نشریه علمی (فصلنامه) پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی شماره ۱۰۵
سال سی و یکم، بهار ۱۴۰۲، صفحه ۶۱ - ۳۹

تجزیه و تحلیل تغییرات شدت انرژی صنایع استان‌های کشور: رویکرد تسهیم تغییرات متقاطع

داود منظور
دانشیار دانشکده معارف اسلامی و اقتصاد دانشگاه امام صادق (ع)
manzoor@isu.ac.ir

در این مطالعه تغییرات شدت انرژی برای کل کشور و به تفکیک هر یک از استان‌ها برای بازه زمانی ۱۳۹۸-۱۳۸۴ و زیربازه‌های آن محاسبه شده و با استفاده از روش تسهیم تغییرات متقاطع، به دو مؤلفه اثر ساختاری و اثر کارایی تجزیه شده است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد در طول این دوره شدت انرژی در کل کشور و در تمام استان‌ها افزایشی بوده است که این امر حاکی از تداوم رفتارهای غیربهینه در مصرف انرژی است. تجزیه تغییرات شدت انرژی به مؤلفه‌های تشکیل دهنده آن نشان می‌دهد تغییرات ساختاری در کشور به ویژه تغییر در ترکیب تولیدات، بهبود شدت انرژی را به دنبال داشته است. در مقابل، اثر کارایی به مفهوم بهره‌وری در مصرف انرژی موجب شده است شدت انرژی در کل کشور افزایش یابد. بر اساس نتایج این تحقیق، اثر کارایی در اغلب استان‌ها به استثنای استان‌های اردبیل، خراسان جنوبی، خراسان شمالی، مازندران، سیستان و بلوچستان، قزوین، کردستان، کرمان و گلستان افزایش شدت انرژی را موجب شده است و اثر ساختاری در استان‌های آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، اردبیل، اصفهان، ایلام، تهران، خراسان رضوی، سمنان، فارس، قم، کردستان، لرستان و همدان شدت انرژی را کاهش داده است. کاهش شدت انرژی در بخش صنعتی مستلزم اقدامات جدی و مؤثری است که از جمله می‌توان به اصلاح قیمت حامل‌های انرژی متناسب با نرخ تورم، انتقال فناوری‌های کاراتر در صنایع انرژی بر و از رده خارج کردن فرآیندها و تجهیزات فرسوده، ایجاد و تقویت واحدهای مدیریت مصرف انرژی در صنایع، مقررات گذاری و استانداردگذاری در خصوص مصارف انرژی در فرآیندها و تجهیزات صنعتی اشاره کرد.

طبقه‌بندی JEL: G32، O47، L25، C51.
واژگان کلیدی: شدت انرژی، تقاضای صنعتی، اثر ساختاری، اثر کارایی، تسهیم تغییرات متقاطع زمانی.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱ / ۷ / ۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲ / ۱ / ۳۰

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-11-25]

[DOI: 10.52547/qjerp.31.105.2]

۱. مقدمه

انرژی نهاده‌ای ارزشمندی است که مصرف درست آن از اهمیت بالایی برخوردار است. شدت انرژی میزان مصرف انرژی برای تولید یک واحد محصول را نشان می‌دهد. به دنبال تلاش برای تبیین دقیق‌تر تغییرات تولید در اقتصاد، در کنار عوامل تولید شامل سرمایه فیزیکی، نیروی کار و تکنولوژی، در ادبیات جدید اقتصادی انرژی هم به عنوان یک عامل تولیدی در تابع تولید وارد شده است (سلیمی‌فر و همکاران، ۱۳۸۹). بهره‌وری در مصرف انرژی مستلزم آن است که به ازاء میزان مشخصی از محصول تولیدی، انرژی کمتری مصرف شود. افزایش بهره‌وری در مصرف انرژی، کاهش قیمت تمام شده محصول و افزایش توان رقابت پذیری در تولید محصولات را در پی دارد.

تلاش برای بهینه‌سازی مصرف انرژی موجب ورود آن به تابع تولیدشده است و انرژی به عنوان یک نهاده تولیدی همانند دیگر عوامل مورد توجه است (کلیولند، ۱۹۸۴). حال آنکه مطالعات تجربی حاکی از سپردن وظایف و کارکردهای دیگر به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه به انرژی است به نحوی که این کارکردها موجب شده است به شدت انرژی کمتر اهمیت داده شود. این کارکردها بیشتر در اقتصادهای در حال توسعه مورد توجه بوده است؛ در حالی که در اقتصادهای مبتنی بر بازار آزاد کاهش شدت استفاده از انرژی همواره حائز اهمیت بوده است. کاهش شدت انرژی در حالی رخ می‌دهد که نقش مثبت انرژی در رشد اقتصادی در میان کشورهای توسعه‌یافته مشاهده می‌شود. به این معنی که در این کشورها کاهش شدت استفاده از انرژی با کاهش تولید همراه نبوده است (صادقی و سجودی، ۱۳۹۰).

برخلاف کشورهای توسعه‌یافته و صنعتی، در میان کشورهای در حال توسعه برای مصرف انرژی برخی اهداف دیگر مانند حمایت از تولید داخلی، افزایش اشتغال و تولید و افزایش دسترسی گروه‌های کم‌درآمد به کالاهای انرژی‌بر نیز تعریف شده است که برای دستیابی به این اهداف سیاست توزیع ارزان انرژی انجام شده است (لین و جیانگ[1]، ۲۰۱۱). اما مطالعات مختلف نشان

1. Lin & Jiang

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-11-25]

[DOI: 10.52547/qjerp.31.105.2]

می‌دهد در حال حاضر در سطح جهانی هدف دسترسی گروه‌های کم‌درآمد به کالاهای انرژی‌بر تحقق نیافته است (فرج‌زاده، ۱۳۹۴).

بهبود کارایی در مصرف انرژی و کاهش شدت انرژی رویکرد سیاستی مهمی است که مورد توجه کشورهای توسعه یافته بوده است به طوری که شدت انرژی کشورهای عضو سازمان همکاری اقتصادی و توسعه از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۷ با بیش از ۳۵ درصدکاهش از ۰/۱۶۲ به ۰/۱۰۵ تن معادل نفت خام به هزار دلار رسیده است. براساس آمار ترازنامه انرژی ایران در سال ۱۳۹۶ شدت مصرف نهایی انرژی در ایران ۰/۱۷ بشکه معادل نفت خام به میلیون ریال بوده است که با احتساب نرخ ارز براساس برابری قدرت خرید این مقدار ۱/۴ برابر متوسط جهانی و بیش از ۵/ ۱ برابر شدت مصرف نهایی انرژی کشورهای عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی[1] است. این در حالی است که شدت مصرف نهایی انرژی کشور در سال ۱۳۸۴ برابر با ۰/۱۶ بشکه معادل نفت خام به میلیون ریال بوده است. از این رو، بر خلاف روند کاهشی شدت انریی در کشورهای عضو سازمان همکاری اقتصادی و توسعه، شدت انرژی در کشور در طول زمان افزایش یافته است و از این رو بررسی عوامل مؤثر بر تغییرات شدت انرژی در کشور از اهمیت قابل توجهی برخوردار است.

به منظور بررسی علل افزایش شدت انرژی در کشور در سال‌های ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۸، ضمن محاسبه این تغییرات برای کل کشور و برای تمام استان ها، آن را به دو مؤلفه تغییرات ساختاری و تغییرات کارایی تجزیه می‌کنیم. در قسمت دوم مقاله به بیان مبانی نظری و در ادامه به مرور پیشینه تحقیق می‌پردازیم و سپس در قسمت بعد روش شناسی انجام این مطالعه یعنی شیوه تجزیه شدت انرژی به مؤلفه‌های ساختاری و کارایی معرفی می‌شود. نتایج حاصل از محاسبات در قسمت پنجم مقاله گزارش می‌شود و در قسمت پایانی نتایج به دست آمده جمع‌بندی خواهد شد.

1. Organization of Economic Cooperation and Development

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-11-25]

[DOI: 10.52547/qjerp.31.105.2]

۲. مبانی نظری و پیشینه تحقیق

به اعتقاد سانگ و ژنگ[1] (۲۰۱۲) شدت انرژی از معیارهای کارایی مصرف انرژی بوده و تغییرات آن ناشی از تغییر در کارایی مصرف انرژی و تغییر در ترکیب تولید است. همان‌طور که در رابطه زیر مشاهده می‌شود، درواقع شدت انرژی متوسط شدت انرژی بخش‌ها (e_{it}) است که با استفاده از سهم محصول (S_{it}) تعدیل شده است.

$$e_t = \frac{E_t}{Y_t} = \sum_i \frac{E_{it}}{Y_{it}} \frac{Y_{it}}{Y_t} = \sum_i e_{it} S_{it}$$

که در آن e_t شدت انرژی در سال t؛ E_t و Y_t به ترتیب کل انرژی مصرفی و تولید ناخالص داخلی در سال t و E_{it} و Y_{it} به ترتیب انرژی مصرفی و تولید بخش i در سال t است.

همچنین تغییر شدت انرژی را می‌توان به صورت نسبت شدت انرژی در سال t به سال پایه تعریف کرد:

$$I_t = \frac{e_t}{e_0} = \sum_i \frac{e_{it} S_{it}}{e_{i0} S_{i0}}$$

برای تجزیه شاخص شدت انرژی به شاخص‌های کارایی مصرف و تغییر ساختاری یا تغییر در ترکیب تولید بر اساس روش تحلیل تجزیه شاخص[2] از رابطه زیر استفاده می‌شود. در این رابطه I شاخص شدت انرژی کل است و تغییرات آن ناشی از دو شاخص تغییر کارایی (EE) و تغییر ساختاری (SC) می‌باشد (آنگ و همکاران[3]، ۲۰۰۳).

$$I_t = \sum_i I_{it} = \sum_i (EE_{it} SC_{it})$$

مرور مطالعات صورت‌گرفته در خصوص شناسایی عوامل مؤثر بر روند تغییرات شاخص‌های شدت انرژی حاکی از تنوع بسیار بالا در متغیرهای توضیحی مورد استفاده برای تبیین تغییرات

1. Song & Zheng
2. Index Decomposition Analysis
3. Ang et al

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-11-25]
[DOI: 10.52547/qjerp.31.105.2]

شاخص‌های شدت انرژی است. به عنوان مثال، ما[1] (۲۰۱۵) شاخص شدت انرژی را تنها تابعی از سه متغیر درآمد، سهم صنعت از تولید ناخالص داخلی و نسبت جمعیت شهری در نظر می‌گیرد. افزایش درآمد از یک سو می‌تواند موجب افزایش تقاضا برای انرژی شود و از سوی دیگر ممکن است به موازات افزایش درآمد و افزایش آگاهی از مسائل زیست‌محیطی و محدودیت منابع، تکنولوژی‌های کم‌مصرف در حوزه انرژی مورد توجه قرار گیرد. گسترش شهرنشینی می‌تواند اثر متفاوتی داشته باشد. از یک سو افزایش شهرنشینی زمینه بهره‌گیری از صرفه‌های مقیاس را در استفاده از منابع ایجاد می‌کند و از سوی دیگر موجب افزایش تقاضا برای خدمات انرژی‌بر مانند حمل‌ونقل می‌شود. ادوم[2] (۲۰۱۵) نیز شدت انرژی را تابعی از متغیرهای قیمت انرژی، سرمایه‌گذاری خارجی، سهم ارزش افزوده بخش صنعت و شاخص ادغام تجاری به صورت نسبت تجارت (مجموع صادرات و واردات) به تولید ناخالص داخلی در نظر گرفت. افزایش قیمت انرژی می‌تواند موجب افزایش هزینه‌های تولید شود. در این شرایط انتظار می‌رود تولیدکنندگان توجه ویژه‌ای به بهبود کارایی در مصرف انرژی داشته باشند. مالدر و همکاران[3] (۲۰۱۴) نیز در بررسی شدت انرژی در میان کشورهای عضو OECD از متغیرهای قیمت انرژی، متغیر تکنولوژی ارتباطات و اطلاعات و متغیرهای اقلیمی استفاده کردند. شریفی و همکاران (۱۳۸۲) برای مطالعه شدت انرژی همین گروه از کشورها متغیرهای تولید، قیمت و نرخ ارز را مورد استفاده قرار دادند. هرریاس و همکاران[4] (۲۰۱۳) در تبیین رفتار شدت انرژی تأکید ویژه‌ای بر متغیرهای بخش خارجی اقتصاد دارند و آن را در قالب دو متغیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و واردات لحاظ کرده‌اند. سرمایه‌گذاری خارجی به عنوان مکانیزمی برای ورود تکنولوژی از کشورهای توسعه‌یافته به کشورهای در حال توسعه تلقی می‌گردد (فرج‌زاده، ۱۳۹۴).

1. Ma
2. Adom
3. Mulder et al.
4. Herrerias et al.

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-11-25]

[DOI: 10.52547/qjerp.31.105.2]

ژانگ و همکاران[1] (۲۰۲۲) در پژوهشی با عنوان «تأثیر هوش صنعتی بر شدت انرژی» معتقدند که تغییر محیط اکولوژیکی اجتماعی در سال‌های اخیر نگرانی‌های اجتماعی گسترده‌ای را ایجاد کرده است و بهره‌وری انرژی تقریباً همه کشورها را مجبور کرده است تا انتشار کربن خود را برای بهبود کیفیت محیط زیست کاهش دهند. آنان در پژوهش خود به منظور ارتقای توسعه هوش مصنوعی و کاربرد آن در صنعت و افزایش بهره‌وری مصرف انرژی در تولید به بررسی تأثیر هوش صنعتی بر شدت انرژی در چین پرداختند. بدین منظور مکانیزم‌های اثر متناظر هوش صنعتی را بر شدت انرژی چین از سال ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۹ بررسی نمودند. یافته‌های این پژوهش حاکی از آن بود که کاربردهای گسترده هوش مصنوعی می‌تواند شدت انرژی را به میزان قابل توجهی با کاهش مصرف انرژی کاهش دهد. همچنین دریافتند که مقیاس شرکت باعث بهبود کارایی اقتصادی می‌شود و هر چه شرکت بزرگ‌تر باشد، تأثیر صرفه مقیاس آشکارتر و شدت انرژی کمتر می‌شود.

سان[2] (۲۰۲۱) در مطالعه خود با لحاظ کردن روند توسعه انرژی‌های نو در داخل و خارج از کشور چین، تأثیر توسعه انرژی‌های نو بر شدت انرژی و رشد اقتصادی را مورد بررسی قرار داد. به بیان دیگر مطالعه وی رابطه بین انرژی‌های جدید، شدت انرژی و توسعه اقتصادی چین را از طریق تجزیه و تحلیل مقایسه‌ای در داخل و خارج از این کشور بررسی می‌کند و مرجع مهمی برای تنظیم ساختار ملی صنعتی انرژی‌های نو و همچنین تبیین استراتژی‌های توسعه انرژی‌های جدید و کنترل انتشار کربن است.

رانهانگ، سن و شی[3] (۲۰۱۲) در پژوهش خود شدت برق استان گوانژو چین را برای سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۹ محاسبه نموده و تغییرات شدت برق را به دو عامل تغییرات ساختاری و تغییرات کارایی تجزیه نمودند. در این پژوهش تجزیه و تحلیل تغییرات شدت برق به تفکیک صنایع اولیه (شامل صنایع استخراج و تولید منابع طبیعی مانند مس، چوب)، ثانویه (شامل صنایع تبدیل مواد اولیه استخراج شده توسط صنایع اولیه به محصولات) وثالثیه (شامل صنایع تولید کالا یا خدمات برای

1. Zhang et al.
2. Sun
3. Runhong and Shi

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-11-25]

[DOI: 10.52547/qjerp.31.105.2]

مصارف نهایی با استفاده از مواد اولیه استخراج شده توسط صنایع اولیه و یا کالاهای تولید شده توسط صنایع ثانویه) صورت گرفته است. بر اساس یافته‌های این مطالعه، در حالی که تغییرات ساختاری در صنایع اولیه بیش از تغییرات کارایی در کاهش شدت انرژی نقش داشته‌اند، در صنایع ثانویه کاهش شدت انرژی بیشتر ناشی از تغییرات کارایی بوده است. تغییرات شدت انرژی در صنایع ثالثیه از نظم معینی پیروی نکرده و در نوسان بوده است.

حسن بیگی و همکاران (۲۰۱۲) تغییرات شدت انرژی ۱۷ زیربخش صنعت ایالت کالیفرنیا ایالت متحده را با استفاده از شاخص دیویزیا[1] برای سال‌های ۱۹۹۷ تا ۲۰۰۸ محاسبه نموده وآن‌را به دو عامل اثر ساختاری و اثر کارایی تقسیم نموده‌اند. براساس این مطالعه کاهش شدت انرژی در صنایع این ایالت ناشی از دو عامل بوده است، از یک طرف مصرف انرژی از سال ۲۰۰۰ به بعد کاهش یافته است و از سوی دیگر تغییرات ساختاری موجب شده است سهم صنایع انرژی‌بر در مصارف انرژی مانند پالایشگاه‌های نفت و استخراج نفت، از ۱۵٪ در سال ۱۹۹۷ به ۵٪ در سال ۲۰۰۸ کاهش یافته و سهم صنایع غیر انرژی بر افزایش یابد.

ژپینگ [2] و داندان[3] (۲۰۱۲) نیز با استفاده از شاخص لاسپیرز تغییرات شدت انرژی برای استان هبی[4] چین را برای دوره ۲۰۰۵ تا ۲۰۰۹ محاسبه نموده و تغییرات شدت انرژی را به دو مؤلفه اثر کارایی و اثر ساختاری تجزیه نموده است. کاهش شدت انرژی در این استان عمدتاً ناشی از اثر کارایی ناشی از بهبود فناوری بوده است و اثر ساختاری نقش جزئی در این کاهش ایفا نموده است. همچنین افزایش سهم صنایع غیر انرژی بر در کاهش شدت انرژی این استان مؤثر بوده است.

ردی[5] و کومار رای[6] (۲۰۰۹) شدت انرژی بخش تولید صنایع هند را در دوره ۱۹۹۲ تا ۲۰۰۵ را مورد بررسی قراردادند. در این پژوهش تغییرات شدت انرژی به دو اثر کارایی و ساختاری تقسیم شده است. براساس نتایج این پژوهش اثر ساختاری نقش قابل توجهی در کاهش شدت انرژی در

1. Divisia index
2. Wang Xiping
3. Tian Dandan
4. Hebei Province
5. Reddy
6. Kumar Ray

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-11-25]

[DOI: 10.52547/qjerp.31.105.2]

صنایع تولیدی هند داشته است و تأثیر آن در کاهش شدت انرژی ۲/۳ برابر بیشتر از کارایی بوده است. بدین ترتیب، صنایع تولیدی هند در مصرف انرژی بهره‌ورتر شده‌اند.

فنگ[1] و دیگران (۲۰۱۱) شدت انرژی چین را برای سال‌های ۱۹۸۷ تا ۲۰۰۵ با استفاده از روش لاسپیرز به عامل کارایی، عامل ساختاری تعدیل‌شده و عامل انرژی خانوار تجزیه نمودند. عامل کارایی بیشترین تأثیر را در کاهش شدت انرژی در بازه مذکور داشته است.

ادیبیان و همکاران (۱۴۰۰) در مطالعه‌ای به بررسی اثر فساد اداری و ریسک سیاسی در کنار عوامل دیگر بر شدت انرژی کشورهای منتخب منطقه منا شامل ایران، بحرین، مصر، عراق، اردن، کویت، لبنان، قطر، عربستان سعودی و امارات متحده عربی با استفاده از مدل داده‌های تابلویی و برای سال‌های ۲۰۰۳تا ۲۰۱۹ پرداختند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که فساد اداری و ریسک سیاسی در کنار عواملی چون حکمرانی خوب، سرمایه‌گذاری خارجی و شاخص توسعه انسانی از اهمیت بالایی برخوردار است. از این رو ارتقای آموزش و آگاهی با کاهش فساد اداری و ریسک سیاسی می‌تواند اجرای بهتر برنامه‌های کارایی انرژی را به همراه داشته باشد.

بهرام‌بیگی و همکاران (۱۴۰۰) در پژوهشی تأثیر توسعه مالی بر شدت انرژی را در ایران طی دوره ۱۳۵۰-۱۳۹۷ تحت شرایط رژیمی بررسی کردند. بدین منظور از روش مارکوف- سوئیچینگ خودرگرسیون برداری مبتنی بر تصحیح خطا (MS-VECM) استفاده کردند. نتایج مطالعه آنان نشان می‌دهد توسعه مالی در رژیم صفر تأثیر منفی و معناداری بر شدت انرژی دارد. در این رژیم بهبود توسعه مالی موجب کاهش شدت انرژی شده است. در رژیم یک تأثیر توسعه مالی بر شدت انرژی مثبت و معنادار است و بهبود فضای توسعه مالی موجب افزایش شدت انرژی شده است. در رژیم دو توسعه مالی تأثیر منفی بر شدت انرژی دارد، اما ضریب اثرگذاری آن نسبت به رژیم صفر متفاوت است. بنابراین نتایج نشان داد که شدت انرژی تحت تأثیر رژیم‌های متفاوت توسعه مالی قرار دارد.

دهقان شبانی و همکاران (۱۳۹۹) در پژوهش خود به بررسی همگرایی شدت انرژی در صنایع کارخانه‌ای ایران پرداختند و برای بررسی همگرایی شدت انرژی از داده‌های صنایع نه‌گانه طی دوره زمانی

1. Feng

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-11-25]

[DOI: 10.52547/qjerp.31.105.2]

۱۳۷۴ تا ۱۳۹۴ و تکنیک گشتاور تعمیم یافته در داده‌های تابلویی استفاده نمودند. نتایج حاصل از برآورد مدل آنان حاکی از وجود همگرایی شدت انرژی در صنایع کارخانه‌ای ایران است.

محسنی و دیگران (۱۳۹۷) شدت انرژی در بخش حمل و نقل ایران را در دوره ۱۳۷۶ تا ۱۳۹۰ با استفاده از روش الگوی خودرگسیون برداری ساختاری بررسی کرده‌اند. براساس برآورد مدل درکوتاه‌مدت و بلندمدت متغیرهای شدت انرژی، مصرف انرژی، قیمت حامل‌های انرژی، تشکیل سرمایه، نیروی‌کار شاغل، ارزش افزوده بیشترین سهم را در توضیح شدت انرژی داشته‌اند. شدت انرژی در کوتاه‌مدت فقط با مصرف انرژی رابطه معکوس داشته و با سایر عوامل ارتباط مثبت داشته‌اند. در بلندمدت شدت انرژی علاوه بر مصرف انرژی با ارزش افزوده، تشکیل سرمایه، نیروی‌کار شاغل و قیمت حامل‌های انرژی ارتباط منفی دارد.

سیف و حمیدی رزی (۱۳۹۷) از درآمد سرانه حقیقی، درجه شهرنشینی، درجه صنعتی شدن، شاخص قیمت انرژی و شاخص تغییرات ساختاری به عنوان عوامل مؤثر بر شاخص شدت مصرف انرژی استان‌های کشور استفاده کرده و کشش فضایی شدت مصرف انرژی در بین استان‌های کشور در دوره ۱۳۷۹-۱۳۹۲ را در چارچوب داده‌های پانلی و با استفاده از تکنیک‌های اقتصادسنجی فضایی پانلی و تخمین‌زننده شبه حداکثر درست نمایی، ۰/۵۵ درصد برآورد کرده‌اند.

امیر معینی (۱۳۹۵) با استفاده از شاخص دیویزیا تغییرات شدت انرژی بخش صنعت را برای سال‌های ۱۳۸۲-۱۳۹۲ محاسبه نموده وآن را را به دو اثر ساختاری و کارایی تجزیه نموده است. براین اساس، این دو اثر موجب افزایش شدت انرژی صنعت در این دوره شده‌اند که رشد صنایع انرژی‌بر در این مدت می‌تواند علت این امر باشد. بررسی تغییرات شدت انرژی بر اساس سری زمانی نیز نشانگر افزایش آن در این دوره می‌باشد اما نبود الگویی خاص برای اثر ساختاری و اثر کارایی نشانگر این است که بهبود کارایی انرژی در این بخش رخ نداده است.

فرج‌زاده (۱۳۹۴) تغییرات شدت انرژی ایران را برای سال‌های ۱۳۵۲ تا ۱۳۹۰ به دو عامل اثر ساختاری و اثر کارایی تجزیه نموده است. براساس این پژوهش اثر کارایی دلیل اصلی افزایش شدت انرژی در ایران بوده است. بر اساس یافته‌های این تحقیق سرمایه سرانه نیروی کار کاهش شدت انرژی را موجب شده است. افزایش نرخ شهرنشینی از طریق اثر ساختاری موجب افزایش شدت

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-11-25]

[DOI: 10.52547/qjerp.31.105.2]

انرژی و از طریق اثر کارایی موجب کاهش آن شده است و در مجموع کاهش شدت انرژی را موجب گردیده است.

فریدزاد (۱۳۹۴) با استفاده از روش شاخص لگاریتم میانگین دیویزیا با دو رویکرد ضربی و جمعی و در دوشکل تحلیل زمانی دو دوره‌ای و زنجیره‌ای به تجزیه عوامل مؤثر بر شدت انرژی ایران در قالب آثار تولیدی، ساختاری و کارایی انرژی پنج صنعت انرژی‌برکشور برای سال‌های ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۰ پرداخته‌است. شدت انرژی در صنایع مورد بررسی افزایشی بوده و اثر کارایی و اثر تولیدی بیشترین نقش را در افزایش شدت انرژی داشته است.

بهبودی و همکاران (۱۳۸۹) به بررسی تغییرات شدت انرژی ایران برای سال‌های ۱۳۸۵-۱۳۴۷ پرداخته و آن را به عامل اثر ساختاری و اثر کارایی تجزیه نموده‌اند. تجزیه شدت انرژی به روش ایده آل فیشر نشانگر آن است که تغییر در ساختار فعالیت‌های اقتصادی و تغییرات کارایی در استفاده از انرژی در افزایش شدت انرژی مؤثر بوده‌اند. در این پژوهش از قیمت انرژی به عنوان یکی از عواملی تأثیر زیادی بر شدت انرژی دارد، یادشده است.

شریفی و همکاران (۱۳۸۷) در تحقیق خود تغییرات شدت انرژی صنایع نه گانه ایران را با استفاده از شاخص ایده آل فیشر و تکنیک ضرب پذیری با رویکرد داده‌های سری زمانی برای سال‌های ۱۳۷۴ تا ۱۳۸۳ محاسبه نموده و تغییرات شدت انرژی را به عامل اثر کارایی و اثر ساختاری تجزیه نموده‌اند. براساس این پژوهش در بیشتر صنایع نه گانه ایران بیشترین سهم در تغییر شدت انرژی مربوط به اثر کارایی بوده و اثر ساختاری تأثیر محدودی داشته است.

۳. روش شناسی تسهیم تغییرات متقاطع

در اغلب مطالعاتی که در خصوص تجزیه وتحلیل شدت انرژی صورت گرفته است، تغییرات شدت انرژی به دو مؤلفه اثر ساختاری و اثر کارایی نسبت داده می‌شود. بر این اساس، بررسی می‌شود که چه میزان از تغییرات شدت انرژی ناشی از تغییرات کارایی در مصرف انرژی است و چه میزان از آن به دلیل تغییر در ترکیب تولید است. روش‌های مورد استفاده جهت تجزیه تغییرات شدت انرژی در اغلب مطالعات گذشته، در خصوص نحوه تفکیک تغییرات متقاطع در اوقاتی که هر دو مؤلفه

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-11-25]

[DOI: 10.52547/qjerp.31.105.2]

ساختاری و کارایی همزمان تغییر می‌کنند، با مشکل روبرو است. در برخی از مطالعات برای حل این مشکل از روش تحلیل عاملی مبتنی بر حساب تغییرات[1] و در برخی دیگر از روش ضریب تأثیر[2] استفاده شده است. به هر حال، این روش‌ها نیز علاوه بر پیچیدگی محاسبات نتوانسته‌اند مشکل یاد شده را به طور کامل حل نمایند. رانهانگ، سن و شی[3] (۲۰۱۲) برای حل این مشکل روش تسهیم تغییرات متقاطع[4] را پیشنهاد کرده‌اند. در توضیح این روش یادآور می‌شود شدت انرژی به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$e_t = \frac{E_t}{G_t} \quad (۱)$$

که در آن e_t شدت انرژی در سال t، E_t میزان مصرف انرژی در سال t و G_t تولید ناخالص داخلی در سال t است. اگر میزان مصرف انرژی در استان iام در سال t را با E_{it} و میزان تولید ناخالص داخلی توسط استان iام در سال t را با G_{it} نشان دهیم، خواهیم داشت:

$$= \frac{\sum_i E_{it}}{\sum_i G_{it}} = \frac{\sum_i e_{it} G_{it}}{\sum_i G_{it}} \quad \frac{E_t}{G_t} = e_t \quad (۲)$$

$$e_t = \sum_i e_{it} \frac{G_{it}}{\sum_i G_{it}} = \sum_i e_{it} \; P_{it} \quad (۳)$$

که در آن P_{it} بیانگر سهم استان i ام از تولید کل است. بدین ترتیب تغییر شدت انرژی در فاصله سال ۰ تا سال t برابر خواهد بود با :

$$\Delta e = e_t - e_o = \sum_i e_{it} P_{it} - \sum_i e_{io} P_{io} \quad (۴)$$

درصورت تجزیه شدت انرژی به اثر ساختاری و کارایی، تغییرات شدت انرژی به صورت زیر در خواهد آمد :

$$\Delta e = \sum_i [e_{io}(P_{it} - P_{io}) + P_{io}(e_{it} - e_{io}) + (e_{it} - e_{io})(P_{it} - P_{io})] \quad (۵)$$

---

1. Calculus factor analysis
2. Influence coefficient method
3. Sen, Runhong and Shi
4. Average distribution on the amount of changes in cross

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-11-25]

[DOI: 10.52547/qjerp.31.105.2]

که جمله اول اثرتغییر سهم استان i ام در تولید ملی (اثر ساختاری) را بر روی تغییرات شدت انرژی در کشور نشان می‌دهد و جمله دوم اثر تغییر کارایی انرژی در استان i ام (اثر کارایی) را بر روی تغییرات شدت انرژی نشان می‌دهد.

براین اساس، چنانچه کارایی مصرف انرژی بین دو دوره زمانی را ثابت در نظر بگیریم، اثر ساختاری به صورت زیر خواهد بود:

$$W_s = \sum_i [\frac{e_{io}(P_{it} - P_{io})}{\Delta e} + \frac{1}{2}\frac{(e_{it} - e_{io})(P_{it} - P_{io})}{\Delta e}] \quad (۶)$$

عبارت اول نرخ تغییر در سهم استان‌ها از تولید ملی را با فرض ثابت ماندن کارایی مصرف انرژی در استان‌ها نشان می‌دهد. عبارت دوم نرخ تغییرات متقاطع شدت انرژی را در نتیجه وقوع همزمان هر دو اثر نشان می‌دهد. بر اساس پیشنهاد رانهانگ و همکاران تغییرات متقاطع به صورت یکسان بین دو مؤلفه اثر ساختاری و اثر کارایی تقسیم می‌شود. بر این اساس، اثر ساختاری تغییرات شدت انرژی برای استان i ام که با W_{si} نشان داده می‌شود، به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$W_{si} = [\frac{e_{io}(P_{it} - P_{io})}{\Delta e} + \frac{1}{2}\frac{(e_{it} - e_{io})(P_{it} - P_{io})}{\Delta e}] \quad (۷)$$

به همین ترتیب، اثر کارایی را می‌توان با فرض ثابت ماندن اثر ساختاری به صورت زیر محاسبه کرد:

$$W_e = \sum_i [\frac{P_{io}(e_{it} - e_{io})}{\Delta e} + \frac{1}{2}\frac{(e_{it} - e_{io})(P_{it} - P_{io})}{\Delta e}] \quad (۸)$$

که در آن عبارت اول نرخ تغییر در کارایی مصرف انرژی را با فرض ثابت ماندن اثر ساختاری نشان می‌دهد و عبارت دوم سهم اثر کارایی از اثر تغییرات متقاطع یا توأمان هر دو مؤلفه ساختاری و کارایی را نشان می‌دهد. بدین ترتیب، اثر کارایی برای هر استان با فرض ثابت ماندن اثر ساختاری به صورت زیر محاسبه می‌شود:

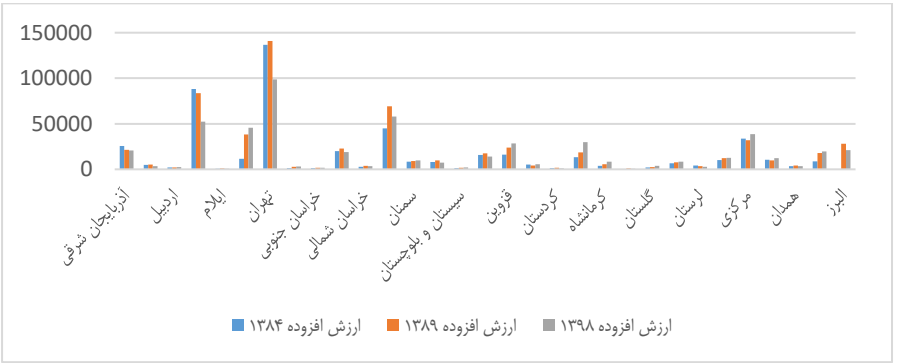
[Downloaded from qjerp.ir on 2026-11-25]

[DOI: 10.52547/qjerp.31.105.2]

$$W_{ei} = [\frac{P_{io}(e_{it} - e_{io})}{\Delta e} + \frac{1}{2}\frac{(e_{it} - e_{io})(P_{it} - P_{io})}{\Delta e}] \quad (۹)$$

۴. نتایج محاسبات و یافته‌های تحقیق

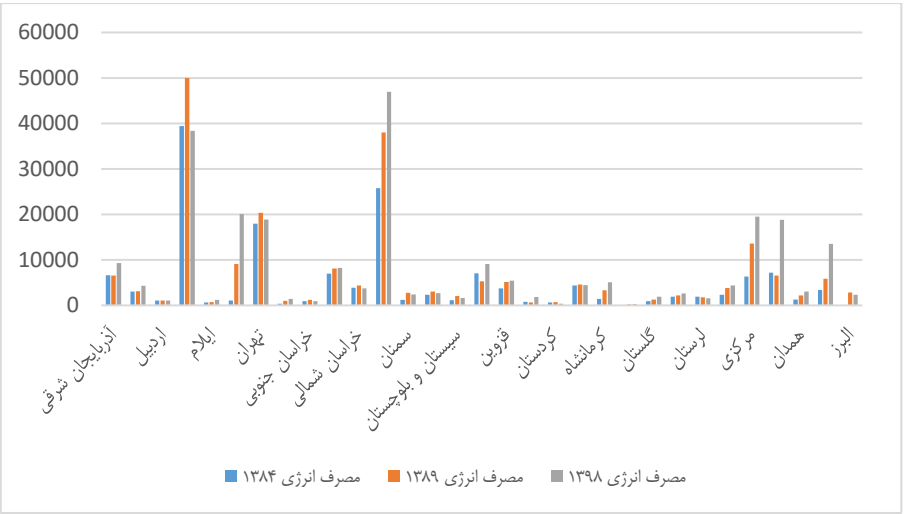
در این قسمت با استفاده از روش شناسی فوق به تجزیه و تحلیل تغییرات شدت انرژی در بخش صنایع در سطح کل کشور و در سطح استانی در بازه ۱۳۹۸-۱۳۸۴ می‌پردازیم. داده‌های مصرف انرژی مربوط به مصارف انرژی کارگاه‌های صنعتی است که از گزارش‌های مرکز آمار ایران با عنوان «نتایج آمارگیری کارگاه‌های صنعتی ده نفر کارکن و بیشتر» استخراج شده است. داده‌های مربوط به سطح تولید در استان‌ها نیز ارزش افزوده کارگاه‌های صنعتی ده نفر کارکن و بیشتر به قیمت ثابت سال ۱۳۹۰ است، که از گزارش‌های مرکز آمار ایران با عنوان «نتایج آمارگیری کارگاه-های صنعتی ده نفر کارکن و بیشتر» به دست آمده است. این اطلاعات در کنار مقادیر شدت انرژی در نمودارهای (۱) تا (۳) نمایش داده شده است.



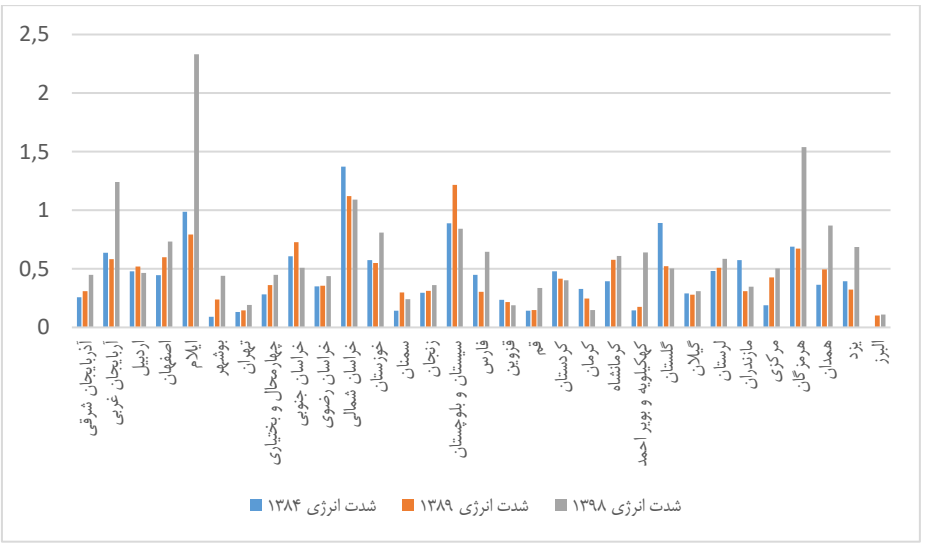
نمودار ۱. ارزش افزوده کارگاه‌های صنعتی ده نفر کارکن و بیشتر (میلیارد ریال به قیمت ثابت ۱۳۹۰)

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-11-25]

[DOI: 10.52547/qjerp.31.105.2]



نمودار ۲. مصرف انرژی کارگاه‌های صنعتی ده نفر کارکن و بیشتر (هزار بشکه معادل نفت خام)



نمودار ۳. شدت انرژی (هزاربشکه معادل نفت خام به ازاء یک میلیارد ریال به قیمت ثابت ۱۳۹۰)

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-11-25]

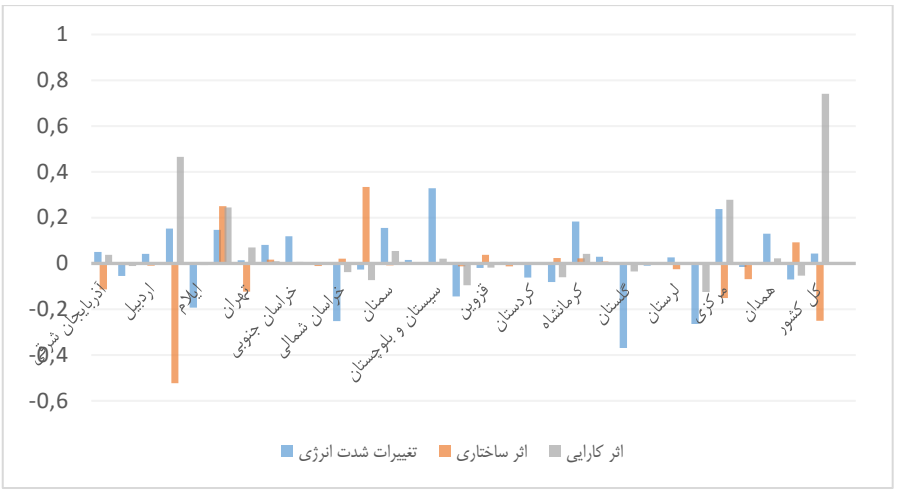
[DOI: 10.52547/qjerp.31.105.2]

۱-۴. تغییرات شدت انرژی در بازه ۱۳۸۹-۱۳۸۴

همان‌طور که در نمودار (۳) ملاحظه می‌شود در دوره ۸۹-۱۳۸۴ شدت انرژی در مصارف صنعتی برای ۱۳ استان کشور کاهش یافته و برای سایر استان‌ها رو به افزایش بوده است. استان‌های سیستان و بلوچستان، مرکزی و کرمانشاه به ترتیب بیشترین افزایش در شدت انرژی را داشته‌اند و استان‌های گلستان، مازندران و خراسان شمالی نیز به ترتیب بیشترین کاهش شدت انرژی را داشته‌اند. در توضیح چرایی تفاوت شدت انرژی در مصارف صنعتی استان‌های کشور می‌توان به عواملی مانند اقلیم آب وهوایی، مساحت استان، ساختار اقتصادی، و برخورداری استان از منابع مالی اشاره کرد. نمودار (۴) نتایج حاصل از تجزیه تغییرات شدت انرژی به دو مؤلفه تغییرات ساختاری و تغییرات کارایی را در این دوره نشان می‌دهد. در این دوره زمانی تغییرات شدت انرژی ناشی از اثرات ساختاری برای کل کشور و برای اغلب استان‌های کشور منفی است و کاهش شدت انرژی را موجب شده است. در مقابل تغییرات شدت انرژی ناشی از اثر کارایی برای کل کشور و برای اکثر استان‌ها مثبت است و افزایش شدت انرژی را موجب شده است. بیشترین کاهش در شدت انرژی ناشی از اثر ساختاری متعلق به استان اصفهان بوده است و بیشترین افزایش در شدت انرژی ناشی از اثر ساختاری در استان خوزستان رخ داده است. بیشترین کاهش در شدت انرژی ناشی از اثر کارایی متعلق به استان مازندران بوده است و بیشترین افزایش در شدت انرژی ناشی از اثر کارایی در استان اصفهان رخ داده است.

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-11-25]

[DOI: 10.52547/qjerp.31.105.2]

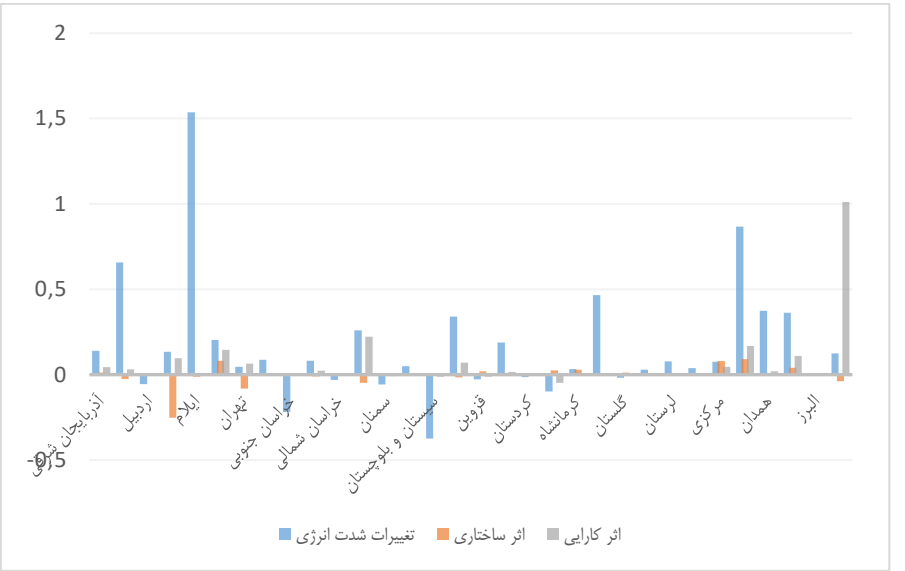


نمودار ۴. تجزیه تغییرات شدت انرژی ۱۳۸۴-۱۳۸۹ به دو مؤلفه تغییرات ساختاری و تغییرات کارایی
(هزار بشکه معادل نفت خام به ازای یک میلیارد ریال به قیمت ثابت ۱۳۹۰)

۲-۴. تغییرات شدت انرژی در دوره ۱۳۹۸- ۱۳۸۹

براساس جدول (۳) شدت انرژی در مصارف صنعتی برای اکثر استان‌ها و برای کل کشور در طی سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۹۸ روبه افزایش بوده است. طبق جدول (۵) اثر ساختاری برای تقریبا نیمی از استان‌های کشور و برای کل کشور منفی می‌باشد. اثر کارایی برای کل کشور و برا ی اکثر استان‌ها در این بازه افزایش یافته است. استان‌های ایلام، هرمزگان وآذربایجان غربی به ترتیب بیشترین افزایش در شدت انرژی و استان‌های سیستان و بلوچستان و خراسان شمالی نیز بیشترین کاهش را در شدت انرژی داشته‌اند. استان خوزستان بیشترین افزایش شدت انرژی را به دلیل اثر کارایی داشته است. بیشترین کاهش شدت انرژی به دلیل اثر کارایی برای استان کرمان رخ داده است. بیشترین افزایش و کاهش شدت انرژی به دلیل اثر ساختاری متعلق به استان‌های هرمزگان و اصفهان رخ داده است.

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-11-25]
[DOI: 10.52547/qjerp.31.105.2]

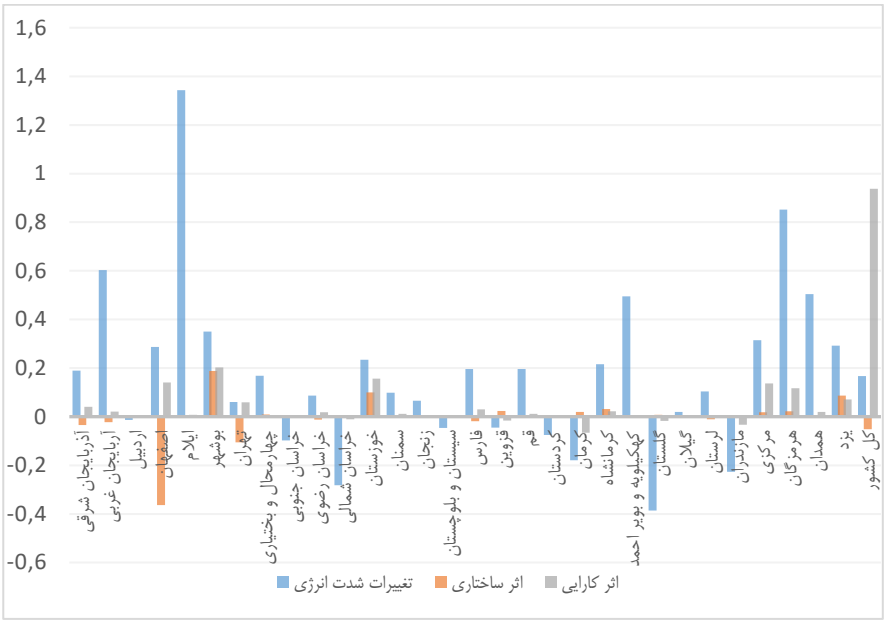


نمودار ۵. تجزیه تغییرات شدت انرژی ۱۳۸۹-۱۳۹۸ به دو مؤلفه تغییرات ساختاری و تغییرات کارایی
(هزار بشکه معادل نفت خام به ازاء یک میلیارد ریال به قیمت ثابت ۱۳۹۰)

۳-۴. تغییرات شدت انرژی در بازه ۱۳۸۴-۱۳۹۸

براساس جدول (۳) شدت انرژی صنایع کل کشور و اکثر استان‌ها در این دوره روبه افزایش بوده و فقط در ۹ استان شدت انرژی کاهش یافته است. اثر ساختاری برای کل کشور منفی بوده و موجب کاهش شدت انرژی شده است. در مقابل اثرکارایی برای کل کشور مثبت بوده و موجب افزایش شدت انرژی شده است. براساس جدول (۶) استان‌های هرمزگان، آذربایجان غربی وهمدان به ترتیب بیشترین افزایش در شدت انرژی را در بین سال‌های ۱۳۹۸-۱۳۸۴ داشته‌اند. بیشترین کاهش در شدت انرژی در طی سال‌های ۱۳۹۸-۱۳۸۴ به ترتیب برای استان‌های گلستان، خراسان شمالی و مازندران رخ داده است. استان ایلام بیشترین افزایش در شدت انرژی ناشی را ناشی از اثر کارایی داشته و استان کرمان بیشترین کاهش در شدت انرژی را ناشی از اثر کارایی داشته است. بیشترین افزایش در شدت انرژی ناشی از اثر ساختاری مربوط به استان بوشهر و بیشترین کاهش در شدت انرژی ناشی از اثر ساختاری برای استان اصفهان رخ داده است.

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-11-25]
[DOI: 10.52547/qjerp.31.105.2]



نمودار ۶. تجزیه تغییرات شدت انرژی ۱۳۸۴-۱۳۹۸ به دو مؤلفه تغییرات ساختاری و تغییرات کارایی
(هزار بشکه معادل نفت خام به ازاء یک میلیارد ریال به قیمت ثابت ۱۳۹۰)

یکی از دلایل عمده مصرف غیربهینه انرژی و بالا بودن شدت انرژی در ایران پایین بودن قیمت نسبی حامل‌های انرژی است. با وجود اینکه قیمت حامل‌های انرژی در طول سال‌های مختلف افزایش یافته است اما در مقایسه با سایر قیمت‌ها هنوز از قیمت نسبی کمتری برخوردار است از این رو روند نادرست مصرف انرژی در کشور ادامه یافته است. افزایش قیمت حامل‌های انرژی فراتر از سطح عمومی قیمت‌ها موجب افزایش قیمت نسبی حامل‌های انرژی شده و می‌تواند قدم مؤثری در جهت کاهش شدت انرژی صنایع کشور باشد.

صنایع انرژی‌بر سهم قابل‌توجهی در مصرف انرژی در کشور دارند. به همین دلیل یکی از راهکارهای مؤثر برای کاهش شدت انرژی در صنایع ایران مصرف بهینه‌تر انرژی در صنایع انرژی‌بر می‌باشد. برخورداری از فناوری‌های پیشرفته در این صنایع موجب می‌شود که برای تولید محصول

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-11-25]
[DOI: 10.52547/qjerp.31.105.2]

انرژی کم‌تری مورد استفاده قرارگیرد از این رو انتقال فناوری‌های کاراتر می‌تواند به بهبود شدت انرژی کمک نماید. در بسیاری از صنایع از تجهیزات و ماشین‌آلات فرسوده و با بازدهی پایین در فرآیند تولید استفاده می‌شود. این مسأله خود موجب مصرف غیربهینه انرژی در این صنایع می‌شود. استفاده از تجهیزات با بازدهی بالا باعث می‌شود که فرآیند تولید با مصرف میزان کمتری از نهاده انرژی صورت گیرد و در نتیجه شدت انرژی در این صنایع کاهش یابد.

ایجاد واحدهای مدیریت مصرف انرژی در صنایع برای استفاده منطقی و بهینه از انرژی بسیار ضروری است. فقدان این واحدها در مصرف غیربهینه انرژی در صنایع کشور نقش به‌سزایی دارد. واحدهای مدیریت مصرف انرژی مؤثرترین راهکارها را برای استفاده بهینه از انرژی انتخاب می‌نمایند. از این رو یکی از راهکارهای مهم برای کاهش شدت انرژی صنایع ایجاد واحدهای مدیریت مصرف انرژی است.

صنایع دولتی به دلیل نداشتن انگیزه کافی از نهاده‌ها از جمله انرژی در فرآیند تولید خود به طور بهینه استفاده نمی‌کنند. به همین دلیل شدت انرژی در این صنایع به طور معمول بالا است. به همین خاطر توجه بیشتر به مصرف انرژی در طول فرآیند تولید محصول در این صنایع ضروری است. ایجاد انگیزه برای مصرف بهینه انرژی در صنایع دولتی، مقررات‌گذاری در جهت مصرف بهینه انرژی در این صنایع و نظارت بر حسن اجرا آن می‌تواند در کاهش شدت انرژی صنایع دولتی اثرگذار باشد.

۵. جمع بندی و نتیجه‌گیری

در این مقاله تغییرات شدت انرژی صنایع کل کشور و به تفکیک هریک از استان‌ها در بازه زمانی ۱۳۹۸-۱۳۸۴ و دو زیربازه ۱۳۸۹-۱۳۸۴ و ۱۳۹۸-۱۳۸۹ محاسبه شده است. این تغییرات با استفاده از روش تسهیم تغییرات متقاطع، به دو مؤلفه اثر ساختاری و اثر کارایی تجزیه گردیده‌اند. شدت انرژی صنایع کل کشور و اکثر استان‌ها در بازه زمانی ۱۳۸۴-۱۳۹۸ رو به افزایش بوده و فقط در ۹استان شدت انرژی کاهش یافته است. در بازه ذکر شده اثر ساختاری برای کل کشور منفی بوده و موجب کاهش شدت انرژی شده است. اما اثرکارایی برای کل کشور مثبت بوده و موجب افزایش

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-11-25]

[DOI: 10.52547/qjerp.31.105.2]

شدت انرژی شده است. استان ایلام بیشترین افزایش در شدت انرژی ناشی را ناشی از اثر کارایی داشته و استان کرمان بیشترین کاهش در شدت انرژی را ناشی از اثر کارایی داشته است. همچنین بیشترین افزایش در شدت انرژی ناشی از اثر ساختاری مربوط به استان بوشهر و بیشترین کاهش در شدت انرژی ناشی از اثر ساختاری برای استان اصفهان رخ داده است. در دوره ۱۳۸۹-۱۳۸۴ شدت انرژی در مصارف صنعتی برای ۱۳ استان کشور کاهش یافته و برای سایر استان-ها رو به افزایش بوده است. در این بازه تغییرات شدت انرژی ناشی از اثرات ساختاری برای کل کشور و برای اغلب استان‌های کشور منفی بوده و در مقابل تغییرات شدت انرژی ناشی از اثر کارایی برای کل کشور و برای اکثر استان‌ها مثبت بوده است. در دوره ۱۳۹۸-۱۳۸۹ نیز شدت انرژی برای بیشتر استان‌ها و کل کشور افزایشی بوده و اثر ساختاری برای تقریبا نیمی از استان‌های کشور و برای کل کشور رو به کاهش بوده و اثر کارایی برای کل کشور و برا ی اکثر استان‌ها افزایش یافته است. کاهش شدت انرژی در بخش صنعتی مستلزم اقدامات جدی و مؤثری است که از جمله می‌توان به اصلاح قیمت حامل‌های انرژی متناسب با نرخ تورم، انتقال فناوری‌های کاراتر در صنایع انرژی بر و از رده خارج کردن فرآیندها و تجهیزات فرسوده ، ایجاد و تقویت واحدهای مدیریت مصرف انرژی در صنایع، مقررات گذاری و استاندارد گذاری در خصوص مصارف انرژی در فرآیندها و تجهیزات صنعتی اشاره کرد.

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-11-25]

[DOI: 10.52547/qjerp.31.105.2]

منابع

ادیبیان، محمدصادق؛ امامی میبدی، علی و هادی اسماعیل‌پور مقدم (۱۴۰۰). «تأثیر فساد اداری و ریسک سیاسی بر شدت انرژی کشورهای منتخب حوزه منا»، *پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران*، دوره۱۱، شماره ۴۱، صص ۳۲-۱۱ .

امیرمعینی، مهران (۱۳۹۵). «تجزیه شاخص شدت انرژی در بخش صنعت: رویکرد شاخص دیویزیا»، *فصلنامه پژوهش‌های سیاست گذاری و برنامه ریزی انرژی*، شماره ۵، صص ۲۶-۷ .

بهبودی، داود؛ سجودی، سکینه و نسیم مهین اصلانی‌نیا (۱۳۸۹). «تجزیه شدت انرژی و بررسی عوامل مؤثر بر آن در اقتصاد ایران»، *فصلنامه مطالعات اقتصادی*، شماره ۲۶، صص ۱۳۰-۱۰۵.

بهرام‌بیگی، فاطمه؛ فطرس، محمدحسن؛ حاجی، غلامعلی و اسماعیل ترکمنی (۱۴۰۰). «تأثیر رژیم‌های توسعه مالی بر شدت انرژی در ایران: رهیافت مارکوف- سوئیچینگ». *فصلنامه علمی پژوهشی اقتصاد مقداری*، doi: 10.22055/jqe.2021.36681.2345

ترازنامه انرژی ایران (۱۳۸۹). وزارت نیرو

ترازنامه انرژی ایران (۱۳۹۹). وزارت نیرو

حمیدی‌رزی، داود و اله مراد سیف (۱۳۹۶). «عوامل مؤثر بر شاخص شدت مصرف انرژی استان‌های کشور: رهیافت داده‌های تابلویی پویای فضایی»، *فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی*، شماره۵۳، صص ۶۱-۱۰۳ .

دهقان شبانی، زهرا؛ صادقی، مهدی؛ مرادشریفی، علی و مهدی نفر (۱۳۸۷). «تجزیه شدت انرژی در صنایع ایران»، *فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی*، شماره ۳۵، صص ۱۱۰-۷۹ .

دهقان شبانی، زهرا؛ هادیان، ابراهیم و معصومه موسوی (۱۳۹۹). «بررسی همگرایی شدت انرژی در صنایع کارخانه‌ای ایران»، *پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران*، سال ۹، شماره ۳۶، صص ۷۱-۴۹ .

رحیمی، ابوالفضل؛ محسنی، رضا و رضا کاکاوند (۱۳۹۷). «تجزیه مصرف انرژی و بررسی عوامل مؤثر بر آن (مطالعه موردی: بخش و حمل و نقل ایران)»، *پژوهشنامه حمل و نقل*، شماره ۵۷، صص۱۹۴-۱۷۵.

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-11-25]

[DOI: 10.52547/qjerp.31.105.2]

سجودی، سکینه و سیدکمال صادقی (۱۳۹۰). «مطالعه عوامل مؤثر بر شدت انرژی در بنگاه‌های صنعتی ایران»، *فصلنامه مطالعات اقتصادی*، شماره ۲۹، صص ۱۸-۱۶۳ .

سلیمی‌فر، م.؛ حق‌نژاد، ا. و م. رحیمی (۱۳۹۳). «بررسی تأثیر عوامل تولید بر شدت مصرف انرژی در ایران: یک تجزیه و تحلیل مبتنی بر تابع تولید کاب – داگلاس»، *نشریه دانش و توسعه*، شماره۳۴، صص ۱۹۲-۲.

شریفی، علی مراد؛ دلالی اصفهانی، رحیم و مهدی صفدری (۱۳۸۲). تحلیلی از روند شدت انرژی در کشورهای OECD»، *فصلنامه پژوهشنامه بازرگانی*، دوره ۷، شماره ۲۸، صص ۱۱۸-۹۵.

صادقی، سیدکمال و سکینه سجودی (۱۳۹۰). «مطالعه عوامل مؤثر بر شدت انرژی در بنگاه‌های صنعتی ایران»، *فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی*، دوره ۲۹، صص ۱۸۰-۱۶۳.

فرج‌زاده، زکریا (۱۳۹۴). «شدت انرژی در اقتصاد ایران : اجزا و عوامل تعیین کننده». *پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران*، شماره ۱۵، صص ۸۶-۴۳.

فریدزاد، علی (۱۳۹۴). «تحلیل تجزیه شدت انرژی در صنایع انرژی‌بر ایران با استفاده از روش شاخص لگاریتم میانگین دیویزیا با تأکید بر رویکرد زمانی دو دوره‌ای و زنجیره‌ای»، *پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران*، شماره ۱۵، صص ۱۱۷-۸۷.

نتایج آمارگیری از مقدار مصرف انرژی کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیشتر ۱۳۹۴-۱۳۸۷، مرکز آمار ایران

نتایج آمارگیری از مقدار مصرف انرژی کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیشتر ۱۳۹۱-۱۳۸۴، مرکز آمار ایران

Adom P.K. (2015). "Asymmetric Impacts of the Determinants of Energy Intensity in Nigeria", *Energy Economics*, No. 49, pp. 570–580.

Ang B.W., Liu F.l. and E.P. Chew (2003). "Perfect Decomposition Techniques in Energy and Environmental Analysis", *Energy Policy*, No. 31, pp. 1561–1566.

Clevland C. J. (1994). "Energy and US Economy: A Biophysical Perspective", *Sience*, 225(4665), pp. 890-897.

Dandan Tian, Xiping Wang (2012). "Laspeyres Decomposition of Energy Intensity in Hebei Province", *Energy Procedia*, No 14, pp. 1798- 1803.

Feng Dong, Ru-yin, Long, Xiao-hui Li (2011). "Laspeyres Decomposition of Energy Intensity Including household-energy factor", *Energy prodedia*, No 5, pp.1482-1487

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-11-25]

[DOI: 10.52547/qjerp.31.105.2]

Hasanbeigi Ali, Rue du can, Stephane de la, Sathaye, Jayant (2012). "Analysis and decomposition of the energy intensity of California industries", *Energy policy*, No46, pp. 234-245.

Herrerias M.J., Cuadros A. and V. Orts (2013). "Energy Intensity and Investment Ownership Across Chinese Provinces", *Energy Economics*, No. 36, pp. 286–298.

International Energy Agency (2017). *data-and-statistics, charts, global-energy-intensity-1990-compared-to-2017.*

Kumar Ray, Binary Reddy and B. Sudhakara (2009). "Decomposition of Energy Consumption and Energy Intensity in Indian Manufacturing Industries", *Energy of sustainable development*, No 14, pp. 35-47.

Lin B. and Z. Jiang (2011). "Estimates of Energy Subsidies in China and Impact of Energy Subsidy Reform", *Energy Economics*, No. 33, pp. 273–283.

Ma B. (2015). "Does Urbanization Affect Energy Intensities Across Provinces in China? Long-run Elasticities Estimation Using Dynamic Panels with Heterogeneous Slopes", *Energy Economics*, No. 49, pp. 390–401.

Mulder P., de Groot H.L.F. and B. Pfeiffer (2014). "Dynamics and Determinants of Energy Intensity in the Service Sector: A Cross-country Analysis, 1980–2005", *Ecological Economics*, No. 100, pp. 1–15.

Runhong Huang; Sen, Ouyang and Yili Shi (2012). "A modified factor decomposition method and its applications in analysis of electric energy intensity", *Power and energy engineering conference* (APPEEC), Shanghai, IEEE PES Asia-Pacific, https://ieeexplore.ieee.org/document/6306883

Song F. and X. Zheng (2012). "What Drives the Change in China's Energy Intensity: Combining Decomposition Analysis and Econometric Analysis at the Provincial Level", *Energy Policy*, No. 51, pp. 445–453.

Sun J. (2021). "The Impact of New Energy Development on Energy Intensity and Economic Growth". *In E3S Web of Conferences* (Vol. 271, p. 01003). EDP Sciences.

Zhang X., Liu P. and H. Zhu (2022). "The Impact of Industrial Intelligence on Energy Intensity: Evidence from China". *Sustainability*, No. 14, pp. 19-72.

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-11-25]

[DOI: 10.52547/qjerp.31.105.2]