فصلنامه پژوهش‌های سیاستگذاری و برنامه‌ریزی انرژی
سال سوم/ شماره ۷/ تابستان ۱۳۹۶/ صفحات ۱۶۹-۱۳۷

تمایزات منطقه‌ای در بهره‌وری انرژی صنایع تولیدی ایران

محمدعلی فیض‌پور
استادیار گروه اقتصاد دانشگاه یزد
feizpour@yazd.ac.ir

علی شمس اسفندآبادی
دانشجوی کارشناسی ارشد اقتصاد دانشگاه یزد
ali.shams.yazduni@gmail.com

انرژی و بهره‌وری آن از مهم‌ترین موضوعاتی است که در سیاست‌گذاری‌ها و برنامه‌ریزی‌های تمام کشورها از جمله ایران به آن پرداخته می‌شود. این در حالی است که در بین بخش‌های اقتصادی، بخش صنعت از مهم‌ترین مصرف‌کنندگان انرژی می‌باشد و بنابراین، اهمیت بهره‌وری انرژی در این بخش دوچندان است. بر این اساس، پژوهش حاضر با هدف بررسی تمایزات منطقه‌ای در بهره‌وری انرژی صنایع تولیدی ایران طی سالهای ۱۳۹۲-۱۳۸۲ تنظیم شده است. در این راستا، داده‌های مورد نیاز شامل ارزش ستانده، تعداد نیروی کار، میزان انرژی مصرفی و ارزش افزوده از مرکز آمار ایران استخراج و موجودی سرمایه با روش موجودی دائمی برآورد گردیده است. پس از تخمین تابع تولید کاب-داگلاس با استفاده از داده‌های تابلویی، بهره‌وری تعمیم‌یافته انرژی در صنایع تولیدی استانها محاسبه و مقایسه شده است. نتایج پژوهش حاضر دلالت بر آن دارد که سطح بهره‌وری انرژی در بسیاری از استانها بسیار نازل بوده و با گذشت زمان نیز بهبود چندانی نیافته است. بعلاوه، بهره‌وری انرژی در بسیاری از استانها و در سال‌های مختلف کاهش یافته است. هرچند با گذشت زمان از ناهمگنی استانها کاسته شده، اما این کاهش به سبب کاهش قابل توجه سطح بهره‌وری انرژی در استانهای پیشتاز بوده است. همچنین بهره‌وری انرژی در استانهایی با بیشترین سهم انرژی مصرفی و ارزش افزوده کاهش یافته است. در مجموع، نتایج این مطالعه دلالت بر ضرورت بازنگری و پایش سیاست‌گذاری‌ها و برنامه‌ریزی‌های انرژی در صنایع تولیدی دارد.

واژه های کلیدی: بهره‌وری انرژی، بهره‌وری تعمیم‌یافته انرژی، استانهای ایران، صنایع تولیدی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۶/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۴/۱۰

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-07-17]

۱. مقدمه

انرژی در بخش‌های مختلف اقتصادی به عنوان یک نهاده تولیدی در کنار نیروی کار و سرمایه، نقش مهمی را ایفا می‌کند و یکی از ضروریات رشد و توسعه اقتصادی قلمداد می‌گردد. نتایج مطالعات تجربی در کشورهای توسعه‌یافته از جمله استرن[۱] (۲۰۰۰) در آمریکا، گلاشر[۲] (۲۰۰۲) در کره جنوبی و تسانی[۳] (۲۰۱۰) در یونان نقش مثبت انرژی در رشد اقتصادی را تأیید نموده و نتایج مطالعات تجربی در کشورهای در حال توسعه از جمله یانگ[۴] (۲۰۰۰) در تایوان، وانگ و همکاران[۵] (۲۰۱۱) در چین و پائو و همکاران[۶] (۲۰۱۱) در روسیه نیز مشابه بوده است. در ایران نیز نتایج مطالعات ملکی (۱۳۸۳)، آرمن و زارع (۱۳۸۴) و آماده و همکاران (۱۳۸۸) دلالت بر نقش مثبت انرژی در رشد اقتصادی دارد. به رغم نقش قابل توجه انرژی در رشد اقتصادی، استفاده نامناسب از انرژی منجر به پیامدهای نامطلوب اقتصادی و زیست‌محیطی می‌شود. بنابراین، بررسی چگونگی مصرف انرژی در سطوح مختلف ملی، بخشی و منطقه‌ای بسیار مهم بوده و بدین منظور از شاخص‌های گوناگونی استفاده می‌شود که بهره‌وری انرژی[۷] از مهم‌ترین آنهاست. در همین راستا، آژانس بین‌المللی انرژی[۸] از بهره‌وری انرژی به عنوان یکی از اجزای اساسی برنامه‌ریزی در تمام کشورهای جهان نام می‌برد. با وجود این، اهمیت بهره‌وری انرژی در کشورهای در حال توسعه از جمله ایران به دلیل بالا بودن شدت انرژی[۹](معکوس بهره‌وری انرژی) دوچندان است. بر اساس نتایج مطالعه راسخی و سلمانی (۱۳۹۲) بین شدت انرژی و کارایی اقتصادی رابطه U معکوس وجود دارد. بنابراین، کاهش مصرف انرژی، کارایی اقتصادی را افزایش

1. Stern, 2000
2. Glashur, 2002
3.Tsani, 2011
4. Yang, 2000
5. Wang, et al., 2011
6. Pao, et al., 2011
7. Energy Productivity
8. International Energy Agency (IEA)
9. Energy Intensity

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-07-17]

می‌دهد[1] و نتایج مطالعه هالکوس و تزرمیس[2] (۲۰۱۱) این موضوع را تأیید می‌نماید. باید توجه شود که کاهش مصرف انرژی در صورتی که با افزایش بهره‌وری انرژی همراه نباشد، موجب پیامدهای نامطلوب اقتصادی خواهد شد. علاوه بر آن، وجود ذخایر عظیم نفت و گاز در ایران بر اهمیت بهره‌وری انرژی در ایران می‌افزاید. نتایج مطالعه استرن[3] (۲۰۱۲) نیز دلالت بر وجود رابطه معکوس بین ذخایر نفت و گاز و بهره‌وری انرژی دارد. بنابراین و با توجه به اهمیت مضاعف برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری مصرف انرژی در ایران، اندازه‌گیری دقیق بهره‌وری انرژی در سطوح ملی، بخشی و منطقه‌ای ضروری است. در بین بخش‌های اقتصادی، بخش صنعت از مهم‌ترین بخش‌های مصرف‌کننده انرژی بوده و بر اساس آخرین آمارها، بخش صنعت بیش از ۲۵ درصد از مصرف نهایی انرژی کشور را به خود اختصاص داده است (وزارت نیرو، ۱۳۹۲). بنابراین، بررسی بهره‌وری انرژی در بخش صنعت ضروری می‌باشد. با وجود این، در بیشتر مطالعات پیشین به شدت انرژی در بخش صنعت پرداخته شده و کمتر مطالعه‌ای بهره‌وری انرژی را مورد بررسی قرار داده است. علاوه بر آن، سطح تحلیل بیشتر این مطالعات نیز ملی و بخشی بوده و تمایزات مناطق کشور کمتر مورد توجه قرار گرفته است. با توجه به آنچه بیان گردید، هدف پژوهش حاضر، محاسبه و مقایسه بهره‌وری انرژی در صنایع تولیدی استانهای ایران طی سال‌های ۹۲-۱۳۸۲ می‌باشد. در این راستا، مطالب این مطالعه در هفت بخش ارائه گردیده است: پس از مقدمه، در بخش دوم به مبانی نظری و در بخش سوم به مطالعات تجربی پرداخته می‌شود؛ بخش چهارم به روش تحقیق و بخش پنجم به داده‌ها و تفسیر متغیرها اختصاص دارد؛ نتایج و یافته‌ها در بخش ششم ارائه می‌گردد و بخش هفتم و پایانی نیز شامل جمع‌بندی و نتیجه‌گیری است.

۱. حد آستانه انرژی در کشورهای گوناگون متفاوت بوده و تعیین آن نیازمند بررسی است.

2. Halkos and Tzeremes, 2011

3. Stern, 2012

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-07-17]

۲. تمایزات منطقه‌ای و بهره‌وری انرژی: مفاهیم و مبانی نظری

عدم تعادل‌های منطقه‌ای در برخورداری از امکانات اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی و در نتیجه، وجود نابرابری‌های منطقه‌ای[1] یکی از ویژگی‌های بارز کشورهای در حال توسعه از جمله ایران است. کوشرائر و همکاران (۲۰۱۰)[2] نابرابری‌های منطقه‌ای را به صورت عدم تعادل در ساختار فضایی مناطق تعریف می‌کنند. به اعتقاد کیم (۲۰۰۸) [3]، نابرابری‌های منطقه‌ای موجب ایجاد چالش‌های اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی می‌گردد و یکی از موانع اصلی در روند توسعه اقتصادی کشورها محسوب می‌شود. نابرابری‌های منطقه‌ای از دو دیدگاه قابل بررسی است: در حالی که برخی آن را پدیده‌ای منفی می‌دانند، عده‌ای دیگر آن را پدیده‌ای مثبت ارزیابی می‌کنند. گروه اول معتقدند که نابرابری‌های منطقه‌ای به دلیل عدم استفاده صحیح از ظرفیت‌ها و قابلیت‌های مناطق، پدیده‌ای منفی است. در سوی دیگر، گروه دوم نابرابری‌های منطقه‌ای را نتیجه منحصر بفرد بودن منابع و قابلیت‌های برخی مناطق در مقابل سایر مناطق می‌دانند که می‌تواند برای آن مناطق مزیت رقابتی ایجاد نماید و بنابراین، پدیده‌ای مثبت است (کوشرائر و همکاران، ۲۰۱۰). به عبارت دیگر، اگر نابرابری‌های منطقه‌ای در نتیجه تخصصی شدن فعالیت‌ها در برخی مناطق باشد، مفید خواهد بود (کیم، ۲۰۰۸) و اگر منعکس‌کننده تبعیض در بین مناطق باشد، مضر خواهد بود (استیوارد، ۲۰۰۲[4]). با وجود اینکه در ادبیات اقتصادی، دلایل متعددی برای وجود نابرابری‌های منطقه‌ای ارائه گردیده، اما شاید بتوان نابرابری‌های موجود در بهره‌وری را از جمله مهم‌ترین دلایل وجود چنین نابرابری‌هایی قلمداد نمود، زیرا بهره‌وری می‌تواند زمینه را برای سایر نابرابری‌های منطقه‌ای فراهم کند. نتایج مطالعات تجربی نیز دلالت بر آن دارد که بهره‌وری بسیاری از متغیرهای اقتصادی از جمله دستمزد، تورم، بیکاری، توزیع درآمد، رقابت‌پذیری[5]

1. Regional Disparities
2. Kutscherauer, et al, 2010
3. Kim, 2008
4.Steward, 2002
5.Competetiveness

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-07-17]

صادرات، رشد اقتصادی و رفاه اجتماعی را تحت تأثیر قرار می‌دهد[۱]. توضیح آنکه، در ادبیات اقتصادی، شاخص‌های بهره‌وری در دو گروه شاخص‌های بهره‌وری کلی (بهره‌وری کل عوامل[۲]) و شاخص‌های بهره‌وری جزئی (بهره‌وری جزئی عوامل[۳]) قرار می‌گیرند. بهره‌وری کل عوامل نسبت ارزش ستانده (ارزش افزوده) به مجموع داده‌ها و بهره‌وری جزئی عوامل نسبت ارزش ستانده (ارزش افزوده) به یکی از داده‌هاست. بهره‌وری انرژی در گروه شاخص‌های بهره‌وری جزئی قرار می‌گیرد و برابر با نسبت ارزش ستانده (ارزش افزوده) به مقدار انرژی مصرفی است که این نسبت بیانگر متوسط ارزش ستانده (ارزش افزوده) به ازای هر واحد انرژی مصرفی می‌باشد. بهره‌وری انرژی ضمن تأثیرگذاری بر متغیرهای اقتصادی مذکور، از عوامل متعددی تأثیر می‌پذیرد. چانگ و هو (۲۰۱۰)[۴] عوامل تبیین‌کننده تمایزات منطقه‌ای در بهره‌وری انرژی را به سه گروه تقسیم می‌نمایند:گروه اول، متغیرهای خاص مربوط به هر منطقه است، متغیرهایی همچون نسبت سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به تولید ناخالص داخلی و سرمایه انسانی[۵] در این گروه جای می‌گیرند. یانگ (۲۰۰۲)[۶] نیز از سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به عنوان یکی از عوامل مؤثر بر رشد بهره‌وری انرژی در مناطق نام می‌برد. دومین گروه، تغییرات ساختاری در بخش صنعت است. در این خصوص، به اعتقاد فیشر واندن و همکاران (۲۰۰۴)[۷] و وی و همکاران (۲۰۰۹)[۸]، تغییر ساختار صنعت از صنایع اولیه[۹] به صنایع ثانویه[۱۰] یکی از مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده بهره‌وری انرژی می‌باشد. گروه سوم، تغییرات در ترکیب انرژی

۱. مطالعات تجربی در خصوص تأثیر بهره‌وری بر متغیرهای اقتصادی فراوان است که با توجه به هدف پژوهش حاضر و رعایت اختصار از پرداختن به این مطالعات صرف نظر می‌شود.

2. Total Factor Productivity (TFP)
3. Partial Factor Productivity (PFP)
4. Chang and Hu, 2010
5.Human Capital
6. Yang, 2002
7. Fisher-Vanden et al., 2004
8. Wei et al., 2009
9. Primary Industries (تهیه مواد اولیه طبیعی برای تولید محصولات مورد نیاز مصرف‌کننده)
10. Secondary Industries (تبدیل مواد اولیه طبیعی به محصولات مورد نیاز مصرف‌کننده)

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-07-17]

مصرفی است. در همین راستا، میکتا و مولر (۲۰۰۵)[1] نیز با اشاره به کارایی بیشتر گاز طبیعی نسبت به نفت، بر تغییرات در ترکیب انرژی مصرفی به عنوان یکی از منابع اصلی رشد بهره‌وری انرژی تأکید می‌کنند. یادآوری می‌شود که هدف پژوهش حاضر، تنها بررسی تمایزات منطقه‌ای در بهره‌وری انرژی صنایع تولیدی بوده و به دنبال تحلیل عوامل مؤثر بر آن نمی‌باشد. بدون شک، شناسایی تمایزات منطقه‌ای در بهره‌وری انرژی صنایع تولیدی، زمینه سیاست‌گذاری‌های صحیح صنعتی در راستای کاهش شکاف بین مناطق و در نتیجه، دست‌یابی به برابری‌های منطقه‌ای را فراهم می‌سازد. در پژوهش حاضر، بهره‌وری تعمیم‌یافته انرژی[2] از طریق برآورد تابع تولید محاسبه و مقایسه شده است. بدین منظور، از تابع تولید شامل سه نهاده نیروی کار، سرمایه و انرژی استفاده می‌شود:

$$Y = f(L,K,E) \quad \frac{\partial Y}{\partial L} > 0 \quad \frac{\partial Y}{\partial K} > 0 \quad \frac{\partial Y}{\partial E} > 0 \qquad (۱)$$

که در آن، Y تولید، L نیروی کار، K سرمایه و E مقدار انرژی مصرفی می‌باشد. با فرض آنکه تابع فوق همگن از درجه یک است، می‌توان نوشت:

$$AP_E = \frac{Y}{E} = f(\frac{L}{E},\frac{K}{E},1) \quad \frac{\partial F}{\partial (L/E)} > 0 \quad \frac{\partial F}{\partial (K/E)} > 0 \qquad (۲)$$

همان‌گونه که مشاهده می‌گردد، بهره‌وری انرژی تابعی از متوسط نیروی کار و متوسط سرمایه به ازای هر واحد انرژی مصرفی است. با توجه به اینکه مشتقات جزئی تابع تولید (رابطه ۱) نسبت به هر یک از عوامل تولید بزرگتر از صفر می‌باشد، در رابطه (۲) نیز مشتقات جزئی نسبت به L/E و K/E بزرگتر از صفر است. به عبارت دیگر، با افزایش متوسط نیروی کار و سرمایه به ازای هر واحد انرژی مصرفی، بهره‌وری انرژی نیز افزایش می‌یابد. بر همین اساس، استفاده از شاخص‌های متداول بهره‌وری انرژی که در آنها به سایر عوامل تولید توجه نمی‌شود، نتایج نادرستی به همراه

1.Miketa and Mulder, 2005
2. Generalized Energy Productivity (GEP)

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-07-17]

خواهد داشت (به بخش روش تحقیق مراجعه شود). بنابراین، مطالعه حاضر با رویکردی متفاوت، از بهره‌وری تعمیم‌یافته انرژی استفاده نموده است.

۳.تمایزات منطقه‌ای و بهره‌وری انرژی: مطالعات تجربی

در یک تقسیم‌بندی کلی، مطالعات تجربی مربوط به بهره‌وری انرژی در سه گروه شدت انرژی، کارایی انرژی[1] و بهره‌وری انرژی قرار می‌گیرند. هر گروه از این مطالعات نیز در دو گروه خارجی و داخلی و در سه سطح ملی، بخشی و منطقه‌ای قابل بررسی است. در بین مطالعات گروه اول که به بررسی شدت انرژی پرداخته‌اند و با تأکید بر مطالعات خارجی، می‌توان به مطالعات گودی[2] (۱۹۹۲) در استرالیا، سان[3] (۱۹۹۸) در چین، فارلا و همکاران[4] (۱۹۹۸) در هلند، اوکاجیما و اوکاجیما[5] (۲۰۱۳) در ژاپن و بزلر[6] (۲۰۱۴) در آمریکا اشاره نمود. مطالعات سیف (۱۳۸۷)، بهبودی و همکاران (۱۳۸۹)، گلی و اشرفی (۱۳۸۹)، بنی اسدی و محسنی (۱۳۹۳) و فرجزاده (۱۳۹۴) به اندازه‌گیری شدت انرژی در ایران پرداخته‌اند. در بین مطالعات بررسی شدت انرژی در بخش صنعت نیز می‌توان از مطالعات وینگ و ایکاس[7] (۲۰۰۴) در آمریکا، ایروان و همکاران[8] (۲۰۱۰) در اندونزی، ساهو و نارایانان[9] (۲۰۱۱) در هند، مولدر و گروت[10] (۲۰۱۱) در گروهی از کشورهای عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی، چانتاناوات و همکاران[11] (۲۰۱۴) در تایلند، سونی و میتال[12] (۲۰۱۵) در هند و مطالعات عباسی‌نژاد و وافی نجار (۱۳۸۳)، شریفی و همکاران (۱۳۸۷)، جهانگرد و تجلی

1. Energy Efficiency
2. Gowdy, 1992
3. Sun, 1998
4. Farla, et al., 1998
5. Okajima and Okajima, 2013
6. Bezler, 2014
7. Wing and Eckaus, 2004
8. Irawan, et al., 2010
9. Sahu and Narayanan, 2014
10. Mulder and Groot, 2011
11. Chontanawat, et al., 2014
12. Soni and Mittal, 2015

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-07-17]

(۱۳۹۰)، صادقی و سجودی (۱۳۹۰)، آرمن و تقی‌زاده (۱۳۹۲)، فریدزاد (۱۳۹۴) و مکیان و همکاران (۱۳۹۴) در ایران را نام برد. مطالعات ما و همکاران[۱] (۲۰۰۹)، هرر یاس و همکاران[۲] (۲۰۱۳) و جیانگ و همکاران[۳](۲۰۱۴) در چین در گروه مطالعات دارای سطح تحلیل منطقه‌ای جای می‌گیرند.

گروه دوم مطالعات که به بررسی کارایی انرژی پرداخته‌اند شامل مطالعات هایس و همکاران[۴] (۲۰۱۳) و نادل و همکاران[۵](۲۰۱۵) در آمریکا، سگارادو و همکاران[۶](۲۰۱۵) و کاستا کامپی و همکاران[۷](۲۰۱۵) در اسپانیا و هالمبرگ[۸](۲۰۱۵) در سوئد می‌باشد. همچنین مطالعات فارلا و همکاران[۹](۱۹۹۷) در گروهی از کشورهای عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی، رودین و تولاندر[۱۰](۲۰۰۶) در سوئد، موخرجی[۱۱](a۲۰۰۸) در آمریکا، موخرجی[۱۲](b۲۰۰۸) در هند، کانتوری[۱۳](۲۰۱۱) در گروهی از کشورهای در حال توسعه و گراوند و همکاران (۱۳۹۲) در گروه مطالعاتی قرار می‌گیرند که به بررسی کارایی انرژی در بخش صنعت پرداخته‌اند. مطالعات هو و وانگ[۱۴](۲۰۰۶)، وی و همکاران[۱۵](۲۰۰۹)، وانگ و همکاران[۱۶](۲۰۱۲)، سانگ و ژنگ[۱۷] (۲۰۱۲)، وانگ و همکاران[۱۸](۲۰۱۴)، وو و همکاران[۱۹](۲۰۱۴)، یانک و دانگ[۲۰](۲۰۱۴) و ژیائولی

1. Ma, et al., 2009
2. Herrerias, et al., 2013
3. Jiang, et al., 2014
4. Hayes, et al., 2013
5.Nadel, et al., 2015
6. Segurado, et al., 2015
7. Costa-Campi, et al., 2015
8. Holmberg, 2015
9.Farla, et al., 1997
10. Rohdin and Thollander, 2006
11. Mukherjee, 2008
12. Mukherjee, 2008
13.Cantore, 2011
14. Hu and Wang, 2006
15. Wei, et al., 2009
16.Wang, et al., 2012
17. Song and Zheng, 2012
18. Wang, et al., 2014
19. Wu, et al., 2014
20. Yanke and Dong, 2014

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-07-17]

و همکاران[1](۲۰۱۴) نیز کارایی انرژی در مناطق کشور چین را مورد بررسی قرار داده‌اند. حقیقت و همکاران (۱۳۹۳) به ارزیابی کارایی انرژی در بخش خانگی استانهای کشور در دوره زمانی ۱۳۸۱-۱۳۹۰ پرداخته‌اند. بر اساس نتایج، بیشترین کارایی انرژی مربوط به استانهای قم، گلستان و لرستان بوده و کمترین کارایی انرژی به استانهای ایلام، سیستان و بلوچستان و اردبیل اختصاص یافته است. در مطالعه‌ای دیگر، شهابی‌نژاد (۱۳۹۴الف) کارایی انرژی صنایع بزرگ استانهای ایران طی سال‌های ۱۳۹۰-۱۳۸۷ را مورد بررسی قرار داده و نتایج این مطالعه دلالت بر آن دارد که میانگین کارایی انرژی کل صنایع بزرگ استانهای ایران طی دوره مورد بررسی ۰/۴ بوده است. علاوه بر آن، بیشترین کارایی انرژی به ترتیب مربوط به استانهای هرمزگان، تهران و بوشهر می‌باشد و کمترین آن به استانهای خراسان شمالی، چهارمحال و بختیاری و سیستان و بلوچستان اختصاص دارد.

گروه سوم، مطالعات مربوط به بهره‌وری انرژی است که در این راستا می‌توان به مطالعات وانگ[2] (۲۰۰۷) در گروهی از کشورهای عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی، مایر[3](۲۰۰۹) در آلمان، وانگ[4](۲۰۱۱) در چین، آدیکاری و چن[5](a۲۰۱۴) در گروهی از کشورهای آسیایی، ابریشمی و همکاران (۱۳۸۶) در ایران و گروهی از کشورهای اسلامی و شهابی‌نژاد (۱۳۹۴ب) در ایران و گروهی از کشورهای در حال توسعه اشاره نمود. مطالعات نور سورتی و مالمکوئیست[6](۱۹۸۳) در ژاپن و آمریکا، میکتا و مولدر[7](۲۰۰۵) در گروهی از کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه و آدیکاری و چن[8](b۲۰۱۴) در گروهی از کشورهای آسیایی نیز به بررسی بهره‌وری انرژی در بخش صنعت پرداخته‌اند. در بین مطالعات داخلی، حیدری و صادقی (۱۳۸۲) به تجزیه و تحلیل کارایی انرژی در اقتصاد ایران طی سال‌های ۱۳۷۸-۱۳۵۸ پرداخته‌اند که نتایج آن نشاندهنده عدم کارایی

1. Xiaoli, et al., 2014
2. Wang, 2007
3. Mayer, 2009
4. Wang, 2011
5.Adhikari and Chen, 2014
6.Norsworthy and Malmquist, 1983
7. Miketa and Mulder, 2005
8. Adhikari and Chen, 2014

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-07-17]

انرژی در اقتصاد ایران در دوره مورد بررسی است. در مطالعه‌ای دیگر، حیدری و صادقی (۱۳۸۴) به تجزیه و تحلیل کارایی مصرف نهایی انرژی در صنایع بزرگ در دوره زمانی ۱۳۷۸-۱۳۵۸ پرداخته‌اند. بر اساس نتایج این مطالعه، بیشترین و کمترین کارایی مصرف نهایی انرژی به ترتیب مربوط به فرآورده‌های نفتی و برق می‌باشد. امینی و یزدی‌پور (۱۳۸۷) نیز به بررسی روند بهره‌وری انرژی در کارگاه‌های بزرگ صنعتی طی سال‌های ۱۳۸۱-۱۳۷۰ پرداخته‌اند. نتایج این بررسی دلالت بر آن دارد که بیشترین و کمترین بهره‌وری انرژی به ترتیب به صنایع ماشین‌آلات و کانی غیر فلزی اختصاص داشته است. علاوه بر آن، بیشترین رشد بهره‌وری انرژی مربوط به صنایع نساجی، پوشاک و چرم بوده و تنها در صنایع چوب بهره‌وری انرژی کاهش یافته است. در بین مطالعات دارای سطح تحلیل منطقه‌ای، هانما و هو[1] (۲۰۰۹) در مطالعه‌ای به بررسی بهره‌وری انرژی در مناطق کشور ژاپن طی سال‌های ۲۰۰۳-۱۹۹۳ پرداخته‌اند و نتایج آن نشان می‌دهد که مناطق خارج از چهار محدوده اصلی صنعتی ژاپن از بهره‌وری انرژی بالاتری برخوردارند. در مطالعه‌ای دیگر، چانگ و هو[2] (۲۰۱۰) به بررسی بهره‌وری انرژی در مناطق کشور چین طی دوره زمانی ۲۰۰۴-۲۰۰۰ پرداخته‌اند و بر اساس نتایج آن، بهره‌وری انرژی مناطق شرقی نسبت به مناطق مرکزی و غربی بالاتر می‌باشد. نتایج مطالعه اواسا و همکاران[3] (۲۰۱۲) نیز دلالت بر وجود نابرابری در بهره‌وری انرژی در استانهای کشور چین طی سال‌های ۲۰۰۷-۲۰۰۴ دارد. در مطالعه‌ای دیگر، فیلیپینی و ژانگ[4] (۲۰۱۳) به بررسی بهره‌وری انرژی در استانهای کشور چین طی سال‌های ۲۰۰۸-۱۹۹۶ پرداخته‌اند و نتایج این بررسی گویای آن است که میانگین بهره‌وری انرژی در کوتاه‌مدت در حدود ۰/۷۸ و در بلندمدت برابر با ۰/۹۳ می‌باشد. بر اساس نتایج مطالعه دو و همکاران[5] (۲۰۱۵) نیز بهره‌وری انرژی در مناطق کشور چین طی سال‌های ۲۰۱۰-۲۰۰۵ افزایش یافته، اما این افزایش با نابرابری بیشتر همراه بوده است.

1. Honma and Hu, 2009
2.Chang and Hu, 2010
3. Uwasu, et al., 2012
4. Filippini and Zhang, 2013
5. Du, et al., 2015

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-07-17]

با توجه به آنچه گذشت و بر اساس دانسته‌های محققین، تاکنون مطالعه‌ای به اندازه‌گیری و مقایسه بهره‌وری انرژی در صنایع تولیدی استانهای ایران نپرداخته است. این خلأ مطالعاتی در شدت انرژی نیز وجود دارد و در حوزه کارایی انرژی، تنها مطالعات انگشت شماری وجود دارند. علاوه بر آن، آنچه موجب تمایز این مطالعه با سایر مطالعات مشابه داخلی می‌شود، اندازه‌گیری بهره‌وری انرژی با احتساب کشش جانشینی عوامل تولید از طریق برآورد تابع تولید و استفاده از بهره‌وری تعمیم‌یافته انرژی است.

۴. روش تحقیق

در پژوهش حاضر، بهره‌وری تعمیم‌یافته انرژی در صنایع تولیدی استانهای ایران طی سال‌های ۱۳۹۲ -۱۳۸۲ محاسبه و مقایسه شده است. توضیح آنکه، در بهره‌وری تعمیم‌یافته انرژی، به جانشینی عوامل تولید نیز توجه می‌شود. همان‌گونه که در بخش مطالعات تجربی بیان شد، در بیشتر مطالعات این حوزه به منظور اندازه‌گیری کارایی یا بهره‌وری انرژی از نسبت ارزش ستانده (ارزش افزوده) به مقدار انرژی مصرفی استفاده شده است، اما همان‌گونه که در مبانی نظری گذشت، بهره‌وری انرژی تابعی از متوسط نیروی کار و متوسط سرمایه به ازای هر واحد انرژی مصرفی است. بنابراین، افزایش بهره‌وری انرژی ممکن است در نتیجه افزایش نیروی کار یا سرمایه باشد و در آن صورت، نتایج حاصل از چنین نسبت‌هایی که جانشینی عوامل تولید را در نظر نمی‌گیرند، نادرست و گمراه‌کننده خواهد بود. بنابراین، در پژوهش حاضر از بهره‌وری تعمیم‌یافته انرژی بهره گرفته شده است. شاخص بهره‌وری متوسط تعمیم‌یافته[1] با استفاده از نرخ نهایی جانشینی[2]، عوامل تولید را به یکدیگر تبدیل می‌نماید. شاخص بهره‌وری متوسط تعمیم‌یافته برای عامل iام به شکل رابطه (۳) تعریف می‌شود که در آن ، $\sum x_j(dx_i/dx_j)$ مجموع عوامل دیگر به جز عامل i می‌باشد که در تولید مورد استفاده قرار گرفته و بر حسب عامل i ام به دست آمده است (احمدی شادمهری و همکاران، ۱۳۹۲).

1. Generalized Average Productivity (GAP)
2. Marginal Rate of Substitution (MRS)

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-07-17]

$$GAP_{x_i} = \frac{Q}{x_i + \sum x_j (dx_i / dx_j)} \quad (۳)$$

اگر تابع تولید با سه نهاده نیروی کار (L)، سرمایه (K) و انرژی (E) در نظر گرفته شود، آنگاه بهره‌وری متوسط تعمیم‌یافته انرژی از رابطه (۴) قابل محاسبه خواهد بود که در آن، dE/dL نرخ نهایی جانشینی نیروی کار به جای انرژی و dE/dK نرخ نهایی جانشینی سرمایه به جای انرژی است:

$$GAP_E = \frac{Q}{E + L(dE/dL) + K(dE/dK)} \quad (۴)$$

با در نظر گرفتن تابع تولید کاب-داگلاس خواهیم داشت:

$$Q = AL^{\alpha} K^{\beta} E^{\gamma} \quad (۵)$$

$$\frac{dQ}{dL} = \alpha A L^{\alpha-1} K^{\beta} E^{\gamma} = \alpha (A \frac{L^{\alpha} K^{\beta} E^{\gamma}}{L}) = \alpha (\frac{Q}{L}) \quad (۶)$$

$$\frac{dQ}{dK} = \beta A L^{\alpha} K^{\beta-1} E^{\gamma} = \beta (A \frac{L^{\alpha} K^{\beta} E^{\gamma}}{L}) = \beta (\frac{Q}{K}) \quad (۷)$$

$$\frac{dQ}{dE} = \gamma A L^{\alpha} K^{\beta} E^{\gamma-1} = \gamma (A \frac{L^{\alpha} K^{\beta} E^{\gamma}}{L}) = \gamma (\frac{Q}{E}) \quad (۸)$$

$$\frac{dE}{dL} = \frac{dQ/dL}{dQ/dE} = \frac{\alpha (Q/L)}{\gamma (Q/E)} = \frac{\alpha E}{\gamma L} \quad (۹)$$

$$\frac{dE}{dK} = \frac{dQ/dK}{dQ/dE} = \frac{\beta (Q/K)}{\gamma (Q/E)} = \frac{\beta E}{\gamma K} \quad (۱۰)$$

در نتیجه، بهره‌وری متوسط تعمیم‌یافته انرژی به صورت رابطه (۱۱) خواهد بود:

$$GAP_E = \frac{Q}{E + L(\alpha E/\gamma L) + K(\beta E/\gamma K)} = \frac{Q}{E + E(\alpha/\gamma) + E(\beta/\gamma)} \quad (۱۱)$$

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-07-17]

برای اندازه‌گیری بهره‌وری تعمیم‌یافته انرژی بر اساس رابطه (۱۱)، تخمین تابع تولید ضرورت دارد. در پژوهش حاضر، به منظور تخمین تابع تولید صنایع تولیدی استانهای ایران، از شکل خطی تابع تولید کاب-داگلاس[1] و روش اقتصادسنجی داده‌های تلفیقی[2] استفاده شده است. داده‌های تلفیقی به مجموعه‌ای از داده‌ها گفته می‌شود که شامل N مقطع در T دوره زمانی است و به عبارت دیگر، ترکیبی از داده‌های مقطعی و سری زمانی می‌باشد. به منظور تخمین تابع تولید با استفاده از داده‌های تلفیقی، پس از بررسی مانایی متغیرها، بررسی امکان استفاده از داده‌های تلفیقی و تعیین نوع مدل داده‌های تلفیقی ضروری است. در پژوهش حاضر، به منظور تخمین تابع تولید استانها از ارزش ستانده، نیروی کار، موجودی سرمایه و انرژی مصرفی استفاده شده و به منظور تخمین ضرایب مربوط به انرژی مصرفی به صورت ناهمگن، از مدل داده‌های تابلویی با ضرایب تصادفی[3] استفاده گردیده است. این موضوع امکان در نظر گرفتن بخش عمده‌ای از ناهمگنی موجود در ساختار صنعتی استانها در خصوص مصرف انرژی و در نتیجه، کاهش تورش‌های احتمالی را فراهم می‌نماید. با توجه به عدم دسترسی به داده‌های موجودی سرمایه، موجودی سرمایه با استفاده از روش موجودی دائمی[4] برآورد گردیده است. با توجه به اینکه آمار موجودی سرمایه و ارزش افزوده کل صنایع تولیدی و ارزش افزوده صنایع تولیدی استانها در سال ابتدایی دوره مورد بررسی در دسترس می‌باشد، برای برآورد موجودی سرمایه در سال ابتدایی دوره مورد بررسی، به پیروی از عطرکار روشن و رسولی (۱۳۹۴)، از الگوی شتاب ساده با فرض ثابت بودن نسبت موجودی سرمایه به ارزش افزوده استفاده شده است. برای محاسبه موجودی سرمایه در سال‌های بعد نیز از رابطه (۱۲) استفاده می‌گردد که در آن، K_{t+1} موجودی سرمایه در زمان $t+1$، I_t سرمایه‌گذاری در زمان t، δ نرخ استهلاک سرمایه‌های ثابت و K_t موجودی سرمایه در زمان t می‌باشد:

1.Cobb-Douglas
2.Panel Data
3. Random Coefficients (RC) Model
4. Perpetual Inventory Method (PIM)

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-07-17]

$$K_{t+1} = I_t + (1-\delta)K_t \qquad (۱۲)$$

لازم به ذکر است که در پژوهش حاضر، نرخ استهلاک سرمایه‌های ثابت با رویکردی متفاوت و با استفاده از میانگین وزنی نرخ‌های استهلاک گروه‌های مختلف صنایع تولیدی، استخراج‌شده از مطالعه همت‌جو (۱۳۸۲)، به تفکیک استانهای کشور محاسبه گردیده است.

۵.داده‌ها و متغیرها

همان‌گونه که در بخش روش تحقیق بیان گردید، به منظور محاسبه و مقایسه بهره‌وری تعمیم‌یافته انرژی صنایع تولیدی استانها طی سال‌های ۱۳۹۲-۱۳۸۲، تخمین تابع تولید ضرورت دارد و برای تخمین تابع تولید در شکل خطی تابع تولید کاب-داگلاس، ارزش ستانده، تعداد نیروی کار، موجودی سرمایه و انرژی مصرفی مورد نیاز است. در این راستا، داده‌های مربوط به ارزش ستانده از نتایج آمارگیری از کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیشتر مرکز آمار ایران استخراج گردیده و با استفاده از شاخص قیمت تولیدکننده بخش صنعت، مندرج در خلاصه تحولات اقتصادی کشور بانک مرکزی، نسبت به قیمت‌های ثابت سال ۱۳۸۲ تعدیل شده است.[۱] داده‌های مربوط به تعداد نیروی کار (تنها تعداد نیروی کار تولیدی) نیز از همان منبع استخراج شده است. داده‌های موجودی سرمایه با استفاده از روش موجودی دائمی برآورد گردیده و در این راستا، نرخ استهلاک سرمایه‌های ثابت با استفاده از میانگین وزنی نرخ‌های استهلاک گروه‌های مختلف صنایع تولیدی، استخراج شده از مطالعه همت‌جو (۱۳۸۲)، و ارزش سرمایه‌گذاری با استفاده از داده‌های مندرج در نتایج آمارگیری از کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیشتر مرکز آمار ایران محاسبه شده و نتایج حاصل از

۱. در تمام استانها از شاخص قیمت تولیدکننده بخش صنعت، منتشرشده توسط بانک مرکزی استفاده شده است.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-07-17]

برآورد موجودی سرمایه نیز نسبت به قیمت‌های ثابت سال ۱۳۸۲ تعدیل شده است. داده‌های انرژی مصرفی نیز از نتایج آمارگیری از مقدار مصرف انرژی در کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیشتر مرکز آمار ایران استخراج شده است. باید دقت شود که با توجه به داده‌های مورد استفاده، در پژوهش حاضر به مجموع کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیشتر هر استان، صنایع تولیدی آن استان اطلاق می‌گردد.

با توجه به اینکه در مطالعه حاضر، به منظور محاسبه بهره‌وری انرژی، به پیروی از سایر مطالعات پیشین، از ارزش افزوده استفاده گردیده، داده‌های مربوط به این متغیر نیز از همان منبع استخراج و نسبت به قیمت‌های ثابت سال ۱۳۸۲ تعدیل شده است. به منظور ارائه تصویری مناسب از متغیرهای مورد استفاده در پژوهش، جدول (۱) ارائه شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌گردد، در سال ۱۳۹۲ بیشترین میزان و سهم ارزش ستانده مربوط به استان تهران می‌باشد و در سوی دیگر، کمترین میزان و سهم ارزش ستانده به استان کهگیلویه و بویراحمد اختصاص دارد. بررسی میزان و سهم ارزش افزوده استانها نیز گویای نتایجی مشابه است. همچنین بیشترین و کمترین نیروی کار نیز به ترتیب به استانهای تهران و ایلام اختصاص دارد. علاوه بر آن، در حالی که موجودی سرمایه استان تهران به صورت قابل توجهی نسبت به سایر استانها بیشتر است، موجودی سرمایه استان کهگیلویه و بویراحمد به صورت قابل توجهی نسبت به سایر استانها کمتر می‌باشد.

همان‌گونه که مشخص است، سهم نیروی کار و موجودی سرمایه استان تهران به صورت معناداری نسبت به سایر استانها بیشتر است. بعلاوه، استان اصفهان بیشترین مصرف انرژی و استان کهگیلویه و بویراحمد کمترین مصرف انرژی را دارد. بنابراین، استان تهران با سهم انرژی مصرفی کمتر، سهم بیشتری از ارزش ستانده و ارزش افزوده را به خود اختصاص داده

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-07-17]

است. استان خوزستان نیز که پس از استان اصفهان بیشترین سهم انرژی مصرفی را دارا بوده، سهم کمتری از ارزش ستانده و ارزش افزوده را کسب نموده است. به منظور ترسیم تصویری روشن‌تر، دو شاخص متداول اندازه‌گیری بهره‌وری انرژی شامل ارزش ستانده به انرژی مصرفی و ارزش افزوده به انرژی مصرفی محاسبه و نتایج در جدول (۱) درج شده است. در شاخص اول، استان کرمان در صدر و استانهای تهران و هرمزگان پس از آن قرار دارند. استانهای ایلام، خراسان شمالی و آذربایجان شرقی نیز دارای کمترین بهره‌وری انرژی هستند. در شاخص دوم، استان کهگیلویه و بویراحمد پیشتاز بوده و استانهای کرمان و تهران در جایگاه‌های بعدی قرار دارند. کمترین بهره‌وری انرژی نیز به استانهای ایلام، آذربایجان غربی و خراسان جنوبی اختصاص دارد.

در پایان، ذکر این نکته ضروری است که وجه مشترک تمام متغیرهای مورد استفاده، دامنه تغییرات گسترده می‌باشد که دلالت بر ناهمگنی بسیار زیاد استانها دارد. پیش از پرداختن به تحلیل نتایج و یافته‌ها، یادآوری چند نکته ضروری است. در بررسی تمایزات منطقه‌ای در بهره‌وری انرژی صنایع تولیدی، لازم است تا ناهمگنی مناطق در ارتباط با مصرف انرژی در نظر گرفته شود. بدین منظور، در مطالعه حاضر از بهره‌وری تعمیم‌یافته انرژی استفاده شده که با استفاده از نرخ نهایی جانشینی، عوامل تولید را به یکدیگر تبدیل می‌نماید. علاوه بر آن، در تخمین تابع تولید استانها، ضرایب مربوط به انرژی مصرفی به صورت ناهمگن برآورد شده که این موضوع می‌تواند زمینه را برای کاهش تورش‌های احتمالی فراهم نماید.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-07-17]

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-07-17]

جدول ۱. ارزش ستانده، ارزش افزوده، انرژی مصرفی، نیروی کار و موجودی سرمایه صنایع تولیدی استانهای ایران: ۱۳۹۲ (به قیمت‌های ثابت سال ۱۳۸۲)

استان / متغیر	ارزش ستانده (میلیارد ریال)	سهم ارزش ستانده (درصد)	ارزش افزوده (میلیارد ریال)	سهم ارزش افزوده (درصد)	انرژی مصرفی (هزار بشکه معادل نفت خام)	سهم انرژی مصرفی (درصد)	نسبت ارزش ستانده به انرژی مصرفی	نسبت ارزش افزوده به انرژی مصرفی	نیروی کار (نفر)	سهم نیروی کار (درصد)	موجودی سرمایه (میلیون ریال)	سهم موجودی سرمایه (درصد)
آذربایجان شرقی	۴۰۲۷۹	۴/۹۸	۷۳۶۱	۳/۹۵	۱۰۳۸۶	۴/۲۱	۳/۸۸	۰/۷۱	۵۷۹۴۶	۵/۹۵	۴۵۰۰	۳/۵۴
آذربایجان غربی	۴۷۲۳	۰/۵۸	۱۴۹۵	۰/۸۰	۵۰۷۵	۲/۰۶	۰/۹۳	۰/۲۹	۱۴۵۳۳	۱/۴۹	۱۳۸۵	۱/۰۹
اردبیل	۲۵۲۴	۰/۳۱	۷۷۴	۰/۴۱	۱۱۷۲	۰/۴۷	۲/۱۵	۰/۶۶	۶۶۸۵	۰/۶۹	۴۵۲	۰/۳۶
اصفهان	۱۲۳۰۳۵	۱۵/۲۲	۲۵۳۹۶	۱۳/۶۲	۴۴۶۰۹	۱۸/۰۸	۲/۷۶	۰/۵۷	۱۲۳۲۷۴	۱۲/۶۷	۱۶۰۹۴	۱۲/۶۸
ایلام	۶۳۹	۰/۰۸	۳۱۱	۰/۱۷	۱۲۲۸	۰/۵۰	۰/۵۲	۰/۲۵	۹۰۹	۰/۰۹	۲۸۳	۰/۲۲
بوشهر	۵۰۷۵۶	۶/۲۸	۱۷۳۵۰	۹/۳۰	۱۳۴۰۲	۵/۴۳	۳/۷۹	۱/۲۹	۱۱۵۰۲	۱/۱۸	۹۷۳۹	۷/۶۷
تهران	۱۳۸۶۳۵	۱۷/۱۵	۳۳۴۱۴	۱۷/۹۱	۲۲۵۸۱	۹/۱۵	۶/۱۴	۱/۴۸	۲۴۵۴۶۳	۲۵/۲۲	۲۸۳۳۹	۲۲/۳۲
چهارمحال و بختیاری	۳۳۴۸	۰/۴۱	۹۳۴	۰/۵۰	۱۱۸۷	۰/۴۸	۲/۸۲	۰/۷۹	۷۷۱۱	۰/۷۹	۱۴۴۸	۱/۱۴
خراسان جنوبی	۱۵۵۸	۰/۱۹	۴۷۲	۰/۲۵	۱۳۳۶	۰/۵۴	۱/۱۷	۰/۳۵	۴۱۰۲	۰/۴۲	۴۸۲	۰/۳۸
خراسان رضوی	۱۷۵۸۳	۲/۱۷	۵۴۸۴	۲/۹۴	۷۷۰۹	۳/۱۲	۲/۲۸	۰/۷۱	۶۵۴۴۱	۶/۷۲	۴۷۸۵	۳/۷۷
خراسان شمالی	۲۴۰۹	۰/۳۰	۱۳۸۷	۰/۷۴	۳۲۹۰	۱/۳۳	۰/۷۳	۰/۴۲	۵۶۸۴	۰/۵۸	۵۸۶	۰/۴۶
خوزستان	۱۲۴۸۱۸	۱۵/۴۴	۲۵۱۶۰	۱۳/۴۹	۴۲۲۵۲	۱۷/۱۲	۲/۹۵	۰/۶۰	۵۲۸۲۳	۵/۴۳	۱۷۷۷۶	۱۴/۰۰
زنجان	۷۶۹۰	۰/۹۵	۲۴۶۸	۱/۳۲	۲۷۰۰	۱/۰۹	۲/۸۵	۰/۹۱	۱۹۶۰۳	۲/۰۱	۱۸۸۱	۱/۴۸
سمنان	۶۶۰۵	۰/۸۲	۲۸۹۹	۱/۵۵	۲۰۰۴	۰/۸۱	۳/۳۰	۱/۴۵	۲۴۴۴۹	۲/۵۱	۱۳۰۲	۱/۰۳
سیستان و بلوچستان	۱۱۰۸	۰/۱۴	۴۸۳	۰/۲۶	۹۴۷	۰/۳۸	۱/۱۷	۰/۵۱	۳۵۰۶	۰/۳۶	۲۱۲	۰/۱۷
فارس	۲۰۸۶۴	۲/۵۸	۵۸۳۳	۳/۱۳	۹۲۵۹	۳/۷۵	۲/۲۵	۰/۶۳	۲۹۶۲۸	۳/۰۴	۳۰۰۷	۲/۳۷
قزوین	۲۲۲۶۱	۲/۷۵	۷۶۰۲	۴/۰۸	۷۱۶۹	۲/۹۰	۳/۱۱	۱/۰۶	۴۸۴۶۳	۴/۹۸	۶۱۳۴	۴/۸۳

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-07-17]

استان / متغیر	ارزش ستانده (میلیارد ریال)	سهم ارزش ستانده (درصد)	ارزش افزوده (میلیارد ریال)	سهم ارزش افزوده (درصد)	انرژی مصرفی (هزار بشکه معادل نفت خام)	سهم انرژی مصرفی (درصد)	نسبت ارزش ستانده به انرژی مصرفی	نسبت ارزش افزوده به انرژی مصرفی	نیروی کار (نفر)	سهم نیروی کار (درصد)	موجودی سرمایه (میلیون ریال)	سهم موجودی سرمایه (درصد)
قم	۶۵۲۵	۰/۸۱	۱۷۷۹	۰/۹۵	۱۹۱۱	۰/۷۷	۳/۴۱	۰/۹۳	۱۸۰۹۴	۱/۸۶	۱۰۵۱	۰/۸۳
کردستان	۱۳۲۴	۰/۱۶	۳۴۶	۰/۱۹	۳۷۷	۰/۱۵	۳/۵۱	۰/۹۲	۳۳۹۱	۰/۳۵	۳۶۸	۰/۲۹
کرمان	۲۵۸۵۸	۳/۲۰	۶۸۰۴	۳/۶۵	۴۰۵۶	۱/۶۴	۶/۳۸	۱/۶۸	۲۷۰۹۴	۲/۷۸	۲۴۲۳	۱/۹۱
کرمانشاه	۸۲۶۰	۱/۰۲	۲۷۶۷	۱/۴۸	۵۰۴۹	۲/۰۵	۱/۶۴	۰/۵۵	۱۱۰۸۴	۱/۱۴	۱۸۲۱	۱/۴۳
کهگیلویه و بویراحمد	۳۸۸	۰/۰۵	۱۲۳	۰/۰۷	۷۲	۰/۰۳	۵/۳۹	۱/۷۱	۱۵۴۲	۰/۱۶	۱۴۵	۰/۱۱
گلستان	۴۷۷۹	۰/۵۹	۹۵۹	۰/۵۱	۲۱۵۰	۰/۸۷	۲/۲۲	۰/۴۵	۱۰۸۲۱	۱/۱۱	۷۸۵	۰/۶۲
گیلان	۱۰۰۴۸	۱/۲۴	۲۹۹۴	۱/۶۱	۳۱۵۷	۱/۲۸	۳/۱۸	۰/۹۵	۲۴۱۷۸	۲/۴۸	۲۰۲۶	۱/۶۰
لرستان	۳۰۶۸	۰/۳۸	۹۵۹	۰/۵۱	۱۸۹۲	۰/۷۷	۱/۶۲	۰/۵۱	۷۶۱۰	۰/۷۸	۶۴۶	۰/۵۱
مازندران	۱۳۴۳۰	۱/۶۶	۳۷۴۷	۲/۰۱	۴۴۳۱	۱/۸۰	۳/۰۳	۰/۸۵	۳۵۵۰۵	۳/۶۵	۲۶۳۰	۲/۰۷
مرکزی	۶۲۲۴۳	۷/۷۰	۱۱۵۰۰	۶/۱۷	۱۸۱۸۱	۷/۳۷	۳/۴۲	۰/۶۳	۴۸۹۰۶	۵/۰۲	۶۸۷۹	۵/۴۲
هرمزگان	۸۴۲۱۸	۱۰/۴۲	۹۳۲۴	۵/۰۰	۱۳۷۷۳	۵/۵۸	۶/۱۱	۰/۶۸	۱۲۲۱۸	۱/۲۶	۳۰۰۷	۲/۳۷
همدان	۴۶۱۳	۰/۵۷	۱۱۱۹	۰/۶۰	۳۹۳۷	۱/۶۰	۱/۱۷	۰/۲۸	۱۱۵۶۷	۱/۱۹	۱۲۸۲	۱/۰۱
یزد	۱۴۸۴۴	۱/۸۴	۵۲۷۴	۲/۸۳	۱۱۵۰۴	۴/۶۶	۱/۲۹	۰/۴۶	۳۹۵۵۰	۴/۰۶	۵۰۶۴	۳/۹۹
کل کشور	۸۰۸۴۳۰	–	۱۸۶۵۱۶	–	۲۴۶۷۹۵	–	۳/۲۸	۰/۷۶	۹۷۳۲۸۰	–	۱۲۶۹۶۰	–

ماخذ: مرکز آمار، بانک مرکزی و یافته‌های پژوهش

۶. نتایج و یافته‌ها

پس از محاسبه موجودی سرمایه، تابع تولید صنایع تولیدی استانها در شکل خطی تابع تولید کاب-داگلاس و با استفاده از داده‌های تلفیقی برآورد گردیده است. پیش از برآورد تابع تولید، بررسی مانایی متغیرها ضروری است. مانایی متغیرها از دو جهت دارای اهمیت می‌باشد: ۱- زمانی که شوکی به یک سری زمانی مانا وارد می‌شود، اثرات آن بر متغیر موردنظر میراست و ۲- استفاده از داده‌های نامانا می‌تواند منجر به رگرسیون کاذب[1] شود (سوری، ۱۳۹۴). نتایج آزمون ریشه واحد لوین- لین- چو در جدول (۲) ارائه شده است و نشان می‌دهد که تمام متغیرها در سطح مانا و به عبارت دیگر، I(0) هستند.

جدول ۲. نتایج آزمون ریشه واحد متغیرهای مورد استفاده

متغیر	آماره	احتمال	نتیجه
لگاریتم ارزش ستانده	-۸/۸۰۶	۰/۰۰۰	مانا در سطح
لگاریتم نیروی کار	-۶/۲۶۴	۰/۰۰۰	مانا در سطح
لگاریتم موجودی سرمایه	-۶/۸۱۳	۰/۰۰۰	مانا در سطح
لگاریتم انرژی مصرفی	-۶/۴۱۹	۰/۰۰۰	مانا در سطح

ماخذ: یافته‌های پژوهش

پس از بررسی مانایی متغیرها، آزمون لیمر[2] برای انتخاب بین داده‌های تلفیقی و داده‌های ترکیب‌شده[3] و آزمون هاسمن[4] برای انتخاب بین مدل اثرات ثابت[5] و مدل اثرات تصادفی

1. Spurious Regression
2. Leamer Test
3. Pooled Data
4. Hausman Test
5. Fixed Effect Model

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-07-17]

انجام شده و نتایج آزمون‌ها در جدول (۳) منعکس گردیده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، نتایج بدست‌آمده دلالت بر امکان استفاده از داده‌های تلفیقی و مناسب بودن مدل اثرات ثابت دارد.

جدول ۳. نتایج آزمونهای لیمر و هاسمن

آزمون	آماره	احتمال	نتیجه
لیمر	۲۸/۷۸	۰/۰۰۰	تأیید داده‌های تلفیقی
هاسمن	۲۳۳/۶۸	۰/۰۰۰	مدل اثرات ثابت

ماخذ: یافته‌های پژوهش

نتایج حاصل از تخمین تابع تولید صنایع تولیدی استانها در جدول (۴) قابل مشاهده است. با توجه به آماره F و احتمال آن، می‌توان چنین عنوان نمود که مدل بخوبی برآورد شده است. بعلاوه، با استفاده از شکل خطی تابع تولید، ضرایب به صورت کشش تفسیرپذیر خواهد بود. بنابراین، همان‌گونه که مشاهده می‌گردد، کشش نیروی کار ۰/۸۲۵، کشش موجودی سرمایه ۰/۱۴۱ بوده و کشش انرژی مصرفی در استانهای مختلف، متفاوت است. با توجه به مجموع کشش‌های محاسباتی، می‌توان بازدهی در صنایع تولیدی استانهای ایران را بررسی نمود. توضیح آنکه، در تابع تولید کاب-داگلاس، اگر مجموع ضرایب بزرگتر از یک باشد، بازدهی نسبت به مقیاس صعودی (IRS)، اگر برابر با یک باشد، بازدهی نسبت به مقیاس ثابت (CRS) و اگر کوچکتر از یک باشد، بازدهی نسبت به مقیاس نزولی (DRS) است.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-07-17]

جدول ۴.نتایج تخمین مدل به روش داده‌های تابلویی با ضرایب تصادفی

متغیر		ضریب	انحراف معیار	آماره	احتمال
عرض از مبدأ		۴/۸۳۲	۰/۸۲۹	۵/۸۲۷	۰/۰۰۰
لگاریتم نیروی کار		۰/۸۲۳	۰/۰۷۸	۱۰/۵۴۲	۰/۰۰۰
لگاریتم موجودی سرمایه		۰/۱۴۱	۰/۰۶۱	۲/۳۱۲	۰/۰۲۲
	آذربایجان شرقی	۰/۱۲۶	۰/۰۳۹	۳/۲۴۵	۰/۰۰۱
	آذربایجان غربی	۰/۰۶۲	۰/۰۳۴	۱/۸۲۱	۰/۰۷۰
	اردبیل	۰/۰۷۴	۰/۰۳۴	۲/۱۶۳	۰/۰۳۱
	اصفهان	۰/۱۳۱	۰/۰۳۹	۳/۳۱۹	۰/۰۰۱
	ایلام	۰/۰۸۴	۰/۰۳۵	۲/۳۸۷	۰/۰۱۸
	بوشهر	۰/۲۷۰	۰/۰۴۱	۶/۶۶۳	۰/۰۰۰
	تهران	۰/۱۳۰	۰/۰۴۸	۲/۶۹۹	۰/۰۰۷
	چهارمحال و بختیاری	۰/۰۸۰	۰/۰۳۸	۲/۱۲۸	۰/۰۳۴
	خراسان جنوبی	۰/۰۸۹	۰/۰۳۳	۲/۷۲۵	۰/۰۰۷
	خراسان رضوی	۰/۰۶۹	۰/۰۴۱	۱/۶۷۳	۰/۰۹۵
	خراسان شمالی	۰/۰۹۳	/۰۳۰	۳/۱۳۳	۰/۰۰۲
	خوزستان	۰/۲۰۰	۰/۰۳۷	۵/۴۳۴	۰/۰۰۰
	زنجان	۰/۱۰۷	۰/۰۳۹	۲/۷۸۵	۰/۰۰۶
	سمنان	۰/۰۷۲	۰/۰۳۷	۱/۹۳۲	۰/۰۵۷
	سیستان و بلوچستان	۰/۰۴۳	۰/۰۳۲	۱/۳۵۸	۰/۱۷۶
لگاریتم انرژی مصرفی	فارس	۰/۱۱۵	۰/۰۳۶	۳/۱۷۵	۰/۰۰۲
	قزوین	۰/۱۰۶	۰/۰۴۱	۲/۵۸۶	۰/۰۱۰
	قم	۰/۰۷۶	۰/۰۴۰	۱/۹۰۴	۰/۰۵۸
	کردستان	۰/۰۷۸	۰/۰۳۶	۲/۱۹۳	۰/۰۲۹
	کرمان	۰/۱۸۹	۰/۰۳۶	۵/۱۸۸	۰/۰۰۰
	کرمانشاه	۰/۱۳۵	۰/۰۳۴	۳/۹۸۶	۰/۰۰۰
	کهگیلویه و بویراحمد	۰/۰۸۳	۰/۰۴۵	۱/۸۳۲	۰/۰۶۸
	گلستان	۰/۱۰۹	۰/۰۳۵	۳/۱۲۱	۰/۰۰۲
	گیلان	۰/۰۷۹	۰/۰۴۰	۱/۹۸۵	۰/۰۴۸
	لرستان	۰/۰۹۴	۰/۰۳۳	۲/۸۱۹	۰/۰۰۵
	مازندران	۰/۰۹۹	۰/۰۴۰	۲/۴۹۹	۰/۰۱۳
	مرکزی	۰/۱۵۰	۰/۰۳۹	۳/۸۲۷	۰/۰۰۰
	هرمزگان	۰/۲۷۵	۰/۰۳۲	۸/۶۲۶	۰/۰۰۰
	همدان	۰/۰۷۹	۰/۰۳۴	۲/۳۲۲	۰/۰۲۱
	یزد	۰/۰۸۲	۰/۰۳۷	۲/۱۸۵	۰/۰۳۰
ضریب تعیین=۰/۹۸۷		**آماره F=۵۰۵/۹۴۱**		**احتمال=۰/۰۰۰**	

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-07-17]

نتایج حاصل از محاسبه بهره‌وری تعمیم‌یافته انرژی در صنایع تولیدی استانهای ایران در جدول شماره (۵) ارائه شده است. همانگونه که مشاهده می‌گردد، بیشترین بهره‌وری انرژی در دوره مورد بررسی به استانهای بوشهر (با میانگین ۱۰۶۵ میلیون ریال به هزار بشکه معادل نفت خام)، تهران (با میانگین ۲۹۱ میلیون ریال به هزار بشکه معادل نفت خام) و کرمان (با میانگین ۲۲۶ میلیون ریال به هزار بشکه معادل نفت خام) و کمترین بهره‌وری انرژی نیز مربوط به استانهای آذربایجان غربی (با میانگین ۲۸ میلیون ریال به هزار بشکه معادل نفت خام)، خراسان شمالی (با میانگین ۲۷ میلیون ریال به هزار بشکه معادل نفت خام) و سیستان و بلوچستان (با میانگین ۱۶ میلیون ریال به هزار بشکه معادل نفت خام) بوده است. کاملا مشخص است که بهره‌وری انرژی در استان بوشهر بیش از ۳ برابر بهره‌وری انرژی در استان تهران (جایگاه دوم)، بیش از ۴ برابر بهره‌وری انرژی در استان کرمان (جایگاه سوم) و بیش از ۶۶ برابر بهره‌وری انرژی استان سیستان و بلوچستان (جایگاه آخر) می‌باشد. باید توجه داشت که سطح بهره‌وری انرژی در بسیاری از استانها بسیار نازل بوده و با گذشت زمان نیز بهبود چندانی نیافته است. با وجود اینکه دامنه تغییرات بهره‌وری انرژی صنایع تولیدی استانها با گذشت زمان به صورت معناداری کاهش یافته، اما این کاهش نه به سبب افزایش سطح نازل بهره‌وری انرژی در برخی استانها نظیر استان سیستان و بلوچستان، بلکه در نتیجه کاهش قابل توجه سطح بهره‌وری انرژی در استانهای پیشتاز همچون استان بوشهر بوده است. علاوه بر آن، بهره‌وری انرژی در بسیاری از استانها و در سال‌های مختلف کاهش یافته است. این کاهش در سال‌های ۱۳۸۶، ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ بیش از سایر سالها و در استانهای بوشهر، خوزستان، مازندران، مرکزی، همدان و یزد بیش از سایر استانها بوده است. توضیح آنکه، در استانهای فوق، افزایش انرژی مصرفی بیش از افزایش ارزش افزوده بوده که منجر به کاهش بهره‌وری انرژی در این استانها شده است. همچنین بهره‌وری انرژی در استانهایی با بیشترین سهم انرژی مصرفی کاهش یافته که در صدر آنها استانهای اصفهان (با میانگین ۲۳/۰۷ درصد)، خوزستان (با میانگین ۱۶/۸۵ درصد) و تهران (با میانگین ۱۰/۰۶

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-07-17]

درصد) قرار دارند، به رغم ثبات نسبی در برخورداری از سهم انرژی مصرفی در دوره مورد بررسی، کاهش بهره‌وری انرژی را تجربه نموده و بهبود چندانی در روند بهره‌وری انرژی این استانها مشاهده نشده است. علاوه بر آن، بهره‌وری انرژی استانهای دارای بیشترین سهم ارزش افزوده همچون استانهای تهران (با میانگین ۲۵/۴۲ درصد)، اصفهان (با میانگین ۱۵/۰۶ درصد) و خوزستان (با میانگین ۱۱/۵۰ درصد) نیز در بسیاری از سال‌های مورد بررسی کاهش یافته است. علاوه بر آن، افزایش سهم ارزش افزوده برخی استانها نظیر استان بوشهر (از ۳/۲۴ درصد در سال ۱۳۸۲ به ۹/۳۰ درصد در سال ۱۳۹۲) نیز با کاهش قابل توجه بهره‌وری انرژی در این استان همراه بوده است.

جدول۵. بهره‌وری انرژی صنایع تولیدی استان‌های ایران

(میلیون ریال به هزار بشکه نفت خام)

استان	سال										
	۸۲	۸۳	۸۴	۸۵	۸۶	۸۷	۸۸	۸۹	۹۰	۹۱	۹۲
آذربایجان شرقی	۱۰۰	۱۲۳	۱۴۵	۱۳۳	۸۷	۱۱۳	۱۳۷	۱۲۲	۸۰	۸۰	۸۲
آذربایجان غربی	۲۹	۲۹	۳۱	۳۳	۲۶	۳۴	۴۰	۳۵	۱۶	۱۷	۱۸
اردبیل	۳۴	۴۶	۴۹	۵۴	۳۱	۴۵	۵۱	۴۶	۳۶	۳۶	۴۷
اصفهان	۷۰	۱۰۰	۸۳	۸۱	۸۵	۱۰۱	۷۱	۶۷	۵۹	۴۶	۶۸
ایلام	۲۲	۶۹	۲۶	۲۶	۲۱	۲۹	۴۱	۳۴	۱۹	۱۷	۲۰
بوشهر	۵۹۷۴	۱۲۴۷	۷۸۴	۶۸۷	۴۴۵	۴۲۴	۲۵۱	۳۰۹	۶۷۰	۶۴۰	۲۸۳
تهران	۳۹۴	۲۸۷	۳۲۵	۳۴۵	۲۲۴	۳۲۴	۲۹۵	۲۸۴	۲۰۹	۳۳۸	۱۷۶
چهارمحال و بختیاری	۷۰	۷۱	۸۹	۱۰۰	۸۳	۵۳	۶۲	۷۱	۵۶	۵۸	۶۰
خراسان جنوبی	۴۳	۴۲	۴۴	۴۶	۳۵	۴۱	۵۰	۳۹	۳۳	۸	۳۰
خراسان رضوی	۵۹	۵۸	۶۲	۵۹	۵۰	۷۲	۸۶	۶۳	۱۰۲	۷۸	۴۸

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-07-17]

خراسان شمالی	۳۴	۴۶	۲۱	۲۹	۲۴	۲۷	۳۱	۲۶	۲۴	۲۵	۳۷
خوزستان	۱۳۸	۱۰۳	۹۷	۱۳۵	۱۳۲	۱۴۴	۱۰۷	۱۰۵	۷۳	۱۰۳	۱۰۲
زنجان	۱۵۵	۱۶۲	۲۳۰	۲۴۹	۱۳۲	۱۳۹	۱۶۶	۱۰۹	۹۴	۱۱۴	۹۲
سمنان	۴۳	۱۰۲	۷۷	۸۹	۵۸	۷۴	۸۵	۷۶	۶۳	۶۸	۱۰۱
سیستان و بلوچستان	۱۶	۱۶	۱۶	۱۷	۱۱	۱۵	۱۸	۱۲	۱۷	۱۵	۲۲
فارس	۶۹	۵۲	۷۷	۹۰	۷۶	۸۱	۹۱	۱۱۱	۴۷	۷۵	۶۷
قزوین	۱۱۵	۱۰۶	۱۳۷	۲۱۷	۱۳۸	۱۷۵	۱۷۵	۱۵۴	۱۰۱	۱۱۲	۱۰۵
قم	۱۰۴	۱۷۶	۱۶۷	۱۴۸	۱۱۴	۱۴۱	۱۵۱	۱۶۴	۳۸	۳۱	۶۸
کردستان	۲۵	۴۶	۵۱	۷۰	۲۸	۵۲	۹۲	۶۴	۳۳	۱۳۶	۶۹
کرمان	۱۷۳	۱۸۳	۱۶۲	۲۷۲	۲۷۰	۱۸۴	۲۷۸	۲۲۳	۱۹۷	۲۷۰	۲۷۵
کرمانشاه	۷۵	۸۱	۱۰۱	۸۸	۹۴	۷۳	۹۹	۷۱	۷۳	۷۱	۶۷
کهگیلویه و بویراحمد	۹۳	۵۰	۱۷۸	۵۲	۹۴	۶۴	۶۷	۱۵۳	۷۴	۹۴	۱۳۶
گلستان	۹۸	۶۸	۷۷	۸۲	۶۷	۸۱	۷۰	۶۶	۴۵	۳۱	۴۵
گیلان	۷۳	۷۳	۸۵	۸۷	۸۵	۹۴	۱۵۵	۹۱	۶۲	۷۹	۷۲
لرستان	۳۷	۴۷	۶۰	۶۹	۵۵	۶۱	۶۲	۵۷	۳۸	۶۱	۴۵
مازندران	۱۲۳	۱۱۶	۱۳۵	۱۲۴	۱۰۹	۱۲۱	۱۱۸	۱۰۰	۶۴	۸۲	۷۹
مرکزی	۱۵۷	۱۸۲	۲۳۲	۱۳۳	۱۰۸	۱۵۷	۱۴۴	۱۰۶	۱۰۴	۱۰۳	۸۵
هرمزگان	۱۲۳	۱۰۵	۱۰۲	۸۸	۱۶۸	۱۶۵	۱۶۵	۱۱۱	۸۹	۹۶	۱۵۰
همدان	۴۷	۴۲	۶۸	۵۶	۴۶	۴۳	۴۵	۵۲	۳۳	۲۴	۲۲
یزد	۶۹	۶۶	۶۵	۶۰	۶۱	۸۰	۷۶	۸۱	۵۸	۵۱	۳۶

ماخذ: یافته‌های پژوهش

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-07-17]

۷. نتیجه‌گیری

انرژی در بخش‌های مختلف اقتصادی به عنوان یک نهاده تولیدی در کنار نیروی کار و سرمایه، نقش مهمی ایفا می‌نماید و یکی از ضروریات رشد و توسعه اقتصادی قلمداد می‌گردد. با وجود این، استفاده نامناسب از انرژی منجر به پیامدهای نامطلوب اقتصادی و زیست‌محیطی می‌شود. در همین راستا، بررسی چگونگی مصرف انرژی در سطوح مختلف ملی، بخشی و منطقه‌ای بسیار مهم بوده و بدین منظور از شاخص‌های گوناگونی استفاده می‌شود که بهره‌وری انرژی از مهم‌ترین این شاخص‌ها می‌باشد. اهمیت بهره‌وری انرژی در کشوری همانند ایران به دلیل بالا بودن شدت انرژی از یک سو و وجود ذخایر عظیم نفت و گاز از سوی دیگر، دوچندان است. افزون بر این موارد، نتایج مطالعاتی همچون دامن کشیده و همکاران (۱۳۸۹) و خلیلی عراقی و همکاران (۱۳۹۱) دلالت بر افزایش گازهای گلخانه‌ای در ایران دارد. بنابراین و با توجه به اهمیت مضاعف برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری مصرف انرژی در ایران، اندازه‌گیری دقیق بهره‌وری انرژی در سطوح ملی، بخشی و منطقه‌ای ضروری است. این در حالی است که در بین بخش‌های مختلف اقتصادی، بخش صنعت یکی از مهم‌ترین بخش‌های مصرف‌کننده انرژی می‌باشد و بیش از ۲۵ درصد از مصرف نهایی انرژی کشور را به خود اختصاص داده است. علاوه بر آن، آرمن و تقی‌زاده (۱۳۹۲) چنین بیان می‌کنند که افزایش بهره‌وری انرژی در صنعت و زیربخش‌های آن باعث کاهش هزینه تولید و کاهش قیمت تمام‌شده محصولات صنعتی می‌شود و با افزایش توان رقابت‌پذیری، زمینه کاهش واردات و افزایش صادرات را فراهم می‌نماید. بنابراین و با توجه به آنچه بیان گردید، این پژوهش کوشیده است با محاسبه و مقایسه بهره‌وری انرژی در صنایع تولیدی استانهای ایران طی سال‌های ۱۳۹۲-۱۳۸۲، زمینه بازشناسی اهمیت این موضوع را فراهم نماید و بدین منظور از شاخص بهره‌وری متوسط تعمیم‌یافته انرژی استفاده شده است که با استفاده از نرخ جانشینی، عوامل تولید را به یکدیگر تبدیل می‌نماید. پس از استخراج و محاسبه داده‌های موردنیاز شامل ارزش ستانده، تعداد نیروی کار، موجودی سرمایه و انرژی مصرفی، تابع تولید صنایع تولیدی استانها در شکل خطی تابع تولید کاب-داگلاس و با استفاده از داده‌های

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-07-17]

تابلویی برآورد گردیده و با استفاده از ارزش افزوده، انرژی مصرفی و نرخ جانشینی عوامل تولید، بهره‌وری تعمیم‌یافته انرژی صنایع تولیدی استانها محاسبه و مقایسه شده است. در مجموع، نتایج را می‌توان بدین صورت خلاصه و بیان نمود: ۱- بیشترین و کمترین بهره‌وری انرژی به ترتیب مربوط به استانهای بوشهر و سیستان و بلوچستان بوده است؛ ۲- سطح بهره‌وری انرژی در بسیاری از استانها نازل بوده و با گذشت زمان نیز بهبود چندانی نیافته است.گرچه دامنه تغییرات بهره‌وری انرژی استانها با گذشت زمان به صورت معناداری کاهش یافته، اما این کاهش، بیشتر به سبب کاهش قابل توجه سطح بهره‌وری انرژی استانهای پیشتاز بوده است؛ ۳- بهره‌وری انرژی در بسیاری از استانها و در سال‌های مختلف کاهش یافته و این کاهش در سال‌های ۱۳۸۶، ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ و در استانهای بوشهر، خوزستان، مازندران، مرکزی، همدان و یزد مشهودتر است؛ ۴- بهره‌وری انرژی در استانهایی با بیشترین سهم انرژی مصرفی که در صدر آنها استان اصفهان قرار دارد، کاهش یافته و به رغم ثبات نسبی در برخورداری از سهم انرژی مصرفی، بهبود چندانی در روند بهره‌وری انرژی این استانها مشاهده نشده است؛ ۵- بهره‌وری انرژی استانهای دارای بیشترین سهم ارزش افزوده همچون تهران نیز در بسیاری از سال‌های مورد بررسی کاهش یافته و افزایش سهم ارزش افزوده برخی استانها نظیر استان بوشهر نیز با کاهش قابل توجه بهره‌وری انرژی در این استان همراه بوده است. باید توجه نمود که میزان انرژی مصرفی در صنایع تولیدی استانهای ایران با ارزش افزوده ایجادشده در این بخش به هیچ عنوان همخوانی ندارد[1].

۱. به عنوان مثال، در سال ۱۳۹۲ (سال پایانی دوره مورد بررسی) در حالی که متوسط قیمت هر بشکه نفت خام در حدود ۷۰ دلار بوده و با توجه به متوسط قیمت دلار در همان سال (در حدود ۳۰۰۰۰ ریال)، ارزش افزوده ایجادشده در صنایع تولیدی تمام استانها بمراتب کمتر از معادل ریالی انرژی مصرفی بوده است. توضیح آنکه، در سال ۱۳۹۲، بهره‌وری انرژی صنایع تولیدی استان بوشهر، به عنوان استان پیشتاز، تنها در حدود ۲۸۳ هزار ریال به ازای هر بشکه معادل نفت خام بوده است. این میزان در استانهایی همچون آذربایجان غربی، ایلام و سیستان و بلوچستان بمراتب کمتر و به ترتیب معادل ۱۸، ۲۰ و ۲۲ هزار ریال به ازای هر بشکه معادل نفت خام بوده است.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-07-17]

در مجموع، نتایج پژوهش حاضر، ضمن تأیید سطح بسیار نازل بهره‌وری انرژی در بسیاری از استانها، مبین ناهمگنی بسیار زیاد استانها در بهره‌وری انرژی و همچنین کاهش بهره‌وری انرژی در بسیاری از استانهاست. با فرض صحت داده‌های موجود و محاسبات پژوهش، مصرف انرژی در صنایع تولیدی استانها همانند دوره زمانی مورد بررسی، به هیچ عنوان توجیه اقتصادی ندارد. بنابراین، سیاست‌های موجود نه تنها نتوانسته زمینه افزایش بهره‌وری انرژی را فراهم نماید، بلکه منجر به کاهش بهره‌وری انرژی نیز شده است. علاوه بر آن و با توجه به قانون هدفمندی یارانه‌ها، در صورت افزایش قیمت حامل‌های انرژی، چنانچه بنگاه‌های صنعتی نتوانند بهره‌وری انرژی را متناسب با افزایش قیمت ارتقا دهند، بهره‌وری انرژی کاهش خواهد یافت. این موضوع می‌تواند موجب تعطیلی بسیاری از بنگاه‌های صنعتی و بویژه بنگاه‌های صنعتی در مناطق با بهره‌وری انرژی پایین شود. بنابراین و از بعد سیاست‌گذاری، نتایج پژوهش حاضر دلالت بر ضرورت بازنگری و پایش سیاست‌گذاری‌ها و برنامه‌ریزی‌های انرژی در صنایع تولیدی استانها دارد به گونه ای که منجر به افزایش بهره‌وری انرژی گردد.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-07-17]

منابع

آرمن، سید عزیز و سمیرا تقی‌زاده (۱۳۹۲)، "بررسی عوامل مؤثر بر شدت انرژی در صنایع کارخانه‌ای ایران"، *اقتصاد انرژی ایران*، شماره ۸، صص ۲۰-۱.

آرمن، سید عزیز و روح‌اله زارع (۱۳۸۴)، "بررسی رابطه علیت گرنجری بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران طی سال‌های ۱۳۸۱-۱۳۴۶"، پژوهش‌های اقتصادی، شماره ۲۴، صص ۱۴۳-۱۱۷.

آماده، حمید؛ قاضی، مرتضی و زهره عباسی‌فر (۱۳۸۸)، "بررسی رابطه مصرف انرژی و رشد اقتصادی و اشتغال در بخش‌های مختلف اقتصاد ایران"، *تحقیقات اقتصادی*، شماره ۸۶، صص ۳۸-۱.

ابریشمی، حمید؛ علم‌الهدی، ندا و میثم امیری (۱۳۸۶)، "بررسی همگرایی بهره‌وری انرژی در کشورهای اسلامی (طی دوره ۲۰۰۳-۱۹۸۰ به روش اقتصادسنجی فضایی)"، *مطالعات اقتصاد انرژی*، شماره ۱۵، صص ۳۴-۷.

احمدی شادمهری، محمدطاهر؛ فلاحی، محمدعلی و محسن نیازی محسنی (۱۳۹۲)، "تحلیل عوامل مؤثر بر بهره‌وری انرژی در بخش کشاورزی ایران"، *اقتصاد کشاورزی و توسعه*، شماره ۸۴، صص ۲۸-۱.

امینی، علیرضا و فرزانه یزدی‌پور (۱۳۸۷)، "تحلیل عوامل مؤثر بر بهره‌وری انرژی در کارگاه‌های بزرگ صنعتی ایران"، *پژوهشنامه اقتصادی*، شماره ۳۰، صص ۱۰۴-۷۱.

بانک مرکزی، خلاصه تحولات اقتصادی کشور.

بنی اسدی، مصطفی و رضا محسنی (۱۳۹۳)، "اثر شوک‌های دائمی و موقت بهره‌وری بر شدت مصرف انرژی در ایران (کاربرد روش بلانچارد-کوآ)"، *اقتصاد انرژی ایران*، شماره ۱۰، صص ۶۵-۴۱.

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

جهانگرد، اسفندیار و هدیه تجلی (۱۳۹۰)، "تجزیه‌ی شدت انرژی‌بری در صنایع کارخانه‌ای ایران"، *مطالعات اقتصاد انرژی*، شماره ۳۱، صص ۵۸-۲۵.

حقیقت، جعفر؛ انصاری لاری، محمدصالح و پویان کیانی (۱۳۹۳)، "ارزیابی کارایی انرژی در بخش خانگی استان‌های کشور"، *پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران*، شماره ۱۳، صص ۱۱۶-۸۹.

حیدری، ابراهیم و حسین صادقی (۱۳۸۲)، "تجزیه و تحلیل کارایی انرژی در اقتصاد ایران"، علوم انسانی دانشگاه اصفهان، شماره ۲-۱، صص ۱۶۲-۱۲۱.

حیدری، ابراهیم و حسین صادقی (۱۳۸۴)، "تخمین کارایی انرژی در بخش صنعت ایران در قالب تابع تقاضای تعدیل جزئی"، *تحقیقات اقتصادی*، شماره ۶۸، صص ۲۰۰-۱۷۹.

خلیلی عراقی، منصور؛ شرزه‌ای، غلامعلی و سجاد برخورداری (۱۳۹۱)، "تحلیل تجزیه انتشار دی‌اکسیدکربن ناشی از مصرف انرژی در ایران"، *محیط شناسی*، شماره ۶۱، صص ۱۰۴-۹۳.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-07-17]

دامن کشیده، مرجان؛ نظری، محسن و الهام سادات رضائی (۱۳۸۹)، "بررسی عوامل مؤثر بر انتشار CO2 در ایران"، *علوم اقتصادی*، شماره ۱۲، صص ۷۹-۶۳.

راسخی، سعید و پروین سلمانی (۱۳۹۲)، "رابطه شدت انرژی و کارایی اقتصادی در کشورهای منتخب با استفاده از الگوی گشتاور تعمیم‌یافته: کاربردی از تحلیل پنجره‌ای پوششی داده‌ها"، *پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی*، شماره ۶۷، صص ۲۴-۵.

سوری، علی (۱۳۹۴)، *اقتصادسنجی (جلد ۲)*، تهران: نشر فرهنگ‌شناسی، چاپ سوم.

سیف، اله‌مراد (۱۳۸۷)، "شدت انرژی: عوامل تأثیرگذار و تخمین یک تابع پیشنهادی"، *مطالعات اقتصاد انرژی*، شماره ۱۸، صص ۲۰۱-۱۷۷.

شریفی، علی‌مراد؛ صادقی، مهدی؛ نفر، مهدی و زهرا دهقان شبانی (۱۳۸۷)، "تجزیه شدت انرژی در صنایع ایران"، *پژوهش‌های اقتصادی ایران*، شماره ۳۵، صص ۱۱۰-۷۹.

شهابی‌نژاد، وحید (۱۳۹۴الف)، "تحلیل مقایسه‌ای کارایی انرژی صنایع بزرگ استان‌های ایران با استفاده از روش تحلیل فراگیر داده‌ها در دوره‌ی ۱۳۹۰-۱۳۸۷"، *مطالعات اقتصادی کاربردی ایران*، شماره ۱۶، صص ۱۷۸-۱۵۷.

شهابی‌نژاد، وحید (۱۳۹۴ب)، "ارزیابی بهره‌وری عامل انرژی در ایران و کشورهای منتخب در حال توسعه در دوره ۲۰۰۷-۲۰۱۱"، *مطالعات اقتصاد انرژی*، شماره ۴۶، صص ۲۴۲-۲۲۱.

صادقی، سید کمال و سکینه سجودی (۱۳۹۰)، "مطالعه عوامل مؤثر بر شدت انرژی در بنگاه‌های صنعتی ایران"، *مطالعات اقتصاد انرژی*، شماره ۲۹، صص ۱۸۰-۱۶۳.

عباسی‌نژاد، حسین و داریوش وافی نجار (۱۳۸۳)، "بررسی کارآیی و بهره‌وری انرژی در بخش‌های مختلف اقتصادی و تخمین کشش نهاده‌ای و قیمتی انرژی در بخش صنعت و حمل‌ونقل با روش TSLS (۱۳۵۰-۱۳۷۹)"، *تحقیقات اقتصادی*، شماره ۶۶، صص ۱۳۷-۱۱۳.

عطرکار روشن، صدیقه و فاطمه رسولی (۱۳۹۴)، "اندازه‌گیری و تحلیل بهره‌وری عوامل تولید (مطالعه موردی: بخش صنعت استان کردستان)"، *مدیریت بهره‌وری*، شماره ۳۳، صص ۲۵-۷.

فرج‌زاده، زکریا (۱۳۹۴)، "شدت انرژی در اقتصاد ایران: اجزا و عوامل تعیین‌کننده"، *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 دیویژیا با تأکید بر رویکرد زمانی دو دوره‌ای و زنجیره‌ای"، *پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران*، شماره ۱۵، صص ۱۱۷-۸۷.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-07-17]

گراوند، سهراب؛ ملکشاهی، مجتبی و منیره پورگراوند (۱۳۹۲)، "بررسی بهره‌وری و کارایی انرژی در صنعت سیمان"، *سومین کنفرانس بین‌المللی رویکردهای نوین در نگهداشت انرژی.*

گلی، زینت و یکتا اشرفی (۱۳۸۹)، "بررسی شدت انرژی کشور و تجزیه آن با استفاده از شاخص ایده‌آل فیشر در ایران"، *پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی*، شماره ۵۴، صص ۵۴-۳۵.

مرکز آمار ایران، نتایج آمارگیری از کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیشتر.

مرکز آمار ایران، نتایج آمارگیری از مقدار مصرف انرژی در کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیشتر.

مکیان، سید نظام‌الدین؛ نوروزی، علی؛ کاظمی، ابوطالب؛ شهیکی تاش، محمدنبی و پروانه زنگی‌آبادی (۱۳۹۴)، "ارزیابی شدت انرژی و اثر تکنولوژی تولید بر کارایی تقاضای صنعتی انرژی (مورد ایران) "، *پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران*، شماره ۱۶، صص ۲۴۲-۲۰۹.

ملکی، رضا (۱۳۸۳)، "بررسی رابطه علیت بین مصرف انرژی و تولید داخلی در ایران"، *برنامه‌ریزی و بودجه*، شماره ۶، صص ۱۲۱-۸۱.

وزارت نیرو، ترازنامه انرژی.

همت‌جو، علی (۱۳۸۲)، اندازه‌گیری بهره‌وری صنایع استان آذربایجان شرقی و آنالیز عوامل مؤثر بر آن، طرح تحقیقاتی سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان آذربایجان شرقی، تبریز.

Adhikari, D. and Y. Chen (2014a), "Energy Productivity Convergence in Asian Countries: A Spatial Panel Data Approach", Economics and Finance, No.7, PP: 94-107.

Adhikari, D. and Y. Chen (2014b), "Sectoral Analysis of Energy Productivity Convergence: Empirical Evidence from Asian Countries", Modern Economy, No. 9, PP: 980-988.

Belzer, D (2014), A Comprehensive System of Energy Intensity Indicators for the U.S.: Methods, Data And Key Trends, Pacific Northwest National Laboratory.

Cantore, N (2011), Energy Efficiency in Developing Countries for the Manufacturing Sector, United Nations Industrial Development Organization Working Paper No. 15/2011.

Chang, T. and J. Hu (2010), "Total Factor Energy Productivity Growth, Technical Progress, And Efficiency Change: An Empirical Study of China", Applied Energy, No. 10, PP: 3262-3270.

Chontanawat, J; Wiboonchutikula, P. and A. Buddhivanich (2014), "Decomposition Analysis of The Change of Energy Intensity of Manufacturing Industries in Thailand", Energy, No. 77, PP: 171-182.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-07-17]

Costa-Campi, M. T; García-Quevedo, J. and A. Segarra (2015), "Energy Efficiency Determinants: An Empirical Analysis of Spanish Innovative Firms", Energy Policy, No. 83, PP: 229-239.

Du, K; Huang, L. and Z. Yang (2015), "Understanding Industrial Energy Productivity Growth in China: A Production-Theoretical Approach", Energy Efficiency, No. 3. PP: 493-508.

Farla, J; Blok, K. and L. Schipper (1997), "Energy Efficiency Developments in The Pulp And Paper Industry: A Cross-Country Comparison Using Physical Production Data", Energy Policy, No. 7-9, PP: 745-758.

Farla, J; Cuelenaere, R. and K. Blok (1998), "Energy Efficiency And Structural Change In The Netherlands, 1980-1990", Energy Economics, No. 1, PP: 1-28.

Filippini, M. and L .Zhang (2013), Measurement of the Underlying Energy Efficiency in Chinese Provinces, Center of Economic Research at Eth Zurich Working Paper No. 13/183.

Fisher-Vanden, K; Jefferson G. H; Liu, H. and Q. Tao (2004), "What is Driving China's Decline in Energy Intensity?", Resource and Energy Economics, No. 1, PP: 77-97.

Gowdy, J. M (1992), "Labour Productivity And Energy Intensity in Australia 1974-87: An Input-Output Analysis", Energy Economics, No. 1, PP: 43-48.

Halkos, G. E. and N. G. Tzeremes (2011), The Effect of Energy Consumption on Countries Economic Efficiency: A Conditional Robust Non Parametric Approach, Munich Personal Repec Archive Paper No. 28692.

Hayes, S; Baum, N. and G. Herndon (2013), Energy Efficiency: Is the United States Improving?, American Council for an Energy-Efficient Economy.

Herrerias, M. J; Cuadros, A. and V. Orts (2013), "Energy Intensity and Investment Ownership across Chinese Provinces", Energy Economics, No. 36, PP: 286-298.

Holmberg, R (2015), Energy Efficiency Trends And Policies in Sweden, Swedish Energy Agency.

Honma, S. and J. Hu (2009), "Total Factor Energy Productivity Growth of Regions in Japan", Energy Policy, No. 10, PP: 3941-3950

Hu, J. and S. Wang (2006), "Total Factor Energy Efficiency of Regions in China", Energy Policy, No. 17, PP: 3206-3217.

Irawan, T; Hartono, D. and N. A. Achsani (2010), An Analysis of Energy Intensity in Indonesian Manufacturing, Padjadjaran University, Department Of Economics, Center For Economics And Development Studies, Working Paper No. 201007.

Jiang, L; Folmer, H. and M. Ji (2014), "The Drivers of Energy Intensity in China: A Spatial Panel Data Approach", China Economic Review, No. 31, PP: 351-360.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-07-17]

Kim, S (2008), Spatial Inequality and Economic Development: Theories, Facts, and Policies, World Bank, Commission on Growth and Development Working Paper, No. 16.

Kutscherauer, A; Fachinelli, H; Hučka, M; Skokan, K; Sucháček, J; Tománek, P. and P. Tuleja (2010), Regional Disparities in Regional Development of the Czech Republic, Technical University of Ostrava, Faculty of Economics.

Ma, H; Oxley, L. and J. Gibson (2009), "Substitution Possibilities And Determinants of Energy Intensity for China", Energy Policy, No. 5, PP: 1793-1804.

Mayer, H (2009), Reporting on Sustainable Development Indicators in Germany: Measurement of Energy Productivity, Paper Presented at the EMAN Conference, Czech Republic.

Miketa, A. and P. Mulder (2005), "Energy Productivity across Developed And Developing Countries in 10 Manufacturing Sectors: Patterns of Growth and Convergence", Energy Economics, No. 3, PP: 429-453.

Mukherjee, K (2008a), "Energy Use Efficiency in U.S. Manufacturing: A Nonparametric Analysis", Energy Economics, No. 1, PP: 76-96.

Mukherjee, K (2008b), "Energy Use Efficiency in The Indian Manufacturing Sector: An Interstate Analysis", Energy Policy, No. 2, PP 662-672.

Mulder, P. and H. De Groot (2011), Energy Intensity across Sectors and Countries: Empirical Evidence 1980-2005, CPB Discussion Paper No. 171.

Nadel, S; Elliott, N. and T. Langer (2015), "Energy Efficiency in The United States: 35 Years And Counting", American Council for an Energy-Efficient Economy.

Norsworthy, J. R. and D. H. Malmquist (1983), "Input Measurement And Productivity Growth in Japanese And U.S. Manufacturing, " American Economic Review, No. 5, PP: 947-967.

Okajima, S. and H. Okajima (2013), "Analysis of Energy Intensity in Japan", Energy Policy, No. 61, PP: 574-586.

Rohdin, P. and P. Thollander (2006), "Barriers to And Driving Forces for Energy Efficiency in the Non-Energy Intensive Manufacturing Industry in Sweden", Energy, No. 12, PP: 1836-1844.

Sahu, S. K. and K. Narayanan (2011), "Determinants of Energy Intensity in Indian Manufacturing Industries: A Firm Level Analysis", Business and Economics, No. 8, PP: 13-30.

Segurado, P; Montes, J. P. G. and C. G. Barquero (2015), Energy Efficiency Trends And Policies in Spain, Spanish Ministry of Industry, Energy and Tourism.

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.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-07-17]

Soni, A. and A. Mittal (2015), "Energy Analysis of Indian Manufacturing Sector", General Engineering and Technology, No. 3, PP: 15-22.

Stern, D. I (2012), "Modeling International Trends in Energy Efficiency", Energy Economics, No. 6, PP: 2200-2208.

Steward, K (2002), "Measuring Well-Being and Exclusion in Europe's Regions", CASE Paper No. 53.

Sun, J. W (1998), "Accounting for Energy Use In China, 1980-94", Energy, No. 10, PP: 835-849.

Uwasu, M; Hara1, K; Yabar, H. and H. Zhang (2012), "Analysis of Energy Productivity And Determinant Factors: A Case Study of China's Provinces", Sustainable Development, No. 6, PP: 1-9.

Wang, C (2007), "Decomposing Energy Productivity Change: A Distance Function Approach", Energy, No. 8, PP: 1326-1333.

Wang, C (2011), "Sources of Energy Productivity Growth And Its Distribution Dynamics in China", Resource and Energy Economics, No. 1, PP: 279-292.

Wang, Q; Zhou, P; Zhao, Z. and N. Shen (2014), "Energy Efficiency And Energy Saving Potential in China: A Directional Meta-Frontier DEA Approach", Sustainability, No. 8, PP: 5476-5492.

Wang, Z; Zeng, H; Wei, Y. and Y. Zhang (2012), "Regional Total Factor Energy Efficiency: An Empirical Analysis of Industrial Sector in China", Applied Energy, No. 97, PP: 115-123.

Wei, C; Ni, J. and A. Shen (2009) , "Empirical Analysis of Provincial Energy Efficiency in China", China and World Economy, No. 5, PP: 88-103.

Wing, I. S. and R. S. Eckaus (2004), Explaining Long-Run Changes In the Energy Intensity of The U.S. Economy, Mit Joint Program on the Science and Policy of Global Change, Report No. 116.

Wu, A; Cao, Y. and B. Liu (2014), "Energy Efficiency Evaluation for Regions in China: An Application of DEA And Malmquist Indices", Energy Efficiency, No. 3, PP: 429-439.

Xiaolia, Z; Ruia, Y. and M. Qianb (2014), "China's Total Factor Energy Efficiency of Provincial Industrial Sectors", Energy, No. 65, PP: 52-61.

Yang, D. T (2002), "What Has Caused Regional Inequality in China?", China Economic Review, No. 4, PP: 331-334.

Yanke, Z. and Y. Dong (2014), "A Comparative Study on The Energy Efficiency of Provinces Based On Data Envelopment Analysis", Business and Social Science, No. 1. PP: 63-70.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-07-17]

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-07-17]