بار پایه

این روش نسبت به سایر روش‌ها دارای مزایایی است که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:



- سادگی
- استفاده آسان
- دقت بالا
- ارزان
- قابل بازبینی<sup>۱</sup>
- عدم نیاز به بایاس<sup>۲</sup>

به طور کلی سه گام اصلی در محاسبه بار پایه وجود دارد:

۱. انتخاب داده : چه داده‌ای برای تعیین بار پایه مناسب است.
  ۲. روش تخمین : چه روشی برای تعیین موقتی منحنی بار پایه مناسب است.
  ۳. روش تعدیل<sup>۳</sup> : چه روشی برای تبدیل منحنی بار پایه موقتی (که از مرحله ۲ به دست می‌آید) به منحنی نهایی، مناسب است.
- در هر کدام از سه بازار بررسی شده به محاسبه بار پایه برای تعیین مقدار بار کاهش یافته نیاز است اما نحوه محاسبه این منحنی در هر کدام از این بازارها متفاوت است که در ادامه این موضوع مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

### ۳-۵-۱- نحوه محاسبه بار پایه در ISO-NE

در ابتدا ۱۰ روز برای محاسبه مقدار بار پایه انتخاب می‌شود که این ۱۰ روز از یک روز قبل از اجرای برنامه آغاز می‌شوند. مقدار بار مصرفی در این ۱۰ روز داده‌های مورد نیاز برای محاسبه بار پایه را تشکیل می‌دهند. لازم به ذکر است که روزهای انتهای هفته، تعطیل و روزهایی که مصرف مشترک زیاد بوده است (روزهای پرمصرف) جزء این ۱۰ روز به حساب نمی‌آیند. سپس از مقدار بار مصرفی در این ۱۰ روز میانگین گرفته می‌شود. که این میانگین مقدار بار پایه را در بین روزهای انتخاب شده نشان می‌دهد.

<sup>1</sup> -Verifiability

<sup>2</sup> -Lack of bias

<sup>3</sup> -Adjustment method



### ۳-۵-۲- نحوه محاسبه بار پایه در PJM

در این بازار نحوه محاسبه بار پایه در هر کدام از برنامه‌های پاسخگویی بار اضطراری و اقتصادی متفاوت است.

- محاسبه بار پایه در برنامه پاسخگویی بار اقتصادی  
در ابتدا ۱۰ روز برای محاسبه مقدار بار پایه انتخاب می‌شود که این ۱۰ روز از دو روز قبل از اجرای برنامه آغاز می‌شوند. روزهای انتهای هفته، تعطیل و روزهایی که در آن مصرف مشترک کم بوده است (روزهای کم مصرف) جزء این ۱۰ روز به حساب نمی‌آیند. سپس از بین این ۱۰ روز، پنج روز که دارای بیشترین مصرف است انتخاب می‌شود و از مقدار بار مصرفی در این پنج روز میانگین گرفته می‌شود. که این میانگین مقدار بار پایه را در بین روزهای انتخاب شده نشان می‌دهد.
- محاسبه بار پایه در برنامه پاسخگویی بار اضطراری  
در این برنامه داده مورد نظر مقدار بار مصرفی ساعت قبل می‌باشد که همین داده مقدار بار پایه را نشان می‌دهد.

### ۳-۵-۳- نحوه محاسبه بار پایه در NYISO

روش محاسبه بار پایه در این برنامه مانند روش بیان شده در برنامه پاسخگویی اقتصادی PJM می‌باشد.

**جدول (۳-۵) طریقه محاسبه منحنی بار پایه را در هر بازار نشان می‌دهد [۱۷].**

### ۳-۶- جمع بندی

با توجه به مطالب ارائه شده در این فصل می‌توان نتیجه گرفت که بازارهای برق دنیا اهمیت ویژه‌ای برای پاسخگویی بار قائل هستند و برنامه‌ریزی‌های متعددی را جهت اجرای درست و صحیح آن انجام می‌دهند. در این فصل برنامه‌های پاسخگویی بار در سه بازار *PJM*، *New England* و *NY* مورد بررسی قرار گرفت. در بازار *ISO-NE* سه برنامه پاسخگویی بار زمان حقیقی، قیمت زمان حقیقی و قطع بار وجود دارد. در برنامه پاسخگویی بار زمان حقیقی به ازای کاهش مصرف، پرداخت‌هایی به مصرف‌کنندگان تعلق می‌گیرد. مصرف‌کنندگانی که در برنامه قیمت زمان حقیقی شرکت می‌کنند زمانی که قیمت تسویه بازار بیش از ۱۰۰ دلار است مصرف خود را کاهش داده و از این طریق بدون دریافت مبالغ تشویقی، هزینه‌های خود را

کاهش می‌دهند. همچنین شرکت‌کنندگان در برنامه قطع بار از زمان اطلاع‌رسانی حداکثر ۱۲ ساعت فرصت دارند که پاسخگویی را انجام دهند و از این طریق بدون دریافت نرخ ویژه‌ای، صورت‌حساب خود را کاهش می‌دهند. البته امروزه برنامه‌های پاسخگویی بار روز قبل جایگزین برنامه‌های قطع بار در *ISO-NE* شده‌اند.

جدول (۳-۵): نحوه محاسبه منحنی بار پایه در سه بازار *PJM*، *NYISO* و *ISO-NE*

| نوع برنامه                    | نحوه انتخاب داده-های اولیه                                             | داده‌های حذف شده                                       | انتخاب نهایی داده‌ها                       | روش تخمین بار پایه |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------|
| برنامه‌های <i>NYISO</i>       | انتخاب ۱۰ روز، که این روزها از دو روز قبل از اجرای برنامه آغاز می‌شوند | روزهای تعطیل، آخر هفته و روزهایی که مصرف برق پایین است | انتخاب ۵ روز از بین ۱۰ روز با بیشترین مصرف | میانگین ساده       |
| برنامه‌های <i>ISO-NE</i>      | انتخاب ۱۰ روز، که این روزها از یک روز قبل از اجرای برنامه آغاز می‌شوند | روزهای تعطیل، آخر هفته و روزهایی که مصرف برق بالا است  | انتخاب هر ۱۰ روز                           | میانگین ساده       |
| برنامه‌های اقتصادی <i>PJM</i> | مانند برنامه‌های <i>NYISO</i>                                          |                                                        |                                            |                    |
| برنامه‌های اضطراری <i>PJM</i> | ساعت قبل                                                               | _____                                                  | ساعت قبل                                   | _____              |

در بازار *PJM* سه برنامه پاسخگویی بار اضطراری، اقتصادی و ذخیره همزمان وجود دارد. برنامه‌های اضطراری که به دو برنامه فقط انرژی و اضطراری کامل تقسیم می‌شوند برای مصرف‌کنندگانی که قابلیت کاهش بار و استفاده از ژنراتورهای پشتیبان را دارند مناسب می‌باشند. برنامه‌های اقتصادی که از دو برنامه روز قبل و زمان حقیقی تشکیل شده است برای مصرف‌کنندگان و *CSP*‌ها تشویق‌هایی را در نظر گرفته تا

توانایی آن‌ها را برای کاهش مصرف در زمان‌هایی که *LMP* بالاست، افزایش دهد. در برنامه ذخیره همزمان به مصرف‌کنندگان نهایی برای کاهش مصرف برق در طی وقوع حوادث غیر قابل پیش‌بینی مانند خروج اجباری نیروگاه یا خرابی خطوط انتقال، تشویق‌های مالی تعلق می‌گیرد.

در *NYISO* سه برنامه اضطراری، روز قبل و *ICAP SCR* اجرا می‌شود. برنامه‌های اضطراری به مصرف‌کنندگانی که در زمان‌های خاص مصرف خود را کاهش دهند، مبالغی را پرداخت می‌کند. مصرف‌کنندگانی مجاز به شرکت در این برنامه هستند که جزء یکی از دسته‌های *CSP* قرار گیرند. برنامه پاسخگویی بار روز قبل به مصرف‌کنندگان جزئی این امکان را می‌دهد که مقدار باری که توانایی کاهش آن را دارند، در بازار عمده فروشی روز قبل پیشنهاد دهند. پیشنهادهایی که مصرف‌کنندگان در بازار روز قبل مطرح می‌کنند مانند یک توان تولیدی عمل کرده و بنابراین می‌توانند با پیشنهادهای تولیدکنندگان انرژی رقابت کنند. همچنین در برنامه *ICAP SCR* که یک برنامه ظرفیت به شمار می‌آید، به مصرف‌کنندگان جزئی برای فراهم کردن قطع بار برای مدت ذکر شده در قرارداد، مبالغی پرداخت می‌شود.

