چگونه مشترکین را با مدیریت مصرف آشنا کنیم

محسن پارسا مقدم
دانشگاه تربیت مدرس

حبیب الله اعلمی
دانشگاه امام حسین

چکیده :

پایان یافتن جنگ تحمیلی عراق بر علیه ایران و آغاز برنامه‌های پنجساله اول و دوم توسعه اقتصادی ، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی و رشد روز افزون جمعیت کشور ، نیاز به انرژی الکتریکی را بیش از پیش و تقاضای مصرف (Demand) را بصورت چشمگیری افزایش داده است . بدیهی است که توسعه اقتصادی و شکوفایی صنعتی بدون توسعه صنعت برق ، ممکن نمیباشد . کمبود انرژی الکتریکی و اعمال خاموشیهای اجباری بخصوص در سالهای اخیر صدمات جبران ناپذیری را به پیکره اقتصادی مملکت وارد ساخته و اگر این روند ادامه یابد رکود اقتصادی حتمی خواهد بود .

"مدیریت مصرف" عبارتست از اعمال روشهای مدیریتی از سوی شرکتهای بهره‌برداری برق یا مصرف کنندگان بزرگ برای شکستن قله مصرف و صاف نمودن منحنی بار که موجب افزایش راندمان انرژی الکتریکی و کاهش هزینه مصرفی میگردد . این روشها عموما" از سوی شرکتهای بهره‌برداری بخاطر رفع کمبود توان در ساعات پیک و بهبود ضریب بار و از سوی مصرف کنندگان عمده ، بعلت مزایای بیشمار اقتصادی ، فنی و خدماتی بکار میروند .

ما در این مقاله ضمن ارائه پیش‌بینی بار شبکه سراسری در طی برنامه پنجساله دوم (۷۲-۷۷) و آمار نیروگاههای در دست اقدام تا پایان سال ۷۷ نشان

خواهیم داد که چنانچه تمامی این برنامه‌ها در راءس زمان مقرر نیز به انجام رسد، جوابگوئی به رشد بار امکان پذیر نبوده و شبکه در ساعات پیک با کمبود توان و انرژی الکتریکی مواجه و در نتیجه دچار خاموشی خواهد شد . لذا تنها راه چاره ، اعمال سیاستهای مدیریت مصرف Demand Side Managment (D.S.M) میباشد که بطور مشروح این روشها را توضیح خواهیم داد. ما همچنین الگوهای مصرف مناسبی را بیان خواهیم کرد که شرکتهای برق منطقه‌ای میتوانند با آشنا نمودن مشترکین عمده خود ، آنانرا تشویق به استفاده از این روشها نمایند و بدینوسیله مشکل کمبود توان در ساعات پیک را نیز مرتفع سازند.

شرح مقاله :

پیش بینی بار - جدول شماره (۱) حداکثر مصرف (Peak Power Demand) را در طی سالهای ۱۳۵۱ الی ۱۳۷۷ در شبکه سراسری برق ایران نشان میدهد که از سال ۵۱ الی ۶۹ مقادیر واقعی بوده [۱] و از سال ۷۰ الی ۷۷ مقادیراز روشهای پیش بینی بار (Load Forcasting) محاسبه شده و توسط گروه آمار وزارت نیرو ارائه شده است [۲] . ما نیز بااستفاده از روشی بنام روش سیکلی - خطی که برای منحنی بار ایران نسبت به روشهای دیگر از خطای کمتری برخوردار است پیش‌بینی بار انجام داده‌ایم که در ستون سوم همان جدول آمده است (شکل شماره ۱) . امابا توجه به اینکه در سالهای ۵۹ الی ۶۶ بعلت جنگ تحمیلی ، صنایع از رشد کافی برخوردار نبوده و بعضا" با رکود نیز مواجه بوده‌اند و بعد از سال ۶۶ با اتمام جنگ تحمیلی و آغاز برنامه‌های پنجساله اول و دوم در سال ۶۸ روند صنعتی شدن کشور شتاب گرفته است ، پیش‌بینی بار از هر روشی که صورت پذیرد (خصوصا" برای ۷۰-۷۷) بعلت تفاوت فاحش این دو دوره متوالی کمتر از مقدار واقعی بوده و باید در یک فاکتور بزرگتر از یک ضرب شود . علیرغم این موضوع ما محاسبات و دلایل خود را بر اساس همان ارقام ارائه شده توسط " شرکت توانیر" انجام خواهیم داد .

آمار نیروگاههای در دست اقدام بر حسب مگاواتی که در هر سال وارد شبکه میشود و مجموع ظرفیت نصب شده تولید در شبکه سراسری برای سالهای (۶۶-۷۷) درستونهای ۴ و ۵ جدول شماره (۱) آمده است [۲] . بدیهی است که از نیروگاههای کوچک که توسط افراد شخصی زده میشود بعلت در دست نبودن آمار و ظرفیت پائین آنها (۴۷/. درصد از کل شبکه) صرفنظر شده است ضمن اینکه فرض میشود صنایع کل

برق مصرفی خود را از وزارت نیرو خریداری کرده و در مواقع اضطراری از دیزل ژنراتورهای خود استفاده میکنند.

با توجه به وضعیت برق در چند ساله اخیر و جدول شماره (۱) مشاهده میشود که بعلت مسائل پایداری ، تعمیرات سالیانه ، تلفات توزیع و انتقال ، مصارف داخلی نیروگاهها ، ضعیف بودن خطوط ، کمبود آب پشت سدها ، اتفاقات غیرمترقبه و .... فاصله بین ظرفیت نصب شده تولید و حداکثر تولید زیاد میباشد [۵،۴،۲] .

چنانچه نسبت حداکثر تولید سالانه به ظرفیت نصب شده تولید در سالهای ۱۳۶۷ ، ۱۳۶۸ و ۱۳۶۹ را بدست آوریم و آنرا a بنامیم برای این سالها a به ترتیب برابر ۰/۴۸۲ ، ۰/۵۳۳ و ۰/۵۶۱ بدست خواهد آمد.

$$\frac{8300}{14803} = 0/561 \quad \text{و} \quad \frac{7700}{14442} = 0/533 \quad \text{و} \quad \frac{6600}{13681} = 0/482$$

حال اگر فرض شود ، با رفع مسائل پایداری و کم کردن تلفات و تقویت خطوط و ... بتوان a را به ۰/۶ و یا ۰/۷ رساند با مشخص بودن ظرفیتهای نصب شده هر سال ، حداکثر تولید سالیانه محاسبه میشود که به ترتیب در ستونهای ۶ و ۷ جدول شماره (۱) آمده است و با کم کردن ستون دوم از ستونهای ششم و هفتم (حداکثر مصرف از حداکثر تولید) میزان کمبود توان درهنگام پیک بار سالانه بدست می‌آید که نتیجه در ستونهای هشتم و نهم همان جدول آمده است و مشخص میشود که بجز سالهای ۷۴ و ۷۵ تا پایان برنامه پنجساله دوم (۱۳۷۷) هر ساله حداکثر تولید پاسخگوی پیک مصرف (Demand) نبوده و شبکه با خاموشی مواجه خواهد شد (ولو اینکه در هنگام پیک مصرف بتوان حداکثر تولید را داشت). راه‌حلهای ممکن عبارتند از :

الف - خرید برق از کشورهای مجاور یا شرکتهای خصوصی داخلی

ب - نصب نیروگاههای بیشتر

ج - افزایش نسبت حداکثر تولید به ظرفیت نصب شده (a)

د - مدیریت مصرف (D.S.M)

راه‌حلهای الف وب هزینه‌های گزافی در بر داشته و نیاز به مطالعات کافی و همه جانبه بخصوص در جنبه‌های اقتصادی و سیاسی دارد که به سطح وزارت مربوط میشود . در رابطه با راه‌حل سوم نیز باید گفت که افزایش (a) به بیش از ۷۰٪ مشکل و بلکه محال مینماید بعنوان مثال در سال ۶۸ تنها ، مصارف داخلی نیروگاهها (۲۵۷۵ Gwh) ، تلفات شبکه انتقال (۱۸۳۸ Gwh) و تلفات شبکه توزیع (۵۳۴۳ Gwh) معادل ۲۰٪ از کل تولید (۴۸۷۲۵ Gwh) بوده است [۱] .

لذا مؤثرترین و عملی‌ترین راه ممکن شکستن پیک مصرف و صاف کردن منحنی باراز طریق اعمال سیاستهای مدیریت مصرف میباشد که نتایج مهم دیگری نیز بدنبال دارد .

اینک به تشریح روشهای مختلف مدیریت مصرف که موجب پائین آمدن هزینه برق مصرفی و تأسیسات الکتریکی برای مشترک شده و همچنین مزایای فراوانی برای شرکتهای برق منطقه‌ای از قبیل صاف شدن منحنی بار و بهبود ضریب بار دربر دارد میپردازیم . شرکتهای برق منطقه‌ای میتوانند خود راءسا یا توسط شرکتهای تابعه وزارت نیرو در شناسایی و اجرای این روشها صنایع را یاری دهند.

۱- تعرفه‌های چند قسمتی :

ساده‌ترین روش اینست که شرکت برق مشترکینی را که در ساعات پیک برق مصرف میکنند جریمه و آنهایی را که در ساعات بار پایه کار میکنند تشویق کند ، بدینصورت که بابت کارکرد در ساعات ۱ الی ۶ صبح در قیمت برق تخفیف قائل شده و برای مصرف در ساعات ۷ الی ۱۱ شب مبلغ بیشتری دریافت کند تا مصرف کننده تشویق به کار در ساعات غیرپیک شود. مصرف کننده میتواند در ساعات پیک قسمتی از نیاز خود را توسط دیزل ژنراتور مرتفع کند و یا میتواند در ساعات غیرپیک انرژی الکتریکی را به نوع دیگری از انرژی تبدیل و ذخیره کرده و در هنگام پیک از آن سود جوید. مثلا" هتلها ، مجتمعهای تجارتی و صنعتی ، بیمارستانها و ... که دارای چیلرهای بزرگ هستند در هنگام بار پایه اقدام به ساختن یخ نموده و در ساعات پیک از تانکهای یخ برای سرمایش فضاهای مورد نظر استفاده کنند. همین روش را میتوان برای فصول و ماههای سال نیز تعمیم داد ، یعنی در ماههای پرمصرف مانند تابستان برق را گرانتر و در ماههای کم مصرف برق را ارزانتر عرضه کرد تا شرکتها و کارخانجات بزرگ ، مرخصی و تعطیلات سالانه خود را دراین ماهها قرار دهند .

۲- انرژیهای جایگزین :

در این روش انرژیهای دیگر جایگزین انرژی الکتریکی میشوند ، مثلا" سیستمهای تبرید جذبی را که مصرف کمی دارند میتوان جایگزین سیستمهای تبرید تراکمی که حدود صد برابر آنها برق مصرف میکنند کرد [۵] . سیستمهای جذبی علاوه براینکه مصرف پائینی دارند نسبت به نوع تراکمی از ویژگیهای خاصی برخوردارند که برای صاحبان صنایع مورد توجه میباشد این خصوصیات عبارتند از :

الف - عدم نیاز به جبران کننده‌های توان راکتیو (خازن) ، کابلهای جریان زیاد تابلوها و کنتاکتورهای گران قیمت و ...

ب - فاقد صدا و لرزش و قطعات متحرک

ج - استهلاک کم ، عمر مفید بالا، تعمیر و نگهداری آسان

د - قیمت پایین و ارزان (۲ تا ۶ برابر از انواع تراکمی ارزانتر هستند.)

ه - عدم آلودگی محیط زیست و نشت مواد سمی

و - انرژی مصرفی آنان از نوع حرارتی بوده که توسط یک اجاق کوچک یا چرخه آبگرم سیستم تامین میشود.

ز - بازده و راندمان بالا و ...

۳- بسته‌های نرم‌افزاری مدیریت بار :

در این روش که با استفاده از برنامه‌های نرم‌افزاری مدیریت بار برای یک کارخانه یا مجتمع بزرگ صنعتی صورت میگیرد ابتدا منحنی بارهای هر مجتمع P(t) را بدست میاورند سپس قیود و محدودیتهای هر مجموعه را (از قبیل وابسته بودن کار دستگاهها به هم ، ساعت کاری پرسنل ، اوقات نهار و نماز و ...) مد نظر گرفته و بصورت ریاضی مدل و سپس با استفاده از الگوریتمهای ریاضی تابع هدف را که عبارتست از محدود کردن دیماند زیر یک منحنی مشخص با توجه به قیود مربوطه مینیمم میکنند :

تابع هدف [منحنی محدودیت توان F(t)] Min [Σ Pi(t) - F(t)]

s.to : 1/ قید اول

2/ قید دوم

... .

n/ قید nام

و در نتیجه زمان بهینه آغاز کار هر دستگاه و یا هر کارخانه بدست میاید. این برنامه‌های نرم‌افزاری میتواند برای یک کارخانه یا چند کارخانه نوشته شده و در صورت هر گونه تغییر در روند کاری کارخانه تنها پارامترهای ورودی تغییر کرده و نتایج جدید توسط کامپیوتر اعلام گردد. اپراتور نیز موظف به رعایت برنامه تعیین شده میگردد [۷] .

بوسیله این برنامه‌ها ، هزینه برق مصرفی را تا حد زیادی میتوان کاهش داد بعنوان مثال اجرای یک برنامه مدیریت بار برای یک کارخانه سیمان در حومه تهران موجب صرفه‌جویی بیش از ده میلیون تومان در سال برای کارخانه شد و یا برنامه دیگری که برای شرکت فولاد اهواز تهیه گردید توانست ماکزیمم دیماند مصرفی را از ۳۰۰ MW به ۱۸۰ MW کاهش دهد . صاحبان صنایع میتوانند با خرید برنامه‌های مدیریت بار بسهولت میزان هزینه برق مصرفی را تا حد زیادی کاهش دهند . تهیه این برنامه‌ها ساده بوده و دانشگاهها و شرکتهای کامپیوتری در این زمینه‌ها فعالیت دارند.

۴- استفاده از SCADA در مدیریت بار [۸]:

Supervisory Control And Data Aquisisoin

سیستمهای کنترل نظارت و جمع‌آوری داده‌ها - این سیستمها داده‌ها را از نقاط مختلف و مورد نیاز شبکه جمع‌آوری کرده و توسط کامپیوتر پردازش نموده و فرامین لازم را به قسمتهای مختلف ابلاغ میکند. بطور کلی SCADA از سه بخش عمده تشکیل شده است (شکل شماره ۲).

الف - کامپیوتر مرکزی (Master Station - M.S)

ب - خطوط ارتباطی جهت ارسال و دریافت اطلاعات و فرامین(Data Link - D.L)

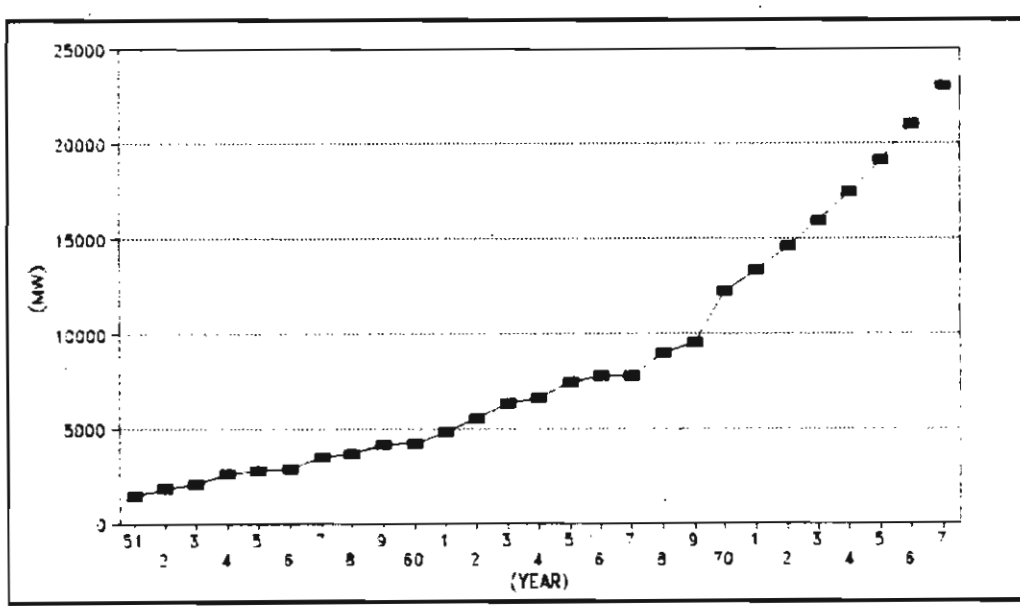
ج - پایانه‌های دوردست (واحد کنترل راه دور(Remote Terminal Unit - R.T.U)

روش کار بدین ترتیب است که اطلاعات توسط RTU ها جمع‌آوری شده و از طریق خطوط داده‌ها به کامپیوتر مرکزی جهت پردازش و انجام عملیات لازم فرستاده میشود و پس از پردازش و تصمیم‌گیری ، کامپیوتر مرکزی توسط خطوط داده فرامین را به RTU ها ابلاغ میکند و آنها سیستمها را مطابق فرمان رسیده تنظیم مینمایند ارتباط بین RTU ها و MS میتواند از طرق مختلف مانند تلفن شهری -

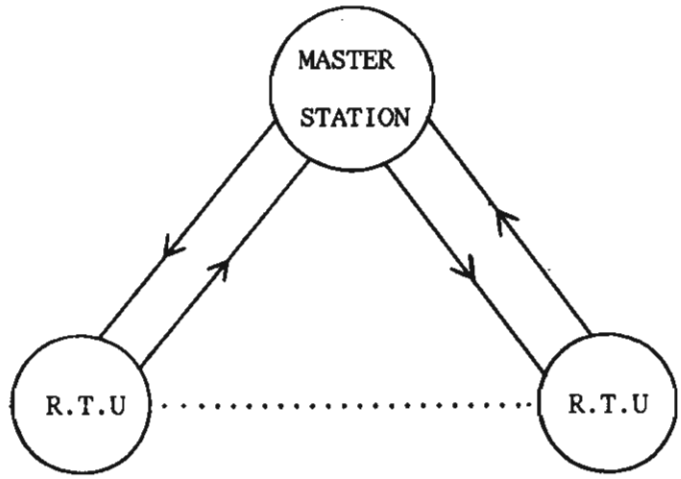
سیستمهای UHF ، VHF فیبرنوری - ارتباط رادیوئی و بالخصوص PLC باشد [۹] .

کامپیوترهای مرکزی میتوانند مجهز به صفحه‌های تلویزیونی (CRT) جهت نمایش پلان سیستم همراه با داده‌های آنی Real Time و نقشه‌های دیواری بزرگ Mimic و کنسولهای مجزای دیسپاچر و مهندسی و چاپگرهای پرسرعت جهت ثبت وقایع مهم روزانه باشد . آنها همچنین میتوانند علاوه بر مدیریت بار (LMS) و مدیریت انرژی (EMS) در دوره‌های زمانی بسیار کوتاه (مثلا" ۵ دقیقه) تحلیلها و مطالعات فراوانی را (از قبیل پخش‌بار ، تحلیل ایمنی ، تخمین حالت ،پخش‌بار بهینه و...) روی شبکه مطلوب انجام داده و مهندسان را از نتایج بررسیهای خود آگاه سازند و آنها را در تصمیم‌گیری صحیح یاری کنند ، یا خود بطور اتوماتیک اقدام به تعیین توان مصرفی بارها ، تپ ترانسفورماتورها، قطع و وصل دژنکتورها نمایند [۱۰] .

یک برنامه نرم‌افزاری مدیریت بار همراه با سخت‌افزار SCADA میتواند یک سیستم صنعتی عظیم را در شرایط بهینه کنترل نموده و ضمن در نظر گرفتن تغییرات آنی سیستم ، پخش‌بار بهینه انجام داده و هزینه برق مصرفی را به پائین ترین حد ممکن برساند. در نهایت SCADA ابزاری مهم ، ساده ، پر قابلیت جهت مدیریت بار برای یک مجتمع صنعتی میباشد.



شکل شماره (۱) - منحنی رشد بار از سال ۱۳۵۰ تا ۱۳۷۱



شکل شماره (۲) - شمای ساده یک SCADA

سال	پیک بار توانیر MW	پیک بار مولدین MW	نیروگاه های در دست اقدام MW	ظرفیت نصب شده تولید MW	حداکثر تولید		کمبود	
					a=0.6 MW	a=0.7 MW	a=0.6 MW	a=0.7 MW
1351	1461							
52	1841							
53	2038							
54	2572							
55	2737							
56	2876							
57	3486							
58	3621							
59	4143							
60	4229							
61	4809							
62	5582							
63	6333							
64	6606							
65	7464							
66	7743			13311				
67	7762		370	13681	6600	6600	1162	1162
68	8911		761	14442	7700	7700	1211	1211
69	9537		361	14803	8300	8300	1237	1237
70	12200	9723	380	15183	9110	10628	3090	1572
71	13300	10095	2960	18143	10886	12700	2414	600
72	14600	10426	2232	20375	12225	14263	2375	337
73	15900	10727	2222	22597	13558	15818	2342	82
74	17400	11009	2905	25502	15301	17851	2099	-451
75	19100	11286	2083	27585	16551	19310	2549	-210
76	21000	11573	2010	29595	17757	20717	3243	283
77	23000	11884	1255	30850	18510	21595	4490	1405

جدول شماره (۱)

نتیجه :

همانطور که مشخص شد بدون استفاده از روشهای مدیریت مصرف رفع خاموشی و جبران کمبود توان میسر نبوده و این روشها نیز کاملا" عملی ، مؤثر ، کم هزینه و بنفع هم شرکت بهره‌برداری و هم مصرف کننده میباشد . در پایان امیدواریم که مسئولین امر با توجه بیشتر به مدیریت مصرف (D.S.M) و با همکاری صاحبان صنایع براحتی و به سرعت بتوانند مشکلات کنونی کمبود برق را مرتفع سازند.

منابع :

۱ - آمار تفصیلی صنعت برق ایران در سال ۶۷ - وزارت نیرو

2 - Electric Power In Iran 1990 - Ministry of Energy

۳- صنعت برق ایران در سال ۱۳۶۷ - وزارت نیرو

۴- صنعت برق ایران در سال ۱۳۶۸ - وزارت نیرو

۵- بهینه سازی مصرف برق - دکتر بهدشتی - سمینار بهینه‌سازی (۶۹)

۶- سیستمهای جذبی - آقامیری ، جمشیدی - دانشگاه امیرکبیر

۷- کنترل توان مصرفی - کریمی ، کوهساری - دانشگاه امیرکبیر

8 - E.M.VARDAMAN " INTEGRATING A LOAD-MANAGEMENT COMPUTER .." - IEEE.CAP88

۹- روشهای مخابراتی برای SCADA - مجله برق شماره ۷

10 - D.TRODEAV "INTEGRATING AM/FM MAPS WITH DSCADA" - IEEE PD. 1990

۱۱- روشی مؤثر دراصلاح ضریب بسار و ... اعلمی ، آقامیری - هفتمین کنفرانس بین‌المللی برق (۷۱)