مدل‌سازی و ارزیابی اثر تغییر ساعت رسمی بر مصرف برق به کمک شبیه سازی مبتنی بر رگرسیون‌های چند متغیرهٔ ظاهراً نامرتبط

سید مجتبی سجادی[۱] ، سید محمد اسدزاده[۲]

تاریخ دریافت مقاله:
۱۷ آذرماه ۸۶
تاریخ پذیرش مقاله:
۱۶ بهمن ماه ۸۶

چکیده

هدف اصلی این مقاله بررسی اثر تغییر ساعت بر مصرف برق است. در این مقاله مدلی توسعه داده شده است و به کمک آن اثر تغییر ساعت بر مصرف برق در ناحیه تحت پوشش استان تهران تجزیه و تحلیل شده است. رهیافت تجزیه و تحلیل در این مقاله، رهیافت شبیه سازی مبتنی بر مدلهای رگرسیون چند متغیره است. مدل رگرسیونی استفاده شده در این مقاله، سیستمی از ۲۴ معادله رگرسیونی چند متغیره است که بوسیله روش رگرسیونهای ظاهراً نامرتبط حل شده است. سه سناریوی مختلف تغییر ساعت تجزیه و تحلیل شده اند: تغییر ساعت، گسترش تغییر ساعت و تغییر ساعت دوبل. مدل رگرسیونهای ظاهراً نامرتبط با داده های ۱۳۸۳ تا ۱۳۸۵ نشان می دهد که طبق سناریوی تغییر ساعت پتانسیل کاهش مصرف برابر ۱۶۲/۹ مگاوات ساعت (معادل ۰/۸۷ درصد از کل مصرف در بهار و تابستان ۸۵) و پتانسیل کاهش پیک در این سناریو میزان ۱۰۲ مگاوات معادل ۱/۹ درصد کاهش در پیک ساعتی برآورد شده است. در سناریوی گسترش تغییر ساعت پتانسیل کاهش مصرف برابر ۱۷۶/۷ مگاوات ساعت (معادل ۰/۸۲ درصد از کل مصرف ۸ ماهه از اسفند تا مهر) و پتانسیل کاهش پیک در این سناریو میزان ۹۷ مگاوات معادل ۱/۹ درصد کاهش در پیک ساعتی برآورد شده است. در سناریوی تغییر ساعت دوبل پتانسیل کاهش مصرف برابر ۶۸/۵ مگاوات ساعت (معادل ۰/۳۶ درصد از کل مصرف در بهار و تابستان ۸۵) برآورد شده است. پیک ساعتی در این سناریو میزان ۴۸۲ مگاوات معادل ۹/۳ درصد افزایش یافته است.

کلمات کلیدی
تغییر ساعت، مصرف برق، استان تهران، رگرسیونهای ظاهراً نامرتبط

۱) دانشگاه پلی تکنیک تهران، دانشجوی دکتری مهندسی صنایع، عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف‌آباد، sm_sajjadi@aut.ac.ir
۲) دانشگاه تهران، دانشکده فنی ، کارشناس ارشد مهندسی صنایع و کارشناس ارشد پژوهشی بخش عرضه و تقاضا مؤسسه پژوهش در مدیریت و برنامه‌ریزی، Asadzadeh@engmail.ut.ac.it

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-19]

مقدمه

یکی از مسائل اصلی اقتصادی اجتماعی در جامعه، تخصیص بهینه فعالیتهای روزانه بشر (خواب، کار و فراغت) بین ۲۴ ساعت شبانه روز است. در دنیای امروز با وجود تجهیزات مصنوعی برای تولید روشنایی و نیز گرما، انسانها به آسانی می‌توانند فعالیتهای خود را با ساعت تنظیم کنند، حال آنکه در زمانهای پیشین انسانها مجبور بودند در روشنایی روز فعالیت کنند و در تاریکی بخوابند. اولین مطالعه اقتصادی در مورد تغییر ساعت توسط بنجامین فرانکلین فرانسوی در سال ۱۷۸۴ انجام گرفت و ایده اصلی این بود که چون مردم دیر از خواب بیدار می‌شوند قسمتی از روشنایی صبح را از دست می‌دهند و شب هنگام چون قسمتی از شب را بیدار می‌مانند، شمع بیشتری در منازل می‌سوزانند. امروزه نیز دولتها به اهمیت این تخصیص به خوبی پی برده اند و سعی می کنند این مشکل را با کمک مکانیسم تغییر ساعت در تابستان به مشکل ساده تر و کوچکتری بدل کنند.

تغییر ساعت در تابستان[1]، معمولاً جلوکشیدن ساعت استاندارد (ساعت رسمی کشور در زمستان) به اندازه یک ساعت است. در بررسی موضوع تغییر ساعت و اثرات آن، آگاهی از تغییراتی که واقعه تغییر ساعت در رفتار مردم و بخصوص در بحث مصرف انرژی، در رفتار مصرف کنندگان انرژی ایجاد می‌کند، نکته ای بسیار حائز اهمیت است. لذا در این بخش بر آنیم تا این تغییرات بالقوه را با مدد از نظرات کارشناسان فن مورد بررسی قرار داده و جمع بندی مناسبی از آن داشته باشیم.

۱- تغییر ساعت در تابستان به صورت مجازی باعث می‌شود که خورشید یک ساعت دیرتر غروب کند و فعالیتهای عصرگاه بشر یک ساعت بیشتر در روشنایی طبیعی روز صورت گیرد. این مورد مهمترین واقعه‌ای است که در بحث صرفه‌جویی مصارف روشنایی برق بدان استناد می‌شود.

۲- تغییر ساعت در تابستان به صورت مجازی همچنین باعث می‌شود که خورشید یک ساعت دیرتر طلوع کند و فعالیتهای صبحگاه بشر یک ساعت بیشتر در تاریکی صورت گیرد. البته این واقعه بیشتر در اوایل بهار و اوایل پاییز معنا دار است.

۳- بین زمانی که مردم می‌خوابند و زمانی که باید بخوابند یک ساعت اختلاف پیش می‌آید و این غیرهمزمانی باعث اختلال در خواب می‌شود.

۴- فاصله زمانی بین بیدار شدن در صبح و شروع کار روزانه را کم می‌کند. این واقعه با این فرض صورت می‌گیرد که الگوی خواب با تغییر ساعت، تغییر نکند.

۵- با فرض اتمام اغلب فعالیتها در ساعت ۱۲ شب (تعطیلی مغازه‌ها و خوابیدن مردم) احتیاج به روشنایی در شب و استفاده از لوازم صوتی و تصویری یک ساعت کاهش می‌یابد.

۶- در عصرگاهان، فاصله زمانی اتمام کار و شروع تاریکی یک ساعت بیشتر می‌شود که دو پیامد در پی دارد:

---

1) Daylight Saving Time - DST

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-19]

- در صورت مراجعه مردم به منزل در بعد از ظهرهای گرم یک ساعت استفاده از وسایل خنک کننده افزایش می‌یابد و زمان استراحت یک ساعت افزایش می‌یابد.
- در صورتی که مردم بعد از اتمام کار به بیرون و تفریح بروند مصارف سوخت حاصل از افزایش در حمل و نقل بیشتر می‌شود.

۷- در عصرگاهان در هنگام مراجعه به منزل مردم در روشنایی در خیابانها راه می‌روند و یا رانندگی می‌کنند. در این روشنایی دید بهتری وجود دارد که از این لحاظ تغییر ساعت باعث کاهش جرم و جنایت و نیز تصادفات رانندگی می‌شود.

۸- در عصرگاهان مردم در ساعات گرم روز از محل کار خارج می‌شوند و لذا نیاز به وسایل سرمایشی و روشنایی در ساختمانهای اداری و تجاری یک ساعت کاسته می‌شود.

سه پرسش اساسی در این مقاله مورد بررسی قرارخواهد گرفت:

- آیا تغییر ساعت باعث کاهش مصرف برق می‌شود.
- آیا تغییر ساعت باعث افت پیک بار در ساعات اولیه شب در بهار و تابستان خواهد شد.
- آیا یک ساعت تغییر در ساعت رسمی کشور از ابتدای فروردین تا اول پاییز در مقابل دیگر گزینه‌ها (مثلاً تغییر دو ساعته ساعت رسمی در بهار و تابستان) بهترین طرح برای تغییر ساعت از نقطه نظر تاثیر بر مصرف برق است.

مرور ادبیات موضوع

مخالفان و موافقان تغییر ساعت با استناد به وقایعی که تغییر ساعت به وجود می‌آورد اثرات تغییر ساعت را بررسی می‌کنند و معایب و مزایای آن را برمی‌شمارند. مطالعات مختلفی در خصوص تاثیر تغییر ساعت بر ابعاد مختلف اجتماعی- اقتصادی انجام شده است. مطالعاتی که به موضوعاتی چون کاهش تصادفات ترافیکی و مرگ و میر ناشی از آنها، جرم و جنایت اختلال در خواب افراد، افزایش میزان مسافرتهای شهری و بین شهری و افزایش مصرف سوخت دلالت دارند. در این رابطه مطالعات زیادی در کشورهای مختلف انجام شده است.[۱]

مطالعات داخلی: دفتر مطالعات بار و انرژی و مدیریت مصرف سازمان توانیر (۱۳۷۰) در مطالعه ای اثر تغییر ساعت را بر مصرف انرژی مورد بررسی قرار داده است. محاسبات و بررسیهای انجام شده در این تحقیق نشان می دهد که تغییر یک ساعته ساعت رسمی کشور در بهار و تابستان سبب صرفه جویی بیش از ۲۰ میلیون دلار در ۶ ماه می‌گردد. از آنجا که

---

۱) منابع

DOT (1975); Coate, D and S. Markowitz (2004); Ferguson, S.A., et al, (1995); Lamb, Reinhold P., et al, (2004); Coren, S. (1996a); Coren, S. (1996b); Varughese, J. and R.P. Allen (2001); Kellogg, R. and H.Wolff (2007); Hecq, W., et al (1993); Kamstra, M.J., et al, (2000); Kamstra, M.J., et al (2002); Pinegar, J.M. (2002)

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-19]

پیک بار در ایران سر شب و در تابستان است، با اجرای طرح تغییر ساعت پیش بینی شده است کـه ۵۰۰ هـزار کیلـووات از پیک مصرف برق کاسته شود و از این بابت ۵۰۰ میلیون دلار صرفه جویی خواهد شد.

دفتر برنامه‌ریزی مصرف برق سازمان توانیر (۱۳۸۴) اثر تغییر ساعت رسمی کشور بر کاهش اوج بار و انرژی مصرفی را مورد بررسی قرار داده است. در این بررسی فقط دو گروه مصرف کننـده خـانگی و تجـاری ـ خـدماتی مـورد بررسـی قـرار گرفته‌اند. بر اساس نتایج این تحقیق، در صورت تغییر ساعت رسمی کشور در بهار و تابستان مصرف برق در سـاعات اولیـه شب به طرز چشمگیری کاهش می‌یابدو بیش از ۰/۵ درصد از اوج بار کاسته می‌شود.

در مطالعه دیگری که در معاونت برنامه‌ریزی سازمان برق ایران توسط مهدی خبـاز پیـشه (۱۳۷۳) انجـام شـده اسـت، عنوان شده که تجربه ایران در چند سال اخیر نشان دهنده آن است که تغییـر سـاعت اثـر قابـل تـوجهی در کـاهش پیـک مصرف برق نداشته است و تنها بر مصرف انرژی موثر بوده که این تاثیر گذاری نیز گاهاً تحت تاثیر ناهماهنگی هایی چـون عدم محدودیت فعالیتهای تجاری خنثی شده است.

مرکز پژوهش های مجلس شورای اسلامی (۱۳۸۰) در مطالعه ای به بررسی اثر تغییر ساعت رسمی کشور بـر مـصرف انرژی پرداخته است. مطابق گزارش مرکز پژوهش ها تغییر سـاعت موجـب صـرفه‌جـویی حـدود ۳ میلیـارد و ۳۶۸ میلیـون کیلووات ساعت برق در سال خواهد بود که این رقم معادل ۲/۶ درصد کل انرژی برق مصرفی کشور است.کـاهش مـصرف برق در نقطه اوج (اوائل شب) در این مطالعه به میزان ۵۰۰ مگاوات گزارش شده است.

محمدی و همکاران (۱۳۸۵) در مطالعه ای با استفاده از یک مدل اقتصاد سنجی به بررسـی تـأثیر عـدم تغییـر سـاعت رسمی کشور بر مصرف برق و هزینه های مالی ناشی از آن پرداخته اند. این مطالعـه در محـدوده شـرکت بـرق منطقـه ای تهران و با استفاده از داده های ساعتی مصرف انرژی برق در ماههای فروردین و اردیبهشت سالهای ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵ انجـام شده است. نتایج حاصل از این مطالعه نشان می دهد که عدم تغییر ساعت باعث افزایش مـصرف بـرق در سـاعات آغـازین مقاطع اوج شامگاه و نیم روز شده و ساعت اوج بار را یک ساعت طولانی تر کرده است.

به طور تاریخی فرض می‌شود که در صورت تغییر ساعت، در عصرگاه یک ساعت بیشتر وقت مردم در روشنایی سـپری می‌شود و لذا تغییر ساعت بر کاهش مصرف برق تاثیر دارد. یک روش کلی نگر و ساده برای بررسی این اثـر مقایـسه رونـد تغییرات مصرف انرژی قبل و بعد از دوره تغییر ساعت است. عیب این روش در این است کـه اثـر تغییـرات در آب و هـوا و دیگر عوامل بر اثر تغییر ساعت بر مصرف برق سایه می‌اندازند و لذا از یکدیگر قابل تفکیک نیستند.

مطالعات خارجی

۱ـ مدل کالیفرنیا و ایندیانا

این مطالعات در سال ۲۰۰۱ در ایالات کالیفرنیا و ایندیانا آمریکا انجام شده اند[1]. رهیافـت انتخـاب شـده بـرای تحلیـل، تخمین یک مدل آماری برای کل مصرف برق ساعتی در ایالت است. این مدل بین سطح مصرف برق و سـاعت مشخـصی

1) Adrienne Kandel and Dary Metz, 2001; Indiana Fiscal Policy Institute, 2001.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-19]

از روز ارتباط برقرار می‌کند. این مدل بر اساس روش رگرسیونهای ظاهراً نامرتبط است. این مدل سیستمی از ۲۴ معادله خطی است که هر معادله به یک ساعت از شبانه روز مربوط می‌شود. فرض اساسی که در این مدل لحاظ شده، این است که رفتار مصرف برق منازل و ساختمانها در یک ساعت از شبانه روز در یک شرایط آب و هوایی و روشنایی مشخص، مختص آن ساعت است و در ساعتی دیگر ممکن است متفاوت باشد. نتایج این مدل در ایالت کالیفرنیا نشان داده است که تغییر ساعت به طور متوسط باعث کاهش مصرف برق تا یک درصد شده است و ضمناً پیک بار را نیز ۱۱۰۰ مگاوات کم کرده است. نتایج مشابهی نیز در ایالت ایندیانا به کمک این مدل بدست آمده است.

۲ـ مدل استرالیا

مطالعه دیگری که با استفاده از داده‌های تجربی و مدلهای اقتصادسنجی به بررسی اثرات تغییر ساعت بر مصرف برق پرداخته است، مطالعه‌ای است که اخیرا در ژانویه سال ۲۰۰۷ در مرکز مطالعات بازار انرژی در دانشگاه کالیفرنیا انجام شده است (Kellogg, R. and H.Wolff, 2007). مورد مطالعه این تحقیق ایالت ویکتوریا در کشور استرالیا بوده است. این مطالعه با تمرکز بر یک دوره ۲ ماهه یعنی از ۲۷ آگوست تا ۲۹ اکتبر سال ۲۰۰۰ که بازیهای المپیک سیدنی نیز در این زمان انجام شد، اثر افزایش دوره تغییر ساعت را بر مصرف برق در ایالت ویکتوریا تجزیه و تحلیل کرده است. در مدل استرالیا، استراتژی تخمین اثر گسترش دوره تغییر ساعت، مبتنی بر روش "تفاوت در تفاوتها[1]" است. یک مدل رگرسیونی چند متغیره توسعه داده شده است. در نهایت نتایج اجرای مدل شرح داده شده در دوره زمانی ۱۹۹۹ تا ۲۰۰۱ حاکی از آن است که گسترش دوماهه دوره تغییر ساعت در ایالت ویکتوریا در سال ۲۰۰۰ میلادی باعث شده است که مصرف برق عصرگاه به صبحگاه انتقال یابد. در صورت گسترش دوماهه دوره تغییر ساعت در ایالت ویکتوریا در عصرگاهان نیاز به گرمایش و روشنایی کمتر می‌شود ولی مصرف برق در صبحگاهان به دلیل هوای سردتر و روشنایی کمتر با افزایش مواجه می‌شود.

مقایسه‌های اولیه

نمودار۱ نمایش متوسط بار ساعتی شش ماهه اول سالهای ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۵ در استان تهران است. در یک نگاه ساده می توان دریافت که عدم تغییر ساعت رسمی کشور در استان تهران در سال ۱۳۸۵ باعث شده است که بار مصرفی در ساعات صبح و نیز نیمه شب کاهش یابد و از طرف دیگر این بار در ساعات عصر به شدت افزایش یافته است.

مسلم است برای یافتن یک جواب اساسی برای این سوال که آیا این تغییر سیاست باعث افزایش مصرف برق در استان تهران شده است یا خیر، اینچنین تجزیه و تحلیل سطحی، سریع و بدون توجه به جزئیات، کافی نیست. در تجزیه و تحلیل

---

1) Difference in Differences - DID

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-19]

عمیقتر این امر بایستی متغیرهای تاثیرگذاری مانند دمای هوا، شرایط روشنایی، روزهـای کـاری و تعطـیلات رسـمی و نیـز مشخصه های جمعیتی استان در هر زمان نیز در نظر گرفته شوند. برای اینچنـین تجزیـه و تحلیلـی مـی تـوان از مـدلهای رگرسیونی چند متغیره کمک گرفت که شرح دقیقتر رهیافت مدلسازی در ادامه در بخش ۴ ارائه خواهد شد.

رهیافت تجزیه و تحلیل

در مطالعه حاضر اثر تغییر ساعت بر مصرف برق در یک چارچوب ساعتی تحلیل شده است. هدف اصلی این اسـت کـه به طور متوسط اثر عدم اجرای تغییر ساعت را بر مصرف برق در ساعات مختلف شبانه روز در بهـار و تابـستان سـال ۱۳۸۵ بدست آوریم. ساعات شبانه روز از ساعت ۱ تا ۲۴ نامگذاری شده اند. منظور از ساعت ۱، دقایق بین ساعت ۰۰،۰۰ و ۰۰،۵۹ است. منظور از ساعت استاندارد، ساعتی است که در اثر تغییر ساعت، تغییر نکرده باشد.

داده ها: داده های استفاده شده در این تحقیق را می توان به پنج دسته مختلف تقسیم کرد:

۱- داده های مصرف برق، این داده ها به صورت ساعتی
۲- داده های آب و هوایی، داده های دمای هوا به صورت ساعتی در پنج ایستگاه هواشناسـی در اطـراف و داخـل تهران
۳- داده های روشنایی، داده های مربوط به ساعات طلوع و غروب خورشید در هر روز
۴- داده های روز کاری، داده های مربوط به روز عادی کاری، تعطیلات ملـی و جمعـه هـا، تعطـیلات مـذهبی و تعطیلات انقلابی از تقویمهای معتبر مربوط به سالهای ۱۳۸۳ و ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵ بدست آمده اند.
۵- داده های جمعیتی، داده های جمعیتی استان تهران از طرح آمارگیری نفوس و مسکن سال ۱۳۸۵ بدست آمده اند. منبع تامین این داده ها وب سایت اینترنتی مرکز آمار ایران – مرکز نشریات می باشد.

فرضهای اساسی مدل: فروض اساسی که مدل اصلی تجزیه و تحلیل در این مقالـه بـر اسـاس آنهـا سـاخته شـده اسـت، عبارتند از:

۱- حساسترین فرض مدل این است که به کمک الگوی مـصرف در سـالهای قبـل مـی‌تـوان مـصرف سـال بعـد را پیش‌بینی کرد.

این فرض، فرضی منطقی به نظر می رسد. در نمودار۱ به خوبی پیداست که شـکل بـار در سـالهای ۱۳۸۱ تـا ۱۳۸۴ حالت پایداری دارد. از مطالعه شکل بار در استان تهران در سالهای ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۴ که ساعتها تغییـر داده مـی شـد، می توانیم این فرض اساسی را بنا نهیم که شکل بار ساعتی در استان تهران در سال ۱۳۸۵ نیز مشابه شـکل بـار در سالهای قبل می شد اگر ساعتها در سال ۱۳۸۵ نیز تغییر می یافت.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-19]

۲- رفتار مصرف برق مردم غیر از مصارف روشنایی و سرمایش-گرمایش در یک ساعت خاص، مختص آن ساعت است.

به عبارت دیگر این فرض بیان میدارد که مردم فعالیتهای خود را با ساعت رسمی تنظیم می‌کنند. این فرض نیز فرضی منطقی است زیرا مثلاً برنامه های تلویزیون و ساعات کاری مردم با ساعت رسمی تنظیم می شود و بنابراین برنامه خواب مردم و نیز ترک منزل در صبحگاهان با ساعت رسمی تنظیم می شود.

رهیافت تجزیه و تحلیل (شبیه سازی مبتنی بر رگرسیونهای ظاهراً نامرتبط[1]): قبل از آنکه رویه تجزیه و تحلیل در این مقاله را تشریح کنیم، بهتر است ابتدا چگونگی مدلسازی مصرف برق را با کمک روشهای رگرسیونی شرح دهیم. در ادامه پس از شرح روش رگرسیونهای ظاهراً نامرتبط، متغیرهای موجود در این مدلها را معرفی و چگونگی محاسبه آنها را توضیح می دهیم. آنگاه در پایان رویه شبیه سازی را تشریح خواهیم کرد.

۱- تئوری روش رگرسیونهای ظاهراً نامرتبط: با مدلهای رگرسیونهای ظاهراً نامرتبط بیشتر در مسائل اقتصاد خرد برخورد می کنیم. ایده اولیه مدلهای رگرسیونهای ظاهراً نامرتبط و نیز فرمولبندی برآورد پارامترهای مختلف آن به Zellner A (1962) در سال ۱۹۶۲ تعلق دارد.

در اقتصادسنجی، رگرسیونهای ظاهراً نامرتبط تکنیکی برای تحلیل یک سیستم متشکل از چند معادله است که خطای تصادفی در معادلات مختلف با هم همبستگی دارند. یک مدل اقتصادسنجی ممکن است متشکل از چندین معادله باشد که این معادلات دو به دو از یکدیگر مستقل باشند. مثلاً متغیر وابسته در این معادلات با هم یکی نیست و یا متغیرهای مستقل موجود در هر معادله از دیگر معادلات متفاوتند. با این وجود اگر داده های یکسانی را در همه معادلات بکار گیریم، آنگاه ممکن است ترم خطای تصادفی موجود در هر یک از معادلات با ترم خطای دیگر معادلات همبسته باشند. تکنیک رگرسیونهای ظاهراً نامرتبط حالت توسعه یافته از تکنیکهای رگرسیونهای خطی است که همبستگی بین خطاهای تصادفی را در محاسبات و تخمینهای خود لحاظ می‌کند. با این تفاوت که به جای تخمین هر معادله بوسیله روش کمترین مربعات، روش رگرسیونهای ظاهراً نامرتبط اجرا می‌شود. در اینجا به دلیل محدودیت صفحات مقاله از ارائه توضیحات تفصیلی در خصوص تئوری حل مدل خودداری می‌شود. خواننده علاقه‌مند به مقاله Zellner A (1962) رجوع داده می‌شود.

۲- مدل رگرسیونی: مشخصات مدل رگرسیونی اصلی که در این تحقیق مبنای تجزیه و تحلیلها قرار گرفته است، عبارت است از:

---

1) Seemingly Unrelated Regressions (SUR)

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-19]

- این مدل سیستمی از ۲۴ معادله خطی است که هر معادله به یک ساعت از شبانه روز تعلق دارد.
- هر یک از این معادلات بین مصرف برق در استان در یک ساعت خاص و متغیرهای توضیحی مدل ارتباط برقرار می کند.

مدل رگرسیونهای ظاهراً نامرتبط به صورت سیستم ۲۴ معادله رابطه (۱) در می آید:

$$
\begin{aligned}
E_h &= \beta_{h0} + \beta_{h1} POP + \beta_{h2} WD \\
&+ \beta_{h3} QSmp_h + \beta_{h4} Sep_h + \\
&\beta_{h5} (POP * WD) + \beta_{h6} (POP * QSmp_h) \\
&+ \beta_{h7} (POP * Sep_h) \\
&+ \beta_{h8} (WD * QSmp_h) + \beta_{h9} (WD * Sep_h) \\
&+ \beta_{h10} (QSmp_h * Sep_h) + \varepsilon_h \\
&h = 1,2,3,4 \text{ and } 9,10,...15 \text{ and } 22,23,24
\end{aligned}
$$

(۱)

$$
\begin{aligned}
E_h &= \beta_{h0} + \beta_{h1} POP + \beta_{h2} WD + \\
&\beta_{h3} QSmp_h + \beta_{h4} Sep_h + \beta_{h5} L_h + \\
&\beta_{h6} (POP * WD) + \beta_{h7} (POP * QSmp_h) \\
&+ \beta_{h8} (POP * Sep_h) + \beta_{h9} (POP * L_h) + \\
&\beta_{h10} (WD * QSmp_h) + \beta_{h11} (WD * Sep_h) \\
&+ \beta_{h12} (WD * L_h) + \beta_{h13} (QSmp_h * Sep_h) + \\
&\beta_{h14} (QSmp_h * L_h) + \beta_{h15} (Sep_h * L_h) + \varepsilon_h \\
&h = 5,6,7,8 \text{ and } 16, 17, ...,21
\end{aligned}
$$

در رابطه (۱) به این علت که در ساعات ۱ تا ۴ و ۹ تا ۱۵ و نیز ۲۲ تا ۲۴ تاریکی کامل و یا روشنایی کامل وجود دارد و در واقع مقدار متغیر روشنایی ثابت است لذا در معادلات رگرسیونی ساعات ۱ تا ۴ و ۹ تا ۱۵ و نیز ۲۲ تا ۲۴ متغیر روشنایی (L) وجود ندارد. داده های تجربی که در این مقاله مورد استفاده قرار گرفته اند مربوط به سالهای ۱۳۸۳ و ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵ هستند. داده های سال ۱۳۸۵ تا تاریخ ۴ / ۹ / ۱۳۸۵ در دسترس بوده اند. سال ۱۳۸۳، سال کبیسه بوده است و ۳۶۶ روزه است. داده های مربوط به هر شبانه روز برای مدل رگرسیونی رابطه (۱) در حکم یک مشاهده هستند و در مدل رگرسیونهای ظاهراً نامرتبط مجموعاً ۹۸۱ مشاهده داریم.

برهمکنشهای دو تایی متغیرها نیز در مدل لحاظ شده است. در مدل رگرسیونی رابطه (۱) منابع اصلی پراکندگی در مصرف برق را تا حد امکان تعریف کرده ایم و بقیه تغییرات در این مصارف را حاصل منابع مختلفی می دانیم که به طور کاملا تصادفی مصرف برق در یک ساعت خاص را تحت تاثیر قرار می دهند. این فرض کاملاً منطقی است که مصارف

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-19]

تمام ساعات شبانه روز به طور یکسانی تحت تاثیر این منابع پراکندگی ناشناخته باشند. این گفته بیانگر این نکته مهم است که ترم خطای تصادفی در معادلات مختلف رابطه (۱) با یکدیگر همبستگی دارند. در ادامه این مقاله، در انجام تحلیلها، مبنای کار مدل رگرسیونی ارائه شده در رابطه (۱) خواهد بود. در ادامه در بخش ۴-۳-۳، متغیرهای موجود در این مدل به تفصیل تعریف می شوند. نوع و تعداد هر دسته از متغیرها تعیین می شوند و نمادهای آنها مشخص می شوند.

۳- متغیرها: در این بخش، متغیرهای موجود در رابطه (۱) را به ترتیب شرح داده و نوع، تعداد هر دسته از متغیرها، نمادها و چگونگی محاسبه آنها شرح داده می شوند.

- جمعیت استان – **POP** : POP، متوسط جمعیت استان تهران در ماهی است که ساعت h در آن واقع است.
- متغیر روز کاری– **WD** : این متغیر یک متغیر نشانه است و در صورتی یک است که ساعت مورد نظر در یک روز کاری واقع باشد. جمعه ها، تعطیلات ملی، تعطیلات مذهبی و تعطیلات انقلابی روزهای کاری به حساب نیامده اند.
- متغیرهای دمایی– **W** : متغیر دما در ادبیات موضوع به صورتهای مختلفی تعریف شده است. در این مطالعه متغیرهای دما شامل دو متغیر هستند که به صورت زیر تعریف می شوند:

۱– مربع میانگین ساده دما[1] (QSmp)

QSmp = (۰/۱ × دمای ساعت فعلی + ۰/۹ × دمای ساعت قبل)^{۲}

۲– میانگین جداگانه دما[2] (Sep)،

Sep = (۰/۱ × متوسط دمای سه روز قبل+ ۰/۳ ×متوسط دمای دو روز قبل+ ۰/۶ × متوسط دمای یک روز قبل)

- متغیر روشنایی– **L**: این متغیر در یک نگرش فازی محاسبه می شود. همانطور که می دانیم وضعیت روشنایی در ساعات مختلف شبانه روز متفاوت است. در ساعات میانی روز روشنایی کامل است و در ساعات شب تاریکی کامل است. ولی در اوقات نزدیک به طلوع و غروب خورشید، نه روشنایی کامل وجود دارد و نه تاریکی کامل. لذا برای محاسبه وضعیت روشنایی در هر ساعت شبانه روز، مجموعه ای به نام مجموعه تاریک یا تاریکی تعریف می کنیم و برای هر ساعت در هر شبانه روزیک درجه تعلق به مجموعه تاریکی تعریف می کنیم. درجه تعلق هر ساعت به تاریکی در هر روز به کمک نمودار۲ محاسبه شده است.

۴- رویه شبیه سازی : همانگونه که قبلاً گفته شد یکی از فرضیات اساسی مدل این است که بار مصرفی یک ساعت خاص غیر از روشنایی و سرمایش–گرمایش که در بالا توضیح داده شد، مختص به آن ساعت است و در واقع رفتار مصرف برق را

---

1) Quadratic Simple temperature variable
2) Separate temperature variable

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-19]

این موضوع که اکنون چه ساعتی از شبانه روز است، تعیین می کند. نتیجه ای که از این فرض قابل استخراج است این است که در مقایسه مصرف برق در سناریوهای تغییر ساعت و عدم تغییر ساعت فرض می‌شود آن قسمت از مصرف برق که با متغیرهای آب و هوایی و روشنایی قابل توضیح نیست، برای یک ساعت مشخص در سناریوهای تغییر ساعت و عدم تغییر ساعت ثابت باقی می‌ماند.

در مدل رابطه (۱) بار مصرفی که توسط متغیرهایی که در آنها متغیر روشنایی و دمایی دخالت دارند، قابل توضیح است، مختص به یک ساعت خاص نیست و در سناریوهای مختلف تغییر ساعت این بار تغییر می یابد. سوال اساسی این است که مصرف برق در ساعت *h* از شبانه روز در استان تهران در بهار و تابستان ۱۳۸۵ چه می شد اگر سیاست تغییر ساعت متوقف نمی شد. اگر سیاست تغییر ساعت متوقف نمی شد، ساعتها در بهار و تابستان ۱۳۸۵ یک ساعت جلو کشیده می شد. در واقع وضعیت روشنایی و نیز دمای هوا در استان در ساعت *h* در صورت تغییر ساعت، وضعیت روشنایی و دمایی در ساعت *h-1* می بود. بنابراین برای شبیه سازی مصرف برق در استان در صورت تغییر ساعت، می توان مقادیر متغیرهای روشنایی و دمایی ساعت *h-1* را با مقادیر همین متغیرها در ساعت *h* جایگزین کرد. به عنوان مثال در مدل رابطه (۱)، مصرفی که توسط متغیر روشنایی (L_h) در مدل توضیح داده می شود برابر است با $\beta_{4h}L_h$. حال فرض می کنیم ساعتها تغییر کرده باشند. در این صورت میزان مصرفی که توسط این متغیر توضیح داده خواهد شد برابر است با $\beta_{4h}L_{h-1}$ زیرا وضعیت روشنایی ساعت h در این صورت L_{h-1} می بود. بر این اساس مدل رگرسیونی کلی رابطه (۱) را به صورت رابطه (۲) تغییر می دهیم تا از این رابطه برای انجام شبیه سازی سناریوهای تغییر ساعت استفاده کنیم.

$$
\begin{aligned}
\hat{E}_{ih} = {} & [\beta_{0h} + \\
& \beta_{1h} POP_i + \beta_{2h} WD_i + \\
& \beta_{7h} (POP_i * WD_i)] + \\
& [\beta_{3h} W_{ih-1} + \beta_{4h} L_{ih-1} + \\
& \beta_{5h} (POP_i * W_{ih-1}) + \\
& \beta_{6h} (POP_i * L_{ih-1}) + \\
& \beta_{8h} (WD_i * W_{ih-1}) + \\
& \beta_{9h} (WD_i * L_{ih-1}) + \\
& \beta_{10h} (W_{ih-1} * L_{ih-1})] + \varepsilon_{ih} \quad , \\
& h = 1,2,...,24 \\
& i = 1,2,...,98\ 1
\end{aligned}
\qquad (۲)
$$

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-19]

$\hat{E}_{ih}$، میزان مصرف شبیه سازی شده در استان در ساعت h از روز i است در صورتی که ساعتها در سال ۱۳۸۵ تغییر می کردند. ε_{ih} ها نیز خطاهای معادلات رگرسیون رابطه (۲) هستند که قبلاً به دست آمده اند و معلوم فرض می شوند.

مسلم است که رابطه (۲) برای شبیه سازی اثر تغییر ساعت، در صورتی که ساعتها یک ساعت تغییر کنند، قابل استفاده است. اگر سناریوی فرضی تغییر دوساعته ساعتها را مد نظر قرار دهیم، وضعیت آب و هوایی و نیز روشنایی در ساعت h وضعیت روشنایی و آب و هوایی در ساعت h-2 را می داشت. در این صورت رابطه (۲) برای محاسبات شبیه سازی با وضعیت روشنایی و آب و هوایی در ساعت h-2 به روز رسانی می شود.

نتایج اجرای رهیافت شبیه سازی

سناریوها: به کمک رهیافت شبیه سازی که گفته شد، سه سناریوی تغییر ساعت در این مقاله مورد بررسی قرار گرفته است که عبارتند از:

۱-جلوکشیدن ساعتها در بهار و تابستان سال ۱۳۸۵ به اندازه یک ساعت (تغییر ساعت[۱])،

۲- جلوکشیدن ساعتها از ابتدای اسفند ۱۳۸۴ تا پایان مهر ماه ۱۳۸۵ به اندازه یک ساعت (گسترش تغییر ساعت[۲])

۳- جلوکشیدن ساعتها در بهار و تابستان سال ۱۳۸۵ به اندازه دو ساعت (تغییر ساعت دوبل[۳])

در ادامه سناریوهای ۱ تا ۳ را به ترتیب با نامهای *تغییر ساعت، گسترش تغییر ساعت و تغییر ساعت دوبل* می شناسیم.

صحت سنجی: همخطی در هیچ یک از مدلهای رگرسیونی استاندارد استفاده شده در این مقاله مشاهده نشده است. از لحاظ تعریف متغیرها ذاتاً به هم همبسته نیستند. ولی وجود همخطی پدیده ای مربوط به نمونه است. اگر صرفاً هدف از تحلیل رگرسیون پیش بینی و پیش گویی باشد، وجود همخطی مشکل جدی به حساب نمی آید (ابریشمی، ۱۳۸۵).

برای تمامی مدلهای رگرسیونی که در این مقاله استفاده شده اند ضریب تعیین R^2 تصحیح شده ($\overline{R}^2$) بین ۰/۸ تا ۰/۹۰ بوده است که مبین این نکته است که مدل خطی برازش خوبی ایجاد کرده است. مقدار آماره F در آزمون ANOVA هم برای تمامی مدلها، مقداری بزرگ دارد و P-Value مربوطه در همه حالات از ۰/۰۰۰۱ هم کوچکتر است.

متغیرهای دما و روشنایی در همه مدلهای مربوط به ساعات مختلف معنا دار هستند (مقدار آماره t مربوطه به اندازه کافی بزرگ است). متغیر روز کاری در برخی مدلها، متغیر معناداری نیست. این امر به این علت است که در بعضی ساعات مانند ساعت ۲۲، میزان مصرف ارتباط معناداری با اینکه این روز کاری بوده است یا نه ندارد. متغیر جمعیت استان در بیشتر مدلها معنا دار است.

---

1) Daylight Saving Time (DST)
2) Extended Daylight Saving Time (EDST)
3) Double Daylight Saving Time (DDST)

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-19]

برای آزمون حساسیت نتایج بدست آمده از مدل رگرسیونهای ظاهراً نامرتبط، ۳ مدل رگرسیون کاشفی[1] فرمولبندی و اجرا شده است. نتایج آنها برای هر سه سناریو بدست آمده است که در جدول۱ ارائه شده است.

Reg1: مدل رگرسیونی استاندارد با استفاده از داده های ۱۳۸۳ تا ۱۳۸۵، (منظور از مدل رگرسیونی استاندارد، مدل رگرسیونی است که در آن ۲۴ معادله رگرسیونی به طور مستقل از هم به وسیله روش OLS حل شده باشند. در این مورد فرض می شود ترم تصادفی خطا در معادلات مختلف با هم همبسته نیستند)

Reg2: مدل رگرسیونهای ظاهراً نامرتبط با استفاده از داده های بهار و تابستان سالهای ۱۳۸۳ تا ۱۳۸۵،

Reg3: مدل رگرسیونهای ظاهراً نامرتبط با استفاده از داده های سالهای ۱۳۸۳ و ۱۳۸۴

نتایج این رگرسیونهای کاشفی برای سناریوهای تغییر ساعت و گسترش تغییر ساعت حاکی از آن است که نتایج بدست آمده توسط مدل رگرسیونهای ظاهراً نامرتبط با تمام داده های سالهای ۱۳۸۳ تا ۱۳۸۵ حالتی پایدار دارند.

یافته های تجربی: در این بخش نتایج بدست آمده برای هر سناریو را به صورت نمودار نمایش می دهیم. ماههای اردیبهشت و مرداد را به عنوان ماههای نوعی بهار و تابستان انتخاب می کنیم و نمودارهای تغییر بار را در سناریوهای مختلف برای این دو ماه رسم می کنیم.

۱ـ نتایج سناریوی تغییر ساعت: در این سناریو ساعت در بهار و تابستان یک ساعت تغییر می‌کند. بعضاً تصور می‌شود که وقتی در بهار و تابستان ساعتها جلو کشیده شوند آنگاه مردم از محل کار خود زودتر به منزل می‌روند و در ساعات گرمتری به منازل می‌رسند و احتیاج به وسایل سرد کننده بیشتر می‌شود و لذا پیک بار افزایش می‌یابد. ولی نتایج نشان می‌دهد که چنین تصوری اشتباه است. در سناریوی تغییر ساعت، پیک بار کاهش می‌یابد. این کاهش پیک را شاید این گونه بتوان توضیح داد که در عصرگاهان افزایش بار سرد کننده ها و روشنایی در منازل با کاهش بار مربوط به واحدهای صنعتی و تجاری همراه است در حالیکه بار واحدهای تجاری و صنعتی بیشتر از بار وسایل سردکننده منازل است.

برای انجام مقایسه، در نمودارهای ۳ و ۴ تغییرات بار ساعتی در استان تهران در ماه اردیبهشت در بهار و مرداد در تابستان در سناریوی تغییر ساعت با بار واقعی بهار و تابستان ۱۳۸۵ مقایسه شده است.

نتایج نشان می‌دهند که در این سناریو پیک بار به طور متوسط ۱/۹ درصد و کل مصرف برق ۰/۸۷ درصد کاهش یافته است (نمودار ۵). تغییرات کاهش پیک و نیز کاهش مصرف دراوایل شب و افزایش مصرف در صبحگاه در این نمودار نیز مانند نمودارهای ۳ و ۴ نمایان است.

---

1) Explanatory Regressions

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-19]

۲ـ نتایج سناریوی گسترش تغییر ساعت: نتایج نشان می‌دهند که در این سناریو پیک بار به طور متوسط ۱/۸۶ درصد و کل مصرف برق ۰/۷۹ درصد کاهش یافته‌اند. (نمودار۶). تغییرات مصرف و پیک در این سناریو در ماههای بهار و تابستان همانند سناریوی تغییر ساعت است. بنابراین ماه اسفند و مهر به عنوان ماههای نوعی که در سناریوی تغییر ساعت، زمان استاندارد دارند، بررسی می‌شوند.

در نمودارهای ۷ و ۸، پیک بار ساعتی در سناریوی گسترش تغییر ساعت به ترتیب در ماههای اسفند و مهر با حالت استاندارد واقعی مقایسه شده است. در اسفند ماه در ساعت ۸ صبح مصرف الکتریسیته بیشتر می‌شود. پیک بار کاهش می‌یابد و یک ساعت دیرتر (۲۱ به جای ۲۰) اتفاق می‌افتد. در طول ماه اسفند در سناریوی گسترش تغییر ساعت پیک ساعتی بار با ۲/۲ درصد کاهش در ساعت ۲۱ اتفاق می‌افتد. در این ساعت بار الکتریکی مربوط به ساعت روز با بار الکتریکی مربوط به غروب آفتاب ترکیب می‌شوند و پیک بار را ایجاد می‌کنند به طوری که:

- بیشتر اماکن کاری، کار روزانه را به پایان می‌رسانند ولی هنوز ساختمانهایشان روشن است.
- مردم به منازل می‌روند و از لوازم خانگی خود استفاده می‌کنند.
- در این ساعت به علت شروع تاریکی، چراغها روشن می‌شود و نیز وسایل گرمایی بیشتر استفاده می‌شود.
- چراغهای خیابانی و امکان عمومی روشن می‌شود.

در طول ماه مهر تفاوت چندانی در پیک ساعتی بار ایجاد نشده است. کاهش ۰/۵ درصدی مصرف الکتریسیته در ماههای اسفند و مهر نیز این گونه توجیه می‌شود که مردم در عصر یک ساعت بیشتر وقت خود را در روشنایی می‌گذرانند حال آنکه در صبحگاه کمتر از یک ساعت را در تاریکی سپری می‌کنند. بدین علت مصرف الکتریسیته در مجموع کاهش می‌یابد.

۳ـ نتایج سناریوی تغییر ساعت دوبل: سناریوی تغییر ساعت دوبل در بهار و تابستان به طور متوسط، ۹/۳ درصد افزایش در پیک بار ماههای بهار و تابستان و ۰/۳۶ درصد کاهش در مصرف کل برق ایجاد می‌کند (نمودار۹). این سناریو در ماههای فروردین و شهریور اثر افزایشی روی مصرف و پیک ساعتی داشته است. مقایسه تغییرات بار در فروردین ماه در این سناریو در نمودار ۱۰ نمایش داده شده است.

پیک بار در فروردین در صورتیکه ساعتها دو ساعت جلو برده شوند، به ساعت ۸ صبح انتقال می یابد. علت امر این است که در سناریوی تغییر ساعت دوبل در ماه فروردین ساعت ۸ تاریک است و در عین حال ساعت ۸، ساعت شروع کار روزانه و بیداری مردم است لذا چندین بار مختلف به طور همزمان در شبکه به وجود می آیند:

- بار روشنایی معابر کماکان وجود دارد.
- بار واحدهای تجاری و تولیدی در این ساعت اضافه می شود.
- مردم برای رفتن به محل کار آماده می شوند و بار روشنایی منازل وجود دارد.
- مردم در این ساعت بیدارند و وسایل صوتی تصویری خود را روشن می کنند.

ولی افزایش پیک در این ساعت در ماههای بعد از فروردین (اردیبهشت و خرداد) وجود ندارد. زیرا در این ماهها در ساعت ۸ هوا روشن است و بار روشنای منازل و معابر از بار کل کاسته می شود.

در نمودار های ۱۵ و ۱۶ به ترتیب، پیک بار و مصرف متوسط روزانه تحت سه سناریوی تغییر ساعت، گسترش تغییر ساعت و تغییر ساعت دوبل با مقادیر واقعی سال ۱۳۸۵ مقایسه شده‌اند.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-19]

در نمودار ۱۱ ملاحظه می‌شود که در تیر ماه به علت گرمی و بلندی روزها، تغییر زیادی در پیک بار در سناریوهای مختلف ایجاد نشده است ولی در ماههای آخر بهار پیک بار در حالت واقعی از همه بیشتر است. موضوع قابل توجهی که در نمودار ۱۱ وجود دارد افزایش شدید پیک بار در در ماههای اول و آخر دوره تغییر ساعت دوبل است. در این سناریو به علت تطابق تاریکی هوا و شروع فعالیتهای روزانه در صبحگاهان پیک بار به ساعت ۸ صبح جابجا شده است. نمودار ۱۲ نشان می‌دهد که تغییر ساعت، تاثیر کاهشی بر مصرف برق در تمامی ماههای بهار و تابستان داشته است. گسترش تغییر ساعت به اسفند و مهر نیز در کاهش میزان مصرف برق در استان موثر بوده است.

در تابستان در سناریوی تغییر ساعت با وجود اینکه کاهش در پیک بار در بعد از ظهر صورت می‌گیرد، مصرف در صبحگاه افزایش می‌یابد و در بعد از ظهر کاهش می‌یابد به طوریکه برآیند این دو تغییر در صبح و بعد از ظهر کاهشی است. آنچهاهمیت دارد کاهش مصرف در بعد از ظهر است، زیرا ساعات بعد از ظهر به علت وجود پیک بار در آنها، ساعات بحرانی‌تری هستند و کاهش کل مصرف در این ساعات کمک زیادی به شبکه تامین برق خواهد کرد. توجه به این مزیت تغییر ساعت در اعمال سیاستهای تغییر ساعت اهمیت زیادی دارد.

۴ـ منافع اقتصادی: منافع اقتصادی صرفه‌جویی در مصرف برق بستگی به قیمت برق دارد. با توجه به قیمتهای برق در بارهای مختلف در سال ۱۳۸۵، در سناریوهای تغییر ساعت، گسترش تغییر ساعت و تغییر ساعت دوبل، منافع اقتصادی حاصل به ترتیب به ۱۱۴، ۱۳۲ و ۱۱۳ میلیارد ریال بالغ می‌شود[۱]. البته در این مورد هزینه های سرمایه گذاری برای افزایش ظرفیت نیروگاهها و جبران پیکهای ساعتی بار بایستی مورد توجه ویژه قرار گیرند.

خلاصه و نتیجه گیری

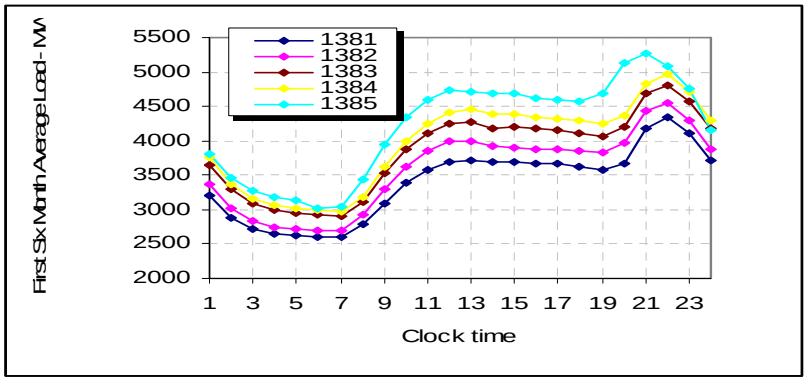
در بخش اول این مقاله با توجه به تجارب کشورهای دیگر و وقایع حاصل از تغییر ساعت، نظرات موافقان و مخالفان در این مورد جمع بندی شد. مطالعات مربوط به ارزیابی اثرات تغییر ساعت در داخل و خارج کشور به صورت جامع بررسی شدند. در واقع جامع‌ترین و معتبرترین مدلهای موجود برای ارزیابی اثرات تغییر ساعت، مدلهای اقتصادسنجی هستند که از داده‌های تجربی استفاده می‌کنند. نتیجه ارزشمند اینکه مدلسازی تقاضای برق با استفاده از داده های تجربی و مدلهای اقتصادسنجی نتایجی قابل اعتماد و کابردی به بار می‌آورد. در این مقاله با تکیه بر مدلهای اقتصادسنجی، تجزیه و تحلیل تجربی اثر تغییر ساعت بر مصرف برق انجام شده است. اهم نتایجی که از انجام این مطالعه بدست آمده عبارتند از:

- اثر تغییر ساعت بر مصرف برق در استان تهران، کاهش ۰/۸۷ درصدی مصرف برق برآورد شده است و عایدات اقتصادی آن به ۱۳ میلیون دلار در سال بالغ می شود.
- رهیافت شبیه سازی برآوردی خوب از مصرف برق در صورتی که سیاست تغییر ساعت در کشور اعمال شود به دست می دهد.
- این رهیافت این امکان را فراهم می کند تا سناریوهای مختلف تغییر ساعت را تجزیه و تحلیل کنیم و از این منظر ابزار مناسبی در امر پشتیبانی تصمیم است.
- محدودیت حوزه تحلیل به استانها تحلیلها را دقیق تر و نتایج را واقعی تر می نماید.

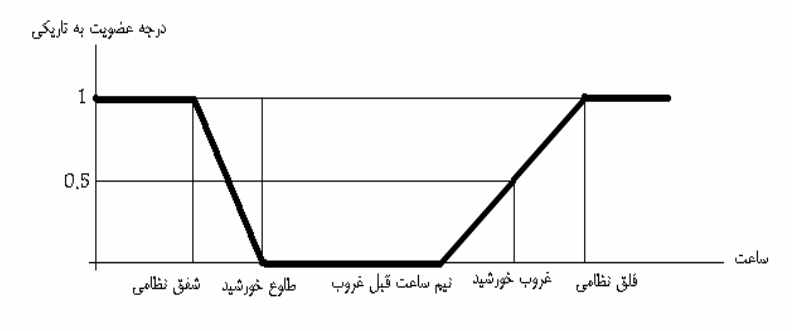
---

۱) اعداد از ضرب هزینه تمام شده برق به ازاء هر مگاوات ساعت ضرب در میزان متوسط صرفه‌جویی حاصله از سناریوهای مختلف (نمودارهای ۵ ، ۶ و ۹) ضرب در تعداد روزهای دوره تغییر ساعت بدست آمده‌اند.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-19]



نمودار۱- متوسط بار مصرفی در استان تهران در شش ماهه اول سالهای ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۵ در مقابل ساعت رسمی کشور



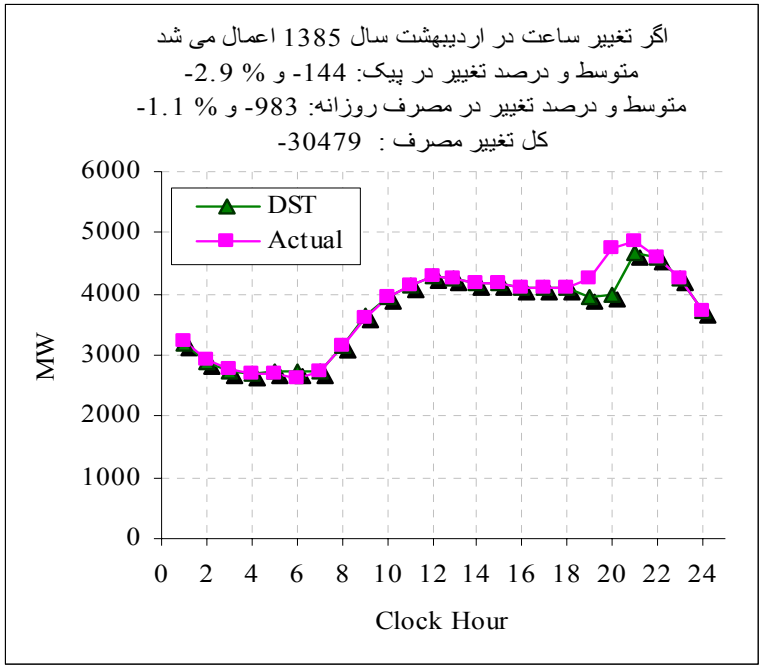
نمودار۲- درجه تعلق به تاریکی در محاسبه متغیر روشنایی

جدول۱- نتایج تحلیل حساسیت با استفاده از رگرسیونهای کاشفی

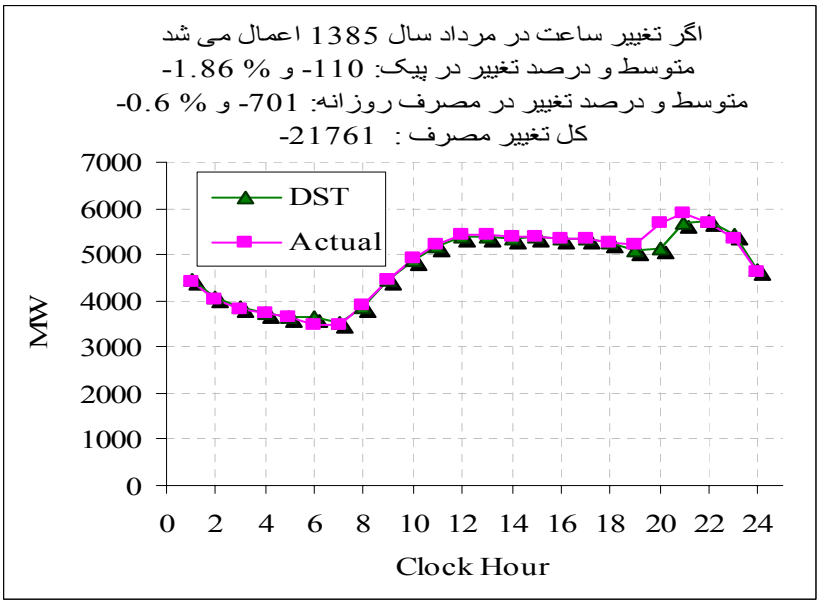
سناریو	رگرسیونهای کاشفی	Reg 1	Reg 2	Reg 3
DST	dE	-۲۰۲۶۶۰	-۱۴۳۷۱۸	-۱۵۵۵۴۳
	%dE	-۱/۰۸٪	-۰/۷۷٪	-۰/۸۳٪
	dP	-۵۶	-۱۱۳	-۸۴
	%dP	-۱/۱٪	-۲/۱٪	-۱/۶٪
-	dE	-۲۱۹۴۹۶	-۱۷۷۷۱۸	-۱۹۳۰۱۳
	%dE	-۰/۹۱٪	-۰/۷۳٪	-۰/۸۰٪
	dP	-۵۸	-۱۰۴	-۸۲
	%dP	-۱/۱٪	-۲/۰٪	-۱/۶٪
DDST	dE	-۱۴۱۶۳۱	-۳۰۸۳۲۹	-۱۳۵۸۷۶
	%dE	-۰/۷۵٪	-۱/۶۴٪	-۰/۷۲٪
	dP	۳۷۳/۱۲	-۱۸۳	۱۸۹/۱۹
	%dP	۷/۵٪	-۳/۵٪	-۳/۴٪

dE: میزان کاهش در کل مصرف (MWh) — dP: میزان کاهش در پیک ساعتی (MW)
%dE: درصد کاهش در کل مصرف — %dP: درصد کاهش در پیک ساعتی

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-19]

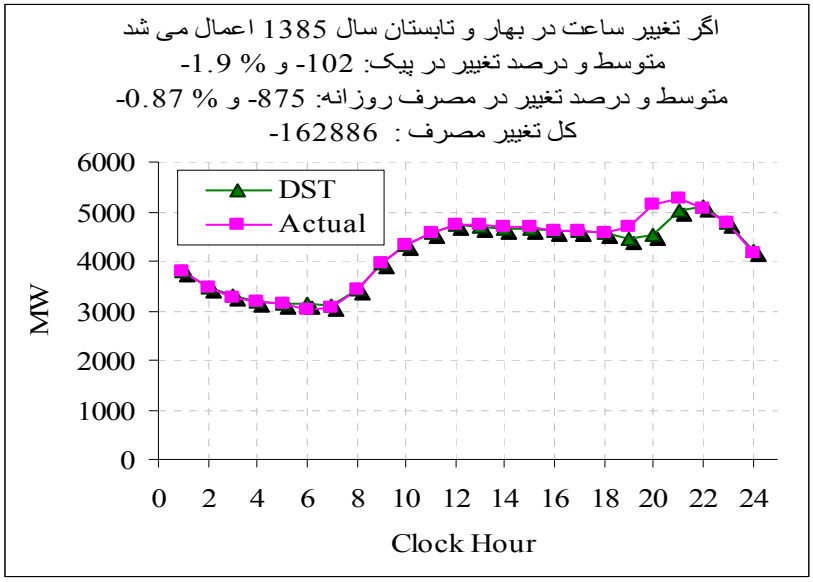


نمودار۳- مقایسه شکل بار شبیه سازی شده با واقعی در اردیبهشت ماه ۱۳۸۵ در سناریوی تغییر ساعت

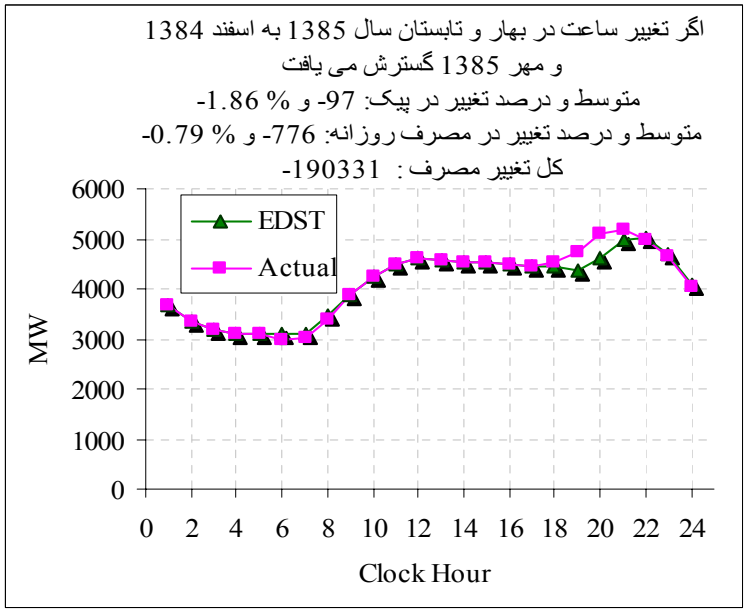


نمودار۴- مقایسه شکل بار شبیه سازی شده با واقعی در مرداد ماه ۱۳۸۵ در سناریوی تغییر ساعت

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-19]

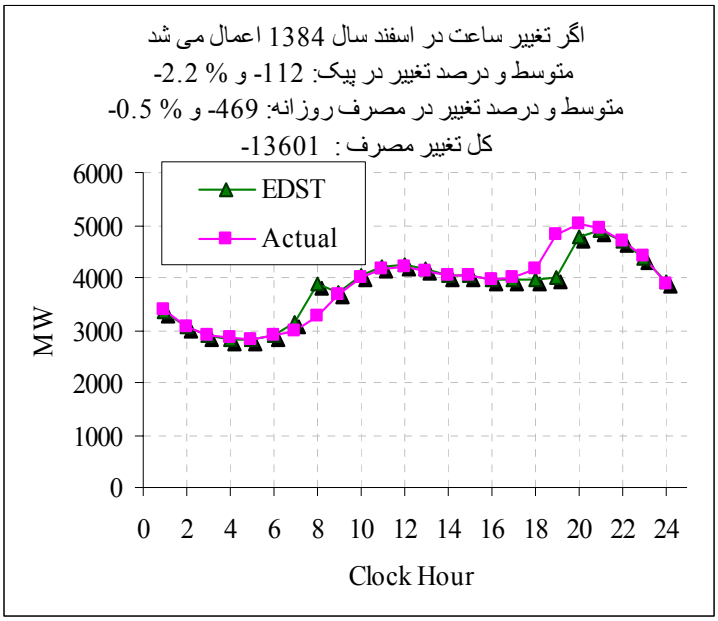


نمودار۵- مقایسه شکل بار شبیه سازی شده با واقعی در بهار و تابستان ۱۳۸۵ در سناریوی تغییر ساعت

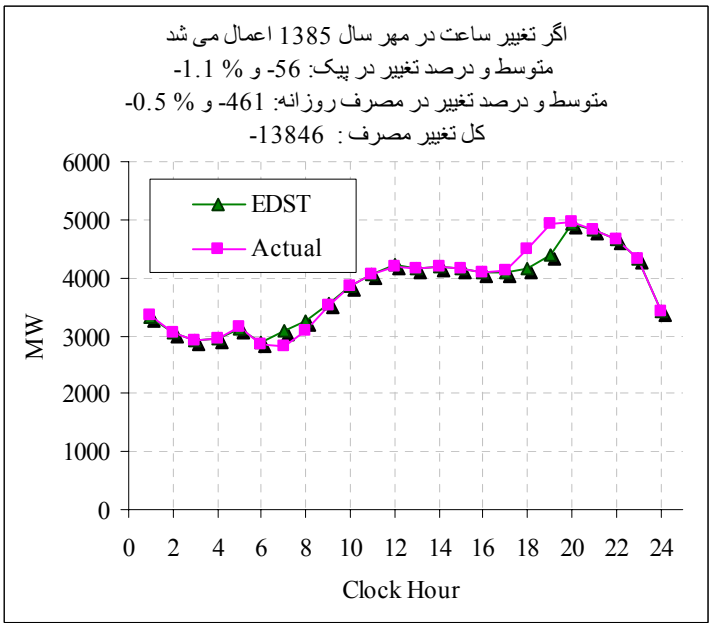


نمودار۶- مقایسه شکل بار شبیه سازی شده با واقعی از اسفند ۱۳۸۴ تا مهر ۱۳۸۵ در سناریوی گسترش تغییر ساعت

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-19]

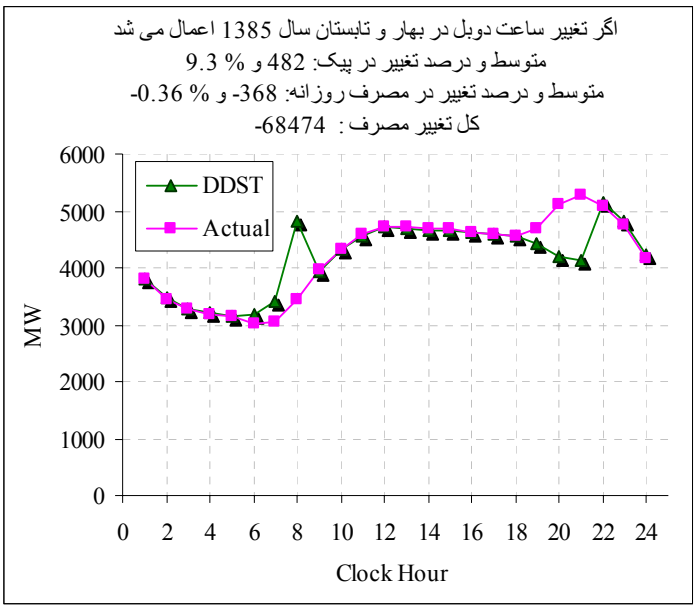


نمودار۷- مقایسه شکل بار شبیه سازی شده با واقعی در اسفند ماه ۱۳۸۴ در سناریوی گسترش تغییر ساعت

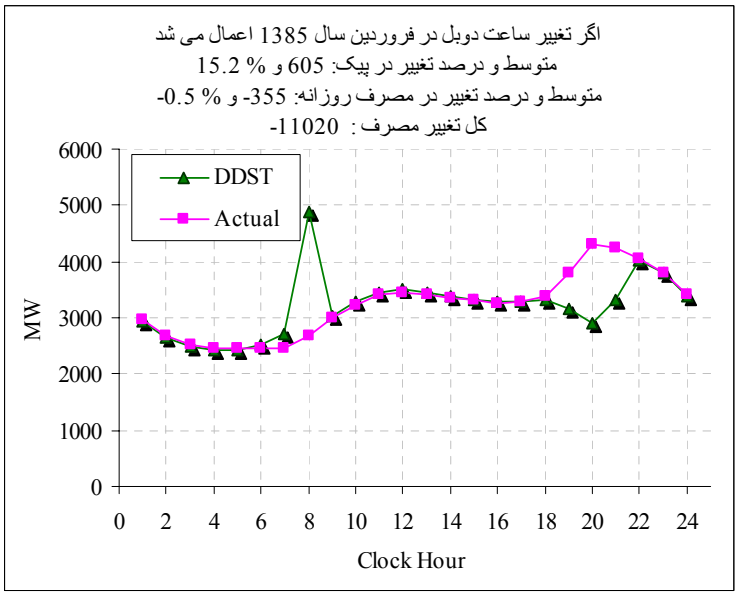


نمودار۸- مقایسه شکل بار شبیه سازی شده با واقعی در مهر ماه ۱۳۸۵ در سناریوی گسترش تغییر ساعت

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-19]

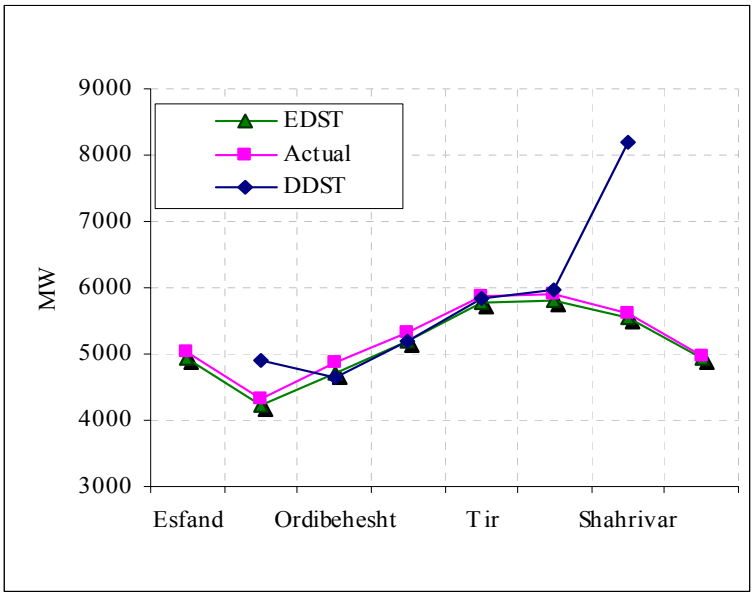


نمودار۹- مقایسه شکل بار شبیه سازی شده با واقعی در بهار و تابستان ۱۳۸۵ در سناریوی تغییر ساعت دوبل

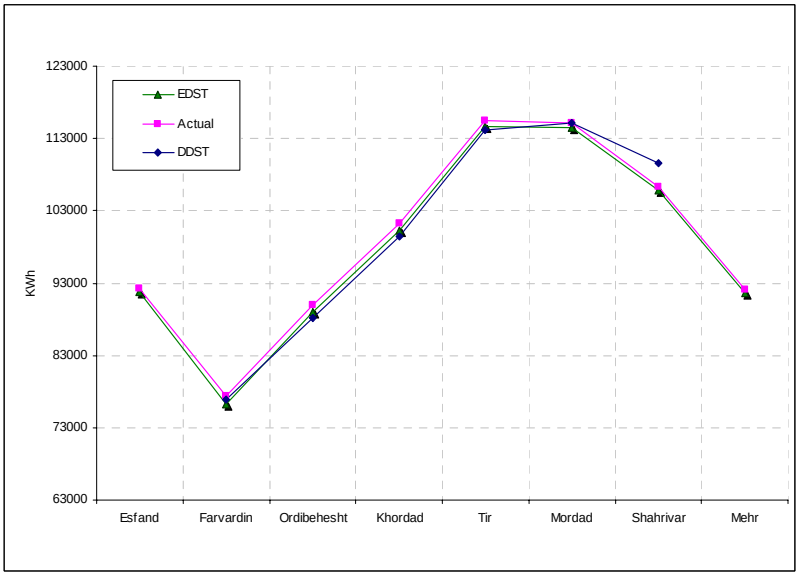


نمودار۱۰- مقایسه شکل بار شبیه سازی شده با واقعی در فروردین ۱۳۸۵ در سناریوی تغییر ساعت دوبل

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-19]



نمودار ۱۱- تغییرات پیک ساعتی بار در ماههای مختلف و سناریوهای مختلف تغییر ساعت، ۶ ماه بهار و تابستان در سناریوهای DST و EDST یکسان است



نمودار ۱۲- تغییرات متوسط مصرف روزانه برق در استان تهران ماههای مختلف و سناریوهای مختلف تغییر ساعت - ۶ ماه بهار و تابستان در سناریوهای DST و EDST یکسان است

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-19]

تشکر

این مقاله منتج از طرح پژوهشی "مدلسازی و ارزیابی اثرات تغییر ساعت رسمی کشور بر مصرف برق بخش خانگی با استفاده از مدلهای رگرسیون چند متغیره" است که در سال ۱۳۸۶ در دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد انجام شده است.

منابع

[۱] ابریشمی، حمید، "*مبانی اقتصاد سنجی*" (ترجمه)، تالیف دامودار گجراتی ، جلد دوم، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۵

[۲] دفتر برنامه‌ریزی مصرف برق سازمان توانیر، "*تغییر ساعت رسمی کشور و تاثیر آن بر کاهش اوج بار و انرژی مصرفی*"، وزارت نیرو، سازمان توانیر، معاونت برنامه‌ریزی، تابستان ۱۳۸۴

[۳] دفتر مطالعات بار و انرژی و مدیریت مصرف سازمان توانیر، "*اثر تغییر ساعت بر مصرف انرژی*"، وزارت نیرو، سازمان توانیر، معاونت برنامه‌ریزی امور برق، فروردین ۱۳۷۰

[۴] محمدی و همکاران، اولین کنفرانس بین المللی مدیریت و برنامه ریزی انرژی، موسسه پژوهش در مدیریت و برنامه‌ریزی انرژی، دانشکده فنی، دانشگاه تهران، ۱۳۸۵

[۵] مرکز پژوهش های مجلس شورای اسلامی، بخش مطالعات زیر بنایی، ۱۳۸۰

[۶] مهدی خبازپیشه، "تغییر ساعت و تاثیر آن بر مصرف برق در ایران از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۷۳"، سازمان برق ایران، معاونت برنامه‌ریزی، ۱۳۷۳

[7] Adrienne Kandel and Dary Metz, "*Effects of Daylight Saving Time on California Electricity Use.*" California Energy Commission. CEC, 2001

[8] Coate, D and S. Markowitz, "*The effects of daylight and daylight saving time on US pedestrian fatalities and motor vehicle occupant fatalities, Accident Analysis and Prevention*" 36, pp. 351–357, 2004

[9] Coren, S. (a) "*Accidental Death and the Shift to Daylight Savings Time*", Perception and Motor Skills, 83, pp. 921-922, 1996

[10] Coren, S. (b) "*Daylight Saving Time and Traffic Accidents*", New England Journal of Medicine, 334, pp. 924, 1996

[11] DOT, The Daylight Saving Time Study: A Report to Congress by the US Department of Transportation. Washington, GPO, 1975. 2 v. HN49.D3U65 1975, Vol. 1, final report of the operation and effects of daylight saving time and Vol. 2, supporting studies: final report of the operation and effects of daylight saving time, 1975

[12] Ferguson, S.A., et al, Daylight saving time and motor vehicle crashes: the reduction in pedestrian and vehicle occupant fatalities. Am. J. Publ. Hith, 85, pp. 92-96, 1995

[13] Hecq, W., et al, Daylight saving time effect on fuel consumption and atmospheric pollution, The Science of the Total Environment, 133, pp. 249-274, 1993

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-19]

[14] Indiana Fiscal Policy Institute, Interim Report: The Energy Impact of Daylight Saving Time Implementation in Indiana, December 21, 2001

[15] Kamstra, M.J., et al, Losing Sleep at the Market: The Daylight Saving Anomaly, American Economic Review, 90, pp. 1005-1011, 2000

[16] Kamstra, M.J., et al, Losing Sleep at the Market: The Daylight Saving Anomaly – Reply, American Economic Review, 92, pp. 1257-1263, 2002

[17] Kellogg, R. and H.Wolff, Does Extending Daylight Saving Time Save Energy? Evidence From an Australian Experiment, University of California energy institute, Center for the study of energy markets (CSEM) working paper 163, 2007

[18] Lamb, Reinhold P., et al, Don't lose sleep on it: a re-examination of the daylight savings time anomaly, Applied Financial Economics, 14, pp. 443–446, 2004

[19] Pinegar, J.M. Losing Sleep at the Market: Comment, American Economic Review, 92, pp. 1251-1256, 2002

[20] Varughese, J. and R.P. Allen , Fatal Accidents Following Changes in Daylight Savings Time: The American Experience, Sleep Medicine, 2, pp. 31-36, 2001

[21] Zellner A. An efficient method of estimating seemingly unrelated regressions and tests for aggregation bias, J. Amer. Statist. Assn., 348, pp. 57-68, 1962

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-19]