

بررسی مولفه‌های موثر بر روی روند مصرف انرژی الکتریکی کشور در فصول گرم سال بر اساس داده کاوی کاربردی بانکهای اطلاعاتی مرجع

کیان یزدیان، سیدحسین سجادی

سازمان بهره‌وری انرژی ایران (سابا)

تهران، ایران

۱. مقدمه

موفقیت سیزده سال اخیر صنعت برق کشور در جلوگیری از فروپاشی شبکه سراسری برق، مدیریت انواع و اقسام شرایط اضطراری و گذر از روزهای بحرانی تولید و مصرف برق کشور، نشان‌دهنده تجربه بالا، مدیریت کارآمد، برنامه‌ریزی صحیح و تصمیم‌گیری‌های مناسب در شرایط مقتضی و توجه ویژه مدیران عالی صنعت برق به مقوله آمار و اطلاعات و استفاده کاربردی از نتایج آنها بوده است.

ظهور ابزارهای جدید و شیوه‌های (الگوریتم‌های) نوین، نقش اساسی در بکارگیری این اطلاعات و گسترش روزافزون دامنه‌های کاربردی آنها ایفا می‌کند که مقوله داده کاوی کاربردی^۱ نیز یکی از همین گونه‌ها می‌باشد [۱].

هدف اصلی این مقاله ارائه چکیده نتایج حاصل از پژوهش‌ها، تحلیل‌ها و گزارشاتی است که سازمان بهره‌وری انرژی ایران (سابا) در خلال تابستان سال ۱۳۹۴ بر اساس دسترسی مجاز به پایگاههای اطلاعاتی مرجع در سازمان هواشناسی کشور، شرکت توانیر، شرکت مدیریت شبکه برق ایران و پورتالهای اینترنتی برخی شرکتهای صنعت برق و نهادهای دولتی گردآوری نموده و با انجام انواع کاوش‌های اطلاعاتی با استفاده از ابزار^۲ SSAS به نتایج درخور توجهی دست یافته است.

هرچند که ممکن است بنظر برسد برخی از این نتایج پیشتر به صورت پراکنده توسط برخی نهادها یا سازمانهای مختلف به نوعی بیان شده‌اند،

چکیده — روند تغییرات مصرف انرژی الکتریکی کشور در دو مقطع زمانی (نیمه اول سال و نیمه دوم سال) تفاوت‌های قابل توجهی با یکدیگر دارند چراکه مولفه‌های گوناگونی اعم از: آغاز سال نو، تغییر ساعت رسمی کشور، شروع فعالیتهای کشاورزی، گرم شدن تدریجی دمای هوا، تغییر میزان رطوبت هوا، تعطیلی مدارس، گسترش مسافرت‌های مردمی و... در کنار توسعه روزافزون فعالیتهای صنعتی و افزایش تعداد مشترکان از جمله مهمترین عواملی هستند که باعث تغییر و رشد سریع میزان مصرف برق در نیمه اول سال شده و طبیعتاً متولیان این صنعت را هر ساله با چالش جدی در ماههای گرم مواجه می‌کند.

بررسی و شناخت مولفه‌های موثر بر روی این روند و تحلیل عوامل تاثیرگذار بر آن می‌تواند، برنامه‌ریزان و مدیران صنعت برق را در ماههای آغازین هر سال جهت مدیریت بهینه مصرف برق و ایجاد شرایط پایدار برای عبور از اوج مصرف تابستان آماده‌تر نماید.

در این مقاله تلاش شده تا نتایج حاصل از کاوشهای اطلاعاتی صورت گرفته بر روی داده‌های معتبر مرتبط با این موضوع، به صورت خلاصه و فشرده ارائه گردد.

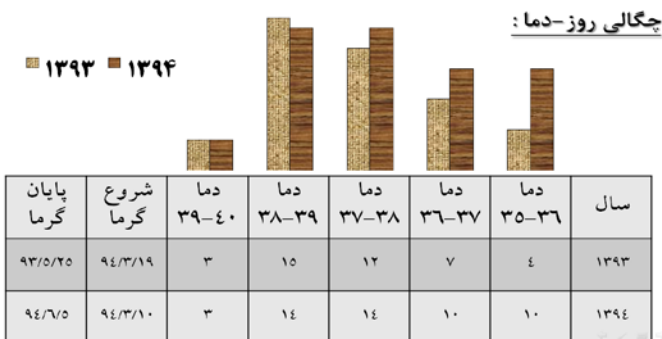
واژه‌های کلیدی — تغییرات دما؛ بیک بار شبکه؛ مدیریت مصرف انرژی؛ بهبود ضریب بار

^۱ Applicable Data Mining

^۲ Microsoft SQL Server Analysis Services

هواشناسی کشور [۵] با پیروید ۳ ساعته، نسبت به ثبت دمای بیشینه ۱۷ شهر شامل ۱۶ شهری که محل استقرار شرکت‌های برق منطقه‌ای می‌باشند بانضمام شهر بوشهر اقدام نمود که نهایتاً با جمع‌بندی اطلاعات مربوطه نتایج ذیل حاصل گردید:

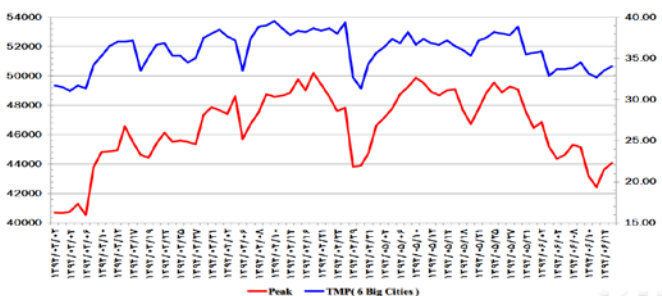
- در مناطق شرعی کشور، در بیش از ۹۰٪ روزهای گرم، حداکثر میزان دمای احساسی قبل از ساعت ۱۲ رخ می‌دهد در حالیکه در سایر نقاط کشور، وقوع آن بعد از ساعت ۱۲ می‌باشد.
- از اول خرداد تا نیمه شهریور (۱۰۸ روز) پوش منحنی میانگین روزانه حداکثر دما بین ۱۷ شهر منتخب و ۶ شهر بزرگ کشور (تهران، مشهد، اصفهان، تبریز، اهواز و شیراز) یکی است.
- میانگین موزون دمای ۶ شهر بزرگ طی این دوره در مقایسه با مدت مشابه سال قبل نشان می‌دهد که در سال جاری نسبت به سال قبل متوسط دمای این مناطق به اندازه ۰/۱۵ درجه سانتیگراد گرمتر بوده و مدت ماندگاری گرما در دمای بالای ۳۵ درجه نیز ۱۰ روز بیشتر بوده است (شکل ۱).



شکل ۱: مقایسه چگالی روز-دما

۲.۳. دمای وزنی مناطق کشور

با کنار هم قرار دادن درصد وزنی بار مناطق و دمای بیشینه شهرهای بزرگ، دمای وزنی این مناطق محاسبه شده و سپس نمودار حاصله را با نمودار نوسانات پیک مصرف برق کشور طی روزهای کاری تطابق داده که نتایجی به شرح ذیل حاصل گردید.



شکل ۲: مقایسه نوسانات دمای میانگین ۶ شهر بزرگ با پیک برق کشور

لیکن دستیابی به نتایج متن با اتکاء به شیوه‌های کاوش و تحلیل اطلاعاتی و انجام راستی آزمایی آنها، خالی از لطف نبوده و نیست.

امید است که مجموعه این گزارشات و نتایج آنها در آینده برای مراکز و افراد تصمیم‌ساز و تصمیم‌گیر صنعت برق کشور مورد استفاده قرار گیرد. لازم به ذکر است که در این مقاله به صورت مطلق به نتایج نهایی اقدامات اشاره شده و از موارد ریز و فرمولهای فنی تا حد ممکن پرهیز شده است.

۲. مولفه‌های موثر

۲.۱. وزن بار مناطق

بر اساس اطلاعات ثبت شده در پایگاه مرجع معاونت راهبری شبکه سراسری برق کشور در شرکت مدیریت شبکه برق ایران، طی ششماه نخست سال جاری وزن بار مناطق کشور از نظر حجم انرژی مصرفی به ترتیب جدول ۱ بوده است.

نام منطقه	درصد وزنی	نام منطقه	درصد وزنی
تهران	۱۸.۵۹	هرمزگان	۴.۸۴
خوزستان	۱۴.۵۹	کرمان	۴.۴۳
فارس	۹.۹۹	غرب	۳.۴۱
خراسان	۷.۷۲	زنجان	۳.۰۹
اصفهان	۷.۶۷	سیستان و بلوچستان	۲.۷۵
آذربایجان	۶.۰۴	گیلان	۲.۵۶
باختر	۵.۶۶	یزد	۲.۱۰
مازندران	۵.۴۷	سمنان	۱.۰۹

جدول ۱: درصد وزنی بار مناطق

البته بر اساس کاوشهای اطلاعاتی، این درصد وزنی چندین سال است که تقریباً به همین شکل حفظ شده بگونه‌ای بیش از ۵۰٪ انرژی تولیدی کشور تنها در محدوده ۴ شرکت برق منطقه‌ای، حدود ۲۵٪ آن در محدوده ۴ شرکت بعدی و کمتر از ۲۵٪ آن نیز در محدوده ۸ شرکت باقیمانده مورد استفاده قرار می‌گیرد [۲].

۲.۲. دمای بیشینه مناطق کشور

بدون شک با آغاز سال نو و گرم شدن تدریجی هوا در مناطق مختلف کشور، میزان رشد مصرف برق نیز متناسباً افزایش یافته و در ماههای تیر و مرداد به اوج میرسد. سازمان بهره‌وری انرژی ایران در نیمه نخست سال جاری، با گردآوری روزانه اطلاعات پیش‌بینی دما در سایتهای معتبر خارجی [۳ و ۴] و متعاقباً دریافت و ثبت اطلاعات مندرج در پایگاه مرجع سازمان

صنایع بزرگ (۳۲ شرکت تحت فرمان مرکز کنترل دیسپاچینگ ملی) رشد بسیار کم (نزدیک به صفر) بوده، می‌توان نتیجه گرفت که در بخش صنایع کوچک و پایین دست چیزی در حدود ۲٪ رکود کاری وجود داشته است که این مسئله با گزارش رسمی مورخ ۹۴/۷/۶ مرکز آمار ایران و اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی تهران، کاملاً منطبق می‌باشد [6 و 7].

- میانگین موزون دمای ۶ شهر بزرگ کشور با روند حداکثر مصرف انرژی در کل شبکه برق کشور با دقت بالای ۹۷٪ تطابق دارد.
- در ماههای تیر و مرداد به ازای هر درجه افزایش دما بالاتر از ۳۵ درجه، میزان بار شبکه در حدود ۲/۲۳٪ افزایش پیدا می‌کند.

۲.۴. سایر عوامل

اصولاً در ششماهه اول هر سال، عوامل جانبی دیگری نیز در نوسانات روند مصرف انرژی الکتریکی کشور نقش دارند که برخی از آنها عبارتند از:

- تغییر ساعت رسمی کشور
- تعطیلات رسمی کشور
- گسترش فعالیتها (افزایش شیفت کاری) مراکز صنعتی
- گسترش فعالیتهای کشاورزی
- تعطیلی مراکز آموزشی
- افزایش حجم مسافرتهاى داخلی و خارجی

در کنار این موارد، تغییر (چرخش) تقویم قمری به میزان ۱۰ روز در سال و وقوع برخی رویدادهای بین‌المللی مانند: برگزاری مسابقات المپیک، جام جهانی فوتبال و... نیز بعضاً تغییرات خاصی را بر روی روند مصرف انرژی الکتریکی کشور ایجاد می‌کند.

معهداً با توجه به درصد تخصیص تعرفه‌های مختلف در بخش توزیع و فروش برق مندرج در شکل ۳ و با توجه به کاوشهای اطلاعاتی صورت گرفته، مشخص است که بخشهای خانگی، صنعتی و کشاورزی نسبت به سایر عوامل تاثیر بیشتری در ایجاد نوسانات مصرف برق دارند.

۳. روزها و ساعات بحرانی

در سال جاری، اوج مصرف انرژی الکتریکی کشور [□] در ساعت ۱۴:۲۶ مورخ ۹۴/۴/۲۰ به میزان ۵۰۱۷۸ مگاوات رخ داد. چنانچه ساعات و روزهای کاری و عادی که میزان مصرف در محدوده بحرانی (۹۰ و ۹۵ درصد پیک) قرار داشته‌اند را در نظر بگیریم، نتایج به شرح جدول ۲ آشکار می‌گردند:

بررسی تعداد روزهای بحرانی (۹۵٪ پیک شبکه) در تعامل با نوسانات دما:

سال	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
۱۳۹۳	۳۱/۰۸-۳۶/۱۷	۳۶/۳۳-۳۹/۳۳	۳۳/۰۱-۳۹/۲۵	۵ ۳۳/۴-۳۳/۹۲
۱۳۹۴	۳۸/۰۲	۳۷/۱۷-۳۹/۵	۳۶/۶۷-۳۸/۸۳	۱۵ ۳۲/۸۳-۳۵/۶۷

بررسی تعداد روزهای بحرانی (۹۰٪ پیک شبکه) در تعامل با نوسانات دما:

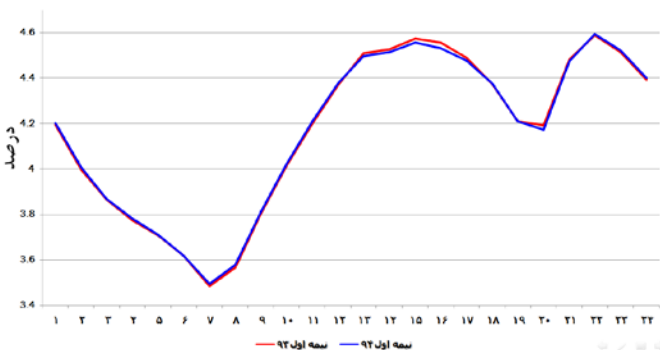
سال	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
۱۳۹۳	۳۵/۶۷-۳۶/۳۳	۳۴/۶۷-۳۹/۳۳	۳۳/۰۱-۳۹/۳۳	۱۰ ۳۲/۳۳-۳۳/۹۲
۱۳۹۴	۳۱/۰۰-۳۸/۰۲	۳۳/۵-۳۹/۵	۳۵/۳۳-۳۸/۱۷	۴ ۳۲/۸۳-۳۵/۶۷

مقایسه مجموع روزهای بحرانی:

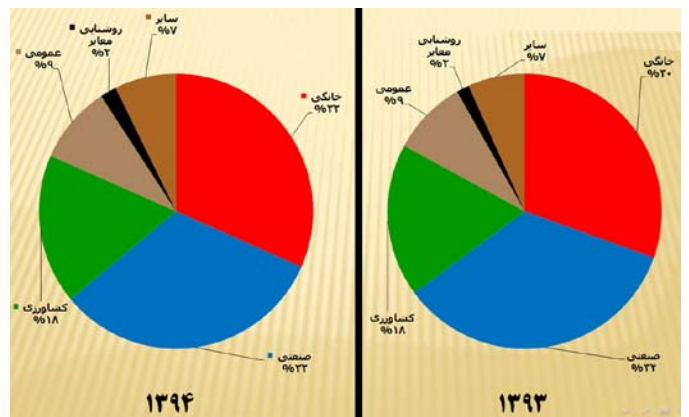
سال	۹۰٪ پیک جاری	۹۵٪ پیک جاری	تعداد روز کاری
۱۳۹۳	۵۳ روز - ۷۴/۸۵٪	۳۵ روز - ۴۹/۳۰٪	۷۱
۱۳۹۴	۵۰ روز - ۶۹/۴۵٪	۲۷ روز - ۳۷/۵٪	۷۲

جدول ۲: آمار روزهای بحرانی مصرف برق

از طرفی چنانچه بر روی درصد پراکندگی نیاز مصرف طی ۲۴ ساعت شبانه روز تمرکز کنیم، نموداری مطابق شکل ۴ حاصل می‌شود:



شکل ۴: درصد پراکندگی نیاز مصرف ۲۴ ساعته در نیمه نخست سال



شکل ۳: درصد تخصیص تعرفه‌های توزیع و فروش برق

نکته قابل توجه اینکه در نیمه نخست سال جاری علیرغم رشد مصرف برق در بخشهای خانگی، عمومی، تجاری و کشاورزی، بخش صنعتی نسبت به مدت مشابه سال قبل دارای رشد منفی بوده که با توجه به اینکه در بخش

[□] Peak

۴. پیش‌بینی اوج نیاز مصرف سال ۱۳۹۵

واحد آمار سازمان بهره‌وری انرژی ایران بر اساس مدل‌سازی صورت داده بر روی داده‌های عملیاتی مربوط به سالهای ۱۳۹۲-۱۳۹۴ و با در نظر گرفتن نرخ رشد صنعتی کشور تا پایان سال جاری و بدون در نظر گرفتن احتمال رفع یکباره تحریمهای اقتصادی به این پیش‌بینی رسیده است که پیک مصرف سال ۱۳۹۵ حدود ۵۲۷۳۸ مگاوات خواهد بود.

قدردانی

بدینوسیله از جناب آقای دکتر رضا صمدی و همکاران محترم ایشان در دفتر محیط زیست سازمان بابت همکاری صمیمانه و زحمات فراوان در جمع‌آوری اطلاعات پیش‌بینی وضعیت هوای شهرهای مختلف کشور طی تابستان سال جاری، صمیمانه سپاسگزاری می‌نماید.

همچنین از مساعدتهای جناب آقای مهندس مرتضی پورتندوست، از کارشناسان ارشد اداره کل فناوری اطلاعات و آمار شرکت توانیر نیز کمال تشکر را داریم.

منابع

- [1] Innovative Business Using Applicable Data Mining, International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology (An ISO 3297:2007 Certified Organization), Vol. 3, Issue 1, January 2014
- [2] سیستم گزارشات مرکز کنترل راهبری شبکه برق کشور (دیسپاچینگ ملی) مستقر بر روی پورتال شرکت مدیریت شبکه برق ایران به آدرس: www.igmc.ir
- [3] <http://www.accuweather.com/en/ir/iran-weather>
- [4] <http://www.wunderground.com/cgi-bin/getForecast?query=iran>
- [5] سیستم گزارشات سازمان هواشناسی کل کشور مستقر بر روی پورتال <http://www.irimo.ir>
- [6] پورتال اتاق بازرگانی صنایع، معادن و کشاورزی تهران: <http://www.tccim.ir/Portal>
- [7] پورتال مرکز آمار ایران: <http://www.amar.org.ir>
- [8] سامانه اطلاعاتی بهساده شرکت توانیر: <http://sims.tavanir.org.ir>

کاوشهای اطلاعاتی بر روی این آمار بیانگر این است که روند افزایش نیاز مصرف سال جاری در مقایسه با روند افزایش مصرف سال قبل تقریباً حدود ۲٪ (معادل ۱۰۰۰ مگاوات) سایش داشته است و طبیعتاً اعلام عدد ۵۱۰۰۰ مگاوات به عنوان کف پیک بحرانی سال ۱۳۹۴ انتخاب مناسبی بوده است. از سوی دیگر چنانچه بر روی ساعات بحرانی مصرف و وقوع رخداد پیک تمرکز کنیم، مطابق با موارد مندرج در جدول ۳ خواهیم دید که بازه اوج مصرف برق روزانه، دقیقاً به سمت ساعت ۱۵-۱۴ میل نموده است.

جدولی رخداد پیک بحرانی ۹۰٪ در بازه‌های زمانی روز

سال	ماه	۱۲-۱۳	۱۳-۱۴	۱۴-۱۵	۱۵-۱۶
سال ۹۳	خرداد	۱	-	۱	-
	تیر	-	-	۲۰	۲
	مرداد	-	-	۱۲	۷
	شهریور	-	-	۸	۲
درصد از کل (۵۳ روز)		٪۱۸۹	٪۰	٪۷۷/۳۶	٪۲۰/۷۵
سال ۹۴	خرداد	-	-	۸	۱ (۱۵:۱۴)
	تیر	-	-	۱۷	-
	مرداد	-	۱ (۱۲:۵۲)	۱۹	-
	شهریور	-	-	۳	۱ (۱۵:۰۰)
درصد از کل (۵۰ روز)		٪۰	٪۲	٪۹۴	٪۴

جدولی رخداد پیک بحرانی ۹۵٪ در بازه‌های زمانی روز

سال	ماه	۱۲-۱۳	۱۳-۱۴	۱۴-۱۵	۱۵-۱۶
سال ۹۳	خرداد	-	-	-	-
	تیر	-	-	۱۱	۱
	مرداد	-	-	۱۱	۷
	شهریور	-	-	۴	۱
درصد از کل (۳۵ روز)		٪۰	٪۰	٪۷۴/۲۹	٪۲۵/۷۱
سال ۹۴	خرداد	-	-	۱	-
	تیر	-	-	۱۱	-
	مرداد	-	۱ (۱۲:۵۲)	۱۴	-
	شهریور	-	-	-	-
درصد از کل (۲۷ روز)		٪۰	٪۲۷	٪۹۷/۳	٪۰

جدول ۳: آمار ساعات بحرانی مصرف برق

لذا از جمع‌بندی مجموع مسائل فوق و بر اساس کاوشهای اطلاعاتی صورت گرفته بر روی سامانه اطلاعاتی بهساده شرکت توانیر [۸] و سایر مراجع اطلاعاتی می‌توان نتایج زیر را استنباط کرد:

- مجموع اقدامات و فعالیتهای مدیریت مصرف که از سال قبل شروع شده و در سال جاری نیز ادامه یافته، در بهبود ضریب بار شبکه، تاثیر مثبت داشته است.
- حجم و نوع تبلیغات بکارگرفته شده از طریق رسانه‌های عمومی کشور جهت تشویق مردم به کاهش مصرف برق، در سال جاری موثر و مناسب بوده است.
- همکاری صنایع بزرگ کشور در طرح تعطیلات تابستانی و ذخیره عملیاتی نسبت مدت مشابه سال قبل بهبود یافته است.