

## برنامه‌های موفق کاهش سریع مصرف برق در دنیا

امیر شریف یزدی<sup>۱</sup>، مجيد خانقلی<sup>۲</sup>

حکیمہ:

گرمایی زیاد هوا، خشکسالی، قطعی نیروگاه یا خطوط انتقال، موجب کمبود غیرمترقبه آنی تامین برق می شود. راه سنتی حل مشکل کمبود تولید، اعمال خاموشی به مشترکین است. ولی خاموشی بیش از یکی دو ساعت، از نظر اقتصادی، اجتماعی و سیاسی، قابل قبول نیست. راه دیگر، اجزای برنامه های کاهش سریع مصرف برق، با ترکیبی از اقدامات فنی بهبود بازده انرژی و تغییر رفتار مشترکین می باشد. طی سال های اخیر در کشورها و مناطق متعددی مانند بزرگ، زلاندو، نروژ، کالیفرنیا و توکیو، چنین برنامه هایی طرف تنهای چندروز تا چندماهه اجرا شده؛ و تا ۲۰ رصد تقاضای برق کاهش یافته، نکته مهم، کاهش تقاضا بدون خسارations قابل ملاحظه اقتصادی، برخلاف کشورهای بدن برنامه و سازمان دهنده قوی، بوده است. صرفه جویی به دلیل افزایش احتمال حوادث اهمیت بیشتری یافته: تجدید ساختار و آزادسازی بازار برق کاهش ظرفیت رزرو و آسیب پذیری بیشتر آن شده و تغییرات شدید آب و هوایی، تاثیر فزاینده ای بر این مفصل داشته است. مدل سازی رفتار اجتماعی برای کاهش سریع مصرف، حتی در کشورهایی که به پایداری نسبی در میزان تقاضا رسیده اند، بسیار دشوار است و عملاً همانند جبهه ای سیاه، ورودی و خروجی ها نشان داده می شوند. مشکل مضاعف کشور ما، تعریفه های ارزان برق و رشد دست کم ۶ رصدی مصرف، حتی در خاموشی تابستان ۸۷ و علی رغم کاهش ۵۰ درصدی روشانی معابر، تبلیغات گسترد و خاموشی اجرایی برخی صنایع بوده است. اگرچه در بهار ۸۸ رشد نزدیک به صفر به دلایلی مانند توزیع گسترده لامپ های کم مصرف، خنکی حدود ۴ درجه ای هوا نسبت به سال ۸۷ (تاثیر هر درجه خنکی هوا حدود یک درصد کاهش بیک است) و رکود برخی مشاهده شد، اما ریشه های اصلی رشد نامتعارف مصرف به قوت خود باقی هستند. در این مقایله برخی از زمینه های قابل گویرداری؛ به ویژه با توجه به توصیه های آؤانس جهانی انرژی، و همچنین نتایج برخی اقدامات داخلی در مناطقی مانند یزد بررسی می شود.

تاریخ دریافت مقاله:

۸۷/۱۰/۲

تاریخ پذیرش مقاله:

八七/一〇/一九

## كلمات کلیدی:

$\textcircled{O}$  .  $\textcircled{O}$   $\textcircled{O}$

•

ଓ ০ ০ . ০ ০

•

Sharifyazdi@gmail.com ۱) شرکت برق منطقه‌ای یزد

Khangholi-majid@yahoo.com

## مقدمه

تقریباً تمامی مناطق دنیا، کمبودهای عمدۀ و ناگهانی در تولید و تامین برق را دست‌کم یک‌بار تجربه نموده‌اند. چنین کمبودهایی با علایم وقوع فزاینده؛ ممکن است به‌دلیل کاهش تولید نیروگاه‌های آبی در اثر خشکسالی، خروج نیروگاه، یک موج هوای گرم، کمبود ظرفیت یا حادثه‌ای جزیی در شبکه‌های انتقال و توزیع؛ از چند ساعت تا چند سال رخ دهد. در این بحران‌ها، زیربنای تحويل برق به مشترکین سالم باقی‌مانده ولی امکان تامین مطلوب و کافی برق در حد تقاضا وجود ندارد. زمان پایان بحران نیز عموماً قابل تخمین است: باران مخازن و دریاچه سده را مجدداً پر می‌کند، نیروگاه تعمیر می‌شود، موج هوای گرم فروکش می‌نماید و ظرفیت کامل انتقال بازیابی می‌شود. فرض طراحان تجهیزات و مقامات رسمی، ثبات نسبی میزان تقاضا؛ با توجه به برآوردها؛ می‌باشد. هنگامی که کمبود تولید مختصّری حادث می‌شود، می‌توان با استفاده از قراردادها و تفاهمنامه‌های کاهش بار منعقده با صنایع، و برخی از ابزارهای فنی کاهش تقاضا و افت مختصّر فرکانس کمبود را جبران نمود.

ولی مواردی پیش می‌آیند که این روش‌ها کافی نیستند. برای بسیاری از طراحان که عملتاً با سمت تولید و تامین برق آشنا هستند، اعمال خاموشی‌های گستردۀ تنها راه حل است. آیا می‌توان تقاضای برق را؛ دست‌کم به‌طور مؤقت و در عین حال با سرعت؛ کم کرد، بدون اینکه خسارات قابل ملاحظه اقتصادی یا خرابی‌های فراگیر رخ دهند؟ بسیاری از کشورها با چنین وقایعی روبرو شده و با موفقیت از فروپاشی شبکه و خاموشی‌های گستردۀ از طریق اجرای برنامه‌های کاهش مصرف سریع در مدت کوتاه جلوگیری نموده‌اند. البته کاهش سریع مصرف برق با برنامه‌های کاهش تدریجی مصرف برق تفاوت‌ها و همچنین شبهات‌هایی دارد.

به‌دلیل تحولات زیست محیطی، خصوصی‌شدن فزاینده صنعت برق در دنیا و نگاه اقتصادی‌تر به سرمایه‌گذاری تاسیسات برق، دفعات وقوع این حوادث افزایش یافته‌اند، از این‌رو مرور تجارب موفق و ناموفق مواجه با کمبودهای عمدۀ سال‌های اخیر، اهمیت مضاعفی یافته است.

بسیاری از تجارب یاد شده سخاوت‌مندانه و حتی با افتخار توسط دانشگاه‌ها یا سازمان‌های دولتی کشورهای اجرائ‌کننده، به‌تفصیل منتشر شده‌اند. آزادسازی جهانی انرژی نیز جمع‌بندی و توصیه‌هایی براساس این گزارش‌ها نموده [۱] که در این مقاله بررسی و زمینه‌های قابل الگوبرداری معرفی می‌شود.

## بررسی علل فزاینده کمبودهای عمدۀ و ناگهانی سال‌های اخیر

جدول ۱ فهرست مهمترین وقایع سال‌های اشاره شده و علل آنها را نشان می‌دهد [۱].



خاموشی سال ۲۰۰۱ کالیفرنیا؛ مشهورترین بحران برق سال‌های اخیر در دنیا؛ خشکسالی و هوای سرد سال‌های ۲۰۰۲ و ۲۰۰۳ و خالی شدن چندباره مخازن سدها در نروژ؛ و احتیاطهای منطقی اینمی و خارج نمودن نیروگاه‌های هسته‌ای در تابستان ۲۰۰۳؛ که وضعیت توکیو را تا مرز یک خاموشی گسترده برده؛ از این موارد هستند.

وقایع ذکر شده در جدول ۱ تنوع علت‌ها را نشان می‌دهد. رخدادهای آب و هوای غیرمعمول، مانند خشکسالی، موج هوای خیلی گرم یا خیلی سرد، سیل و طوفان، علل عمدۀ را تشکیل می‌دهند؛ هرچند هنوز هم خطاهای مکانیکی یا خروج‌های خودکار تجهیزات، برای احتیاطهای اینمی و یا پرهیز از فربویاشی، سهم قابل ملاحظه‌ای دارند. برخی از این وقایع به‌دلیل تجدید ساختار رخ داده‌اند و یا به این دلیل تشدید شده‌اند. با این حال همه آنها دو جنبه فیزیکی مشترک دارند: زیرساخت‌های تحويل برق به مشترکین اساساً سالم مانده‌اند؛ مدت کمبود با تقریب قابل قبولی مشخص می‌باشد؛ برطرف شدن سرما یا گرمای شدید هوا، شروع بارندگی، تعمیر خط انتقال و مواردی از این قبیل. شکل ۱ خلاصه علل را نشان می‌دهد.

جدول (۱): فهرست خاموشی‌های گستردهٔ غیرمتربه

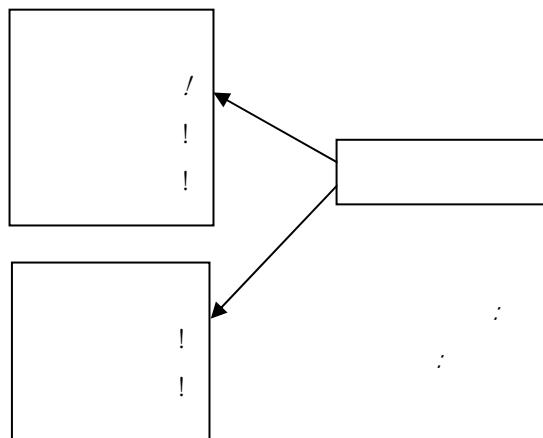
کشور و تاریخ	علت اصلی (آن) خاموشی گسترده	دیگر جنبه‌های مرتبط
امریکا - شیکاگو ۱۹۹۵	اضافه‌بار شدن ترانسفورماتورها با افزایش مصرف در هوای گرم	تسخیر و اشتباه در توسعه و نوسازی زیرساخت‌ها
جنوب استرالیا ۱۹۹۸	انفجار تاسیسات پالایش گاز و محدودیت تامین گاز نیروگاه‌ها	احتمالاً تحولات بازار برق
برزیل ۲۰۰۱	خشکسالی و افزایش مصرف ناشی از بهبود وضع اقتصادی	ناکامی تجدیدساختار جزئی، در افزایش منابع تأمین برق
سوئد ۲۰۰۱	برودت شدید هوا و افزایش مصرف مورد انتظار آغاز هفتة	کاهش انتطاف نیروگاه‌های پیک بار پس از استقرار بازار برق
کالیفرنیا ۲۰۰۱	خروج و در دست تعمیر بودن تعداد زیادی نیروگاه‌ها، کاهش واردات برق	تجددی ساختار ناقص، کمبود گاز طبیعی، خشکسالی مناطق مجاور، اثرگذاری نیروگاه‌های مستقل بر بازار برق
زلاندو ۲۰۰۱	خشکسالی	
زلاندو، آکلند ۲۰۰۱	قطع شدن خط انتقال	
توكیو ۲۰۰۳	خروج نیروگاه‌های هسته‌ای	ناکافی بودن اینمی نیروگاه‌های هسته‌ای، محدودیت‌های متعدد اتصال به شبکه‌های مجاور
امريکا/جزيره پرسک ۲۰۰۳	تخرب تاسیسات خنک‌کننده نیروگاه توسط طوفان و سیل	ممنوعیت تامین برق مناطق دوردست با خطوط انتقال
زلاندو ۲۰۰۱	خشکسالی	پلاتکیفی آینده بازار برق و کاهش رغبت به احداث نیروگاه جدید
نروژ ۲۰۰۳-۲۰۰۴	خشکسالی، زمستان سیار سرد و زودهنگام	کاهش نیروگاه‌ها پس از تجدیدساختار
اوونتاریو ۲۰۰۳	طولانی شدن زمان راهاندازی مجدد نیروگاه‌های هسته‌ای پس از خاموشی گسترده	وقوع حادثه در منطقه وابسته به نیروگاه‌های هسته‌ای
ایتالیا ۲۰۰۳	هوای گرم و کاهش غیرمنتظره واردات برق	اشتباه در نساختن نیروگاه‌های جدید برای چندین سال، همزمانی با کاهش توان تولید مزاعع برق بادی آلمان
فرانسه ۲۰۰۳	افزایش مصرف و کاهش تولید نیروگاه‌ها ناشی از گرمای هوا و خشکسالی	همزمانی با تعمیرات دوره‌ای نیروگاه‌های هسته‌ای، عدم امکان بهره‌برداری از دیگر نیروگاه‌ها به‌دلیل رسیدن به مرز محدودیت‌های حرارتی رودخانه‌ها
جنوب کالیفرنیا ۲۰۰۳	قطع شدن شبکه‌های انتقال در اثر آتش‌سوزی جنگل	



البته هدف اصلی کاهش سریع مصرف، پرهیز از خاموشی گستردگی باشد، ولی پس از خاموشی گستردگی هم غالباً نیاز به این کاهش سریع وجود دارد. سیستم‌هایی با وابستگی زیادی به انرژی هسته‌ای، آسیب‌پذیری بیشتری دارند، زیرا راهاندازی مجدد این نیروگاه‌ها، نسبت به نیروگاه‌های با سوخت فسیلی، زمان بیشتری نیازدارد. در فروپاشی شبکه اوتاریو و شمال امریکا، ۵ واحد از ۱۲ نیروگاه هسته‌ای تا یک هفته بعد هنوز خارج از مدار بوده‌اند ولی اکثر نیروگاه‌های فسیلی تا ۲۴ ساعت بعد به مدار بازگشته بودند.

خاموشی‌های گستردگی از نظر تعداد و احتمالاً شدت و گستردگی، رویه افزایش هستند. تجدید ساختار و آزادسازی بازار برق، باعث کاهش ظرفیت‌های رزرو تولید و انتقال برق شده است. بهره‌برداران شبکه‌های تامین سوخت، مانند خطوط لوله، تاسیسات ذخیره‌سازی سوخت و حمل زغال‌سنگ؛ نیز به دنبال بهره‌برداری با حاشیه رزرو کمتری هستند. نتیجه این رویکردها، افزایش آسیب‌پذیری سیستم تامین برق می‌باشد.

تغییرات آب و هوای جهانی هم می‌تواند تشديك‌کننده اين معضل باشد. اين تغييرات ابتدا با بزرگترشدن و افزایش دفعات رخداد پدیده‌های آب و هوایی؛ حتی با تعییر انداز مقادیر ميانگين [۲] و سپس به صور خشکسالی و سيل و طوفان یا شدت گرما و سرمایي بيشتر و ديگر وقایع پدیدآورنده بحران‌های کوتاه‌مدت برق، نمایان می‌شوند. به موازات اين موضوع، گسترش شهرنشيني، نياز به تهويه مطروع فزيونده‌اي در هوای گرم ايجاد می‌کند. بسياري از اين موارد به عنوان علل خاموشی تابستان ۸۷ ايران نيز قابل بررسی و طبقه‌بندی هستند.



شکل (۱): علل و مدت کمبود ناگهانی برق

#### تفاوت سیاست‌های کاهش سریع و تدریجی

:



Ô Ô Ô Ô Ô Ô . !

. Ô Ô Ô . !

Ô Ô Ô Ô Ô Ô . !

Ô .

Ô .

Ô .

Ô Ô Ô Ô Ô Ô Ô .

Ô Ô Ô .

Ô Ô Ô Ô Ô Ô Ô Ô . !

Ô Ô [ ] .

Ô Ô Ô Ô Ô Ô Ô Ô .

. Ô Ô . !

. Ô Ô Ô Ô Ô Ô Ô Ô .

Ô Ô Ô .

ÿ

Ô Ô Ô Ô Ô .

Ô .

Ô Ô Ô Ô Ô Ô .

Ô Ô Ô Ô Ô Ô Ô Ô .

(



○ ○ ○ ○

## دسته‌بندی اقدامات کاهش سریع مصرف

! : ( ) ! : !

جدول (۲): مقایسه شرایط و اهداف در کاهش سریع و کاهش تدریجی مصرف برق

کاهش سریع	کاهش تدریجی	
امکان اجرا و هدف‌گذاری برای کاهش کوتاهمدت	هدف گذاری برای کاهش دائمی-پایداری و برگشت‌نایابی	۱
امکان بروز خسارات سریع و گسترده اقتصادی	واقعیت خسارات تدریجی اقتصادی	۲
نقش محدودتر قیمت انرژی؛ ضرورت نزخ تشویقی/انتسابی ویژه	نقش کلیدی قیمت عادی	۳
احتمال تاثیر شدید سیاسی و برکناری مدیران	برنامه‌ریزی بلندمدت در ثبات سیاسی	۴
اهمیت بسیار زیاد اقدامات تغییر رفتار	اهمیت بیشتر اقدامات فنی	۵
ناچاری تصمیم‌گیری برمنای اطلاعات با قابلیت اطمینان کمتر	امکان برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری دقیق‌تر	۶
احتمال انجام فعالیت‌های پراکنده، گسترده، کم‌اثر و بدون هدف با توجیه شرایط اضطراری	فرصت کافی برای برنامه‌ریزی مناسب	۷

اقدامات فنی یا روش‌های بهبود بازده: اقدامات فنی کاهش سریع مصرف برق، شبیه فعالیت‌های مدنظر در کاهش مصرف متعارف و تدریجی هستند، به این تفاوت که به منظور تاثیر سریع‌تر و بیشتر، با یارانه‌ها یا روش‌های ارائه و تحويل ویژه همراه هستند. این فعالیت‌ها با سه مثال تشریح می‌شوند:

حدود ۸٪ از برق مصرفی در صنایع امریکا برای تولید هوای فشرده استفاده می‌شود. بخش زیادی از این انرژی به دلیل نشت، تلف می‌شود [۴] از این رو سیستم‌های هوای فشرده هدف مناسبی برای صرفه‌جویی انرژی هستند.



در کالیفرنیا گروه‌های بازرگانی تنظیم تجهیزات هوای فشرده تشکیل و پشتیبانی شدند. تنها در اثر این اقدام، در ۸ کارخانه حدود ۲ مگاوات صرفه‌جویی به دست آمد.

جایگزینی لامپ‌های روشنایی با لامپ کم‌صرف، اولین و رایج‌ترین اقدام فنی است. مشترکین برق کالیفرنیا

نزدیک به ۸ میلیون لامپ کم‌صرف طی دوره بحران نصب کردند. با این اقدام حدود ۵۰۰ مگاوات از مصارف کاهش یافت<sup>[۵]</sup>. در شهرهای کالیفرنیا میلیون‌ها لامپ نشانگرهای راهنمایی و رانندگی با لامپ‌های LED جایگزین شد. هر جایگزینی حدود ۸۰ وات صرفه‌جویی به همراه داشت. مصارnahme جایگزینی تجهیزات برقی قدیمی با انواع جدید دارای گواهی و برچسب استاندارد پر بازده، به مشترکین توصیه می‌شد.

بازگشت به استفاده از سوخت به جای برق: بازده نیروگاه‌های چرخه ترکیبی به عنوان بهترین بازده نیروگاه‌های

حرارتی حدود ۵۰ تا ۶۰ درصد است (در ایران میانگین بازده نیروگاه‌های حرارتی حدود ۳۷٪ می‌باشد). از این‌رو بازگشت به استفاده از سوخت به جای برق؛ صرفه‌جویی قابل ملاحظه‌ای به همراه دارد. از برق برای گرم‌کردن هوا یا آب به ویژه در مناطق با جمعیت پراکنده استفاده می‌شود. زمینه‌های عملی زیادی در استفاده مستقیم از گاز طبیعی یا نفت یا حتی هیزم برای تامین گرمای مطلوب وجود دارد. به عنوان مثال در نروژ و زلاندنو در زمان بحران، گرم‌کردن هوا و آب به وسیله دیگ‌ها و بخاری‌های هیزمی قدیمی انجام شد. اگرچه این روش عمدتاً در سرمای زمستان مفید است، ولی گاهی برای اوج مصرف تابستان هم کارآیی دارد: بزرگ‌ترین ها آبگرم‌کن‌های برقی خود را با انواع گازی جایگزین نمودند. هر جایگزینی حدود ۳ کیلووات از تقاضای برق را در زمان استفاده کاهش داد.

**میزان تأثیر اقدامات فنی:** اصلاحات فنی نیازمند امکانات و توانمندی زیربنایی برای تولید یا سفارش و نصب تجهیزات در مدتی کوتاه هستند. این گستره از خلقت تولید کارخانه‌ها تا پرسنل ماهر نصب تجهیزات را شامل می‌شود. در بیشتر موارد زمان یا توانمندی زیربنایی کافی برای دستیابی به کاهش مصرف قابل ملاحظه وجود ندارد. به عنوان نمونه در نروژ سیستم و برنامه‌های ویژه و ضربتی برای نصب پمپ‌های حرارتی، سیستم‌های مدیریت انرژی و بخاری‌های هیزم‌سوز مدنظر قرار گرفتند. پرسنل فنی به صورت فشرده و با عجله نصب تجهیزات را انجام می‌دادند. اما نمی‌توان گفت که این اقدامات بحران کمبود برق را برطرف کرده است. اما به عنوان مثال از موارد آمادگی، در کالیفرنیا از قبل شبکه‌ای برای تحویل تدریجی تجهیزات صرفه‌جویی انرژی وجود داشت. این سیستم که هنوز ناکافی بود، توانست به سرعت فعالیت‌های خود را برای جبران کمبودهای بحران، به میزان قابل ملاحظه افزایش دهد. مناطقی که نسبت به خاموشی‌های گسترده آسیب‌پذیر هستند، می‌توانند برنامه‌های صرفه‌جویی تدریجی خود را به عنوان پشتیبان اجرایی، شبیه استفاده از بیمه، برای کاهش مصرف حین بحران، تقویت نمایند.



**سیاست‌های تغییر رفتار:** دشواری انجام اقدامات فنی در سطح وسیع، انگیزه‌ای برای توجه بیشتر به نوع دیگر اقدامات یعنی تغییر موقعت رفتار مشترکین می‌باشد. ابزار این تغییرات، معمولاً رسانه‌ها و سلسله عملیات هماهنگ و متمرکز برنامه‌ریزی شده از طریق آنها؛ در کنار دیگر فعالیت‌ها و سیاست‌های تقویت پیام کاهش مصرف است. مراحل کلیدی برنامه‌های موفق در زیر شرح داده شده‌اند.

هدف نهایی، مقاعده نمودن مشترکین برای پذیرش و انجام رفتارهای منجر به کاهش مصرف برق در حین بحران است، ولی غالباً نیاز به تعیین اهداف میانی هم می‌باشد.

ابتدا باید مشترکین مقاعده شوند که واقعاً بحران وجود دارد. گاهی مشترکین بحران را مرتبط با تجدید ساختار و بهانه‌ای برای گرانی می‌بینند. در نروز، زلاندنو و برزیل از روش ساده قانع نمودن مردم با نمایش مخازن خالی سدها استفاده شده، ولی بهویژه در کالیفرنیا و توکیو انتقال پیام دشوارتر بوده و ابتدا برای غلبه بر عدم اعتماد عمومی و تصور ساختگی بودن بحران، اقدام شده است.

حل بحران نیازمند برقراری ارتباط با رفتارهای شخصی است. در کالیفرنیا و نیز زلاندنو برای مشترکینی که بیش از اهداف تعیین شده، صرفه‌جویی کرده بودند، جوازی در نظر گرفته شد. در طرح کالیفرنیا، برای کاهش  $20\%$  در مصرف برق نسبت به دوره مشابه،  $20\%$  تخفیف در مبلغ قبض در نظر گرفته شد. درحالی که در زلاندنو طرح "۱۰ برای ۱۰" به منظور کاهش  $10\%$  از مصرف برق به مدت  $10$  هفته؛ تا زمان مورد انتظار برای شروع فصل باران؛ مطرح گردید. قوانین برزیلی‌ها، سخت‌گیرانه‌تر بود: کاهش  $20\%$  از مصرف نسبت به دوره مشابه سال قبل، توسط کلیه مشترکین. جریمه تخلف، قطع اشتراک برق اعلام گردید؛ اگرچه علاوه‌نیازی به اعمال آن نشد.

مشترکین نیازمند آموزش نحوه انجام اقدامات صرفه‌جویی به صورت موثر می‌باشند. در رسانه‌ها باید فهرست بلند بالای اقدامات قابل اجرا، به فهرست کوتاهی که مشترکین بتوانند به خاطر سپرده و انجام دهنند، تبدیل شود. اقدامات فنی؛ مانند جایگزینی لامپ‌های کم‌صرف؛ می‌تواند موجب تقویت و حفظ این پیام در سلسله عملیات باشد.

برای پایدارنگه داشتن مشترکین؛ به تمهد و همکاری کاهش مصرف؛ نیاز به اقدام از جهات مختلف و از طریق تبلیغات مستمر می‌باشد. در نروز، زلاندنو، برزیل و کالیفرنیا، استفاده از طنز و فکاهی در نمایش‌های تلویزیونی و آگهی‌ها و تبلیغات روزنامه‌ای و دیگر موارد چاپی، نقش مهمی در تشویق مردم به صرفه‌جویی داشت. اما در توکیو تقریباً از این ابزار استفاده‌ای نشد.



در بزریل، توان صرفه‌جویی گروه‌های مختلف، به رقابت گذاشته شد. تلویزیون‌های بزریل هر روز هنگام غروب، سطح آب پایین پشت سدها را نشان می‌دادند. در کالیفرنیا و توکیو وبسایت‌هایی راه‌اندازی شد [۶]، [۷] و [۸] که به مشترکین اجازه می‌داد وضعیت و اطلاعات توان تولید و نیاز مصرف را به طور زنده و در زمان واقعی مشاهده کنند.

همزمان فعالیت‌های صرفه‌جویانه نمادینی در مکان‌هایی مانند خواربار فروشی و اخذیه فروشی که مشتریان زیادی دارند، انجام شد. این اقدامات برای متقدعد کردن مشترکین درباره جدی بودن بحران و ناگزیر بودن از صرفه‌جویی عمومی انجام شد.

مزیت برنامه‌های کاهش مصرف از طریق تعییر رفتار، امکان اجرای تقریباً فوری است. شرکت برق سوئد در یک جمعه بسیار سرد متوجه ناکافی بودن ظرفیت برای تامین باز ابتدای هفته کاری در روز دوشنبه باز هم سردد و به همراه تقاضای صنایع؛ شد. از این‌رو با صدور بیانیه‌ای رسمی از مشترکین تقاضا شد از هرگونه افزایش مصرف در روز دوشنبه خودداری نمایند. مشترکین این همکاری را انجام گردند. برنامه ۲۰-۲۰ کالیفرنیا و برنامه جیره‌بندی بزریل (حداکثر ۸۰٪ مصرف دوره مشابه سال قبل) تنها طی چند هفته طراحی، معرفی و اجرا شدند. رسانه‌ها، با تکیه بر تجارب و قابلیت‌ها، تنها طی چند روز برنامه‌های خود را برای ارائه تبلیغات آماده نمودند. اما میزان و مدت استمرار صرفه‌جویی انرژی، کمتر از اقدامات فنی؛ قطعیت دارد. بهترین ترکیب از اقدامات (فنی و رفتاری) برای هر بحران کمبود عمدی، به نوع کمبود (ظرفیت یا انرژی)، وسعت ابزارهای تشویقی و اطلاع‌رسانی، و مدت بحران مورد انتظار، بستگی دارد.

### اقدامات استثنایی کاهش سریع مصرف

پتانسیل برعی از اقدامات استثنایی تنها در زمان یک بحران آشکار می‌شوند. نرخ تورم در بزریل برای چندین سال، زیاد و حتی در مواردی به ۴۰٪ در ماه رسیده بود. روش بزریلی‌ها برای مقابله با این معضل، خرید همه خواراک و خواربار مورد نیاز ماهانه؛ به محض دریافت حقوق و قبل از کم ارزش‌ترشدن ارزش پول؛ بود. میلیون‌ها نفر فریزرهایی برای ذخیره کردن خواراکی‌ها تا زمان دریافت حقوق بعدی، خریداری کردند. در زمان بحران کمبود برق، نرخ تورم به میزانی کم شده بود که قیمت خواراکی‌ها ثبت شده، نیازی به چنین اقدامات ذخیره‌سازی حاد نبود. اکثر مصرف کنندگان حتی با وجود عدم نیاز، فریزرهای را نگه داشته بودند. پس از شروع بحران، مسئولین کشور مشترکین را متقدعد کردند که فریزرهای را خاموش کنند. میلیون‌ها بزریلی، استفاده از فریزر را کنار گذاشتند. اغلب مشترکین به ۲۰٪ کاهش مصرف اعلامی دولت، تنها با همین اقدام دست یافتند.

صنایع دارای قرارداد بلندمدت و ثابت خرید برق، در صورت داشتن اجازه بازفروش برق به نرخ بازار، می‌توانند منابع تامین مناسبی طی دوران بحران باشند. در نروژ، زلاندنو و ناحیه شمال‌غرب امریکا، صنایع ذوب آلومینیوم و دیگر مواد

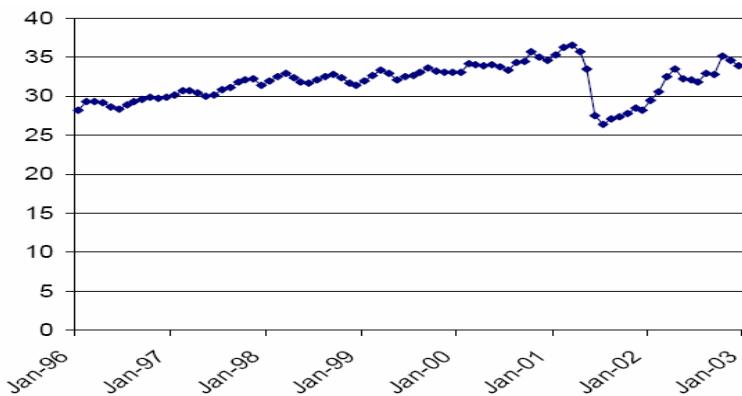


معدنی؛ مستقلان و سخاوتمندانه و در مواردی بازفروش دیماند خریداری به بهای توافقی، حجم قابل ملاحظه‌ای از مصرف برق را کاهش داده و از وقوع بحران جلوگیری نمودند. به عنوان نمونه تنها در شمال غرب امریکا، ۵۰۰۰ همگاوات همکاری کاهش مصرف صنعتی؛ عمدتاً از طریق باخرید دیماند صنایع آلومینیوم، معادل کل کاهش مصرف ۱۵ درصدی تحقیق یافته در کالیفرنیا؛ انجام شد [۹].

### نحوه اندازه‌گیری یا برآورد درصد کاهش مصرف، هزینه‌ها و خسارات احتمالی

اندازه‌گیری میزان صرفه‌جویی انرژی، به دلیل تفاوت بین دوره بحران و دوره عادی؛ دشوار است. تقریباً تمامی تخمین‌ها شامل برآوردهای تعديل مصرف، مناسب با شرایط آب و هوایی ویژه دوره بحران؛ به همراه مولفه عدم قطعیت؛ می‌باشد. به عنوان نمونه، توکیو یکی از سرددترین تابستان‌های تاریخ خود را طی دوره بحران داشت، از این‌رو تصحیح برآورد مصرف، مناسب با شرایط آب و هوایی، عدم قطعیت قابل ملاحظه‌ای در برآوردها وارد می‌نماید.

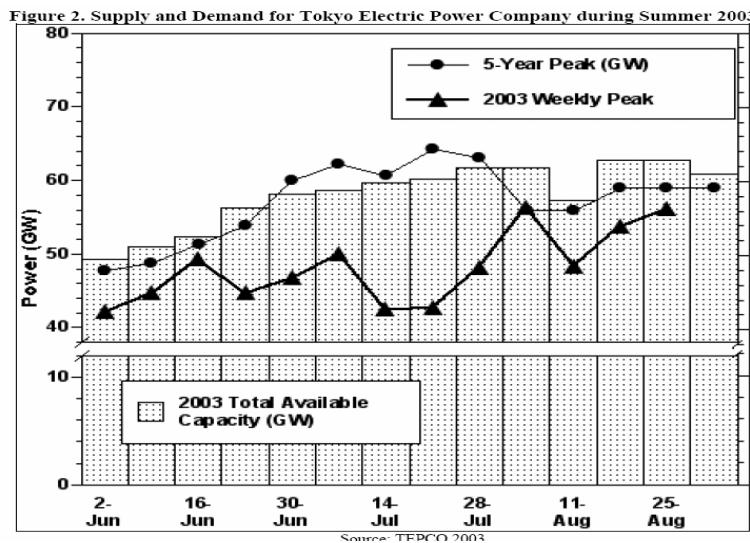
برنامه‌های صرفه‌جویی کالیفرنیا برای کاهش اوج مصرف تنظیم شده بود، با وجود این کاهش مصرف انرژی برق نیز بیش از ۱۰٪ بوده است. بیشترین صرفه‌جویی مشاهده شده در بزریل بوده است. سرعت اجرا و مدت ماندگاری آثار این برنامه، در شکل ۲ نشان داده شده [۱۰] :



شکل (۲): میانگین مصرف برق (GW) در بزریل از ۱۹۹۶ تا ۲۰۰۳ (کاهش مصرف ۲۰ درصدی)

در زاین کمترین میزان کاهش در میان موارد بررسی شده معادل ۳٪ به دست آمده است. برخی مدارک حاکی از بزرگتر بودن پتانسیل واقعی صرفه‌جویی می‌باشند که احتمالاً به دلیل خنکی نامتعارف تابستان پنهان مانده است [۱۱]. با این وجود، همین صرفه‌جویی مختصر از وقوع خاموشی گسترده جلوگیری نموده است: برای بیشتر هفتنه‌ها شرکت برق توکیو، ظرفیت

کافی برای تامین تقاضا داشته است. ولی همانطور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود در هفته سوم ژوئن، انرژی صرفه‌جویی شده تقریباً برابر تفاوت تقاضای واقعی و ظرفیت درسترس عملی بوده است. بهیان دیگر در صورت نبود چنین صرفه‌جویی و حاشیه امنیتی، وقوع یک فروپاشی محتمل بود.



شکل (۳): تاثیر برنامه کاهش ۳ درصدی توکیو در یک نوبت کمبود عمدۀ

این نتایج، دو جنبه مهم از بحران برق را نمایان نمی‌سازد:

هزینه‌های برنامه صرفه‌جویی و جلوگیری از بحران چقدر بوده است؟ اطلاعاتی درباره هزینه‌های مستقیم دولت

وجود دارند، ولی این هزینه‌ها احتمالاً نمی‌توانند تمامی خسارات تغییر و تعویق برنامه‌های عادی تولید و روال زندگی را نمایان سازند.

این نتایج، حوزه فعالیت‌های اقتصادی عادی دائمی را طی این بحران، نشان نمی‌دهد. در صورت وقوع خاموشی گسترده و مکرر، امکان تداوم تولید وجود ندارد. تجارت ایتالیا دقیقاً در نقطه مقابل تجربه کشورهایی است که برنامه‌های کاهش مصرف را با موفقیت اجرا نموده‌اند. بهدلیل ضعف شفافیت، برنامه‌ریزی و عملیات موثر برای مقابله با بحران، برق مشترکین بزرگ صنعتی به تناوب و بدون هشدار و اطلاع‌رسانی، قطع می‌شد. هنگامی که کاهش تقاضاً کافی نبود، برق مناطق تصادفاً و بدون هشدار، به صورت گسترده قطع می‌شدند. عدم امکان برنامه‌ریزی، منجر به بروز مشکلات متعدد و وضعیت غیرعادی و دلسوزی برای سرمایه‌گذاری جدید گردید. بخشی از این موارد در خاموشی اخیر ایران نیز موضوعیت داشته است.



در کالیفرنیا طی ماههای قبل از بروز بحران اصلی، چند خاموشی منطقه‌ای و محدود رخ داد. این وقایع، دورنمایی از خسارات اقتصادی، بی‌نظمی، هرج و مرج و آشفتگی محتمل در صورت وقوع خاموشی‌های گسترده را نمایان ساخت.

وقتی دومین خاموشی گسترده به فاصله کوتاهی از مورد اول رخ می‌دهد، چه اتفاقی می‌افتد؟ آیا مردم انگیزه کافی برای ادامه فعالیت‌های عادی خود را خواهند داشت؟ زلاندنو دو خشکسالی با احتمال وقوع صد سال یکبار را به فاصله زمانی ۴ سال تجربه کرد. این خشکسالی منجر به کمبود گسترده برق در سال‌های ۲۰۰۱ و ۲۰۰۳ شد. صرفه‌جویی طی دومین بحران عملاً بزرگتر از اولی بود. اگرچه این بهبود باید مرتبط با دیگر فعالیت‌های پیچیده اطلاع‌رسانی و انعطاف بیشتر در قیمت‌گذاری برق نیز دیده شود.

### جمع‌بندی اقدامات و تجارب جهانی

از طریق برنامه‌های کاهش مصرف منسجم و با حمایت همه‌جانبه تنها پس از چند روز، حدود ۲۰ درصد از مصرف برق کاهش یافته است. در بیشترین موارد، برنامه‌ها کاملاً توانسته‌اند از وقوع خاموشی‌های گسترده، جلوگیری نمایند.

در شکل ۴ شش کشور و شهر موفق، در کنار دو ناحیه اونتاریو (کانادا) و آریزونا (امریکا) از نظر میزان تاثیر و همچنین فرصتی که از ابتدای هشدار جدی برای انجام هماهنگی‌ها داشته‌اند، مقایسه شده‌اند. همانطور که مشاهده می‌شود در اونتاریو با وضعیتی بدتر از سوئد فرصتی وجود نداشته و هماهنگی‌ها پس از وقوع فروپاشی انجام شدند. در آریزونا عملاً فقط طی چند روز برای کاهش ۱۰٪ از بار مصرفی هماهنگی شده است.

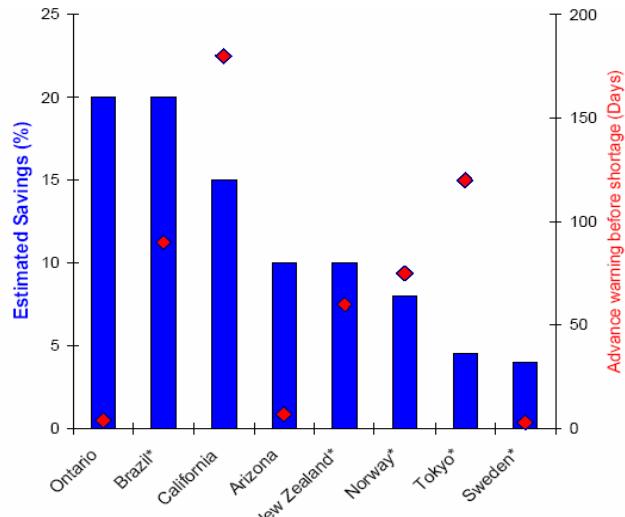
! همه کشورها از رسانه‌ها برای تشریح کمبود و تشویق و تقویت همکاری مردم به کاهش مصرف، استفاده کرده‌اند.

! در ژاپن از همکاری ستارگان سینما، در کالیفرنیا با فراخوانی کمدين‌ها، در زلاندنو، نروژ و برزیل از نمایش تصاویر مخازن خالی سدها؛ برای تقویت همکاری مردم استفاده شد.

! در کالیفرنیا تخفیف ویژه برای مشترکین با ۲۰٪ کاهش مصرف نسبت به دوره مشابه سال قبل لحاظ شد.

! در برزیل با هشدار قطع برق مشترکین مختلف، از همه مشترکین خواسته شد تا ۲۰٪ از مصرف برق خود را کاهش دهند. در خاتمه برق هیچ مشترکی قطع نشد و ۲۰٪ کاهش تنها طی دو ماه حاصل شد.

! در سوئد، طی کمبودی طولانی و یک روزه در زمستان، از مشترکین خواسته شد ترموموستات‌های خود را برروی دمای کمتری تنظیم کنند و تمامی مصرف غیرضروری برقی خود را به تعویق بیندازنند.



**شکل (۴): کاهش مصرف تخمینی و فرصت کشورها قبل از کمبود\*** (بدون وقوع خاموشی گستردگی)

پس از آتش گرفتن یک ترانسفورماتور در آریزونای آمریکا، از مشترکین خواسته شد دمای تنظیم ترموموستات‌های

خود را چند درجه افزایش دهند و زمان قطع پمپ‌های چاه خود را برای پیک تنظیم نمایند. این دو اقدام موجب

کاهش پیکبار و پرهیز از خاموشی گستردگی براحتی انجام شد.

در برزیل و کالیفرنیا دهها میلیون لامپ کم‌صرف با چندین سطح یارانه و حتی رایگان برای طبقات کم درآمد،

توزیع شد. بازار لامپ کم‌صرف در کالیفرنیا به‌طور قابل ملاحظه تغییر یافت و به میزان چند برابر سرانه بازار در

باقیه نقاط امریکا افزایش یافت.

میلیون‌ها بزریلی فریزرها خود را در زمان بحران خاموش کردند. این اقدام به تنها برای کاهش ۲۰ درصدی

موردنیاز دولت کافی بود. استفاده از فریزر و خرید فریزرهای جدید، هرگز به سطح قبل از دوره بحران، نرسید.

در توکیو با اقدامات دقیق و پیگیری؛ صاحبان مشاغل، تجهیزات برقی کار اداری و دفتری خود را طی ساعت

ناهار خاموش و از پریز خارج کردند.

در زلاندنو حدود ۱۰٪ مصرف برق خانگی، مصرف حالت انتظار وسایلی مانند تلویزیون، VCR، اجاق

مايكروويف، ماشین لباسشوبي، رايانيه و چاپگر بود. مشترکین تشویق شدند تا هنگامی که با اين تجهيزات کار

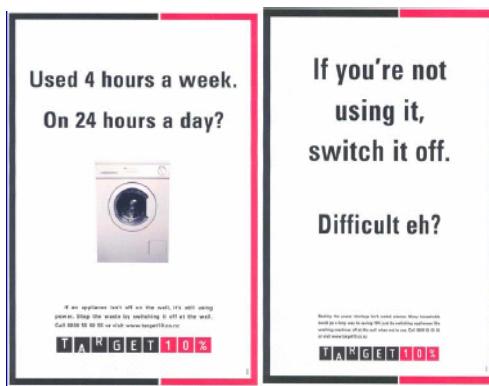
ندارند آنها را خاموش و از پریز خارج نمایند. شکل ۵ نمونه تبلیغات آموزشی، انگیزشی و اطلاع‌رسانی برنامه

هدف ۱۰٪ (TARGET 10%) را نشان می‌دهد. پیام، کوتاه با طنز یا پرسش بوده برای علاقمندان، چند

سطر توضیح بیشتر در پایین اعلان ارائه شده است.



در کالیفرنیا حدود یک میلیون لامپ چراغ‌های راهنمایی و رانندگی با لامپ‌های LED پربازده جایگزین شد و حدود ۰۰۰۰۰ مگاوات؛ معادل برق موردنیاز برای تامین ۶۰ هزار خانه؛ صرفه‌جویی شد.  
قیمت زیاد برق طی دوران کمبود، باعث توقف فعالیت برخی از صنایع پرمصرف دارای قراردادهای بلندمدت و قیمت ثابت برق شد. آنها برق پیشخرید شده را با سود قابل ملاحظه بازفروش کردند. در شمال غرب امریکا و پس از آن در کالیفرنیا، چندین کارخانه ذوب آلومینیوم، فعالیت‌های تولید را متوقف و ۵۰۰۰ مگاوات برق را بازفروش نمودند. این نوع اقدام بهنهایی از بروز خاموشی‌های گستردگی و متعددی جلوگیری نمود.  
بسیاری از کارخانه‌های توکیو با تغییر برنامه تولید و تعطیلات سالانه، فعالیت ایام اوج مصرف را متوقف نمودند[۱۲].



شکل (۵): نمونه اعلان‌های عمومی طرح کاهش ۱۰٪ زلاندنو

### الگوهای قابل استفاده در ایران و تجارت ملی

مدل سازی رفتار اجتماعی برای کاهش سریع مصرف، حتی در کشورهایی که به پایداری نسبی در میزان تقاضا رسیده‌اند، بسیار دشوار است و همانطور که در بخش‌های قبل نشان داده شد، عملاً همانند جعبه‌ای سیاه، ورودی و خروجی‌ها نشان داده می‌شوند. مشکل مضاعف کشور ما، تعریفهای ارزان برق و رشد دست‌کم ۶ درصدی مصرف، حتی در خاموشی تابستان ۸۷ و علی‌رغم کاهش ۵۰ درصدی روشنایی معابر، تبلیغات گستردگی و خاموشی اجباری برخی صنایع بوده است. اگرچه در بهار ۸۸ رشد نزدیک به صفر به دلایلی مانند توزیع گستردگی لامپ‌های کم‌صرف از نیمه دوم سال ۸۷ خنکی حدود ۴ درجه‌ای هوا نسبت به سال ۸۷ (تأثیر هر درجه خنکی هوا حدود یک درصد کاهش پیک است) و رکود برخی صنایع؛ مشاهده شد، اما ریشه‌های اصلی رشد نامتعارف مصرف به قوت خود باقی هستند. بهیان دیگر وضعیت زمستان ۸۷ و بهار ۸۸ نباید موجب استثنای تلقی شدن خاموشی تابستان ۸۷ گردد، دست‌کم در بخش صنعت، توسعه صنایع انرژی‌بر، حتی با تکنولوژی دست‌چندم فولاد هند و ترکیه، به صورت گستردگی تداوم دارد. از این‌رو وقفه رشد در سال ۸۸ می‌تواند موقتی باشد و ضرورت دارد آمادگی کافی برای استفاده از روش‌های کاهش سریع مصرف، ایجاد شود. باتوجه به مطالب اشاره شده



از تجارب جهانی، الگوهای تلفیقی زیر، پیشنهاد می‌شوند؛ هرچند نقش انکارناپذیر قیمت برق، به عنوان عمود خیمه صرفه‌جویی، به جای خود باقی است.

اختصاص تخفیف همکاری و آمادگی همکاری صنایع در ساعت روز (مشابه طرح‌های بازفروش)؛ در حال حاضر این همکاری به صورت محدود و غیر سازمان‌یافته و با انگیزه عمدتاً اخلاقی صنایع؛ در شرایط اضطراری انجام می‌شود. پیشنهاد می‌گردد بیش از تخفیف تعطیلات تابستانی که تقریباً معادل بازفروش برق خریداری به دو برابر بهای تحویلی است، معادل بهای انرژی ساعت اوج مصرف در قبال مصرف کاهش یافته در روز به صنایع تخفیف داده شود. لازم به ذکر است انگیزه مالی همکاری صنایع در ساعت عادی به دلیل ارزانی نسبی برق، به مراتب کمتر از همکاری در ساعت اوج مصرف است، از این رو مبلغ تخفیف باید بیشتر از تخفیف ساعت اوج مصرف باشد. شرکت برق منطقه‌ای یزد در تابستان ۸۷ در قالب پیشنهادی برای اخذ مجوزهای خاص تعرفه‌ای، اجازه تعمیم تخفیف آمادگی همکاری صنایع از ساعت اوج مصرف به کلیه ساعت را از معاونت برق و امور انرژی وزارت نیرو اخذ نمود. از آنجا که در منطقه جنوب شرق کشور نیاز مصرف ساعت میانی روز قابل ملاحظه است، این مجوز توانست در برخی روزها تا حدود ۴۰ مگاوات از خاموشی‌ها را کاهش دهد. (در گذشته به صورت اجباری و بدون قدردانی مالی از این پتانسیل استفاده می‌شد و از این رو انگیزه همکاری و تبادل اطلاعات درباره وضعیت لحظه‌ای صنعت و پتانسیل کاهش بار ضعیف‌تر بود) این مجوز می‌تواند به صورت عام در تعرفه‌ها لحاظ شده، با توجه به خسارات ملی خاموشی، اعتبارات آن نیز به صورت ملی دیده شود.

ارایه تجهیزات و خدمات رایگان خانه به خانه برای کم‌درآمدترین مشترکین و افزایش یارانه تجهیزات پربازده؛ هزینه جایگزینی تجهیزات پربازده از دیدگاه مصرف‌کنندگان غالباً زیاد؛ و از منظر بخش تولید اندک است. در مراجع [۱۳] و [۱۴] بازگشت سرمایه چند ماهه تا یک‌ساله جایگزینی رایگان لامپ‌های کم‌صرف و تجهیزات پربازده چاههای کشاورزی، از دیدگاه هزینه‌های ملی؛ نشان داده شده است. در تجربه منطقه پایلوت عشق‌آباد طبیus؛ با مشکل افت ولتاژ شبکه طولانی فشار متوسط، حدود ۱۵٪ از مصرف منطقه با توزیع شبکه رایگان لامپ کم‌صرف و نصب رایگان خازن برای الکتروموتورهای کشاورزی در مدت کوتاهی کاهش یافت. در تجربه‌ای دیگر با نصب رایگان و خانه به خانه حدود ۱۵۰۰۰ لامپ کم‌صرف بین مددجویان کمیته امداد استان یزد، حدود ۲۰٪ از مصرف برق نمونه مشترکین بررسی شده تحت پوشش طرح کم شد [۱۳]. زیرینای سازمان یافته و معتمد کمیته امداد و مددکاران آن، اجرای سریع طرح را میسر نمود. به هر حال ارزانی برق موجب کم‌توجهی مضاعف مردم شده و بهینه‌سازی آن در کوتاه‌مدت، نیازمند سرمایه‌گذاری ملی و دولتی؛ شبکه یارانه است. از آنجا که برنامه تهییه و توزیع ۱۰۰ میلیون لامپ کم‌صرف در سطح کشور در حال اجرا می‌باشد، به نظر می‌رسد پتانسیل کاهش مصارف روشنایی حتی در طبقات درآمدی فقیر روبه کاهش باشد؛ از این‌رو توجه به دیگر اقدامات بهینه‌سازی خانه به خانه، مانند بهینه‌سازی مصرف کولرهای آبی با اقداماتی مانند نصب سایبان یا رنگ‌آمیزی



بدنه و کanal‌ها با رنگ عایق سفید، آموزش استفاده از رسوب‌گیرهای ارزان و دردسترس مانند پودر ماشین لباس‌شویی و ... می‌تواند پتانسیل‌های نهفته بهینه‌سازی را در کوتاه‌مدت فعال نماید.

حذف نمادهای منفی صرف‌جویی : هنگامی که لامپ‌های روشنایی معابر روشن‌مانده در ساعت‌های اولیه صبح و روشنایی خیره‌کننده برخی سازمان‌های دولتی، مراکز تجاری، رستوران‌ها و حتی سبزی‌فروشی‌ها مشاهده می‌شود، تاثیر بسیاری از تبلیغات کاهش مصرف و ضرورت آن؛ خنثی می‌شود. ممکن است سهم نسبی این مصارف کم باشد؛ اما تاثیر نمادین آنها زیاد است. پیشنهاد می‌شود مشابه تجارت ذکر شده؛ برای رفع این نمادهای منفی در اولویت اقدام شود. به عنوان نمونه مشابه، طی سال‌های گذشته استفاده از لامپ‌های مدادی در مغازه‌های پاکستان، ممنوع و همچنین از طریق اجرایی برای عملیاتی شدن این قانون، اقدام شده است. خوشبختانه در تایستان ۸۷ ابلاغیه‌هایی برای ممنوعیت این روشنایی‌ها صادر شد، اما متأسفانه زمینه اجرایی نهادینه برای آنها کافی نیست. نیروی انتظامی کشور از نظر تعداد محدودیت دارد؛ در ایران به ازای هر ۹۰۰۰ نفر و در آلمان به ازای هر ۸۵۰ نفر جمعیت یک پلیس وجود دارد. از این‌روی چنین فعالیت‌های انتظامی مستمر، حتی در صورت وجود قانون، نیاز به نیروهای مکمل است. بر مبنای تجارت دیگر کشورها، فعال نمودن نیروهای کم‌هزینه مانند دانشجویان، با مراجعات مکرر هر هفته یا هر ۵ روز یک‌بار، و افزایش تدریجی سطح سخت‌گیری از تذکر و ابلاغ و نهایتاً اخطار کوتاه‌مدت برای قطع برق، می‌توان عده روشنایی‌های غیر استاندارد را بر طرف نمود و البته برای موارد انگشت‌شمار بی‌توجه به مراجعات چندباره، از قوه قهریه استفاده نمود. به طور خلاصه مسئله اصلی سازمان‌دهی و نه تامین مالی موضوع است.

بهره‌گیری از مشارکت و غرور ملی؛ برنامه‌ریزی و مانور آمادگی: آیا همکاری مردم بر زیل برای کاهش ۲۰ درصدی مصرف برق، بیشتر به عنوان یک نقطه ضعف دیده می‌شود و یا همانند رتبه یک آنها در فوتیال، نماد پتانسیل کار گروهی سریع و مایه سربلندی است؟ البته با برنامه‌ریزی، اجرا در مناطق نمونه و آمادگی برای اجرای چنین برنامه‌هایی می‌توان آنها را با سخت‌گیری کمتر و ادبیات ملایم‌تر نیز اجرا کرد. به عنوان نمونه و در حد یک ایده، آیا از ملت ایران، نمی‌توان تقاضا کرد، در خانه‌هایی که بیش از یک کولر دارند، برای ساعتی از روز با استقرار در اتاق‌هایی کمتر؛ یکی از کولرها را خاموش نمایند؟ به خاطر بیاوریم ۱۰٪ صرف‌جویی همگانی می‌توانست خاموشی گسترده تایستان ۸۷ را بر طرف کند. اما چنین روش‌هایی آزموده نشدن و عدمتا در ارتباط با مردم به ارائه توضیحات و درخواست‌های کلی، بسته شد. با توجه به برآورد جدی امکان تکرار چنین کمبودهایی، سنجش میزان تاثیر روش‌های مختلف در مناطق پایلوت، و بسترسازی آمادگی اجرا شیوه مانور زلزله و آتش‌سوزی؛ برای کاهش خسارات و بی‌نظمی در زمان بحران احتمالی ضرورت دارد.

توسعه استفاده از زیربنای بخش تعاوی و خصوصی : شرکت برق منطقه‌ای یزد برای توزیع لامپ‌های کم‌صرف، با پذیرش وجه پرداختی شرکت‌های تعاوی در اقساط ۸ ماهه؛ پتانسیل بخش تعاوی و از طریق آنها عده‌فروشی و خرده‌فروشی را طی سال‌های ۸۲ تا ۸۴ تقویت نمود و به عنوان نمونه از ۵ میلیون شulle لامپ یارانه‌ای طرح صایران، ۱۵٪ در استان یزد، توزیع شد. استان تهران با ۱۴٪ و خراسان با ۱۳٪ در رتبه‌های دوم و



سوم بوده‌اند. بهیان دیگر با سازوکار مناسب و تسهیلات و اعتماد بیشتر، توزیع لامپ حدود ۱۰ برابر جمعیت نسبی استان بوده‌است و بخش مهمی از این سیاست‌ها به مناطق دیگر نیز قابل تعمیم است. از آنجاکه نیروی متخصص ارزان (و نه کارگر ارزان) در کنار انرژی ارزان دو مزیت جهانی برای ایران است، سازمان‌دهی خدمات فنی ارزان قیمت و اشتغال‌زایی بهینه‌سازی مصارف، کم‌هزینه‌تر از دیگر کشورها خواهد بود.

### نتیجه‌گیری

کمبود ناگهانی برق، پدیده ویژه‌ای است و هر منطقه آن را به صورتی منحصر به فرد تجربه می‌کند. اما غالباً امکان کاهش سریع تقاضای برق وجود دارد. تجارب موفق کاهش ۳ تا ۲۰ درصد نیاز مصرف، در کشورهای مختلف به دست آمده است. برآورده از سود خالص و هزینه‌ها در دسترس نیست، با این حال کاهش تقاضاً عمده بدون هزینه و خسارات سنگین اقتصادی و معضلات اجرایی حاصل شده است. این نتایج و سیاست‌هایی که منجر به صرفه‌جویی‌ها شدن، اهمیت ویژه‌ای دارند، زیرا کمبودهای ناگهانی و گسترش در تامین برق، با احتمال بیشتری از گذشته رخ می‌دهد.

اصلاح قوانین، آزادسازی صنعت برق و استقرار بازار برق، موجب کاهش سطح ذخیره تولید و حاشیه‌های امنیت زنجیره کلی تامین برق شده، از این‌رو سیستم تامین برق بیش از گذشته در برابر پیشامدهای غیرمتربقه آب و هوا و دیگر اتفاقات، آسیب‌پذیر شده است. تغییر آب و هوای جهانی، به صورت افزایش شدت تغییرات جوی و درنتیجه بروز چنین واقعی، نمایان شده است.

سیاست‌های کاهش سریع تقاضای برق، نمی‌توانند جانشین رفع مشکلات سمت تولید باشند. ولی می‌توانند در مدت تعییر یا رفع حوادث استفاده شوند. بهینه‌سازی سازمان‌بافته رایگان یا ارزان مصارف صنعتی، جایگزینی گسترش لامپ‌های کم‌صرف یا یارانه متناسب با جوامع هدف، بازگشت به استفاده از سوخت به جای برق، اطلاع‌رسانی و استفاده از رسانه‌ها، نرخ‌های تشویقی و تنبیه‌ی، تشویق خاموش کردن تجهیزات به جای حالت انتظار، جیره‌بندی مصرف برق، خاموش کردن فریزرها، تنظیم دمای محیط، اقدام نمادین کاهش روش‌نایاب تجاری، بازفروش برق صنایع به بازار برق، خاموش کردن رایانه و چاپگر در محیط‌های اداری و تجاری هنگام ناهار؛ از روش‌های استفاده شده هستند.

به بیان خلاصه راهکارها کمتر تکنولوژیکی و عمده از طریق سیاست‌گذاری برای تغییر وضعیت و رفتار می‌باشند. از این‌رو برای رفع بحران محتمل اشاره شده، نقش سازمان‌دهی و مدیریت، مهمتر از منابع مالی می‌باشد.

اگر قبل از بحران تاثیر روش‌ها در مناطق پایلوت و در قالبی همانند مانور زلزله یا آتش‌سوزی، آزموده و زیربنای مورد نیاز طراحی و آماده گردد؛ از خسارات گسترده اجرای سریع فرضیه‌ها از طریق سعی و خطا در سطح کلان، پرهیز خواهد شد. ارزانی بهای برق و دارای بدن بیشترین رشد مصرف برق در دنیا، تجربه خاموشی تا بستان ۸۷ و احتمال تکرار آن، ضرورت توجه و آمادگی برای کاهش سریع مصرف برق را برای ایران ایجاد می‌نماید. استفاده گسترده از تجهیزات کم‌بازد و رفتار مصرف برق بیش از نیاز، پتانسیل قابل ملاحظه‌ای را نمایان می‌سازد. نمونه نتایج مناطق پایلوت کم‌درآمد در

استان یزد؛ ۲۰ درصد کاهش سریع انرژی و پیک بار مشترکین خانگی را تنها با/جرای یک یا دو روش، نشان داده است. همچنین جدیت در حذف نمادهای منفی، شفافیت و صداقت بیان وضعیت به مردم برای تبدیل نشدن بحران به فاجعه و ردهبندی اولویت‌های اقتصادی بقای صنعتی برای زمان الزام انتخاب بین گزینه‌های بد و بدتر و احیاناً تامین منابع مالی برای بازخرید صنایع انرژی بر کم‌کاربر و کمسود، ضرورت دارد.

منابع

- [1] Meier,A. " Saving Electricity Quickly " , International Energy Agency, 2005 ([www.iea.org](http://www.iea.org)).
  - [2] Easterling, D.R. Evans, J.L.Ya Groisman, P. Karl, T.R. Kunkel, K.E. and Ambenje. P. "Observed Variability & Trends in Extreme Climate Events: A Brief Overview" Bulletin of the American Meteorological Society, 81, 417-425, 2000.
  - [3] EDF. 2004. "Particuliers: Tout Savoir sur Tempo". <http://edf.fr> Paris, France, Electricité de France.
  - [4] Pang, T. "Energy Efficiency as a Resource." Presentation at the ACEEE Market transformation Meeting at Berkeley, CA. 2003 June 23. Washington, D.C., American Council for an Energy-Efficient Economy.
  - [5] Rosenberg, M. "Finding Quick Electricity Savings in the Compressed Air Business." Presentation at the International Energy Agency Workshop, "Saving Electricity in a Hurry", Paris France: [www.iea.org](http://www.iea.org), 2003 June 20.
  - [6] CAISO, " System Conditions " <http://caiso.com/> ,California Independent System Operator, 2004.
  - [7] LBNL, "Currentenergy Website." <http://currentenergy.lbl.gov>, Lawrence Berkeley National Laboratory,2004.
  - [8] TEPCO, "Actual Supply and Demand for Summer 2003" [www.tepco.co.jp](http://www.tepco.co.jp) ,Tokyo, Japan, Tokyo Electric Power Company, 2003.
  - [9] McAuliffe, P. "Northwestern United States Aluminum Industry Response to High Electricity Prices Or How the Aluminum Industry Saved the West." Presentation at the International Energy Agency Workshop, "Saving Electricity in a Hurry", Paris, France, [www.iea.org](http://www.iea.org), 2003 June 20.
  - [10] Almeida, E. Federal University of Rio de Janeiro. Personal Communication, 2003 September 17.
  - [11] The Japan Times Online, "Power Crisis Helped Public Save Energy" Tokyo, Japan , 2003 November 23. ([www.japantimes.co.jp](http://www.japantimes.co.jp)).
  - [12][www.iea.org/textbase/papers/2005/savingelec\\_fact.pdf](http://www.iea.org/textbase/papers/2005/savingelec_fact.pdf).

Ô Ô : O . . . , " . . , [V3]  
iē . . .

$$\hat{O} \quad \hat{O} \quad \hat{O} \quad \hat{O} \quad \hat{O} \quad [14]$$