فصل‌نامه‌ی مطالعات اقتصاد انرژی/ سال هشتم / شماره‌ی ۳۱/ زمستان ۱۳۹۰/ صفحات ۱۶۰- ۱۴۵

تحلیل اقتصادسنجی اثرات تغییر ساعت رسمی (DST) بر الگوی مصرف انرژی الکتریکی: مطالعه‌ی موردی تجربه‌ی ایران

رضا نجارزاده*

استادیار گروه اقتصاد دانشگاه تربیت مدرس najarzar@modares.ac.ir

حسین صادقی

استادیار گروه اقتصاد دانشگاه تربیت مدرس sadeghih@modares.ac.ir

یحیی گلی

کارشناس ارشد اقتصاد انرژی دانشگاه صنعت آب و برق (شهید عباسپور) yahyagoli@gmail.com

تاریخ دریافت: ۸۹/۱۰/۱۸ تاریخ پذیرش: ۹۰/۳/۳

چکیده

یکی از سیاست‌های مدیریت طرف تقاضای انرژی الکتریکی، استفاده‌ی بهینه از روشنایی روز از طریق تغییر ساعت رسمی (DST) است که در ایران جهت کاهش مصرف انرژی الکتریکی، به‌ویژه کاهش پیک بار شبکه‌ی توزیع، در ۶ ماه اول هر سال اجرا می‌شود. در سال ۱۳۸۵ اجرای DST توسط دولت، بدون بررسی‌های کامل کارشناسی لغو شد. اتفاقاً در تابستان همان سال زمان خاموشی‌ها نسبت به مدت مشابه سال قبل از آن با رشد ۵۰۰ درصدی مواجه شد. این مقاله بر آن است تا ضمن در نظر گرفتن گوناگونی آب و هوایی در مناطق مختلف، با استفاده از داده‌های پانل ساعتی، مصرف انرژی الکتریکی مورد نیاز را به تفکیک ۱۶ شرکت برق منطقه‌ای کشور و روش تخمین رگرسیون‌های به ظاهر نامرتبط تکراری (ISUR)، به بررسی اثرات DST بر مصرف انرژی الکتریکی مورد نیاز ایران در سال‌های ۱۳۸۷-۱۳۸۴ بپردازد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد که تغییر ساعت از طریق انتقال مصرف از ساعات اولیه شب به ساعات نیمه‌ی شب و اول صبح، علاوه بر کاهش پیک بار، سبب اصلاح الگوی مصرف انرژی الکتریکی و پخش اقتصادی‌تر بار مصرفی در کشور می‌شود. هم‌چنین نتایج بیانگر آن است که اجرای برنامه‌ی DST، کل مصرف انرژی الکتریکی را افزایش می‌دهد.

طبقه‌بندی JEL: C33، C51، Q29

کلید واژه: تغییر ساعت رسمی (DST)، انرژی الکتریکی، الگوی مصرف، داده‌های ترکیبی، معادلات رگرسیون‌های به ظاهر نامرتبط تکراری (ISUR)

۱- نویسنده‌ی مسئول

۱- مقدمه

فشار هزینه‌ها و افزایش سریع پیک بار[1] تقاضای انرژی الکتریکی در ایران، به ویژه در تابستان، سبب افزایش روز افزون نیاز به کارگیری سیاست‌های مدیریت طرف تقاضا (DSM[2]) جهت استفاده‌ی بهینه از منابع در صنعت برق شده است. اجرای مناسب برنامه‌های مدیریت طرف تقاضا از طریق ایجاد تغییرات مطلوب در شکل منحنی بار و الگوی زمانی مصرف انرژی الکتریکی، می‌تواند سبب کاهش پیک بار و در نتیجه کاهش هزینه‌ها شود. یکی از روش‌های مدیریت طرف تقاضا تغییر ساعت رسمی کشور است. دلیل اصلی معرفی و اجرای تغییر ساعت رسمی، صرفه‌جویی در مصرف انرژی به ویژه مصرف انرژی الکتریکی جهت روشنایی است (اریس و نیوشام[3]، ۲۰۰۹). به همین دلیل تغییر ساعت رسمی را صرفه‌جویی ناشی از روشنایی روز یا DST[4] می‌نامند. هر ساله در بسیاری از کشورها، به ویژه در کشورهای با عرض جغرافیایی زیاد، به دلیل طولانی شدن زمان روشنایی روز، ساعت رسمی در بهار به اندازه‌ی یک ساعت به جلو برده می‌شود و در اوایل پائیز به سیستم زمان استاندارد (ST[5]) برگردانده می‌شود. منطق این کار آن است که با جلو بردن ساعت در بهار، زمان فعالیت‌های مردم نیز به جلو برده می‌شود، به طوری که در دوره‌ی اجرای DST خورشید یک ساعت دیرتر غروب کرده و روشنایی اضافی در عصر تقاضای برق جهت روشنایی را کاهش می‌دهد. این مقاله با استفاده از اطلاعات و داده‌های منحنی بار انرژی الکتریکی در مناطق مختلف، به بررسی اثر DST بر الگوی مصرف در ساعات مختلف روز و هم‌چنین اثر تغییر ساعت بر کل مصرف انرژی الکتریکی شش ماه اول سال‌های ۱۳۸۴ تا ۱۳۸۷ می‌پردازد.

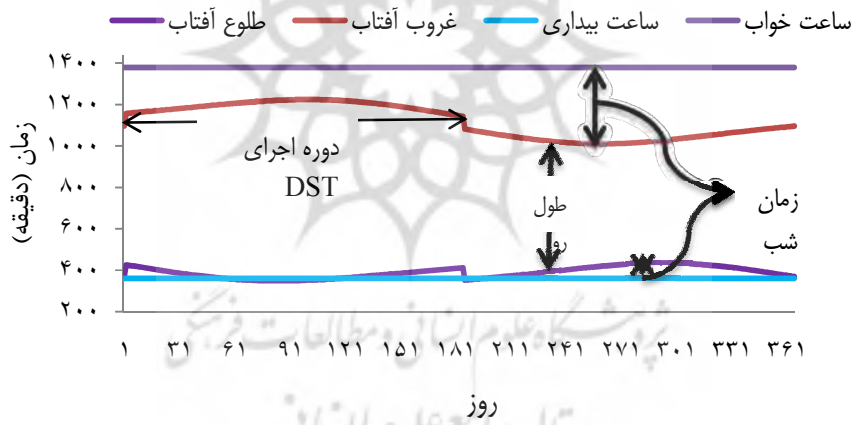
در بخش دوم ابتدا به بررسی تجربه‌ی ایران در این زمینه پرداخته می‌شود. در بخش سوم پیشینه‌ی تحقیق بررسی و در بخش چهارم داده‌ها و روش شناسی تحقیق ارائه می‌شود. در بخش پنجم به برآورد مدل آماری مصرف انرژی الکتریکی در ساعات مختلف شبانه روز جهت تعیین اثر تغییر ساعت بر الگوی مصرف و کل مصرف روزانه پرداخته شده و در نهایت بخش ششم نتیجه‌گیری و پیشنهادات ارائه می‌شود.

---

1 - Peak Load.
2 -Demand Side Management.
3-Areis and Newsham.
4 -Daylight Saving Time.
5 -Standard Time.

۲- تجربه‌ی ایران

تاریخچه‌ی تغییر ساعت رسمی طولانی و بحث انگیز است (کوتچن و گرانت[1]، ۲۰۰۸). در گذشته تعدادی از کشورها، به ویژه کشورهای صنعتی، ازDST در زمان جنگ‌های جهانی و بحران نفتی ۱۹۷۳ جهت کاهش هزینه‌های تأمین انرژی استفاده کرده‌اند. اما امروزه با توجه به افزایش قیمت انواع حامل‌های انرژی در سطح جهان و مشکلات زیست محیطی ناشی از مصرف انرژی، DST به عنوان برنامه‌ای برای مقابله با پیامدهای منفی اقتصادی و زیست محیطی مصرف انرژی مدنظر سیاست‌گذاران قرار گرفته است[2]. تغییر ساعت رسمی در ایران به دلایل مختلف، از جمله کاهش مصرف برق و نیز کاهش زمان خاموشی در شبکه‌ی توزیع از طریق انتقال مصرف از ساعات پیک بار به ساعات غیر پیک در تاریخ ۱۳ اردیبهشت ماه ۱۳۷۰ در کشور به اجرا در آمده است. از دوم فروردین ماه تا ۳۱ شهریور هر سال ساعت رسمی کشور یک ساعت به جلو برده می‌شود.



منبع: محاسبات تحقیق

نمودار ۱- وضعیت ساعات طلوع و غروب و الگوی خواب و بیداری در روزهای مختلف سال در شرایط اجرای DST در شهر تهران

1- Kotchen and Grant.

۲- با توجه به این‌که DST به عنوان سیاستی جهت صرفه جویی در منابع انرژی به منظور مؤفقیت در جنگ‌های جهانی اولین بار در جنگ جهانی اول در آلمان اجرا شد و سپس بیش‌تر کشورهای درگیر جنگ آن را دنبال کردند، در برخی از مطالعات از آن به عنوان ساعت زمان جنگ (War time) نام برده می‌شود.

مقدار صرفه‌جویی در انرژی الکتریکی به ویژه صرفه‌جویی در مصرف انرژی جهت روشنایی، به زمان طلوع و غروب خورشید و نیز زمان خواب و بیداری مشترکان بستگی دارد. با فرض این‌که زمان خواب و بیداری در ایران به ترتیب ۶ صبح و ۲۳ شب باشد[۱]، با توجه به این‌که زمان طلوع و غروب خورشید در طی سال تغییر می‌کند، DST زمانی مفید خواهد بود که بتواند مجموع زمان بین الگوی طلوع و غروب خورشید و زمان خواب و بیداری را کاهش دهد. با در نظر گرفتن فاصله‌ی زمانی فوق به عنوان زمان شب[۲]، برای تهران نمودار (۱) به‌دست می‌آید. نمودار (۱)، نشان می‌دهد که اجرای DST در نیمه‌ی اول هر سال، طول ساعات روشنایی روز را کاهش نمی‌دهد، ولی سبب هماهنگی بیش‌تر ساعات خواب و بیداری و ساعات فعالیت‌های عمومی با الگوی سیکلی زمان طلوع و غروب خورشید می‌شود. در سال ۱۳۸۵ با دخالت دولت، تغییر ساعت رسمی اجرا نشد. در این سال کشور شاهد خشک‌سالی و در نتیجه کاهش ظرفیت تولید برق آبی و نیز رشد ۹٪ مصرف انرژی الکتریکی به دلیل افزایش دمای متوسط در طول چهار ماه اول سال بود. یکی از مهم‌ترین مشکلات در این سال رشد خاموشی‌های اعمال شده به علت محدودیت تولید انرژی الکتریکی به میزان بیش از ۵۰۰ درصد نسبت به سال ۱۳۸۴ بود[۳]. با توجه به عدم اجرای DST در آن سال، برخی از کارشناسان صنعت برق سهم قابل توجهی از افزایش خاموشی‌ها را ناشی از عدم اجرای سیاست‌های طرف تقاضا، به‌ویژه عدم اجرای تغییر ساعت می‌دانند[۴]. در این راستا مطالعه‌ی حاضر بر آن است تا با توجه به شرایط آب و هوایی و در نظر گرفتن سایر ویژگی‌های منطقه‌ای، به بررسی اثر تغییر ساعت بر مصرف انرژی الکتریکی در ایران بپردازد.

۳- پیشینه‌ی تحقیق

اریس و نیوشام (۲۰۰۸)، مطالعات مربوط به تأثیر تغییر ساعت رسمی بر بخش‌های مختلف را (با تمرکز بر مصرف انرژی الکتریکی برای روشنایی) بررسی کرده‌اند.

۱- لازم به ذکر است که فرض فوق با توجه به تغییرات در منحنی بار مصرف انرژی الکتریکی در کشور استخراج شده است.

۲- در این مقاله زمان شب، زمانی در نظر گرفته می شود که بیش‌تر مصرف کنندگان از انرژی الکتریکی برای روشنایی استفاده می‌کنند، بنابراین زمان شب، مجموع بین زمان رفتن به رختخواب و غروب آفتاب و نیز زمان بیدار شدن از لحظه‌ی طلوع آفتاب است.

۳- آمار مربوطه از سایت شرکت مدیریت شبکه‌ی ایران به آدرس www.igmc.ir استخراج شده است.

۴- تغییر ساعت رسمی کشور، بهره گیری از روشنایی روز، دفتر مطالعات زیربنائی مجلس فروردین ۱۳۸۶-۱۲.

جمع‌بندی آن‌ها را در سه حوزه‌ی کلی می‌توان تقسیم‌بندی کرد. اول این‌که عوامل اقتصادی، جغرافیایی و شرایط اقلیمی مهم‌ترین متغیرها جهت مطالعه‌ی اثرات DST بر مصرف انرژی الکتریکی هستند. دیگر این‌که حتی اگر DST کل مصرف انرژی را کاهش ندهد، به دلیل اثرگذاری بر الگوی مصرف در ساعات مختلف، باید مدنظر قرار گیرد. و درنهایت این‌که مهم‌ترین تأثیر DST در مصرف انرژی الکتریکی ناشی از کاهش مصرف انرژی الکتریکی روشنایی است.

کاندل و متز[1] (۲۰۰۱)، مطالعه‌ای را جهت بررسی اثرات سناریوهای مختلفDST بر مصرف انرژی الکتریکی در ایالت کالیفرنیا انجام داده‌اند. این مطالعه تغییر در مصرف انرژی الکتریکی ناشی از یک ساعت جلو کشیدن ساعت روزانه را به شرایط آب و هوای روزانه مرتبط کرده است. نتایج نشان می‌دهند که DST در زمستان و DDST[2] در تابستان هر یک به ترتیب ۳۴۰۰ مگاوات ساعت و ۱۵۰۰ مگاوات ساعت مصرف انرژی الکتریکی را کاهش می‌دهند[3]. هم‌چنین بررسی پیک بار در دو سناریوی مورد مطالعه نشان می‌دهد که اجرای DST در زمستان، میزان پیک بار را به‌اندازه‌ی ۱۱۰۰ مگاوات ساعت (MWh) یا ۳/۴ درصد در این ایالت کاهش می‌دهد، ولی اجرای DDST در تابستان پیک بار را فقط به‌اندازه‌ی ۲۲۰MWh پایین می‌آورد. هم‌چنین نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که مزیت اصلی ناشی از اجرای DDST در تابستان و DST در زمستان، انتقال مصرف برق از ساعات پیک بار به ساعات غیر پیک است که سبب کاهش صدها میلیون دلار سرمایه گذاری اضافی در صنعت برق می‌شود.

کوتچن و گرانت (۲۰۰۸) نیز، با استفاده از داده‌های تفصیلی مصرف کنندگان خانگی در مدلی شبیه مدل کندل و متز (۲۰۰۱)، به بررسی اثرات تغییر ساعت رسمی بر مصرف انرژی الکتریکی در ایالت ایندیانا پرداخته‌اند. نتایج حاصل از این بررسی نشان می‌دهد که اجرای DST در تابستان، مصرف انرژی الکتریکی جهت روشنایی را، کاهش و جهت گرمایش و سرمایش را افزایش می‌دهد. هم‌چنین برآیند این اثرات نشان می‌دهد که در اثر اجرای DST در تابستان، بین ۱ تا ۴ درصد کل مصرف برق در بخش خانگی افزایش می‌یابد.

1- Kandel and Metz.

2 - Double Daylight Saving Time.

۳-DDST جلو بردن ساعت رسمی کشور به‌اندازه‌ی یک ساعت اضافه بر آن‌چه که هم اکنون اجرا می‌شود، است و عموماً در کشورهائی با عرض جغرافیایی بالا مثل ایالات متحده‌ی آمریکا، به منظور صرفه جویی بیش‌تر در مصرف انرژی الکتریکی مورد مطالعه قرار گرفته است.

پاوت[1] (۲۰۰۶)، با استفاده از یک مدل شبیه سازی[2] به پیش بینی مصرف انرژی در انگلستان تحت دو سناریو YRDST[3] و BDST[4] جهت مقایسه‌ی مصرف انرژی با وضعیت زمان استاندارد (ST) پرداخته است. نتایج حاصل از این مطالعه نشان می‌دهد که تغییرات ساعت رسمی با سناریوی YRDST، سبب افزایش یک درصدی در مصرف انرژی نسبت به حالت ST می‌شود، در حالی که در سناریو BDST، مصرف انرژی ۲٪ افزایش می‌یابد[5].

کلوگ و وولف[6] (۲۰۰۷)، با استفاده از تجربه‌ی استرالیا در رابطه با اجرای DST، به مدت دو ماه زودتر از دوره‌ی معمول در دو ایالت ویکتوریا و جنوب استرالیا در سال ۲۰۰۰ جهت آسان کردن برگزاری بازی‌های المپیک سیدنی، به بررسی اثر گسترش دوره‌ی زمانی اجرایDST بر تقاضای انرژی الکتریکی برای دو ایالت فوق پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهند که اعمالDST، تقاضای انرژی الکتریکی را در صبح، افزایش و در عصر کاهش می‌دهد. هم‌چنین نتایج حاصل از ترکیب این اثرات نشان می‌دهد که اثر DST بر مصرف انرژی الکتریکی از نظر آماری معنادار نیست.

فونگ و همکاران[7](۲۰۰۷) نیز، با استفاده از یک مدل شبیه سازی، به بررسی اثرات DST بر مصرف برق جهت روشنایی خانه‌های مسکونی در ژاپن پرداخته‌اند. به منظور نشان دادن حساسیت اجرای DST به شرایط جغرافیایی، آن‌ها کشور ژاپن را به چهار منطقه‌ی مجزا تقسیم کردند. نتایج حاصل از این بررسی نشان می‌دهد که میزان کاهش مصرف انرژی الکتریکی ناشی از اجرای DST در نواحی مختلف، متفاوت است. در تحقیق دیگری شیمودا و همکاران[8](۲۰۰۷) با گسترش مدل فونگ و همکاران از طریق اضافه کردن اثرات DST بر مصارف سرمایشی دریافته‌اند که اجرای DST، مصرف انرژی الکتریکی در بخش خانگی را به میزان ۰/۱۳ درصد افزایش می‌دهد.

1- Pout.
2- Simulation.
3-Year – round DST.
4- BritishDST.
۵- در این‌جا منظور از YRDST، جلو بردن ساعت رسمی در ۶ ماه‌ی دوم هر سال به‌اندازه‌ی یک ساعت و جلو بردن ساعت رسمی بقیه‌ی ماه های سال به‌اندازه‌ی ۲ ساعت نسبت به سیستم زمان استاندارد (ST) است. منظور از BDST این است که ساعت رسمی فقط در ۶ ماه اول سال به‌اندازه‌ی یک ساعت جلو برده شود، درحالی که در سایر ماه‌ها سیستم ساعت استاندارد مورد استفاده قرار گیرد.
6- Kellogg and Wolff.
7- Fong et al.
8- Shimoda et al.

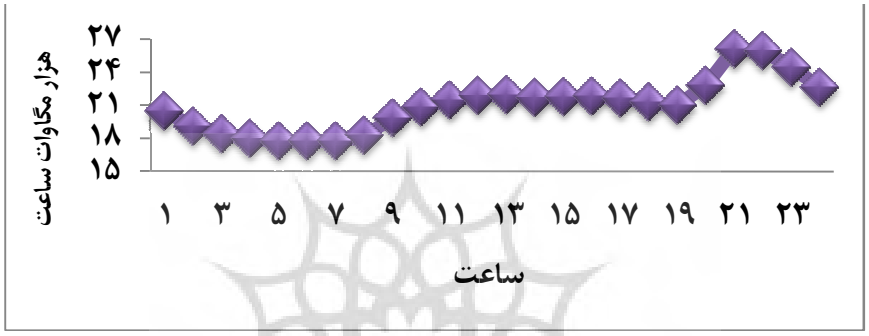
در ایران نیز محمدی (۱۳۸۸)، به مطالعه‌ی تأثیر عدم تغییر ساعت رسمی کشور برمصرف انرژی برق در محدوده‌ی شرکت برق منطقه‌ای تهران (شامل استان‌های تهران و قم) پرداخته است. وی با استفاده از اطلاعات سری‌های زمانی مصرف برق در ماه‌های فروردین و اردیبهشت در سال‌های ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵، به بر آورد یک مدل ARMA[1] پرداخته و از متغیرهای مجازی[2] به منظور تفکیک الگوی مصرف برق در ساعات مختلف مختلف روز و روزهای هفته استفاده کرده است. به دلیل غیرخطی بودن مدل فوق، محقق روش حداقل مربعات غیرخطی(NLS[3]) را به کار برده است. نتایج حاصل از تخمین‌های این مطالعه نشان می‌دهد که با جلو نکشیدن ساعت، پیک بار نیم روز و شبانگاه یک ساعت دیرتر قرار می‌گیرد و پیک بار، رشد بالاتری نسبت به حالت تغییر ساعت رسمی پیدا می‌کند.

۴- داده‌ها و روش شناسی تحقیق

کشور ایران از نظر عرض جغرافیایی بین ۲۷/۱۹ و ۳۸/۲۵ درجه‌ی جغرافیایی قرار گرفته است. این امر سبب تنوع آب و هوایی و در نتیجه تغییرات زیاد الگوی مصرف انرژی الکتریکی در مناطق مختلف می‌شود. به منظور بررسی اثرات DST بر مصرف انرژی الکتریکی، توجه به تفاوت‌های موجود در الگوی مصرف مناطق مختلف ضروری است، لذا در این مطالعه از داده‌های ترکیبی[4] به تفکیک ۱۶ شرکت توزیع برق منطقه‌ای منطقه‌ای کشور با فرض توزیع آن‌ها در محدوده‌های آب و هوایی گوناگون استفاده شده است. استفاده از داده‌های ترکیبی، علاوه بر افزایش قدرت آماری ضرایب، به دلیل افزایش درجه‌ی آزادی و بررسی متغیرها در طول زمان، تورش ضرایب را کاهش می‌دهد (زراء نژاد و انواری، ۱۳۸۴). در این مطالعه به پیروی از کار کاندل و متز (۲۰۰۱)، میانگین دمای روزانه، میانگین رطوبت و ارتفاع، متغیرهای مورد استفاده جهت بررسی اثرات مربوط به تنوع شرایط آب و هوایی مناطق مختلف بر مصرف انرژی الکتریکی می‌باشند. یکی از مهم‌ترین متغیرهائی که بر مصرف برق در هر ناحیه اثر می‌گذارد، مقدار جمعیت هر ناحیه است (لی و سیلور[5] ۱۹۹۵). با توجه به این‌که هدف از این مطالعه مقایسه‌ی الگوی مصرف انرژی الکتریکی در کل کشور، در حالت اجرا (وضعیت موجود) و عدم اجرای DST (سال ۱۳۸۵) است، لذا از داده‌های ۶ ماه اول سال‌های

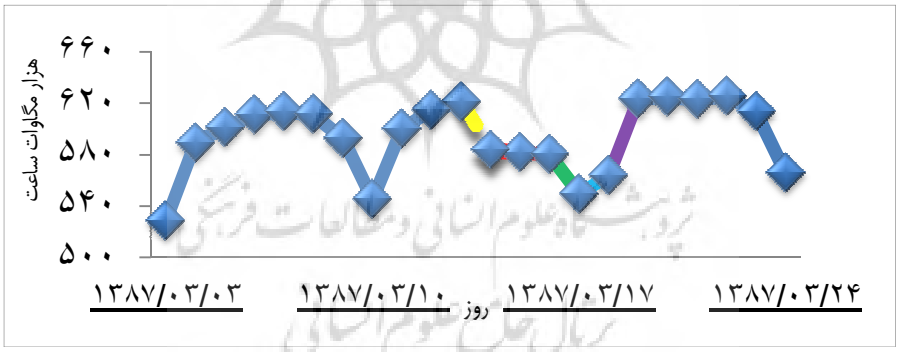
1- Auto Regression Moving Average.
2- Dummy Variables.
3- Nonlinear Least Squares.
4 -Panel Data.
5 - Li and Sailor.

۱۳۸۴ الی ۱۳۸۷ استفاده شده است. تغییر پذیری شکل منحنی بار در یک روز نسبت به روز دیگر، یا یک ساعت نسبت به ساعت دیگر، می‌تواند فرصت‌های مناسبی را برای اجرای سیاست‌های طرف تقاضا در سیستم توزیع برق فراهم کند (رحمان و رینلی[1]، ۱۹۹۳). مطالعه‌ی تغییرات منحنی بار نشان می‌دهد که علاوه بر تغییرات دوره‌ای منحنی بار ناشی از روندهای فصلی، دو نوع تغییرات دوره‌ای در منحنی بار برای ساعات مختلف شبانه روز (در نمودار ۲) و تغییرات منحنی بار طی هفته به واسطه‌ی تغییر در سطح فعالیت‌های اقتصادی مربوط به روزهای هفته وجود دارد (نمودار ۳).



منبع: شرکت مدیریت شبکه‌ی برق ایران

نمودار۲- منحنی بار کل کشور بر حسب هزار مگاوات ساعت در روز دوشنبه دوم اردیبهشت ماه ۱۳۸۷



منبع: شرکت مدیریت شبکه‌ی برق ایران

نمودار ۳- منحنی مصرف روزانه‌ی (بر حسب هزار مگاوات ساعت) کل کشور از جمعه ۳ خرداد منتهی به جمعه ۲۴ خرداد ۱۳۸۷

* رنگ‌های مختلف برای نشان دادن تغییرات در الگوی بار مصرفی به علت تعطیلات ۱۴ و ۱۵ خرداد است.

1- Rahman and Rinaly.

مسئله‌ی مهم در رابطه با بررسی اثرات DST بر مصرف انرژی الکتریکی این است که به طور هم‌زمان نمی‌توان این اثرات را در شرایط اجرا و عدم اجرای DST مشاهده کرد (کلوگ و وولف، ۲۰۰۷). تأثیر عوامل متعدد آب و هوایی و جغرافیایی که بر مصرف انرژی الکتریکی اثرگذار هستند، در دوره‌های مختلف متفاوت است، لذا جهت بررسی پویایی مربوط به این تغییرات و هم‌چنین اثرات تغییر ساعت رسمی بر الگوی مصرف در ساعات مختلف، یک سیستم معادلاتی شامل ۲۴ معادله برای هر ساعت شبانه روز به صورت زیر در نظر گرفته شده است:

مدل ۱)

$$MW_{h,it}=a_{h,it}+b_{it}(POP)_{it}+c_i\sum_{j=1}^{6}WD_j+d_{h,t}WDP$$
$$+e_hDST+f_{it}(TEMP)_{it}+l_i\left(Height\right)_i+h_t(Daylight)_t$$
$$+g_{it}(Moisture)_{it}+k_ttrend+u_{h,it}$$

در مدل (۱)، i مقطع، t زمان (دوره) و h نشان دهنده‌ی ساعت روز است. MW، مصرف مورد نیاز انرژی الکتریکی بر حسب مگاوات ساعت، POP جمعیت، TEMP دما بر حسب درجه‌ی سلسیوس، Daylight طول روز بر حسب دقیقه، Moisture میانگین رطوبت روزانه، Height ارتفاع از سطح دریا[۱]. هم‌چنین با توجه به تغییرات منحنی بار در در نواحی مختلف و نیز WD و WDP، متغیرهای مجازی جهت لحاظ کردن تفاوت موجود در الگوی مصرف به ترتیب روزهای هفته و روزهای خاص سال استفاده شده‌اند. روزهای هفته نیز با ۶ متغیر مجازی با در نظر گرفتن روز جمعه به عنوان روز پایه جهت اجتناب از مشکل هم خطی کامل[۲] بین متغیرها در مدل وارد شده‌اند. ایام تعطیل و روزهای خاص[۳]، با توجه به تقویم شمسی نیز با عدد یک و بقیه روزها با عدد صفر در مدل به کار گرفته شده‌اند. در صورتی که سایر عوامل ثابت باشند، با توجه به شرایط اقتصادی اجتماعی موجود در ایران، مصرف انرژی الکتریکی در روز، مثلاً ۷ مهر سال

۱- با توجه به وجود ارتفاع از سطح دریا، دما و رطوبت متفاوت در نواحی مختلف با پوشش هر یک از ۱۶ شرکت برق منطقه‌ای کل کشور، ویژگی های اقلیمی پرجمعیت ترین شهر در هر منطقه، به عنوان نماینده در هر ناحیه در نظر گرفته شده است.

2 - Perfect Co linearity.

۳- همان‌طور که در نمودار ۳ نشان داده شده است، روز های تعطیل میان هفته (روزهای خاص) سبب تغییر در الگوی تغییرات بار در طی هفته می‌شود، بنابراین این مسئله باید در مدل سازی در نظر گرفته شود.

نسبت به ۷ مهر سال ۱۳۸۶ افزایش نشان می‌دهد. به همین دلیل برای در نظـر گـرفتن این مسئله از متغیر روند (trend) استفاده شده است. با توجه به مبانی نظری گفته شده در روزهائی از دوره‌ی مورد مطالعه که DST اجرا شده است، متغیر مجازی DST، عـدد یک و برای بقیه‌ی روزها (تابستان ۱۳۸۵) عدد صفر استفاده شده است.

۵- یافته های تحقیق

به منظور تخمین سیستم معادلاتی (۱)، دو مسئله باید در نظر گرفته شود. ابتدا اثر ناهمگن[۱] متغیر مستقل DST بر مصرف انرژی الکتریکی در ساعات مختلف شبانه روز به‌دلیل تغییر در الگوی مصرف مشترکان، دیگری هم‌بستگی بین مصرف انرژی الکتریکی در ساعات متوالی روز است که به هم‌بستگی جزء خطای معادلات برای ساعات مختلف با همدیگر منجر می‌شود، لذا برای تخمین کارای سیستم معادلاتی (۱) از رویکرد تخمین رگرسیون‌های ظاهراً نامرتبط (SUR[۲]) که برای اولین بار توسط آرنولد زلنر[۳] در سال۱۹۶۲مطرح شده، استفاده می‌شود. در مدل‌سازی SUR با روش پانل، معمولاً به داده‌هایی با بعد زمانی زیاد و مقاطع کم نیاز است (بر عکس مدل اثرات ثابت[۴] (FE) و مدل اثرات تصادفی[۵] (RE) که عمدتاً با استفاده از مجموعه داده‌هایی با بعد زمانی کم و تعداد مقاطع زیاد تخمین زده می‌شوند). در صورتی‌که بعد زمانی زیاد باشد، مدل SUR جامع‌ترین روش تخمین است، زیرا به طور هم‌زمان اثرات خاص فردی و هم‌بستگی متقابل را نیز در نظر می‌گیرد (اشرف زاده و مهرگان، ۱۳۸۷). با توجه به این‌که طول زمان روشنایی روز با تا تغییر فصول سال تغییر می‌کند، جهت تفکیک اثرات تغییر در روشنایی از تغییرات نامرتبط فصلی در الگوی مصرف انرژی الکتریکی به مدل ساختاری نیاز است. برای این منظور و افزایش کارایی تخمین، از روش تخمین رگرسیون‌های به ظاهر نامرتبط تکراری (ISUR[۶]) استفاده می‌شود. روش تخمین رگرسیون‌های به ظاهر نامرتبط تکراری، یک روش چند مرحله از روش SUR است که از همبستگی بین

۱- تغییر ساعت رسمی از طریق انتقال مصرف در ساعات پیک بار به ساعات دیگـر، ممکـن اسـت مصـرف انـرژی الکتریکی در یک ساعت را افزایش (کاهش) دهد و یا تغییری ایجاد نکند. این امر ممکن است از طریق تغییـر در نوع مشترکان یا اصلاح الگوی مصرف باشد.

2 - Seemingly Unrelated Regressions .
3 -Arnold Zellner.
4- Fixed Effects Model.
5- Random Effects Model.
6 - Iterative Seemingly Unrelated Regressions.

جملات اخلال در معادلات از طریق تخمین‌های متوالی به منظور بهبود تخمین ضرایب مدل استفاده می‌کند. با توجه به پایایی متغیرهای این مطالعه[۱]، نتایج حاصل از تخمین مدل (۱) با استفاده از روش تخمین ISUR نشان می‌دهند که مناطق مرتفع‌تر، در همه ساعات شبانه روز میزان کم‌تری از انرژی الکتریکی را مصرف می‌کنند.

هم‌چنین نتایج مربوط به روند تغییرات الگوی مصرف در روزهای مختلف هفته نشان می‌دهد که تغییر در روزهای هفته از نظر آماری اثر معناداری بر مصرف انرژی الکتریکی در ساعات بامداد ندارد، در حالی که در سایر ساعات، مصرف انرژی الکتریکی به تغییر در روزهای هفته وابسته است. هم‌چنین سطح بار در یکشنبه و دوشنبه نسبت به سایر روزهای هفته بالاتر است. افزایش دما و رطوبت نیز سبب افزایش مصرف مورد نیاز در کل شبکه‌ی توزیع می‌شود[۲]. با توجه به این‌که هدف از این مطالعه بررسی تأثیر تغییر ساعت رسمی بر الگوی مصرف انرژی الکتریکی[۳] در ساعات مختلف روز است، در این‌جا فقط نتایج حاصل از برآورد پارامترهای متغیرDST گزارش شده است (جدول ۱).

هم‌چنین نتایج حاصل از تخمین مدل نشان می‌دهد که تغییر ساعت رسمی کشور به میزان یک ساعت در روز مصرف انرژی الکتریکی را در ساعات ۱۹، ۲۰ و ۲۱ هر روز، کاهش و مصرف انرژی الکتریکی در ساعات ۲۳، ۲۴، ۱، ۶ و ۷ را افزایش می‌دهد، ولی در سایر ساعات روز DST از لحاظ آماری تأثیر معناداری بر مصرف انرژی الکتریکی ندارد، نتایج حاصل از جدول (۱) در مدیریت بار[۴] اهمیت دارد، زیرا DST از طریق کاهش مصرف در ساعات پیک بار و افزایش مصرف در زمان‌های غیر پیک سبب کاهش خاموشی ناشی از ظرفیت ناکافی تولید برق می‌شود. بنابراین از این نتایج نمی‌توان در مورد نوع اثرات DST بر کل مصرف انرژی الکتریکی اظهار نظر کرد، در حالی که با توجه به افزایش قیمت انرژی و نیز افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای (ناشی از مصرف انرژی) این اثر در خور توجه است. به همین منظور جهت بررسی تأثیر تغییر ساعت رسمی بر کل مصرف انرژی الکتریکی، به تخمین مدل (۱) با استفاده از داده‌های

۱- نتایج آزمون لوین و لین (Levin & Lin (1993)) و ایم، پسران و شین (Im, Pesaran& Shin (1997))، پایایی همه‌ی متغیرهای مورد استفاده در این مطالعه را تأیید کرده‌اند. که البته برای اختصار در مقاله آورده نشده‌اند. ولی نزد مؤلفان موجود بوده و در صورت درخواست ارائه خواهند شد.

۲- با افزایش دما علاوه بر افزایش مصرفِ مصرف کنندگان نهایی، تلفات شبکه‌ی انتقال نیز افزایش می‌یابد.

3- Electric Energy Consumption.

4- Load Management.

ترکیبی روزانه‌ی مصرف انرژی الکتریکی پرداخته می‌شود. روش تخمین استفاده شده در این قسمت نیز روش رگرسیون‌های ظاهراً نامرتبط تکراری (ISUR) می‌باشد.

جدول ۱- نتایج حاصل از تخمین مدل* (۱) با استفاده از روش ISUR

ساعت	ضریب **DST**	مقدار آماره‌ی **t**	سطح احتمال
۱**	۱۹/۳۵	۲/۳۴	۰/۰۲
۲	۲۲/۲۹	۱/۵۳	۰/۱۳
۳	۱۴/۳۹	۱/۰۵	۰/۲۹
۴	۱۱/۴۷	۰/۸۳	۰/۴۱
۵	۱۴/۹۴	۱/۱۰	۰/۲۷
۶**	۴۶/۳۵	۳/۵۸	۰۰
۷**	۲۹/۰۶	۲/۳۹	۰/۰۲
۸	-۱۰/۴۰	۰/۸۶	۰/۳۹
۹	-۱۱/۸۳	۰/۹۳	۰/۳۵
۱۰	-۷/۵۵	-۰/۵۷	۰/۵۷
۱۱	-۵/۸۶	-۰/۴۲	۰/۶۷
۱۲	-۷/۵۵	-۰/۵۱	۰/۶۱
۱۳	۱/۵	۰/۰۹	۰/۹۳
۱۴	-۱۴/۵۰	-۰/۸۴	۰/۴۰
۱۵	-۲/۲۹	-۰/۱۳	۰/۸۹
۱۶	۶/۰۳	۰/۳۶	۰/۷۲
۱۷	۱۸/۷۹	۱/۱۲	۰/۲۶
۱۸	۲۰/۰۶	۱/۳۱	۰/۱۹
۱۹***	-۴۲/۰۸	-۳/۰۶	۰۰
۲۰***	-۱۴۲/۴۱	-۱۰/۵۲	۰۰
۲۱***	-۶۵/۰۶	-۴/۶۴	۰۰
۲۲	۱۷/۲۷	۱/۲۱	۰/۲۳
۲۳**	۳۷/۴۴	۲/۵۷	۰/۰۱
۲۴**	۴۵/۸۸	۳/۰۷	۰۰

منبع: محاسبات تحقیق

*اعداد به دست آمده از برآورد مدل (۱) تا دو رقم اعشار گرد شده‌اند.

نشان دهنده‌ی معناداری و اثر مثبت DST بر مصرف انرژی الکتریکی و * نشان دهنده‌ی تأثیر منفی DST بر مصرف انرژی الکتریکی است.

جدول ۲- نتایج حاصل از تخمین مدل* (۱) با استفاده از داده‌های روزانه

متغیر	ضریب	مقدار آماره‌ی t	سطح احتمال
a	۱۸۸۹۹/۶۳	۲۶/۷۲	۰۰
POP	۰/۰۱	۶۵۹/۸۹	۰۰
DAYLIGHT	-۵۰/۳۳	-۵۷/۵۶	۰۰
HEIGHT	-۴/۶۷	-۸۸/۵۵	۰۰
DST	۲۷۹۶/۳۹	۳۸/۰۹	۰۰
DW1	۲۳۷۴/۷۹	۱۹/۴۵	۰۰
DW2	۲۷۶۳/۵۹	۲۲/۵۷	۰۰
DW3	۲۷۱۸/۳۲	۲۲/۳۱	۰۰
DW4	۲۷۵۷/۶۱	۲۲/۸۱	۰۰
DW5	۲۸۱۲/۲۸	۲۳/۳۷	۰۰
DW6	۲۱۵۸/۴۷	۱۷/۹۳	۰۰
DWP	-۳۴۰۹/۱۲	-۲۶/۱۴	۰۰
TEMP	۱۱۰۰/۲۹	۲۴۲/۰۸	۰۰
MOSITURE	۱۴۶۶/۵۸	۲۱۴/۵۶	۰۰
TREND	۱۰/۴۴	۱۹۴/۶۸	۰۰

منبع: محاسبات تحقیق

* اعداد جدول (۲) تا دو رقم اعشار گرد، شده‌اند.

نتایج جدول ۲ نشان می‌دهد که تمام متغیرها اثر معناداری بر مصرف انرژی الکتریکی دارند. هم‌چنین تغییر ساعت رسمی به میزان یک ساعت در نیمه‌ی اول هر سال، کل مصرف را افزایش می‌دهد، بنابراین تغییر ساعت رسمی کشور به میزان یک ساعت، با وجود کاهش پیک بار، می‌تواند با افزایش مخارج مصرف‌کنندگان نهایی سبب کاهش رفاه در سطح جامعه شود.

۶- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

تغییر ساعت رسمی (DST) در ایران با هدف کاهش پیک بار نامناسب و کنترل تقاضای انرژی به ویژه انرژی الکتریکی اجرا می‌شود. هم‌زمان با عدم اجرای DST در سال ۱۳۸۵، رشد ۵۰۰ درصدی مدت زمان خاموشی اتفاق افتاده است. با توجه به

این‌که افزایش میزان خاموشی علاوه بر اجرای نامناسب سیاست‌های مدیریت طرف تقاضا، وابسته به شرایط آب و هوایی هر ناحیه نیز هست، لذا در این مقاله با در نظر گرفتن یک مدل آماری و استفاده از روش ISUR، اثرات تغییر ساعت بر منحنی بار تخمین زده شده است. نتایج نشان می‌دهند که تغییر ساعت رسمی کشور از طریق انتقال مصرف در ساعات پیک بار به ساعات پایه‌ی بار، علاوه بر افزایش ضریب بار شبکه‌ی توزیع، سبب کاهش هزینه‌های هر مگاوات ساعت برق مصرفی و بخش اقتصادی‌تر بار در سطح هر منطقه و کاهش ظرفیت مورد نیاز تأمین برق می‌شود. نظر به این‌که مشکل اصلی مصرف انرژی الکتریکی در ایران، الگوی نامناسب مصرف و بالا بودن نامتعارف پیک بار شبکه است، لذا تغییر ساعت رسمی، الگوی مصرف انرژی الکتریکی را بهبود می‌بخشد. هم‌چنین نتایج حاصل از بررسی اثرات تغییر ساعت رسمی بر میزان کل مصرف روزانه در دوره‌ی مورد بررسی نشان می‌دهد که اجرای DST مصرف انرژی الکتریکی را افزایش می‌دهد، لذا پیشنهاد می‌شود با توجه به افزایش هزینه‌های تمام شده‌ی تولید انرژی الکتریکی و نیز افزایش حساسیت‌های زیست‌محیطی، سناریوهای مختلف اجرای برنامه‌ی تغییر ساعت رسمی، با توجه به گستره‌ی شرایط جغرافیایی کشور مورد بررسی قرار گیرند.

فهرست منابع

اشرف زاده، حمیدرضا و نادر مهرگان (۱۳۸۷)، اقتصاد سنجی پانل دیتا، دانشکده‌ی علوم اجتماعی دانشگاه تهران، چاپ اول.

زراء نژاد، منصور و ابراهیم انواری (۱۳۸۴)، کاربرد داده‌های ترکیبی در اقتصادسنجی، فصل‌نامه‌ی بررسی‌های اقتصادی، دوره‌ی ۲، شماره‌ی ۴، ص۵۲-۲۱.

تغییر ساعت رسمی"بهره‌گیری از روشنایی روز"، دفتر مطالعات زیر بنایی مجلس شورای اسلامی، تهران ۱۳۸۶.

محمدی تیمور (۱۳۸۸)، تحلیل تأثیر عدم تغییر ساعت رسمی بر مصرف انرژی الکتریکی (مطالعه‌ی موردی محدوده‌ی شرکت برق منطقه‌ای تهران)، فصل‌نامه‌ی پژوهشنامه‌ی اقتصادی شماره‌ی ۳۲، ص۲۸۹-۲۶۳.

ترازنامه‌ی انرژی سال‌های مختلف، دفتر برنامه‌ریزی کلان برق و انرژی، معاونت امور برق و انرژی، وزارت نیرو.

Aries, B.C., Newsham, R. (2008), "Effect of Daylight Saving Time on Lighting Energy Use: A Literature Review", Energy Policy Vol.36, pp. 1858-1866.

AwadMomani, M., Yatim, B. and MohdAli, M. (2009) "The Impact of the Daylight Saving Time on Electricity Consumption-A Case Study from Jordan" , Energy Policy vol.37, pp. 2042-2051.

Baltagi, B., (2005), Econometric Analysis of Panel Data, John Wiley & Sons, Toronto.

Fong W, Matsumoto H, Lun Y, Kimura R(2007). Energy Savings Potential of the Summer Time Concept in Different Regions of Japan from the Perspective of Household Lighting. Journal of Asian Architecture and Building Engineering 6(2), 371–378.

Gurevitz, M., (2005). Daylight Saving Time. CRS Report for Congress, Her Majesty's Stationery Office (HMSO), 1970. Review of British Standard Time, Command paper 4512, London.

Huisman, Ronald. Huurman, Christian. Mahieu, Ronald, (2007). Hourly Electricity Prices in Day-ahead Markets. Energy Economics 29(2007) 240–248.

Kandel A, Metz D. California Energy Commission (2001)"Effects of Daylight Saving Time on California Electricity Use", http://www. energy.ca.gov /report/2001-05-23-400-01-013.pdf

Kellogg, R., Wolff, H.,(2007), Does Extending Daylight Saving Time Save Energy? Evidence from an Australian Experiment. Center for the Study of Energy Markets Working Paper, WP163.

Kotchen, M.J., Grant, L.E.,(2008).Does Daylight Saving Time Save Energy? Evidence from a Natural Experimenting Indiana. Bren School of Environmental Science and Management University of California Working Paper.

Pout, C. (2006). The Effect of Clock Changes on Energy Consumption in UK Buildings. Building Research Establishment.

Brahmans. Rinaly (1993), An Efficient Load Model for Analyzing Demand Side Management Impacts, IEEE Transactions on Power systems, Vol.8,No.

Shimoda, Y., Asahi, T., Taniguchi, A., Mizuno, M.,(2007). Evaluation of City–Scale Impact of Residential Energy Conservation Measures using the Detailed End-Use Simulation Model.Energy32, 1617–1633.

Wooldridge, J.M.,(2002), Econometric Analysis of Cross-Section and Panel Data (MIT Press, Massachusetts).

Zellner, A.,(1962), An Efficient Method of Estimating Seemingly Unrelated Regression and Tests for Aggregation Bias, Journal of the American Statistical Association 57, 348–368.

Www.igmc.ir

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی